

ი. მარზანია

აბროქიმია

საქართველოს რესპუბლიკის სახალხო განათლების სამინისტრომ დაამტკიცა
სახელმძღვანელოდ უმაღლესი სასოფლო-სამეურნეო სასწავლებლებისათვის

რედაქტორი პროფ. მ. ზარღალიშვილი

წინამდებარე სახელმძღვანელოში განხილულია აგროქიმიური ცოდნის განვითარების ისტორია, მცენარეთა მინერალური კვების თეორიული საფუძვლები, ნიადაგის თვისებები და მათი მნიშვნელობა სასუქების რაციონალურად გამოყენებაში, მცენარის მინერალური კვების დიაგნოსტიკა, ნიადაგის ქიმიური მელიორაციის მეთოდები, ნიადაგის შედგენილობა, მინერალური და ორგანული სასუქები, სასუქების გამოყენების სისტემა, მათზე მცენარის მოთხოვნების განსაზღვრის ფიზიოლოგიური საფუძვლები, მინერალური სასუქების ნორმის განსაზღვრისა და სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტურობის მეთოდები.

სახელმძღვანელოში ცალკე თავადაა წარმოდგენილი სასუქი და გარემო — ატმოსფეროს, წყლების, ნიადაგისა და მცენარეული პროდუქტების გაჟუჟყუანება, სასუქების როლი გარემოს გაჟუჟყუანებისაგან დაცვაში, ასევე, აგროქიმიური სამსახური, აგროქიმიური კვლევის მეთოდები და საცდელი საქმის მეთოდოლოგია აგროქიმიაში.

წიგნში სპეციალური განყოფილება აქვს დათმობილი აგროქიმიის განვითარების ისტორიას საქართველოში, ტენიანი სუბტროპიკების ნიადაგების ძირითადი ტიპების აგროქიმიურ დახასიათებას, ასევე — სუბტროპიკული და დეკორატიული მცენარეების განოყიერების სისტემებს.

რეცენზენტები: პროფესორი ა. მ ო წ ი რ ე ლ ი ა
პროფესორი ო. ო ნ ი ა ნ ი

37002050000—

M————— 91

M—602(08) — 91

© ი. მარშანია, 1991

ISBN 5—505—00947—6

შეხვედი

აგროქიმიის საბანი, კვლევის ძირითადი ოგნიჭებები და მეთოდები

აგროქიმიის საბანი და ამოცანები

აგროქიმია, ანუ აგრონომიული ქიმია არის მეცნიერება, რომელიც სწავლობს სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების კვების პროცესში მცენარის, ნიადაგისა და სასუქის ურთიერთდამოკიდებულებას, მიწათმოქმედებაში ნივთიერებათა წრე-ჭრუნვას, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის გადიდებასა და პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებას სასუქების გამოყენებით.

აკადემიკოს დ. პრიანიშნიკოვის განმარტებით, აგროქიმიის მთავარი ამოცანაა ნივთიერებათა ბრუნვის შესწავლა მიწათმოქმედებაში და ნიადაგსა და მცენარეში მიმდინარე ქიმიურ პროცესებზე ზემოქმედების ღონისძიებების შემუშავება, რომელსაც შეუძლია გაადიდოს მოსავალი ან შეცვალოს მისი შედგენილობა. ნივთიერებათა ამ წრებრუნვაში ადამიანის ჩარევის ძირითადი საშუალებაა სასუქების გამოყენება.

მინერალური და ორგანული სასუქები ნიადაგსა (ქიმიური, ფიზიკური, ბიოლოგიური თვისება) და მცენარეზე (ზრდა-განვითარება, არახელსაყრელი პირობების მიმართ გამძლეობა, მოსავლის ოდენობა და ხარისხი) ძლიერმოქმედი საშუალებაა, რომელიც მთლიანობაში მიწათმოქმედების ქიმიზაციის საფუძველია.

აგროქიმიის მიზანია სასუქების თვისებების, ნიადაგთან მათი ურთიერთმოქმედების კანონზომიერების ცოდნაზე დაყრდნობით განსაზღვროს მცენარის ბიოლოგიური თვისებებურიდან გამომდინარე სასუქის ეფექტური ფორმა, სახე, მათი ნიადაგში შეტანის ვადა და წესი, შექმნას მცენარის კვებისათვის საუკეთესო პირობები.

თანამედროვე აგროქიმიის გადაუდებელი ამოცანაა მინერალური სასუქების ეფექტურობის ყოველმხრივი აშაღლება, ამავე დროს სოფ-

ლის მეურნეობის ინტენსიური ქიმიზაციის ეკოლოგიური შემდეგქმედების შესწავლა.

დელამიწაზე მცხოვრებთა რიცხვის განუხრელი ზრდა დღის წესრიგში აყენებს საკვები პროდუქტების წარმოების გადიდების აუცილებლობას. ამ პრობლემის გადაწყვეტა დაკავშირებულია მზარდი რაოდენობით ძირითადი ბიოფილური ელემენტების (NPK) გამოყენებასთან.

განვითარებულ ქვეყნებში, მაღალპროდუქტული სოფლის მეურნეობა იაფუძნებულია მინერალური სასუქების ინტენსიურ გამოყენებაზე, ამავე დროს იგი ეკოლოგიური ფაქტორი ხდება. იგი ნიადაგის, წყლის, მცენარისა და ნიადაგის მიკროორგანიზმებით ბიოფილური ელემენტების წრებრუნვას აძლიერებს.

ტერიტორიის საკვები ნივთიერების ბიოგეოქიმიური ბალანსი წარმართება ისე, რომ პროდუქციის უშუალო მწარმოებელი — ადამიანი ადგილზე ამ პროდუქციის მცირე ნაწილს იყენებს. პროდუქციის ძირითადი ნაწილი ქალაქებსა და მსხვილ დასახლებულ პუნქტებში გადაინაცვლებს, ნაწილი კი იგზავნება საექსპორტოდ.

ადამიანის მიერ კვების პროდუქტების გამოყენების შედეგად წარმოქმნილი ნარჩენები პრაქტიკულად მინდორს არ უბრუნდება, არამედ განსაზღვრულ ტერიტორიაზე გროვდება და გრუნტის წყლის ნიტრატებით და სხვა ნაერთებით გაჭუჭყიანების ლოკალური წყარო წარმოიქმნება.

ბიოსფეროში საკვები ელემენტების შეღწევის გადიდება მოქმედებს ბუნებაზე, წყალში დიდი რაოდენობით გროვდება ხსნადი ნივთიერებები, პირველ რიგში აზოტიანი ნაერთები. ამასთან დაკავშირებით, წყალსაცავების ევტროფიკაცია და სასმელ წყალში ნიტრატების რაოდენობის გადიდება პირდაპირ ან არაპირდაპირ უკავშირდება სოფლის მეურნეობაში აზოტიანი სასუქების გამოყენებას. მკვლევართა ერთი ნაწილი იმასაც აღნიშნავს, რომ აზოტიანი სასუქების გამოყენების გაზრდა სოფლის მეურნეობაში იწვევს დენიტრიფიკაციის გაძლიერებას. ამასთან დაკავშირებით, ატმოსფეროში აღწევს აზოტის ქანგის დიდი რაოდენობა, რომელსაც შეუძლია დაშალოს ოზონის ეკრანი.

სამეცნიერო-ბოპულარულ ლიტერატურაში ხშირად გადაჭარბებულად აღნიშნავენ სასუქების გამოყენების ნეგატიურ მხარეს. ამასთან დაკავშირებით, საზოგადოების ფართო წრეს, ხშირად სპეციალისტებსაც კი, განსაკუთრებით მედიკოსებსა და ეკოლოგებს, ექმნებათ შთაბეჭდილება თითქოს ყველა სასუქი ზიანს აყენებდეს ადამიანის ჯანმრთელობასა და გარემოს. ამავე დროს, კარგად არის ცნობილი, რომ სასუქის დადებითი მხარე ბევრად მეტია, ვიდრე უარყოფითი. ეს უკანასკნელი, როგორც წესი, სასუქის არაგონივრულ გამოყენებასთან არის დაკავშირებული.

მიწათმოქმედების მრავალსაუკუნოვანი ისტორია გვასწავლის, რომ ნიადაგის ნაყოფიერება ძირითადად დაკავშირებულია მასში არსებულ საკვები ნივთიერების მარაგთან.

სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებს მოსავლით ნიადაგიდან გააქვთ საკვები ნივთიერების დიდი რაოდენობა. პირველ რიგში აზოტი, ფოსფორი და კალიუმი. ყველაზე მეტი რაოდენობით ნიადაგიდან საკვები ელემენტები გააქვთ ტექნიკურ კულტურებს, შემდეგ — მარცვლოვნებს, კარტოფილს, ასევე ჩაის, ციტრუსებს, თამბაქოს, ტუნგს და სხვ.

გაანგარიშებულია, რომ მსოფლიოში მარცვლოვნების საერთო მოსავალი ყოველწლიურად ერთ მილიარდ ტონას შეადგენს. მოსავლით ნიადაგიდან გამოიტანება: აზოტი — 33, P_2O_5 — 12 და K_2O — 25 მლნ ტონა.

საშემოდგომო ხორბალს 30 ც მოსავლის პირობებში ნიადაგიდან გამოაქვს აზოტი — 110, P_2O_5 — 40 და K_2O — 70 კგ/ჰა. ჩაის 5 ტ მოსავლით (სამფოთლიანი დუყი) გამოაქვს აზოტი — 120 — 130, P_2O_5 — 29—30 და K_2O — 34 კგ/ჰა. სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა მოსავლის ზრდასთან ერთად მატულობს ნიადაგიდან საკვები ელემენტების სამეურნეო და ბიოლოგიური გამოტანა.

ნიადაგიდან გამოტანილი საკვები ნივთიერებების აღდგენა ბუნებრივი მარაგის ხარჯზე შეუძლებელია. მხოლოდ სასუქის ხარჯზე შეიძლება მათი კომპენსირება და ამით ნიადაგის ნაყოფიერების აღდგენა.

სამრეწველო მინერალური სასუქი იძლევა სოფლის მეურნეობის წარმოებულ ნამატი პროდუქციის ნახევარზე მეტს, გარდა ამისა, იგი გამაჯანსაღებლად მოქმედებს ატმოსფეროზე ნახშირორჟანგის ინტენსიური ასიმილაციის, ფოტოსინთეზის პროდუქტიულობისა და უანგზადის ემისიის გაძლიერებით. ფერდობებზე გამოყენების შემთხვევაში სასუქი იწვევს მცენარეთა კარგ ზრდასა და ეროზიული მოვლენების შემცირებას.

აგროქიმიკა, როგორც მეცნიერება, სწრაფი ტემპით ვითარდება. მისი განვითარების ტემპს განსაზღვრავს პრაქტიკის მოთხოვნა, სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა პროდუქტიულობის მზარდი გადიდება, რაც დაკავშირებულია მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენების გადიდებასთან, სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა მოყვანის ტექნოლოგიის გაუმჯობესებასთან, ასევე სელექციისა და მეცნიერების სხვა დარგების მიღწევებთან.

სოფლის მეურნეობის წარმოების ინტენსიფიკაცია გულისხმობს პროდუქციის გამოსავლიანობის მუდმივ ზრდას ყოველი ჰექტარი ფართობიდან, რაც აუცილებელია მოსახლეობის საჭირო რაოდენობით სრულყოფილი საკვებითა და მრეწველობის მთელი რიგი დარგების ნედლეულით დასაკმაყოფილებლად.

სოფლის მეურნეობის პროდუქტების წარმოების ზრდა სახნავი ფართობების გადიდების გზით, საერთოდ, განსაზღვრულია. მიწის ფართობის ნაკლებობა მტკივნეულად იგრძნობა საქართველოში, სადაც ერთ სულ მოსახლეზე სახნავ-სათესი ფართობი არ აღემატება 0,13 ჰა-ს, ამიტომ დიდი მნიშვნელობა აქვს პირველ რიგში არსებული ფართობის სწორად გამოყენებას.

მიწათმოქმედების მთავარი ამოცანაა მზის ენერჯიის ეფექტური გამოყენება ორგანული ნივთიერების შესაქმნელად. ორგანული ნივთიერების შექმნის უნიკალური აპარატია ქლოროფილიანი მცენარე.

დედამიწაზე არსებული მცენარეები ატმოსფეროდან ყოველწლიურად დაახლოებით შთანთქავენ 20 მლრდ ტ ნახშირბადს C_2O -ის სახით (1300 კგ/ჰა), ზღვის წყალმცენარეებთან ერთად — დაახლოებით 150 მლრდ ტ.

ადამიანს არ შეუძლია აქტიურად იმოქმედოს მზის რადიაციის ნაკადზე, ძნელია მცენარის ცხოველყოფელობისათვის აუცილებელი სხვა ფაქტორების შეცვლა. სასუქის გამოყენებას გადაწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მოსავლის გადიდებისა და მიწათმოქმედებაში ნივთიერებათა ბრუნვის გაუმჯობესებისათვის. ამიტომ სამრეწველო მინერალური სასუქები ორგანულ სასუქებთან ერთად არის და მომავალშიც დარჩება სოფლის მეურნეობის წარმოების პროდუქტიულობის ამაღლების ძირითად ბერკეტად. ამავე დროს სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა მოვლა-მოყვანისას მინერალური და ორგანული სასუქების ეფექტურობა დიდად არის დამოკიდებული ინდუსტრიული ტექნოლოგიის დანერგვაზე, კომპლექსურ მექანიზაციაზე, მიწების მელიორაციაზე, მეცნიერების მიღწევების გამოყენებაზე შიდა სამეურნეო კოოპერაციასა და აგროსამრეწველო ინტეგრაციის განხორციელებაზე.

ამჟამად აგროქიმიის წინაშე ახალი ამოცანა დგას — სასუქის გარდაქმნის მექანიზმის შესწავლა არა მარტო ნიადაგში, არამედ ლანდშაფტის ყველა კომპონენტში, სასუქისაგან მეტი უკუგების მისაღებად, უმცირესი ეკოლოგიური უარყოფითი შემდგომქმედებით.

სოფლის მეურნეობაში დიდი ხნის მანძილზე ეხელმძღვანელობდით ბუნებისაგან მოწყალეების წართმევის მოწოდებით. დროთა მსვლელობა დაგვარწმუნა იმაში, რომ „წართმევა“ მეტისმეტი გამოგვივიდა. უარყოფითად იმოქმედა მიწათმოქმედების არსებულმა კულტურამ, მათ შორის სასუქების გამოყენებამაც. ახლა დროა ვიზრუნოთ ბუნებისათვის წართმეული მოწყალეების დაბრუნებაზე, ყოველი შემთხვევისათვის „წართმევის“ შემცირებაზე. ამიტომ აგროქიმიის პრობლემები გლობალურ ხასიათს ღებულობს. ამას ისიც ადასტურებს, რომ საერთაშორისო პროგრამას — „ადამიანი და ბიოსფერო“ აქვს სპეციალური პროექტი, რომელიც მიძღვნილია მინერალური სასუქების ინტენსიური გამოყენების ეკოლოგიური შემდგომქმედების შესწავლისადმი.

აგროქიმიის კვლევის ძირითადი ობიექტები. მცენარის მიერ ნიადაგ-
გიდან საკვები ნივთიერებების გამოტანა, მათი ჩარეცხვა ან ხსნადი ნა-
ერთების ძნელად ხსნადში გადასვლა, ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირ-
ებას იწვევს. მისი აღდგენა შეიძლება მხოლოდ სასუქების გამოყენ-
ებით.

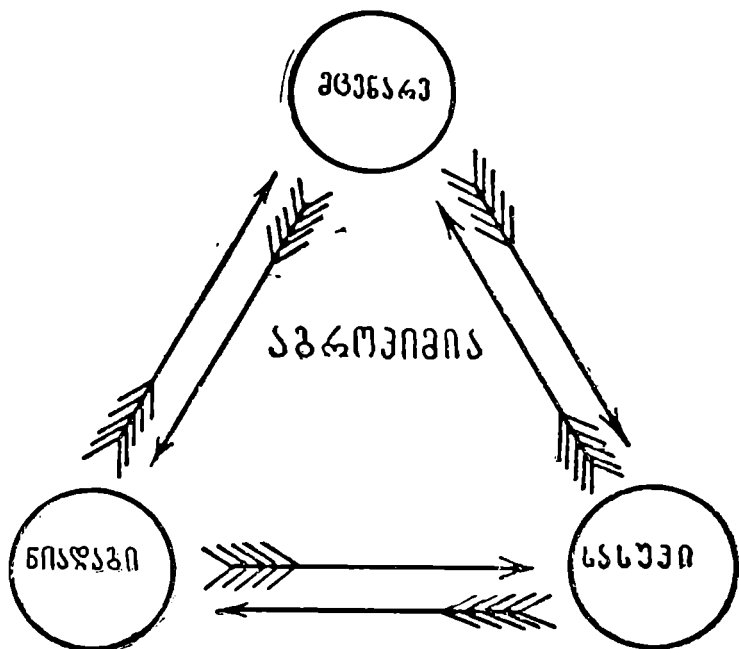
სასუქების გამოყენება იწვევს ნიადაგში მინერალური კვების ელემენტების რაოდენობის გადიდებას მცენარისათვის მისაწვდომი ფორმით. ამით ნიადაგის ქიმიური შედგენილობა, ასევე ფიზიკური და სხვა თვისებები იცვლება. მინერალური კვების პირობების გაუმჯობესება დადებითად მოქმედებს ფოტოსინთეზზე, აუმჯობესებს მცენარის ზრდასა და პროდუქტიულობას. დ. პრიანიშნიკოვმა აგროქიმიის სამი ძირითადი ობიექტის — მცენარის, ნიადაგისა და სასუქის ურთიერთკავშირი სამკუთხედის სახით გრაფიკულად გამოსახა, რამაც შემდგომში აგროქიმიურ ლიტერატურაში მიიღო პრიანიშნიკოვის სამკუთხედის სახელწოდება (სურ. 1), რომლის სამ წვერზე გამოსახულია მცენარე, ნიადაგი და სასუქი, ხოლო ურთიერთსაწინააღმდეგოდ მიმართული ისრები, ამ ობიექტების ურთიერთმოქმედება — ზეგავლენას მიგვანიშნებს.

აგროქიმიის კვლევის პირველი ობიექტი I მცენარეა. ჩვენს პლანეტაზე მიმდინარე ყველა პროცესზე არსებით გავლენას ახდენს მწვანე მცენარეები. ისინი ავტოტროფიულად იკვებებიან, მზის ენერჯიის ხარჯზე ახდენენ ნახშირორჟანგის, წყლისა და მინერალური მარილების რთულ ორგანულ ნივთიერებებად გარდაქმნას, ხოლო ცხოველები და უმეტესი მიკროორგანიზმები ორგანული ნივთიერებებით იკვებებიან, რომლებსაც ფოტოსინთეზის შედეგად წარმოქმნის მწვანე მცენარე.

მცენარე თავის მასას ქმნის წყლის, ნახშირმჟავასა და ნიადაგის მინერალური ელემენტებისაგან. ამავე დროს, მცენარე აქტიურად მოქმედებს ნიადაგზე, ფესვის გამონაყოფით შლის ზოგიერთ ძნელად ხსნად ნაერთებს და გადაჰყავს მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაში. გარდა ამისა, მცენარე გავლენას ახდენს ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებზე, ცვლის მის ფორიანობას, აუმჯობესებს სტრუქტურას, ცვლის ნიადაგის ქიმიურ შედგენილობას, ბიოლოგიური მიგრაციის გზით, ფესვების საშუალებით ზედა ფენებში ამოაქვს მთელი რიგი საკვები ელემენტები.

ნიადაგის ყველა თვისებაზე არსებითად მოქმედებს ორგანული ნივთიერება. მისი წარმოქმნა მცენარის ცხოველმყოფელობასთან არის დაკავშირებული. რაც ძლიერად არის განვითარებული მცენარე, მით მეტია მცენარეული ანარჩენი (მკვდარი ფესვი, ჩამოცვენილი ფოთოლი, ყვავილი, ნასკვი და სხვა) და მეტი რაოდენობით ორგანული ნივთიერება გროვდება ნიადაგში.

მცენარის კვების პირობების შესწავლისას და სასუქების გამოყენებით მისი რეგულირებისას, როგორც ამის შესახებ დ. პრიანიშნიკოვი



სურ. 1. პრიანიზნიკოვის სამკუთხედი.

მიუთითებდა, მხედველობაშია მისაღები მცენარეთა ბიოლოგიური და აგროტექნიკური თავისებურებანი, რაც აგროქიმიას აკავშირებს მემცენარეობასა და მცენარეთა ფიზიოლოგიასთან.

აგროქიმიაში კვლევის მეორე ობიექტია ნიადაგი. ნიადაგში საკვები ელემენტების შემცველობა, მათი დინამიკა, მცენარისათვის ამ ელემენტების მისაწვდომობა, სასუქების გარდაქმნა ნიადაგში, მათი ნიადაგზე ზემოქმედება აგროქიმიური კვლევის საგანია და იგი ერთ-ერთი ძირითადი საკითხია აგროქიმიაში. აქ ვლინდება აგროქიმიაში კავშირი ნიადაგ-მცოდნეობასა და ნიადაგის მიკრობიოლოგიასთან.

აგროქიმიაში კვლევის მესამე ობიექტია სასუქი. ნიადაგში სასუქის შეტანით იცვლება მინერალური კვების ელემენტების რაოდენობა და შეფარდება, ხსნარის რეაქცია (pH), მშთანთქმელი კომპლექსის შედგენილობა, ძლიერდება ბევრი მიკრობიოლოგიური პროცესი.

აგროქიმია სწავლობს რა სასუქის შედეგნილობას, თვისებებს, ეფექტურობასა და გამოყენების პირობებს, იგი დაკავშირებულია არა მარტო სასოფლო-სამეურნეო წარმოებასთან, არამედ ქიმიასა და ქიმიურ მრეწ-

ველობასთან. ვინაიდან ქიმიური მრეწველობის მიერ გამოშვებული სასუქების ახალი ფორმებისა და სახეების აგრონომიული შეფასება, მათი წარმოების მასშტაბის განსაზღვრა აგროქიმიის ამოცანაა.

ბიოლოგიური თავისებურებიდან გამომდინარე, ყოველ მცენარეს, ცხოველმყოფელობის საუკეთესო პირობებისათვის ესაჭიროება წყლის, ტემპერატურის, განათების, საკვები ელემენტების ოპტიმალური რაოდენობა და სხვა პირობები, ამიტომ აგროქიმიას კავშირი აქვს მცენარეთა გენეტიკასა და სელექციასთან, ბიოქიმიასთან, კლიმატოლოგიასთან, მიწათმოქმედებასთან, მელიორაციასთან, აგრეთვე სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ეკონომიკასა და ორგანიზაციასთან. ვინაიდან სასუქების გამოყენების შედეგი უნდა შეფასდეს ეკონომიკურად, ხოლო სასუქების გამოყენებამ ასახვა ჰპოვოს მეურნეობის ორგანიზაციულ-სამეურნეო გეგმაში.

დ. პრინციპის მიხედვით მცენარეს, ნიადაგსა და სასუქს შორის ურთიერთდამოკიდებულების შესწავლა ყოველთვის მთავარი ამოცანა იყო აგროქიმიკოსისათვის. იგი გვასწავლის, რომ მხოლოდ აგროქიმია ახდენს სასუქის შეტანით მცენარის ზრდის რეგულირების, ნიადაგის ნაყოფიერებისა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გადიდების მიზნით ცოდნის სინთეზს, რითაც განსხვავდება იგი სხვა მომიჯნავე მეცნიერებებისაგან.

აგროქიმიის კვლევის სამი ძირითადი ობიექტი — მცენარე, ნიადაგი და სასუქი ერთმანეთთან დიალექტიკურ კავშირსა და ურთიერთშემოქმედებაშია.

მცენარის, ნიადაგისა და სასუქის ურთიერთშემოქმედებისა და მცენარის კვების ძირითადი საკითხების შესწავლა აგროქიმიის თეორიულ საფუძველს შეადგენს. ამ საკითხების ცოდნით შეიძლება შემოქმედებითად გადავწყვიტოთ სასუქების გამოყენების მრავალი პრაქტიკული საკითხი, როგორცაა: სასუქის ოპტიმალური, რაციონალური და ზღვრული ნორმა, საუკეთესო ფორმა, შეფარდება, ნიადაგში შეტანის ვადა და წესი; სასუქის ნიადაგში შეტანის სწორი შეთანწყობა ნიადაგის დამუშავების სისტემასთან, თესლბრუნვასთან, მორწყვასთან, დაშრობასთან, ასევე სასუქის გავლენით გარემოს გაქუჩყიანების შემცირების საკითხები.

აგროქიმია კომპლექსური ქიმიური და ბიოლოგიური მეცნიერებაა. აგროქიმიკოსი ნიადაგში სასუქის შეტანით, მაქსიმალური მოსავლის მისაღებად ერთდროულად ახორციელებს მიწათმოქმედებაში გამოყენებული ყველა ზემოქმედების სინთეზს. ამავე დროს ყოველთვის გასათვალისწინებელია ამ ზემოქმედებათა შემდგომქმედება. მაგალითად, აზოტიანი სასუქის არასწორი გამოყენება იწვევს გრუნტის წყლის ნიტრატებით გაქუჩყიანებას, ასევე, ზოგიერთ მცენარეში (ფოთლოვანი

ბოსტნეული, მწვანელი, კარტოფილი და სხვ.) ნიტრატების დაგროვებას. რაც ზიანს აყენებს ადამიანისა და ცხოველების ჯანმრთელობას. მოვიტანოთ მეორე მაგალითიც: მიკროელემენტებს, მათ შორის მანგანუმს, დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარისათვის, ამავე დროს ნიადაგში მანგანუმის მოძრავი ფორმების დიდი რაოდენობით შემცველობა ხშირად მოსავლის სრულ დაღუპვას იწვევს. მეავე ნიადაგებზე, მოკირიანების გარეშე, ორგანული სასუქების მაღალი ნორმის გამოყენება ნიადაგში იწვევს მანგანუმის ხსნადი ნაერთების ძლიერ გადიდებას.

აგროქიმიური კვლევის მეთოდები. თეორიული და პრაქტიკული საკითხების შესასწავლად აგროქიმია იყენებს სხვადასხვა მეთოდს, რომელთაგან ძირითადია:

1. კვლევის ბიოლოგიური მეთოდი, რომელიც მოიცავს მინდვრისა და სავეგეტაციო ცდას, ლიზიმეტრულ გამოკვლევებს.

ბიოლოგიური მეთოდები საშუალებას იძლევა გავარკვიოთ ცალკეული ელემენტების როლი მცენარის მინერალურ კვებაში, დავადგინოთ მათი ოპტიმალური შეფარდება და რაოდენობა ამა თუ იმ მცენარისათვის. შევისწავლოთ საკვები ნივთიერების მცენარეში შესვლის მექანიზმი. მინდვრის პირობებში ცდები ტარდება სასუქის მოქმედების განსაზღვრისათვის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობაზე, მის ხარისხსა და ნიადაგის ნაყოფიერებაზე;

2. ლაბორატორიული მეთოდი, რომელიც მოიცავს მცენარის, ნიადაგისა და სასუქის ხარისხობრივ და რაოდენობრივ ანალიზს;

3. მათემატიკური მეთოდი — ცდის შედეგების სტატისტიკური დამუშავება და პროცესების მათემატიკური მოდელირება;

4. ბიოფიზიკური და მიკრობიოლოგიური მეთოდები.

ახლა, როცა აგროქიმიის პრობლემები გლობალურ ხასიათს ღებულობს, აგროქიმიას არ შეუძლია დაკმაყოფილდეს კვლევის ტრადიციული მეთოდებით. მეცნიერებაში ვითარდება ახალი მიმართულება — აგროგეოქიმია და მუშავდება ბიოგეოქიმიური მეთოდები სასუქის ქცევის შესასწავლად ლანდშაფტის ყველა კომპონენტში.

აგროქიმიის განვითარების ისტორია, მიწათმოქმედების ქიმიზაცია

აგროქიმიური ცოდნის განვითარების ისტორია

აგროქიმიია, როგორც მეცნიერება, შეიქმნა XVIII საუკუნის ბოლოს და XIX საუკუნის დასაწყისში. იგი ახალი მეცნიერებაა. მის ჩამოყალიბებას და შემდგომ განვითარებას დიდად შეუწყო ხელი ამ პერიოდში შექმნილმა თეორიებმა მცენარის კვების შესახებ.

პრაქტიკული აგროქიმიია, ანუ მოსავლიანობის გადიდების მიზნით განოყიერების ზოგიერთი პრაქტიკული საკითხების გადაწყვეტა, სათავეს იღებს ადრეული პერიოდიდან. ამას ადასტურებს უძველეს ხანაში რომაელი, ბერძენი, ევროპისა და აზიის ზოგიერთი ქვეყნების გლეხობის მიერ ნაკელისა და სხვა ორგანული ნივთიერებების, მათ შორის მწვანე სასუქის, ასევე მინერალური ნივთიერებების: ნაცრის, კირის, თაბაშირისა და სხვათა გამოყენება.

ევროპელი კოლონიზატორები, რომლებიც პირველად გადასახლდნენ ამერიკის კონტინენტზე (1492 წ.), გააკვირვა ადგილობრივი ინდიელების მიერ თევზის გამოყენებამ სიმინდის გასანოყიერებლად.

მწვანე მცენარის კვებისა და ზრდის საიდუმლოების ახსნა დიდი ხნის მანძილზე იპყრობდა ადამიანთა ყურადღებას. ამ მიმართებით საყურადღებოა ანტიკური საბერძნეთის მატერიალისტი ფილოსოფოსების ქადაგება, რომ მცენარის სიცოცხლისათვის საჭიროა წყალი, ჰაერი, მიწა და ცეცხლი. ამ მეტად ზოგად მსჯელობაში არის ჭეშმარიტების მარცვალი. მართლაც და, ყველაზე უდიდესი ცეცხლიდან — მზისაგან ხომ ყველა მცენარე ღებულობს სინათლესა და სითბოს, ნიადაგიდან იღებს მინერალურ მარილებს, ჰაერიდან — ნახშირორჟანგს, ხოლო წყალი ცოცხალი მცენარის მასის $\frac{3}{4}$ შეადგენს. ამ პერიოდისათვის, რა თქმა უნდა, არ იყო შექმნილი მცენარის კვების ერთიანი თეორია, ე. ი. პრაქტიკული აგროქიმიია სათავეს იღებს მიწათმოქმედების დასაწყისიდანვე — არისტოტელეს დროიდან (III ს.ჩვ.წ. ა.), ხოლო მოსავლის გადი-

ღების მიზნით ქიმიური საშუალებების გამოყენება — დიდი ხნით ადრე, ვიდრე ქიმია ჩამოყალიბდებოდა როგორც მეცნიერება. ქიმია, როგორც მეცნიერება, ჩამოყალიბდა მე-18 ს. II ნახევარში, როდესაც მ. ლომონოსოვმა აღმოაჩინა მასის შენახვის კანონი (1748 წ.).

მცენარის კვების შესახებ ჯანსაღი აზრი კვლავ წარმოიშვა მხოლოდ XVI ს. მეორე ნახევარში. 1563 წ. ფრანგი ბუნებისმეტყველი, თვითნასწავლი ბერნარ პალისი წერდა, რომ მარილი არის სიცოცხლისა და ნათესების ზრდის საფუძველი. ნიადაგის გამოფიტვის მიზეზი კი, მისგან მარილების გატანაა მცენარის მიერ; სასუქისაგან სარგებელს იგი ხედავდა ნიადაგში მარილების დაბრუნებაში. მას, რასაკვირველია, არ შეეძლო ეთქვა, თუ რომელი მარილის შესახებ იყო მსჯელობა.

ამის შემდეგ თითქმის ასი წელი გავიდა და ინგლისელმა ქიმიკოსმა გლაუბერმა (1656 წ.) ყურადღება მიაქცია გვარჯილას, როგორც მცენარის საკვებ ნივთიერებას. მანამდე გვარჯილას ლებულობდნენ გადამწვარი ნაქელისაგან და მისგან თოფის წამალს (დენტს) ამზადებდნენ. ნიადაგში გვარჯილის შეტანა მცენარის ზრდის გაუმჯობესებას იწვევდა. ამ მართებული აზრის დამკვიდრებას აგრონომიულ მეცნიერებაში დიდი ხანი დასჭირდა, 100 წელზე მეტი — აზოტის აღმოჩენამდე და უფრო მეტი — მცენარის სიცოცხლისათვის აზოტის მნიშვნელობის დადგენამდე.

მცენარის მინერალური კვების თეორიაზე მეცნიერული საუბარი შესაძლებელი გახდა მას შემდეგ, როცა შეიქმნა მეცნიერება ქიმიური ელემენტებისა და მათი ნაერთების შესახებ და როცა დადგინდა, თუ რისაგან შედგება თვით მცენარე. ამას ხელი შეუწყო ქიმიური ელემენტების აღმოჩენამ: 1669 წ. გერმანელმა მეცნიერმა ბრანდმა აღმოაჩინა ფოსფორი, 1766 წ. ინგლისელმა კევენდიშმა დაადგინა წყალბადის თვისებები, 1770 წ. ინგლისელმა პრისტლიმ და 1772 წ. შვედმა შეელემ — ჟანგბადი, 1772 წ. ინგლისელმა ბლეკმა და კევენდიშმა — აზოტი, 1791 წ. ინგლისელმა ტენანტმა — ნახშირბადი, 1807 წ. ინგლისელმა ჰ. დევიმ — კალიუმი.

მცენარის კვების შესახებ პირველი მეცნიერული მონაცემები მიიღეს ჰაეროვანი კვების საკითხებზე. ქიმიის ფუძემდებელმა მ. ლომონოსოვმა ნაშრომში „სიტყვა ჰაერის გავლენათა შესახებ“ გენიალური მიხვედრილობით აღნიშნა, რომ „დიდი ხეების ზედალი ზრდა, რომლებსაც ფესვები უნაყოფო ქვიშაში გაუდგამთ, თვალნათლივ მიუთითებს იმაზე, რომ დიდრონი ფოთლებით ისინი ნოყიერ საკვებს ჰაერიდან შთანთქავენ“. მ. ლომონოსოვის ეს დებულება ძალიან მალე დადასტურდა. ჟანგბადის აღმოჩენაზე დაყრდნობით პრისტლიმ (1775 წ.), ინგენგუზმა (1779 წ.) და სენებიემ (1782 წ.) ექსპერიმენტულად უჩვენეს, რომ მწვანე ფოთოლი სინათლეზე ნახშირორჟანგის შთანთქმისას

გამოჰყოფს უანგბადს და იტოვებს ნახშირბადს, რომელსაც იყენებს მცენარის ქსოვილის შესაქმნელად. ასე იქნა გამოვლინებული მცენარეთა ფოტოსინთეზი, მისი მექანიზმის ახსნას კი ბევრი დრო და შრომა დასჭირდა.

მცენარის ფესვური კვების არსის ახსნა უფრო ძნელი აღმოჩნდა, ვიდრე ჰაეროვანი კვებისა.

XVIII ს. მეორე ნახევარში შეედმა ქიმიკოსმა ვალერიუსმა (1761 წ.) გამოაქვეყნა ჰიპოთეზა იმის შესახებ, რომ მცენარე იკვებება ჰუმუსით. იგი ეყრდნობოდა დაკვირვებებს ჰუმუსით მდიდარი ნიადაგის მაღალი ნაყოფიერების შესახებ. მაგრამ არასწორად ასკვნიდა, თითქოს ამ რთულ ორგანულ ნივთიერებას მცენარე ფესვებით ითვისებდა. ვალერიუსის აზრით, ჰუმუსი არის ერთადერთი ვარგისი ნივთიერება მცენარის კვებისათვის.

XIX ს. პირველ მეოთხედში გერმანელმა სწავლულმა ალბერტ თეერმა ყოველგვარი კრიტიკის გარეშე გადმოიღო ვალერიუსის ჰიპოთეზა, მისგან გამომდინარე, თავის მხრივ ჩამოაყალიბა დებულებები და აგრონომიულ ლიტერატურაში იგი ცნობილი გახდა, როგორც „თეერის მცენარის კვების ჰუმუსოვანი თეორია“ და სწორედ მან განიცადა სასტიკი კრიტიკა.

თეერი ექსპერიმენტულ გამოკვლევებს არ აწარმოებდა, იგი თავის დასკვნებს სხვის გამოკვლევებზე დაყრდნობით აკეთებდა.

თეერის ძირითადი დებულებები შემდეგში მდგომარეობს: მცენარე მისთვის საჭირო საკვებ ნივთიერებებს ითვისებს ორგანული ნივთიერების სახით. არაორგანული ნივთიერება, მისი აზრით, მცენარეზე მოქმედებს როგორც მასტიმულირებელი; თუ მცენარე ნახშირბადს არ მიიღებს ჰუმუსიდან ფესვების გზით, იგი ვერ განვითარდება, ე. ი. ნახშირბადის ძირითად წყაროდ იგი ნიადაგის ჰუმუსს თვლიდა, ატმოსფეროში არსებულს კი დამხმარე მნიშვნელობას ანიჭებდა; მცენარის კვების საქმეში თეერი უარყოფდა აზოტისა და ნაცრის ელემენტების როლს, არ აფასებდა ნიადაგსა და ნაკვლში აზოტის შემცველობას, ასევე ნაცრის ელემენტებისას მცენარეში, ნიადაგსა და სასუქში; ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირებას ხსნიდა ნიადაგიდან მცენარის მიერ ჰუმუსის გატანით.

თეერის მცენარის კვების „ჰუმუსოვანმა თეორიამ“ თითქმის 80 წელი იბატონა და მნიშვნელოვნად შეაფერხა მცენარის ფესვური კვების შესწავლის საქმე.

აგრონომიული ქიმიის განვითარების ძირითადი საფეხური ფრანგი მეცნიერის უან-ბატისტ ბუსენგოს შრომებით იწყება. ბუსენგო გერმანელ ქიმიკოს იუსტუს ლიბიხთან ერთად აგროქიმიის ფუძემდებლად ითვლება მსოფლიოში.

ბუსენგომ 1834 წელს ცდების საფუძველზე პირველმა მიაქცია ყურადღება მიწათმოქმედებაში აზოტის პირველხარისხოვან მნიშვნელობას. დაადგინა ნიადაგიდან მცენარის მიერ აზოტის შეთვისების ფაქტი; პარკოსანი მცენარეების მიერ ატმოსფეროდან აზოტის შეთვისება და მათი გავლენით ნიადაგში აზოტის დაგროვება; 1836 წელს საფუძველი ჩაუყარა მიწათმოქმედებაში ნივთიერებათა ბრუნვის შესწავლას, ცდებით მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ მცენარეს ორგანული ნივთიერების გარეშე შეუძლია განვითარება და გამოთქვა მოსაზრება იმის შესახებ, რომ მეტად მოქმედებს ის სასუქები, რომელიც მეტ აზოტს შეიცავს.

XIX საუკუნის შუა წლებში ევროპისა და ამერიკის მინდვრებში ფართო მასშტაბით დაიწყეს გვარჯილის გამოყენება, რაც ბუსენგოს წინადადების პრაქტიკული რეალიზაცია იყო. ბუსენგომ გააკრიტიკა რა თეერის მცენარის კვების ჰუმუსოვანი თეორია, მას დაუპირისპირა აზოტით კვების თეორია. მცენარის კვების საკითხების შესწავლაში ძირეული გარდატეხა მოხდა 1840 წელს, ამ წელს გამოვიდა გერმანელი სწავლული-ქიმიკოსის იუსტუს ლიბიხის წიგნი „ქიმიის გამოყენება მიწათმოქმედებასა და ფიზიოლოგიაში“. ამ წიგნში მართალია არ არის ავტორის ექსპერიმენტულ გამოკვლევათა შედეგები, მაგრამ გონებამახვილურად და პოპულარულ ფორმაში მთლიანად უარყოფილია მცენარის კვების „ჰუმუსოვანი თეორია“. ამ პერიოდისათვის თეერის თეორიას ჯერ კიდევ ჰქონდა გავლენა არა მარტო სწავლულთა შორის, არამედ სოფლის მეურნეობის ფართო მასებში, მიუხედავად მისი სრული უსუსურობისა.

თეერის ჰუმუსოვანი თეორიის კრიტიკის დროს ლიბიხი შემდეგი მოსაზრებებით სარგებლობდა:

1. თუ მცენარე ნახშირბადს იღებს ჰუმუსიდან, ის წინასწარ უნდა გაიხსნას წყალში. ამისათვის ლიბიხის გამოანგარიშებით, ატმოსფერული ნალექების სახით მოსული წყლის ერთი წვეთიც რომ არ დაიკარგოს, არ არის საკმარისი იმ რაოდენობის ჰუმუსის გასახსნელად, რომელიც ესაჭიროება მცენარეს ნორმალური მოსავლის მოსაცემად. აქედან ლიბიხი ასკვნის, რომ მცენარე ნახშირბადს ითვისებს ატმოსფეროს ნახშირორქანის ხარჯზე.

2. რადგან ჰუმუსი მცენარეული ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგია, ამიტომ პირველად უნდა გაჩენილიყო მცენარე და შემდეგ კი ჰუმუსი. მაშასადამე, ნახშირბადი პირველად წარმოქმნილ მცენარეებს შეეძლო შეეთვისებინა ჰაერიდან.

3. თეერისეული კონცეფცია, ნიადაგის გამოფიტვის მიზეზად, მცენარის მიერ ნიადაგიდან ჰუმუსის გამოტანისა და ამ მიმართებით მცენარეთა ორ ჯგუფად, ჰუმუსით გამამდიდრებლად და გამალარიბებლად დაყოფის შესახებ, უარყო.

ლიბიხის მიხედვით სხვადასხვა მცენარე სხვადასხვა მიმართულებით ფიტავს ნიადაგს, მაგალითად, ბარდა — კირისაგან, ხორბალი — სილიციუმისაგან და სხვ. აქედან გამომდინარე იგი ასკვნის, რომ კულტურების მორიგეობით შესაძლებელია გამოფიტვის მოვლენის შენელება, მაგრამ ადრე, თუ გვიან, ნიადაგი მაინც გამოიფიტება. ამიტომ, ლიბიხი აუცილებლად თვლიდა ნიადაგისათვის მოსავლით გამოტანილი საკვები ელემენტების, გარდა აზოტისა, სრულ დაბრუნებას. ამ დებულებამ შემდგომ მიიღო ნიადაგში საკვები ნივთიერების სრული დაბრუნების თეორიის სახელწოდება.

მართალია, ნივთიერებათა სრული დაბრუნების იდეა მანკიერს არ შეიცავს, მაგრამ ყველა ელემენტის სრული დაბრუნება, მათ შორის სილიციუმისა, რომელიც ნიადაგში ისედაც ბევრია, ხოლო მცენარისათვის მისი საჭიროება დადგენილი არ არის, გაზვიადებულია. მცენარის ანალიზზე დაყრდნობით, მისი დასკვნა, სილიციუმისა და ნატრიუმის ძირითად საკვებ ელემენტთა რიცხვისათვის მიკუთვნება, ასევე არასწორია.

ყურადღება უნდა მივაქციოთ მეორე მხარესაც. სახელდობრ, თუ ნიადაგს ზუსტად იმ რაოდენობით დავუბრუნებთ საკვებ ელემენტებს, რა რაოდენობითაც გაიტანა მოსავალმა, მაშინ მოსავალი შემცირდება. ეს იმიტომ რომ საკვები ელემენტის ნაწილი ჩაირეცხება ნიადაგის ქვედა ფენაში, ნაწილი გადაირეცხება მოსული ატმოსფერული ნალექებისა და ეროზიის პროცესის გავლით, ნაწილი მცენარისათვის მიუწვდომელ ფორმაში გადავა ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესების გავლით, ე. ი. მცენარისათვის გამოსაყენებელი დარჩება შეტანილი საკვები ელემენტების ნაწილი, რაც ვერ უზრუნველყოფს მცენარის მოთხოვნილების დაკმაყოფილებას. მეცნიერულად დადგენილია, რომ მცენარის მიერ ნიადაგში შეტანილი სასუქის საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი დიდი არ არის. მაგალითად, აზოტისა და სასუქიდან 60—70%, ფოსფორიანიდან — 30—40% (ზოგჯერ უფრო მცირე) და კალიუმისა და სასუქიდან 70—80%. აქედან გამომდინარე ნათელია, რომ თუ ნიადაგში შევიტანთ იმ რაოდენობით საკვებ ნივთიერებებს სასუქის სახით, რამდენიც გატანილი იყო მოსავლით, მაშინ მოსავალი შემცირდება. ამიტომ საჭიროა მეტი საკვები ელემენტის შემცველი სასუქის შეტანა ვიდრე მოსავლით იყო გამოტანილი.

ლიბიხმა საბოლოოდ უარყო ფესვებით ორგანული ნივთიერების შეთვისების შესაძლებლობა და წამოაყენა ახალი დებულება. მისი აზრით, მცენარის კვების ძირითადი წყარო — არაორგანული ნივთიერებები, კერძოდ, ნაცრის ელემენტებია. ამ დებულებამ შემდეგში მიიღო ნაცრის ელემენტებით მცენარის კვების თეორიის სახელწოდება. აქედან ჩანს, რომ ლიბიხი დიდ მნიშვნელობას ანიჭებდა ნაცრის ელემენ-

ტებს მცენარის კვების საქმეში და ყურადღებას არ აქცევდა აზოტს, ამიტომ იყო, რომ ლიბიხი სასუქებში აზოტს არ ანიჭებდა მნიშვნელობას. ყოველგვარი ცდის გარეშე მას მიაჩნდა, რომ ჰაერში არსებული ამონიაკი უზრუნველყოფდა მცენარეს აზოტით, ამიტომ აზოტიანი სასუქების შექმნაზე სახსრების ხარჯვას ფუჭად თვლიდა. გამოკვლევებმა უარყო ეს მტკიცება. ატმოსფეროში ამონიუმის აზოტი ძალზე მცირე აღმოჩნდა, ის ვერ უზრუნველყოფს აზოტზე მცენარის მოთხოვნილებას.

ლიბიხი ნაკელის მნიშვნელობას ხედავდა მასში ნაცრის ელემენტების შემცველობაში. მცენარის კვების თვალსაზრისით, ნაკელი და ნაკელის წვის შედეგად მიღებული ნაცარი ტოლფასიყო — წერდა ლიბიხი.

გონებრივ მსჯელობაზე დაყრდნობით, ლიბიხმა შეადგინა მინერალური სასუქების ნუსხა, მაგრამ მარცხი განიცადა იმაში, რომ მინერალური სასუქების ნუსხა არ შეიცავდა აზოტს, ასევე ზოგიერთი სასუქი არ იხსნებოდა წყალში.

1843 წელს შექმნილმა როტამსტედის საცდელმა სადგურმა (ინგლისი), მისმა დამაარებლებმა ლოოზმა და გილბერტმა ექსპერიმენტულად დაამტკიცეს, რომ არ არის სწორი ლიბიხის დებულება, ნაკელის მისივე ნაცრით შეცვლის შესახებ და გაამართლეს ბუსენგო იმაში, რომ ნიადაგში შესატანი სასუქების საკვებ ელემენტთა შორის პირველი ადგილი აზოტს ეკუთვნის.

იმავე წელს, როტამსტედის სადგურის ხელმძღვანელმა ლოოზმა გამოუშვა ქარხნული წარმოების პირველი ფოსფორიანი სასუქი — სუპერფოსფატი. ამ სასუქის წარმოება ეყრდნობოდა ლიბიხის იდეას, ძნელადხსნადი ფოსფატების შემცველი წიაღისეულის — კაპროლიტების გოგირდმჟავათი დამუშავების შესახებ. მალე ამ მიზნისათვის ფოსფორიტები გამოიყენეს.

ლიბიხმა არ იცოდა საზოგადოების განვითარების კანონები, მაგრამ რომ ხედავდა მაშინდელი სოფლის მეურნეობის ნაკლოვანებებს, წერდა — „ეროვნებათა წარმოქმნა და დაცემა ერთსა და იმავე მიზეზს უკავშირდება. ნიადაგის ნაყოფიერების გაძარცვა (დატაცება) აპირობებს მათ დაღუპვას. ამ ნაყოფიერების შენარჩუნება — მათ სიცოცხლეს, სიმდიდრეს, ძლევაგმოსილებას“.

მიუხედავად ლიბიხის შეხედულებების ზოგიერთი მცდარობისა, მას უდიდეს შეფასებას აძლევდა ბევრი მისი თანამედროვე და ასევე მომდევნო თაობის სოფლის მეურნეობის მეცნიერების გამოჩენილი სპეციალისტი.

კ. მარქსი და ლიბიხი ერთ ეპოქაში მოღვაწეობდნენ. მარქსი კარგად იცნობდა ლიბიხის წიგნს, მიუთითებდა მის ცალმხრივობაზე, მაგრამ ხაზს უსვამდა, რომ „...თანამედროვე მიწათმოქმედების უარყოფითი მხარეების

გამორკვევა. ზუნებისმეტყველების თვალსაზრისით, წარმოადგენს ლიბიხის უკვდავ დამსახურებას“.

ქ. ტიმირიაზევი თავის შესანიშნავ წიგნში „მიწათმოქმედება და მცენარეთა ფიზიოლოგია“ ლიბიხის შრომების შესახებ წერდა: „სწავლება დაბრუნების საჭიროების შესახებ წარმოადგენს მეცნიერების მიღწევათა ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს მონაპოვარს, მიუხედავად იმისა, რომ მის მნიშვნელობას ამცირებენ“.

ქ. ტიმირიაზევის მოწაფე და მემკვიდრე დ. პრიანიშნიკოვი არ იზიარებდა ლიბიხის წმინდა ქიმიურ მიმართულებას, ეს მიმართულება კი დასავლეთის ქვეყნებში ბატონობდა რამდენიმე ათეული წლის მანძილზე. იგი თავის შრომებში ავითარებდა აგროქიმიის ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიურ მიმართულებას. ლიბიხის შრომებს დადებითად აფასებდა, ამავე დროს მიუთითებდა ლიბიხის მიერ აზოტის როლის შეუფასებლობაზე, აგრეთვე მთლიანი დაბრუნების თეორიაში მის მიერ დაშვებულ შეცდომებს, ლაბორატორიულ და საველე ექსპერიმენტის უგულებელყოფაზე.

დ. პრიანიშნიკოვის აზრით ლიბიხის წინამორბედებმა, რომლებიც სარგებლობდნენ ექსპერიმენტული მეთოდებით, გააკეთეს უფრო მეტი, უმაღლესი მცენარეების კვების საკითხების ახსნისათვის, ვიდრე ლიბიხმა.

ლიბიხი კვების საკითხების გადაწყვეტისათვის ცდებს მცენარეზე არ ატარებდა. იგი თავის შეხედულებებს აგებდა სოსიურის, ბუსენგოს, შპრენგელის გამოკვლევების საფუძვლებზე დედუქციის გზით და ამასთან, არა იმ მიმართულებით, რომელიც საჭირო იყო, მაგრამ ლიბიხის პროპაგანდამ, როგორც ამას დ. პრიანიშნიკოვი აღნიშნავს გამოიწვია საცდელი სადგურების ორგანიზაციის აუცილებლობა, რომლებმაც ძალზე სწრაფად გამოავლინეს ლიბიხის შეცდომები, ხელი შეუწყეს აგროქიმიის განვითარებას, სასუქების გამოყენებას სოფლის მეურნეობაში და სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა მოსავლის ზრდას.

ამრიგად, XIX საუკუნის შუა წლებში სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში შევიდა ორი მინერალური სასუქი გვარჯილა — ჩილედან (1830 წ.) და სუპერფოსფატი — ინგლისიდან (1843 წ.), რომლის წარმოება შემდგომში მრავალ ქვეყანაში გავრცელდა. რამდენიმე წლის შემდეგ სოფლის მეურნეობის სამსახურში ჩადგა კალიუმის მარილები — სტასფურტიდან (გერმანია, 1865 წ.).

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ მიწათმოქმედების ქიმიზაციას ევროპაში საფუძველი ჩაეყარა 147—159 წლის წინ. ქიმიზაცია მისი ჩასახვის დღიდან დიდ სამსახურს უწევს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობისა და ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლების საქმეს. ამავე პერიოდიდან იწყება აგროქიმიური გამოკვლევების გაძლიერება.

მცენარის კვებაზე შეხედულებების განვითარებისათვის დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა მცენარეთა აღზრდას ხელოვნურ არეში, წყალში ქვიშაზე და სხვა უნაყოფო არეში. ამ ცდებით გაირკვა თუ რომელი ნივთიერება, რა რაოდენობით და რა ნაერთის სახით არის საჭირო მცენარის თესლის სრულ მომწიფებამდე მისაყვანად.

ორმა მეცნიერმა საქსმა და კნოპმა 1859 წ. ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად, მათ მიერ დამზადებულ ხსნარებზე, ხელოვნურ პირობებში, მცენარეები თესლის სრულ დამწიფებამდე მიიყვანეს. შემდგომ პერიოდში შემუშავებული იყო მრავალი საკვები ხსნარი მაგალითად, ჰელირგელის, პრიანიშნიკოვის, ცინცაძისა და სხვა, რომლებიც ამჟამად გამოიყენება არა მარტო საცდელ საქმეში, არამედ წარმოების პირობებში კულტურათა მოსაყვანად.

მცენარის კვებაზე სწავლების განვითარებისათვის არსებითი მნიშვნელობა ჰქონდა ჰელირგელის გამოკვლევებს პარკოსანი მცენარეების აზოტით კვების საკითხებზე (1886 წ.) მან ახსნა პარკოსნების აზოტით კვების თავისებურება. უჩვენა, რომ პარკოსნებს, მათ ფესვებზე განვითარებული კოჩრის ბაქტერიების მეშვეობით შეუძლიათ შეითვისონ ატმოსფეროს აზოტი და ამით გაამდიდრონ ნიადაგი.

მცენარის კვებისა და სასუქების გამოყენების საკითხების შესწავლაში დიდი როლი შეასრულეს რუსმა და საბჭოთა მეცნიერებმა. მათი გამოკვლევები საფუძვლად დაედო მცენარის კვების თეორიას, სასუქების გამოყენების პრაქტიკას ჩვენს ქვეყანაში და საერთაშორისო აღიარებაც მოიპოვეს.

რუსეთში მცენარის კვებისა და სასუქების გამოყენების საქმეში კვლევითი მუშაობა ფართოდ გაიშალა XIX საუკუნის 60—70 წლებში. ამ პერიოდში აგრონომიული ქიმიის განვითარებას დიდად შეუწყო ხელი ცნობილი რუსი მეცნიერების ი. კომოვის, ა. ბოლოტოვის, ა. პოშმანის, მ. პავლოვისა და სხვათა შრომებმა. მათ შრომებში განხილულია მასალები მცენარის ფესვებით მიწერალური კვების, სასუქების გავლენით ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლების, მოკირიანებისა და ორგანული ნივთიერების დაშლის პროდუქტების მნიშვნელობის შესახებ, მცენარის კვებისათვის.

აგროქიმიის განვითარებაში დიდი წვლილი შეიტანა დ. მენდელეევმა. 1865 წელს სადოქტორო დისერტაციის დაცვის შემდეგ, 30 წლის ასაკში, თავის მეგობარ, მოსკოვის ტექნოლოგიის ინსტიტუტის პროფესორ ნ. ილინთან ერთად სანახევროდ შეიძინა თავადი დადიანის სააგარაკო ნაკვეთი მოსკოვის გუბერნიაში, ქ. კლინთან ახლოს სოფ. ბობლოვოში, სადაც პირველად რუსეთში (1867—1869 წ.) დაიწყო მინდვრის ცდების ჩატარება მაშინ არსებული სასუქების ეფექტურობის შესასწავლად. ამ ცდების ჩატარებაში კ. ტიმირიაზევიც მონაწილეობდა. ცდები

ტარდებოდა ერთიანი სქემით და პროგრამით მოსკოვის, პეტერბურგის, ციმბირისა და სმოლენსკის გუბერნიებში. ამ ცდებში პროგრამის წესაბამისად ანალიზი კეთდებოდა არა მარტო სასუქის, არამედ ნიადაგისა და მოსავლისაც. ყურადსაღებია, რომ პირველად მსოფლიოს პრაქტიკაში, ცდის შედეგები მუშავდებოდა მათემატიკურად.

ცდებიდან მიღებული მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელი გახდა სასუქების მოქმედების დარაიონება ქვეყნის ევროპულ ნაწილში. გაირკვა რომ ნაკელი მაღალ ეფექტს იძლეოდა ყველა ტიპის ნიადაგზე, ფოსფორი — შავმიწებზე, აზოტი და კირი — კორდიან-ენერ ნიადაგებზე, ხოლო კალიუმი დადებითად მოქმედებდა პარკოსან ბალახებსა და ძირხვენებზე.

ცდების საფუძველზე დ. მენდელეევი მივიდა დასკვნამდე, რომ სასუქების გამოყენებით შეიძლება „ყოველგვარი ნიადაგი გახდეს არა მარტო ვარგისი კულტურისათვის, არამედ ხარისხობრივადაც გაუმჯობესდეს“. უფრო მეტიც, „სასუქის გავლენით ადვილად შეიძლება მოსავალი გავზარდოთ არამც თუ ორჯერ, არამედ სამ და ოთხჯერ“. დ. მენდელეევის ამ დასკვნას დღესაც არ დაუკარგავს მნიშვნელობა, იგი პრაქტიკამ დაადასტურა.

დ. მენდელეევი სამიწათმოქმედო ქიმიაში წაითხული ლექციით, ქალთა უმაღლეს კურსებზე, პეტერბურგში (1880 წ.), გამოვიდა ლიბინის — საკვები ელემენტების სრული დაბრუნების თეორიის წინააღმდეგ.

სოფლის მეურნეობის განვითარებისათვის დ. მენდელეევი დიდ მნიშვნელობას ანიჭებდა მრეწველობას. „...მიწათმოქმედება ვერასოდეს მიაღწევს სრულყოფას, ე. ი. მაღალ მოსავალს, თუ არა მრეწველობის დახმარებით“.

კ. ტიმირიაზევი დ. მენდელეევის მოწაფე იყო. მან თავისი შესანიშნავი შრომებით დიდად შეუწყო ხელი აგროქიმიის განვითარებას, იგი დიდ პროპაგანდას უწევდა აგროქიმიურ განათლებას, გამოდიოდა რა საცდელი სადგურებისა და სავეგეტაციო სახლების მოწყობის სასარგებლოდ. მისი პროექტით აიგო ორი სავეგეტაციო სახლი (1872 და 1896 წწ.), რომელიც დღესაც ემსახურება თავის დანიშნულებას კ. ტიმირიაზევის სახელობის სასოფლო-სამეურნეო აკადემიაში (მოსკოვი).

სრულიად რუსეთის სამრეწველო გამოფენისათვის 1896 წელს კ. ტიმირიაზევის პროექტით ნიჟნინოვგოროდში აიგო მესამე სავეგეტაციო სახლი, სადაც მრავალრიცხოვან დამთვალიერებლებს უჩვენებდა ცდებს წყლის კულტურებზე და მნახველთა გაოცებას იწვევდა ჭვავისა და ქერის მძლავრი ნაზარდი, რომელიც აღმოცენებული იყო წყალზე, მცირე რაოდენობით სასუქების გამოყენებით. მაშინ ეს სიახლე იყო, ახლა სათბურებში საკვებ ხსნარებზე აწარმოებენ კიტრსა და პამიდორს

საწარმოო მასშტაბით, მასიურ საწარმოო პრაქტიკაში მოჰყავთ ბარდა, სიმინდი ცხოველებისა და ფრინველებისათვის ვიტამინიანი საკვების ზამთარში უზრუნველსაყოფად.

კ. ტიმირიაზევა საერთაშორისო აღიარება ჰპოვა მწვანე მცენარის ჰაეროვანი კვების გამოკვლევებით, სამეცნიერო გამოკვლევის პრაქტიკაში სავეგეტაციო ცდის მეთოდის დანერგვით. მიწათმოქმედების წინაშე მის მიერ დაყენებული ამოცანები წარმოადგენს თანამედროვე აგროქიმიის მეცნიერულ საფუძველს. მიწათმოქმედების ძირითად მეცნიერულ ამოცანად მას მიაჩნდა სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა ზრდის თავისებურების შესწავლა, კულტურულ მცენარეთა გარემო პირობებისადმი მოთხოვნილებების დადგენა, ამისათვის მცენარეზე ცდების ჩატარება, „მცენარის აზრის გაგება“.

პეტერბურგის სამიწათმოქმედო ინსტიტუტის პროფესორი ა. ენგელგარტი ზალხოსნების მოძრაობაში აქტიური მონაწილეობისათვის დააპატიმრეს. ჯერ პეტრო-პავლოვსკის ციხეში მოათავსეს, შემდეგ (1871) სმოლენსკის გუბერნიაში გადასახლეს. იგი გასული საუკუნის 60-იან წლებში მის მოწაფესთან (მაშინ სტუდენტ), პ. კოსტიჩევთან ერთად იკვლევდა რუსეთის ფოსფორიტების საბადოებს. აქ მან ხელი მოჰკიდა ფოსფორიტების აგრონომიულ შესწავლას და პოდოლსკის ფოსფორიტისაგან მიიღო მაღალი ეფექტი, რითაც დასაწყისი მისცა ფოსფორიტის ფქვილის გამოყენებას მიწათმოქმედებაში. მისი შესანიშნავი სტატიები, „წერილები სოფლიდან“ და „მიწათმოქმედების ქიმიური საფუძვლები“, რომლებიც 1872 — 1882 წლებში იბეჭდებოდა „ოტჩეხესტვენეი ზაპისკიში“ მიძღვნილი იყო სოფლის მეურნეობაში სასუქების გამოყენების საკითხებისადმი. ისინი იმდენად მნიშვნელოვანი იყო აგარარული ურთიერთობისათვის, რომ მას მარქსი დედანში ეცნობოდა.

ენგელგარტი დიდი ყურადღებით ეკიდებოდა სოფლის მეურნეობაში მწვანე სასუქების (სიდერატების) გამოყენებას. იგი მხარს უჭერდა და პროპაგანდას უწევდა სოფლის მეურნეობაში მინერალური სასუქების, კირიანი და ორგანული სასუქების გამოყენებას. ენგელგარტმა სამეურნეო მუშაობის 22 წლის მანძილზე უნაყოფო (უდაბურ) ნიადაგებზე მიაღწია მოსავლის 3-ჯერ გაზრდას.

პ. კოსტიჩევი აგრონომიული მეცნიერების ერთ-ერთ ფუძემდებლად ითვლება რუსეთში. მან განსაკუთრებული ყურადღება მიაქცია ნიადაგის ფოსფორიანი ნაერთების შესწავლასა და დახასიათებას.

კოსტიჩევა 1884 წელს გამოსცა წიგნი „სწავლება სასუქებზე“, რომელშიც გაბედულად გააკრიტიკა ლიბიხის საკვებ ნივთიერებათა სრული დაბრუნების თეორია, აღნიშნა, რომ სასუქების გამოყენების გარდა საჭიროა ზრუნვა ნიადაგის საკვებ ნივთიერებათა მობილიზაციაზეც. მან ნიადაგისა და მცენარის შესწავლის საფუძველზე შეიმუშავა შავმიწა

ნიადაგების ნაყოფიერების გადიდებისა და სასოფლო სამეურნეო მცენარეთა მოსავლიანობის ამაღლების ღონისძიებების სისტემა.

კოსტიჩევი სოფლის მეურნეობის მეცნიერებაში უფრო ცნობილია, როგორც მშობლიური ნიადაგმცოდნეობის ერთ-ერთი ფუძემდებელი, ვიდრე აგროქიმიისა, მაგრამ მის შრომებს ნიადაგის ნაყოფიერებისა და მცენარეთა კვების საკითხების შესწავლის საქმეში დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ბ. კოსოვიჩი ნიადაგმცოდნე აგროქიმიკოსთა იმ თაობას მიეკუთვნება, რომელმაც წარუშლელი კვალი დატოვა მშობლიური აგროქიმიის განვითარების საქმეში. სტერილურ კულტურებში მან პირველმა დაამტკიცა უმაღლეს მცენარეთა უნარი — შეითვისოს ამონიუმის აზოტი ნიტრატში გადასვლის გარეშე. პირველმა აღნიშნა, რომ კოჟრის ბაქტერიები ბოჰავენ ატმოსფეროს აზოტს, რომელიც შემდგომში ფესვის გზით შედის მცენარეში. მანვე გამოიკვლია ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები მიკროორგანიზმების მიერ ჰაერის აზოტის შეთვისების პროცესი, შეისწავლა მცენარის ფესვის მიერ ნახშირორჟანგის გამოყოფა და დაადგინა მისი გავლენა ნიადაგში შეტანილი ფოსფორიტის ფქვილის P_2O_5 შეთვისების ფაქტი. იგი დიდი ხნის მანძილზე, რედაქტორობდა მის მიერვე დაარსებულ „Журнал опытной агрономии“, რომელმაც დიდი როლი შეასრულა აგრონომიული მეცნიერებისა და კერძოდ, აგროქიმიის განვითარებაში.

კ. გედროიცი, მართალია, ნიადაგმცოდნე იყო, მაგრამ დიდი მუშაობა აქვს გაწეული აგროქიმიისაში. მან შეისწავლა ნიადაგის შთანთქმის უნარი, დაადგინა შთანთქმის სახეები, გაარკვია, რომ ნიადაგში მიმდინარე გაცვლით პროცესებში მონაწილეობას ღებულობს ჰუმუსი, ნიადაგის მინერალური ნაწილი და მიკროორგანიზმები. მის მიერ დადგენილია ნიადაგის პოტენციური მყავიანობა, დამუშავებულია მყავე ნიადაგების მოკირიანების, ბიცობის მოთაბაშირებისა და ფოსფორიტის ფქვილის გამოყენების თეორიული საფუძვლები, რაც შემდგომში ფართოდ დაინერგა სასუქების გამოყენების პრაქტიკაში.

გედროიცის ღებულება — ყველა ნიადაგს აქვს უნარი გაცვალოს მის მშთანთქმელ კომპლექსში არსებული კათიონი, როგორც მეტალი, ისე წყალბადი, ამავე დროს კათიონთა რაოდენობა, რომელიც შთანთქმება ნიადაგის მშთანთქმელი კომპლექსის მიერ, ექვივალენტურია იმ კათიონებისა, რომელიც გამოძევებულია ნიადაგის ხსნარიდან. ამავე დროს გაცვლის პროცესი მიმდინარეობს მომენტალურად, ე. ი. როგორც დამყარდება კონტაქტი ნიადაგის ხსნარისა და მშთანთქმელ კომპლექს შორის.

გედროიცის მრავალ შრომათა შორის საყურადღებოა „ნიადაგის ქიმიური ანალიზი“, რომელსაც დღესაც არ დაუკარგავს მნიშვნელობა.

ა. ლებელიანცევმა პირველმა დაადგინა ფოსფორიტის ფქვილის მა-
ლალი ეფექტი ჩრდილოეთის ზონის შავმიწა ნიადაგებზე. ჩვენი ქვეყნის
სხვადასხვა რაიონში შეისწავლა მინერალური სასუქების შედარებითი
ეფექტურობა.

დ. პრიანიშნიკოვი ითვლება საბჭოთა აგროქიმიური სკოლის ფუძე-
მდებლად. იგი დაიბადა 1865 წლის 6 ნოემბერს ქ. კიახტაში (ბურია-
ტიის ასსრ), ჩაით მოვაკრე ფირმის ბუღალტრის ოჯახში. მამა ადრე გარ-
დაეცვალა და დედამ გაზარდა. 1883 წელს ოქროს მედალზე დაამთავრა
ირკუტსკის გიმნაზია და სწავლა განაგრძო მოსკოვის უნივერსიტეტის
ბუნებათმცოდნეობის ფაკულტეტზე, მისი დამთავრების შემდეგ კი —
პეტროვსკის სასოფლო-სამეურნეო აკადემიაში (ამჟამად კ. ტიმირიაზე-
ვის სახელობის სასოფლო-სამეურნეო აკადემია), სადაც იგი III კურ-
სის სტუდენტად ჩაირიცხა (მაშინ ის მოსკოვის უნივერსიტეტის მეცნი-
ერებათა კანდიდატი იყო). აკადემიაში სწავლის დროს დ. პრიანიშნი-
კოვს ყურადღება მიაქციეს ცნობილმა მეცნიერებმა, ტიმირიაზევმა,
სტერბუტმა და გუსტავსონმა, რომლებმაც დიდი როლი ითამაშეს პრია-
ნიშნიკოვის, როგორც მეცნიერის აღზრდაში.

სოფლის მეურნეობის დარგში მომუშავე სწავლულთა შორის არ
ყოფილა ადამიანი, რომელსაც ისე საფუძვლიანად შეესწავლოს მეცნა-
რის ბიოქიმია, აგროქიმია. მეცნარის ფიზიოლოგია, მემეცნარეობა. მი-
წათმომქმედება და ეკონომიკა, როგორც ეს გააკეთა პრიანიშნიკოვმა.
მეცნიერების ამ დარგებში მას გააჩნია დიდი მნიშვნელობის შრომები
და სახელმძღვანელოები.

პრიანიშნიკოვის მეცნიერული შრომებისათვის დამახასიათებელია
ღრმა თეორიული გამოკვლევები და დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა.
მის გამოკვლევებამდე სწამდათ, რომ მეცნარე ცილების სინთეზს ახ-
დენს მხოლოდ და მხოლოდ აზოტის ნიტრატული ფორმიდან. დ. პრია-
ნიშნიკოვმა დაამტკიცა, რომ მხოლოდ ამონიაკამდე აღდგენის შემდეგ
შეიძლება ნიტრატული აზოტის გამოყენება ცილების სინთეზისათვის.
1892 წელს ციურჩხში შუღლცის ლაბორატორიაში ჩატარებულმა გამო-
კვლევებმა ბევრი რამ მისცა მეცნიერებას და მალე მსოფლიო აღიარება
მოიპოვა. ამ გამოკვლევებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ჰქონდა
იმიტომაც, რომ მან საფუძველი ჩაუყარა ქიმიური მრეწველობის მიერ
ამონიუმის მარილების დამზადებას და სოფლის მეურნეობაში მისი სა-
სუქად გამოყენების საქმეს, ხოლო ამონიუმის გვარჯილას „მომავლის
სასუქი“ უწოდა, რადგანაც იგი შეიცავს აზოტს როგორც ამონიუმის,
ისე ნიტრატის სახით. პრიანიშნიკოვის ეს წინასწარმეტყველება პრაქ-
ტიკამ დაამტკიცა. დღეისათვის აზოტიან სასუქთა ასორტიმენტში დიდია
ამონიუმის გვარჯილის ხვედრითი წილი.

მცენარეში აზოტის ცვლის საკითხებს. დ. პრიანიშნიკოვი სწავლობდა სამეცნიერო მოღვაწეობის დასაწყისიდან სიცოცხლის უკანასკნელ დღემდე. მან მოგვცა მცენარეში ასპარაგინის მნიშვნელობისა და წარმოქმნის ახლებური ახსნა. ცილების დაშლისა და ასპარაგინის წარმოქმნის დეტალურმა შესწავლამ იგი მიიყვანა დასკვნამდე, რომ ასპარაგინი წარმოიქმნება არა მარტო ცილების დაშლის შემდეგ, არამედ უმთავრესად ამონიუმბეჭავების დაშლის შედეგად. ე. ი. ასპარაგინი წარმოიქმნება მეორადი გზით. ეს შეიძლება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მეცნიერულ ორგანიზმში ამინომჟავები იშლება ამონიაკის წარმოქმნით და იგი იხარჯება ასპარაგინის სინთეზისათვის.

მცენარეში ამონიაკის დიდი რაოდენობით დაგროვება მავნებელია მცენარისათვის. ამიტომ პრიანიშნიკოვმა ასპარაგინის წარმოქმნას მცენარეში ამონიაკის გაუვნებლობის ხერხი უწოდა.

მისი ხელმძღვანელობით დადგინდა სხვადასხვა მცენარეების მიერ ფოსფორიტების P_2O_5 -ის შეთვისების არაერთნაირი უნარი. ფოსფორიტებიდან ფოსფორის შეთვისების მაღალი უნარით გამოირჩევა ხანუკოლა, მდოგვი, წიწიბურა. ეს ფაქტი გამოწვეულია ამ მცენარეთა ფესვის გამონაყოფის გავლენით, ბუნებითა და თვით მცენარეების მიერ კალციუმის ინტენსიური შეთვისებით. აღსანიშნავია ისიც, რომ გამოკვლევები პირველად ჩატარდა პრიანიშნიკოვის ლაბორატორიაში, რუსეთის ფოსფორიტების სუპერფოსფატად გადაამუშავების შესახებ.

აზოტისა და ფოსფორის საკითხების შესწავლის გარდა პრიანიშნიკოვი თავის მოწაფეებთან ერთად აწარმოებდა დიდი მნიშვნელობის მეცნიერულ გამოკვლევებს, მცენარის კვებისა და საერთოდ სასუქების გამოყენების მხრივ. სწავლობდნენ მცენარის კალიუმით კვებას, ნიადაგის შთანთქმის უნარიანობას, მჟავიანობას, მოკირიანებას, პერიოდულ კვებას, ბიოლოგიური აზოტის მნიშვნელობას მცენარის კვების საქმეში, რომელიც ნიადაგში გროვდება პარკოსანი მცენარეების გამოყენებით. განსაკუთრებულ ყურადღებას უთმობდა მრავალწლიანი ხანჭკოლას თესვას, ორგანული სასუქების გამოყენებას, მცენარეზე მიკროელემენტების გავლენის შესწავლას.

გადაუტარებლად შეიძლება ითქვას, რომ აგროქიმიში არ არსებობს არც ერთი საკითხი, რომლის შესწავლისთვის ყურადღება არ მიექციოს და მასში გარკვეულობა არ შეეცანოს დ. პრიანიშნიკოვს.

უმადლესი მცენარის კვების, ბიოქიმიისა და ფიზიოლოგიის დარგში დ. პრიანიშნიკოვის კალამს ეკუთვნის 550-ზე მეტი შრომა, მათ შორის „აგროქიმი“ და „აზოტის როლი მცენარის სიცოცხლეა და სსრ კავშირის მიწათმოქმედებაში“, რომლებიც თარგმნილია მსოფლიოს მრავალენაზე. მისი შრომები ამჟამადაც გამოიყენება სპეციალისტთა მოსამზადებლად არა მარტო ჩვენში, არამედ მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში.

მისი რედაქციით მომზადდა და გამოიცა კრებული — „სავეგეტაციო ცდებისა და ლაბორატორიული გამოკვლევების შედეგები“. ეს კრებული 17 ტომს შეიცავს.

დ. პრიანიშნიკოვი 1895 წელს სათავეში ჩაუდგა მოსკოვის სასოფლო-სამეურნეო აკადემიის მემცენარეობის კათედრას, შემდეგ ზოგადმიწათ-მოქმედებისა და ბოლოს, მისგან გამოყო აგროქიმიის კათედრა, რომლის დამაარსებელი და უცვლელი გამგე იყო 53 წლის მანძილზე. იგი 30 წელს კითხულობდა აგროქიმიის კურსს მოსკოვის უნივერსიტეტში.

დიდა პრიანიშნიკოვის დამსახურება ჩვენი ქვეყნის მიწათმოქმედების ქიმიზაციის დარგში. იგი ავტორია ტერმინის „სოფლის მეურნეობის ქიმიზაცია“. წლების განმავლობაში იგი აქტიურ მონაწილეობას ღებულობდა საბჭოთა კავშირის სახელმწიფო სავეგმო კომისიაში. საბჭოთა კავშირის სახალხო მეურნეობის ქიმიზაციის კომიტეტში. მისი აქტიური მონაწილეობით შეიქმნა სასუქების სამეცნიერო ინსტიტუტი, შაქრის ცენტრალური ინსტიტუტი, სასუქების, აგრონიადაგმცოდნეობისა და აგროტექნიკის საკავშირო კვლევითი ინსტიტუტი და მრავალი საცდელი სადგური.

პრიანიშნიკოვი დიდად იყო დაინტერესებული საქართველოში აგროქიმიის განვითარებით. იგი რამდენიმეჯერ იყო საქართველოში. განსაკუთრებით ნაყოფიერი იყო მისი სპეციალური ვიზიტი საქართველოში 1935 წელს. ამ დროს მიმდინარეობდა გაცხოველებული მუშაობა წითელშიწა და ეწერ ნიადაგებზე გაშენებულ ჩაის პლანტაციებში სასუქების ეფექტურად გამოყენებაზე. მან თავის მოწაფე პროფესორ დიკუსართან ერთად რამდენიმე დღე დაჰყო თბილისის აგროქიმიურ ლაბორატორიაში, ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში, ჩაქვის საბჭოთა მურნეობასა და ჩაის ფაბრიკაში, შემოქმედისა და ნატანების კოლმეურნეობასა და ჩაის მეურნეობის საკავშირო კვლევით ინსტიტუტში (ანასეული); შეხვდა მეცნიერებსა და წარმოების მუშაკებს, აღმოუჩინა მათ მეთოდური და ორგანიზაციული დახმარება, ჩაის მეურნეობის ქიმიზაციის შემდგომი განვითარების საქმეში. კოლმეურნე ექვთიმე ჩხატარაშვილის ოჯახში ყოფნისას (სოფ. შემოქმედი) დაათვალიერა საკარმიდამო ნაკვეთი და კმაყოფილი დარჩა კულტურათა ორიგინალური განლაგებით.

დიდა დიმიტრი პრიანიშნიკოვის დამსახურება აგროქიმიური სკოლის ქართველი სპეციალისტების მომზადებაში. ამ სკოლის წარმომადგენელთა ერთი ნაწილი სახელოვანი მეცნიერის უშუალო მოწაფეები იყვნენ, ესენია: პროფ. შ. ცინცაძე, მ. საბაშვილი, შ. ჭანიშვილი, ა. მენალარაშვილი, გ. გოლეთიანი, ი. გამყრელიძე, ი. ნაკაიძე, გ. ურუშაძე, გ. ურუშაძე, ს. იმნაძე, შ. ნადარეიშვილი და სხვ. მეორე ნაწილი კი — მის მდიდარ მეცნიერულ მემკვიდრეობასა და ტრადიციებზე აღიზარდა. მათ რიცხვს მიეკუთვნება სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორები,

პროფ. ი. სარიშვილი, პ. გიგინეიშვილი, მ. ბზიავა, გ. აბესაძე, ზ. ბაღ-
დასარიშვილი, ი. მარშანია, ო. ზარდალიშვილი, ო. ონიანი, ვ. ცანავა
და სხვ., რომელთაც დიდი წვლილი შეიტანეს აგროქიმიური მეცნიერე-
ბისა და სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის განვითარების საქმეში.

პრიანიშნიკოვი არჩეული იყო სსრ კავშირის სასოფლო-სამეურ-
ნეო მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილ წევრად და უცხოეთის
ბევრი ქვეყნის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილ და საპატიო წევრად.
მისი სახელი მინიჭებული აქვს კვლევით ინსტიტუტებს, საცდელ სადგუ-
რებს, კვლევით ლაბორატორიებს, იგი 1948 წელს მკ წლის ასაკში გარ-
დაიცვალა.

მშობლიური აგროქიმიის განვითარების საქმეში დიდი მუშაობა
გასწიეს პრიანიშნიკოვის მოწაფეებმა, რომლებმაც განამტკიცეს პრია-
ნიშნიკოვის სკოლის საერთაშორისო ავტორიტეტი.

ო. კედროვ-ზიხმანს ეკუთვნის კლასიკური შრომები კირის მოქმედე-
ბის თეორიული საფუძვლებისა, ასევე მცენარეზე მაგნიუმისა და ბორის
მოქმედების შესახებ.

პ. ნაილინის სახელთან არის დაკავშირებული სასუქებზე საკავშირო
გეოგრაფიული ქსელის შექმნა სასუქებისა და აგრონიადაგმცოდნეობის
საკავშირო ინსტიტუტში. იგი ავტორია 150-ზე მეტი მეცნიერული შრო-
მისა, რომლებიც ეხება ჩვენი ქვეყნის სხვადასხვა რაიონში სასუქების
გამოყენებას, სასუქებზე საცდელი საქმის მეთოდოციას, თესლობრუნვაში
სასუქების გამოყენების სისტემასა და სხვა საკითხებს.

დ. საბინინის მეცნიერული კვლევა მიმართული იყო მცენარის მინე-
რალური საკითხების შესასწავლად. 1940 წელს გამოსცა მონოგრაფია
„მცენარის მინერალური კვება“, რომელსაც კ. ტიმირაზოვის სახელო-
ბის პრემია მიენიჭა. მისი ხელმძღვანელობით ფართო მასშტაბის მეცნი-
ერული გამოკვლევები ჩატარდა მცენარის ფესვებში მეტაბოლური პრო-
ცესების შესასწავლად. მანვე გადაამუშავა მცენარის უჯრედსა და ქსო-
ვილში წყლის რეჟიმი, პროტოპლასტის სტრუქტურა, ფოტოსინთეზის
პროცესი და მისი კავშირი მცენარის მინერალურ კვებასთან.

ი. დიკუსარის მრავალრიცხოვანი შრომები მცენარის აზოტით კვე-
ბის საკითხების შესწავლისადმი მიძღვნილი. მას შესწავლილი აქვს აზო-
ტისა და ფოსფორის როლი მცენარეში ნივთიერებათა ცვლაზე ამონი-
უმითა და ნიტრატით მცენარის კვების პირობებში.

მ. კატალიშოვის გამოკვლევები მიძღვნილია სოფლის მეურნეობაში
მიკროელემენტების გამოყენების თეორიისა და პრაქტიკის შესწავლისადმი.

ფ. ტურჩინი მეცნიერულ კვლევას ეწეოდა მარტივი და რთული მიწერალური სასუქების აგროქიმიური შეფასებისათვის. ინიციატორი იყო ნიშანდებული სტაბილური იზოტოპის ^{15}N გამოყენების შესწავლისასოფლის მეურნეობაში. მას ეკუთვნის კლასიკური გამოკვლევები მცენარეში ნიტრატის, ამონიუმისა და ამიდის აზოტის შეღწევისა და მათი გამოყენების შესახებ ამინომჟავებისა და ცილების სინთეზისათვის. ამ გამოკვლევებით დადგენილი, მცენარეში ცალკეული ამინომჟავების წარმოქმნის თანმიმდევრობა და ცილების მუდმივი აღდგენის ფაქტი. მან ასევე შეისწავლა აზოტის ბიოლოგიური ფიქსაციის პროცესი.

ვ. კლერკოვსკიმ შეისწავლა მცენარის ფოსფორით კვების, სასუქის მოქმედების რაოდენობრივი კანონზომიერების, საკვები ელემენტების ოპტიმალური შეფარდების საკითხები. იგი ერთ-ერთი ფუძემდებელია აგროქიმიისაში ხელოვნური რადიონუკლიდების გამოყენებისა. მცენარეულ პროდუქტებში რადიონუკლიდების შემცველობის შემცირების ერთ-ერთ საშუალებად კლერკოვსკიმ მიიჩნია მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენება.

ი. პეივემ ჩვენს ქვეყანაში მიკროსასუქების დიფერენციალურად გამოყენების თეორიის საკითხების დამუშავებისათვის დიდი შრომა გასწია. ამ საკითხის შესწავლას მან საფუძვლად დაუდო ნიადაგში მიკროელემენტების ხსნადი ფორმების შემცველობა; ასევე მცენარის ფიზიოლოგიური მდგომარეობა. დიდია პეივეს დამსახურება მცენარის ფერმენტებისა და ფერმენტულ სისტემაზე მეტალი მიკროელემენტების მოქმედების თეორიის დამუშავებაში. მის მიერ მოცულობითი გამოკვლევებია ჩატარებული კალიუმის, ალუმინის, კალციუმისა და ფოსფორის აგროქიმიის საკითხებზე.

მან დაამუშავა ნიადაგში მიკროელემენტების ხსნადი ნაერთების განსაზღვრის ახალი მეთოდები; ის დიდ ყურადღებას უთმობდა ატმოსფეროს მოლეკულური აზოტის სიმბოტური ფიქსაციის პროცესში მიკროელემენტების როლის დადგენას.

ნ. ავდონინმა მცენარის განვითარების ფაზების მიხედვით შეისწავლა კვების თავისებურებანი, დაამუშავა მცენარის გამოკვების თეორიული საფუძვლები. მისი შესწავლის ობიექტი იყო ასევე კორდიანი ეწერი ნიადაგების ნაყოფიერების ამაღლება, მათი თვისებების გაუმჯობესების ღონისძიებათა შემუშავება, მათზე მინერალური სასუქების ეფექტურობის ამაღლება. მისი ხელმძღვანელობით არაშავმიწანიდაგიანი ზონისათვის დამუშავებულია მარცვლოვანი კულტურებისა და მრავალწლიანი ბალახების ყინვაგამძლეობის საკითხი და ნიადაგისა და სასუქის გავლენა სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა პროდუქციის ხარისხზე.

ა. სოკოლოვი სათავეში ჩაუდგა სსრ კავშირის ნიადაგების აგროქიმიური დახასიათების კომპლექსურ შესწავლასა და ნიადაგების სასუქებზე

მოთხოვნების დადგენას, რითაც დიდი სამსახური გაუწია მშობლიური აგროქიმიის განვითარებას.

მან შეისწავლა ნიადაგის მოფოსფორიანების მნიშვნელობა, ნიადაგში ფოსფორის დამაგრების ბუნება. მასვე ეკუთვნის სუპერფოსფატის დაგრანულების იდეა და წარმოებებისათვის მისი რეკომენდაცია. ა. სოკოლოვი დიდ ყურადღებას უთმობდა მცენარეში ფოსფორის ცვლის შესწავლას, კვების ოპტიმალური პირობებისა და ნიადაგური პროცესის დინამიკის დადგენას. მან დაამუშავა რადიობიოლოგიური მეთოდი მცენარის მიერ ფოსფორის გამოყენების კოეფიციენტის დასადგენად. მის კალამს ეკუთვნის ორიგინალური შრომები მცენარის ფიზიოლოგიის, აგროქიმიისა და ნიადაგმცოდნეობის დარგში.

ს. ვოლფკოვიჩი. ერთ-ერთი იმ ავტორთაგანია, რომლებმაც გამოიკვლიეს აპატიტის ნედლეულის სუპერფოსფატად დამუშავების ტექნოლოგია. მან შეიმუშავა სამამულო ფოსფატის ნედლეულიდან ფოსფორის შეავას ექსტრაქციის პირობები. მისი ხელმძღვანელობით შესრულებულია მრავალი შრომა მინერალური სასუქებისა, ქიმიისა და ტექნოლოგიის დარგში.

პრიანიშნიკოვის მოწაფეებმა დიდი მუშაობა გასწიეს ჩვენი ქვეყნის სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის გეგმების დამუშავებასა და მის განხორციელებაში.



აგროქიმიური ცოდნის განვითარების ისტორია საქართველოში

სასუქების გამოყენების პრაქტიკა და აგრონომიული ქიმიის ჩამოყალიბება საქართველოში დაკავშირებულია ორ ძირითად გარემოებასთან.

1. საქართველოს სოფლის მეურნეობის ისტორიასთან და 2. სასუქების გამოყენების საქმეში მოწინავე ქვეყნების მრავალსაუკუნოვან მიღწევებთან.

საქართველო უძველესი კულტურის ქვეყანაა. ბუნებრივია აქ აგრონომიული ქიმიის საფუძვლების შექმნასაც — პრაქტიკული აგროქიმიის ჩამოყალიბებას დიდი ხნის ისტორია აქვს.

ქართველი მეურნე, რომელიც უძველესი დროიდან მისდევდა კულტურულ მიწათმოქმედებას, ფიქრობდა იმაზე, თუ რატომ არის ერთი ნიადაგი მეტად ნაყოფიერი, ხოლო მეორე — მწირი. ერთი სახეობის მცენარე რატომ ხარობს კარგად ერთ ნიადაგზე, მეორეზე — ცუდად. რატომ აპოხიერებს ნაკელი, ნაცარი და შლამი ნიადაგს და სხვ.

ცხოვრების მძიმე პირობები ჩვენ ხალხს უკარნახებდა მრავალფეროვანი სოფლის მეურნეობის გაძლოლასთან ერთად ღრმად დაუფლებოდა

პრაქტიკას და გამოცდილება გადაეცა შთამომავლობისათვის. ამის შესახებ ჯერ კიდევ 1909 წელს „მოსავალში“ ცნობილი ქართველი ისტორიკოსი მოსე ჭანაშვილი წერდა: „მთელი საქართველო ერთ დიდ სასწავლებელს წარმოადგენდა, მამა-პაპათა მრავალსაუკუნოვანი სამეურნეო გამოცდილება შეილთაშვილს გადაეცემებოდა და საერთო იყო მარადის“.

მრავალი უძველესი თქმულება, წერილობითი და არქეოლოგიური გათხრების ძეგლები მოგვითხრობს, რომ საქართველოში ჯერ კიდევ ჩვენს წელთაღრიცხვამდე დიდი ხნით ადრე, იმ დროის შესაბამისად, მიწათმოქმედება მაღალ დონეზე იდგა. ბერძნულ თქმულებაში არგონავტების შესახებ, რომელიც ეკუთვნის ძველი წელთაღრიცხვის მეორე ათასწლეულს, აღნიშნულია, რომ უძველეს დროში საქართველოში ჰყავდათ „სპილენძის ჩლიქებიანი“ ანუ ნალით დაპყდილი ხარები, ჰქონდათ ფოლადის სახნავი და იცოდნენ გუთნის სწორად გავლებით კვალში ხვნა.

არქეოლოგებმა უფლისციხეში, კასპში, სამთავროში, თრიალეთში, კოლხეთსა და სხვა ქართულ დასახლებებში იპოვეს ბრინჯაოსა და რკინის თოხი, ნამგალი, სახნისი, ცული, დანა, ცხენის მოკაზმულობა და სხვა სასოფლო-სამეურნეო იარაღები, რომლებსაც ქართველი მეურნე იყენებდა ჯერ კიდევ 3200 წლის წინათ მიწის დასამუშავებლად, სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა მოვლა-მოყვანისათვის.

მიწის თვისებების გამომხატველი ძველი ქართული ტერმინების სიმრავლე მოწმობს იმას, რომ ქართველმა მეურნემ ადრეული პერიოდიდანვე იცოდა მიწის სამეურნეო შეფასება და ცდილობდა მისი ნაყოფიერების ხელოვნურად ამაღლებას. მაგალითად, ძველი ქართული ტერმინი „ანეული“ როგორც ძველად, ისე ამჟამადაც ნიშნავს ზაფხულის ნახნავს შემოდგომის ხორბლის დასათესად, ხოლო „აოშვა“ გულისხმობს ნიადაგის ხელმეორედ მოხვნა-გაფხვიერებას. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ ჩვენში ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესების მიზნით ნაკვეთს წელიწადში რამდენიმეჯერ ხნავდნენ და ამუშავებდნენ.

სულხან-საბა ორბელიანის (1658—1725 წწ.) განმარტებით „ბიცობი ეს არის მიწა, სადაც სიმლაშისა გამო ნაყოფი არ იქმნის“. ნაყოფიერი ნიადაგი მის მიერ სახელდებულია, როგორც „მსუქანი“, ანუ „მსუქანი ნივთმეტობა“. თანამედროვე თვალსაზრისით ეს ტერმინები აგროქიმიური ხასიათისაა და მათ ძველადაც ისეთივე მნიშვნელობა ჰქონდათ, როგორც დღეს.)

მიწის ნაყოფიერების შესახებ მრავალი საგულისხმო ცნობაა მოტანილი დიდი ქართველი გეოგრაფის ვახუშტი ბაგრატიონის (1676—1770 წწ.) წიგნში „აღწერა სამეფოსა საქართველოსი“, აქ საქართველოს მიწა-წყალი დაყოფილია ხუთ ბოტანიკურ-აგრონომიულ ზონად. პირველ ზონაში შეტანილია უაღრესად ნაყოფიერი ნიადაგები, სადაც ხარობს თურინჯ-ნარინჯის ზეთისხილიანი მცენარეები. მეორე ზონაში — პირველზე ნაკლებ-

ში, მაგრამ მინც ფრიად ნაყოფიერი ნიადაგებია, რომელზედაც ხარობს ბრინჯ-ზამბიანი კულტურები. მესამეში ვენახ-ხილიანი არეა შეტანილი, ამ ზონის ნიადაგებს ავტორი ნაყოფიერს უწოდებს. მეოთხე ზონა — უვენახო, მაგრამ ხილიანია და ნიადაგი მწირი, ხოლო მეხუთე ზონაში, ასევე უვენახოა, სადაც მთის ხილისა და ზოგიერთ მარცვლოვან გარდა არც ერთი კულტურული მცენარე არ იხარობს.)

საქართველოს ტერიტორიის ამგვარ დაყოფას ვახუშტი ბატონიშვილი საფუძვლად უდებდა ნიადაგის თვისებებს, ბუნებრივ-კლიმატურ პირობებს და მცენარეთა თავისებურებებს. მის მიერ შემუშავებული მცენარეთა ზონალობის კლასიფიკაციას ზოგადი მნიშვნელობა აქვს ყველა ქვეყნისათვის, ამავე დროს იგი შემუშავებულია 100 წლით ადრე, ვიდრე ცნობილი ფრანგი მეცნიერის დე კანდოლესის კლასიფიკაცია, რომლის სახელთანაც დაკავშირებულია მცენარეთა ზონალობის საკითხი.

✕ საქართველოს მჭიდრო პოლიტიკური და ეკონომიკური კავშირი ჰქონდა ანტიკურ ქვეყნებთან. ისინი ერთმანეთისაგან სწავლობდნენ მიწის დამუშავების წესებს. ბევრი წერილობითი დოკუმენტი და მატერიალური კულტურის ძეგლი ადასტურებს, რომ ძველი საქართველო მიწათმოქმედებაში არ ჩამორჩებოდა რომისა და ანტიკური საბერძნეთის კულტურას.

სარწმუნო წყაროების მიხედვით საქართველოში, ანალოგიურად იმდროინდელი კულტურული ქვეყნებისა, იცოდნენ, რომ ყოველწლიური ხვნა-თესვით მიწა ღარიბდება და ბოლოს უნაყოფო ხდება. ამიტომ ასეთ მიწებს თავს ანებებდნენ, კორდს ტეხდნენ და ღონიერ მიწებზე გადადიოდნენ. ამ ხერხს მიმართავდნენ ადრეულ პერიოდში. როდესაც ბევრი თავისუფალი მიწა იყო. მოსახლეობის გამრავლებამ ჯერ შეზღუდა და შემდეგ სრულიად მოსპო სახნავი მიწების ასეთი წესით მონაცვლება. ამან გამოიწვია მიწის ნაყოფიერების ამაღლების ღონისძიებათა ძიება.

✕ პეროდრიტეს, სტრაბონისა და სხვათა მიხედვით ქართველები ჯერ კიდევ ჩვენს წელთაღრიცხვამდე ეწეოდნენ გუთნურ მიწათმოქმედებას, სარწყავი მიწების გამოყენებასთან ერთად მონაცვლებით თესდნენ მარცვლოვან და პარკოსან მცენარეებს, ერთ წელიწადში ორი მოსავალი მოჰყავდათ.

✕ ქართულ მიწათმოქმედებაში შემდგომ პერიოდში უფრო ვითარდება ნაკვეთის მოსვენებით, მცენარეთა მონაცვლეობით თესვა. არქანჯელო ლამბერტის ცნობით XVII საუკუნის სამეგრელოში (იგი 1631—1649 წწ. ცხოვრობდა სამეგრელოში, 1654 წელს ნეაპოლში გამოსცა „სამეგრელოს აღწერა“), ნიადაგის ნაყოფიერების გასაუმჯობესებლად ცალკეულ ნაკვეთებზე 3 წლის განმავლობაში მონაცვლეობით თესდნენ სხვადასხვა კულტურას, შემდეგ მიწას ასვენებდნენ. არის ცნობები იმის შესახებაც, რომ ასეთი წესით ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესებას საქართვე-

ლოს სხვა კუთხეებშიც ეწეოდნენ. საერთოდ, ადრინდელ ხანაში ნაკვეთის დასვენების პერიოდი გაცილებით ხანგრძლივი იყო, ვიდრე შემდეგ.

ბატონყმობის გაუქმების შემდეგ ჩვენში ფეოდალური კარჩაკეტილობის ლიკვიდაციასთან ერთად სოფლის მეურნეობის განვითარებას უფრო ფართო გასაქანი მიეცა. მეტი ყურადღება დაეთმო მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენებას, სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის შემოზიდვას და სხვა. ამ პერიოდში გამოდიოდა სასოფლო-სამეურნეო პერიოდული გამოცემები: „გუთნის დედა“ (1861—1876), „სასოფლო გაზეთი“ (1868—1880), „ცისკარი“ (1873), „მეურნე“ (1888—1898) და სხვა, რომელიც დიდად უწყობდა ხელს საქართველოში სასოფლო-სამეურნეო ცოდნის გავრცელებასა და სოფლის მეურნეობაში ახალი მიღწევების დანერგვას.

ამ გამოცემებამდე, კერძოდ XIX საუკუნის 60-იან წლებამდე ძნელია მსჯელობა იმაზე, თუ რა დონეზე იდგა ჩვენში მეცნიერება სასუქების გამოყენების თეორიისა და პრაქტიკის შესახებ. მაგრამ ამ გამოცემებიდან ჩანს, რომ ჩვენმა მეცნიერებმა და პრაქტიკოსებმა, იმ პერიოდის შესაბამისად, საფუძვლიანად იცოდნენ აგროქიმიისაში არა მარტო მოწინავე ქვეყნების მიღწევები, არამედ ბევრ საკითხებზე დამოუკიდებელი შეხედულებებიც გააჩნდათ, მიუხედავად იმისა, რომ მაშინ ჩვენში არ იყო არც უმაღლესი სასწავლებელი და არც შესაბამისი კვლევითი დაწესებულებები.

რამ პერიოდში, საქართველოში, აგროქიმიის განვითარების საქმეში დიდი როლი შეასრულა ბევრმა ქართველმა მოღვაწემ. მათ შორის აღსანიშნავია ივანე ლაზარეს ძე ოქრომჭედლიშვილი (ლიტერატურაში სერებრიანიკოვის გვარით არის ცნობილი), მას აგრონომიული განათლება ჰქონდა, რედაქტორობდა „გუთნის დედას“.

ჯიორჯი ექვთიმეს ძე წერეთელი „სასოფლო გაზეთის“ ფუძემდებელი და პირველი რედაქტორი იყო. მას უმაღლესი საბუნებისმეტყველო განათლება ჰქონდა. სასოფლო-სამეურნეო მეცნიერების ცოდნა დიდად ეხმარებოდა გამოჩენილ ბელეტრისტს, პუბლიცისტსა და პოლიტიკურ მოღვაწეს გაზეთში მუშაობაში. „გუთნის დედასა“ და „სასოფლო გაზეთის“ დახურვის შემდეგ აგრონომიული ცოდნის გავრცელების საშუალება რამდენიმე წლით მოიშალა, მხოლოდ 1887 წელს ივანე კერესელიძემ სცადა ძველი ტრადიციების აღდგენა, დააარსა გაზეთი „ცისკარი“, რომელმაც მხოლოდ ერთ წელს იარსება.

ჯვასილ ალექსანდრეს ძე სულხანიშვილი — ქურნალ „მეურნეს“ ფუძემდებელი, პირველი რედაქტორი იყო, მაშინ „მეურნე“ თბილისში გამოდიოდა. ვ. სულხანიშვილს უმაღლესი აგრონომიული განათლება საფრანგეთში ჰქონდა მიღებული.

ქილია მირონის ძე ჭყონია — ცნობილი ქართველი პუბლიცისტი, ის-

ტორიკოსი და მწერალი 1895 წლიდან ჟურნალ „მეურნეს“ რედაქტორი, როდესაც იგი ქუთაისში იცემოდა. ✕

✕ ივ. ოქრომკვდილიშვილი, გ. წერეთელი, ივ. კერესელიძე, ვ. სულხანიშვილი და ი. ჭყონია მაშინდელ პერიოდულ გამოცემებში აქვეყნებდნენ საკუთარ სტატიებს, გარდა ამისა, მათ რედაქციაში შემოიკრიბეს ცნობილი ქართველი სოფლის მეურნეობის კარგი მცოდნე აქტივი — მათი სტატიები ეხება სოფლის მეურნეობის თითქმის ყველა საკითხს, მათ შორის სასუქების გამოყენებას, აგროქიმიის მდგომარეობასა და მის განვითარებას. ✕

✕ იმდროინდელ პერიოდულ პრესაში გამოქვეყნებული სტატიებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა ჰქონდა ცნობილი ქართველი აგრონომის ერმილე კაციას ძე ნაკაშიძის (1859—1937 წწ.) შრომებს. ერ. ნაკაშიძეს დამთავრებული ჰქონდა ნოვოალექსანდრიის (პოლონეთი) სასოფლო-სამეურნეო და სატყეო ინსტიტუტი. იგი ფართო დიაპაზონის აგრონომი იყო. მართალია იგი აგროქიმიკოსი არ იყო, მაგრამ მისი შრომები აგროქიმიური ხასიათისაა. 1888 წელს „მეურნეში“ გამოქვეყნებული სტატია „ცდა, თუ როგორი პატივი (სასუქი) გააუმჯობესებს ეწერ ნიადაგებს“, ეხება ქუთაისის გუბერნიის ეწერი ნიადაგების დახასიათებას და მათ გაუმჯობესებას. მოჰყავს საკუთარი ცდის შედეგები, რომელშიც წერია: „თებერვლის დამლევის ღრმად დავბარე ეწერი მიწა, გავაკეთე ოთხი კვალი, პირველ კვალს დავყარე ერთი ფუთი კირი, მეორეს — ნახევარი ფუთი ნაცარი, მესამეს — ორი ფუთი განავალი (სასუქი) და მეოთხე დავტოვე უსასუქოდ. თითო ქცევაზე¹ მოდიოდა 225 ფუთი კირი, 112 ფუთი ნაცარი და 450 ფუთი სასუქი. დაბარვისა და პატივის მოყრის შემდეგ მოვიდა თოვლი, რის გამო მოყრილი პატივი ნიადაგს შეერია. მაშინ აღნიშნულ კვლებში ჩავთესე სიმინდი იმ წესზე, რომელიც ჩვენშია მიღებული. განსხვავება ნათესს ამოსვლისთანავე დაეტყო. მეტად კარგი სიმინდი იყო ამოსული განავალ და ნაცარმოყრილ კვლებზე, ნაკლები — კირმოყრილ კვალზე. კიდევ უფრო ნაკლები — უსასუქო, მარტო დაბარულ კვალზე“. ამ ცდის შედეგის შეჯამებისას აღინიშნავს: „...რაც შეეხება კირს უნდა შევნიშნო, რომ ეს პატივი ძლიერ გვიან დაეყარა კვალს, რის გამოც ვერ მოასწრო დაშლა და მიწაში შერევა, ეს იყო პირველი მიზეზი, რომ კირმოყრილი კვლის სიმინდს, განავლისა და ნაცარმოყრილი კვლების სიმინდი სჯობდა. კირი ეწერი მიწისთვის შესაფერისი პატივია და თუ არ სჯობს, არც ჩამოუვარდება სასუქსა და ნაცარს, მაგრამ საჭიროა კირის დაყრა შემოდგომაზე. გასაპატივებლად მოხნულ მიწაზე, რომ დათესვამდე შეერიოს კარგად მიწას“ ✕

¹ ქცევა არის 4000 მ². ე. ი. 1 ჰა-ზე შეჰქონდათ: 9 ტ კირი, 4,57 ტ ნაცარი და 18 ტ. განავალი.

მნიშვნელოვანია აგრეთვე ერ. ნაკაშიძის მეორე ნაშრომი „ნავაგიც სიმღიდრეა“, რომელიც ცალკე წიგნადაა გამოცემული. მასში განხილულია ნაკელის მნიშვნელობა, მისი შეგროვების. შენახვისა და გამოყენების წესები, აღწერილია ნაკელის წუმპე (წუნწუნი), წვრილფეხა საქონლის სასუქი, „ღამის ოქრო“, ნაცარტუტა, ძვლები როგორც სასუქი, კომპოსტი და სხვ.

ერ. ნაკაშიძის შრომების განსაკუთრებული მნიშვნელობა იმაში მდგომარეობს, რომ იგი შეიძლება ჩაითვალოს კირსა და სხვა სასუქებზე საქართველოში წარმოებულ პირველ ექსპერიმენტად. მისი შრომებიდან ისიც ირკვევა, რომ საქართველოში მკავე ნიადაგის მოკირიანება გლახთა პრაქტიკით არ დაწყებულა, არამედ მას მეცნიერული საფუძველი ჰქონია, სახელდობრ, ნაკაშიძის მიერ 1887 წელს წარმოებულ მინდვრის ცდის შედეგი.

ღამინდელ პერიოდულ პრესაში იხშირად ქვეყნდებოდა გამოჩენილი აგრონომის, პედაგოგისა და საზოგადო მოღვაწის მიხეილ ყარაშანის ძე ზაალიშვილის (1865—1920) აგროქიმიური ხასიათის სტატიები.

მ. ზაალიშვილს დამთავრებული ჰქონდა ორი უმაღლესი სასწავლებელი, პოლონეთში — ნოვოალექსანდრიის სასოფლო-სამეურნეო და სატყეო ინსტიტუტი და მოსკოვში — სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი (ამჟამად ტიმირიაზევის სასოფლო-სამეურნეო აკადემია).

მ. ზაალიშვილმა ნოვოალექსანდრიის სასოფლო-სამეურნეო და სატყეო ინსტიტუტში სწავლის პერიოდში დაწერა წიგნი „საზოგადო მიწათმოქმედება“ (ანუ ზოგადი მიწათმოქმედება), რომელიც ცალკეული თავების მიხედვით 1888—1890 წწ. „მეურნეში“ ქვეყნდებოდა და 1891 წელს ცალკე წიგნად გამოიცა. ამ წიგნში ნიადაგის განოყიერებასა და მცენარის კვებას დიდი ადგილი აქვს დათმობილი. მასში ცალკე სათაურებით არის წარმოდგენილი: მცენარის კვება, სასუქი ნეხვი, ღამის ოქრო (ადამიანის განავალი), კომპოსტი, გუანო, ძვლები, ნაცარი, აზოტი — ზადნეული სასუქი, მწვანე სასუქი, კირი, მარილი, გიპსი, ტყილი და სხვ. ნაშრომში დახასიათებულია მცენარის საკვები ელემენტები: ნახშირბადი, აზოტი, წყალბადი, კალციუმი, ფოსფორი, მანგიუმი, გოგირდი და სხვა.

მ. ზაალიშვილის ამ წიგნში აგროქიმიური ნაწილი იმ დროის მეცნიერების მიღწევების ღონეზეა შესრულებული. გამოყენებული აქვს მაშინდელი ცნობილი მეცნიერების გობელანის, როზენბერგ-ლაიპინსკის, კოსტიჩევის, მალევსკის, ვოლფისა და სხვათა შრომები. გარჩეული აქვს თეერის, ლიბიხისა და გრანდოა შეხედულებები მცენარის კვებაზე. გარდა ამისა, მან მოსკოვის სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში სწავლის პერიოდში 1897 წელს ჩაატარა სავეგეტაციო ცდა, სადაც ორგანულ სასუქთან ერთად შეისწავლა მინერალური სასუქის მოქმედება. „მეურნე-

ში“ გამოქვეყნებული მასალებიდან ყურადსაღებია ზალიშვილის წერილი „მიწის გაპატივება“ (1888 წ.), სადაც ფართოდ არის განხილული ნიადაგის გალარიბებისა და გამდიდრების საკითხები.

გარდა პერიოდული პრესისა, საქართველოში აგროქიმიის განვითარების საქმეს დიდად შეუწყო ხელი იმეამად დაარსებულმა საცდელმა მინდვრებმა, როგორც იყო ყარაიასის (გარდაბნის, ამჟამად ი. ლომოურის სახელობის სამეცნიერო საწარმოო გაერთიანება „თავთაფი“) საცდელი მინდორი, დაარსებული 1892 წელს ქუთაისის საცდელი მინდორი (დაარსებულია 1895 წელს, იგი სხვადასხვა დროს განლაგებული იყო სოფ. გოდოვანში, კულაშში, აჯამეთში, ამჟამად აჯამეთის საცდელი სადგური) და ოზურგეთის — ზვანის საცდელი მინდორი დაარსებული 1896 წ. (ამჟამად ჩაისა და სხვა სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანების ზვანის საცდელი ბაზა). ამ მინდვრებში ხდებოდა თავიანთი სამოქმედო ზონისათვის კულტურული მცენარეების საუკეთესო ჯიშების შერჩევა, მათი აგროტექნიკის დამუშავება, მათ შორის მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენების საკითხების შესწავლა.

ოზურგეთის საცდელმა მინდორმა თავის დროზე დიდი როლი შეასრულა აჭარა-გურიისა და სამეგრელო-აფხაზეთის სოფლის მეურნეობაში სიახლის შეტანაში, ჩაისა და სხვა სუბტროპიკული კულტურების განვითარება და წარმოებაში დანერგვა დაკავშირებულია ამ საცდელი მინდორის დამაარსებლისა და პირველი ხელმძღვანელის ერ. ნაკაშიძის სახელთან. იგი პირადად მონაწილეობდა და ხელმძღვანელობდა აქ წარმოებულ მინდორის ცდებს.

ეს ექსპერიმენტი დაედო საფუძვლად ერ. ნაკაშიძის მიერ მოზღლიურ ენაზე პირველი ქართული წიგნის „ჩაის ბუჩქი, მისი გაშენება და გადამუშავება“ გამოცემას 1928 წელს. ეს ის პერიოდია, როცა საქართველოში მეჩაიეობის სამრეწველო განვითარებისათვის საფუძვლის ჩაყრა ხდებოდა. ამ წიგნში მეცნიერულად არის გაშუქებული ჩვენი ეროვნული კულტურის — ჩაის პერსპექტივა საქართველოში. მასში მოტანილია ჩაის პლანტაციის გაშენების, მოსავლის აღებისა და ფოთლის გადამუშავების ძირითადი საკითხები.

ქ წიგნის დასკვნით ნაწილში ერ. ნაკაშიძე წინასწარმეტყველურად წერდა: „მეჩაიეობის საქმე საქართველოში დიდ განვითარებას ჰპოვებს... არც ერთი მტკაველი მიწა არ დარჩება აუთვისებელი, მშრომელთა ეკონომიკური მდგომარეობა დიდად გაუმჯობესდება, მთელი დასავლეთი საქართველო — აჭარა, გურია, სამეგრელო, აფხაზეთი ჩაის პლანტაციებით დაიფარება, ეს მხარე გახდება ერთ-ერთ საუკეთესო კუთხედ და საპატიო ადგილს დაიკავებს მთელ საბჭოთა კავშირში“.

ამ საცდელ მინდვრებზე წარმოებული ცდების შედეგებს, ასევე სასუქების, კერძოდ, მინერალური სასუქების მნიშვნელობას მოსავლის გადიდების საქმეში ფართო პროპაგანდას უწევდა სასოფლო-სამეურნეო პერიოდული გამოცემა „მოსავალი“ (1909—1917) და „სასოფლო გაზეთი“ (1912—1918).

ამ გამოცემებიდან ჩანს, რომ რევოლუციამდელ საქართველოში იცოდნენ მინერალური სასუქის მნიშვნელობა. მაგრამ იგი წარმოებაში არ ინერგებოდა, რასაც ობიექტური მიზეზი ჰქონდა. მაგალითად, ფასები სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებზე დაბალი იყო, მინერალურ სასუქზე — მაღალი. ამიტომ გლეხობა უსახსრობის გამო ვერ იყენებდა მას.

შემდგომ პერიოდში ხელი შეეწყო აგროქიმიის განვითარებას. აგროქიმია საქართველოშიც განიცადა ქეშმარიტი აღორძინება. მანამდე მეცნიერების ამ დარგში მუშაობას ემპირიული ხასიათი ჰქონდა. პირველ წლებში საცდელ მუშაობას აგროქიმიაში ხელმძღვანელობდა საქართველოს სსრ მიწსახკომის საცდელი განყოფილება, რომელიც 1929 წლიდან გადაკეთდა სასუქებისა და ნიადაგმცოდნეობის ცენტრალურ საცდელ სადგურად. პარალელურად მუშაობას იწყებს საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ამიერკავკასიის ფილიალი. ამ მუშაობას 1933 წლიდან აგრძელებს სასუქების, აგროტექნიკისა და აგრონიადაგმცოდნეობის (ВИУАА) საქართველოს ფილიალი, ხოლო 1935 წლიდან — იმავე ინსტიტუტის თბილისის ლაბორატორია.

შემდგომ წლებში, სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის დიდი მასშტაბით განხორციელებასთან დაკავშირებით, აგრონომიული ქიმიის განვითარებამ ჩვენში კიდევ უფრო ფართო ხასიათი მიიღო. უმაღლეს და საშუალო სპეციალურ სასწავლებლებში გაძლიერდა აგროქიმიის სწავლება, დარგობრივ კვლევით ინსტიტუტებთან შეიქმნა აგროქიმიური განყოფილებები. შემუშავდა სასუქების გამოყენების ახალი სისტემა (აღნიშნული საკითხი დეტალურად განხილული იქნება ქვემოთ, კულტურების განოყიერების დროს). რასაც მოჰყვა ცალკეული კულტურების მოსავლიანობის გადიდება. მშობლიურ ენაზე გამოიცა აგროქიმიის სახელმძღვანელო და აგროქიმიური ლიტერატურა. მომზადდა მეცნიერული კადრები.

საქართველოში მაღალკვალიფიციური აგროქიმიური კადრების მომზადებაში პრიანიშნიკოვთან ერთად, დიდი წვლილი მიუძღვით ცნობილ საბჭოთა მეცნიერებს: ა. სოკოლოვს, ა. კირსანოვს, ა. პეტერბურგსკს, ნ. კარპინსკის, ფ. ტურჩინს, დ. ასკინაზს, ნ. ივანოვს, ს. რუბინს, ი. ვაიზინს, კ. მაგნიცკის, ნ. ხრისტევას, ს. ალიოშინს და სხვ. აღსანიშნავია, რომ

ამ დარგში ქართველი აგროქიმიკოსების ი. სარიშვილის, ა. მენაღარი-
შვილის, მ. ბზიავას, ი. ნაკაიძის, თ. ონიანის, თ. ზარდალიშვილის,
ი. მარშანიას და სხვათა მუშაობამ არაერთ ახალგაზრდა აღუძრა სოცია-
ლური აგროქიმიისადმი და დაეხმარა მეცნიერების ამ დარგში საგზურის
მიღებაში.

საქართველოში მეცნიერული აგროქიმიის განვითარება მკიდროდა
დაკავშირებული ცნობილი ქართველი ქიმიკოსისა და საზოგადო მოღვა-
წის პეტრე გიორგის ძე მელიქიშვილის სახელთან. როცა სახელმწიფო-
ებრივი მნიშვნელობა მიეცა საქართველოში აგროქიმიის განვითარებას,
ცხოვრებამ სოფლის მეურნეობის სპეციალისტებისათვის დღის წეს-
რიგში დააყენა აგროქიმიური განათლების მიცემის საკითხი. ამასთან
დაკავშირებით, მიზანშეწონილია, განვიხილოთ საქართველოში აგროქი-
მიის სწავლების ისტორია.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ორგანული ქიმიის კათედ-
რასთან პ. მელიქიშვილმა 1919 წელს აგრონომიული ფაკულტეტის
სტუდენტებისათვის პირველმა დაიწყო აგროქიმიის სწავლება. რომელ-
საც მაშინ „სასუქთმცოდნეობა“ ერქვა. ამ საგანს იგი კითხულობდა
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტსა და პოლიტექნიკურ ინსტიტუტ-
შიც. „სასუქთმცოდნეობა“ იკითხებოდა 1927 წლამდე — პ. მელიქიშვი-
ლის გარდაცვალებამდე. „სასუქთმცოდნეობა“, გარდა ამ ორი უმაღლე-
სი სასწავლებლისა, 1919 — 1922 წლებში ისწავლებოდა საქართველოს
უმაღლეს სასოფლო-სამეურნეო კურსებზეც, მას კითხულობდა გ. რცხი-
ლაძე. 1927-დან 1933 წლამდე თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში
აგროქიმიის სწავლება შეწყდა, რადგანაც არავინ იყო ამ საგნის წა-
მკითხავი. 1929 წელს თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბაზაზე
შეიქმნა საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი. ამ ინსტიტუ-
ტის ნიადაგმცოდნეობის კათედრის სასწავლო გეგმაში შევიდა საგანი
„სასუქთმცოდნეობა“, რომელსაც 1933 წლიდან ეწოდა აგროქიმია.
1933-დან 1937 წლამდე საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტ-
ში აგროქიმიის კურსს კითხულობდა ცნობილი ქართველი ნიადაგმცოდ-
ნე დ. გედევანიშვილი.

ჩამ პერიოდში საქართველოში არსებობდა კიდევ ორი სასწავლო
ინსტიტუტი, ჩაის — მახარაძეში და სუბტროპიკულ კულტურათა სა-
კავშირო ინსტიტუტი — თბილისში, იგი 1933 წელს გადავიდა სოხუმში.
მახარაძესა და თბილისში აგროქიმიის კურსს 1931—1934 წწ. კითხუ-
ლობდა ა. მენაღარიშვილი, სოხუმის სუბტროპიკული კულტურე-
ბის საკავშირო ინსტიტუტში 1933—1935 წწ. გ. რცხილაძე, ხოლო
1935—1937 წწ. გ. გიგინეიშვილი.

აგრონომიული ქიმიის სწავლების შემდგომი განვითარება დაკავში-
რებულია საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში აგროქიმი-

ის კათედრის შექმნასთან. აქ აგროქიმიის კათედრის შექმნა დაკავშირებულია პროფ. შ. ცინცაძის სახელთან. იგი 1935 წელს დაბრუნდა აშშ-დან და 1936 წლის 13 მაისს დაიწერა ბრძანება მისი აგროქიმიის კათედრის გამგედ დანიშვნის შესახებ. სამწუხაროდ, ამ შესანიშნავი მეცნიერის სიცოცხლე ადრე შეწყდა და მას ფაქტიურად კათედრის გამგედ არ უმუშაურა, ამიტომ საგანი აგროქიმია კვლავ დარჩა ნიადაგმცოდნეობის კათედრის სტრუქტურაში.

1937 წელს აგროქიმიის ლექციების წასაკითხად ინსტიტუტში მიიწვიეს ახალგაზრდა აგროქიმიკოსი, სოფლის მეურნეობათა კანდიდატი ი. სარიშვილი.

1938 წლის პირველ იანვარს ნიადაგმცოდნეობისა და ზოგადი მიწათმოქმედების კათედრას გამოეყო აგროქიმია და მის ბაზაზე დაარსდა აგროქიმიის კათედრა, რომლის გამგედ აირჩიეს ი. სარიშვილი. მაშინ ამ კათედრის წევრები იყვნენ: დოც. ა. მენალარიშვილი (შემდგომში სახელმწიფოებრივი აგროქიმიკოსი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი), ასისტენტები: ბ. გერასიმოვი, ა. ნარეშელი, გ. გეგეჭკორი, ლაბორანტები ნ. ნაცვლიშვილი, დ. ქართველიშვილი. კათედრამ ფართო სასწავლო-მეთოდური და სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობა გაშალა. შექმნა ძლიერი აგროქიმიური სკოლა, რომელმაც დიდი სამსახური გაუწია სოფლის მეურნეობას. შემდგომ წლებში ი. სარიშვილთან და ა. მენალარიშვილთან ერთად სხვადასხვა ფაკულტეტებზე სალექციო კურსი მიჰყავდათ კათედრის წევრებს დოც. გ. ურუშაძეს, ნ. ზალიევას, ვ. ლეჟავას, ი. ნაკაიძესა და სხვ.

1952 წელს საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის სუბტროპიკული მეურნეობის ფაკულტეტის ბაზაზე შეიქმნა ქუთაისის სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი, 1959 წელს კი გადაიტანეს ქ. სოხუმში და მას საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტი ეწოდა. ამ ინსტიტუტში 1954 წლის 25 აგვისტოს ჩამოყალიბდა აგროქიმიისა და ზოგადი მიწათმოქმედების კათედრა, რომლის გამგედ აირჩიეს ამ ინსტიტუტის პირველი რექტორი, სუბტროპიკული მეურნეობის ქიმიზაციის ცნობილი სპეციალისტი და საზოგადო მოღვაწე გ. გოლეთიანი, რომელსაც აგროქიმიის კურსი მიჰყავდა 1976 წლამდე. მასთან ერთად ამ საგანში მუშაობდნენ: პროფ. ი. ნაკაიძე, დოც. ი. მარშანია, მ. შარაშენიძე, ლაბორანტები გ. ლოლაძე, შემდგომ წლებში აგროქიმიაში სამუშაოდ დატოვეს ამავე კათედრაზე აღზრდილი დოც. დ. გოლეთიანი და ნ. კელენჯერიძე.

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტისა და საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტის კათედრებმა დიდი მუშაობა გასწიეს მაღალი კვალიფიკაციის აგრონომიული კადრების მომზადების საქმეში.

საქართველოში აგრონომიული ქიმიის განვითარება დაკავშირებულია ამ დარგის მრავალი სპეციალისტის შრომასთან. მათ შორის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს პ. მელიქიშვილის, შ. ცინცაძის, ი. სარიშვილის ღვაწლს.

პ. მელიქიშვილი (1850—1927) ოდესის უნივერსიტეტის ფიზიკა-მათემატიკის საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტის წარმატებით დამთავრების შემდეგ კარსლუს პოლიტექნიკურ სკოლაში, აგროქიმიაში ლექციებს ისმენდა და ექსპერიმენტულ მუშაობას აწარმოებდა აგროქიმიის ლაბორატორიაში. შემდეგ გერმანიაში, ლიბიხის ლაბორატორიაში მუშაობდა, ეცნობოდა ბერნბურგის საცდელი სადგურის მუშაობას, პელრიგელის ცდებს პარკოსნების მიერ ნიადაგის აზოტით გამდიდრების შესახებ. შემდეგ საფრანგეთში, ელზასში ბუსენგოს მეცნიერულ მუშაობას ეცნობოდა. პ. მელიქიშვილმა 1881 წელს ქიმიის მეცნიერებაში მოიპოვა მაგისტრის წოდება, ხოლო 1885 წელს — ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორის ხარისხი. 1884 წელს იგი აირჩიეს ოდესის უნივერსიტეტის აგროქიმიის კათედრის დოცენტად, შემდეგ გამგედ.

მსოფლიოში სახელგანთქმული ქართველი მეცნიერის პ. მელიქიშვილის მიერ სოფლის მეურნეობის ქიმიის დარგში ჩატარებული კვლევითი მუშაობიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს შრომებს: ფილოქსერასადმი მდგრადი ნიადაგების დახასიათება, სამხრეთში მელვინეობის შესახებ, სამხრეთ რუსეთის ხორბლისა და თურქმენეთის „ჩულბუგდაის“ ჯიშის ხორბლის გამოკვლევები, რუსული ცხვრის ყველის ანალიზი, ქართული მზა ბაიხის ჩაის ხარისხის განსაზღვრა და სხვ.

პ. მელიქიშვილის დამსახურება განსაკუთრებით დიდია ქართული უნივერსიტეტის დაარსების საქმეში, იგი 1918 წელს ოდესიდან გადმოიყვანეს უნივერსიტეტის პირველ რექტორად, შემდეგ აგრონომიული ფაკულტეტის პირველი დეკანი იყო. აქ პირველად მან ჩამოაყალიბა აგრონომიული ქიმიის ლაბორატორია, შექმნა აგროქიმიის დამოუკიდებელი კურსი და აგროქიმიის კათედრა.

საქართველოში ჩამოსვლის შემდეგ პ. მელიქიშვილმა უფრო ფართოდ გაშალა მეცნიერული, პედაგოგიური და საზოგადოებრივი მუშაობა. მან დააარსა ქიმიის ლაბორატორიები მიწათმოქმედების სახალხო კომისარიატის, ასევე წყალთა მეურნეობის სამმართველოს ხაზით. მონაწილეობდა სასოფლო-სამეურნეო საზოგადოებათა ორგანიზაციებში, ირკვევდა საქართველოს ნიადაგების თვისებებს. იყო სამეცნიერო ტექნიკური საზოგადოების საპატიო თავმჯდომარე, გამოდიოდა საინტერესო მოხსენებებით სოფლის მეურნეობის პროდუქტების ხარისხის გაუმჯობესების საკითხებზე.

საქართველოში პ. მელიქიშვილის მიერ ჩატარებულ გამოკვლევათაგან სოფლის მეურნეობისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მის

შრომებს: „ჩვენი საკმელ-სასამელის ქიმიური შედგენილობა, ჩვენი ღვი-
ნის ქიმიური შედგენილობა, ჩვენი ყველი და სხვ.“. ამ შრომებში მეც-
ნიერულად არის დასაბუთებული საქართველოს სოფლის მეურნეობის
პროდუქტების თვისებები და დასახულია ღონისძიებები ამ პროდუქ-
ტების გადასამუშავებლად. მართალია, ამ პერიოდში ჩვენში აგროქიმი-
ური გამოკვლევები მცირე მასშტაბით ტარდებოდა და იგი ძირითადად
სხვადასხვა პროდუქტების ქიმიურ ანალიზებს ეხებოდა, მაგრამ ამ გა-
მოკვლევებმა დიდი როლი შეასრულა შემდგომში ჩვენში აგროქიმიის
განვითარების საქმეში.

3. მელიქიშილიმა. საქართველოში ხანმოკლე პედაგოგიური და
მეცნიერული მოღვაწეობის პერიოდში, დიდი მუშაობა გასწია ქიმიის
დარგში მეცნიერი და პრაქტიკოსი კადრების მოსამზადებლად. მისი
ხელმძღვანელობით შექმნილი თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
აგრონომიული ფაკულტეტი გადაიქცა აგრონომიული კადრების მომზა-
დების მტკიცე საფუძვლად და ამ ფაკულტეტის ბაზაზე, შემდგომში,
მრავალი უმაღლესი სასოფლო-სამეურნეო სასწავლებელი და სამეცნი-
ერო კვლევითი დაწესებულება აღმოცენდა და განვითარდა.

შ. რ. ცინცაძე (1900—1937) თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტე-
ტის დამთავრების შემდეგ, 1924 წელს, პ. მელიქიშილიმა მიავლინა
მოსკოვში, მუშაობდა მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტსა და სასოფ-
ლო-სამეურნეო აკადემიაში—დ. პრიანიშნიკოვისა და მ. დომანტოვიჩის
ხელმძღვანელობით.

ზელინსკისა და პრიანიშნიკოვის ლაბორატორიებში შ. ცინცაძემ შე-
იმუშავა მცენარის ნორმალური საკვები ხსნარი, რომელსაც პრიანიშ-
ნიკოვმა „ცინცაძის ნარევი“ უწოდა. ამ ნარევის ხუთი სხვადასხვა სა-
ხეობა დღესაც ფართოდ გამოიყენება სავეგეტაციო ცდებში (წყლის
კულტურა).

მეცნიერული მუშაობის შემდგომ გასაღრმავებლად ცინცაძე მივი-
ნებული იყო უცხოეთში. 1927—1929 წლებში იგი ბრესლავისა და ბერ-
ლინის უნივერსიტეტებში მუშაობდა. 1929 წელს ბრესლავის უნივერ-
სიტეტში დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია ანალიზურ ქიმიის, მისი
სადისერტაციო თემა იყო „ფოსფორისა და დარიშხანის მკვებების კო-
ლორიმეტრული განსაზღვრის ახალი მეთოდები“. ამ მეთოდებმა ფარ-
თო გავრცელება ჰპოვა მსოფლიოს ბევრი ქვეყნის ლაბორატორიული
მუშაობის პრაქტიკაში.

1930—1933 წლებში ცინცაძე მივიწინებულ იყო საფრანგეთში.
მუშაობდა პარიზის უნივერსიტეტში ცნობილ მეცნიერებთან დემო-
ლონთან და ბერტრანთან, სწავლობდა რენტგენის სხივების გამოყენებით
ფოსფორიტების სტრუქტურას, გააგრძელა პრიანიშნიკოვის ლაბორა-
ტორიაში დაწყებული მუშაობა სტაბილური H-ის იონების (pH) მქო-

ნე მკვებავი ნარევების შესწავლაზე. ამავე საკითხზე დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია და უნივერსიტეტის სამეცნიერო საბჭომ მას მიანიჭა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხი აგროქიმიისში. 1933 წელს ცინცაძე მივლინებული იყო ინგლისში ლონდონისა და კემბრიჯის უნივერსიტეტებში, ასევე როტამსტედის საცდელ სადგურში, აქ ე. რასელთან და ე. ფიშერთან შესწავლა მათემატიკური სტატისტიკის ახალი მეთოდების გამოყენება აგროქიმიურ გამოკვლევებში.

1934 წელს შ. ცინცაძე კვლევითი მუშაობის შემდგომი გაღრმავების მიზნით მიავლინეს ამერიკაში როჯერსკის, ჰოპკინსისა და კალიფორნიის უნივერსიტეტებში.

შ. ცინცაძის მეცნიერული გამოკვლევებიდან ყურადღებას იმსახურებს კალიუმის განსაზღვრის ორიგინალური კოლორიმეტრული მეთოდი, რაც საშუალებას იძლევა ხსნარში განვსაზღვროთ კალიუმის მცირე კონცენტრაცია (1 მგ-ზე ნაკლები ლიტრში). ასევე ქიმიური კვლევის აპარატურაში მის მიერ შეტანილი გაუმჯობესებანი, სახელდობრ ულტრასაფილტრაციო აპარატი და მის მიერ კონსტრუირებული ფოტომეტრული კოლორიმეტრი ფოსფორმეავას განსაზღვრისათვის. „ცინცაძის რეაქტივს“ ამჟამადც ამზადებს მოსკოვის ვოიკოვის ქიმიური ქარხანა და საზღვარგარეთის მრავალი ცნობილი ფირმა.

შ. ცინცაძე ქიმიის მრავალი დარგის მცოდნე იყო. 1936 წელს მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმმა მას დისერტაციის დაცვის გარეშე მიანიჭა ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხი. რის საფუძველსაც წარმოადგენდა მისი მნიშვნელოვანი გამოკვლევები ანალიზურ და ორგანულ ქიმიის, განსაკუთრებით ფოსფორის ნაერთების თვალსაჩინო გამოკვლევები.

სამშობლოში დაბრუნების შემდეგ შ. ცინცაძე დაინიშნა ანალიზური ქიმიის პროფესორად, ქიმიის ფაკულტეტის დეკანად თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში. მეცნიერულ კვლევას ეწეოდა მელიქიშვილის სახელობის ქიმიის ინსტიტუტის ანალიზური ქიმიის განყოფილებაში, ხელმძღვანელობდა ასპირანტებს, იყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტის უფროსი კონსულტანტი, კვლევით მუშაობას ატარებდა სუბტროპიკული კულტურების დარგში.

შ. ცინცაძემ ცოტა ხანი, 37 წელი იცოცხლა. გამოაქვეყნა 36 შრომა ქართულ, რუსულ, ინგლისურ, ფრანგულ და გერმანულ ენებზე, ეს შრომები აღიარებულია როგორც კლასიკური. იგი კარგად ფლობდა ამ ენებს, საინტერესო მოხსენებებით გამოდიოდა საერთაშორისო კონგრესებზე, სიმპოზიუმებსა და კონფერენციებზე, მეცნიერთა შორის სარგებლობდა დიდი ავტორიტეტით და შორის გაჰქონდა სამშობლოს სახელი.

ი. ფ. ხარიშვილი (1912—1977) საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის დამთავრების შემდეგ 1934 წელს ჩაირიცხა და 1936 წელს დაამთავრა ლენინგრადის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის სასუქების, აგროტექნიკისა და ნიადაგმცოდნეობის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ასპირანტურა. იქვე დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია — მიენიჭა სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხი.

ი. ხარიშვილი 1936 წელს მუშაობას იწყებს ტენიანი სუბტროპიკების სოხუმის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის აგროქიმიის ლაბორატორიის გამგედ, ხოლო 1937 წელს გადაჰყავთ თბილისში მეაბრეშუმეობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მეთუთეობის სექტორის გამგედ. მან სოხუმის ტენიანი სუბტროპიკებისა და თბილისის მეაბრეშუმეობის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში მცირე ხნით მუშაობის პერიოდში, თავის თანამშრომლებთან ერთად შეისწავლა ფოსფორმკვას შთანქმის პირობები და თუთის ნარგაობის განოყიერების საკითხები.

1937 წელს იგი მიიწვიეს საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში ნიადაგმცოდნეობისა და ზოგადი მიწათმოქმედების კათედრის დოცენტად აგროქიმიის ლექციების წასაკითხავად, 1938 წელს იგი სათავეში ჩაუდგა და 1974 წლამდე განაგებდა აგროქიმიის კათედრას.

აგროქიმიის კათედრის ჩამოყალიბება საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში დიდმნიშვნელოვანი მოვლენა იყო ჩვენი რესპუბლიკის სოფლის მეურნეობის ცხოვრებაში. ამით მტკიცე საფუძველი ჩაეყარა სოფლის მეურნეობის სპეციალისტების აგროქიმიურ განათლებას, მაღალკვალიფიცირებულ აგროქიმიკოსთა კადრების მომზადებასა და აგროქიმიის სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის ცენტრის შექმნას.

კათედრის გამგის პირველი რიგის საზრუნავი იყო კათედრის წევრთა კვალიფიკაციის ამაღლება, კათედრის უზრუნველყოფა სამეცნიერო-ტექნიკური ბაზით, მშობლიურ ენაზე აგროქიმიის სახელმძღვანელო. აგროქიმიური ლიტერატურის გამოცემა და სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის გაშლა. ი. ხარიშვილმა მთელი თავისი პედაგოგიური და სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობა მთლიანად დაუკავშირა ამ კათედრის საქმიანობას. კათედრაზე უახლესი ტექნიკით აღჭურვილი სასწავლო და კვლევითი ლაბორატორია შეიქმნა, აშენდა სპეციალური სახლი, მოეწყო საცდელი მიწდრები, მისი ინიციატივით საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში ჩამოყალიბდა აგროქიმიის-ნიადაგმცოდნეობის განყოფილება. შემოიღეს კათედრის ღია სხდომების ჩატარება, სადაც წარმოების მუშაკებს აცნობდნენ კათედრის წევრთა მიერ ჩატარებული კვლევითი მუშაობის შედეგებს. კათედრა ხელმძღვანელობდა ჩვენი

რესპუბლიკის, ასევე ამიერკავკასიის მოძმე რესპუბლიკების აგროქიმიკოსთა მეთოდური თათბირების. სამეცნიერო კონფერენციების, სიმპოზიუმების ჩატარებას, კვლევითი მუშაობის შედეგებზე სპეციალური კრებულების გამოცემას.

ი. სარიშვილმა კათედრის წევრებთან ერთად ქართულ ენაზე შექმნა ორიგინალური სახელმძღვანელო და დამხმარე სახელმძღვანელოები აგროქიმიკაში: აგრონომიული ქიმიკა — 1957, აგროქიმიკა — 1960. მისი რედაქციით გამოიცა პრიანზნიკოვის კლასიკური სახელმძღვანელოს — აგროქიმიკა, ქართული თარგმანი — 1940. ასევე აგროქიმიკის პრაქტიკული სავარჯიშოს მოკლე კურსი — 1940, 1947, აგროქიმიკის პრაქტიკულში — 1953, 1956, 1963, 1972. სასუქების ცნობარი აგრონომებისათვის — 1953, 1960. ამ სახელმძღვანელოებზე აღიზარდა აგრონომთა მრავალი თაობა. მათი მნიშვნელობა განუზომლად დიდია აგრეთვე მეცნიერული და წარმოების მუშაკთა კვალიფიკაციის ამაღლების საქმეში.

ი. სარიშვილი დიდ, ნაყოფიერ მუშაობას აწარმოებდა სოფლის მეურნეობის, კერძოდ, სასოფლო-სამეურნეო განათლების ისტორიის დარგში. მან გ. თოდუასთან ერთად 1971 წელს გამოსცა ფუნდამენტური მონოგრაფია — „აგრონომიული ქიმიკა საქართველოში“, ხოლო 1972 წელს „საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი“. ი. სარიშვილი 40 წელზე მეტი ხნის მანძილზე ეწეოდა უმაღლესი სასწავლებლის პედაგოგის მძიმე და საპატიო მისიას. მისი ლექციები ღრმა მეცნიერული შინაარსით ხასიათდებოდა და იზიდავდა მსმენელს. მისი ხელმძღვანელობით 26-მა კაცმა დაიცვა საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაცია აგროქიმიკაში.

ი. სარიშვილი პედაგოგიურ მუშაობასთან ერთად დიდი მასშტაბის სამეცნიერო-კვლევით მუშაობას ეწეოდა ჩვენი ქვეყნის სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის აქტუალურ საკითხზე. ფართოდ არის აღიარებული მისი შრომები — ნიადაგის თვისებების, სასუქების გამოყენების, ცალკეული კულტურების განოყიერების საკითხებზე. ასევე „საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკების წითელმიწა და ეწერი ნიადაგების მოკირიანების თეორია და პრაქტიკა“, რომელზედაც მან 1948 წელს, მოსკოვში, დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია. მისი ხელმძღვანელობით 1959 წელს ოჩხამურის ჩაის საბჭოთა მეურნეობის მაგალითზე შეიქმნა პირველი აგროქიმიკური კარტოგრაფია, რაც ბევრ მის სხვა რეკომენდაციებთან ერთად ფართოდ დაინერგა წარმოებაში.

ი. სარიშვილის კალამს ეკუთვნის 12 მონოგრაფია და ორასამდე სამეცნიერო და პოპულარული ნაშრომი, რომელიც დღესაც დიდ სამსახურს უწევს ჩვენი ქვეყნის ქიმიზაციის პრობლემების გადაწყვეტას.

ი. სარიშვილი არა მარტო დიდი პედაგოგი და მეცნიერი იყო, არამედ უმაღლესი განათლებისა და მეცნიერების კარგი ორგანიზატორიც.

სადაც კი მუშაობდა — კათედრის გამგედ (1938—1974), აგრონომიული ფაკულტეტის დეკანად (1948—1956), ინსტიტუტის რექტორად (1956—1974), აგროქიმიური მომსახურების საკავშირო ინსტიტუტის ამიერკავკასიის ფილიალის დირექტორად — (1974—1977) ყველგან ნათელი კვალი დატოვა.

ი. სარიშვილის დამსახურება დიდად დაფასდა. იგი არჩეული იყო საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილ წევრად (1957), განაგებდა ამ აკადემიის აგროქიმიის სექციას, საკავშირო სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად (1972). მინიჭებული ჰქონდა რესპუბლიკის მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწის საპატიო წოდება (1959), დაჯილდოებული იყო ორდენებითა და მედლებით. გარდაიცვალა 1977 წ. 5 ივნისს, დაკრძალულია საზოგადო მოღვაწეთა საბურთალოს პანთეონში.

გ. ი. გოლეთიანი (1903—1975) იმ მოღვაწეთა შორისაა ვინც დიდი ამაგი დასდო სუბტროპიკული მეურნეობის განვითარებას. ა. ტიმირიაზევის სახელობის სასოფლო-სამეურნეო აკადემიის დამთავრების შემდეგ 1932 წელს იგი დაინიშნა ახლად ორგანიზებული ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში მეცნიერ მუშაკად. აქ მან დაიწყო ჩაისათვის ნიადაგების შერჩევისა და ჩაის მცენარის კვების საკითხების შესწავლა. მისი საკანდიდატო დისერტაცია (1939) ეხებოდა წითელმიწა ნიადაგების მეკვიანობის ბუნებას, მის გამომწვევ მიზეზებსა და რეგულირების საშუალებებს. მის ამ გამოკვლევებს თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა ღღესაც არ დაუკარგავს.

დიდი სამამულო ომის დამთავრების შემდეგ 1946 წელს დაინიშნა ჩაისა და სხვა სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილედ სამეცნიერო დარგში. 1951 წელს გ. გოლეთიანი გადაიყვანეს საქართველოს სსრ ტექნიკური კულტურების სამინისტროში სასოფლო-სამეურნეო მეცნიერების მიღწევების პროპაგანდის უფროსის მოადგილედ. აქ მან დიდი მუშაობა ჩაატარა სასოფლო-სამეურნეო მეცნიერების მიღწევების პროპაგანდისა და წარმოებაში დანერგვისათვის. 1952 წელს დანიშნეს ქუთაისის სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის (ამჟამად საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტი) დირექტორად, სადაც 1957 წლამდე იმუშავა. დიდია მისი დამსახურება ახლად ორგანიზებული უმაღლესი სასწავლებლის კადრებით უზრუნველყოფისა და მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის შექმნაში. აქ მან გამოავლინა უმაღლესი სკოლისა და მეცნიერების ორგანიზატორის კარგი თვისებები.

გ. გოლეთიანმა შეაჯამა მრავალი წლის მანძილზე გაწეული მეცნიერული გამოკვლევები ჩაის მცენარის კვების საკითხზე და ა. ტიმირიაზევის სახელობის სასოფლო-სამეურნეო აკადემიის საბჭოზე (1959 წ.) დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია. ეს შრომა ჩაის მცენარის კვების ახლებურად მიდგომის საკითხებს ეხება.

გ. გოლეთიანმა ხუთი ათეული წელი მოახმარა სუბტროპიკული მიწათმოქმედების ქიმიზაციის აქტუალური საკითხების შესწავლას. ამ საკითხზე გამოაქვეყნა 62 შრომა, სადაც ავტორი ეხება სუბტროპიკული კულტურების, განსაკუთრებით ჩაის მოსავლიანობასთან დაკავშირებულ მცენარის, ნიადაგისა და სასუქის ურთიერთმოქმედებათა დადგენას, რასაც საფუძვლად დაედო მისი გამოკვლევები წითელმიწა ნიადაგის მქავეიანობის ბუნებისა და მისი რეგულირების საშუალებების, ჩაის მცენარის ფესვების კვების, სასუქების გავლენით ჩაის მცენარის მოსავლიანობისა და ნიადაგის თვისებების, მინერალური სასუქების რაციონალურად გამოყენების მეთოდების დამუშავებას, წითელმიწა ნიადაგებში ფოსფორიტების რეჟიმს და სხვ.

გ. გოლეთიანმა შეიმუშავა ნიადაგის გაცვლითი მქავეიანობის განსაზღვრის ახალი ორიგინალური მეთოდი, ასევე ლიმონმქავეა და ნახშირმქავეა ამონიუმის გამონაწურში ფოსფორის განსაზღვრის მეთოდის მოდიფიკაცია, რომლებიც შეტანილია ავრკიმიის სახელმძღვანელოებში და ისწავლება ჩვენი ქვეყნის უმაღლეს სასოფლო-სამეურნეო სასწავლებლებში.

გ. გოლეთიანს მინიჭებული ჰქონდა საქართველოს სსრ და აფხაზეთის ასს რესპუბლიკის მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწის საპატიო წოდება. დაჯილდოებული იყო „წითელი ვარსკვლავის“ ორდენითა და მრავალი მედლით.

სასუქების მნიშვნელობა და მათი გამოყენება სოფლის მეურნეობაში

სოფლის მეურნეობა სახალხო მეურნეობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი და ურთულესი დარგია. მასზეა დამოკიდებული სახალხო მეურნეობის ყველა დარგის ეფექტურობა. ამას იმიტომ აღვნიშნავთ, რომ სახალხო მეურნეობის ყველა დარგში ადამიანის წარმატებები დიდად არის დამოკიდებული საკვები პროდუქტებით მათ უზრუნველყოფაზე.

ამიტომ, დღევანდელ მსოფლიოში გადასაწყვეტ პრობლემათა შორის პირველი პრობლემა მსოფლიო ცილის პრობლემაა, აგრეთვე სოფლის მეურნეობამ მრეწველობის მრავალი დარგი უნდა უზრუნველყოს ნედლეულით. ურთულესია იმიტომ, რომ იგი დამოკიდებულია მრავალ ბუნებრივ ფაქტორსა და მოვლენაზე, რომელთა მართვა ადამიანს წარმოების პირობებში ჯერჯერობით არ შეუძლია (სინათლე, სითბო, წყალდიდობა, სეტყვა და სხვ.). სასუქი ერთი მხრივ, შედარებით იოლად სამართავი ღონისძიებაა, მეორე მხრივ იგი სოფლის მეურნეობის პროდუქციის წარმოების გადიდების ძირითადი საშუალებაა.

გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის (OOH) სასურსათო კომისიის მონაცემებით დღევანდელ მსოფლიოში ყოველწლიურად იხოცება 40 მილ. ადამიანი, მოსახლეობის $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ ქრონიკულ შიმშილს განიცდის. სიკვდილიანობა და შიმშილი მართალია სოციალური მოვლენაა, მაგრამ იგი იმ ქვეყნებშია მეტი, სადაც ერთ სულ მოსახლეზე ნაკლებ სასუქს იყენებენ, ან სულ არ იყენებენ მას.

სასუქების გამოყენების მსოფლიო პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ მინერალური სასუქის სწორად გამოყენებას შეუძლია შიმშილისაგან ადამიანთა ხსნა. დღეისათვის ჩვენი პლანეტის მოსახლეობის ყოველი მეოთხე ადამიანი იმ ნამატი მოსავლით იკვებება, რომელიც სასუქის გამოყენებით არის მიღებული.

გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის აგროქიმიური საზოგადოების ფედერაციის (FAO) გაანგარიშებით 2000 წლისათვის თუ ჩვენი პლანეტის მოსახლეობა 6 მილიარდს გადააჭარბებს, მაშინ მოსახლეობის სასურსათო პროდუქტებით უზრუნველსაყოფად საჭიროა მარცვლოვანი კულტურების მოსავლის 100%-ითა და შეცხოველეობის პროდუქტების 200%-ით გადიდება. შესაბამისად საჭიროა მინერალური სასუქების წარმოების გადიდება (ცხრ. 1).

ცხრილი 1. მსოფლიოში სასუქებზე მოთხოვნილება 2000 წლისათვის (FAO, საკვები ელემენტი, მლნტ)

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	მიკროელემენტი	სულ
170	70	60	7,2	307,2
55	23	20	2,0	100%

მინერალურ სასუქთა ასორტიმენტში პირველ ადგილს იჭერს აზოტინი, მეორეს — ფოსფორიანი, მესამეს — კალიუმიანი სასუქები, ხოლო მათთან შედარებით მცირე იქნება მიკროსასუქები.

ქვეყნებში, სადაც მრეწველობა განვითარებულია, ერთ სულ მოსახლეზე მინერალური სასუქების წარმოება საკვებ ელემენტებზე გადანაგარიშებით გაიზარდა 55-დან 135 კგ-მდე, ხოლო განვითარებად ქვეყნებში 7-დან 23 კგ-მდე. ამგვარად, მინერალური სასუქების წარმოება 2000 წლისათვის 3-ჯერ გადიდდება.

მინერალური სასუქების წარმოების ზრდის ასეთი ტემპი მიზნად ისახავს მიწათმოქმედებაში საკვები ელემენტების ბალანსის შენარჩუნებას. საკვები ელემენტების ბალანსი მიწათმოქმედებაში არის სხვაობა ნიადაგში შეტანილი საკვები ელემენტების რაოდენობასა და მოსავლით გამოტანილს შორის.

ნიადაგიდან მოსავლით საკვები ელემენტების გამოტანას განსაზღვრავს საკვები ელემენტების ის რაოდენობა, რომელსაც შეიცავს ძირითადი და თანამგზავრი მოსავალი ფართობის ერთეულზე.

საკვები ელემენტების ნიადაგში დაბრუნება განისაზღვრება იმ რაოდენობით, რომელსაც შეიცავს სასუქი, ასევე თესლი, მცენარეული ანარჩენები, ატმოსფეროს მოლეკულური აზოტის ფიქსაციის შედეგად დაგროვილი აზოტი და სხვ.

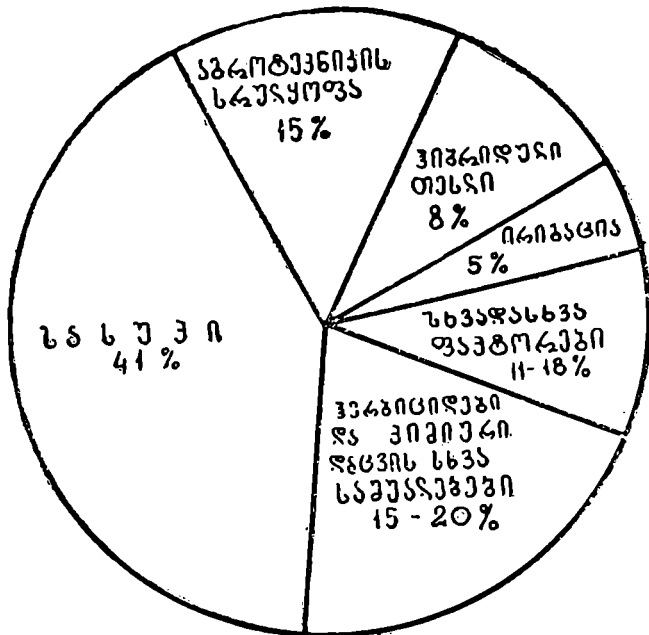
სასოფლო-სამეურნეო მცენარეები საკვები ელემენტების მიმართ სხვადასხვანირი მოთხოვნილებისაა. ამიტომ მათ ნიადაგიდან საკვები ელემენტები გამოაქვთ სხვადასხვა რაოდენობით.

მცენარის მიერ ნიადაგიდან საკვები ელემენტების გამოტანა იწვევს ნიადაგის გამოფიტვას და მოსავლის დაცემას. მისი აღდგენა შესაძლებელია მხოლოდ სასუქების გამოყენებით. სპეციალისტების გაანგარიშებით მოსავლის ზრდის 50% სასუქის, ხოლო დანარჩენი 50% სხვა ხერხების (აგროტექნიკა, ჯიში, მელიორაცია და სხვ.) გამოყენების ხარჯზე მოდის.

ამერიკის შეერთებული შტატების სამეცნიერო-კვლევითი ორგანიზაციების მონაცემებით ამ ქვეყანაში ომის შემდგომ პერიოდში წარმოებული მოსავლის 41% მინერალური სასუქის გამოყენებით მიიღეს (სურ. 2).

მოსავლის ზრდა იწვევს მცენარის მიერ საკვები ნივთიერების გამოყენების გადიდებას. ამიტომ რაც მეტია გეგმიური მოსავალი, მით მეტი მინერალური სასუქის გამოყენებაა საჭირო. მხედველობაშია მისაღები ის, რომ მოსავალი იზრდება სასუქის ნორმის მხოლოდ გარკვეულ დონემდე გადიდებით. ეს ის ნორმაა, რომლის გამოყენებით სასუქის ერთეულის უმაღლესი ანაზღაურება მიიღება მოსავლით.

მსოფლიოში მიწათმოქმედების გამოცდილება ამტკიცებს, რომ მოსავლის დონე მჭიდრო კავშირშია სასუქების გამოყენებასთან. ამის საუკეთესო მაგალითია, როგორც ამას დ. პრიანიშნიკოვი აღნიშნავს, დასავლეთ ევროპაში ხორბლის მოსავლის დინამიკა უკანასკნელი 150



სურ. 2. აგროტექნიკური ხერხების ხედრითი წილი მოსავლის შექმნაში.

წლის მანძილზე. 1770—1780 წლებში, სანამ სასუქს გამოიყენებდნენ, ხორბლის მოსავალი იყო 7 ც/ჰა, სასუქის გამოყენებით მოსავალი გაიზარდა და 1840—1880 წწ. შეადგინა 16 და 1925 წელს — 30 ც/ჰა.

მინერალური სასუქის დიდ მნიშვნელობაზე მიგვანიშნებს ის, რომ მისი წარმოებისა და გამოყენების ზრდა ხდება მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში (ცხრ. 2). მინერალური სასუქების წარმოება მოითხოვს ელექტროენერგიას. მიუხედავად მსოფლიო ენერგეტიკული კრიზისისა, დღეისათვის ჩვენ პლანეტაზე 600 დანადგარია, რომელიც ამონიაკის სინთეზს აწარმოებს. ეს დანადგარები დღე-ღამეში 125 მლნ ნავთობის ექვივალენტურ ენერგიას ხარჯავენ. მსოფლიო ბაზარზე არც ფასების სპირალური ზრდა უშლის ხელს ყველა ქვეყანაში სასუქის გამოყენების გადიდებას.

მსოფლიოში აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების გამოყენება (FAO) 1905 წელს შეადგენდა 1,9 მლნ ტონას, 1982 წლისათვის კი 116,1 მლნ ტონას მიაღწია, ე. ი. 76 წლის მანძილზე სასუქების გამოყენება 61-ჯერ გაიზარდა, ხოლო მოსახლეობა — 2,7-ჯერ. (1900 წელს 1,6 მილიარდი, 1982 წელს — 4,4 მილიარდი კაცი).

ცხრილი 2. მინერალური სასუქების წარმოება და გამოყენება მსოფლიოში
(FAO, 1981 წ. საკვები ელემენტო, მლნ ტ)

სასუქი	წარმოება						გამოყენება					
	1976—1977	1977—1978	1978—1979	1979—1980	1980—1981		1976—1977	1977—1978	1978—1979	1979—1980	1980—1981	
					მლნ. ტ	%					მლნ ტ	%
N	46,2	49,6	53,8	59,8	62,7	51	45,1	47,8	51,4	57,2	60,3	52
P ₂ O ₅	28,2	30,0	32,4	33,4	33,4	27	27,3	28,3	30,4	31,4	31,5	27
K ₂ O	25,3	25,8	26,5	26,9	27,4	22	23,2	23,3	24,8	23,4	24,3	21
სულ	99,7	105,4	112,7	120,1	123,5	100	95,6	99,4	106,6	112,0	116,1	100

სასუქების მაღალი ეფექტურობის შესახებ მსჯელობა შეიძლება მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში ერთ პექტარზე გამოყენებული სასუქებისა და ძირითადი კულტურების მოსავლის დონის მიხედვით (ცხრ. 3).

ცხრილი 3. მინერალური სასუქების გამოყენება და ზორბლისა და კარტოფილის მოსავალი (1977 წელი)

ქვეყანა	N, კგ/ჰა	მოსავალი, ც/ჰა	
		ზორბალი	კარტოფილი
ნიდერლანდები	758	52	338
იაპონია	431	62	190
გერ	423	45	284
გდრ	353	43	275
დიდი ბრიტანეთი	274	49	284
ჩეხოსლოვაკია	320	43	161
საფრანგეთი	269	42	275
იტალია	105	23	185
აშშ	106	21	292
ესპანეთი	62	15	147
სსრკ	75	15	118
ინდოეთი	20	14	115

მართალია, მსოფლიოში მინერალური სასუქების წარმოება იზრდება, მაგრამ იგი ჯერჯერობით მეტად არა თანაბრად არის განაწილებული კონტინენტების მიხედვით. მცირეა მისი ხვედრითი წილი აზიის, აფრიკისა და ლათინური ამერიკის ქვეყნებში.

სასუქების ინტენსიური გამოყენებით ბევრმა ქვეყანამ, რომელიც ადრე სოფლის მეურნეობის პროდუქტების იმპორტს ეწეოდა, ექსპორ-

ტიორი გახდა. მაგალითად, საფრანგეთი მეორე მსოფლიო ომამდე ყიდულობდა ბოსტნეულს, მარცვალს, ხორცს, ახლა ექსპორტს აწარმოებს. ინგლისმა მიმდინარე საუკუნის პირველ ნახევარში (1900—1948) ხორბლისა და ქერის მოსავალი 20%-ით, ხოლო მომდევნო 20 წლის მანძილზე (1948—1968) 50%-ით გაადიდა.

მინერალური სასუქების გამოყენების მსოფლიო პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ აზოტი, P_2O_5 და K_2O თუ ნორმალურად შეიტანება ნიადაგში და დარღვეული არ იქნება მათ შორის შეფარდება, მაშინ ყოველი კილოგრამი მოგვცემს 10 კგ დამატებით მარცვალს ან ექვივალენტური რაოდენობით სოფლის მეურნეობის სხვა პროდუქტებს. სასუქთა შორის პირველი ადგილი აზოტიან სასუქს ეკუთვნის — მისი ყოველი კილოგრამი გამოყვებაში 15 კგ და მეტ მარცვალს იძლევა.

სასუქების წარმოება, გამოყენება და მათი როლი მიწათმოქმედების ინტენსიფიკაციაში

აგრარული პოლიტიკის თანამიმდევრული განხორციელება პირველ რიგში ითვალისწინებს ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურის მოსავლიანობის ამაღლებას, მიწათმოქმედების ინტენსიფიკაციის ღონისძიებების გეგმაზომიერ განხორციელებას.

სოფლის მეურნეობის მართვის თანამედროვე სისტემა მოიცავს ქიმიური საშუალებების ფართოდ გამოყენებას. მისი შემადგენელი ნაწილებია: მინერალური სასუქების, ქიმიური მელიორანტების, სარეველებთან და კულტურულ მცენარეთა მავნებლებთან და დაავადებებთან ბრძოლის ქიმიური საშუალებების, მეცხოველეობისათვის საკვებზე ქიმიურ დანამატთა გამოყენება.

სოფლის მეურნეობის წარმოების განვითარება, მისი მიღწევები დაკავშირებულია ქიმიზაციასთან. ამას ადასტურებს შემდეგი მონაცემები: საშუალოდ X ხუთწლედის ყოველ წელს მიღებულია მეხუთე ტონა მარცვალი, მესამე ტონა — ხამი ბამბა, მერვე ტონა — შაქრის ჭარხალი, მეშვიდე ტონა — მზესუმზირა, მეათე ტონა — კარტოფილი და ბოსტნეული, მეორე-მესამე ტონა ჩაის მწვანე ფოთოლი და ციტრუსების ნაყოფი.

ქიმიური მრეწველობა რუსეთში დაბალ დონეზე იყო. მინერალური სასუქების გამოყენება 1913 წელს შეადგენდა 17 ათას ტ. (საკვები ელემენტი). იგი მნიშვნელოვნად ჩამორჩებოდა გერმანიასა და დასავლეთ ევროპის სხვა ქვეყნებს მინერალური სასუქების წარმოების მხრივ.

რუსეთის მრეწველობა უშვებდა მარტივ, ფხვნილისებრ სუპერფოს-

ფატს და მცირე რაოდენობით ფოსფორიტის ფქვილს, ნახევრად კუსტარული დანადგარების გამოყენებით. კალიუმისანი სასუქების წარმოება საერთოდ არ იყო. აზოტიანი სასუქებიდან მცირე რაოდენობით მხოლოდ კოქსქიმიური ამონიუმის სულფატს აწარმოებდნენ. სოფლის მეურნეობაში მცირე რაოდენობით მინერალურ სასუქს იყენებდნენ, რომლის დაახლოებით 60% უცხოეთიდან შემოპქონდათ.

1913 წელს რუსეთში ერთ პექტარ სახნავ-სათესზე 0,04 კგ საკვები ელემენტი მოდიოდა, დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში კი — 64 კგ იყო.

შემდგომ პერიოდში დიდი ყურადღება დაეთმო სოფლის მეურნეობის განვითარებას.

სამამულო ომის წინა წლებში გარკვეული მუშაობა ჩატარდა ჩვენს ქვეყანაში ქიმიური მრეწველობის, კერძოდ, მინერალური სასუქების წარმოების განვითარებისათვის, რომელიც ჩვენი ქვეყნის სოფლის მეურნეობის სრულ ქიმიზაციას ითვალისწინებდა. ამ დიდი ამოცანის მთლიანი განხორციელება არ მოხერხდა. იგი ჩვენს ქვეყანაზე ფაშისტური გერმანიის თავდასხმამ შეაფერხა. სამამულო ომის წლებში მინერალური სასუქების წარმოება თითქმის შეწყდა. სასუქების მწარმოებელი ქარხნები ქვეყნის თავდაცვის სამსახურში ჩადგა — საომარ მასალებს უშვებდა.

30-იან წლებში ჩვენმა მრეწველობამ აითვისა სამამულო ფოსფორიტისა და კალიუმის ნედლეულის გადამუშავების ტექნოლოგია. სარეწველო მასშტაბით ფართოდ დაინერგა ამონიაკის სინთეზი, აშენდა მთელი რიგი მსხვილი სასუქების მწარმოებელი ქარხნები და ქიმიური სასუქების წარმოების მხრივ მსოფლიოში ერთ-ერთი წამყვანი ადგილი დაიკავა. მინერალური სასუქების წარმოებამ 1940 წელს 727 ათას ტონას (საკვები ელემენტი) მიაღწია, იგი 1913 წელთან შედარებით 44-ჯერ გაიზარდა და მსოფლიოში მეოთხე ადგილზე გამოვიდა.

დიდი სამამულო ომის გამარჯვებით დამთავრების შემდეგ განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო ქიმიური მრეწველობის განვითარებასაც. 1948 წლისათვის გადააპარბეს მინერალური სასუქების წარმოების ომამდელ დონეს, 1960 წლისათვის 3,3 მლნ ტონას (საკვები ელემენტი) მიაღწია, ხოლო 1988 წლისათვის 37 მლნ ტ შეადგინა.

ჩვენს ქვეყანაში მინერალური სასუქების წარმოება განსაკუთრებით მაღალი ტემპით განვითარდა უკანასკნელი ოცი-ოცდახუთი წლის მანძილზე (ცხრ. 4).

ცხრილი 4. სსრ კავშირში მინერალური სასუქების წარმოება
(საკვები ელემენტი, ათასი ტ)

წლები	საკვები ნივთიერება	მათ შორის		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1928	25,6	2,3	23,3	0
1935	50,5	76,4	311,6	121,6
1940	755,7	199,0	335,7	221,0
1945	253,0	152,6	46,0	54,6
1950	1235,7	392,2	531,0	312,0
1955	2299,4	613,0	895,0	791,0
1960	3281,0	1003,0	1194,0	1084,0
1965	7389,0	2722,0	2300,0	2368,0
1970	13099,0	5422,0	3585,0	4092,0
1975	22122,0	8036,0	5703,0	8383,0
1980	24767,0	10200,0	6467,0	8100,0
1983	29700,0	13000,0	7400,0	9300,0
1984	30808,0	13228,0	7695,0	9776,0
1985	33194,0	14223,0	8596,0	10367,0
1986	34737,0	15200,0	9300,0	10200,0
1987	36177,0	15700,0	9700,0	10900,0
1988	37100,0	15800,0	10000,0	11300,0

1965 წლიდან ჩვენში შეიქმნა მსოფლიოში უმსხვილესი მინერალური სასუქების მრეწველობა. 1965-დან 1988 წლამდე მინერალური სასუქების წარმოება 4,7-ჯერ გაიზარდა. მათ შორის, აზოტიანი სასუქების 5,0-ჯერ, ფოსფორიანის — 5,8-ჯერ და კალიუმიანის — 4,3-ჯერ. ამავდროულად მინერალური სასუქების მსოფლიო წარმოება გაიზარდა 2,6-ჯერ, მათ შორის აზოტიანი სასუქებისა — 3,4-ჯერ, ფოსფორიანისა — 2,3-ჯერ და კალიუმიანისა — 2,2-ჯერ. ეს მონაცემები მიუთითებს ჩვენს ქვეყანაში მინერალური სასუქების წარმოების მაღალ ტემპზე.

უკანასკნელი 10 წლის მანძილზე ჩვენს ქვეყანაში მინერალური სასუქების წარმოების ზრდის მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია რთული სასუქების (ნიტროფოსკა, ნიტროამოფოსკა, ნიტროამოფოსი, ნიტროფოსი, ამოფოსი) წარმოებისათვის მსხვილი ქარხნების მშენებლობა, თხევადი კომპლექსური სასუქების წარმოების ათვისება.

ყოველივე ამან ხელი შეუწყო სასუქში საკვები ელემენტების კონცენტრაციის გადიდებას, ბალასტის შემცირებას. 1965 წელს წარმოებულ მინერალურ სასუქებში საკვები ელემენტების შემცველობა 25,1%, 1970 წელს — 28,1%, 1980 წელს — 36,4% შეადგენდა, ხოლო 1983 წლისათვის 38,4% მიიღწია.

ქვეყნის სოფლის მეურნეობამ 1990 წლისათვის 30 — 32 მლნ ტ (საკვები ელემენტი) მინერალური სასუქი უნდა მიიღოს, რაც ერთ ჰექტარ სახნავ-სათესზე 140 კგ საკვებ ელემენტს შეადგენს. ეს მაჩვენებელი 1980 წელს 84 კგ, 1985 წელს — 113 და 1988 წელს 122,4 კგ იყო.

თუ გავითვალისწინებთ ჩვენი ქვეყნის მოთხოვნილებას სოფლის მეურნეობის პროდუქტებზე მოსახლეობასა და ტერიტორიის ფართობს, მიუხედავად სასუქების წარმოების მაღალი ტემპისა, უახლოეს მომავალში ჩვენი ქვეყნის სოფლის მეურნეობის მოთხოვნილება დაკმაყოფილებული არ იქნება. მისი მთლიანი ქიმიზაციისათვის საჭიროა 71—72 მლნ ტ საკვები ელემენტი. ამჟამად სრული ნორმით რამდენიმე კულტურა ნოყიერდება, ესენია: ტექნიკური კულტურები, ჩაი, ციტრუსი, კარტოფილი, ბოსტნეული, მარცვლოვანები სარწყავ რაიონებში.

სსრ კავშირის ტერიტორიულ ხმელეთის ფართობის მიხედვით მსოფლიოში პირველი ადგილი უკავია. იგი შეადგენს 2211,7 მლნ ჰა-ს, მათ შორის 189 მლნ ჰა შეეძინება. კანადის ტერიტორიის ფართობი 997, ჩინეთისა — 960, აშშ — 936 და ბრაზილიის — 851 მლნ ჰა.

სოფლის მეურნეობის ინტენსიფიკაციის ერთ-ერთი ობიექტური მაჩვენებელია ერთ ჰექტარზე გამოყენებული საკვები ელემენტების რაოდენობა. როგორც აღნიშნეთ, ჩვენთან ეს მაჩვენებელი დაბალი იყო, ხოლო უკანასკნელი 20 წლის მანძილზე მნიშვნელოვნად გაიზარდა. მაგალითად, 1966—1970 წწ. 1 ჰა-ზე გამოყენებული მინერალური სასუქების საკვები ელემენტების ჯამი შეადგენდა: მარცვლოვანი კულტურების — 22, კარტოფილის — 142, ბოსტნეული კულტურების — 113, შაქრის ჰარხლის — 230; 1981—1985 წლებში შესაბამისად — 60, 290, 267 და 453 კგ. ამავე პერიოდში ჩაისა და ციტრუსების ნარგავისათვის გამოყენებული სასუქების რაოდენობა არსებითად არ შეცვლილა, იგი ჩაისათვის მერყეობდა 450—475 კგ/ჰა ფარგლებში, ციტრუსებისათვის — 400—450 კგ/ჰა. შესაბამისად გაიზარდა სოფლის მეურნეობისათვის მიწოდებული მინერალური სასუქების რაოდენობაც, რაზეც მიგვაჩინებებს სსრ ცენტრალური სტატისტიკური სამმართველოს 1986 წლის მონაცემები (ცხრ. 5).

ცხრილი 5. სსრ კავშირის სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული მინერალური სასუქების დინამიკა (საკვები ელემენტი, ათასი ტ)

წლები	NPK სულ	მათ შორის			
		აზოტიანი	ფოსფორიანი	ფოსფორიტის ფქვილი	კალიუმისანი
1940	727	162	256	90	219
1960	2624	769	823	265	766
1970	10317	4605	2160	973	2574
1980	18763	8262	4760	830	4904
1985	25395	10950	6839	776	6822
1986	26514	11475	7567	787	6673
1987	27412	11787	8564+	—	7052
1988	27196	11587	8556	—	7054

• 1987 და 1988 წ. — ფოსფორიტის ფქვილთან ერთად.

სოფლის მეურნეობის პროდუქციის შექმნაში მნიშვნელობა აქვს ყველა ბიოფიზიკურ ელემენტს. მათ შორის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს აზოტს. ფოსფორსა და კალიუმს. ამიტომ პირველ რიგში დგას ამ ელემენტების შემცველი მინერალური სასუქების წარმოების სრულყოფა.

აზოტიანი სასუქების წარმოება. ამჟამად აზოტიანი სასუქების წარმოება ყველა ქვეყანაში ძირითადად დაფუძნებულია სინთეზური ამონიაკის გამოყენებაზე. აზოტის წყარო ატმოსფეროა, სადაც მისი მარაგი პრაქტიკულად უღვრია, ხოლო წყალბადისა — ძირითადად, ბუნებრივი გაზი. ამონიაკის წარმოებაში ბუნებრივი გაზის გამოყენებამ 1960 წელს 16,3% შეადგინა, 1975 წელს—80%, ხოლო 1983 წლისათვის—94,3%-ს მიაღწია.

აზოტიანი სასუქებისათვის ბუნებრივი გაზის გამოყენებამ ამონიაკის წარმოების განლაგების გეოგრაფიის გაფართოება გამოიწვია, ქარხნები მიუახლოვა სასუქის გამოყენების რაიონებს, რამაც შეამცირა სასუქის გადაზიდვაზე გაწეული ხარჯები.

1976—1980 წწ. მწყობრში ჩადგა ამონიაკის მწარმოებელი ობიექტები: ოდესისა და ვენტსპილსკის ქარხნები, პრიდონსკის ქიმიური ქარხანა, საწარმოო გაერთიანება „ტოლიატი — აზოტი“, აშენდა ამიაკის მაგისტრალი ტოლიატი — გორლოვკა — ოდესა, რომლის სიგრძე 2500 კმ აღემატება, აქვს გაზის განმანაწილებელი 30 სადგური, ყოველ მათგანს შეუძლია სოფლის მეურნეობას ყოველწლიურად მიაწოდოს 10 ათასი ტ უწყლო ამიაკი.

აზოტიანი სასუქების ფორმებიდან, აგროქიმიური და ტექნიკო-ეკონომიკური მახასიათებლებიდან გამომდინარე, პერსპექტივაში ძირითად აზოტიან სასუქად დარჩება ამონიუმის გვარჯილა და შარდოვანა და ისინი თანაბარი რაოდენობით იქნება გამოყენებული. განსაზღვრულია რთული სასუქების წარმოების ზრდაც, ძირითადად თხევადი სასუქების ხარჯზე.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გადიდების აუცილებლობა დღის წესრიგში აყენებს აზოტიანი სასუქის ნორმის გაზრდას. ოპტიმალური ნორმის გადაჭარბება ნეგატიურ შემდგომქმედებას იწვევს (ბორბლულის ჩაწოლა, მარცვლის მომწიფების დაგვიანება, პროდუქტებში ნიტრატების დაგროვება, წყალსაცავებისა და გრუნტის წყლის გაჭუჭყიანება), ამიტომ ინტენსიური ქიმიზაციის მთელი რიგი რაიონებისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს ნელად ხსნადი აზოტიანი სასუქების წარმოებას. ნიადაგში აზოტიანი სასუქის ხსნადობის შენელების სამი ხერხია: ამონიუმის გვარჯილის ან შარდოვანას გრანულირება, კაქსულირება-დაფარვა ძნელად ხსნადი ორგანული ან მინერალური ნივთიერებით, შარდოვანას პოლიმერიზაცია ალდეჰიდებით.

მეტად გავრცელებულია შარდოვანა ფორმალდეჰიდური სასუქი (ფშს), მაგრამ ძვირია. სპეციალური ნაერთების — ნიტრიფიკაციის ინგიბიტორების გამოყენება მაღალ ეფექტს იძლევა მორწყვის პირობებში, სადაც აზოტის დანაკარგი დიდია ნიტრატების ჩარეცხვისა და დენიტრიფიკაციის გამო. ინგიბიტორების გამოყენების მნიშვნელობა იზრდება მელიორაციის ფართო პროგრამის განხორციელებასთან დაკავშირებით.

ფოსფორიანი ხასუქების წარმოება. ამჟამად ჩვენს ქვეყანაში ფოსფორიანი სასუქების მსოფლიო წარმოების ანალოგიურად, ამზადებენ ფოსფორის შემცველ ყველა ძირითადი ფორმის სასუქს — მარტივსა და რთულს.

1965 წელს წარმოებული იყო 2,3 მლნ ტ (P_2O_5), ხოლო 1988 წლისათვის 10,0 მლნ ტ. ე. ი. მისი წარმოება 4,3-ჯერ გაიზარდა. შეიქცალა ფოსფორიანი სასუქების ასორტიმენტით. ცალმხრივი ფოსფორიანი სასუქების ხვედრითი წილი 98%-დან (1965 წ.) 40%-მდე დაეცა. ეს მოხდა ძირითადად მარტივი სუპერფოსფატის წარმოებისა და გამოყენების შემცირების ხარჯზე.

მომდევნო ათწლეულსა და პერსპექტივაში ცალმხრივი ფოსფორიანი სასუქებიდან მარტივი და ორმაგი სუპერპოსფატი დარჩება. ფოსფორიანი სასუქების ასორტიმენტში ამ სასუქების მოცულობამ 1983 წელს 27% შეადგინა. ეს გასაგებიცაა, რადგანაც სუპერფოსფატი უნივერსალური ფოსფორიანი სასუქია, ყველა ნიადაგისა და ყველა კულტურის მიმართ იგი მაღალ ეფექტს იძლევა. ფოსფორიანი სასუქების ასორტიმენტში, პერსპექტივაში, მარტივი სუპერფოსფატის არსებობა გამოწვეულია ზოგიერთი კულტურების გოგირდით უზრუნველსაყოფად, რაც ზრდის მათ მოსავალს და აუმჯობესებს პროდუქციის ხარისხს.

ფოსფორის შემცველი სასუქის ასორტიმენტისათვის დამახასიათებელია რთული ფორმების წარმოებისა და გამოყენების ინტენსიური განვითარება. რთული ფოსფორიანი სასუქების წარმოება 1970-დან 1983 წლამდე 26-ჯერ და მეტად გაიზარდა, 1983 წლისათვის 3,9 მლნ ტ შეადგინა. რთული ფოსფორიანი სასუქების ასორტიმენტში წამყვანი ადგილი ამოფოსს მიეკუთვნება. მისი ხვედრითი წილი ფოსფორიანი სასუქების ასორტიმენტში ამჟამად 36% შეადგენს. 1983 წელს სოფლის მეურნეობამ მიიღო ეს სასუქი (P_2O_5) 2,3 მლნ ტ, რაც 1970 წელთან შედარებით 26-ჯერ მეტია. პერსპექტიულია აგრეთვე ნიტროფოსკას, ნიტროამოფოსკას, ნიტროფოსის, ნიტროამოფოსის, თხევადი კომპლექსური სასუქის (მპს) მარკა 10-34-0 და ამოფოსფატის გამოყენება.

კალიუმის სასუქების წარმოება. კალიუმის სასუქების წარმოებისა და გამოყენების მიხედვით ჩვენს ქვეყანას მსოფლიოში პირველი ად-

გლი უკავია. 1980 წლისათვის კალიუმის მსოფლიო წარმოების 29% და გამოყენების 21% საბჭოთა კავშირის ხარჯზე მოდიოდა.

კალიუმის მსოფლიო წარმოებამ (K_2O გადაანგარიშებით) 1965 წელს 2,4 მლნ ტ, ხოლო 1983 წელს 9,3 მლნ ტ შეადგინა, ე. ი. წარმოება 3,9-ჯერ გაიზარდა. ამავე პერიოდში ჩვენი ქვეყნის კალიუმის მსოფლიო წარმოება 3-ჯერ და მეტად გაიზარდა და 1983 წლისათვის 6,2 მლნ ტ მიადწია, ხოლო 1986 წლისათვის — 6,7 მლნ ტ.

სოფლის მეურნეობისათვის მიწოდებული კალიუმის მსოფლიო მარტივებში აღინიშნება კონცენტრირებული ქლოროვანი კალიუმის მკვეთრი გადიდება. მისი მოცულობა 1965 წელს 17% იყო, ხოლო 1983 წელს 79% შეადგინა. მკვეთრად შემცირდა დაბალპროცენტული კალიუმის მიწოდება, ხოლო სილიციუმისა — შეწყდა.

ქლოროვანი კალიუმის მოცულობის გადიდება გამოწვეულია ამ სასუქებში კალიუმის მაღალი კონცენტრაციით. იგი მაღალეფექტური სასუქია ყველა ნიადაგისა და ყველა კულტურის (ქლოროფობების გარდა) მიმართ. მარცვლისებრი ქლოროვანი კალიუმი კარგი კომპონენტია ნარევი სასუქების მოსამზადებლად.

უქლორო კალიუმის მსოფლიო წარმოების სულფატის მიწოდება სოფლის მეურნეობისათვის დიდი არ არის. იგი 1983 წლისათვის შეადგენდა 35 ათას ტ K_2O ანუ 0,6%. კალიმაგნეზის მიწოდება შედარებით მეტია — 1,3%.

ამგვარად, კალიუმის მსოფლიო წარმოების ასორტიმენტმა სერიოზული ცვლილებები განიცადა, ძირითადად, საკვები ელემენტის კონცენტრაციის ამარტივების ხარჯზე. გადაუდებელი ამოცანაა კალიუმის მსოფლიო წარმოების ასორტიმენტის შემდგომი გაუმჯობესება, პირველ რიგში უქლორო კალიუმის მსოფლიო წარმოების გადიდება და მათი მარცვლისებრი სახით გამოშვება.

სოფლის მეურნეობის წარმოების სპეციალიზაცია და კონცენტრაცია, მისი ინტენსიფიკაცია მიზნად ისახავს მიწათმოქმედებისა და მეცხოველეობის პროდუქტიულობის მნიშვნელოვან გადიდებას, იგი ახალ ამოცანებს აყენებს სასუქების გამოსაყენებლად. ამ მხრივ მნიშვნელოვანია ცალკეული კულტურების მოვლა-მოყვანის ინდივიდუალური ტექნოლოგიის დამუშავება. ქიმიზაციის გეგმის დამუშავება და მისი განხორციელება დამოკიდებულია აგროქიმიის ინტენსიურ განვითარებაზე, რასაც დიდად შეუწყობს ხელი ბიოლოგიური დისციპლინების მიღწევებმა და მთელი რიგი მეთოდური საკითხების დამუშავებამ.

სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში ფართოდ ინერგება სასუქის გამოყენების პროგრესული მეთოდები — მინერალური სასუქის ლოკალურად (თესვის წინ, თესვისას, გამოყვება) შეტანა.

შესწავლილია ნიადაგის აზოტის ტრანსფორმაციის საკითხები, სასუქის აზოტის მოქმედება ნიადაგის აზოტის გამოყენებაზე, აზოტიანი სასუქის ფორმებიდან ნიადაგში აზოტის მობილიზაციისა და იმობილიზაციის რთული პროცესები, სასუქისა და ნიადაგის აზოტის მცენარის მიერ გამოყენების კოეფიციენტი და სხვ.

მაღალი და მყარი მოსავლის მიღება ზოგჯერ შეიძლება შეაფერხოს ნიადაგში მიკროელემენტების სიმცირემ, ამიტომ აუცილებელია ნიადაგში მათი შეტანა, ე. ი. მცენარის კვებისათვის მაკრო და მიკრო ელემენტების ბალანსის დაცვა.

სამეცნიერო ორგანიზაციების მონაცემებით, ნიადაგში საკვები ელემენტების ნორმალური ბალანსი აღიღებს მცენარის მიერ მინერალური სასუქების გამოყენების კოეფიციენტს.

ბევრ შემთხვევაში მინერალური სასუქის ჰარბი გამოყენება, ცალკეული ელემენტების დისბალანსს, მემცენარეობის პროდუქციის ხარისხის გაუარესებასა და გარემოს გაჭუჭყიანებას იწვევს. სასუქების არასწორ გამოყენებას დიდი ზიანი მოაქვს, ამიტომ მეცნიერები აქტიურად ეძებენ სასუქის ეფექტურობის ამაღლებისა და მისი დანაკარგების შემცირების გზებს.

სასუქის ეფექტურობის ამაღლებას იწვევს მათი გამოყენების მეთოდების სრულყოფა, ქიმიური მელიორაციისა და მცენარეთა დაცვის ქიმიურ საშუალებებთან შეთანაწყობა. გასათვალისწინებელია, რომ პროგრამირებული მოსავლის მისაღებად, აგროტექნიკური ფაქტორები ექვემდებარება ადამიანის ზემოქმედებას, მაგრამ ისეთი ფაქტორების რეგულირება, როგორცაა წყალი, სინათლე და სითბო, მინდვრის პირობებში პრაქტიკულად შეუძლებელია ან მათი რეგულირება მხოლოდ მცირე ნაკვეთებზეა შესაძლებელი. ამიტომ პროგრამირებული მოსავლის, განსაკუთრებით მაღალი მოსავლის მიღება, შეიძლება მხოლოდ ზელსაყრელ მეტეოროლოგიურ პირობებში, ასევე მორწყვის შემთხვევაში ან დახურულ გრუნტში.

პროგრამირებული მოსავლის მისაღებად სასუქის ნორმის დადგენა ხდება გაანგარიშების მეთოდით ან მინდვრის ცდის მონაცემების საფუძველზე, ასევე მათი კომპლექსური გამოყენებით. გაანგარიშების მეთოდთან უფრო გავრცელებულია ელემენტარული ბალანსის, ასევე ნამატ მოსავალზე გაანგარიშებისა და ნორმატივების მეთოდები.

ელემენტარული ბალანსის შემთხვევაში გამოიყენება 10 ც ძირითადი და თანამგზავრი მოსავლის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილი საკვები ნივთიერებების რაოდენობა. გეგმიური ნამატი მოსავლის მეთოდით სასუქის ნორმის დასადგენად იყენებენ ნამატი მოსავლით ნიადაგიდან საკვები ნივთიერების გამოტანილ რაოდენობას.

ნორმატიული ბალანსის მეთოდით სასუქის ნორმის დადგენისათვის

გაანგარიშებას ახდენენ ნიადაგიდან გამოტანილი საკვები ნივთიერების რაოდენობით 10 ც ძირითად მოსავალზე. ამ მეთოდებით ხდება სასუქის ნორმის დადგენა გეგმიური მოსავლის მისაღებად.

სასუქის გამოყენების სწორი სისტემის შედგენა მაღალი და მყარი მოსავლის მიღების საფუძველია. ნიადაგში საკვები ნივთიერების გეგმიური ბალანსის საფუძველზე დამუშავებული სასუქის გამოყენების სისტემა უზრუნველყოფს პროგრამირებული მოსავლის მიღებას, ნიადაგის ნაყოფიერების შენარჩუნებას, ამაღლებას, გამოთანაბრებას, სასუქის ეფექტურად გამოყენებას და გარემოს გაჭუჭყიანებისაგან დაცვას.

სოფლის მეურნეობაში სასუქების ეფექტური გამოყენების მეთოდების დამუშავება აგროქიმიური მეცნიერების ძირითადი ამოცანაა.

სასუქების წარმოება და გამოყენება საქართველოში

დიდი ხანი არ არის რაც საქართველოში მინერალური სასუქების წარმოება დაიწყო. პირველი ქიმიური საწარმო, რომელიც მინერალურ სასუქს უშვებდა, ქუთაისის ლითოფონის ქარხანა იყო. იგი ექსპლოატაციაში შევიდა 1939 წელს. ეს ქარხანა ძირითად პროდუქციასთან ერთად უშვებდა ამონიუმის სულფატს, მაგრამ მისი მოცულობა ძალზე მცირე იყო.

1946 წელს დაიწყო რუსთავის ქიმიური კომბინატის მშენებლობა. პირველი პროდუქცია მან 1955 წლის 11 აპრილს გამოუშვა. ამის შემდეგ მინერალური სასუქების წარმოება ჩვენს რესპუბლიკაში მკვეთრად გაიზარდა (ცხრ. 6).

ცხრილი 6. საქართველოში მინერალური სასუქების წარმოება (საკვები ელემენტი, ათას ტონობით)

წლები	წარმოება	წლები	წარმოება	წლები	წარმოება
1955	6	1971	115	1980	75
1956	47	1972	115	1981	81
1960	51	1973	123	1982	90
1965	69	1974	138	1983	158
1966	91	1975	143	1984	122
1967	107	1976	146	1985	114
1968	108	1977	154	1986	84
1969	101	1978	146	1987	155
1970	96	1979	132		

რუსთავის ქიმიური კომბინატი ძირითადად აზოტიან სასუქს ამზადებს. აქვე მზადდება ბორისა და მანგანუმის შემცველი სასუქებიც. ამ ქარხნის პროდუქცია გამოიყენება არა მარტო საქართველოში, არამედ

სხვა რესპუბლიკებშიც იგზავნება. გარდა სამრეწველო მინერალური სასუქებისა, საქართველოში მზადდება ადგილობრივი სასუქებიც. ომის წინა წლებში აღმოაჩინეს ტორფის საბადოები და მწყობრში ჩადგა ტორფის გადამამუშავებელი ქარხნები ფოთში, ქობულეთში, ზუგდიდში, ლანჩხუთში. ტორფიანი სასუქების წარმოების დინამიკა ჩვენს რესპუბლიკაში შემდეგ სურათს იძლევა (ცხრ. 7):

ცხრილი 7. საქართველოში ტორფიანი სასუქების წარმოება (ათასი ტონა)

1950	1960	1965	1970	1975	1980	1985
70	210	318	159	223	250	300

დიდი მუშაობაა ჩატარებული მინერალური სასუქების წარმოებისათვის ნედლეულის გამოსავლენად. გამოვლენილი და შესწავლილია ცაგერისა და გოდოგნის (ქუთაისთან ახლოს) ფოსფორიტების საბადოები. ისინი გამოსადეგია ადგილობრივი მნიშვნელობის სასუქების დასამზადებლად.

სასუქების გამოყენებამ საქართველოში მასიური სახე 1930—1932 წლებში მიიღო. მანამდე ცდის ან სამოყვარულო ხასიათს ატარებდა. სასუქების გამოყენების საწარმოო დანერგვა დაკავშირებულია ჩვენში ძვირფასი სუბტროპიკული კულტურების განვითარებასთან. სახეების მიხედვით მინერალური სასუქების გამოყენება საქართველოში მოცემულია მე-8 ცხრილში.

ცხრილი 8. საქართველოში სოფლის მეურნეობისათვის მიწოდებული მინერალური სასუქი (საკეები ელემენტი, ათასი ტ)

წლები	NPK სულ	მათ შორის			
		აზოტიანი	ფოსფორიანი	ფოსფორიტის ფქვილი	კალიუმიანი
1960	53	29	16	2	6
1970	121	70	26	8	17
1975	176	98	41	4	33
1980	156	80	45	5	26
1985	246,7	129,1	80	3,9	33,7
1986	254,3	122,9	83,2	3,7	45,3

რესპუბლიკაში სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის დონის განსაზღვრის ობიექტური მაჩვენებელია ერთ ჰა სახნავ-სათესზე გამოყენებული სასუქის რაოდენობა (ცხრ. 9).

**ცხრილი 9. საქართველოში ერთ ჰა სახნავ-სათესზე გამოყენებული სასუქი
(საკვები ელემენტი, კგ)**

სასუქი	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1986
აზოტიანი	32	51	77	105	84	136	130
ფოსფორიანი (მათ შორის ფოსფორიტის ფქვილი)	19	20	36	49	52	89	92
კალიუმიანი	8	16	19	35	27	36	47
სულ	59	87	132	189	163	261	269

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ საქართველოში ერთ ჰა სახნავ-სათესზე გამოყენებული სასუქის რაოდენობამ 270 კგ-ს მიაღწია. სსრ კავშირში ეს მაჩვენებელი 118 კგ-ის ტოლია. საქართველოში ერთ ჰა სახნავ-სათესზე ვიყენებთ 2,3-ჯერ მეტ სასუქს, ვიდრე სსრ კავშირში. ამ მაჩვენებლის მიხედვით საქართველო უტოლდება ინგლისსა და საფრანგეთს.

საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში გავრცელებული კულტურების მნიშვნელობისა და ნიადაგურ-კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე, მეტი სასუქი გამოიყენება, ვიდრე საშუალოდ საქართველოში. მაგალითად, ჩაის, ციტრუსების, დაფნის, ტუნგის, გერანისა და სხვა სუბტროპიკული მცენარეების განოციერებისათვის ერთ ჰექტარზე გამოიყენება 400—475 კგ-ზე მეტი მინერალური სასუქი, ე. ი. ამ მცენარეების გასანოციერებლად გამოყენებული სასუქის იმ რაოდენობას უთანაბრდება, რასაც ამ მხრივ მსოფლიოში პირველ ადგილზე მყოფი ქვეყანა — ჰოლანდია იყენებს. ეს მონაცემები იმაზე მიგვანიშნებს, რომ საქართველო და განსაკუთრებით მისი სუბტროპიკული ზონა, ინტენსიური ქიმიზაციით ხასიათდება.

ინტენსიური ქიმიზაციის გავლენით ჩვენს რესპუბლიკაში ყველა კულტურის მოსავლიანობა გადიდდა. მაგალითად, ჩაის პლანტაციის მოსავალი უსასუქოდ 500—1000 კგ-ს არ აღემატება ჰექტარზე, ციტრუსებისა — 4—5 ტონას. სასუქების გამოყენებით ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალმა ჰექტარზე 10 ტონას გადააჭარბა, ციტრუსებისამ კი — 30—40 ტონას მიაღწია. მიღებული მოსავლის 80—85% მინერალური სასუქების ხარჯზე მოდის. ამავე დროს, სასუქის მაღალი ნორმები უარყოფით შემდგომქმედებასაც ავლენს.

სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტურობა

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გადიდების, მასთან ერთად პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებისა და ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლების საფუძველია მიწათმოქმედების ქიმიზაცია. ამავე დროს, სასუქების გამოყენება ეკონომიკურად მაღალ ეფექტს იძლევა. მისი ეფექტი მაღალია არა მარტო ცალკეული რაიონების ოლქე-

ზისა და რესპუბლიკებისათვის, ან რომელიმე კულტურისათვის, არამედ მთლიანად ქვეყანაში. მაგალითად, საბჭოთა კავშირში სასუქის გამოყენებით საშუალოდ მიიღება 5 მლრდ მანეთი პირობითი წმინდა შემოსავალი. ამავე დროს, მინერალური სასუქის გამოყენებაზე გაწეული დანახარჯის ანაზღაურება ყოველ მანეთზე 2,63 მან., ხოლო ორგანულზე — 1,9 მან. შეადგენს. ყურადსაღებია, რომ სასუქების გამოყენებაზე გაწეული ხარჯები არ აღემატება 15—17% მემცენარეობაში გაწეულ ყველა ხარჯს.

სპეციალისტების გაანგარიშებით გდრ-ში სასუქების გამოყენებაზე გაწეული ხარჯები მათი გამოყენების პირველსავე წელს ნაზღაურდება 3—5-ჯერ მეტი შემოსავლით.

სასუქების საკავშირო ინსტიტუტის მონაცემებით, სასუქების გამოყენებით მიღებული პირობითი წმინდა შემოსავალი სხვადასხვა კულტურებიდან შეადგენს: მარცვლოვანები — 34. შაქრის ქარხალი — 82, კარტოფილი — 181, ბამბა — 215, სელი — 271, თამბაქო — 559, ბოსტნეული — 455 მან/ჰა.

სასუქის გამოყენებით მიღებული პირობითი წმინდა შემოსავალი ჩაის პლანტაციიდან 6 — 8 ათასი მანეთია, ლიმონი ქართულის ბაღიდან — 40—50 ათასი მანეთი, მანდარინიდან—7—8 ათასი მანეთი, დაფნისა — 10 — 11 ათას მანეთს აღწევს ჰექტარზე.

რაც მაღალია სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავალი, მით მეტია სასუქის გამოყენების ეფექტი, ამავე დროს, მაღალი მოსავლის მიღება სასუქის გამოყენების გარეშე შეუძლებელია.

აგროქიმიური სამსახური

მინერალური და ორგანული სასუქების, ქიმიური მელიორანტების, პერბიციდებისა და კულტურულ მცენარეთა მავნებლებისა და დაავადების წინააღმდეგ ბრძოლის საშუალებათა რაციონალური გამოყენება დიდად არის დამოკიდებული სოფლის მეურნეობის წარმოების აგროქიმიური მომსახურების ორგანიზაციაზე.

საბჭოთა კავშირის მინისტრთა საბჭოს დადგენილებით ჯერ კიდევ 1964 წელს მიიღეს გადაწყვეტილება ქვეყნის აგროქიმიური სამსახურის შექმნის შესახებ. ამ სამსახურის შემადგენლობაში შევიდა: სსრ კავშირის სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ქიმიზაციის მთავარი სამმართველო, მოკავშირე რესპუბლიკებისა და ავტონომიური რესპუბლიკების, მხარეებისა და ოლქების ქიმიზაციის მთავარი სამმართველოები და განყოფილებები, სოფლის მეურნეობის აგროქიმიური მომსახურების ცენტრალური ინსტიტუტი (ЦИНАО) და მისი ფილიალები ქვეყნის სხვადასხვა ზონაში. შემდეგ მოხდა ამ სამსახურების სრულყოფა.

1978 წელს მიზანშეწონილად ცნეს სოფლის მეურნეობის აგროქიმიური მომსახურების ერთ სისტემაში თავმოყრა. ამის შესასრულებლად 1979 წლის აგვისტოში მიიღეს დადგენილება „ქვეყანაში ერთიანი აგროქიმიური სამსახურის შექმნის შესახებ“, შეიქმნა საწარმოო-სამეცნიერო საკავშირო გაერთიანება „სოიუზსელხოზხიშია“.

ქვეყნის აგროქიმიური სამსახურის ადმინისტრაციული ხელმძღვანელობა დაევალა სსრ კავშირის სოფლის მეურნეობის სამინისტროს (ამჟამად სასოფლო-სამეურნეო წარმოების სახელმწიფო კომიტეტი), სამეცნიერო-მეთოდური — სოფლის მეურნეობის აგროქიმიური მომსახურების ცენტრალურ ინსტიტუტსა და მის ფილიალებს.

მოკავშირე რესპუბლიკებში — რესპუბლიკების სასოფლო-სამეურნეო წარმოების სახელმწიფო კომიტეტებს, საწარმოო-სამეცნიერო გაერთიანება „სოფლქიმიის“ მეშვეობით.

საქართველოში აგროქიმიომსახურებისადმი ადმინისტრაციული ხელმძღვანელობა დაკისრებული აქვს სასოფლო-სამეურნეო წარმოების სახელმწიფო კომიტეტს, რომლის დაქვემდებარებაშია საწარმოო-სამეცნიერო გაერთიანება „საქსოფლქიმიია“.

ავტონომიურ რესპუბლიკებში, მხარეებში, ოლქებში, რაიონებში ადმინისტრაციული ხელმძღვანელობა „სოფლქიმიის“ შესაბამისი საწარმოო გაერთიანების ფუნქციას. მათ ექვემდებარება: ზონალური და რაიონული აგროქიმიური ლაბორატორიები, სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის საპროექტო-საძიებო და მცენარეთა დაცვის სადგურები, მეურნეობისა და სამეურნეობათაშორისო ქიმიზაციის პუნქტები აგროქიმილაბორატორიებით.

სოფლის მეურნეობის აგროქიმიური მომსახურების ცენტრალური ინსტიტუტი და მისი ფილიალები, სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის ცენტრალურ ექსპერიმენტულ-კვლევით და საკონსტრუქტორო-ტექნოლოგიურ ლაბორატორიებთან (ЦЭЛХИМ) ერთად ამუშავენ რეკომენდაციებს მინერალური სასუქების ფონდების, ქვეყანაში სასუქის რაციონალურად განაწილების, მეურნეობაში სასუქის რაციონალურად გამოყენებისა და შეტანის, ასევე პირუტყვისათვის საკვების განაწილების შესახებ.

გაერთიანება „სოიუზსელხოზხიშიას“ დაკისრებული აქვს პასუხისმგებლობა მინერალური და ორგანული სასუქების, მცენარეთა დაცვის ქიმიური და ბიოლოგიური საშუალებების, ნიადაგის მელიორანტების, საკვები დანამატების, ზრდის ნივთიერებებისა და სხვა ქიმიური საშუალებების მეცნიერულად დასაბუთებულ გამოყენებაზე.

გაერთიანება ადგენს სოფლის მეურნეობის წარმოების ქიმიზაციის

საშუალებებზე მოთხოვნის პროგნოზს, აფორმებს ნაკრებ განაცხადს. მისივე მოვალეობაა ტორფის, კირის, თაბაშირის მოპოვება და მეურნეობებში ქიმიზაციის ყველა სახის სამუშაოს შესრულება ქიმიზაციის საშუალებების ეფექტური გამოყენების დოკუმენტაციის ჩათვლით. იგი ვალდებულია შეამოწმოს მანებლებისა და დაავადებების, სარეველების წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებებისა და სხვა ქიმიური საშუალებების დროულად ჩატარება.

რესპუბლიკური, სამხარეო, საოლქო და ზონალური ლაბორატორიების ან საპროექტო-საძიებო ქიმიზაციის სადგურების სტრუქტურაში შედის: ოპერატიული, ანალიზური, მეცხოველეობის ქიმიზაციის, საკვებისა და მცენარის ანალიზის, გარემოს დაცვისა და ადმინისტრაციულ-სამეურნეო განყოფილებები.

ოპერატიულ განყოფილებაში გაერთიანებულია ნიადაგის აგროქიმიური გამოკვლევის, სასუქების გამოყენების რეკომენდაციების დამუშავების, საპროექტო-სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაციისა და კარტოგრაფირების ჯგუფები. საანალიზო განყოფილება ორი ჯგუფისაგან — ნიადაგის ანალიზისა და სასუქის ანალიზისაგან შედგება.

მეცხოველეობის ქიმიზაციის განყოფილება მოიცავს ნიმუშების შერჩევისა და რეკომენდაციების დამუშავების, საკვებისა და მცენარის ანალიზის ჯგუფებს.

გარემოს დაცვის განყოფილებაში შედის ქიმიური ტოქსიკოლოგიისა და რადიოლოგიის ჯგუფები.

1963 წელს ზონალური ლაბორატორიები გადაკეთდა სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის საპროექტო-საძიებო სადგურებად. ამ სადგურების ძირითადი ამოცანაა ნიადაგის აგროქიმიური გამოკვლევის ხარისხისა და მონაცემების განზოგადების კონტროლი; მინდვრის ცდების ჩატარებაზე კონტროლი და მათი შედეგების განზოგადება; პირუტყვისათვის საკვების და ადგილობრივი სასუქების ხარისხის შესწავლის განზოგადება და რეკომენდაციების დამუშავება; აგროქიმიური ლაბორატორიების ტექნიკური აღჭურვა და მათი გამოყენების შემოწმება; მასობრივი ანალიზის უახლესი ტექნოლოგიის დანერგვა; რესპუბლიკის სხვადასხვა ნიადაგზე საკვები ნივთიერებების ბალანსის შესწავლა; მოწინავეთა გამოცდილების დანერგვა და აგროქიმიური ცოდნის პროპაგანდა; აგროქიმიური ლაბორატორიების მუშაობის კონტროლი და მათზე სამეცნიერო-მეთოდური ხელმძღვანელობა.

სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის საოლქო და ზონალური საპროექტო-საძიებელი სადგურების ძირითადი ამოცანაა ნიადაგის აგროქიმიური გამოკვლევა; ნიადაგის, მცენარისა და სასუქის მასობრივი ანალიზი; სასუქებზე მინდვრის ცდების ჩატარება; პირუტყვის სასუქისა და

ადგილობრივი სასუქის ხარისხის დადგენა; მეურნეობისათვის მიწოდებული სასუქების ხარისხის შემოწმება; სასუქების შენახვისა და გამოყენებისადმი კონტროლი მეურნეობებსა და კოლმეურნეობებში; ქიმიზაციის საკითხებზე საპროექტო-სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაციისა დარეკომენდაციების შედგენა; მეურნეობისათვის აგროქიმიური კარტოგრამის შედგენა, სასუქების საჭირო რაოდენობის განსაზღვრა; სხვადასხვა ნიადაგებზე საკვები ნივთიერებების ბალანსის შესწავლა; გარემოს გაქუქყიანებაზე კონტროლი; მეურნეობის სპეციალისტთა კვალიფიკაციის ამაღლება და მოწინავეთა გამოცდილების პროპაგანდა.

ქვეყანაში სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის საპროექტო-საძიებო ერთი სადგური ემსახურება საშუალოდ 2,7 მლნ. ჰა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულს, მათ შორის 1,1 მლნ. ჰა სახნავე-სათესს, დაახლოებით 250 მეურნეობას.

ნიადაგების აგროქიმიური შესწავლა ტარდება 4—5 წელიწადში ერთჯერ. ანალიზების შედეგების საფუძველზე დგება კარტოგრამა. იგი მოიცავს ნიადაგის მკვებობას, მოძრავ ფოსფორს, კალიუმს. კარტოგრამას ერთვის ანალიზის შედეგების ანგარიში და რეკომენდაციები — სასუქების რაციონალურად გამოყენების შესახებ.

მცენარეულ მასალაში განისაზღვრება აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი, კალციუმი, ნატრიუმი, მაგნიუმი, ცილა, სახამებელი, შაქრები, ასკორბინის მკვება, ცხიმები და ზოგიერთი კულტურებისათვის რიგი სპეციფიკური ნივთიერებებისა (ჩაი, თამბაქო, ცხიმზეთოვნები და სხვ.). პირუტყვის საკვებში განსაზღვრავენ აგრეთვე უჯრედანას, კაროტინს, ორგანულ მკვებებს, მიკროელემენტებს და ადვენენ საკვების კლასს. სასუქზე მინდვრის ცდის შედეგები ანგარიშის სახით ეგზავნება ЦИНАО-ს გამოთვლით ცენტრს. აქ ამჟამად ინერგება სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის მართვის ავტომატიზებული სისტემა (АСУ-აგროქიმიია), დამუშავებულია პროგრამული კომპლექსი მინერალური სასუქების ფონდების ზონების მიხედვით ოპტიმალური განაწილების, სასუქის ნორმის ოპტიმალური განსაზღვრის, მოკირიანების საპროექტო-სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაციის, პირუტყვისა და ფრინველის რაციონის ოპტიმიზაციისა და სხვა საკითხები.

სასუქებისა და მცენარეთა დაცვის ქიმიური საშუალებების გამოყენებაზე მეურნეობებს აგროქიმიური მომსახურება ძირითადად ხორციელდება რაიონული (სარაიონთაშორისო) „სოფლქიმიის“ საწარმოო გაერთიანებებისა და შიდასამეურნეო პუნქტების მეშვეობით. რაიონულ-საწარმოო გაერთიანება „სოფლქიმიის“ განკარგულებაშია ტექნიკა, სატრანსპორტო საშუალებები, სასუქის შესანახი საწყობები, კირის, ორგანული და მინერალური სასუქების შესატანი და შხამქიმიკატების

შემსხურებელი და შემფრქვევი მანქანა-იარაღები. ქიმიზაციის პუნქტებს აუცილებლად უნდა ჰქონდეს მინერალური სასუქების, პესტიციდებისა და სხვა ქიმიური საშუალებების საწყობები, ტექნიკის შესანახი სათავსები, სასოფლო-სამეურნეო ავიაციისათვის ასაფრენ-დასაფრენი მინდორი. ქიმიზაციის პუნქტებთან საჭიროა რამდენიმე მექანიზებული რაზმი — ავტოსატრანსპორტო, ორგანული სასუქების, მინერალური სასუქების შემტანი მანქანების, მცენარეთა დაცვისა და ქიმიური მელიორაციის ჩატარებისა და სხვ.

ქიმიზაციის პუნქტები სისტემატურად ამოწმებენ რაზმების მიერ ჩატარებული მუშაობის ხარისხს, ასევე ქიმიურ საშუალებათა გამოყენების საკითხებზე მეცნიერულად დასაბუთებული რეკომენდაციების შესრულების მიმდინარეობას.

ქიმიზაციის პუნქტების მაღალი ეფექტურობის შესახებ მრავალი მონაცემია. აგროქიმიკატების მონაცემებით, მოსკოვის ოლქის დომოდედოვოს რაიონის სახელმწიფო საჯიშე მეურნეობა ერთ ჰექტარზე მინერალური სასუქის სახით იყენებს 400 კგ საკვებ ელემენტს, 20 ტ ნაეკლსა და 5 ტ კირს აქ 1975 — 1978 წლებში, საშუალოდ ერთ ჰექტარზე მიიღეს: ხორბალი — 50,6, კარტოფილი — 255,7, საკვები ჭარხალი — 645,1, მრავალწლიანი ბალახები (თივა) — 82,1 ც ამ მეურნეობაში ქიმიზაციის შიდასამეურნეო რაზმის შექმნამდე 1966—1970 წწ. ხორბლის მოსავალი 34, კარტოფილისა — 154, საკვები ძირხეენებისა — 371, მრავალწლიანი ბალახების თივისა — 37 ც/ჰა იყო.

საქართველოში ამჟამად ფუნქციონირებს სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის საპროექტო-საძიებო ორი სადგური:

1. რესპუბლიკური საპროექტო-საძიებო სადგური (თბილისი) კრწანისის ფილიალით.
2. დასავლეთ საქართველოს საპროექტო-საძიებო სადგური (ანანყული).

ამ სადგურების ფუნქციას შეადგენს თავიანთ სამოქმედო ზონაში სოფლის მეურნეობის აგროქიმიური მომსახურება. დასავლეთ საქართველოს საპროექტო-საძიებო სადგური ემსახურება 37 რაიონს, 936 კოლმეურნეობასა და საბჭოთა მეურნეობას. ნიადაგის კარტოგრამის შედგენა და რეკომენდაციების დამუშავება ხდება 4 წელიწადში ერთხელ. ნიადაგის გამოკვლევის I და II ტურით (1964—74 წწ.) დაადგინეს, რომ ზონის ნიადაგები საკვები ელემენტების შემცველობის დიდი სიკრელით ხასიათდებოდა. ზონის ნიადაგების 44% ფოსფორით ძლიერ ღარიბი, 20% — ღარიბი, 13% ოპტიმალური და 23% მაღალი შემცველობის იყო. კალიუმის შემცველობა ზონის ნიადაგების 17%-ში ძლიერ მცირე, 40%-ში მცირე, 17%-ში ოპტიმალური და 28%-ში მაღალი

იყო. ნიადაგების 30% ძლიერ მჟავე, 23% მჟავე და 47% ნეიტრალური რეაქციით ხასიათდებოდა.

სადგურის მიერ დამუშავებული რეკომენდაციების წარმოებაში დანერგვის შედეგად საკვები ელემენტების შემცველობამ ნიადაგში არსებითი ცვლილებები განიცადა და 1984 წლისათვის შემდეგი სურათი მოგვცა: მოძრავი ფოსფორის შემცველობით ძლიერ ღარიბია 31%, ღარიბი 20%, ოპტიმალური შემცველობისაა 21% და მაღალი შემცველობისა 28%, გაცვლითი კალიუმი ზონის ნიადაგების 17% ძლიერ ღარიბი, 28% ღარიბი, 30% ოპტიმალური და 25% მაღალი შემცველობის გახდა. ბოლო წლებში ინტენსიური ქიმიზაციის ნაკვეთებზე სადგურმა დაიწყო ნიადაგში მაგნიუმისა და მანგანუმის შემცველობის შესწავლა. დადგინდა მათი ძალზე მცირე შემცველობა ნიადაგში, შემუშავდა მანგანუმისა და მიკროსასუქების გამოყენების რეკომენდაციები. ამ რეკომენდაციის მოსალოდნელი ეკონომიკური ეფექტი, კულტურების გათვალისწინებით, ჰექტარზე 100—150 მანეთს შეადგენს.

სადგურმა 20 წლის მანძილზე აწარმოა ცდები 130 მინდორზე. ამ ცდებით დადგინდა, რომ ჩაის, ციტრუსების, ვენახის, ბოსტნის, სიმინდისა და სხვ. კულტურები, არა მარტო სხვადასხვა ტიპის, არამედ, ერთი და იგივე ტიპის ნიადაგზე სასუქის ნორმა და მისგან მიღებული შედეგი სხვადასხვაა. მოკირიანების გავლენით ციტრუსების მოსავალი 20—25, სიმინდისა — 30—35%-ით გაიზარდა.

სადგური თავის მუშაობაში დიდ ყურადღებას უთმობს კირისა და მაგნიუმის შემცველი ადგილობრივი წყაროების გამოვლინებასა და მის აგრონომიულ შესწავლას, ორგანული სასუქების ეფექტურობის ამაღლების მიზნით მათი მომზადების ახალი სტანდარტების დამუშავებას, გარემოს გაუუწყიანებისაგან დაცვისათვის ნიადაგსა და მცენარეში მავნე ნივთიერებების შესწავლასა და სხვა საკითხებს.

სადგური დახმარებას უწევს არა მარტო საზოგადოებრივ მეურნეობებს, არამედ კოლმეურნეებსა და საბჭოთა მეურნეობის მუშა-მოსამსახურეებს საკარმიდამო ნაკვეთებზე სასუქების რაციონალური გამოყენებისათვის.

სადგურის მიერ დამუშავებული რეკომენდაციების დანერგვით ხდება სასუქების მნიშვნელოვანი ეკონომია. მცირდება მათ გამოყენებაზე გაწეული ხარჯები, მცენარისათვის იქმნება კვების უკეთესი პირობები და მოსავალი იზრდება.

მცენარის შედგენილობა და კვება

მცენარის შედგენილობა

მცენარე რთული, ქიმიური შედგენილობისაა. მცენარის ქსოვილში მრავალი ათასი ორგანული და მინერალური ნაერთი შედის. მცენარეული ორგანიზმის ძირითადი შემადგენელი ნაწილი წყალი და მშრალი ნივთიერებაა. მშრალი ნივთიერებისა კი — ორგანული და მინერალური (ნაცრის ელემენტები) ნივთიერებებია. სხვადასხვა მცენარე წყალს, მშრალ ნივთიერებას, ორგანულ ნივთიერებასა და ნაცარს სხვადასხვა რაოდენობით შეიცავს. მათი შემცველობა არა მარტო სხვადასხვა მცენარეში, არამედ ერთი და იგივე მცენარის სხვადასხვა ნაწილებშიც იცვლება (ცხრ. 10). მცენარის შედგენილობაზე არსებით გავლენას ახდენს მცენარის სახეობა, ასაკი, მცენარის ფიზიოლოგიური მდგომარეობა, ნიადაგისა და ამინდის პირობები, აგროტექნიკა, კვების რეჟიმი და სხვა. ამ პირობების გათვალისწინებით მე-10 ცხრილში მოცემული მაჩვენებლები მუდმივი არ არის.

მცენარეში წყლის შემცველობა ყოველთვის მეტია, ვიდრე მშრალი ნივთიერების. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის ძირითადი ამოცანაა მცენარეში მეტი რაოდენობით მშრალი ნივთიერების დაგროვება.

მცენარის მშრალი ნივთიერების ძირითადი შემადგენელი ნაწილია:

C	— 45 %,
O	— 42 %,
H	— 6,5 %,
N	— 1,5 %.

მცენარის მშრალი მასის 95 % ამ ოთხი ელემენტის ხარჯზე მოდის, მათ ო რ გ ა ნ ო გ ე ნ ე ბ ი ეწოდება, ხოლო 5 %-მდეა ნაცრის ელემენტები.

ორგანული ნივთიერება მცენარეში წარმოდგენილია აზოტის შემცველი და უაზოტო ორგანული ნივთიერებების სახით. აზოტის შემცველი ორგანული ნივთიერებებია: ცილები, ამინომჟავები, ფერმენტები, ალკალოიდები, ვიტამინები და ზრდის ნივთიერებები. ხოლო უაზოტო ორგანულ ნივთიერებებს მიეკუთვნება: ნახშირწყლები, ცხიმები, ორგანული მჟავები და მთრიმლავი ნივთიერებები.

სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურის წარმოება მიზნად ისახავს მათ პროდუქციაში გარკვეული რაოდენობით ცილების, ცხიმე-

ცხრილი 10. ძირითადი კულტურების მოსავალში წყლის, მშრალი და ორგანული ნივთიერებებისა და ნაცრის საშუალო შემცველობა (% ნედლი მასიდან)

მცენარე	წყალი	მშრალი ნივთიერება	ორგანული ნივთიერება	ნაცარი
ხორბალი — მარცვალი	14,3	85,7	98,3	1,73
ჩალა	14,3	85,7	95,1	4,86
სიმინდი — მარცვალი	14,4	85,6	98,8	1,23
ჩალა	15,0	85,0	85,6	4,37
ლობიო — მარცვალი	13,2	86,8	86,1	3,90
სოიო — მარცვალი	10,0	90,0	97,2	2,84
ჩალა	14,0	86,0	96,8	3,23
ლურჯი ხანჯკოლა — მარცვალი	13,0	87,0	96,3	3,68
ჩალა	16,0	84,0	95,9	4,06
მზესუმზირა — თესლი	10,0	90,0	96,7	3,30
მცენარე	8,6	91,4	90,0	10,00
შაქრის კარხალი — ძირხვენა	75,0	25,0	99,4	0,57
ფოთოლი	83,5	16,5	98,6	1,42
კარტოფილი — ტუბერი	75,0	25,0	99,0	0,97
ფოთოლი	77,0	23,0	97,5	2,49
ყურძენი — ნაყოფი	83,0	17,0	99,1	0,85
ჩაი — სამფოთლიანი ღეუი	75,1	24,9	94,5	5,50
ძველი ფოთოლი	71,0	29,0	95,2	4,80
თამბაქო — ფოთოლი	82,0	18,0	85,8	14,2
მცენარე	82,0	18,0	92,7	7,31
მანდარინი — ფოთოლი	87,0	13,0	93,8	6,19
ნაყოფის რბილობი	86,4	13,6	97,3	3,60
კანი	68,0	32,0	96,3	3,70
ლიმონი ქართული — ფოთოლი	85,0	15,0	93,8	6,20
ნაყოფის რბილობი	81,0	19,0	96,5	3,48
კანი	65,0	35,0	95,8	4,16
ფორთოხალი ვაშინგტონ-ნაველი	85,0	15,0	93,8	6,22
ფოთოლი	87,0	13,0	96,7	3,26
ნაყოფის რბილობი	87,0	13,0	96,0	4,02
კანი	68,0	32,0		
ლიმონი მეიერი — ფოთოლი	87,0	13,0	93,9	6,14
ნაყოფის რბილობი	88,0	12,0	96,9	3,10
კანი	71,0	29,0	95,9	4,11

ცხრილი 11. ძირითადი კულტურების მოსავალში აზოტისა და ნაცრის ელემენტების საშუალო შემცველობა
(ბოსტნის კულტურები, ძირბვენები, მწვანე მასა, ციტრუსების ნაყოფი და უურძენი — % ნედლი მასიდან, სხვა მცენარეები და ორგანოები — % ჰაერმშრალი მასიდან)

მცენარე	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
ხორბალი — მარცვალი	2,50	0,85	0,50	0,15	0,07
ჩალა	0,50	0,20	0,90	0,10	0,28
სიმინდი — მარცვალი	1,80	0,57	0,37	0,20	0,03
ჩალა	0,75	0,30	1,64	0,26	0,49
ლობიო — მარცვალი	3,68	1,38	1,72	0,29	0,24
სოია — მარცვალი	5,80	1,04	1,26	0,25	0,17
ჩალა	1,20	0,31	0,50	0,05	0,46
ხანკვოლა — მარცვალი	4,80	1,42	1,14	0,45	0,26
მწვანე მასა	0,55	0,11	0,30	0,06	0,16
მზესუმზირა — თესლი	2,60	1,39	0,96	0,51	0,20
მცენარე	1,56	0,76	5,25	0,68	1,53
შაქრის კარხალი — ძირბვენა	0,24	0,08	0,25	0,05	0,06
ფოთოლი	0,35	0,10	0,50	0,11	0,17
კარტოფილი — ტუბერი	0,32	0,14	0,60	0,06	0,03
ფოთოლი	0,30	0,10	0,85	0,21	0,80
უურძენი — ნაყოფი	0,17	0,14	0,50	0,04	0,07
ჩაი — სამფოთლიანი ღუეცი	5,30	1,20	2,50	0,30	0,35
ქველი ფოთოლი	2,40	0,34	0,90	0,26	0,26
მზა პროდუქცია	4,70	0,36	1,90	0,50	0,46
თამბაქო — ფოთოლი	2,45	0,66	5,09	1,04	5,07
მცენარე	1,64	0,92	3,83	0,05	1,24
მანდარინი — ფოთოლი	3,03	0,39	1,04	0,27	2,20
ნაყოფის რბილობი	0,81	0,12	1,37	0,27	0,26
კანი	0,59	0,16	0,84	0,68	0,47
ლიმონი ქართული — ფოთოლი	3,14	0,42	1,11	0,29	2,38
ნაყოფის რბილობი	1,60	0,43	2,50	0,13	0,38
კანი	1,03	0,28	0,98	0,13	0,39
ფორთოხალი ვაშინგტონ-ნაველი					
ფოთოლი	3,10	0,38	1,13	0,26	2,26
ნაყოფის რბილობი	1,30	0,52	1,45	0,10	0,20
კანი	1,20	0,30	0,92	0,07	0,60
ლიმონი მეიერი — ფოთოლი	3,16	0,36	1,10	0,26	2,18
ნაყოფის რბილობი	3,14	0,40	2,06	0,05	0,19
კანი	0,86	0,29	1,06	0,06	0,27

ბის, შაქრების, მკავეების, უჯრედანას, ვიტამინების, ტანინო-კატეჰინური კომპლექსისა და სხვა ნივთიერებათა დაგროვებას. მაგალითად, მარცვლოვანებში — ცილების და სახამებლის, ცხიმოვანოვანებში — ცხიმების, პარკონებში — ცილების, სართავ კულტურებში — უჯრედანას, შაქრის ჰარხალში — შაქრებისა, ჩაიში — ტანინო-კატეჰინური კომპლექსის, ციტრუსებში — ვიტამინების, შაქრების, მკავეებისა და სხვ.

მცენარის დაწვით მიიღება არაწვადი ნაწილი — ნაცარი. იგი ნაცრის ელემენტებს შეიცავს. ამავე დროს აზოტისა და ნაცრის ელემენტების შემცველობა მცენარეში დამოკიდებულია მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე. ზრდის პირობებსა და სხვა ფაქტორებზე. სხვადასხვა მცენარის ნაცარი სხვადასხვა შედგენილობისაა. ეს მიგვანიშნებს საკვები ელემენტებისადმი ამ მცენარეთა არაერთნაირ დამოკიდებულებაზე. მაგალითად, მარცვლოვანების თესლი P_2O_5 -ს მეტი რაოდენობით შეიცავს, ვიდრე ძირბენების ტუბერები, ხოლო K_2O -ს — პირიქით. ამიტომ მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებებიდან გამომდინარე, მოსავლის დონე, მასში მშრალი ნივთიერებების დაგროვება, მთლიანად დამოკიდებულია მცენარის ორგანოგენებით, ნაცრის ელემენტებითა და წყლით უზრუნველყოფაზე (ცხრ. 11).

მცენარის კვებისათვის აუცილებელი ელემენტები

ყველა ქიმიური ელემენტი, რომელიც ნიადაგშია, შეიძლება მეტნაკლები რაოდენობით აღმოვაჩინოთ მცენარეში. დღეისათვის მცენარის შედგენილობაში დადასტურებულია მხოლოდ 70 ელემენტი. უნდა ვიგულისხმოთ რომ, მათი რიცხვი ახლო მომავალში გადიდდება, რადგანაც სისტემატურად ხდება მცენარის ანალიზის მეთოდების სრულყოფა.

ა. ვინოგრადოვის მიხედვით მცენარის ქიმიური შედგენილობის ძირითადი ნაწილი 98% მოდის სამი ელემენტის ხარჯზე:

ქანგბადი — 70%,

ნახშირბადი — 18%,

წყალბადი — 10%, ხოლო ყველა სხვა ელემენტი 2% აღწევს.

იმისდამიხედვით, თუ რა რაოდენობით შედის ესა თუ ის ელემენტი მცენარის მშრალი ნივთიერების შედგენილობაში, საკვები ელემენტები დაყოფილია მიკრო, მაკრო და ულტრა მიკროელემენტებად. ელემენტები, რომელთა შემცველობა მცენარის მშრალი ნივთიერების მეათედინდან რამდენიმე პროცენტს შეადგენს ეწოდება მაკროელემენტები. ასეთებია: აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი, გოგირდი, რკინა და სხვ. მიკროელემენტების რიგს ისეთი ელემენტები მიეკუთვნება, რომელთა შემცველობა მცენარის მშრალი მასის მეათასედი —

მეათიათასედი პროცენტის ფარგლებში: მანგანუმი, ბორი, მოლიბდენი, სპილენძი, თუთია, კობალტი, იოდი, ვანადიუმი და სხვ.

ულტრა მიკროელემენტების შემცველობა მცენარის მშრალი მასის მცირე ნაწილს — პროცენტის მეასიათასედს და უფრო მცირეს შეადგენს. ასეთებია: რუბიდიუმი, ცეზიუმი, სელენი, ვერცხლი და სხვ.

უნდა აღინიშნოს, რომ ზღვარი მაკრო და მიკრო ელემენტებს შორის პირობითია. საქმე ისაა, რომ რკინა მცენარის მშრალი ნივთიერების შედგენილობაში შემცველობის მიხედვით მაკროელემენტი, ხოლო მის მიერ შესრულებული ფუნქციის მიხედვით — მიკროელემენტი და სხვ.

მცენარის სხვადასხვა ორგანოებში მიკროელემენტების შემცველობა გარკვეული კანონზომიერებით ხასიათდება. მაგალითად, მანგანუმი და მოლიბდენი, როგორც წესი, მეტია ფოთოლში, თუთია, ბორი, კობალტი და სპილენძი — როგორც ვეგეტაციურ, ისე გენერაციულ ორგანოებში ან მარცვლოვანი კულტურებისათვის დამახასიათებელია — მარცვალში დიდი რაოდენობით ბორის შემცველობა, პარკოსნებისათვის — ვეგეტაციურ ნაწილებში.

მიკროელემენტებისადმი მოთხოვნილების მიხედვით მცენარეთა ბიოლოგიური ჯგუფები ერთმანეთისაგან არსებითად განსხვავდება. მაგალითად, სიმინდი და თამბაქო დიდი რაოდენობით საჭიროებენ თუთიას, მარცვლოვანი მცენარეები — მანგანუმს. ნატრიუმი აუმჯობესებს ძირხვენების ზრდას, მაგრამ არ მოქმედებს ხორბალსა და სხვა მარცვლოვნებზე.

ზოგიერთი მცენარისათვის დამახასიათებელია თავის ორგანიზმში გარკვეული მიკროელემენტების კონცენტრაციის უნარი. მაგალითად, პარკოსნები მოლიბდენს აგროვებენ. იგი დიდ როლს ასრულებს ატმოსფეროს აზოტის სიმბიოზურ ფიქსაციაში. ან, ჭარხალი კონცენტრაციას უკეთებს ბორს, იგი ჭარხლის „გულის სიდამპლით“ დაავადებას ამცირებს. ნატრიუმი იწვევს ჭარხლის მოსავლის გადიდებას. ამის მიზეზია მცენარის დიდი მოთხოვნილება ნატრიუმზე, გოგირდი ზრდის პარკოსნების მოსავალს, რადგანაც მისი მოქმედება ცილოვან ცვლაში დიდია.

ამგვარად, ხორციელდება ურთიერთკავშირი მცენარე-დამპყრობველის მეტაბოლიზმსა და მცენარის უნარს შორის კონცენტრაცია უნარსა და მოსავალურ ელემენტებს თავის ორგანიზმში.

როგორც აღვნიშნეთ, მცენარის კვებისათვის საჭიროა მაკრო მაკრო და ულტრა მიკროელემენტები. ისინი მენდელეევის პერიოდულ სისტემის სხვადასხვა ჯგუფს მიეკუთვნებიან. ამ ელემენტთა შორის მცენარეების განვითარების თანამედროვე დონეზე, მცენარის ნორმალური ზრდისა და პროდუქტიულობისათვის საკვებ ხსნარში (სუბსტრატში) აუცილებელია 32 ელემენტის არსებობა. მათ შორის 20 ელემენტი აუცილებელია, ხოლო 12 პირობით აუცილებელ ელემენტს მიეკუთვნება (ცხრ. 12).

ცხრილი 12. მცენარისათვის აუცილებელი ქიმიური ელემენტები
(ფრჩხილებში მოცემულია პირობით აუცილებელი ელემენტები)

ჯგუფი	ელემენტები
I	H, (Li), Na, K, Cu, (Ag)
II	Mg, Ca, Zn, (Sr, Cd)
III	B, (Al)
IV	C (Si), (Ti; Pb)
V	N, P, V
VI	O, S, Mo, (Cr, Se)
VII	Cl, L, Mn. (F)
VIII	Fe, Co, (Ni)

ის ელემენტები, რომელთა გარეშე მცენარეს არ შეუძლია განვითარების ციკლის დამთავრება, მიეკუთვნება აუცილებელ საკვებ ელემენტებს. პირობით აუცილებელი ელემენტების დადებითი მოქმედება ზოგიერთი კულტურების მიმართ ძალზე მაღალია, ხოლო ზოგიერთის მიმართ ჯერჯერობით აღწერილი არ არის.

მცენარის კვება

მცენარის კვება არის ნივთიერებათა გაცვლა მცენარესა და გარემოს შორის. მცენარეები, ბუნებრივ პირობებში, ერთდროულად ბინადრობენ ორ გარემოში: ნიადაგსა და ატმოსფეროს ქვედა ფენაში. ნიადაგში გავრცელებულია მცენარის მიწისქვეშა ნაწილები. ისინი ნიადაგიდან იღებენ წყალსა და მასში გახსნილ მინერალურ მარილებს, ანხორციელებენ მცენარის ფესვებით კვებას. ატმოსფეროს ქვედა ფენაში (იგი უმეტესი სასოფლო-სამეურნეო მცენარისათვის 1,5 მ-ია ნიადაგის ზედაპირიდან) გავრცელებულია მცენარის მიწისზედა ნაწილები, რომელთა საშუალებით ხორციელდება ჰაეროვანი, ასევე ფესვის გარეშე კვება.

მცენარის კვება რთული პროცესია. ეს არის ნივთიერებათა გადასვლა გარემოდან (ნიადაგი, ჰაერი) მცენარის ქსოვილის შედგენილობაში, მცენარის რთული ორგანული ნივთიერების შედგენილობაში, რომლის სინთეზს მცენარე ახდენს და ზოგიერთი ნივთიერების მცენარიდან გარემოში გამოყოფა. მცენარის ნახშირორჟანგით უზრუნველყოფა მიმდინარეობს ფოთლებით, ჰაეროვანი კვების გზით. ამავე დროს, როგორც წესი, უფრო თანაბრად, ვიდრე ფესვებით კვება. ფოტოსინთეზისათვის აუცილებელია სინათლე, სითბო, ტენი და მინერალური ნივთიერებები. ფოტოსინთეზის ინტენსივობა ამ ფაქტორებით უზრუნველყოფაზე დამოკიდებული. მასზე ასევე მოქმედებს მცენარის ბიოლოგიური თავისებურება და ნარგავობის სიხშირე.

მცენარის კვება ფესვებით დამოკიდებულია არა მარტო მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე და ფოტოსინთეზისათვის ფაქტორებით უზრუნველყოფაზე, არამედ ფესვის ზრდის ინტენსივობაზე, ნიადაგის სტრუქტურაზე, აერაციაზე, ტენზე, რეაქციაზე, საკვები ნივთიერების შემცველობაზე, საკვები ელემენტების ფორმებსა და შეფარდებაზე ნიადაგში, ნიადაგის მიკროფლორის ცხოველმყოფელობაზე, ფესვის გამოწყობაზე და სხვა.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავალი და მოსავლის ხარისხი კვების ნორმალურ რეჟიმზეა დამოკიდებული. ეს დებულება საერთოა ყველა ცოცხალი ორგანიზმისათვის (მცენარე, ცხოველი, მიკროორგანიზმი), მაგრამ პრინციპული განსხვავებაა მცენარისა და ცხოველის კვებაში.

მცენარე საკვებად იყენებს CO_2 , წყალს და მარტივ მინერალურ მარილებს. მზის ენერჯისა და უამრავი ფერმენტების მონაწილეობით მათგან ქმნის რთულ ორგანულ ნივთიერებას. ორგანული ნივთიერებებით იკვებება ადამიანი და ცხოველი. გარდა ამისა, მწვანე მცენარე დღის საათებში (სინათლეზე) ატმოსფეროში გამოჰყოფს ჟანგბადს, რითაც სუნთქავს ადამიანი და ცხოველი.

ამრიგად, ჩვენს პლანეტაზე სიცოცხლე დაფუძნებულია უმაღლესი და უდაბლესი მცენარეების პროდუქტიულობაზე, ხოლო მათი პროდუქტიულობა — კვების პირობებზე.

ცნობილია, რომ დედამიწის ფართობი 510 მლნ კვ კილომეტრია. მათ შორის 150 მლნ კვ კილომეტრი ხმელეთს, ხოლო 360 მლნ კვ კილომეტრი ზღვებსა და ოკეანეებს უჭირავს.

მწვანე მცენარე (უმაღლესი და უდაბლესი) ყოველწლიურად ქმნის 400 მლრდ ტონა ახალ ორგანულ ნივთიერებას, რომლის $\frac{3}{4}$ წყლებში, დანარჩენი — დაახლოებით 115 მლრდ. ტ. ხმელეთზე გროვდება. ორგანული ნივთიერების სინთეზისათვის ყოველწლიურად იყენებენ 2 მლრდ ტონამდე აზოტსა და 6 მლრდ ტონამდე ნაცრის ელემენტებს. აზოტის ამ რაოდენობას მცენარე მთლიანად ატმოსფეროდან რომ ითვისებდეს, მაშინ მისი შემცველობა ატმოსფეროში შემცირდებოდა, ე. ი. მცენარე აზოტს, ძირითადად, ნიადაგიდან ითვისებს. ამის მაჩვენებელია, აზოტის დეფიციტის გამოვლინება არა ატმოსფეროში, არამედ ნიადაგში. ნაცრის ყველა ელემენტს მცენარე მთლიანად ნიადაგიდან ითვისებს, ამიტომ აღინიშნება ნიადაგის ნაცრის ელემენტებით გაღარიბება.

წყალი მცენარის პროდუქტიულობისათვის აუცილებელია. მას მცენარე ნიადაგიდან ითვისებს. წყალს მცენარე არა მარტო ფოტოსინთეზის პროცესში ხარჯავს, არამედ მისი ძირითადი ნაწილი ტრანსპირაციის პროცესისათვის გამოიყენება.

მსოფლიოს მიწათმოქმედებაში წყლის ნაკლებობა მცენარის ვეგეტა-

ციის პერიოდში, გავრცელებული მოვლენაა. დედამიწაზე ხმელეთის მხოლოდ 5%-ია სადაც წლის განმავლობაში ნალექები თანაბრად არის განაწილებული და წყლის ბალანსი ნიადაგში მცენარისათვის ხელსაყრელია. ინგლისი უხვნალექიანი ქვეყანაა, აქაც ზოგჯერ ზაფხულობით ერთი კვირა, ზოგჯერ დეკადა, ნალექების სიმცირით აღინიშნება. ამ პირობებშიც კი მორწყვა ეკონომიკურად გამართლებული ღონისძიებაა. მცენარის კვებაზე, სასუქის ეფექტურობაზე, მოსავალსა და მოსავლის ხარისხზე უარყოფითად მოქმედებს ტენის როგორც სიჭარბე. ისე ნაკლებობა, ამიტომ მისი რეგულირებისათვის დაშრობას ან მორწყვას მიმართავენ. დამტკიცებულია, რომ წყლის ხარჯვა, მოსავლის მშრალი ნივთიერების ერთეულზე გაუნოყიერებელ ნაკვეთზე მეტია, ვიდრე განოყიერებულზე.

მცენარის ჰაეროვანი კვება

ჰაეროვან კვებას ყველა მცენარე აწარმოებს ბუნებრივ პირობებში ადამიანის ჩარევის გარეშე. იგი მდგომარეობს ატმოსფეროს CO₂-დან მცენარის მიერ ნახშირბადის შთანთქმაში. მცენარის მიერ შთანთქმული ნახშირბადის 95% ფოთლების, ხოლო 1—5% ფესვების გზით აღწევს მცენარეში.

მცენარის მშრალი ნივთიერების 45% ნახშირბადზე და 42% ქანგბადის ხარჯზე მოდის. ორგანული ნივთიერების სინთეზისათვის ნახშირბადისა და ქანგბადის წყაროა ჰაეროვანი კვება. ნახშირორჟანგი მცენარეში შედის ჰაერთან ერთად, ფოთლის ბაგეების გზით. ბაგეებიდანვე ხდება წყლის აორთქლება.

მცენარის ფოთლების საერთო ფართობი ბევრად მეტია (20—70-ჯერ), ვიდრე ფესვებით გაჭერებული ნიადაგისა. ფოთლის ზედაპირის სიდიდე კარგ პირობებს ქმნის მცენარის მიერ ნახშირორჟანგისა და მზის ენერგიის შთანთქმისათვის.

მზის ენერგია ითვლება მცენარის ორგანული ნივთიერების, მისი მოსავლის შექმნის (სინთეზის) ძირითად წყაროდ. ამავე დროს მცენარის მიერ მისი გამოყენების კოეფიციენტი დაბალია, სხვადასხვა კულტურის მიერ იგი 2—5% ფარგლებში მერყეობს. მოსავალში კიდევ უფრო მცირე ნაწილი გროვდება. კ. ტიმირიაზევის მიაჩნდა აგროტექნიკის სრულყოფისა და უხვმოსავლიანი ჯიშების წარმოებით ამ კოეფიციენტის 12%-მდე გადიდება. ამიტომ მწვანე მცენარის მიერ მზის ენერგიის გამოყენების კოეფიციენტის ამაღლება მიწათმოქმედების ერთ-ერთი ძირითადი ამოცანაა.

მცენარის ჰაეროვანი კვება მთელი შინაარსით დაკავშირებულია ფოტოსინთეზის პროცესთან, ატმოსფეროს ნახშირმჟავა გაზის შეთვისებას-

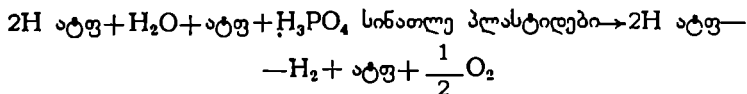
თან, ფოთოლში არსებული ქლოროფილის დახმარებით ორგანული ნაერთების (ნახშირწყლები და სხვ.) წარმოქმნასთან.

თანამედროვე მეცნიერული მონაცემების მიხედვით ფოტოსინთეზი ორ ფაზად მიმდინარეობს.

1. სინათლის ფაზა — აქ ხდება წყლის მოლეკულის ფოტოსინთეზი, მისი დაშლა ატმოსფეროში ქანგბადის გამოყოფით და ენერჯის მდიდარი ნაერთების, ძირითადად ატფ-ის (ადენოზინტრიფოსფორის მკავას) წარმოქმნა.

სინათლის ენერჯის შთანთქმისას, ქლოროფილის მოლეკულები გარდაიქმნება აქტიურ ფორმაში, იგი რეაქციაში შედის წყლის 2 მოლეკულასთან, ართმევს მას წყალბადის 2 ატომს, დარჩენილი ორი ჰიდროქსილის (2OH) იონი წარმოქმნის წყალბადის ზეუქანგს (H_2O_2), რაც იშლება წყლად და ქანგბადად, რომელიც ატმოსფეროში გამოიყოფა. წყლის დაშლის რეაქციაში მონაწილეობს ფერმენტი დეჰიდროგენოზი $H_2O_2 \rightarrow H_2O + O$. ასე ხდება მწვანე მცენარის მიერ განათების პირობებში ჩვენი პლანეტის ქანგბადით გამდიდრება.

ატფ წარმოიქმნება სინათლეზე ფოსფორის მკავას მოლეკულის ადენოზინი — ფოსფორთან (ატფ) შეერთებისას და პირობითი საბოლოო რეაქცია შემდეგ სახეს ღებულობს:



სინათლეზე დაგროვილი ენერჯია მცენარემ შეიძლება გამოიყენოს ატფ-ის სახით, აგრეთვე ფოტოსინთეზისათვის სიბნელის ფაზაში მიმდინარე რეაქციების დროს.

2. სიბნელის ფაზა — ამ ფაზაში წყლის დაშლისას გამოყოფილი წყალბადი მონაწილეობს CO_2 -ის აღდგენაში ნახშირწყლებამდე. ეს პროცესი შუალედი აღდგენილი ორგანული ნაერთების მეშვეობით მიმდინარეობს.

აღნიშნულ გარდაქმნებში ენერჯის დონორად ატფ ითვლება. ფოტოსინთეზის ყველაზე გავრცელებული პროდუქტი ნახშირწყლებია (შაქრები). მწვანე ფოთლებში, ნახშირწყლებთან ერთად, ფესვებით აზოტისა და ნაცრის ელემენტების მიწოდების პირობებში წარმოიქმნება ამინომკავები, ცილები, ცხიმები და სხვა რთული ორგანული ნაერთები. მათი წარმოქმნის სიძლიერე დამოკიდებულია მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე.

ფოტოსინთეზის პროცესის მსვლელობისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ქლოროფილს. მას მწვანე ფოთოლი შეიცავს. მისი შემცველობა ფოთოლში მართალია დიდი არ არის — 1 — 3 გ 1 კგ ნედლ

ფოთოლზე ან 1 მგ 25 მ² ფოთლის ფართობზე, მაგრამ ამ პიემენტის დისპერიიულობა იმდენად დიდია, რომ მისი მარცვლების ფართობის საერთო ზედაპირი 200-ჯერ აღემატება ფოთლის ფირფიტის ფართობს. ამიტომ მზის სხივებთან მისი შეხების ზედაპირი დიდია, რაც ხელს უწყობს მზის ენერჯიის შთანთქმას.

ფოტოსინთეზის პროდუქტიულობა დამოკიდებულია, აგრეთვე ნიადაგის ზედაპირთან ჰაერის ფენაში CO₂-ის შემცველობაზე. აქ CO₂-ის შემცველობა 0,03%-ია ჰაერის მოცულობიდან. ნიადაგის ზედაპირთან ერთ მეტრიან ფენაში იგი ჰექტარზე 5—6 კგ-ია. თუ ამ ფენაში მისი შემცველობა 0,01%-მდე დაეცა, მაშინ მცენარე ფოტოსინთეზს წყვეტს. მცენარის ატმოსფეროში CO₂-ის შემცველობის გადიდება შესაძლებელია ხელოვნურად. მაგალითად, ორგანული სასუქების შეტანით. ნიადაგში 20—30 ტ/ჰა ნაკელის შეტანით ატმოსფეროში გამოიყოფა 5—7 კგ (ნაკელის მასის 23—25%) CO₂.

ფოტოსინთეზის პროცესთან ერთად, რომლის დროსაც ნახშირწყლები წარმოიქმნება, მცენარეში მიმდინარეობს საწინააღმდეგო პროცესი — სუნთქვა, რომელზედაც ნახშირწყლები იხარჯება.

ფოტოსინთეზის ენერჯია დამოკიდებულია, აგრეთვე, მთელ რიგ გარეგან ფაქტორებზე: ტემპერატურაზე, წყლით უზრუნველყოფასა და სხვ. ღამის საათებში, როცა ფოტოსინთეზი არ მიმდინარეობს, ტემპერატურის დაწევა იწვევს სუნთქვის ინტენსივობის შემცირებას, ე. ი. ნახშირწყლების ხარჯვის შემცირებასაც, ასევე ტრანსპირაციაც მცირდება, რადგან განათების შემცირებასთან ერთად მცენარის ფოთლის ბაგეები იხურება. ოპტიმალურზე მაღალი ტემპერატურაც ასევე იწვევს ფოტოსინთეზის პროდუქტიულობის შემცირებას, რადგანაც ძლიერდება სუნთქვის პროცესი, ამ დროს კი შაქრების ხარჯვა გაძლიერებულია.

ფოტოსინთეზისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეში წყლის შემცველობას. ვეგეტაციის პერიოდში მცენარე ტრანსპირაციაზე (აორთქლება) 300—500-ჯერ მეტ წყალს ხარჯავს, ვიდრე მოსავლის მშრალი ნივთიერების შექმნაზე. ფოთლების მიერ წყლის აორთქლების სიჭარბე (ტენის დეფიციტი) იწვევს ფოტოსინთეზის ინტენსივობის მკვეთრ შემცირებას და ორგანული ნივთიერების დაშლას, მცენარის ზრდის შეჩერებას, ტენის მკვეთრი დეფიციტი — მცენარის დაღუპვას.

ნიადაგიდან მცენარის წყლითა და საკვებით მომარაგება ჰაეროვანი კვების განმსაზღვრელი პირობაა. ამავე დროს მცენარის მიერ ნიადაგიდან წყლისა და საკვები ნივთიერებების შთანთქმა დამოკიდებულია ჰაერიდან კვებაზე. ისინი ერთმანეთთან მჭიდროდაა დაკავშირებული და აპირობებს მცენარეთა მოსავალსა და მოსავლის ხარისხს.

მწვანე მცენარის ჰაეროვანი კვების რეგულირება ადამიანის ჩარევით ნაკლებ შესაძლებელია. ფესვებით კვების რეგულირებაში ადამიანის ჩარევის დიდი შესაძლებლობა არსებობს. საქმე ისაა, რომ საკვები ელემენტები გარემო ფაქტორებს მიეკუთვნება, ამავე დროს პრინციპულად განსხვავდება სხვა ფაქტორებისაგან, მაგალითად, ტემპერატურა, pH და სხვ. რადგანაც საკვები ელემენტები მცენარეთა მიერ შთანთქმის შედეგად გარდაიქმნება მცენარეული ორგანიზმის შინაგან ფაქტორად.

ყურადსაღებია ცნობილი დებულება ცოცხალი ორგანიზმის კვების ორი ტიპის შესახებ. ესენია: ავტოტროფიული და ჰეტეროტროფიული ტიპები. ავტოტროფიული ცოცხალი ორგანიზმებისათვის დამახასიათებელია მინერალური მარილების, წყლისა და ნახშირმჟავას შთანთქმა, მთვან ორგანული ნივთიერების სინთეზი. ჰეტეროტროფიული ცოცხალი ორგანიზმები იკვებებიან ორგანული ნივთიერებით.

ცოცხალი ორგანიზმებიდან ყველა მწვანე მცენარე, გარდა პარაზიტებისა და საფროფიტებისა, ავტოტროფიულ, ხოლო ადამიანი, ცხოველები, პარაზიტული უმალღესი მცენარეები, სოკოები და უმეტესი მიკროორგანიზმები ჰეტეროტროფიულ კვებას ახდენენ.

მიწათმოქმედების თვალსაზრისით დიდი მნიშვნელობა აქვს ავტოტროფიული ორგანიზმების კვებას ფესვებით. ამავე დროს მიწათმოქმედების პრაქტიკაში იშვიათი შემთხვევაა, როცა ნიადაგში მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებები არ არის საკმარაოდ აღდენობითა და სწორი შეფარდებით. არის შემთხვევა როცა ერთი, ზოგჯერ ორი და მეტი ელემენტი მცირე რაოდენობით არის ნიადაგში, ამავე დროს დარღვეულია მათ შორის შეფარდება. ამ დეფიციტის თავიდან აცილების გარეშე მცენარის პროდუქტიულობა დაბალია. მისი რეგულირება მხოლოდ სასუქების გამოყენებით შეიძლება. ეს შესაძლებელი გახდა მას შემდეგ, როცა აგროქიმიამ შეისწავლა მცენარის კვების კანონები და წამოაყენა ამ პროცესის მართვის ახალი ხერხი — მინერალური სასუქების გამოყენება. მანამდე მსოფლიოს არც ერთი ქვეყანა არ გამოირჩეოდა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მაღალი და სტაბილური მოსავლით. დიდი ხანი არ არის, რაც ეს ცნობილი გახდა, მას შემდეგ მხოლოდ 148 წელი გავიდა. შემდეგში მრავალი ქვეყნის მაგალითზე. როგორც ამას დ. პრიანიშნიკოვი აღნიშნავს, გაირკვა, რომ მოსავალი სულ უფრო და უფრო იქცევა მინერალური სასუქის ფუნქციად.

მცენარე უზრუნველყოფილი რომ იყოს საკვები ნივთიერებით, ნიადაგი საკვებ ნივთიერებას უნდა შეიცავდეს მცენარის კვებისათვის მისაწვდომ ფორმაში. თუ ნიადაგში რომელიმე ელემენტი მცირეა, მაშინ იგი ხელოვნურად უნდა შევიტანოთ სასუქის სახით. ამაში მდგომარეობს

მიწათმოქმედებაში ნივთიერებათა ბრუნვის მართვაში, ადამიანის ჩარევის როლი და მიზანი.

მცენარის კვებას ფესვებით სხვანაირად მინერალურ კვებას უწოდებენ. კვების ეს სახე დაკავშირებულია იმ პროცესთან, რომელიც მიმდინარეობს ცოცხალი მცენარის ორგანიზმსა და ნიადაგში.

მცენარის კვება ფესვებით პირველ რიგში დამოკიდებულია ფესვთა სისტემის განვითარების ხარისხზე. რაც ძლიერადაა განვითარებული ფესვი, რაც მეტია ფესვის შეხების ზედაპირი კვების მოცულობასთან (ფესვით გაჭერებული ნიადაგი), მით უკეთესად მიმდინარეობს მცენარის ფესვით კვება.

მცენარის მიწისზედა და მიწისქვეშა ნაწილებს შორის არსებობს ურთიერთკავშირი და ურთიერთდამოკიდებულება. მცენარის მიერ გვეტაციის ფაზების გავლისათვის ნორმალური პირობების შექმნა დამოკიდებულია ფესვთა სისტემის ცხოველმყოფელობასთან, მის უნართან შთანთქმის ნიადაგიდან წყალი და მინერალური ნივთიერებები, ხელი შეუწყოს მცენარეში ნივთიერებათა ცვლას, სინთეზსა და სიცოცხლისათვის აუცილებელი ნივთიერებების დაგროვებას მცენარეში.

აღრე, მცენარის ფესვის ძირითად ფუნქციად თვლიდნენ მხოლოდ მცენარის დამაგრებას ნიადაგში, წყლისა და საკვები ნივთიერებების შთანთქმას ნიადაგიდან.

თანამედროვე მეცნიერული მონაცემებით ფესვის როლი მარტო ამ ფუნქციით არ განისაზღვრება. გამოვლინებულია ახალი, აღრე უცნობი ფუნქციები, რომელსაც მცენარის ფესვი ასრულებს. გ. საბინინმა ნახა, რომ ფესვში მიმდინარეობს შთანთქმული არაორგანული ნივთიერებების ორგანულ ნაერთებად გარდაქმნის სპეციფიკური პროცესები, ამინო და ნუკლეო მჟავებისა და სხვა ორგანული ნივთიერებების სინთეზი.

ამ კონცეფციის ძირითადი არსი შემდეგში მდგომარეობს:

I. ფესვი არა მარტო შთანთქავს მინერალურ ელემენტებს, არამედ ახდენს მათ მთლიან ან ნაწილობრივ გადამუშავებას და აწვდის მიწისზედა ნაწილებს.

II. ფესვის მასინთეზირებელი მოქმედება დამოკიდებულია ფოტოსინთეზზე.

III. ფესვი მოქმედებს მცენარის მიწისზედა ნაწილზე არა მარტო წყლითა და მასში გახსნილი მინერალური მარილების მიწოდებით, არამედ ფესვში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის რეაქციის სპეციფიკური პროდუქტებით — ფიტოჰორმონებით.

ორგანული ნივთიერების სინთეზში ფესვის სპეციფიკური როლის კარგი მაგალითია ა. შმუკის, ა. სმირნოვისა და გ. ილინის ცდა. ამ ცდით პირველად დადგინდა, რომ ალკოლოიდი და ნიკოტინი წარმოიქმნება ფესვში და არა მიწისზედა ნაწილში. რადგანაც ჰამილორზე დამყნობილ თამბაქოს ფოთლებში ნიკოტინი არ დაგროვდა, მაგრამ თამბაქოზე დამყნობილ

პამიდორის ფოთლებში მისთვის არადამახასიათებელი ნიკოტინის დაგროვებას ჰქონდა ადგილი. ვ. კოლოსოვა მიაგნო, რომ რადიქტიური ფოსფორი მცენარის ფესვშივე გარდაიქმნება რთულ ორგანულ ნაერთებად — ნუკლეოპროტეიდებად და ლიპოიდებად.

მცენარის ზრდის პროცესში ფესვთა სისტემასა და ნიადაგს შორის მიმდინარეობს ნივთიერებათა ცვლა. ეს რთული ფიზიოლოგიური პროცესია. ზრდის დროს ფესვების სუნტქვის შედეგად გარემოში გამოყოფილი CO_2 სხვადასხვა კულტურის მოსავლის მშრალი მასის 14—21% და მეტს შეადგენს. პ. კოსოვიჩის მიხედვით ფესვის მშრალ მასასთან შედარებით ფესვის მიერ ამონახუნტი ნახშირორჟანგი 300%-მდე აღწევს.

სუნტქვის პროცესში გამოყოფილი CO_2 იხსნება წყალში. წარმოიქმნება ნახშირის მჟავა (H_2CO_3). იგი როგორც გამხსნელი ნიადაგის მყარ ფაზაზე მოქმედებს. H_2CO_3 -ის ნაწილი დისოცირდება H და HCO_3 -იონებად, ისინი შთაინთქმება ნიადაგის კოლოიდების მიერ შესაბამისად და ხსნარში გამოქვლებს კათიონები და ანიონები. მაგალითად, Ca , Mg , K , NH_4 , H_2PO_4 და სხვ. მცენარის კვებისათვის აუცილებელია იონები. ისინი მცენარის მიერ ბუსუსა ფესვებით შთაინთქმება.

ფესვის გზით ნიადაგში ასევე გამოიყოფა კალიუმი, კალციუმი, ფოსფორი, გოგირდი და სხვა მინერალური მჟავები. ისინი ასევე დადებითად მოქმედებენ მცენარის კვებაზე, ანალოგიურია მცენარის მიერ გამოყოფილი ორგანული მჟავებისა და ელექტროლიტების მნიშვნელობაც.

მცენარის გამონაყოფით ფესვის გარემოს გამდიდრება დადებითად მოქმედებს არა მარტო მცენარის კვებაზე. არამედ ზრდის რიზოსფეროს მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობასაც. ამ შემთხვევაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ამინომჟავებს, ნახშირწყლებსა და სხვა ორგანულ ნივთიერებებს, ასევე მრავალრიცხოვან ფერმენტებს. ფერმენტების არსებობა იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ორგანული ნივთიერების ნაწილობრივ დაშლა მიმდინარეობს არა მარტო მიკროორგანიზმების მიერ, არამედ მალალსაფეხურზე მდგომი მცენარის მიერაც.

მართალია, ფესვები საერთო ჯამში იკავებენ ნიადაგის მოცულობის მცირე ნაწილს, უმეტესი სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებისათვის იგი 1%-ს არ აღემატება. ამავდროულად ნიადაგის ამ ნაწილში მიმდინარეობს მცენარის კვების პროცესები. ამიტომ მის ცოდნას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

მცენარეთა განაყოფიერების პრაქტიკაში განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ფესვის არქიტექტონიკას. მცენარეები, რომლებიც ფესვს ზედაპირულად ივითარებენ, არ არის მიზანშეწონილი სასუქის ღრმად შეტანა, ხოლო რომელთა ფესვი ღრმად ვრცელდება ნიადაგში, აუცილებელია სასუქის ღრმად, ტენიან ფენაში შეტანა, სადაც სასუქი უკეთ იხსნება და შეითვისება მცენარის მიერ. დიდი მნიშვნელობა აქვს სასუქის მიახლოებას ფესვის გავრცელების ზონაში — ბუდნაში, ზოლში შეტანას, ამ შემთხვევაში კონტაქტი ფესვსა და საკვებ; ნივთიერებას შორის სწრაფად მყარდება და სასუქის დადებითი მოქმედება იზრდება.

მაგრამ სასუქის ამ წესით გამოყენების დროს ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაცია დასაშვებ ფარგლებში უნდა იყოს.

მცენარის კვება ფესვებით დამოკიდებულია ნიადაგში საკვები ნივთიერების არსებობასთან. ეს პროცესი რომ განხორციელდეს, ამისათვის საჭიროა საკვები ნივთიერებები მცენარის კვებისათვის მისაწვდომ ფორმაში იყოს.

ნიადაგში მიმდინარე ბიოლოგიური, ქიმიური, ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების შედეგად რთული ორგანული და მინერალური ნივთიერებები მარტივ ნივთიერებებად გარდაიქმნება. ამ გარდაქმნათა შედეგად ნიადაგში წყალხსნადი, ადვილადხსნადი და ძნელადხსნადი ნაერთები გროვდება. მცენარის კვებისათვის ძირითადია წყალხსნადი და ადვილადხსნადი ნაერთები, ე. ი. ის ნივთიერებები, რომლებიც ნიადაგის ხსნარში — თხევად ფაზაში იმყოფებიან. ნიადაგის თხევადი ფაზა მყარ ფაზასა და ნიადაგის ჰაერთან დინამიურ წონასწორობაშია. ამავე დროს აღინიშნება ამ წონასწორობის დარღვევაც. მასზე გავლენას ახდენს მცენარის მიერ საკვები ნივთიერებების შთანთქმის უნარი, მიკროორგანიზმების გამონაყოფი, ნალექები, ატმოსფერული წნევა, ნიადაგის დამუშავება, სასუქები, მორწყვა და სხვ.

დადგენილია, რომ საკვები იონების ფესვის გზით მცენარეში შესვლის პირველი ეტაპი გაცვლითი ადსორბციაა. ეს პროცესი ნორმალურად რომ წარიმართოს, ამისათვის საჭიროა კონტაქტის დამყარება ნიადაგის ხსნარსა და ფესვის შორის, რისთვისაც დიდი მნიშვნელობა აქვს დიფუზიას. ამ გზით ხსნადი ნაერთები ნიადაგის ხსნართან ერთად ფესვისკენ გადაადგილდება. მეორე მხრივ ფესვის დინამიური ზრდა ნიადაგის ახალი მოცულობის ათვისებას ე. ი. ხსნართან მიახლოებას იწვევს.

ნიადაგში არსებული საკვები ნივთიერებები მოძრაობის დიდი უნარით არ ხასიათდება. მას „ეძებს“ ფესვი. ამ მოვლენას „ჰემოტროპიზმი“ ეწოდება. არჩვევენ დადებით და უარყოფით ჰემოტროპიზმს. დადებითი ჰემოტროპიზმი ვლინდება ხსნარში მარილების ოპტიმალური კონცენტრაციის პირობებში, ეს კონცენტრაცია სხვადასხვა მცენარისათვის სხვადასხვაა. ხოლო უარყოფითი იმ შემთხვევაში აღინიშნება, როცა ნიადაგის ხსნარში მარილების მაღალი კონცენტრაციაა. ამ ზონაში ფესვი ზრდას წყვეტს. უარყოფითი ჰემოტროპიზმი შეიძლება გამოიწვიოს ნიადაგში სასუქების არათანაბარმა განაწილებამ.

როგორც აღვნიშნეთ რთული ორგანული და მინერალური ნივთიერებების დაშლის შედეგად ნიადაგში მარტივი ნივთიერებები წარმოიქმნება. დაშლის პროდუქტები მცენარის ფესვებით კვების ძირითადი წყაროა. ამავე დროს მცენარის მიერ ფესვის გზით საკვები ნივთიერებების შეთვისება ხდება იონის სახით. მაგალითად, აზოტისა — NO_3^- ანიონისა და NH_4^+ კათიონის, გოგირდი — გოგირდის მჟავას ანიონის

SO₄ ფოსფორი — ფოსფორის მკავას ანიონების: H₂PO₄, HPO₄ და PO₄, ქლორი — ქლორის იონის Cl, კალიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი, სპილენძი, რკინა, თუთია და სხვა კათიონების სახით შეითვისება მცენარის მიერ.

ნიადაგში ამ ნივთიერებების დაგროვება ხდება ნიადაგწარმოქმნის პროცესში, ასევე სასუქების გამოყენების გავლენით. მაგალითად, ნიტრატები და ამონიუმის იონები სისტემატურად წარმოიქმნება ნიადაგში ორგანული ნივთიერების მიკროორგანიზმების მიერ დაშლის შედეგად (ნიტრიფიკაცია, ამონიფიკაცია),

აზოტიანი ნაერთების დაგროვება ნიადაგში ხდება ატმოსფეროს მოლეკულური აზოტის ფიქსაციის შედეგადაც. მას ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები მიკროორგანიზმები და მრავალი მცენარის ფესვებზე სიმბიოზურად მცხოვრები მიკროორგანიზმები იწვევენ. ატმოსფერული ნალექებიც არის ნიადაგში ამონიაკური აზოტის დაგროვების წყარო.

მცენარის მიერ საკვები ნივთიერების უთანბრობის თეორია

არსებობს მცენარის უჯრედში საკვები ელემენტების შეღწევის მრავალი თეორია. მცენარის ფესვში საკვები ნივთიერების შეღწევის რთული პროცესი, რა თქმა უნდა, არ შეიძლება აიხსნას ერთი თეორიით ან ჰიპოთეზით. ექვს არ იწვევს, რომ მცენარეს რამდენიმე მშთანქმელი მექანიზმი გააჩნია. ამავე დროს, მათი შეთანაწყობა სისტემატურად იცვლება, რაც უზრუნველყოფს ამ პროცესის დაუბრკოლებლად წარმართვას, რადგანაც ერთი მექანიზმი ენაცვლება მეორეს, ან ავსებს მას. მიიჩნევენ, რომ საკვები ელემენტების ტრანსპორტირება უჯრედში ხორციელდება ორი ავტონომიური მექანიზმით: 1. ნივთიერების პასიური ნაკადით ელექტროქიმიური გრადიენტის მიხედვით. 2. ნივთიერებათა აქტიური გადატანით ელექტროქიმიური გრადიენტის საწინააღმდეგოდ.

იონებს გააჩნია ელექტრონული მუხტი. მათი გავლენა უჯრედსა და გარემოში ისაზღვრება როგორც ელექტრონული პოტენციალის სხვაობა და ასევე, როგორც კონცენტრაციათა სხვაობა. ამიტომ ორივე სიდიდე ჯამში ელექტროქიმიურ გრადიენტად არის მიჩნეული. კვების ელემენტების გადაადგილების სხვადასხვა მექანიზმის შეფარდება შეიძლება შეიცვალოს მცენარის ონტოგენეზში და დამოკიდებულია მრავალ პირობაზე. მაგალითად, გარემოში მარილთა კონცენტრაციის გადიდებისას იონთა პასიური შეღწევადობის როლი იზრდება. მარილთა მაღალ კონცენტრაციას ადგილი აქვს დამლაშებულ ნიადაგებში. იგი შეიძლება გაიზარდოს სასუქების ლოკალური შეტანით.

აღრე მიიჩნევენ, რომ იონთა „აქტიური ტრანსპორტი“ არის კათიონებისა და ანიონების გადანაცვლების პროცესი დაკავშირებული მცენა-

რის მეტაბოლიზმთან. მიჩნეულია, რომ იონთა პასიური გადანაცვლება ეს არის პროცესი, როცა იონთა გადანაცვლება მიმდინარეობს ელექტროქიმიური პოტენციების გრადიენტით და დაკავშირებულია იონთა მუხტსა და კონცენტრაციის სხვაობაზე, ხოლო მისი საწინააღმდეგო აქტიური ტრანსპორტია.

როგორია იონთა შეღწევალობის მექანიზმი მცენარეში? მიიჩნევენ, რომ, როდესაც იონები მიადწევენ მცენარის ბუსუსა ფესვების ზედაპირამდე, მაშინ შესაძლოა სამ მოვლენას ჰქონდეს ადგილი: 1. იონთა პასიურ გადანაცვლებას წყლის ნაკადთან ერთად ფესვის ქსოვილის ე. წ. თავისუფალ სივრცეში. 2. იონთა ადსორბციას უჯრედის გარსსა და ციტოპლაზმის მემბრანის შინაგან ფენაში. ამ დროს გარემო ხსნარში მცენარე იგივე მუხტის სხვა იონს გამოყოფს. 3. მცენარის ციტოპლაზმაში ანიონებისა და კათიონების მეტაბოლური დაგროვება. ისინი, როგორც წესი, შედიან სინთეზირებული ნივთიერებების შედგენილობაში.

ეს მოვლენები წარმოადგენს თანმიმდევრულ ეტაპებს ნიადაგიდან ფესვების მიერ მინერალური ნაერთების შთანთქმის პროცესში. უჯრედის თავისუფალი სივრციდან ნიადაგის ხსნარში იონების ორთქლის (მარილების) პასიური გადანაცვლება იოლად მიმდინარეობს. ეს ადსორბირებული იონები ჩანაცვლებით შეიძლება გამოძევდეს ნიადაგის ხსნარის იგივე მუხტის მქონე სხვა იონით. მეტაბოლურად შეკავებული იონები, როგორც წესი, გამოთავისუფლდება მხოლოდ მათი შემცველი ორგანული ნივთიერების ან უჯრედის ორგანოიდების დაშლისას.

მცენარის ბუსუსა ფესვების მიერ იონების შთანთქმაში ძირითადი მნიშვნელობა აქვს იონების ადსორბციასა და დესორბციას. იგი ძალზე სწრაფად მიმდინარეობს. ამავე დროს იონების პასიური შთანთქმა — მათი შეღწევა თავისუფალ სივრცეში, აგრეთვე მათი ადსორბცია და დესორბცია უჯრედის მემბრანით, მცენარის მიერ ენერჯის ხარჯვის გარეშე მიმდინარეობს. იონთა მეტაბოლური დაგროვება კი — პირიქით, დაკავშირებულია ენერჯის აუცილებელ ხარჯვასთან.

იონების ადსორბციასთან ერთად ადგილი აქვს მოლეკულების დესორბციას, მაგრამ ადსორბცია ყოველთვის ჭარბობს დესორბციას. ამავე დროს მოლეკულური ადსორბცია არამყარია, ამიტომ მცენარის ფესვებით კვებაში არსებითი მნიშვნელობა არა აქვს.

იონები, რომლებიც არ მონაწილეობენ ფესვების სინთეზურ პროცესში, დესორბირდება ქსოვილებში, მოძრაობენ მასში და აღწევენ ფოთლებამდე. შესაძლებელია, ასევე, იონების მოძრაობა პლაზმოლების გზით. გარდა ამისა, იონთა გადანაცვლება მცენარეში დამოკიდებულია გარეგან პირობებზე — სინათლე, სითბო, წყლის რეჟიმი, ქანგბადისა და ნახშირორქანის რაოდენობა და სხვ. რომლებიც განსაზღვრავენ მცენარის ცხოველყოფილობას; ასევე ხსნარის შედგენილობაზე, კონცენტრაციასა და

იონების შეფარდებაზე. ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე ნათელია, რომ მეცნიერებას არ შეუძლია ახსნას მცენარის კვების პროცესი მინერალური ნივთიერების პასიური შთანთქმითა და გადანაცვლებით.

მცენარის მიერ საკვები ნივთიერების მოპოვება ხორციელდება ფესვთა სისტემის ნიადაგის პროფილში გავრცელებასთან — დადებით ქემოტროპიზმთან დაკავშირებით. ამ მიმართებით ასევე მნიშვნელოვანია ნიადაგის ხსნარში მარილების დიფუზია, და დიფუზიის პროდუქტების ხსნარის სახით ნიადაგში გადანაცვლება ვერტიკალური მიმართულებით (ხსნარის გაჟონვა, კაპილარების გზით ზევით ასვლა), სუსტად არის გამოხატული ნიადაგის ხსნარის ჰორიზონტალური მიმართულებით გადანაცვლება.

მცენარის მიერ იონების შეთვისება იწყება მათი მეტაბოლური დაგროვებით ციტოპლაზმებსა და ვაკუოლებში. აღსანიშნავია იონები შეკავდება არა მარტო უჯრედის გარისს ურონის მკაფებით, არამედ პლაზმობლებითა და ციტოპლაზმური მემბრანითაც, რომლებსაც გააჩნია ელექტრონული მუხტი. მემბრანის შინაგანი ფენა წარმოიშობა ლიპოიდებისაგან. მათი გახსნა შეუძლიათ მემბრანასთან შეხებულ ნივთიერებებს, რითაც ხელს შეუწყობს მათ შეღწევას ციტოპლაზმაში.

საკვები ნივთიერების დიფუზიამ, ნიადაგის ხსნარიდან ნახევრად შეღწევადი მემბრანის საშუალებით მიიღო ოსმოსის სახელწოდება. დიფუზია ერთფეროვან არეშიც კი (წყალი, ჰაერი) მეტად ნელა მიმდინარეობს. ეს ცნობილი დებულებაა. გარდა ამისა, დიფუზია ხორციელდება კონცენტრაციის გრადიენტის მიხედვით — დიდიდან მცირესაკენ. კონცენტრაციის ეს სხვაობა ხელს უწყობს ხსნადი ნივთიერებების გადატანას ნახევრად გამტარი მემბრანის გავლით (ოსმოსი).

ცოცხალი უჯრედის პირობებში ოსმოსი რთულდება არა მარტო ნახევრად გამტარი მემბრანის არსებობით, არამედ არეს ერთფეროვნებითაც, რაც გადატანის პროცესს მეტად ანელებს. დამტკიცებულია, რომ საკვები ნივთიერების ფესვებით შეთვისება და შემდგომში გადანაცვლება გამტარ სისტემაში მიახლოებით 100-ჯერ მაღალია, ვიდრე ოსმოსით. გარდა ამისა, მარილთა კონცენტრაცია უჯრედის წვენიში უფრო მაღალია, ვიდრე ფესვის ირგვლივ არსებულ ნიადაგის ხსნარში. იგივე მდგომარეობაა ე. წ. გამოწინააღმდეგო — ორგანული და მინერალური მარილების ხსნარში, რომელსაც ფესვთა სისტემა აწვდის მცენარის მიწის ზედა ნაწილებს. მაგალითად, თუ მცენარის ღეროს მოვჭრით ნიადაგის ზედაპირთან, მცენარის გადანაჭერიდან წამოვა წვენი, მისი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ უჯრედის წვენიში მარილთა კონცენტრაცია ბევრჯერ მეტია, ვიდრე გარემო საკვებ ხსნარში. ერთ ცდაში სიმინდის წვენიში კალციუმის კონცენტრაცია 20-ჯერ, ფოსფორისა — 14-ჯერ და კალიუმისა — 40-ჯერ მაღალი იყო, ვიდრე საკვებ ხსნარში.

ეს ფაქტი ადასტურებს მცენარის მიერ ხსნარიდან იმ იონების შერჩევით შთანთქმას, რომლებიც მისი ცხოველმყოფელობისთვისაა საჭირო. ამიტომ მარტო ოსმოსის ჰიპოთეზაზე დაყრდნობით არ შეიძლება მცენარეთა ფესვური კვების საიდუმლოების ახსნა.

ცნობილია, რომ გარემოდან ფესვში საკვები ნივთიერების შეღწევა უბრალო, პასიური პროცესი არ არის. მაგრამ თუ რა უღვეს მას საფუძვლად, ამის შესახებ მიმდინარეობს გამოკვლევები. მიმდინარეობს ასევე ინტენსიური დისკუსია, გროვდება დიდძალი ექსპერიმენტული მონაცემები, რომელთა ანალიზი ხელს შეუწყობს ამ საიდუმლოების ახსნას.

აღნიშნულია, რომ ნიადაგიდან მცენარეში კათიონებისა და ანიონების შესვლა მიმდინარეობს იონების ჩანაცვლებითი აღსორბციის გზით. დადგენილია აგრეთვე რომ მცენარეში ნიადაგიდან კათიონებისა და ანიონების შეღწევის პირველ ეტაპს წარმოადგენს მათი გაცვლითი აღსორბცია იმ ანიონებთან და კათიონებთან, რომლებიც ფესვის (ვანსაკუთრებით ფესვის ბუსუსის) უჯრედის ციტოპლაზმის ზედაპირზე იმყოფება. ამ ეტაპის „გაცვლით ფონდს“ ძირითადად წარმოადგენს წყალბადის კათიონი და ნახშირბაქსა და ანიონი. ისინი წარმოიქმნება უჯრედის სუნთქვის შედეგად. ფორების არსებობის გამო უჯრედის გარსი არ წარმოადგენს წინააღმდეგობას ერთი უჯრედიდან მეორეში გარდიგარდმო მიმართულებით იონების გადანაცვლებისათვის გამტარ კუბულოვან სისტემაზე და შემდეგ ფოთლებამდე.

ციტოპლაზმაში შედის მრავალი იზოელექტრული წერტილის მქონე ცილები. ამიტომ ციტოპლაზმის ზედაპირს შესაძლოა ჰქონდეს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი მუხტი. ე. ი. მიიზიდოს როგორც ანიონი, ისე კათიონი.

ცილის იზოელექტრონულ წერტილს უწოდებენ pH-ის ისეთ მაჩვენებელს, რომლის დროსაც ცილის მოლეკულას არ გააჩნია არც უარყოფითი და არც დადებითი მუხტი. ე. ი. ელექტრონეიტრალურია. იზოელექტრულ წერტილზე დაბლა pH-ის დროს (გამჟავებისას), ცილის მოლეკულა დამუხტულია დადებითად და შთანთქავს ანიონს, ხოლო იზოელექტრულ წერტილზე მაღლა pH-ის დროს იგი დამუხტულია უარყოფითად და შთანთქავს კათიონს. ამით აიხსნება მცენარეში კათიონების უკეთ შეღწევა ხსნარის გატუტიანების და ანიონებისა — გამჟავების პირობებში. შთანთქმული კათიონებისა და ანიონების გადანაცვლება უჯრედის შიგნით, ასევე მისი ზედაპირიდან ციტოპლაზმის გავლით შიდა ზედაპირამდე აიხსნება ციტოპლაზმის მოძრაობით უჯრედის შიგნით.

საერთოდ, მცენარეში ნივთიერებათა შთანთქმა, მათი გარდაქმნა და მოძრაობა აგროქიმიასა და მცენარეთა ფიზიოლოგიაში დღეისათვის მიჩნეულია ერთ-ერთ ურთულეს საკითხად. ამავე დროს დღეისათვის დად-

გენილია, რომ მცენარეში წყალი და მასში გახსნილი ნივთიერებები გადაინაცვლებენ ქვემოდან ზემოთ ქსოვილების გზით ფოთლებამდე, სადაც ფოტოსინთეზის შედეგად ორგანული ნივთიერებები წარმოიქმნება. ეს ნივთიერებები შემდგომ დაღმავალი დენით, ფლოემას საშუალებით, წყალთან ერთად ფესვებამდე გადაინაცვლებენ.

ამრიგად, მცენარის მიწის ზედა და მიწის ქვეშა ნაწილებს შორის არსებობს ნივთიერებათა სისტემატური გაცვლა. გარდა ამისა, ადგილი აქვს მცენარის მიერ ფესვებით გარემომცველ არეში ნივთიერებების გამოყოფას. ამ ნივთიერებების შედგენილობაში აღმოჩენილია ნახშირის, მჟაუნის, ვაშლის, ლიმონისა და სხვა მჟაეები, რომელიც ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსზე გამხსნელად მოქმედებს. ამით აიხსნება ის გარემოება, რომ ხანჭკოლა, ბარდა, მღოგვი და ზოგიერთი სხვა მცენარეები ფოსფორს ითვისებენ ძნელადხსნადი ფოსფორიტებიდან, მათ შორის ფოსფორიტის ფქვილიდან.

მცენარის მიერ ფესვით ხსნარში გამოყოფილ კათიონებსა და ანიონებს შეუძლიათ მონაწილეობა მიიღონ ნიადაგთან გაცვლით რეაქციაში და მშთანთქმელი კომპლექსიდან გამოაძეგონ სხვა იონები, რომლებიც შეიძლება კვლავ შთანთქოს მცენარე.

ოსმოსისაგან განსხვავებით, იონების გაცვლა არესა და ფესვთა სისტემას შორის მიმდინარეობს ძალზე სწრაფად. მაგალითად, სუპერფოსფატთან ფესვის კონტაქტის დამყარების შემდეგ 20 წუთი საკმარისი აღმოჩნდა იმისათვის, რომ შვრიის ფესვის ნიშანდებულ 32P-ს მიეღწია ზედა ფოთლებამდე.

არსებობს ჰიპოთეზა პინოციტოზის შთანთქმისა ცოცხალი უჯრედის ხსნართან შეერთების გზით. პინოციტოზი გვხვდება ერთუჯრედიან ორგანიზმებში, მაგალითად, ამებაში. ამებას შეუძლია მისი უჯრედის მასიდან პინოციტოზის გზით 30 წუთში შთანთქოს 25%-მდე ცილა.

ბოლო წლებში ფესვებში საკვები ნივთიერების გადანაცვლებაში დიდ მნიშვნელობას ანიჭებენ ხელატებს (მარწყხისებრ შიდა კომპლექსურ ნაერთებს). ისინი ორგანული ნაერთებია, მათ მეტალთა კათიონების შეკვრის უნარი გააჩნიათ, ამავე დროს წყალში ხსნადია, მაგრამ არ ექვემდებარება ელექტრონულ დისოციაციას, დადგენილია რომ ხელატად შეიძლება იყოს არა მარტო ორგანული მჟაეები, არამედ ამინომჟაეები და გლუკოზა. ნიადაგში ხელატის ფუნქციას ჰუმინის მჟაეები ასრულებს. ექვს გარეშეა, ხელატები წინ აღუდგებიან ნიადაგის ხსნარში რიგი მეტალების დალექვას.

მართალია, ხელატის სახით მეტალებს შეუძლიათ მცენარეში შეღწევა, მაგრამ ისინი აღწევენ თუ არა უჯრედის ციტოპლაზმაში მემბრანის გავლით, ჯერ კიდევ არგუმენტებული არ არის.

გარემო პირობების გავლენა მცენარეში საკვები ნივთიერებების შეღწევალოებაზე

ნიადაგიდან მცენარეში საკვები ნივთიერების შეღწევა აქტიური ფიზიოლოგიური პროცესია. ეს პროცესი დაკავშირებულია არა მარტო ფესვის, არამედ მთელი მცენარის ცხოველმყოფელობასთან, მასში მიმდინარე რთულ ფიზიოლოგიურ და ბიოლოგიურ პროცესებზე.

მცენარის პროდუქტიულობა, მის მიერ ნიადაგიდან მაკრო და მიკრო ელემენტების შთანთქმა პირდაპირ კავშირშია ნიადაგში საკვები ელემენტების შემცველობაზე.

ნიადაგში საკვები ელემენტები შეიძლება იყოს ნიადაგის ხსნარში (ორგანული და მინერალური ხსნადი ნაერთები), ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებაში (მცენარეული ანარჩენი, ჰუმუსოვანი ნივთიერებები, მიკროორგანიზმები), ასევე ნიადაგის მყარ მინერალურ ფაზაში.

მცენარის კვებისათვის მისაწვდომია ყველა ხსნადი ნაერთი, ასევე გაცვლითად შთანთქმული ელემენტები. სხვა ნაერთებს მცენარე უშუალოდ ვერ იყენებს. მათი გამოყენება შეუძლია მხოლოდ მას შემდეგ, როცა ისინი უფრო ხსნად ნაერთებში გადავლენ. ეს ხდება პირველადი მინერალების დაშლის, ორგანული ნივთიერების მინერალიზაციისა და სხვა პროცესების შედეგად.

გასათვალისწინებელია ისიც, რომ გარემო პირობების ცვალებადობასთან ერთად ნიადაგის მიკრო და მაკრო ელემენტების ნაწილი შეიძლება გადავიდეს შეუთვისებელ ფორმაში. ეს შეიძლება გამოიწვიოს გარემოს რეაქციის შეცვლამ, მიკრობიოლოგიური პროცესების გაძლიერებამ და სხვა პროცესებმა. ამ მიზეზით მცირდება მათი მცენარეში შეღწევალობა.

მცენარის მიერ ნიადაგის საკვები ელემენტების გამოყენებაზე არსებით გავლენას ახდენს თვით მცენარე. მცენარის ფესვის გამონაყოფი იწვევს არეს რეაქციის შემკავებას და ხელს უწყობს რიგი ძნელად ხსნადი ნაერთების მისაწვდომ ფორმაში გადაყვანას. მცენარის მიერ ნიადაგიდან საკვები ნივთიერებების შთანთქმას განსაზღვრავს: მცენარის ბიოლოგიური თავისებურება, ნიადაგის თვისებები, მათ შორის პოტენციური ნაყოფიერების დონე. პირველ რიგში ორგანული ნივთიერება და მინერალოგიური შედგენილობა, ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა, ტემპერატურა, ტენიანობა, ჰაერაცია, ნიადაგის ხსნარის რეაქცია და კონცენტრაცია, განათება და სხვ. მაგალითად, ღამით მცენარის მიერ კალიუმის, კალციუმისა და ფოსფორის შთანთქმის სიჩქარე 1,5—3-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე დღისით. ამ ფაქტის მიზეზი მარტო უსინათლობა არ არის. იგი გამოწვეულია ნიადაგისა და ჰაერის ტემპერატურის რეჟიმით, ტრანსპირაციის ინტენსივობის დაცემით, ფოტოსინთეზის პროცესის შეწყვეტითა და სხვ.

სასუქების გამოყენების ხერხების სრულყოფა შესაძლებელია არა მხოლოდ ნიადაგისა და სასუქის თვისებების ღრმად შესწავლის საფუძველზე, არამედ, ასევე საკვებ ელემენტებზე მცენარის მოთხოვნილების ცვალებადობის გათვალისწინებით, მცენარეში საკვები ელემენტების შეღწევის მექანიზმისა და სხვა საკითხების ღრმად შესწავლით, რაც მცენარეთა ფიზიოლოგიის, ბიოქიმიის, აგროქიმიისა და სხვა მეცნიერებების გადაუღებელი ამოცანაა.

საკვები ხსნარის კონცენტრაციის გავლენა მცენარის კვებაზე. ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაცია გარემო ფაქტორია. თუ ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაცია დაბალია, მცენარე ცუდად იზრდება, იმიტომ რომ აკლია მინერალური კვების ელემენტები. მაღალი კონცენტრაცია ასევე საზიანოა მცენარისათვის, რადგან ფერხდება მცენარეში საკვები ნივთიერებების შეღწევა და მცენარე კნინდება. ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაცია მუდმივი არ არის. იგი იცვლება უამრავი პირობის (ამინდი, სასუქი და სხვა) გავლენით.

მცენარეს შეუძლია საკვები ნივთიერებები შეითვისოს მხოლოდ დაბალი კონცენტრაციის ხსნარიდან. ფესვი აქტიურად შთანთქავს საკვებ ნივთიერებას მაშინ, თუ ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაცია 0,01—0,05%-ის ფარგლებშია. ბუნებრივ პირობებში, არადაძლავებულ ნიადაგებში, ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაცია 0,02—0,2%-ის ფარგლებში ცვალებადობს.

ფესვის მიერ მინერალური კვების ელემენტები უკეთ შთაინთქმება ოპტიმალური კონცენტრაციის ხსნარებიდან, ხოლო წყალი უკეთ შთაინთქმება მცენარის მიერ გაუნოყიერებელი ნიადაგიდან. ეს გარემოება გასათვალისწინებელია სასუქის ლოკალურად და კერობრივად შეტანისას. ნიადაგის ხსნარის მაღალი კონცენტრაციის მიმართ განსაკუთრებით მგრძობიარეა ახალგაზრდა მცენარე. ამავე დროს სხვადასხვა მცენარე ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაციის მიმართ არაერთნაირ დამოკიდებულებას ამჟღავნებს, რაც გასათვალისწინებელია განოყიერების სისტემის დამუშავებისას.

მაკრო და მიკრო ელემენტების შეფარდება საკვებ ხსნარში. მცენარის კვება უნდა შეფასდეს ერთდროულად, როგორც რაოდენობრივ, ისე ხარისხობრივი მაჩვენებლების მიხედვით. რაოდენობრივად — სავგეტაციო პერიოდში საკვების შეთვისება დინამიკაში, ხარისხობრივად — განვითარების სხვადასხვა ფაზაში შეთვისებული საკვები ელემენტების შეფარდების მიხედვით.

დადგენილია, რომ ყოველ მცენარეს, მისი თავისებურებიდან გამომდინარე, ესაჭიროება საკვები ელემენტების გარკვეული შეფარდება. ამავე დროს განვითარების ფაზების მიხედვით ისინი არაერთნაირია. ამ შეფარდების დაცვა განსაზღვრავს მცენარის პროდუქტიულობას და მის ხარისხს.

ფესვებში იონების შეღწევალობისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ჰიდრატირებული იონის დიამეტრს. აქედან გამომდინარე, ერთ-ვალენტიანი კათიონები უფრო სწრაფად უნდა შევიდეს ფესვის უჯრედში, ვიდრე ორ და მრავალვალენტიანი. მაგრამ გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მშთანქმელი სისტემის სპეციფიკურ თავისებურებას. მაგალითად, კალიუმი უფრო სწრაფად შედის მცენარის ფესვში, ვიდრე რუბიდიუმი და ცეზიუმი, თუმცა რუბიდიუმისა და ცეზიუმის ჰიდრატირებული იონების დიამეტრი ნაკლებია კალიუმთან შედარებით, ან კიდევ, ქლორი უფრო სწრაფად აღწევს მცენარეში. ვიდრე იოდისა და ბორის იონები.

ლიტერატურაში ბევრი მასალა იმის შესახებ, რომ ელემენტების შეფარდება საკვებ ხსნარში (გარემოში) დიდ გავლენას ახდენს მათ შეღწევისა და დაგროვებაზე მცენარეში.

საკვებ ხსნარში, საკვები ელემენტების შეფარდების დარღვევისას, მცენარე საპასუხო რეაქციას იყენებს. მაგალითად, თუ ხსნარში რომელიმე აუცილებელი ელემენტის მკვეთრი სიჭარბეა, მაშინ მცენარე აძლიერებს მინერალური კვების სხვა ელემენტების შთანქმას. ერთ-ერთი მაკროელემენტის სიჭარბე არ იწვევს მცენარის დაღუპვას, მაგრამ მკვეთრად ამცირებს სხვა მინერალური ელემენტების შეღწევას მცენარეში. საკვები ელემენტების სიჭარბის მავნე მოქმედება შეიძლება ნაწილობრივ შემცირდეს სხვა ელემენტების შეტანით ნიადაგში. მაგალითად, ქვავისა და სხვა კულტურების შემთხვევაში, მაგნიუმის მოჭარბებული შემცველობისას, დადებითი იყო აზოტის მოქმედება, სპილენძის შემთხვევაში — კალციუმისა და სხვ.

იონთა ანტაგონიზმი და სინერგიზმი. მცენარეული ორგანიზმის ნორმალური ცხოველმყოფელობა ხორციელდება მაშინ, როდესაც გარემო ხსნარში მტკიცედ არის დაცული ანიონებისა და კათიონების შეფარდება. ეს დებულება არის თეორიული საფუძველი საკვები ნაზავის მომზადებისათვის. როგორც წესი, ერთნაირად დამუხტულ იონებს შორის მქლავდება ე. წ. ანტაგონიზმი, როდესაც ერთნაირი მუხტის მქონე იონები ხელს უშლიან ერთმანეთს მცენარის ცოცხალ უჯრედში შეღწევაში. მაგალითად, თუ საკვებ ხსნარში წყალბადის კათიონი ჰარბი რაოდენობითაა (მეავე ნიადაგი), მაშინ ხსნარში კალციუმის კათიონის შეტანა წინააღმდეგობას გაუწევს წყალბადის კათიონების ჰარბად შესვლას მცენარეში. დადგენილია ანტაგონიზმის ფაქტი რკინასა და კალციუმს, ალუმინსა და ნატრიუმს, რკინასა და თუთიას, მანგანუმსა და თუთიას, სპილენძსა და თუთიას, თუთიასა და რკინას, მანგანუმს, სპილენძს, მოლიბდენს, რკინას და სხვა კათიონებს შორის.

მსგავსად კათიონებისა, ანტაგონიზმის თვისება დამახასიათებელია ანიონებისთვისაც. მაგალითად, NO_3 და Cl შორის: თუ საკვებ ხსნარში ქლორი სჭარბობს ნიტრატს, მაშინ იგი წინ აღუდგება მცენარეში ნიტ-

რატის შესვლას. ამ ფაქტს ზოგჯერ ადგილი აქვს წარმოების პირობებში ქლოროვანი კალიუმის მაღალი ნორმებით გამოყენების შემთხვევაში და მისი თავიდან ასაცილებლად საჭიროა გაიზარდოს ნიტრატული სასუქის ნორმა, ან შემცირდეს ქლოროვანი კალიუმის ნორმა. შეიძლება სხვა ხერხის გამოყენებაც, მაგალითად, ქლოროვანი კალიუმი შევიტანოთ შემოდგომით, რათა ქლორი ჩაირეცხოს ატმოსფერული ნალექების გავლენით. ანტაგონიზმის მოვლენის ცოდნა საშუალებას გვაძლევს სწორად გადაწყვიტოთ სასუქების გამოყენების პრაქტიკული საკითხი.

მცენარის კვების საქმეში გარდა ანტაგონიზმისა, არსებითი მნიშვნელობა აქვს სინერგიზმის მოვლენას. ეს არის ურთიერთკავშირი სხვადასხვა მუხტიან იონებს — კათიონებსა და ანიონებს შორის. მაგალითად, ქლორის ანიონი, რომელსაც მოძრაობის დიდი უნარი ახასიათებს, მცენარეში შესვლისას თან წარიტაცებს ამა თუ იმ კათიონს. სინერგიზმის მოვლენა შენიშნულია ერთნაირად დამუხტულ იონებს შორისაც (ე. მაგნიცი). მაგალითად, ნიადაგში კალიუმის დაბალი კონცენტრაციის პირობებში კალციუმისა და კალიუმის კათიონებს შორის ადგილი აქვს სინერგიზმს, ხოლო კალიუმის მაღალი შემცველობისას კალიუმი წინ აღუდგება მცენარეში კალციუმის შეღწევაობას, ე. ი. მელანდება ანტაგონიზმი.

ამრიგად, ერთ და იმავე იონს შეუძლია როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი ზემოქმედება სხვა იონის შთანქმავზე მცენარის მიერ. ამავე დროს, ამ მოვლენათა მიმართულების შეცვლა დამოკიდებულია გარემოს ხსნარის რეაქციაზე, საკვებ ხსნარსა (ნიადაგში) და მცენარეში სხვა ელემენტების შემცველობაზე. მათ შეფარდებაზე. მცენარის სახეობაზე, გარემოს ტემპერატურასა და სხვა პირობებზე.

ფიზიოლოგიურად გაწონასწორებული ხსნარები. მცენარის კვების რეჟიმის ნორმალური მსვლელობისათვის გასაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს საკვები ხსნარის ფიზიოლოგიურად გაწონასწორებულ მდგომარეობაში არსებობას.

ფიზიოლოგიურად გაწონასწორებული ეწოდება ისეთ ხსნარს, რომელშიც საკვები ელემენტები ისეთი შეფარდებით არიან, საიდანაც მცენარეს მათი ეფექტურად გამოყენება შეუძლია. ამგვარ ხსნარში ყველა საკვები ოპტიმალური კონცენტრაციით და შეფარდებით უნდა იყოს. ცალმხრივი ხსნარი ვერ უზრუნველყოფს მცენარეს ხანმოკლე ვადითაც კი, რადგანაც იგი ფიზიოლოგიურად გაწონასწორებული არ არის. უნდა აღინიშნოს, რომ სხვადასხვა მარილების ცალმხრივი ხსნარები სხვადასხვანაირად მოქმედებენ მცენარეზე (ცხრ. 13).

მცენარის მიერ საკვები ელემენტების შთანქმის კანონზომიერების შესწავლისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს ცდის ხანგრძლივობას. ცდის ხანგრძლივობასთან ერთად მცენარის ფიზიოლოგიური მდგომარე-

მარილი	ფესვის სიგრძეში ნამატი 40 დღის მანძილზე, მმ
NaCl	59
KCl	68
MgCl ₂	7
CaCl ₂	70
NaCl·KCl·CaCl ₂	324

ობა არსებითად იცვლება. ეს ცვლილებები არსებითი ხასიათისაა, პირველ რიგში, ფესვის შთანთქმის უნარის მიმართ.

მცენარის მიერ მინერალური კვების ელემენტების შთანთქმის მიზეზებისა და კანონზომიერებების გამოვლინებას აქვს როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული მნიშვნელობა სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით. ცნობილია, რომ საკვებ არეში აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის არსებობა განსაზღვრავს მცენარის ზრდის, ასევე მცენარის მიერ სხვა საკვები ელემენტების შთანთქმის ინტენსივობას.

მცენარის აზოტით კვების პირობების გაუმჯობესებით მცენარეში იზრდება ფოსფორის, კალიუმის, კალციუმის, მაგნიუმის, სპილენძის, მანგანუმისა და თუთიის შეღწევადობა. ამავე დროს, ეს კანონზომიერება იცვლება შემცირებისაკენ. თუ საკვებ ხსნარში აზოტი ჰარბი რაოდენობითაა. ამ მიმართებით მნიშვნელობა აქვს აზოტიანი სასუქის ფორმასაც.

ფოსფორიანი სასუქის ჰარბი ნორმა ხელს უშლის მცენარეში სპილენძის, რკინისა და მანგანუმის შეღწევას.

კალიუმში ამცირებს მცენარეში კალციუმის, მაგნიუმისა და ზოგიერთი სხვა ელემენტის შესვლას.

მცენარის საკვები არე თუ კარგად არის უზრუნველყოფილი ძირითადი საკვები ელემენტებით — აზოტით, ფოსფორითა და კალიუმით, მაშინ მცენარის მოთხოვნილება მიკროელემენტებისადმი იზრდება. ამავე დროს, მიკროელემენტები დიდ გავლენას ახდენენ მაკროელემენტების ეფექტურობაზე და მცენარეში მათ შესვლაზე.

შერჩევითი შთანთქმა. ეს არის მცენარის უნარი საკვები ხსნარიდან (სუბსტრატიდან) შთანთქმოს ფიზიოლოგიურად მისთვის უფრო აუცილებელი ელემენტი, ხან ანიონის, ხან — კათიონის სახით. მაგალითად, KNO₃-დან პარკოსანი მცენარეები, წარმოქმნიან დიდი რაოდენობით ცილებს, რისთვისაც საჭიროა მეტი რაოდენობით აზოტი. ამიტომ ისინი ამ სასუქიდან სხვა მცენარეებთან შედარებით მეტი რაოდენობით შთანთქავენ აზოტს NO₃-ს ანიონის სახით, ხოლო კარტოფილი და ზოგიერთი სხვა მცენარე, რომლებიც ორგანიზმში დიდი რაოდენობით ნახშირწყლებს აგროვებს სახამებლის სახით; მათი წარმოქმნისათვის კი საჭიროა კალი-

უმბი, ამიტომ ისინი ამ სასუქიდან მეტი რაოდენობით ითვისებენ კალიუმს K^+ კათიონის სახით.

შერჩევითი შთანთქმა დაკავშირებულია გარემო პირობებთან. მცენარე საკვებ ნივთიერებას არჩევს მის ირგვლივ მდებარე გარემოდან. ამავე დროს, სხვადასხვა ნიადაგში საკვები ელემენტების საერთო რაოდენობა სხვადასხვაა. შ. დ. რინკისის მიხედვით, ნიადაგში საერთო კალიუმის შემცველობა—1310, ფოსფორის, მაგნიუმის, რკინის, სპილენძის, მანგანუმის, კობალტისა და ბორის — 100—300-ჯერ ცვალებადობს. ასევე ცვალებადია ამ ელემენტების ხსნადი ფორმების შემცველობა ნიადაგში. მაგალითად, In მარილის მკაფაში ხსნადი მანგანუმი 70-ჯერ, რკინა—1420-ჯერ ცვალებადობს ნიადაგში. ნაკლები ცვალებადობით ხასიათდება ნიადაგში აზოტის შემცველობა — დაახლოებით 10-ის ფარგლებში.

მცენარის ფესვი დიფერენცირებულად ახდენს ნიადაგიდან საკვებ ნივთიერების შთანთქმას. პირველ რიგში მცენარის ფესვი იმ ელემენტის შთანთქმას ახდენს, რომელიც აკლია მცენარეს. ამავე დროს, იმ იონს, რომელიც ჰარბად არის მცენარეში, გამოყოფს ნიადაგში და საჭიროების შემთხვევაში ხელმეორედ გამოიყენებს მას.

მცენარეული მასის შექმნაში მონაწილეობას ღებულობს გარემო არეში არსებული ყველა ელემენტი. ამავე დროს ნიადაგში ასევე იმყოფება ტოქსიკურად მოქმედი ნივთიერებები. ამ ნივთიერებებს შეუძლია არსებითად შეცვალოს მცენარის სინთეზური მოქმედება, დააქვეითოს იგი, გამოიწვიოს მცენარის დაღუპვა. დადგენილია, რომ მავნე ნივთიერებები ძირითადად ფესვშივე შეკავდება. მაგრამ მისი ნაწილი მაინც აღწევს მიწისზედა ორგანოებში. ამავე დროს ისინი გროვდებიან მცენარის ვეგეტაციურ ნაწილებში და ძალზე სუსტად აღწევენ თესლში, ე. ი. მცენარეში არსებობენ მექანიზმები, რომლებიც ამუხრუჭებენ ტოქსიკური ელემენტების შთანთქმას და დაგროვებას. ამას დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეული პროდუქტების საკვებად გამოყენების საქმეში.

ცნობილია საკვები ელემენტების მცენარის მიერ ხელმეორედ გამოყენების — რ ე უ ტ ი ლ ი ზ ი რ ე ბ ი ს ფ ა ქ ტ ი. მაგალითად, მცენარეში მინერალური კვების ელემენტების ნაწილის გადანაცვლება ფოთლიდან რეპროდუქტულ ორგანოებში. ამავე დროს ყველა ელემენტს ერთნაირი მოძრაობა არ ახასიათებს მცენარეში. მაგალითად, აზოტის, ფოსფორის, კალიუმისა და მაგნიუმის რეუტილიზაცია რამდენჯერმე შეიძლება მოახდინოს მცენარემ, გოგირდისა — ნაწილობრივ, ხოლო კალციუმი, რკინა, მანგანუმი, ბორი, სპილენძი და თუთია არ ექვემდებარებიან რეუტილიზაციას. აქედან გამომდინარე, საკვები ელემენტის დეფიციტი, როგორც წესი, პირველ რიგში ახალ ფოთლებში ვლინდება.

მცენარეში საკვები ელემენტების შეღწევაზე, მათ შერჩევით შთანთქ-

მაზე დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის ტენი, აერაცია, ტემპერატურა, სინათლე, ხსნარის რეაქცია და სხვ.

მცენარის მინერალური კვების რთული პროცესი დამოკიდებულია მცენარის ყველა საკვები ელემენტებით უზრუნველყოფის დონეზე. ერთი რომელიმე ელემენტის კონცენტრაციის გადიდება, როგორც წესი, იწვევს არა მარტო ამ ელემენტის შემცველობის გადიდებას მცენარის ორგანიზმში, ასევე სხვა ელემენტებისაც.

არეს რეაქცია. ნიადაგის რეაქციას არსებითი ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს ყველა მცენარისათვის. ამავე დროს, სხვადასხვა მცენარეს არეს რეაქციისადმი სხვადასხვა მოთხოვნა გააჩნია. უმთავრესი სასოფლო-სამეურნეო მცენარეები ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის საჭიროებენ არეს სუსტ მჟავე. ნეიტრალურ, ან სუსტ ტუტე რეაქციას. მაგრამ ზოგიერთი მცენარე, მისი ბიოლოგიური თავისებურებებიდან გამომდინარე, საჭიროებს მჟავე რეაქციას. მაგალითად, ჩაის ბუჩქი. ზოგიერთი — ტუტეს. მაგალითად — შაქრის ჭარხალი. არეს რეაქციის შეცვლა უარყოფითად მოქმედებს მათზე.

ნიადაგის რეაქცია მცენარეზე ახდენს როგორც არაპირდაპირ, ისე პირდაპირ მოქმედებას. არაპირდაპირი მოქმედებისას ვლინდება მცენარის ზრდა-განვითარების პირობების შეცვლა. pH-ის დაცემისას ნიადაგში იზრდება ხსნადი რკინა, მანგანუმი, კობალტი, სპილენძი და სხვ., ხოლო მცენარისათვის მისაწვდომი აზოტის, ფოსფორის, მოლიბდენისა და სხვა ელემენტების ნაერთების რაოდენობა მცირდება.

არეს რეაქციის ცვლილებისას, მცენარისათვის დასაშვებ ფარგლებში, ნიადაგიდან მცენარეში არაერთნაირი რაოდენობით აღწევენ ანიონები და კათიონები. მაგ., სუსტი მჟავე რეაქციის პირობებში მცენარეში უკეთ აღწევენ ანიონები, ხოლო ნეიტრალური და სუსტი ტუტე რეაქციისას — კათიონები.

მცენარის მიერ კვების ელემენტების შთანთქმავზე არეს რეაქციის გავლენას განსაზღვრავს ნიადაგის თვისებები. მაგალითად, pH-ის მაჩვენებლის დაცემა ისეთ ნიადაგებზე, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავს საერთო რკინას, მანგანუმს, ალუმინსა და სხვ. იწვევს მათი ხსნადობის გაძლიერებას. შესაბამისად მცენარეში მატულობს მათი დაგროვება. რაც ზოგჯერ აღწევს ტოქსიკურ ნორმას, მცენარეში სხვა ელემენტების შეღწევას აფერხებს და ვერ ვითარდება ნორმალურად. გარდა ამისა, რკინისა და ალუმინის სამვალენტოვანი იონები წარმოქმნიან ფოსფორის, მოლიბდენისა და ზოგიერთი სხვა ელემენტის ძნელად ხსნად, მცენარის კვებისათვის მიუწვდომელ ნაერთებს, რაც აფერხებს ამ ელემენტებით მცენარის უზრუნველყოფას.

ნიადაგის ბუფერობა, ასევე კალციუმის შემცველობა ნიადაგში ასუსტებს ნიადაგის მჟავიანობის უარყოფით გავლენას მცენარეზე.

შ. რინკისის გამოკვლევებით, ნიადაგის მქაეიანობის ხარისხის შემცირებასთან ერთად ფერხდება მცენარის მიერ მანგანუმის, კობალტისა და თუთიის შთანთქმა, შედარებით ნაკლებად — კალიუმისა და მაგნიუმის. კვების ელემენტები, ნიადაგის დამქაეუებასთან დაკავშირებით, რინკისმა დაალაგა კლებადი რიგის მიხედვით:

Mn, Co, Cu, P, Fe, B, Mg, K, N, Mo.

მიწათმოქმედების პრაქტიკაში მანგანუმისა და თუთიის ნაკლებობა ყველაზე მეტად ვლინდება კარბონატულ ნიადაგებზე.

pH-ის სიდიდე არსებით გავლენას ახდენს ნიადაგის მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობაზე; მქაეე არეში კარგად ვითარდებიან სოკოები, სუსტ მქაეე და ნეიტრალურში — ბაქტერიები. მცენარეები უკეთ იტანენ არეს არახელსაყრელ რეაქციას ისეთ ნიადაგებზე. რომლებსაც მაღალი ბუფერობა და შთანთქმის მაღალი ტეეადობა ახასიათებთ.

მარილთა (სასუქთა) ფიზიოლოგიური რეაქცია. მარილთა ფიზიოლოგიურ რეაქციას განაპირობებს მცენარის მიერ საკვები სუბსტრატიდან ანიონების ან კათიონების შთანთქმა. ისეთი მარილები (სასუქები). საიდანაც ინტენსიურად მიმდინარეობს მცენარის მიერ კათიონების შთანთქმა, ეწოდება ფიზიოლოგიურად მქაეეე სასუქი. ისეთი მარილები, საიდანაც მცენარე ინტენსიურად შთანთქავს ანიონს, ეწოდება ფიზიოლოგიურად ტუტე სასუქი.

ფიზიოლოგიურად მქაეეე სასუქები იწვევს ნიადაგის შემქაეებას, ფიზიოლოგიურად ტუტე სასუქები კი — გატუტიანებას. ამიტომ სასუქის ნარევის შედგენისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ, მათი ფიზიოლოგიური რეაქცია.

ნიადაგის ინტენსიურ შემქაეებას იწვევს ამონიუმის მარილები. ცნობილია, რომ ნიადაგში შეტანილი ქლოროვანი ამონიუმი ან გოგირდმქაეეე ამონიუმი განიცდის დისოციაციას $NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$ $(NH_4)_2SO_4 \rightarrow NH_4^+ + NH_4^+ + SO_4$ იონებად, საიდანაც მცენარე ინტენსიურად შთანთქავს ამონიუმის იონებს. მარილის ანიონი შეუერთდება წყალბადის იონს (H^+) და ნიადაგში წარმოქმნის გოგირდისა და მარილის მქაეეებს, რაც ნიადაგის შემქაეებას იწვევს. ამიტომ ეს სასუქები უნდა გამოვიყენოთ მოკირიანებულ ნიადაგებზე ან ჩავატაროთ მათი წინასწარი განეიტრალება კირის ფქვილით. ამ მიზნით საკმარისია 1 ც გოგირდმქაეეე ამონიუმს, ნიადაგში შეტანის წინ, დავუმატოთ 1,3 ც კირის ფქვილი. ფიზიოლოგიურად მქაეეე სასუქია ამონიუმის გვარჯილაც, რადგან ამ სასუქიდან მცენარე უფრო ინტენსიურად შთანთქავს ამონიუმის იონს, ვიდრე NO_3 -ს, მაგრამ მისი ფიზიოლოგიური მქაეეიანობა ნაკლებია გოგირდმქაეეე ამონიუმისაზე, ამიტომ მის გასანეიტრალებლად ნაკლები რაოდენობის კირის ფქვილია საჭირო (0,7 ც 1 ც სასუქზე).

ნეტრალური სასუქები, როგორც წესი, ფიზიოლოგიურად ტუტე რეაქციით ხასიათდება. ამ სასუქების ნიადაგში შეტანისას მიმდინარეობს მათი დისოციაცია $\text{NaNO}_3 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{NO}_3^-$ იონებად.

მცენარე ინტენსიურად შთანთქავს NO_3^- იონს, როგორც ფიზიოლოგიურად უფრო აუცილებელს Na-თან შედარებით, ხოლო Na იწვევს ნიადაგის გატუტიანებას.

ნიადაგში შეტანილი ფიზიოლოგიურად მჟავე და ტუტე მარილების დისოციაციის შედეგად მცენარე, შერჩევითი უნარიდან გამომდინარე, შთანთქავს ანიონს ან კათიონს, იმას, რომელიც უფრო აუცილებელია მისთვის.

სხვადასხვა მარილები სხვადასხვა სიძლიერით ამჟავებს ნიადაგს: ამონიუმის მარილები უფრო ძლიერად, ვიდრე კალიუმისანი. ეს გამოწვეულია მარილთა ბიოლოგიური მჟავიანობით. ბ ი ო ლ ო გ ი უ რ ი მ ჟ ა ვ ი ა ნ ო ბ ა არის შედეგი ამონიაკური და ამიდური ფორმის აზოტის სასუქების ამონიუმის ნიტრიფიკაციის. ამ პროცესში აქტიურ მონაწილეობას ღებულობენ ნიადაგის მიკროორგანიზმები. ბიოლოგიურად მჟავე სასუქებია ამონიუმის სულფატი, ქლოროვანი ამონიუმი და შარდოვანა.

მარილთა ფიზიოლოგიური რეაქციის ცოდნას დიდი მნიშვნელობა აქვს კულტურების განოციერებისათვის, ნიადაგური პირობების გათვალისწინებით სასუქების შერჩევისათვის.

მცენარის ფესვბარეში კვება მინერალური ელემენტებით

ლიტერატურაში ბევრია მონაცემები იმის შესახებ, რომ მცენარეს აზოტისა და ნაცრის ელემენტების შეთვისება შეუძლია არა მარტო ფესვით, არამედ მიწისზედა ნაწილებით, კერძოდ, ფოთლებით.

ფესვგარეშე კვება აგროტექნიკური ხერხია, გულისხმობს მცენარის ზრდის სხვადასხვა ფაზაში მის მიწისზედა ნაწილებზე ამა თუ იმ საკვები ნივთიერების მიწოდებას შესხურებით, შეფრქვევით, შებოლებით ან მცენარის კანქვეშე შეყვანით.

მართალია, ბუნებრივ პირობებში ჰაერის ფოთლით მცენარეში შედის ამონიაკი, გოგირდის ქანგი, ზოგი სხვა ნივთიერება, მათ შორის მიკროელემენტებიც, რომლებსაც წვიმის წყალი შეიცავს. მაგრამ მცენარის მოთხოვნილების დაკმაყოფილებისათვის ეს წყარო საკმარისი არ არის. 1 კუბ. მეტრი ჰაერი შეიცავს 1/50 მგ ამონიაკს. აზოტის ეს რაოდენობა საკმარისი არ არის მცენარისათვის. გოგირდის ქანგი ჰაერში ბევრია ინდუსტრიულ რაიონებში. მცენარეს შეუძლია მისი გამოყენება, მაგრამ მარტო გაზისებრი გოგირდი ვერ უზრუნველყოფს მცენარეს. ზოგიერთი მიკროელემენტი, მაგალითად, იოდი, ბორი და სხვ., ბევრია ზღვისპირა ზონის ატმოსფერულ ნალექებში.

ერთ დროს დიდ იმედებს ამყარებდნენ ფესვგარეშე კვებაზე. ფიქრობდნენ, რომ შესძლებდნენ ფოსფორის რეტროგრადაციის (ხსნადი ნაერთების ძნელად ხსნადში გადასვლა ქიმიური რეაქციის გზით) თავიდან აცილებას, შეამცირებდნენ ნიადაგიდან ნიტრატების გამორეცხვას, ზოგიერთი თიხამინერალების მიერ ამონიუმისა და კალიუმის ფიქსაციას და სხვ. გააძლიერებდნენ ფოტოსინთეზს და სხვა ორგანული ნივთიერებების წარმოშობის პროცესებს, ვინაიდან მცენარეს ეძლეოდა ყველა საჭირო ნივთიერება მოთხოვნილების შესაბამისად.

დადგინდა, რომ მინერალური ნაერთების უმრავლესობა, მათი დაბალი კონცენტრაციის ხსნარების გამოყენების შემთხვევაშიც იწვევენ ფოთლების დაზიანებას. გარდა ამისა, მარტო ფესვგარეშე კვება ვერ უზრუნველყოფს მცენარის საკვები ელემენტებით დაკმაყოფილებას. ამ გზით მცენარე რომ დაკმაყოფილდეს, საჭიროა დაბალი კონცენტრაციის ხსნარის მრავალჯერ შესხურება და ეს კი დაკავშირებულია დიდი რაოდენობით წყლის ხარჯვასთან, ამიტომ შრომატევადი და ძვირია.

ლიტერატურაში ბევრი მასალაა დაგროვილი მრავალწლიან მცენარეებზე ფესვგარეშე გამოკვების დადებითი გავლენის შესახებ. მაგალითად, ს. რუბინის ცდაში ამონიუმის სულფატის, ამონიუმის გვარჯილის, სუპერფოსფატისა და ქლოროვანი კალიუმის 1%-ანი ხსნარით შესხურებამ გაზარდა ვაშლის სასარგებლო გამონასკვა, ნაყოფის მასა და მოსავალი, ხოლო ნაყოფების ჩამოცვენა და ლპობა შეამცირა. საუკეთესო იყო აზოტიანი და კალიუმიანი სასუქების გავლენა, ფოსფორიანი მათ ჩამოუვარდებოდა. აზოტიანი სასუქის ამონიაკური ფორმა უკეთესად მოქმედებდა, ვიდრე ნიტრატულ-ამონიაკური.

მანდარინს ბალში ქ. თალაკვაძის მიერ წარმოებულ ცდაში (ანასეული) საეგვიტაციო პერიოდში შარდოვანას 1%-იანი ხსნარით 4-ჯერადი შესხურებით (240 კგ/ჰა აზოტის ანგარიშით) ნაყოფების მოსავალი ასეთივე რაოდენობით აზოტის ნიადაგში შეტანისა და წყლით შესხურების ვარიანტთან შედარებით 28%-ით გაიზარდა.

უკანასკნელ წლებში ფესვგარეშე გამოკვებას იყენებენ მარცვლეული კულტურების ნათესებში. ამავე დროს ამ ღონისძიების გავლენით მოსავლის ზრდა არ აღინიშნება, მაგრამ მარცვლის ხარისხი არსებითად უმჯობესდება. ასე მაგალითად, უკრაინაში ჩატარებულ ცდებში საშემოდგომო ხორბლის დათავთავებისა და უფრო გვიან ფაზაში ჰექტარზე 20—30 კგ აზოტის ნორმის ანგარიშით შარდოვანასა და ამონიუმის გვარჯილის დაბალპროცენტიანი ხსნარით გამოკვებამ მარცვალში ცილის შემცველობა 0,3—0,6%, ხოლო წებოგვარასი — 3,—3,5%-ით გაზარდა.

სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში ფართოდ დაინერგა მიკროელემენტებით ფესვგარეშე გამოკვება. ისინი მცენარეს მცირე რაოდენობით ესაჭიროება, ამასთან მათი გამოყენების ტექნიკა იოლია. ამიტომ ამ წესს

ფართოდ იყენებენ მეხილეობაში, ასევე ბოსტნეულ კულტურებში მათი სათბურებში მოყვანისას.

ფესვგარეშე კვება ტარდება დაბალპროცენტიანი (1% და ნაკლები) ხსნარით. შესხურება უნდა ჩატარდეს ადრე დილით და საღამოზე, როცა ფოთლის ბაგეები ღიაა. ხსნარი წვეთების სახით უნდა განაწილდეს ფოთოლზე, ფოთოლი მთლიანად არ უნდა დაიფაროს წყლის აპკით, ეს იწვევს ქანგბადის გამოდევნას და ხელს უშლის ბაგეებში ხსნარის შეღწევას.

ფესვგარეშე კვების სახეებიდან, წარმოების პირობებში, ძირითადია შესხურება.

საერთოდ, ფესვგარეშე კვების გზით შეუძლებელია საკვები ნივთიერებებით მცენარის სრული დაკმაყოფილება, იგი დამხარე და ეფექტური ღონისძიებაა მაშინ, როცა მოგვარებულია მცენარის ფესვით კვების პირობები.

III თავი

ნიადაგის თვისებაზე მცენარის კვებასა და სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით

მცენარის კვების პირობებსა და სასუქებზე მის მოთხოვნილებას განსაზღვრავს: ნიადაგში საკვები ნივთიერების საერთო მარაგი; მცენარის კვებისათვის მათი მისაწვდომი ფორმები; ძნელად ხსნადი ნერთების წყალხსნად და ადვილადხსნად ნერთებში გადასვლა, ასევე ადვილად ხსნადი ნერთებიდან ძნელადხსნადი ნერთების წარმოქმნა და სხვ. თუ ნიადაგი მდიდარია მცენარისათვის მისაწვდომი საკვები ნივთიერებებით, მაშინ მცენარის მოთხოვნილება სასუქებზე მცირდება, ხოლო თუ ღარიბია — იზრდება.

ნიადაგის თვისებებისა და შედგენილობის მიხედვით საკვები ნივთიერების საერთო მარაგი, ასევე მათი შესათვისებელი ფორმები სხვადასხვა ნიადაგში ერთნაირი არ არის. ამით აიხსნება ის, რომ სხვადასხვა ნიადაგზე ერთი და იგივე მცენარის მოთხოვნილება სასუქებზე არაერთნაირია.

ნიადაგში შეტანილი სასუქები მრავალმხრივ გარდაქმნას განიცდის, რის გავლენითაც სასუქის საკვები ნივთიერების ხსნადობა იცვლება, ამასთან დაკავშირებით ცვალებადობს საკვები ნივთიერებების ნიადაგში მოძრაობა და მცენარისათვის მათი შესათვისებლობაც.

ნიადაგში სასუქის გარდაქმნის პროცესების ინტენსივობა დამოკიდებულია ნიადაგის თვისებებზე. საქმე ისაა, რომ სხვადასხვა ნიადაგში ეს პროცესები სხვადასხვა ინტენსივობით მიმდინარეობს. ამავე დროს სასუქი თავის მხრივ არსებითად მოქმედებს ნიადაგის თვისებებზე, ამდიდრებს მას საკვები ელემენტებით, ცვლის ნიადაგის ხსნარის რეაქციას, ასევე მიკრობიოლოგიური პროცესების ინტენსივობას.

ამრიგად, ნიადაგის თვისებები განსაზღვრავს საკვები ნივთიერებების ხსნადობას, მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობას, ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციას.

ნიადაგში შეტანილი სასუქის საკვები ელემენტები მთლიანად არ გამოიყენება მცენარის მიერ. ატმოსფერული ნალექების ან სარწყავი წყლის გავლენით მათი ნაწილი ჩაირეცხება ნიადაგის ღრმა ფენებში, ნაწილი გადაირეცხება ნიადაგის ზედაპირიდან, ნაწილი მცენარისათვის მიუწვდომელ ფორმაში გადადის და სხვ. სასუქის გადაადგილების ინტენსივობას ნიადაგის თვისებები განსაზღვრავს. მაგალითად, ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა, სტრუქტურა, შთანქმის უნარი და სხვ. დამოკიდებულია ნიადაგის თვისებებთან, ამაზე მიგვანიშნებს ის ფაქტი, რომ ეს პროცესი ძლიერად მიმდინარეობს ქვიშა ნიადაგში, ვიდრე თიხა და თიხიან ნიადაგში.

სასუქის საკვები ელემენტების მცენარის კვებისათვის ძნელად შესათვისებელ ფორმაში გადასვლას განსაზღვრავს ნიადაგის ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებები. ეს პროცესი სხვადასხვა ნიადაგში სხვადასხვა ინტენსივობით მიმდინარეობს. მაგალითად, ფოსფორის ხსნადი ფორმები ძნელად ხსნად ფორმაში გადადის მეტი სიძლიერით მაშინ, თუ ნიადაგში ბევრია რკინის, ალუმინის. კალციუმის იონები და სხვ.

ნიადაგში შეტანილ სასუქებზე მოქმედებს ნიადაგის მიკროორგანიზმები, რომელთა ცხოველმყოფელობას ნიადაგის თვისებები განსაზღვრავს. მაგალითად, რეაქცია, ფიზიკური თვისება, მექანიკური შედგენილობა (სტრუქტურა), ტემპერატურა, აერაცია, წყლოვანი რეჟიმი და სხვ.

ორგანული და მინერალური სასუქების გარდაქმნის პროცესი ნიადაგში მიმდინარეობს ერთდროულად, მათი ინტენსივობა დამოკიდებულია ნიადაგურ და ამინდის პირობებზე, ამავე დროს ისინი დადებითად ან უარყოფითად მოქმედებენ მცენარის კვების რეჟიმზე. ამიტომ სასუქის აგრონომიული ღირებულების სწორი შეფასებისათვის. მინდვრის პირობებში მცენარის კვების რეჟიმის განსაზღვრისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ არა მარტო სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა მოთხოვნილება საკვები ნივთიერებებისადმი, არამედ ნიადაგის თვისებებიც, რადგანაც ისინი განსაზღვრავენ სასუქის ეფექტურობას.

ნიადაგის ნაყოფიერება

ნიადაგი არის დედამიწის ზედა ფენა, რომელშიც ბინადრობს მცენარის ფესვთა სისტემა, გააჩნია ნაყოფიერება და მცენარე საზრდოობს ფესვებით. ნ ი ა დ ა გ ი ს ნ ა ყ ო ფ ი ე რ ე ბ ა, ვ. ვილიამსის მიხედვით, ა რ ი ს უ ნ ა რ ი ნ ი ა დ ა გ ი ს ა დ ა ა კ მ ა ყ ო ფ ი ლ ო ს მ ც მ ნ ა რ ე თ ა

მთხოვნილება სიცოცხლის ნიადაგური ფაქტორებით — წყლითა და საკვები ნივთიერებებით.

კ. მარქსის მიხედვით* ნიადაგს გააჩნია ორი სახის ნაყოფიერება: ბუნებრივი და ხელოვნური.

ბუნებრივი ნაყოფიერება არის ნიადაგის ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური თვისება, რომელიც გააჩნია ნიადაგს ბუნებრივად, ადამიანის ჩაურევლად, ნიადაგწარმოქმნის პროცესების შედეგად. მაღალი ბუნებრივი ნაყოფიერებით ხასიათდება შავმიწა, ხოლო დაბალით — რუხი ნიადაგები.

ხელოვნური ნაყოფიერება ნიადაგის ნაყოფიერების ის სახეა, რომელსაც იძენს ნიადაგი ადამიანის ზემოქმედების შედეგად. ხელოვნური ნაყოფიერება დამოკიდებულია ნიადაგში წყლოვანი რეჟიმის რეგულირებაზე ეროზირებული ქვიშა და თიხა ნიადაგების გაკულტურებაზე, მკაფი ნიადაგების მოკირიანებაზე, ბიცობების მოთაბაშირებაზე და სხვ. ე. ი. ნიადაგის ხელოვნური ნაყოფიერება დამოკიდებულია აგრონომიულ ღონისძიებათა კომპლექსზე და მცენარეთა აგრობიოლოგიურ თავისებურებაზე.

კ. მარქსი არჩევს, აგრეთვე ნიადაგის ნაყოფიერების ორ ფორმას: ეფექტურ და პოტენციურ ნაყოფიერებას. ეფექტური ნაყოფიერება არის საკვები ნივთიერებების ის ფორმები, რომელიც მისაწვდომია უშუალოდ მცენარისათვის ყოველგვარი გარდაქმნის გარეშე. ასეთებია: საკვები ნივთიერებების წყალხსნადი, ადვილადხსნადი, შთანთქმული ნაერთები.

პოტენციურ ნაყოფიერებას განსაზღვრავს საკვები ნივთიერებების ის ფორმები, რომლებიც ვერ გამოიყენება მცენარის მიერ საკვებად უშუალოდ, გარდაქმნების გარეშე.

დადგენილია, რომ პოტენციური ნაყოფიერება ნიადაგში ყოველთვის მეტია, ვიდრე ეფექტური ნაყოფიერება. მაგალითად, შავმიწა ნიადაგებში. საერთო აზოტი 0,5—0,6% აღწევს. აზოტის ეს რაოდენობა 1 ჰა ფართობის სახნავ ფენაში 15—16 ტ შეადგენს, მაგრამ აზოტის ამ მარაგიდან მცენარისათვის მისაწვდომია მხოლოდ 1%-მდე, ე. ი. პოტენციური თვისების მქონე აზოტი 100-ჯერ და მეტად ჰარბობს ეფექტურს.

ცნობილია, რომ ნიადაგში აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის საერთო რაოდენობა 10-ჯერ, ზოგჯერ 100-ჯერ მეტია ამ ნივთიერების იმ რაოდენობაზე, რომელიც მცენარეს ნიადაგიდან გამოაქვს მოსავლით. მიუხედავად მათი დიდი რაოდენობით შემცველობისა ნიადაგში, მცენარე ბევრ ნიადაგზე ვერ იძლევა მაღალ მოსავალს სასუქის გამოყენების გარეშე. ეს გარემოება იმით არის გამოწვეული, რომ საკვები ნივთიერე-

* კ. მარქსი. კაპიტალი, ტ. III. წიგნი 2. გვ. 178. თბილისი, 1934 წ.

ბები ნიადაგში ძირითადად მცენარისათვის ძნელად მისაწვდომ ფორმაში იმყოფება. მაგალითად, აზოტი— რთულ ორგანულ ნაერთებში (პუმი-სი, ცილა), ფოსფორი — ძნელადხსნად მინერალურ (რკინისა და ალუმინის, კალციუმისა და მაგნიუმის სამჩანაცვლებული ფოსფატები), ასევე ორგანულ ნაერთებში. კალიუმი კი — ძნელადხსნადი ალუმოსილიკატების სახით და სხვ.

ნიადაგში სისტემატურად მიმდინარეობს ძნელადხსნადი ნაერთების მობილიზაცია მიკროორგანიზმების მიერ, მაგრამ მობილიზაციის პროცესში წარმოქმნილი საკვები ელემენტები არ არის საკმარისი მცენარისათვის მაღალი მოსავლის მისაღებად. მცენარეებს ნიადაგიდან გამოაქვთ ეფექტური ნაყოფიერების ნაერთები, აღარიბებენ ნიადაგს და საჭირო ხდება ნიადაგის ეფექტური ნაყოფიერების გადიდება, რასაც ვაღწევთ სასუქების გამოყენებით.

ბუნებრივ ფაქტორებთან ერთად ადამიანი აჩქარებს და აღიღებს პოტენციურ ნაყოფიერების ეფექტურში გადასვლის პროცესს. მაგალითად, მჟავე ნიადაგების მოკირიანებით ხდება ნიადაგის მჟავე რეაქციის განეიტრალება, რაც ქმნის ხელსაყრელ პირობებს იმ მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობისათვის, რომელიც ახდენს ნიადაგის ორგანული ნივთიერების მინერალიზაციას.

ამ პროცესის შედეგად ნიადაგში გროვდება საკვები ნივთიერებები მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმებში.

ნიადაგის შეღებნილობა

ნიადაგი ორფაზიანი ბუნებრივი სხეულია, იგი შედგება მყარი (სხვადასხვა სიდიდის მექანიკური ნაწილაკები), თხევადი (ნიადაგის ხსნარი), გაზისებრი (ნიადაგის ჰაერი) და ცოცხალი (მიკროორგანიზმები) ფაზებისაგან. ისინი ერთმანეთთან მჭიდრო ურთიერთკავშირშია.

ნიადაგის ჰაერი. ნიადაგის ჰაერი ატმოსფეროს ჰაერისაგან განსხვავდება. ეს განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ ნიადაგის ჰაერში მეტია ნახშირორჟანგი და ნაკლები ჟანგბადი, ვიდრე ატმოსფეროს ჰაერში. მაგალითად, ნიადაგის ჰაერში ნახშირორჟანგი რამდენიმე მეათედიდან 1%-მდეა, ზოგჯერ 3%-საც აღწევს.

რა იწვევს ნიადაგის ჰაერის ნახშირორჟანგით გამდიდრებას? ჯერ ერთი, მიკროორგანიზმების მიერ ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაშლის პროცესში სისტემატურად ხდება ჟანგბადის გამოყენება და ნახშირორჟანგის გამოყოფა: ფესვები სუნთქვისას გამოყოფენ ნახშირორჟანგს, ზოგიერთი ქიმიური რეაქციის პროცესში წარმოიქმნება ნახშირორჟანგი და სხვ.

ნიადაგის ჰაერში ნახშირორჟანგის შემცველობა დამოკიდებულია გაზების გაცვლის ინტენსივობაზე ნიადაგსა და ატმოსფეროს შორის.

ნიადაგში წარმოქმნილი ნახშირორჟანგის ნაწილი ატმოსფეროში გადაინაცვლებს ნაწილი კი იხსნება ნიადაგის ტენში და წარმოიქმნება ნახშირის მჟავა. ნორმალური აერაციის პირობებში 1 მ³ ნიადაგიდან დღე-ღამის განმავლობაში (ზაფხული) გამოიყოფა 2-დან 10 ლ-მდე CO₂ და შთაინთქმება ნიადაგის მიერ ამავე რაოდენობის ქანგბადი. წარმოქმნილი ნახშირორჟანგი ხელს უწყობს ასიმილაციას და მცენარის პროდუქტიულობას.

ნიადაგის ტენში ნახშირორჟანგის გახსნის შედეგად წარმოქმნილი ნახშირმჟავა დისოციაციას განიცდის H⁺ და HCO₃⁻ იონებად და ნიადაგის ხსნარის შემჯავებას იწვევს.



ნიადაგის ხსნარის ნახშირმჟავათი გამდიდრება, ნიადაგის მინერალური ნაწილების, განსაკუთრებით ფოსფატებისა და კალციუმის კარბონატების ხსნალობას აძლიერებს, მათი მცენარის კვებისათვის მისაწვდომ ფორმაში გადაყვანას იწვევს. ამავე დროს ნახშირმჟავას მაღალი შემცველობა და ქანგბადის სიმცირე ნიადაგის ჰაერში, მცენარისა და აერობული მიკროორგანიზმებისათვის უარყოფითია. ასეთ მოვლენას ადგილი აქვს ჰარბი ტენიანობისა და ცუდი აერაციის პირობებში.

ნიადაგში ქანგბადის სიმცირისას უარესდება ფესვთა სისტემის სუნთქვისა და ზრდის პირობები, ამით მცირდება მცენარეთა მიერ საკვები ნივთიერებების შეთვისება, ძლიერდება ანაერობული პროცესი, რაც უარყოფითად მოქმედებს მცენარეებისა და მიკროორგანიზმების განვითარებაზე.

ნიადაგის ხსნარი. იგი ნიადაგის ყველაზე აქტიური ნაწილია. მასში მიმდინარეობს ყველა ქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური პროცესი. მცენარე პირველ რიგში ნიადაგის ხსნარიდან ითვისებს საკვებ ნივთიერებებს.

ნიადაგის ტიპისა და სხვა პირობების გათვალისწინებით ნიადაგის ხსნარში არის ანიონები:

HCO₃⁻, OH⁻, Cl⁻, NO₃⁻, H₂PO₄ და სხვ. კათიონები: H⁺, Na⁺, K⁺, NH₄⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe³⁺, Al³⁺ და სხვ. ასევე წყალხსნადი ორგანული ნივთიერებები და ხსნადი გაზები — O, CO₂, NH₃ და სხვ. ნიადაგის ხსნარის მარილებით შევსება ხდება მინერალების დაშლის, მიკროორგანიზმების მიერ ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების გახრწნისა და სასუქების გამოყენებით. მცენარის კვების თვალსაზრისით განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ხსნარში K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, NH₄⁺, NO₃⁻, SO₄⁻, H₂PO₄⁻ არსებობას და ამ იონებით ხსნარის სისტემატურად შევსებას.

ნიადაგის ხსნარში მარილთა საერთო რაოდენობა ცვალებადობს პროცენტის მეთხუთედნიდან (კორდიანი ეწერი) რამდენიმე პროცენტამდე (დამლაშებული ნიადაგი). ჩვეულებრივ ნიადაგში წყალხსნადი მარილების რაოდენობა მიახლოებით 0,05%-ია. მისი სიჭარბე — 0,2% მეტი, მავნეა მცენარისათვის.

ნიადაგის ხსნარის შედგენილობა და კონცენტრაცია შეიძლება შეიცვალოს სხვადასხვა ფაქტორის გავლენით. მაგალითად, იგი შეიძლება გადიდდეს სასუქების გამოყენებით, ნიადაგში ტენის შემცირებით, ნიადაგის ორგანული ნივთიერების მინერალიზაციის გაძლიერებით და სხვ, ხოლო შემცირდეს მცენარის მიერ ნიადაგიდან საკვები ნივთიერების გამოტანით, ნიადაგის ღრმა ფენებში მათი ჩარეცხვით, ხსნადი ნაერთების ძნელადხსნად ნაერთებში გადასვლით და სხვ.

ნიადაგის ხსნარის შედგენილობა და მისი კონცენტრაცია დამოკიდებულია ასევე ნიადაგის მაგარი ფაზისა და ხსნარის ურთიერთმოქმედებაზე, ნიადაგის მშთანქმელი კომპლექსისა და ხსნარის გაცვლითი რეაქციის ინტენსივობაზე.

ნიადაგის მყარი ფაზა. მცენარის კვებისათვის საკვები ნივთიერებების ძირითადი მარაგი ნიადაგის მყარ ფაზაში იმყოფება. მყარი ფაზა შედგება მინერალური და ორგანული ნაწილაკებისაგან. უმეტეს ნიადაგებში მინერალური ნაწილაკების შემცველობა 90—99%-ს შეადგენს, ორგანული კი მცირეა. გამონაკლისს წარმოადგენს ტორფიანი ნიადაგები, მათში ორგანული ნივთიერების შემცველობა 90%-ს აღემატება.

ორგანული და მინერალური ნაწილების ურთიერთმოქმედებით მიიღება რთული ორგანო-მინერალური ნაერთი. იგი დიდ როლს თამაშობს ნიადაგის ნაყოფიერებაში.

მყარი ფაზა თითქმის ყველა ელემენტს შეიცავს. იგი რთული ორგანულ-მინერალური კომპლექსია. ა. ვინოგრადოვის მიხედვით ნიადაგის მყარი ფაზა ძირითადად ხუთი ელემენტისაგან შედგება:

O — 49%
Si — 33%
Al — 7,1%
Fe — 3,7%
C — 2,0%

ამ ელემენტების ანგარიშზე მოდის ნიადაგის მყარი ფაზის 94,8%, ხოლო ყველა სხვა ელემენტის შემცველობა ერთად აღებული, მხოლოდ 5,2%-ს შეადგენს.

ყველა ელემენტი შედის ნიადაგის მინერალურ ნაწილში — სხვადასხვა მინერალის შედგენილობაში, მაგრამ ნახშირბადი, წყალბადი, ქანგბადი, ფოსფორი და გოგირდი მონაწილეობენ როგორც მინერალური, ისე ორ-

განული ნაერთების შედგენილობაში, ხოლო აზოტი — თითქმის მთლიანად წარმოდგენილია ორგანულ ნაწილში.

ნიადაგის მინერალური ნაწილი. ნიადაგის მინერალური ნაწილის შედგენილობა დამოკიდებულია დედაქანზე და ნიადაგწარმოქმნის პროცესის ხასიათზე. იგი სხვადასხვა დიამეტრისა და ქიმიური შედგენილობის მექანიკური ნაწილაკებია. სიმსხოს მიხედვით ისინი მილიმეტრის მემილიონედი ნაწილიდან 1 მმ-მდე და ზოგჯერ მეტია.

მექანიკური შედგენილობის მიხედვით არჩევენ მსუბუქი (ქვიშა და ქვიშნარი), საშუალო (საშუალო და მსუბუქი ქვიშნარები) და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებს (თიხა და მძიმე თიხნარი). მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებში ჰარბობს სილიციუმის ორჟანგი, ხოლო მძიმეში — ალუმინისა და რკინის ერთნახევარი ჟანგეულები. ნიადაგის მინერალები წარმოშობის მიხედვით იყოფა პირველად და მეორად მინერალებად.

პირველად მინერალებს მიეკუთვნება: კვარცი, მინდვრის შპატი, ჟარსები, რქის მატყუარა, პიროქსენები.

პირველადი მინერალები შედის დედაქანისა და მათი გამოფიტვის პროდუქტებში. ეს მინერალები ნიადაგში ძირითადად ქვიშა ნაწილაკების (0,05—1,0 მმ), ნაკლები რაოდენობით მტერის ფრაქციის (0,001—0,05 მმ), კიდევ უფრო მცირე რაოდენობით ლექის ფრაქციისა (0,001 ნაკლები) და უმნიშვნელო ნაწილი კოლოიდების სახით არის.

პირველადი მინერალების დაშლით, ქიმიური პროცესების გავლენით (დეჰიდრატაცია, ჰიდროლიზი, დეჟანგვა) და მიკროორგანიზმების მოქმედების შედეგად წარმოიქმნება ერთნახევარი ჟანგეულების ჰიდრატები, სხვადასხვა მარილები და მეორადი მინერალები.

მეორად მინერალებს — თიხამინერალებს მიეკუთვნება: კაოლინიტი, მონტმორილონიტი, ჰიდროქარსები და სხვ. ისინი ნიადაგში იმყოფება უმთავრესად ლექისა და კოლოიდური ნაწილაკების სახით.

ქიმიური შედგენილობის მიხედვით მეორადი მინერალები იყოფა სილიციუმის ორჟანგის ნაერთებად — სილიკატებად და ალუმისილიციუმ-ჟანგბადის ნაერთებად — ალუმოსილიკატებად.

სილიციუმის ორჟანგის ნაერთებიდან ნიადაგში მეტი რაოდენობით SiO_2 მოიპოვება. იგი ნიადაგში სილის ან მტერის სახით არის წარმოდგენილი. კვარცის შემცველობა თითქმის ყველა ნიადაგში ალუმატება 60%-ს ქვიშებში — 90%-ს. კვარცი არ მონაწილეობს ნიადაგში მიმდინარე ქიმიურ რეაქციებში.

ალუმოსილიციუმ-ჟანგბადის ნაერთებიდან ნიადაგში ვხვდებით პირველად და მეორად მინერალებს. პირველადი ალუმოსილიკატური მინერალებიდან უმთავრესად გავრცელებულია მინდვრის შპატი, ნაკლებად — ჟარსები. ისინი თანდათანობით იშლება ნიადაგში და შედგენილობიდან

ათავისუფლებენ კალიუმს, კალციუმს, მაგნიუმს, რკინასა და მცენარის კვებისათვის საჭირო სხვა ელემენტებს. მეორადი ალუმოსილიკატები ძირითადად შედგება კვარცის, ალუმინის, ქანგბადისა და წყალბადისაგან. კალციუმს, მაგნიუმს, კალიუმსა და რკინას მცირე რაოდენობით შეიცავს.

მეორადი მინერალები კრისტალური მესერის აგებულებისა და დისპერსიულობის ხარისხის მიხედვით იყოფა მონტმორილოიტის, კაოლინიტის და ჰიდროქსიდულ ჯგუფებად.

მონტმორილონიტის ჯგუფს მიეკუთვნება მონტმორილონიტი, ბეიდელიტი და ზოგიერთი სხვა მინერალი. ამ ჯგუფის მინერალებისათვის დამახასიათებელია მაღალი დისპერსიულობა, გაჯირჯების უნარი და ბმულობა.

კაოლინიტური ჯგუფის მინერალებს მიეკუთვნება: კაოლინიტი და გალუაზიტი. ამ ჯგუფის მინერალები ნაკლებად დისპერსული, მცირე გაჯირჯებითა და ბმულობით ხასიათდება.

ჰიდროქსიდების ჯგუფის მინერალებია ჰიდრომუსკოვიტი (ილიტი), ჰიდრობოტიტი და ვერმიკულიტი. ასინი წარმოიქმნება მიწდერის შპატისა და ქარსებისაგან.

მეორადი ალუმოსილიკატური მინერალები ნიადაგში არის კრისტალების სახით, მისი სიმსხო რამდენიმე მიკრომეტრიდან მეათედი, მეასედა ნაწილია მიკრომეტრისა. დიდი დისპერსიულობის გამო გააჩნიათ შთანქმის დიდი ზედაპირი და მაღალი უნარი. მეორადი მინერალები კრისტალურ სილიკატურ და ალუმოსილიკატურ ნაწილთან ერთად შეიცავს ამორფულ ნივთიერებებს, ალუმინისა და რკინის ჰიდროქსიდებს. ისინი ნიადაგში გროვდებიან კოლოიდური ლექის (გელის) სახით. თანდათანობით კარგავენ წყალს, კრისტალდებიან. სილიკატთა ჰიდროქსიდები ვადადის მეორად კვარცებში, ხოლო რკინისა და ალუმინის ჰიდროქსიდებისაგან წარმოიქმნება გიბსიტი, ბეზიტი, გეტიტი, ლიმონიტი და სხვ. ეს მინერალები მნიშვნელობითი რაოდენობით არის წითელმიწებში, ყვითელმიწებში, და ზოგიერთ კორდიან ეწერიან ნიადაგებში.

გარდა პირველადი და მეორადი მინერალებისა, ნიადაგის მინერალური ნაწილი შეიცავს სხვადასხვა მარილებს: კარბონატებს, სულფატებს, ნიტრატებს, ქლორიდებს, კალციუმის, მაგნიუმის, კალიუმის, ნატრიუმის ფოსფატებს. ამ მარილების ეფექტურობა მაღალია. ნიტრატები, ქლორიდები, კარბონატები, კალიუმისა და ნატრიუმის ფოსფატები, წყალში კარგად ხსნადია. ამავე დროს ისინი ნიადაგში მცირე რაოდენობითაა. ნაკლებად ხსნადი მარილები — კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატები, კალიუმის სულფატი ზოგიერთი ნიადაგის მყარ ფაზაში მნიშვნელოვანი რაოდენობით არის. ყველა ნიადაგი შეიცავს ძნელადხსნად მარილებს — კალციუმისა და მაგნიუმის სამჭიანაცვლებულ ფოსფატებს, რკინისა და ალუმინის ფოსფატებს.

ნიადაგის მინერალური ნაწილის სხვადასხვა მექანიკური ფრაქცია ერთმანეთისაგან განსხვავდება ნაწილაკების სიდიდით. ასევე მინერალოგიური და ქიმიური შედგენილობითაც.

სილა და მსხვილი მტვერი მეტი რაოდენობით კვარცსა და მინდვრის შპატს შეიცავს. უფრო წვრილ ფრაქციებში (საშუალო და წვრილი მტვერი) ამ მინერალების შემცველობა კლებულობს, ქარსისა და რქის მატყუარასი — მატულობს. წვრილდისპერსიული (<0,001 მმ) ლექისა და კოლოიდური ფრაქციები ძირითადად მეორადი ალუმოსილიკატური მინერალებისაგან შედგება.

იმასთან დაკავშირებით, რომ ცალკეული მექანიკური ფრაქციები ერთმანეთისაგან განსხვავდება მინერალოგიური შედგენილობით, ისინი ასევე არაერთნაირი არიან ქიმიური შედგენილობისა და შესაბამისად ნიადაგში გავრცელებული ქიმიური ელემენტების შემცველობის მიხედვით. (ცხრ. 14).

ც ხ რ ი ლ ი 14. ნიადაგის მექანიკური ფრაქციების ელემენტარული ქიმიური შედგენილობა (% , მასიდან)

ფრაქციები	Si	Al	Fe	Ca	Mg	K	P
1,0—0,2	43,4	0,8	0,8	0,3	0,3	0,7	0,02
0,2—0,04	43,8	1,1	0,8	0,4	0,2	1,2	0,04
0,04—0,01	41,6	2,7	1,0	0,6	0,2	1,9	0,09
0,01—0,002	34,6	7,0	3,6	1,1	0,2	3,5	0,04
<0,002	24,8	11,6	9,2	1,1	0,6	4,1	0,18

მსხვილი მექანიკური ფრაქციები შეიცავს მეტ სილიციუმს და ნაკლებ ალუმინსა და რკინას. ნაწილაკების სიმსხოს შემცირებასთან ერთად კლებულობს სილიციუმის შემცველობა, ხოლო ალუმინის, რკინის, ასევე კალიუმის, კალციუმის, მაგნიუმისა და ფოსფორის შემცველობა მატულობს.

ჰუმუსი და მის შედგენილობაში შემავალი აზოტი ნიადაგის წვრილდისპერსულ ნაწილშია დაგროვილი. ლექსა და კოლოიდურ ფრაქციებს დიდი მნიშვნელობა აქვთ მცენარის კვების ელემენტებით მომარაგებისათვის. გარდა ამისა, ეს ფრაქციები მეტად აქტიურია. ისინი განსაზღვრვენ ნიადაგში ადსორბციულ პროცესებს, მის შთანთქმის უნარს.

ქვიშა და ქვიშნარი ნიადაგები შედგება კვარცისა და მინდვრის შპატისაგან. თიხნარი ნიადაგები — პირველადი და მეორადი მინერალების ნარევისაგან, ხოლო მძიმე თიხნარი და თიხა ნიადაგები — ძირითადად მეორადი მინერალებისაგან. კვარცის ნარევთან ერთად.

ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობასთან არის დაკავშირებული მისი ფიზიკური, ფიზიკურ-ქიმიური და ქიმიური თვისებები. ნიადაგში რკინის,

კალციუმის, მაგნიუმის, კალიუმისა და სხვა ელემენტების შემცველობა, რომლებიც ნიადაგის მინერალურ ნაწილშია, ასევე რამდენადმე ფოსფორისაც, რომელიც როგორც მინერალურ, ისე ორგანულ ნაწილშია, განისაზღვრება ძირითადად ნიადაგის მექანიკური შედგენილობით. ამიტომაც, რომ თიხნარი და თიხიანი ნიადაგები უფრო მდიდარია მცენარის კვების ელემენტებით, ვიდრე ქვიშა და ქვიშნარი ნიადაგები.

ნიადაგის ორგანული ნივთიერება. ნიადაგის უმნიშვნელოვანეს ნაწილს წარმოადგენს სპეციფიკური და არასპეციფიკური ბუნების ორგანულ ნივთიერებათა კომპლექსი, რომელსაც ჰუმუსს ანუ ნეშომპალას უწოდებენ. იგი რთული კომპლექსია და იყოფა ჰუმუმიფიცირებულ და არაჰუმუმიფიცირებულ ნივთიერებებად.

სხვადასხვა ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობა მკვეთრად იცვლება (ცხრი. 15). ეს დამოკიდებულია ნიადაგში მოხვედრილი ორგანული ნივთიერებების რაოდენობაზე, მის ბუნებასა და მიკრობიოლოგიური ცხოველმყოფელობის პირობებზე.

ცხრილი 15. ჰუმუსის შემცველობა სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში (ი. ტურინისა და სხვა წყაროებით)

ნიადაგის ტიპი	ჰუმუსის შემცველობა სახნავ ფენაში, %	ჰუმუსის მარაგი, ტ/ჰა	
		0—20 სმ-იანი ფენაში	0—100 ან 0—120 სმ ფენაში
კორდიანი ეწერი	2—4	53	80—120
ტყის რუხი გაეწრებული შავმიწები:	4—6	109	150—300
გამობურტული მძლავრი ჩვეულებრივი საშხრეთის	7—8	192	500—600
წაბლა და ღია წაბლა	10—12	224	650—800
რუხი	6—8	137	400—500
წითელმიწა	4—5	—	300—350
სუბტროპიკული ეწერი	1,5—3	—	100—200
	1—2	37	50
	5—7	153	150—300
	3—6	—	100—200

არაჰუმუმიფიცირებული ორგანული ნივთიერების ჯგუფში შედის უმთავრესად მკვდარი, მაგრამ დაუშლელი ან ნახევრად დაშლილი მცენარეული ნაშთები (ფოთოლი, ყვავილი, ღერო, ფესვი და სხვ.), ასევე ნიადაგში მცხოვრები ცხოველთა ნაშთები და მიკროორგანიზმების სხეულები.

ი. ტურინის მონაცემებით გაკულტურებულ ნიადაგში ყოველწლიურად გროვდება 1 ჰა-ზე 5—8 ტ მცენარეული ნაშთი.

ნიადაგის სახნავ ფენაში არსებული ჰუმუსის საერთო რაოდენობიდან მცენარეული ნაშთის ხარჯზე კორდიან-ეწერ ნიადაგში მოდის 7—8%, შავმიწებში 1—2%.

ბაქტერიების მასა 0—20 სმ ფენაში 0,7—2,7 ტ/ჰა შეადგენს, ზო-

გიერთი მონაცემებით 5—8 ტ-მდე აღწევს, რაც ორგანული ნივთიერების მარაგის მხოლოდ 1—2% შეადგენს.

ნიადაგი შეიცავს აგრეთვე მცირე რაოდენობით ორგანულ ნაერთებს, როგორცაა ცელულოზა, ჰემიციტულოზა, სახამაბელი, ორგანული მჟავები, ცილოვანი ნაერთები, ამინომჟავები, ამიდები, ცხიმები, ფისები, ალდეჰიდები, მთრიმლავი ნივთიერებები, ლიგნინი და სხვ. ისინი მცენარეული ნაშთის, ნიადაგის ცხოველებისა და მიკროორგანიზმების დაშლის შუალედური პროდუქტებია.

არაჰუმინიციკრებული ორგანული ნივთიერების ხარჯზე მოდის ნიადაგის ორგანული ნივთიერების საერთო მარაგის დაახლოებით 10—15% და დიდია მისი როლი ნიადაგის ნაყოფიერებაში. ზოგიერთი მათგანი, მაგალითად, ორგანული მჟავები, მონაწილეობენ ნიადაგის მინერალების დაშლაში. ზოგიერთი კი ასტიმულირებს ან ამუხრუქებს მცენარის ზრდა-განვითარებას.

არაჰუმინიციკრებული ორგანული ნივთიერებები მცენარის საკვები ნივთიერებების მნიშვნელოვანი წყაროა. ისინი შედარებით ადვილად იხსნება ნიადაგში. მათ შედგენილობაში შემავალი აზოტი, ფოსფორი, გოგირდი და სხვა ელემენტები გადადის მცენარისათვის მისაწვდომ მინერალურ ნაერთებში. ამავე დროს მცენარეული და ცხოველური ნაშთის მასა მთლიანად არ განიცდის მინერალიზაციას. მათი ნაწილი იხრწნება ნიადაგში, გარდაიქმნება სპეციფიკური ბუნების რთულ, ორგანულ ნივთიერებად და წარმოადგენს ჰუმუსოვანი ნივთიერების მაღალმოლეკულური აზოტის შემცველი ნაერთის წარმოქმნის წყაროს. მათ ხარჯზე მოდის ნიადაგის ორგანული ნივთიერების საერთო მარაგის 85—90%.

ჰუმუსოვან ნივთიერებებს ყოფენ შემდეგ ჯგუფებად: ჰუმინის მჟავეები, ფულვომჟავები და ჰუმინები.

დღეისათვის უფრო სრულყოფილადაა შესწავლილი ჰუმინის მჟავეების ქიმიური, მასში შემავალი ნივთიერებები შედგენილობითა და თვისებით მსგავსია, მაგრამ მთლიანად იდენტური არ არის.

სხვადასხვა ნიადაგში ჰუმინის მჟავას ელემენტური შედგენილობა შემდეგ ფარგლებში ცვალებადობს:

- C — 52—62%
- O — 31—39%
- H — 2,8%—6,6%
- N — 3,3—5,1%

ჰუმინის მჟავას მოლეკულური შენება ჯერჯერობით ზუსტად დადგენილი არ არის. თანამედროვე წარმოდგენით ჰუმინის მჟავეები რთული, მაღალმოლეკულური ნაერთია, რომელსაც არომატული ბუნება გააჩნია.

ჰუმინის მჟავეების მოლეკულის შედგენილობაში შედის არომატული ან აზოტიანი და აზოტის შემცველი ჰეტეროციკლური რგოლები.

ჰუმინის მკვას შედგენილობაში შედის ასევე ნახშირწყლების ნაშთი-ჰექტოზები, პენტოზები და სხვ., აზოტის შემცველი ორგანული ნაერთები პეპტიდები, ამინომჟავები და სხვა.

ერთვალენტოვანი კათიონების Na^+ , K^+ , NH_4^+ -ის ჰუმატები წყალში ხსნადი ნაერთებია. უმეტეს ნიადაგებში ჰარბობს კალციუმის ჰუმატები, ისინი წყალში არ იხსნება და გამოილეკება ნიადაგში კოლოიდური ნალექის სახით, ასევე წყალში არახსნადია მაგნიუმისა და სამვალენტოვანი კათიონების რკინისა და ალუმინის ჰუმატები.

ჰუმინის მკვას მუდმივი შემადგენელი ნაწილი აზოტია, მისი შემცველობა 3,5—5% ფარგლებშია. მკაური ჰიდროლიზისას (6NHCl) ჰუმინის მკვას აზოტის თითქმის ნახევარი გადადის ხსნარში. ამავე დროს ჰიდროლიზატში აღმოჩნდება ამიდები და დიამინომჟავები. ისინი ისეთი შეფარდებითაა, რაც დამახასიათებელია მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ცილებისათვის (ცხრ. 16).

ცხრილი 16. აზოტის ნერთის ფრაქციები ჰუმინის მკვაში
(% ა. შუეკის მიხედვით)

ფრაქციები	ჰუმინის მკვას მიმართ	ჰუმინის მკვას საერთო აზოტის მიმართ	ჰუმინის მკვას ხსნადი აზოტის მიმართ
აზოტის საერთო შემცველობა	3,20	—	—
ჰიდროლიზის შედეგად ხსნარში გადასული აზოტი მათ შორის:	1,42	44,4	—
N — ამიდური	0,36	11,2	25,4
N — მონოამინომჟავების	0,92	28,8	64,8
N — დიამინომჟავების	0,14	4,4	9,8
N — არაჰიდროლიზური ნაშთი	1,78	55,6	—

ჰუმინის მკვას აზოტის ჰიდროლიზებადი ნაწილი წარმოდგენილია არა ცილოვანი აზოტის, არამედ მათი დაშლის პროდუქტების პეპტიდების და ამინომჟავების სახით. ჰუმინის მკვაში არაჰიდროლიზებადი აზოტი 40—50%-ია, იგი მდგრადია მიკრობიოლოგიური დაშლის მიმართ. სხვადასხვა ნიადაგში ჰუმინის მკვას აზოტის ხარჯზე (საერთო აზოტიდან) 15 — 30% მოდის.

ფულვომჟავები მაღალმოლეკულური ოქსიკარბონატული მკავებია, რომლებიც აზოტს შეიცავს. ჰუმინის მკავებისაგან განსხვავდება ღია შეფერვით, წყალსა და მინერალურ მკავებში ხსნადობით, ასევე მკაური ჰიდროლიზისადმი მეტი უნარით.

ვ. პონომარიოვის მიხედვით სხვადასხვა ნიადაგში ფულვომჟავების ელემენტური შედგენილობა შემდეგ ფარგლებშია:

- C — 45—48%
- O — 43—48,5%
- H — 5—6%
- N — 1,5—3%

ფულვომეაგების შედგენილობაში შედის ფენოლური ჰიდრომეაგები. შეტოქსილური და კარბოქსილური ჯგუფის ნაერთები, რომლებსაც კათიონების გაცვლითი შთანქმის უნარი აქვთ. კალციუმისა და მაგნიუმის ფულვომეაგების მარილები წყალში ხსნადია. ალუმინისა და რკინის კომპლექსური ნაერთებიც მაღალი მოძრაობის უნარით ხასიათდება ნიადაგში, ისინი მხოლოდ pH-ის ვიწრო ინტერვალის პირობებში გამოილექება კოლოიდური ნალექის სახით.

ჰუმინის მკვავას აზოტიან ნაერთებთან შედარებით ფულვომეაგები უფრო მოძრავია ნიადაგში. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ ფულვომეაგების მოლეკულაში აზოტიანი ნაერთები მტკიცედ არ არის დამაგრებული. ამიტომ მეტად ექვემდებარება მკაურ ჰიდროლიზს. ნიადაგის საერთო აზოტის 20-დან 40%-მდე მოდის ფულვომეაგების აზოტის ხარჯზე.

ნიადაგის ჰუმუსის ჰუმინები. ეს ტუტეებში უხსნადი ჰუმუსოვანი ნივთიერებებია. ისინი ბუნებით ახლოსაა ჰუმინის მკვავებთან, მაგრამ უფრო მკიდროდაა დაკავშირებული ნიადაგის მინერალურ ნაწილთან. ამით აიხსნება ჰუმინების მეტი მდგრადობა მკვავებისა და ტუტეების მოქმედების მიმართ.

ჰუმუსის ამ ფრაქციის აზოტი ნიადაგის საერთო აზოტის 20—30% შეადგენს, იგი მკიდროდ არის შეკრული და გამძლეა მიკროორგანიზმების მიმართ.

ნიადაგის სხვადასხვა ტიპები ერთმანეთისაგან განსხვავდება არა მარტო საერთო ჰუმუსის შემცველობით, არამედ მისი შედგენილობითაც. ე. ი. ჰუმუსისა და ფულვომეაგების შეფარდებით და მათი თვისებებით.

კორდიან-ეწერი ნიადაგის ჰუმუსში ჰუმინის მკვავას შეფარდება ფულვომეაგასთან 0,4—0,6 ფარგლებშია, შავმიწებში — 1—1,5 ჰარბობს, წითელმიწებში (ლაითური) — 0,65, სუბტროპიკულ ეწერში (ინგირი) — 0,70 და ეწერ-ლებიანში — 0,40 შეადგენს.

ნიადაგში ჰუმუსოვანი ნივთიერების უმცირესი ნაწილი თავისუფალ მდგომარეობაშია. ჰუმინისა და ფულვომეაგები შედის ნიადაგის მინერალურ ნაწილთან ქიმიურ და კოლოიდურ-ქიმიურ ურთიერთქმედებაში, წარმოქმნის სხვადასხვა ორგანულ-მინერალურ ნაერთებს, როგორცაა კალციუმის, მაგნიუმის, ნატრიუმის ჰუმატები, კომპლექსური ორგანო-მინერალური ნაერთები ალუმინთან, რკინასთან, ფოსფორთან, სილიციუმთან და სხვა.

ჰუმინისა და ფულვომეაგების შთანქმის დიდი უნარი ახასიათებს თიხა მინერალებს, ამ პროცესის შედეგად ისინი ნაკლებად მისაწვდომი ხდება მიკროორგანიზმებისათვის. ამავე დროს ნიადაგის მინერალური ნაწილისა და ჰუმუსოვანი ნივთიერებების ურთიერთმოქმედებას და მათი მოქმედების შედეგად სხვადასხვა ფორმის ორგანულ-მინერალური ნაერ-

თების წარმოქმნას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგში ჰუმუსის და-
მაგრებისათვის.

ნიადაგის ჰუმუსოვანი ნივთიერება, მცენარეული ანარჩენის ორგანულ
ნივთიერებასთან შედარებით ხასიათდება მიკრობიოლოგიური გახრწნი-
სადმი მეტი მდგრადობით. იგი ნაკლებად განიცდის მინერალიზაციასაც.
მიუხედავად ამისა, ნიადაგის ჰუმუსი ნელა, მაგრამ მაინც განიცდის დაშ-
ლას, მაგრამ მასთან ერთად მიმდინარეობს ახალი ჰუმუსოვანი ნივთიერე-
ბის წარმოქმნაც. ე. ი. ნიადაგში ერთდროულად მიმდინარეობს ჰუმუსო-
ვანი ნივთიერების დაშლა და სინთეზი. ჰუმუსის დაგროვება დამოკიდე-
ბულია ამ ორი პროცესის ტემპზე. ამ პროცესების ინტენსივობა იცვლება
ნიადაგის ტიპის, ასევე გამოყენებული აგროტექნიკის გავლენით. ამით
აიხსნება ის, რომ სხვადასხვა ნიადაგი, ასევე სხვადასხვა კულტურით და-
კავებული ნაკვეთის ნიადაგი სხვადასხვა რაოდენობით შეიცავს ჰუმუსს.

არის მრავალწლიანი ცდების მონაცემები იმის შესახებ, რომ კულ-
ტურით ნაკვეთის ხანგრძლივად დაკავება, სასუქის გამოყენების გარეშე,
იწვევს ნიადაგში ჰუმუსისა და აზოტის მნიშვნელოვან შემცირებას. ჰუ-
მუსითა და აზოტით ღარიბ ნიადაგზე 30—50 წლის მანძილზე ხდება მათ
საწყის მასასთან შედარებით 25, ზოგჯერ 50%-ით შემცირება. მრავალ-
წლიანი მონაცემებით ეწერ-კორდიან ნიადაგზე, სახნავ ფენაში ყოველ-
წლიურად 6—7 ც ორგანული ნივთიერების მინერალიზაცია ხდება, შეე-
მიწებზე — 10 ც-სა 1 ჰა-ზე. ეს შეადგენს ნიადაგის ორგანული ნივთიერე-
ბის 0,4—0,5 და 1,0%. ამავე დროს ყოველ ჰა-ზე წარმოიქმნება შესაბა-
მისად 30, 35, და 50 კგ აზოტის მინერალური ნაერთები, რომელიც მცე-
ნარის კვებისათვის მისაწვდომია. ჰუმუსში აზოტი 5%-ია, ამიტომ მცენა-
რის მიერ გამოყენებული ყოველი კილოგრამი აზოტის შექმნისათვის სა-
ჭიროა 20-ჯერ მეტი ჰუმუსის მინერალიზაცია.

ჰუმუსი ინტენსიურად იშლება შავ ანეულში. ამ შემთხვევაში მისი
მინერალიზაცია ზოგჯერ 1—2 ტ აღწევს სახნავ ფენაში, ჰექტარზე.

ნიადაგში ჰუმუსის დაგროვებაზე დიდ გავლენას ახდენს მცენარის
განვითარების ხასიათი. სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგზე (ინგირი) ჰუ-
მუსის შემცველობა 0—15 სმ ფენაში, ყამირზე 4,28% შეადგენდა, ხო-
ლო ჩაის მაღალმოსავლიან ნაკვეთზე — 6,06% იყო. მინერალური სასუქი
ასევე იწვევს ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობის გადიდებას. მაგალითად,
წითელმიწა ნიადაგზე (ანასეული) მ. ბზიავას ცდაში ჩაის პლანტაციის
ნიადაგი უსასუქო ვარიანტში 4,0% ჰუმუსს შეიცავდა, ხოლო სრული მი-
ნერალური სასუქის გამოყენებით 6,0% შეადგინა. ციტრუსების ბაღში,
სუბტროპიკულ ეწერ-ლებიან ნიადაგზე (ეშერა) ი. მარშანიას ცდაში
13 წლის მანძილზე უსასუქო ვარიანტში ჰუმუსის შემცველობა 0—20 სმ
ფენაში 2,3% შეადგენდა, ხოლო სრული მინერალური სასუქის გამოყე-

ნებისას 4,21% მიაღწია. როგორც ჩაის პლანტაციაში, ისე ციტრუსების ბაღში ჰუმუსის დაგროვებაზე, მინერალური სასუქებიდან, აზოტიანი სასუქის გავლენა ყველაზე ძლიერი იყო.

მიუხედავად იმისა, რომ ორგანული ნივთიერების — ჰუმუსის შემცველობა ნიადაგში მცირეა, ის დიდ როლს ასრულებს ნიადაგის ნაყოფიერების გადიდებასა და მცენარის კვებაში.

ჰუმუსი დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის ფიზიკურ, ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებზე. აუმჯობესებს ნიადაგის სტრუქტურას, ტემპერატურულ რეჟიმს, აღიწერს ნიადაგის ტენეტევალობას, წყალგამტარობას, ჰაერგამტარობას, შთანთქმის ტევალობასა და ბუფერობას.

ჰუმინის, ფულვომჟავებისა და სხვა ორგანული მჟავების გავლენით, ასევე ნახშირმჟავას მოქმედებით, რომელიც ორგანული ნივთიერების დაშლის პროცესში წარმოიქმნება, ნელა მიმდინარეობს სილიკატებისა და ალუმისილიკატების დაშლა. კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატების, ფოსფატებისა და სხვა ადვილადხსნადი მარილების გახსნა, რის შედეგად მათ შედგენილობაში შემავალი ელემენტები კალციუმი, მაგნიუმი, კალიუმი და ფოსფატები მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაში გადადის.

ორგანული ნივთიერება არის მცენარის საკვები ელემენტებით მობარაგების უმნიშვნელოვანესი წყარო. მის შედგენილობაში შედის ნიადაგის აზოტის თითქმის მთელი მარაგი, ფოსფორისა და გოგირდის მნიშვნელოვანი ნაწილი, მცირე ნაწილი კალიუმის, კალციუმის, მაგნიუმისა და სხვა საკვები ელემენტების.

ნიადაგის აზოტის ძირითადი მასა 90%, იმყოფება სხვადასხვა ჰუმუსოვან ნაერთებში, ხოლო მცირე ნაწილი — არაჰუმინოფიციურებულ (პროტეინები, ამინომჟავები) ორგანულ ნაერთებში. ფოსფორის ორგანული ნაერთების ხარჯზე მოდის 30—40% და მეტი, ხოლო გოგირდისა — 90%-მდე, ნიადაგში ამ ელემენტების საერთო შემცველობიდან.

მიკროორგანიზმების მიერ ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად აზოტი, ფოსფორი, გოგირდი და სხვა ელემენტები გადადის მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაში.

ნიადაგის ორგანული ნივთიერება უშუალო გავლენას ახდენს მცენარეზე. მაგალითად, ბენზონის მჟავა და ვანილინი უმცირესი რაოდენობითაც კი ტოქსიკურია მცენარისათვის. ამავე დროს ჰუმინის მჟავები, არომატული რიგის ცალკეული ნაერთები, ძმრის, პროპინის, ქარვისა და სხვა ორგანული მჟავები, ასევე ვიტამინებიც მცირე რაოდენობით როცა აღწევენ მცენარეში, იწვევენ, მათი ზრდის სტიმულირებას.

ორგანული ნივთიერებები მიკროორგანიზმების კვების ძირითადი წყაროა.

ნიადგაში საკვები ნივთიერებაების შემცველობა და მათი შესათვისებლობა მცენარის მიერ

ნიადგის ტიპები ერთმანეთისაგან განსხვავდება მინერალური ნაწილის შედგენილობით, ასევე ორგანული ნივთიერების რაოდენობითა და შედგენილობით. ამასთან დაკავშირებით, სხვადასხვა ნიადაგში მცენარის კვებისათვის საჭირო ძირითადი ელემენტების შემცველობაც ერთნაირი არ არის (ცხრ. 17).

ც ხ რ ი 17. საკვები ნივთიერებების საერთო მარაგი სხვადასხვა ნიადაგში

ნიადგის ტიპი	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	%	ტ/ჰა	%	ტ/ჰა	%	ტ/ჰა
კორდიანი ეწერი — ქვიშნარი	0,02—0,05	0,6—1,5	0,03—0,06	0,9—1,8	0,5—0,7	15—21
კორდიანი ეწერი თიხნარი	0,05—0,13	1,5—4,0	0,04—0,12	1,2—3,6	1,5—2,5	45—75
შავმიწა	0,2—0,5	6,0—15	0,1—0,3	3—9	2,0—2,5	60—75
რუხი	0,05—0,15	1,5—4,5	0,08—0,21	2,4—6,0	2,5—3,0	75—90
წითელმიწა (ანასეული)	0,24—0,27	7,2—8,1	0,12	3,6	1,0	3
სუბტროპიკული ეწერი (ზუგდიდი)	0,28	8,4	0,14	4,2	1,15	34,5

ნიადგაში საერთო აზოტის შემცველობა პირდაპირ კავშირშია ჰუმუსის რაოდენობასთან, საერთო ფოსფორიც მეტია ორგანული ნივთიერებით მდიდარ ნიადაგში. კალიუმის შემცველობა დამოკიდებულია ნიადაგის მინერალური ნაწილის მექანიკურ შედგენილობაზე, რაც მეტია ლამის ფრაქცია, მით მეტია ნიადაგში საერთო კალიუმი.

უმეტეს ნიადაგებში საერთო აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის მარაგი 10-ჯერ, ზოგჯერ 100-ჯერ მეტია. ვიდრე მცენარის მიერ მოსაველით გამოტანილი მათი რაოდენობა. მაგრამ ამ ელემენტთა ძირითადი ნაწილი მცენარის კვებისათვის მიუწევდომელ ფორმებშია. მაგალითად, აზოტის ძირითადი ნაწილი ნიადაგის რთული ორგანული ნაერთების ჰუმუსის ნივთიერებებისა და ცილების სახითაა. ფოსფორი ძნელად ხსნადი მინერალური ნაერთებისა და ორგანული ნივთიერებების შედგენილობაში შედის, ხოლო კალიუმის ძირითადი ნაწილი წარმოდგენილია უხსნადი ალუმოსილიკატური მინერალების სახით.

საკვები ნივთიერების საერთო მარაგი წარმოდგენას იძლევა ნიადაგის პოტენციურ ნაყოფიერებაზე. ნიადაგის ეფექტური ნაყოფიერების შეფასებისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს საკვები ნივთიერებების იმ ფორმებს, რომლებიც მისაწვდომია მცენარის კვებისათვის. ასეთებია წყალში ან სუსტი კონცენტრაციის მქონეებში ხსნადი, ასევე გაცვლითად

შთანთქმული ნივთიერებები. ძნელადხსნადი და უხსნადი ნაერთების გადასვლა მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაში ნიადაგში სისტემატურად მიმდინარეობს. ეს პროცესი დამოკიდებულია მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობაზე, ფიზიკურ-ქიმიური და ქიმიური რეაქციების მსვლელობაზე. სხვადასხვა ნიადაგში საკვები ელემენტების მობილიზაცია ერთნაირი ინტენსივობით არ მიმდინარეობს. იგი დამოკიდებულია იმ ნაერთზე, რომელშიც იმყოფება საკვები ელემენტი, ამინდის პირობებზე, ნიადაგის თვისებებსა და აგროტექნიკის დონეზე. მაღალი მოსავლის მიღებისათვის უმეტესად საკმარისი არ არის საკვები ნივთიერების მისაწვდომის ფორმები, რომლებიც ბუნებრივ პირობებში წარმოიქმნება ნიადაგში. ამიტომ მიმართავენ სასუქების შეტანას.

სასუქების გამოყენებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს ღიფერენცირებულ მიდგომას. საქმე ისაა, რომ მცენარისათვის მისაწვდომი ფორმების შემცველობა ნიადაგში იცვლება არა მარტო ნიადაგის ტიპის, არამედ მისი გაკულტურების ხარისხის, გამოყენებული აგროტექნიკის, მათ შორის სასუქების გავლენით. ამიტომ ერთი და იგივე ტიპის ნიადაგზე არამარტო სხვადასხვა მეურნეობაში, არამედ ერთი და იგივე მეურნეობის სხვადასხვა ნაკვეთზე ნიადაგის ეფექტური ნაყოფიერების მაჩვენებლები შეიძლება სხვადასხვა იყოს. აქედან გამომდინარე, სასუქის რაციონალურად გამოყენებისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგში მცენარის კვებისათვის მისაწვდომი აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის რაოდენობის ცოდნას და მინდვრის ცდების ჩატარებას.

ნიადაგის შთანთქმის უნარი

ნიადაგის შთანთქმის მოვლენების შესწავლის ისტორია რამდენიმე საუკუნეს ითვლის. მაგრამ თანამედროვე მეცნიერულ საფუძვლებზე დაყრდნობით მისი შესწავლა დაიწყო ჯერ დ. უეისმა, გასული საუკუნის შუა წლებში (1850—1854 წწ.). მან გამოკვლევებით დაადგინა, რომ ნიადაგის მიერ შთანთქმება არა მთელი მარილი, არამედ მისი ფუძე. ამავე დროს ნიადაგიდან ხსნარში გადადის ექვივალენტური რაოდენობით სხვა ფუძეები. შემდგომში ნიადაგის შთანთქმის უნარის შესწავლაზე დიდი გავლენა მოახდინა კოლოიდური ქიმიის განვითარებამ. ამ საკითხის დამუშავებაში განსაკუთრებული მუშაობა გასწია კ. გედროიცმა, გ. ვიგნერმა, ს. მატსონმა და დ. პრიანიშნიკოვის ლაბორატორიაში ჩატარებულმა გამოკვლევებმა. ნიადაგის შთანთქმის უნარის თეორიის ჩამოყალიბება დაკავშირებულია კ. გედროიცის სახელთან. მან ჯერ კიდევ 1922 წელს გამოსცა წიგნი „ნიადაგის შთანთქმის უნარის შესახებ“, სადაც იგი შთანთქმის უნარს მჭიდროდ უკავშირებდა სასუქების გამოყენებას, მცენარის კვებას, ნიადაგის ქიმიურ მელიორაციას და სხვ. მან შეიმუშავა მყავე ნი-

ადაგების მოკირიანებისა და ტუტე (ბიცობი) ნიადაგების მოთაბაშირების თეორია და პრაქტიკა. მომდევნო წლებში მრავალმა მეცნიერმა გააფართოვა-გაადრმავეა ცოდნა ნიადაგის კოლოიდების, ასევე ნიადაგის მშთანქმელი კომპლექსის შემდგენილობისა და აღნაგობის შესახებ, უფრო სრულყოფილად გამოავლინეს იონების შთანქმის კანონზომიერებანი.

ნიადაგის შთანქმის უნარის თანამედროვე განმარტება კ. გედროიცს ეკუთვნის და ის შემდგენიარად არის ჩამოყალიბებული. ნიადაგის უნარს, შთანქმის იონები და მოლეკულები მასში გავლილი ნივთიერებების ხსნარიდან და ჰაერიდან და შეაკავოს ისინი მაგარ ფაზაში, ეწოდება ნიადაგის შთანქმის უნარი.

სხვადასხვა ნიადაგს შთანქმის სხვადასხვა უნარი აქვს. ამით აიხსნება ის გარემოება, რომ ერთი და იგივე სასუქი ერთსა და იმავე მცენარის მიმართ სხვადასხვა ნიადაგზე სხვადასხვა შედეგს იძლევა. მაგალითად, ქვიშნარ ნიადაგს დაბალი შთანქმის უნარი აქვს, ამიტომ ამ ნიადაგზე სასუქი ნაკლებ ეფექტს იძლევა, ვიდრე თიხიან ნიადაგზე, რომელიც მაღალი შთანქმის უნარით ხასიათდება.

კ. გედროიცი არჩევდა შთანქმის ხუთ სახეს: ბიოლოგიურს, მექანიკურს, ფიზიკურს, ქიმიურსა და ფიზიკურ-ქიმიურს.

ბიოლოგიური შთანქმის უნარი

დაკავშირებულია მცენარის ცოცხალი ფესვებისა და მიკროორგანიზმების არსებობასთან ნიადაგში. ისინი ნიადაგის ხსნარიდან შერჩევით შთანქავენ აზოტსა და ნაცრის ელემენტებს და გადაჰყავთ თავიანთი სხეულის სხვადასხვა ორგანულ ნაერთებში. ამ პროცესის შედეგად ნიადაგის ხსნარში არსებული საკვები ნივთიერებები დაცულია გადარეცხვის, ჩარეცხვისა და გამორეცხვისაგან. ბიოლოგიური შთანქმის გავლენით ნიადაგში გროვდება ორგანული ნივთიერება, რომელიც შეიცავს აზოტსა და ნაცრის ელემენტებს.

ცნობილია, რომ უმეტესი მიკროორგანიზმები კვებისათვის იყენებენ იმავე ელემენტებს, რომლებსაც უმაღლეს საფეხურზე მყოფი მცენარეები. ნიადაგში მიკროორგანიზმების რაოდენობა დიდია. მათი საერთო მასა რამდენიმე ტონას აღწევს ჰექტარზე. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით მიკროორგანიზმები სახლდება რიზოსფეროში — იმ ზონაში, სადაც ნიადაგი უშუალოდ ეხება მცენარის ფესვს.

მიკროორგანიზმები კვების წყაროდ და ენერგეტიკულ მასალად იყენებენ ორგანულ ნივთიერებას, შლიან მას, გადაჰყავთ მათში შემავალი საკვები ნივთიერებები მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაში, ამავე დროს მიკროორგანიზმები თავად საჭირობენ აზოტის, ფოსფორის, გოგირდისა

და სხვა ელემენტების მინერალურ ნაერთებს. ე. ი. ისინი გადაჰყავთ ორგანულ ნაერთში, რაც მცენარისათვის მიუწვდომელია და რითაც კონკურენციას უწევენ კულტურულ მცენარეს.

მიკროორგანიზმების ცოცხალი სხეულის პლაზმაში არის აზოტის, ფოსფორის გოგირდისა და კალიუმის მნიშვნელოვანი რაოდენობა. ე. მიშუსტინის გაანგარიშებით გაკულტურებული კორდიანი ეწერი ნიადაგის ერთ ჰა-ზე მიკრობების პლაზმა შეიცავს $N=125$, $P_2O_5=40$ და $K_2O=25$ კგ. ნიადაგში შეტანილი სასუქების საკვები ელემენტების გარკვეული ნაწილი მიკროორგანიზმების მიერ გამოიყენება. ამავე დროს ბიოლოგიურ შთანთქმას დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგში აზოტიანი სასუქების გარდაქმნის საქმეში.

ბოლო წლებში სტაბილური იზოტოპის ^{15}N -ის გამოყენებით წარმოებულ გამოკვლევებში დამტკიცდა, რომ ნიადაგში შეტანილი 10—20% ნიტრატული სასუქის აზოტის შეკავება ხდება ორგანული ნაერთის სახით, ხოლო ამონიაკური სასუქიდან 20—40%. მიუხედავად იმისა, რომ ნიტრატული სასუქის აზოტი 1.5—2-ჯერ ნაკლები გადადის ორგანულ ნაერთში, ვიდრე ამონიაკურის. მას მაინც არსებითი მნიშვნელობა აქვს. საქმე იმაშია, რომ ნიტრატები არ შთაინთქმება ნიადაგში არც ფიზიკურად, არც ფიზიკურ-ქიმიურად და არც ქიმიურად. მხოლოდ ბიოლოგიური შთანთქმა იცავს მას გამორეცხვისაგან, ამცირებს მის დანაკარგს და გარემოს გაუუქყიანებას. ამავე დროს აზოტის, ფოსფორისა და სხვა საკვები ნივთიერების ბიოლოგიურ შთანთქმას დროებითი ხასიათი აქვს. ეს იმიტომ, რომ მიკროორგანიზმების სასიცოცხლო ციკლის დამთავრების შემდეგ, მათი პლაზმა სწრაფად განიცდის მინერალიზაციას. მის შედგენილობაში შემავალი საკვები ელემენტები გამოიყენება მცენარის მიერ.

თუ ნიადაგში მიკროორგანიზმების კვებისათვის საკმარის რაოდენობით არის ადვილად მისაწვდომი ორგანული ნივთიერებები, მაშინ მიკროორგანიზმები ენერგიულად მრავლდება, ამ შემთხვევაში მიკროორგანიზმების მიერ შთანთქმული აზოტის ნაწილი მიკროფლორის ცოცხალი თაობიდან თაობებს გადაეცემა და ხანგრძლივი დროის მანძილზე არ ხდება მისი მინერალიზაცია. გარდა ამისა, მიკრობის ცილის დაშლისა და ჰუმფიფიკაციისას, მის შედგენილობაში შემავალი აზოტის ნაწილი მონაწილეობას ღებულობს ახალი ჰუმუსოვანი ნივთიერებების შექმნაში, ამიტომ ხანგრძლივი დროის მანძილზე მიუწვდომელი ხდება მცენარის კვებისათვის.

თუ ნიადაგის მიკროორგანიზმების მიერ ბიოლოგიური შთანთქმის პროცესი ძლიერად არის გამოსახული, მაშინ შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს კულტურული მცენარისათვის არახელსაყრელი პირობების შექმნას. ბიოლოგიური შთანთქმის ინტენსივობა დამოკიდებულია ნიადაგის ტენზე, ჰაერაციასა და ნიადაგის სხვა თვისებებზე, ასევე ნიადაგში ორგანული ნივთიერების რაოდენობასა და მის შედგენილობაზე, რაც

მიკროორგანიზმების კვების ენერგეტიკულ წყაროს წარმოადგენს. მაგალითად, ნიადაგში თუ შევიტანთ უჯრედანათი მდიდარ და ცილოვანი აზოტით ღარიბ ორგანულ ნივთიერებას (ჩალა, თივიანი ნაკელი, გადაზრდილი სიდერატი და სხვ.), მაშინ მიკროორგანიზმები უჯრედანას იყენებენ კვების ენერგეტიკულ წყაროდ, ხრწნიან ამ ორგანულ ნივთიერებას და სწრაფად მრავლდებიან, მაგრამ კვებისათვის იყენებენ ხსნად აზოტიან მინერალურ ნაერთებს ნიადაგის ხსნარიდან. ჩაის პლანტაციაში და ციტრუსების ბაღში გვიან გაზაფხულზე ან ზაფხულში სიდერატების ჩახვნა იწვევს ბიოლოგიური შთანთქმის გაძლიერებას, ნიადაგში ჩნდება აზოტის დეფიციტი ე. ი. უარესდება ძირითადი კულტურის აზოტით კვების პირობები და ეცემა მათი მოსავალი. ანალოგიურ მოვლენას აქვს ადგილი ფოსფორის, გოგირდისა და სხვა ელემენტების მიმართ. ამრიგად, კონკრეტულ პირობებში მიკროორგანიზმების მიერ საკვები ნივთიერებების ბიოლოგიურ შთანთქმას შეიძლება ჰქონდეს დადებითი მოქმედება ან შეასრულოს უარყოფითი როლი მცენარის კვებაში.

მექანიკური შთანთქმის უნარი

მექანიკური შთანთქმა შთანთქმის მარტივი სახეა. იგი დაკავშირებულია ნიადაგში უწყვილესი ფორებისა და კაპილარული გზების არსებობასთან. მათში გამავალი ხსნარებიდან უწყვილესი ფორებისა და კაპილარული გზებით ზდება წვრილი მკვრივი ნაწილაკების შეკალება.

ნიადაგის მექანიკური შთანთქმის უნარში დარწმუნება ძნელი არ არის. ამისთვის შეგვიძლია ნიადაგში გავატაროთ ამღვრეული წყალი. წყალი გამჭვირვალე გახდება. ეს იმიტომ რომ კაპილარებისა და უწყვილესი ფორების მიერ ლექის ფრაქციის შეკალება მოხდა, რასაც მექანიკურ შთანთქმას ეძახიან.

შთანთქმის ამ სახეს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. იგი აპირობებს ძვირფასი კოლოიდური ფრაქციის შენაჩუნებას ნიადაგში. ნიადაგში შეტანილი წვრილად დაფქული სასუქები, მაგალითად, ფოსფორიტის ფქვილი, მექანიკური შთანთქმის გამო არ ჩაირეცხება ზედა ფენიდან ქვედაში.

ფიზიკური შთანთქმის უნარი

შთანთქმის ეს სახე მდგომარეობს ნიადაგის ნაწილაკების მიერ სხვადასხვა ნივთიერებების მთელი მოლეკულების დადებით ან უარყოფით ადსორბციაში.

ფიზიკური შთანთქმა დამოკიდებულია უმთავრესად ნიადაგის მაგარი ნაწილაკების ზედაპირის ფართობის ჯამზე. ნაწილაკის ზედაპირის

ფართობი მკვეთრად იზრდება მისი ზომის შემცირებასთან. ამიტომ, რაც მეტია ნიადაგში წვრილი დისპერსიული ნაწილაკები, მით მეტია ზედაპირის ფართობი, რომელზედაც ხდება ნივთიერებათა შთანთქმა.

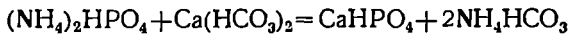
თუ გახსნილი ნივთიერების მოლეკულები ნიადაგის ნაწილაკების მიერ მიიზიდება უფრო ძლიერად, ვიდრე წყლის მოლეკულები, მაშინ ნაწილაკების ზედაპირზე და მათ ირგვლივ არსებულ ხსნარში წარმოიქმნება ამ ნივთიერების გადიდებული კონცენტრაცია, ხოლო ნაწილაკის ზედაპირიდან დაშორებით კონცენტრაცია მცირდება. ამ შემთხვევაში აღინიშნება დადებითი მოლეკულური ადსორბცია, დადებითი ფიზიკური შთანთქმა. ამგვარად შთანთქმდება მრავალი ორგანული ნაერთების მოლეკულები — სპირტები, ორგანული მჟავები, მაღალმოლეკულური ორგანული ნივთიერებების ფუძეები. კ. გედროიცის მიხედვით მინერალური ნაერთებიდან ნიადაგი მხოლოდ ტუტეების დადებით ფიზიკურ შთანთქმას ახდენს. ხსნადი მინერალური მარილებისა და არაორგანული მჟავებისათვის დამახასიათებელია უარყოფითი მოლეკულური ადსორბცია. მინერალური მარილების ხსნარის ნიადაგის ნაწილაკებთან ურთიერთმოქმედებისას ნაწილაკის ზედაპირზე უფრო ძლიერად მიიზიდება წყლის მოლეკულა, ვიდრე მარილის. ამიტომ ხსნარში ნიადაგის ნაწილაკის ზედაპირთან მარილის კონცენტრაცია იქნება უფრო დაბალი ვიდრე გარემო ხსნარში. უარყოფითი ფიზიკური შთანთქმა აღინიშნება ნიადაგის, ქლორიდებისა და ნიტრატების ურთიერთმოქმედებისას. მაგალითად, თუ მშრალ ნიადაგს ჩავრეცხავთ NaNO_3 ხსნარით, მაშინ ფილტრატში ნიტრატის შემცველობა კი არ შემცირდება, არამედ გაიზრდება. ეს იმით აიხსნება, რომ ნიადაგმა შთანთქა წყალი ე. ი. ნიტრატების უცვლელი რაოდენობა გაიხსნა ნაკლები მოცულობის წყალში.

უარყოფითი ფიზიკური შთანთქმა აპირობებს ქლორიდებისა და ნიტრატების სწრაფ მოძრაობას ნიადაგში. ისინი იოლად გადაინაცვლებენ ნიადაგში წყალთან ერთად. ჭარბი ტენიანობის პირობებში ნიადაგის ზედა ფენიდან ხდება ნიტრატებისა და ქლორიდების ქვედა ფენებში ჩარეცხვა, არც თუ იშვიათად ისინი გრუნტის წყალშიც აღწევენ. ქლორის იონის ამგვარი ჩარეცხვა დადებითი მოვლენაა, რადგანაც მრავალი მცენარე უარყოფითად რეაგირებს ქლორის მიმართ. ამიტომ ქლორის შემცველი სასუქები უმჯობესია შევიტანოთ შემოდგომით, ან საჩწყავ რაიონებში მორწყვამდე, რომ შემცირდეს ქლორის შემცველობა სახნავ ფენაში. ნიტრატების ჩარეცხვა სასარგებლო არ არის, ამიტომ ნიტრატული სასუქები უმჯობესია შევიტანოთ გამოკვების სახით ან მცენარის ზრდის დასაწყისისას.

ქიმიური შთანთქმის უნარი

ნიადაგის ხსნარში არსებული ნივთიერებები ურთიერთ ან შთანთქმულ ფუძეებთან რეაქციაში შესვლის შედეგად, წარმოქმნიან უხსნად ან ძნელად ხსნად ნაერთებს, ნიადაგის ამ თვისებას ქიმიური შთანთქმის უნარი ეწოდება.

ნიადაგში შეიძლება იყოს ამონიუმის ფოსფატი, იგი წყალში ხსნადია. იმავე ნიადაგში შეიძლება იყოს ასევე კალციუმის ბიკარბონატი, ისიც წყალში ხსნადია. ნიადაგის ხსნარში მათი ურთიერთმოქმედების შედეგად წარმოიქმნება ნაკლებად ხსნადი კალციუმის დიფოსფატი და ფოსფორმეჯავას ანიონი ნიადაგის ხსნარიდან გადაინაცვლებს მყარ ფაზაში. ეს რეაქცია შემდეგნაირად მიმდინარეობს:



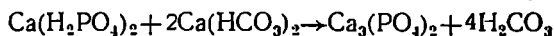
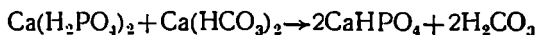
ნიადაგში ამა თუ იმ ანიონის ქიმიური შთანთქმა დამოკიდებულია ანიონების უნარზე; ნიადაგში არსებულ იონებთან ურთიერთქმედების შედეგად წარმოქმნიან უხსნადი და ძნელად ხსნადი მარილები.

აზოტისა და მარილმეჯავას ანიონები (NO_3^- , Cl^-) ნიადაგში გავრცელებულ არც ერთ კათიონთან (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Al^{3+} , Fe^{3+} , N_4^+) არ წარმოქმნის წყალში უხსნად ნაერთებს. ამიტომ ქიმიურად ისინი არ შთანთქმება. ამით აიხსნება ნიტრატებისა და ქლორიდების ნიადაგში მოძრაობის დიდი უნარი.

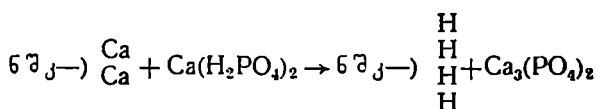
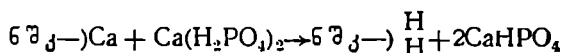
ნახშირისა და გოგირდის მეჯავას ანიონები (CO_3^{2-} , SO_4^{2-}) ერთვალენტოვან კათიონებთან იძლევა წყალხსნად ნაერთებს, ხოლო ორვალენტოვან კათიონებთან (Ca^{2+} , Mg^{2+}), რომლებიც ნიადაგში ყოველთვის მეტია, ვიდრე ერთვალენტიანები, წარმოშობენ წყალში უხსნად ნაერთებს. ამიტომ ისეთ ნიადაგებში, რომლებშიც ბევრია კალციუმისა და მაგნიუმის კათიონები CO_3 და SO_4 ქიმიურად შთანთქმება.

ფოსფორის მეჯავას ანიონები ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}) ერთვალენტიან კათიონებთან იძლევა კარგად ხსნად ნაერთებს (მარილებს): KH_2PO_4 , NaH_2PO_4 , $NH_4H_2PO_4$ და სხვ., ხოლო კალციუმისა და მაგნიუმის კათიონებთან წარმოშობს ერთხანაცვლებულ $Ca(H_2PO_4)_2$ და $Mg(H_2PO_4)_2$, ისინი წყალში ხსნადია; ორხანაცვლებულ $CaHPO_4$ და $MgHPO_4$, ეს მარილები წყალში არ იხსნება, მაგრამ სუსტი კონცენტრაციის შედეგებში კარგად იხსნება და ძნელადხსნად $Ca_3(PO_4)_2$ და $Mg_3(PO_4)_2$ წარმოქმნის. ასევე ძნელად ხსნადია რკინისა და ალუმინის ფოსფატები. ნიადაგში ფოსფორის მეჯავას ქიმიური შთანთქმა დაკავშირებულია Ca , Mg , Al , Fe ორ და სამ ვალენტიან კათიონებთან რეაქციის შედეგად ძნელად ხსნადი ან უხსნადი მარილების წარმოშობასთან. მათი როლი მეტად მნიშვნელოვანია ნიადაგში ადვილად ხსნადი ფოსფორიანი სასუქების გარდაქმნაში.

ნეიტრალური და სუსტი რეაქციის ნიადაგები ხსნარში შეიცავს გაცვლითად შთანთქმულ კალციუმს ან კალციუმის ბიკარბონატს. ამ პირობებში ფოსფორის მქავეს ქიმიური შთანთქმის შედეგად წარმოიქმნება წყალში არახსნადი კალციუმისა და მაგნიუმის ფოსფატები. მაგალითად, შავმიწა და რუხ ნიადაგებში წყალხსნადი ფოსფორიანი სასუქის — სუპერფოსფატის შეტანით შემდეგი რეაქცია წარიმართება;



შთანთქმულ Ca და Mg შეუძლია მონაწილეობა მიიღოს ფოსფორ-მქავეს წყალხსნადი მარილების ქიმიურ შთანთქმაში:



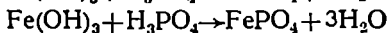
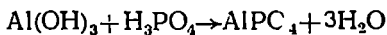
კარგად ხსნადი CaHPO_4 და ძნელად ხსნადი $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ მარილების წარმოქმნა ნიადაგში დაკავშირებულია შთანთქმული კალციუმის რაოდენობაზე.

მცენარის მიერ ფოსფორის შეთვისება სამჩანაცვლებული ფოსფატებიდან შედარებით მცირეა. ამავე დროს, ნიადაგის ხსნარის შემქავება იწვევს ძნელად ხსნადი ფოსფატების ხსნადობის გაძლიერებას. მაგალითად, ნიტრიფიკაციის პროცესის შედეგად ნიადაგში წარმოქმნილი აზოტის მქავეა შედის რეაქციაში სამჩანაცვლებულ ფოსფატთან:



და წარმოიქმნება წყალხსნადი ფოსფატი, საიდანაც მცენარე ფოსფორს კარგად იყენებს.

მქავე ნიადაგებში საერთოდ, მათ შორის ჩვენს სუბტროპიკულ ეწერებსა და წითელმიწებში, ნიადაგის ხსნარი დიდი რაოდენობით შეიცავს რკინისა და ალუმინის ერთნახევარ ქანგეულებს. ისინი ახდენენ ფოსფორის ქიმიურ შთანთქმას და წარმოშობენ რკინისა და ალუმინის ფოსფატებს:



მცენარეს შეუძლია ფოსფორის გამოყენება რკინისა და ალუმინის ახლად დალექილ ფოსფატებიდან. მაგრამ ნალექის დაძველებასთან ერთად ისინი კრისტალდება და მცენარისათვის ძნელად მისაწვდომი ხდება. ამით არის გამოწვეული, რომ ფოსფორის მქავე უფრო ძლიერ შთანიტქმება წითელმიწა და ეწერ ნიადაგებში, ვიდრე შავმიწებსა და რუხ ნიადაგებში.

ფოსფორის მქაევას ინტენსიური ქიმიური შთანთქმა აპრობებს ნი-
ადაგში ფოსფატების სუსტ მოძრაობას, ამცირებს ფოსფორიანი სასუქე-
ბიდან მცენარის მიერ ფოსფორის შეთვისებას. ამიტომ შთანთქმის ეს სახე
უარყოფითია ფოსფორიანი სასუქის ეფექტურობის :თვალსაზრისით.
ამავე დროს, მის ცოდნას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. მის
საფუძველზე შეგვიძლია დავადგინოთ ფოსფორიანი სასუქების ეფექტუ-
რად გამოყენების ხერხი.

სხვადასხვა ნიადაგებში ფოსფორის მქაევას შთანთქმა მიმდინარეობს
შემდეგი რიგით:

შავმიწები < რუხი ნიადაგები < კორდიანი ეწერები < წითელმიწები.

ფიზიკურ-ქიმიური ანუ გაცვლითი შთანთქმა

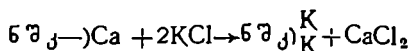
ნიადაგის მყარი ფაზისა და ხსნარის ურთიერთქმედების შედეგად, რო-
გორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ადგილი აქვს ქიმიურ შთანთქმას, ასევე მოლე-
კულურ ადსორბციას. მათთან ერთად განსაკუთრებული მნიშვნელობა
ენიჭება ფიზიკურ-ქიმიურ, ანუ გაცვლითი შთანთქმის უნარს.

ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური შთანთქმის უნარი (გაცვლითი ადსორბ-
ცია) თვალსაჩინოდ ვლინდება მყარი ფაზის მიერ კათიონების შთანთქმი-
სას.

ნიადაგის კოლოიდური კომპლექსი შეიცავს შთანთქმულ კათიონებს,
ისინი შეიძლება ჩანაცვლდნენ ნიადაგის ხსნარში მყოფი კათიონებით; ამა-
ვე დროს, ხსნარში ექვივალენტური რაოდენობით გამოიყოფა სხვა კათი-
ონები.

ნიადაგის ხსნარში მოხვედრილი მქაევები, ტუტეები და მარილები გა-
ნიცდიან დისოციაციას ანიონებად და კათიონებად. ყოველი იონი ატარებს
შესაბამის მუხტს. მაგ., KCl-ის მოლეკულა განიცდის დისოციაციას K^+
და Cl^- , HCl-ის მოლეკულა H^+ და Cl^- , NaOH-ისა — Na^+ და OH^-
იონებად და სხვ.

დისოციაციის შედეგად დადებითად დამუხტული იონები ნიადაგის
მყარი ფაზის ხსნართან შეხებისას შთაინთქმება (ნიადაგის მაგარ ფაზას
უარყოფითი მუხტი გააჩნია). მაგალითად, თუ ნიადაგი მდიდარია კალცი-
უმით (შავმიწა) და მას დავამუშავებთ ქლოროვანი კალიუმის ხსნარით,
მაშინ ხსნარიდან K^+ იონი შთაინთქმება ნიადაგის მიერ, ამავე დროს, მყა-
რი ფაზიდან ხსნარში ექვივალენტური რაოდენობით გადავა Ca^{2+} იონი,
ხოლო ნიადაგის ხსნარში KCl-ის ნაცვლად $CaCl_2$ წარმოიქმნება:



ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს ნიადაგის მყარ ფაზასა და ხსნარს შორის
კათიონების გაცვლას. ამიტომ ამ სახის შთანთქმას გაცვლითი

შთანთქმის ეწოდება, ხოლო ნიადაგის გაცვლითი შთანთქმის რეაქციის უნარს გაცვლითი შთანთქმის უნარი.

გაცვლითი შთანთქმა გამოწვეულია როგორც ფიზიკური, ისე ქიმიური მიზეზებით. ამიტომ შთანთქმის ამ სახეს უწოდებენ ასევე ფიზიკურ-ქიმიურ შთანთქმას.

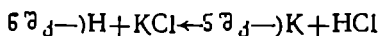
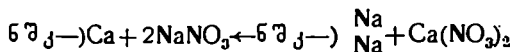
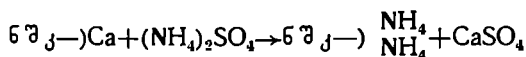
ქიმიური შთანთქმისას, მარილების ურთიერთრეაქციის შედეგად, უხსნადი ნაერთები წარმოიქმნება, ხოლო ხსნარის კონცენტრაცია და შედგენილობა იცვლება.

გაცვლითი შთანთქმისას ხსნარის კონცენტრაცია არ იცვლება, მაგრამ მისი შედგენილობა ცვლილებას განიცდის, რადგანაც ხსნარში მცირდება ერთი კათიონის და იზრდება მეორის რაოდენობა, ხოლო ანიონების კონცენტრაცია უცვლელი რჩება.

კათიონების ფიზიკურ-ქიმიური ანუ გაცვლითი შთანთქმა განსაზღვრავს ნიადაგის ფიზიკურ და ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს, მის სტრუქტურას, რეაქციას, ბუფერობას. დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგისა და სასუქის ურთიერთმოქმედებას. ნიადაგში ადვილად ხსნადი სასუქების, განსაკუთრებით აზოტიანი და კალიუმიანი სასუქების ეფექტურობა განისაზღვრება ფიზიკურ-ქიმიური შთანთქმის უნარით.

ბუნებრივ პირობებში ყველა ნიადაგი შეიცავს შთანთქმულ კათიონებს: Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Al^{3+} , Fe^{2+} , გარკვეული რაოდენობით. აქედან უმეტეს ნიადაგებში სჭარბობს Ca^{2+} , მეორე ადგილზეა Mg^{2+} . ზოგიერთ ნიადაგში მშთანთქმელი კომპლექსი მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავს H^+ , Al^+ და სხვ., ხოლო მცირეა Na^+ , K^+ , NH_4^+ .

ნიადაგის წყალში ხსნადი სასუქების, მაგალითად, NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl , NaNO_3 , KCl , K_2SO_4 და სხვათა შეტანისას, მათი კათიონები შთანთქმება ხსნარიდან ნიადაგის მშთანთქმელი კომპლექსის მიერ, ხოლო ნიადაგის მყარი ფაზიდან ხსნარში ექვივალენტური რაოდენობით გადაინაცვლებს სხვა კათიონები.



კათიონების გაცვლით შთანთქმაში ძირითადად მონაწილეობს ნიადაგის მაღალდისპერსიული ორგანული და მინერალური ნაწილაკები.

ნიადაგის წვრილდისპერსული ნაწილაკების ერთობლიობას, რომელთაც გაცვლითი შთანთქმის უნარი აქვთ კ. გედროიციმა ნ ი ა დ ა გ ი ს შ თ ა ნ თ ქ მ ი თ ი კ ო მ პ ლ ე ქ ს ი (ნ შ ბ) უ წ ო დ ა.

ნიადაგის შთანთქმითი კომალქასის შედგენილობა და აღნაგობა

ნიადაგის შთანთქმითი კომპლექსის შედგენილობაში შედის ნაწილაკები, რომელთა დიამეტრი მერყეობს 0,001—0,00025 მმ ფარგლებში. ამ ნაწილაკების ზოგიერთი თვისება ახლოა ნიადაგის კოლოიდების თვისებებთან, თუმცა მათი ფიზიკურ-ქიმიური შთანთქმის უნარი მნიშვნელოვნად ნაკლებია, ვიდრე ნიადაგის კოლოიდებისა.

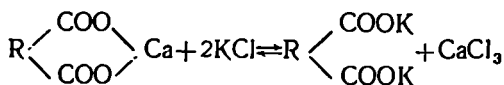
ნიადაგის კოლოიდები იყოფა: ორგანულ, მინერალურ და ორგანულ-მინერალურ კოლოიდებად. ორგანული კოლოიდები ძირითადად წარმოდგენილია ჰუმუსოვანი ნივთიერებებით (ჰუმინის და ფულვომჟავები, მათი მარილები). მინერალური კოლოიდების შედგენილობაში შედის, როგორც კრისტალური ნაერთები, ძირითადად, თიხა მინერალები (კაოლინიტის, მონტმორილონიტისა და ჰიდროქსიდის ჯგუფის), ასევე ამორფული (ჰიდრატები, ერთნახევარი ჟანგეულები და სხვ.) ნაერთები. ორგანულ-მინერალური კოლოიდების შედგენილობა და აღნაგობა ნაკლებადაა შესწავლილი.

კათიონების გაცვლით შთანთქმაში ორგანული კოლოიდებისა და თიხა მინერალების უნარი შეპირობებულია მათი უარყოფითი მუხტით. დადებითი მუხტი გააჩნია რკინისა და ალუმინის კოლოიდურ ჰიდროქსიდებს. ძირითადი ნიადაგური კოლოიდები დამუხტულია უარყოფითად. ამიტომ უმეტესი ნიადაგების თვისება კათიონების გაცვლითი შთანთქმისადმი გამოსახულია უფრო ძლიერად, ვიდრე ანიონების.

ორგანული კოლოიდების (ჰუმუსოვანი ნივთიერება) უარყოფითი ელექტრო-მუხტი და კათიონების გაცვლითი შთანთქმის უნარი გამოწვეულია კარბოქსილის ჯგუფების (COOH) მიერ, რომელიც კოლოიდს ანიჭებს მჟავე (აციდოიურ) თვისებას, და ფენოლური ჰიდროქსილური (OH) ჯგუფის მიერ მათი წყალბადი შეიძლება შეცვლილი იქნას სხვა კათიონით.

ჰუმინის მჟავას მოლეკულის ოთხკარბოქსილურ ჯგუფს შეუძლია დისოციაცია განიცადოს და მისი დადებითი წყალბადიონი გაცვალოს სხვა კათიონზე. ამისათვის საჭიროა ხსნარის სხვადასხვა კონცენტრაცია. მაგალითად, პირველი იონი გაიცვლება pH 4,5-ის დროს, მეორე — pH 7-სას, ხოლო მესამე და მეოთხე — როცა pH 9 და მეტია. ფენოლის ჰიდრომჟავას წყალბადი ფუძეებმა შეიძლება გამოაძევეს მხოლოდ მაშინ, როცა არეს რეაქცია ძლიერ ტუტეა. ამრიგად, მჟავე და ნეიტრალური რეაქციის პირობებში გაცვლით შთანთქმაში მონაწილეობს ჰუმინის მჟავას მოლეკულის მხოლოდ ორი კარბოქსილური ჯგუფი. იმ შემთხვევაში, როცა pH 7-ზე ნაკლებია, ამ მოლეკულათა წყალბადი შეიძლება სხვა კათიონებით, მაგ., Ca^{2+} -ით შეიცვალოს და შესაბამისი ჰუმატები წარმოქმნას.

ნიდაგის ხსნართან ურთიერთქმედების შედეგად ჰუმუსოვანი ნივთიერების მიერ შებოჭილი ფუძეები შეიძლება გაიცვალოს ყველა სხვა კათიონზე:



მინერალური კოლოიდური ნაწილაკებიდან უარყოფითი მუხტით და კათიონების გაცვლის უნარით ხასიათდება ალუმოსილიკატური მინერალები, განსაკუთრებით მეორადი (თიხა) მინერალები, როგორცაა კაოლინიტი, მონტმორინოლიტი და პიდროქარსის ჯგუფის მინერალები.

თიხა მინერალების კრისტალური მესერი აგებულია სილიციუმის ჟანგის ტეტრაბირთვისაგან, რომელიც შედგება სილიციუმისა და ჟანგბადის ატომისაგან. ასევე ალუმინის ნაერთებისაგან, რომლის შედგენილობაში შედის ალუმინის ჟანგბადისა და წყალბადის ატომები. სილიციუმის ჟანგის ტეტრაბირთვში სილიციუმის ატომი იერთებს ოთხ ჟანგბადის ატომს და წარმოქმნის SiO_4 -ის მტკიცე ნაერთს. რადგანაც სილიციუმი ოთხვალენტურია, ჟანგბადი კი ორვალენტურია, ამიტომ სილიციუმის ყოველი ტეტრაბირთვი შეიძლება განვიხილოთ როგორც ოთხმუხტიანი ანიონი (SiO_4^{4-}). უარყოფითი მუხტის სიჭარბე შეიძლება განეიტრალდეს ფუძეების შეერთებით ან რანდენიმე ტეტრაბირთვის შეერთებით. სილიციუმის ჟანგის ცალკეული ტეტრაბირთვები ერთმანეთს უერთდება ჟანგბადის იონის მეშვეობით, წარმოქმნიან ტეტრაბირთვულ შრეს (ფენას). ამით მცირდება თავისუფალი უარყოფითი ვალენტოვნების რაოდენობა. მაგალითად, როცა ორი ტეტრაბირთვი ერთდება, მაშინ ჟანგბადის ერთი ატომი საერთო ხდება. ამ დროს წარმოიქმნება (Si_2O_7)⁶⁻ ჯგუფი, რომელშიც სილიციუმის დადებით მუხტზე ჟანგბადის 14 უარყოფითი მუხტი მოდის, ე. ი. ორი უარყოფითი მუხტით ნაკლები, ვიდრე SiO_4^{4-} -ის შემთხვევაში.

ალუმოსილიკატების მეორადი თიხა მინერალების სილიციუმ ჟანგბადის ტეტრაბირთვი შეკრულია ფენებად. მათი შენების საფუძველია ციკლური სტრუქტურა, რომელიც წარმოიქმნება 6 სილიციუმ ჟანგბადის ტეტრაბირთვისაგან. ამ შემთხვევაში ყოველ ორ იონ სილიციუმზე მოდის ჟანგბადის 5 იონი, ე. ი. 8 დადებითი და 10 უარყოფითი მუხტი (Si_2O_5)²⁻. ამ ჯგუფის, ისე როგორც SiO_4^{4-} ჯგუფის ტეტრაბირთვები რთული ანიონური კომპლექსია, იმიტომ, რომ ჟანგბადის ყოველ ატომს რომელიც არ მონაწილეობს ორი SiO_4^{4-} ტეტრაბირთვის შეერთებაში, რჩება თავისუფალი ვალენტოვნება. უარყოფითი მუხტის სიჭარბის განეიტრალება ხდება მაშინ, როცა სილიციუმჟანგბადის ტეტრაბირთვული ფენა ერთდება ალუმოპიდროქსილურ ფენასთან.

ალუმოჰიდროქსილურ ოქტაბირთვში ალუმინის იონი შეერთებულია ჰიდროქსილის ექვს იონთან. ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება $[Al(OH)_6]^{3-}$, რადგანაც სამეალენტიანი ალუმინი გარემოცულია ჰიდროქსილის 6 იონით, ამიტომ ოქტაბირთვებს გააჩნია თავისუფალი ვალენტობა, შეუძლიათ ერთმანეთს შეუერთდნენ და წარმოქმნან მინერალი — მეორე კრისტალური ოქტაბირთვული მესერი. ამგვარი ფენის საერთო ფორმულაა $[Al(OH)_3]_n$

ალუმოსილიკატური ოქტაბირთვების შეერთება ჰიდროქსილის ორი იონის მონაწილეობით ხდება. ყოველი მათგანი იბოჭება ალუმინის (Al^{3+}) ორი იონით.

თიხამინერალების კრისტალური მესერი, ეს არის სილიციუმ ჟანგბადის ტეტრაბირთვისა და ალუმოჰიდროქსილური ოქტაბირთვის ფენების შეთანაწყობა.

ტეტრაბირთვული და ოქტაბირთვული ფენების შეერთებისას ტეტრაბირთვის ფენის ჟანგბადის (O^{2-}) იონი, რომელიც ბირთვის წვერზე იმყოფება, საერთო ხდება; ამავე დროს, შებოჭილია ერთი ფენის Si^{4+} და მეორე ფენის Al^{3+} იონების მიერ, ე. ი. წარმოადგენს ამ ფენათა შემართებელ „ჟანგბადოვან ხიდს“.

წარმოქმნილი სტრუქტურა („პაკეტი“) ნეიტრალურია. სილიციუმისა და ალუმინის დადებითი მუხტების რაოდენობა მასში ტოლია ჟანგბადისა და ჰიდროქსილის უარყოფითი მუხტების რაოდენობისა, ამიტომ თავისუფალი ვალენტობა ფუძეებთან შეერთებისათვის აღარ რჩება.

მინერალის ტიპთან დაკავშირებით ორი ან სამი ფენიდან წარმოიქმნება „პაკეტები“. მინერალის კრისტალური მესერი მრავალი ასეთი „პაკეტისაგან“ შედგება. მათ შორის ადგილი აქვს პაკეტშორის თავისუფალ სივრცეებს. არჩევენ თისა მინერალების კრისტალური მესრის აღნაგობის ორ ძირითად ტიპს.

კაოლინიტური ჯგუფის მინერალების კრისტალური მესრის „პაკეტები“ შექმნილია ორი ფენისაგან, რომლებიც შეერთებულია ერთმანეთთან საერთო ატომით.

მონტმორილონიტური ჯგუფის მინერალების კრისტალური მესრის „პაკეტები“ სამი ფენისაგან შედგება. მათ შორის ერთი ოქტაბირთვული და ორი მასთან შეერთებული ტეტრაბირთვული ფენებია.

კაოლინიტის ერთი „პაკეტის“ ქვედა ნაწილიდან მეორე „პაკეტის“ ქვედა ნაწილამდე მანძილია 0,715 ნანომეტრი (მილიმიკრონი), ხოლო მონტმორილონიტისა — მეტია და ცვალებადობს 0,94-დან 2,14 ნანომეტრამდე. ეს ხდება პაკეტშორის სივრცის გაფართოების ან შემჭიდროების ხარჯზე. ტენის სიჭარბისას წყალი პაკეტშორისებში შედის და მონტმორილონიტის ძლიერ თქვირებას (გაჭირჩვებას) იწვევს.

ამ მინერალების უარყოფითი ელექტრო მუხტის წარმოშობა ძირითა-

დად დაკავშირებულია სილიციუმ ქანგბადის ტეტრაბირთვსა და ალუმო-ჰიდროქსილის ოქტაბირთვთან, რომელთაგან შედგება მათი კრისტალური შესერი, იზომორფულ ჩანაცვლებებთან. მაგ., სილიციუმ ქანგბადის ტეტრაბირთვის ფენებში სილიციუმის იონების ნაწილი (ოთხვალენტიანი) ტეტრაბირთვის შიგნით შეიძლება იზომორფულად შეიცვალოს ალუმინის (სამვალენტიანი) იონებით, რის შედეგადაც უარყოფითი მუხტი წარმოიქმნება. $(\text{SiO}_2)_n$ ნეიტრალურია, მაგრამ სილიციუმის ატომის ალუმინის ატომით შეცვლისას ერთი უარყოფითი მუხტი ჩნდება, ხოლო სილიციუმის ორი ატომის ალუმინის ორი ატომით ჩანაცვლებისას ორი უარყოფითი მუხტი წარმოიქმნება და ა. შ. წარმოქმნილ უარყოფით მუხტთა კომპენსირება ხდება K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ და სხვ. კათიონების შესაბამისი რაოდენობით.

ალუმოჰიდროქსილის ოქტაბირთვულ ფენებში ალუმინის სამვალენტიანი იონების ნაწილი ოქტაბირთვის მიცელაში შეიძლება შეიცვალოს მაგნიუმის ორვალენტიანი იონებით. ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება უარყოფითი მუხტები. რომელთა კომპენსირება ხდება კალციუმისა და სხვა კათიონების იონებით. Si^{4+} -ის ჩანაცვლება Al^{3+} -ით და ამ უკანასკნელის Mg^{3+} -ზე, სილიკატურ და ალუმოსილიკატურ სტრუქტურაში ამ იონების რადიუსზეა დამოკიდებული. Si^{4+} ყველაზე მცირე რადიუსი აქვს. მას ალუმინის (Al^{3+}) იონები უახლოვდება, ამიტომ სილიციუმ ქანგბადის ტეტრაბირთვში სილიციუმის იონები შეიძლება შეიცვალოს მხოლოდ ალუმინის იონებით. სხვა იონების რადიუსი დიდია, ამიტომ ისინი ვერ ეტევიან ტეტრაბირთვის შორისებში ქანგბადის ოთხ იონთა შორს.

ალუმოჰიდროქსილის ოქტაბირთვში ექვს ჰიდროქსილის იონს შორის შუალედი მეტია, შესაბამისად ოქტაბირთვში Al^{3+} შეიძლება შეიცვალოს Fe^{3+} , Mg^{3+} , Li^+ და სხვ., რომელთა რადიუსი უტოლდება Al^{3+} იონის რადიუსს. Na^+ , K^+ , Ca^{2+} რადიუსი გაცილებით მეტია, ვიდრე ალუმინისა და მაგნიუმის იონებისა. ამიტომ ისინი ვერ შეცვლიან Al^{3+} -ს ოქტაბირთვში და Si^{4+} -ს ტეტრაბირთვში, რადგანაც ვერ ჩაეტევიან ბირთვთა შუალედში.

მონტმორილონიტის ჯგუფის მინერალებში პაკეტთა უარყოფითი მუხტი წარმოიქმნება ორი სილიციუმ ქანგბადის ტეტრაბირთვულ ფენაში Si^{4+} იონების ნაწილის გაცვლით Al^{3+} იონებზე. ასევე ოქტაბირთვულ ფენაში Al^{3+} იონების ნაწილის Mg^{2+} იონების შეცვლით.

წარმოქმნილ უარყოფით მუხტთა კომპენსირება გაცილებით უნარის მქონე კათიონების ხარჯზე მიმდინარეობს. მონტმორილონიტის პაკეტშორისები უფრო დიდია, ვიდრე კაოლინიტისა. ამიტომ პაკეტთა შორის

კავშირი ნაკლებად მტკიცეა. ამასთან დაკავშირებით კათიონები, რომლებიც უარყოფითი ელექტრომუხტის კომპენსირებას ახდენენ, მიკროკრისტალური ნაწილაკების არა მარტო შიგა ფენაში, არამედ პაკეთშორისებშიც იმყოფება.

კათიონები, რომლებიც მონტმორილონიტის მიკროკრისტალების პაკეტშორისებში იმყოფება, მარილის ხსნართან ურთიერთქმედებისას უნარი აქვთ გაიცვალონ მარილის კათიონზე, რადგანაც თქვირებისას ხსნარი აღწევს კრისტალური მესრის პაკეტშორისებში. ამ ჯგუფის მინერალების კათიონებიდან გაცვლაში მონაწილეობენ როგორც მიკროკრისტალების ზედაპირზე, ისე კრისტალურ მესერში და მათ პაკეტშორისებში არსებული კათიონები. ამით აიხსნება მონტმორილონიტების ჯგუფის მინერალების შთანთქმის მაღალი უნარი.

კაოლინიტის ჯგუფის მინერალებში იზომორფული ჩანაცვლება სუსტად არის გამოსახული. მათ პაკეტშორის კავშირი მნიშვნელოვნად მეტი აქვთ, პაკეტშორისი შუალედი მცირეა, ამიტომ ხსნართან ურთიერთქმედება და კათიონების გაცვლითი შთანთქმა მხოლოდ მიკროკრისტალის ნაწილაკის გარე ზედაპირზე ხდება.

თიხამინერალების უარყოფითი მუხტი განპირობებულია ოქტაედრულ და ტეტრაედრულ ბირთვებში იზომორფული ჩანაცვლებითა და ქანგბადის იონებით, რომლებიც განლაგებულია სილიციუმ ქანგბადის ტეტრაბირთვის ფენის კიდეზე და შეკავშირებულია სილიციუმის არა ორი, არამედ ერთი იონით.

მეავე რეაქციის პირობებში ($\text{pH} < 5$) ქანგბადის იონების თავისუფალი რაოდენობა, რომელიც ტეტრაბირთვის კიდეებზეა მოთავსებული, უერთდება წყალბადის იონს. ამავ დროს H-იონი არ ხასიათდება დისოციაციის უნარით, ამიტომ უარყოფითი ელექტრომუხტი წარმოიქმნება მხოლოდ კრისტალურ მესერში იზომორფული ჩანაცვლების შედეგად. როდესაც pH 6-ზე მეტია, და განსაკუთრებით 7-ზე მეტია. მაშინ ხდება H იონების დისოციაცია და მათი ჩანაცვლება კათიონებით. ამრიგად, თიხა მინერალების უარყოფითი მუხტი და გაცვლითი უნარი ამ შემთხვევაში შეპირობებულია არა მარტო იზომორფული ჩანაცვლებით, არამედ ნაწილობრივ ტეტრაბირთვის კიდეებზე არსებული ქანგბადის იონებითაც. თიხა მინერალების მიერ კათიონების შთანთქმა დამოკიდებულია ხსნარის რეაქციაზე. იგი ნეიტრალური და ტუტე რეაქციის პირობებში მეტია, მეავე რეაქციის დროს.

ფუძეებისადმი შთანქმის უნარი განსაკუთრებით იზრდება მაშინ, როცა ადგილი აქვს მეავე რეაქციის ნეიტრალურ და ტუტე რეაქციებში გადასვლას. ამას ხელს უწყობს კაოლინიტის ტიპის მინერალების ტეტრაბირთვის კიდეებზე არსებული ქანგბადის იონები. იგი მათ შეკვრას ახდენს. მონტმორილონიტური ჯგუფის მინერალებში გაცვლითი შთანთქმა

ძირითადად შეპირობებულია იზომორფული ჩანაცვლებით, კრისტალური მესრის ტეტრა და ოქტაბირთვების ფენებში.

კაოლინიტის შემთხვევაში კათიონების გაცვლა მხოლოდ მიკროკრისტალების გარე ზედაპირზე ხდება. ამიტომ ამ ჯგუფის მინერალებში კათიონების გაცვლის რეაქცია სწრაფად მიმდინარეობს. მაგრამ მათი შთანთქმის უნარი მნიშვნელოვნად დაბალია, ვიდრე მონტმორილონიტის ჯგუფის მინერალებისა.

სხვადასხვა მინერალების მიერ კათიონების გაცვლითი შთანთქმა შემდეგი ციფრობრივი მაჩვენებლით ხასიათდება (მ-ექვ. 100 გ მინერალზე): კაოლინიტი 3—15, გალუაზიტი 5—10, მონტმორილონიტი 80—120, ბეიდელიტი 55—65, ვერმიკულიტი 100—150, ილიტი 10—40.

ნიადაგში გარდა კრისტალური კოლოიდებისა (თიხა მინერალების), რომლებიც უარყოფითადაა დამუხტული, გვხვდება აგრეთვე რკინისა და ალუმინის ჰიდროქსიდების ამორფული კოლოიდები, მათ ამფოტერული თვისება გააჩნიათ. ეს იმაში მდგომარეობს, რომ ისინი ნიადაგის ხსნარის რეაქციის ცვლილებასთან ერთად იცვლიან ელექტრომუხტს. ე. ი. გვევლინება ხან როგორც ბაზოიდები (ფუძე კოლოიდები), ხან როგორც აციდოიდები (მჟაური კოლოიდები), მჟავე რეაქციის დროს, როცა ხსნარში ბევრია წყალბადის და მცირეა ჰიდროქსილის იონები, მაშინ ალუმინისა და რკინის ჰიდროქსილების მოლეკულები იმყოფებიან კოლოიდური ნაწილაკების ზედაპირზე. დისპერსიულ მდგომარეობაში გადადის როგორც ფუძეები, რის შედეგად ხსნარში გადაინაცვლებს OH^- იონები, ხოლო რკინისა და ალუმინის მოლეკულები იძენენ დადებით ელექტრომუხტს. დადებითი მუხტის მქონე კოლოიდებით მდიდარია წითელმიწა ნიადაგები. ეს ფაქტი განაპირობებს ამ ნიადაგების PO_4 იონის დიდი რაოდენობით შთანთქმის უნარს.

ტუტე რეაქციის პირობებში ალუმინისა და რკინის კოლოიდები ამჟღავნებენ ამფოტერულ ბუნებას, იქცევიან ისე, როგორც მჟავეები. ხსნარს გადასცემენ H^+ იონს და იძენენ უარყოფით ელექტრომუხტს. არის შემთხვევა, როცა კოლოიდები კარგავენ მუხტს. ამ მომენტს იზოელექტრული წერტილი ეწოდება. ამ შემთხვევაში დისოციაციის ორივე მხარე ტოლია. ამორფული კოლოიდების ზედაპირზე განლაგებული მოლეკულები კათიონებსა (H^+) და ანიონებს (OH^-) გადასცემენ ხსნარს მცირე, მაგრამ ტოლი რაოდენობით. ალუმინის ჰიდროქსილის იზოელექტრული წერტილი pH უდრის 8,1, რკინისა კი 7,1. უფრო ტუტე რეაქციის პირობებში რკინისა და ალუმინის კოლოიდებს უჩნდება მჟაური (აციდოიდური) თვისებები, ხოლო როცა pH იზოელექტრულ წერტილზე დაბალია, მაშინ ფუძე კოლოიდების (ბაზოიდური) თვისებების მატარებლები ხდებიან.

უმეტეს ნიადაგებში ალუმინისა და რკინის ამორფული კოლოიდები მოქმედებენ როგორც ფუძეები და გააჩნიათ დადებითი მუხტი. ამგვარი კოლოიდები განსაკუთრებით ბევრია კორდიან-ეწერებში, სუბტროპიკულ ეწერებსა და წითელმიწა ნიადაგებში. მკავე რეაქციის პირობებში კალიონიტური ჯგუფის თიხა მინერალებიც იძენენ დადებით მუხტს.

ამრიგად, კალიონიტის ჯგუფის მინერალების კოლოიდებს მკავე რეაქციის პირობებში შეიძლება ერთდროულად ჰქონდეს დადებითი და უარყოფითი ელექტრომუხტი. ამ პირობებში მათ უნარი აქვთ ხსნარიდან ანიონების შთანთქმისა. მათი გაცვლა OH იონის ხარჯზე ხდება.

ნიადაგის წვრილდისპერსიულ ფრაქციაში რაც მეტია ალუმინისა და რკინის ჰიდროქსიდები, ასევე კალიონიტის ჯგუფის მინერალები, მით ნაკლებია (განსაკუთრებით მკავე რეაქციისას) კათიონების გაცვლითი შთანთქმის უნარი, ხოლო ანიონებისა — გაძლიერებული.

როგორც აღვნიშნეთ, ნიადაგის კოლოიდურ ნაწილს გააჩნია რთული აღნაგობა. ყოველ კოლოიდურ ნაწილაკში არჩევენ სტრუქტურული ნაწილების რიგს. ისინი ერთობლიობაში მიცელიუმს შეადგენს. მიცელიუმის ცენტრალური ნაწილი მოლეკულების აგრეგატს წარმოადგენს. კოლოიდური მიცელიუმის ამ ნაწილს ბირთვი ეწოდება. იგი ან ამორფულ სხეული ან კრისტალური ნივთიერებაა.

ქიმიური თვალსაზრისით ბირთვი მეტად რთული შედგენილობისაა. მიცელის ზედაპირზე განლაგებულია მოლეკულების იონიზებული ფენა. ამ ფენას აღსობციულ ანუ ორმაგ ელექტროლიტურ ფენას უწოდებენ. მიცელიუმის ბირთვს, მასზე განლაგებულ მოლეკულებისა და იონების ერთობლიობას გრანულა ეწოდება.

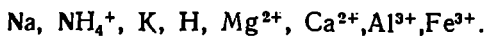
ნიადაგის ყველა კოლოიდი შეიძლება იყოს კოლოიდური ხსნარის, ე. ი. ზოლისა და ამორფული ნალექის — გელის მდგომარეობაში.

განსხვავებული ელექტრომუხტის გამო კოლოიდების ნაწილაკები იწყებენ შეერთებას, რასაც კოაგულაცია (აჭრა) ეწოდება. ამ პროცესის შედეგად ხდება ხსნარიდან კოაგულირებული კოლოიდების გამოლექვა, ამ შემთხვევაში კოლოიდებს დაკარგული ან შემცირებული აქვთ ელექტრომუხტი. ამრიგად, კოაგულაციის შედეგად ხდება ზოლის გადასვლა გელის მდგომარეობაში. კოაგულაციის საწინააღმდეგო პროცესია პეპტიზაცია. ამ შემთხვევაში გელი გადადის ზოლის მდგომარეობაში.

კოლოიდების კოაგულაცია ძირითადად მიმდინარეობს მარილების, მკავეებისა და ტუტეების (ელექტროლიტები) ხსნართან შეხებისას. ამ დროს ელექტროლიტების მოლეკულები წყალში იშლება იონებად. წარმოიშობა დადებითი და უარყოფითი ელექტრომუხტის მქონე იონები, რომლებიც ურთიერთკავშირში შედის კოლოიდის მიცელიუმთან და იწყებს მისი ელექტრომუხტის განეიტრალებას; ანიონებს ანეიტრალებს კათიონები, ხოლო კათიონებს — ანიონები. კათიონების კოაგულაციის უნარი იზრდება მათი ვალენტოვნების გადიდებასთან ერთად. ამიტომ ერთვა-

ლენტანი კათონების კოაგულაციის უნარი ნაკლებია, ვიდრე ორვალენტანის, სამვალენტანისა უფრო მეტი, ვიდრე ორვალენტანის.

კოაგულაციის უნარის მიხედვით კათიონები განლაგებულია აღმავალი რიგი:



დღეისათვის დადგენილია, რომ ორვალენტანი კათიონების კოაგულაციის უნარი 25-ჯერ მეტია, ვიდრე ერთვალენტანისა, ხოლო სამვალენტანისა 10-ჯერ მეტია ორვალენტანთან შედარებით.

ელექტროლიტების მიერ კოლოიდთა კოაგულაციას აძლიერებს ხსნარში წყალბადის (H^+), ხოლო ამცირებს ჰიდროქსიდის იონების (OH^-) შემცველობა.

კოლოიდები შეიძლება იყოს შექცევადი და შეუქცევადი ბუნების. შექცევადია ისეთი კოლოიდები, რომლებიც გელის მდგომარეობიდან გადადის ზოლის მდგომარეობაში. გელიდან ზოლის მდგომარეობაში ადვილად გადადის ის კოლოიდები, რომელთა კოაგულაცია გამოწვეულია ერთვალენტანი კათიონებით.

შეუქცევადია ისეთი კოლოიდები, რომლებიც არ განიცდის გელის მდგომარეობიდან ზოლის მდგომარეობაში გადასვლას. ასეთია ის კოლოიდები, რომელთა კოაგულაცია გამოწვეულია ორ და სამვალენტანი კათიონებით.

კოლოიდებისათვის დამახასიათებელია წყლის მოლეკულასთან შეჭიდულობის ძალა. ამ მაჩვენებლის მიხედვით არჩევენ: ჰიდროფილურ (წყალმოყვარული) და ჰიდროფობურ (წყალმოძულე) კოლოიდებს. ჰიდროფილური კოლოიდები ხასიათდება წყლის მოლეკულებთან შეჭიდულების ძალით, ამიტომ ბირთვის გარშემო ჰიდრატულ აპკს ქმნიან. ჰიდროფობურ კოლოიდებს წყლის მოლეკულებთან შეჭიდულობის ნაკლები უნარი აქვს, ამიტომ ბირთვის გარშემო ჰიდრატულ აპკს არ წარმოქმნიან.

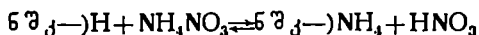
კათიონების ფიზიკურ-ქიმიური ანუ გაცვლითი შთანთქმის ძირითადი კანონზომიერებანი

ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური შთანთქმის რეაქციებს ახასიათებს მთელი რიგი თავისებურებანი. მათ უდიდესი მნიშვნელობა აქვს სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით:

1. ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსსა და ნიადაგის ხსნარს შორის კათიონების გაცვლა მიმდინარეობს ექვივალენტური შეფარდებით. ნიადაგის ხსნარიდან მშთანთქმელი კომპლექსის მიერ რომელიმე კათიონის შთანთქმისას ხსნარში გადადის ისეთივე რაოდენობა სხვა კათიონისა. მაგ. თუ ნიადაგის ხსნარიდან მშთანთქმელმა კომპლექსმა შთანთქა ერთი ერთ-

ვალენტიათი კათიონი, დაეუშვათ Na, მაშინ მშთანთქმელი კომპლექსიდან ხსნარში გადავა ერთი ერთვალენტიათი სხვა კათიონი, მაგ., K. ან თუ ერთი ორვალენტიათი ელემენტი, მაგ., Ca შთაინთქა, მაშინ ხსნარში გადავა ორი ერთვალენტიათი რომელიმე კათიონი (H, Na, K და სხვ.) ან ერთი ორვალენტიათი კათიონი მაგ., Mg და ა. შ.

2. კათიონების გაცვლითი შთანთქმის რეაქცია შექცევადია. ეს იმას ნიშნავს, რომ ხსნარიდან რომელიმე კათიონის შთანთქმის შედეგად, მშთანთქმელი კომპლექსიდან ხსნარში გადასული სხვა კათიონი ხელმეორედ შეიძლება შევიდეს რეაქციაში, იმოქმედოს მშთანთქმელ კომპლექსზე და შთაინთქას მის მიერვე. ამიტომ კათიონების გაცვლითი შთანთქმის რეაქცია ასეთნაირად გამოისახება:



ხსნარისა და მშთანთქმელი კომპლექსის კათიონებს შორის გაცვლითი რეაქცია მთავრდება წონასწორობის დამყარებით. გაცვლითი რეაქციის ხასიათი დამოკიდებულია ხსნარის შედგენილობასა და კონცენტრაციაზე, მის მოცულობაზე, გაცვლითი კათიონების ბუნებასა და ნიადაგის თვისებებზე. ხსნარის კონცენტრაციისა და შედგენილობის შეცვლას იწვევს ნიადაგის გამოშრობა ან ჰარბტენიანობა, სასუქის შეტანა, მინერალური მარილების წარმოქმნა ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად და სხვ. ნიადაგში ხსნადი მარილების (KCl, NH₄Cl, NaNO₃ და სხვ.), ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაცია იზრდება.

მარილის კათიონები რეაქციაში შედის მშთანთქმელ კომპლექსთან, მათი ნაწილი შთაინთქმება. მცენარის მიერ რომელიმე ელემენტის შთანთქმით მისი კონცენტრაცია ხსნარში მცირდება. კათიონების ჩანაცვლებითი რეაქციის შექცევადობა ზრდის ნიადაგში შეტანილი ზოგიერთი სასუქის ეფექტურობას. მაგალითად, ისეთი სასუქი, რომელიც საკვებ ნივთიერებას კათიონის სახით შეიცავს, ნიადაგის მშთანთქმელი კომპლექსის მიერ კათიონი შთაინთქმება, არ მოხდება მისი გამორეცხვა. მეორე მხრივ ჩანაცვლებული კათიონი იოლად გადადის ხსნარში, მცენარე მას იყენებს კვებისათვის.

3. ხსნარის მუდმივი კონცენტრაციის პირობებში, ნიადაგიდან ხსნარში გამოძევებული კათიონების რაოდენობა ხსნარის მოცულობის მატებასთან ერთად იზრდება. ხსნარის მუდმივი მოცულობის პირობებში, ნიადაგიდან ხსნარში გამოძევებული კათიონების რაოდენობა ხსნარის კონცენტრაციის გაზრდასთან ერთად მატულობს.

ნიადაგში გაცვლითი შთანთქმის რეაქცია მოქმედი მასის კანონს ემყარება. მაგალითად, რაც მეტია ხსნარში გამოძევებული კათიონის კონცენტრაცია, ეტქვათ, Na⁺ და რაც მცირეა მასში ნიადაგიდან ხსნარში გამოსვლელი კათიონების, დაეუშვათ, NH₄⁺ რაოდენობა მით მეტი გამო-

ქვევთული კათიონი შთანთქმება ნიადაგის მიერ. თუ ხდება ერთვალენტოვანი კათიონების (Na^+ , NH_4^+) გაცვლა, მაშინ მშთანთქმელი კომპლექსიდან ხსნარში გამოქვევებულ კათიონთა შორის მყარდება პროპორციული შეფარდება:

$$\frac{\text{შ Na}}{\text{შ NH}_4} = K \frac{[\text{Na}]}{[\text{NH}_4]},$$

სადაც, შ Na ნიადაგის მიერ შთანთქმული ნატრიუმის რაოდენობაა, შ NH_4 — შთანთქმის კომპლექსში არსებული NH_4 -ის რაოდენობა, $[\text{Na}]$ და $[\text{NH}_4]$ — ხსნარში Na და NH_4 კათიონების თანაფარდობა, K — პროპორციულობის კოეფიციენტი. სხვადასხვა ვალენტოვნების კათიონთა გაცვლისას, ნიადაგის ხსნარსა და მშთანთქმელ კომპლექსს შორის მათი ფარდობითი დამოკიდებულება რამდენადმე გართულებულია. მაგალითად, ნიადაგიდან ნატრიუმის მარილის მიერ კალციუმის კათიონის ხსნარში გამოქვევებისას მათ შეფარდებაზეა დამოკიდებული Na^+ და NH_4^+ კონცენტრაცია ხსნარში (ე. წ. გაბონის ტოლობა)

$$\frac{\text{შ Na}}{\text{შ Ca}} = K \frac{[\text{Na}]}{[\text{Ca}]},$$

ეს ტოლობა იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ხსნარის საერთო კონცენტრაციის ზრდა ერთმუხტიანი კათიონების შეფარდებით, მეტი რაოდენობით შთანთქმას იწვევს ორვალენტოვანი კათიონებთან შედარებით, ხოლო ხსნარის კონცენტრაციის შემცირებისას მატულობს ორვალენტოვანი კათიონების შეფარდებითი შთანთქმა,

4. ნიადაგის შთანთქმით კომპლექსსა და ხსნარს შორის კათიონების გაცვლის რეაქცია მეტად სწრაფად მიმდინარეობს. მათ შორის წონასწორობა რამდენიმე წუთში მყარდება. ეს მოვლენა იმით არის გამოწვეული, რომ კათიონების გაცვლა ძირითადად მიმდინარეობს ნიადაგის წვრილ-დისპერსიული ნაწილაკის ზედაპირზე. ნ. გორბუნოვის გამოკვლევებით, ბუნებრივ პირობებში, როცა ნიადაგის ხსნარის მოცულობა მაგარ ფაზასთან შედარებით დიდი არ არის, მაშინ კათიონების გაცვლითი შთანთქმის სრული წონასწორობის რეაქციის მსვლელობა შენელებულია. მაგრამ ამ პირობებშიც კი წონასწორობა მოკლე დროში მყარდება (ტენიან ნიადაგებში).

ჩანაცვლებითი რეაქციის ეს თავისებურება მეტად მნიშვნელოვანია ხსნადი სასუქების (აზოტის, კალიუმის) გამოყენების თვალსაზრისით. რადგან კათიონების ჩანაცვლება ხსნარიდან მაგარ ფაზაში სწრაფად მიმდინარეობს, ამიტომ ნიადაგში შეტანილი სასუქის კათიონების შეკა-

ვება მაგრამ ფაზაში სწრაფად ხდება და ისინი სარწყავი წყლის ან ატმოსფერული ნალექების გავლენით ნიადაგიდან არ გამოირეცხება.

6. სხვადასხვა კათიონის გააჩნია შთანქმის სხვადასხვა ენერგია და ნიადაგში დამაგრების სხვადასხვა უნარი. ზოგიერთი მათგანი შთაინთქმება სუსტად, ზოგი უფრო ძლიერად. შთანქმისა და ნიადაგში დამაგრების მაღალი უნარით ხასიათდება ორვალენტური კათიონები (Ca^{2+} , Ng^{2+} და სხვ.), ნაკლებით კი — ერთვალენტური (K , Na , NH_4 და სხვ.) კათიონები. ე. ი. კათიონის ვალენტოვნების ზრდასთან ერთად იზრდება კათიონის შთანქმის ენერგია და მისი ნიადაგში დამაგრების უნარი. ეს მოვლენა იმით არის გამოწვეული, რომ ორ და სამვალენტოვან კათიონებს გააჩნია მეტი ელექტრომუხტი, ამიტომ უფრო ენერგიულად შთაინთქმება ნიადაგის მაგარ ფაზაში, ვიდრე ერთვალენტოვანი კათიონები.

თანაბარი ვალენტოვნების პირობებში კათიონთა შთანქმის ენერგია ატომური მასის ზრდასთან ერთად მატულობს. მაგალითად, კალციუმის ატომური მასაა 40,07, მაგნიუმისა 24,32, ამიტომ კალციუმის შთანქმის ენერგია მეტია, ვიდრე მაგნიუმის, მაგრამ კალციუმის და მაგნიუმის შთანქმის ენერგია მეტია, ვიდრე ნატრიუმისა და კალიუმის, რომელთა ატომური მასა ნაკლებია, მათთან შედარებით.

კათიონების შთანქმის ენერგიის ზრდა, ატომური მასის მატებასთან ერთად იმით აიხსნება, რომ ატომური მასის ზრდასთან ერთად იზრდება კათიონების ზომა და მცირდება მათი ჰიდრატაციის უნარი. რაც მეტია იონის სიდიდე ჰიდრატაციული აპკის გარეშე, მით ნაკლებია მისი ზომა ჰიდრატირებულ მდგომარეობაში. როგორც წესი, სუსტად ჰიდრატირებული კათიონები ძლიერად მიიზიდება კოლოიდის ზედაპირის მიერ. დიდი ჰიდრატაციული აპკის არსებობა იწვევს კათიონების შთანქმის ენერგიის შემცირებას. ამიტომ რაც ნაკლებია ჰიდრატირებული კათიონები, მით მტკიცედ ამაგრებს მას კოლოიდური ნაწილაკი, ასევე უფრო იოლად აძევებს ჰიდრატირებულ კათიონებს.

შთანქმის ენერგიის მიხედვით კათიონები შეიძლება განვალაგოთ შემდეგი აღმავალი რიგით: ერთვალენტური — Li , Na , NH_4 , K , Rb ; ორვალენტური — Mg , Ca , CO_2 ; სამვალენტური Al , Fe .

ამ ელემენტთა შორის გამონაკლისია წყალბადის იონი. საქმე ისაა რომ მისი ატომური მასა მცირეა, ასევე დაბალია მისი ვალენტობაც, მაგრამ წყალბადის შთანქმის ენერგია მაღალია. ეს იმით აიხსნება, რომ ნიადაგის ხსნარში H^+ იონი ერთი მოლეკულა წყლის შეერთებით წარმოქმნის H_3O^+ , რომლის დიამეტრია 0,135 ნანომეტრი, რაც ყველა სხვა ჰიდრატირებულ იონთან შედარებით მნიშვნელოვნად ნაკლებია. ამიტომ ის შთაინთქმება უფრო ძლიერად, ვიდრე ერთვალენტური და ორვალენტური კათიონები. კ. გედროიცის მიხედვით, წყალბადის იონის შთანქ-

მის ენერგია 4-ჯერ მეტია, ვიდრე კალციუმისა და 17-ჯერ მეტი, ვიდრე ნატრიუმის იონისა.

8. კათიონების შთანთქმის რეაქცია დამოკიდებულია ნიადაგის ხსნარში კათიონების კონცენტრაციაზე. რაც მეტია ნიადაგის ხსნარში კათიონების კონცენტრაცია, მით უფრო იზრდება ნიადაგის მიერ კათიონების შთანთქმის ინტენსივობა. თუ ნიადაგის ხსნარში ერთვალენტური კათიონების კონცენტრაცია სჭარბობს ორვალენტურ კათიონებისას, მაშინ ერთვალენტური კათიონების შთანთქმა უფრო ენერგიულად მიმდინარეობს, ვიდრე ორვალენტურის. მაგალითად, თუ ხსნარში ნატრიუმის იონები ჭარბობს კალციუმის იონებს, მაშინ მიუხედავად იმისა, რომ კალციუმის კათიონის შთანთქმის ენერგია ბევრად მეტია ნატრიუმისაზე, ნიადაგის მიერ ნატრიუმის იონის შთანთქმა გაძლიერდება. ნიადაგის ამ თვისებაზე დამოკიდებული სასუქებში შემავალი კათიონების ინტენსიური შთანთქმა ნიადაგის მაგარი ფაზის მიერ. თუ ნიადაგს დავამუშავებთ NH_4Cl ხსნარით, მაშინ ნიადაგში არსებული კალციუმის 80—85% შედარებით იოლად და სწრაფად გამოძევდება, ხოლო 15—20% რჩება ნიადაგში შთანთქმულ მდგომარეობაში. რაც უფრო გაჭერებულია ნიადაგის მშთანთქმელი კომპლექსი სხვადასხვა კათიონებით, მით უფრო იოლად გამოძევდება ისინი ხსნარში. ამავე დროს, მცენარისათვის უფრო მისაწვდომია ის კათიონები, რომლებიც მაგარი ფაზიდან იოლად გადადის ხსნარში. შთანთქმული კათიონების არაერთგვაროვანი სიმტკიცე გამოწვეულია მასობრივობის ნაწილაკების შედგენილობით და აღნაგობით. მშთანთქმელი კომპლექსის სხვადასხვა შემადგენელი ნაწილი კათიონებს არაერთნაირი სიძლიერით ამაგრებს ნიადაგში.

ნიადაგში კათიონების გაცვლა მიმდინარეობს არა მარტო კოლოიდური ნაწილაკების ზედაპირზე (ექსტრამიცელარული გაცვლა), არამედ ნაწილაკების შიგნითაც (ინტრამიცელარული გაცვლა). კაოლინის ჯგუფის მინერალები, რომლებსაც კრისტალური მესრის პაკეტებს შორის მცირე თავისუფალი არეები გააჩნია, კათიონებს შთანთქმავს მხოლოდ კრისტალის ზედაპირზე. მონტმორილონის ჯგუფის მინერალები ხასიათდება პაკეტშორისებში დიდი თავისუფალი არეებით, რომელიც თქვირებით ფართოვდება და ამის შედეგად შედარებით მსხვილი იონები აღწევს პაკეტშორისებში. უნდა ვიფიქროთ, რომ ინტრამიცელარულად შთანთქმული კათიონები უფრო ძნელად გაიცვლება სხვა კათიონებზე და გადაინაცვლებს ხსნარში.

ნიადაგის მიერ კათიონების არაგაცვლითი შთანთქმა

ზოგიერთი კათიონი, მაგალითად, კალიუმი, ამონიუმი, რუბიდიუმი და ცეზიუმი, ნიადაგის მშთანქმელ კომპლექსში შეიძლება ნაწილობრივ დამაგრდეს (დაფიქსირდეს) არაგაცვლითი ფორმით. ეს მოვლენა გამოწვეულია ზოგიერთი მინერალის კრისტალურ მესერში მათი დამაგრებით. არაგაცვლითი ფიქსაციის უნარი გააჩნია იმ თიხა მინერალებს, რომლებსაც სამფენოვანი კრისტალური მესერი გააჩნია: ასეთია მუსკოვიტი, ვერმიკულიტი, ილიტი, მონტმორილონიტი. ამ მინერალების კრისტალური მესრის პაკეტორისებში შეღწეული კათიონები პაკეტორისების შემცირების შედეგად ჰექსაგონალურ სივრცეში ჩაკეტილები აღმოჩნდება. ეს სივრცე წარმოიქმნება ორი სილიციუმ ქანგბადოვანი ტეტრაბირთვული ფენის ქანგბადის ატომებისაგან.

NH_4 და K კათიონების არაგაცვლითი შთანთქმა დაკავშირებულია ნიადაგის მექანიკურ და მინერალურ შედგენილობასთან. ეს უნარი უფრო ძლიერაა გამოსახული შავმიწა ნიადაგებში, ვიდრე კორდიან-ეწერებში. ამავე დროს, ნიადაგის ეს უნარი, პროფილის მიხედვით, სიღრმეში მატულობს. არაგაცვლითი ფიქსაცია მაშინაც მატულობს, როცა ადგილი აქვს ნიადაგის მორიგეობით დატენიანებასა და გამოშრობას, მაგრამ მაშინაც კი, როცა ნიადაგში ტენის შემცველობა მაღალია, NH_4^+ და K^+ კათიონების არაგაცვლითი შთანთქმა მიმდინარეობს.

K^+ და NH_4^+ კათიონების არაგაცვლითი შთანთქმის უნართ ხასიათდება არა მარტო თიხა მინერალები, არამედ ჰუმუსოვანი ნივთიერებებიც. არაგაცვლითად შთანთქმული კათიონები ნელა გადადის მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაში. ამიტომ ისეთ ნიადაგებზე, რომელთათვის დამახასიათებელია არაგაცვლითი შთანთქმის მაღალი უნარი, ამონიაკური და კალიუმიანი სასუქებიდან მცენარის მიერ აზოტისა და კალიუმის შეთვისება რამდენადმე შენელებულია. ნაკელის, კალიუმისა და ამონიაკური ფორმის აზოტისა და სასუქების სისტემატური გამოყენებით K^+ და NH_4^+ არაგაცვლითი შთანთქმა მცირდება, მაგრამ თუ ეს სასუქები შეგვაქვს ზედაპირულად, მაშინ იზრდება ნიადაგის არაგაცვლითი შთანთქმის უნარი.

შთანთქმის ტევადობა და შთანთქმული კათიონების შედგენილობა ნიადაგში

კათიონების იმ მაქსიმალურ რაოდენობას, რომელიც 100 გ ნიადაგს შეუძლია შთანთქმავს ხსნარიდან, ნიადაგის შთანთქმის ტევადობა ეწოდება. შთანთქმის ტევადობას აღნიშნავენ T ასოთი და გამოსახავენ მილიგრამ-ექვივალენტობით 100 გ ნიადაგზე. მაგ., თუ ნიადა-

გის მიერ შთანთქმულია 200 მგ კალციუმი, 36 მგ მაგნიუმი და 9 მგ ამონიუმი, მაშინ ამ ნიადაგისათვის შთანთქმის ტევადობა უდრის:

$$T = \frac{200}{20} + \frac{36}{12} + \frac{9}{18} = 13,5 \text{ მგ/ექვ } 100 \text{ ნიადაგზე}$$

შთანთქმის ტევადობა სხვადასხვა ნიადაგისათვის მუდმივი სიდიდეა. იგი შეიძლება მხოლოდ მაშინ შეიცვალოს, როცა ნიადაგის მშთანთქმელი კომპლექსის შედგენილობა შეიცვლება.

შთანთქმის ტევადობის სიდიდე განსაზღვრავს ნიადაგის გაცვლითი შთანთქმის უნარს ეს მაჩვენებელი დამოკიდებულია ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობაზე, მასში წვრილდისპერსიული ფრაქციის შემცველობასა და შედგენილობაზე. ნიადაგის მინერალურ ნაწილში რაც მეტია მონტ-მორილონიტის ჯგუფის ან ჰიდროქსისის მინერალები, მით მაღალია ნიადაგის შთანთქმის ტევადობა. ნიადაგის მინერალურ ნაწილში, მისი წვრილდისპერსიული ფრაქციების შედგენილობაში კაოლინიტის, რკინისა და ალუმინის ამორფული ჰიდროქსანგების მაღალი შემცველობა შთანთქმის ტევადობის შემცირებას იწვევს.

შთანთქმის ტევადობის სიდიდე დამოკიდებულია ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობაზე. ჰუმუსოვანი ნივთიერებები, თიხა მინერალებთან შედარებით, ხასიათდება მაღალი შთანთქმის უნარით. მაგ., ჰუმინის მქაფას შთანთქმის ტევადობა ნეიტრალური რეაქციის — pH7 დროს შეადგენს 350—500, მონტმორილონიტისა — 80—120 და კაოლინიტისა — 3—15 მექვ/100 გ ნიადაგზე.

მართალია, ნიადაგის წვრილდისპერსიული ფრაქციის შედგენილობაში მინერალური კოლოიდები ჰარბობს ორგანულ კოლოიდებს, მაგრამ ორგანულ ნივთიერებას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს კათიონების გაცვლით შთანთქმაში. ნიადაგში რაც მეტია ჰუმუსის შემცველობა, მით მეტია კათიონების შთანთქმის ტევადობა.

ჰუმუსით მდიდარი შავმიწა ნიადაგების მიერ კათიონების შთანთქმის მაღალი უნარი გამოწვეულია ორგანული ნივთიერების მაღალი შემცველობით, ხოლო კორდიან-ეწერი ნიადაგებისა — მინერალური ნაწილით.

კათიონების შთანთქმის ტევადობა დამოკიდებულია ნიადაგის რეაქციაზე. ორგანული, ასევე მინერალური კოლოიდების უმეტესობას გააჩნია უარყოფითი მუხტი. იგი უფრო ძლიერად ვლინდება მაშინ, როცა რეაქცია ნეიტრალური ან ტუტეა. ამიტომ რაც ნაკლებია წყალბადის იონების კონცენტრაცია ხსნარში, მით მეტია კათიონების შთანთქმის ტევადობა.

მკავე რეაქცია ამცირებს უარყოფითი ელექტრომუხტის მქონე კოლოიდებს ნიადაგში, ამიტომ კათიონების შთანთქმის ტევადობა მცირდება. თუ ნიადაგი მდიდარია ერთნახევარი ქანგეულებით, ხოლო pH-ის მაჩვენებელი 7—8-ზე ნაკლები, მაშინ ნიადაგის კოლოიდებს დადებითი

ელექტრომუხტი გააჩნია. ისინი მონაწილეობას იღებენ რეაქციაში უარყოფითად დამუხტულ კოლოიდებთან (აციდოიდებთან). მაგალითად, სილიციუმისა და ჰუმინის მჟავებთან და ნაწილობრივ ბოჭავენ მათ უარყოფით მუხტებს, რითაც კათიონების შთანთქმის ტევადობის სიდიდე მცირდება. როცა ნიადაგში ბევრია ამორფული კოლოიდები (ერთნახევარი ჟანგეულების ჰიდრატები) და რეაქცია მჟავა, მაშინ ნიადაგის უნარი ანიონების შთანთქმის მიმართ იზრდება. რაც მცირეა ნიადაგში აციდოიდებისა და ამფოლიტოიდების შეფარდება და მაღალია ნიადაგის ხსნარის მჟავიანობა, მით დაბალია კათიონების შთანთქმის ტევადობა.

სხვადასხვა ნიადაგი ერთმანეთისაგან განსხვავდება არა მარტო შთანთქმის ტევადობით, არამედ შთანთქმული კათიონების შედგენილობითაც. შთანთქმული კათიონების შემცველობის მიხედვით კ. გედროიცმა ნიადაგები ფუძეებით მაძლარ და არამაძლარ ნიადაგებად დაჰყო. ფუძეებით მაძლარი ნიადაგები შთანთქმის კომპლექსში Ca^{2+} , Mg^{2+} და Na^+ იონებ შეიცავს. ფუძეებით არამაძლარი ნიადაგების შთანთქმის კომპლექსში სხვა კათიონებთან ერთად H^+ და Al^{3+} იონები შედის.

ფუძეებით მაძლარია შავმიწები, წაბლა და რუხი ნიადაგები, არამაძლარია — კორდიან-ეწერები, სუბტროპიკული ეწერი და წითელმიწა ნიადაგები.

შავმიწა ნიადაგების შთანთქმის კომპლექსში ძირითადად Ca^{2+} და Mg^{2+} იონებია, მათი შემცველობა შთანთქმის ტევადობის 80—90%-ს შეადგენს. წყალბადის, ნატრიუმისა და ალუმინის იონები ან არ არის, ან უმნიშვნელო რაოდენობისაა. ბიცობ ნიადაგებში Ca^{2+} და Mg^{2+} -თან ერთად Na^+ იონებიც მოიპოვება.

ეწერი და წითელმიწა ნიადაგების მშთანთქმელ კომპლექსში ბევრია H^+ და Al^{3+} იონები, ისინი ზოგჯერ შთანთქმის ტევადობის 50%-ს აღემატება. ამ ნიადაგებში გარდა H^+ და Al^{3+} იონებისა მოიპოვება Ca^{2+} და Mg^{2+} კათიონები.

კალიუმსა და ამონიუმს მცირე რაოდენობით ყველა ნიადაგი შეიცავს შთანთქმულ მდგომარეობაში.

სხვადასხვა ნიადაგი ერთმანეთისაგან განსხვავდება შთანთქმული კათიონების შემცველობითა და შთანთქმის ტევადობით (ცხრ. 18).

შთანთქმული კათიონების შედგენილობა დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებზე, სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების ზრდასა და სასუქების ეფექტურობაზე. შთანთქმული კათიონების შედგენილობაზეა დამოკიდებული ნიადაგის ხსნარის შედგენილობა. კათიონების შთანთქმის რეაქცია შექცევადია, ამიტომ ნიადაგს უნარი შესწევს შთანთქმული კათიონების საშუალებით დაარეგულიროს ნიადაგის ხსნარი. თუ ნიადაგი დიდი რაოდენობით შეიცავს შთანთქმულ კალცი-

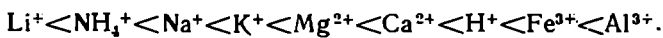
ცხრილი 18. შთანთქმული კათიონები და შთანთქმის ტევადობა
სხვადასხვა ნიადაგში
(სხვადასხვა წყაროებით)

ნიადაგის ტიპები	ნიმუშის აღების სიღრ- მე, სმ	შთანთქმული კათიონები				შთანთქმის ტევადობა
		Ca	Mg	H	Na	
		მლ. ექვ./100 გ ნიადაგზე				
ლრმა შავმიწა	0—10	50	10	5	—	65
	20—30	39	10	1	—	50
სამხრეთის შავმიწა, თიხი- ანი	0—10	28	—	—	2	30
	15—20	26	—	—	2	28
კორდიანი ეწერი	0—14	5	2	7	—	14
	20—40	3	2	5	—	10
სუბტროპიკული ეწერი	0—15	2	0.8	1.3	—	4.1
	30—40	1.8	0.8	1.6	—	4.2
წითელმიწა	0—14	2	4	11	—	17
	14—40	1	1	0	—	10

უმს, ასეთ ნიადაგში შეტანილი NH_4NO_3 ან KCl და სხვ., ნიადაგის ხსნარიდან ძირითადად კალციუმს გამოაძევენ. თუ შთანთქმული კალციუმი მცირეა, ხოლო წყალბადისა და ალუმინის იონები ბევრი, მაშინ მოხდება ნიადაგის ხსნარში ალუმინისა და წყალბადის გადასვლა, რაც ხსნარის გამჟავებას გამოიწვევს.

შთანთქმული კათიონების შედგენილობა დიდ გავლენას ახდენს შთანთქმულ კომპლექსზე, მის დისპერსიულობაზე, ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიურ და ფიზიკურ-მექანიკურ შედგენილობაზე. ერთვალენტოვან კათიონებს ნაკლები კოაგულაციის უნარი გააჩნია, ვიდრე ორვალენტოვანს, ხოლო სამვალენტოვანი კათიონები უფრო მაღალი კოაგულაციის უნარით ხასიათდება, ვიდრე ორვალენტოვანი კათიონები, გამონაკლისს წარმოადგენს წყალბადის იონი, იგი კოაგულაციის უნარით ორვალენტოვანი კათიონებს უახლოვდება.

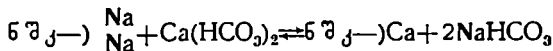
კოაგულაციის უნარის მიხედვით კათიონები განლაგებულია შემდეგი აღმავალი რიგით:



ნიადაგის ხსნარის გამჟავებასთან ერთად კათიონების მაკოაგულირებელი მოქმედება ძლიერდება, ტუტე რეაქციის პირობებში სუსტდება.

კალციუმი ორგანული და მინერალური კოლოიდების კოაგულაციას ახდენს, ამიტომ შთანთქმულ კათიონებს შორის კალციუმის სიჭარბე მტკიცე სტრუქტურის შენარჩუნებას უწყობს ხელს და ნიადაგის კარგ ფიზიკურ თვისებას განაპირობებს. ამის კარგი მაგალითია შავმიწა ნიადაგები. ნიადაგის ნატრიუმით გაჯერება კოლოიდების პეპტიზაციას იწვევს (ბი-

ცობი ნიადაგები), ამ დროს ნიადაგის სტრუქტურული აგრეგატები იშლე-
 ბა, ფიზიკური თვისება უარესდება. დისპერგირებული ორგანული (ა მი-
 ნერალური კოლოიდები გამოირეცხება ნიადაგიდან, ეს იწვევს ნიადაგის
 საკვები ნივთიერებით გაღარიბებას. გარდა ამისა, ნიადაგის მშთანქმელი
 კომპლექსიდან Na -ის გამოძევება ხსნარში სოდას წარმოქმნის, სოდა ნი-
 ადაგის ხსნარს ატუტიანებს, რითაც უმეტესი მცენარეებისათვის არახელ-
 საყრელი პირობები იქმნება.



ნიადაგის მშთანქმელ კომპლექსში წყალბადისა და ალუმინის იონების
 მაღალი შემცველობა იწვევს ნიადაგის მრავალი თვისების გაუარესებას.
 H^+ იონები ნიადაგის კოლოიდების დისპერსიას ახდენს. შთანქმულ
 კომპლექსში არსებული მინერალების დაშლას იწვევს. ნიადაგი კოლო-
 იდური ფრაქციით ღარიბდება, უარესდება ნიადაგის სტრუქტურა, შთანქ-
 მის ტევადობა მცირდება. ნიადაგის ხსნარში წყალბადისა და ალუმინის
 იონების მაღალი შემცველობა არეს გამყავებას იწვევს, ალუმინის მაღა-
 ლი შემცველობა მრავალი მცენარის ზრდა-განვითარებაზე უარყოფითად
 მოქმედებს.

ნიადაგში შთანქმული კათიონების შედგენილობა და შეფარდება შე-
 იძლება ვარეგულიროთ სასუქებისა და ქიმიური მელიორანტების გამოყე-
 ნებით. მაგალითად, მყავე ნიადაგებში კირის შეტანა იწვევს მშთანქმელი
 კომპლექსიდან წყალბადისა და ალუმინის იონების გამოძევებას. ბიცობ
 ნიადაგებში თაბაშირის შეტანა — მშთანქმელი კომპლექსიდან Na^+ გა-
 მოძევებას, ამ ღონისძიებების შედეგად ნიადაგის მშთანქმელი კომპ-
 ლექსი Ca^{2+} იონებით მდიდრდება.

ნიადაგში შთანქმული კათიონები Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+ და სხვ. მკე
 ნარის კვებისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებების მნიშვნელოვანი რე-
 ზერკია. ისინი ნიადაგიდან არ გამოირეცხება, ე. ი. არ იკარგება, ადვილად
 გადადის ნიადაგის ხსნარში და მცენარის მიერ კარგად შეითვისება.

ანიონების გაცვლითი შთანქმვა

ძლიერ მყავე კორდიან-ეწერ და წითელმიწა ნიადაგებში შეიძლება ად-
 ვილი ჰქონდეს ანიონების გაცვლით შთანქმვას.

ანიონების გაცვლითი შთანქმვა აღინიშნება დადებითად დამუხტულ
 კოლიდურ ნაწილაკებზე (ერთნახევარი ეანგეულების კოლოიდები), ან
 უარყოფითად დამუხტული კოლოიდების (ცილოვანი ბუნების ან კა-
 ოლინიტის ჯგუფის მინერალური კოლოიდები) დადებითად დამუხტულ

ნაწილაკებზე. ორივე შემთხვევაში ანიონების შთანთქმა ხდება OH^- იონზე გაცვლით.

სუსტი მჟავე, ნეიტრალური ან ტუტე რეაქციის მქონე ნიადაგებში ანიონების გაცვლითი შთანთქმა სუსტად არის გამოხატული, ან არ აღინიშნება. კათიონის გაცვლით შთანთქმასთან შედარებით, ანიონების გაცვლითი შთანთქმა ჭერჭერობით ნაკლებადაა შესწავლილი. დადგენილია, რომ NO_3^- და Cl^- იონები პრაქტიკულად ნიადაგის მიერ არ შთანთქმდება. მხოლოდ წითელმიწა ნიადაგები, განსაკუთრებით მათი ქვედა პორიზონტი, ხასიათდება ძლიერ მჟავე რეაქციითა და ერთნახევარი ჟანგულების მაღალი შემცველობით. ამიტომ მათ შესწევთ უნარი NO_3^- და Cl^- იონების შთანთქმისა. SO_4^{2-} იონების შთანთქმა აღინიშნება ასევე წითელმიწა, ყვითელმიწა და კორდიან-ეწერი ნიადაგების ილუვიურ პორიზონტში.

დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის მიერ ფოსფორმჟავას ანიონის გაცვლით შთანთქმას. მისი შთანთქმის მაღალი უნარი გააჩნია წითელმიწა, ეწერ და შავმიწა ნიადაგებსაც კი. ფოსფორის მჟავას ანიონის გაცვლითი შთანთქმა ნიადაგში უპირატესად მიმდინარეობს მისი შეერთებით დადებითად დამუხტულ ერთნახევარ ჟანგულებთან და ნიადაგის მინერალების იმ ნაწილთან, რომლებიც წარმოდგენილია ერთნახევარი ჟანგულების სახით, მაგალითად, კალინიტთან.

კოლოიდის ზედაპირზე არსებული გაცვლითად შთანთქმული ფოსფორის მჟავას ანიონების გამოძევება ხსნარში შეიძლება მინერალური და ორგანული მჟავების სხვა ანიონებით, HCO_3^- -ით ჰუმინის მჟავათი და სხვ., ამიტომ გაცვლითად შთანთქმული ფოსფორის მჟავა გამოიყენება მცენარის მიერ.

ნიადაგის რეაქცია

ნიადაგის რეაქცია დიდ გავლენას ახდენს მცენარისა და ნიადაგის მიკროორგანიზმების განვითარებაზე, მასში მიმდინარე ქიმიური და ბიოქიმიური პროცესების სიჩქარესა და მიმართულებაზე. ნიადაგის რეაქციაზეა დამოკიდებული მცენარის მიერ საკვები ნივთიერებების შეთვისება, ნიადაგის მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობა, ორგანული ნივთიერების მინერალიზაცია, ნიადაგის მინერალების დაშლა, ძნელად ხსნადი ნაერთების გახსნა, კოლოიდების კოაგულაცია და პეპტიზაცია და სხვ.

ნიადაგის რეაქციაზეა დამოკიდებული ნიადაგში შეტანილი სასუქების ეფექტურობა, ამავე დროს, სასუქები თავის მხრივ გავლენას ახდენს ნიადაგის რეაქციაზე. იწვევს მის შემჟავებასა და გატუტიანებას.

ნიადაგის ხსნარის რეაქცია დამოკიდებულია მასში წყალბადისა (H^+) და ჰიდროქსილის (OH^-) იონების შეფარდებაზე. წყალბადის კონცენტ-

რაცია ხსნარში პირობით გამოიხატება pH სიმბოლოთი. იგი წარმოადგენს წყალბადის იონების კონცენტრაციის უარყოფით ლოგარითმს.

ნიადაგწარმოქმნის პროცესების ხასიათის მიხედვით არეს რეაქცია შეიძლება იყოს: ნეიტრალური — pH=7; ეს ნიშნავს, რომ წყალბადის იონების კონცენტრაცია ტოლია ჰიდროქსიდის იონების კონცენტრაციისა ($H^+ - OH^-$); მკავე — pH < 7, ანუ H^+ იონები ჰარბობენ OH^- იონებს, და ტუტე — pH > 7, ე. ი. OH^- იონები H^+ იონებს აღემატება.

წყალბადის იონების კონცენტრაციაზე დამოკიდებულებით ნიადაგის ხსნარის რეაქცია შეიძლება იყოს:

რეაქცია	pH	H^+ იონების კონცენტრაცია, გ/ლ-ში
ძლიერ მკავე	3—4	$10^{-3} - 10^{-4}$
მკავე	4—5	$10^{-4} - 10^{-5}$
სუსტი მკავე	5—6	$10^{-5} - 10^{-6}$
ნეიტრალური	7	10^{-7}
სუსტი ტუტე	7—8	$10^{-7} - 10^{-8}$
ტუტე	8—9	$10^{-8} - 10^{-9}$
ძლიერ ტუტე	9—11	$10^{-9} - 10^{-11}$

ბუნებრივ პირობებში ნიადაგის ხსნარის რეაქცია — pH 3—3,5-დან (სფაგნუმის ტორფი) 9—10-მდე (ბიცობი ნიადაგები) მერყეობს, მაგრამ უფრო ხშირად 4—8 ფარგლებშია.

ნეიტრალური რეაქციით ხასიათდება შავმიწები. ტუტე რეაქცია გააჩნია წაბლა (pH 7,5), რუხ (pH 8,5) და ბიცობ (pH 9 და მეტი) ნიადაგებს. სუსტი მკავე რეაქცია დამახასიათებელია გამოტუტული შავმიწებისათვის (pH 5,5—6,5), ხოლო კორდიან-ეწერი, სუბტროპიკული ეწერი, წითელმიწა და ზოგიერთი ტორფიანი ნიადაგები მკავე ან ძლიერ მკავე რეაქციით (pH 4—5 ნაკლები) ხასიათდება.

მკავე ნიადაგებს მნიშვნელოვანი ფართობი უკავია ჩვენს ქვეყანაში. ისინი ფართოდ გამოიყენება მარცვლოვანი, ბოსტნეული, ტექნიკური კულტურების, ჩაის, ციტრუსების, ტუნგისა და სხვ. მცენარეთა მოსაშენებლად.

მრავალი სასოფლო-სამეურნეო კულტურა და ნიადაგის სასარგებლო მიკროროგანიზმები უარყოფით დამოკიდებულებას იჩენენ მაღალი მკავეიანობისადმი. ამასთან დაკავშირებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის მკავეიანობის ბუნების გარკვევასა და მისი უარყოფითი გავლენის თავიდან აცილების ღონისძიებების დამუშავებას.

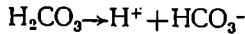
არჩევენ ნიადაგის მკავეიანობის ორ სახეს: აქტუალურსა (აქტიურ) და პოტენციურ (ფარულ) მკავეიანობას. პოტენციური მკავეიანობა თავის მხრივ ორ ფორმად — გაცვლით და ჰიდროლოგიურ მკავეიანობად იყოფა.

აქტუალური მჟავიანობა

აქტუალური მჟავიანობა შეპირობებულია იმ წყალბადიონებით, რომლებიც ნიადაგის ხსნარში იმყოფება, ე. ი. აქტუალური მჟავიანობა ნიადაგის ხსნარის მჟავიანობაა და გამოწვეულია H^+ იონების სიჭარბით, OH^- იონებთან შედარებით.

რა იწვევს ნიადაგის აქტუალურ მჟავიანობას და როგორ წარმოიქმნება იგი?

დადგენილია, რომ ნიადაგში სისტემატურად არის CO_2 , ნიადაგის ხსნარში მისი გახსნის შედეგად წარმოიქმნება H_2CO_3 . ეს უკანასკნელი განიცდის დისოციაციას:



ხსნარში დისოცირებული H^+ კონცენტრაცია იზრდება და ნიადაგის გამჟავებას იწვევს.

ნიადაგის ჰაერსა და ხსნარში CO_2 -ის შემცველობა და pH-ის სიდიდე შემდეგ ფარდობაშია (კაპენის მიხედვით):

CO_2 შემცველობა ნიადაგის ჰაერში

(% მოცულობიდან) 0,03; 0,3; 1,0; 3,0; 10,0; 100,0

CO_2 შემცველობა ხსნარში

(მგ 1 ლიტრში) 0,5; 5,4; 17,9; 54,0; 178,7; 1787,0

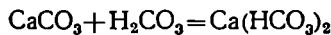
ხსნარის pH

5,7 5,2; 4,9; 4,7; 4,5; 3,9

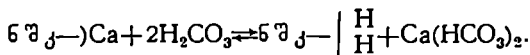
ამიტომ, რაც მეტია CO_2 -ის კონცენტრაცია ნიადაგის ჰაერში, მით მეტი იქნება იგი ნიადაგის ტენში და ხსნარიც უფრო ძლიერ შემჟავდება.

ამავე დროს, ნიადაგის ხსნარში წარმოქმნილი ნახშირმჟავა შთანთქმული ფუძეებით — Ca, Mg, Na ნეიტრალდება. გარდა ამისა, მათზე გამანეიტრალებლად მოქმედებს კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატები.

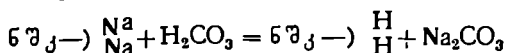
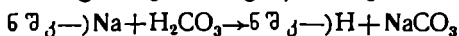
ნახშირმჟავას კალციუმის კარბონატებთან ან შთანთქმულ კალციუმთან ურთიერთქმედებისას წარმოიქმნება ხსნადი მარილი — კალციუმის ბიკარბონატი:



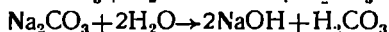
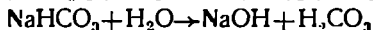
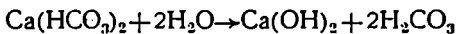
შთანთქმულ კალციუმთან ნახშირმჟავას ურთიერთქმედება შემდეგნაირად მიმდინარეობს:



თუ ნიადაგი შთანთქმულ Na-ს შეიცავს, მაშინ ხსნარში შეიძლება ნატრიუმის ბიკარბონატი ან კარბონატი წარმოიქმნას:



კალციუმისა და ნატრიუმის ნახშირმჟავას მარილები ხსნარში განიცილის ჰიდროლოზურ დაშლას, რის შედეგად წარმოიქმნება ძალზე სუსტი ნახშირის მჟავა და ძლიერ ფუძეები:



ამ რეაქციათა შედეგად ხსნარში მატულობს ჰიდროქსიდის იონების კონცენტრაცია, ხსნარი ტუტე რეაქციის ხდება. ხსნარს განსაკუთრებით ძლიერ ატუტეიანებს ნატრიუმის კარბონატი, შედარებით ნაკლებად — ნატრიუმის ბიკარბონატი, უფრო სუსტად — კალციუმისა და მაგნიუმის ბიკარბონატები. ამიტომ შთანთქმულ მდგომარეობაში ბევრი ნატრიუმის შემცველი ნიადაგების (ბიცი, ბიცობი) ხსნარში წარმოიქმნება ნახშირმჟავას ნატრიუმის მარილი და ნიადაგის რეაქცია ტუტე ხდება.

ნიადაგები, რომელთა ხსნარები კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატებს შეიცავს, ხოლო შთანთქმულ კათიონთა შორის კალციუმი ჰარბობს (რუხი ნიადაგები, შავმიწები), ნიადაგის ხსნარში უმთავრესად კალციუმის კარბონატი წარმოიშობა. იგი ნიადაგს სუსტად ატუტეიანებს. ამგვარ ნიადაგთა ხსნარის რეაქცია სუსტი ტუტე ან ნეიტრალური ხდება (pH-7—8).

ნიადაგები, რომელთა შთანთქმული კათიონების შედგენილობაში კალციუმსა და მაგნიუმთან ერთად წყალბადის იონებია (გამოტუტული შავმიწები, ტყის რუხი, კორდიანი ეწერი და სხვ.), მათში ნიადაგის ხსნარის რეაქცია ერთდროულად ნახშირის მჟავას, კალციუმის კარბონატის, ხსნადი ორგანული მჟავებისა და მათი მარილების არსებობით განისაზღვრება. ამგვარი ნიადაგების ხსნარის რეაქცია შთანთქმული კათიონების შედგენილობაზეა დამოკიდებული. იგი მერყეობს pH 5—7-ის ფარგლებში. შთანთქმულ კომპლექსში რაც ნაკლებია კალციუმის კათიონები და მეტია წყალბადისა ნიადაგის ხსნარში, მით ნაკლები იქნება კალციუმის ბიკარბონატი და მეტი — თავისუფალი H_2CO_3 . ამ შემთხვევაში pH-ის მაჩვენებელიც დაბალი იქნება.

მჟავე და ძლიერ მჟავე ნიადაგებში (კორდიანი ეწერი, სუბტროპიკული ეწერი, წითელმიწა და სხვ.), სადაც მცირეა შთანთქმული კალციუმის, ხოლო ბევრია შთანთქმული წყალბადისა და ალუმინის შემცველობა, ნიადაგის ხსნარი, გარდა ნახშირის მჟავასი, შემჟავდება ხსნარი ორგანული მჟავებით, აგრეთვე ალუმინის მარილებით, რადგანაც მათი ჰიდროლოზის შედეგად მჟავა და სუსტი ფუძე მიიღება. ამ შემთხვევაში ნიადაგის ხსნარის H_p 4,5 და უფრო ნაკლები ხდება.

ამრიგად, აქ ტუტე მჟავიანობა ეს არის ნიადაგის ხსნარის მჟავიანობა. მას იწვევს ნახშირის მჟავა, წყალხსნადი ორგანული მჟავები და ჰიდ-

როლიზურად მკავე მარილები. იგი განისაზღვრება ნიადაგის წყლის სუსპენზიაში ან გამონაწურში pH-ის გაზომვით. აქტუალური (აქტიური) მკავეანობა უშუალოდ ახდენს გავლენას მცენარისა და ნიადაგის მიკროორგანიზმების განვითარებაზე.

გაცვლითი მკავეანობა

მკავეანობის პრობლემა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია ნიადაგის შესწავლისას. იგი დიდი ხნის მანძილზე გახლდათ ცნობილი მეცნიერების კვლევის ძირითადი საკითხი.

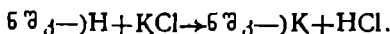
როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, გარდა აქტუალური მკავეანობისა არსებობს პოტენციური (ფარული) მკავეანობა. მკავეანობის ამ სახეს მიეკუთვნება გაცვლითი მკავეანობა.

პოტენციური მკავეანობის არსებობა პირველად XX საუკუნის დასაწყისში აღმოაჩინა ცნობილმა ამერიკელმა მეცნიერმა ვეიჩმა. შემდგომში ამ საკითხის შესწავლაში დიდი შრომა გასწიეს მეცნიერებმა — იაპონელმა დაიკუხარამ და გერმანელმა აგროქიმიკოსმა გ. კაპენმა, საბჭოთა მეცნიერებმა კ. ჰედროიცმა, ა. სოკოლოვმა, ი. სარიშვილმა, გ. გოლეთიანმა და სხვ.

დღეისათვის დადგენილია, რომ ნიადაგის გაცვლითი მკავეანობა შეპირობებულია წყალბადისა და ალუმინის იონების იმ რაოდენობით, რომელიც არის ნიადაგის მშთანქმელ კომპლექსში მშთანქმულ მდგომარეობაში და რომლებიც გამოძევდება ნიადაგის ხსნარში ნეიტრალური მარილების მოქმედებით, ე. ი. გაცვლით მკავეანობას იწვევს გაცვლითი ალუმინი (ძლიერ მინერალურ ნიადაგებში) და გაცვლითი წყალბადის კათიონები.

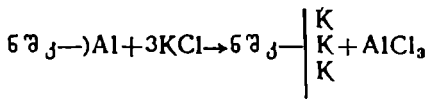
„გაცვლითი ალუმინის“ შესახებ თეორიის დამუშავება გ. კაპენს ეკუთვნის, ხოლო „გაცვლითი წყალბადის“ შესახებ — კ. ჰედროიცს.

ნიადაგის მიერ მშთანქმული წყალბადის ნაწილი შეიძლება გადავიდეს ხსნარში ნეიტრალური მარილების კათიონებთან გაცვლის შედეგად. მაგ., თუ ნიადაგს დაეამუშავებთ KCl-ის ხსნარით, კალიუმის კათიონი მშთანქმება, ნიადაგის მიერ, ხოლო წყალბადის იონი მშთანქმის კომპლექსიდან ხსნარში გადაინაცვლებს:

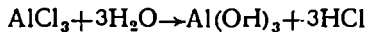


ამ რეაქციის შედეგად ნიადაგის ხსნარი შემკავდება.

გარდა მშთანქმული წყალბადისა, ძლიერ მკავე მინერალურ ნიადაგებში იმყოფება მშთანქმული ალუმინი. მასაც შეუძლია ნიადაგის ხსნარში გადავიდეს ნეიტრალური მარილის კათიონთან გაცვლის შედეგად:



ალუმინის ქლორიდი ხსნარში განიცდის ჰიდროლიზს:



ჰიდროლიზის შედეგად წარმოიქმნება სუსტი ფუძე და ძლიერი მჟავა, რაც ნიადაგის შემჟავებას იწვევს.

გაცვლითი მჟავიანობის ბუნების საკითხი, თუ რომელი გაცვლითი კათიონი იწვევს მას — წყალბადი თუ ალუმინი — მრავალი წლის მანძილზე სადისკუსიო იყო.

მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით დღეისათვის დადგენილია, რომ ნეიტრალური მარილის ხსნარით მჟავე ნიადაგების დამუშავებისას ნიადაგის ხსნარში გადადის როგორც წყალბადის, ისე ალუმინის კათიონები. მათ შორის შეფარდება დამოკიდებულია ნიადაგწარმოქმნის, მშთანთქმელი კომპლექსის შედგენილობასა და სხვა პირობებზე. მაგალითად, ნიადაგის ორგანული კოლოიდები უმთავრესად გაცვლით წყალბადს შეიცავს, ხოლო ნიადაგის მინერალური ფრაქციის გაცვლითი მჟავიანობა შეპირობებულია როგორც წყალბადის, ისე ალუმინის იონებით.

გაცვლითი მჟავიანობა დამახასიათებელია კორდიან-ეწერიანი, სუბტროპიკული ეწერებისა და წითელმიწა ნიადაგებისათვის, აგრეთვე ჩრდილოეთის შავმიწებისათვის.

გაცვლითი მჟავიანობა არეგულირებს ისეთი ნიადაგების ხსნარის რეაქციას, რომლებიც წყლის გამონაწურში ან სუსპენზიაში, სუსტ მჟავე რეაქციას ახდენს. ნიადაგის მაგარი ფაზის ურთიერთმოქმედებისას ხსნადი მარილების კათიონებთან, ასევე ორგანული მინერალიზაციის შედეგად წარმოქმნილ კათიონებთან და ნიადაგში შეტანილი მინერალური სასუქების კათიონებთან, გაცვლითი წყალბადისა და ალუმინის კათიონები გადადის ხსნარში, რითაც იზრდება აქტუალური მჟავიანობა. მაგრამ თუ ნიადაგის ხსნარი განეიტრალდა, მაშინ გაცვლითი მჟავიანობის გავლენით ხსნარი ისევ მჟავედება.

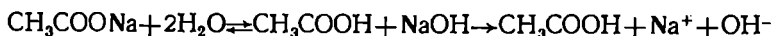
გაცვლითი მჟავიანობა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იმ შემთხვევაში, როცა მაღალი ნორმით ვიყენებთ ხსნად მინერალურ სასუქებს. ხსნადი მარილები ადვილად გადადის ნიადაგის ხსნარში და იწვევს ნიადაგის ხსნარის შემჟავებას. იგი უარყოფითად მოქმედებს მთელი რიგი მცენარეებისა და მიკროორგანიზმების ზრდა-განვითარებაზე. ბევრი მცენარისათვის განსაკუთრებით ტოქსიკურია ხსნარში არსებული ალუმინის იონი, ამიტომ მჟავე ნიადაგების მოკირიანებისას უნდა გავითვალისწინოთ აქტუალური და გაცვლითი მჟავიანობის მაჩვენებლებიც.

გაცვლით მჟავიანობას გამოხატავენ pH მაჩვენებლის სიდიდით KCl-ის

გამონაწურში ან მილიგრამ-ექვივალენტობით 100 გ ნიადაგზე. გაცვლითი მჟავიანობის მაჩვენებელი მოიცავს აქტუალურ მჟავიანობასაც. მაგრამ გაცვლითი მჟავიანობა ყოველთვის მეტია აქტუალურზე, ხოლო pH მარილის გამონაწურში ყოველთვის ნაკლებია pH-ზე წყლის გამონაწურში. თუ ნიადაგს გაცვლითი მჟავიანობა გააჩნია.

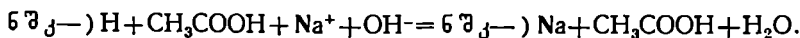
ჰიდროლიზური მჟავიანობა

ნიადაგის ნეიტრალური მარილის ხსნარით დამუშავებისას შთანთქმის კომპლექსში არსებული ყველა წყალბადი არ გადადის ხსნარში. გადადის წყალბადის მხოლოდ ის იონები, რომლებიც ნიადაგის კოლოიდური მიცელის ზედაპირზე მკიდროდ არ არის დამაგრებული, ხოლო მკიდროდ დამაგრებული წყალბადის იონები რჩებიან მშთანთქმელ კომპლექსში, ე. ი. მთლიანად არ მჟღავნდება პოტენციური მჟავიანობა. სრული პოტენციური მჟავიანობის გამომხატველი წყალბადის იონების გამოვლინებისათვის საჭიროა ნიადაგზე უფრო ძლიერი რეაგენტით მოქმედება, ვიდრე In KCl -ია. ასეთია ძმარმჟავა ნატრიუმის ჰიდროლიზურად ტუტე მარილის In ხსნარი. ეს მარილი წყალში კარგად იხსნება და წარმოიქმნება სუსტად დისოცირებული ძმრის მჟავა და ძლიერი ფუძე, ამიტომ ხსნარი ტუტე ხდება (pH 8,2-თან ახლოა):



ამ მარილის ხსნარის ტუტე რეაქცია მშთანთქმელი კომპლექსიდან H^+ იონების უფრო სრულად გამოძევებას იწვევს.

ძმარმჟავა ნატრიუმის ხსნარის ნიადაგთან ურთიერთმოქმედების შედეგად ხდება მშთანთქმელ კომპლექსში არსებული წყალბადისა და ალუმინის იონების გაცვლა ხსნარის ნატრიუმის იონებზე:



რაც მეტი რაოდენობით შთანთქავს ნიადაგი Na იონებს და მეტი ჰიდროქსიდის იონები შეიკავება, მით მეტი ძმრის მჟავა წარმოიქმნება ხსნარში. მისი რაოდენობის განსაზღვრა შეიძლება ნიადაგის ხსნარის ტუტით დატიტვრით.

ამრიგად, ჰიდროლიზური მჟავიანობა შეპირობებულია შთანთქმული წყალბადის იონების იმ რაოდენობით, რომლებიც ჰიდროლიზურად ტუტე მარილების ხსნარის გავლენით გადადის ნიადაგის ხსნარში. ძმარმჟავა ნატრიუმის ხსნარით ნიადაგის დამუშავებისას ხსნარში გადადის ნიადაგში არსებული წყალბადის ყველა იონი (ასევე ალუმინისაც), ე. ი. ისაზღვრება ყველა სახის მჟავიანობის ჯამი (აქტუალური, გაცვლითი, ჰიდროლიზური). საერთოდ, გაცვლითი და ჰიდრო-

ლიზური მჟავიანობის მახასიათებელია შთანქმული წყალბადიონები. მჟავიანობის ეს ფორმები ერთმანეთისაგან განსხვავდება გამჟავების უნარის ხარისხით: გაცვლითი მჟავიანობა ნაკლები გამჟავების მაჩვენებელია, ხოლო ჰიდროლიზური — მეტისა.

ჰიდროლიზურ მჟავიანობას გამოხატავენ მგ/ექვ 100 გ ნიადაგზე. ზოგჯერ მისი მაჩვენებელი უფრო მცირეა, ვიდრე გაცვლითი მჟავიანობისა. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ ძმრის მჟავას ანიონები სობირდებიან ზოგიერთი ნიადაგების მიერ, რომლებშიც ჰარბობენ კოლოიდები ძლიერ გამოხატული ბაზოიდური თვისებებით (წითელმიწები), სანაცვლოდ კი გამოაძევენ OH^- ანიონებს, რის შედეგადაც ნიადაგის გამონაწურში მჟავიანობა მცირდება.

ნიადაგში ჰიდროლიზური მჟავიანობა ვლინდება ნიადაგის ფუძეებით გაღარიბებისას. ფუძეების დანაკარგის გადიდებისას, (ნიადაგის ფუძეებით გაღარიბების დროს) გამოვლინდება როგორც აქტუალური, ისე გაცვლითი მჟავიანობა.

შავმიწებს (გარდა სამხრეთის შავმიწებისა) გააჩნია ჰიდროლიზური მჟავიანობა, მაგრამ გაცვლითი მჟავიანობა ყოველთვის არ არის შენიშნული. გამოტუტული შავმიწები, შედარებით ღარიბია ფუძეებით, ხასიათდება როგორც ჰიდროლიზური, ასევე მცირე გაცვლითი მჟავიანობით. კიდევ უფრო ღარიბია ფუძეებით კორდიან-ეწერი ნიადაგები, სუბტროპიკული ეწერები და წითელმიწები ხასიათდება მკვეთრად გამოხატული ჰიდროლიზური მჟავიანობით და უფრო ძლიერად გამოხატული გაცვლითი მჟავიანობით, ასევე აქტუალური მჟავიანობითაც. ნიადაგში ჩვეულებრივ ჰიდროლიზური მჟავიანობა მერყეობს 1—7 მლნ/ექვ. ფარგლებში, ზოგჯერ 20 მლნ/ექვ. აღწევს (წითელმიწები).

ნიადაგის ხსნარის რეაქციაზე ჰიდროლიზური მჟავიანობის მარეგულირებელი გავლენა უმთავრესად მაშინ მქაღვნიდება, როცა ხსნარის რეაქცია ნეიტრალურ ან სუსტ ტუტეს უახლოვდება. იმასთან დაკავშირებით, რომ ჰიდროლიზური მჟავიანობა გამოწვეულია ნაკლებად მოძრავი H^+ -ის იონებით (თუ გაცვლითი მჟავიანობა არ გააჩნია), იგი მცენარისათვის მავნებელი არ არის. მისი ცოდნა მნიშვნელოვანია სასუქების გამოყენების ისეთი პრაქტიკული საკითხების გადასაწყვეტად, როგორიცაა კირის ნორმების დადგენა, ფოსფორიტის ფქვილის მოსალოდნელი ეფექტურობის განსაზღვრა და სხვ.

ნიადაგის ფუძეებით მაძღრობა

ნიადაგის ხსნარის რეაქცია დამოკიდებულია არა მარტო გაცვლითი და ჰიდროლიზური მჟავიანობის ოდენობაზე, არამედ ნიადაგის ფუძეებით მაძღრობის ხარისხზეც. ამიტომ უნდა ვიცოდეთ შთანქმის კომპლექსში მთელი შთანქმის ტევადობის რა ნაწილი უკავია Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ ,

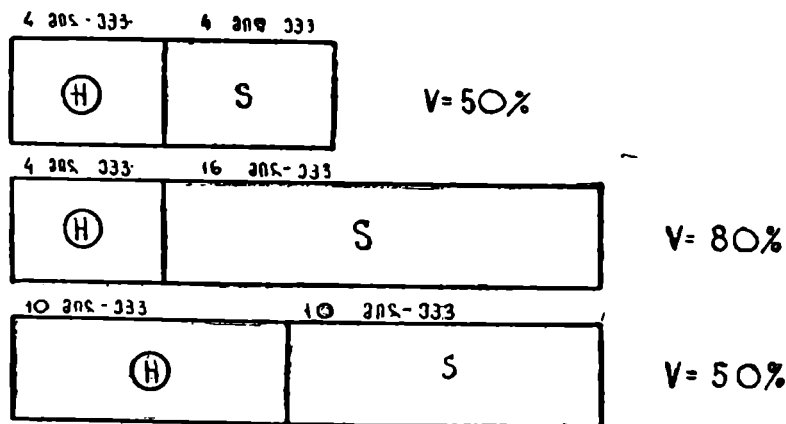
Al^{3+} და H . ყველა შთანთქმული კათიონის ჯამი, გარდა წყალბადისა და ალუმინის გამოხატული მგ-ეკვ. 100 გ ნიადაგზე (შთანთქმული ფუძეების ჯამი) აღინიშნება S -ით. ჰიდროლიზური მკავიანობა (შთანთქმული წყალბადის საერთო რაოდენობა) — H -ით. მათი ჯამი იძლევა ნიადაგის შთანთქმის საერთო ტევადობას.

$$S + H = T \text{ მგ/ეკვ: } 100 \text{ გ ნიადაგზე}$$

შთანთქმული ფუძეების ჯამს (S) გამოხატულს პროცენტობით შთანთქმის ტევადობიდან (T), ნიადაგის ფუძეებით მაძღრობით ხარისხი ეწოდება და აღინიშნება V -თი.

$$V\% = \frac{S}{T} \cdot 100 \text{ ან } V\% = \frac{S}{S+H} \cdot 100$$

ფუძეებით მაძღრობა გვიჩვენებს თუ შთანთქმის ტევადობიდან რა ნაწილი მოდის შთანთქმულ ფუძეებსა და ჰიდროლიზურ მკავიანობაზე. ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი ნიადაგის შთანთქმის უნარისა და მკავიანობის დახასიათების მთავარი მაჩვენებელია. იგი მხედველობაში მიიღება ნიადაგის მოკირიანების აუცილებლობის დადგენისათვის, (სურ. 3).



სურ. 3. სქემა, რომელიც გვიჩვენებს შთანთქმის ტევადობას, ჰიდროლიზურ მკავიანობას და ფუძეებით მაძღრობის ხარისხს შორის უფარღებას.

თუ ორი ნიადაგის ჰიდროლიზური მკავიანობა ტოლია და უდრის 4 მილ-ეკვ 100 გ ნიადაგზე, მაშინ პირველი ნიადაგის შთანთქმის ტევადობა უდრის 8, ხოლო მეორესი — 20 მილ-ეკვ., მაშინ პირველ ნიადაგში 4 მილ-ეკვ. ჰიდროლიზურ მკავიანობაზე მოდის მხოლოდ 4 მილ-ეკვ. შთანთქმული ფუძეები და ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი ტოლია

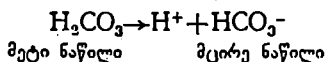
50%-ის. მეორე ნიადაგში 4 მილ-ექვ. ჰიდროლიზურ მქავეიანობაზე მოდის 16-მილ-ექვ. შთანქმული ფუძეები, ამ შემთხვევაში ფუძეების მაძღრობის ხარისხია 80%.

ჰიდროლიზური მქავეიანობის ერთნაირი მაჩვენებლების მიუხედავად, პირველი ნიადაგი ფუძეებით ნაკლები ხარისხით მაძღარია, ვიდრე მეორე, ამიტომ უფრო მქავეა და ძლიერ მოკირიანებას საჭიროებს, ვიდრე მეორე ნიადაგი რომლის მქავეიანობა მთელი შთანქმის ტევადობის უმნიშვნელო ნაწილს შეადგენს. მესამე ნიადაგს ფუძეებით მაძღრობის იგივე ხარისხი (50%) აქვს, რაც პირველს, მაგრამ შთანქმის ტევადობითა და ჰიდროლიზური მქავეიანობით განსხვავდება. მიუხედავად ფუძეებით მაძღრობის ერთნაირი ხარისხისა, მესამე ნიადაგი მაღალი ჰიდროლიზური მქავეიანობის გამო საჭიროებს მეტი რაოდენობით კირიანი სასუქის შეტანას, რათა ნიადაგის რეაქცია გაუთანაბრდეს პირველ ნიადაგისას.

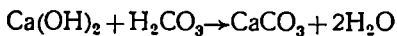
ნიადაგის ბუფერობის უნარი

ნიადაგის უნარს, წინ აღუდგეს ხსნარის რეაქციის (აქტიური რეაქციის) შეცვლას მქავე ან ტუტე მიმართულებით, ნიადაგის ბუფერობა ეწოდება. ბუფერობის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ნიადაგის ხსნარის რეაქცია მუდმივი არ არის. იგი იცვლება ბუნებრივ პირობებში, ასევე ადამიანის ზემოქმედების შედეგად. ნიადაგში მიმდინარე ბიოლოგიური, ქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების შედეგად წარმოიქმნება მქავეები და ფუძეები, ისინი ბუნებრივ პირობებში იწვევენ ხსნარის რეაქციის შეცვლას. კულტურული მიწათმოქმედება წარმოუდგენელია სასუქების გამოყენების გარეშე. ფიზიოლოგიურად მქავე და ტუტე სასუქები, ასევე იწვევენ ხსნარის რეაქციის შეცვლას. მაგრამ რეაქციის ცვალებადობა სხვადასხვა ნიადაგზე ერთნაირი არ არის. ერთ შემთხვევაში ნაკლებად, მეორეში უფრო ძლიერად გამოისახება. ეს ფაქტი ნიადაგის ბუფერულ თვისებებთან არის დაკავშირებული.

ნიადაგის ბუფერობა მთლიანად დაკავშირებულია მყარი და თხიერი ფაზების ბუფერულ თვისებებზე. ნიადაგის ხსნარის ბუფერობის უნარი შეპირობებულია მასში არსებული სუსტი მქავეებით, როგორცაა ნახშირის მქავეა, წყალხსნადი ორგანული მქავეები და მათი მარილები. სუსტი მქავეები, მაგალითად, H_2CO_3 — არასრულად დისოცირდება, ამიტომ ხსნარში მისი მნიშვნელოვანი ნაწილი არადისოცირებული მოლეკულის, ხოლო მცირე — დისოცირებული მოლეკულის სახით იქნება:

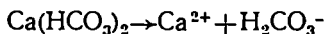


თუ ნიადაგის ხსნარში, რომელიც ნახშირმჟავას შეიცავს, აღმოჩნდება ტუტე, მაშინ მოხდება წყალბადისა და ჰიდროქსიდის იონების შეერთება და წარმოიქმნება სუსტად დისოცირებული H_2O -ის მოლეკულა. წონასწორობა ირღვევა, მჟავას მოლეკულების ნაწილი დისოცირებულ მდგომარეობაში გადადის. H -ის იონები შეკრავენ ტუტის OH^- ნაწილს და წარმოიქმნება H_2O . ამ შემთხვევაში ხსნარის pH არსებითად არ იცვლება, ე. ი. სუსტი მჟავა ხსნარის გატუტიანებას შეაფერხებს. მაგალითად, ნიადაგში $Ca(OH)_2$ -ის არსებობისას, მოხდება მისი ურთიერთქმედება ნახშირმჟავასთან. წარმოიქმნება უხსნადი კალციუმის კარბონატი და წყალი:



ამ შემთხვევაში ხსნარის რეაქცია მნიშვნელოვნად არ გატუტიანდება.

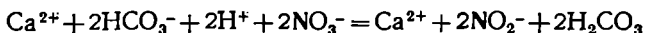
ხსნარი, რომელშიც იმყოფება სუსტი მჟავას და მისი მარილის ნარევი, მაგალითად, H_2CO_3 და $Ca(HCO_3)_2$, ბუფერული იქნება შემჟავების მიმართ. სუსტი მჟავას მარილი თითქმის მთლიანად დისოცირდება:



სუსტი მჟავას (H_2CO_3) დისოციაცია, თანახმად მასის კანონისა, დამოკიდებულია ხსნარში მისი ანიონების (HCO_3^-) რაოდენობაზე, მათი კონცენტრაციის გადიდებით დისოციაცია მცირდება.

$$\frac{[H^+] \cdot [HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = K, \text{ საიდანაც } [H^+] = K \frac{[H_2CO_3]}{[HCO_3^-]}.$$

ხსნარში ერთდროულად H_2CO_3 და $Ca(HCO_3)_2$ შემცველობა, HCO_3^- კონცენტრაცია, ძირითადად კალციუმის ბიკარბონატის რაოდენობაზეა დამოკიდებული. ამიტომ კალციუმის ბიკარბონატის გავლენით ხსნარში დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება HCO_3^- ანიონები, რომლებიც H_2CO_3 -ის — სუსტი მჟავას დისოციაციას ასუსტებენ. H^+ იონების ნაწილი დისოცირებულიდან არადისოცირებულში გადადის. იმასთან დაკავშირებით, რაც მეტია კალციუმის ბიკარბონატი ნიადაგში, მით მცირე იქნება ხსნარში H^+ -ის კონცენტრაცია. თუ ნიადაგის ხსნარში, რომელიც შეიცავს H_2CO_3 და $Ca(HCO_3)_2$ აღმოჩნდება აზოტის მჟავა, იგი შეიძლება ნიტრიფიკაციის პროცესში წარმოიქმნას, მაშინ კალციუმის ბიკარბონატთან მისი ურთიერთქმედების შედეგად წარმოიქმნება სუსტად დისოცირებადი ნახშირმჟავა, ე. ი. წყალბადის იონები HCO_3^- ანიონებთან შეერთების შედეგად არადისოცირებულ მდგომარეობაში გადადის. ხსნარში ნეიტრალური მარილი და სუსტად დისოცირებული მჟავა წარმოიქმნება, ხსნარი დამჟავების მიმართ ბუფერული ხდება, pH ნაკლებად იცვლება.



გარდა ამისა, როცა ნიადაგის ჰაერში CO₂-ის შემცველობა მცირეა, ნახშირის მკავე იშლება წყლად და ნახშირორჟანგად:

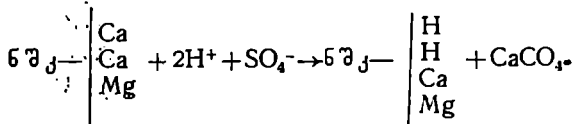


ამიტომ, როცა ნიადაგში არის კალციუმის ბიკარბონატი, მაშინ ნიტრირიფიკაციის შედეგად წარმოქმნილი აზოტის მკავე ნიადაგის ხსნარის ძლიერ გამჟავებას არ გამოიწვევს, რადგან ნიადაგი ბუფერულია.

ნიადაგის ხსნარი ძლიერ არ მჟავდება იმ შემთხვევაშიც როცა მასში მოიპოვება ორგანული მჟავები და მათი მარილები.

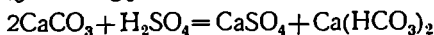
ნიადაგის ბუფერობის უნარი დამოკიდებულია არა მარტო ნიადაგის ხსნარის შედგენილობაზე, არამედ ნიადაგის მყარი ფაზის თვისებებზე. ნიადაგის ბუფერობის უნარში (საერთო ბუფერობა) ხსნარის ბუფერობის უნარის როლი დიდი არ არის, ხოლო მყარი ფაზისა (კოლოიდური ნაწილი) — დიდი.

ნიადაგის ბუფერობის უნარი ძირითადად მშთანქმელ კომპლექსში არსებული გაცვლითი კათიონების შემცველობასა და შედგენილობაზეა დამოკიდებული. რაც მეტია ნიადაგის შთანქმის ტევადობა, მით მეტია ბუფერობის უნარი. შემჟავების წინააღმდეგ ბუფერულად მოქმედებენ შთანქმული კათიონები Ca, Mg და სხვ. მოვიტანოთ მაგალითი, თუ ფუძეებით მაძლარ ნიადაგში შევიტანთ ამონიუმის სულფატს, მაშინ ნიადაგში გოგირდის მკავე წარმოიქმნება და წარიმართება შემდეგი სახის რეაქცია:



აქედან ჩანს, რომ წყალბადის იონებმა მშთანქმელი კომპლექსიდან გამოაძევეს კალციუმი და ხსნარში წარმოიქმნა ნეიტრალური მარილი.

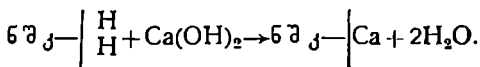
რაც მეტია ნიადაგის ფუძეებით მაძრობის ხარისხი და შთანქმის ტევადობა, მით მეტია ნიადაგის უნარი წინ აღუდგეს ნიადაგის ხსნარის შემჟავებას. ნიადაგის ხსნარის შემჟავებას წინ აღუდგება და ანელებს კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატები. ისინი ანეიტრალებენ მკავებს და წარმოქმნიან ბიკარბონატებს:



ამიტომ ფუძეებით მაძლარ ნიადაგებს (შავმიწები, კარბონატული ნიადაგები) შემჟავების წინააღმდეგ მეტად მაღალი ბუფერობა გააჩნია.

ფუძეებით ღარიბი ნიადაგები (კორდიანი ეწერები, სუბტროპიკული ეწერი, წითელმიწები) მშთანქმელ კომპლექსში მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავენ გაცვლითი წყალბადისა და ალუმინის იონებს. ამიტომ ისინი გატუტიანების მიმართ ბუფერული თვისებით ხასიათდებიან. ამის

საილუსტრაციოდ შეიძლება მოვიტანოთ ფუძეებით ღარიბ ნიადაგზე ჩამქრალი კირით მოქმედების სქემა:



ამ რეაქციიდან ჩანს, რომ კალციუმმა ნიადაგის მშთანქმელი კომპლექსიდან გამოაძევა H^+ იონი და ნიადაგის ხსნარში წყალი წარმოიქმნა, რაც არ იწვევს ხსნარის რეაქციის შეცვლას.

რაც მეტი ჰიდროლიზური მქავეიანობა გააჩნია ნიადაგს, მით მეტია მისი ბუფერობა ტუტე მიმართულებით ხსნარის რეაქციის შეცვლისა, ხოლო ფუძეებით ღარიბი ნიადაგები შემკავეების მიმართ ბუფერულ თვისებას ვერ იჩენენ, რადგან ხსნარში წარმოქმნილი მქავეების გასანეიტრალებლად საკმარისი არ არის ნიადაგში არსებული ფუძეები.

მინერალური სასუქების გამოყენებისას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის უნარს, წინ აღუდგეს ხსნარის რეაქციის შეცვლას.

ქვიშნარ, ქვიშიან, ჰუმუსით ღარიბ ნიადაგებზე, რომლებსაც დაბალი ბუფერობა გააჩნიათ, ფიზიოლოგიურად მქავე სასუქების გამოყენებით შესაძლებელია ხსნარის რეაქციის იმ დონემდე შეცვლა, რომელიც შეიძლება საზიანო აღმოჩნდეს ბევრი მცენარისა და ნიადაგის მიკროორგანიზმებისათვის.

მძიმე მექანიკური შედგენილობისა და ჰუმუსით მდიდარი ნიადაგები მაღალი შთანქმის ტევადობითა და ბუფერობის უნარით ხასიათდება. ამიტომ ფიზიოლოგიურად მქავე ან ტუტე სასუქების სისტემატურად და მაღალი ნორმებით გამოყენების შემთხვევაშიც კი ხსნარის რეაქცია სუსტად იცვლება.

ფუძეებით მაძლარი ნიადაგები გამძლეა ხსნარის გამქავეების მიმართ, ხოლო ფუძეებით ღარიბი — გატუტიანების მიმართ.

ორგანული სასუქების სისტემატური გამოყენება მოკირიანებასთან შეთანაწყობით იწვევს შთანქმის ტევადობისა და ნიადაგის ფუძეებით მაძლრობის ხარისხის გადიდებას და ბუფერობის უნარის გაზრდას.

ჩვენი ქვეყნის ნიადაგების ძირითადი ტიპების აბროჰიმიური ღახასიათება

კორდიანი ეწერი ნიადაგები. კორდიანი ეწერი ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია მქავე რეაქცია $\text{pH } 4-4,5$ გაცვლითი მქავეიანობა $1-2$, ჰიდროლიზური — $3-6$ მგ/ექვ. 100 გ ნიადაგზე ფარგლებში ცვალებადობს. გაცვლითი მქავეიანობის საერთო მაჩვენებლის $80-90\%$ გაცვლითი ალუმინის ხარჯზე მოდის. შთანქმის ტევადობა დაბალია $5-16$ მგ/ექვ. ფარგლებში, ხოლო ფუძეებით მაძლრობის ხარისხი $30-70\%$ შეადგენს.

კორდიანი ეწერები ჰუმუსს, საერთო აზოტსა და ფოსფორს მცირე რაოდენობით შეიცავენ. ეს მაჩვენებლები პროფილის მიხედვით სიღრმეში მკვეთრად კლებულობენ. ამ ნიადაგების აგროქიმიური მაჩვენებლები მექანიკურ შედგენილობასა და გაკულტურების დონესთან დაკავშირებით ცვალებადობას განიცდიან.

თიხნარ ეწერებში ჰუმუსის შემცველობა 2-დან 3—4% ფარგლებშია, საერთო აზოტისა — 0,1—0,2, P_2O_5 — 0,07,—0,12, კალიუმისა — 1,5—2,5.

0—20 სმ ნიადაგის ფენაში, ერთ ჰა ფართობზე ჰუმუსისა და საკვები ელემენტების საერთო მარაგი შემდეგ ფარგლებშია: ჰუმუსი — 60—80 ტ, აზოტი — 3—6 ტ, ფოსფორი — 2—3,5 ტ. კალიუმი — 45—75 ტ.

ქვიშა და ქვიშნარი ნიადაგები უფრო ღარიბია ჰუმუსით, აზოტით, ფოსფორით, კალიუმით, კალციუმით, მაგნიუმითა და მიკროელემენტებით, ვიდრე თიხნარი ნიადაგები. მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებში ჰუმუსი 0,5—1%-ია, საერთო აზოტი — 0,03—0,08, ფოსფორი — 0,03—0,06 და კალიუმი — 0,5—1,0%-ის ფარგლებში. მათი საერთო მარაგი ერთ ჰა ფართობზე შეადგენს: ჰუმუსისა — 15—30 ტ, აზოტისა — 0,9—2,4, ფოსფორისა — 0,9—1,8 და კალიუმისა — 15—30 ტ.

კორდიან-ეწერებში მიკროელემენტებიდან აღინიშნება ბორისა და მოლიბდენის სიმცირე და მანგანუმის სიჭარბე. ამ ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია მცენარისათვის მისაწვდომი აზოტისა და ფოსფორის მცირე შემცველობა, ქვიშა და ქვიშნარ ნიადაგებში კი კალიუმიც მცირე რაოდენობითაა.

ნიადაგის გაკულტურებასთან დაკავშირებით, მკვეთრად ცვალებადობს როგორც კორდიანი ეწერი ნიადაგების მექანიკაობა, ასევე საკვები ელემენტების მოძრავი ფორმების შემცველობა (ცხრილი 19).

ც ხ რ ი ლ ი 19. კორდიანი ეწერი ნიადაგების აგროქიმიური მაჩვენებლები

გაკულტურების ხარისხი	pH _{KCl} გამონაწერში	სახნავე პორიზონტის სიღრმე, სმ	ჰუმუსი %	მგ 100 გ ნიადაგზე	
				მოძრავი P_2O_5	გაცვლითი K_2O
სუსტი	4—4,5	20—მღე	1,5—2	5—მღე	10—მღე
საშუალო	4,6—5	20—22	2—3,5	5—10	10—15
ძლიერი	5,1—6	22—25	2,5—4	15—25	20—30

ნიადაგების გაკულტურება, განსაკუთრებით ორგანული, მინერალური და კირიანი სასუქების გამოყენება, იწვევს მექანიკაობის შემცირებას, ჰუმუსის, საერთო აზოტის, მოძრავი ფოსფორისა და გაცვლითი კალიუმის შემცველობის გადიდებას და ნიადაგების ნაყოფირების ამაღლებას.

იმასთან დაკავშირებით, რომ ამ ნიადაგების ბუნებრივი ნაყოფიერება, დაბალია, ხოლო ტენით კარგადაა უზრუნველყოფილი; ორგანული და მინერალური სასუქები ძალზე მაღალ ეფექტს იძლევა: მაღალი ეფექტით მინერალური სასუქებიდან პირველ რიგში გამოირჩევა აზოტიანი სასუქები. სუსტად გაკულტურებულ ნიადაგებზე კარგად მოქმედებს ფოსფორიანი სასუქები. ქვიშა და ქვიშნარ ნიადაგებზე ეფექტურია კალიუმიანი და მაგნიუმიანი სასუქების გამოყენება.

ტყის რუხი ნიადაგები. ამ ტიპის ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია სუსტი მჟავე რეაქცია (pH 4,8—6,0), დაბალი გაცვლითი მჟავიანობა — 1 მგ/ექვ.მდე, მაღალი ჰიდროლიზური მჟავიანობა — 2—6 მგ/ექვ. ფარგლებში, შთანქმული ფუძეების ჯამი 15—30 მგ ექვ. 100 გ ნიადაგზე, რომელთა 80—90% კალციუმის ხარჯზე მოდის. ნიადაგი ფუძეებით მადარია. მისი ხარისხი 80—85% შეადგენს.

სახნავ ფენაში (0—20 სმ) ჰუმუსის, საერთო აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობა შემდეგ ფარგლებში ცვალებადობს: ჰუმუსი — 2—6%, იგი სიღრმეში კორდიან ეწერებთან შედარებით თანდათანობით კლებულობს; საერთო აზოტი — 0,15—0,35%, ფოსფორი — 0,5—0,2 და კალიუმი — 1,5—3%. მათი საერთო მარაგაც შესაბამისად იცვლება და საშუალოდ — 0—20 სმ ნიადაგის ფენაში ერთ ჰა ფართობზე შეადგენს: ჰუმუსისა — 60—150 ტ, აზოტისა — 4—10 ტ, ფოსფორისა — 1,5—6 და კალიუმისა — 45—90 ტ.

ტყის რუხი ნიადაგები ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სიღრმისა და გაეწერების ნიშნების განვითარებასთან დაკავშირებით იყოფა ორ ჯგუფად: ღია რუხ და მუქ რუხ ნიადაგებად. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდება აგროქიმიური მაჩვენებლებით (ცხრ. 20).

ც ხ რ ი ღ 20. ტყის რუხი ნიადაგების აგროქიმიური მაჩვენებლები

ქვეტიპი	ჰუმუსოვანი ფენის სიღრმე, სმ	ჰუმუსი, %	pH KCl	მგ-ექვ 100 გ ნიადაგზე		ფუძეებით მადარების ხარისხი, %	მგ 100 გ ნიადაგზე	
				ჰიდროლიზური მჟავიანობა	შთანქმული კალიუმის ჯამი		მორკო P ₂ O ₅	გაცვლითი K ₂ O
რუხი	25—30	2,2—4,7	5,2—5,7	2,9—3,5	14—25	76—87	8	13
ღია რუხი	15—25	1,6—3,4	4,8—5,4	2,3—3,8	10—18	72—82	6	10
მუქი რუხი	40—60	3,5—7,0	5,5—6,0	2,3—5,4	20—36	80—86	12	15

ჰუმუსის ჰორიზონტის სიღრმე ღია რუხ ნიადაგს ნაკლები აქვს, რუხს — მეტი, ხოლო მუქი რუხისა უფრო ღრმაა. ამასთან დაკავშირებით, ამ ნიადაგებში ჰუმუსი, შთანქმული ფუძეების ჯამი და ფუძეებით

მაძღრობის ხარისხი მეტია. ისინი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის მატებასთან ერთად იზრდება, ხოლო მჟავიანობა — მცირდება.

ტყის რუხი ნიადაგები ჩვეულებრივ მცირე რაოდენობით შეიცავს მცენარისათვის მისაწვდომ აზოტს, ფოსფორსა და კალიუმს. ამავე დროს. მათი შემცველობა ნიადაგში არსებითად იცვლება გაკულტურების დონესთან დაკავშირებით.

ორგანული და მინერალური სასუქების გამოყენება ამ ნიადაგებზე აუცილებელი აგროტექნიკური ხერხია. ღია რუხი ნიადაგები მოკირიანებას საჭიროებს. მინერალური სასუქების ეფექტი განსაკუთრებით მაღალია ჩრდილოეთ რაიონებში, ხოლო ცენტრალურ და აღმოსავლეთ რაიონებში — ნაკლები. მაღალ ეფექტს იძლევა აზოტიანი სასუქები, მეორე ადგილზეა — ფოსფორიანი სასუქები, ხოლო კალიუმიანი სასუქები სუსტად მოქმედებს.

შავმიწა ნიადაგები. შავმიწები (გამოტუტული, ტიპური, ჩვეულებრივი, სამხრეთის) მაღალი ბუნებრივი ნაყოფიერებით ხასიათდება. აქვთ ღრმა ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი (40—180 სმ).

სახნავ ფენაში (0—20 სმ) ჰუმუსის შემცველობაა 3—12%, საერთო აზოტისა — 0,2—0,5, ფოსფორისა — 0,1—0,3 და კალიუმისა 2,5—3,0% ფარგლებში ცვალებადობს. მათი საერთო მარაგი 0—20 სმ ფენაში შეადგენს: ჰუმუსისა — 60—220 ტ/ჰა, აზოტისა — 3—15, ფოსფორისა — 2—4,5 და კალიუმისა — 75—90 ტ/ჰა. ჰუმუსისა და აზოტის შემცველობა ნიადაგის სიღრმეში თანდათანობით კლებულობს.

შავმიწების ხსნარის რეაქცია სუსტი მჟავე, ნეიტრალური ან სუსტი ტუტეა (pH 5,5—7,8), გაცვლითი მჟავიანობა, როგორც წესი, არ გააჩნიათ, ჰიდროლიზური მჟავიანობა 4 მგ-ეკვ. არ აღემატება, შთანთქმის ტევადობა 30—60 მგ-ეკვ. 100 გ ნიადაგზე, ხოლო ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი 85—100% ფარგლებში იცვლება.

შავმიწა ნიადაგების ქვეტიპებიდან მაღალი ნაყოფიერებით განსაკუთრებით გამოირჩევა ტიპური შავმიწები. მათი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი 100—180 სმ აღწევს. ჰუმუსის შემცველობა 8—12%, საერთო აზოტისა — 0,4—0,5, ფოსფორისა — 0,25—0,35 და კალიუმისა — 3% აღწევს. ჰუმუსისა და საკვები ნივთიერებების მარაგი ერთ ჰა ფართობზე 0—20 სმ-იან ფენაში შეადგენს: ჰუმუსისა — 120—220, საერთო აზოტისა — 7—15, ფოსფორისა 3,5—4,5 და კალიუმისა — 90 ტ.

შავმიწა ნიადაგების აგროქიმიურ დახასიათებაზე წარმოდგენას იძლევა შემდეგი მონაცემები (ცხრ. 21).

მიუხედავად იმისა, რომ შავმიწა ნიადაგები მაღალი ბუნებრივი ნაყოფიერებით ხასიათდება, მათზე გავრცელებული მცენარეები ხშირად უზრუნველყოფილი არ არის აზოტითა და ფოსფორით. ამიტომ ამ ნიადაგებზე აზოტიანი და ფოსფორიანი სასუქები მაღალ ეფექტს იძლევა. კულ-

ცხრილი 21. შავშიწა ნიღაგების აგროქიმიური მაჩვენებლები

ქვეტიპი	ჭუმჩის ანაბრის %	pH H ₂ O	ჭიმბრის მცირესი %	ჭიმბრის მცირესი %	ჭიმბრის მცირესი %	.20 '1) უქაში საერთო მაჩუბი, ტ/ა			
						ჭიმბრის მცირესი	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
გამოტუტული	80—150	6,5—6,5	2—4	45—55	85—95	100—160	5—9	3—4	45—55
ტაბუჩი	100—180	6,5—7	0,5—3	50—60	90—98	120—220	7—15	3,5—4,5	50—60
ჩეულებრი	60—140	7—8	0—1	40—50	95—100	80—140	5—7	3—4	50—55
სამბრთის	40—80	7—8	0—0,5	25—35	97—100	60—110	3—6	2—3,5	50—60

ტურის ხანგრძლივად წარმოების პირობებში (ვანსაკუთრებით კალიუმის მოყვარული მცენარეების — შაქრის ჭარხლის, კარტოფილის, მზესუმზირას) ნიადაგში კალიუმის შემცველობა მცირდება. ამ პირობებში აზოტისა და ფოსფორიან სასუქებთან ერთად მაღალეფექტურია კალიუმიანი სასუქების გამოყენებაც. საერთოდ, მინერალური სასუქები მაღალ ეფექტს იძლევა ამ ნიადაგებზე ტენით უზრუნველყოფის პირობებში.

წაბლა ნიადაგები. ამ ტიპის ნიადაგები მოიცავს ქვეტიპებს: მურა წაბლა, წაბლა და ღია წაბლა. მათთვის დამახასიათებელია შემდეგი აგროქიმიური მაჩვენებლები (ცხრ. 22).

ც ხ რ ი 22. წაბლა ნიადაგების აგროქიმიური მაჩვენებლები

ქვეტიპი	ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი, სმ	ჰუმუსი, %	საერთო N, %	საერთო ფოსფორი, %	pH მართლის გამოწაურში	შთანქმეული ფუჭების წამი, მგ/ექვ. 100 გ ნიადაგზე
მურა წაბლა	35—45	4—5	0,2—0,3	0,1—0,2	7,0—7,2	30—35
წაბლა	30—40	3—4	0,15—0,2	0,1—0,2	7,2—7,5	20—13
ღია წაბლა	25—30	2—3	0,10—0,15	0,8—0,15	7,4—8,0	12—15

მურა წაბლა ნიადაგები გარდამავალია შავმიწიდან წაბლა ნიადაგებისაკენ. მისი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი 35—45 სმ სიღრმეზეა განვითარებული, ჰუმუსის შემცველობა 4—5%-ის ფარგლებშია. საერთო აზოტი 0,2—0,3, ფოსფორი — 0,1—0,2%-ის ფარგლებში მერყეობს. ეს ნიადაგი მდიდარია კალიუმით. ამავე დროს, ჰუმუსისა და საკვები ნივთიერებების შემცველობა ნიადაგის სიღრმეში თანდათანობით კლებულობს. კარბონატული ჰორიზონტი 45—50 სმ სიღრმეზეა გავრცელებული. ხსნარის რეაქცია სუსტი ტუტეა pH 7—7,2-ის ტოლია. შთანქმეული კათიონების ჯამი შეადგენს 30—35 მ-ექვ. 100 გ ნიადაგზე.

წაბლა და ღია წაბლა ნიადაგები გავრცელებულია მშრალი სტეპის უფრო მშრალ რაიონებში. მათი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სისქე 30—40 და 25—30 სმ შეადგენს. ჰუმუსის შემცველობა 3—4 და 2—3%-ია, საერთო აზოტი შესაბამისად 0,15—0,2 და 0,1—0,15%-ის ფარგლებში. კარბონატული ჰორიზონტი 5-დან 40 სმ სიღრმეშია გავრცელებული. ნიადაგის ხსნარის რეაქცია სუსტი ტუტე ან ტუტეა, მარილის გამონაწურში pH 7,2—8,0 ფარგლებშია, შთანქმეული კათიონების ჯამი 20—35 და 12—15 მგ/ექვ. შეადგენს 100 გ ნიადაგზე. მათ შორის ჰარბობს კალციუმი, შეიცავს მაგნიუმსაც, ღია წაბლა ნიადაგები კი ნატრიუმსაც შეიცავს.

წაბლა ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია დამლაშება. წყალხსნადი მარილები, ძირითადად კალციუმისა და მაგნიუმის ბიკარბონატები, ზედა პორიზონტიდან გამორეცხილია. დამლაშებულ ნიადაგებში წყალხსნადი მარილებიდან ქარბობს სულფატები და ქლორიდები. ეს ნიადაგები მცენარისათვის შესათვისებელი აზოტი და ფოსფორით ღარიბია. ტენის სიმცირის გამო მათზე მინერალური სასუქების ეფექტი დაბალია. ნიადაგში შეტანილი აზოტიანი და ფოსფორიანი სასუქების ეფექტი მკვეთრად იზრდება მორწყვის გავლენით. წაბლა ნიადაგების ნაყოფიერების გადიდების ერთ-ერთი ძირითადი საშუალებაა მათი მოთაბამირება.

რუხი ნიადაგები. რუხი ნიადაგები სამ ქვეტიპს მოიცავს — ღია, ტიპური ანუ ჩვეულებრივი და მურა. ამ ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია მაღალი კარბონატიულობა, ჰუმუსის, საერთო აზოტისა და ფოსფორის დაბალი შემცველობა, ხოლო კალიუმისა — მაღალი. 0—20 სმ ფენაში ჰუმუსისა და აზოტის შემცველობა შემდეგ ფარგლებში ცვალებადობს: ღია ნიადაგებში ჰუმუსი 1—1,5, ტიპურში — 1,5—3,0 და მურა რუხში — 4,5%-ის ფარგლებში; საერთო აზოტი კი შესაბამისად — 0,7—0,22; 0,1—0,2 და 0,35—0,40%. საერთო ფოსფორი 0,08—0,20 და კალიუმი — 2,5—3,0%-ის ფარგლებში ცვალებადობს.

ჰუმუსისა და საკვები ნივთიერებების მცირე მარაგი ახასიათებს ღია რუხ ნიადაგებს: ჰუმუსი — 30—40, აზოტი — 2—4, ფოსფორი — 2,0 და კალიუმი — 75 ტ/ჰა. ამ ნივთიერებათა მარაგი მაღალია მურა ნიადაგებში: ჰუმუსი — 120—150 ტ. აზოტი — 8—10, ფოსფორი — 6 და კალიუმი — 90 ტ/ჰა აღწევს.

რუხი ნიადაგების რეაქცია სუსტი ტუტეა pH 7,2—8. მათთვის დამახასიათებელია დაბალი შთანქმის ტევადობა: ღია რუხ ნიადაგებში — 8—10 და მურაში — 18—20 მ-ექვ. 100 გ. ნიადაგზე. შთანქმული კათიონების 80—98% კალციუმის წილზე მოდის, 10—15% — მაგნიუმზე და 5—8% ნატრიუმი და კალიუმი.

მორწყვის პირობებში ამ ნიადაგებს მაღალი ბიოლოგიური აქტივობა ახასიათებს, ძლიერად მიმდინარეობს ნიტრიფიკაცია. ნიტრატები განიცადის მიგრაციას სიღრმეში.

ამ ნიადაგების ნაყოფიერების ამაღლების ძირითადი საშუალებაა ორგანული და მინერალური სასუქების გამოყენება. მინერალური სასუქებიდან მაღალი ეფექტით ხასიათდება აზოტიანი სასუქები, მეორე ადგილი ფოსფორიან სასუქებს უჭირავს. მართალია, ეს ნიადაგები კარგადაა უზრუნველყოფილი კალიუმით, მაგრამ კულტურის ხანგრძლივად წარმოებისას კალიუმი მოსავლით გაიტანება და ნიადაგი ღარიბდება. ამიტომ ასეთ ნიადაგებზე (ბამბის მონოკულტურა და სხვ.) კალიუმისანი სასუქების გამოყენება აუცილებელია. მორწყვის გარეშე მიწათმოქმედებისათვის მხოლოდ მურა ნიადაგები გამოდგება.

დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის ნიადაგების ძირითადი ტიპების აგროქიმიური დახასიათება

დასავლეთ საქართველოში მრავალი მიკრორაიონია. მათთვის დამახასიათებელია არაერთნაირი გეომორფოლოგიური აგებულება, მკვეთრად განსხვავებული კლიმატური პირობები, გეოლოგიური ქანების მრავალსახეობა. ამის გამო აქ გვხვდება თითქმის ყველა ნიადაგის ტიპი და მცენარეულობა.

წამყვანი სუბტროპიკული და ტექნიკური კულტურები — ჩაი. ციტრუსები, კეთილშობილი დაფნა, ტუნგი, თამბაქო, ეთერზეთოვანი და ცხიმზეთოვნები ძირითადად წითელმიწა, ყვითელმიწა და სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებზეა გავრცელებული. კეთილშობილი დაფნა, ტუნგი, ციტრუსები, თამბაქო, ეთერზეთოვანი და ცხიმზეთოვანი კულტურები ასევე კარგად ხარობს ნეშომპალა-კარბონატულ და ალუვიურ ნიადაგებზე.

აღნიშნულ კულტურათა მოსავლის დონეს განსაზღვრავს ამ ნიადაგების ფიზიკური თვისებები და აგროქიმიური მაჩვენებლები. ამიტომ ამ ნიადაგების დახასიათებაზე უფრო დეტალურად შევჩერდებით. აღსანიშნავია, რომ დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის სხვა ნიადაგები არსებითად არ განსხვავდება ნიადაგის ძირითადი ტიპებისაგან და სუბტროპიკული და ტექნიკური კულტურებით მათი მცირე ფართობია დაკავებული.

დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის ბუნებრივი პირობების ეფექტურ გამოყენებას მცენარეთა გარემო პირობებისადმი დამოკიდებულება განსაზღვრავს. ეს მაჩვენებელი ყველა მცენარის მიმართ ერთნაირი არ არის. მაგ., ჩაის მცენარისათვის განმსაზღვრელი ფაქტორი, ძირითადად, ნიადაგის თვისებაა, განსაკუთრებით კი მისი რეაქცია. ჩაი შხოლოდ მკავე რეაქციის პირობებში ხარობს; იგი იზრდება როგორც მსუბუქ, ისე მძიმე ნიადაგებზე თუ ძლიერ დატენიანებული არაა.

ციტრუსებისათვის ძირითადი მალიმიტირებელი ეკოლოგიური ფაქტორი კლიმატური პირობებია, განსაკუთრებით — ზამთრის ყინვები. ციტრუსების წარმოება შეიძლება დასავლეთ საქართველოს ყველა ნიადაგზე, ჭარბტენიანი ნიადაგების გამოკლებით, თუ აბსოლუტური მინიმუმი — 8—10°C-ზე მეტი არაა.

კეთილშობილი დაფნა, ტუნგი, თამბაქო, ეთერზეთოვანი და ცხიმზეთოვანი კულტურები გავრცელების არეალის, ნიადაგის რეაქციისა და კლიმატური პირობების ფართო დიაპაზონით ხასიათდება. მათი წარმოება აქ ყველა ტიპის ნიადაგზე შეიძლება თუ სათანადო მელიორაციულ ღონისძიებებს ჩავატარებთ. ამასთან ერთად, ეთერზეთოვანი და ცხიმ-

ზეთოვანი მცენარეების უმეტესობა დიდ მოთხოვნილებას უყენებს ნი-
ადაგის ფიზიკურ თვისებებს. მათთვის საუკეთესოა მსუბუქი მექანიკური
შედგენილობის ღრმა ნიადაგები.

წითელმიწა ნიადაგები. წითელმიწები უმეტესად დასავლეთ საქართვე-
ლოს სუბტროპიკული ზონის სამხრეთ ნაწილშია გავრცელებული. ისი-
ნი შავი ზღვის სანაპირო ზოლის გორაკ-ბორცვიანი მთის წინა ზოლში
უწყვეტი მასივების სახით გვხვდება. ამ ტიპის ნიადაგები ძირითადად
მაგმატურ ქანებზე — ანდეზიტებზე, ბაზალტებსა და პორფირიტულ ტუ-
ფებზეა განვითარებული.

მ. საბაშვილის მიხედვით, 25°-ით დახრილ ციკაბო ფერდობებზე,
ეროზიული პროცესების ძლიერ განვითარებასთან დაკავშირებით, ეს
ნიადაგები მცირე სისქით ხასიათდება, ზოგჯერ მთლიანად ჩამორეცხი-
ლია: 8—25°-ით დახრილ ფერდობებზე გავრცელებულია ტიპური წი-
თელმიწები. მათ გაეწრების ნიშნები არ ატყვიან. 6—8°-ით დახრილ
თხემურ ვაკეებზე ჩაღმავალი დინებისა და გამოტუტვის პროცესების გაძ-
ლიერებასთან დაკავშირებით, სუსტად და საშუალოდ გაეწრებული წი-
თელმიწებია განვითარებული.

წითელმიწებისათვის დამახასიათებელია სუსტი ეროზიულობა, უმ-
ნიშვნელო გაეწრების ნიშნები, მოწითალო ნარინჯის ფერი, ჰუმუსოვანი
ფენის სისქე საშუალოდ 20 სმ-ია, ფხვიერი აგებულება მკაფიოდ გამოხა-
ტული წვრილ-კოშტოვანი სტრუქტურით, განსაკუთრებით ნიადაგის ზე-
და ფენაში. მათ შექმნას განაპირობებს აქ არსებული ორგანულ-მინერა-
ლური კოლოიდების დიდი რაოდენობა.

ამ ნიადაგების კოლოიდებს თავისებური ბუნება გააჩნია, რაც გამომ-
დინარეობს ერთნახევარი ქანგულების კოლოიდების ამფოტერული თვი-
სებიდან. ამიტომ ეს ნიადაგები, კათიონებთან შედარებით, ანიონების
შთანთქმის მაღალ უნარს ავლენენ.

ფოსფორიანი სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით ამ თვისებას
დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. აჭარისა და გურიის წითელმიწებს
მაღალი ბაზოიდობა ახასიათებთ, ამიტომ ფოსფორმკვავას შთანთქმის უნა-
რი მათ მეტი აქვთ, ვიდრე შავი ზღვის სანაპირო ჩრდილო-აღმოსავლე-
თის ზონის წითელმიწებსა და გაეწრებულ წითელმიწებს.

წითელმიწები გამოირჩევა შთანთქმული კათიონების ძალიან მცირე
შემცველობით (15 — 30 მლ/ექვ 100 გ ნიადაგზე) და დაბალი შთანთქმის
ტევადობით. ამავე დროს, მათი რაოდენობა ნიადაგის ზედა ფენაში მეტია,
სიღრმეში კი კლებულობს. ეს აიხსნება მათი ბიოლოგიური დაგროვებით
ჰუმუსის წარმოქმნასთან დაკავშირებით. ტიპურ წითელმიწებში შთანთქ-
მული კათიონების ჯამი და შთანთქმის ტევადობა რამდენადმე მეტია,
ვიდრე გაეწრებულ წითელმიწებში. ორივე შემთხვევაში შთანთქმული

კათიონების 70—80% წყალბადის ხარჯზე მოდის. ტიპურ წითელმიწებში ჰუმუსისა და NPK შემცველობა შემდეგი მაჩვენებლებით ხასიათდება (ცხრ. 23).

ც ხ რ ი ლ ი 23. წითელმიწებში ჰუმუსის, აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობა და მათი მარაგი

წითელმიწის ალუვის სიღრმე, სმ	ჰუმუსი, %	აზოტი, %	ფოსფორი, %	კალიუმი, %	საერთო მარაგი 0—50 სმ ფენაში, ტ/ჰა			
					ჰუმუსი	N	P	K
0—10	7,00	0,35	0,19	0,95	215	10	6	28
25—35	2,40	0,20	0,17	0,81				
45—55	0,45	0,10	0,08	0,75				
80—90	0,30	0,08	0,07	0,88				

წითელმიწები მდიდარია ჰუმუსით, მაგრამ ტიპურ წითელმიწებში იგი მნიშვნელოვნად მცირეა, ვიდრე გაეწერებულში. საერთო აზოტის შემცველობა კორელაციურ კავშირშია ჰუმუსთან და ზედა ჰორიზონტებში ხშირად 0.3—0.4%-ს აღწევს. მათი შემცველობა ნიადაგის სიღრმეში შვედურად ეცემა. ტიპურ წითელმიწებში საერთო აზოტი უმეტეს შემთხვევაში 0,24—0,27 და წითელმიწა გაეწერებულში — 0,18—0,21%-ის ფარგლებშია, საერთო ფოსფორი — 0,12 და 0,22, ხოლო კალიუმი — 1,0 და 1,2% ფარგლებში, შესაბამისად. ჰუმუსისა და საკვები ნივთიერებების საერთო მარაგი 0—50 სმ ნიადაგის ფენაში შეადგენს: ჰუმუსისა — ტიპურ წითელმიწაში — 215, წითელმიწა გაეწერებულში — 140 ტ/ჰა; აზოტისა — შესაბამისად 10 და 8, ფოსფორისა — 6 და 4, ხოლო კალიუმისა — 30—36 ტ/ჰა.

ტიპური წითელმიწებისათვის დამახასიათებელია ფუძეების, განსაკუთრებით კალციუმის გამორეცხვა, რკინისა და ალუმინის ერთნახევარი ჟანგეულების დიდი რაოდენობით (49—52%) დაგროვება და SiO₂-ის 30—37% შემცველობა.

გაეწერებულ წითელმიწებში აღინიშნება Al₂O₃-ისა და Fe₂O₃-ის ქვედა ფენებში ჩარეცხვა. ზედა ფენებში მათი რაოდენობა შესაბამისად მცირდება 25—30%-მდე და SiO₂-ის რაოდენობა იზრდება 56—66%-მდე.

წითელმიწებში ჰიდროლოგიური მკვრივობა სჭარბობს გაცვლითს, ამავე დროს, გაცვლითი მკვრივობის ძირითადი ნაწილი — 80—82% გაცვლითი ალუმინის წილზე მოდის.

წითელმიწებზე გაშენებულია ჩაის პლანტაციები, ციტრუსებისა და ტუნგის ბაღები და სხვ. ძვირფასი სუბტროპიკული კულტურები. ამ ნიადაგების ნაყოფიერება პირდაპირ დამოკიდებულებაშია სასუქების გამოყენებასთან — ნიადაგის გაკულტურების დონესთან დაკავშირებით მათი ნაყოფიერება მნიშვნელოვნად იზრდება. მინერალური სასუქებიდან მეტად ეფექტურია აზოტიანი სასუქები; ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ეფექტი დაკავშირებულია ამ ელემენტების შესათვისებელი ფორმების შემცველობასთან ნიადაგში. როდესაც ეს ელემენტები მცირე რაოდენობითაა ნიადაგში, მაშინ ხელოვნურად შეტანილი ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები მაღალ ეფექტს იძლევა. გარდა ჩაის მცენარისა, ყველა ნარგობაში საჭიროა ნიადაგის მოკირიანება. იგი უტოლდება და ზოგჯერ კიდევაც სჭობნის ნაკელის ეფექტს.

სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგები. ეს ნიადაგები დავაკებულ გეომორფოლოგიურ ელემენტებზე — ტერასებზეა გავრცელებული, ვითარდება მრავალფეროვან დედაქანებზე ფართოფოთლოვანი ტყის საფარის — მუხნარის, წიფლნარისა და რცხილნარის ქვეშ. ეს ნიადაგები ბლომდაა აფხაზეთსა და სამეგრელოში. დასავლეთ საქართველოში გვხვდება სუბტროპიკული ეწერების ერთმანეთისაგან განსხვავებული სამი სახე:

1. ეწერი ნიადაგები კარგად გამოხატული ორშტეინის ჰორიზონტით, განვითარებულია ძველი ალუვიური თიხიანი და რიყნარ-კენჭნარი ნაფენების გამოფიტვის ქერქზე, გავრცელებულია ზღვისა და მდინარის აკუმულაციურ ტერასებზე, ზონის ჩრდილო და ჩრდილო-აღმოსავლეთ მასივებზე.

2. ეწერი ნიადაგები განვითარებული ალუვიურ-კარბონატულ ნაფენებზე, შედარებით ახალგაზრდა (მეოთხეული) მდინარეულ ტერასებზეა განვითარებული სუბტროპიკული ზონის აღმოსავლეთ რაიონებში. მათთვის დამახასიათებელია ძლიერ მძიმე გრანულომეტრული შედგენილობა, არახელსაყრელი ფიზიკური თვისებები, ორშტეინიანი ჰორიზონტი მკვეთრად არის გამოკვეთილი.

3. ეწერი ნიადაგები განვითარებული ალიტური გამოფიტვის ქერქზე წითელმიწების გავრცელების ტერიტორიაზე. გენეზისურად ეს ნიადაგები დეგრადირებული წითელმიწებია, რომელთაც სრულიად არ გააჩნიათ ორტშტეინიანი ჰორიზონტი.

ზონის ჩრდილოეთი მასივების ეწერ ნიადაგებს ახასიათებს სხვადასხვა სიღრმეზე მდებარე ორშტეინიანი ჰორიზონტი, მას მოსდევს გამოფიტული რიყნარ-კენჭნარი ფენა. ორშტეინისა და რიყნარ-კენჭნარი ფენა შეცემენტებულია გამოფიტვის პროდუქტებით და ნიადაგის ზედა ფენიდან გამორეცხილი ნივთიერებებით. ამიტომ აქ განვითარებულია წყალგაუფალი (წყალგაუმტარი), ფენა, რაც ხელს უწყობს პერიოდულ დაჭაობებას.

სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგების დამახასიათებელი ნიშან-თვისებაა ერთნახევარი ჟანგეულების დაგროვების არამკაფიო გამოკვეთა ნიადაგის პროფილში, ასევე ჰუმუსისა ზედა ფენაში. ამით განსხვავდება ისინი ჩრდილოეთის ეწერი ნიადაგებისაგან.

ძველი ტერასების ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია აკუმულაციური ფენის ღია მოთეთრო-მოჩალისფრო შეფერვა, ზედა ფენის — ჩალისფერი ან მოყვითალო, ქვედა ფენებისა — მოყვითალო-ნარიჩისფერი ლების ლაქებით; ეწერიანი ჰორიზონტის დიდი სისქით. ზედა ჰორიზონტი გამოირჩევა SiO_2 -ის დაგროვებით, რაც SiO_2 -ის ერთნახევარ ჟანგეულებთან ქმნის ფართო მოლეკულურ შეფარდებას. ფოსფორის, კალციუმისა და მაგნიუმის უმნიშვნელო დაგროვება ბიოლოგიური აკუმულაციის შედეგია. ორშტეინის დიდი რაოდენობით დაგროვება ღრმა ჰორიზონტებში გამოწვეულია ამ ნიადაგების ძლიერი ამოტუტვით.

ალიტური გამოფიტვის ქერქზე განვითარებული ეწერი ნიადაგები გვხვდება ზონის სამხრეთ ნაწილში წითელმიწების გავრცელების ტერიტორიაზე — სუფსა-ნატანების მასივზე. ამ ჯგუფის ნიადაგები მძიმე თიხნარი და თიხიანი გრანულომეტრული შედგენილობით ხასიათდება. გააჩნიათ ფხვიერი აგებულება და შედარებით ხელსაყრელი ფიზიკური თვისებები. ორშტეინის ჰორიზონტი არ გააჩნიათ. ამ თვისებებით განსხვავდება იგი დასავლეთ საქართველოს სხვა ჯგუფების ეწერი ნიადაგებისაგან. წვრილი მარცვლის სახით ორშტეინი ზედა ფენებშია გაბნეული. აქვთ ორიარუსიანი პროფილი — ზედა 80—100 სმ სისქის იარუსი მოჩალისფროა, ქვედა — წითელმიწების შეფერვისაა. მათ შორის მდებარეობს 20—30 სმ სისქის გარდამავალი ფენა. ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი საკმაოდ სქელი, მსუბუქი და სტრუქტურულია. ორშტეინიანი ფენის არ არსებობა მაჩვენებელია ხსნარების გვერდით გადანაცვლებისა, ხოლო ილუვიურ ჰორიზონტში ორშტეინის დაგროვება წვრილი მარცვლების სახით, მეორადი ნიადაგწარმოქმნის პროცესის შედეგია.

მეოთხეულის ალუვიურ-კარბონატულ ნაფენებზე განვითარებულ ეწერ ნიადაგებს საკმაოდ დიდი ფართობი უკავია. გააჩნია მძიმე გრანულომეტრიული შედგენილობა და არახელსაყრელი ფიზიკური თვისებები. პროფილს მოთეთრო ჩალის ფერი აქვს, ხშირად სიღრმეში (ალუვიურ ჰორიზონტში) მოყავისფერო ან მორუხო ფერში გადადის, განცალკევებული ორშტეინის ფენა არ გააჩნია. ორშტეინის მარცვლები მთელ პროფილშია გაბნეული, მაგრამ ილუვიურ ჰორიზონტებში შედარებით მეტია. გამოირჩევა სიღრმეში მკავიანობის შემცირებით, ამით ჩრდილოეთის ზონის ეწერ ნიადაგებს უახლოვდება.

ნიადაგის ქვეშ კენჭნარ-რიყნარი ნაფენებია (მდ. ტეხურა, მდ. აბაშა და სხვ.) გავრცელებული. მასში ხისტი მიწისქვეშა წყალი მოძრაობს. მისი მოძრაობა და აღმავალი დენი ეწერი ნიადაგის წარმოქმნის პროცესს

ზღუდავს. ამიტომ მას მცირე სისქის ეწერიათი ჰორიზონტი აქვს. ბუნე-
ბით სუსტ ეწერ ნიადაგებთან ახლო ღვას.

სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებს, მიუხედავად რკინისა და ალუმინის
რთული კონკრეციების მაღალი შემცველობისა, შთანქმის დაბალი უნა-
რი გააჩნია, იგი 2,7—22,8 მლ/ექვ 100 გ ნიადაგზე ფარგლებში მერყე-
ობს. შთანქმული ფუძეების შედგენილობაში დიდია H⁺-ის ხვედრითი
წილი (30—72%). ამავე დროს პროფილის ზედა ნაწილში H⁺-ის რა-
ოდენობა მეტია, ვიდრე სიღრმეში. ფუძეებით სიღარიბე აპირობებს ამ
ნიადაგების მყავე რეაქციას. აქტუალური მყავიანობა მთელ პროფილში
დაახლოებით თანაბარი აქვს. pH წყლის გამონაწურში 4,14-დან 5,76-მდე
ცვალებადობს. შთანქმულ კათიონთა შორის კალციუმისა და მაგნიუმის
შემცველობა 2—3 მლ/ექვ. შეადგენს 100 გ ნიადაგზე. გაცვლითი და
ჰიდროლიზური მყავიანობა წითელმიწა ნიადაგებთან შედარებით მნიშე-
ნელოვნად მეტი აქვთ. გაცვლითი მყავიანობა 100 გ ნიადაგზე 21—
22 მლ-ექვ. აღემატება. ამავე დროს გაცვლითი მყავიანობა ძირითადად
ალუმინის იონებით არის გამოწვეული. ნიადაგის მთელ პროფილში მის
ხარჯზე მოდის გაცვლითი მყავიანობის 90—95%.

სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებში ჰუმუსისა და საკვები ნივთიერე-
ბების საერთო შემცველობა მკვეთრად მცირდება (ცხრ. 24).

ცხრილი 24. სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებში ჰუმუსის, აზოტის, ფოსფორისა
და კალიუმის შემცველობა და მათი მარაგი

ნობუსის აღე- ბის სიღრმე	ჰუმუსი %	აზოტი %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	საერთო მარაგი 0,50 სმ ტ/კა			
					ჰუმუსი	აზოტი	ფოსფორი	კალიუმი
0—10	5,00	0,28	0,14	1,15	170	8	4,2	34,5
25—35	0,85	0,16	0,09	0,97				
50—60	0,50	0,12	0,06	0,98				
70—80	0,20	0,10	0,08	0,68				

ამ ცხრილში მოცემულია მრავალი ანალიზის საშუალო. ამიტომ სხვა-
დასხვა რაიონებში, სხვადასხვა სახის სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებში
ადგილი აქვს მისგან გადახრას შემცირების, ან მატებისაკენ.

სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგები გამოყენებულია ძვირფასი სუბ-

ტროპიკული კულტურების მოვლა-მოყვანისათვის. მათი წარმოება ინტენსიური ქიმიზაციის ჩატარებით ხდება. ამიტომ გაკულტურების დონე დიდ გავლენას ახდენს ამ ნიადაგების ნაყოფიერებაზე. სასუქების გავლენა საკვები ელემენტების საერთო შემცველობაზე ნაკლებად ვლინდება, ვიდრე მათი მცენარისათვის მისაწვდომი ფორმებისადმი. რაც მეტი რაოდენობით შეიტანება ნიადაგში აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქი, მით მეტი რაოდენობით გროვდება ნიადაგში მათი მოძრავი ფორმები. განსაკუთრებით ყურადღებას იმსახურებს ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება. საქმე ისაა, რომ შეტანილი სასუქის ფოსფორი ლოკალიზაციას განიცდის მისი შეტანის ზოლში და არ გადაინაცვლებს ქვედა ფენებში. ამავ დროს ფოსფორის მკაფას ფიქსაციის ენერგია ეწერ ნიადაგს, წითელმიწასთან შედარებით, ნაკლები აქვს. ამიტომ ეწერებზე ფოსფორიანი სასუქი ნაკლები ნორმით გამოიყენება, ვიდრე წითელმიწაზე. აზოტისა და კალიუმის ნაერთებს ნიადაგში მოძრაობა ახასიათებს. ეწერი ნიადაგების ყველა სახის გაკულტურების საქმეში დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანული და მინერალური სასუქების გამოყენებას, ასევე მოკირიანებას. ჩაისათვის გამოყოფილი ნაკვეთებისა და ჩაის პლანტაციების მოკირიანება არ შეიძლება. სასუქთა შორის განსაკუთრებით მაღალი ეფექტურობით ხასიათდება აზოტიანი სასუქები. რაც შეეხება ფოსფორიან და კალიუმიან სასუქებს მათი ეფექტი დაკავშირებულია ნიადაგში მოძრავი ფორმების შემცველობასთან. როცა ნიადაგი ღარიბია ფოსფორისა და კალიუმის მოძრავი ფორმებით, მაშინ შეტანილი ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქი მაღალ ეფექტს იძლევა. ხანგრძლივად განოყიერებულ ნაკვეთებზე, ისე როგორც წითელმიწებზე, ეწერი ნიადაგებზეც მაღალ ეფექტს იძლევა მაგნიუმის შემცველი სასუქების და ზოგიერთი მიკროელემენტების, მაგალითად, B, Mo, Zn შეტანაც.

ალუვიური ნიადაგები. ამ ნიადაგების დიდი მასივები გავრცელებულია როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოში. იგი მიწათმოქმედებაში ფართოდ გამოიყენება. მათ მექანიკურ და ქიმიურ შედგენილობაზე დიდ გავლენას ახდენს მდინარის კალაპოტის მინერალური და პეტროგრაფიული შედგენილობა. ალუვიური ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია შთანქმული ფუძეების მცირე (12—23 მლ/ეკვ 100 გ ნიადაგზე) შემცველობა, ნიადაგის სიღრმეში მათი შემცირება. დასავლეთ საქართველოს ალუვიურ ნიადაგებში შთანქმული ფუძეები ზედა ფენაში მეტია—42—43, ქვედაში კი 29 მლ/ეკვ აღწევს 100 გ ნიადაგზე. შთანქმული ფუძეების მაღალი დონე გამოწვეულია ლამის ფრაქციის მაღალი შემცველობით. კათიონთა შორის დიდია კალციუმის ხვედრითი წილი — 95—99%. ამავ დროს შთანქმული H^+ არ გააჩნია, იგი მხოლოდ გაეწრე-

ბული, დეგრადირებული ალუვიუმების ზედა ჰორიზონტებში გვხვდება. ნი-
ადაგის პროფილში აღინიშნება შთანთქმის ტევადობის შემცირება, იგი
ჰუმუსის შემცველობას უკავშირდება. ამ ნიადაგების რეაქცია ჩვეულებ-
რივ სუსტი ტუტეა. გაეწრებულ, დეგრადირებულ სახესხვაობებში
გვხვდება სუსტი მჟავე რეაქციაც.

კარბონატულობასთან დაკავშირებით არჩევენ ალუვიურ-კარბონატულ
და უკარბონატო ნიადაგებს. დასავლეთ საქართველოში ორივე ნიადაგს
ვხვდებით. მდ. რიონის ძველ ტერასებზე განვითარებული ნიადაგები კარ-
ბონატებით მდიდარია, ხოლო მდ. ცხენისწყლის ტერასებზე — პირობით
მდიდარი. მნიშვნელოვანი ფართობი უკავია დაჰაობებულ მდელოს ალუ-
ვიურ ნიადაგებს. შავი ზღვის ნაპირის გასწვრივ ვიწრო ზოლად მდელოს
კორდიანი, ქვიშა და ქვიშნარი ნიადაგებია გავრცელებული.

დასავლეთ საქართველოს ალუვიური ნიადაგების ქიმიურ და აგრო-
ქიმიურ დახასიათებას გვიჩვენებს (ცხრ. 25).

ც ხ რ ი . 25. ალუვიური ნიადაგების ქიმიური და აგროქიმიური
მაჩვენებლები

ნიადაგის აღმოს. აღმოს.	ნიადაგის სიღრმე, სმ	%				მგ/100 გ ნიადაგზე		
		ჰუმუსი	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	აზოტის კი- ლომეტრი- ნაერთები	მოხარე P ₂ O ₅	გაყვანილი K ₂ O
აჭაფთი, მდ. ყვირილა	0—3	3,1	0,24	0,19	—	15,1	1,8	27,0
	30—40	2,5	0,17	0,16	—	14,0	1,4	19,0
	110—120	2,2	0,14	0,08	—	—	—	—
სამტრედია, მდ. რიონი	0—10	3,7	0,18	0,20	—	9,0	1,8	17,0
	30—40	3,3	0,15	0,19	—	11,0	1,5	19,0
	70—80	1,9	0,12	0,18	—	9,0	1,4	12,0
	100—110	1,5	0,12	0,17	—	—	—	—
სოფ. ანაკლია მდ. ენგური	0—10	2,2	0,18	0,14	1,68	7,0	0,7	14,0
	16—26	2,1	0,17	0,14	1,62	6,0	0,7	10,0
	40—50	2,0	0,17	0,13	1,60	5,0	0,6	10,0

ალუვიური ნიადაგის წარმოქმნის თავისებურებებიდან გამომდინარე
ეს ნიადაგები მდიდარია საკვები ნივთიერებებითა და ჰუმუსით. ჰუმუსში
ჰუმინის მჟავეები ჰარბობს ფულვომჟავეებს.

ჰუმუსისა და საერთო აზოტის შემცველობა ურთიერთკავშირშია. ამა-
ვე დროს ზედა ფენებში ჰუმუსი, 2,2%-დან 3,7%-ის ფარგლებშია, ხო-
ლო საერთო აზოტი 0,18-დან 0,25%-ს აღწევს, საერთო ფოსფორი —
0,14—0,20%-ის ფარგლებშია. საერთო კალიუმის შემცველობა ამ ნიადა-
გებში ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობასთან დაკავშირებით 1,68-დან
2,5%-მდე ცვალებადობს.

დასავლეთ საქართველოს ალუვიური ნიადაგები მდიდარია აზოტის ჰიდროლიზებადი ნაერთებით, ასევე — გაცვლითი კალიუმით და ლარი-ბი — მოძრავი ფოსფორით. ფოსფორის მცირე შემცველობა დაკავშირებულია რკინისა და ალუმინის ჰიდროქსიდების არსებობასთან. ამ ნიადაგების ნაყოფიერების ამაღლებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენებას, განსაკუთრებით მწვანე სასუქებისა.

ნეშომპალა კარბონატული ნიადაგები. ამ ტიპის ნიადაგები გავრცელებულია როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოში. აფხაზეთის ასს რესპუბლიკაში ამ ნიადაგებით დაკავებული ფართობი 102840 ჰა. შეადგენს. ეს ნიადაგები მთიანი ტყისა და მთისწინა იმ ზონაში გვხვდება, სადაც ნიადაგის ქერქის ზედა ფენა შექმნილია კირქვებისა და მერგელებისაგან.

ნეშომპალა კარბონატული ნიადაგების გენეზისში წამყვანი როლი დედაქანის ქიმიურ შედგენილობას მიეკუთვნება. კერძოდ — კარბონატების მაღალ შემცველობას. ნიადაგწარმოქმნის პროცესში ამ ნიადაგებში ჰუმუსის ნეიტრალიზაცია მიმდინარეობს კარბონატებით, ამიტომ ნიადაგის პროფილში ნეშომპალა გროვდება, მისი გავლენით ნიადაგს შავი ფერი აქვს, რითაც იგი ახლო დგას შავმიწა ნიადაგებთან.

მექანიკური შედგენილობით ეს ნიადაგები მძიმე ნიადაგებს მიეკუთვნება. მიუხედავად ამისა, მათ კარგად გამოხატული სტრუქტურა აქვთ, ხასიათდებიან მდგრადობით. აგრონომიული თვალსაზრისით მეტად მნიშვნელოვანია 3—0,5 მმ აგრეგატები, ისინი ამ ნიადაგების მთავარ ნაწილს შეადგენენ, ამავე ღროს მათი შემცველობა სიღრმეში უმნიშვნელოდ იცვლება.

ნეშომპალა-კარბონატულ ნიადაგებს გააჩნია კარგად გამოსახული წვრილგორიზონიანი სტრუქტურა. ამიტომ ხასიათდებიან კარგი ფიზიკური და წყლოვანი თვისებებით. ზედა რიგითი მასა სიღრმეში თანდათანობით მატულობს, 0—60 სმ. მისი რიცხვითი მნიშვნელობა 2,57—2,69 ფარგლებშია, მოცულობითი მასა ზედა და ქვედა ფენებში მეტია (1,05—1,07), ეს ნიადაგის დატკეპნასთან არის დაკავშირებული. შუა ფენებში ნაკლებია (0,92—0,97), აქ ნიადაგი უფრო ფხვიერია. სავსე ტენეტეადობა 0—60 სმ ფენაში 59—60% შეადგენს, ხოლო კაპილარული—52,7—57,6%-ის ფარგლებშია.

ამ ნიადაგებში, ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი 40—50 სმ და ზოგჯერ მეტია. ჰუმუსის შემცველობა 5—7%-ის ფარგლებშია, ზოგჯერ მეტიც. მისი შემცველობა სიღრმეში უმნიშვნელოდ მცირდება. ჰუმუსის შედგენილობის მიხედვით იგი შეამიწებს უახლოვდება, მასში ჰუმინის მყავა ქარბობს ფულვოლისას.

ნეშომპალა კარბონატული ნიადაგები აზოტისა და ფოსფორის მაღალი შემცველობით ხასიათდება. მასში საერთო აზოტი 0,21—0,52%-ის ფარგლებშია, ხოლო საერთო ფოსფორი 0,27—0,28% შეადგენს.

ნეშომპალა კარბონატული ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსი ყოველთვის მდიდარია ფუძეებით (ცხრ. 26).

ც ხ რ ი ლ ი 26. ნეშომპალა კარბონატული ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსის შედგენილობა (მლ-ეკვ 100 გ ნიადაგზე)

ნიშნის ალების სიღრმე, სმ	CaO	MgO	ჯამი	%- ჯამიდან		pH წყლის სუსპენზიაში
				CaO	MgO	
0—15	59,8	2,0	61,8	96,1	3,9	8,2
22—32	58,7	0,4	59,1	99,3	0,7	8,8
45—55	51,5	0,3	51,8	99,4	0,6	8,4
75—85	48,0	1,2	49,2	97,5	2,5	8,4

ნეშომპალა კარბონატულ ნიადაგებში შთანთქმული წყალბადის იონი არ არის. შთანთქმული წყალბადი გვხვდება მხოლოდ გაეწერებულ, დეგრადირებული ნიადაგის ზედა ფენაში. ტიპურ ნეშომპალა კარბონატულ ნიადაგში შთანთქმული ფუძეების ჯამი მაღალია. იგი 50 — 60 მლნ(-)ეკვ შეადგენს 100 გ ნიადაგზე, მათ შორის ძირითადად შთანთქმულია კალციუმი, იგი 95—99% აღწევს. ამ ნიადაგებში შთანთქმის ტევადობა მაღალია, მაგრამ იგი სიღრმეში უმნიშვნელოდ კლებულობს, ეს დაკავშირებულია ჰუმუსის განლაგებასთან. ეს ნიადაგები რეაქციის მიხედვით სუსტი ტუტეა, მაგრამ მის დეგრადირებულ გაეწერებულ სახესხვაობას ზედა ფენაში სუსტი მჟავე რეაქცია ახასიათებს.

ტიპური ნეშომპალა-კარბონატული ნიადაგები, სუბტროპიკული ზონის ყველა ნიადაგთან შედარებით უფრო ნაყოფიერია. აქვს კარგი ფიზიკური თვისება: წყლის, ჰაერისა და სითბოს კარგი რეჟიმი. მდიდარია ჰუმუსით და მცენარისათვის მისაწვდომი ფორმის საკვები ელემენტებით. ამიტომ ამ ნიადაგების ათვისება პირველ რიგში ხდება ძვირფასი სუბტროპიკული კულტურებით. გარდა ჩაისა, განსაკუთრებით ძვირფასია იგი ციტრუსების, დაფნის, ვენახის, თამბაქოსათვის. ამ ნიადაგებზე აღნიშნული კულტურების მაღალ და კარგი ხარისხის მოსაეალს ღებულობენ.

მცენარის მინერალური კვების დიაგნოსტიკა

მცენარის კვება დამოკიდებულია საკვები ელემენტების შესათვისებელი ნაერთების შემცველობაზე ნიადაგში. ვეგეტაციის პერიოდში საკვები ნივთიერებების ხსნადი ნაერთების შემცველობა ნიადაგში მრავალპირობასთან დაკავშირებით იცვლება. მათი როგორც ნაკლებობა, ისე სიჭარბე უარყოფითად მოქმედებს მცენარეზე.

მცენარის ზრდა-განვითარების ნორმალური პირობების შესაქმნელად, განოციერების სწორი სისტემის დასადგენად, აუცილებელია ვიცოდეთ თუ ვეგეტაციის პერიოდში რომელი საკვები ნივთიერება აკლია მცენარეს ან რომლითაა ჭარბად უზრუნველყოფილი. ამ მიზანს ემსახურება მცენარის მინერალური კვების დიაგნოსტიკა. იგი გულისხმობს ვეგეტაციის პერიოდში საკვები ნივთიერებებით უზრუნველყოფის გამოცნობას და მის დადგენას — დიაგნოსტიკას.

მცენარის კვების დიაგნოსტიკისათვის იყენებენ: აგროქიმიურ კარტოგრამებს (ნიადაგის მეკვიანობა, ნიადაგში მინერალური კვების ელემენტების ხსნადი ნაერთების შემცველობა); მცენარის ქიმიურ ანალიზს (ცალკეულ ორგანოებში, განსაკუთრებით ფოთლებში საკვები ელემენტების შემცველობა) და მცენარის გარეგან ნიშნებს (ფოთლის შეფერვა, ფორმა, ქსოვილის კვდობა, მცენარის ჰაბიტუსი და სხვ.). ისინი სარწმუნო მონაცემებს იძლევიან მცენარეზე გარემო ფაქტორების ერთობლივი მოქმედების შესახებ.

მცენარის კვების დიაგნოსტიკის ძირითადი მეთოდებია ვიზუალური და ქიმიური დიაგნოსტიკა. მემცენარეობაში ამას არსებითი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. გარდა ამისა, ცნობილია ფესვგარეშე კვების წესით დიაგნოსტიკა.

ვიზუალური დიაგნოსტიკა. ზოგიერთ საკვებ ელემენტს, მაგალითად, Ca, Zn, Fe, Mn და სხვ. მცენარეს ორგანიზმში კონცენტრაციის აკროპეტალური გრადიენტი ახასიათებს. ისინი მცენარის ძველი ნაწილებიდან ახალგაზრდა ნაწილებში არ გადაინაცვლებენ. ამიტომ, თუ გარემოდან მცენარის ფესვებში მათი შეღწევა არ მოხდა, მაშინ ახლად წარმოქმნილი ნაზარდები და ფოთლები მათი ნაკლებობის გამო იზაგრება, მიუხედავად იმისა, რომ მათი შემცველობა ძველ ფოთლებში შეიძლება სრულიად საკმარისი იყოს.

აზოტს, ფოსფორს, კალიუმს და ზოგიერთ სხვა საკვებ ელემენტს უნარი აქვთ ძველი ორგანოებიდან, განსაკუთრებით ფოთლებიდან, ახლადწარმოქმნილ ფოთლებში გადაინაცვლოს. მცენარის ორგანიზმში

მათ კონცენტრაციას ბაზიპეტალური ხასიათი აქვს. უ. ი. მათი კონცენტრაცია მცენარეში ზემოდან ქვემოთ მცირდება.

თუ ნიადაგში ეს ელემენტები მცირეა, მაშინ ფესვები ვერ შთანთქმავს მათ საჭირო რაოდენობით და ღარიბი ხდება. ამავე დროს მიწის ზედა ნაწილებში, ზრდადამთავრებული ორგანოებიდან, მოზარდ და ახლადწარმოქმნილ ორგანოებში ამ იონთა გადანაცვლება ინტენსიურად მიმდინარეობს.

ამ კანონზომიერებათა ცოდნას უალრესად დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს მცენარის კვების ვიზუალური დიაგნოსტიკისათვის. ვიზუალური დიაგნოსტიკის ქვეშ უნდა გვესმოდეს მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში ამა თუ იმ საკვები ელემენტებით უზრუნველყოფის გამოცნობა გარეგანი ნიშნების — სიმპტომების მიხედვით. ვიზუალური დიაგნოსტიკის ჩატარება არ საჭიროებს სპეციალურ დანადგარებსა და მოწყობილობებს. საჭიროა მხოლოდ ფერადი სურათები, ამიტომ იგი მარტივი და იოლად ჩასატარებელია.

მცენარის კვების ვიზუალურ დიაგნოსტიკას არსებითი ნაკლი გააჩნია. საქმე ისაა, რომ მცენარე ამა თუ იმ საკვები ელემენტის ნაკლებობის გარეგანი ნიშნებს ამჟღავნებს მხოლოდ მათი მკვეთრი ნაკლებობისას, ხოლო მცენარის ზრდის დეპრესია გაცილებით ადრე იწყება, ვიდრე გარეგანი ნიშნები გამოვლინდება. გარეგანი ნიშნების გამოვლინების შემდეგ მიღებული ზომები — სასუქების გამოყენება, შედეგს მხოლოდ მომდევნო წელს იძლევა და მიმდინარე წლის მოსავალი იკარგება. გარდა ამისა ნიადაგში ტენის სიმცირე, არა ხელსაყრელი ტემპერატურა, მავნებლებისა და დაავადებების მიერ მცენარეთა დაზიანება ხელს უშლის ამა თუ იმ საკვები ელემენტით მცენარის უზრუნველყოფის გამოცნობას. მათი გამოცნობა გართულებულია მაშინაც, როცა ნიადაგში აღინიშნება არა ერთი რომელიმე ელემენტის, არამედ ერთდროულად რამდენიმე ელემენტის ნაკლებობა. ამიტომ მცენარეზე ვიზუალური დაკვირვება ვეგეტაციის პერიოდში პერიოდულად, რამდენჯერმე უნდა ჩატარდეს.

აზოტის ნაკლებობის გარეგანი ნიშნები. ფოთლები მკრთალი, ღია მწვანე ფერისაა, ნაადრევად ყვითლდება. ფოთლის ფირფიტის ზომა მცირეა. ნაზარდები მოკლე და წვრილი ხდება. მცენარის დაბუჩქება და დატოტიანება სუსტად მიმდინარეობს. ძლიერდება ყვავილებისა და ნასკვების ჩამოცვენა, ასევე ფოთლების ნაადრევი ცვენა. თესლი და ნაყოფი ადრე მწიფდება. მოსავალი მცირეა.

ფოსფორის ნაკლებობის გარეგანი ნიშნები. ფოთლები მუქი მწვანე ფერისა ხდება, ზოგჯერ ცისფერიც გადაჰკარავს. ქვედა ფოთლის კიდებზე იწყება ქსოვილების კვდომა, მათ მურა და შავი ფერი აქვთ. ახალწარმოქმნილი ფოთლის ფირფიტის ფართობი მეტად მცირეა. მცე-

ნარის ზრდა წყდება, თესლისა და ნაყოფის მომწიფება კიანურდება. მოსავალი ეცემა.

კალიუმის ნაკლებობის გარეგნული ნიშნები. ძველი ფოთლები ნაადრევად ყვითლდება. გაყვითლება ფოთლის ფირფიტის კიდიდან იწყება, შემდეგ ფოთლის კიდე და წვერო მუქდება. ფოთლის კიდეებზე იწყება ქსოვილების კვდომა და გადადის ძარღვთაშორისებში. მუხლთაშორისები მოკლეა, იწყება ფოთლის ფირფიტის სიხუტუქუტე. ყველა ქსოვილი კარგავს ტურგორის უნარს, ეცემა მცენარის წინააღმდეგობა ჩაწოლისა და ქარის მიმართ. მოსავალი მცირდება.

მაგნიუმის ნაკლებობის გარეგნული ნიშნები. ფოთლის შეფერვა, ჩვეულებრივთან შედარებით, უფრო ღია ხდება. ეს გამოწვეულია ქლოროფილის მცირე რაოდენობით წარმოქმნასთან ან მის ნაწილობრივ დაშლასთან. მწვანე ფერის შეცვლა ყვითლისაკენ ფოთლის კიდეებსა და ძარღვთაშორისებში იწყება. ძარღვებს შორის ჩნდება სხვადასხვა ფერის ლაქები. მცენარის განვითარება ნელდება.

რკინის ნაკლებობის გარეგნული ნიშნები. მცენარის ზედა იარუსში ახალგაზრდა ფოთლები ქლოროზირებული ხდება, ხოლო ძველი ფოთლები დამახასიათებელ მწვანე შეფერვას ინარჩუნებენ. რკინით ხანგრძლივი შემშილი ახალგაზრდა ფოთლების კიდეებზე ქსოვილის კვდომას იწვევს, ნაზარდები კი ხმება. რკინის ნაკლებობისადმი მაღალი მგრძობიარობით გამოირჩევა ხილ-კენკროვანი კულტურები: ვაშლი, მსხალი, ქლიავი, ატამი, ვაზი და სხვ.

ბორის ნაკლებობის გარეგნული ნიშნები. აღინიშნება კენწეროს კვირტებისა და წვრილი ფესვების კვდომა. ძლიერდება გვერდითი ტოტების ჯერ ზრდა, შემდეგ — ხმობა, კენწეროს ფოთლების ქლოროზი. მცირდება ყვავილობა, ზოგჯერ მცენარე სულ არ ყვავილობს და მოსავალი მკვეთრად ეცემა. ნაყოფის ფორმა დარღვეულია, რბილობში ვხვდებით გამერქნებულ ქსოვილებს. ბორის ნაკლებობა უფრო ხშირად ვლინდება ხეხილოვან კულტურებში, შაქრისა და საკვებ ჭარხალში, მზესუმზირასა და სხვა მცენარეებში.

სპილენძის ნაკლებობის გარეგნული ნიშნები. ახალგაზრდა ფოთლები ქლოროზირებული ხდება და კარგავს ტურგორის უნარს, იწყებს ჭკნობას და ხმება. ფერხდება აღერება და ნელდება თესლის წარმოქმნა. სპილენძით შემშილი მეტად გავრცელებულია მთელი რიგი კულტურების შემთხვევაში, როგორცაა ქერი, ხორბალი, ჭვავი, შვრია, მსხალი, ვაშლი, ციტრუსები, ქლიავი.

მანგანუმის ნაკლებობის გარეგნული ნიშნები. ფოთლის ძარღვთაშორის ჩნდება ქლოროზი, წარმოიქმნება წვრილი ლაქები, რომელიც განიცდის კვდომას. მარცვლოვან მცენარეებს ქლოროზის გაჩენა და

ქსოვილების კვდომა ეწყებათ ფოთლის ქვედა ნაწილზე, რაც იწვევს ფოთლის გადატეხას. მაგნიუმის ნაკლებობით უფრო ხშირად ზიანდება შვრია. ჭარხალი, ბარდა, ლობიო, ატამი, ქლიავი, ლიმონი, მანდარინი, ფორთხალი. ალუბალი, ვაშლი და სხვ.

თუთიის ნაკლებობის გარეგნული ნიშნები. აღინიშნება ფოთლების გაყვითლება. პარკოსანი მცენარეების ფესვებზე კოჭრები სუსტად ვითარდება, ჩნდება ქლოროზი; დამახასიათებელია ფოთლის ფირფიტის სუსტი ზრდა. მათი კიდების სიხუჭუჭე, მცენარის სუსტი ზრდა. სპილენძის ნაკლებობის მიმართ ძალზე მგრძობიარეა პარკოსნები, ციტრუსები. ყვავილოვანი კომბოსტო, პომიდორი.

მრავალი მცენარის ზრდა-განვითარებაზე უარყოფითად მოქმედებს ნიადაგის მჟავანობა. მცენარის კვებაზე ნიადაგის მჟავანობის გავლენის შესახებ მსჯელობა შესაძლებელია ცალკეული ორგანოების გარეგნული ნიშნების მიხედვით.

საკვები ელემენტების ნაკლებობისა და სიჭარბის მიმართ ყველა მცენარე ერთნაირი მგრძობიარობის არ არის. მცენარეები, რომლებიც მეტად მორძობიარეა ცალკეული საკვები ელემენტების ნაკლებობის ან სიჭარბის მიმართ, მცენარე ინდიკატორს უწოდებენ. ინდიკატორ მცენარეებად მიჩნეულია: აზოტის მიმართ — კარტოფილი, კომბოსტო. ფოსფორის მიმართ — კარტოფილი, სიმინდი, პომიდორი, ტურნეფსი, თაღამურა. კალციუმის მიმართ — ჭარხალი, კარტოფილი, ლობიო, იონჯა. მაგნიუმის მიმართ — კარტოფილი, ვაშლი, შავი მოცხარი. რკინის მიმართ — ვაშლი, ყოლო და სხვ. ბორის მიმართ — შაქრის ჭარხალი, მზესუმზირა, სელი. სპილენძის მიმართ — ქერი, ხორბალი, შვრია, ვაშლი, მსხალი. თუთიის მიმართ — ლობიო, სოიო, სიმინდი, ვაშლი, მსხალი, ციტრუსები. მოლიბდენის მიმართ — ყვავილოვანი კომბოსტო, ციტრუსები, იონჯა.

მცენარის კვებისას ნივთიერებათა ცვლის დარღვევა, გარდა ცალკეული საკვები ელემენტების ნაკლებობისა, შეიძლება გამოიწვიოს მათმა სიჭარბემ. მაგალითად, როცა ნიადაგში ჭარბადაა ალუმინი ან მანგანუმი. ან ორივე ერთად, რასაც ხშირად ვხვდებით მაღალი მჟავიანობის ნიადაგებზე; აღინიშნება ფოსფორით შიმშილის გარეგანი ნიშნები. თუ მანგანუმი ჭარბობს ალუმინის შემცველობას, მაშინ ქლოროზის ნიშნები ვლინდება. ორივე შემთხვევაში მცენარე სუსტად იზრდება და მოსავალი ეცემა.

ნიადაგში საკვები ელემენტების ჭარბი შემცველობის გამოსავლენად ინდიკატურ მცენარეებად მიჩნეულია: მაგნიუმის მიმართ — კომბოსტო და იონჯა; ალუმინის მიმართ — სიმინდი; ქლორის მიმართ — კარტოფილი, თამბაქო; ბორის მიმართ — ბამბა, ვაზი, კარტოფილი.

ქიმიური დიაგნოსტიკა. მცენარის მინერალური კვების დიაგნოსტიკისათვის მნიშვნელობა აქვს არა მარტო გარეგან ნიშნებზე დაკვირვებას, არამედ მცენარის ქიმიურ ანალიზს.

ქიმიური ანალიზი შეიძლება ჩატარდეს მცენარის სხედასხვა ორგანოში, მათ შორის ყველაზე სრულყოფილ პასუხს იძლევა ფოთლის ანალიზი. ანალიზისათვის ფოთლის შერჩევას დიდი მნიშვნელობა აქვს. იგი უნდა ავიღოთ მცენარის გეოგრაფიული მხარეების გათვალისწინებით, ანალიზის პროგრამიდან გამომდინარე, ერთნაირი ასაკის, ახალგაზრდა ან ზრდადამთავრებული, ან ორივე ცალ-ცალკე. ფოთლის ნიმუშების აღება უმჯობესია დილის ან საღამოს საათებში და კარგ ამინდში.

ფოთლის ანალიზის შედეგების შესამოწმებლად მიზანშეწონილია, ფოთლის ნიმუშების აღების პარალელურად იმავე მცენარის ქვეშ ნიადაგის სახნავი ფენის ნიმუშის აღება და მასში მცენარისათვის მისაწვდომი საკვები ნივთიერებების განსაზღვრა.

სწორად აღებული ფოთლის ნიმუშების ქიმიური შედგენილობა უფრო სრულფასოვნად ასახავს მცენარის კვების პირობებს, ვიდრე მცენარის ყველა ორგანოს მთლიანი ანალიზი.

მცენარის მინერალური კვების ელემენტების ნაკლებობის შესწავლა ქიმიური ანალიზის გამოყენებით ტარდება: ფოთოლში ან მის წვენიში; ყუნწის გადანაპერში ან ყუნწის ძარღვსა და ნახარდის გამონაწურში. ფოთოლში საზღვრავენ არაორგანულ (სარეზერვო) ნაერთებს ან ცალკეული საკვები ელემენტების საერთო შემცველობას, ამ მეთოდს ფოთლის დიაგნოსტიკას უწოდებენ.

არაორგანული ნაერთების განსაზღვრისათვის იღებენ ფოთლის ან მისი ცალკეული ნაწილების, ყუნწის, ძარღვის გამონაწურს ან წვენს. გამხსნელად 2% ძმრის მჟავას, ხოლო შესადარებლად აცეტატურ ბუფერულ ხსნარს იყენებენ. საანალიზო მასალიდან მღებავი ნივთიერებების შთანთქმისათვის აქტივირებულ ნახშირს უმატებენ.

საანალიზო ნივთიერებას ათავსებენ სინჯარაში, სადაც მოთავსებულია შესაბამისი რეაქტივები. მიღებულ ფერს ადარებენ სტანდარტულ შკალას და ადგენენ ამა თუ იმ ელემენტით მცენარის უზრუნველყოფის დონეს.

მცენარის მინერალური კვების დიაგნოსტიკის მეთოდი მცენარის ქიმიური შედგენილობის მიხედვით, როგორც ჩვენს ქვეყანაში, ისე უცხოეთში შემდგომ სრულყოფას განიცდის.

მცენარის დიაგნოსტიკის ხერხებიდან ყველაზე მარტივი, იოლად შესასრულებელი და საიმედოა ფოთლის ყუნწისა და ძარღვის გამონაწურში ცალკეული საკვები ელემენტების განსაზღვრა მაგნიკის მინდვრის ლაბორატორიის გამოყენებით, ასევე უშუალოდ მცენარეზე,

ფოთლის ამონაქერში საკვები ელემენტების განსაზღვრა ცერლინგის ხელსაწყო O_n-2 -ით, ხოლო მცენარის მოთხოვნილების განსაზღვრა აზოტის მიმართ დავითიანის ხელსაწყოთი.

მცენარის ზრდა-განვითარება კარგად მიმდინარეობს მაშინ, როცა ფოთოლში საკვები ნივთიერებების კონცენტრაცია ნორმალურია.

ფოთოლში საკვები ნივთიერებების კონცენტრაცია გარკვეულ ფარგლებში ცვალებადობს, მაგრამ განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ქვედა ზღვარს, რომელსაც კრიტიკულ დონეს უწოდებენ. როცა მცენარის ფოთოლში საკვები ელემენტების შემცველობის ქვედა ზღვარი (გრადაცია) კრიტიკულზე დაბალია და რაც აღრე იწყება იგი, მით უფრო მეტი სიძლიერით მცირდება მოსავალი. ამავე დროს, ერთი და იგივე ჭიშის მცენარის საკვები ელემენტებით უზრუნველყოფის დონე, მისი ზრდა-განვითარების ფაზების მიხედვით, მკვეთრად იცვლება. ამიტომ მათი ნაკლებობის თავიდან ასაცილებლად, მოსავლის გეგმიური დონის შესანარჩუნებლად უმჯობესია მცენარეთა გამოკვება აღრეულ ფაზაში ჩატარდეს.

ფოთლის ქიმიური ანალიზი საშუალებას იძლევა კონტროლი გავუწიოთ მცენარის კვებას განვითარების ფაზების მიხედვით. ამ ანალიზის საფუძველზე შეიძლება სასუქის გამოყენების სისტემის დაზუსტება და გამოკვების უფრო ეფექტურად ჩატარება. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს იმ მცენარეთა კვების კონტროლს, რომლებიც ნიადაგის ნაყოფიერების მიმართ მაღალი მომთხოვნიანია. ქიმიურ დიაგნოსტიკას წარმატებით იყენებენ, როგორც ერთწლიანი, ისე მრავალწლიანი მცენარეების, განსაკუთრებით ხილ-კენკროვანი და ციტრუსოვანი მცენარეების მიმართ.

ფ ე ს ვ გ ა რ ე შ ე კ ვ ე ბ ი ს წ ე ს ი თ დ ი ა გ ნ ო ს ტ ი კ ა. თუ დადგენილია მცენარისათვის საკვები ელემენტის ნაკლებობის დიაგნოზი, მაშინ შესაძლებელია საკვები ელემენტების სხვადასხვა ხსნარებით მიწისზედა ნაწილების შესხურება და იმ ელემენტის დადგენა, რომელიც აკლია მცენარეს. შემდეგ ნათეს ნარგავში ამ ელემენტის შემცველი სასუქის გამოყენება, მცენარის ფოთლებზე საკვები ხსნარის შესხურებით ან ქსოვილებში ინექციის გზით.

მცენარეზე შესხურებული საკვები ხსნარების მოქმედება, მათი გამოყენებიდან 5 — 10 დღის შემდეგ ვლინდება. ამ მიზნით გამოიყენება მაკრო და მიკრო ელემენტების შემცველი სასუქები, მაგრამ მათი კონცენტრაცია მაღალი არ უნდა იყოს.

მცენარის კვების პირობების სრული გამოვლინებისა და სასუქების ეფექტური გამოყენებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს დიაგნოსტიკას მცენარის განვითარების ფაზების მიხედვით, ასევე ნიადაგის ანალიზის შედეგებს.

ნიადაგის ქიმიური მელიორაციის მეთოდები

მოკირიანება და მოთაბაშირება

ჩვენს ქვეყანაში დიდი ფართობი უკავია მკავე და ტუტე ბიცობ ნიადაგებს. მკავე ნიადაგებში დიდი რაოდენობითაა წყალბადისა და ალუმინის შთანთქმული იონები, ხოლო ტუტე ნიადაგებში — ნატრიუმი. ისინი აუარესებენ ამ ნიადაგების ფიზიკურ, ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებს, მათ ნაყოფიერებას. ამ ნიადაგების თვისებების გასაუმჯობესებლად აგროტექნიკურ კომპლექსში აუცილებელია ქიმიური მელიორაციის ჩატარება — მოკირიანება და მოთაბაშირება. ქიმიური მელიორაციის საფუძველია შთანთქმული კათიონების შედგენილობის შეცვლა, ძირითადად ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსში კალციუმის იონების შეყვანის გზით.

მკავე ნიადაგების განეიტრალება და მათი ნაყოფიერების ამაღლების ძირითადი საშუალება მოკირიანებაა, ხოლო ტუტიანობის შემცირებისა — მოთაბაშირება.

მკავე ნიადაგების მოკირიანება

მოკირიანების ქვეშ იგულისხმება ნიადაგში კირის (CaCO_3 , CaO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$), დოლომიტის $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, ან კირის შემცველი სხვა სასუქის შეტანა, რაც უზრუნველყოფს ნიადაგის მკავე რეაქციის განეიტრალებას და მისი ნაყოფიერების გაუმჯობესებას.

სოფლის მეურნეობაში კირიანი სასუქების გამოყენებას დიდი ხნის ისტორია აქვს. ინგლისში კირიან სასუქებს 2000 წლის წინათ იყენებდნენ, გერმანიაში — XII საუკუნიდან, რუსეთში — XIX საუკუნის პირველ ნახევარში, საქართველოში კი — XIX საუკუნის ბოლოს დაიწყეს.

ადრე ცნობილი არ იყო ნიადაგზე კირის მოქმედების ბუნება. იგი ნაკელის შემცველ სასუქად მიაჩნდათ, ამიტომ ზოგ ქვეყანაში იყენებდნენ კირის დიდ რაოდენობას, ან მიმართავდნენ მცირე ნორმებით ხშირად შეტანას, რასაც ხშირად უარყოფითი შედეგი მოსდევდა — მოსავალი თანდათანობით მცირდებოდა. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ კირის გავლენით ძლიერდება ორგანული ნივთიერების მინერალიზაცია, ამიტომ კირის გამოყენებისას დაშვებული შეცდომების გამოსწორებას წლები სჭირდება.

მკავე ნიადაგების ნაყოფიერების ამაღლების საქმეში მოკირიანება დიდი მნიშვნელობის აგროლონისძიებაა, იგი ყველა კულტურის (გარდა

ჩიხია) მოსავლის გადიდება იწვევს. მაგრამ ნიადაგში დიდი რაოდენობით შეტანილი კირიანი სასუქი იწვევს ნიადაგის გამოფიტვას. ასე მოხდა ინგლისში. გერმანიაში. ამ ქვეყნებში ხშირმა მოკირიანებამ. მაღალი ნორმით მისმა გამოყენებამ ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირება გამოიწვია. ამის გამო ხალხში შეიქმნა თქმულება „მოკირიანება ამდიდრებს მამებს და აღარიბებს შვილებს“.

კირიანი სასუქების გამოყენებისადმი სწორი მიდგომა შულცს ეკუთვნის. მან კირში ჰჰოვა მჟავე (ფუძეებით ლარიბი) ნიადაგების ნაყოფიერების აღდგენის გზა. იგი მოკირიანებულ ნიადაგებზე იყენებდა ფოსფორიან და კალიუმიან სასუქებს, შემდეგ აზოტის დამაგროვებელ პარკოსან მცენარეებს თესავდა და მაღალ მოსავალს ღებულობდა. ახლა ეს ცნობილი ღონისძიებაა, მაგრამ მაშინ (1855—1881 წწ.) ამ საკითხის გადაწყვეტაში ის დიდ წინააღმდეგობას წააწყდა. მტკიცე ნებისყოფამ და ხანგრძლივმა სამეურნეო ცდებმა მას საშუალება მისცა დაემტკიცებინა ის, რის გადაწყვეტაზე ორი თაობა (ბუსენგო, ჰელრიგელი) იღწვოდა.

მეფისდროინდელ რუსეთში მჟავე ნიადაგების მოკირიანების შესწავლა პირველად მ. პავლოვმა დაიწყო. მის წიგნში „სამიწათმოქმედო ქიმია“ (1825 წ.) და „სოფლის მეურნეობის კურსი“ (1837 წ.) საკმაოდ არის გაშუქებული ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესების მიზნით კირიანი სასუქების გამოყენების წესი. ი. სტებუტის დისერტაცია „ნიადაგის მოკირიანება“ ეძღვნება მოკირიანების უდიდეს მნიშვნელობას კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გადიდებისათვის.

კირის გამოყენების შესახებ პირველი მინდვრის ცდების ჩატარება დაკავშირებულია ცნობილი მეცნიერის დ. მენდელეევის სახელთან (1867—1869 წწ.). მის მიერ 1872 წელს გამოქვეყნებულ მეცნიერულ შრომებში აღნიშნული იყო მოკირიანების დიდი ეფექტი მთელი რიგი კულტურების მაღალი და მყარი მოსავლის მისაღებად.

შემდგომში ამ მიმართებით დიდი მოცულობის მეცნიერული გამოკვლევები ჩაატარეს ა. ენგელგარტმა, პ. კოსტიჩევმა, პ. კოსოვიჩმა, კ. გედროიცმა, დ. პრიანიშნიკოვმა, ა. სოკოლოვმა, კ. კედროვ-ზიხმანმა და სხვა მეცნიერებმა.

საქართველოში ნიადაგის მოკირიანების მეცნიერულ შესწავლას საფუძველი ჩაუყარა ცნობილმა აგრონომმა ე. ნაკაშიძემ (1888 წ.), ხოლო მოტიკილიანება გლეხთა ინიციატივით დაიწყო. მისი პირველი ინიციატორი იყო გეგუჰკორის რაიონის სოფ. ნამიკოლაოს მკვიდრი უთა (ივანე) გვილავა — 1900 წელს მან ტკილის გამოყენებით სიმინდის უხვი მოსავალი მიიღო.

საქართველოში გავრცელებული მჟავე ნიადაგების მოკირიანების

თეორია და პრაქტიკა დამუშავებულია ი. სარიშვილის, გ. გოძიაშვილისა და სხვა მეცნიერების მიერ. ამ საქმეში ჯერ კიდევ აღრე დიდი როლი შეასრულა რწყვის დანერგვამ დასავლეთ საქართველოში ნ. ნიკოლაძის ინიციატივით.

ჩვენი ქვეყნის სახელმწიფო აგროქიმიური სამსახურის მონაცემებით, 50 მლნ. ჰა-ზე მეტი სახნავი მიწა და 13 მლნ-მდე მდელი, მაღალი მკვანობით ხასიათდება (pH 5,5-ზე ნაკლები). მათი ნაყოფიერების ამაღლებისათვის მოკირიანება აუცილებელი აგროტექნიკური ღონისძიებაა.

დიდი სიფრთხილით უნდა მოვეყილოთ მოკირიანებას სუბტროპიკულ ზონაში. არ უნდა დაუშვათ ისეთი ნიადაგების მოკირიანება, სადაც შესაძლებელია ჩაის პლანტაციის გაშენება.

სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებისა და ნიადაგის მიკროორგანიზმების დამოკიდებულება ნიადაგის რეაქციისა და მოკირიანებისადმი

კულტურულ მცენარეთა უმრავლესობა, ასევე ნიადაგის მიკროორგანიზმები, უკეთ ვითარდება ნეიტრალურ ან სუსტ მკვანე რეაქციის პირობებში — pH 6 — 7. ტუტე, ასევე მკვანე რეაქცია მათზე უარყოფითად მოქმედებს. ამავე დროს, სხვადასხვა მცენარე სხვადასხვანაირად მოკიდებულებას ამქლავნებს არეს რეაქციისადმი და გააჩნია pH-ის არაერთნაირი ინტერვალი. (ცხრ. 27).

ცხრილი 27. მცენარეთა დამოკიდებულება არეს რეაქციისადმი

მცენარე	pH-ის ინტერვალი	მცენარე	pH-ის ინტერვალი
ხორბალი საშემოდგომო	6,3—7,5	კიტრი	6,4—7,5
ხორბალი საგაზაფხულო	6,0—7,3	კარტოფილი	4,5—6,3
სიმინდი	6,0—7,5	კომბოსტო	7,0—7,4
ლობიო	6,4—7,1	ხახვი	6,4—7,5
სოია	6,5—7,5	გერანი	6,5—7,5
შაქრის ჭარხალი	7,2—8,0	თამბაქო	4,0—7,5
ბამბა	6,5—7,3	ჩაის ბუჩქი	4,0—5,0
შესუშუზირა	6,0—6,8	ციტრუსები	5,5—7,5
პომიდორი	5,0—8,0		

არეს რეაქციისა და მოკირიანების მიმართ დამოკიდებულების მიხედვით მცენარეები რამდენიმე ჯგუფად იყოფა: 1. მკვანობის მიმართ მეტად მგრძობიარე: ბამბა, შაქრის, სუფრისა და საკვები ჭარხალი, ესპარცეტი, იონჯა, კომბოსტო და სხვ. ეს მცენარეები კარგად ხარობენ მხოლოდ ნეიტრალური და სუსტი ტუტე რეაქციის პირობებში (pH 7—

8). ისინი დადებითად რეაგირებენ მოკირიანების მიმართ იმ შემთხვევაშიც კი, როცა ნიადაგი სუსტი მჟავეა; 2. მაღალი მჟავიანობის მიმართ მგრძნობიარენი: ჭვავი, ხორბალი, სიმინდი, ლობიო, სოია, საკვები პარკოსნები, სამყურა, მზესუმზირა, კიტრი, ხახვი და სხვ. ეს მცენარეები კარგად იზრდებიან სუსტ მჟავე ან ნეიტრალური რეაქციის (pH 6—7) პირობებში. ამიტომ ამ კულტურების მიმართ ნიადაგის მოკირიანება მაღალ ეფექტს იძლევა არა მარტო ძლიერ მჟავე, არამედ საშუალო მჟავე ნიადაგებზეც. 3. მაღალი მჟავიანობის მიმართ სუსტად მგრძნობიარე: ციტრუსები, ტუნგი, დაფნა, ქერი, ტიმოთელა, პომიდორი, ბლოკი, სტაფილო და სხვ. ეს კულტურები დამაკმაყოფილებლად განვითარდება ნიადაგის არეს რეაქციის ფართო ინტერვალში — მჟავე ან სუსტ მჟავე რეაქციამდე (pH 4,5—7,5), მაგრამ მათი ზრდისათვის ყველაზე ხელსაყრელია სუსტი მჟავე და სუსტი ტუტე რეაქცია (pH 5,5—7,5). სრული ნორმით მოკირიანებისას ისინი დადებითად რეაგირებენ ძლიერ მჟავე და საშუალოდ მჟავე ნიადაგებზე. ეს აიხსნება არა მარტო მჟავიანობის შემცირებით, არამედ ნიადაგის საკვები ნივთიერებების მობილიზაციით, აზოტითა და ნაცრის ელემენტებით მცენარის კვების გაუმჯობესებით; 4. სელი და კარტოფილი მოკირიანებას საჭიროებს მხოლოდ ძლიერ მჟავე ნიადაგებზე. კარტოფილი ნაკლებად მგრძნობიარეა მჟავე რეაქციის მიმართ, ამიტომ კარგად იზრდება მჟავე ნიადაგებზე. სელისათვის ვიწროა ოპტიმალური რეაქციის ინტერვალი იგი ვერ იტანს მაღალ მჟავიანობას, ასევე ტუტეანობასაც. სელისათვის საუკეთესოა pH 5,5—6. კირიანი სასუქის მაღალი ნორმით გამოყენებამ, არეს რეაქციის განეიტრალებამ შეიძლება კარტოფილისა და სელის მოსავლის შემცირება გამოიწვიოს და გაუარესდეს მათი ხარისხი. ამას იწვევს არა არეს რეაქციის განეიტრალებით გამოწვეული პირდაპირი მოქმედება, არამედ ბორის მისაწვდომი ფორმის შემცველობის შემცირება; ნიადაგის ხსნარში კალციუმის იონის ჭარბი შემცველობისას მცირდება მცენარეში სხვა კათიონების, სახელობრ, მაგნიუმისა და კალციუმის შეღწევა. 5. ჩაის ბუჩქი, ლურჯი და ყვითელი ხანჭკოლა კარგად ხარობს მჟავე ნიადაგებზე. მათთვის ოპტიმალურია pH 4,0—5,0. ისინი ვერ იტანენ სუსტ მჟავე, ნეიტრალურ და ტუტე რეაქციას. ისინი მგრძნობიარე არიან წყალხსნადი კალციუმის იონების მიმართ ნიადაგის ხსნარში. ამიტომ ისინი მოკირიანებას არ საჭიროებენ. ამავე დროს, მაგნიუმის შემცველი კირიანი სასუქების (დოლომიტი და სხვ.) მცირე ნორმების გამოყენება — მიკრომოკირიანება, ამ მცენარეთა მოსავლის გადიდებას იწვევს.

მჟავიანობისადმი მგრძნობიარობისა და კირზე მოთხოვნილების მიხედვით, განსხვავდება არა მარტო სხვადასხვა მცენარეები, არამედ ერთი და იგივე სახეობის მცენარეთა სხვადასხვა ჯიშები. მაგალითად, სამ-

ხრეთული წარმოშობის ჯიშები, რომლებიც ჩამოყალიბებულია ნეიტრალური რეაქციის ნიადაგებზე, ვერ იტანენ მჟავე რეაქციას. ამიტომ ისინი მოკირიანებას საჭიროებენ, ხოლო ჩრდილოეთის მჟავე რეაქციის პირობებში წარმოშობილი ჯიშები ვერ იტანენ არეს რეაქციის არა მჟავე მიმართულებით შეცვლას და მოკირიანებას არ საჭიროებენ.

ნიადაგის მჟავე რეაქცია მრავალმხრივ გავლენას ახდენს მცენარეზე:

1. ნიადაგის ხსნარის მაღალი მჟავიანობა ფესვის ზრდასა და დატოტვას აუარესებს. უარყოფითად მოქმედებს ფესვის უჯრედის პლაზმის ფიზიკურ-ქიმიურ მდგომარეობაზე, ფესვის გამტარუნარიანობაზე, აფერხებს მცენარის მიერ ნიადაგისა და სასუქის საკვები ნივთიერებების გამოყენებას.

2. ხსნარის მაღალი მჟავიანობის პირობებში წყალბადის იონი ჰარბი რაოდენობით აღწევს მცენარის უჯრედებში, იწვევს უჯრედის წვენიის გამჟავებას. არეს მჟავიანობის ხარისხთან დაკავშირებით შესაძლებელია უჯრედის წვენი იმ დონემდე გამჟავება, როცა მცენარეში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესები ფერხდება.

8. მჟავე რეაქციის პირობებში მცენარეში ცილოვანი ნივთიერებების სინთეზი ნელდება. ცილებისა და საერთო აზოტის შემცველობა მცირდება, ხოლო არაცილოვანი აზოტისა — იზრდება. მონოშაქრების გარდაქმნა უფრო რთულ ორგანულ ნაერთებად — ფერხდება.

4. წყალბადის იონის მაღალ კონცენტრაციას მცენარეზე აქვს როგორც პირდაპირი, ისე არაპირდაპირი უარყოფითი გავლენა. მაგალითად, წყალბადი ნიადაგის ჰუმუსიდან აძევებს კალციუმს, ზრდის მის დისპერსიულობასა და მოძრაობას ნიადაგში.

ნიადაგის მინერალური კოლოიდების წყალბადით გაჯერება კოლოიდების თანდათან დაშლას იწვევს. ამით აიხსნება მჟავე ნიადაგებში კოლოიდური ფრაქციის მცირე შემცველობა. გარდა ამისა, მცენარისათვის სასარგებლო მიკრობიოლოგიური პროცესები მჟავე ნიადაგებში შეზღუდულია, მცენარის კვებისათვის მისაწვდომი საკვები ნივთიერებების წარმოქმნა სუსტად მიმდინარეობს.

გარდა მცენარისა, ნიადაგის მიკროორგანიზმების დამოკიდებულებაც რეაქციისადმი ერთნაირი არ არის. ობის სოკოები ვითარდება მჟავე ან ძლიერ მჟავე (pH 3—6) არეს რეაქციის დროს, ბაქტერიების განვითარება საუკეთესოდ მიმდინარეობს სუსტი მჟავე, ნეიტრალური და სუსტი ტუტე რეაქციის პირობებში — pH 6—8.

სოკოთა შორის ბევრი პარაზიტია, ზოგიერთი კულტურული მცენარის სპეციფიკურ დაავადებას იწვევს. მიწათმოქმედებისათვის ნიადაგის ბაქტერიები უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე სოკოები. ამავე დროს ნიტრიფიკატორების, ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები აზოტოფიქსატორების, პარკოსნების კოქრის ბაქტერიების ცხოველმყოფელობისათ-

ვის უკეთესია ნეიტრალური რეაქცია (pH 6.5 — 7.5). სუსტი მჟავიანობის პირობებში მათი ცხოველმოქმედება ფერხდება, ხოლო მჟავე რეაქციის პირობებში (pH 4—4.5) მათი უმრავლესობა არ ვითარდება. ამიტომ მჟავე ნიადაგებში ძლიერ ფერხდება ან სრულიად წყდება ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაცია; შეფერხებულია აგრეთვე ნიტრიფიკაციის პროცესი და ორგანული ნივთიერების მინერალიზაცია. რის შედეგად მცენარის აზოტით კვების პირობები მკვეთრად უარესდება.

მჟავე ნიადაგებში ფოსფორის მოძრავი ფორმები რკინისა და ალუმინის ერთნახევარი ჟანგეულებით იბოჭება, წარმოიქმნება ძნელად ხსნადი ფოსფატები, ფოსფორის ორგანული ნაერთების მინერალიზაცია მიმდინარეობს ნაკლები ინტენსივობით, რის გამოც მცენარის ფოსფორით უზრუნველყოფა უარესდება.

მაღალი მჟავიანობის უარყოფითი გავლენა მცენარეზე იმაშიც გამოიხატება, რომ ნიადაგში მატულობს ალუმინისა და მანგანუმის ხსნადობა. მათი შემცველობის გადიდება ნიადაგის ხსნარში მცენარისათვის უფრო უარყოფითია, ვიდრე თვით წყალბადის იონის სიჭარბე.

დადგენილია, რომ რიგი მცენარისათვის ალუმინის უარყოფითი მოქმედება ვლინდება მაშინ, როცა მისი შემცველობა 1 ლიტრ ხსნარში 2 მგ-ს აღემატება. თუ მისი კონცენტრაცია უფრო მაღალია, მაშინ მოსავალი მკვეთრად ეცემა, აღინიშნება მცენარის დაღუპვა. ალუმინის სიჭარბე მკვეთრ გავლენას ახდენს პირველ რიგში ფესვზე, ფესვი უხეში ხდება, სიღრმეში არ ვრცელდება, მასზე ბუსუსები მცირე რაოდენობით წარმოიქმნება და სხვ.

მცენარეში ალუმინისა და მანგანუმის ჰარბი რაოდენობით შედწევა იწვევს ნახშირწყლების, აზოტოვანი და ფოსფოროვანი ნაერთების ცვლის დარღვევას, რის გავლენითაც მცირდება რეპროდუქტიული ორგანოების განვითარება, ხოლო ვეგეტაციური ორგანოების მიმართ ნაკლებად იგრძნობა.

ალუმინისა და მანგანუმის ხსნადი ფორმების მიმართ მცენარე უფრო მგრძობიარეა ზრდის პირველ პერიოდში, ასევე გამოზამთრებისას. მათი მაღალი შემცველობის მარცვლოვანი და პარკოსანი მცენარეების ყინვისადმი გამძლეობა მცირდება.

მოძრავი ალუმინის მაღალ კონცენტრაციას ზიანის გარეშე მხოლოდ ზოგიერთი მცენარე იტანს, მათ შორის ჩაი.

ნიადაგის მჟავე რეაქციასა და მოძრავი ალუმინის შემცველობას შორის მცენარის მგრძობიარობის მიმართ მყარი პარალელიზმი ყოველთვის არა ვლინდება. ზოგიერთი მცენარე (სიმინდი) ცუდად იტანს ნიადაგის მჟავიანობას, მაგრამ ალუმინის მიმართ გამძლეა. ზოგიერთი მცენარე მჟავე ნიადაგზე კარგად იზრდება (სელი), მაგრამ ალუმინს ვერ იტანს, ხოლო ჩაი მოითხოვს მჟავე რეაქციას, ამავე დროს იტანს ალუმინსაც. ალუ-

მინის მოძრავი ფორმების მიმართ სხვადასხვა მცენარის არაერთგვაროვანი მგრძობიარობა დაკავშირებულია ფესვებში ალუმინის დამაგრების მცენარეთა სხვადასხვანაირ უნარზე. ალუმინის მიმართ მგრძობიარე მცენარეს უნარი აქვს ფესვებში ალუმინის ფიქსირების. რის გავლენითაც ის ვერ აღწევს ზრდის წერტილებსა და გენერაციულ ორგანოებში.

ხშირ შემთხვევაში მინდერის პირობებში გაძნელებულია ხსნარში ალუმინისა და მანგანუმის მოძრავი ფორმების, ასევე მცენარეზე წყალბადის იონების უარყოფითი მოქმედების გარჩევა, მაგრამ ნიადაგში ალუმინისა და მანგანუმის ხსნადი ფორმების მაღალი შემცველობისას ნიადაგის მაღალი მჟავიანობის უარყოფითი მოქმედება მცენარეზე უფრო ძლიერ ვლინდება.

ნიადაგის მაღალი მჟავიანობის გავლენა მცენარეზე მარტო რეაქციის მიმართ მცენარის დამოკიდებულებასთან არ არის დაკავშირებული. იგი დაკავშირებულია ასევე ნიადაგის ხსნარში კათიონების შედგენილობასა და კონცენტრაციაზე; ნიადაგში საკვები ნივთიერებების შემცველობასა და სხვა თვისებებზე. ნიადაგში კალციუმის მაღალი კონცენტრაციის პირობებში მცენარის ფესვში მცირდება წყალბადისა და ალუმინის იონების შეღწევა, ამით მცენარეზე მათი უარყოფითი გავლენა არსებითად მცირდება.

მცენარეზე ნიადაგის მაღალი მჟავიანობის უარყოფითი მოქმედების შემსუბუქებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის ფოსფორით უზრუნველყოფას. ფოსფორიანი სასუქის სისტემატური გამოყენება ნიადაგში მოძრავი რკინისა და ალუმინის შემცველობის შემცირებას იწვევს, რადგანაც ფოსფორის მჟავასთან ურთიერთქმედების შედეგად ისინი ძნელად ხსნად ნაერთებში გადადიან. მცენარეში ფოსფორის შემცველობასაც აქვს დიდი მნიშვნელობა, რადგანაც მისი გავლენით მცირდება წყალბადისა და ალუმინის იონების ტოქსიკურობა. ეს იმით აიხსნება, რომ ფოსფორით კარგად უზრუნველყოფის პირობებში მეტი ალუმინი ფიქსირდება ფესვში და არ გადაინაცვლებს იგი ზრდის წერტილებსა და გენერაციულ ორგანოებში. გარდა ამისა, ფოსფორი დადებითად მოქმედებს ფესვის ზრდაზე (განსაკუთრებით მაშინ, როცა ნიადაგი ღარიბია ფოსფორით), ნახშირწყლებისა და აზოტის ცვლაზე მცენარეში, გენერაციული ორგანოების ჩასახვავზე, რითაც ანელებს ან ანეიტრალებს ხსნარში წყალბადის, ალუმინისა და მანგანუმის იონების მაღალი კონცენტრაციის უარყოფით მოქმედებას. მცენარის მაღალი მგრძობიარობა ნიადაგის მჟავიანობის, ხსნარში ალუმინისა და მანგანუმის იონების მაღალი კონცენტრაციის მიმართ, ზრდის დასაწყისში, ფოსფორის სუსტი შეთვისებით არის გამოწვეული. ამ პერიოდში ფოსფორიანი სასუქის შეტანა ნიადაგში აღნიშნულ ხარვეზს უვნებელყოფს.

ნიადაგში ძირითადი საკვები ელემენტების: აზოტის, ფოსფორის, კა-

ლიუმის ნაკლებობისას მცენარის ზრდაზე და მოსავლიანობაზე მაღალი მჟავიანობის უარყოფითი მოქმედება გაძლიერებულია. ამ ელემენტებით უზრუნველყოფის შემთხვევაში — ნელდება.

მაღალი მჟავიანობა უარყოფითად მოქმედებს მჟავიანობის მიმართ მგრძობიარე მცენარეებზე მათი საკვები ელემენტებით კარგად უზრუნველყოფის შემთხვევაშიაც. მაგრამ მოსავალი განსაკუთრებით ძლიერ ეცემა მაშინ, როცა ნიადაგში საკვები ელემენტები მცირეა. აქედან გამომდინარე ნიადაგის მჟავიანობის უარყოფითი მოქმედება მცენარეზე შეიძლება შემცირდეს ან გაიზარდოს ცალკეულ ფაქტორთან დაკავშირებით.

გარემო პირობების ცვალებადობასთან დაკავშირებით სხვადასხვა მცენარის ოპტიმალური რეაქციის ინტერვალი შეიძლება შეიცვალოს. ამავე დროს ცალკეულ მცენარეთა დამოკიდებულება, მათი მგრძობიარობა ნიადაგის მჟავიანობის მიმართ უცვლელი რჩება.

უმეტეს მცენარის მიმართ მაღალი მჟავიანობა ავლენს ძლიერ, უარყოფით, პირდაპირ და არაპირდაპირ მოქმედებას. მჟავე ნიადაგებზე მაღალი და მყარი მოსავლის მისაღებად გამოყენებული სასუქების ეფექტურობის ასამაღლებლად აუცილებელია ჭარბი მჟავიანობის თავიდან აცილება მოკირიანებით.

პირის გავლენა ნიადაგის თვისებებზე, პირის ურთიერთქმედება ნიადაგთან

მაღალი ტემპერატურისა და დიდი რაოდენობით ატმოსფერული ნალექების გავლენით, აგრეთვე ნიადაგწარმოქმნელი სხვა ფაქტორების მოქმედებით ნიადაგის მშთანქმელი კომპლექსიდან შეიძლება გამოძევდეს კალციუმი, მაგნიუმი, ნატრიუმი, კალრიუმი და სხვა კათიონები, ხოლო მათი ადგილი დაიკავოს წყალბადისა და ალუმინის იონებმა. ე. ი. ფუძეებით მაძლარი არამჟავე ნიადაგებისაგან მივიღოთ ფუძეებით ლარიბი — მჟავე ნიადაგები.

ნიადაგის მჟავიანობას ზრდის ფიზიოლოგიურად მჟავე სასუქების სისტემატური გამოყენება.

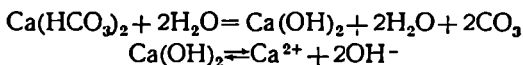
მჟავე ნიადაგები ლარიბია ჰუმუსით, საკვები ნივთიერებებით, დიდი რაოდენობით შეიცავს წყალბადისა და ალუმინის იონებს, ცუდი აქვთ ფიზიკური თვისება. ყოველივე ეს აფერხებს მთელი რიგი მცენარეებისა და მიკროორგანიზმების, განსაკუთრებით ბაქტერიების განვითარებას. ასეთი ნიადაგების მოკირიანება აუცილებელი აგროტექნიკური ღონისძიებაა.

მოკირიანების გავლენით ნიადაგში მეტად რთული და მრავალმხრივი ცვლილებები მიმდინარეობს.

კირქვა: CaCO_3 სუფთა წყალში პრაქტიკულად არ იხსნება. ნახშირ-მჟავას შემცველ წყალში მისი ხსნადობა 60-ჯერ იზრდება. ამიტომ ნიადაგში შეტანილი CaCO_3 , ნიადაგის ხსნარში არსებული ნახშირმჟავას გავლენით, თანდათანობით ბიკარბონატად გარდაიქმნება. იგი წყალში ხსნადია.

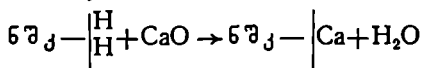
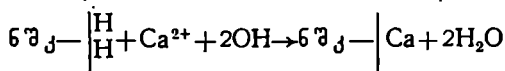
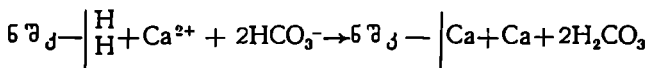


კალციუმის ბიკარბონატი დისოცირდება Ca^{2+} და 2HCO_3^- იონებად და ნაწილობრივ ჰიდროლიზი ხდება.



კალციუმის ბიკარბონატის შემცველ ნიადაგის ხსნარში Ca^{2+} და OH^- იონების კონცენტრაცია იზრდება. ამიტომ მოკირიანებით ნიადაგის ორგანული მჟავები ნეიტრალდება.

მოკირიანება ასევე იწვევს ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსიდან წყალბადის იონების გამოძევებას და კალციუმის იონით მის შენაცვლებას:



ამ რეაქციის გავლენით, შთანთქმით კომპლექსში იზრდება კალციუმის იონების შემცველობა და მჟავიანობა ნეიტრალდება.

კალციუმის კარბონატის ანალოგიურია მაგნიუმის კარბონატის გარდაქმნა და ნიადაგის მჟავიანობაზე მოქმედება.

კირიანი სასუქი ანეიტრალებს შთანთქმის კომპლექსში არსებულ წყალბადის იონს, ნიადაგში არსებულ თავისუფალ ჰუმუსოვან და სხვა ორგანულ მჟავებს, ასევე ნიტრიფიკაციის პროცესში წარმოქმნილ აზოტის მჟავას, ამცირებს მოძრავი ალუმინის შემცველობას, ზრდის ფუძეებით მაძრობის ხარისხს, აღადგენს ნიადაგის ხსნარის ფიზიოლოგიურ წონასწორობას.

კირიანი სასუქის სრული ნორმით გამოყენება ნიადაგში ანეიტრალებს აქტუალურ და გაცვლით მჟავიანობას, მნიშვნელოვნად ამცირებს ჰიდროლიზურ მჟავიანობას.

ნიადაგის რეაქციაზე კირის მოქმედება დამოკიდებულია კირიანი სასუქის ფორმასა და ნორმაზე (ცხრ. 28).

ც რ ი ლ ი 28. კირიანი ხასუქის ნორმების გავლენა ნიადაგის თვისებებზე
(სასუქებისა და აგრონიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის მონაცემები)

მაჩვენებლები	კირის ნორმა კიდროლოზური მეჯეიანობის მიხედვით				
	0	1/3	2/3	1	2
pH წყლის გამონაწერში	4,4	5,0	5,8	6,5	6,9
კიდროლოზური მეჯეიანობა, მგ-ექვ. 100 გ ნიადაგზე	5,5	3,4	1,9	1,1	0,6
ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი, %	47,3	65,3	82,2	89,7	95,6
შთანთქმული კალციუმის შემცველობა, მგ-ექვ. 100 გ ნიადაგზე	4,4	4,8	5,6	6,0	7,6
წყალხსნადი კალციუმი, მგ 100 გ ნიადაგზე	23	30	35	40	48

რაც მეტია კირის ნორმა, მით ძლიერად მცირდება მეჯეიანობა და იზრდება ნიადაგის ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი.

მოკირიანების მნიშვნელობა მარტო ნიადაგის მეჯეიანობის შემცირებისა და ფუძეებით მაძღრობის ხარისხის ამაღლებით როდი გამოიხატება. იგი მრავალმხრივ გავლენას ახდენს ნიადაგის სხვა თვისებებზეც.

მოკირიანება ხელს უწყობს მეჯეიანობისადმი უარყოფითად მგრძნობიარე მცენარეთა ზრდას და მოსავლიანობას, ასევე ნიადაგის სასარგებლო მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობას.

კირის შედგენილობაში შემავალი კალციუმი ნიადაგის კოლოიდების კოაგულაციას იწვევს, რის შედეგად ნიადაგის ფიზიკური თვისებები უმჯობესდება. ნიადაგი სტრუქტურული ხდება, წყალგამტარობა და ჰაერაცია მატულობს. ნიადაგის ბმულობა და ფესვის წინააღმდეგობა მცირდება, რის გავლენითაც მძიმე ნიადაგის დამუშავება იოლდება, ფართობის ერთეულზე ნაკლები საწვავი იხარჯება.

მოკირიანება იწვევს ალუმინის, რკინის, მანგანუმის მოძრავი ფორმების შემცირებას ნიადაგში. ისინი ძნელაღსნად ფორმაში გადადიან, ამიტომ ვერ აღწევენ მცენარეში, რითაც მცენარეზე მათი უარყოფითი მოქმედება ეცემა.

მოკირიანებულ ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები აზოტფიქსატორი და კოყრის ბაქტერიების ცხოველმყოფელობა მატულობს, ამ პირობებში იზრდება ნიადაგის აზოტით მომარაგება ატმოსფეროს აზოტის ხარჯზე. უმჯობესდება ნიტრიფიკატორების მოქმედება, აზოტის ორგანული ნაერთების მინერალიზაცია ძლიერდება. რის შედეგად ჯერ ამონიაკი და შემდეგ ნიტრატები წარმოიქმნება. ამით უმჯობესდება მცენარის აზოტით

კვების პირობები. ეს პროცესი უფრო გაძლიერებულია მოკირიანების ჩატარების პირველ წლებში.

მოკირიანება მაინც მიკროორგანიზმების შემცირებას იწვევს ნიადაგში. ასევე ამცირებს მცენარეთა დაავადებებს. ამავე დროს კირის მაღალი ნორმით გამოყენებას შეუძლია, არა მარტო სასარგებლო, არამედ მაინც მიკროორგანიზმების განვითარების გაძლიერება და მცენარეთა დაავადების გამოწვევა.

მოკირიანებით ნიადაგში ძლიერდება ფოსფორის მობილიზაცია, მცენარის ფოსფორით კვების პირობები უმჯობესდება. ეს დაკავშირებულია ორგანული ფოსფატების დამშლელი ბაქტერიების ცხოველმყოფელობისათვის სასარგებლო პირობების შექმნასთან, ასევე რკინისა და ალუმინის ძნელადხსნადი ფოსფატების კალციუმის ფოსფატში გადასვლასთან. ეს პროცესი მოკირიანების ჩატარებიდან თანდათანობით მატულობს და მრავალ წელს, ზოგჯერ 24 წლის მანძილზე გრძელდება.

მოკირიანება იწვევს ძნელადხსნადი მინერალების კალიუმის მოძრავ ფორმაში გადაყვანას. ამავე დროს, კალიუმისა და კალციუმის იონების ანტაგონიზმიდან გამომდინარე, მცენარეში კალიუმის შემცველობა არ მატულობს.

მოკირიანება დადებით გავლენას ახდენს მკავე ნიადაგში მიკროელემენტების მოძრაობაზე და მცენარეში მათ შეღწევადობაზე. მაგალითად, მოლიბდენი მოძრავ ფორმაში გადადის, მცენარე მას უკეთ იყენებს. ბორი და მანგანუმი პირიქით, ნაკლებად მისაღწევი ხდება მცენარისათვის. ამიტომ, მოკირიანებულ ნიადაგებზე ამ ელემენტთა დეფიციტი ჩნდება. ამ შემთხვევაში მოკირიანების მაღალი ეფექტი ბორიანი სასუქის გამოყენების გარეშე არ მიიღება.

კირიანი სასუქი იწვევს ნიადაგის კალციუმით გამდიდრებას, ზოგიერთი მათგანი, მაგალითად, დოლომიტი-მაგნიუმითაც.

უმეტეს ნიადაგებში კალციუმი და მაგნიუმი სრულიად საკმარისია მცენარისათვის (ცხრ. 29).

საერთო კალციუმი უმეტეს ნიადაგებში მნიშვნელოვნად მეტია, ვიდრე მაგნიუმი, წითელმიწებსა და სუბტროპიკულ ეწერებში — პირი-

ც ხ რ ი 29. სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში კალციუმისა და მაგნიუმის შემცველობა (%).

ელემენტი	კორდიანი ეწერი	ტყის რუხი	შავმიწები	წითელმიწები	რუხი ნიადაგები	სუბტროპიკული ეწერი
Ca	0,73	0,90	1,44	0,51	6,04	0,52
Mg	0,50	0,70	0,90	1,29	1,45	0,88

ქით. ნიადაგში კალციუმი და მაგნიუმი ძირითადად ძნელადხსნადი მინერალური ნაერთების: კარბონატების, სილიკატების, სულფატების, ფოსფატებისა და ალუმოსილიკატების სახითაა. გარდა ამისა ისინი ნიადაგის შთანთქმით კომპლექსში იმყოფებიან და მათი უმნიშვნელო რაოდენობა იმყოფება წყალხსნადი ნაერთების (ნიტრატები, ქლორიდები, ბიკარბონატები) სახით. ისინი წარმოიქმნება ნიადაგიდან ხსნარში შთანთქმული კალციუმისა და მაგნიუმის გამოქვევით, ასევე სილიკატებისა და ალუმოსილიკატების დაშლისას და კარბონატების გახსნის დროს. ამ ელემენტებით მცენარის კვების ძირითადი წყარო გაცვლითად შთანთქმული კალციუმი და მაგნიუმი.

კალციუმისა და მაგნიუმის მნიშვნელობა მცენარის კვებისათვის

კალციუმი. იგი აუცილებელია მცენარის მიწისქვეშა და მიწის ზედა ორგანოების ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის. როცა ნიადაგში კალციუმი მცირეა, ხოლო ერთვალენტოვანი კათიონები H^+ , Na^+ , K^+ ან ორვალენტოვანი Mg დიდი რაოდენობითაა, მაშინ ხსნარის ფიზიოლოგიური წონასწორობა ირღვევა. ამის გამო პირველ რიგში მცენარის ფესვი კნინდება. ფესვის ზრდა სუსტდება, არ წარმოიქმნება გვერდითი ფესვები და ფესვის ბუსუსები, ისინი მუქი ფერის ხდებიან. ფესვის განაპირა უჯრედები, რადგანაც უშუალო კონტაქტშია საკვებ ხსნართან, იშლება. ამის მიზეზია ფესვში შეღწეული პექტინოვანი ნივთიერებებისა და კალციუმის ლიპოიდების უკმარისობა, ამიტომ ფესვი ლორწოვანია და უსტრუქტურო მასად იქცევა, მცენარის მიერ საკვების შთანთქმა ფერხდება.

საკვებ ხსნარში კალციუმის შეყვანით ხსნარის ფიზიოლოგიური წონასწორობის აღდგენა ხდება. კალციუმი ძლიერი ანტაგონისტია H^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} და სხვა კათიონების მიმართ, კალციუმი აფერხებს ამ ელემენტების მცენარეში ჰარბი რაოდენობით შეღწევას.

ნიადაგში და მცენარეში კალციუმის მცირე რაოდენობით შემცველობისას ფერხდება არა მარტო ფესვის ზრდა, არამედ მიწისზედა ნაწილისაც.

მიიჩნევენ, რომ მცენარეში კალციუმის როლი დაკავშირებულია ფოტოსინთეზთან, თუმცა ქლოროფილის მარცვლები კალციუმს არ შეიცავს. მაგრამ მწვანე მცენარე ყოველთვის უფრო მდიდარია კალციუმით, ვიდრე სოკოები.

კალციუმის სიმცირისას ფოთლის ზრდა შეფერხებულია. ფოთოლზე ღია ყვითელი ლაქები ჩნდება, შემდეგ ფოთლების ცვენა იწყება. ძველი ფოთოლი მეტ კალციუმს შეიცავს, ვიდრე ახალი. ეს იმით არის გამო-

წვეული, რომ კალციუმის რეუტილიზაცია არ ხდება მცენარეში, ამიტომ ფოთლის ასაკის მატებასთან ერთად მასში კალციუმის შემცველობა მატულობს.

კალციუმი დიდ გავლენას ახდენს მცენარეში ნივთიერებათა ცვლაზე — აძლიერებს მას. დიდ როლს ასრულებს მცენარეში ნახშირწყლების გადანაცვლებაში, მოქმედებს აზოტოვანი ნივთიერებების გარდაქმნაზე. თესლის გაღვივებისას აჩქარებს სამარაგო ცილოვანი ნივთიერებების დაშლას. გარდა ამისა კალციუმს არსებითი მნიშვნელობა აქვს უჯრედის გარისის შენებისათვის, ასევე მცენარეში მჟავურტუტური წონასწორობის ხელსაყრელი პირობების შექმნაში.

მცენარეში კალციუმს ვხვდებით: პექტინის მჟავას მარილების, სულფატის, კარბონატის, ფოსფატისა და მჟაუნმჟავა კალციუმის სახით. მცენარეში არსებული კალციუმის 20—65% წყალხსნადია, დანარჩენი რაოდენობა სუსტი კონცენტრაციის ძმარმჟავამ და მარილმჟავამ შეიძლება გამოაძევეს მცენარიდან.

მცენარეში კალციუმის შეღწევა გაძლიერებულია მაშინ, როცა აქტიური ზრდა მიმდინარეობს. ნიადაგში ნიტრატული აზოტის შემცველობისას მცენარეში კალციუმის შეღწევადობა იზრდება, ხოლო ამონიაკური აზოტის შემთხვევაში — მცირდება. აქ ვლინდება Ca^{2+} და NH_4^+ იონებს შორის ანტაგონიზმის მოვლენა. მცენარეში კალციუმის შეღწევას ასევე წინ აღუდგება წყალბადი და სხვა კათიონები, როცა მათი კონცენტრაცია ხსნარში მაღალია.

კალციუმის გამოყენების მიხედვით მცენარეები მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისაგან.

ნიადაგიდან კალციუმი დიდი რაოდენობით გამოაქვს კომბოსტოს, იონჯას, სამყურას, მცირე — ჩაის, ციტრუსებს. ამ კულტურებისათვის დამახასიათებელია ნიადაგის ძლიერ მჟავე რეაქციისადმი უარყოფითი დამოკიდებულება.

ყოველთვის არ ემთხვევა ერთმანეთს მცენარეთა მიერ კალციუმის გამოყენება და მათი დამოკიდებულება ნიადაგის მჟავიანობის მიმართ. მაგალითად, ყველა მარცლოვანი პურეულები შედარებით მცირე რაოდენობით იყენებს კალციუმს, მაგრამ მჟავე რეაქციის მიმართ განსხვავებულ დამოკიდებულებას იჩენს: ჭვავი და შერია კარგად იტანს მჟავე რეაქციას; ქერი და ზორბალი — ცუდად. კარტოფილი და ხანჭკოლა ძლიერ მჟავე რეაქციის მიმართ უარყოფით დამოკიდებულებას არ ავლენს, მაგრამ კალციუმს დიდი რაოდენობით შთანთქავს.

მაგნიუმისაგან განსხვავებით, კალციუმი ფოთლებსა და ღეროში ბევრია, თესლში — მცირე. ამიტომ მცენარის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილი კალციუმის დიდი ნაწილი ნაკელთან ერთად უბრუნდება ნიადაგს.

ნიადაგში კალციუმის შემცველობის შემცირება იმდენად არ ხდება

ამ ელემენტის მოსავლის მიერ გამოტანით, რამდენადაც მისი ჩარეცხვის შედეგად.

მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობის, ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის, მცენარის სახეობის, კირიანი და მინერალური სასუქის ნორმისა და ფორმის გამოყენებასთან დაკავშირებით, გამო-რეცხვის შედეგად, ნიადაგის სახნავი ფენიდან კალციუმის დანაკარგი დიდ დიაპაზონში ცვალებადობს. ზოგჯერ ათეული კილოგრამია, ზოგჯერ კი 400—500 კგ/ჰა შეადგენს CaO -ზე გადაანგარიშებით. ფიზიოლოგიურად მყავე სასუქების მაღალი ნორმით გამოყენებით, ამ ელემენტის დანაკარგი ძლიერდება.

კალციუმით ღარიბ მყავე ნიადაგებზე ზოგიერთი კულტურებისათვის (კომბოსტო, იონჯა, სამყურა და სხვ.) საჭიროა კირიანი სასუქის შეტანა არა მარტო ნიადაგის რეაქციის გასაწესებლად, არამედ მათი კალციუმით კვების პირობების გასაუმჯობესებლად.

მაგნიუმი. ეს ელემენტი შედის ქლოროფილის მოლეკულის შედგენილობაში. იგი ფოტოსინთეზის პროცესში მონაწილეობს. ამავე დროს მცენარეში არსებული მაგნიუმის საერთო რაოდენობიდან ქლოროფილში მცირე ნაწილია. დაახლოებით 10%-მდე. გარდა ქლოროფილისა, მაგნიუმი არის პექტინოვან ნივთიერებებსა და ფიტინში, უმეტესად მცენარის თესლში გროვდება.

მაგნიუმი. ეს როგორც ფოსფორი, ძირითადად მცენარის მზარდ ნაწილებსა და თესლშია. კალციუმისაგან განსხვავებით მაგნიუმი მცენარეში მოძრავია. მისი გადანაცვლება ხდება ძველი ფოთლებიდან ახალში. ყვავილობის შემდეგ მაგნიუმი ფოთლიდან თესლში ინაცვლებს, აქ კონცენტრირდება ჩანასახში. მაგნიუმის სიმცირე მკვეთრად ვლინდება მარცვლისა და ტუბერების მოსავალზე, ნაკლებად — ჩალისა და ფოთლებისაზე.

მაგნიუმი მცენარის მრავალი სასიცოცხლო პროცესის მსვლელობაში ლებულობს მონაწილეობას: მცენარეში ფოსფორის გადაადგილებაში; ზოგიერთ ფერმენტს (ფოსფატაზა) აქტიურებს; ნახშირწყლების წარმოქმნას აჩქარებს; უჯრედში ჟანგვა-აღდგენის პროცესის მსვლელობაზე მოქმედებს. მაგნიუმით კარგად უზრუნველყოფა ხელს უწყობს მცენარეში აღდგენითი პროცესების მსვლელობას, რის გავლენითაც მცენარეში დიდი რაოდენობით აღდგენილი ორგანული ნაერთები — ეთერზეთები, ცხიმები და სხვა გროვდება. მაგნიუმის სიმცირისას — პირიქით, ჟანგვის პროცესი ძლიერდება, ფერმენტი პეროქსიდაზის აქტივობა ძლიერდება, მცენარეში ინვერტული შაქრებისა და ასკორბინის მყავას შემცველობა მცირდება.

მაგნიუმს სხვადასხვა მცენარე სხვადასხვა რაოდენობით იყენებს. მაღალი მოსავლის პირობებში მცენარეთა მიერ პექტარზე MgO 10—

80 მგ გამოიყენება. დიდი რაოდენობით მაგნიუმს შთანთქავს კარტოფილი, შაქრისა და საკვები ჭარხალი, თამბაქო, პარკოსანი ბალახები და სხვ.

მაგნიუმით განსაკუთრებით ღარიბია მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის მჟავე ნიადაგები. მჟავე ნიადაგებზე მაგნიუმის შემცველი კირიანი სასუქების გამოყენება მოსავლიანობის გადიდებას იწვევს.

მჟავე ნიადაგების მოკირიანება ძლიერ მოქმედი აგროტექნიკური ხერხია. იგი მცენარის კვების პირობებს აუმჯობესებს აზოტითა და ნაცრის ელემენტებით — ფოსფორით, კალიუმით, კალციუმით, მაგნიუმითა და მოლიბდენით. მოკირიანებულ ნიადაგზე მცენარის კვების პირობების გაუმჯობესება იმითაც აიხსნება, რომ მცენარე ძლიერ ფესვთა სისტემას ივითარებს, რითაც ნიადაგიდან და სასუქიდან საკვებს მეტი რაოდენობით ითვისებს.

მოკირიანების ეფექტურობა

სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა უმეტესობა, რომლებიც მჟავე ნიადაგებზეა გავრცელებული, მოკირიანების მიმართ დადებითად რეაგირებს. იწვევს მცენარეთა მოსავლიანობის გადიდებას.

ჩვენი ქვეყნის სხვადასხვა რაიონებში არაერთნაირი ხარისხის მჟავე ნიადაგებზე წარმოებული მრავალი მინდვრის ცდა იმაზე მიგვანიშნებს, რომ კირიანი სასუქი, მისი შეტანის პირველსავე წელს, კულტურათა მოსავლის მატებას იძლევა შემდეგ ფარგლებში (ც/ჰა):

საგაზაფხულო ხორბალი, ქერი, ჭვავი, შვრია	2—5
საშემოდგომო ხორბალი	3—7
სუფრის ჭარხალი და კომბოსტო	30—80
საკვები ჭარხალი და საკვები კომბოსტო	30—100
კარტოფილი	5—30
სამყურა (თივა)	8—15

საქართველოში წარმოებულ ცდებში წითელმიწა ნიადაგებზე, კირიანი სასუქის გავლენით, სიმინდის მარცვლის მოსავალი ჰექტარზე 4,6 ც, ხოლო კირთან ერთად, სრული მინერალური სასუქის გამოყენებით, 19,4 ც-ით გაიზარდა.

მრავლადაა მონაცემები სუბტროპიკულ ეწერ და წითელმიწა ნიადაგებზე, მოკირიანების დადებითი გავლენის შესახებ ციტრუსების ბაღში (ამ საკითხზე საუბარი გვექნება ციტრუსების განოყიერების განხილვის დროს). ჩაის კულტურაზე წარმოებულ ცდებში მართო კირიანი სასუქის გამოყენებამ ფოთლის მოსავლის გადიდების ტენდენცია გამოავლინა, მაგრამ მინერალურ სასუქთან ერთად, გაცვლითი წყავიანობის მიხედვით, კირიანი სასუქის გამოყენებამ მოსავალი შეამცირა. ვინაიდან ჩაის ნარგავობაში ქიმიზაცია ინტენსიურია, ამიტომ ამ კულტურის მოკი-

რიანება საჭირო არ არის. ამავე დროს ხანგრძლივად განოყიერებულ (ძველი პლანტაცია) ნაკვეთებზე მიკრომოკირიანება, განსაკუთრებით მაგნიუმის შემცველი კირიანი სასუქებით, ეფექტური ღონისძიებაა.

კირიანი სასუქის ეფექტი დამოკიდებულია: ნიადაგის მკაფიანობის ხარისხზე: წარმოებული კულტურის კირისადმი დამოკიდებულებაზე; კირიანი სასუქის ფორმასა და ნორმაზე.

რაც მეტად მკაფია ნიადაგი, მით კირიანი სასუქის ნორმა მეტია საჭირო მაღალი მოსავლის მისაღებად. ამიტომ კირიანი სასუქის მაღალი ეფექტი მეტად ძლიერ მკაფე ნიადაგზე ვლინდება, საშუალოდ და სუსტად მკაფე ნიადაგთან შედარებით. მოკირიანება აუმჯობესებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავლის ხარისხს, განსაკუთრებით მაგნიუმის შემცველი კირიანი სასუქების გამოყენებისას. მოსავლის ხარისხი კიდევ უფრო უმჯობესდება მაშინ, თუ მოკირიანებასთან ერთად ბორიან სასუქსაც შევიტანთ.

მოკირიანების გავლენით ძირხვენებში შაქრები იზრდება, თესლში ცილები და ცხიმები მატულობს. ბალახებსა და ძირხვენებში კაროტინი და ასკორბინის მკაფე მეტი რაოდენობით გროვდება და სხვ.

ნიადაგში მოკირიანებით გამოწვეული ცვლილებები ხანგრძლივი დროის მანძილზე გრძელდება. ეს პერიოდი 7—8 მინდვრის თესლბრუნვაში ტოლია ორი როტაციის—14—16 წელი. ყოველი ტონა კირიანი სასუქი საშუალო და ძლიერ მკაფე ნიადაგებზე იძლევა ყველა კულტურათა მოსავლის ნამატს, მარცვალზე გადაანგარიშებით: შეიდ მინდვრიან თესლბრუნვაში ერთი როტაციის დროს—6—8 და ორი როტაციის დროს—12—15 ც/ჰა. კირის დადებითი გავლენის ხანგრძლივობა დაკავშირებულია შეტანილი კირის ნორმასთან, ამაზე მიგვანიშნებს დოლოგოპრულის საცდელი სადგურის მონაცემები (ცხრ. 30).

ცხრილი 30. კირის ნორმების გავლენა ოთხმინდვრიან თესლბრუნვაში ერთი როტაციის დროს შერეის, სამურასა და სამემოდგომო ქვების ნამატ მოსავალზე (%)

CaCO ₃ , ტ/ჰა	ჰიდროლიზური მკაფიანობის მაჩვენებელი	როტაცია			
		I	II	III	IV
2,25	0,3	6	8	0	0
4,5	0,6	4	19	9	22
9,0	1,2	10	25	23	30

კირიანი სასუქი წყალში ძნელად იხსნება, ამიტომ ნიადაგთან ნელურთიერთმოქმედებას აქვს ადგილი. ამითაა გამოწვეული, ნიადაგში ხელსაყრელი რეაქცია სწრაფად რომ არ მყარდება. აქედან გამომდინარე, კირის დადებითი მოქმედება თანდათანობით ვლინდება და მისი

ეფექტი დროთა განმავლობაში მატულობს. მისი სრული მოქმედება კირიანი სასუქის შეტანიდან მეორე, მესამე წელს ვლინდება.

მეავე ნიადაგებზე 'სასუქების ეფექტურად გამოყენებისათვის მოკირიანება აუცილებელი პირობაა. მეავე ნიადაგებზე მინერალური სასუქები მეავიანობისადმი მგრძნობიარე მცენარეთა მოსავლიანობის არსებით გადიდებას არ იწვევს, ხოლო მოკირიანება ზრდის მინერალური და ორგანული სასუქების ეფექტურობას. ნაკელისა და კირის ერთობლივი გამოყენების მაღალ ეფექტს იწვევს კირის გავლენით ნაკელის ორგანული ნივთიერების დაშლა. იზრდება ნაკელის შედგენილობაში შემავალი საკვები ნივთიერების მცენარის მიერ შესათვისებლობა. ნაკელი კი ნიადაგის თვისებებზე კირის დადებით მოქმედებას აძლიერებს. კირისა და ნაკელის ერთად გამოყენება საშუალებას იძლევა ფართობის ერთეულზე ნაკელის ნორმის ორჯერ შემცირებას. მოსავლიანობის შეუმცირებლად, ე. ი. საშუალება გვეძლევა ნაკელით ორჯერ მეტი ფართობი გავანოყიეროთ და მოსავალი გავადიდოთ.

მინერალურ სასუქთან ერთად კირიანი სასუქის გამოყენებით ნამატი მოსავალი მეტია, ვიდრე მათი ცალ-ცალკე შეტანისას. მოკირიანება განსაკუთრებით ზრდის ფიზიოლოგიურად მეავე სასუქების ეფექტს. ფიზიოლოგიურად მეავე სასუქების სისტემატური გამოყენება იწვევს დაბალი ბუფერობის მქონე მეავე ნიადაგების კიდევ უფრო გამჟავებას. ამიტომ ასეთ ნიადაგებზე მოკირიანების გარეშე ფიზიოლოგიურად მეავე სასუქების გამოყენება, განსაკუთრებით მაღალი მეავიანობის მიმართ მგრძნობიარე კულტურების (ჭარხალი, სიმინდი, ხორბალი, ციტრუსი, დაფნა და სხვ.) მოსავლის თანდათანობით შემცირებას იწვევს.

მეავე ნიადაგების მოკირიანება იწვევს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების არა მარტო მოსავლიანობის გადიდებას, არამედ მაღალ ეკონომიკურ ეფექტსაც. ამაზე მიგვანიშნებს სასუქებისა და აგრონიადაგმცოდნეობის საკავშირო ინსტიტუტის მონაცემები. ამ ცდაში მოკირიანებაზე გაწეული დანახარჯები ანაზღაურებულ იქნა ნამატი მოსავლის ღირებულებით 1—2 წელიწადში, ხოლო ორი როტაციის მანძილზე კირიანი სასუქის სრული ნორმით გამოყენებისას წმინდა შემოსავალმა 486 მან/ჰა შეადგინა, ხოლო ნახევარი ნორმისას — 300,9 მან, ე. ი. 12—15-ჯერ გადაფარა მოკირიანებაზე გაწეული დანახარჯები.

თესლბრუნვაში მოკირიანების ეკონომიკური ეფექტი დამოკიდებულია წარმოებული კულტურების შედგენილობაზე (ცხრ. 31).

წმინდა შემოსავალი და დანახარჯთა ანაზღაურება მაღალია თესლბრუნვაში, სადაც კირიანი სასუქებისადმი ძლიერ მომთხოვნი კულტურები მონაწილეობს.

მრავალი ცდით მიღებული მონაცემებით დადგენილია, რომ ძლიერ და საშუალო მეავე ნიადაგებზე მოკირიანებაზე გაწეული დანახარჯები

ცხრილი 31. თესლბრუნვაში მოკირიანების გამოყენებით წმინდა მოგება
(მ. კორნილოვი)

თესლბრუნვა	ნიადაგის მეაქიანობა	კირის ნორმა ტ/ჰა	მოგება მან/ჰა
8-მინდერაინი	ძლიერი და საშუალო	3,0	254
	სუსტი	2,0	88
6-მინდერაინი	ძლიერი და საშუალო	4,0	349
	სუსტი	3,0	156
7-მინდერაინი მებოსტნეობის	ძლიერი და საშუალო	4,0	971
	სუსტი	3,0	415

ნამატი მოსავლისაგან მიღებული შემოსავლით სწრაფად ნაზღაურდება. მაგალითად, მარცვლოვანებისაგან — 1—3 წელს, საკვები კულტურებისაგან 1 წელზე ნაკლებ დროში, კარტოფილისა და ბოსტნის კულტურებისაგან 3—5-ჯერ მეტად ერთ წელიწადში, ციტრუსების, თამბაქოს, დაფნის, ტუნგის კულტურებისაგან 10—12-ჯერ და მეტად წელიწადში. სუსტად მეავე ნიადაგზე მოკირიანებაზე გაწეული დანახარჯების ანაზღაურების ხანგრძლივობის დრო 1,5-ჯერ მეტია, ვიდრე ძლიერ მეავე ნიადაგზე.

კირიანი სასუქები

კირიანი სასუქებია: კირქვები, დოლომიტი, კირიანი ტუფები, გლავკონიტები, ტილი, ცარცი, დეფეკაციური სასუქი (შაქრის ქარხნის ანარჩენი) ბრძმედის წიდა და მრეწველობის ანარჩენები.

კირიანი სასუქები დაყოფილია სამ ძირითად ჯგუფად: კირის მაგარი ქანები, კირის რბილი ქანები და მრეწველობის კირის შემცველი ანარჩენები.

კირის მაგარი ქანები რომ სასუქად გამოვიყენოთ, ამისათვის საჭიროა მათი დაფქვა. საქმე ისაა, რომ რაც წვრილად არის დაფქული კირი, მით მეტია მისი ნიადაგთან შეხების ზედაპირი, მასთან ურთიერთქმედება და ეფექტი.

კირის მაგარი ქანები ძირითადად შეიცავს CaCO_3 და MgCO_3 -ს, ასევე მინარევს (თიხა, ქვიშა). CaO -სა და MgO -ს შემცველობის მიხედვით ეს ქანები დ. პრიანიშნიკოვის მიერ დაყოფილია: კირქვები, რომელიც შეიცავს 55—56% CaO და 0,9% MgO ; დოლომიტიზირებული კირქვები — 42—55% CaO -სა და 0,9—9%-მდე MgO -ს; დოლომიტი — მასში 30—32% CaO და 18—20% MgO არის.

კირქვები სხვადასხვა ფერისაა. ამზე გავლენას ახდენს კირქვების შედგენილობა და მინარევების (ორგანული ნივთიერება, რკინისა და

მანგანუმის ნაერთები) შემცველობა. ვხვდებით თეთრ, მორუხო, მოყვი-
თალო და მოყავისფრო კირქვებს.

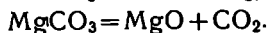
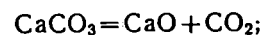
ცარცი კალციუმის კარბონატი. იგი 55% CaO-ს და 0,12—
0,6%-მდე MgO-ს შეიცავს; რბილი ქანია, ადვილად იფუჭება, ამიტომ
მისი ეფექტი მაღალია ნიადაგში შეტანის პირველსავე წელს; აქვს თეთ-
რი ფერი.

დოლომიტი ბუნებაში კირქვების საბადოების სახით მოიპოვება.
ძლიერ წააგავს კირქვას. განსხვავება იმაშია, რომ დოლომიტი გარდა
CaCO₃-ისა, MgCO₃-ს მეტი რაოდენობით შეიცავს. მასში CaCO₃ 54,4%-
ია, MgCO₃ — 45,6%. იგი კირქვასთან შედარებით მაგარია, გარდა ამისა,
MgCO₃ პრაქტიკულად წყალში არ იხსნება, ხოლო სუსტად იხსნება
ნახშირბაქვას შემცველ წყალში.

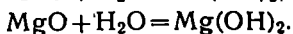
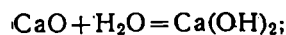
კირის მაგარი ქანები ძირითადი წყაროა კირიანი სასუქების — კირ-
ქვისა და დოლომიტის ფქვილის, ჩამქრალი და გამომწვარი კირის წარმო-
ებისათვის.

კირისა და დოლომიტის ფქვილი. მას ლებულობენ კირქვისა და
დოლომიტის დაქუცმაცებისა და დაფქვის შედეგად. რაც წვრილად
არის დაფქული კირქვა და დოლომიტი, მით მეტია მათი აგრონომი-
ული ეფექტი. არსებული სტანდარტის მიხედვით I კლასის ფქვილი
უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნას: ტენი არა უმეტეს 1,5%-
ისა, დაფქული მასა მთლიანად უნდა გადიოდეს 3 მმ დიამეტრის მქონე
საცერში. 1 მმ-ზე მეტი დიამეტრის ნაწილაკები 5%-ზე მეტი არ უნდა
იყოს, 0,25 მმ-ზე უფრო მსხვილი ნაწილაკები 30%-ს არ უნდა აღემა-
ტებოდეს. მეორე კლასის ფქვილში ტენი არ უნდა აღემატებოდეს
4%-ს. არ უნდა შეიცავდეს 10 მმ-ზე მსხვილ ნაწილაკებს. 5, მმ-ზე მე-
ტი სიმსხოს ნაწილაკები 3%-ზე მეტი არ უნდა იყოს, ხოლო 1 მმ-ის
სიმსხოს ნაწილაკები 20%-ს არ უნდა აღემატებოდეს.

გამომწვარი და ჩამქრალი კირი. კირქვების გამოწვით კალციუმისა
და მაგნიუმის კარბონატები კარგავენ CO₂-ს, იგი ორთქლდება, რჩება
CaO და MgO.



ჩამქრალი კირი, ანუ კალციუმისა და მაგნიუმის ჰიდროქსანი მი-
იღება CaO-ს ან MgO-ს წყალთან მოქმედებით:



გამომწვარი კირის ჩაქრობა შესაძლებელია მინდვრის პირობებში,
მასზე ტენიანი ნიადაგის მიმატებით. ჩამქრალ კირს ლებულობენ კირის

ქარხნებში, ასევე ქლოროვანი კირის წარმოებისას, როგორც ანარჩენს. იგი ხშირად მსხვილ ნაწილაკებს შეიცავს, საჭიროა მათი ჩამოშორება. გამომწვარი და ჩამქრალი კირი უფრო სწრაფად მოქმედი კირიანი სასუქია, ვიდრე CaCO_3 და MgCO_3 . ნიადაგის განეიტრალების უნარით 1 ტ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ტოლია 1,35 ტ CaCO_3 -ის.

კირის შემცველი რბილი ქანები. კირის შემცველი რბილი ქანები წარმოშობილია მტკნარი წყლის კირიანი ნაფენებისაგან, ამით განსხვავდება ისინი მაგარი ქანებისაგან. მაგარი ქანების წარმოშობა დაკავშირებულია ზღვის დანალექ ქანებთან.

კირის შემცველი რბილი ქანების საბადოები მოიპოვება არაშავმიწა ნიადაგების ზონის თითქმის ყველა რესპუბლიკასა და ოლქში. მისი მარაგი ბევრია საქართველოს რესპუბლიკაშიც.

რბილ კირიან სასუქებს მიეკუთვნება: კირიანი ტუფები (ჩანართი კირი), ტკილი, ტორფის ტუფები და დოლომიტის ბუნებრივი ფქვილი. ისინი დაფქვას არ საჭიროებენ, უფრო სწრაფად და ეფექტურად მოქმედებენ ნიადაგსა და მცენარეზე, ვიდრე დაფქული მაგარი ქანები.

კირიანი ტუფები. ეს ქანები შეიცავს 90—98, ზოგჯერ 80—90% CaCO_3 -ს. იშვიათია ისეთი ტუფი, რომელშიც CaCO_3 70%-ზე ნაკლებია. კირიანი ტუფის საბადო გავრცელებულია ტერასების წინა წყალსაცავებთან ახლოს, ჩანართის სახით.

კირიანი ტუფი ფოროვანი, ფხვიერი ნაცრისფერი მასაა, ახასიათებს კარგი ბნევალობა; ზოგჯერ მუქი წითელი ან ყანგის ფერია, ეს დაკავშირებულია მასში რკინის ყანგის ან ორგანული ნივთიერების შემცველობასთან. კირიანი ტუფი ზოგჯერ მსხვილ და მაგარ ნაწილაკებს შეიცავს, მათი ჩამოშორება და დაქუცმაცება აუცილებელია.

ტკილი. შეიცავს 25—50% CaCO_3 -ს, მცირე რაოდენობით MgCO_3 -ს, ასევე ფოსფორს კალიუმსა და მინარევებს. ტკილი თიხანარევი კირია, რადგანაც მასში ნახშირმჟავა კალციუმში არეულია თიხასთან, ზოგჯერ სილასთან. მინარევების შემცველობასთან დაკავშირებით ტკილი შეიძლება იყოს ლურჯი, ნაცრისფერი ან ყანგისფერი. სასუქად სამივე გამოდგება, მაგრამ უმჯობესია ლურჯი და ნაცრისფერი. ტკილი გვხვდება მაგარი და ფხვიერი ქანების სახით. სასუქად გამოსაყენებლად არ არის საჭირო მათი დაფქვა ან გამოწვა. იგი ზამთარში უნდა გავიტანოთ მიწაზე, დავაწყოთ მცირე გროვებად. დროთა განმავლობაში ტენისა და ტემპერატურის ცვლებადობის გავლენით, იგი იშლება და წარმოიქმნება წვრილი და ფხვიერი მასა.

ტკილის ნორმას ადგენენ მასში CaCO_3 -ის შემცველობის მიხედვით. CaCO_3 -ის ექვივალენტური ნორმით გამოყენებული ტკილი ეფექტურობით დაფქულ კირქვას არ ჩამოუვარდება.

ტკილი დასავლეთ საქართველოს თითქმის ყველა რაიონშია (გარდა აჭარის ასსრ) გავრცელებული. სოფლის მეურნეობაში მის გამოყენებას დიდი ხანია მისდევენ.

ტორფის ტუფები. იგი კირით მდიდარი დაბლობის ტორფია, შეიცავს 10—17% CaCO_3 -ს, ძვირფასი ტორფ-კირიანი სასუქია. მის გამოყენებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ორგანული ნივთიერებით ლარიბი მყავე ნიადაგების მოსაყირიანებლად. ამ სასუქის გამოყენება ეკონომიკურად უფრო ეფექტურია საბადოებთან ახლოს მდებარე ნაკვეთებზე.

დოლომიტის ბუნებრივი ფქვილი. მასში CaCO_3 -ისა და MgCO_3 -ის ჯამი CaCO_3 -ზე გადაანგარიშებით 95%-ს აღემატება. იგი წვრილი მექანიკური შედგენილობის ფხვიერი მასაა, ზოგჯერ მასში ქანის მაგარი ნატეხები გვხვდება, რაც უნდა მოვაშოროთ ნიადაგში სასუქად შეტანის წინ. დოლომიტის ბუნებრივი ფქვილი ძვირფასი კირიანი სასუქია, რადგან მასში კალციუმის გარდა არის მაგნიუმიც.

სასუქებისა და აგრონიადაგმცოდნეობის საკავშირო ინსტიტუტის, ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანების, საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტის და სხვ. სამეცნიერო დაწესებულებების ცდებში, ძლიერ მყავე, ფუძეებით ლარიბ ნიადაგებზე კირიანი სასუქები, რომელიც მაგნიუმს შეიცავს (დაფქული დოლომიტი, დოლომიტიანი კირქვები, დოლომიტის ბუნებრივი ფქვილი, დეფეკატი და სხვ.) უფრო ეფექტური აღმოჩნდა, ვიდრე უმაგნიუმო კირიანი სასუქები.

კ. გედროიციისა და ო. კედროვ-ზიხმანის მიერ დადგენილია, რომ უმეტესი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მიმართ მოკირიანების დადებითი გავლენა მთლიანად ვლინდება მაშინ, როცა ნიადაგის ხსნარსა და შთანთქმის კომპლექსში კალციუმისა და მაგნიუმის შეფარდება ხელსაყრელია მცენარისათვის. მცენარეები ვითარდება ამ კათიონების სხვადასხვა შეფარდების შემთხვევაში, მაგრამ მცენარეთა უმეტესი ჯგუფებისათვის საუკეთესო პირობები მაშინაა, როცა კალციუმსა და მაგნიუმს შორის შეფარდება შეადგენს 100:40—80, ე. ი. როდესაც 100 ნაწილ კალციუმზე 40—80 ნაწილი მაგნიუმი მოდის.

ძლიერ მყავე, ფუძეებით ლარიბ კორდიან ეწერებზე, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე შთანთქმული მაგნიუმი ხშირად მცირეა, ამიტომ კალციუმსა და მაგნიუმს შორის შეფარდება დარღვეულია. ამგვარ ნიადაგებზე ისეთი კირიანი სასუქების გამოყენება, რომელიც მარტო კალციუმს შეიცავს, კალციუმსა და მაგნიუმს შორის შეფარდებას მცენარისათვის კიდევ უფრო არახელსაყრელს ხდის. ეს მოვლენა მიზეზია იმისა, რომ ასეთ პირობებში კირიანი სასუქი დაბალ ეფექტს იძლევა, ზოგჯერ უარყოფითადაც მოქმედებს. მაგნიუმის შე-

მცველი კირიანი სასუქის გამოყენება კალციუმსა და მაგნიუმს შორის შეფარდების გაუმჯობესებას იწვევს. ამის გავლენით უმჯობესდება მცენარის ზრდის პირობები და იზრდება მოსავალი. მაგნიუმის შემცველ კირიან სასუქებზე განსაკუთრებით დადებითად რეაგირებს შაქრის, სუფრისა და საკვები ჭარხალი, სტაფილო, სამყურა, იონჯა, სელი, კარტოფილი, სიმინდი, ქერი, ასევე მრავალი სუბტროპიკული კულტურა.

კალციუმის კარბონატის მაღალ შემცველობას სუსტად იტანს სელი, კარტოფილი, ჩიტყეხა და სხვ. მაგნიუმის შემცველი კირიანი სასუქის გამოყენებით კალციუმის კარბონატის უარყოფითი მოქმედება ნეიტრალდება.

კირიან სასუქებს ნაკლებად მოითხოვს ხორბალი, ჭვავი, შვრია, მარცვლეული ბალახები, კომბოსტო, სალათი და სხვა კულტურები.

კირიან სასუქად გამოდგება დეფექციური სასუქი — დეფექატი (შაქრის ჭარხნის ანარჩენი), ფიქალის ნაცარი, მეტალურგიული წილები, კირის ჭარხნის ანარჩენები და სხვ.

აგრონომიული და ეკონომიკური ეფექტურობით მრეწველობის კირიანი ანარჩენები არ ჩამოუვარდება კირის შემცველი მაგარი და რბილი ქანებიდან მიღებულ კირიან სასუქებს.

დეფექციური სასუქი (დეფექციური ტალახი, დეფექატი). შაქრის ჭარხნებთან, მათ შორის აგარის ჭარხანასთანაც (საქ. სსრ), დიდი რაოდენობით გროვდება დეფექატი, როგორც წარმოების ანარჩენი. დეფექატი ძირითადად შეიცავს CaCO_3 -სა და Ca(OH)_2 -ს მინარევის სახით, მცირე რაოდენობით აზოტს, ფოსფორს, კალციუმს და ორგანულ ნივთიერებას. აგარის შაქრის ჭარხნის ანარჩენის შედგენილობა შემდეგი მაჩვენებლებით ხასიათდება (%):

ორგანული ნივთიერება	13,3
მინერალური ნივთიერება,	86,7
აქედან CaO	36,75
MgO	4,45
P_2O_5	0,54
N	0,32
K_2O	0,10

ახალი დეფექატი 40% წყალს შეიცავს. შენახვის პროცესში, ჰაერზე გამოშრობით, წყლის შემცველობა 25—30%-მდე ეცემა, ფხვიერ მასად იქცევა. დეფექატს აქვს კარგი ბნევალობა და მისი შეტანა ნიადაგში იოლია.

სხვადასხვა ქარხნიდან მიღებული დეფექტი საშუალოდ შემდეგი მაჩვენებლებით ხასიათდება (%):

ორგანული ნივთიერება	10—15
მინერალური ნივთიერება	85—90
CaCO ₃	60—70
N	0,2—0,7
P ₂ O ₅	0,2—0,9
K ₂ O	0,3—1,0

დეფექტი კარგი კირიანი სასუქია. იგი გამოიყენება ძლიერ და სუსტ მყავე ნიადაგებზე. მისი ნიადაგში შეტანა მაღალ ეკონომიკურ ეფექტს იძლევა შაქრის ქარხნებთან ახლო მდებარე ისეთ ნაკვეთებზე, რომელთა ჰიდროლიზური მყავიანობა 2 მგ/ექვ. აღემატება 100 გ ნიადაგზე.

ცდებით დადგენილია, რომ დეფექტი და ნახშირმყავა კალციუმი, გამოყენებულია CaO-ს ექვივალენტური რაოდენობით, მაღალ ეფექტს იძლევა მყავე ნიადაგებზე, მაგრამ დეფექტი ჯობს CaCO₃-ს.

ფიქალის ნაცარი. მას ლებულობენ სამრეწველო საწარმოებსა და ელექტროსადგურებში ფიქალის დაწვით: შეიცავს 30—48% CaO-სა და 1,5—3,8% MgO-ს აქვს მანეიტრალიზებელი თვისება. ფიქალის ნაცარი გარდა კალციუმისა და მაგნიუმისა შეიცავს კალიუმს, ნატრიუმს, გოგირდს, ფოსფორსა და ზოგიერთ მიკროელემენტს. ელემენტების სიმრავლე ფიქალის ნაცრის შედგენილობაში განსაზღვრავს მის მაღალ ეფექტს. ფიქალის ნაცარში კალციუმისა და მაგნიუმის ძირითადი ნაწილი წარმოდგენილია ნაკლებადხსნადი სილიკატების ფორმით. ისინი ნაკლებად ხსნადებია, ვიდრე კარბონატები. ამიტომ იგი კალციუმის კარბონატთან შედარებით ნიადაგის მყავიანობას რამდენადმე ამცირებს ნელა და სუსტად. ეს არ არის მისი უარყოფითი მახასიათებელი, ზოგიერთი კულტურისათვის (სელი, კარტოფილი და სხვ.), პირიქით ეს თვისება ხელსაყრელია. მაგალითად, ფიქალის ნაცარი, გამოყენებული მაღალი ნორმით (20 ტ/ჰა), დადებითად მოქმედებს კარტოფილისა და სელის მოსავლიანობაზე. იგი ეფექტით არ ჩამოუვარდება ნახშირმყავა კალციუმს (ცხრ. 32).

ფიქალის ნაცარი მსხვილ საწარმოებში მიიღება. დაწვის წინ ფიქალს ფქვავენ, ამიტომ მას ძალიან წვრილი მექანიკური შედგენილობა აქვს. მ. კორნილოვის მიხედვით, ფიქალის ნაცარი შეიცავს 96% 1 მმ-ზე ნაკლები ზომის ნაწილაკებს, მათ შორის 56% 0,16 მმ-ზე ნაკლები ზომისაა.

ფიქალის ნაცარი მშრალ მდგომარეობაში ძლიერ მტვრიანდება, ხოლო

ცხრილი 32. ფიქალის ნაცრისა და გაჯის შედარებითი ეფექტურობა
 კარტოფილის მოსავლიანობაზე (ც/ჰა)
 (სასუქებისა და აგრონიადაგმცოდნეობის საკავშირო ინსტიტუტის
 მონაცემებით)

ვარიანტი	უსასუქო	NPK
კირის გარეშე	96,2	167,7
ფიქალის ნაცარი	114,0	182,8
გაჯი (ტბის კირი)	83,2	162,7

დატენიანებით იზილება. ეს მისი უარყოფითი თვისებაა. ამიტომ ღია ცის ქვეშ მისი შენახვა და ღია ავტომანქანებით გადაზიდვა არ შეიძლება.

ფიქალის ნაცრის გადასაზიდად და ნიადაგში შესატანად სპეციალურ ტრანსპორტს — ცემენტსაზიდსა და გამფანტველს იყენებენ. ფიქალის ნაცარში ტენი არ უნდა იყოს 5%-ზე ნაკლები და 15%-ზე მეტი.

დაუფქველი ფიქალის დაწვით უხეში ნაცარი მიიღება, იგი მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავს მსხვილ ნაწილაკებს, ამიტომ გამოყენებად საჭიროა მისი გაცრა ან დაფქვა.

ფიქალის ნაცრის ყოველწლიური გამოყენება დაახლოებით 3 მილ. ტ შეადგენს.

დომენის ბრძმედისა და მარტენის წილები მიიღება თუჯისა და ფოლადის გამოდნობისას, როგორც ანარჩენი. მისი შედგენილობა ცვალებადია, მაგალითად; CaO — 30—50%, SiO₂ — 12—37%, Al₂O₃ — 10—15%, MgO — 2—10%, MnO — 0,4—5,6%, P₂O₅ — 0,1—3,5%, R — 0,1—4,5%.

უმეტეს შემთხვევაში წილები წინასწარ დაფქვას საჭიროებს. ზოგიერთი მათგანი შეიძლება დაფქვის გარეშე გამოვიყენოთ.

წილებში კალციუმის დიდი ნაწილი სილიციუმის მქავეს ნაკლებად ხსნადი ნაერთების (CaSiO₃ და CaSiO₄) სახითაა. ამიტომ მათი წვრილად დაფქვა აუცილებელია.

ნიადაგის მკავიანობის განეიტრალების უნარით ძირითადი წილები, რომელშიც CaO-სა და MgO-ს ჯამი 40%-ს აღემატება, ახლოსაა ნახშირმქავე კირთან. წილების ეფექტურობა ხშირად კირის ეფექტურობას ჰარბობს. ეს იმით აიხსნება, რომ წილებში, გარდა კალციუმისა, არის მაგნიუმი, ფოსფორი, მანგანუმი, გოგირდი და სხვ. ელემენტები. გარდა ამისა წიდაში არსებული სილიციუმის მქავე იწვევს მოძრავი ალუმინის შემცირებას, ხელს უწყობს მცენარეში ფოსფორის შეღწევას. მქავე ნიადაგებისათვის წილები ძვირფასი სასუქია.

თეთრი კირის წილა. ეს არის ფოლადის ელექტროდნობის დროს მიღებული ანარჩენი. იგი თეთრი, წვრილი ნაწილაკების მქონე ფხვნილია. მოკირიანებისათვის დაფქვის გარეშე გამოიყენება. იგი შეიცავს: CaO -ს 50—60%, MgO -ს 6—15%, SiO_2 -ს 15—25% ასევე ფოსფორის, მანგანუმის, გოგირდისა და სხვა ელემენტების მცირე რაოდენობას. მასში კალციუმი ძირითადად CaO -ს სახითაა, ამიტომ თეთრი კირის წილა უფრო აქტიურია ვიდრე CaCO_3 . ნეიტრალიზაციის უნარით 1 ტ წილა შეესაბამება 1,2—1,4 ტ კირის ფქვილს.

დოლომიტის მტვერი—მეტალურგიული მრეწველობის ანარჩენი მიღება დოლომიტის გამოწვეთ. დოლომიტის ახალი მტვერი ძირითადად CaO -სა და MgO -ს შეიცავს. შენახვისას ისინი თანდათანობით CaCO_3 -სა და MgCO_3 -ში გადადის. მკაფიანობის განეიტრალების უნარით 1 ტ დოლომიტის მტვერი 1,5 ტ CaCO_3 -ს შეესაბამება. დოლომიტის მტვერი დაფქვას არ საჭიროებს, მაგრამ ნიადაგში შეტანის წინ მსხვილი ნაწილაკები უნდა ჩამოვარდნოთ. დოლომიტის მტვერი, რადგანაც კალციუმთან ერთად მაგნიუმსაც შეიცავს, უფრო ზრდის პარკოსანი მცენარეების, ძირხვენების, სელისა და კარტოფილის მოსავალს, ვიდრე კირიანი სხვა სასუქები, რომლებიც მარტო Ca -ს შეიცავს.

სათეთრებელი კირის ფქვილი ალუმინის მრეწველობის ანარჩენია. იგი შეიცავს: CaO -ს 45—50%; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ -ს 25%; SiO_2 -ს 30%-მდე; Fe_2O_3 -ს 2,9%; MnO -ს 0,04%; Al_2O_3 -ს 3,4%, ასევე მცირე რაოდენობით ფოსფორს, გოგირდსა და ზოგიერთ მიკროელემენტს. მისი მექანიკური შედგენილობა კარგია. 1 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკებს 95%-ზე მეტს შეიცავს, მათ შორის 0,15 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრის ნაწილაკებია დაახლოებით 50%. იგი ეფექტურობით არ ჩამოუვარდება კირის შემცველ სხვა სასუქებს.

კირის ქარხნის ანარჩენები დამწვარი არასასაქონლო სახის მქონე კორ-სა და კირის ფხვნილის ნარევი. მასში სხვადასხვა რაოდენობით შედის ნაღარი. კირს შეიცავს 25—95%-მდე CaCO_3 -ზე გადაანგარიშებით; ხშირად უხეში მექანიკური შედგენილობისაა. ივირი არ არის. რადგანაც წარმოების ანარჩენია. მისი გამოყენება კირიან სასუქად შეიძლება კირის ქარხნებთან ახლო მდებარე მინდვრების გასანოყიერებლად, მექანიკური მინარევების, მსხვილი ნაწილაკების მოცილების შემდეგ.

კირიან სასუქად შეიძლება აგრეთვე ტყავის, სოდის, გაზის, საპნის ქარხნების, ქალადის ფაბრიკისა და მრეწველობის სხვა ანარჩენების გამოყენება, რომლებშიც კალციუმი და მაგნიუმი ყანგის, ჰიდროყანგის, ნახშირის მჟავას ან კაჟმჟავას მარილების სახითაა და არ შეიცავს მცენარისათვის მავნე მინარევებს.

მოკირიანების აუცილებლობის დადგენა

ნიადაგის მოკირიანების აუცილებლობის დადგენის რამდენიმე მეთოდი ცნობილი.

მოკირიანების აუცილებლობა შეიძლება დაეადგინოს ნიადაგის ზოგიერთი გარეგანი ნიშნების მიხედვით. ძლიერ მკვებ ნიადაგებს მოთეთრო-მოლურჯო შეფერვა აქვს. ასეთ ნიადაგებში გაეწრების ჰორიზონტი 10 სმ-ს აღემატება და მკვეთრადაა გამოხატული. ასეთი ნიადაგი საჭიროებს მოკირიანებას.

მოკირიანების აუცილებლობა შეიძლება ასევე დადგინდეს ზოგიერთი კულტურული მცენარის მდგომარეობით ან სარეველა მცენარეების (ბიონდიკატორების გამოყენებით) გავრცელების ხასიათის მიხედვით. მაგალითად, თუ ნაკვეთზე საშემოდგომო ხორბალი, სამყურა, იონჯა და სხვა, მიუხედავად კარგი აგროტექნიკური ღონისძიებებისა, ცუდად იზრდება და ახასიათებს მეჩხერიანობა, ეს მიგვანიშნებს, რომ ნიადაგი მკვება და აუცილებელია მოკირიანება.

ზოგიერთი სარეველა და ველური მცენარე, მაგალითად, გვიძრა, კოკომყავა, შეიტა, მინდვრის სპერგულა, თავცეცხლა, მცოცავი ბაია, მახრჩობელა ქისრიბა, წყლის იელი, ჭილი, და სხვ. თუ ნაკვეთზე დიდი რაოდენობითაა და კარგად იზრდება, ეს იმის მაჩვენებელია, რომ ნიადაგი მკვება, ე. ი. საჭიროებს მოკირიანებას.

მოკირიანების აუცილებლობის დასადგენად უფრო ზუსტია ნიადაგის აგროქიმიური ანალიზი: pH (მარილის გამონაწერი), გაცვლითი მკვებანობისა და ნიადაგის ფუძეებით მადლობის ზარისხის (V%) მაჩვენებლები. ნიადაგი, რომელშიც ჰუმუსის შემცველობა 2—3%-ის, ფარგლებშია, pH კი 4,5-ზე ნაკლებია, მისი კირზე მოთხოვნილება დიდია; როცა pH 4,6 — 5-მდეა — საშუალო; თუ pH 5,1—5,5-ია — სუსტი; ხოლო, როცა pH 5,5-ზე მეტია. მაშინ მოკირიანება არაა საჭირო.

ქლოროვანი კალიუმის გამონაწერში (ან სუსპენზიაში) pH-ის მაჩვენებელი იმაზე მიგვანიშნებს, თუ როგორი მოთხოვნილებისაა ნიადაგი მოკირიანებისადმი (ძლიერი, საშუალო, სუსტი ან არ საჭიროებს).

კირიანი სასუქის შეტანა მაღალ ეფექტს იძლევა ისეთ ნიადაგებზე, რომელიც ძლიერ მოითხოვს მოკირიანებას. ისეთი ნიადაგები, რომელიც მოკირიანებას არ საჭიროებს, კირიანი სასუქის შეტანაზე არ რეაგირებს.

მოკირიანების ჩატარება მაშინაა საჭირო, როდესაც გაცვლითი მკვებანობა 5,5 მგ/ეკვ მეტია 100 გ ნიადაგზე.

ფუძეებით მადლობის ზარისხის მიხედვით ნიადაგებს ყოფენ შემდეგ ჯგუფებად:

1. V — 50 %-ზე ნაკლები — საჭიროებს ძლიერ მოკირიანებას;
2. V — 70 — 80 % — საჭიროებს საშუალო მოკირიანებას;
3. V — 70 — 80 % — საჭიროებს სუსტად მოკირიანებას;
4. V — 80 % და მეტი — არ საჭიროებს მოკირიანებას.

მართალია, მკაფიანობის ხარისხი მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია ნიადაგის მოკირიანების აუცილებლობის დასადგენად, მაგრამ იგი ერთადერთი არაა. მოკირიანების აუცილებლობის დასადგენად ყურადღება უნდა მიექცეს ნიადაგში მოძრავი ალუმინისა და მანგანუმის შემცველობას, ფუძეებით მადლობის ხარისხს და ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობას. ამიტომ მოკირიანების აუცილებლობის დასადგენად, მისი ზუსტი გაანგარიშებისათვის საჭიროა pH-ის, ნიადაგის ფუძეებით მადლობის ხარისხისა (V%) და მექანიკური შედგენილობის ერთდროულად განსაზღვრა (ცხრ. 33).

ცხრილი 33. მოკირიანების აუცილებლობის განსაზღვრა ნიადაგის მკაფიანობისა და ფუძეებით მადლობის ხარისხის მიხედვით (მ. კორნილოვის მიხედვით)

ნიადაგი	კირზე მოთხოვნილება							
	ძლიერი		საშუალო		სუსტი		არ საჭიროებს	
	pH	V%	pH	V%	pH	V%	pH	V%
მძიმე და საშუალო თიხნარი	<5,0	<45	5,0—5,5	45—60	5,5—6,0	60—70	>6,0	>70
	<4,5	<50	4,5—5,0	50—65	5,0—5,5	65—75	>5,5	>75
	<4,0	<55	4,0—4,5	55—70	4,5—5,0	70—80	>5,0	>80
მსუბუქი თიხნარი	<5,0	<35	5,0—5,5	35—55	5,5—6,0	55—65	>6,0	>65
	<4,5	<40	4,5—5,0	40—60	5,0—5,5	60—70	>5,5	>70
	<4,0	<45	4,0—4,5	45—55	4,5—5,0	65—75	>5,0	>75
ქვიშარი და ქვიშა	<5,0	<30	5,0—5,5	30—45	5,5—6,0	45—55	>6,0	>55
	<4,5	<35	4,5—5,0	35—50	5,0—5,5	50—60	>5,5	>60
	<4,0	<40	4,0—4,5	40—55	4,5—5,0	55—65	>5,0	>65
ტორფიანი და ტორფიან კაობიანი	<3,5	<35	3,5—4,2	35—55	4,2—4,6	55—65	>4,8	>65

მინდვრის ცდებით დადგენილია, რომ მოკირიანების აუცილებლობა ნიადაგების ამგვარი დაჯგუფებით და მოკირიანების მაღალი ეფექტი მკვეთრად ყალიბდება და ადგილი აქვს დამთხვევას მის ეფექტურობასთან. გარდა ამისა, მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგები უფრო მომთხოვნიანია კირის მიმართ, ვიდრე მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგები.

მოკირიანების სწორად ჩატარებისათვის, გარდა ნიადაგის თვისებებისა, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს არეს რეაქციისა და ნიადაგის მოკირიანებისადმი მცენარეების დამოკიდებულებას. მისი

გათვალისწინება აუცილებელია თესლბრუნვაში. მაგალითად, მინდვრის თესლბრუნვაში, სადაც სელისა და კარტოფილის ხვედრითი წილი დიდი არ არის. აგრეთვე მკაფიანობისადმი მგრძობიარე კულტურების (საკვები ბოსტნეული და სხვ.) მორიგი მოკირიანება ემთხვევა ნიადაგების დაჭვუფებას, ნიადაგის თვისებების მიხედვით (იხ. ცხრ. 33). ამიტომ ძლიერ და საშუალო მომთხოვნი ნიადაგები პირველ რიგში უნდა მოკირიანდეს, მომთხოვნი — მეორე რიგში, არამომთხოვნი კი მესამე რიგში (ცხრ. 34).

ცხრილი 34. მოკირიანების აუცილებლობა ნიადაგის თვისებებისა და თესლბრუნვაში კულტურათა შედგენილობის მიხედვით

მოკირიანებისადმი მოთხოვნილება ნიადაგის თვისებებთან დაკავშირებით	მოკირიანების რიგითობა თესლბრუნვაში კულტურათა შემადგენლობის მიხედვით		
	კარტოფილის, ბოსტნეული და საკვები კულტურების სელის მცირე %-ის შემცველობისას	კარტოფილისა და სელის მაღალი %-ული შემცველობისას	ბოსტნეული და საკვები კულტურების თესლბრუნვაში
ძლიერი საშუალო სუსტი არ მოითხოვს	პირველ რიგში მეორე რიგში მესამე რიგში არ საჭიროებს	პირველ რიგში მეორე რიგში მესამე რიგში არ საჭიროებს	პირველ რიგში პირველ რიგში მეორე რიგში მესამე რიგში

თესლბრუნვაში სხვა კულტურების მონაწილეობისას მოკირიანების რიგითობა შეიძლება რამდენადმე შეიცვალოს.

მოკირიანების სწორი ორგანიზაციისათვის საჭიროა მეურნეობას ჰქონდეს ნიადაგის მკაფიანობის კარტოგრაფები. ისინი ყოველ ხუთ წელიწადში უნდა განახლდეს. ნიადაგის ქიმიურ მელიორაციაზე დანახარჯები, როგორც კაპიტალური დაბანდება, სახელმწიფოს მიერ ნაზღაურდება.

პირიანი სასუქების ნორმები

მოკირიანების ჩატარებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს კირის ოპტიმალური ნორმის დადგენას. ამ დროს გასათვალისწინებელია ნიადაგის თვისებები და წარმოებული კულტურის თავისებურებანი.

კირის იმ რაოდენობას, რომელიც საჭიროა ნიადაგის სახნავი ფენის მაღალი მკაფიანობის სუსტ მკაფიან რეაქციამდე დასაყვანად (pH წყლის გამონაწურში 6.2—6.5, KCl-ის გამონაწურში — 5.6—5.8), ეწოდება კირის სრული ნორმა.

სუსტი მკაფიან რეაქცია ხელსაყრელია უმეტესი სასოფლო-სამეურნეო კულტურისა და ნიადაგის სასარგებლო მიკროორგანიზმებისათვის.

კირის სრული ნორმის უფრო ზუსტი დადგენა შესაძლებელია ჰიდროლიზური მქაეიანობის მიხედვით. კირის სრულ ნორმას ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{H \times 500 \times 3000000}{1000\ 000\ 000} = H_{\text{ადრ}} \times 1,5,$$

სადაც X კირიანი სასუქის ნორმა CaCO_3 -ზე გადაანგარიშებით, ტ/ჰა;

H — ჰიდროლიზური მქაეიანობის მაჩვენებელი;

500 — 1 კგ ნიადაგში არსებული წყალბადის იონების გასანეიტრალებლად საჭირო CaCO_3 მგ-ობით;

3 000 000 — ნიადაგის სახნავი ფენის (20 სმ) დაახლოებითი მასა, კგ/ჰა;

1 000 000 000 — CaCO_3 მგ-დან ტონებში გადასაანგარიშებელი ციფრი;

1,5 — სრულ ჰიდროლიზურ მქაეიანობაზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ნიადაგის რეაქცია შეიძლება სუსტ მქაეამდე მივიყვანოთ მაშინ, თუ ნიადაგის ჰიდროლიზური მქაეიანობის მაჩვენებელს $\frac{2}{3}$ -ით შევამცირებთ. ამიტომ, არც თუ იშვიათად, კირიანი სასუქი შეაქვთ სრული ჰიდროლიზური მქაეიანობის ნორმის $\frac{2}{3}$.

თუ მოკირიანებისათვის ვიყენებთ კირიან სასუქებს არა CaCO_3 -ის შემცველს, არამედ MgCO_3 -ის ან CaO -ს, ან კიდევ Ca(OH)_2 -ს, მაშინ ჰიდროლიზური მქაეიანობის მიხედვით გაანგარიშებულ კირის ნორმას ვამრავლებთ კოეფიციენტზე. იგი ტოლია: MgCO_3 -თვის — 0,84; Ca(OH)_2 -თვის — 0,74 და CaO -თვის — 0,56.

როცა ნიადაგის მოსაკირიანებლად ვიყენებთ მინარევებისა და მსხვილი ნაწილაკების (1 მმ-ზე მეტი დიამეტრის) შემცველ კირიან სასუქებს, კირის ნორმაში საჭიროა შესწორების შეტანა შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$\frac{\text{CaCO}_3\text{-ის ნორმა ნიადაგის მქაეიანობის მიხედვით} \times 100 \times 100}{100 - \text{მმ-ზე მეტი ნაწილაკები, \%}}$$

კირიან სასუქში CaCO_3 % $\times (100 - 1$ მმ-ზე მეტი ნაწილაკები, %) დაეუშვათ, რომ ნიადაგის მქაეიანობის მიხედვით CaCO_3 -ის ნორმა უდრის 4 ტ/ჰა, მოკირიანებისათვის გამოყენებული სასუქი შეიცავს 80% CaCO_3 -ს და 25%-ს 1 მმ-ზე მეტი დიამეტრის მქონე ნაწილაკებს, მაშინ კირის ნორმა ფიზიკურ ერთეულებში ტოლი იქნება:

$$\frac{4 \times 100 \times 100}{80 \times (100 - 25)} = 6,6 \text{ ტ/ჰა.}$$

ჰიდროლიზური მქაეიანობის მიხედვით განსაზღვრულმა კირის ნორმამ თეორიულად pH 8,2-მდე უნდა აიყვანოს, მაგრამ მინდვრის პირობებში იგი 5,5—6,5 ფარგლებში ცვალებადობს. ეს იმიტომ, რომ კირი არათანაბრად ურევა ნიადაგს, ასევე ნელა ურთიერთქმედებს ნიადაგთან.

ნიადაგის არეს ასეთი რეაქცია ხელსაყრელია უმეტესი მცენარისა და მიკროორგანიზმებისათვის.

კონკრეტულ პირობებში კირის ნორმის დასადგენად, გარდა ნიადაგის მჟავიანობის მაჩვენებლისა, გასათვალისწინებელია თესლბრუნვაში არსებული კულტურების თავისებურება და ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა.

კირის ისეთი ნორმაა ოპტიმალური, რომელიც მოსავალზე მყარ და ხანგრძლივ მოქმედებას უზრუნველყოფს და მალალ ეკონომიკურ ეფექტს იძლევა. ოპტიმალური ნორმა ან შეესაბამება ჰიდროლიზურ მჟავიანობას, ან მის ნაწილს.

საშუალოდ მძიმე თიხნარ-კორდიან ეწერ ნიადაგებზე ჰევის, საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბლის, ქერის, შვრიის, სიმინდის, შაქრის, საკვები და სუფრის ჭარხლის, სამყურას, იონჯას, კომბოსტოს, ხახვის, ასევე ციტრუსების, დაფნის, ტუნგის, თამბაქოსათვის კირის ნორმა ტოლია ჰიდროლიზური მჟავიანობის მიხედვით გაანგარიშებული სრული ნორმისა.

ნაკლებად ბუფერულ მსუბუქ ნიადაგებზე კირის ნორმა სრულ ნორმასთან შედარებით 25—30%-ით უნდა შემცირდეს. სელის, მზესუმზირას, პომიდორისა და სტაფილოსათვის ოპტიმალურია სრული ნორმის $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$. ხოლო კარტოფილის, ხანჭკოლასა და ჩიტოფეხსათვის— $\frac{1}{2}$.

კირის ნორმა შეიძლება განისაზღვროს მარილის (KCl) გამონაწურის ან სუსპენზიის pH-ის მაჩვენებლის მიხედვით, ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის გათვალისწინებით. სასუქებისა და აგრონიადაგმცოდნეობის საკავშირო ინსტიტუტის რეკომენდაციით, კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე 3%-მდე ჰუმუსის შემცველობისას საჭიროა კირის შემდეგი ნორმა (ცხრ. 35).

ც ხ რ ი ლ ი 35. კირის ნორმები ნიადაგის pH-ისა და მექანიკური შედგენილობის გათვალისწინებით

ნიადაგი	ნიადაგის pH მარილის (KCl) გამონაწურში						
	4,5 და ნაკლ.	4,6	4,8	5,0	5,2	5,2	5,4
CaCO ₃ -ის ნორმა, ტ/ჰა							
ქვიშნარი და მსუბუქი თიხნარი, საშუალო და მძიმე თიხნარი	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0	
	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	

კირის ნორმა pH-ის მაჩვენებლისა და ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის მიხედვით დაკავშირებულია ნიადაგის წინააღმდეგობის უნართან რეაქციის შეცვლის მიმართ. რაც მძიმე მექანიკური შედგენილობისაა ნიადაგი, მით მეტი რაოდენობით კირია საჭირო მისი რეაქციის შესაცვლელად. ამ მეთოდს ის უპირატესობა აქვს, რომ ის მარტივია. მაგ-

რამ აქვს უარყოფითი მხარეებიც: pH არ არის ნიადაგის მქავეიანობის რაოდენობის პირდაპირი საზომი, შესაბამისად, იგი არ შეიძლება იყოს ნიადაგის გასანეიტრალებლად საჭირო კირის რაოდენობის განსაზღვრის მაჩვენებელი. გარდა ამისა, კირის შეტანით ნიადაგის წინააღმდეგობა რეაქციის შეცვლის მიმართ დამოკიდებულია არა მარტო მექანიკურ შედგენილობაზე, არამედ ლამის ფრაქციის მინერალურ შედგენილობაზე. ასევე ნიადაგში ორგანული ნივთიერების შემცველობაზე. ამიტომ კირის ნორმა, განსაზღვრული რეაქციისა (pH) და მექანიკური შედგენილობის მიხედვით, ყველა ნიადაგის შემთხვევაში ვერ უზრუნველყოფს რეაქციის სასურველ შეცვლას.

კირის ნორმა, ნიადაგის რეაქციის ოპტიმალურ ზღვრამდე მისაყვანად, შეიძლება დადგინდეს ნიადაგის ბუფერობის მიხედვით. ამისათვის ნიადაგის გარკვეულ წონაკს მზარდი რაოდენობით უმატებენ ტუტეს, წონასწორობის დამყარების შემდეგ აღგენენ ნიადაგის რეაქციას (pH). შედეგებს გამოსახავენ გრაფიკულად — აღგენენ ტიტრაციის მრუდს, რის მიხედვითაც ადვილია კირის იმ ნორმის დადგენა, რომელიც უზრუნველყოფს რეაქციის სასურველი მაჩვენებლის (pH) მიღებას. ეს მეთოდი მეტად შრომატევადია და დიდ დროს მოითხოვს, ამიტომ მასობრივი ანალიზებისათვის ნაკლებად გამოსადეგია.

კირის შეტანის წესები

ნიადაგში კირის სრული ნორმა შეაქვთ ერთჯერ ან წილადობრივად — რამდენიმეჯერ.

კირის სრული ნორმის ერთჯერად შეტანას მრავალმხრივი უპირატესობა აქვს: ნიადაგის სახნავი ფენა ნეიტრალდება მთლიანად, სწრაფად, ხანგრძლივი დროით; უმეტესი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავალი სწრაფად იზრდება. ამ წესს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ძლიერ მჟავე ნიადაგების პირობებში ისეთი კულტურების წარმოებისათვის, რომელიც ნიადაგის მაღალ მქავეიანობას ვერ იტანს, ასევე სუსტად გაკულტურებული კორდიანი ეწერი ნიადაგების სახნავი ფენის გაღრმავებისას.

კირის სრული ნორმის ნაწილ-ნაწილ შეტანას მეურნეობა იმ შემთხვევაში მიმართავს, თუ მას არა აქვს საშუალება ყველა მჟავე ნიადაგო კირის სრული ნორმით გაანოყიეროს. ამ პირობებში კირი შეაქვთ ნახევარი ნორმით. ე. ი. კირი შეაქვთ ორჯერ მეტ ფართობზე. კირის ამ წესით გამოყენებით მოსავალი 20—30% -ით ნაკლები მიიღება, ვიდრე სრული ნორმით კირის გამოყენების შემთხვევაში. მაგრამ მეურნეობაში ნამატი მოსავალი მთლიანად, პირველ წელსვე იქნება მეტი, ვიდრე ორ-

ჯერ ნაკლებ ფართობზე კირის სრული ნორმით გამოყენების შემთხვევაში.

მოკირიანების ჩატარების პირველ წლებში სხვაობა მოსავლის მიხედვით, კირის სრულ და ნახევარ ნორმას შორის არსებითი არ არის, მაგრამ თესლბრუნვის მეორე როტაციაში, კირის სრული ნორმით გამოყენების პირობებში, მოსავლის ნამატი თითქმის ორჯერ მეტია, ვიდრე ნახევარი ნორმით კირის გამოყენებისას. (ცხრ. 36).

ცხრილი 36. კირის სხვადასხვა ნორმის ეფექტურობა მძიმე თიხნარ, კორდიან-ეწერ, მჟავე (pH, KCl 4,0) ნიადაგზე

კირის ნორმა	მოსავალი მარცვალზე გადაანგარიშებით, ც/ჰა			
	პირველი როტაცია		მეორე როტაცია	
	მთლიანი მოსავალი	კირით ნამატი მოსავალი	მთლიანი მოსავალი	კირით ნამატი მოსავალი
NPK — ფონი	84.4	—	154.0	—
NPK+კირი 1 ჰიდრ. შევიანობით (7,2 ტ/ჰა)	115.6	31,2	205.9	51,9
NPK+კირი 0.5 ჰიდრ. შევიანობით (3,6 ტ/ჰა)	106,5	22,1	180,7	26,7

საშუალო და მძიმე თიხნარ ნიადაგებზე კირის სრული ნორმის დადებითი გავლენა მოსავალზე 15—20 წელს გრძელდება, ხოლო მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე — 8—10 წელს. განმეორებითი მოკირიანება საჭიროა ჩატარდეს კირის სრული ნორმით: პირველ შემთხვევაში 8—9 მინდვრიან თესლბრუნვაში — ორი როტაციის, მეორე შემთხვევაში — ერთი როტაციის შემდეგ.

ნახევარი ნორმით კირიანი სასუქის ნიადაგში შეტანა ნაკლები ხანგრძლივობით ეფექტურობს, ამიტომ ნორმის მეორე ნახევარი იმავე ნაკვეთზე 6—7 წლის შემდეგ შეაქვთ.

წითელმიწა და სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგების პირობებში ციტრუსების, დაფნის, ტუნგის, თამბაქოსა და სხვა სუბტროპიკული კულტურების ნარგავობაში მაღალ ეფექტს იძლევა 6—8 წლის შემდეგ ჩატარებული განმეორებითი მოკირიანება.

მინერალური სასუქების მაღალი ნორმებით სისტემატური გამოყენება, განსაკუთრებით ფიზიოლოგიურად მჟავე სასუქებისა, იწვევს ნიადაგში კალციუმისა და მაგნიუმის შემცველობის შემცირებას, ამიტომ ადრე მოკირიანებული ნიადაგი სწრაფად მჟავდება, ასეთ პირობებში საჭიროა განმეორებითი მოკირიანება უფრო მოკლე ვადაში ჩატარდეს იმ ანგარიშით, რომ კირის საშუალო წლიური ნორმა 5—6 ც/ჰა-ზე ნაკლები არ იყოს.

კირის სრული და ნახევარი ნორმები შემოდგომით შეაქვთ — ნიადაგის მზრალად ხვნის დროს, ან გაზაფხულზე, ნიადაგის გადახვნისას. კი-

რის მცირე ნორმების გამოყენებისას 0,5—1 ტ/ჰა სახნავი ფენის მთლიანი განეიტრალება შეუძლებელია, ამიტომ ის შეაქვთ მწკრივში ან ბუდნაში, რათა ფესვის გავრცელების ზონაში შემცირდეს ნიადაგის მკავეიანობა. კირის დიდი ნორმა ხელსაყრელ პირობებს ქმნის მხოლოდ იმ კულტურისათვის, რომელთა ქვეშ შეიტანება იგი. მისი შემდგომი მოქმედება არ ელინდება. ამიტომ კირის მცირე ნორმები საჭიროა 4—5-ჯერ შევიტანოთ ყოველი როტაციის დროს.

განმეორებითი მოკირიანების პერიოდულობა და ეფექტურობა დამოკიდებულია კირის ნორმაზე პირველი მოკირიანებისას და მინერალური სასუქებით მეურნეობის უზრუნველყოფაზე.

ნახევარი ნორმით კირიანი სასუქის შეტანისა და მინერალური სასუქების ინტენსიური გამოყენების პირობებში მოკირიანების სიხშირე მატულობს. ამ შემთხვევაში განმეორებითი მოკირიანების ეფექტი მაღალია. განმეორებითი მოკირიანების აუცილებლობის დადგენას ახდენენ ნიადაგის აგროქიმიური ანალიზით და კალციუმის ბალანსის დადგენით ლიზომეტრული ცდების მეშვეობით.

კირიანი სასუქის მცირე ნორმით გამოყენება არის დამატებითი საშუალება მოსავლიანობის ასამაღლებლად ისეთი კულტურებისათვის, როგორცაა სამყურა, საშემოდგომო ხორბალი, ჭარხალი, სიმინდი და სხვ., რომლებიც ცუდად იტანენ ნიადაგის ძლიერ მკავეიანობას.

გარდა ნიადაგის მკავეიანობის ნეიტრალიზაციისა, კირიანი სასუქის იყენებენ სასუქის პოტენციური მკავეიანობის გასანეიტრალებლად. ეს ხელს უწყობს ნიადაგის შემდგომი გამკავეების შემცირებას და სასუქის ეფექტურობის ამაღლებას. 1 ტ ამონიუმის სულფატის მკავეიანობის ნეიტრალიზაციისათვის საჭიროა 1,3 ტ CaCO_3 , 1 ტ ამონიუმის გვარჯილისა — 1 ტ CaCO_3 და 1 ტ სუპერფოსფატისათვის — 0,1 ტ CaCO_3 .

კირიანი სასუქების გამოყენება თესვარუნვავში

მოკირიანების ეფექტურობა დამოკიდებულია ნაკვეთზე კირიანი სასუქების თანაბრად განაწილებასა და მისი ნიადაგთან კარგად შერევაზე. ნაკვეთზე კირიანი სასუქის თანაბარი განაწილება ხდება მექანიზებულად — სათესების ან კირის გამფანტველი მანქანების გამოყენებით. მტვრისებრი კირიანი სასუქები — ცემენტის მტვერი და ფიქალის ნაცარი — ნიადაგში შეაქვთ ცემენტშილის ან ამ ტიპის სხვა მანქანების გამოყენებით. სათოხნი და ბოსტნეული კულტურების ქვეშ კირიანი სასუქის ნიადაგთან კარგად შერევა ხდება მაშინ, როცა იგი შეაქვთ სუფთა ანეულზე ან მზრალად ხენის დროს. ნიადაგის შემდგომი დამუშავებით და რიგთაშორისების საგაზაფხულო გაფხვიერებით კირიანი სასუქი სახნავი ფენის ნიადაგს კარგად ერევა.

ზაფხულში ერთწლიანი კულტურების ქვეშ მოკირიანების ჩატარება გაძნელებულია, რადგანაც ნაკვეთი ნათესითაა დაკავებული. ამიტომ მოკირიანების ვადა შეშქიდროებულია (თესვამდე — აპრილ-მაისი, მოსავლის აღების შემდეგ — სექტემბერ-ოქტომბერი). უკანასკნელ ხანებში პრაქტიკაში ინერგება კირიანი სასუქების შეტანა ზამთრის თვეებში, გაყინულ ნიადაგზე, მცირე თოვლზე ან მისი გაღობისას (ნოემბერი, დეკემბერი, მარტი, აპრილის დასაწყისი).

ზამთრის თვეებში თოვლის ზედაპირზე შეტანილი კირიანი სასუქი ქარების მოქმედებით, ასევე თოვლის დნობის დროს გორაკებიდან ჩამონადენი წყლით შეიძლება დაიკარგოს. ამ მოვლენის თავიდან აცილების მიზნით, საჭიროა ზამთრის თვეებში კირიანი სასუქები შევიტანოთ ვაკე ადგილებზე (5°-ზე ნაკლები დაქანების), უქარო ან სუსტ ქარიან ამინდში (ქარის სიჩქარე 4—5 მ/წმ) და კირიანი სასუქი ჩავაკეთოთ თოვლის საფარში.

ზამთრის თვეებში ისეთი კირიანი სასუქები უნდა გამოვიყენოთ, რომელიც 8%-ზე მეტ ტენს არ შეიცავს. მაღალი ტენიანობის მქონე კირიანი სასუქი გაიყინება და თანაბრად არ განაწილდება ფართობის ზედაპირზე.

ცდებით დადგენილია, რომ ზამთრის თვეებში ჩატარებული მოკირიანება ჩვეულებრივ ვადებში ჩატარებულ მოკირიანებას ეფექტურობით არ ჩამოუვარდება.

ბოსტნეული და საკვები კულტურების თესლბრუნვაში ყველა სახის კირიან სასუქს იყენებენ. კირიანი სასუქის სრული ნორმის შეტანა უმჯობესია ერთ ვადაში. ბოსტნეულის თესლბრუნვაში კირიანი სასუქი კომბოსტოს ან ძირხვევნების ქვეშ შეაქვთ.

მარცვლეული და საკვები კულტურების თესლბრუნვაში პირველ რიგში მკავიანობისადმი მგრძობიარე კულტურებისათვის განკუთვნილ ნაკვეთებს აკირიანებენ (სამყურა, ძირხვევნები, ხორბალი, მარცვლოვანი პარკოსნები).

სელი და კარტოფილი უარყოფითად რეაგირებს CaCO_3 -ის მაღალ ნორმაზე, განსაკუთრებით სუსტად გაკულტურებულ მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე. სელისა და კარტოფილის მიმართ მაღალი ნორმის უარყოფითი მოქმედება განსაკუთრებით შეიმჩნევა მაშინ, როცა ეს კულტურები ითესება მოკირიანების შემდეგ წლებში. ამ მოვლენის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა თესლბრუნვაში, რომელშიც სელი და კარტოფილი მონაწილეობს, კირიანი სასუქის ნორმის შემცირება; მაგალითად, საშუალო და მძიმე თიხნარ ნიადაგებზე $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ -ით, მსუბუქ სილნარ და ქვიშნარ ნიადაგებზე — 2-ჯერ. კირის დაბალი ნორმის გამოყენებით ნიადაგის მკავიანობა არსებითად არ მცირდება, ამიტომ სხვა კულტურების მოსავალი (თესლბრუნვაში) მცირდება, ასევე

მცირდება მინერალური სასუქების ეფექტურობაც. თუ თესლბრუნვაში კარტოფილი და სელი მონაწილეობს, მოკირიანებიდან არა უგვიანეს 3—4 წლისა, მაშინ კირის ნორმა მსუბუქ ნიადაგებზე შეიძლება 25%-ით შემცირდეს, ხოლო საშუალო და მძიმე ნიადაგებზე მოკირიანება სრული ნორმით ჩატარდეს. ამ შემთხვევაში არ შეიმჩნევა კირის უარყოფითი გავლენა სელსა და კარტოფილზე, ხოლო სამყურას, საშემოდგომო ხორბლისა და მყავიანობისადმი მგრძნობიარე სხვა კულტურების მოსავალი იზრდება.

კირის მაღალი ნორმით გამოყენებისას უმჯობესია მაგნიუმის შემცველი კირიანი სასუქების ან ფიქალის ნაცრისა და მეტალურგიული წილების გამოყენება. ამ სასუქების არასრული ნორმით გამოყენებაც კი, იწვევს კარტოფილისა და სელის მოსავლის გადიდებას და ხარისხის გაუზობნებებს.

როცა ნახშირმჟავა კალციუმის (CaCO_3) სრულ ნორმას ვიყენებთ, მაშინ მასთან ერთად თესლბრუნვაში აუცილებელია ნაკელისა და მინერალური სასუქების გამოყენება სელისა და კარტოფილის ქვეშ, ასევე ბორიანი სასუქისაც.

სელისა და კარტოფილის მონაწილეობით თესლბრუნვაში CaCO_3 სრული ნორმით გამოყენება შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ ორგანულ სასუქთან სრულ მინერალურ სასუქს გამოვიყენებთ, ამვე დროს კალიუმთან სასუქსაც — მაღალი ნორმით.

მეკარტოფილეობის სპეციალიზებულ მეურნეობებში, მსუბუქ სილნარ და ქვიშნარ, ასევე თიხნარ ნიადაგებზე, რომელთა რეაქცია საშუალო ან სუსტი მჟავა ($\text{pH } 5$ და მეტი), მოკირიანების ჩატარება არაა საჭირო.

თესლბრუნვაში, რომლის შემადგენელი ნაწილია ერთწლიანი ხანკოლა ან ჩიტოფეხა მწვანე სასუქად, კირიანი სასუქი ამ მცენარეთა ნიადაგში ჩაკეთებისას შეიტანება.

ბუნებრივ სათიბებსა და საძოვრებზე კირიანი სასუქები შეაქვთ ზედაპირულად $1/2$ — $3/4$ ჰიდროლიზური მყავიანობის მიხედვით. კირიანი სასუქი შეაქვთ შემოდგომით ან ადრე გაზაფხულზე; ნიადაგში მის ჩაკეთებას ახდენენ ფარცხით.

მდელოების ძირეული გაუმჯობესებისათვის კირიან სასუქს იყენებენ სრული ნორმით. იგი ნიადაგში მოხვნის წინ შეაქვთ. ამ შემთხვევაში მცირდება მჟავე რეაქციის გამძლე მარცვლეული ბალახებისა და სარეველების რაოდენობა, პარკოსნებისა კი — მატულობს, ბალახების ზრდა-განვითარება უმჯობესდება, მკვეთრად იზრდება მათი მოსავალი, ასევე საძოვრისა და თივის ყუათიანობა.

მჟავე ნიადაგების მოკირიანება ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი და აუცილებელი ღონისძიებაა კულტურული საძოვრების შექმნისათვის.

ზედაპირულად შეტანილი კირი შედარებით ნელა მოქმედებს; ნიადაგის მკვავიანობას მხოლოდ ზედა ფენაში ამცირებს. მდელს ძირეული გაუმჯობესებისათვის კირი ნიადაგში მოხვნის დროს შეაქვთ. ამ შემთხვევაში მისი მოქმედება გაცილებით ძლიერია, ვიდრე ზედაპირულად შეტანისას.

მრავალწლიან ნარგავებში (ვაშლი, მსხალი, ვენახი, ციტრუსები, დაფნა, ტუნგი და სხვ.), ასევე სანერგებებში, კირის სრული ნორმა შეაქვთ ბალის გაშენების წინ, ნიადაგის ღრმად ხვნის დროს. განმეორებითი მოკირიანება ასევე სრული ნორმით ტარდება შემოდგომით ან გაზაფხულზე, ნიადაგის მოხვნის წინ.

ბიცი და ბიცობი ნიადაგების მოთაბაშირება

მოთაბაშირება ბიცი და ბიცობი ნიადაგების თვისებების გაუმჯობესების აგროტექნიკური ხერხია.

ბიცი და ბიცობი ნიადაგების ქიმიური მელიორაციისათვის ნიადაგში თაბაშირის ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) შეტანას მოთაბაშირება ეწოდება.

ბიცობი და ბიცი ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია: შთანთქმის კომპლექსში ნატრიუმის დიდი რაოდენობის შემცველობა, ნიადაგის ხსნარის ტუტე რეაქცია.

ი. ანტიოვ-კარატევემა შთანთქმის კომპლექსში შთანთქმული ნატრიუმის შემცველობის მიხედვით ნიადაგები დაჰყო შემდეგ ჯგუფებად: არაბიცობი ნიადაგები — შთანთქმული ნატრიუმი შთანთქმის ტევადობის 3—5%-ია;

სუსტი ბიცობი ნიადაგები — შთანთქმული ნატრიუმი შთანთქმის ტევადობის 5—10%-ს შეადგენს;

გაბიცობებული ნიადაგები — შთანთქმული ნატრიუმი შთანთქმის ტევადობის 10—20%-ს შეადგენს;

ბიცობი ნიადაგები — შთანთქმული ნატრიუმი შთანთქმის ტევადობის 20%-ზე მეტია. ამ ნიადაგებში შთანთქმის ტევადობის სხვა ნაწილი კალციუმითა და მაგნიუმით არის შევსებული.

ბიცობ ნიადაგებში შთანთქმული ნატრიუმი ზოგჯერ შთანთქმის ტევადობის 80%-ს აღემატება; პრაქტიკულად იგი ერთადერთი შთანთქმული კათიონია. წყალხსნადი მარილები ბიცობ ნიადაგებში ბევრი არაა, ნიადაგის მასის 0,25%-ს არ აღემატება.

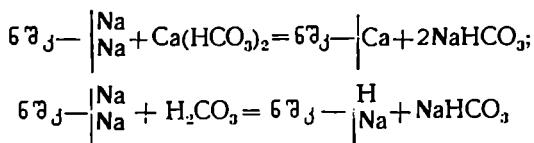
ბიცობი ნიადაგების ცუდი ფიზიკური, ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებები, მათი დაბალი ნაყოფიერება გამოწვეულია ამ ნიადაგებში შთანთქმული ნატრიუმის მაღალი შემცველობით.

ნიადაგის ორგანული და მინერალური კოლოიდები, ნატრიუმის დიდი რაოდენობისა და წყალხსნადი მარილების მცირე შემცველობის გამო,

პეპტიზაციას იოლად განიცდის, ნაწილობრივ ზოლის მდგომარეობაში ვადადის. ამიტომ ნიადაგის აგრეგატები მტვერიანდება, ხდება აჭრილი კოლოიდების დაშლა, ისინი ნიადაგის ზედა ფენიდან ქვედაში ირეცხება, რის გამოც წარმოიქმნება მკვრივი დამლაშებული ჰორიზონტი.

ბიციბი ნიადაგები იყოფა სამ ჯგუფად: 1. მცირე ან ქერქიანი ბიციბი; 2. საშუალო და 3. ღრმა ბოძისებრი ბიციბი. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდება დამლაშებული ჰორიზონტის სიღრმით. მაგალითად, მცირე-ქერქიანი ბიციბის დამლაშების ჰორიზონტის სიღრმე 7 სმ არ აღემატება, საშუალოსი — 7—15 სმ, ხოლო ღრმა ბიციბებისა — 15 სმ-ზე მეტია.

ბიციბი ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია: წებოვნების—ბმულობის მაღალი უნარი; მტვერიანობა; წყლისა და ჰაერის არახელსაყრელი რეჟიმი; დამლაშებული ჰორიზონტი დატენიანების გავლენით ფუცდება, წყალს ძნელად ატარებს, წებოვანი ხდება და იზილება. გამოშრობის შემდეგ მტკიცე, მაგარი მასა წარმოიქმნება, მისი დამუშავება შეუძლებელი ხდება, ფესვის სიღრმეში გავრცელებისათვის წინააღმდეგობა იზრდება. შთანთქმულ ნატრიუმს და ნიადაგის ხსნარის კალციუმის ბიკარბონატს ან ნახშირმჟავასთან გაცვლითი რეაქციის შედეგად ბიციბი ნიადაგის ხსნარში წარმოიქმნება ნახშირმჟავა ნატრიუმის მარილები NaHCO_3 და Na_2CO_3 . ისინი ჰიდროლიზურად ტუტე მარილებია, ამიტომ ხსნარის რეაქცია ტუტე ხდება (pH 9 და მეტი). ეს რეაქცია შემდეგნაირად მიმდინარეობს:



ნატრიუმის ბიკარბონატი (NaHCO_3) გამოყოფს ნახშირმჟავა გაზს. მისი გავლენით ნიადაგში ნატრიუმის კარბონატი წარმოიქმნება. ეს რეაქცია ასე მიმდინარეობს:



გაცვლითი რეაქციის შედეგად ნიადაგში წარმოქმნილი სოდის მოცილება წყლის მოქმედებით (ნალექები, მორწყვა) შეუძლებელია, სახაპ ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსში ნატრიუმია. იგი ნიადაგის ხსნარში ყოველთვის არსებული ნატრიუმის ბიკარბონატის ან ნახშირმჟავას ურთიერთმოქმედების გამო ხელახლა წარმოიქმნება.

ნიადაგის ხსნარის ჰარბი ტუტეობა არახელსაყრელია უმეტესი კულტურული მცენარეებისა და მიკროორგანიზმებისათვის. ტუტე რეაქცია მცენარეში იწვევს ნივთიერებათა ცვლის დარღვევას, მცირდება რკინის, მანგანუმის, ბორის, ფოსფორის, კალციუმისა და მაგნიუმის ხსნალობა და

მცენარის მიერ შესათვისებლობა. სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა მოსავალი ბიციბო ნიადაგებზე დაბალია, ხარისხი — ცუდი.

ბიციბო ნიადაგები სსრ კავშირის ევროპულ ნაწილში 13 მლნ ჰა-ს აღემატება. დიდი რაოდენობით გვხვდება დასავლეთ ციმბირში, ყაზახეთსა და სხვა რესპუბლიკებშიც. საქართველოში დამლაშებული ნიადაგების საერთო ფართობი (ბიციბოს ჩათვლით) 200 ათ. ჰა-ს აღემატება; გვხვდება აღმოსავლეთ საქართველოში — ალაზნის, გარდაბნის, სოღან-ლუღის ველებზე და სხვაგან.

ბიციბო ნიადაგების თვისებების ძირფესვიანად გაუმჯობესებისათვის აუცილებელია მისგან სოდის მოცილება. ეს შესაძლებელია შთანთქმის კომპლექსიდან ნატრიუმის გამოძევებით, რაც შესაძლებელია კალციუმის (თაბაშირის) მოქმედებით. ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება ნატრიუმის სულფატი. იგი წყალში ხსნადი მარილია, ამიტომ სახნავ ფენას ადვილად ჩამოშორდება წყლის მოქმედებით.

დამლაშებული ნიადაგები მელიორაციული ხერხების მიხედვით დაყოფილია ორ ჯგუფად:

1. ველის დამლაშებული ნიადაგები — გავრცელებულია წაბლა და ყომრალი ნიადაგების ზონაში, ახასიათებს ნეიტრალური რეაქცია, გრუნტის წყალი ღრმადაა განლაგებული, ამიტომ გრუნტის წყლის გავლენით მარილები ქვედა ფენიდან ზედა ფენაში (ფესვის გავრცელების ზონა) არ ამოდის. ამ ნიადაგების თვისებების გაუმჯობესება შესაძლებელია მოთაბაშირების გარეშე. ამ მიზნით მიმართავენ ნიადაგის ღრმად ხვნას, რის შედეგადაც ნიადაგის ქვედა ფენებში არსებული CaCO_3 ან CaSO_4 მარილები ზედა ფენაში გადმოინაცვლებს. მელიორაციულ პროცესში ნიადაგის კალციუმის ჩართვა ამგვარად ხდება.

2. მდელის სოდიანი ბიციბო — უმთავრესად შავმიწების ზონაშია (უკრაინა. ურალისპირეთი, დასავლეთი ციმბირი, ყაზახეთი) გავრცელებული. ამ ნიადაგების რეაქცია ტუტეა, გრუნტი წყლები ნიადაგის ზედაპირთან ახლოს მდებარეობს, ამიტომ ეს ნიადაგები მეორად დამლაშებას განიცდიან. ამ ნიადაგების თვისებების გაუმჯობესებისათვის აუცილებელია: მოთაბაშირება; ნიადაგის ღრმად ხვნა; ორგანული და მინერალური სასუქების შეტანა; მორწყვა და სხვა აგროტექნიკური ღონისძიებების გატარება.

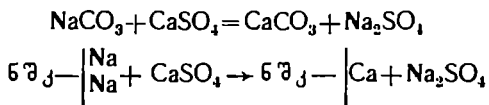
მოთაბაშირება აუცილებელია ბიციბო და ბიცი ნიადაგების გაუმჯობესებისათვის. იგი ისეთ ნიადაგებზე უნდა ჩატარდეს, სადაც შთანთქმის ტევადობის 10%-ზე მეტს შთანთქმული ნატრიუმი შეადგენს.

სუსტად დამლაშებული ნიადაგების (ნატრიუმი 10%-ზე ნაკლები) გაუმჯობესებას აგრობიოლოგიური მეთოდით ახდენენ, რაც მდგომარეობს ნიადაგის სამიარუსიან ხვნაში, ნაკელის მაღალი ნორმით გამოყენებაში, იონჩასა და სხვა ისეთი კულტურების თესვაში, რომელიც ფესვი

ნიადაგის კალციუმის თავმოყრას — აკუმულაციას ახდენს. ამ მცენარეთა გახრწნის შეხედვით კალციუმი თავისუფლდება და ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსიდან აძევენ ნატრიუმს. ეს პროცესი მაღალი აქტიურობით მიმდინარეობს ნაკვეთის მორწყვისას.

თაბაშირით გამოწვეული ცვლილებები ნიადაგში

თაბაშირის შეტანით ნიადაგის ხსნარს სოდა ჩამოშორდება, შთანთქმის კომპლექსიდან გამოძევა შთანთქმული ნატრიუმი და მის დგილს კალციუმი იკავებს. წარმოიქმნება კარგად ხსნადი ნატრიუმის სულფატის ნეიტრალური მარილი



ნიადაგის ხსნარში მცირე რაოდენობით წარმოქმნილი Na_2SO_4 მცენარეზე უარყოფით გავლენას არ ახდენს.

ბიცობი ნიადაგები, რომელიც შთანთქმის ტევადობის 20%-ზე მეტ შთანთქმულ ნატრიუმს შეიცავს, მათი მოთაბაშირებით ნიადაგში დიდი რაოდენობით Na_2SO_4 წარმოიქმნება, იგი უარყოფითად მოქმედებს მცენარეზე. სახნავი ფენიდან მის მოსაცილებლად ატარებენ რწყვას.

ბიცობ ნიადაგებში თაბაშირის შეტანა ტუტე რეაქციის განეიტრალებას იწვევს. შთანთქმული ნატრიუმის კალციუმით შეცვლით ხდება კოლოიდების კოაგულაცია, მცენარეული ანარჩენების გახრწნით წარმოიქმნება ნეშომპალა და იგი კალციუმთან ერთად ახდენს ნიადაგის კოლოიდების შეწებებას, ნიადაგი მტკიცე მარცვლოვან სტრუქტურას იძენს; უმჯობესდება ნიადაგის ფიზიკური თვისება, აერაცია, დამუშავება იოლი ხდება.

ტუტე რეაქციის თავიდან აცილება და ნიადაგის ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესება, რაც მოთაბაშირებით ხდება, დადებითად მოქმედებს ნიადაგის მიკროორგანიზმების განვითარებასა და ცხოველყოფელობაზე.

ამრიგად, მოთაბაშირებით მკვეთრად უმჯობესდება ბიცობი ნიადაგების ნაყოფიერება და ისინი ფარგისი ხდება კულტურების წარმოებისათვის.

მოთაბაშირების ეფექტურობა

შავმიწების ზონაში მორწყვის გარეშე მოთაბაშირებით მარცვლის მოსავალი 3—6 ც/ჰა-თი იზრდება, წაბლისფერი ნიადაგების ზონაში კი — 2—7 ც/ჰა.

მოთაბაშირების გავლენით, მორწყვის გარეშე მარცვლის მოსავლის ნამატი ჰექტარზე შეადგენს: შავმიწა ნიადაგების ზონაში — 3—6 და წაბლისფერი ნიადაგების ზონაში — 2—7 ც.

თაბაშირი ნელა ურთიერთქმედებს ნიადაგთან, ამიტომ მისი ეფექტი თანდათანობით მატულობს ნიადაგში თაბაშირის შეტანის მომდევნო წლებში. მორწყვის გარეშე მოთაბაშირების სრული ეფექტი მისი შეტანიდან 4—5 წლის შემდეგ ვლინდება.

ბიკობ ნიადაგებზე მოთაბაშირების მაღალი ეფექტის განმსაზღვრელია ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფა. მშრალ ნიადაგზე თაბაშირის გახსნა, შთანთქმის კომპლექსში ნატრიუმის შეცვლა კალციუმით და გამოძევებული ნატრიუმის ნიადაგის ქვედა ფენებში გადანაცვლება ან არ მიმდინარეობს, ან მეტად ნელა ხდება. ამიტომ არა სარწყავ რაიონებში მოთაბაშირების მაღალი ეფექტის მისაღწევად მიმართავენ ნიადაგის ღრმად ხვნას, თოვლის შეკავებას, ატარებენ სხვა აგროტექნიკურ ღონისძიებებს, რომელიც ხელს უწყობს ფესვის გავრცელების ზონიდან ნატრიუმის ჩამოშორებას.

ნიადაგის თვისებების სწრაფად შეცვლა დიდადაა დამოკიდებული მორწყვაზე. ამ შემთხვევაში თაბაშირის ეფექტი მეტად მაღალია, რასაც ხელს უწყობს ნიადაგის ღრმად ხვნა.

ბიკობი ნიადაგების განმეორებითი დამლაშების თავიდან აცილების მიზნით დიდ ყურადღებას უთმობენ სარწყავი არხიდან წყლის გაჟონვის ლიკვიდაციას, სადრენაჟო ქსელის კარგ ორგანიზაციას.

მოთაბაშირების ეფექტს დიდად ზრდის ნაკელის, აზოტიანი და ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება (ცხრ. 37).

ცხრილი 37. საგაზაფხულო ხორბლის მოსავლიანობაზე მოთაბაშირების, ნაკელისა და NP-ს გავლენა (ციმბირის სას.-სამ. სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მონაცემები)

ვარიანტი (სასუქის ნორმა 1 ჰა-ზე)	საშუალო ბიკობი		ღრმა ბიკობი	
	მოსავალი, ც/ჰა	მოსავლის ნამატი, ც/ჰა	მოსავალი, ც/ჰა	მოსავლის ნამატი, ც/ჰა
საკონტროლო—უსასუქოდ	1,0	—	9,9	—
თაბაშირი 5 ტ	—	—	12,5	2,6
თაბაშირი 10 ტ	9,3	8,3	14,5	4,6
საკონტროლო—უსასუქოდ	1,7	—	4,5	—
თაბაშირი 5 ტ + N ₆₀ P ₆₀	9,5	7,8	12,6	8,1
თაბაშირი 5ტ+ნაკელი 40 ტ	15,4	13,7	16,2	11,7
თაბაშირი 10 ტ+ნაკელი 40 ტ	12,1	10,4	18,6	14,1

ბიკობი ნიადაგებისათვის აზოტიანი სასუქებიდან საუკეთესოა ამონიუმის სულფატი, ფოსფორიანი სასუქებიდან — სუბერფოსფატი.

მოთაბაშირებით ნიადაგში გამოწვეული ცვლილებები მრავალ წელს

გრძელდება, ამიტომ კულტურათა მოსავლიანობაზე მოთაბაშირების და-
დებითი გავლენა ხანგრძლივია.

ნიადაგის მოთაბაშირებისათვის გამოსაყენებელი ნივთიერებები. და-
ფქულ თაბაშირს ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ღებულობენ თაბაშირის ბუნებრივი
საბადოებიდან მიღებული თაბაშირის დაფქვით; თეთრი ან ნაცრისფერი
ფხვნილია, შეიცავს 71—73% CaSO_4 , წყალში სუსტად იხსნება, მაგ-
რამ უკეთესად, ვიდრე კირქვა. დიდი მნიშვნელობა აქვს თაბაშირის და-
ფქვის ხარისხს. სტანდარტის მიხედვით, დაფქული თაბაშირის მთელი
მასა უნდა გადიოდეს 1 მმ დიამეტრის მქონე საცერში, ხოლო 0,25
მმ-ისაში — 70—80%. მისი ტენიანობა 8%-ზე მეტი არ უნდა იყოს. თუ
ტენი მეტი იქნება; მაშინ თაბაშირი აიზილება, გამოშრობით გოროხები
წარმოიქმნება, რაც არა სასურველია.

ფოსფორთაბაშირი ორმაგი სუპერფოსფატისა და პრეციპიტატის წარ-
მოების ანარჩენია. ძლიერ წვრილი, ნაცრისფერი ან თეთრი ფხვნილია, შე-
იცავს 70—75% CaSO_4 , მცირე რაოდენობით — 2—3% P_2O_5 . ამის გამო
მას უპირატესობა აქვს ბუნებრივ თაბაშირთან შედარებით.

თაბაშირი და ფოსფორთაბაშირი მშრალ, დახურულ შენობაში უნ-
და შევიანახოთ.

თიხათაბაშირს ბუნებრივი მადნეულიდან ღებულობენ. ბუნებრივ პი-
რობებში ფხვნიერი მასაა, არ საჭიროებს დაფქვას, შეიცავს 60—90%
 CaSO_4 და 1—11% თიხას.

ნიქაგვი თაბაშირის შეტანის ნორმები, ვალები და წესები

მოთაბაშირების აუცილებლობას საზღვრავენ ნიადაგში შთანქმული
ნატრიუმის შემცველობის მიხედვით.

თაბაშირი ნიადაგში შეაქვთ იმ რაოდენობით, რამდენიც საჭიროა
ჭარბი შთანქმული ნატრიუმის კალციუმით შესაცვლელად.

თაბაშირის ნორმას ადგენენ შემდეგი ფორმულით:

ნორმა $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (ტ/ჰა) = $0,086 (\text{Na} - \text{K} \cdot \text{T}) \cdot \text{Hd}$;

სადაც 0,086 არის 1 მგ/ექვ. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, გრამობით;

H — მელიორირებული ფენის სიღრმე (სმ);

d — სამელიორაციო ფენის მოცულობითი მასა;

Na — გაცვლითი ნატრიუმის შემცველობა (მგ/ექვ. 100 გ ნია-
დაგზე);

T — სამელიორაციო ფენის შთანქმის ტევადობა (მ/ექვ. 100 გ
ნიადაგზე);

K — ნიადაგში გაცვლითი ნატრიუმის დასაშვები შემცველობა
(T — ნაწილი).

ნიადაგიდან შთანთქმული ნატრიუმის მთელი რაოდენობის გამო-
ძევება მოთაბაშირებით არ არის საჭირო. ი. ანტიბოვ-კარატაევმა დად-
გინა, რომ გაცვლითი ნატრიუმის დასაშვები რაოდენ-
ობა, რომელიც უარყოფითად არ მოქმედებს ნია-
დაგის თვისებებზე, ტოლია ნიადაგის შთანთქმის
ტევადობის 10%-ისა (ანუ 0,1T). კალციუმით უნდა შეიცვალოს
ნატრიუმის იონების ის რაოდენობა, რომელიც შეადგენს სხვაობას
გაცვლითი ნატრიუმის საერთო რაოდენობასა და მის დასაშვებ შემცვე-
ლობას შორის (Na—K·T). 1 გ ნიადაგზე ჭარბი გაცვლითი ნატრიუმის
შესაცვლელად საჭიროა $\frac{0,086 \cdot (Na - K \cdot T)}{100}$ გრამი თაბაშირი; ნიადაგის

1 სმ ფენიდან გაცვლითი ნატრიუმის ჭარბი რაოდენობის შესაცვლელად
1 ჰა-ზე (100 000 000 სმ²) საჭიროა $\frac{0,086 \cdot (Na - K \cdot T) 100 000 000}{100 \cdot 1000 000}$ ტ/ჰა

თაბაშირი, ან ამ ფორმულის შემცირებით — 0,086 (Na — KT).
გაცვლითი ნატრიუმის ჭარბი რაოდენობის მოსაცილებლად ნიადაგის
სამელიორაციო ფენის მოცულობიდან (d) მთლიანად საჭიროა $0,086 \times$
 $\times (Na - K \cdot T) Hd$ ტ/ჰა თაბაშირის შეტანა.

მაგალითად, დაუშვათ, გვინდა დავადგინოთ თაბაშირის ნორმა ბი-
ცობი ნიადაგისათვის, რომლის T=20 მლნ/ექვ, შეიცავს შთანთქმულ
Na 4 მლ/ექვ; სამელიორაციო ფენის სიღრმე H=20 სმ; მოცულობითი
შასა d=1,8. მაშინ თაბაშირის (CaSO₄·2H₂O) ნორმა ტოლი იქნება
 $0,086 \cdot (4 - 0,1 \cdot 20) \cdot 20 \cdot 1,8 = 6,2$ ტ/ჰა.

თუ ცნობილი არ არის ნიადაგში შთანთქმული ნატრიუმის შემცვე-
ლობა, მაშინ მლაშე ნიადაგების გასანოყიერებლად შეგვიძლია გამოვი-
ყენოთ თაბაშირის საორიენტაციო ნორმები: წაბლა და მურა ნიადაგე-
ბის ზონაში — 1—3; საშუალო და ღრმა ბიცობებზე — 3—5; ქლორი-
დულ-სულფატურ ბიცობებზე — 5—8. შავმიწების ზონაში — საშუალო
და ღრმა ბიცობებზე — 3—4 (სოდის შემცველობისას — 5—10); სო-
დიან ბიცობებზე — 8—10 და მეტი (მცირე ტუტთანობისას — 3—4)
ტ/ჰა. ბიცობი ნიადაგების მოთაბაშირება იშვიათად იძლევა მყარ
ეფექტს. თაბაშირის ნორმა სარწყავ რაიონებში 25—30%-ით უნდა შე-
ვამციროთ.

ბიცობი ნიადაგები, ზოგჯერ, ნაკვეთის მთელ ფართობზე არ არის
გავრცელებული, იგი მის მცირე ნაწილზე გვხვდება. თუ ასეთი ნაწილი
ნაკვეთის საერთო ფართობის 30%-ზე ნაკლებია, მაშინ თაბაშირი მხო-
ლოდ ამ მცირე ნაკვეთებზე შეაქვთ, ხოლო თუ 30%-ს აღემატება, მა-
შინ მთელი ფართობის მოთაბაშირებას ახდენენ.

თაბაშირის, როგორც ქიმიური მელიორაციის საშუალების, ეფექტი

დამოკიდებულია ნიადაგთან მისი შერევის ხარისხზე. რაც მეტია თაბაშირის ნიადაგთან შერევის ზედაპირი, მით მეტია მისი ეფექტი. ამიტომ აუცილებელია ნიადაგში თაბაშირის ღრმად შეტანა. ამასთან დაკავშირებით, რეკომენდებულია თაბაშირის ნიადაგში შეტანა მზრალად ხვნის წინ.

მცირე სისქის ბიციობებზე თაბაშირის სრული ნორმა მოხვნის შემდეგ შეაქვთ. მას კულტივატორით ჩააქეთებენ. საშუალო და ღრმა ბიციობებზე, სადაც დამლაშებული ჰორიზონტი 7—20 სმ სიღრმეზეა, თაბაშირი ორ დოზად შეაქვთ: ერთი ნაწილი ხვნის წინ (მისი ჩაქეთება წინასახნისიანი გუთნით ხდება), მეორე ნაწილი — მოხვნის შემდეგ (კულტივატორით ჩააქეთებენ ნიადაგში). თუ ხვნის შედეგად ნიადაგის ზედაპირზე ქვედა ფენიდან ბევრი ბიციობი ამობრუნდება, მაშინ თაბაშირი მეტი რაოდენობით შეაქვთ კულტივაციისას. ღრმა ბიციობებზე, სადაც დამლაშებული ფენა 20 სმ-ზე ღრმადაა გავრცელებული, თაბაშირის სრული ნორმა მოხვნის წინ შეაქვთ და მის ჩაქეთებას წინასახნისიანი გუთნით აწარმოებენ.

დამლაშებული ნიადაგების მელიორაციისათვის, გარდა მოთაბაშირებისა, იყენებენ სხვა წესებსაც. ზოგ ბიციობებში დამლაშებული ფენის ქვემოთ, 30—45 სმ სიღრმეზე, გავრცელებულია თაბაშირით მდიდარი ფენა. ამ შემთხვევაში ნიადაგს საპლანტაჟე გუთნით ხნავენ 35—50 სმ სიღრმეზე. ამ დროს თაბაშირით მდიდარი ფენა ნიადაგის ზედა ნაწილში მოექცევა, იგი შეერევა დამლაშებულ ფენას (მთლიანად ან ნაწილობრივ) და მის განეიტრალებას ახდენს, ე. ი. ადგილი აქვს ნაკვეთის თვითმოთაბაშირებას. ნიადაგის ზედა ფენაში დაგროვდება Na_2SO_4 -ის ხსნადი მარილი და სახნავი ფენიდან მისი ჩამოშორებისათვის აუცილებელია ნაკვეთის მორწყვა.

ველის წაბლისფერი ნიადაგების ზონის საშუალო და ღრმა ბიციობი ნიადაგების მელიორაციისათვის რეკომენდებულია ამ ნიადაგების დამლაშებული ჰორიზონტის ქვეშ არსებული ნახშირმჟავა კალციუმის (CaCO_3) გამოყენება. ამავე დროს, CaCO_3 უფრო ცუდად იხსნება წყალში, ვიდრე CaSO_4 . ნახშირმჟავა კალციუმის ხსნადობას და მის მამელიორირებელ მოქმედებას ნიადაგის ხსნარში აძლიერებს ნახშირის მჟავას კონცენტრაციის გადიდება. ნიადაგის ხსნარში ნახშირმჟავას შემცველობის გაზრდას იწვევს მიკროორგანიზმების აქტივიზაცია, აგრეთვე ფესვებით გამოყოფილი CO_2 .

ნახშირმჟავა კალციუმი, ნახშირის მჟავასთან ურთიერთქმედების შედეგად, კალციუმის ბიკარბონატში გადადის. მისი კალციუმი მშთანთქმელი კომპლექსიდან აქტიურად აძეებს ნატრიუმს.

აგროტექნიკური ღონისძიებების კომპლექსის გატარება ზრდის ნახშირმჟავა კალციუმის მამელიორირებელ მოქმედებას: ნიადაგის სა-

მელიორაციო დამუშავება — ღრმად ხვნა (პლანტაჟური ან იარუსებრივი); ნიადაგის ტენის მარაგის გამადიდებელი ღონისძიებები — მორწყვა, თოვლის დაკავება, ტყის ზოლები, საკულისო კულტურები და სხვ; ორგანული და მინერალური სასუქების შეტანა; იონჯას და სხვა მლაშე ნიადაგების ამტანი და გვალვაგამძლე კულტურების თესვა. ისინი იწვევენ ბიცობი ნიადაგებში ორგანული ნივთიერებების დაგროვებას და მიკრობიოლოგიური პროცესების გააქტივებას.

ბიცობი ნიადაგების მცირე ნაკვეთები გვხვდება შავმიწების მასივში, ლაქების სახით. ასეთი ნაკვეთების ნაყოფიერების ასამაღლებლად, დამლაშებელი მცირე ნაკვეთის ზედაპირს ფარავენ გვერდით არსებული შავმიწა ნიადაგის მცირე ფენით. ნიადაგის დამუშავებით შავმიწა შეერევა დამლაშებულ ნიადაგს და ხდება მისი განზავება. შთანთქმული ნატრიუმი შეიცვლება შავმიწაში შემავალი კალციუმით. ნ. ორლოვსკის მეთოდით, დამლაშებულ ნაკვეთზე მრავალჯერ უმატებენ შავმიწას 1—1,5 სმ-იან ფენას, მთელი როტაციის მანძილზე თესლობრუნვაში იგი შეადგენს 6—9 სმ.

შავმიწა ნიადაგების ზონის სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის მიერ დამუშავებულია ბიცობი ნიადაგების ძირფესვიანი გაუმჯობესების სწრაფი წესი, რომლის მიხედვით, დამლაშებელი მცირე ნაკვეთების ზედაპირი იფარება ახლო მდებარე შავმიწის 15—20 სმ-იანი ფენით. ამ რაოდენობის შავმიწის დამატებით, დამლაშებულ ნაკვეთზე შეიტანება 10 ტ/ჰა კალციუმი. კალციუმის ნაწილი დაღმავალი დენით ნიადაგის ტენთან ერთად ინაცვლებს ქვედა ფენაში, რითაც სწრაფად უმჯობესდება ასეთი ნაკვეთების ნაყოფიერება.

თაბაშირის სასუქად გამოყენება

თაბაშირის სასუქად გამოყენება ორ მიზანს ისახავს:

1. ბიცობი ნიადაგების ქიმიური მელიორაცია და 2. გოგირდითა და კალციუმით ნიადაგის გამდიდრება, ე. ი. გამოიყენება როგორც კალციუმისა და გოგირდის შემცველი სასუქი ისეთი ნიადაგების გასანოყიერებლად, რომელიც არ შეიცავს შთანთქმულ ნატრიუმს.

გოგირდი მცენარისათვის აუცილებელი საკვები ელემენტია. დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის სიცოცხლისათვის. გოგირდის ნაკლებობისას მცენარის ზრდა-განვითარება უარესდება, არსებითად მცირდება მოსავალი. გოგირდი მცენარის მიერ ნიადაგიდან შთანთქმება ანიონის (SO_4^-) სახით. ნიადაგში გოგირდის წყაროა გოგირდმჟავას მარილები: CaSO_4 , MgSO_4 , K_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ და სხვა. გოგირდით კვება მცენარეს ჰაერიდანაც შეუძლია; ამ შემთხვევაში მცენარე ფოთლების საშუალებით გოგირდის გაზს (SO_2^-) იყენებს.

გოგირდი მცენარეში მინერალური ნაერთების სახით ნაკლებადაა. იგი უპირატესად CaSO_4 -ის სახითაა. მცენარის მიერ შთანთქმული გოგირდის ძირითადი ნაწილი შედის სხვადასხვა ორგანულ ნაერთებში. როგორცაა ცილები, ზოგიერთი ვიტამინები. მცენარეული ცხიმები და სხვა. გოგირდის უმეტესი ნაწილი თავმოყრილია ცილებში, ამიტომ მისი შემცველობა მცენარის თესლსა და ფოთლებში ყოველთვის მეტია, ვიდრე ღეროსა და ფესვში. მაგალითად, მშრალი ნივთიერებიდან SO_2 გადაანგარიშებით, სხვადასხვა მცენარის სხვადასხვა ორგანოებში მისი შემცველობა შეადგენს: შაქრის ჭარხლის ფესვში — 0,2; ფოთოლსა და ღეროში — 1; კარტოფილის ტუბერში — 0,35; ფოთოლსა და ღეროში — 0,55; მარცვლეულ პურეულების მარცვალში — 0,3—0,45, ჩალაში — 0,12—0,3, პარკოსნების თესლში — 0,6—1,85 %-ს.

გოგირდი შედის ამინომჟავების — მეტიონინის, ცისტინის, ცისტეინის — შედგენილობაში, ისინი ცილის მოლეკულის აუცილებელი კომპონენტებია. ცისტეინი მცენარეში სწრაფად აღდგება ცისტინად. მასზე ჟანგვის პროცესი მოქმედებს, ზოლო ცისტინი, აღდგენის პროცესის გავლენით, კვლავ ცისტეინში გადადის, ე. ი. ადგილი აქვს ურთიერთგარდაქმნას, ამიტომ ეს ამინომჟავები მცენარის უჯრედებში მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენის პროცესში აქტიურ მონაწილეობას ღებულობენ.

გოგირდს ყველაზე დიდი რაოდენობით შეიცავს პარკოსნებისა და ჯვაროსანთა ოჯახის წარმომადგენელი მცენარეები, ზოლო მცირეს — პურეული მარცვლოვანები და კარტოფილი. ამ კულტურების მაღალ მოსავალს — მარცვლოვანები 20 ც/ჰა და კარტოფილი — 200 ც/ჰა — ნიადაგიდან გამოაქვს 7—15 კგ გოგირდი ჰექტარზე.

მცენარის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილი გოგირდის უმეტესი ნაწილი თავმოყრილია არასასაქონლო მოსავალში. ამიტომ მცენარის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილი გოგირდის მნიშვნელოვანი ნაწილი ყოველთვის უბრუნდება ნიადაგს.

ნიადაგში ფოსფორის შემცველობა ცოტა არ არის. მაგრამ საერთო ფოსფორის 70%, ზოგჯერ 90%, მცენარისათვის ძნელად მისაწვდომ ორგანულ ნაერთებშია. ამასთან დაკავშირებით, რაც მეტ ჰუმუსს შეიცავს ნიადაგი, მით მეტია მასში ფოსფორის საერთო მარაგი. ფოსფორს შეიცავს ნიადაგის ორგანული ნივთიერება, ორგანული სასუქები და მცენარის ორგანული ანარჩენები, მაგრამ მცენარის კვებისათვის ვარგისია მათი გახრწნის — მინერალიზაციის შედეგად წარმოქმნილი ფოსფორის მინერალური ნაერთები. ნიადაგში არსებული ბაქტერიები გოგირდს SO_4^{2-} -მდე ჟანგავს და ნიადაგში გოგირდის მკაფას სხვადასხვა მარილები წარმოიქმნება.

მცენარის კვებისათვის ვარგისი გოგირდი ნიადაგში ბევრი არ არის. მრეწველობით განვითარებულ რაიონებში, ყოველწლიურად ჰაერიდან

ნიადაგში ხვდება გოგირდის გაზი SO_2 (იგი სათბობის წვის შედეგად გამოიყოფა, ნალექებით ნიადაგში ბრუნდება). გარდა ამისა, გოგირდს შეიცავს ნაკელი და ზოგიერთი მინერალური სასუქი — გოგირდმჟავა ამონიუმი, კალიუმის სულფატი, კალიმაგნეზია, მარტივი სუპერფოსფატი, რომელიც ნიადაგში შეიტანება. ამასთან დაკავშირებით უმეტეს შემთხვევაში სასოფლო-სამეურნეო კულტურები ნიადაგში გოგირდის ნაკლებობას არ განიცდიან. მაგრამ ჰუმუსით ღარიბ კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე, განსაკუთრებით ნაკელი თუ არ შეაქვთ, ან მცირე რაოდენობით შეაქვთ ნაკელი და გოგირდის შემცველი მინერალური სასუქები, ამ ელემენტის შეტანა პარკოსნების, ბალახებისა და სხვა კულტურების მოსავლის გადიდებას იწვევს. სუბტროპიკულ ეწერ, ჰუმუსით ღარიბ ნიადაგებზე, ხანგრძლივ ცდებში, სადაც ნაკელი არ შეიტანებოდა, ამონიუმის სულფატმა, ამონიუმის ნიტრატსა და შარდოვანასთან შედარებით მანდარინის, ლიმონისა და ფორთოხლის მოსავლის გადიდება გამოიწვია.

კონცენტრირებული მინერალური სასუქების წარმოებისა და გამოყენების გადიდება, რომლებიც გოგირდს არ შეიცავს, მინერალური სასუქების გამოყენების საერთო რაოდენობის გადიდება, ამასთან დაკავშირებით, მოსავლის გადიდება და შესაბამისად ნიადაგიდან გოგირდის გამოტანის გაზრდა გამოიწვია, ეს იმაზე მიგვანიშნებს, რომ მომავალში გოგირდის მიმართ მცენარის მოთხოვნილება გაიზრდება და აუცილებელი იქნება ამ ელემენტის ნიადაგში დამატებით შეტანა.

თაბაშირი. კალციუმისა და გოგირდის შემცველი სასუქია თაბაშირი. ძირითადად იყენებენ პარკოსანი ბალახების, სამყურასა და იონჯას გასანაოციებლად. ამ კულტურების მიმართ თაბაშირის დადებითი მოქმედება აიხსნება არა მარტო კალციუმითა და გოგირდით მცენარის მომარაგებით, არამედ კალიუმით კვების პირობების გაუმჯობესებითაც. იგი ნიადაგის შთანქმის კომპლექსიდან გამოძევდება თაბაშირის შედგენილობაში შემავალი კალციუმის გავლენით, ამიტომ კალიუმი მცენარის კვებისათვის იოლად მისაწვდომი ხდება.

სამყურასა და იონჯას ნაკვეთებში, გვალვიან რაიონებში თაბაშირი შეაქვთ ზედაპირულად, შემოდგომით ან გაზაფხულზე ბალახის ზრდის დაწყების წინ. თაბაშირის ნორმა ღილი არ არის 3—5 ც/კა იგი მაღალ ეფექტს იძლევა კორდიან-ეწერ, თიხნარ და თიხა ნიადაგებზე პარკოსანი კულტურების მიმართ.

ქვიშნარ, კორდიან-ეწერ, ტყის ნაცრისფერ და შავმიწა ნიადაგებზე თაბაშირის გამოყენება მოსავალს ღიდად არ ზრდის.

მარტივი სუპერფოსფატის მაღალი ნორმით შეტანა თაბაშირის ეფექტის შემცირებას იწვევს, რადგანაც მარტივ სუპერფოსფატში 40%-ზე მეტი თაბაშირია.

აზოტიანი სასუქები

სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული სასუქები, სხვადასხვა პრინციპიდან გამომდინარე, შეიძლება შემდეგ ჯგუფებად დაიყოს: 1. ქიმიური შედგენილობის მიხედვით — ო რ გ ა ნ უ ლ (ნაკელი, ტორფი, ტორფოკომპოსტები, ფეკალი, ქათმის ნაკელი. მწვანე სასუქი და სხვ.) და მ ი ნ ე რ ა ლ უ რ (აზოტიანი, ფოსფორიანი, კალიუმიანი, კალციუმის, მაგნიუმის, მიკროელემენტების შემცველი) სასუქებად. 2. წარმოშობისა და მიღების წესის მიხედვით — ს ა მ რ ა ე წ ვ ე ლ ო (აზოტიანი, ფოსფორიანი, კალიუმიანი, რთული, მიკროსასუქები) და ა დ გ ი ლ ო ბ რ ი ე (ნაკელი, ტორფი, ფეკალი, ნაცარი და სხვ.) სასუქებად. 3. საკვები ელემენტების შემცველობის მიხედვით — მ ა რ ტ ი ე ა ნ უ ც ა ლ მ ხ რ ი ე და კ ო მ პ ლ ე ქ ს უ რ ა ნ უ მ რ ა ვ ა ლ მ ხ რ ი ე მ ო ქ მ ე დ სასუქებად. მარტივი ისეთ სასუქს ეწოდება, რომლის შედგენილობაში მხოლოდ ერთი საკვები ელემენტი შედის. მაგალითად, აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი, მაგნიუმი, ბორი, მოლიბდენი და სხვა. კომპლექსური ისეთი სასუქებია, რომლებიც ერთდროულად ორ ან მეტ საკვებ ელემენტს შეიცავს, მაგალითად, ამოფოსი, დიამოფოსი, კალიუმის გვარჯილა, ნიტრაფოსკა და სხვა. მრავალმხრივ მოქმედი სასუქები მიიღება ქიმიურ-ტექნოლოგიური დამუშავებით ან მარტივი სასუქების ურთიერთშერევის გზით. პირველს—რთული, ხოლო მეორეს—შერეული სასუქი ეწოდება. 4. ნიადაგსა და მცენარეზე მოქმედების მიხედვით—პ ი რ დ ა პ ი რ და ა რ ა პ ი რ დ ა პ ი რ მ ო ქ მ ე დ სასუქებად. პირდაპირმოქმედი ისეთი სასუქებია რომელიც მცენარის კვებისათვის საჭირო ელემენტებს შეიცავს. ისინი ნიადაგში შეაქვთ მათ შედგენილობაში შემავალი ელემენტით ნიადაგის გამდიდრებისა და მცენარისათვის კვების პირობების გაუმჯობესების მიზნით. მაგალითად, აზოტიანი, ფოსფორიანი, კალიუმიანი და სხვ. სასუქები.

არაპირდაპირმოქმედი სასუქი ისეთ სასუქს ეწოდება, რომელიც გამოიყენება ნიადაგის თვისებების შესაცვლელად. მაგალითად, კირიანი, თაბაშირიანი და სხვ.

სასუქების დაყოფა პირდაპირ და არაპირდაპირმოქმედ სასუქებად მეტად პირობითია. საქმე ისაა, რომ ყველა სასუქი, ერთსა და იმავე დროს მეტ-ნაკლებად ავლენს, როგორც პირდაპირ, ისე არაპირდაპირ მოქმედებას. მაგალითად, გოგირდმჟავა ამონიუმში პირდაპირმოქმედი სასუქია, მაგრამ მისი სისტემატური გამოყენება ნიადაგის გამჟავებას ე. ი. არაპირდაპირ მოქმედებასაც იწვევს. კირი არაპირდაპირ მოქმედი სასუქია, რადგანაც მისი გამოყენება მჟავე ნიადაგის თვისებების გაუმჯობესებას იწვევს, განსაკუთრებით ნიადაგის ზედმეტი მჟავიანობის განე-

იტრალებას. ამავე დროს კირი კალციუმს შეიცავს, კალციუმით მცენარე იკვებება, ამდენად კირიანი სასუქის გამოყენება არაპირდაპირ მოქმედებსთან ერთად პირდაპირაც მოქმედებს.

მიუხედავად ამისა, სასუქების დაყოფა პირდაპირ და არაპირდაპირ-მოქმედ სასუქებად მიზანშეწონილია. აქ მხედველობაში მიიღება ის, თუ სასუქის გამოყენებით რომელი მოქმედებაა მთავარი, პირდაპირი თუ არაპირდაპირი. ნ. ნიადაგის არეს რეაქციაზე მოქმედების მიხედვით—ფიზიოლოგიურად მჟავე და ფიზიოლოგიურად ტუტე სასუქებად.

ფიზიოლოგიურად მჟავე ეწოდება ისეთ სასუქს, საიდანაც მცენარე უფრო ინტენსიურად შთანთქავს კათიონს, ვიდრე ანიონს. სასუქის ანიონი ნიადაგის გამჟავებას იწვევს. ასეთი სასუქებია: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, K_2SO_4 , KCl , NH_4Cl და სხვ.

ფიზიოლოგიურად ტუტე ისეთი სასუქებია, საიდანაც მცენარის მიერ უფრო ინტენსიურად ანიონი შთანთქმება, ვიდრე კათიონი. კათიონი ნიადაგის არეს რეაქციის ტუტე მიმართულებით გადახრას იწვევს. ფიზიოლოგიურად ტუტე სასუქებს მიეკუთვნება: NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ და სხვ.

აზოტის როლი მცენარის კვებაში

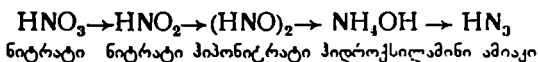
აზოტი მცენარისათვის ერთ-ერთი ძირითადი საკვები ელემენტია. მცენარის აზოტით უზრუნველყოფაზეა დამოკიდებული მისი ზრდა-განვითარება, მოსავალი და მოსავლის ხარისხი. აზოტის დიდი მნიშვნელობა მცენარის სიცოცხლეში განპირობებულია იმით, რომ აზოტი შედის ყველა მარტივი და რთული ცილების შედგენილობაში. ცილები მცენარის უჯრედის პროტოპლაზმის ძირითადი შემადგენელი ნაწილია. აზოტის გარეშე ცილა არ წარმოიქმნება, ხოლო ცილის გარეშე სიცოცხლე არ არსებობს.

ცილის შედგენილობაში არც ერთი ელემენტი არ შედის ისეთი რაოდენობით, როგორც აზოტი. იგი ცილის მასის 16% ($1/6$ ნაწილს) შეადგენს. გარდა ცილისა, აზოტი შედის ნუკლეინის მჟავების შედგენილობაში. მას დიდი მნიშვნელობა აქვს ცოცხალ ორგანიზმში ნივთიერებათა ცვლის საქმეში. ასევე შედის ის ქლოროფილის, ფოსფატიდების, ალკალოიდების, ვიტამინების, ფერმენტებისა და მცენარის უჯრედის მრავალ ორგანულ ნაერთების შედგენილობაში.

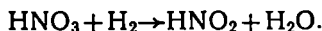
მცენარის კვებისათვის აზოტის მთავარი წყაროა აზოტმჟავას და ამონიუმის მარილები, როგორცაა: NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ და NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ და სხვ. ბუნებრივ პირობებში ნიადაგიდან მცენარის კვება აზოტით წარმოებს ნიადაგის ხსნარში არსებული

NO₃ ან NH₄ იონებით, ასევე შთანქმეული NH₄ კათიონით. მცენარის მიერ შთანქმეული მინერალური აზოტი განიცდის რთულ გარდაქმნას, რის შედეგად წარმოიქმნება აზოტის ორგანული ნაერთები, როგორცაა, ამინომჟავები და ამიდები. საბოლოოდ კი — ცილები. აზოტიანი ორგანული ნივთიერების სინთეზი მიმდინარეობს ამონიაკის ხარჯზე, ასევე მისი წარმოქმნით ხდება მათი დაშლა. ამის გამო დ. პრიანიშნიკოვი ამიაკს უწოდებდა მცენარეში აზოტიანი ნივთიერებების ცვლის აღფასა და ომეგას.

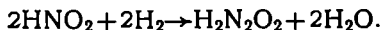
ნიტრატული აზოტი უშუალოდ არ მონაწილეობს ორგანული ნივთიერების სინთეზში. მცენარეში, აზოტიანი ორგანული ნივთიერების სინთეზში ნიტრატებმა რომ მიიღოს მონაწილეობა, ამისათვის საჭიროა ისინი ამონიაკამდე აღდგეს:



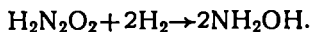
პირველ სტადიაში ნიტრატები ფერმენტ ნიტრატრედუქტაზას მოქმედებით აღდგება ნიტრიტამდე:



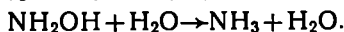
მომდევნო სტადიაში ფერმენტ ნიტრიტრედუქტაზას გავლენით ნიტრატი აღდგება ჰიპონიტრიტამდე:



შემდგომში ფერმენტ ჰიდროქსილამინრედუქტაზას გავლენით შეუერთდება წყალბადის ორი ატომი და გიპროქსილამინი წარმოიქმნება:



ჰიდროქსილამინის შემდგომი აღდგენა ხდება ფერმენტ ჰიდროქსილამინრედუქტაზას გავლენით და ამიაკი წარმოიქმნება:



ამ პროცესს ეწოდება ნიტრატების რედუქცია ანუ აღდგენა.

ნიტრატების ბიოლოგიური რედუქცია მიმდინარეობს ფერმენტების მონაწილეობით, რომლებიც მიკროელემენტებს: მოლიბდენს, სპილენძს, რკინასა და მანგანუმს შეიცავს.

მცენარეში შეიძლება დაგროვდეს როგორც ამონიაკი, ისე ნიტრატი. ამავე დროს ამონიაკის ჰარბი რაოდენობით დაგროვება მცენარის ამონიაკურ მოწამვლას იწვევს. მცენარეში ნიტრატების დიდი რაოდენობით დაგროვება მცენარეზე უარყოფითად არ მოქმედებს. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების პროდუქციაში ნიტრატების ჰარბი რაოდენობა უარყოფითად მოქმედებს ადამიანისა და ცხოველის ჯანმრთელობაზე.

მცენარეში ამინომჟავები წარმოიქმნება ორგანული კეტომჟავების ამინირებით.

მცენარეში ამინომჟავების შექმნის რეაქცია ორ ფაზად მიმდინარეობს. პირველ რიგში მცენარეში მოხვედრილი ამონიაკი უერთდება ჭეაუნქმბრის, კეტოგლუტარისა და ფუმარის ორგანულ მჟავებს და წარმოქმნის პირველად ამინომჟავებს — ასპარაგინისა და გლუტამინისა.

ასპარაგინისა და გლუტამინის ერთი მოლეკულა ამონიაკის შეერთებით ასპარაგინისა და გლუტამინის ამიდები წარმოიქმნება. ამიტომ მათ დიდი მნიშვნელობა აქვთ მცენარეში მიმდინარე აზოტის ცვლის პროცესში.

მცენარეში ცილების სინთეზი ნუკლეინის მჟავების მონაწილეობით მიმდინარეობს, რომელიც წარმოადგენს მატრიცას. მასზე მაგრდებიან და ერთდებიან ამინომჟავები და წარმოქმნიან სხვადასხვაგვარი ცილის მოლეკულებს.

მცენარეში ცილების წარმოქმნა რთული პროცესია, მისი წარმოქმნისათვის საჭიროა დიდი რაოდენობის ენერჯია, მის ძირითად წყაროს ფოტოსინთეზი და სუნთქვა წარმოადგენს.

მცენარეში ერთდროულად მიმდინარეობს ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო პროცესი: ცილების სინთეზი და ცილების დაშლა ამინომჟავებად. როგორც წესი, მცენარის ახალგაზრდა ნაწილებში სინთეზი ჭარბობს, ხოლო ფიზიოლოგიურად მობერებულ ნაწილებში, ძირითადად ფოთლებში — დაშლა, ჰიდროლიზი სჭარბობს სინთეზს. ცილოვან ნივთიერებათა ჰიდროლიზის პროდუქტები ფიზიოლოგიურად მობერებული ნაწილებიდან გადაინაცვლებს ახალგაზრდა ორგანოებში.

აზოტიანი ნივთიერების ცვლის პროცესი მცენარის სიცოცხლის მთელ მანძილზე მიმდინარეობს, მაგრამ ამ პროცესის ტემპი მცენარის განვითარების ფაზების მიხედვით იცვლება. მაგალითად, თესლის განვითარების ფაზაში ფოთოლში არსებული ცილოვანი ნივთიერებები ინტენსიურად იშლება. დაშლის პროდუქტები, ძირითადად ამინომჟავები, გადაინაცვლებს თესლში, სადაც კვლავ ცილად გარდაიქმნება. ამიტომ თესლში აზოტის შემცველობა მატულობს, ხოლო ვეგეტაციურ ნაწილებში — კლებულობს.

ამ პერიოდში მცენარის მიერ ნიადაგიდან აზოტის გამოყენება შეზღუდულია ან წყდება. სხვადასხვა მცენარეში აზოტის საერთო შემცველობა ძლიერ ცვალებადობს, იგი ასევე არაერთნაირია ერთი და იგივე მცენარის სხვადასხვა ნაწილებში. ვეგეტაციის დამთავრებისას თესლში მეტი აზოტია, ვიდრე ფოთოლსა და ღეროში. ამავე დროს მისი ძირითადი ნაწილი 90%-მდე ცილის შედგენილობაშია (ცხრ. 38).

ციტრუსების ფოთოლში აზოტის შემცველობის შემცირების ორი ძირითადი ტალდა აღინიშნება. პირველად მასობრივი ყვავილობის დროს, ამ დროს აზოტი ფოთლიდან ყვავილში გადაინაცვლებს, ამიტომ ყვავილ-

ცხრილი 38. მცენარის სხვადასხვა ნაწილში აზოტის შემცველობა
(% მშრალი ნივთიერებიდან)

მცენარე	თესლი, ძირხვევნები	ჩალა, ფოთლები
ბარდა	3,6	1,4
ხორბალი	2,5	0,6
შაქრის ჰარხალი	0,8	1,3

ში აზოტის შემცველობა მეტია, ვიდრე ფოთოლში. მეორედ — ნაყოფის მომწიფების დროს.

მართალია, ამ ფაზაში ფოთლიდან ნაყოფში აზოტის გადანაცვლება ინტენსიურად მიმდინარეობს და ფოთოლში აზოტის შემცველობა მცირდება, მაგრამ მისი შემცველობა ფოთოლში მაინც მეტი რჩება, ვიდრე ნაყოფში.

მარცვლისა და სოფლის მეურნეობის სხვა პროდუქციის ხარისხის შეფასებისათვის ხშირად „ნედლი ცილის“ შემცველობას იყენებენ, ე. ი. მხედველობაში მიიღება მცენარეში არსებული აზოტის ნაერთების შემცველობის ჯამი, მათ შორის ძირითადი ნაწილი მარცვალში ცილების ხარჯზე მოდის. ნედლი ცილის განსაზღვრისათვის მცენარეში არსებულ საერთო აზოტს ამრავლებენ კოეფიციენტზე — 6,25.

ფოთოლსა და ღეროში, ძირხვევნებსა და ბოლქვებში არაცილოვანი აზოტის შემცველობა შეიძლება დიდი იყოს. მაგალითად. ფოთლოვან ბოსტნეულებში, შაქრის, სუფრისა და საკვები ჰარხლის ძირებში, კარტოფილის ტუბერებში სასაქონლო სიმწიფისას აზოტის არაცილოვანი ნაერთები საერთო აზოტის თითქმის ნახევარს შეადგენს. ვეგეტაციური ნაწილებიდან აზოტით მდიდარია ფოთოლი, განსაკუთრებით, ახალგაზრდა ფოთლები, ნაკლებია იგი ღეროსა და ფესვში. გარდა ამისა, ყველა ორგანოში მეტი რაოდენობით აზოტს პარკოსანი მცენარეები შეიცავს, ვიდრე მარცვლოვნები.

მცენარის ზრდა-განვითარება აზოტით კვების პირობებზეა დამოკიდებული. აზოტის სიმცირისას მცენარის ზრდა მკვეთრად უარესდება. აზოტიანი სასუქის სწორად გამოყენებით ეს ნიშნები ქრება, მცენარე ნორმალურად ვითარდება, მაღალ და კარგი ხარისხის მოსავალს იძლევა. ამავე დროს, აზოტით ცალმხრივი კვება, მისი მაღალი ნორმებით გამოყენება, უარყოფითად მოქმედებს მცენარეზე, მის მოსავალსა და ხარისხზე.

მოსავლის ხარისხზე დიდ გავლენას ახდენს აზოტიანი სასუქის ფორმები. ასე მაგალითად, მცენარის ამონიაკური კვებისას იზრდება უჯრე-

დის აღდგენის უნარი. მეტი წარმოიქმნება ნახშირწყლებიდან აღდგენილი ორგანული ნაერთები (მაგ., ეთეროვანი ზეთები ბალის პიტნაში). ნიტრატული კვებისას ჰარბობს უჯრედის წვენი დაჯანგვის უნარი, მეტი რაოდენობით ორგანული მჟავები წარმოიქმნება ვ. ვლადიმროვის მონაცემებით, ამ შემთხვევაში ლიმონის მჟავას დიდი რაოდენობა გროვდება წეკოში.

დ. პრიანიშნიკოვისა და მისი მოწაფეების მიერ დადგენილია, რომ ნიტრატული და ამონიაკური კვება შეიძლება იყოს ტოლფასოვანი მცენარის გარემო და შინაგანი პირობების გათვალისწინებით. ამავე დროს, კონკრეტულ პირობებში შეიძლება აზოტით კვების უკეთესი წყარო იყოს ამონიაკი, სხვა შემთხვევაში — ნიტრატი.

მცენარეთა დამოკიდებულება ამონიაკური და ნიტრატული აზოტის მიმართ

აზოტის ამ ორ წყაროსთან მცენარის დამოკიდებულებას ბევრი ფაქტორი განსაზღვრავს. ასეთებია: არეს რეაქცია, მასში თანამგზავრი კათიონების, ანიონებისა და ნაცრის ელემენტების (ფოსფორი, კალიუმი, გოგირდი, მიკროელემენტები) არსებობა; ნიადაგის ხსნარში კალციუმის, მაგნიუმის, ამონიუმისა და ნიტრატის მარილების კონცენტრაცია, ასევე მცენარის ნახშირწყლებით უზრუნველყოფა.

მცენარე ამონიაკურ აზოტს უკეთ ითვისებს, როცა ნიადაგის არეს რეაქცია ნეიტრალურია. როდესაც ნიადაგის რეაქცია მჟავეა, მაშინ მცენარის მიერ ნიტრატები უკეთ შეითვისება, ვიდრე ამონიუმი.

მცენარის მიერ ნიტრატული და ამონიაკური აზოტის შეთვისებაზე დიდ გავლენას ახდენს სუბსტრატში კათიონებისა და ანიონების კონცენტრაცია. ამონიაკური კვებისას მოსავალზე დადებითად მოქმედებს ნიადაგში (საკვებ სუბსტრატში) კალციუმის, კალიუმისა და მაგნიუმის კონცენტრაციის გაზრდა. ნიტრატული კვებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს ფოსფორითა და მოლიბდენით მცენარის კარგად უზრუნველყოფას. მოლიბდენის სიმცირე მცენარეში იწვევს ნიტრატების ამონიაკამდე აღდგენის შეფერხებას, მცენარეში დიდი რაოდენობით ნიტრატების დაგროვებას.

მცენარის მიერ ამონიაკური აზოტის შეთვისება დიდად არის დამოკიდებული მცენარის შინაგან პირობებზე, კერძოდ ნახშირწყლებით უზრუნველყოფის ხარისხზე. ნახშირწყლების ნაკლებობისას მცირე რაოდენობით ორგანული მჟავები წარმოიქმნება, კერძოდ α-კეტომჟავები, მას დიდი მნიშვნელობა აქვს ამიაკის შესაბოჭავად მცენარეში.

ფოთოლი რომ კარგად გაიზარდოს, მისი ზედაპირი რომ ფართო იყოს, ამისათვის ზრდის დასაწყისშივე აუცილებელია აზოტით კვების

გაძლიერება. მაგრამ ამონიაკური აზოტით გაძლიერებული კვება ზოგჯერ უარყოფითად მოქმედებს. მაგ., ნახშირწყლებით ლარიბი მცენარეების (კარხალი) თესლის გაღვივებისას ან მაშინ, როდესაც საასიმილაციო აპარატი სუსტადაა განვითარებული, მცენარე ამონიაკურ აზოტს მთლიანად ვერ ითვისებს და იგი მცენარის უჯრედში იყრის თავს, რაც მცენარის „ამონიაკურ მოწამვლას“ იწვევს. ნიტრატული კვებისას ამ მოვლენას არა აქვს ადგილი. მცენარე ახილგაზრდა ასაკში, ასევე როცა თესლი მცირე რაოდენობით შეიცავს ნახშირწყლებს, უფრო ცუდად იტანს ხსნარში ამონიუმის მარილების მაღალ კონცენტრაციას, ვიდრე ნიტრატებისა.

ნიადაგის ხსნარში ამონიაკური აზოტის კარბი რაოდენობით დაგროვება მაშინაა მოსალოდნელი, როდესაც ამ ფორმის სასუქები მწკრივში თესლის თესვისას შეგვაქვს.

ნიადაგში აზოტის შემცველობა და მისი საერთო მისი

ა. ვინოგრადოვის მიხედვით, დედამიწის ქერქი აზოტს შეიცავს $2,3 \times 10^{-2}$ პროცენტს მასიდან. ნიადაგში აზოტის საერთო მარაგი დიდია, იგი ათეული მილიარდი ტონობითაა. ნიადაგში არსებული აზოტის მთელი რაოდენობა არაა მისაწვდომი მცენარეთათვის. მისი ძირითადი ნაწილი წარმოდგენილია ორგანული ნაერთების სახით. გარდა ამისა, აზოტის გარკვეული ნაწილი ამონიუმის იონის არაგაცვლითად შთანთქმულ მდგომარეობაშია. იგი ალუმოსილიკატების მინერალების მიერ შებოჭილია კრისტალურ მესერში. სხვადასხვა ნიადაგი (სახნავ ფენაში) აზოტს სხვადასხვა რაოდენობით შეიცავს, იგი ფართო დიაპაზონის 0,05—0,5%-ის ფარგლებში ცვალებადობს (ცხრ. 39).

ნიადაგში აზოტის შემცველობა დამოკიდებულია ორგანული ნივთი-

ცხრილი 39. ნიადაგის სახნავ ფენაში საერთო აზოტის შემცველობა

ნიადაგის ტიპი	საერთო აზოტი	
	%	ტ/კა
კორდიანი ეწერი	0,05—0,20	1,5—6,0
ტყის რუხი	0,20—0,35	6,0—10,5
გამოტუტული შავმიწა	0,30—0,45	9,0—13,5
ლრმა შავმიწა	0,40—0,50	12,0—15,0
ჩვეულებრივი შავმიწა	0,25—0,45	7,5—13,5
წაბლა	0,15—0,25	4,5—7,5
რუხი	0,10—0,20	3,0—6,0
წითელმიწა	0,20—0,30	6,0—9,0
სუბტროპიკული ეწერი	0,20—0,25	6,0—8,0
ნეშომპალა კარბონატული	0,21—0,52	6,5—15,5

ერების შემცველობაზე. საერთო აზოტი მეტი რაოდენობითაა ღრმა შავ-მიწებსა და ნეშომპალა კარბონატულ ნიადაგებში, ნაკლებია ჰუმუსით ღარიბ კორდიან ეწერ. რუხ და სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებში.

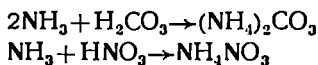
აზოტის შემცველობით ერთმანეთისაგან ძლიერ განსხვავდება არა მარტო სხვადასხვა ტიპის, არამედ ერთი და იმავე ზონის ნიადაგებიც. მაგალითად, ჩვენი ქვეყნის ევროპული ნაწილის არაშავმიწა ნიადაგიანი ზონის ნიადაგები საერთო აზოტის შემდეგი შემცველობით ხასიათდება: ქვიშნარი — 0,05—0,07, თიხნარი — 0,10—0,20; თიხა — 0,10—0,23; ტორფიანი — 0,6—1,0%. სხვადასხვა ნიადაგის სახნავ ფენაში აზოტის საერთო მარაგი ჰექტარზე 1,5 ტ-დან (ქვიშნარ-კორდიანი ეწერი) 15 ტ-მდე (ღრმა შავმიწა) მერყეობს.

მცენარის აზოტით უზრუნველყოფა დამოკიდებული არ არის ნიადაგში აზოტის საერთო შემცველობაზე. იგი დამოკიდებულია მცენარისათვის მისაწვდომ აზოტის მინერალურ ნაერთებზე. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ნიადაგში საერთო აზოტის ძირითადი წილი (94—95%) ორგანული ნაერთების სახითაა, 3—5% ნიადაგის თიხამინერალების მიერ ფიქსირებული ამონიუმის იონებია, რომელიც არაგაცვლით მდგომარეობაში იმყოფება. აზოტის ორგანული ნაერთები და ფიქსირებული ამონიუმი მცენარისათვის მიუწვდომელი ან ძნელად მისაწვდომია. ამდენად, მცენარის კვებისათვის მისაწვდომია საერთო აზოტის უმნიშვნელო წილი — 1%-მდე. ეს არის აზოტის მინერალური ნაერთები, ძირითადად ნიტრატები და გაცვლითი ამონიუმი. ამასთან დაკავშირებით, მცენარის აზოტით ნორმალური უზრუნველყოფისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ორგანული ნაერთების მინერალიზაციის სიჩქარეს. ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაშლა — მინერალიზაცია — შეიძლება შემდეგი სქემით წარმოვადგინოთ: ცილები, ჰუმინოვანი ნივთიერებები → ამინომჟავები, ამიდები → ამიაკი → ნიტრატები → ნიტრიტები.

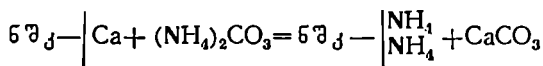
ნ ი ა დ ა გ ი ს ო რ გ ა ნ უ ლ ი ნ ი ვ თ ი ე რ ე ბ ი ს დ ა შ ლ ა ს ა მ ი ა კ ი ს წ ა რ მ ო კ მ ნ ა მ დ ე ა მ ო ნ ი ფ ი კ ა ც ი ა ე წ ო დ ე ბ ა .

ამონიფიკაცია ხორციელდება აერობული და ანერობული ჯგუფის მიკროორგანიზმების — ბაქტერიების, აქტინომიცეტებისა და ობის სოკოების მიერ. ეს მიკროორგანიზმები პროტეოლიტურ ფერმენტებს გამოყოფენ და მათი გავლენით ცილოვანი ნივთიერებები განიცდიან ჰიდროლიზს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ამინომჟავები. ამინომჟავებს კარგად ითვისებენ მიკროორგანიზმები. მიკრობთა უჯრედში არსებული ფერმენტები ღეზამინაზა და ღეზამიდაზა ახდენენ ამინომჟავების ღეზამინირებას და ღეზამიდირებას. ამ პროცესების შედეგად ამინო და ამიდო ნაერთებს სცილდება ამიაკი და წარმოიქმნება სხვადასხვა ორგანული მჟავები, რომლებიც შემდგომ გარდაქმნას განიცდიან, რის შედეგადაც CO_2 , H_2O , H_2 და CH_4 უმარტივესი ნაერთები წარმოიქმნება.

გამოყოფილი ამიაკი წარმოქმნის ორგანული და მინერალური მკვებების შესაბამის მარილებს: ნახშირის, აზოტის, ჰიანჰველას, ძმრის და სხვ. ეს მარილები მიიღება ნიადაგის ორგანული ნივთიერების მინერალიზაციისას:



წარმოქმნილი მარილები განიცდიან დისოციაციას, რის შედეგად ამონიუმი შთანთქმება ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსში:

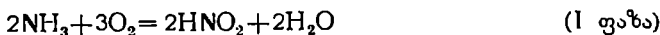


ამონიფიკაცია მიმდინარეობს ყველა ნიადაგში — არეს სხვადასხვა რეაქციის პირობებში, აერობულ და ანაერობულ პირობებში. ამავე დროს, ანაერობულ პირობებში, თუ ნიადაგის რეაქცია ძლიერ მკვებ ან ტუტეა, ამონიფიკაციის პროცესი შენელებულია.

ამონიფიკაციის პროცესის სისწრაფეზე გავლენას ახდენს ნიადაგის ტემპერატურა, ტენი და სხვა ფაქტორები. ანაერობულ პირობებში აზოტის შემცველი ორგანული ნივთიერებები იშლება ამიაკამდე. აერობულ პირობებში ამონიუმის მარილები იჟანგება ნიტრატამდე.

ნ ი ა დ ა გ შ ი ა მ ო ნ ი ა კ ი ს ნ ი ტ რ ა ტ ა მ დ ე დ ა ყ ა ნ გ ვ ი ს პ რ ო ც ე ს ს ნ ი ტ რ ი ფ ი კ ა ც ი ა ე წ ო დ ე ბ ა. ნიტრიფიკაცია ხორციელდება სპეციფიკური ბაქტერიების ჯგუფის მიერ, რომელთათვის დაუანგვა ენერჯის წყაროს წარმოადგენს. ეს პროცესი პირველად შეისწავლა ს. ვინოგრადსკიმ. მან გამოჰყო აღმგზნები წმინდა კულტურები და განსაზღვრა ნიტრიფიკაციის არსი.

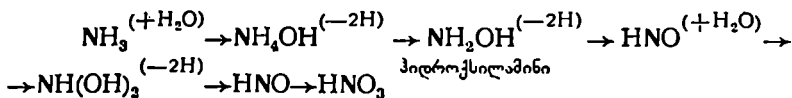
ამონიუმის მარილების აზოტოვან მკვებამდე დაუანგვაში მონაწილეობენ (პირველი სტადია) Nitrosomonas, Nitrosocystis და Nitrosospira სახეობის ბაქტერიები, ხოლო აზოტის მკვებამდე დაუანგვაში (მეორე ფაზა) — Nitrobacter სახეობისა. ნიტრიფიკაცია შემდეგნაირად მიმდინარეობს:



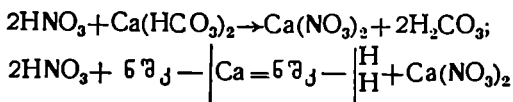
ნიტრიფიკაციის პროცესი რთულია. უნდა ვიფიქროთ, რომ მის საფუძველს ამიაკის დეჰიდრაცია წარმოადგენს, იგი დეჰიდრაზას მოქმედებით ხორციელდება. აზოტის შეერთება ქანგბადთან ხდება ოქსიდაზას მონაწილეობით.

დადგენილია, რომ ნიტრიფიკაცია მრავალეტაპიანი პროცესია: ამო-

ნიუმი პირველად იყანგება ჰიდროქსილ ამინამდე, ხოლო ეს უკანასკნელი ჯერ HNO_2 და შემდეგ HNO_3 იყანგება:



ნიტრიფიკაციის შედეგად ნიადაგში წარმოქმნილი აზოტმკეაეს განეიტრალება ხდება ნიადაგში არსებული კალციუმის ან მაგნიუმის ბიკარბონატით, ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსში არსებული ფუძეებით:



ნიტრიფიკაციის პროცესი ინტენსიურად მიმდინარეობს მაშინ, როდესაც ნიადაგი კარგად არის უზრუნველყოფილი ჰაერით, ტენი — 60—70%—ია, ტემპერატურა — 25—32°C და pH 6,2—8,2 ფარგლებშია. ასეთ პირობებში ამონიაკური აზოტის ძირითადი მასა სწრაფად იყანგება ნიტრატამდე. ა. ლებელიანცევის მიხედვით, თუ ნიადაგში აზოტის შემცველი ორგანული ნივთიერება საკმაოდ არის, მაშინ ნიტრიფიკაციის პროცესის გავლენით წლის მანძილზე შეიძლება წარმოიქმნას 100 მგ აზოტის მქადა 1 კგ ნიადაგზე, ანუ 300 კგ/ჰა.

სხვადასხვა ნიადაგში ორგანული ნივთიერების მინერალიზაცია ერთნაირი ინტენსივობით არ მიმდინარეობს. კორდიან-ეწერ ნიადაგებში იგი მეტი ინტენსივობითაა, ვიდრე შავმიწებში, რადგანაც შავმიწებში ორგანული ნივთიერების გახრწნა უფრო სუსტად მიმდინარეობს, ვიდრე კორდიან-ეწერებში; თუმცა შავმიწა ნიადაგებში ნიტრატები მეტი რაოდენობით წარმოიქმნება, ვიდრე კორდიან-ეწერებში. შავმიწები უფრო მდიდარია ორგანული ნივთიერებით, ახასიათებთ ღრმა ჰუმუსოვანი პორიზონტი, ბევრია ნიტრიფიკაციისათვის საჭირო მიკროორგანიზმები, უფრო მაღალია ტემპერატურა და რეაქცია ნეიტრალური ან მასთან ახლო აქვთ, ამიტომ აქ უკეთესი პირობებია ნიტრიფიკაციისათვის, ვიდრე კორდიან-ეწერებში.

ნიტრიფიკაციის პროცესის სიჩქარეზე დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის დამუშავება, მოკირიანება და სასუქები.

იმ ნაკვეთებზე, რომლებიც მცენარეებით არის დაკავებული, განსაკუთრებით მარცვლოვნებით, ნიადაგში ნიტრატები თითქმის არ გროვდება. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ ნიადაგი იტკებნება, აერაცია უარესდება, ამიტომ ნიტრიფიკაცია სუსტად მიმდინარეობს. მცირე რაოდენობით წარმოქმნილ ნიტრატებს მცენარე ფესვებით შთანთქავს.

ამის გამო სახნავ ფენაში ნიტრატები ძალზე მცირე რაოდენობით გროვდება.

მძიმე ნიადაგების დამუშავება, ასევე მკაფივ ნიადაგების მოკირიანება იწვევს ნიტრიფიკაციის პროცესის გაძლიერებას.

ცული აერაციის მქონე, ფუძეებით ღარიბ, მკაფივ რეაქციის ტორფიან ნიადაგებზე, ასევე სუსტად გაკულტურებულ და კალციუმით ღარიბ, მკაფივ კორდიან-წიწარ ნიადაგებზე ნიტრიფიკაცია სუსტად მიმდინარეობს.

კირიანი სასუქების გამოყენებით მკაფიანობა კლებულობს, ამასთან დაკავშირებით ნიტრიფიკატორი მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობა იზრდება, ნიადაგი კალციუმით მდიდრდება. ეს ხელს უწყობს ნიადაგში ნიტრატების შებოჭვას და $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ წარმოქმნას. კირის გამოყენებას დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ორგანული ნივთიერების მინერალიზაციის შედეგად წარმოქმნილი ამონიაკის, ასევე ნიადაგში შეტანილი ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის ამონიუმის ნიტრიფიკაციისათვის. საქმე ისაა, რომ კირის კალციუმი ერთი მხრივ ანეიტრალებს ნიადაგის მკაფივ რეაქციას, მეორე მხრივ იგი საჭიროა NO_3 შესაბოჭად.

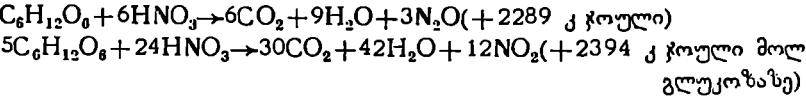
ორგანული და მინერალური სასუქების გამოყენება იწვევს ნიადაგის გამდიდრებას აზოტითა და ნაცრის ელემენტებით, ამავე დროს ნიადაგში აძლიერებენ მინერალიზაციის პროცესს. ორგანულ სასუქთან ერთად ნიადაგში შეიტანება ორგანული ნივთიერება, იგი აძლიერებს მიკროორგანიზმების მოქმედებას, ეს უკანასკნელი აჩქარებს ორგანული ნივთიერების გახრწნას. მინერალური სასუქები დადებით გავლენას ახდენს ნიადაგში ბიოლოგიური პროცესების ინტენსივობაზე, რადგანაც იგი მიკროორგანიზმებისათვის აზოტით, ფოსფორით, კალიუმით, კალციუმითა და სხვ. ელემენტებით კვების წყაროა.

ნიადაგში მიმდინარე ნიტრიფიკაციის პროცესს დადებითთან ერთად აქვს უარყოფითი მხარეც. მაგალითად, ამ პროცესის შედეგად მართალია ნიტრატები გროვდება ნიადაგში, მაგრამ მათ ახასიათებთ ნიადაგში მოძრაობის უნარი. ამის გამო ნიადაგიდან ხდება მათი გამორეცხვა, რის შედეგად მისი მნიშვნელოვანი ნაწილი იკარგება და გარემო ნიტრატებით ჭუჭყიანდება. გარდა ამისა ნიტრატები განიცდის დენიტრიფიკაციას, წარმოიქმნება NO , N_2O და N_2 . ესენი აირებია, რომლის აქროლუბის შედეგად ნიადაგიდან იკარგება აზოტი.

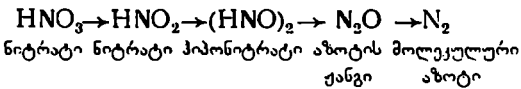
დენიტრიფიკაცია. ეს არის ნიტრატული აზოტის აღდგენა გაზისებრ ფორმამდე (NO , N_2O , N_2). ამ პროცესის შედეგად აღვილი აქვს ნიადაგიდან აზოტის დანაკარგს, რაც სასურველი არ არის სოფლის მეურნეობისათვის.

დენიტრიფიკაცია ხორციელდება ბაქტერიების ჯგუფის — დენიტრიფიკატორების (*Bact. denitrificans*, *Bact. Stutzeri*, *Bact. fluorescens*, *Bact. p. ocyaneum* და სხვ.) მიერ.

ნიტრიფიკაცია ინტენსიურად მიმდინარეობს მაშინ, როცა ნიადაგში მცირეა ჰაერი, არეს რეაქცია ტუტეა, ბევრია დაუშლელი ნახშირწყლებით მდიდარი ორგანული ნივთიერება. დენიტრიფიკატორები სწრაფად ჟანგავენ ნახშირწყლებს CO_2 -მდე. ამ რეაქციისათვის იყენებენ ნიტრატების ჟანგბადს. ნიტრატების აღდგენის პროცესი ენდოთერმული ხასიათისაა — რეაქცია მიმდინარეობს ენერგიის ხარჯვით. ნიტრატების ნიტრატამდე აღდგენა მიმდინარეობს ფერმენტ ნიტრატრედუქტაზას მონაწილეობით, ხოლო ნიტრიტების შემდგომი აღდგენა ნიტრიტრედუქტაზას მონაწილეობით ხდება. ეს რეაქცია შემდეგი ტოლობით მიმდინარეობს:



დადგენილია, რომ ნიტრატების აღდგენა დენიტრიფიკატორი ბაქტერიების მიერ მიმდინარეობს შუალედური ეტაპებით:



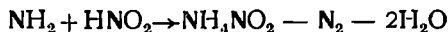
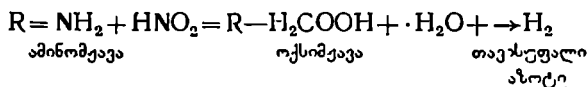
მოლეკულური აზოტი და აზოტის ჟანგი ბიოლოგიური დენიტრიფიკაციის ძირითადი პროდუქტებია (გაზები), მათი აქროლების ხარჯზე ნიადაგიდან იკარგება აზოტი.

დადგენილია ისიც, რომ ნიადაგში დენიტრიფიკაციის პროცესი ფართოდ არის გავრცელებული. იგი მიმდინარეობს, როცა ნიადაგში ცუდი აერაცია და მაღალი ტენიანობაა, ასევე მაშინაც, როცა ტენისა და აერაციის კარგი პირობებია, მაგრამ ნიადაგი შეიცავს ნიტრატებს და აღვილად ხრწნად ორგანულ ნივთიერებებს.

ნიადაგში სრული აერობოზისი არ არსებობს. ნიადაგის მიკროაგრეგატების შიგნით შეიძლება ჰაერის ნაკლებობას ჰქონდეს ადგილი მაშინაც, როცა კარგია სტრუქტურა და ოპტიმალურია ტენიანობა. ეს ქმნის დენიტრიფიკაციისათვის ხელსაყრელ პირობებს.

დენიტრიფიკაციასა და ნიტრიფიკაციას შორის არსებობს მჭიდრო კავშირი. ნიადაგის აერობულ მიკროზონებში ნიტრატების ინტენსიური წარმოქმნა იწვევს ნიადაგის ჟანგბადით გაღარიბებას. მიკროორგანიზმები სწრაფად შთანთქავენ ჟანგბადს და გამოყოფენ CO_2 -ს, ამით წარმოიქმნება ანაერობული პირობები, რაც ხელს უწყობს დენიტრიფიკაციისათვის პირობების შექმნას. გარდა ბიოლოგიური დენიტრიფიკაცი-

ისა, ნიადაგიდან გაზისებრი აზოტის დაკარგვა ხდება არაპირდაპირი — ქემოდენიტრიფიკაციის გზითაც. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს ქიმიური რეაქციის გავლენას. ამ დროს ხდება ნიტრიფიკაციისა და ბიოლოგიური დენიტრიფიკაციის მსვლელობისას წარმოქმნილი ნიტრიტების აღდგენა. ამ პროცესში მიკროორგანიზმებს არაპირდაპირი მნიშვნელობა აქვს. მათი როლი მდგომარეობს მხოლოდ აზოტის შემცველი ორგანული ნივთიერებების დაშლაში ამინომჟავებამდე, ამონიაკამდე და აზოტის მჟავამდე. ეს ნაერთები შედის ურთიერთრეაქციაში და წარმოიქმნება მოლეკულური აზოტი:

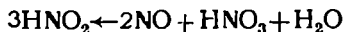


N_2 წარმოიქმნება ასევე შუალედური პროდუქტების — ჰიდროქსილამინისა და აზოტის მჟავას ქიმიური რეაქციის შედეგად:



ნიტრატების აღდგენა NO , N_2O და NO -მდე შესაძლებელია, აგრეთვე მათი ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებასთან რეაქციის შედეგად.

აზოტოვანი მჟავა (HNO_2) მდგრადი არ არის. მჟავე რეაქციის პირობებში (pH 5-ზე ნაკლები) იგი იოლად იშლება, წარმოიქმნება აზოტის მჟავა (HNO_3) და აზოტის ქანგი (NO). აზოტის ქანგი ადვილად ორთქლდება ნიადაგიდან:



ნიადაგში ერთდროულად მიმდინარეობს ორი პროცესი: 1. ორგანული ნივთიერების მინერალიზაცია (ამონიფიკაცია, ნიტრიფიკაცია, დენიტრიფიკაცია). 2. ორგანული ნივთიერებების სინთეზი (მეორადი პროცესი) ამ პროცესის დროს აზოტის მინერალური ნაერთები კვლავ გადადის მცენარის კვებისათვის მიუწვდომელ ორგანულ ნაერთებში. ე. ი. ხდება აზოტის იმობილიზაცია. ამ პროცესს ბიოლოგიური ხასიათი აქვს. საქმე ისაა, რომ მიკროორგანიზმები თავიანთი სხეულის შენებისათვის, ცილების შესაქმნელად იყენებენ ნახშირწყლებსა და აზოტს. მიკროორგანიზმების აზოტით კვებისათვის აუცილებელია აზოტის მინერალური ნაერთები, მის წყაროს წარმოადგენს როგორც ნიადაგის, ისე სასუქის აზოტი. ეს ნაერთები მიკროორგანიზმებს გადაჰყავთ მიკრობის უჯრედის კლაზმის ცილაში.

ბიოლოგიური სინთეზის გავლენით ნიადაგში აზოტი არ იკარგება. აზოტის დანაკარგს ადგილი აქვს ნიტრატების გამორეცხვისა და დენიტრიფიკაციის გავლენით.

ბიოლოგიური სინთეზის შედეგად აზოტი გადადის მცენარისათვის შეუთვისებელ რთულ ორგანულ ნივთიერებებში. მიკროორგანიზმების სასიცოცხლო ციკლის დამთავრების შემდეგ (მიკროორგანიზმების კვლამა), მათ სხეულში შემავალი ცილოვანი აზოტი, ნაწილობრივ, NH_3 მიწერალურ ფორმამდე აღდგება, ნაწილი კი — მიკრობთა სხეულის ჰუმუფიკაციის შედეგად მონაწილეობას ღებულობს ნიადაგის ჰუმუსოვანი ნივთიერების შექმნაში. აზოტის ეს ნაწილი უფრო ხანგრძლივი დროით გადადის მცენარის კვებისათვის მიუწვდომელ ფორმაში.

აზოტის მობილიზაციისა და იმობილიზაციის პროცესი, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ნიადაგში ერთდროულად მიმდინარეობს. მათი ინტენსივობა და მათ შორის შეფარდება დიდად არის დამოკიდებული აზოტის რეჟიმზე ნიადაგში, ასევე მცენარის აზოტით კვების პირობებზე.

აზოტის ბრუნვა მიწათმოქმედებაში

ნიადაგში აზოტის მარაგი, ასევე აზოტის მინერალური ნაერთების შემცველობა სისტემატურად იცვლება. ამ ფაქტს ორი რამ განაპირობებს: 1. აზოტის ხარჯვა. 2. ნიადაგში აზოტის შემცველი სასუქების შეტანა. აზოტის ხარჯვას განაპირობებს: აზოტის გამოყენება მცენარეთა მიერ (ბიოლოგიური გამოტანა); აზოტის გამოტანა მოსავლით (სამეურნეო გამოტანა); დანაკარგები: ეროზიის, ჩარეცხვისა და დენიტრიფიკაციის შედეგად.

ეროზიის (ქარისმიერი, წყლისმიერი) გავლენით ნიადაგიდან ნაწილაკებთან ერთად იკარგება ჰუმუსოვანი ნივთიერება. ეს იწვევს ნიადაგის გაღარიბებას ჰუმუსით და აზოტით. ეროზიის გავლენით ძირითადად იკარგება აზოტის ორგანული ნაერთები.

აზოტის მინერალური ნაერთების შემცირება ნიადაგში ხდება აზოტის იმობილიზაციის ხარჯზე — NH_4^+ და NO_3^- გადასვლით ორგანულ ფორმაში — მიკროორგანიზმების სხეულის ცილაში. მიწათმოქმედებისათვის მეტად მნიშვნელოვანი და უარყოფითია მცენარის კვებისათვის ვარგისი აზოტის დანაკარგი, როგორცაა ნიტრატების ჩარეცხვა და ნიტრატების დენიტრიფიკაცია.

ნალექებითა და სარწყავი წყლით ნიადაგიდან ნიტრატების გამოჩეცხვა გავრცელებული მოვლენაა. ამ ფაქტს ობიექტური მიზეზი აქვს. ჯერ ერთი ნიტრატები არ წარმოქმნიან ნიადაგში რომელიმე ნაკლებად ხსნად ნაერთებს და მეორე — ნიტრატები არ შთანთქმევა ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსის მიერ, რადგანაც როგორც შთანთქმის კომპლექსი, ისე NO_3^- იონები დამუხტულია უარყოფითად. ამიტომ ნიტრატები, როგორც წესი, ყოველთვის ნიადაგის ხსნარშია. მას ახა-

სიათებს მოძრაობა ნიადაგში, იოლად განიცდის მიგრაციას ნიადაგში, როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტალური მიმართულებით. ნიტრატების მიგრაცია და ამასთან დაკავშირებით მათი გამორეცხვა ჩვეულებრივ გაძლიერებულია ადრე გაზაფხულზე და შემოდგომით. სუბტროპიკულ მეურნეობაში გვიან გაზაფხულზე და ზაფხულშიც აღინიშნება, იგი ემთხვევა აზოტიანი სასუქების ნიტრატული ფორმის ნიადაგში შეტანის ვადებს. ნიადაგიდან ნიტრატების გამორეცხვის მოცულობა დამოკიდებულია შემდეგ პირობებზე: ამინდის პირობები, ნიადაგის დამუშავების სისტემა და ნიადაგში შეტანილი აზოტიანი სასუქების ნორმა. როგორც წესი, ნიტრატების გამორეცხვა და მისი დანაკარგი მეტია ანუელზე და ნაკლები — მცენარეებით დაკავებულ ნაკვეთებზე. გარდა ამისა, მცენარის აქტიური ზრდის ფაზაში ნიტრატების გამორეცხვა მცირდება, ეს აიხსნება ფესვების მიერ ნიადაგიდან ნიტრატების შთანთქმით.

სარწყავ მიწათმოქმედებაში, მორწყვის სწორი სისტემის გამოყენებით, სარწყავი წყალი არ უნდა შეუერთდეს გრუნტის წყალს, შესაძლებელია ნიტრატების გამორეცხვის თავიდან აცილება. სარწყავი წყლის გავლენით ნიტრატების გადანაცვლება ხდება ნიადაგის სიღრმეში, ხოლო წყლის აორთქლების შემდეგ, კვლავ გადმონაცვლებს ზედა ფენაში. ამ მოვლენისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის სტრუქტურას. მაგალითად, ქვიშა ნიადაგებიდან ნიტრატები გამოირეცხება ძლიერად, ამიტომ მათი დანაკარგი დიდია. თიხნარი ნიადაგები, განსაკუთრებით ჰუმუსით მდიდარი, ხასიათდება წყლის შთანთქმისა და შეკავების მაღალი უნარით, შესაბამისად ნიადაგის ხსნარში არსებული ნიტრატების შეკავებით, ამიტომ ამ ნიადაგებზე ნიტრატების გამორეცხვა და მათი დანაკარგი მცირეა. მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგზე, განსაკუთრებით მაშინ, თუ იგი მცენარეულობით არ არის დაკავებული, ნიტრატების დანაკარგი დიდია, იგი NO_3 -ის აზოტის 20—30 კგ/ჰა შეადგენს, ხოლო თუ მცენარეულობითაა დაკავებული, მაშინ 3—5 კგ/ჰა არ აღემატება.

ნიადაგიდან ნიტრატების გამორეცხვის უარყოფითი მხარე იმაშიც მდგომარეობს, რომ იწვევს წყლის გაჭუჭყიანებას.

ნიადაგიდან აზოტის დანაკარგი ძირითადად ხდება გაზისებრი აზოტის ზარჯზე, მას ნიტრატების დენიტრიფიკაცია იწვევს. დენიტრიფიკაციას განიცდის ნიადაგში არსებული ნიტრატები, ასევე აზოტიანი სასუქების ნიტრიფიკაციის შედეგად წარმოქმნილი ნიტრატები.

ნიტრატების ჩარეცხვითა და დენიტრიფიკაციით გამოწვეული აზოტის დანაკარგი დიდია. ამავე დროს იგი დამოკიდებულია კონკრეტულ პირობებზე. მაგალითად, ყამირ ნიადაგზე აზოტის ბიოლოგიური დამავ-

რება ხდება, ამიტომ ამ პირობებში შესაძლებელია აზოტის არსებული რაოდენობის არა მარტო შენარჩუნება, არამედ ნიადაგში საერთო აზოტის შემცველობის გადიდებაც. მოხსნულ ნაკვეთზე, როგორც წესი, აზოტის შემცველობა მცირდება, ე. ი. დანაკარგი თანდათან მატულობს. ეს ფაქტი ორი მოვლენით არის გამოწვეული, ჯერ ერთი იზრდება დანაკარგი ნიტრატების ჩარეცხვისა და დენიტრიფიკაციის გავლენით, მეორე — აზოტის მნიშვნელოვანი რაოდენობა გამოიტანება ნიადაგიდან მცენარის მოსავლის მიერ.

განგარიშებულია, რომ ნაკელის სახით ნიადაგს უბრუნდება დაახლოებით 20% აზოტი, იმ საერთო რაოდენობიდან, რაც გამოაქვს ყველა სასოფლო-სამეურნეო მცენარეს მოსავლით. ნიადაგში თუ არ მოხდა აზოტის შემცველობის აღდგენა აზოტის სხვა წყაროების გამოყენებით, მაშინ ნიადაგი აზოტით გაღარიბდება — მისი ნაყოფიერება ღაეცემა.

ნიადაგში აზოტის დაგროვების რამდენიმე წყაროა. ნიადაგში აზოტის მარაგის შევსების ბუნებრივი წყაროა ატმოსფეროს აზოტი. ნიადაგის ზედაპირის ყოველი ჰექტარი ჰაერში შეიცავს 80 ათას ტ აზოტს. ეს აზოტის ძალზე დიდი რაოდენობაა, მაგრამ ატმოსფეროს მოლეკულურ აზოტს მხოლოდ პარკოსნები ითვისებენ, სხვა მცენარეებისათვის კი ძნელად მისაწვდომია; ბუნებრივ პირობებში ატმოსფეროს მოლეკულური აზოტის შებოჭვის ორი გზა არსებობს: აზოტის მცირე რაოდენობა 3—5 კგ/ჰა ამონიაკისა და ნიტრატის სახით ყოველწლიურად წარმოიქმნება ატმოსფეროში ჰექა-ჟუხილის დროს და ნალექებთან ერთად ჩაედინება ნიადაგში; ატმოსფეროს მოლეკულური აზოტის ფიქსაციას ახდენს ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები მიკროორგანიზმები, აგრეთვე კოჟრის ბაქტერიები, რომლებიც სიმბიოზურად ცხოვრობენ პარკოსან მცენარეებზე (აზოტის ბიოლოგიური სინთეზი), თავისუფლად მცხოვრები აზოტოფიქსატორები — ანაერობული *Clostridium pasteurianum*, აერობული — *asotobacter chroococeum* და სხვა. თუ ცხოველმყოფელობისათვის ხელსაყრელი პირობები აქვთ შექმნილი, ნიადაგში ყოველწლიურად აგროვებენ 5—10 კგ/ჰა აზოტს. ატმოსფეროს აზოტის მნიშვნელოვან რაოდენობას აგროვებენ ნიადაგში კოჟრის ბაქტერიები — *Bhivobium* და *Bacterium radicolica*, რომლებიც პარკოსან მცენარეებთან სიმბიოზში ცხოვრობენ. თუ ნიადაგში ამ ბაქტერიებისათვის ხელსაყრელი პირობებია შექმნილი, მაშინ პარკოსანი მცენარეები კარგად იზრდება, მაღალ მოსავალს იძლევა და ერთი წლის მანძილზე აგროვებს 100—200 კგ/ჰა და ზოგჯერ მეტ აზოტს. კოჟრის ბაქტერიები კარგად ვითარდებიან, როცა ნიადაგის რეაქცია ნეიტრალურია ან მასთან ახლოა, მეავე ნიადაგების მოკირიანება ხელს უწყობს კოჟრის ბაქტერიების გამრავლებას და აღმგობებს მათ ცხოველმყოფელობას.

კოყრის ბაქტერიების, ასევე ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები აზოტოფიქსატორების აქტივობა დამოკიდებულია ნიადაგში საკვები ელემენტების შემცველობაზე, აქ მნიშვნელოვანია ორგანული ნივთიერების, ფოსფორის, კალიუმის, ბორის, მოლიბდენის შემცველობა, მინერალური აზოტის მაღალი შემცველობა ნიადაგში, ამცირებს პარკოსნების მიერ ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციას. როცა პარკოსანი მცენარეების ქვეშ შეაქვთ აზოტიანი სასუქი მაღალი ნორმით, მაშინ ჰიანურდება მცენარის ფესვზე კოყრების წარმოქმნა, ამავ დროს ისინი მცირე რაოდენობით ვითარდებიან. ამ შემთხვევაში მნიშვნელოვნად მცირდება პარკოსანი მცენარეების მიერ აზოტის დაგროვება ნიადაგში.

კოყრის ბაქტერიების აქტივობა ძლიერდება მცენარის ზრდა-განვითარებასთან ერთად. იგი მაქსიმუმს აღწევს მცენარის ყვავილობის ფაზაში. აზოტის ფიქსაციის მოცულობა დამოკიდებულია კოყრის სიდიდეზე, ამავ დროს შემოდგომით, მცენარის ვეგეტაციის დამთავრებისას კოყრებში ბაქტერიების რიცხვი მცირდება, კოყრები თანდათან კვდება და ბაქტერიები ნიადაგში გადაინაცვლებენ.

ნიადაგში აზოტის დაგროვების დონეს განსაზღვრავს პარკოსანი მცენარის სახეობა. დ. პრიანიშნიკოვის მონაცემებით, წლის მანძილზე სხვადასხვა მცენარე ნიადაგში აზოტს შემდეგი რაოდენობით აგროვებს: სამყურა — 150—160, ხანჭკოლა — 160—170, იონჯა — 250—300, სოიო — 100, ლობიო, ცერცველა — 70—80 კგ/ჰა. პარკოსანი მცენარეების მიერ შებოჭილი აზოტის $\frac{1}{3}$ ფესვებში და სხვა ანარჩენებშია, რომელთა მინერალიზაციის შედეგად, იგი შეიძლება მომდევნო კულტურების მიერ იქნას გამოყენებული. ე. ი. ნიადაგში აზოტი გროვდება: ნალექებთან ერთად; ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაშლით; ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები მიკროორგანიზმების მიერ ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციით; პარკოსანი მცენარეების ფესვებზე არსებული სიმბიოზური ბაქტერიების მიერ ატმოსფეროს აზოტის შებოჭვით. ამავ დროს აზოტის ეს წყაროები საკმარისი არ არის მცენარის მოსავლის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილი აზოტის, დენიტრიფიკაციისა და ჩარეცხვის გავლენით დაკარგული აზოტის რაოდენობის შესავსებად. მართალია პარკოსანი მცენარეები ნიადაგში აზოტის დაგროვების მნიშვნელოვანი წყაროა, მაგრამ მათ მიერ დაკავებული ფართობის თესლბრუნვაში დიდი არ არის და თესლბრუნვის სტრუქტურაში მისი ფართობის განუსაზღვრელად გადიდება შეუძლებელია.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გადიდების სწორი გზა მდგომარეობს პარკოსანი ბალახების თესვის, ნაკელისა და მინერალური აზოტიანი სასუქების გამოყენების შეთანწყობაში. ამავ დროს მინერალური აზოტიანი სასუქების ფართოდ გამოყენება, რომ-

ლებიც ხელოვნური სინთეზის გზით მიიღება ატმოსფეროს აზოტიდან ქიმიურ ქარხნებში, ძირითადად განსაზღვრავს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის დონეს და მის ხარისხს.

სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული აზოტიანი სასუქები

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გასანოყიერებლად ოთხი ფორმის მინერალურ აზოტიან სასუქს იყენებენ.

1. ნიტრატული ფორმის აზოტიანი სასუქები, ეს ისეთი მინერალური სასუქებია, რომელიც აზოტს შეიცავს მხოლოდ ნიტრატის სახით. ამ ფორმის აზოტიან სასუქებს მიეკუთვნება: ნატრიუმის გვარჯილა, კალციუმის გვარჯილა და სხვ.

2. ამონიაკური ფორმის აზოტიანი სასუქები. ამ ჯგუფში შედის ისეთი მინერალური სასუქები, რომელიც აზოტს შეიცავს მხოლოდ ამონიუმის სახით. ამ ფორმის აზოტიანი სასუქებია: ამონიუმის სულფატი, ამონიუმის ქლორიდი, თხევადი ამიაკი, ამიაკური წყალი და სხვ.

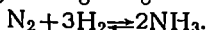
3. ნიტრატულ-ამონიაკური ფორმის აზოტიანი სასუქები. ამ ფორმის აზოტიანი სასუქები აზოტს შეიცავს როგორც ნიტრატის, ისე ამონიუმის სახით. ასეთებია: ამონიუმის გვარჯილა, კალციუმ-ამონიუმის გვარჯილა, სულფატ-ნიტრატ ამონიუმი, თხევადი ამიაკატები.

4. ამიდური ფორმის აზოტიანი სასუქები. ეს სასუქები აზოტს შეიცავს მხოლოდ ამიდის სახით. ამ ფორმის სასუქებს მიეკუთვნება: შარდოვანა, კალციუმის ციანამიდი და შარდოვანა ფორმალდეჰიდური სასუქები.

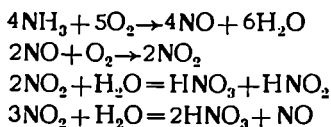
მინერალური აზოტიანი სასუქების მრეწველობა დამყარებულია ჰაერის მოლეკულური აზოტისაგან სინთეზური ამიაკის მიღებაზე. ამიაკის მისაღებად საჭიროა აზოტი და წყალბადი.

აზოტის მისაღებად ჰაერს ატარებენ კოქსით გახურებულ გენერატორებში. წყალბადის მიღების ძირითადი წყაროა მეთანის (CH_4) მდიდარი ბუნებრივი გაზი, ნაწილობრივ — კოქსის წვის შედეგად ღუმელებიდან გამოყოფილი გაზები, რომელიც 50% წყალბადს შეიცავს.

ამიაკის მისაღებად აზოტისა და წყალბადის გაზების ნარევეს იღებენ; ერთ მოცულობა აზოტს და სამ მოცულობა წყალბადს, ატარებენ კომპრესორში, მაღალი წნევის გავლენით თანდათანობით კუმშავენ, შემდეგ უშვებენ კონტაქტურ ღუმელში სადაც $400-500^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაა. ტემპერატურის, მაღალი წნევისა და კატალიზატორების (რკინის, ალუმინის, კალიუმის ჟანგეულები) გავლენით აზოტი და წყალბადი შედის ურთიერთ რეაქციაში და წარმოქმნიან გაზისებრ ამიაკს.



გაზისებრი ამიაკი გაცუვებით გადაჰყავთ თხევად მდგომარეობაში. სინ-
თეზური ამიაკი გამოიყენება მჟეავას მისაღებად, რაც NH_3 დაჟანგვით
ზღდება. ამ რეაქციის ხასიათი დამოკიდებულია ამიაკის და ჟანგბადის მო-
ცულობით თანაფარდობაზე:



აზოტმჟეავას იყენებენ ნიტრატული და ნიტრატულ-ამონიაკური აზო-
ტიანი სასუქების მისაღებად. სინთეზური ამიაკი და აზოტმჟეავა ძირითადი
პროდუქტებია სამრეწველო მინერალური აზოტიანი სასუქების წარმო-
ებისათვის.

ატმოსფეროს აზოტიდან სინთეზური ამიაკის მიღების სამრეწველო
ათვისებამ და სრულყოფამ უზრუნველყო შედარებით იაფი აზოტიანი
სასუქების წარმოება. მასთან ერთად ამ სასუქების უდიდესმა მნიშვნე-
ლობამ მოსაველიანობის გადიდების საქმეში განაპირობა ამ სასუქების
მრეწველობის სწრაფი განვითარება და სოფლის მეურნეობაში მათი
გამოყენების გადიდება.

ჩვენს ქვეყანაში 1917 წლამდე აზოტიანი სასუქების წარმოება თით-
ქმის არ იყო. უშვებდნენ დაახლოებით 14 ათას ტონა ამონიუმის სულ-
ფატს, როგორც კოქსიმიური ქარხნის ანარჩენს.

აზოტიანი სასუქების მრეწველობა ჩვენს ქვეყანაში განსაკუთრებით
განვითარდა 20-იანი წლების ბოლოს და 30-იანი წლების დასაწყისსა
და შემდგომ პერიოდში. ამ პერიოდში აშენდა აზოტიანი სასუქების
მწარმოებელი მრავალი ქარხანა მათ შორის რუსთავის ქიმიური კომბი-
ნატი (1955 წ.). 1985 წელს აზოტიანი სასუქების წარმოებამ საბჭოთა
კავშირში 14,223 მილიონ ტ შეადგინა, მსოფლიოში — 63 მილ გადა-
აჭარბა. გათვალისწინებულია აზოტიანი სასუქების წარმოების შემდგომ
ში გადიდება და სოფლის მეურნეობაში მათი გამოყენების გაზრდა.

აზოტიანი სასუქების წარმოების ზრდასთან ერთად სასუქის ასორტი-
მენტი იცვლება და ხარისხი უმჯობესდება. მაგალითად, 1960 წელს
აზოტიანი სასუქების ასორტიმენტში 73% ამონიუმის გვარჯილა, 18%
ამონიუმის სულფატი და 9% სხვა აზოტიანი სასუქი იყო. 1980 წელს
ამონიუმის გვარჯილის ხვედრითი წილი აზოტიანი სასუქების საერთო
მოცულობიდან შეადგენდა 39%, ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის
სულფატნატრიუმისა — 6%, ნატრიუმისა და კალციუმის გვარჯილისა
0,2%. ამავე დროს შარდოვანას მოცულობა 26%-მდე, თხევადი ამიაკისა
და რთული აზოტიანი სასუქებისა 29%-მდე გაიზარდა. ამრიგად, აზო-
ტიანი სასუქების ასორტიმენტში მატულობს კონცენტრირებული სასუ-

ქების ამონიუმის გვარჯილის, შარდოვანას და რთული სასუქების ხვედრითი წილი, დაბალპროცენტიანი სასუქებისა: ამონიუმის სულფატი, ნატრიუმისა და კალციუმის გვარჯილა — მცირდება.

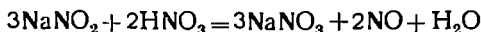
ნიტრატული სასუქები

ნიტრატული ფორმის აზოტიანი სასუქების ჯგუფს მიეკუთვნება NaNO_3 და $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. ისტორიულად ამ ჯგუფის სასუქების ერთ-ერთი წარმომადგენელი იყო ჩილის გვარჯილა, მას ჩილიში ბუნებრივი საბადოებიდან იღებდნენ. შემდგომში ატმოსფეროს აზოტის შებოჭვის ხერხის აღმოჩენამ და სინთეზური ამიაკის მიღებამ საფუძველი ჩაუყარა სინთეზური ნატრიუმის გვარჯილის წარმოებას. ამჟამად ნიტრატული სასუქების დასამზადებლად აზოტმკვავას ლებულობენ სინთეტიკური ამიაკის დაყენებით. ჩვენს ქვეყანაში გამოყენებული აზოტიანი სასუქების ასორტიმენტში ნიტრატულ სასუქებს მცირე ხვედრითი წილი აქვს. ამავე დროს ამ ჯგუფის სასუქების თვისებების ცოდნას, ნიადაგში მის გარდაქმნას და გამოყენების პირობების, ცოდნას დიდი მნიშვნელობა აქვს იმისათვის, რომ უკეთ გავერკვეთ სხვა აზოტიანი სასუქების, მათ შორის ძირითადი აზოტიანი სასუქების — ამონიუმის გვარჯილისა და შარდოვანას გამოყენების თავისებურებებში.

ნატრიუმის გვარჯილა (ნატრიუმის ნიტრატი, აზოტმკვავა ნატრიუმი) NaNO_3 . სასუქი შეიცავს 15—16% აზოტს და 26% ნატრიუმს. მას ლებულობენ აზოტმკვავას ქარხნებში, როგორც თანამგზავრ პროდუქტს. მისი მიღებისათვის ახდენენ ამიაკის აღსორბციას აზოტის ქანგეულების ტუტე არეში. რისთვისაც დამყანგველ კოშკში წყლის მიერ არაშთანთქმულ ნიტროზულ გაზებს NO და NO_2 უშვებენ მშთანთქმელ კოშკში, რომელიც მორწყულია სოლით ან ნატრიუმის ტუტის ხსნარით. ქიმიური ურთიერთმომქმედების შედეგად წარმოიქმნება ნატრიუმის ნიტრატისა და ნიტრიტის ნარევი:



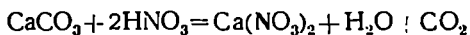
ნიტრიტის ნიტრატში გადაყვანისათვის ნარევს ურევენ სუსტ აზოტმკვავას:



რეაქციის შედეგად წარმოქმნილ NO ხელახლა აბრუნებენ დამყანგველ კოშკში NO_2 -მდე დასაყანგავად. აზოტმკვავათი შემყავებულ ხსნარს ანეიტრალებენ, შემდეგ აორთქლებენ, ცენტროფუგირებას ახდენენ, ამ დროს NaNO_3 -ის ნალექი ჩამოშორდება დედახსნარს. მიღებული ნატრიუმის ნიტრატის წვრილკრისტალური მარილი თეთრი ან მონაცრისფერია. იგი წყალში კარგად იხსნება. მარილი შესამჩნევად ჰიგროსკო-

პიულია. მას მაღალი ტენიანობის პირობებში გადაკრისტალდება ახსია-
თებს, წარმოიქმნება უფრო მსხვილი კრისტალები. მშრალ მდგომა-
რეობაში, კარგი შენახვის პირობებში, მარილი ინარჩუნებს გაფანტვის
კარგ უნარს, ამიტომ მოხერხებულია კვების არეში თანაბარი განაწილე-
ბისათვის.

კალციუმის გვარჯილა (კალციუმის ნიტრატი, აზოტმჟავა კალციუმი)
 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. იგი შეიცავს 13—15% აზოტს. მას ლებულობენ 40—48%—
ანი აზოტმჟავას კირით ან ცარციტ ნეიტრალიზაციის გზით.



კალციუმის გვარჯილის მისაღებად აზოტმჟავას ლებულობენ ამიაკის
დაჟანგვით.

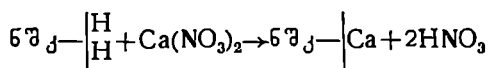
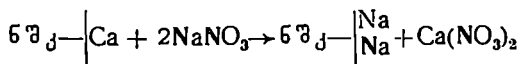
კალციუმის გვარჯილა ძლიერ ჰიგროსკოპიულია. ჩვეულებრივ ტემ-
პერატურაზე ადვილად ითვისებს ტენს და გადადის ჰიდრატულ ფორმა-
ში. ტენის მიმართ შედარებით სტაბილურობით ხასიათდება ოთხწყალ-
ჩანაცვლებული $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ მარილი, მასში აზოტი 14.86%-ია.

იმის გამო, რომ კალციუმის გვარჯილა მაღალი ჰიგროსკოპულობით
ხასიათდება, მისი შენახვა და გადატანა ხდება ტენის არაგამტარი ტომ-
რებით. კალციუმის გვარჯილის ჰიგროსკოპულობის შემცირების მიზნით
მას უმატებენ მისი მასის 0,5% ჰიდროფობულ დანამატს, მაგალითად,
პარაფინირებულ მაზუთს. გარდა ამისა, მარილის ფიზიკური თვისებების
გასაუმჯობესებლად, მისი წარმოების პროცესში კონცენტრატზე ახდე-
ნენ 4—7% ამონიუმის გვარჯილის დამატებას.

იმის გამო, რომ კალციუმის გვარჯილა მცირე რაოდენობით აზოტს
შეიცავს, მისი შორ მანძილზე გადატანა ხელსაყრელი არ არის.

კალციუმის გვარჯილა იყო პირველი სინთეტიკური მინერალური
სასუქი. მისი სამრეწველო წარმოება დაიწყო 1905 წელს ნორვეგიაში.
ამიტომ ამ სასუქმა, მაშინ მიიღო „ნორვეგიის გვარჯილის“ სახელწო-
დება.

ნიადაგთან ნატრიუმისა და კალციუმის გვარჯილის ურთიერთქმედე-
ბა. ეს სასუქები კარგად იხსნება ნიადაგის ხსნარში, ამიტომ სწრაფად
შედის ნიადაგთან, მის შთანთქმის კომპლექსთან გაცვლით რეაქციაში:



ნატრიუმისა და კალციუმის დადებითად დამუხტული კათიონები
შთანთქმება ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსის მიერ. უარყოფითად და-
მუხტული NO_3^- ანიონი შთანთქმის კომპლექსიდან გამოძევებულ Ca^{2+}

იონთან შეერთების შედეგად წარმოქმნის $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ხსნად მარილს. მეორე შემთხვევაში წყალბადის იონი უერთდება NO_3 და აზოტმკაევა წარმოიქმნება.

ნიტრატული აზოტი, იმის გამო, რომ უარყოფითი მუხტი გააჩნია, არ ექვემდებარება ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიურ შთანთქმას. ნიტრატებს გააჩნია ნიადაგში მოძრაობის მაღალი უნარი. ამიტომ წყლის კარგად გამტარ ნიადაგში ატმოსფერული ნალექების ან რწყვის გავლენით ნიტრატები გამოირეცხება. სუბტროპიკული ზონის კლიმატური პირობების გავლენით ამ ზონაში ნიტრატების გამორეცხვა დიდია. ნიტრატების ამ თავისებურების გათვალისწინებაა საჭირო ნიტრატული ფორმის აზოტიანი სასუქების ნიადაგში შეტანის ვადის შერჩევისას. ტენიან ზონაში პირველ დოზად მიზანშეწონილი არ არის ნიტრატული ფორმის აზოტიანი სასუქების გამოყენება. ამ პირობებში პირველ დოზად ამონიაკური ან ამიდური ფორმის სასუქები უნდა გამოვიყენოთ, ხოლო ნიტრატული ფორმის სასუქების გამოყენება დავუკავშიროთ მცენარის ვეგეტაციის დაწყებას.

ნატრიუმისა და კალციუმის ნიტრატები ფიზიოლოგიურად ტუტე სასუქებია, რადგანაც ამ მარილებიდან მცენარე მეტი რაოდენობით ითვისებს აზოტს, ვიდრე ნატრიუმსა და კალციუმს. გამოირიცხული არ არის ამ სასუქებიდან მცენარის მიერ ნატრიუმისა და კალციუმის შთანთქმა, მაგრამ ამ იონთა დიდი ნაწილი ყოველთვის რჩება ყველა ნიადაგში, რაც ნიადაგის გატუტიანებას იწვევს. ამის გამო ამ სასუქების სისტემატიური გამოყენება მკაფივ ნიადაგებზე მის განეიტრალებას იწვევს.

ნატრიუმისა და კალციუმის გვარჯილის გამოყენება. გვარჯილები შეიძლება გამოვიყენოთ ყველა ნიადაგზე ყველა კულტურის გასანოყიერებლად. ზოგიერთი კულტურული მცენარე, მაგალითად, შაქრის ჭარხალი და სხვა ძირხვენები უკეთ რეაგირებენ ნატრიუმის შემცველი აზოტიანი სასუქების მიმართ. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ ეს მცენარეები ნატრიუმის გავლენით ახდენენ ფოთლებიდან ნახშირწყლების გადანაცვლებას ბოლქვებში, ამიტომ ამ კულტურების განოყიერება ზრდის არა მარტო მოსავალს, არამედ ზარისხსაც აუმჯობესებს.

კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე გვარჯილები უფრო მაღალ ეფექტს იძლევა, ვიდრე ფიზიოლოგიურად მკაფივ ამონიაკური სასუქები. შავმიწა ნიადაგებზე, განსაკუთრებით მარცვლოვანი კულტურების მიმართ, გვარჯილების უპირატესობა ამონიაკური ფორმის სასუქებთან არ აღინიშნება.

ნატრიუმისა და კალციუმის გვარჯილას იყენებენ საშემოდგომო ზორბლისა და სათოხნ კულტურებში თესვისას მწკრივში და გამოკვების სახით. შაქრის ჭარხლისა და სხვა ძირხვენების მიმართ განსაკუთრებით მაღალ ეფექტს იძლევა თესვისას შეტანილი ნატრიუმის გვარჯილა.

კორდიან-წვერ ნიადაგებზე ეფექტურია კალციუმის გვარჯილის გამოყენება, იგი სხვა აზოტიან სასუქებთან შედარებით პირველ ადგილს იკავებს. მისი სისტემატური გამოყენება იწვევს ნიადაგის შთანთქმითი კომპლექსის კალციუმით გამდიდრებასა და კალციუმის ბიკარბონატის დაგროვებას ნიადაგის ხსნარში. ამის გამო ნიადაგის რეაქცია ნეიტრალდება, ხოლო ფიზიკური თვისება უმჯობესდება. შევმიწა ნიადაგებზე კალციუმის გვარჯილა ნატრიუმის გვარჯილის ტოლფასოვანია მრავალი კულტურისათვის, მაგრამ შაქრის ქარხლის, საკვები და სუფრის ქარხლის მიმართ ნატრიუმის გვარჯილას ჩამოუვარდება.

ნატრიუმის გვარჯილის გამოყენება ბიცომ და ბიც ნიადაგებზე რეკომენდებული არ არის.

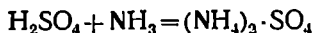
სარწყავ რაიონებში ბრინჯის, ბამბისა და სხვა კულტურების გასაწოყიერებლად ნიტრატული ფორმის აზოტიანი სასუქების გამოყენება უფრო დაბალ ეფექტს იძლევა, ვიდრე ამონიაკური ფორმის აზოტიანი სასუქები.

ამონიაკური სასუქები

ამონიაკური სასუქების წარმოება მნიშვნელოვნად იოლია, ვიდრე ნიტრატული სასუქებისა. ამონიაკური სასუქების წარმოებისათვის საჭირო არ არის ამიაკის აზოტმეჯავამდე დაყენება. სინთეტიკური ამიაკის მიღების წესის აღმოჩენამდე და სრულყოფამდე, სულფატამონიუმის წარმოებისათვის ნედლეულად ქვანახშირს იყენებდნენ, მასში 0,5—1.5% აზოტია. ნახშირის კოქსაციის დროს აზოტის ნაწილი გამოიყოფა ამიაკის სახით. საკოქსაციო ღუმელიდან გამოსულ გაზს იჭერენ წყლით. მდულარე წყალში გახსნილ NH_3 უმატებენ კირის რძეს, რათა NH_3 მთლიანად გამოძევდეს. გამოძევებულ NH_3 ბოჭვენ გოგირდის მქავეთი.

მუარი (მკვრივი) ამონიაკური სასუქები. (ამონიუმის სულფატი) (გოგირდმქავე ამონიუმი) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ შეიცავს 20,5—21% აზოტს და 23—24% გოგირდს. აზოტიანი სასუქების მსოფლიო წარმოებაში ამ სასუქის ხარჯზე მოდის დაახლოებით 25%. ჩვენს ქვეყანაში — 6%-ზე ნაკლები.

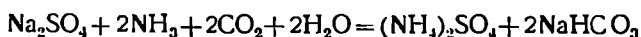
სულფატამონიუმს ღებულობენ ორი წესით. 1. გოგირდმქავას ამიაკით განეიტრალებით. ამ მიზნისათვის ამიაკს ღებულობენ ნახშირის კოქსაციის დროს გამოყოფილი გაზებიდან — კოქსქიმიური ამონიუმის სულფატი. 2. სინთეტიკური გაზისებრი ამიაკის გოგირდის მქავეთი შთანთქმით — სინთეტიკური სულფატამონიუმი:



ამ რეაქციის შედეგად მაძლარ ხსნარში წარმოიქმნება $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ნალექი. ხსნარიდან ნალექის ჩამოშორება ხდება ცენტრიფუგირებით,

შემდეგ ნალექს აშრობენ. კოქსაციის შედეგად მიღებული ამიაკი იაფია, ამიტომ კოქსიმიური სულფატამონიუმი სინთეტიკურთან შედარებით იაფი ჯდება.

ჩვენს ქვეყანაში აწარმოებენ მხოლოდ კოქსიმიური ამონიუმის სულფატს, მაგრამ ძვირად ღირებული და დეფიციტური ვოგირდმჟავას ნაცვლად იყენებენ უფრო იაფ პროდუქტებს: თაბაშირს, მირამილიტს ან გლაუბერის მარილს. ვოგირდმჟავას ნაცვლად გლაუბერის მარილის — ვოგირდმჟავა ნატრიუმის ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) გამოყენებით, გარდა ამონიუმის სულფატისა, მიიღება სოდა, რაც აგრეთვე ძვირფასია ქიმიური მრეწველობისათვის:



ამონიუმის სულფატი წყალში კარგად ხსნადი მარილია. აქვს კარგი ფიზიკური თვისება: დაბალი ტენიანობა, კარგი ბნევალობა, შენახვის დროს ნაკლებად იბელტება, ნიადაგში შეტანისას ჰაერში არ მტვრიანდება. ამიტომ იოლია ნაკვეთში მისი მექანიზებულად შეტანა.

ამონიუმის სულფატის კრისტალური მარილი სხვადასხვა ფერისაა: სინთეტიკური ამონიუმის სულფატი თეთრია, მასში ტენი 0,2—0,3%-ია, შეიცავს 0,025—0,05% თავისუფალ ვოგირდის მჟავას, ამიტომ მარილს სუსტი მჟავე რეაქცია აქვს; კოქსიმიური ამონიუმის სულფატი ნაცრის ფერია, ზოგჯერ მოლურჯო და მოწითალოა. ამ სასუქის სხვადასხვანაირი შეფერვა გამოწვეულია ორგანული მინარეეებით — ფისის მჟავები, ფენოლი და სხვ.

კოქსიმიური სულფატამონიუმი მცირე რაოდენობით (0,1%) შეიცავს აგრეთვე როდანის ამონიუმს — NH_4CNS . იგი მცენარისათვის ტოქსიკურია, მისი ჰარბი შემცველობა მცენარეზე უარყოფითად მოქმედებს. მცენარეზე მისი უარყოფითად მოქმედება განსაკუთრებით ვლინდება ჰუმუსითა და კალციუმით ღარიბ ნიადაგებზე.

სულფატამონიუმი — ნატრიუმის. ეს სასუქი კაპროლაქტამის წარმოების ანარჩენია. იგი შეიცავს: აზოტს — 16%-მდე, ორგანულ მინარეებს — 2,5%-მდე, Na_2SO_4 — 20—25% და Na_2O — 0,9%-მდე. გარეგნულად იგი ყვითელი ფერის კრისტალური მარილია. იმის გამო, რომ ამ სასუქში ბევრია ნატრიუმი, იგი კარგი სასუქია შაქრის ქარხნისათვის შავმიწა და მოკირიანებულ ეწერ-კორდიან ნიადაგებზე. მისი გამოყენება ასევე კარგია ჯვაროსანთა ოჯახის იმ მცენარეების გასანოყიერებლად, რომლებიც დადებითად რეაგირებენ ვოგირდისა და ნატრიუმის მიმართ.

ქლორამონიუმი. NH_4Cl აზოტს შეიცავს — 24—25%, ქლორს — 66,6%.

ქლორამონიუმს ღებულობენ სოდის წარმოებისას, როგორც თანაპროდუქტს:



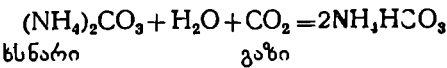
ქლორამონიუმი წყალში კარგად იხსნება. აქვს კარგი ფიზიკური თვისება, ნაკლებად ჰიგროსკოპულია, შენახვის დროს არ ბელტიანდება, კარგი ბნევალობის უნარი გააჩნია, ამიტომ სასუქის შემტანი მანქანებით აღვილია მისი ნაკვეთზე განაწილება.

ქლორამონიუმში დიდია ქლორის შემცველობა, ამიტომ მაღალია მისი ფიზიოლოგიური მქავიანობა. ამის გამო, მისი გამოყენებით შეიძლება გაუარესდეს ზოგიერთი კულტურის მოსავლის ხარისხი. მაგალითად, კარტოფილის, თამბაქოს, ვაზის, ციტრუსისა და სხვ. კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე ქლორი უარყოფითად მოქმედებს სხვა კულტურებზეც, როგორცაა ხახვი, კომბოსტო, სელი, კანაფი. მარცვლოვანი კულტურების მიმართ ნორმალური ნორმით გამოყენებული ქლორამონიუმი ისეთივე შედეგს იძლევა, როგორც ამონიუმის სულფატი.

ქლორამონიუმი მაღალი ნორმით არ უნდა შევიტანოთ ქლორისადმი უარყოფითად მგრძობიარე კულტურებში. ყველა კულტურისათვის ამ სასუქის შეტანა უმჯობესია შემოდგომით, რადგანაც ნალექების გავლენით მოხდება ქლორის ჩარეცხვა და ჩამოშორება ნიადაგის იმ ზონიდან, რომელიც მცენარის ფესვებით არის დაკავებული.

ამონიუმის კარბონატი — $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. იგი შეიცავს 21—24% აზოტს. ამ სასუქს ღებულობენ ამონიაკური წყლის გაჯერებით ნახშირმქავათი და ამონიუმის კარბონატის შემდგომი გადადენით 70—80°C ტემპერატურის პირობებში. მისი მიღება სხვა წესითაც შეიძლება. მაგალითად, გაზისებრი ამიაკისა და ნახშირორქანგის ურთიერთქმედებით, წყლის ორთქლის მონაწილეობით.

ამონიუმის ბიკარბონატი — NH_4HCO_3 აზოტს შეიცავს 17%. მას ღებულობენ გაზისებრი ამიაკისა და ნახშირმქავა ამონიუმის კარბონატის ხსნარის აღსორბციით:



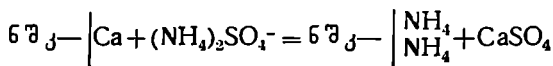
ამ რეაქციის შედეგად გამოილქება თეთრი კრისტალური ამონიუმის ბიკარბონატი. ხსნარში დარჩენილ ნახშირმქავა ამონიუმს აჯერებენ გაზისებრი ამიაკით:



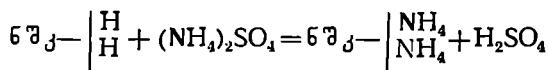
ხსნარში წარმოქმნილ ამონიუმის კარბონატს ხელახლა იყენებენ ამონიუმის ბიკარბონატის მისაღებად.

მცენარეზე მოქმედების მიხედვით ამონიუმის ბიკარბონატი უახლოვდება ამონიუმის გვარჯილას. იგი შედარებით მდგრადია, ვიდრე ამონიუმის კარბონატი, მაგრამ შენახვის, გადატანისა და ნიადაგში შეტანის დროს გამოირიცხული არ არის ამიაკის დანაკარგი. ნიადაგში შეტანასთან ერთად აუცილებელია ამ სასუქის ჩაქეთება.

ნიადაგთან ამონიუმის სულფატის ურთიერთქმედება. ნიადაგში შეტანილი ამონიუმის სულფატი კარგად იხსნება ნიადაგის ტენში. წყალში გახსნილი მარილის კათიონი დაუყოვნებლივ შედის გაცვლით რეაქციაში ნიადაგის მაგარი ფაზის კათიონებთან. სასუქის კათიონის — NH_4^+ მნიშვნელოვანი ნაწილი შედის შთანთქმის კომპლექსში, ხოლო მის ნაცვლად შთანთქმის კომპლექსიდან ხსნარში გადმოდის სხვა კათიონები ექვივალენტური რაოდენობით:



განვიხილოთ მეორე შემთხვევა, როცა ამონიუმის სულფატს მკავე ნიადაგზე ვიყენებთ:



შთანთქმულ ამონიუმს მცენარეები კარგად ითვისებენ. ამავე დროს შთანთქმული ამონიუმის იონი ნაკლებად მოძრაეა, ამიტომ მისი გამორეცხვა და ამ გზით აზოტის დანაკარგი უხვ ნალექიან ზონაში და ძლიერ ტენიან ნიადაგებშიც კი გამოირიცხულია.

ნიადაგში ამონიუმის იონის სუსტი მოძრაობა ყოველთვის არ არის სასარგებლო. იგი ლოკალიზდება ნიადაგში, მისი შეტანის ზონაში წარმოქმნის ამონიუმის იონებით განოყიერებულ კერებს, ამიტომ ამონიუმის სულფატი გამოკვებისას ან მწკრივში თესვის დროს შეტანისას, ახალგაზრდა მცენარე მაქსიმალურად ვერ იყენებს აზოტს, ჯერ კიდევ სუსტად განვითარებული ფესვი ყოველთვის ვერ აღწევს ამონიუმით განოყიერებულ კერამდე.

სულფატ ამონიუმი და, საერთოდ, ამონიაკური ფორმის აზოტიანი სასუქების მწკრივში შეტანა არ არის სასარგებლო იმიტომაც, რომ ახალგაზრდა მცენარეში ამონიაკის დიდი რაოდენობით შეღწევა ტოქსიკურად მოქმედებს მასზე. ამონიაკური ფორმის აზოტიანი სასუქების ამონიუმის ნიტრიფიკაციის შედეგად ამონიუმი გადადის ნიტრატებში. ნიტრატული აზოტი არ შთაინთქმება ნიადაგის კოლოიდების მიერ, ნიტრატები არ წარმოქმნიან უხსნად ნაერთებს, ამიტომ ისინი ნიადაგის ხსნარში იმყო-

ფებიან და მათი ნიადაგში მიგრაციის მაღალი უნარის გამო სწრაფად მყარდება კონტაქტი მცენარის აქტიურ ფესვებთან.

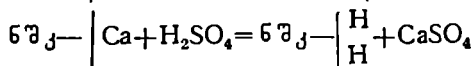
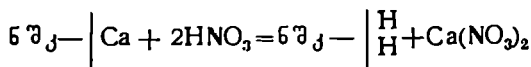
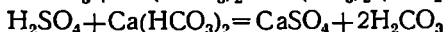
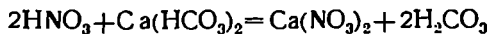
ამონიაკური ფორმის აზოტიანი სასუქის ამონიუმის ნიტრიფიკაციის გავლენით, ნიადაგში აზოტის გადაადგილების უნარის მიხედვით განსხვავება ნიტრატულ და ამონიაკურ ფორმის აზოტს შორის თანაბრდება, თუმცა სასუქის შეტანის პირველ ხანებში ეს განსხვავება არსებითია. ამიტომ ერთწლიანი კულტურებისათვის თესვის წინ, მწკრივში გამოკვების მიზნით, უპირატესობა ენიჭება ნიტრატული ფორმის აზოტიან სასუქებს. მრავალწლიანი სუბტროპიკული კულტურებისათვის (ჩაი, ციტრუსი, ტუნგი, დაფნა და სხვ.) პირველ დოზად უმჯობესია ამონიაკური ან ამიდური, ხოლო მეორედ — ნიტრატული ან ნიტრატულ-ამონიაკური სასუქების გამოყენება.

ამონიაკური აზოტის ნიტრატულში გადასვლის ტემპი მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული. მასზე მოქმედებს ტემპერატურა, ტენი, ნიადაგის ჰაერი და რეაქცია.

ნიადაგში მიმდინარე ამონიუმის სულფატის აზოტის ბიოლოგიური დაჟანგვის პროცესი (ნიტრიფიკაცია) იწვევს აზოტმყავას წარმოქმნას და გოგირდმყავას გამონთავისუფლებას:



ნიადაგში ამ მჟავების განეიტრალება ხდება. ამას იწვევს ნიადაგის ხსნარში არსებული ბიკარბონატები, ასევე შთანთქმის კომპლექსის კათიონები:



ნიადაგში მინერალური მჟავების ნეიტრალიზაციას თან სდევს ხსნარში ბიკარბონატების დაშლა და შთანთქმის კომპლექსიდან ფუძეების გამოძევება წყალბადის იონით. ეს მოვლენა იწვევს ნიადაგის ბუფერული უნარის შესუსტებას და ნიადაგის გამჟავებას.

ნიადაგის ხსნარის გამჟავება ამონიუმის სულფატისა და ქლორამონიუმის გამოყენების შემთხვევაში გამოწვეულია, აგრეთვე ამ სასუქების ფიზიოლოგიური მჟავიანობით. საქმე ის არის, რომ $(NH_4)_2SO_4$ და NH_4Cl -ის მარილებიდან მცენარე ინტენსიურად შთანთქავს კათიონს (NH_4^+), ვიდრე ანიონს SO_4^{2-} და Cl^-), რადგანაც მცენარის მოთხოვნილება აზოტის მიმართ ყოველთვის მეტია, ვიდრე ქლორის ან გოგირ-

დის მიმართ. ნიადაგში დარჩენილი მჟავას ნაშთის დაგროვება იწვევს ნიადაგის ხსნარის გამჟავებას.

კალციუმითა და ჰუმუსით ღარიბ კორდიან-ეწერი ნიადაგებზე ამონიუმის სულფატის გამოყენებით ნიადაგის გამჟავება ელინდება უფრო სწრაფად და ძლიერად, ვიდრე ჰუმუსითა და კალციუმით მდიდარ შავმიწა ნიადაგებზე.

სასუქის ერთჯერადმა შეტანამ შეიძლება ნაკლებად ბუფერული კორდიან-ეწერი ნიადაგი გაამჟავოს, მაგრამ სასუქის გამოყენების ხანგრძლივობასთან დაკავშირებით ნიადაგი ძლიერ მჟავე ხდება (ცხრ. 40).

ცხრილი 40. ამონიუმის ვვარჯილისა და ამონიუმის სულფატის გავლენა კორდიან-ეწერი ნიადაგის მჟავიანობაზე და შთანთქმის კომპლექსის შედგენილობაზე (დოკუმენტის აგროქიმიის საცდელი სადგურის 16-წლიანი ცდის მონაცემები)

ვარიანტი	გაცვლითი მჟავიანობა (H ₂)	ჰიდროლიზური მჟავიანობა (H)	შთანთქმული ფუძეების ჯამი (S)	შთანთქმის ტევადობა (S+H)	ფუძეების მარობის სარისხი V%	მოდრაეი ალუმინის, მგ 100 გ ნიადაგზე
	მგ/ექვ. 100 გ ნიადაგზე					
უსასუქო	1,1	4,0	6,5	10,5	61,8	10,0
NH ₄ NO ₃	1,0	4,1	6,7	10,8	61,6	8,7
NH ₄) ₂ SO ₄	1,8	5,1	6,2	11,6	53,5	16,4

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ ამონიუმის სულფატის ხანგრძლივად გამოყენებამ გამოიწვია ნიადაგის მნიშვნელოვანი გამჟავება, მოძრავი ალუმინის შემცველობის გადიდება და ფუძეებით მაძღრობის ხარისხის შემცირება.

ამონიუმის სულფატის ხანგრძლივად გამოყენება გავლენას ახდენს არა მარტო კორდიან-ეწერი ნიადაგის, არამედ ძლიერ ბუფერული თვისებების მქონე შავმიწა ნიადაგების თვისებებზეც. მაგალითად, მირონოვსკის საცდელი სადგურის მონაცემებით, შავმიწა ნიადაგზე ამონიუმის სულფატის სისტემატურმა გამოყენებამ 14 წლის მანძილზე მნიშვნელოვნად შეცვალა არეს რეაქცია: უსასუქო ვარიანტიდან აღებულ ნიადაგში pH მარილის გამონაწურში 6-ის ტოლი იყო, ხოლო (NH₄)₂SO₄-ით განოყიერებულ ვარიანტში 4,9-მდე დაეცა. ამავე დროს, საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით გაცვლითი მჟავიანობა 1,5, ხოლო ჰიდროლიზური — თითქმის 2,5-ჯერ გაიზარდა. მიუხედავად ასეთი ცვლილებებისა, ამ ნიადაგზე ამონიუმის სულფატის უარყოფითი გავლენა კულტურების მოსავალზე აღნიშნული არ არის.

ამონიუმის სულფატის სისტემატური გამოყენება იწვევს სუბტროპი-

კული ზონის, ისედაც მკავე ნიადაგების კიდევ უფრო გამკავეებას. ამაზე მეტყველებს ჩაისა და სხვა სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-საწარმოო გავრთიანებისა (წითელმიწა ნიადაგები) და საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტის აგროქიმიის კათედრის (სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგები) მინდვრის ცდების შედეგები. ამონიუმის სულფატის აგროტექნიკური ნორმის 10 წლის მანძილზე გამოყენებით წითელმიწა ნიადაგის pH 5,2-დან 3,8-მდე დაეცა: სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგის pH ერთ ცდაში სასუქის გამოყენების მეცხრე წელს 4,51-დან 3,45-მდე და მეორე ცდაში, ცდის დაწყებიდან 13-ე წელს, 5,06-დან 3,65-მდე დაეცა წყლის სუსპენზიაში. ორივე ნიადაგზე მნიშვნელოვნად გაიზარდა პოტენციური მკავიანობა და შემცირდა ფუძეებით მაძრობის ხარისხი.

წაბლა და შუა აზიის რუხ ნიადაგებზე ამონიუმის სულფატის უფრო ხანგრძლივი გამოყენებაც კი არ იწვევს ნიადაგის გამკავეებას. ეს იმიტომ ხდება, რომ სასუქის მკავას ნაშთი მთლიანად ნეიტრალდება ნიადაგის კალციუმით და წარმოიქმნება ბიკარბონატი, ამიტომ კარბონატულ ნიადაგებზე ამონიუმის სულფატისა და სხვა ფიზიოლოგიურად მკავე სასუქების გამოყენება, ნიადაგის გამკავეების თვალსაზრისით, საშიშროებას არ წარმოადგენს.

ამონიაკური სასუქების ეფექტურობის ამაღლების ხერხები. ამონიუმის სულფატი და ქლორამონიუმი ერთწლიან კულტურებში გამოიყენება თესვის წინ, როგორც გაზაფხულზე, ისე შემოდგომით. მრავალწლიანი სუბტროპიკული კულტურების განოყიერებისათვის მას პირველ დოზად იყენებენ. აღნიშნული სასუქების ამ წესით გამოყენების საფუძველი ის არის, რომ არ არსებობს საშიშროების ნიადაგიდან აზოტის გამორეცხვის, რადგანაც ამონიუმის კათიონი შთაინთქმება ნიადაგის შთაინთქმის კომპლექსში.

ამონიაკური ფორმის ძირითადი სასუქების $[(NH_4)_2SO_4$ და $NH_4Cl]$ მოქმედება პირველ რიგში დამოკიდებულია ნიადაგის მკავიანობისა და ბუფერობის ხარისხზე, ასევე სასოფლო-სამეურნეო კულტურის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე. დაბალი ბუფერობის უნარის მქონე ნიადაგებზე მათი სისტემატური გამოყენება ნიადაგის შემდგომ გამკავეებას იწვევს, ამის გამო უარესდება მცენარის ზრდის პირობები და ეცემა სასუქის ეფექტი. ამ სასუქების, განსაკუთრებით ამონიუმის სულფატის, მოქმედების გაუმჯობესებისათვის აუცილებელია მკავე ნიადაგების მოკირიანება. მოუკირიანებელ ნიადაგებზე, სასუქის შეტანის წინ, სასარგებლოა მათი განეიტრალება დაფქული ცარკით, ქვაკირით ან დოლომიტით. ამონიუმის სულფატის ფიზიოლოგიური მკავიანობის გასაინეიტრალებლად საჭიროა 1 ც სასუქს დაემატოს 1,3 ც ნახშირმკავე კირი ($CaCO_3$).

ნაკელის სისტემატური გამოყენება იწვევს ნიადაგის ბუფერული თვისებების გადიდებას. ნიადაგის ბუფერობის ამაღლებას დიდი მნიშვნელობა აქვს ამონიუმის სულფატის ეფექტურობის გადიდებისათვის, რადგან მცირდება სასუქის უარყოფითი გავლენა ნიადაგის თვისებებზე.

კორდიან-ენერ და, საერთოდ, მყავე ნიადაგებზე ამონიუმის სულფატის ეფექტურობის გადიდებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს თანამგზავრ სასუქებს. მაგალითად, ფიზიოლოგიურად ტუტე ან ნეიტრალური ფორმის (თომასის წიდა, ფოსფორიტის ფქვილი) სასუქებს.

მყავე ნიადაგზე ფოსფორიტის ფქვილის გამოყენება განსაკუთრებით მაღალ ეფექტს იძლევა იმ შემთხვევაში, როცა ვიყენებთ ამონიუმის სულფატის მაღალ ნორმებს. ამონიუმის სულფატის ფიზიოლოგიური მყავიანობის გავლენით ფოსფორიტის ფქვილის სამკალციუმოიანი ფოსფატი იხსნება ორთოფოსფორის მყავამდე, საიდანაც მცენარე იოლად იყენებს ფოსფორს. ამ შემთხვევაში ამონიუმის სულფატი მოქმედებს როგორც პირდაპირ — აუმჯობესებს მცენარის აზოტით კვებას, ისე არაპირდაპირაც — ქმნის ფოსფორით მცენარის კვებისათვის საუკეთესო პირობას. ნიადაგის ხსნარში კალციუმის არსებობა (მას შეიცავს ფოსფორიტის ფქვილი). მნიშვნელოვანია ამონიუმის სულფატის მყავას ნაშთის გასანეიტრალებლად, ასევე ნიადაგის ხსნარის ფიზიოლოგიური წონასწორობის დასამყარებლად.

არაშავმიწა ნიადაგების ზონაში, მყავე ნიადაგებზე ამონიუმის სულფატი უფრო სუსტად მოქმედებს მოსავალზე. ვიდრე ამონიუმის გვარჯილა. შავმიწა ნიადაგებზე ამონიაკური და ნიტრატული ფორმის აზოტიანი სასუქების ეფექტურობა თანაბარდება (ცხრ. 41).

ამონიუმის სულფატის ეფექტურობა, გარდა ნიადაგის თვისებებისა, დამოკიდებულია აგრეთვე მცენარეთა ბიოლოგიურ თავისებურებაზე. ისეთი კულტურები, რომლებიც იტანენ არეს მყავე რეაქციას, მაგალითად, შვრია, საშემოდგომო კვავი, სელი, კარტოფილი, ჩაის ბუჩქი და სხვ. სუსტად რეაგირებენ ამონიუმის სულფატის გამოყენებით გამოწვეულ ნიადაგის გამყავებაზე. ისეთი კულტურები, რომელიც კარგად ხარობს ნეიტრალურ ან სუსტ მყავე ნიადაგებზე ბოსტნეულის უმეტესობა — ქერი, შაქრის ჭარხალი, საგაზაფხულო ხორბალი და სხვ. ამონიუმის სულფატის სისტემატურად გამოყენებით ადრე კინდება (ცხრ. 42).

გაცვლითი მყავიანობის მკვეთრი გადიდების პირობებში, რაც ამონიუმის სულფატის გამოყენებით არის გამოწვეული, შვრისა და კარტოფლის მოსავალი თითქმის არ ჩამოუვარდება NaNO_3 -ის ვარიანტს. ამავე დროს სიმინდის, ჭარხლისა და სხვ. მყავე რეაქციისადმი უარყოფითად მგრძობიარე კულტურების მოსავალი არსებითად მცირდება ამონიუმის სულფატის სისტემატურად გამოყენებით.

ცხრილი 41. აზოტიანი სასუქების მოქმედება სუსტად გამოტუტულ თიხნარ შეამიწებზე (სუბსის საცდელი სადგურის მონაცემები)

ვარიანტი	ქერის მოსავალი		მარცვლის მოსავლის ნაშატი %
	მარცვალი	ჩალა	
უსასუქო	20,0	22.5	—
NaNO ₃	27,6	35.7	38
(NH ₄) ₂ SO ₄	28,3	36,0	41

ფუტქებით მაძლარ ნიადაგებზე (კარბონატული შეამიწები, რუხი ნიადაგები და სხვ.), რომლებსაც მაღალი ნეიტრალიზაციის უნარი გააჩნიათ. ამონიუმის სულფატი არ ჩამოუყვარდება ნიტრატულ სასუქებს, მათი ხანგრძლივად გამოყენების შემთხვევაშიც.

ცხრილი 42. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობაზე აზოტიანი სასუქების გავლენა, ც/ჰა (სასუქის გამოყენებიდან მე-7 მე-8 წელს, დოღგოპრუდ-ს აგრარული საცდელი სადგურის მონაცემები)

ვარიანტი	შვრია (მარცვალი)	კარტოფილი (ტუბერი)	ჭარხალი (ძირები)
უსასუქო	12,5	178,6	189,9
(NH ₄) ₂ SO ₄	15,2	200,8	163,2
NaNO ₃	15,9	212,7	309,9

სხვადასხვა მცენარე არაერთნაირ დამოკიდებულებას ამქლავნებს აზოტიანი სასუქების ფორმების მიმართ. მაგალითად, კარტოფილი დადებითად რეაგირებს როგორც ამონიუმის სულფატის, ისე კალციუმისა და ნატრიუმის ნიტრატის მიმართ. კანაფი კარგად ხარობს ნიტრატებით განოყიერების პირობებში. ბრინჯი — მისი წარმოების პირობებიდან გამომდინარე (ჭარბი ტენი, ნიტრიფიკაცია არ მიმდინარეობს), უფრო შეგუებულია ამონიაკური კვებისადმი. შაქრის ჭარხალი — ბუფერულ-ნეიტრალურ ნიადაგებზე ძირითადი განოყიერებისას ერთნაირად რეაგირებს ნიტრატული და ამონიაკური კვების მიმართ, მაგრამ გამოკვებისათვის უმჯობესია ნატრიუმის გვარჯილა.

აზოტიანი სასუქების ფორმებს შორის არსებითი სხვაობა არ აღინიშნება, ჩაის, ციტრუსებისა და სსვ. სუბტროპიკული კულტურების მიმართ, ამავე დროს აზოტიანი სასუქების ეფექტურობა მკვეთრად მაღლდება მათი წილადობრივი გამოყენებით.

სარწყავ პირობებში, ყველა კულტურის მიმართ მაღალი ეფექტი მიიღება ამონიაკური ფორმის აზოტიანი სასუქების გამოყენებით.

ყველა კულტურისა და ნიადაგის პირობებში აზოტიანი სასუქების ეფექტურობის ამაღლებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს სასუქის თანაბრად განაწილებას კვების არეზე, მისი ნიადაგში შეტანისას და სასუქის ნიადაგში ჩაკეთებას.

თხევადი (თხიერი) ამონიაკური სასუქები. სოფლის მეურნეობაში გარდა მყარი სასუქებისა, გამოიყენება აგრეთვე თხევადი აზოტიანი სასუქები: უწყლო-თხევადი ამიაკი და ამონიაკის წყალი. ამ სასუქის წარმოება გაცილებით ადვილი და იაფია, ვიდრე მყარი სასუქებისა. მაგალითად, უწყლო ამიაკის თვითღირებულება შეადგენს ამონიუმის გვარჯილის თვითღირებულების 40%.

უწყლო ამიაკი (NH_3) ყველაზე კონცენტრირებული და უბალასტო სასუქია, შეიცავს 82,3% აზოტს. იგი მიიღება გაზისებრი ამიაკის წნევით შეკუმშვისას.

უწყლო ამიაკი გარეგნულად უფერო, მოძრავი სითხეა. 20°C პირობებში მისი სიმკვრივეა (ხვედრითი მასა) 0,51 გ/სმ³, დუღილის ტემპერატურა 34°C . უფრო მაღალი ტემპერატურის პირობებში სწრაფად გადადის გაზისებრი მდგომარეობაში და მისი მოცულობა იზრდება. ღია ჰერმეტიკულში შენახვისას NH_3 სწრაფად ორთქლდება. თხევადი ამიაკი ხასიათდება ორთქლის მაღალი ღრეკადობით, 10°C ტემპერატურაზე წნევა ტოლია 5,2 კგ/სმ², ხოლო $37,8^\circ\text{C}$ —13,8 კგ/სმ². ამიაკი რომ აორთქლდეს და არ დაიკარგოს, მისი შენახვა და გადატანა საჭიროა სქელტანიანი ფოლადის ცისტერნებით.

ნიადაგში შეტანილი უწყლო ამიაკი ხსნარიდან აირად გარდაიქმნება, იგი აღსორბეტირდება ნიადაგის კოლოიდური ფრაქციის მიერ და შთანთქმება ნიადაგის ტენის მიერ. ამ დროს წარმოიქმნება ამონიუმის ჰიდროქსიდი. ამონიუმი ნიადაგის ხსნარიდან ანიონებთან ურთიერთობის შედეგად იძლევა სხვადასხვა მარილს. ისინი ნიადაგის კოლოიდებთან შედინან ფიზიკურ-ქიმიურ რეაქციაში და შთანთქმება ნიადაგის მაგარი ფაზის მიერ. ამიაკი ფიზიკურ-ქიმიურ რეაქციასთან ერთად განიცდის ნიტრიფიკაციას.

ნიადაგის მიერ ამიაკის შთანთქმის სისწრაფე და ხარისხი დამოკიდებულია

ბულია მრავალ პირობაზე: ჰუმუსის შემცველობა, ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა, ტენი, სასუქის შეტანის წესი, სიღრმე და სხვ.

მძიმე მექანიკური შედგენილობის, ორგანული ნივთიერებით მდიდარ, კარგად დამუშავებულ და ტენით უზრუნველყოფილ ნიადაგში ამიაკი უკეთ შთაინთქმება, ვიდრე მსუბუქ, ჰუმუსით ღარიბ ნიადაგში. ქვიშა და ქვიშნარ ნიადაგებში ამიაკიდან ამონიუმის მარილების წარმოქმნა და ამონიუმის იონის ადსორბცია მიმდინარეობს უფრო ნელა. ვიდრე მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგში. ამის გამო მსუბუქ ნიადაგებში ხანგრძლივი დროის მანძილზე აზოტი NH_3 სახისაა, მას აქროლების უნარი აქვს, ამავე დროს ტენით უზრუნველყოფილ ნიადაგში ამიაკის აქროლებით დაკარგვა გაცილებით მცირეა, ვიდრე მშრალ ნიადაგებზე.

ამიაკური წყალი. არის სინთეტიკური ან კოქსიმიური ამიაკის წყალში გახსნილი ხსნარი. მას უშვებენ ორი ხარისხისას: პირველი ხარისხის — შეიცავს 20,5% აზოტს, მათ შორის 25% ამიაკია. მეორე ხარისხისაში 16,4% აზოტია, აქედან 20% ამიაკია. კოქსიმიური ამიაკური წყალი შეიცავს აგრეთვე გოგირდწყალბადს, მცირე რაოდენობით ფენოლებს. როდნულ, ციანურ და ზოგიერთ სხვა ნაერთებს.

ამონიაკური წყალი ხასიათდება ამიაკის ორთქლის დაბალი დრეკადობით (25% ამონიაკური წყლის წნევა 40°C ტემპერატურის პირობებში ტოლია 0,15 კგ/სმ²), იგი შვ მეთალებს არ შლის, იყინება მხოლოდ ძალზე დაბალ ტემპერატურაზე: 25%-იანი ამიაკური წყალი იყინება მინუს 56°C , ხოლო 20%-იანი — მინუს 33°C , ამიტომ ამიაკური წყლის შენახვა და გადატანა შეიძლება ჩვეულებრივი ფოლადისაგან დამზადებული, ჰერმეტიკულად დახურული ცისტერნებით, რომელთა წნევისადმი გამძლეობა მაღალი არ არის — 0,4 კგ/სმ².

ამონიაკურ წყალში აზოტი NH_3 და NH_4OH თავისუფალი სახითაა. მათ შორის შეფარდება:



ეს ტოლობა იმაზე მიგვანიშნებს, რომ თავისუფალი ამიაკი მასში მნიშვნელოვნად მეტია, ვიდრე ამონიუმი. ამით აიხსნება აზოტის დანაკარგის შესაძლებლობა ამიაკის აორთქლება-შენახვისა და გადაზიდვის დროს.

ნიადაგში შეტანილი ამიაკური წყლის ამიაკი ადსორბირდება კოლოიდების მიერ, ამიტომ ნიადაგში მისი გადასაცვლება სუსტად მიმდინარეობს. მაგრამ დროთა განმავლობაში ამიაკური აზოტი განიცდის ნიტრიფიკაციას, ამით იძენს გადაადგილების მაღალ უნარს და ნიადაგის ხსნართან ერთად განიცდის მიგრაციას.

ამონიაკური წყლის სასუქად გამოყენების ტექნიკა, თხევად ამიაკთან შედარებით უფრო ადვილი და ნაკლებად საშიშია. ამავე დროს ამ სასუქს გააჩნია უარყოფითი მხარეც — აზოტის მცირე შემცველობა; ამას-

თან დაკავშირებით იზრდება დანახარჯები სასუქის შენახვაზე, გადატანასა და ნიადაგში შეტანაზე, ამიტომ ამონიაკური წყლის გამოყენება მიზანშეწონილია ამონიაკური წყლის მწარმოებელი საწარმოების ახლომდებარე ნაკვეთზე.

ყველა თხევადი აზოტიანი სასუქი გადააქვთ და ნიადაგში შეაქვთ სპეციალური მანქანებით. მანქანის საშუალებით ხდება სასუქის დაუყოვნებლივ ჩაქეთება ნიადაგში. სასუქის ნიადაგში ჩაქეთების სიღრმე დამოკიდებულია ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობაზე. მძიმე ნიადაგებზე იგი უნდა ჩაქეთდეს 10—12 სმ, ხოლო მსუბუქზე — 14—18 სმ სიღრმეზე. ამ სიღრმეებიდან თხევადი აზოტიანი სასუქის ამიაკი ნიადაგიდან არ აქროლდება. ამ სასუქებიდან ამიაკის მცირე დანაკარგს შეიძლება ადგილი ჰქონდეს მხოლოდ ძლიერ კარბონატულ ნიადაგებზე.

თხევადი აზოტიანი სასუქების ზედაპირულად შეტანა ჩაქეთების გარეშე დაუშვებელია. ეს გამოიწვევს ამიაკის აქროლებასა და მის დაკარგვას. ასევე დაუშვებელია მშრალ ნიადაგებში ამ სასუქების მცირე სიღრმეზე ჩაქეთება, რადგანაც ამ შემთხვევაშიც ადგილი ექნება ამიაკის მნიშვნელოვან დანაკარგს.

თხევად აზოტიან სასუქებს იყენებენ ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გასანოყიერებლად, როგორც გაზაფხულზე — თესვის წინ, ისე შემოდგომითაც. ამავე დროს მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის სილნარ და ქვიშნარ ნიადაგებზე ამ სასუქის მაღალი ნორმით გამოყენებას თან სდევს აზოტის დანაკარგი, რადგანაც ამიაკის ნაწილი ყოველთვის არ შთაინთქმება ნიადაგის მიერ.

თხევადი აზოტიანი სასუქების შეტანის ზონაში, ამიაკის მაღალი კონცენტრაციის გამო მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობა ფერხდება, ამიტომ ნიტრიფიკაციის პროცესი იზღუდება.

ნიადაგში შეტანილი სასუქის კვების არეზე თანაბარი განაწილებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს რიგთაშორისების შემდგომ დამუშავებას. ამიაკის ნიტრიფიკაციის შედეგად წარმოქმნილი ნიტრატები ტენთან ერთად გადაადგილდება ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მიმართულებით. რადგან აზოტით განოყიერებული კერები ისპობა, ხდება შესათვისებელი აზოტის შემცველობის გათანაბრება ნიადაგში. საყურადღებოა, რომ სინთეტიკური ამიაკური წყლის ამიაკი უფრო სწრაფად განიცდის ნიტრიფიკაციას, ვიდრე კოქსიმიური.

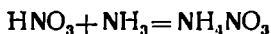
სხვადასხვა კულტურის მიმართ ჩატარებული მრავალი ცდით დადგენილია, რომ უწყლო ამიაკი და ამონიაკური წყალი, სწორად გამოყენების შემთხვევაში, აზოტის ექვივალენტური ნორმით გამოყენების ტოლფასოვანია. ამავე დროს, ეფექტურობით არ ჩამოუვარდება ამონიუმის გვარჯილას.

ამონიაკურ-ნიტრატული სასუქები

ამ ჯგუფის სასუქებიდან ყველაზე გავრცელებული სასუქი ამონიუმის გვარჯილაა. იგი აზოტს შეიცავს როგორც ამონიუმის, ისე ნიტრატის სახით.

ამონიუმის გვარჯილა (ამონიუმის ნიტრატი, აზოტმეავა ამონიუმი) NH_4NO_3 შეიცავს 34,6% აზოტს, მათ შორის 50% NO_3 და 50% NH_4 -ის აზოტია.

ამონიუმის გვარჯილას ლებულობენ 56—60%-იანი აზოტმეავას გაზისებრი ამიაკით განეიტრალებით:



მიღებულ ნაზავს აორთქლებენ მანამ, სანამ მასში NH_4NO_3 -ის შემცველობა 95—98% -ს არ მიადწევს, შემდეგ გადააკრისტალებენ და აშრობენ. მიიღება კრისტალური თეთრი ნივთიერება, რომელიც 98—99% NH_4NO_3 შეიცავს. ამ სასუქის მინარევი ძირითადად დანამატია, რომელიც შეტანილი იყო აზოტმეავა ამონიუმის ფიზიკური თვისების გასაუმჯობესებლად.

ამონიუმის ნიტრატი მყარი აზოტიანი სასუქია. იგი მეტად ჰიგროსკოპულია, ჰაერზე ძლიერ ტენიანდება და იბელტება. შებეღების შესამცირებლად მას მცირე რაოდენობით უმატებენ მაკონდიციონებულ ნივთიერებას. მაგალითად, დაფუძულ ფოსფორიტს ან ძვლის ფქვილს, თაბაშირს, კაოლინიტს და სხვ. ეს დანამატები სასუქს აძლევს მოყვითალო ფერს. ამონიუმის გვარჯილის ფიზიკურ თვისებაზე გველენას ახდენს სასუქის კრისტალების სიმსხო და ფორმა. ამონიუმის გვარჯილის ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესების მიზნით, ქიმიური მრეწველობა მას უშვებს გრანულირებული (მარცვლისებური) სახით, რომლის სიმსხოა 1—3 მმ და აქვს მრგვალი ფორმა. გრანულირებული ამონიუმის გვარჯილის ფიზიკური თვისება ბევრად უკეთესია, ვიდრე კრისტალურის, იგი არ იბელტება და დიდხანს ინარჩუნებს ბნევალობის კარგ უნარს. სტანდარტის მიხედვით ამონიუმის გვარჯილა უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობებს: მასში აზოტის შემცველობა არ უნდა იყოს 34,6% ნაკლები; ტენი — 0,4% მეტი; რეაქცია — ნეიტრალური ან სუსტი მეავე; წყალში უხსნადი მინარევეები 0,1% ნაკლები. ეს სასუქი შენახვის პირობების მიმართ მეტად მომთხოვნია, ამიტომ მას ათავსებენ ტენგაუმეტარ ქაღალდის ხუთფენიან ან ცელოფნის ტომრებში, ინახავენ მშრალ შენობაში. თუ სასუქის შენახვის პირობები არ იქნა დაცული, მაშინ გრანულირებული სასუქიც იბელტება და მისი ფიზიკური თვისება უარესდება.

ამონიუმის გვარჯილის ფიზიკური თვისების გაუმჯობესების მიზნით შენახვისას მას შეიძლება შევუერთოთ ფოსფორიტი ან პრეციფიტატი,

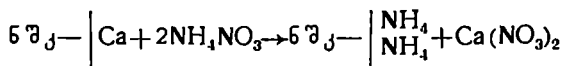
ხოლო ნიადაგში შეტანის წინ მას შეიძლება ასევე დაეფუძებოდეს 30—40%—იანი ნახშირმჟავა კალციუმი, ეს იმ შემთხვევაში თუ სასუქი მჟავე ნიადაგის გასაწმენდად გვინდა. CaCO_3 -ის გავლენით სასუქი ნაკლებად ტენიანი ხდება, მანქანით მისი ნიადაგში შეტანა და განაწილება იოლდება.

ამონიუმის სულფატნიტრატი (ლეინა გვარჯილა, მონტან გვარჯილა) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{NH}_4\text{NO}_3$. შეიცავს 25% აზოტს, მათ შორის 18—19% ამონიაკური ფორმისა, ხოლო 6—7% — ნიტრატული ფორმის. იგი მყარი ნიტრატული ამონიაკური ფორმის აზოტიანი სასუქია. მას ღებულობდნენ მშრალი ამონიუმის სულფატისა და ამონიუმის გვარჯილის შერევით ან აზოტისა და გოგირდის მჟავათა ნარევეში ამიაკის გატარებით. ამ სასუქს გერმანიაში ლეინა გვარჯილას უწოდებენ, რადგანაც ლეინის ქარხანაში ამზადებდნენ. ამ სახელწოდების მიზანი კომერციული ხასიათის იყო, რადგანაც იმ დროს გვარჯილა უფრო ძვირად ფასობდა, თუმცა ეს სასუქი გვარჯილას 3,5—4,1-ჯერ ნაკლებს შეიცავს, ვიდრე ამონიუმს.

ამ სასუქის წარმოების ძირითადი მიზანი ამონიუმის გვარჯილის ფიზიკური თვისების გაუმჯობესება იყო. ამჟამად ამ სასუქის წარმოებამ მნიშვნელობა დაკარგა, რადგანაც ამონიუმის გვარჯილის ფიზიკური თვისების გასაუმჯობესებლად ახლა დამუშავებულია უკეთესი ხერხი — გრანულირება.

ნიადაგთან ამონიუმის გვარჯილის ურთიერთქმედება. ამონიუმის გვარჯილა სწრაფად და მთლიანად იხსნება ნიადაგის ტენში.

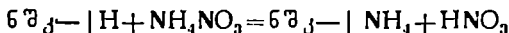
პრიანიშნიკოვის მიერ მრავალი ფიზიოლოგიური ცდით დამტკიცებულია, რომ ამონიუმის ნიტრატის ხსნარიდან მცენარე უფრო ინტენსიურად ითვისებს NH_4^+ კათიონს, ვიდრე NO_3^- ანიონს. ამის გამო ამონიუმის გვარჯილას ფიზიოლოგიურად მჟავე სასუქს მიაკუთვნებენ, ამავე დროს მისი ფიზიოლოგიური მჟავიანობა მნიშვნელოვნად ნაკლებია, ვიდრე ამონიაკური ფორმის აზოტიანი სასუქებისა (NH_4Cl და $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$). ნიადაგში შეტანილი ამონიუმის გვარჯილა, იმის გამო. რომ იგი ნიადაგის ტენში კარგად ხსნადია, სწრაფად შედის ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსთან რეაქციაში:



ამ რეაქციიდან ჩანს, რომ მოხდა ამონიუმის იონების აღსორბირება ნიადაგის კოლოიდების მიერ, ხოლო NO_3^- იონი გადავიდა ნიადაგის ხსნარში, რომელიც ხსნარში არსებულ კალციუმის, მაგნიუმის, ნატრიუმისა და სხვა კათიონებთან შეერთებით წარმოქმნის შესაბამის მარილებს. ამდენად ფუძეებით მაძლარ ნიადაგებში (შავმიწები, რუხი და ნე-

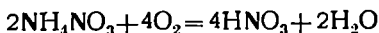
შომპალა კარბონატული) ამონიუმის გვარჯილის მაღალი ნორმით სისტემატურად გამოყენებითაც კი ნიადაგის ხსნარის გაშვება არ ხდება.

მეავე ნიადაგებზე (როცა ნიადაგში კალციუმი მცირეა) ამონიუმის გვარჯილის გამოყენებით ადგილი აქვს ნიადაგის ხსნარის კიდევ უფრო გამჟავებას. გარდა ამისა, თუ სასუქი არათანაბრადაა განაწილებული ნიადაგის ზედაპირზე და ასევე სხვადასხვა სიღრმეზეა ჩაკეთებული ნიადაგში, წარმოიქმნება ამონიუმის გვარჯილით განოყიერებული კერები, შესაბამისად — გაზრდილი მჟავიანობის კერები:



აქედან ნათლად ჩანს, რომ მოხდა ნიადაგის გამჟავება. ამავე დროს ნიადაგის ხსნარის კერობრივ გამჟავებას დროებითი ხასიათი აქვს, რადგანაც ნიადაგის ხსნარიდან, მცენარე შთანთქავს NO_3 , ამით ხსნარის მეავე რეაქტია ნეიტრალდება, მაგრამ მხედველობაშია მისაღები ერთი გარემოება ხსნარის რეაქტიის დროებითი გამჟავება უარყოფითად მოქმედებს ახალგაზრდა მცენარის ფესვზე, ეს იმიტომ, რომ ხსნარის გამჟავებით იზრდება ალუმინის ხსნადობა, რაც ტოქსიკურად მოქმედებს ბევრი მცენარის მიმართ.

ამონიუმის გვარჯილის გამოყენებით არსებობს ნიადაგის გამჟავების სხვა წყაროც. მაგალითად, დაბალი ბუფერობის მქონე ნიადაგებში ამონიუმის გვარჯილის ამონიუმის ნიტრიფიკაციის შედეგად ნიადაგის ხსნარში წარმოიქმნება აზოტის მეავე, იგი ამჟავებს ხსნარს:



ამონიუმის გვარჯილის გავლენა კორდიანი ეწერი ნიადაგის მჟავიანობაზე და შთანთქმული კათიონების შედგენილობაზე მნიშვნელოვნად ნაკლებია, ვიდრე ამონიუმის სულფატისა. ამავე დროს ამონიუმის გვარჯილის ხანგრძლივად გამოყენებამ დაბალი ბუფერობის, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე შეიძლება ნიადაგის ხსნარის მნიშვნელოვნად გამჟავება გამოიწვიოს. ამის გამო, მჟავიანობისადმი უარყოფითად მგრძობიარე კულტურების მიმართ ამონიუმის გვარჯილის ეფექტი მნიშვნელოვნად მცირდება.

ზემოთ აღვნიშნეთ, რომ ამონიუმის გვარჯილაში აზოტის ნახევარი ნიტრატული და ნახევარი ამონიუმის ფორმით არის. NH_4^+ შთანთქმება ნიადაგის მიერ, ხოლო NO_3 ხსნარში რჩება და ახასიათებს ნიადაგში მოძრაობა. თუ ნიადაგში ამონიუმის გვარჯილას და ნატრიუმის გვარჯილას შევიტანთ აზოტის ექვივალენტური რაოდენობით, მაშინ ნიადაგის ხსნარში ნიტრატების კონცენტრაცია ამონიუმის გვარჯილის გამოყენებით ნაკლები იქნება, ნატრიუმის გვარჯილის გამოყენებასთან შედარებით ამავე დროს, ამონიუმის გვარჯილის NH_4^+ სწრაფად შთანთქმება ნიადაგის კოლოიდების მიერ. ამიტომ უხვი ნალექების პირობებში ამონიუმის

გვარჯილის აზოტის ჩარეცხვა და დანაკარგი მნიშვნელოვნად ნაკლებია, ვიდრე ნატრიუმის გვარჯილის აზოტისა. გარდა ამისა, შთანქმული NH_4^+ მცენარის კვებისათვის მისაწვდომია, მაგრამ განსაკუთრებულ პირობებში (ნიადაგის მძიმე მექანიკური შედგენილობა, მეორადი თიხა მინერალების დიდი რაოდენობა) NH_4^+ კათიონი შეიძლება ნიადაგის მიერ შთანთქას არა გაცვლით ან ძნელად გაცვლით (ფექსირებულ) ფორმაში, იგი მცენარისათვის ძნელად მისაწვდომია.

ამონიუმის გვარჯილის, ისე როგორც აზოტიანი სასუქების ამონიუმი და ნიტრატი გამოიყენება არა მარტო მცენარეების მიერ, არამედ ისინი ნიადაგის მიკროორგანიზმების აზოტით კვების წყაროცაა.

მიკროორგანიზმების მიერ შეთანხმებული აზოტი გადადის რთულ ორგანულ ნაერთებში, საიდანაც მცენარე აზოტს ვერ იყენებს. მიკროორგანიზმების კვდომისა და სხეულის გახრწნის შემდეგ, მათ შედგენილობაში შემავალი აზოტის ნაწილი აღდგება მინერალურ ფორმაში, საიდანაც მცენარე იყენებს აზოტს, ხოლო ნაწილი, მიკროორგანიზმების ცილების გახრწნის შედეგად, ჰუმუსის ნივთიერებებში გადადის და ხანგრძლივი დროის მანძილზე მცენარის კვებისათვის მიუწვდომელი რჩება.

ამონიუმის გვარჯილის ეფექტური გამოყენების პირობები და ნიადაგში მისი შეტანის წესები. ამონიუმის გვარჯილა აზოტიან სასუქთა შორის უმეტეს შემთხვევაში პირველ ადგილს იკავებს. იგი გამოიყენება ყველა კულტურის მიმართ, ყველა ნიადაგურ პირობებში.

ამონიუმის გვარჯილის ეფექტურობის ამაღლებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს დაბალ ბუფერული, მკაფე ნიადაგების მოკირიანებას; მარილის პოტენციური მკაფიანობის თავიდან ასაცილებლად — სასუქის წინასწარ კირით ან დოლომიტის ფქვილით განეიტრალდება I ც სასუქზე 1 ც CaCO_3 .

ამონიუმის გვარჯილაში აზოტის ნახევრის ადვილად (NO_3^-) და მეორე ნახევრის — ნაკლებად მოძრავ (NH_4^+) ფორმაში არსებობა, სხვა აზოტიან სასუქებთან შედარებით უპირატესობას ანიჭებს. საქმე ისაა, რომ სასუქის ასეთი შედგენილობა საშუალებას იძლევა ნიადაგის, მეტეოროლოგიური პირობებისა და მცენარის ბიოლოგიური თავისებურების გათვალისწინებით ფართო დიფერენცირება ვუყოთ სასუქის ნორმას, მისი შეტანის ხერხს, ვადასა და სხვ.

ერთწლიანი კულტურების განოყიერებისათვის ამონიუმის გვარჯილას იყენებენ თესვის ან რგვის წინ; როგორც ძირითადი სასუქი იგი შეაქვთ მწკრივში ან ბუღნაში. მას იყენებენ აგრეთვე თესვის ან რგვისას და გამოკვებისათვის მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში.

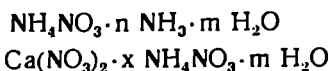
სუბტროპიკულ ზონაში ამონიუმის გვარჯილის გამოყენება ყველა კულტურის, განსაკუთრებით ჩაის, ციტრუსების, ტუნგის, დაფნის, თამბაქოს და სხვ. განაყოფიერებისათვის უმჯობესია მხოლოდ მეორე დო-

ზად პირველ დოზად საუკეთესოა ამონიუმის სულფატი ან შარდოვანა. თუ აღნიშნული სასუქები არ გაგვაჩნია, მაშინ ამონიუმის გვარჯილა უნდა შევიტანოთ წილადობრივად, ორ ან სამ დოზად. ამავე დროს პირველ დოზად იგი მაშინ უნდა შევიტანოთ, როცა მცენარე ზრდას იწყებს. ადრე შეტანილი ამონიუმის გვარჯილიდან აზოტის დიდი ნაწილი გამოირეცხება და დაიკარგება. ყველა ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებში, ყველა კულტურის მიმართ ამონიუმის გვარჯილის ეფექტურობის ამაღლების ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა ნიადაგში სასუქის ჩაქეთება 3—5 სმ სიღრმეზე, ხოლო სარწყავ პირობებში — მისი მორწყვის შემდეგ შეტანა და ნიადაგში ჩაქეთება.

თხევადი ნიტრატულ-ამონიაკური სასუქები. ამ ჯგუფში გაერთიანებულია ისეთი თხევადი აზოტიანი სასუქები, რომლებიც ერთდროულად შეიცავენ NO_3^- და NH_4^+ და მათ ამიაკატებს უწოდებენ.

ამიაკატებში აზოტის შემცველობა 30—50% ფარგლებში ცვალებადობს. მათში აზოტის შემცველობის ასეთი რყევადობა დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა შემადგენელი კომპონენტებისაგან არის მიღებული ამიაკატი.

ამიაკატებს ღებულობენ გვარჯილისა და კალციუმის გვარჯილის ან ამონიუმის გვარჯილისა და შარდოვანას თხევად ამონიაკში გახსნით. ამონიაკის წყალში გახსნილ მარილების ხსნარებს აქვს შემდეგი შედგენილობა:



ამიაკატები გარეგნულად ღია-მოყვითალო ან ყავისფერი ხსნარებია. იმის გამო, რომ ამიაკატებში ამიაკის გაზის დრეკადობა მაღალი არ არის 0,7—0,5 კგ./სმ² (20—30°C პირობებში), მათი შენახვა და გადაზიდვა შეიძლება ჰერმეტიკულად დახურულ ცისტერნებსა და ბალონებში, რომლებიც მაღალ წნევაზე არ არის გაანგარიშებული. მაგრამ ამიაკი იწვევს მეტალის კოროზიას, ამიტომ ამიაკატების შესანახი ჰურჭელი უნდა დამზადდეს სპეციალური მარკის ფოლადის ან ალუმინისაგან. ამიაკატები უფრო ძვირია, ვიდრე თხევადი ამიაკი ან ამონიაკური წყალი.

ამილური ფორმის აზოტიანი სასუქები

შარდოვანა (კარბამიდი) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. სინთეზურ შარდოვანაში აზოტი 46%—ია. მყარ აზოტიან სასუქთა შორის იგი ყველაზე კონცენტრირებული აზოტიანი სასუქია.

სინთეზური შარდოვანას მისაღებად საწყისი პროდუქტი გაზისებრი

ან თხევადი ამიაკი და ნახშირბადის დიოქსიდია (ნახშირმჟავაგაზი). შარდოვანას ლებულობენ ნახშირბადის დიოქსიდისა და ამიაკის ურთიერთ-მოქმედებით მაღალი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში.



შარდოვანა წყალში კარგად ხსნადი, გარეგნულად თეთრი კრისტალური ნივთიერებაა. 20°C პირობებში ჰიგროსკოპიულობის მიხედვით არ განსხვავდება ამონიუმის სულფატისაგან. მაგრამ უფრო მაღალი ტემპერატურის პირობებში მასში ჰიგროსკოპიულობა მატულობს. შენახვის დროს კრისტალური შარდოვანა შეიძლება დაბელტიანდეს და ბნევალობის უნარი დაკარგოს.

მრეწველობა შარდოვანას უშვებს გრანულების სახით, რომლის სიმაქვია 1—3 მმ. გრანულირებისას გრანულებს მცირე რაოდენობით ცხიმოვანი დანამატით ფარავენ. გრანულირებულ შარდოვანას კარგი ფიზიკური თვისებები აქვს, პრაქტიკულად არ იბელტება, ინარჩუნებს ბნევალობის კარგ უნარს. გრანულირების პროცესში ტემპერატურის გავლენით შარდოვანაში ბიურეტი წარმოიქმნება:



ბიურეტის მაღალი შემცველობა (3%-ზე მეტი) ტოქსიკურად მოქმედებს მცენარეზე, განსაკუთრებით მისი შეტანის პირველ დღეებში.

ნიადაგში ბიურეტი მთლიანად იშლება სასუქის შეტანიდან 10—15 დღის განმავლობაში, ამიტომ შარდოვანას შეტანა საჭიროა მცენარეების დათესვამდე 1—2 თვით ადრე. ამ შემთხვევაში ბიურეტის უარყოფითი გავლენა ახალგაზრდა მცენარეზე აღნიშნული არ არის. კრისტალურ შარდოვანაში ბიურეტი ბევრად ნაკლებია, იგი 0,2—0,8% ფარგლებში ცვალებადობს, ხოლო ამჟამად წარმოება უშვებს გრანულირებულ შარდოვანას, რომელშიც ბიურეტის შემცველობა 1% არ აღემატება. ასეთი შარდოვანა მცენარეზე უარყოფითად არ მოქმედებს. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდასა და მოსავლიანობაზე აზოტის ექვივალენტური რაოდენობით შეტანილი კრისტალური და გრანულირებული შარდოვანა ერთნაირ შედეგს იძლევა.

შარდოვანას ურთიერთმოქმედება ნიადაგთან. ფერმენტი ურიაზას მოქმედებით მთლიანად იხსნება ნიადაგში შეტანილი შარდოვანა, რომელსაც ურობაქტერიები გამოყოფენ, სწრაფად განიცდის ამონიფიკაციას, გარდაიქმნება ნახშირმჟავა ამონიუმად:



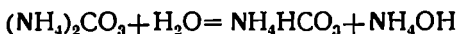
ჰუმუსით მდიდარ ნიადაგში შარდოვანას ნახშირმჟავა ამონიუმად გარდაქმნა 2—3 დღეში მთავრდება, ხოლო ეს პროცესი უფრო დიდხანს მიმდინარეობს ჰუმუსით ღარიბ სილნარ, თიხნარ და დაჭაობებულ ნია-

დაგებზე, მაგრამ ორივე შემთხვევაში საჭიროა ნიადაგში ამონიფიკაციისათვის საჭირო პირობები იყოს.

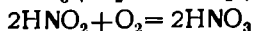
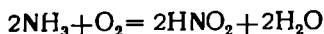
ნახშირმჟავა ამონიუმში მდგრადი ნაერთი არ არის. ჰაერზე იშლება ამონიუმის ბიკარბონატად და გაზისებრ ამონიაკად:



შარდოვანას ზედაპირულად შეტანა, მისი ნიადაგში ჩაკეთების გარეშე დატოვება, განსაკუთრებით ტენის დეფიციტისას იწვევს ნაწილობრივ დანაქარგს. აზოტის ამ სახით დანაქარგი გაილიერებულია ნეიტრალური და ტუტე რეაქციის ნიადაგზე. ამ პირობებში ნახშირმჟავა ამონიუმის პიდროლიზის შედეგად წარმოიქმნება ამონიუმის ბიკარბონატი — NH_4HCO_3 და ამონიუმის ტუტე — NH_4OH :



ნიადაგში შარდოვანას შეტანით წარმოქმნილი ამონიუმში შთაინთქმება კოლოიდების მიერ და თანდათანობით შეითვისებს მკენარე. დღეისათვის დადგენილია, რომ მკენარემ შარდოვანა შეიძლება შთაინთქკას ფესვებით, ასევე ფოთლებით, მისი ნახშირმჟავა ამონიუმად გარდაქმნის გარეშე. გარდა ამისა, ისიც დადგენილია, რომ შარდოვანა ნახშირმჟავა ამონიუმში გადასვლამდე შეიძლება გამოირეცხოს ნიადაგიდან. ნიადაგში შარდოვანას შეტანისას, მისი ამონიფიკაციის შემდეგ ნახშირმჟავა ამონიუმში წარმოიქმნება და მისი გავლენით სასუქის შეტანის ზონაში შესაძლებელია ნიადაგის გატუტიანება. დროთა განმავლობაში ამონიუმში ნიტრიფიკაციას განიცდის, წარმოიქმნება აზოტის მჟავა:



ნახშირმჟავა ამონიუმის ნიტრიფიკაცია მნიშვნელოვნად სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე ამონიუმის სულფატის, განსაკუთრებით — ქლორამონიუმისა. ამონიუმის ნიტრიფიკაციის პროცესში ნიადაგის კერობრივი გატუტიანება შემეჯავებით იცვლება, რადგანაც ამ პროცესის შედეგად აზოტის მჟავა წარმოიქმნება. მაგრამ მკენარის მიერ შარდოვანას აზოტის გამოყენების შედეგად ნიადაგში არ ჩნდება არც მჟავას და არც ტუტის ნაშთი, ამიტომ რეაქცია არ იცვლება. შარდოვანას მიერ გამოწვეული ნიადაგის გამჟავების ხარისხი მიახლოებით ისეთივეა, როგორც ამონიუმის გვარჯილის

შარდოვანას გამოყენება. შარდოვანა გამოიყენება ყველა ნიადაგზე, სხვადასხვა კულტურის თესვისწინა განოყიერებისათვის. ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ ჩვენი ქვეყნის ყველა ზონაში ერთწლიანი კულტურების თესვისწინა განოყიერებისათვის შარდოვანა ამონიუმის გვარჯილის ტოლფასოვანია, ასევე ტოლფასოვანია იგი ჩაისა და ციტრუსების

ნარგაობაში, როგორც ამონიუმის გვარჯილის, ისე ამონიუმის სულფატისა.

ტენით საკმაოდ უზრუნველყოფილ ზონებში, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე (მორწყვის პირობებში სხვა ნიადაგებზედაც) შარდოვანა კარტოფილის, შაქრის ჰარხლისა და ბოსტნეულის მოსავლის მეტ ნამატს იძლევა, ვიდრე ამონიუმის გვარჯილა. ეს იმით აიხსნება, რომ ნიადაგში შეტანილი შარდოვანას ამიდური აზოტი სწრაფად გადადის ამონიაკურში, რომელიც შთაინთქმება ნიადაგის მიერ და ნაკლებად ჩაირეცხება ღრმა ფენებში.

საშემოდგომო კულტურების ადრე გაზაფხულზე გამოსაკვებად გამოყენებული შარდოვანა მაღალი ეფექტურობით არ ჩამოუვარდება ამონიუმის გვარჯილას. შარდოვანა გამოიყენება ასევე სათოხნი და ბოსტნის კულტურების გამოსაკვებად.

შარდოვანას ეფექტურობის გადიდების ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა მისი ნიადაგში ჩაკეთება. ჩაკეთების გარეშე მისი დატოვება აზოტის მნიშვნელოვან დანაკარგს იწვევს. ეს დანაკარგი ამიაკის აქროლებით არის გამოწვეული. საქმე ისაა, რომ ნიადაგში შარდოვანას შეტანის შედეგად ნახშირმჟავა ამონიუმში წარმოიქმნება, მისი დისოციაციის შედეგად ამიაკი მიიღება, იგი გაზია და მას აქროლების მაღალი უნარი გააჩნია.

შარდოვანას გამოყენება ფესვგარეშე კვების სახით მაღალ-ეფექტურია ყველა კულტურის მიმართ. გრანულირებული შარდოვანა არ გამოდგება, უმჯობესია კრისტალური, რადგანაც იგი შედარებით ნაკლებ ბიურეტს შეიცავს. ფესვგარეშე გამოკვებისათვის შარდოვანას, ყველა სხვა აზოტიან სასუქთან შედარებით, უპირატესობა აქვს, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ მისი მაღალი კონცენტრაციის (1%-ზე მეტი) ხსნარი არ იწვევს ფოთლების დაზიანებას და მცენარე მისგან აზოტს კარგად ითვისებს.

ფოთლის უჩრდებს შეუძლია შარდოვანა შთაინთქოს და გამოიყენოს მთელი მოლუკულის სახით, მარილის წინასწარი გარდაქმნის გარეშე. ე. ი. შარდოვანა პირდაპირ ებმება აზოტის შემცველ ნივთიერებათა გარდაქმნის ციკლში. ამაზეა დამოკიდებული მცენარეში დიამინომჟავების წარმოქმნა.

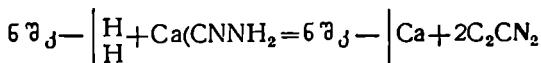
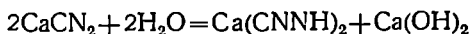
თესვის წინ შარდოვანას მწკრივში შეტანამ შეიძლება თესლის გაღივებისა და აღმოცენების დაგვიანება გამოიწვიოს. ამ ფაქტის ძირითადი მიზეზი ფესვის გავრცელების ზონაში დიდი რაოდენობით ამიაკის დაგროვებაა.

შარდოვანა კონცენტრირებული სასუქია, ამიტომ ნიადაგში მისი შეტანის დროს აუცილებელია თანაბრად განაწილდეს კვების არეზე. ამ მიზნით, მოსახერხებელია ნიადაგში შეტანის წინ შარდოვანას სხვა სასუქებთან კარგად არევა.

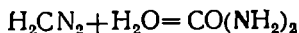
აზოტიან სასუქთა შორის გრანულირებული შარდოვანა ერთ-ერთი საუკეთესო სასუქია, ამიტომ მისი წარმოება სისტემატურად იზრდება კალციუმის ციანამიდი. CaCN_2 იგი შეიცავს 20—22% აზოტს. მისი ტექნიკური მაჩვენებელი, გარდა აზოტისა, ითვალისწინებს სხვა ნივთიერებების შემცველობასაც; ნახშირი — 9—12%, ასევე მცირე რაოდენობით სილიციუმის მჟავა, რკინისა და ალუმინის ოქსიდები და კალციუმის კარბიდი. კალციუმის სასუქში CaCN_2 შემცველობა 58—60% აღწევს.

კალციუმის ციანამიდი მსუბუქი, წვრილი, შავი ან მუქი რუხი ფხვნილია, ამიტომ ნიადაგში შეტანის ან გადატანის დროს ძლიერ იმტვერება. ამის გამო, მასთან მუშაობის დროს სიფრთხილეა საჭირო. მისი მტვერი სასუნთქი და მხედველობის ორგანოების, ასევე კანის დაზიანებას იწვევს. აქედან გამომდინარე, კალციუმის ციანამიდთან მუშაობის დროს უნდა გამოვიყენოთ სათვალე და ხელთათმანები.

ნიადაგში შეტანილი კალციუმის ციანამიდი განიცდის ჰიდროლიზს და შედის რეაქციაში შთანთქმის კომპლექსთან.



წარმოიქმნება ციანამიდი — H_2CN_2 , რომელიც მცენარეზე მომწამვლელად მოქმედებს, მაგრამ იგი დიდხანს არ რჩება ნიადაგში, სწრაფად გარდაიქმნება შარდოვანად.



წარმოქმნილი შარდოვანა ასევე განიცდის შემდგომ გარდაქმნას. იგი ფერმენტ ურეაზას მოქმედებით გადადის ნახშირმჟავა ამონიუმში $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, რომლის ნიტრიფიკაციის შედეგად HNO_3 წარმოიქმნება.

კალციუმის ციანამიდი ტუტე სასუქია, იგი მნიშვნელოვანი რაოდენობით Ca-ს შეიცავს, რომელიც იწვევს ნიადაგის გატუტიანებას.

მეავე ნიადაგებზე (კორდიანი ეწერი, სუბტროპიკული ეწერი და სხვ.) კალციუმის ციანამიდის სისტემატური გამოყენება მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ნიადაგის თვისებებს: ნაწილობრივ ანეიტრალებს მჟავიანობას, ნიადაგს ამდიდრებს კალციუმით.

მცენარის თესლსა და ახალგაზრდა აღმონაცენზე კალციუმის ციანამიდის მავნე მოქმედების თავიდან ასაცილებლად იგი შეაქვთ ადრე გაზაფხულზე — თესვამდე 7—10 დღით ადრე, შემოდგომით — მზრალად ხენის წინ.

იმასთან დაკავშირებით, რომ კალციუმის ციანამიდის ნიადაგში გარდაქმნის პირველ სტადიაში წარმოქმნილი H_2CN_2 მცენარისათვის საწამლაია, ამიტომ გამოკვებისათვის მისი გამოყენება არ შეიძლება.

კალციუმის ციანამიდი მცირე რაოდენობით მზადდება, იგი სასუქად ფართოდ არ გამოიყენება. მისი გამოყენება უმთავრესად ხდება ბამბის მოსავლის ალების წინ ფოთლების მოსაცილებლად (დეფოლიაცია).

ნელმოკმედი აზოტიანი სასუქები

ქიმიური წარმოების მიერ გამოშვებული ყველა აზოტიანი სასუქი, გარდა კალციუმის ციანამიდისა, წყალში კარგად იხსნება. აზოტიანი სასუქების წყალში კარგად ხსნადობა, შესაბამისად აზოტის მოძრაობა ნიადაგში ყოველთვის სასარგებლო არ არის. საქმე ისაა, რომ აზოტიანი სასუქის მაღალი ნორმით გამოყენება, ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაციის ძლიერ ამაღლებას იწვევს — იგი მავნეა მცენარისათვის; გარდა ამისა, ზრდის ნიადაგის ხსნარის ოსმოსურ წნევას — იგი ძლიერ ასუსტებს ზოგიერთი მცენარის (სელი, სიმინდი და სხვ.) განვითარებას. განსაკუთრებით ზრდის პირველ პერიოდში: ნალექებით უზრუნველყოფის პირობებში საერთოდ. და კერძოდ, სუბტროპიკულ რაიონებში, განსაკუთრებით მსუბუქ ნიადაგებზე ხდება ნიადაგში შეტანილი აზოტის გამორეცხვა ნიტრატის სახით და მით გარემოს გაქუჩყიანება; სარწყავი მიწათმოქმედების პირობებში, კერძოდ შუა აზიაში, ამონიაკური და ამონიაკურ ნიტრატული სასუქები სწრაფად განიცდის ნიტრიფიკაციას. ნიტრატული აზოტი წყლის დადმავალი დენის გავლენით (მორწყვის პირობებში) გამოირეცხება ფესვის გავრცელების ზონიდან, უარესდება მცენარის აზოტით უზრუნველყოფა. მორწყვის შემდეგ, წყლის აღმავალი დენის გავლენით ნიტრატები ნიადაგის ზედაპირზე ამოდის. ამონიაკური აზოტის სწრაფი ნიტრიფიკაციისა და შემდგომ დენიტრიფიკაციის გავლენით ადგილი აქვს სასუქის აზოტის მნიშვნელოვან დანაკარგს გაზისებრი ფორმით.

ნიადაგში მიმდინარე ზემოთ განხილული პროცესები იწვევს მცენარის მიერ ნიადაგში შეტანილი სასუქებიდან აზოტის გამოყენების შემცირებას და სასუქის დაბალ ეფექტს. ამ მიზეზების გათვალისწინებით ბოლო წლებში განსაკუთრებული ყურადღება მიექცა ნელა ხსნადი აზოტიანი სასუქების მიღების წესების შესწავლას, ე. ი. ისეთი სასუქების მიღებას, რომლის აზოტი ნელა გადადის ხსნად ფორმაში და თანდათანობით გამოიყენება მცენარის მიერ ვეგეტაციის პერიოდში.

ნელა მოქმედი სინთეტიკური სასუქები მიიღება შარდოვანას კონდენსაციით აღდეჰიდრატან, ფორმალდეჰიდთან, აცეტალდეჰიდთან და სხვ. წარმოება უშვებს შემდეგ ნელამოქმედ აზოტიან სასუქებს: შარდოვანა-ფორმალდეჰიდური (MFA) სასუქი ანუ ურეაფორმი. იგი შეიცავს 38—40% აზოტს, მათ შორის — 28—32% წყალში არ იხსნება; კროტონილდენდიშარდოვანა (KDM) — მასში აზოტი 32%-მდეა; იზობუტილენ-

დი შარდოვანა (ИБДМ) — აზოტს შეიცავს 31%; ფორმაცეტალდეჰიდ-
შარდოვანა (МФАА) და სხვ.

ნელამოქმედი აზოტიანი სასუქები მეტად პერსპექტიულია უხვნალე-
ქიანი რაიონებისათვის. ასევე სარწყავი ნაკვეთებისათვის, განსაკუთრე-
ბით ისეთი კულტურების გასანოყიერებლად, სადაც აზოტს მაღალი
ნორმით იყენებენ, როგორცაა ბამბა, ჩაი, ციტრუსი, თამბაქო, ტექნიკუ-
რი კულტურები და სხვ. გარდა ამისა ამ ჯგუფის სასუქების გამოყენება
პერსპექტიულია სპორტული მოედნების მწვანე საფარისა და გაზონების
გასანოყიერებლად, სადაც აგრეთვე აზოტის მაღალი ნორმა შეაქვთ.

ამ ჯგუფის სასუქების ეფექტი მისი შეტანის პირველ წელს შარდო-
ვანასთან შედარებით ნაკლებია, მაგრამ მათ მაინც უპირატესობა ენიჭე-
ბათ. საქმე ისაა, რომ ნელა მოქმედი აზოტიანი სასუქის მაღალი ნორმით
გამოყენება არ იწვევს ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაციის გადიდებას;
მასში შემავალი აზოტი თითქმის არ გამოირეცხება ნიადაგიდან და ნაკ-
ლები იკარგება დენიტრიფიკაციის გავლენით; იხსნება რა ნელა — თანდა-
თანობით ხანგრძლივი დროის მანძილზე გამოიყენება მცენარის მიერ;
მაღალია სასუქის პირდაპირი და განსაკუთრებით შემდგომი მოქმედება.

ნელამოქმედი — ნელახსნადი აზოტიანი სასუქების უპირატესობა
იმაშიც მდგომარეობს, რომ მისი მაღალი ნორმა შეიძლება შევიტანოთ
წელიწადში ერთჯერ ან 2—3 წელიწადში ასევე ერთჯერ და არ იქნება
საშიშროება ნიადაგიდან აზოტის გამორეცხვისა.

ნელამოქმედ აზოტიან სასუქებს, ჩვეულებრივ, ადვილად ხსნად აზო-
ტიან სასუქებთან შედარებით, ნაკლოვანებებიც აქვს, მაგალითად, მისი
წარმოება ძვირია. ამ ორი ჯგუფის სასუქთა შორის ფასის სხვაობას ვერ
ფარავს ნელამოქმედი სასუქების გამოყენებაზე გაწეული შედარებით ნაკ-
ლები დანახარჯები (წელიწადში ან 2—3 წელიწადში ერთხელ შეტანა);
გარდა ამისა სასუქიდან მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაში აზოტის
გადასვლა ყოველთვის არ ემთხვევა უმეტესი კულტურების მზადყოფნას
აზოტის გამოსაყენებლად, არ აქვს დაწყებული ზრდა ან შეწყვეტილია
ვეგეტაცია. ამით აიხსნება ის ფაქტი, რომ პირველ წელს ეს სასუქი შარ-
დოვანასთან შედარებით ნაკლებ ეფექტს იძლევა.

მრავალ ქვეყანაში დიდი მასშტაბის მეცნიერული კვლევა მიმდინარე-
ობს აზოტიანი სასუქების ხსნადობის შესწავლას. ამ მიზნით სასუქის
გრანულას ფარავენ ორგანული (პოლიმერული) ან არაორგანული (ელე-
მენტური გოგირდი) მასალით. ამ სასუქების გრანულიდან თანდათანობით
თავისუფლდება აზოტი და გამოიყენება მცენარის მიერ. გარდა ამისა,
გამოკვლევებით დადგენილია, რომ გოგირდით დაფარული შარდოვანას
(გდშ) შეტანა პერსპექტიულია ბრინჯის, ასევე მდელოებისა და საძოვრე-
ბის გასანოყიერებლად, რომელთა გამოყენება ხანგრძლივი ვადით არის
გათვალისწინებული, ასევე ბოსტნისა და ბაღჩეული კულტურებისათვის

იმ რაიონებში, სადაც მალალია ატმოსფერული ნალექები ან სარწყავი მიწათმოქმედება.

მარცვლოვანი კულტურების ნათესებში გღმ-ს უპირატესობა არ აქვს წყალხსნად აზოტიან სასუქებთან შედარებით.

გღმ სიძვირის გამო, ასევე მისი დამზადებისათვის გოგირდის დიდი რაოდენობით ხარჯვის გამო, სოფლის მეურნეობაში ამ სასუქის გამოყენება ჭერჯერობით მეტად განსაზღვრულია.

მცენარის მიერ სასუქის აზოტის გამოყენება, მისი გარდაქმნა ნიადაგში

აგროქიმიურმა გამოკვლევებმა ნიშანდებული ატომის მეთოდის გამოყენებით ნათელჰყო, რომ მინდვრის პირობებში აზოტით განოყიერებული მცენარე ნიადაგის აზოტს ითვისებს 30—40%-ით მეტს, ვიდრე გაუნოყიერებელი.

მცენარის მიერ სასუქის აზოტის გამოყენების დაღგენა არც ისე იოლია, როგორც ადრე მიიჩნევდნენ (ცხრ. 43).

მინდვრის პირობებში ნიადაგში შეტანილი სასუქებიდან მცენარე ითვისებს საშუალოდ 40% აზოტს (რყევაღობა 30—50%). სხვადასხვა ფორმის აზოტიანი სასუქებიდან მცენარის მიერ აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი, იშვიათი გამონაჰლისის გარდა, თითქმის თანაბარია.

მცენარის მიერ აზოტიანი სასუქებიდან აზოტის გამოყენების კოეფი-

ცხრილი 43. მცენარის მიერ ნიადაგის აზოტის გამოყენება

(ტიპირიაზევის სახ. სასოფლო-სამეურნეო აჰადემიის აგროქიმიის კათედრის მონაცემები)

ვარიანტი	გამოყენა მცენარემ				სასუქის აზოტის ბალანსის მაჩვენებელი (% ნიადაგში შეტანილი აზოტოდან)	
	ნიადაგის აზოტი		სასუქის აზოტი (% შეტანილოდან)		დამავრდა ნიადაგში	დანაჰარგი
	% საერთო გამოტანილოდან	% კონტროლიდან	სხვაობის მეთოდით	იზოტოპების მეთოდით		
	სავეგეტაციო ცღა (საშუალო 12 ცღიდან)					
(NH ₄) ₂ SO ₄	49	143	74	60	19	20
NaNO ₃	47	133	75	61	12	27
საშუალო	48	138	74	60	—	—
	მინდვრის ცღა (საშუალო 11 ცღიდან)					
(NH ₄) ₂ SO ₄	67	134	60	39	44	17
NaNO ₃	65	139	67	42	25	32
საშუალო	66	136	64	41	—	—

ციენტი განსაზღვრული სხვაობის მეთოდით (60—70%) და იზოტოპური მეთოდით (30—50%) ერთნაირი არ არის. მათ შორის სხვაობა 20—30% შეადგენს. ეს სხვაობა აზოტის ის რაოდენობაა, რომელიც წარმოიქმნება ნიადაგში ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად და რომელსაც დამატებით ითვისებს მცენარე აზოტიანი სასუქის გამოყენების პირობებში.

ნიადაგის ორგანული ნივთიერების აზოტის მობილიზაციის ხარჯზე, ნაწილობრივ ნაზღაურდება ნიადაგში შეტანილი აზოტიანი სასუქის არასრული გამოყენება მცენარის მიერ. აქედან გამომდინარე, მცენარის მიერ აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი, დადგენილი სხვაობის მეთოდით, ყოველთვის მეტია, ვიდრე იზოტოპური მეთოდით. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ სხვაობის მეთოდით განსაზღვრული აზოტი მოიცავს არა მარტო სასუქის, არამედ ნიადაგის აზოტის იმ ნაწილსაც, რაც დამატებით გამოიყენა მცენარემ.

ამასთან დაკავშირებით, ისეთი პრაქტიკული საკითხების გადასაწყვეტად, როგორცაა აზოტის ბალანსი, აზოტიანი სასუქების ნორმები და სხვ. აუცილებელია გამოვიყენოთ სხვაობის მეთოდით დადგენილი კოეფიციენტი, რაც სრულ წარმოდგენას იძლევა მცენარის მიერ აზოტის მოხმარებაზე აზოტიანი სასუქების გამოყენების პირობებში.

მოსავალში ნიადაგისა და სასუქის აზოტის შეფარდება და მათი როლი მცენარის კვების საქმეში მკვეთრად მერყეობს სხვადასხვა პირობებთან დაკავშირებით (სასუქის ფორმა, ნორმა, შეტანის ვადა, ნიადაგის თვისება, გაკულტურების დონე, მოკირიანება, მოთაბაშირება, მორწყვა და სხვ.). მაგალითად, მინდვრის ცდებში (ცხრ. 42) მცენარის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილი აზოტის საერთო რაოდენობიდან, ნიადაგის აზოტზე მოდის საშუალოდ 66%, მაგრამ იგი სხვადასხვა ცდაში 20-დან 70% ფარგლებში მერყეობს, ხოლო სასუქის აზოტის ხარჯზე, საერთო აზოტიდან 34%-ია, ამავე დროს აქ მერყეობა 30—80% ფარგლებშია.

მცენარის მიერ მოსავლით გამოტანილი აზოტის საერთო რაოდენობიდან ნიადაგის აზოტის წილი მცირდება ჰუმუსით ღარიბ, სუსტად გაკულტურებულ კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე აზოტიანი სასუქების მაღალი ნორმების გამოყენებით.

¹⁵N გამოყენებით წარმოებულ გამოკვლევებში დადგენილია, რომ სასუქის აზოტის მნიშვნელოვანი რაოდენობა (50—60%) არ გამოიყენება მცენარის მიერ სასუქის შეტანის პირველ წელს. მისი ნაწილი იკარგება ნიადაგიდან, ნაწილი ორგანულ ნაერთებში გადადის და შეიკავება ნიადაგის მიერ.

აზოტის ბიოლოგიური შეკავება უფრო მეტია შარდოვანასა და ამონიაკური ფორმის აზოტიანი სასუქების გამოყენების შემთხვევაში — დაახლოებით 40% ნიადაგში შეტანილი აზოტიდან. მნიშვნელოვნად ნაკლებ

ბი(20%) — ნიტრატული ფორმის აზოტიანი სასუქებიდან. აზოტის ბიოლოგიური შთანთქმა განსაკუთრებით მატულობს ნიადაგში აზოტით ღარიბი და უჯრედანათი მდიდარი ორგანული ანარჩენების (ჩალიანი ნაკელი, მარცვლოვანების ჩალა, ფესვები და სხვ.) ჩაყვებით.

ნიადაგში ორგანული ფორმით შეკავებული სასუქის აზოტი მინერალიზაციას ნელა განიცდის, ამიტომ სუსტად გამოიყენება მომდევნო კულტურების მიერ. მაგალითად, მომდევნო კულტურების მიერ აზოტის გამოყენება შეადგენს: შემდგომ მოქმედების პირველ წელს — 2—3% ნიადაგში შეტანილი აზოტიდან და 5—10% ნიადაგის მიერ შეკავებული აზოტიდან; შემდგომ მოქმედების მეორე წელს 1—2 და 3—6% შესაბამისად, შემდგომ წლებში იგი მნიშვნელოვნად კლებულობს და უახლოვდება ნიადაგის ჰუმუსის აზოტის გამოყენებას.

იმობილიზებული სასუქის აზოტს თანდათანობით განიცდის მინერალიზაციას, რის გავლენითაც შემდგომი კულტურების მიერ სასუქის გამოყენების კოეფიციენტი 6—7 წლის მანძილზე ჯამში 8—10%-ით იზრდება პირდაპირმოქმედების წელთან შედარებით.

დენიტრიფიკაციის გავლენით სასუქის აზოტის მნიშვნელოვანი ნაწილი აქროლებით იკარგება (N_2 და N_2O). ამ სახის დანაკარგი მეტია ნიტრატული სასუქებისა და ნაკლები — ამონიაკური სასუქისა და შარდოვანას გამოყენებით. მცენარეებით დაკავებული ნაკვეთებიდან ამგვარი დანაკარგი სასუქის შეტანის პირველ წელს საშუალოდ შეადგენს — ამონიაკური სასუქიდან 20 და ნიტრატულიდან — 30%, ხოლო დაუმუშავებელ ნაკვეთზე, რომელზეც მცენარე არ არის — 50—60% და მეტია.

აქროლებით აზოტის დანაკარგი ერთ-ერთი მიზეზია მცენარის მიერ აზოტის გამოყენების დაბალი კოეფიციენტისა და აზოტიანი სასუქების ეფექტურობის შემცირებისა.

აზოტის დანაკარგის შემცირებისა და მისი ეფექტურობის ამაღლებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგში ამ სასუქის ოპტიმალურ ვადებში შეტანას, ოპტიმალური ნორმის გამოყენებას, ნიადაგის დამუშავების რაციონალურ სისტემას და სხვ.

ნიადაგისა და სასუქის აზოტის დანაკარგების შემცირებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიტრიფიკაციის ინგიბიტორების გამოყენებას. ისინი წინ აღუდგებიან ნიადაგისა და სასუქის ამონიუმის ნიტრიფიკაციას, შესაბამისად შემცირდება დენიტრიფიკაცია. მცენარეში ნიტრატების შეღწევა შეიზღუდება, ასევე შემცირდება ნიტრატების წყლების გაჟღეყიანება.

ინგიბიტორები ორგანული ნაერთებია, მიეკუთვნება ქლოროპირიდი-ნებისა და პირიმიდინების ჯგუფს. ისინი ნიადაგში შეაქვთ ამონიაკურ სასუქთან და შარდოვანასთან ერთად 0,5—2 კგ/ჰა. მათი გავლენით ნიტრიფიკაციის პროცესი 1,5—2 თვით წყდება. რის გავლენითაც ნიადაგისა

და სასუქის აზოტი ინახება ნიადაგში ამონიუმის სახით. ამით აზოტის დანაკარგი 1,5—2-ჯერ მცირდება. ნიტრიფიკაციის ინგიბიტორების გამოყენებას დიდი მნიშვნელობა აქვს სარწყავ და უხვნალექებიან რაიონებში, განსაკუთრებით ისეთი კულტურების მიმართ, რომელთა განოციერები-სათვის აზოტის ზღვრულ ნორმებს იყენებენ.

აზოტიანი სასუქების ეფექტურობა სხვადასხვა ნიადაგურ-კლიმატურ ზონებში

ჩვენი ქვეყნის უმეტეს ნიადაგებზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გადიდებისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს აზოტიანი სასუქების გამოყენებას. დადგენილია რომ ყოველი ტონა აზოტიანი სასუქი იძლევა დამატებით მოსავალს: მარცვლის — 10—15 ტონა; თივის — 20—30 ტ; შაქრის ჭარხლის — 30—40 ტ; სელის ბოჭკოს — 1—2 ტ; ხამი ბამბის — 5—6 ტ; ციტრუსების (მანდარინი) — 20—21 ტ; ჩაის მწვანე ფოთოლს — 8—9 ტ. აზოტიანი სასუქები სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის ზრდასთან ერთად აუმჯობესებს მის ხარისხს, ადიდებს მარცვალსა და საკვებ პროდუქტებში ცილების შემცველობას. აზოტიანი სასუქები განსაკუთრებით მაღალ ეფექტს იძლევა ნალექებით უზრუნველყოფილ რაიონებში, არაშემიწა ნიადაგებიან ზონაში, აზოტით ღარიბ კორდიან-ეწერ ნიადაგზე, ასევე ტყის რუხ და ღასაველეთის ოლქების გამოტუტულ შავმიწებზე (ცხრ. 44).

ცხრილი 44. მინერალური სასუქის გავლენა კარტოფილის მოსავლის ნაპატზე % (BUVA მონაცემები)

ნიადაგები	ცდების რიცხვი	მოსავალი უსასუქოდ ც/ჰა	მინერალური სასუქის გამოყენებით მიღებული მოსავლის ნაპატი ც/ჰა			
			სრული მინერალური სასუქი	აზოტიანი	ფოსფორიანი	კალიუმიანი
ქვიშიანი ეწერი	23	117	60	35	13	16
თიხნარი ეწერი	8	154	69	39	18	28
ტყის რუხი	6	159	73	43	10	9
გამოტუტული შავმიწები	10	203	56	31	20	13

კორდიან-ეწერ და ტყის რუხ ნიადაგებზე ფოსფორიანი და კალიუმი-ანი სასუქები აზოტიანი სასუქის გამოყენების გარეშე, როგორც წესი, ეფექტს არ იძლევა. ამ ნიადაგებზე 60%-მდე მოსავლის ნამატი აზოტიანი სასუქის ხარჯზე მოდის. ამავ დროს ტენით ნაკლებად უზრუნველყოფილ რაიონებში აზოტის ეფექტი მცირდება.

სამხრეთის ველის რაიონების ღრმა, ჩვეულებრივ, და სამხრეთის შავ-მიწებზე ტენის ნაკლებობის გამო, მიუხედავად იმისა, რომ ნიადაგი მდი-დარია აზოტით, შეტანილი აზოტიანი სასუქებით მიღებული მოსავლის ნამატი ნაკლებია, ვიდრე ტენით უზრუნველყოფილ არაშავმიწა და ტყის ველის ზონის წაბლა და ღია წაბლა ნიადაგებზე. კიდევ უფრო მცირეა იგი სამხრეთ-აღმოსავლეთის წაბლა და ღია წაბლა ნიადაგებზე, მაგრამ ნიადაგში ტენის დაგროვებისა და შენარჩუნების ღონისძიებების გატარე-ბით — თოვლის შეკავება, დროული მზრალად ხვნა, ტყის საცავი ზოლე-ბი და სხვ. აზოტიანი სასუქების ოპტიმალური ნორმები ამ რაიონებშიც მაღალ ეფექტს იძლევა. სამხრეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთი ველის ნია-დაგებზე, ასევე ამიერკავკასიაში, აზოტიანი სასუქების ეფექტს მეტად ზრდის მორწყვა.

განსაკუთრებით მაღალია აზოტიანი სასუქის ეფექტი დასავლეთ სა-ქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში. იგი გამოწვეულია ორი ძირითადი მიზეზით: ჯერ ერთი — აქ ნიადაგები ბუნებრივ პირობებში ღარიბია აზო-ტით, მეორე — აქ დიდი რაოდენობით ატმოსფერული ნალექები მოდის, რომლის გავლენით ადგილი აქვს აზოტის დანაკარგს. ამიტომ ამ ზონაში აზოტიანი სასუქები განსაზღვრავს ყველა კულტურის მოსავლის ღონესა და ხარისხს.

გარდა ამისა, ამ ზონაში წლის მანძილზე, მართალია, ატმოსფერული ნალექები დიდი რაოდენობით მოდის, მაგრამ ისინი წლის მანძილზე არა-თანაბრადაა განაწილებული, მათი აბსოლუტური რაოდენობა შემოდგო-მით და ზამთარში მოდის, ხოლო გაზაფხულსა და ზაფხულში, როცა მცე-ნარის მოთხოვნილება ნიადაგის ტენის მიმართ დიდია, ნალექები მცირე რაოდენობითაა. ამ პერიოდში მორწყვის ჩატარება დიდად ზრდის აზო-ტიანი სასუქების ეფექტს და აღიდებს ყველა კულტურის მოსავალს. მო-სული ატმოსფერული ნალექების დიდი რაოდენობა იწვევს დაბლობის ზონის ნიადაგების ქარბტენიანობას (კოლხეთის დაბლობი), ამ ნაკვე-თებზე დაშრობითი ღონისძიებების ჩატარება ასევე განსაზღვრავს აზო-ტიანი სასუქების მაღალ ეფექტს. ამ ზონის კლიმატური და ნიადაგური პირობებიდან გამომდინარე, აზოტიანი სასუქის ეფექტი განსაკუთრებით მაღალია მაშინ, როცა ნიადაგში მისი შეტანა ტარდება მცენარის ზრდის დაწყებისას და არა ნაადრევად, როცა მრავალწლიანი სუბტროპიკული ზონის კულტურები შესვენების სტადიაში იმყოფება.

ფოსფორიანი სასუქები

ფოსფორის როლი მცენარის სიცოცხლეში

ფოსფორი აუცილებელი საკვები ელემენტია. ფოსფორის გარეშე ცოცხალ უჯრედს არსებობა არ შეუძლია. უჯრედის ბირთვის მნიშვნელოვანი ნაწილი — ნუკლეოპროტეიდები ფოსფორის მქაევას შეიცავს. მცენარის სიცოცხლეში განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ორგანულ ნაერთებში შემავალი ფოსფორი, მათ შორის ნუკლეინის მქაევები. ისინი რთული, მაღალმოლეკულური ნივთიერებებია, მონაწილეობენ ისეთ მნიშვნელოვან სასიცოცხლო პროცესში, როგორცაა ცილების სინთეზი, ზრდა, გამრავლება, მეგვიდრული თვისებების გადაცემა და სხვ.

არჩევენ რიბონუკლეინის მქაევას (რნმ) და დეზოქსირიბონუკლეინის მქაევას (დნმ). მიუხედავად იმისა, რომ ისინი ოთხი ძირითადი კომპონენტისაგან შედგება, ურთულესი სტრუქტურა გააჩნიათ.

ნუკლეინის მქაევების სტრუქტურა მოიცავს ორგანიზმის შთამომავლობის თვისებებს, რადგანაც მისგან წარმოიქმნება შთამომავლობის ცილოვანი მოლეკულის სინთეზი და სტრუქტურა. თავის მხრივ ცილები და ფერმენტები გავლენას ახდენს რნმ და დნმ სინთეზზე.

ნუკლეინის მქაევებში 20%-მდე P_2O_5 -ია. ნუკლეინის მქაევები მცენარის ყველა უჯრედში, ქსოვილსა და ორგანოებშია. მათი შემცველობა (მშრალი მასიდან) ფოთლებსა და ღეროებში 0,1—1,0%-მდეა. ახალგაზრდა ფოთლებში და ნაზარდების ზრდის წერტილებში მათი შემცველობა მეტია, ვიდრე ძველ ფოთლებსა და ღეროებში. ნუკლეინის მქაევების განსაკუთრებით მაღალი შემცველობით ხასიათდება თესლის ჩანასახი, მტერიანები და ფესვის წვეროები.

ნუკლეინის მქაევას გარდა, ფოსფორის შეიცავს აგრეთვე მცენარის სხვა ორგანული ნივთიერებები: ფიტინი, ლეციტინი, სახაროფოსფატები და სხვ.

ფიტინი (ინოზიტფოსფორის მქაევას კალიუმ-მაგნიუმის მარილი) ექვსატომიანი სპირტის — ინოზიტისა და ექვსი მოლეკულა ფოსფორის მქაევას ციკლური ნაერთია. იგი შეიცავს 27,5% P_2O_5 -ს. სხვა ფოსფოროვან ნაერთებთან შედარებით, ფიტინი ყველაზე მეტი რაოდენობით შედის ზოგიერთი მცენარის თესლსა და ვეგეტაციურ ნაწილებში. ფიტინი განსაკუთრებით ბევრია თესლში, შედარებით ნაკლები — ახალგაზრდა ორგანოებსა და მცენარის ქსოვილებში. ფიტინის შემცველობა პარკოსნებისა და ცხიმუთოვნების თესლში მშრალი მასიდან 1—2% აღწევს, ხოლო მარცვლოვანთა თესლში იგი 0,5—1,0% ფარგლებშია. თესლის ფიტინი

ეს სამარაგო ნივთიერებაა, ახლად გაღვივებული თესლიდან მცენარე იყენებს ფოსფორს.

ლეციტინი ცხიმისმაგვარი ნივთიერების ფოსფატიდია. მას შეიცავს მცენარის ცოცხალი სხეული, იგი ბევრი გროვდება თესლში. ლეციტინში P_2O_5 — 1,37%-ია.

ფოსფატიდები განსაკუთრებულ ბიოლოგიურ ფუნქციას ასრულებენ მცენარეში, რადგანაც შედის ფოსფოლაპიდური მემბრანის შედგენილობაში, რომელიც უჯრედში არეგულირებს სხვადასხვა ნივთიერებათა გამტარიანობას.

შაქრების ფოსფორიანი ეთერები ან შაქრის ფოსფატები — ამ ჯგუფის ფოსფორიანი ნაერთები მუდმივად იმყოფება მცენარის ყველა ქსოვილში, არსებით გაზღვენას ახდენს მცენარეში ფოტოსინთეზისა-და სუნთქვის პროცესზე, ასევე რთული ნახშირწყლების -- სახაროზა, სახამებელი და სხვ. ბიოსინთეზებში და სხვ.

შაქრის ფოსფატებს, თავისუფალ შაქრებთან შედარებით, ახასიათებს მნიშვნელოვანი ლაბილურობა და რეაქციის მაღალი უნარი. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ შაქრის ფოსფატები უერთდება ფოსფორის მქავეს. შაქრის ფოსფატების შემცველობა მცენარეში მუდმივი არ არის, იგი იცვლება მცენარის ასაკის, კვების პირობების და სხვა ფაქტორების გავლენით. მცენარეში მისი შემცველობა 0,1-დან 1,0%-მდეა.

ამგვარად, მცენარეში ფოსფორი შედის მრავალი ორგანული ნივთიერების ბიოლოგიურად მეტად მნიშვნელოვანი ნივთიერების შედგენილობაში, რომელთა გარეშე ორგანიზმების ცხოველმყოფელობა შეუძლებელია, მაგრამ ფოსფორის როლი მარტო ამით არ ამოიწურება.

მცენარეში სინთეზური პროცესის მსვლელობისათვის, მაგალითად, ცილების, ცხიმების, სახამებლის, შაქრების ბიოსინთეზისათვის საჭიროა ენერგიის მნიშვნელოვანი ხარჯვა. იგი წარმოებს მაკროერგიული ნაერთების ხარჯზე. ამ ნაერთებს გააჩნია მაკროერგიული კავშირი. ჰიდროლიზის თავისუფალი ენერგიის სიდიდე ტოლია 24—67 კჯ 1 მოლზე, რაც ბევრად მეტია, ვიდრე ჩვეულებრივი კავშირების დროს (8—12 კჯ 1 მოლზე).

დადგენილია მრავალი მაკროერგიული ნაერთები, უმეტესი მათგანის შედგენილობაში შედის ფოსფორი. მაკროერგიული კავშირი წარმოიქმნება ფოსფორის მქავეს მონაწილეობით.

მართალია, ცოცხალ ორგანიზმში მაკროერგიული ნაერთები ბევრია, მაგრამ მათ შორის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ადონიზიდიტურ-ტრიფოსფორ მქავეს (ატფ). ის არის უჯრედში ორგანული ნივთიერების დაშლის დროს გამოთავისუფლებული ენერგიის მთავარი მიმღები (აქცეპტორი) და იმ ენერგიის ძირითადი გადამტანი, მიმწოდებელი, რომელიც საჭიროა სინთეზური პროცესების მსვლელობისათვის.

ატფ შედგება აზოტის ფუძის ადენინის ნარჩენებისაგან, რომელიც შეერთებულია ნახშირბადის — რიბოზისა და სამჰვი ფოსფორმეჟავას ნარჩენებთან. მის შედგენილობაში არის ორი მიკროერგიული ფოსფატური კავშირი. ატფ, როგორც ენერჯის გადამტანი, მონაწილეობს ცილების, ცხიმების, სახამებლის, შაქრების, ასპარაგინის, გლუტამინის. მრავალი ამინომეჟავასა და სხვა ნაერთების ბიოსინთეზში.

ახალგაზრდა მცენარე ფოსფორის კონცენტრირებას ახდენს ძირითადად მერისტებულ ქსოვილებში. ამიტომ ფოსფორი მცენარეში ძველი ქსოვილებიდან ახალში ადვილად გადადის, ე. ი. ადვილი აქვს რეუტილიზაციას (ხელმეორედ გამოყენება).

ფოსფორის მეჟავას მინერალური მარილები მცენარის ევგენტაციურ და გენერაციულ ნაწილებში დიდი რაოდენობით არ გროვდება იმ შემთხვევაში, როცა მცენარის ფოსფორით კვება ნორმალურად მიმდინარეობს. ამავე დროს ნიადაგში მცენარისათვის მისაწვდომი ფოსფორის დიდი რაოდენობა, ან ფოსფორიანი სასუქების გვიან შეტანა, ასევე აზოტის ან სხვა საკვები ელემენტის ნაკლებობა ნიადაგში ხშირად იწვევს ნიადაგში მინერალური ფოსფატების შემცველობის გადიდებას. ეს ფოსფორის ის ნაწილია, რომელიც მცენარემ ფოსფორის შემცველი ორგანული ნაერთების სინთეზის პროცესში ვერ გამოიყენა.

მცენარეში ფოსფორის ორგანული ნაერთებიდან ყოველთვის ჭარბობს ფიტინი (ცხრ. 45).

ც ხ რ ი ლ ი 45. ფოსფორის ნაერთების შემცველობა მცენარეში (P₂O₅%-ობით, მშრალი მასიდან)

კულტურა	ფოსფორის საერთო შემცველობა	მათ შორის ორგანული ფოსფორი					მინერალური ფოსფორი	% საერთო ფოსფორიდან	
		ლეიტინი	ფიტინი	ნუკლეობროტიდი	სხვა ნაერთები	სულ		ორგანული	მინერალური
ხორბალი (მარცვალი)	0,860	0,032	0,609	0,130	—	0,771	0,089	89,6	10,4
სამყურა (თეა)	0,554	0,050	0,300	0,050	0,084	0,484	0,070	87,0	13,0

უჯრედის სტრუქტურაში ფოსფორი სხვადასხვა რაოდენობითაა, მაგალითად, ფოსფორის საერთო რაოდენობიდან სამყურას ფოთლის ციტოპლაზმაში 50, ბირთვში — 21, პლასტიდებში — 19 და მიტოქონდრიებში — 10%-ია.

მცენარის კვებისათვის ფოსფორის წყაროები

ბუნებრივ პირობებში, მცენარის საკვები ფოსფორის ძირითადი წყარო ორთოფოსფორმეავას მარილებია. ამავე დროს დღეისათვის დამტკიცებულია, რომ პირო და, საერთოდ, პოლიფოსფატების ჰიდროლიზის შედეგად წარმოქმნილი ნაერთებიდან ყველა მცენარეს შეუძლია ფოსფორის გამოყენება. მეტაფოსფატებს მცენარე ჰიდროლიზის გარეშე ითვისებს, მაგრამ მათი ძირითადი მასა ჰიდროლიზს განიცდის. რადგანაც ისინი ძირითადად პოლიმერების სახით არსებობს მაგალითად, $(KPO_3)_2$.

სამფუძიანი ორთოფოსფორის მეავას დისოციაციის შედეგად შეუძლია წარმოქმნას სამი ანიონი: $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} და PO_4^{3-} . მათ შორის არეს სუსტი მეავე რეაქციის პირობებში (ამ პირობებში კარგად ხარობს უმეტესი მცენარეებისა) მეტად გავრცელებულია $H_2PO_4^-$, მაგრამ წარმოდგენილია HPO_4^{2-} -ც. რაც შეეხება PO_4^{3-} , იგი პრაქტიკულად მცენარის კვებაში არ მონაწილეობს (ცხრ. 46).

ცხრილი 46. არეს რეაქციის სხვადასხვა მაჩვენებლის დროს $H_2PO_4^-$ არადისოცირებული მოლეკულებისა და მისი ანიონების შეფარდება (%)

მეაეები, იონები	pH			
	5	6	7	8
$H_2PO_4^-$	0.10	0.10	—	—
$H_2PO_4^-$	97.99	83.68	33.90	4.88
HPO_4^{2-}	1.91	16.32	66.10	95.12
PO_4^{3-}	—	—	—	0.01

როცა ნიადაგში ხსნარის რეაქცია pH 5-დან 7-ის ფარგლებშია, მაშინ მასში ფოსფორი ძირითადად $H_2PO_4^-$ და ნაკლები რაოდენობით HPO_4^{2-} -ის სახითაა.

ნიადაგში ერთვალენტოვანი კათიონების NH_4^+ , Na^+ , K^+ ფოსფატები წყალში კარგად ხსნადია, ამიტომ მცენარე კარგად ითვისებს; ორვალენტოვანი კათიონების Ca^{2+} , Mg^{2+} ფოსფატები წყალში არ იხსნება, მაგრამ კარგად იხსნება სუსტი კონცენტრაციის ორგანულ და მინერალურ მეაევებში, ისინი მცენარისათვის ადვილად შესათვისებლებია. სამჩანაცვლებული ფოსფატები — კალციუმის, მაგნიუმის, რკინის, ალუმინის — წყალში უხსნადია. მეტად მცირე რაოდენობა იხსნება სუსტი კონცენტრაციის მეაევებში, მაგრამ სუსტი მეაეები მათზე გამხსნელად მოქმედებს მხოლოდ ახლად დალეკილ ფოსფატებზე, სანამ ისინი ამორფულ მდგომარეობაში არიან. ფოსფატების დაქველბასთან ერთად მისი ხსნადობა მკვეთრად ეცემა. ამიტომ სამჩანაცვლებული ფოსფატებიდან მცენარეთა უმეტესობა ფოსფორს ვერ ითვისებს.

ზოგიერთ მცენარეს: ხანჭკოლა, წიწიბურა, მღოგვი, ესპარტეტი, ძიძო, ბარდა, კანაფი და სხვ. შესწევთ უნარი სამჩანაცვლებული ფოსფატებიდან ფოსფორის შეთვისების. მათ ეს უნარი გააჩნიათ არა მარტო სამჩანაცვლებული ფოსფატების, არამედ შედგენილობით უფრო რთული და უფრო ნაკლებად ხსნადი ბუნებრივი ფოსფატებიდანაც. ეს იმით აიხსნება, რომ მათზე გამხსნელად მოქმედებს ფესვის მეჯავე გამონაყოფი. დიდი ხანია მას შემდეგ, რაც ცნობილი გახდა, რომ ხანჭკოლას ფესვის ბუსუსების გარის ირგვლივ pH 4—5 ტოლია, სამყურას ფესვის ახლოს ანალოგიურ ზონაში pH 7—8 უდრის. ამ მონაცემების ანალიზით ადვილია იმის ახსნა, თუ რატომ ხსნის ხანჭკოლის ფესვის გამონაყოფი ძნელად ხსნად ფოსფატებს და რატომ არ ხსნის მას სამყურას ფესვის გამონაყოფი.

ამ ფაქტის ახსნისათვის ყურადსადებაია. ფ. ჩირიკოვის გამოკვლევები. მან შეისწავლა ორი ტიპის მცენარეში ყვავილობის ფაზაში Ca და Mg მასის შეფარდება ნაცარში.

იმ მცენარეების ნაცარში, რომლებსაც უნარი აქვთ ძნელად ხსნადი ფოსფატებიდან ფოსფორის შეთვისების — ხანჭკოლა, წიწიბურა, მღოგვი, Ca შეფარდება Mg-თან 1,3 მეტია, ხოლო ისეთი მცენარეებისა, რომლებსაც ეს უნარი არ გააჩნია — მარცვლოვანები — 1,3 ნაკლებია. ამრიგად, პირველი ტიპის მცენარეებში კალციუმში ნიადაგის ხსნარში ფესვთან უფრო შორს იმყოფება, მასზე ერთი მხრივ მცენარის მიერ კალციუმის შთანთქმა და მეორე — ფესვის მეჯავე გამონაყოფი მოქმედებს, ამიტომ მის ნაცვლად ძლიერდება ხსნარში ფოსფატების ფოსფორის მეჯავას გადასვლა, რაც უზრუნველყოფს მცენარის ფოსფატ-იონებით დაკმაყოფილებას. მეორე ტიპის მცენარეები კალციუმს შთანთქავენ მცირე რაოდენობით, რითაც ამუხრუქებენ ფოსფორიტის ხსნადობას. ამის გამო ამ ტიპის მცენარეები (ისინი მრავალია) არ არიან უზრუნველყოფილი ფოსფორიტისა და საერთოდ, ძნელადხსნადი ფოსფატების ფოსფორით.

ამ საერთო წესიდან ადგილი აქვს გამონაკლისს. მაგალითად. საბოკოვე სელისათვის $CaO:MgO=1,8$, ამავე დროს მცენარის ასაკის მატებასთან ერთად ეს შეფარდება იზრდება. მიუხედავად ამისა, ამ მცენარეს არ შეუძლია იკვებოს ფოსფორიტის ფოსფორით. იგივე შეიძლება ითქვას უნგრელი ფეტვის (ქვიმრა) შესახებ. აქედან გამომდინარე, მცენარის ნაცარში $CaO:MgO$ არ შეიძლება ჩაითვალოს ძნელადხსნადი ფოსფატებიდან მცენარის ფოსფორით კვების ერთადერთ პირობად.

ძნელადხსნადი ფოსფატებიდან მცენარის მიერ ფოსფორის შეთვისებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს თანამგზავრ სასუქებს, მათ ფიზიოლოგიურ რეაქციას და ნიადაგის პოტენციურ მეჯავიანობას.

მცენარისათვის კიდევ უფრო ძნელად მისაწვდომია სამვალენტოვანი კათიონებისა და ორთოფოსფორის მეჯავას საშუალო და განსაკუთრებით

ძირითადი მარილები — $AlPO_4$, $Al_2(OH)_3PO_4$, $FePO_4$, $Fe(OH)_3PO_4$ და სხვ. ისინი შეადგენენ მკავე ნიადაგებში ფოსფორიტების მნიშვნელოვან ნაწილს.

დადგენილია, რომ ორგანული ფოსფატები მცენარის მიერ არ გამოიყენება მათი მინერალიზაციის გარეშე.

ფოსფორის ნაკლებობისას მცენარის ზრდა წყდება, ნაყოფის მომწიფება კიანურდება. ამავე დროს, მცენარეში ფოსფორის სიჭარბე იწვევს მის მიერ ფოსფორის ცუდად შეთვისებას. ეს იმით არის გამოწვეული რომ ამ დროს ფოსფატების დიდი ნაწილი მცენარეში მინერალური ნაერთების სახითაა, განსაკუთრებით ვეგეტაციურ ნაწილებში.

მცენარეში ფოსფორის შემცველობის როგორც ნაკლებობა, ისე მისი სიჭარბე, უარყოფით გავლენას ახდენს მცენარის ზრდა-განვითარებაზე.

ფოსფორს დიდი რაოდენობით შეიცავს თესლი და, საერთოდ, მოსავლის სასაქონლო პროდუქცია, ვიდრე ვეგეტაციური ნაწილები. ამ მხრივ გამონაკლისს წარმოადგენს კარტოფილი.

ფოსფორის შემცველობა მცენარეში, ნიადაგსა და სასუქში გამოისახება ფოსფორის ხუთჯანგზე — P_2O_5 -ზე გადაანგარიშებით.

მცენარის ცხოველმყოფელობაზე ფოსფორის მოქმედება მრავალმხრივია. ფოსფორით ნორმალურად კვება იწვევს არა მარტო მოსავლის გადიდებას, არამედ მისი ხარისხის გაუმჯობესებასაც. მაგალითად, პურეულეებში მატულობს მარცვლის წილი მცენარის საერთო მასაში; მარცვალში იზრდება სახამებლის, ზოგჯერ ცილების შემცველობა; ნაყოფებში, ძირხვევებში მატულობს ნახშირწყლები; სართავ კულტურებში — ბოჭკო უფრო გრძელი, წვრილი და მტკიცე სდება.

ნიადაგის მიერ ფოსფატების ძიმიური შთანთქმა

ნიადაგს ფოსფატების შთანქმის დიდი უნარი გააჩნია. ფოსფორით ნიადაგის სრული გაჯერებისათვის საჭიროა 5—10 ტ/ჰა P_2O_5 შეტანა. ნიადაგის სახნავ ფენაში საერთო ფოსფორი 3—6 ტ შეადგენს ჰექტარზე. აქედან ჩანს, რომ ნიადაგის ფოსფორით გაჯერება ეკონომიურად გაუმართლებელი და ტექნიკურად არარეალურია. ამავე დროს, ჯერ კიდევ 40 წლის წინათ, ფოსფორიანი სასუქების ეფექტურობის ამალღებისათვის მიზანშეწონილად მიაჩნდათ ერთდროულად 3 ტ/ჰა P_2O_5 შეტანა (წითელმიწებს ფოსფორის შთანქმის მაღალი უნარი აქვთ). ფოსფორიანი სასუქის მაღალი ნორმით გამოყენებით მოხდებოდა ფოსფორის შთანქმა ნიადაგის მიერ. ამიტომ მომდევნო წლებში ჩაის პლანტაციაში შეტანილი სუპერფოსფატის ნორმალური ნორმები მაღალეფექტური იქნებოდა.

იმავე პერიოდში ფოსფორიანი სასუქების ეფექტის ამალღებისათვის

აგროქიმიკოსები ურჩევდნენ მკავე ნიადაგებზე სუპერფოსფატის ნაცვლად ფოსფორიტის ფქვილის გამოყენებას, ე. ი. ნიადაგის მკავეიანობის გამოყენებას ფოსფორიტის გასახსნელად, ხოლო სუპერფოსფატის გამოყენების შემთხვევაში მის ლოკალურად შეტანას. ამ შემთხვევაში მცირდება ნიადაგთან სასუქის შენების ზედაპირი, შესაბამისად — ფოსფორ-მკავეს ქიმიური შთანქმაც.

დროთა განმავლობაში გაირკვა, რომ ძლიერ მკავე ნიადაგებზე, ჩაის პლანტაციის ფოსფორიტის ფქვილისა და სუპერფოსფატის ტოლფასოვნება; სუპერფოსფატის მწკრივთაშორისებში ლოკალურად შეტანის უპირატესობა, მთლიან ფართობზე მოზნევიტ შეტანასთან შედარებით; ადრე შეტანილი ფოსფორიანი სასუქის ხანგრძლივი შემდგომმოქმედება ერთნაბევაარი ჟანგეულებით მდიდარ წითელმიწა და ეწერ ნიადაგებზე.

ნიადაგში ფოსფორის „მკედარი“ დამაგრების საშიშროების გადაჭარბებით შეფასებას ადგილი ჰქონდა სხვა ტიპის ნიადაგების მიმართაც. განსაკუთრებით ისეთი ნიადაგების მიმართ, რომელთაც სუსტი მკავე და სუსტი ტუტე რეაქცია (pH) გააჩნია. ფოსფორის მკავეს წყალხსნადი მარილები ასეთ ნიადაგებში ქიმიური შთანქმის გავლენით წარმოქმნის ორ ჩანაცვლებულ ფოსფატებს — $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ და MgHPO_4 . ისინი დიდხანს რჩებიან ნიადაგში ამ ნაერთების სახით და მცენარის კვებისათვის კარგად მისაწვდომია. შემდგომში გარკვეული დროა საჭირო ამ ნაერთების სამკალციუმთან ფოსფატად — $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ და $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ გარდაქმნისათვის. მაგრამ ეს მარილები, ასევე სხვა ძირითადი მარილები, სანამ იმყოფება ამორფულ მდგომარეობაში — ახლად დალექილია, იხსნება სუსტ მკავეებში, ე. ი. მათ ნაწილს მცენარე კვებისათვის იყენებს. მათ „დაძველებასთან“ ერთად ფოსფორის მკავეს სამჩანაცვლებული და სხვა ძირითადი მარილები მიუწვდომელი ხდება უმეტესი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების კვებისათვის.

უფრო რთული მდგომარეობაა მკავე ნიადაგებში, სადაც კალციუმის წყალხსნადი ფოსფატების ხარჯზე შეიძლება წარმოიქმნას რკინისა და ალუმინის ძირითადი ფოსფატები. ამ მოვლენასთან ბრძოლა ადვილია მოკირიანების ჩატარებით. მოკირიანება იწვევს ერთნაბევაარი ჟანგეულების ფოსფატების გადაყვანას კალციუმისა და მაგნიუმის ფოსფატებში. ამავე დროს ამ მიმართულებით კირის მოქმედება ხანგრძლივია, არ ქრება 10 და მეტ წელს.

მრონოვსკისა და სუმსკის საცდელი სადგურების მონაცემებით სუპერფოსფატის ხანგრძლივად გამოყენების შემდეგ შავმიწა ნიადაგებში აღმოჩნდა ადრე შეტანილი ფოსფორიტების თითქმის ნახევაარი, მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელ ფორმებში.

ზოგჯერ ფოსფორის შემდგომი მოქმედება არ ვლინდება ან სუსტად

არის გამოსახული. ეს ფაქტი არ არის გამოწვეული ნიადაგის მიერ ფოსფორმჟავას იონების მტკიცედ შთანქმით, არამედ აზოტისა და კალიუმის სიმცირით ნიადაგში. ამას ადასტურებს ის, რომ ასეთ პირობებში აზოტიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანით, ფოსფორიანი სასუქების შემდგომი მოქმედება ძლიერდება. ფოსფორიანი სასუქის ხანგრძლივი და მაღალი ნორმით გამოყენება, ვიდრე მცენარე ხარჯავს მას, იწვევს ნიადაგში ფოსფორის ხსნადი ნაერთების დიდი რაოდენობით დაგროვებას — „გადაფოსფორებას“, ამიტომ ახლად შეტანილი ფოსფორიანი სასუქის მოქმედება არ ვლინდება. ასეთ ნიადაგებზე ფოსფორიანი სასუქების შეტანა საჭირო არ არის მანამდე, სანამ ნიადაგში არსებული ფოსფორის ხსნადი ნაერთების მარაგი საკმარისია მცენარისათვის.

ა. პეტერბურგსკს ნიადაგში კარბი რაოდენობით ფოსფორის დაგროვების („გადაფოსფორება“) ფაქტიდან ორი დასკვნა გამოაქვს: პირველი — ნიადაგში ფოსფატების „მკვდარი“ დამაგრება მნიშვნელოვანი რაოდენობით არ ხდება. მეორე — ფოსფორიანი სასუქების გონივრული გამოყენებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის აგროქიმიურ ანალიზს. ამგვარი ანალიზების გარეშე შეუძლებელია შესათვისებელი ფოსფორის ს-ვადასხვა შემცველობის ნაკვეთების გამოყოფა, შესაბამისად ფოსფორის ნორმების სწორად დადგენა. როტამსტედის საცდელი სადგურის მონაცემების დამოწმებით ასკვნის, რომ ამ სადგურში ფოსფორიანი სასუქების შემდგომი მოქმედება 50 წელს გრძელდება. ნიადაგში ფოსფატების გარდაქმნაზე, გარდა თიხა მინერალების ბუნებისა, ერთნახევარი ჟანგეულების ტენისა და არეს რეაქციისა, დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანულ ნივთიერებას. დადგენილია, რომ ნატრიუმის ჰუმატები ნიადაგში აძლიერებენ კალციუმის ფოსფატების მოძრაობას, მაგრამ ისინი არ მოქმედებენ ერთნახევარი ჟანგეულების ფოსფატებზე. სავეგეტაციო ცდებში, წითელმიწა ნიადაგებზე ტორფის დამატება ასევე აძლიერებს კალციუმის მონოფოსფატების მოქმედებას. უნდა ვიფიქროთ, რომ ეს გამოწვეულია ნიადაგის დადებითად დამუხტულ კოლიდურ ნაწილაკებზე ორგანული ანიონების ადსორბციული შთანქმით, რის გამოც შეზღუდულია ფოსფორის ანიონის შებოჭვა და გაძლიერებულია მცენარის მიერ ფოსფორის გამოყენება. ეს იმასთან არის დაკავშირებული, რომ მრავალი ორგანული მჟავა — ღვინის, ლიმონის, რძის, მჟაუნის, მალონისა და მალეინის მჟავე არეში ბოჭავენ რკინისა და ალუმინის კათიონებს, რითაც ხელს უშლის ფოსფატიონის ძნელადხსნად, მცენარისათვის ცუდად მისაწვდომ ფორმაში გადასვლას.

ამ ფაქტებს, ფოსფორიანი სასუქების ეფექტურობის ამალღებისათვის პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, რაც მდგომარეობს იმაში, რომ უნდა გამოვიყენოთ ნეშომპალასა და სუპერფოსფატის ან სრული მინე-

რალური სასუქის ნაზავი. იგი იწვევს ფოსფორისა და სხვა საკვები ნივთიერებების ეფექტურობის ამაღლებას. ნეშომპალას გავლენა მრავალმხრივია: ამცირებს ფოსფატ-იონების ქიმიურად შებოჭვას ნიადაგის ნაწილაკების მიერ, განსაკუთრებით ერთნახევარი ჟანგეულების მიერ. როგორც აღსორბენტი იწვევს ნიადაგში ბუფერობის კერობრივ ამაღლებას, არბილებს ფიზიოლოგიურად მეტად ამონიაკური და კალიუმის მარილების მავნე მოქმედებას; თვითონ ნეშომპალა, საკმაო ნორმით გამოყენებული, მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტების — აზოტის, ფოსფორის, გოგირდისა და სხვ. წყაროა.

ა. ლებელიანცევა ნიადაგში ფოსფატების დინამიკის, ტენის სხვადასხვა პირობებში შესწავლით დაადგინა, რომ შავმიწა ნიადაგებში, ტენის მკვეთრად შემცირების შემთხვევაში (გამოშრობა), ფოსფორმყავა მარილების ხსნადობა მნიშვნელოვნად იზრდება, რაც არსებით გავლენას ახდენს ნიადაგის ნაყოფიერებაზე. ამ ფაქტის ახსნისათვის სინტერესოა ა. ფრანცესონის აზრი. იგი შემდეგში მდგომარეობს: გამოშრობილი ნიადაგის სწრაფად დასველებით ენერგიულად მიმდინარეობს ნიადაგის აგრეგატების დაშლა. არ არის გამორიცხული, რომ ამ დროს ხსნარში გადადის აგრეგატის შიგნით მდებარე — ფარულ მდგომარეობაში მყოფი ფოსფორის ნაერთები. ნიადაგის აგრეგატების ამგვარი დაშლის შედეგი არის ნიადაგის ორგანული ნივთიერების ხსნადობის გადიდება.

ნიადაგის გამოშრობა აძლიერებს, როგორც ფოსფორიტის ხსნადობას, ისე ფოსფორმყავა მარილების შთანთქმასაც ნიადაგის მიერ. მაგალითად, ღრმა შავმიწა ნიადაგი, დაყვანილი ჰაერმშრალ მდგომარეობამდე, შთანთქავს კალციუმის მონოფოსფატის სუსტი ხსნარიდან 4—5-ჯერ მეტ ფოსფორის მყავას, ვიდრე ტენიანი ნიადაგი. ამავე დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობას, 0,01 მმ მსხვილი ნაწილაკები, პრაქტიკულად არ შთანთქავენ ფოსფატებს.

აზოტთან და კალიუმთან შედარებით მცენარის მიერ ფოსფორის შესათვისებლობა სუსტად არის გამოსახული. ეს კანონზომიერება აღინიშნება ფოსფორიანი სასუქების ხსნადი ფორმების გამოყენების დროს, ასევე იმ შემთხვევაშიც, როცა ნიადაგში ბევრია მოძრავი ფოსფორის მარაგი. ეს მრავალი მიზეზითაა გამოწვეული. მათ შორის ძირითადად ნიადაგში ფოსფატ იონების მეტად სუსტი დიფუზიის უნარი და მცენარის ფესვთა სისტემის აქტიური ნაწილის მიერ ფოსფორით განოყიერებული ნიადაგის არასრული ათვისება. ზოგიერთი მკვლევარის აზრით ფესვთა სისტემასთან კონტაქტში იმყოფება ნიადაგის მოცულობის მხოლოდ 1/250 ნაწილი. ნიადაგში ტენის ნაკლებობა ხშირად არის მიზეზი, ისედაც ცუდი დიფუზიის უნარის მქონე ფოსფატების დაშლისა.

მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებში წარმოიქმნება უფრო

ნაკლებად ხსნადი ფოსფატები, ვიდრე მსუბუქ ნიადაგებში. ამით აიხსნება P_2O_5 ექვივალენტური ფორმის არაერთნაირი ეფექტი სხვადასხვა ნიადაგებზე, თუმცა ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის პირობებში ფოსფორმჟავა მარილების დიფუზია უფრო მეტია თიხიან ნიადაგებში, ვიდრე ქვიშნარებში.

მრავალი ცდით დადგენილია, რომ მცენარის ფოსფორით კვების პირობები ყოველთვის უკეთესია, განსაკუთრებით მჟავე ნიადაგებზე, ნიადაგში ფოსფორიანი სასუქების კერობრივად განლაგებისას. ასეთი კერები წარმოიქმნება მაშინ, როცა გრანულირებული სასუქები შეგვაქვს ლენტისებურად, ვიწრო ზოლში, ბუნდაში და სხვ. დადგენილია, რომ სუპერფოსფატის ნიადაგთან ურთიერთმოქმედების პროცესში ფოსფორის მჟავას 30-მდე ნაერთი წარმოიქმნება, ისინი მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისაგან მდგრადობით, ხსნადობით და მცენარის მიერ შესათვისებლობით.

ფოსფორმჟავა ანიონების გაცვლითი შთანთქმა

ნიადაგის თიხამინერალების მიერ ფოსფორმჟავა ანიონების ადსორბცია ყველაზე ძლიერად მჟავე არეში მიმდინარეობს. მაგალითად, სხვადასხვა მინერალს შეუძლია შთანთქოს $H_2PO_4^-$ -ის შემდეგი რაოდენობა: ილიტი pH 4,5—9, კაინიტი და ბენტონიტი pH 4 პირობებში, შესაბამისად 7,7 და 9,7 მლ-ექვ/100 გ.

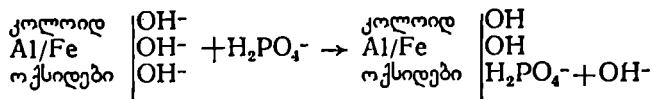
ცნობილია, რომ კათიონების გაცვლითი შთანთქმის მიხედვით თიხამინერალების მონტმორილონიტების ჯგუფი, რომლის წარმომადგენელია ბენტონიტი, მკვეთრად აღემატება კაოლინიტის ჯგუფს (ილიტი). მაგრამ ეს კანონზომიერება ფოსფორმჟავა ანიონების გაცვლითი შთანთქმის პროცესში არ ვლინდება. ეს ანომალია გამოწვეულია იმით, რომ მონტმორილონიტის ჯგუფის მინერალების გიფსიტის (ჰიდრარგილიტი) ფენა ორივე მხრიდან ბლოკირებულია სილიციუმის ქანგის ტეტრაედრებით, ხოლო კაოლინიტის ჯგუფის მინერალებს გიფსიტის ფენა სილიციუმის ქანგის ტეტრაედრებით დაფარული აქვთ მხოლოდ ერთი მხრიდან.

თიხამინერალების მიერ $H_2PO_4^-$ იონი შეიძლება გაცვლითად შთანთქმას გიფსიტის ფენის OH^- -ის ჯგუფზე.

შესაძლებლად მიიჩნიათ ტეტრაბირთვის $[PO_2(OH)_2^-]$ წარმოქმნა, რომელიც თიხამინერალის კრისტალის ზედაპირზე მაგრდება, ან იცვლება კიდევ სილიციუმის ქანგბადის — SiO_4 ტეტრაედრზე.

არსებობს კონცეფცია იმის შესახებ, რომ ერთნახევარი ქანგეულების ჰიდრატების მიერ ფოსფატ-იონების ქიმიურ შთანთქმასთან ერთად მიმდინარეობს ჰიდროქსილის ჯგუფის ერთნახევარი ქანგეულების კოლო-

იდების $H_2PO_4^-$ — იონებზე გაცვლითი შთანქმეა. ეს რეაქცია სქემატურად შემდეგნაირად მიმდინარეობს:



თუ თიხამინერალებს, რომლებიც ნიადაგის მინერალური ნაწილს წარმოადგენს, ფოსფორმქვა ანიონის მნიშვნელოვანი რაოდენობით შთანქმისა და გაცვლის, უნარი აქვთ, მაშინ ნიადაგსაც უნდა გააჩნდეს ანალოგიური უნარი.

ჩვენი ქვეყნის სხვადასხვა ნიადაგების ანალიზით ა. მარკოვსკიმ დაამტკიცა, რომ ნიადაგში შეტანილი ფოსფორიანი სასუქებიდან, ნიადაგის მიერ მნიშვნელოვანი რაოდენობით ფოსფატ-იონის გაცვლითი აღსორბაცია ხდება, მაგრამ გარკვეული დროის გავლის შემდეგ კვლავ კარბად იწყება ფოსფატ-იონების ქიმიური შთანქმეა.

ფოსფორის შთანქმის ბუნების გარკვევაში დიდი როლი შეასრულა რადიოიზოტოპური მეთოდის გამოყენებამ. ვ. ზამიატინის მიერაა დადგენილი, რომ გაკულტურებულ კორდიან-ეწერ ნიადაგებში ნიშანდებული ^{32}P ფოსფატის შეტანისას იზოტოპური გაცვლა სწრაფად ხდება. მაგალითად, 1 საათის შემდეგ გაცვლა 80%-ს აღწევს. ამასთან დროის ამ მონაკვეთში, ნიადაგის ფოსფორის მინერალური ნაერთების 25% ნიშანდებული აღმოჩნდა, მათ შორის 89% გაცვლითად შთანქმული იყო. ამ გამოკვლევების საფუძველზე მიჩნეულია რომ იზოტოპურ გაცვლაში უმეტესად ჩართულია ნიადაგის ფოსფორის მოძრავი — აღსორბიულად შთანქმული ნაწილი.

ვ. კლეჩკოვსკიმ დაადგინა, რომ არა მარტო ნეიტრალურ შეამიწებში, არამედ მქავე ეწერებსა და წითელ მიწებშიც შეტანილი ფოსფორმქვას ანიონის მნიშვნელოვანი ნაწილი გაცვლითად მაგრდება. ამასთან ეს იონი შეიძლება ხელმეორედ გამოძვედეს ნიადაგის მარილის ხსნარით დამუშავებით და გადავიდეს ნიადაგის ხსნარში.

ამრიგად, ნიადაგში ფოსფატ-ანიონების გაცვლითი შთანქმეა დადგენილი ფაქტია. ამ ფაქტს დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის ფოსფორით უზრუნველყოფის საქმეში — მცენარის მიერ ფოსფორის შესათვისებლობის მიხედვით ფოსფორმქვას აღსორბირებული იონები უახლოვდება წყალხსნად ფოსფატებს. რომლებიც ნიადაგში მცირეა, ამიტომ ფოსფორმქვას აღსორბირებული ანიონის შთანქმის გარეშე მცენარე არ იქნება უზრუნველყოფილი ფოსფორით.

ცნობილია, რომ ბიკარბონატებისა და ორგანული მქავეების ანიონები იოლად აძვედენ ხსნარში, ნიადაგის მაგარი ფაზის მიერ შთანქმულ ფოსფორის ანიონებს. გაცვლითად შეკავშირებული ფოსფორმქვას ანი-

ონების დესორბცია სრულად მიმდინარეობს მაშინ, როცა მასში მონაწილეობს: HCO_3 , ლიმონისა და მჟაუნის მჟავის ანიონები, ასევე ნატრიუმის ჰუმატები.

ნიადაგის მიერ ადსორბირებული ფოსფატ-იონებით მცენარის კვება საექვო იმიტომაც არ არის, რომ მცენარე სუნთქვის პროცესში ფესვებით ყოველთვის გამოყოფს ნახშირმჟავა გაზს, რომლის წყალში გახსნით ნახშირის მჟავა წარმოიქმნება. იგი დისოცირდება H^+ და HCO_3 იონებად. უკანასკნელი ფოსფატების დესორბციის აგენტია. HCO_3 -ის ანიონი გაცვლით რეაქციაში შედის ნიადაგში არსებულ H_2PO_4^- იონებთან. გარდა ამისა, მცენარეს გააჩნია უნარი ორგანული მჟავეების (ვაშლის, ლიმონის) ეგზოოსმოსის, რომელიც ასევე მონაწილეობს ფოსფატ-იონების დესორბციაში.

მართალია, ნიადაგში ხსნადი ჰუმუსოვანი ნაერთები ბევრი არ არის, მაგრამ მათ შედგენილობაში შემავალი ჰუმინისა და სხვა მჟავეები შთაინთქმება ნიადაგის მიერ და მათ ნაცვლად ხსნარში გადმოდიან ფოსფატ-იონები.

ნიადაგში ორგანული და მინერალური მჟავეების სხვა წყაროებიც არსებობს, რომლებიც გავლენას ახდენს მცენარის ფოსფორით კვებაზე. ასეთი წყაროებია მცენარის ფესვებისა და მოსავლის ანარჩენების, ასევე ორგანული ნივთიერებების მიკროორგანიზმების მიერ გახარწის შედეგად წარმოქმნილი მჟავეები და სხვ.

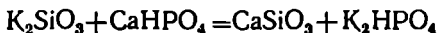
მაშასადამე, ნიადაგში ყოველთვის არის ფოსფატების დესორბციის აგენტები, რომელიც განსაზღვრავს მცენარის მიერ ფოსფორის შემთვი-სებლობას.

ცნობილია რომ გაცვლითად ადსორბირებული ფოსფატ-იონები ნიადაგში თანდათანობით განიცდის ქიმიურ დალექვას. ამიტომ ფოსფორიანი სასუქები ისეთნაირად უნდა შევიტანოთ, რომ რაც შეიძლება დიდხანს შევინარჩუნოთ ისინი ნიადაგში მცენარისათვის მისაწვდომ-წყალხსნად და გაცვლითად ადსორბირებულ მდგომარეობაში.

ერთნახევარი ჟანგეულების მიერ გაცვლითად შთანთქმული ფოსფორი მცირე ხანს რჩება ნიადაგში მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაში, ხოლო თიხამინერალების მიერ შთანთქმული — უფრო დიდხანს.

ერთნახევარი ჟანგეულების ჰიდრატები ამორფულიდან გადადიან კრისტალურ მდგომარეობაში, ამის გამო მცირდება ფოსფორის მჟავას ადსორბირებული ანიონის დამაგრება ნიადაგში, ხოლო ქიმიური დალე-ქვა იზრდება.

ჰიდრატების ამორფულიდან კრისტალურ მდგომარეობაში გადასვლა ძლიერად არის გამოსახული ალუმინის ჟანგის ჰიდრატში, უფრო ნაკლებად-რკინისაში, ხოლო სილიციუმ მჟავას ხსნადი მარილები ფოსფატების ხსნადობას აღიღებენ:



მცენარეში ფოსფორის შეღწევა, მოსავლით ფოსფორის გამოტანა

ატმოსფეროში ფოსფორი არ არის. მართალია კოსმოსური ძტვერი შეიცავს მას, მაგრამ ამ გზით ნიადაგში ხვდება მხოლოდ რამდენიმე გრამი ფოსფორი. ამიტომ ფოსფორით მცენარის კვების წყარო მხოლოდ ნიადაგია. ამავე დროს ყველა მცენარე ფოსფორს კარგად ითვისებს მხოლოდ დაბალი კონცენტრაციის ხსნარებიდან. ნიადაგის ხსნარის უმცირესი კონცენტრაცია, საიდანაც უმეტეს მცენარეებს შეუძლიათ ფოსფორით კვება 0,01-დან 0,03 მგ ფარგლებში 1 ლიტრზე. მაგრამ ხსნარის ასეთ კონცენტრაციას ოპტიმალურად თუ მივიჩნევთ, მაშინ ნიადაგში ამგვარი ხსნარის დიდი რაოდენობა უნდა იყოს. (რასაც მინდვრის პირობებში არასოდეს არ ვხვდებით). ამის დასადასტურებლად შეიძლება მოვიყვანოთ ასეთი გაანგარიშება: სახნავი ფენის მასა 1 ჰა-ზე შეადგენს 3 ათას ტონას, თუ მისი ტენიანობა 50% იქნება და ჩავთვლით, რომ ტენის ეს რაოდენობა მისაწვდომია მცენარისათვის, რაც ფაქტიურად შეუძლებელია, მაშინ 0,03 მგ ლიტრზე P_2O_5 შემცველობისას ჰექტარზე იქნება მხოლოდ 45 გ. თუ დავუშვებთ, რომ სავეგეტაციო პერიოდში ნიადაგში ტენი არ შეიცვლება, ხოლო ფოსფორის შემცველობა 100-ჯერ აღდგება, მაშინ 1 ჰა-ზე მხოლოდ 4,5 კგ P_2O_5 მივიღებთ. ამავე დროს მარცვლოვანი კულტურები საშუალო მოსავლის შემთხვევაში საჭიროებენ არანაკლებ 20 კგ P_2O_5 1 ჰექტარზე, ე. ი. საკმარისი არ არის.

არასასურველია, აგრეთვე ხსნარში ფოსფორის მაღალი შემცველობაც. მაგალითად, წყლის კულტურაში 20-დღიანი აღმონაცენი, ხსნარში 1 ლიტრზე 11,45 მგ P_2O_5 შემცველობისას არ ახდენს ფოსფორის შთანთქმას, პირიქით — ადრე შთანთქმულ ფოსფორს გამოყოფს ხსნარში.

მრავალი ცდით დადგენილია, რომ სასოფლო-სამეურნეო მცენარეები ზრდის პირველ პერიოდში ფოსფორს უფრო ინტენსიურად შთანთქავენ, ვიდრე შემდგომ პერიოდში. მცენარე თავის ორგანიზმში ახდენს ფოსფორის დაგროვებას, შემდგომში მის გადანაწილებას სხვა ორგანოებში, მოთხოვნილების შესაბამისად, ორგანული ნივთიერების სინთეზთან დაკავშირებით.

ფიზიოლოგიურ ცდებში, შვრიისა და სხვა კულტურების მიმართ საკვები ხსნარიდან ფოსფორის გამოთიშვამ უარყოფითად არ იმოქმედა მოსავალსა და მოსავლის ხარისხზე. ეს იმით აიხსნება, რომ ვეგეტაციურ ნაწილებში არსებულმა ფოსფორმა განიცადა მიგრაცია მოსავალში.

ცნობილია, რომ ყველა მცენარე ფოსფორისადმი მგრძობიარობას ადრეულ ასაკიდანვე იჩენს. მცენარის ფოსფორისადმი მოთხოვნილება

განსაკუთრებით მაღალია მაშინ, როდესაც ფესვი სუსტად არის განვითარებული, და ამიტომ ნიადაგიდან ფოსფორის შეთვისების უნარი დაბალი აქვს. ტიმირიანზევის სახელობის სასოფლო-სამეურნეო აკადემიის აგროქიმიის კათედრის მონაცემებით დადგენილია, რომ თუ ხორბალი ახალგაზრდა ასაკში იზრდება ნიადაგში ფოსფორის შეტანის გარეშე, ხოლო ბარტყობის ფაზის შემდეგ შევიტანთ ფოსფორს, მაშინ ფოსფორით ნორმალური კვების ვარიანტთან შედარებით შემცირდება ნოსავალი, მასთან ერთად მარცვალში ცილების შემცველობა კლებულობს და ფოსფორის მინერალური მარილები როგორც მარცვალში, ისე ჩალაში მკვეთრად იზრდება. ფოსფორის ნაკლებობა იწვევს ნახშირწყლებიდან ორგანული მკვებების წარმოქმნის შემცირებას, ასევე ფესვებიდან მცენარეში შეღწეული ამონიაკური აზოტის შებოკვის შეფერხებას, აზოტისა და სხვა საკვები ელემენტების გამოყენების შესუსტებას.

ზრდის ადრეულ პერიოდში ფოსფორით შიმშილით მცენარისათვის მიყენებული ზიანი იმდენად დიდია, რომ მისი გამოსწორება შემდგომში ფოსფორით ნორმალური კვებითაც შეუძლებელი ხდება.

მსხვილმარცვლოვანი კულტურები (სიმინდი, ბამბა და სხვ.) აღმოცენების შემდეგ შედარებით ჩქარა ხარჯავენ თესლის ფოსფორს, ამიტომ თუ თესვის დროს არ შევიტანთ ფოსფორის ადვილად მისაწვდომ ფორმებს და თუ ნიადაგი შეიცავს ფოსფორის ძნელადხსნად ნაერთებს, მაშინ აღმონაცენთა ზრდა ნელდება, ფოსფორით შიმშილის გარეგნული ნიშნები ვლინდება. თესლში არსებულ ფოსფორის მარაგს ბამბა მთლიანად ხარჯავს აღმოცენებიდან 10—20 დღეში, ხოლო სიმინდი — ორ კვირაში. სწორედ ამ პერიოდში ვლინდება ფოსფორით შიმშილის სიმპტომები. ფოსფორით შიმშილის გარეგნული ნიშნები შეიძლება აღინიშნოს მაშინაც, როცა ნიადაგში ბევრია მცენარის კვებისათვის მისაწვდომი ფოსფორი. ეს იმ შემთხვევაში ხდება, თუ თესლთან ახლოს არ არის ფოსფორით მდიდარი კერები. ამგვარი კერების შექმნის მიზნით პრაქტიკაში მიმართავენ თესლთან ერთად ნიადაგში გრანულირებული სუპერფოსფატის მცირე ნორმის შეტანას: სიმინდისათვის — 7,5—10, სხვა მარცვლოვანებისათვის — 15, კარტოფილისათვის — 20 კგ/ჰა P_2O_5 ანგარიშით.

კარგად შესათვისებელი ფოსფორიანი ნაერთებით დამატებითი კვებისადმი უფრო დიდ მოთხოვნას აყენებენ წვრილთესლიანი კულტურები, ვიდრე მსხვილთესლიანები. საქმე ისაა, რომ თესლის სიწვრილის ვაშო მათში ფოსფორის მარაგი ძალზე მცირეა ეს მარაგი საკმარისი არ არის აღმონაცენის ფოსფორით კვებისათვის.

მცენარის მიერ ნიადაგისა და სასუქის ფოსფორის გამოყენება, რაოდენობრივად იოლად შეიძლება გავმიჯნოთ ნიშანდებული ატომის მეთოდის გამოყენებით (ცხრ. 46).

ცხრილი 46. ხორბლის მიერ ნიადაგიდან და სასუქიდან ფოსფორის შეთვისება (P_2O_5 მგ I მცენარეზე)

ფოსფორის წყარო	ასაკი (კვირათა რაოდენობა)			
	2	4	6	8
$NH_4H_2^{32}PO_4$	0,24	1,15	2,11	2,36
ნიადაგი	0,06	0,69	3,25	6,27

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ ხორბალი 4 კვირამდე ასაკში ფოსფორს სასუქიდან მეტი რაოდენობით ითვისებს, შემდგომში — ფესვის ზრდის გაძლიერების გამო — ნიადაგიდან. P_2O_5 შთანთქმა მცენარის მიერ მეორიდან მეოთხე კვირამდე 6,1-ჯერ გაიზარდა, მეორიდან მეექვსე კვირამდე — 3,2-ჯერ ხოლო, მეექვსედან მერვე კვირამდე — 1,7-ჯერ, ე. ი. მცენარეში P_2O_5 დაგროვების ტემპი მცენარის ასაკის მატებასთან ეცემა.

შვრიანზე წარმოებულ ცდებში (ცხრ. 47), სადაც მცენარე მიყვანილი იყო თესლის სრულ მომწიფებამდე, ნათლად ჩანს, რომ შვრიის ასაკის მატებასთან ერთად ნიადაგის ფოსფორს მცენარის ფოსფორით უზრუნველყოფის საქმეში დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ცხრილი 47. შვრიის მიერ P_2O_5 შეთვისება სუპერფოსფატიდან (37g) და ნიადაგიდან: (81g) (შეთვისებული P_2O_5 მგ I მცენარეზე)

ფოსფორის წყარო	ზრდის ფაზები			
	ბარტყობა	აღერება	საველას ამოტანა	სიმწიფე
ნიადაგი	0,30	1,74	3,25	3,65
% საერთოდან	20,70	41,70	48,20	56,20
სასუქი	1,15	2,44	3,50	2,84
% საერთოდან	79,30	58,30	51,80	43,80

ფოსფორის რადიოიზოტოპის გამოყენებით დადგენილია ფოსფატების გადანაცვლების მაღალი სისწრაფე, გარემო არედან მცენარეშიც. იგი 100-ჯერ და მეტად აღემატება მცენარეში მიმდინარე ოსმოსისა და დიფუზიის შესაძლებელ ტემპს.

რადიოიზოტოპების გამოყენებამ, ასევე ცხადჰყო, რომ მცენარეში შესული ფოსფორი არათანაბრად ნაწილდება მის ორგანოებსა და ქსოვილებში. ფოთლისა და ფესვის აქტიურად მზარდი მერისტემული ქსოვილების უჯრედი ფოსფორს შთანთქავს ასჯერ და ათასჯერ მეტს, ვიდრე ის უჯრედები, რომელთა დაყოფა დამთავრებულია.

ზრდაში მყოფი მცენარე ფოსფორით პირველ რიგში ამარაგებს ახალგაზრდა ფოთლებს. თუ გარემოდან მცენარეში ფოსფორის შეღწევა შეზღუდულია, მაშინ ფოსფორი ძველი ფოთლებიდან ახალგაზრდა ფოთლებში გადაინაცვლებს, ე. ი. ადგილი აქვს ფოსფორის რეუტილიზაციის (ხელმეორედ გამოყენების) აშკარად გამოხატულ მოვლენას. ამასთან დაკავშირებით ფოთლებში ფოსფორის შემცველობის დიაგნოსტიკისათვის საანალიზოდ ძველი ფოთლების აღებაა საჭირო.

ცდებით დადგენილია, რომ სიმინდის ახალგაზრდა მცენარე, ზრდის პირველი 10 დღის მანძილზე, ფოსფორს ითვისებს ფესვთან ახლო მდებარე ნიადაგის დაახლოებით 1 მმ სისქის ფენიდან, მომდევნო 100 დღის მანძილზე — 5 მმ-მდე სისქის ფენიდან. დიდი მნიშვნელობა აქვს ხსნარის კონცენტრაციას. შესაბამისად მის ოსმოსურ წნევას. მისი გაზრდით მცენარის მიერ ფოსფორის შეთვისება მცირდება. ყურადსაღებია, რომ ამონიაკური კვებისას მცენარეში მეტი ფოსფორი გროვდება, ვიდრე ნიტრატული კვების პირობებში.

რეპროდუქციული ორგანოების წარმოქმნის, განსაკუთრებით სიმწიფის ფაზაში აღინიშნება მცენარის ვეგეტაციური ნაწილებიდან (ჩაღა, ფოთოლი) თავთავში, ტოტებიდან და ღეროებიდან — ნაყოფში და ა. შ. ენერგიული გადანაცვლება. მაგალითად, სიმინდის ღეროში ფოსფორის შემცველობა იზრდება ქვემოდან ზემოთ. სიმწიფის პერიოდში მისი ვეგეტაციური ორგანოები ძლიერ ღარიბდება ფოსფორით. ეს იმიტომ რომ ფოსფორმა ძირითადად ტაროში გადაინაცვლა. ქოჩოჩის გამოტანის ფაზაში — ქოჩოჩში, ხოლო თესლის მომწიფებისას ყველაზე მეტი რაოდენობით ფოსფორი მარცვალში გროვდება.

სელი, ციტრუსები და სხვა ხეხილოვანი კულტურები ყველაზე მეტი რაოდენობით ფოსფორს შთანთქავენ ყვავილობის შემდეგ პერიოდში და სხვ.

სხვადასხვა მცენარის მიერ ფოსფორის შთანთქმის დინამიკის ცოდნა საშუალებას იძლევა თავიდან ავიცილოთ ვეგეტაციის პერიოდში ფოსფორის ნაკლებობა.

მართალია, ფოსფორის აბსოლუტური რაოდენობა, გარკვეულ ფართობზე მაგალითად, 1 ჰექტარზე მცენარეში დინამიურად იზრდება მოსავლის მომწიფებამდე, მაგრამ ფოსფორის პროცენტული შემცველობა მცენარის ასაკის მატებასთან ერთად მცირდება.

მოსავალში ფოსფორის შეფარდებით შემცველობის შემცირება, მიგვანიშნებს ორგანული ნივთიერებების მასის სწრაფ დაგროვებაზე, რომელშიც განაწილებულია ადრე შთანქმეული, შემდგომში გაცილებით შენელებული ტემპით შეთვისებული ფოსფორი. მაგრამ ეს ეხება მოსავლის მთელ ორგანულ მასას (სასაქონლოს და არასასაქონლოს).

ზემოთ ყურადღება მივაქციეთ თესლის წარმოქმნის პერიოდში ფოსფორის გადანაცვლებას ვეგეტატიური ორგანოებიდან რეპროდუქტიულში. ამის გამო, მომწიფებულ თესლში აღარ შეიმჩნევა ფოსფორის შეფარდებითი შემცველობის ისე მკვეთრი შემცირება, როგორც ნაშაში (ცხრ. 48).

ც ხ რ ი ლ ი 48. ქერის მარცვალსა და ნაშაში P_2O_5 შემცველობა
(% მშრალი მასიდან)

ანალიზის ჩატარების თარიღი	მარცვალი	ნაშა
29 მაისი		0,85
17 ივნისი	1,05	0,56
3 ივლისი	0,90	0,35
27 ივლისი	0,96	0,17

ამრიგად, ფოსფორი, ისე როგორც აზოტი, თავს იყრის პროდუქციის სასაქონლო ნაწილში, რასაც ყურადღება უნდა მიექცეს ფოსფორიანი სასუქების გამოყენების დროს. ჩვეულებრივ, სასაქონლო პროდუქციის მხოლოდ ძალზე მცირე ნაწილი გამოიყენება უშუალოდ იმ მეურნეობაში, სადაც მოსავალი მიიღეს. არასასაქონლო პროდუქცია კი, თითქმის მთლიანად რჩება მეურნეობაში, მისი მნიშვნელოვანი ნაწილი მეურნეობაშივე გამოიყენება პირუტყვის საკვებად ან საფენად, ამიტომ ნაკელთან ერთად უბრუნდება ნიადაგს, მაგრამ ნაკელს არ შეუძლია ნიადაგს დაუბრუნოს ის აზოტი და ფოსფორი, რომელიც სასაქონლო მოსავლით იყო გამოტანილი ნიადაგიდან, რადგანაც სასაქონლო მოსავალი მეურნეობიდან გაიტანება. სოფლის მეურნეობის მიზანი სასაქონლო მოსავლის მაქსიმალური გადიდებაა. ამდენად, ადრე თუ გვიან ყველა ნიადაგის პირობებში დადგება მომენტი, როცა აზოტიანი და ფოსფორიანი სასუქების გამოყენების გარეშე მოსავალი დაეცემა.

მეურნეობაში ფოსფორის ბალანსის შედგენისათვის საჭიროა მხედველობაში მივიღოთ არა მარტო სასაქონლო პროდუქციის მიერ ნიადაგიდან გატანილი ფოსფორი, არამედ ფოსფორის ის რაოდენობაც, რომელსაც შეიცავს მეცხოველეობის პროდუქტები. ყოველი ლიტრი რძე შეიცავს 0,9 გ P_2O_5 , ამდენად 100 მეწველი ძროხის მიერ, თუ თითოეულის წველადობა წელიწადში 5 ათას ლიტრს უდრის, ნიადაგიდან გაიტანება იმდენი ფოსფორი, რომლის დეფიციტის შესავსებად საჭიროა 7 ტონა 20%-იანი სუპერფოსფატის შეტანა. ამით საკითხი არ ამოიწურება. საქმე ისაა, რომ მცენარე პირველ ორ წელს ნიადაგში შეტანილი ფოსფორიანი სასუქებიდან მხოლოდ 25—30%, ზოგჯერ უფრო ნაკლებ ფოსფორს ითვისებს. ამდენად, ნიადაგიდან გამოტანილი ფოსფორის სრული კომპენსაცია შესაძლებელია მაშინ, თუ ნიადაგში შევიტანთ 3—4-ჯერ მეტ ფოსფორს, ვიდრე მეცხოველეობის პროდუქცია შეიცავს.

მცენარის ფოსფორით კვების საჭირო დონის შენარჩუნება ნიადაგში დაკავშირებულია არა მარტო მემცენარეობის, არამედ მეცხოველეობის მოთხოვნილებასთანაც. პირუტყვის საკვებში ფოსფორის მცირე შემცველობა მის დაბალ ყუათიანობას იწვევს, ამის თავიდან ასაცილებლად პირუტყვის რაციონში შეიტანება ფოსფორმყავას მინერალური მარილები.

აზოტის, კალციუმის, მაგნიუმის, გოგირდისა და მცენარის კვების სხვა ელემენტებისაგან განსხვავებით, ფოსფორის გამორეცხვა ნიადაგიდან გრუნტის წყალში არ ხდება. ნიადაგიდან ფოსფორის გამორეცხვაზე როტამსტედის საცდელი სადგურის ას წელზე მეტი ხნის მანძილზე წარმოებულმა დაკვირვებებმა, საბჭოთა კავშირსა და სხვა ქვეყნებში ჩატარებულმა ცდებმა ნათელყვეს, რომ ფოსფორმყავა მარილები პრაქტიკულად არ ჩაირეცხება და არ გამოირეცხება მიძიმე ნიადაგიდან, მაგრამ მსუბუქი ნიადაგიდან, ამ გზით, ფოსფორის მცირე რაოდენობა იკარგება. ფოსფორიანი სასუქების სისტემატური შეტანა, რაც თხნარი ნიადაგის სახნავი ფენის ფოსფორით გამდიდრებას იწვევს, სრულიად არ მოქმედებს ქვედა ფენებში ფოსფორის შემცველობაზე.

მცენარის მიერ მოსავლით ფოსფორის გამოყენებას, ჩვეულებრივ გამოხატავენ კგ-ობით (P_2O_5) 1 ც სასაქონლო მოსავალზე, მაგრამ მარცვლის მიღება შეუძლებელია ნამჯის გარეშე, ძირხვენებისა — ფოთლის გარეშე, ციტრუსების რბილობისა — კანის გარეშე, ამიტომ სასაქონლო პროდუქციაში არსებულ ფოსფორის რაოდენობას უნდა დაემატოს მისი შემცველობა არასასაქონლო პროდუქციაში (ცხრ. 49).

ამ ცხრილში მოცემულია სხვადასხვა მცენარის მიერ ფოსფორის ე. წ. სამეურნეო გამოტანა. გარდა ამისა, არჩევენ კიდევ ბიოლოგიურ გამოტანას. იგი ყოველთვის მეტია სამეურნეო გამოტანაზე, რადგანაც გარდა

კულტურები	სასაქონლო პროდუქცია	P ₂ O ₅ -ის გამოტანა, კგ 1 ც სასაქონლო და შესაბამისი არასასაქონლო პროდუქციის მიერ
საშემოდგომო ხორბალი	მარცვალი	1,0—1,35
საშემოდგომო ჭვავი,	მარცვალი	1,0-მდე
შერიკი, ქერი	მარცვალი	1,0—1,2
საგაზაფხულო ხორბალი	მარცვალი	0,7—0,9
სიმინდი	თესლი	2,6-მდე
შხესუმზირა	ნაყოფი	0,14-მდე
კიტრი	ნაყოფი	0,11-მდე
პომიდორი	თაფი	0,10-მდე
კომბოსტო	ტუბერი	0,15-მდე
კარტოფილი	ბოლქვი	0,12-მდე
ხახვი	ფოთოლი	1,5-მდე
თამბაქო	თივა	0,55-მდე
წითელი სამყურა		
ციტრუსები:		
ლიმონი ქართული	ნაყოფი	0,051-0,060
ლიმონი მეიერი	ნაყოფი	0,053—0,057
მანდარინი	ნაყოფი	0,022—0,025
ფორთხალი ვაშინგტონ- ნაველი	ნაყოფი	0,041—0,059
ჩაის მწვანე ფოთოლი	ფოთოლი	0,040—0,050
გერანი	მიწისზედა ნაწილები	0,086—0,093

მოსავლისა, ფოსფორი მონაწილეობს მცენარის სხვა ორგანოების (ფოთოლი, ფესვი, ღერო, ყვავილი და სხვ.) შექმნაშიც.

მცენარეზე ფოსფორის მოქმედება ხშირ შემთხვევაში აზოტის მოქმედების საწინააღმდეგოა. ფოსფორით ნორმალური კვება რამდენადმე აჩქარებს მცენარის განვითარებას, აპირობებს მოსავლის ადრეულ მომწიფებას.

ფოსფორი ხელს უწყობს ზოგი მცენარის ყინვაგამძლეობის ამაღლებას, გვალვაგამძლეობას, ამცირებს ხორბლეულის ჩაწოლას. არსებითი მნიშვნელობა აქვს, ასევე ფოსფორის გავლენას მოსავლის ხარისხის გაუმჯობესებაზე. პირველ რიგში საერთო მოსავალში მატულობს მარცვლის წილი, უმჯობესდება ასევე მცენარის მოსავლის ქიმიური შედგენილობა: მატულობს ცილები და შაქრები; სახამებელი — მარცვლოვანებსა და ბოსტნის კულტურებში; სართავ კულტურებში უმჯობესდება ბოჭკოს სიმტკიცე და სიგრძე.

ფოსფორით ჭარბი კვების უარყოფითი გავლენა გამოიხატება სავეგეტაციო პერიოდის შემცირებაში; ნაყოფების (მოსავლის) ნაადრევ მომწიფებაში; სასაქონლო მოსავლის შემცირებაში, მოსავალში ჭარბი რაოდენობით ფოსფორის მინერალური ნაერთების დაგროვებასა და ფოთლების ადრეულ ქცნობაში.

ნიადაგში ფოსფორის შემცველობა და ფოსფორის ფორმები

დედამიწის ქერქში ფოსფორის შემცველობა შეადგენს 0,12% მასი-დან ანუ $1 \cdot 10^{15}$ ტ.

დაუმუშავებელ ნიადაგში ფოსფორის მარაგი დამოკიდებულია დედაქანში ფოსფორის შემცველობაზე.

გაკულტურებული ნიადაგის სახნავ ფენაში მოძრავი ფოსფორის შემცველობის გადიდება იმით არის გამოწვეული, რომ ნიადაგში შეტანილი ფოსფორიანი სასუქის მხოლოდ მცირე ნაწილი გამოიყენება მცენარის მიერ, მეტი ნაწილი კი ნიადაგში რჩება. ნიადაგის ხსნარში ფოსფორის კონცენტრაცია მერყეობს 0,1-დან 1 მგ-მდე 1 ლიტრზე. მაგრამ 1 ლ-ზე 1 მგ ფოსფორი ნიადაგის ხსნარში ძალზე იშვიათად გვხვდება.

ამოფრქვეული კრისტალური მთის ქანები შეიცავს 0,275%-მდე P_2O_5 . ბუნებრივი პროცესების გავლენით ქანების დაშლის შემდეგ ნიადაგი ვითარდება, რომლის შედგენილობაში საშუალოდ 0,14% P_2O_5 -ია.

ქვიშიან ქანებში ფოსფორი პროცენტის მესამედი ნაწილია. ნიადაგწარმოქმნის პროცესი დაკავშირებულია მცენარის ფესვების მიერ ნიადაგის ქვედა ფენიდან ზედა ფენაში ფოსფორის ამოტანასთან, ამიტომ ნიადაგის პროფილში P_2O_5 -ის საერთო შემცველობა სიღრმეში მკვეთრად მცირდება, მაგრამ სახნავი ფენის ფოსფორით გამდიდრების ეს ბუნებრივი პროცესი საკმარისი არ არის იმ რაოდენობით ფოსფორის შესაქმნელად, რომელიც უზრუნველყოფს მცენარის მოთხოვნილებას სავეგეტაციო პერიოდში.

ყველა ნიადაგი ფოსფორის მკვას ორი ორგანული და მინერალური ნაერთების სახით შეიცავს. ამავე დროს ნიადაგში ყოველთვის მინერალური ფოსფატები ქარბობს ორგანულს. მაგალითად, თუ ნიადაგის სახნავ ფენაში საერთო ფოსფორის შემცველობას მივიჩნევთ 100%-ად, მაშინ მინერალური ფოსფორი სხვადასხვა ნიადაგში მიახლოებით იქნება: ძლიერ გაეწერებულ თიხნარებში — 73; საშუალოდ გაეწერებულ თიხნარებში — 69; ტყის რუხ ნიადაგებში — 56; ძლიერ შავმიწებში — 65; წაბლა ნიადაგებში — 75; და რუხ ნიადაგებში — 86%.

მინერალური ფოსფორის ძირითადი ნაწილი წარმოდგენილია ნეიტრალურ ნიადაგებში — აპატიტის, ხოლო მკვას ნიადაგებში — რკინისა და ალუმინის ფოსფატების სახით. მცენარე ფოსფორს აპატიტებიდან უკეთ ითვისებს, ვიდრე რკინისა და ალუმინის ფოსფატებიდან.

მკვას ნიადაგების მოკირიანება იწვევს რკინისა და ალუმინის ფოსფატების ნაწილის კალციუმის ფოსფატში გადაყვანას, საიდანაც მცენარე კარგად ითვისებს ფოსფორს. მკვას ნიადაგებში მოკირიანების შემდეგ,

შეტანილი ფოსფორიანი სასუქებიდან მცენარე უკეთ ითვისებს ფოსფორს, ვიდრე მოუქირიანებელი ნიადაგიდან.

ნიადაგში ფოსფორის ორგანული ძირითადი ნაერთები თავმოყრილია ჰუმუსში და ფიტატებში. ჰუმუსში ფოსფორის საშუალო შემცველობა 0,8—2,5% ფარგლებში ცვალებადობს P_2O_5 გადაანგარიშებით. ამავე დროს კალციუმისა და მაგნიუმის ფიტინის მარილებს შეიცავს ნეიტრალური ნიადაგები, ხოლო რკინისა და ალუმინის ფიტატებს — მჟავე ნიადაგები.

ორგანული ფოსფორის თითქმის ნახევარი ნიადაგში ფიტატების ხარჯზე მოდის. ნიადაგის პროფილში ორგანული ფოსფორი შეადგენს 14%-დან (რუხი ნიადაგები) 44%-მდე (ტყის რუხი ნიადაგები), საერთო ფოსფორიდან. სხვა ტიპის ნიადაგებს შუალედური მდგომარეობა უჭირავთ. რაც მეტია ნიადაგში ჰუმუსი, მით უფრო მდიდარია ორგანული ფოსფორით.

ნიადაგის ორგანული ფოსფორის მინერალიზაციას სხვადასხვა მიკროორგანიზმი ახდენს. ფოსფორის ნაწილი, ისე როგორც აზოტისა, თავმოყრილია მიკროორგანიზმების სხეულში. მაგრამ ფოსფორის ეს ნაწილი მცირეა. მაგალითად, 1 გ ნიადაგში 5 მლრდ ბაქტერიის არსებობისას მიკრობების მიერ შთანთქმული P_2O_5 სახნავ ფენაში არ აღემატება 24 კგ/ჰა. გაანგარიშებულია, რომ მიკროორგანიზმების სხეულის მშრალი მასა, ორგანული ნივთიერებით ღარიბ ეწერ ნიადაგებში ჰუმუსის მასის მხოლოდ 0,5—1,0%-ს შეადგენს, ხოლო ჰუმუსით მდიდარ შავმიწებში ეს სიდიდე 0,1% უახლოვდება.

იონჯას ფესვთა სისტემის ირგვლივ მდებარე ნიადაგის ფენაში (სარწყავ პირობებში) რიზოსფერა მიკროორგანიზმების რიცხვმა 1 გ ნიადაგში შეიძლება 20 მილიარდს მიაღწიოს. ამ შემთხვევაში 100 გ ნიადაგზე მიკროორგანიზმების სხეულის მასაში არსებული P_2O_5 უახლოვდება 3.2 გ. ეს მცირე არ არის, მაგრამ მცენარის ფესვის ირგვლივ მდებარე ნიადაგის ფენა, მცენარის ფესვებით დაკავებული ნიადაგის მასის მხოლოდ მცირე ნაწილს წარმოადგენს.

ცოცხალი მიკროორგანიზმების პლაზმაში არსებული ფოსფორი მცენარის კვებაზე გავლენას არ ახდენს მანამდე, სანამ მიკროორგანიზმები არ დაიხოცება. ამისათვის სათანადო პირობებია საჭირო. პლაზმაში არსებული ფოსფორი დედა უჯრედების დაყოფის დროს გადაეცემა მდედრობით შთამომავლობას. ეს დადასტურებულია ცდებით, სადაც 32^ე გამოყენებით დადგინდა, რომ ერთი უჯრედის 16 შთამომავლობიდან მეოთხე თაობამ დაკარგა დედა უჯრედში შემავალი ფოსფორის მხოლოდ 3,9%.

ერთვალენტოვანი კათიონების ფოსფორმჟავა მარილები კარგად იხს-

ნება წყალში. ამიტომ მცენარის ფესვების მიერ კარგად შეითვისება. იგივე შეიძლება ითქვას კალციუმისა და მაგნიუმის ერთხანაცვლებული ფოსფატების მიმართაც. ამავე დროს $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (დეჰიდრატი) უფრო ხსნადია, ვიდრე CaHPO_4 . მაგრამ ფოსფორმეყვას ანიონი განიცდის ქიმიურ შთანთქმას, რის შედეგად წყალში უხსნადი ნაერთები წარმოიქმნება. გარდა ამისა, დადებითად დამუხტული ნიადაგის ნაწილაკებიც შთანთქავენ მას (გაცვლითად), ამიტომ ნიადაგში ფოსფორის წყალხსნადი ნაერთები ყოველთვის მეტად მცირეა, იშვიათად აღემატება 1 მგ-ს 1 კგ ნიადაგზე. ფოსფორის ეს რაოდენობა არ არის საკმარისი მცენარის ფოსფორით კვების უზრუნველსაყოფად.

ნენარე ფოსფორს ითვისებს არა მარტო წყალხსნადი ნაერთებიდან, არამედ, ასევე ადვილადხსნადი (სუსტი კონცენტრაციის მქონე ორგანულ და მინერალურ მჟავებში ხსნადი) ნაერთებიდანაც. სუსტი მჟავები გამოიყოფა მცენარის ფესვის მიერ, უფრო მეტი რაოდენობით მჟავებს წარმოქმნის მიკროორგანიზმები (აზოტის, გოგირდის, ფოსფორის). გარდა ამისა მიკროორგანიზმები ასევე გამოყოფენ ნახშირმჟავასა და ორგანულ მჟავებს. სუსტ მჟავებში ან ძლიერ მჟავების სუსტი კონცენტრაციის ხსნარებში კარგად იხსნება კალციუმისა და მაგნიუმის ორხანაცვლებული ფოსფატები. ამ პროცესის შედეგად ისინი მცენარისათვის კარგად მისაწვდომ ფორმაში გადადიან. წყალხსნად ნაერთში გარდაქმნას ყველაზე მეტად ხელს უწყობს ნიადაგში მეტად გავრცელებული ნახშირმჟავა.

ორვალენტოვანი კათიონების სამხანაცვლებული მარილები — $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ და $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$. წყალში უხსნადი და სუსტი კონცენტრაციის მჟავებში ნაკლებად ხსნადი არიან. ამიტომ ისინი უმეტესი მცენარეებისათვის ფოსფორით კვების წყაროდ არ შეიძლება ჩაითვალოს. არის გამონაკლისი მცენარეებისა, რომლებიც ამ ნაერთებიდანაც ითვისებენ ფოსფორს. ასეთებია: ხანჭკოლა, ესპარცეტი, ცერცვი, კენაფი და სხვ. ეს მცენარეები ფესვებით მეტი რაოდენობით მჟავებს გამოყოფენ, ვიდრე სხვა მცენარეები, გარდა ამისა მათ გამოყოფაში კალციუმი ჰარბობს ფოსფორს. ამ ორი მიზეზის გავლენით არის განპირობებული ძნელად-ხსნადი ფოსფატების, მცენარის კვებისათვის უკეთ მისაწვდომ ნაერთებში გადასვლა.

ნიადაგები, რომლებშიც პოტენციური მჟავიანობა 2—2,5 მლ-ეკვ მეტია 100 გ ნიადაგზე, სხვა მცენარეებსაც შეუძლია, გამოიყენოს ფოსფორიტის ფქვილიდან ფოსფორი. ამ შემთხვევაში ფოსფორიტის გახსნას მცენარის ფესვის გამოხაყოფი კი არ ახდენს, არამედ მისი დაშლა ნიადაგის პოტენციური მჟავიანობის გავლენით ხდება.

თანამედროვე შეხედულებით, ნიადაგში თითქმის არ არის პირობები სამკალციუმიანი ფოსფატების წარმოქმნის. სარწმუნოდ მიიჩნევენ უფრო

ნაკლებად ხსნადი ფოსფატების: აქტაკალციფოსფატის $\text{Ca}_4(\text{HPO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ და ჰიდროქსილაპატიტის — $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$ წარმოქმნას. მეავე ნიადაგებში არის შესაძლებლობა ერთნახევარი ეანგეულების ფოსფატების წარმოქმნისა და მათ საფუძველზე სტროენგიტისა — $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{H}_2\text{PO}_4$ და ვარისციტის — $\text{Al}(\text{OH})_2 \cdot \text{HP}_2\text{O}_4$ წარმოქმნის. რკინისა და ალუმინის ფოსფატების ხსნადობის მინიმალური სიდიდე ნიადაგის pH-ის 2,2 და 3,7 ფარგლებშია შესაბამისად, ხოლო კალციუმის სამჩანაცვლებული ფოსფატისა pH-6,5 და მაგნიუმის სამჩანაცვლებული ფოსფატისა pH 10-ის დროს. ამრიგად, ადვილად გასაგებია, რომ მცენარის ფოსფორით კვებისათვის საუკეთესო პირობებია მაშინ, როცა ნიადაგის რეაქცია სუსტი მეავეა (pH 6-თან ახლო). ტორფიან ჭაობიან ნიადაგებში აღდგენითი პროცესების გაძლიერებასთან დაკავშირებით წარმოიქმნება ვივიანიტი — $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, საიდანაც მცენარე ფოსფორს კარგად ითვისებს.

ფოსფატების ღარიბი ორგანული ნივთიერების მინერალიზაციის შედეგად, ნიადაგში ფოსფორის ადვილად ხსნადი მინერალური მარილების შემცველობა შეიძლება არ გაიზარდოს, არამედ შემცირდეს კიდევ. ეს ფაქტი პირველად (1905) ა. ივანოვმა შენიშნა. ფოსფორით ღარიბი (უჯრედანათი მდიდარი) ნიადაგის ნატრიუმის ფოსფატთან, განსაკუთრებით ამონიუმის სულფატთან ერთად კომპოსტირების შედეგად, კომპოსტოში ფოსფორის მინერალური ნაერთები არ აღმოჩნდა. შემდგომში გაირკვა, რომ თუ ნიადაგში ხდება მინერალიზაცია ისეთი ნივთიერებისა, რომლის შედგენილობაში 0,2—0,3% P_2O_5 -ია, მაშინ მინერალიზაციის შედეგად წარმოქმნილი ფოსფორის ხსნადი მინერალური მარილები არ გროვდება, იგი მთლიანად შთაინთქმება მიკროორგანიზმების მიერ.

ნიადაგის ორგანული ფოსფატების გამოყენება მცენარის მიერ იზრდება ნიადაგის ტემპერატურის გარკვეულ დონემდე მატებით. ეს დაკავშირებულია ჰუმუსისა და სხვა ორგანული ნაერთების მიკრობიოლოგიურ დაშლასთან. ცდებით დადგენილია, რომ თუ სავეგეტაციო ჭურჭელს მოვათავსებთ 20 და 35°C გამთბარ აბაზანაში, მაშინ პირველ შემთხვევაში უკეთ გამოიყენება მცენარის მიერ მინერალური, ხოლო მეორე შემთხვევაში — ორგანული ფოსფატები.

ნიადაგში აღმოჩენილია ისეთი ბაქტერიები, რომლებიც ახდენენ ძნელად ხსნადი მინერალური ფოსფატების ნაწილობრივ დაშლას და მათ გადაყვანას უფრო ხსნად ნაერთებში. ამ პროცესს ასევე უწყობს ხელს ქიმიური რეაქციები, რომლებიც მიმდინარეობს ფესვისა და მიკრობების მიერ ნიადაგის ხსნარში გამოყოფილი მეავეების მონაწილეობით.

მცენარის მიერ ნიადაგის ფოსფორის შეთვისების შეფასება

უმეტესი ნიადაგები მცენარისათვის მისაწვდომ ფოსფატებს მცირე რაოდენობით შეიცავს. მაგალითად, ღრმა შავმიწები სახნავ ფენაში შეიცავენ 0,144% P_2O_5 , რაც შეესაბამება 4230 ტ P_2O_5 ჰექტარზე, მასში 2%-იანი ძმრის მქადაში ხსნადი P_2O_5 მხოლოდ 21 კგ/ჰა; ეწერი თიხნარი 0,146% P_2O_5 (4380 ტ/ჰა) შეიცავს, მასში ძმრის მქადას 2%-იან ხსნარში ხსნადი P_2O_5 6 კგ/ჰა შეადგენს. აქედან ჩანს, რომ ორივე ტიპის ნიადაგზე ფოსფორიანი სასუქის გამოყენების გარეშე შეუძლებელია დამაკმაყოფილებელი მოსავლის მიღება ამას პრაქტიკაც ადასტურებს.

მცენარის კვებისათვის ყველაზე მისაწვდომია ფოსფორის წყალხსნადი ნაერთები, მაგრამ მათი შემცველობა ნიადაგში, როგორც წესი, იმდენად მცირეა, რომ მის მიხედვით არ შეიძლება ვიმსჯელოთ მცენარის ფოსფორით უზრუნველყოფის ხარისხზე. მაგრამ ეს სრულებით არ ნიშნავს იმას, რომ მცენარის კვების საქმეში მხედველობაში არ მივიღოთ წყალხსნადი ფოსფორმქადა მარილების შემცველობა.

ზემოთ აღვნიშნეთ, რომ ძლიერ განზავებული ხსნარებიდან ყველა მცენარეს აქვს ფოსფორის შთანთქმის უნარი. რადგანაც ნიადაგის მაგარ ფაზასა და ხსნარს შორის არსებობს წონასწორობა, ამდენად მცენარის ფესვის მიერ შთანთქმული წყალხსნადი ფოსფოროვანი ნაერთები თანდათანობით აღდგება ადრე არსებულ დონემდე და მცენარე კვლავ შთანთქმავს მისგან ფოსფორს. სამწუხაროდ, უმეტეს ნიადაგებში ფოსფორის ამგვარი წყარო საკმარის არ არის, ამიტომ მინერალური სასუქების გამოყენების გარეშე მცენარე განიცდის ფოსფორით შიმშილს ან მის ნაკლებობას კარგი მოსავლის მისაღებად.

მცენარის ფოსფორით უზრუნველყოფის ხარისხის დასადგენად პრაქტიკაში ფართოდ იყენებენ ნიადაგის სუსტმქადა გამონაწურში ფოსფორის განსაზღვრას. სუსტი მქადა ნიადაგიდან აძეგვებს არა მარტო წყალხსნად ფოსფორის მინერალურ ნაერთებს, არამედ ფოსფატების წყალში უხსნად ნაერთებსაც, რომლებიც წყალხსნადი ნაერთების წარმოქმნის რეზერვს წარმოადგენს ნიადაგში. ამ მიზნისათვის იყენებენ: ლიმონის 1—2%-იან, ძმრის — 2—3%-იან, მარილის — 0,2 ნ და გოგირდის 0,002 ნ მქადაებს. ნიადაგიდან შესათვისებელი ფოსფოროვანი ნაერთების გამოსაყოფად კარგი რეაქტივია აგრეთვე ნახშირმქადათი გაჭერებული გამოხდილი წყალი.

ნიადაგში მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრის ყველა ლაბორატორიული მეთოდი იძლევა შედარებით მაჩვენებელს, რომელიც შეიძლება გამოვიყენოთ ნიადაგის გარკვეული ტიპისა და

ერთი და იგივე მცენარის მიმართ, მინდვრის სარწმუნო ცდების მონაცემების გათვალისწინებით.

ნიადაგში შესათვისებელი ფოსფატების განსაზღვრის სისწრაფემ, სიაფემ და საკმაო სიზუსტემ განაპირობა ნიადაგის ქიმიური ანალიზის ყველა ქვეყნის აგროქიმიური სამსახურის პრაქტიკაში დანერგვა. ამ მიზნით მის გამოყენებას მინდვრის ცდის მონაცემებთან შეთანაწყობით ახდენენ. გარდა ამისა, ნიადაგის ქიმიური ანალიზის შედეგებს იყენებენ აგროქიმიური კარტოგრაფების შესადგენად და ფოსფორიანი სასუქების გამოყენების რეკომენდაციების დასამუშავებლად.

ნიადაგში ფოსფორის განსაზღვრის ქიმიური მეთოდების გამოყენებისას ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ ლიმონის მჟავა იწვევს ნიადაგიდან რკინის ფოსფატების გამოძევებას. რკინის ფოსფატები ბევრია მჟავე ეწერ და წითელმიწა ნიადაგებში. ამიტომ მჟავე ნიადაგებში ფოსფორის ხსნადი ნაერთების განსაზღვრისათვის უკეთესია რეაქტივი ძმრის მჟავაა.

ნიადაგში შესათვისებელი ფოსფორის შემცველობა ეს არის დინამიური მაჩვენებელი იმ ცვლილებებისა, რომელიც ნიადაგში მიმდინარეობს ნიადაგის თვისებების, ინტენსიური მიწათმოქმედებისა და სხვა მიზეზების გავლენით. ამის საილუსტრაციოდ მოვიყვანოთ ტიმირიაზევის სასოფლო-სამეურნეო აკადემიის საცდელი სადგურის გაკულტურებული კორდიან-ეწერი ნიადაგის ორი ნიმუშის ანალიზის შედეგები (ცხრ. 50).

ცხრილი 50. ნიადაგის სხვადასხვა გამონაწერში P_2O_5 შემცველობა (მგ 100 გ მშრალ ნიადაგზე)

ნიადაგი	CO_2 -ით გაჭერებული გამოხდილი წყალი	0,5 ნ ძმრის მჟავა	0,5 ნ მარილმჟავა
უსასუქო	0,77	2,87	15,0
ხანგრძლივად განოყიერებული	1,87	6,20	63,1

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ ხანგრძლივად განოყიერებული ნიადაგის ნიმუშები მდიდარია ფოსფორით, ვიდრე გაუნოყიერებელი. რა რაოდენობით იქნება ფოსფორი 1 ჰა ფართობის სახნავ ფენაში (0—20 სმ) ძნელი დასადგენი არ არის. ცნობილია, რომ 1 მგ P_2O ნიადაგზე შეესაბამება 30 კგ/ჰა P_2O_5 -ს. ამიტომ CO_2 -ით გაჭერებული გამოხდილი წყლის გამონაწერში მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორი ტოლი იქნება უსასუქო ვარიანტში 23,1 და ხანგრძლივად განოყიერებულში 56,1 კგ/ჰა.

მრავალი მიზეზის გამო მცენარე ვერ იყენებს ნიადაგში არსებულ მცენარისათვის მისაწვდომ ფოსფორმჟავა მარილების ძალიან რაოდენობას. ჭერ ერთი იმიტომ, რომ ფესვთა სისტემას არ შეუძლია მოიცვას ნიადაგის ნაწილაკების მთელი ზედაპირი. იგი ჯამში მრავალ ათეულ ათას კვადრატულ მეტრს შეადგენს 1 ჰა-ზე. ამის გამო გაუნოყიერებელ ნიადაგში ადვილად შესათვისებელი ფოსფორის შემცველობა ვერ უზრუნველყოფს კარგი მოსავლის მიღებას.

ცხრილში მინიშნებული რეაქტივები რეკომენდებულია ფ. ჩირიკოვის მიერ (1947). იგი თვლიდა რომ ნახშირმჟავა გაზით გაჭერებულნი გამოხდილი წყალი ხსნის ნიადაგში არსებული ტუტე კათიონების კალციუმისა და მაგნიუმის ერთ და ორ ჩანაცვლებულ, ასევე ნაწილობრივ — სამჩანაცვლებულ ფოსფატებს. (მაგნიუმის სამჩანაცვლებულ ფოსფატს უფრო სრულად, ვიდრე კალციუმისა). ამ გამხსნელში გადმოსული ფოსფორმჟავა მარილები მცენარეში იოლად აღწევენ.

ძმრის მჟავა ხსნის სამკალციუმიან ფოსფატს და ნაწილობრივ ფოსფორიტს, აპატიტს, ალუმინის ფოსფატს, სპირტისა და შაქრის მჟავას ფოსფატების მარილებს. ეს ნაერთები არ შეიძლება მივაკუთვნოთ ყველა მცენარისათვის კარგად შესათვისებელ ფოსფორიან ნაერთებს. მართალია ეს ნაერთები ორივე ნიადაგში არსებითად მეტია, ვიდრე CO_2 -ით გაჭერებული გამოხდილი წყლის გამონაწურში. მაგრამ მათი შეფასება სიფრთხილეს საჭიროებს. მინდვრის ცდის მონაცემებით დადგენილია, რომ ძმრის მჟავას 0,5 ნ ხსნარით ნიადაგის დამუშავებისას თუ 100 გ ნიადაგი 5 მგ-ზე ნაკლებ P_2O_5 შეიცავს, მაშინ მცენარე სუსტად არის უზრუნველყოფილი ფოსფორით. აქედან გამომდინარე, ზემოთ მოტანილი ნიადაგის ორი ნიმუშიდან პირველი უზრუნველყოფილი არ არის ფოსფორით, ამიტომ მასზე საჭიროა ფოსფორიანი სასუქის მაღალი ნორმით გამოყენება. მეორე ნიმუშში ფოსფორი საშუალო რაოდენობითაა, ამიტომ ამ ნიადაგზე საჭიროა ფოსფორიანი სასუქის საშუალო ნორმის გამოყენება. ისეთი ნიადაგები, რომლებიც ძმარმჟავას გამონაწურში შეიცავს — 10 მ/გ მეტ P_2O_5 , 100 გ ნიადაგზე კარგად არის უზრუნველყოფილი მცენარისათვის მისაწვდომი ფოსფორით და ფოსფორიანი სასუქების შეტანა საჭირო არ არის.

მარილის მჟავას 0,5 ნ ხსნარით ნიადაგის დამუშავებისას ხსნარში გადასული ფოსფატები არ მიეკუთვნება მცენარისათვის მისაწვდომ ფოსფორიან ნაერთებს. საკმე ისაა, რომ მარილმჟავას გავლენით ხსნარში გადადის: ფოსფორიტი, აპატიტი, რკინისა და ალუმინის ფოსფატები, ასევე ფიტატები. ამიტომ ეს ანალიზი წარმოდგენას იძლევა მხოლოდ ფოსფატების მარაგზე ნიადაგში და მათ განსაზღვრას მცენარის ფოსფორით უზრუნველყოფის ხარისხის დასადგენად პრაქტიკული მნიშვნელობა არა აქვს.

ნიადაგში ე. წ. მოძრავი P_2O_5 რაოდენობის განსაზღვრა სხვადასხვა მეთოდით წარმოდგენას იძლევა ნიადაგში ფოსფორის ტევადობაზე, მაგრამ არ მიგვანიშნებს ნიადაგის ფოსფატების პოტენციალზე, რომელიც მცირდება მცენარის მიერ P_2O_5 შეთვისებასთან დაკავშირებით და იზრდება ფოსფორიანი სასუქების ნიადაგში შეტანით.

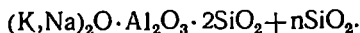
სამრავალწლო ფოსფორიანი სასუქები. ნედლეული ფოსფორიანი სასუქების წარმოებისათვის

აპატიტები — მაგმატური (ამონანთხევი) მინერალია. მისი საბადოები ცოტაა. აპატიტების ყველაზე დიდი საბადო 1925 წელს აღმოაჩინა აკადემიკოს ფერსმანის ექსპედიციამ ხიბინში (კოლის ნახევარკუნძული). აპატიტების საბადოები ასევე გვხვდება ურალში, სამხრეთ ბაიკალში, ბრაზილიაში, ესპანეთში, კანადაში, აშშ და შვეიცარიაში, მაგრამ ისინი მარაგით მცირეა და შედგენილობით უფრო ღარიბია, ვიდრე ხიბინის აპატიტები. აპატიტის ემპირული ფორმულა ასეთია:



იმის მიხედვით, აპატიტში ქლორი ჭარბობს თუ ფტორი არჩევენ ფტორ-აპატიტს, ქლორაპატიტს, კარბონატაპატიტსა და ჰიდროქსილ-აპატიტს.

ხიბინის აპატიტში ფოსფორი გავრცელებულია აპატიტნეფელინის ქანებში. ნეფელინი-ალუმოსილიკატი ფოსფორის არაშემცველი მინერალია



ხიბინის აპატიტი კარგი ნედლეულია ფოსფორიანი სასუქების წარმოებისათვის. მასში P_2O_5 30—31%-ია. ფოსფორის ასეთი შემცველობა არ არის საკმარისი მაღალ ხარისხიანი სასუქის მისაღებად, ამიტომ მიმართავენ მის გამდიდრებას ფლოტაციის გზით, რისთვისაც წვრილად დაფქულ მადანს უმატებენ წყალს, ოლეინის მჟავასა და ნავთის ნაზავს ხსნად მინასთან ერთად — 1 კგ 1 ტ მადანზე. ამ ფაფაში ჰაერის ნაკადის ინტენსიური არევის გავლენით აპატიტის ნაწილაკები ქაფის სახით ამოტივტივდება, ნეფელინი ილექება და წყლის ნაკადით ჩამოშორდება აპატიტს. ნეფელინჩამოშორებულ აპატიტს (გამდიდრებული) კონცენტრატი 39—40% P_2O_5 შეიცავს. იგი მსოფლიოში საუკეთესო ნედლეულად ითვლება ხსნადი ფოსფორიანი სასუქების წარმოებისათვის.

ნეფელინს ასევე იყენებენ სახალხო მეურნეობაში. იგი ძვირფასი კალიუმის სასუქია მკვებ ნიადაგების გასაზოყიერებლად.

ფოსფორიტები აპატიტებისაგან განსხვავებით, როგორც ამორფული, ისე დანალექი ქანებია. ისინი ჩამოყალიბდა ცალკეულ გეოლოგიურ ეპოქაში, ნიადაგში მცხოვრები ცხოველების სხეულის მინერალიზაციისა და კალციუმით ფოსფორის მკვებად დალექვით.

ფოსფორიტების საბადოები უფრო მეტია, ვიდრე აპატიტებისა. მაგრამ დასავლეთ ევროპაში იგი მცირეა, ამავე დროს, დამუშავებისათვის უვარგისია. აზიის ქვეყნებში, გარდა ჩინეთისა, ფოსფორიტების საბადოები ჯერ-ჯერობით თითქმის არ არის აღმოჩენილი. ფოსფორიტების მდიდარი საბადოებია ჩრდილოეთ აფრიკის ქვეყნებში, ამერიკის კონტინენტზე — ფლორიდაში, ტენესისა და სხვ. შტატებში.

საბჭოთა კავშირში ფოსფორიტების საბადოებია: ვიატკა-კამის, ეგოროვსკის, ბრიანსკის, კურსკის, იზიუმის, პოდოლსკის, აქტიუბინსკის, სმოლენსკის; საქართველოს ტერიტორიაზეც მოიპოვება ფოსფორიტები: ლეჩხუმის, ელდარისა და გოდოგნის საბადოები.

სამწუხაროდ, ჩვენი ფოსფორიტების უმეტესი ნაწილი ღარიბია ფოსფორით და დიდი რაოდენობით შეიცავს ერთნახევარ ქანგეულებს.

ფოსფორიტის ყველაზე მნიშვნელოვანი საბადო აღმოჩენილი იქნა 1937 წ. ყარატაუს მთებში (სამხრეთ ყაზახეთი).

ფოსფორიტები კრისტალური და ამორფული აღნაგობისაა. ამორფული ფოსფორიტები იოლად ექვემდებარება დაშლას. დადგენილია, რომ რაც უფრო ადრეა წარმოშობილი ფოსფორიტი, მით მეტია მასში კრისტალური სიმტკიცე; ფოსფორის ჩამოშორება შესაძლებელია კრისტალური მესერის დაშლით თერმული ან ქიმიური ზემოქმედებით. ამორფული ფოსფორიტები საუკეთესოა ქიმიური ვადამუშავების გარეშე, სასუქად გამოსაყენებლად.

ფოსფორიტში ფოსფორი ძირითადად წარმოდგენილია სამკალციუმიანი ფოსფატის $Ca_3(P_2O_4)_2$ სახით. ფოსფორიტები ბევრ მინარეცს შეიცავს: თიხა, სილა, ერთნახევარი ქანგეულები. ყარატაუს ფოსფორიტები ხასიათდება მაგნიუმის მაღალი შემცველობით, რაც ართულებს მისი სასუქად ვადამუშავებას, მიიღება მაღალპიგროსკოპული სასუქი. მის ჩამოსაშორებლად საჭიროა სპეციალური ტექნოლოგიური ხერხების გამოყენება. ფოსფორიტების სხვა აგრომადნები შეიცავს ნაკლებ ფოსფორს და მეტ ერთნახევარ ქანგეულებს:

საბადოები	შემცველობა, %	
	P_2O_5	$Al_2O_3 + Fe_2O_3$
აქტიუბინსკის	18-მდე	3,4
ვიატკა-კამსკის	23—27	5—10
ეგოროვის	16—25	5—6 და მეტი
კროლოვეცკის	18-მდე	3,5
შიგროვსკის	16—17	3,5
ლეჩხუმის	24-მდე	9 და მეტი

თიხიანი ფოსფორიტები მეტი რაოდენობით ფოსფორს შეიცავს, ვიდრე ქვიშიანი, ხოლო გლაუკონიტის ფოსფორიტებს შუალედი ადგილი უკავია.

ერთნახევარი ჟანგულები შემცველობა ფოსფორიტში კარგი არ არის. ნედლეულის გადამუშავებისას ის იწვევს მკაფას დამატებით ხარჯვას, ასევე ფოსფორმკაფას ხსნადი მარილების რეტროგრადაციას.

მაღალპროცენტიანი ფოსფორიტები საუკეთესო ნედლეულია ფოსფორიანი სასუქების წარმოებისათვის, ხოლო დაბალპროცენტიანი უშუალოდ სასუქად გამოიყენება. მხედველობაშია მისაღები, რომ დაბალპროცენტიანი ფოსფორის აგრომადნიბიდან ამჟამად დიდი პერსპექტივა აქვს ელემენტური ფოსფორის მიღების თერმულ წესს, მისგან მაღალკონცენტრირებული პოლიფოსფორის მკაფას და ფოსფორიანი სასუქების, გარდა ამისა, ელემენტური (წითელი) ფოსფორის მიღებას, რომელიც სპილენძის ოქსიდის დამატებით (1% P მასიდან) თანდათანობით აღდგება ნიადაგში ორთოფოსფორის მკაფამდე (H_2PO_4), საიდანაც ყველა მცენარე კარგად ითვისებს ფოსფორს. წითელი ფოსფორი ბალასტს არ შეიცავს.

ფოსფორიანი სასუქების მიღება, შედგენილობა, თვისებები და გამოყენება

სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული ყველა ფოსფორიანი სასუქი ფოსფორმკაფას კალციუმის მარილებია. ისინი ხსნადობის მიხედვით დაყოფილია სამ ჯგუფად: 1. წყალში ხსნადი ერთხანაცვლებული ფოსფატები; 2. ნახევრად ხსნადი (იხსნება სუსტი კონცენტრაციის მკაფებში) ორხანაცვლებული ფოსფატები; 3. წყალში არახსნადი და სუსტ მკაფებში ნაკლებადხსნადი სამხანაცვლებული ფოსფატები. ეს უკანასკნელი უმეტესი კულტურისათვის მიუწვდომელია. მათგან რომ მცენარემ ფოსფორი შეითვისოს საჭიროა მათი დაშლა ნიადაგის მკაფე რეაქციის გავლენით და ადვილადხსნადი ნაერთების წარმოქმნა.

ფოსფორიანი სასუქთა შორის მსოფლიოში ყველაზე გავრცელებულია პირველი ჯგუფის სასუქები, რომელშიც სუპერფოსფატიც შედის.

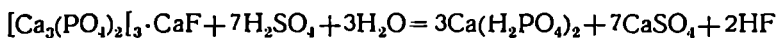
ერთხანაცვლებული (წყალში ხსნადი) ფოსფატები

სუპერფოსფატი $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + 2CaSO_4$. მასში P_2O_5 16—20%-ია. სუპერფოსფატი ეწოდება ისეთ ფოსფორიან სასუქს, რომელიც ძირითადად შეიცავს წყალხსნად-ერთხანაცვლებულ კალციუმის ფოსფატს ($Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$), ნაწილობრივ ორხანაცვლებულ კალციუმის ფოსფატს ($CaHPO_4$) და თავისუფალ ფოსფორის მკაფას (H_3PO_4). ფოსფორიტისაგან დამზადებული სუპერფოსფატი, ასევე შეიცავს რკინისა $Fe(H_2PO_4)_2$ და ალუმინის $Al(H_2PO_4)_3$ ფოსფატებს.

სუპერფოსფატი ფოსფორიანი სასუქთა შორის ყველაზე გავრცელებუ-

ლი სასუქია მსოფლიოში. მის წილად მოდის ფოსფორიანი სასუქების ნახევარზე მეტი.

სუპერფოსფატს ღებულობენ წვრილად დაფქულ ფოსფორიტის ან აპატიტის ნედლეულზე 57%-იანი გოგირდმჟავას დამატებით:



მიიღება კალციუმის მონოფოსფატისა და უწყლო კალციუმის სულფატის ნაზავი. ხოლო გამოყოფილი ფტორწყალბადი აორთქლდება. 1 ტ ნედლეულზე დაახლოებით 1 ტ გოგირდის მჟავა იხარჯება, მიღებული ნაზავის მასა 2 ტ შეადგენს. იმის გამო, რომ გოგირდმჟავას დამატებით ნაზავის მასა ორჯერ გაიზარდა, ნაზავში ფოსფორის შემცველობა ორჯერ შემცირდა ნედლეულში არსებულ ფოსფორთან შედარებით. ამით აიხსნება სუპერფოსფატის წარმოებისათვის მხოლოდ მაღალპროცენტიანი ფოსფორიტის გამოყენების აუცილებლობა.

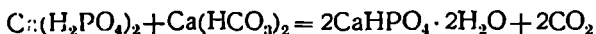
სუპერფოსფატში ფოსფორის სამი ნაერთია: კალციუმის მონოფოსფატი, კალციუმის დიფოსფატი და თავისუფალი ფოსფორმჟავა. სუპერფოსფატში მონოფოსფატი და ფოსფორის მჟავა ჯამში შეადგენს 75—90%, ე. ი. ფოსფატის ხარჯზე მოდის მხოლოდ 10—25% P_2O_5 . სასუქში სამკალციუმიანი ფოსფატის მხოლოდ მცირე ნაწილია დაუშლელი. ხოლო ფოსფორმჟავას გარკვეული ნაწილი შეიბოკება რკინისა და ალუმინის იონების მიერ (1% რკინის უანგი ბოკავს 2% და 1% — ალუმინისა — 1% P_2O_5).

თავისუფალი ფოსფორის მჟავას არსებობა სუპერფოსფატში წინ აღუდგება თაბაშირის ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) წარმოქმნას. ამიტომ კალციუმის სულფატი რჩება უწყლოდ ან იერთებს ერთ მოლეკულა წყალს ორ მოლეკულა $CaSO_4$ -ზე.

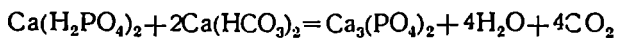
სუპერფოსფატში $CaSO_4$ სასუქის მასიდან 40%-მდეა. სუპერფოსფატს, კონცენტრირებული ორმაგი სუპერფოსფატისაგან განსხვავებისათვის, ხშირად უწოდებენ მარტივ სუპერფოსფატს.

ფხვნილისებრი სუპერფოსფატი. იმასთან დაკავშირებით, თუ რომელი ნედლეულიდან არის მიღებული სასუქი. მისი ფერი სხვადასხვანაირია. ფოსფორიტიდან მიღებული სასუქი მუქი მონაცრისფროა, ხოლო აპატიტიდან მიღებული — ღია მონაცრისფრო. სასუქს გააჩნია ფოსფორის მჟავას დამახასიათებელი სუნის, ქიმიურად მჟავეა, ახასიათებს მაღალი ჰიგროსკოპულობა. მასში P_2O_5 -ის შემცველობა 14—19,5%-ია.

ნეიტრალურ, ფუძეებით მაძლარ ნიადაგში შეტანილი მონოფოსფატი შედარებით სწრაფად გადადის კალციუმის დიფოსფატში:



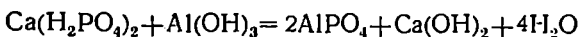
ნიადაგში კარბონატების მეტი შემცველობისას რეაქცია შემდეგ სახეს ღებულობს:



კარბონატულ ნიადაგთან სუპერფოსფატის მოქმედებისას, გარდა სამკალციუმისანი ფოსფატისა, შესაძლებელია აგრეთვე ჰიდროქსილ-აპატიტისა და ფტორ-აპატიტის წარმოქმნა.

ნეიტრალურ ნიადაგებში ფოსფორის მქავეს ქიმიური შთანქმის შედეგად, ორ და სამჩანაცვლებული კალციუმის ფოსფატების წარმოქმნა განაპირობებს ნიადაგში შეტანილი სასუქის ფოსფორის მცირე ხსნადობას, მაგრამ ახლად დალექილი კალციუმის სამჩანაცვლებული ფოსფატები სუსტ მქავეებში იხსნება და მცენარის კვებისათვის მისაწვდომია.

მქავე, ერთნახევარი ჟანგეულებით მდიდარ ნიადაგებზე შეიძლება წარმოიქმნას სუსტად ხსნადი და მცენარისათვის ძნელად შესათვისებელი რკინისა და ალუმინის ფოსფატები:



ყველა ნიადაგში, ფოსფორის მქავეს ანიონების ნაწილი ადსორბციას განიცდის დადებითად დამუხტული კოლოიდური ნაწილაკების მიერ. ფოსფორმქავეს ანიონის გაცვლა ძირითადად HCO_3 იონებზე ხდება. ადსორბირებული ფოსფორმქავე იონი მცენარის კვებისათვის მისაწვდომია.

ფოსფორმქავე მარილებიდან ფოსფორის ნაწილს ნიადაგის მიკროორგანიზმები კვებისათვის იყენებენ, ამით ფოსფორის მინერალური ნაერთები გადაჰყავთ თავიანთი სხეულის ორგანულ ნაერთებში (ფოსფორის იმობილიზაცია).

მქავე ნიადაგებზე ფხვნილისებრი სუპერფოსფატის ეფექტურობის მიზნით, ფოსფატ-იონების ქიმიური შთანქმის შემცირებისათვის საჭიროა ნიადაგთან სასუქის შეხების ზედაპირის შემცირება, ე. ი. არ უნდა შევიტანოთ მოზნევით, არამედ ვიწრო ზოლში, ბუღნაში, კერობრივად.

სუპერფოსფატის ფოსფორის ქიმიური შთანქმის — რეტროგრაციის შემცირების მიზნით მიმართავენ გრანულირებული სასუქის გამოყენებას.

გრანულირებული სუპერფოსფატი. სუპერფოსფატის ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესების, ნიადაგში მისი შეტანის მექანიზაციისა და მცენარის მიერ. ფოსფორის გამოყენების კოეფიციენტის გადიდების მიზნით მიმართავენ გრანულირებული (მარცვლისებური) სუპერფოსფატის გამოშვებას.

გრანულირებული სუპერფოსფატი შემდეგნაირად მზადდება: დატენიანებულ, ფხვნილისებრ სუპერფოსფატს გამოაშრობენ მბრუნავ დოლში. წარმოიქმნება სხვადასხვა სიდიდის გრანულები. მათ შორის გამოსა-

ყენებლად ვარგისია 1—4 მმ დიამეტრის მქონე გრანულები. უფრო მსხვილი და წერილი დიამეტრის მქონე გრანულების ფხენილისებრი სუპერფოსფატის ახალ პარტიას აურევენ და ხელმეორედ აგრანულირებენ.

გრანულირებულ სუპერფოსფატს ამზადებენ საუკეთესო ნედლეული-საგან. ის ფხენილისებრ სუპერფოსფატთან შედარებით 1—4%-ით ნაკლებ ტენს შეიცავს. მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორი მასში 19,5—22%-ია. სასუქის მყავიანობა 1—2,5% შეადგენს, ნაცვლად 5—5,5%-ისა ფხენილისებრ სუპერფოსფატში. აქვს კარგი ფიზიკური თვისება, რაც უზრუნველყოფს კარგ ბნევალობას და ნიადაგში შეტანისათვის მექანიზაციის გამოყენებას.

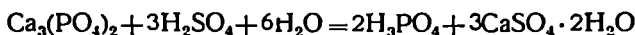
გრანულირებული სუპერფოსფატის წარმოება, ფხენილისებრ სუპერფოსფატთან შედარებით ძვირია, მაგრამ გრანულირებული სუპერფოსფატის აგრონომიული ეფექტი მაღალია.

კონცენტრირებული სუპერფოსფატი (ორმაგი და სამმაგი). $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ მარტივი სუპერფოსფატი 40% კალციუმის სულფატს (თაბაშირს) შეიცავს, ამიტომ მისი შორს მანძილზე გადატანა რენტაბელური არ არის. ამავე დროს არ არის სწორი ყველა ნიადაგისა და კულტურის მიმართ სუპერფოსფატში არსებული თაბაშირის ბალასტად მიჩნევა. საქმე ისაა, რომ თაბაშირი აუმჯობესებს ბიცობი ნიადაგების თვისებებს, კორდიანი ეწერი და განსაკუთრებით ქვიშნარი ნიადაგები მცირე რაოდენობით სულფატებს და, საერთოდ, გოგირდს შეიცავს, ამიტომ სულფატ-იონის შემცველი სასუქები ამ ნიადაგებზე უფრო მაღალ ეფექტს იძლევა, ვიდრე ის სასუქები, რომლებიც ამ იონებს არ შეიცავს. მაგალითად, პარკოსანი და ჯვაროსანთა ოჯახის წარმომადგენელი მცენარეები გოგირდს დიდი რაოდენობით იყენებენ, ამიტომ სუპერფოსფატში არსებული თაბაშირი მათთვის მეტად სასარგებლოა. ამავე დროს სხვა უმეტესი ნიადაგებისა და კულტურებისათვის თაბაშირს არავითარი სარგებლობა არ მოაქვს. ამან განაპირობა სუპერფოსფატიდან თაბაშირის წამოშორების აუცილებლობა.

კონცენტრირებული სუპერფოსფატის დამზადება გაცილებით რთულია, ვიდრე მარტივი სუპერფოსფატისა, მაგრამ მისგან საერთო ეფექტი იმდენად დიდია (არსებითად მცირდება სასუქის გამოყენებაზე გაწეული დანახარჯები), რომ მისი წარმოების მიზანშეწონილობა დღეისათვის კამათს არ იწვევს.

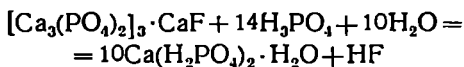
კონცენტრირებული სუპერფოსფატის წარმოება ორ ფაზას მოიცავს. პირველი ფაზა ფოსფორის მყავას მიღებაა. ამ მიზნისათვის ფოსფორიტს

(შეიძლება დაბალპროცენტიანი ფოსფორიტის გამოყენება) ამუშავენ გოგირდის მქადათი:



გაფილტვრით ფოსფორმქადა ჩამოშორდება თაბაშირსა და სხვა მინარევეებს.

მეორე ფაზა ითვისწინებს კონცენტრირებული სუპერფოსფატის შილებას, ფოსფორიტის ან აპატიტის მაღალპროცენტიან ნედლეულზე ფოსფორის მქადას მოქმედებით:



უ. ი. მიიღება კალციუმის მონოფოსფატი და მცირე მინარევი. ფოსფორის მქადას მიღების შემოთ განხილული წესი ცნობილია ექსტრაქტული წესის სახელწოდებით.

ამქამად დამუშავებულია და წარმოებაში ინერგება ფოსფორის მქადას მიღების უფრო სრულყოფილი წესი დაბალპროცენტიანი ფოსფორიტების თერმული დამუშავების გზით. ამ მიზნისათვის ელექტრო ან ღომენის ღუმელებში დაბალპროცენტიან ფოსფორიტს კოქსთან ან ანტრაციტთან ერთად გამოაწრობენ 1400—1600°C, გამოიყოფა ელემენტი ფოსფორი, შას შებოჭავენ წყლით. წარმოქმნილი ფოსფორი ჰაერის ქანგბადის ხარჯზე იწვის და მიიღება ფოსფორის ხუთქანგი P_2O_5 . მისი წყალთან შეერთებით მიიღება ფოსფორის მქადა: $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$.

თუ გვაქვს ფოსფორის მქადა, ძნელი არ არის მისგან არა მარტო კონცენტრირებული სუპერფოსფატის, არამედ სხვა ფოსფორიანი სასუქების მიღებაც.

ჭერ კოდევ ადრე, მეორე სამამულო ომის წინა წლებში კიროვსკში (ხობინი) აპატიტის კონცენტრატის ფოსფორის მქადათი დამუშავებით მიიღეს სუპერფოსფატი, რომელიც შეიცადა მცენარისათვის შესათვისებელ P_2O_5 50%-ს.

მარტივი და კონცენტრირებული სუპერფოსფატი, ფოსფორის შემცველობის მიხედვით ექვივალენტური რაოდენობით გამოყენებული, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსაეალზე თითქმის თანაბრად მოქმედებს, ამიტომ კონცენტრირებული სუპერფოსფატის უპირატესობა განისაზღვრება იმ დანახარჯების შემცირებით, რომელიც გაწეულია სასუქის შეფუთვაზე გადატანაზე, შენახვასა და ნიადაგში შეტანაზე.

კონცენტრირებული სუპერფოსფატის ლოკალურად შეტანისათვის საჭიროა გრანულირებული სასუქის გამოყენება.

აპატიტის კონცენტრატის, გოგირდისა და ფოსფორის მქადას ნარევიტ დაშლისას მიიღება გამდიდრებული სუპერფოსფატი, რომელიც 23,5—

24,5% მცენარისათვის მისაწვდომ P_2O_5 შეიცავს. გამოიყენება ისე, როგორც სხვა ადვილადხსნადი ფოსფორიანი სასუქები.

სუპერფოსფატში შესათვისებელი P_2O_5 რაოდენობის დასადგენად, სასუქის საანალიზო ნიმუშიდან ერთდროულად ამზადებენ ორ გამოწურს: წყლისა და ლიმონმჟავა ამონიუმის ტუტე ხსნარის. მეორე გამოწურში იხსნება კალციუმის დიფოსფატი, ასევე ალუმინისა და რკინის ფოსფატები. ალუმინისა და რკინის ფოსფატების მცენარისათვის წესათვისებელი ფოსფატებისათვის მიკუთვნება არასწორია, ამიტომ რაც უფრო მდიდარია ფოსფორის ნედლეული ერთნახევარი ჟანგეულებით, მით ნაკლებად სარწმუნო პასუხს იძლევა სუპერფოსფატის შეფასების ეს მეთოდი.

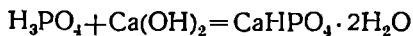
სუპერფოსფატში შესათვისებელი P_2O_5 -ის განსაზღვრისათვის ზოგიერთ ქვეყანაში ლიმონმჟავა ამონიუმის ნეიტრალურ ხსნარს იყენებენ. ამ ხსნარსაც გააჩნია ნაკლი. მასში იხსნება არა მარტო დიფოსფატი, არამედ სამკალციუმიანი ფოსფატები, ეს უკანასკნელი არ მიეკუთვნება მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორიანი ნაერთების კატეგორიას.

აქედან გამომდინარე, ტერმინი „შესათვისებელი“ მეტად პირობითია. პირობითია იგი იმიტომაც, რომ ზოგიერთი მცენარისათვის, მაგალითად, ხანჭკოლას, მდოგვისა და სხვ. სამკალციუმიანი ფოსფატები შესათვისებელია, მაგრამ ხორბლოვანი და ზოგიერთი სხვა კულტურებისათვის — მიუწვდომელი.

ორჩანაცვლებული (წყალში უხსნადი) ფოსფატები

პრეციპიტატი. $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$. მასში P_2O_5 -ის შემცველობა საწყისი ნედლეულის ხარისხთან დაკავშირებით 24—27%-დან 30—35%-მდე მერყეობს.

პრეციპიტატს ლებულობენ ფოსფორის მჟავას კირის რძით განეიტრალებით:



პრეციპიტატი კარგი ფიზიკური თვისებების მქონე თეთრი ან ღია ფერის ფხვნილია, არ იბელტება, კარგად ბნევადია, ნაკლებად ჰიგროსკოპულია. იგი კარგად იხსნება ლიმონმჟავა ამონიუმში და მისი ფოსფორი მცენარისათვის მისაწვდომია.

კალციუმისა და მაგნიუმის ორჩანაცვლებული ფოსფატებიდან ფოსფორის შეთვისება მცენარის მიერ დადგენილი ფაქტია. ორჩანაცვლებულმა კალციუმის ფოსფატმა მსოფლიოში პრაქტიკული გავრცელება დიდი ხანია ჰპოვა, მაგრამ არა იმ დონეზე, როგორც სუპერფოსფატებმა. ამ ფაქტს ობიექტური მიზეზები აქვს. სუპერფოსფატის გამოყენება შეიძ-

ლება ლოკალურად, ძირითადი განოციერებისათვის და საპირობების შემთხვევაში — გამოკვებისათვის, პრეციპიტატი კი ძირითადი განოციერებისათვის გამოდგება. ამ მიზნით მას თანაბრად ანაწილებენ გასანოციერებელ ფართობზე. ნიადაგში აუცილებელია ორივე სასუქის სათანადო სიღრმეზე ჩაქეთება. მცენარე ძირითადი სასუქის ფოსფორით კვებას იწყებს მას შემდეგ, როცა ფესვთა სისტემა ძლიერად განვითარდება, როცა სახნავი ფენის ქვედა ნაწილში მიაღწევს.

ლოკალურად შეტანილი სასუქი წარმოადგენს ახლად აღმოცენებულ მცენარის კვების წყაროს. ახლად აღმოცენებულ მცენარეს არ შეუძლია ნაკლებად ხსნადი ნაერთებიდან საკვების შეთვისება, რადგანაც მათი ფესვთა სისტემა სუსტადაა განვითარებული.

მართალია ნიადაგების უმეტესობაზე ფოსფორის მიხედვით ექვივალენტური რაოდენობით შეტანილი პრეციპიტატი ეფექტურობით არ განსხვავდება სუპერფოსფატისაგან, მაგრამ მკავე ნიადაგებზე იგი უკეთეს შედეგს იძლევა, ვიდრე სუპერფოსფატი. ეს იმიტომ ხდება, რომ მკავე ნიადაგებში შეტანილი სუპერფოსფატი რეტროგრადაციას განიცდის და მეტი რაოდენობით წარმოიქმნება ერთნახევარი ქანგულების ფოსფატები, ვიდრე პრეციპიტატის გამოყენების შემთხვევაში.

ფტორმოცილებული ფოსფატი. სუპერფოსფატის წარმოებისათვის მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში გოგირდის მკავეს იყენებენ. ამავე დროს, გოგირდის მკავე, ასევე გოგირდისა და მინერალი პირიტის ნედლეული, რომელიც საპირობა H_2SO_4 მისაღებად — განსაზღვრულია, ამიტომ დიდი მნიშვნელობა აქვს ფოსფორიტებიდან და აპატიტებიდან ფოსფორიანი სასუქების მიღებას მკავეების გამოყენების გარეშე. დიდი მიღწევებია თერმოფოსფატების მიღების საქმეში, მაგრამ განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ეგრეთწოდებული ფტორმოცილებული (უფტორო) ფოსფატების წარმოებას. მისი მიღების არსი მდგომარეობს შემდეგში: აპატიტს ან ყარატაუს ფოსფორიტს კირთან ერთად, წყლის ორთქლის მონაწილეობით $1400-1450^{\circ}C$ ახურებენ. ამ პირობებში იშლება აპატიტის კრისტალური მესერი და 90% ფტორი ჩამოშორდება მას. მიიღება სუსტ მკავეებში ხსნადი სხვადასხვა შედგენილობის ფოსფორიტები. ამ წესით აპატიტის ვადამუშავებისას მიიღება სასუქი, რომელიც P_2O_5 შეიცავს, 30—32%, ხოლო ფოსფორიტისა — 20—22%. ამ სასუქების 70—90% 2%-იან ლიმონმკავეაში ხსნადია. დადგენილია, რომ ფოსფორის მიხედვით თანაბარი რაოდენობით შეტანილი სუპერფოსფატი და ფტორმოცილებული ფოსფატი ძირითადი განოციერებისას ერთნაირ ეფექტს იძლევა. ფტორმოცილებულ ფოსფატებს, გარდა სასუქისას, იყენებენ მეცხოველეობაში, როცა საკვები P_2O_5 -ს მკავე რაოდენობით შეიცავს.

თომასის წილა $4CaO \cdot P_2O_5$ ან $Ca_4P_2O_9$ მეტალურგიული მრეწველობის ანარჩენია. იგი მიიღება როგორც თანაპროდუქტი ფოსფორით მდი-

დარი რკინის მადნების ფოლადად და თუჯად ვადამუშავებისას. მადნი-
დან ფოსფორის ჩამოშორების წესი და თომასის წილის სოფლის მეურ-
ნობაში სასუქად გამოყენების შესახებ. წინადადება პირველად წამოაყე-
ნეს ინგლისელებმა — ტომასმა და გილზრისტმა (1879 წ.). თომასის წილას
შემდგენაირად ლებულობენ: ლუმელებში, სადაც მეტალს აღნობენ, უმა-
ტებენ გამომწვარ კირს, მასთან რეაქციაში შედის წვის პროცესში გამო-
ყოფილი ფოსფორის ანჰიდრიდი და წარმოიქმნება ოთხკალციუმიანი
ფოსფატი $Ca_4P_2O_5$, იგი სხვა ნაერთებთან ერთად წარმოშობს წილას.
მას აცივებენ, ფქვავენ და სასუქად იყენებენ. იგი, გარდა ოთხკალციუმი-
ანი ფოსფატისა, შეიცავს ასევე ფოსფორის ძნელადხსნად ნაერთებს,
რომლებსაც მცენარის კვებისათვის მნიშვნელობა არა აქვს. თომასის წი-
და, გარდა ფოსფორისა შეიცავს Ca, Mg, Mn, Fe, Al, SiO₂ და სხვ-
ელემენტებს, მათ შორის მიკროელემენტებსაც.

თომასის წილა მუქი, მძიმე, კარგი ფიზიკური თვისებების მქონე
ფხვნილია, მისი ჰიგროსკოპულობა დაბალია, ახასიათებს ტუტე რეაქცია
და კარგი ბნევალობა.

თომასის წილაში P_2O_5 -ის შემცველობა დამოკიდებულია რკინის შედ-
გენილობაში ფოსფორის შემცველობაზე. ამასთან დაკავშირებით, ამ
სასუქში ლიმონმჟავასხნადი P_2O_5 შემცველობა 7—8—დან 16—20%-მდე
ცვალბადობს. თომასის წილის ფოსფორი წყალში არ იხსნება; იხსნება
2%-იანი ლიმონმჟავას ხსნარში. ფოსფატების ამ ფორმას ლიმონმჟავა-
ხსნად უწოდებენ. ლიმონმჟავას გავლენით ხსნარში გადადის კალციუმის
მონო-, დი- და ტეტრაფოსფატები.

თომასის წილა გამოიყენება კულტურების ძირითადი განოყიერებისა-
თვის. განსაკუთრებულ მაღალ ეფექტს იძლევა იგი მჟავე ნიადაგებზე,
მათ შორის წითელმიწებზე.

მარტენის ფოსფატწილა. გარდა თომასის წილისა, სოფლის მეურნე-
ობაში სასუქად სხვა წილების გამოყენებაც შეიძლება, მათ შორის მარტე-
ნის წილისა. იგი მიიღება მარტენის წარმოებაში თუჯიდან ფოლადის გა-
მოდნობისას, როგორც ანარჩენი. წილაში ფოსფორის შესაბოქად ამ
შემთხვევაშიც უმატებენ კირს. მარტენის ფოსფატწილა უფრო ღარიბია
ფოსფორით, ვიდრე თომასის წილა. იგი შეიცავს კალიუმისა და კალცი-
უმის სილიკატის ტეტრაფოსფატების ორმაგ მარილებს, აგრეთვე რკი-
ნას, მანგანუმს, მაგნიუმს და სხვა ნივთიერებებს. მარტენის ფოსფატწი-
ლაში ლიმონმჟავა ხსნადი P_2O_5 8—12%-ია. სასუქს ახასიათებს ძლიერ
ტუტე რეაქცია, კარგი ფიზიკური თვისებები და ბნევალობა.

სასუქში ფოსფორის მცირე შემცველობის გამო, მისი გამოყენება
მიზანშეწონილია ქარხნებთან ახლომდებარე ნაკვეთების გასანოყიერებ-
ლად.

მარტენის ფოსფატწილა გამოიყენება ძირითადი განოყიერებისათვის, მასზე განსაკუთრებით კარგად რეაგირებს შაქრის ქარხალი.

სამხანაცვლავული ფოსფატები

ფოსფორიტის ფქვილი. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. საერთო P_2O_5 19—25%. ფოსფორიტის ფქვილს ღებულობენ ფოსფორიტის აგრომანდის წვრილად დაფქვით. რაც წვრილად არის დაფქული ფოსფორიტი, მით უკეთესია მისი ხარისხი. სტანდარტის მიხედვით ფოსფორიტის ფქვილის 80% უნდა გადიოდეს 0,18 მმ დიამეტრის ნასვრეტების მქონე საცერში. არ უნდა შეიცავდეს 3% მეტ ტენს. არჩევენ ფოსფორიტის სამი ხარისხის ფქვილს: უმაღლესი ხარისხის, 25% P_2O_5 შემცველობით; პირველი ხარისხის — 22% და მეორე ხარისხის — 19% P_2O_5 შემცველობით.

ფოსფორიტში ფოსფორი წარმოდგენილია ჰიდროქსილ-აპატიტის, კარბონატისა და ფტორ-აპატიტის სახით. ფოსფატების ეს ნაერთები წყალში და სუსტ მჟავებში არ იხსნება და უმეტესი მცენარეებისათვის მისი ფოსფორი მიუწვდომელია, ამიტომ ფოსფორიტის ფქვილის უშუალოდ სასუქად გამოყენებაზე არსებობდა სხვადასხვა შეხედულება. მაგალითად, გერმანიაში პირველ ხანებში თვლიდნენ, რომ ფოსფორიტის ფქვილი უშუალოდ სასუქად არ გამოდგება, იგი წარმოადგენს მხოლოდ ნედლეულს სუპერფოსფატის წარმოებისათვის. ამავე დროს საფრანგეთში (ბრეტანიაში) ფოსფორიტის ფქვილს ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 60-იან წლებიდან იყენებდნენ. რუსეთში გასული საუკუნის 80-იან წლებში ა. ენგელგარტის მიერ დადგენილი იყო ეწერ ნიადაგებზე ფოსფორიტის ფქვილის მაღალი ეფექტი.

პრიანიშნიკოვმა ფოსფორიტის ფქვილის სასუქად გამოყენების პირობების შესწავლას ხელი მოჰკიდა 1896 წელს. მან მის მოწაფეებთან ერთად ჩამოაყალიბა ფოსფორიტის ფქვილის სასუქად გამოყენების ოთხი ძირითადი პირობა:

1. მცენარის ბიოლოგიური თავისებურება;
2. ნიადაგის თვისებები;
3. თანამგზავრი სასუქები;
4. ფოსფორიტის ბუნება და დაფქვის ხარისხი.

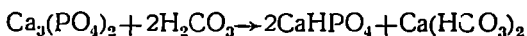
მან ცდებით დაადგინა, რომ ფოსფორიტის ფქვილიდან ფოსფორის შეთვისების საქმეში დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებას. საქმე ისაა, რომ სხვადასხვა მცენარე არაერთნაირად რეაგირებს ფოსფორიტის ფქვილის ფოსფორზე. მაგალითად, უმეტეს მცენარეებს, მარცვლოვნებს, ქარხალს, კარტოფილს, სელს, სამყურას, ფიგას და სხვ. ფოსფორიტის ფქვილიდან ფოსფორის გამოყენების უნარი შეს-

წევთ მხოლოდ მჟავე ნიადაგის პირობებში. ამავე დროს საშემოდგომო კვავი სამყურა, ცერცივი ფოსფორიტის ფოსფორს უკეთ ითვისებენ, ვიდრე სხვა მარცვლოვნები ან კარტოფილი, ჭარხალი, სელი და სხვ. გარდა ამისა, ამ კულტურების ერთი ჯგუფი, რომელსაც ფოსფორიტის ფქვილიდან ფოსფორის შეთვისების უნარი შესწევთ არა თუ მჟავე, არამედ სუსტი მჟავე და ნეიტრალური რეაქციის პირობებში. ასეთებია: ხანჭკოლა, მდოგვი, წიწიბურა, ესპარცეტი და სხვ.

ფოსფორიტის ფქვილის ეფექტურობისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის თვისებებს, კერძოდ: მჟავიანობას, შთანთქმის ტევადობას და ფუძეებით მადღრობის ხარისხს.

ფოსფორიტის ფქვილი მაღალ ეფექტს იძლევა მხოლოდ მჟავე ნიადაგებზე. ფოსფორიტის ფქვილის ფოსფორის ხსნადობაში მონაწილეობს როგორც აქტიური, ისე პოტენციური მჟავიანობა, მაგრამ გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს პოტენციურ მჟავიანობას.

ნიადაგში აქტუალური მჟავიანობა ძირითადად წარმოდგენილია ნახშირმჟავას სახით. იგი გამხსნელად მოქმედებს სამკალციუმიან ფოსფატზე და წარმოიქმნება ორკალციუმიანი ფოსფატი და კალციუმის ბიკარბონატი:



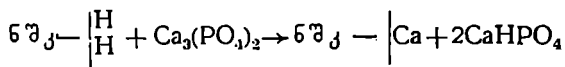
წარმოდგენილი ორკალციუმიანი ფოსფატი ადვილად ხსნადი და მცენარისათვის მისაწვდომია, მაგრამ იგი ძირითადი არ არის.

ძირითადია პოტენციური, კერძოდ, გაცვლითი მჟავიანობის გავლენით გახსნილი ფოსფორიტის ფქვილის ფოსფორი.

ფოსფორიტის ფქვილის ფოსფორის გახსნა იწყება იმ შემთხვევაში, როცა ნიადაგის პოტენციური მჟავიანობა, 2,5 მლ-ეჭვ აღემატება 100 გ ნიადაგზე, ნიადაგში პოტენციური მჟავიანობის მატებასთან ერთად ფოსფორიტის ფქვილის ხსნადობა მატულობს.

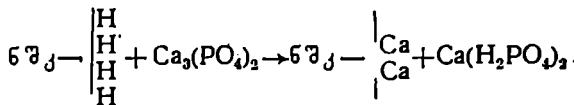
ფოსფორიტის ფქვილის ფოსფორის ხსნადობაზე გაცვლითი მჟავიანობის გავლენაში რომ დავრწმუნდეთ, მოვიყვანოთ ორი მაგალითი. პირველი — მისი მოქმედება მჟავე, მეორე — ძლიერ მჟავე ნიადაგთან. სქემატურად იგი შეიძლება შემდეგნაირად წარმოვიდგინოთ:

1. მჟავე ნიადაგთან მოქმედებს:



ამ სქემიდან ჩანს, რომ მჟავე ნიადაგთან ოსფორიტის ფქვილის მოქმედების შედეგად წარმოიქმნება კალციუმის ორჩანაცვლებული ფოსფატი, რომელიც ადვილად ხსნადი და მცენარის კვებისათვის მისაწვდომია.

2. ძლიერ მჟავე ნიადაგთან მოქმედება:



ამ რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება ერთხანაცვლებული კალციუმის ფოსფატი, რომელიც წყალში კარგად ხსნადი და მცენარისათვის კარგად შესათვისებელია.

ეს მონაცემები ნათლად მიგვანიშნებს ნიადაგის მჟავიანობის მნიშვნელობაზე. ფოსფორიტის ფქვილის ხსნადობა და მისი მოსალოდნელი ეფექტი ძირითადად დამოკიდებულია ნიადაგის მჟავიანობის ხარისხზე.

ფოსფორიტის ფქვილის გახსნაში, გარდა გაცვლითი მჟავიანობისა, მონაწილეობს აგრეთვე ჰიდროლიზური მჟავიანობა. ამით აიხსნება ის, რომ ჩრდილოეთის ნიადაგებზე ასევე გამოტუტულ შავმიწებზე, რომლებსაც გაცვლითი მჟავიანობა გამოხატული აქვთ მეტად სუსტად, ხოლო ჰიდროლიზური — მკვეთრად ფოსფორიტის ფქვილი მაღალ ეფექტს იძლევა.

გარდა ნიადაგის მჟავიანობისა, ფოსფორიტის ფქვილის ეფექტურობაზე დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის შთანთქმის ტევადობა და ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი. მისი ეფექტი იმ შემთხვევაშია მეტი, როცა მაღალია შთანთქმის ტევადობა და დაბალი — ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი.

ფოსფორიტის ფქვილის მოსალოდნელი ეფექტი მაშინ არის მაღალი, როცა ნიადაგის ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი 70%-ზე უფრო დაბალია.

დ. პრიანიშნიკოვის ლაბორატორიაში დაადგინეს ასევე თანამგზავრი სასუქების მნიშვნელობა ფოსფორიტის ფქვილის ფოსფორის ხსნადობაზე.

ფიზიოლოგიურად მჟავე სასუქები, პირველ რიგში ამონიუმის, ასევე კალიუმისა (გარდა ნეფელინის, ცემენტისა მტვრისა და ნაცრისა) რადგანაც იწვევენ ნიადაგის ხსნარის შემჟავებას, აძლიერებენ ნიადაგში ფოსფორიტის ფქვილის ხსნადობას.

ფოსფორიტის ფქვილის შეტანის წინ ნიადაგის მოკირიანება სასურველი არ არის. იგი იწვევს ნიადაგის ხსნარისა და გაცვლითი მჟავიანობის განეიტრალებას, ამით ფერხდება ფოსფორიტის ფქვილის გახსნა. დადგენილია, რომ ფოსფორიტში კალციუმის კარბონატის შემცველობა ხელს უშლის კალციუმის ტრიფოსფატის დაშლას ნიადაგში. ეს პროცესი მანამდე გრძელდება, სანამ ნიადაგში არ გაიხსნება ნახშირმჟავა კალციუმი.

ფოსფორიტის ფქვილის შეტანის შემდეგ დასაშვებია მჟავე ნიადაგების მოკირიანება კირის განსაზღვრული ნორმის გამოყენებით. მისი მიზანშეწონილობა დაკავშირებულია იმასთან, რომ ნიადაგის ძლიერ მჟავე

რეაქცია აკინნებს მცენარეს, აფერნებს მცენარეში ხსნადი ფოსფატების შეღწევას.

ფოსფორიტის ფქვილის ხსნადობა იზრდება მკავე ტორფის გავლენით. პრიანიშნიკოვის ლაბორატორიაში დადგენილი იქნა, რომ მალლობის ტორფისა და ფოსფორიტის ფქვილის შეფარდებისას 100:1, ფოსფორიტის ფქვილის ფოსფორი მთლიანად გადადის წყალში ხსნად ნაერთში, მაგრამ ფოსფორიტის ფქვილის ამ ღონემდე გახსნა აუცილებელი არ არის, საკმარისია მათი გადაყვანა კალციუმის ორჩანაცვლებულ ფოსფატამდე. ამიტომ ტორფოფოსფორიტის კომპოსტი შეიძლება მომზადდეს ტორფისა და ფოსფორიტის ფქვილის შემდეგი შეფარდებით: 95:5; 90:10. ამ მიზნისათვის გამოდგება როგორც მალლობის, ისე დაბლობის ტორფი, ამავე დროს დაბლობის ტორფი უფრო მდიდარია აზოტითა და ნაცრის ელემენტებით.

დ. პრიანიშნიკოვმა ექსპერიმენტულად დაადგინა ფოსფორიტის ფქვილის ხსნადობაზე ფოსფორიტის ბუნებისა და დაფქვის ხარისხის მნიშვნელობა. სასუქად გამოყენებულია ფოსფორიტის ფქვილი, რომელიც უფრო ამორფული ბუნებისაა, ვიდრე კრისტალური. ამორფული ფოსფორიტები უფრო იოლად იხსნება ნიადაგში, ვიდრე კრისტალური.

დიდი მნიშვნელობა აქვს ასევე ფოსფორიტის დაფქვის ხარისხს, რაც უფრო წვრილად არის დაფქული ფოსფორიტი, მით მაღალია მისი ეფექტი. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ ფოსფორიტის წვრილად დაფქვით იზრდება სასუქის ნიადაგთან შეხების ზედაპირი, ამით იქმნება საუკეთესო პირობები სასუქის ნიადაგთან ურთიერთქმედების, შესაბამისად, ფოსფორიტის ხსნადობის. დოლოპრუდნის აგროქიმიური სადგურის ხანგრძლივ ცდებში 45 გ/კა P_2O_5 , გამოყენებული სუპერფოსფატისა და წვრილად დაფქული ფოსფორიტის სახით, ერთნაირად მოქმედებდნენ საშემოდგომო ჰევის მოსავლიანობაზე (ცხრ. 51).

ფოსფორიტის ფქვილს, ფოსფორიან სასუქთა შორის, შემდგომქმედების თვალსაზრისით პირველი ადგილი უჭირავს. იმასთან დაკავშირებით,

ცხრილი 51. ფოსფორიტის დაფქვის ხარისხის გავლენა საშემოდგომო ჰევის მოსავალზე

მარცვლის მოსავლის ნაშატი	სუპერფოსფატის გამოყენებით	ფოსფორიტის ფქვილის გამოყენებით (ნაწილაკების სიმსხო მმ)		
		0,08 ნაკლები	0,08—0,17	0,17—0,5
ც/კა	4,1	3,6	2,9	1,8
პროცენტი	26	23	18	18

რომ მაღალია ფოსფორიტის ფქვილის შემდგომქმედება, ნიადაგში ამ სასუქის ყოველწლიურად შეტანა არ არის საჭირო, მაგრამ თესვისას სუპერფოსფატის შეტანა აუცილებელია, რადგანაც ხსნადი და ძნელადხსნადი ფოსფატების შეთანწყობა ნიადაგში განპირობებს სასუქის ეკონომიას, ასევე მცენარის ფოსფორით უზრუნველყოფას. ამავე დროს ყურადღება უნდა მიექცეს მცენარის სხვა საკვები ნივთიერებებით, პირველ რიგში აზოტითა და კალიუმით, ზოგ შემთხვევაში მიკროელემენტებით უზრუნველყოფას.

ფოსფორიტის ფქვილი გამოიყენება მყავე ნიადაგებზე ყველა კულტურის გასანოყიერებლად, იგი მაღალ ეფექტს იძლევა მოზნევიით, მთელი კვების არეზე თანაბარი განაწილებით და ნიადაგში ღრმა ჩაქეთების შემთხვევაში. ამ წესით გამოყენებული ფოსფორიტის ფქვილი არა თუ ჩამოუვარდება, არამედ კიდევ სჯობს სუპერფოსფატს ჩაის პლანტაციაში, ციტრუსებისა და ტუნგის ბაღებში.

სამჩანაცვლებულ ფოსფატებს, გარდა ფოსფორიტის ფქვილისა, მიეკუთვნება ვივიანტი $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ — ჭაობის მადანი, რომელშიც საერთო P_2O_5 28,3%-ია და ძვლის ფქვილი — $Ca_3(PO_4)_2$. ცხიმ და წებო-მოცილებულ ძვლის ფქვილში საერთო ფოსფორი 30—35% შეადგენს. ეს სასუქი გამოდგება მყავე ნიადაგების გასანოყიერებლად, მაგრამ მათ მიწათმოქმედებაში ფართო მასშტაბით არ იყენებენ. ძვლის ფქვილს იყენებენ მეცხოველეობაში, როგორც საკვების დანამატს.

ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება

სუპერფოსფატის შეტანა ნიადაგში თესვის დროს. ჩვენს ქვეყანაში, თანამედროვე ეტაპზე ნიადაგში ფოსფორის ბალანსი დადებითია. ერთ ჰექტარზე ყოველწლიურად მინერალური და ორგანული სასუქის სახით შეიტანება საშუალოდ 20 კგ P_2O_5 , ხოლო მისი გამოტანა მოსავლით ბევრად ნაკლებია. ქვეყნის ზოგიერთ რაიონებში მოსავლით მეტი ფოსფორი გამოიტანება, ვიდრე სასუქის სახით შეაქვთ. ამ მხრივ უკეთესი მდგომარეობაა ბამბის, შაქრის ჭარხლის, კარტოფილის, სელის, ჩაის, ციტრუსების, დაფნის, თამბაქოს, ტუნგის, ეთერზეთოვანი და ზოგიერთ სხვა კულტურებში. ამ კულტურებში ფოსფორის დადებითი ბალანსი განპირობებულია ფოსფორიანი სასუქების მაღალი ნორმების გამოყენებით. მაგრამ მთელი რიგი კულტურების მიმართ, მათ შორის მარცვლოვანების მიმართ ნიადაგში ფოსფორის ბალანსი უარყოფითია. ცდებით დადგენილია, რომ გრანულირებული სუპერფოსფატის ნიადაგში შეტანა მწკრივში თესლთან ერთად საშემოდგომო ხორბლეულების მოსავალს — 3, ხოლო საგაზაფხულო ხორბლისას 2,3 ც/ჰა ზრდის.

დიდი მნიშვნელობა აქვს სასუქის მწკრივში შეტანის ტექნიკას. როცა

სასუქის გრანული 5 სმ მეტი მანძილითაა დაშორებული თესლიდან, მაშინ მცენარეში ფოსფორის შეღწევა შენელებულია. ასევე უარყოფითად მოქმედებს ახალგაზრდა მცენარეში ფოსფორის შესვლაზე გრანულის სამსხოს გადიდება, სასუქის ლოკალურად შეტანისას. ეს კანონზომიერება ვრცელდება არა მარტო სათესი, არამედ სარგავი კულტურების (ბოსტნეული, თამბაქო, გერანი და სხვ.) მიმართაც. ზოგიერთი მცენარის (სიმინდი, მზესუმზირა, ბამბა) ზრდაზე უარყოფითად მოქმედებს ნიადაგში თესლთან სასუქის სიახლოვე, ამიტომ თესლსა და სასუქს შორის აუცილებელია ნიადაგში იყოს თავისუფალი მანძილი, ამავე დროს საჭიროა ფოსფორის დაბალი ნორმის — 7,5—10 კგ/ჰა P_2O_5 -ის გამოყენება.

მარცვლეული პურეულები ნაკლებად მგრძობიარეა თესლის გრანულებთან სიახლოვის მიმართ. ისინი დადებითად რეაგირებენ მასზე. ანალოგიური თვისება გააჩნია სელს, კანაფს, ბოსტნეულს, თესვის დროს მათი განოყიერებისათვის 10 კგ/ჰა P_2O_5 შეიტანება. სათესი მანქანით თესვის დროს, შაქრის ჭარხლისა და კარტოფილის რგვის დროს ჰექტარზე 20 კგ-მდე P_2O_5 შეაქვთ გრანულირებული სუპერფოსფატის სახით, ზოგჯერ მის ნარევეს იყენებენ აზოტიან ან აზოტიან და კალიუმიან სასუქთან ერთად.

სათესი მანქანით თესლთან ერთად გრანულირებული სუპერფოსფატის შეტანისას აუცილებელია სასუქიც და თესლიც იყოს მშრალი; გრანულებს უნდა გააჩნდეს მექანიკური სიმტკიცე, არ უნდა იზილებოდეს და იჭედებოდეს სათეს აპარატში; სუპერფოსფატი უნდა იყოს ნეიტრალური ან ლუსტი მყავე რეაქციის.

სუპერფოსფატი, რომლის რეაქცია მყავეა, თესლთან მცირე ხნის კონტაქტის — ორ საათამდე, შემთხვევაშიც კი საშემოდგომო ხორბლის, ჭვავის, ქერის, საგაზაფხულო ხორბლის, სელის, სუფრის ჭარხლისა და სხვ. კულტურების აღმოცენების უნარი მცირდება. მცირე მყავიანობის მქონე სუპერფოსფატის 1% მყავიანობისას, მისი შერევა ჭვავისა და ჭარხლის თესლთან 2 საათზე ადრე არ შეიძლება, ხოლო სხვა კულტურებისათვის 4—8 საათზე ადრე. განეიტრალებული სუპერფოსფატი შეიძლება ზემოთ ჩამოთვლილ მცენარეთა თესლს ავურიოთ თესვამდე 24 საათით ადრე.

სუპერფოსფატის ყოველი გრანულა, რომლის ზომა 1,5 მმ და მეტია, ნიადაგში ქმნის ფოსფორმყავა მარილის ისეთი კონცენტრაციის კერებს, რომელიც მავნებელია ახალგაზრდა მცენარის ფესვისათვის.

დადგენილია, რომ გრანულირებული სუპერფოსფატის ნიადაგში შეტანიდან ორი თვის შემდეგ, გრანულების მოხვედრის კერებში რჩება შეტანილი შესათვისებელი P_2O_5 -ის 20—25% წითელმიწებზე და 68—83% შავმიწებზე, შუალედი ადგილი უჭირავს კორდიან-ეწერ ნიადაგებს.

მრავალი ცდისაგან მიღებული შედეგების ანალიზით მეცნიერები მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ გრანულირებული სუპერფოსფატი, შეტანილი მწკრივში თესლთან ერთად, 15 კგ/ჰა P_2O_5 ანგარიშით, იძლევა სხვადასხვა კულტურის მოსავლის ისეთივე მატებას, როგორსაც 45 კგ/ჰა P_2O_5 მობნევით შეტანილი ფხვნილისებრი სუპერფოსფატის სახით; ყველა კულტურის მაღალი და მყარი მოსავლის მიღება შეუძლებელია ფოსფორით ძირითადი განოყიერების გარეშე. იგი დამოკიდებულია ერთი მხრივ ნიადაგის თვისებებზე, მეორე მხრივ მცენარის თავისებურებებზე.

ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება ძირითადი განოყიერებისათვის

ძირითადი განოყიერების მიზანი იმაში მდგომარეობს, რომ სავეგეტაციო პერიოდში არ დაუშვათ მცენარისათვის დიდი ხნის მანძილზე შესათვისებელი ფოსფორის დეფიციტი ნიადაგში. ნიადაგში ფოსფორის დეფიციტის წარმოქმნას იწვევს ნიადაგის ფოსფორიტების მარაგის ნელი და არასაკმარაო რაოდენობით გადასვლა მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმაში. ძირითადი განოყიერების დასაბუთება ხუთი ფაქტორის მოქმედებით განისაზღვრება:

- სასუქის შეტანის ვადა;
- სასუქის ჩაქეთების სიღრმე;
- სასუქის ფორმები მათი ხსნადობის მიხედვით;
- სასუქის ნორმა;
- ფოსფორიანი სასუქის შეთანაწყობა სხვა სასუქებთან.

ნეიტრალური ან მასთან ახლო მყოფი რეაქციის მქონე ნიადაგებში, ფოსფორმკვავას ხსნადი მარილების შეტანის ვადას არსებითი მნიშვნელობა არ აქვს. ეს იმიტომ, რომ მათი დანაკარგი გამორეცხვით არ ხდება. მართალია ქიმიურ შთანთქმას ექნება ადგილი, მაგრამ იგი მთავრდება კალციუმის დიფოსფატის წარმოქმნით, რომელიც შესათვისებელია მცენარისათვის.

შავმიწა ნიადაგებზე თესვამდე შეტანილმა სუპერფოსფატმა, ფიზიოლოგიური თავისებურებებით ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებული კულტურების (სიმინდი, შვრია, ფეტვი, სამყურა) მიმართ არ შეამცირა თავისი მოქმედება 557 დღე-ღამის განმავლობაში.

შევე ნიადაგებში სუპერფოსფატის შეტანის შედეგად ნიადაგში ორჩანაცვლებული კალციუმის ფოსფატის გარდა წარმოიქმნება რკინისა და ალუმინის ფოსფატები, საიდანაც მცენარეები ფოსფორს უმნიშვნელო რაოდენობით იყენებენ. ამასთან დაკავშირებით, საჭიროა თესლის თესვამდე და ნერგის, ჩითილის დარგვამდე, თავი აუარილოთ დიდი ხნით ადრე ნიადაგში ფოსფორიანი სასუქის შეტანას.

გარდა სასუქის შეტანის ვადისა, ძირითადი განოყიერებისას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ფოსფორიანი სასუქის ნიადაგში ჩაკეთების სიღრმეს. ეს იმიტომ, რომ ფოსფორის ანიონი ნიადაგში ძლიერად შთანთქმება, ამიტომ ძალზე ნელა გადაადგილდება. ფოსფორის მკვას ანიონის ეს თავისებურება ადრე იყო ცნობილი, მაგრამ რადიოიზოტოპების მეთოდის გამოყენებამ იგი ერთხელ კიდევ ნათელყო. გაირკვა, რომ საძოვრებზე სუპერფოსფატის მალალი ნორმით P_2O_5 450 კგ/ჰა ზედაპირული შეტანის შემთხვევაშიაც კი ფოსფორის ანიონმა 2,5 სმ-ზე უფრო ღრმად არ გადაინაცვლა ნიადაგში. ამიტომ ფოსფორიანი სასუქი, როგორც წესი, უნდა შევიტანოთ ღრმად.

მცენარის ასაკის ზრდასთან ერთად სასუქიდან შთანთქმული ფოსფორის წილი მცირდება. ამაზე ნათელ წარმოდგენას იძლევა სიმინდის მიმართ ჩატარებული ცდები. ცდაში ფოსფორი შეიტანებოდა თესლზე 5 სმ-ით ღრმად, ასევე, ამავე მანძილზე თესლიდან დაშორებით პორიზონტალურად. გაირკვა, რომ განვითარების სხვადასხვა ფაზაში სასუქიდან გამოტანილი P_2O_5 -ის რაოდენობა მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისაგან:

სასუქის P_2O_5 მცენარეში (% მცენარეში არსებული საერთო P_2O_5 -დან)	განვითარების დაწყებისას 45—95	ქოჩრების გამოტანისას 11—33	მარცვლის მომწიფებისას 7—13
--	-------------------------------	----------------------------	----------------------------

აქედან ჩანს, რომ ზრდის დაწყების დროს მცენარეში ფოსფორის თითქმის მთელი რაოდენობა სასუქის ფოსფორის ხარჯზე მოდის, ხოლო მარცვლის მომწიფების პერიოდში სასუქის ფოსფორის მხოლოდ 0,1% გამოიყენა, დანარჩენი 0,9% ნიადაგის ფოსფორის ხარჯზე აღმოჩნდა.

ფოსფორიანი სასუქის ღრმად შეტანის აუცილებლობაზე მიგვანიშნებს, ასევე სავეგეტაციო ცდების მონაცემებიც. სავეგეტაციო ჰურჭელში ნიადაგის მთელი მასა თითქმის გაჯერებულია ფესვით, ამ შემთხვევაშიც კი ფოსფორის ღრმად შეტანა დიდ გავლენას ახდენს მცენარეზე. მცენარე უკეთ ვითარდება მაშინ, თუ ფოსფორიანი სასუქი სავეგეტაციო ჰურჭელში შეტანილია 10 სმ და უფრო ღრმად.

ძირითადი განოყიერებისათვის ფოსფორიანი სასუქის ღრმად შეტანის აუცილებლობა მინდვრის პირობებშიც არის დაგეგმილი. მას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ტენით ნაკლებად უზრუნველყოფის პირობებში. საქმე ისაა, რომ წყალს და მასში გახსნილ საკვებ ნივთიერებებს მცენარე ითვისებს აქტიური ფესვებით, ამავე დროს ისინი გამომშრალ ნიადაგში არ ვითარდებიან და არსებული აქტიური ფესვები სწრაფად იღუპებიან: სახნავი ფენის ზედა ნაწილის გამოშრობა ტენით უზრუნველყოფილ რაიონებშიც კი წლის მანძილზე რამდენიმეჯერ ხდება. ამ პირობებში ზედაპირულად შეტანილი ფოსფორიანი სასუქი მცენარის

მეორე გამოუყენებელი რჩება. ფოსფორიანი სასუქის ღრმად შეტანის აუცილებლობაზე ჯერ კიდევ 1867 წელს მიუთითებდა ტიმირიაზევი. ამ გვალვიან წელს (ციმბირის გუბერნია) მან შენიშნა, რომ სუპერფოსფატი ზრდის მარცვლეული კულტურების გვალვაგამძლეობას. შემდგომში ეს დებულება მრავალი ცდით დადასტურდა.

სარწყავ პირობებშიც კი, ფოსფატები ნიადაგში გადაინაცვლებენ მეტად უმნიშვნელოდ. მაგალითად ოთხწლიან ცდებში (აშშ ვირჯინია) 112 და 224 კგ/ჰა P_2O_5 ზედაპირულად შეტანის შემთხვევაში, ფოსფატი-ონი გადაადგილდა მხოლოდ 5 სმ სიღრმეზე, ურწყავ პირობებში მძიმე ნიადაგებზე გადაადგილდა 0,5 — 1,5 სმ სიღრმით, ხოლო მსუბუქ ნიადაგებზე — შედარებით ღრმად.

ნიადაგში არაღრმად ჩაკეთებული სასუქი მომდევნო გადახვნის დროს აერევა ღრმა ფენებს, რაც იწვევს მომდევნო კულტურის კვების პირობების გაუმჯობესებას. ფოსფორიანი სასუქის შეტანის წელს მაღალი ეფექტის მიღწევა შესაძლებელია მხოლოდ სასუქის ღრმად ჩაკეთებით. ძირითადი განოციერებისათვის ფოსფორიანი სასუქის ნიადაგში ჩაკეთების სიღრმე ამა თუ იმ კულტურისათვის დამოკიდებულია ნიადაგის მოხვნის სიღრმესთან.

ძირითადი განოციერებისათვის ფოსფორიანი სასუქის ფორმების შერჩევის კრიტერიუმში, მათი აგროტექნიკური და ეკონომიკური შეფასებაა. იგი უნდა მოხდეს ნიადაგის ნაყოფიერებისა და კულტურის თავისებურების გათვალისწინებით. ჩვენ ქვეყანაში ძირითადი ფოსფორიანი სასუქი სუპერფოსფატია. იგი თითქმის ყველა ნიადაგზე თანაბრად ეფექტურობს. გამოწკლის წარმოადგენს ტყის რუხი და სამხრეთის შავმიწა ნიადაგები, სადაც სუპერფოსფატი ნაკლებად ეფექტურია. ამ მოვლენის მიზეზი იმაში მდგომარეობს, რომ ტყის რუხი ნიადაგები ხასიათდება ფოსფორის ორგანული ნაერთების ნიადაგში მეტი მოძრაობის უნარით. გარდა ამისა, აზოტის სიღარიბით, ხოლო სამხრეთის შავმიწები — ტენის ნაკლებობით.

ფოსფორიანი სასუქის ასორტიმენტში ფოსფორიტის ფქვილს მეორე ადგილი უკავია. ამ სასუქის ეფექტი, როგორც ეს ზემოთ აღვნიშნეთ, დამოკიდებულია ნიადაგის მკვებლობის ხარისხზე, კულტურის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე, ნიადაგში მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის შემცველობასა და სხვ. მრავალ პირობაზე. ამჟამად ჩვენ ქვეყანაში ყოველწლიურად გამოიყენება 4 მლნ. ტონაზე მეტი ფოსფორიტის ფქვილი. მისი სწორი გამოყენება, მეცნიერულად დასაბუთებული ნორმა 3—4 ც/ჰა უზრუნველყოფს 10—12 მლნ ჰა და მეტი ფართობის განოციერებას.

ფოსფორიანი სასუქის ფორმების შერჩევისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის თვისებებს, რადგანაც იგი განსაზღვრავს სასუქის ფოსფორის ხსნადობას და მცენარის მიერ მის გამოყენებას. ჩვენ ქვეყანაში ნიადაგის მრავალ სახეობებს ვხვდებით, რაც ფოსფორიანი სასუქის ყველა ფორმის გამოყენების საშუალებას იძლევა.

ძირითადი განოციერებისათვის ფოსფორიანი სასუქის ნორმა დამოკიდებულია ნიადაგში შესათვისებელი ფორმის ფოსფორის შემცველობაზე, გეგმიური მოსავლის დონეზე, თანამგზავრ სასუქებსა და სხვა პირობებზე. მისი საშუალო ნორმა ერთწლიანი კულტურებისათვის 30—45-დან 90—120 კგ/ჰა P_2O_5 ფარგლებში ცვალებადობს. მრავალწლიან კულტურებში — ჩაი, ციტრუსი, ტუნგი, კეთილშობილი დაფნა და სხვ. — ბევრად მაღალია, ზოგჯერ 500 კგ/ჰა აღწევს. ფოსფორიანი სასუქის საშუალო ნორმებს იყენებენ სიმინდის, კარტოფლის, ბოსტნის, საკვები მცენარეების განოციერებისათვის, ხოლო მარცვლოვანი პურეულებისა და პარკოსანი მცენარეების განოციერებისათვის ფოსფორიანი სასუქების ნორმა უფრო დაბალია.

დადგენილია, რომ სასუქის ფოსფორის გამოყენების კოეფიციენტი თესლბრუნვის პირველი კულტურის მიერ 5—15% ფარგლებშია, უკეთეს შემთხვევაში 25% აღწევს. ფოსფორიანი სასუქების ეფექტურობის ამაღლებას დიდად უწყობს ხელს მისი ლოკალურად შეტანა (ცხრ. 52).

ცხრილი 52. ფოსფორიანი სასუქების ლოკალურად შეტანის გავლენა მცენარის მიერ ფოსფორის გამოყენების კოეფიციენტზე

კულტურა	ნამატი მოსავალი, ც/ჰა		ფოსფორის გამოყენების კოეფიციენტი შეტანის პირველ წელს, %	
	მობნევით	ლოკალურად	მობნევით	ლოკალურად
კარტოფილი	119,0	166,0	29,3	50,2
საშემოდგომო ხორბალი	7,1	11,9	13,7	23,1
საშემოდგომო ქვეი	4,4	7,4	9,4	14,1
შვრია	5,7	8,8	8,2	13,8

სასუქის გამოყენების ეკონომიკური ეფექტურობის ასამაღლებლად დიდი მნიშვნელობა აქვს ნაზავის შედგენას. ამავე დროს ფოსფორიანი სასუქის ტუტე ფორმები — თომასისა და ფოსფატწილა არ შეიძლება შევუერთოთ ამონიუმის შემცველ სასუქებს, რადგან ამ შემთხვევაში ამონიაკი დაიკარგება; სასუქის შეტანის წინ შეიძლება მშრალი სუპერფოსფატი შევუერთოთ ასევე მშრალ ამონიაკურ და ნიტრატულ სასუქებს. ამონიუმის გვარჯილის სუპერფოსფატთან დიდი ხნით ადრე შერევა გამოიწვევს ნა-

ზავის დატენიანებას, ხოლო ამონიუმის სულფატისა სუპერფოსფატთან — ამიაკის დანაკარგს.

მეავე სუპერფოსფატის ნიტრატულ სასუქებთან შერევისას მოსალოდნელია შემდეგი რეაქცია — $\text{NH}_3\text{PO}_4 + \text{NaNO}_3 = \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{HNO}_3$ და აზოტის დანაკარგი.

სუპერფოსფატის მეკვიანობა უარყოფითად მოქმედებს მცენარეზე. ამიტომ საჭიროა მისი განეიტრალება. ამ მიზნით სუპერფოსფატს უმატებენ 15% ფოსფორიტის ან 10% დოლომიტის ფქვილს, ან 10% დაფქულ კირქვას.

სუპერფოსფატით გამოკვება

მცენარეთა ფოსფატებით გამოკვების აუცილებლობას სამი ძირითადი გარემოება განაპირობებს: 1. მცენარის გარეგანი ნიშნების მიხედვით გამოვლინებული ფოსფორის სიმცირის შევსება ნიადაგში; 2. ძირითადი განოციერების დროს ფოსფორის არასრული ნორმით შეტანით გამოწვეული სხვაობის მოსპობა; 3. მეავე ნიადაგებზე სასუქის ფოსფორის გამოყენების კოეფიციენტის ამაღლება; ამ მიზნისათვის იყენებენ როგორც ფესვებით კვების, ისე ფესვის გარეშე გამოკვების წესს.

ფესვის გარეშე კვებისას ფოთლები შთანთქავენ ფოსფატ-იონებს, იგი ენერგიულად გადაინაცვლებს სხვა ორგანოებში, მათ შორის ფესვებშიც, ფესვი კი მას ნიადაგში გამოყოფს. ფოსფორით ფესვის გარეშე კვებას გადამწყვეტი მნიშვნელობა არა აქვს, რადგანაც ამ წესით მცენარე მას ძალზე მცირე რაოდენობით ღებულობს. გარდა ამისა, მისი შესრულება ტექნიკურად ძნელია და ძვირი ჯდება, იხარჯება ბევრი წყალი, საჭიროა ძალზე დაბალი კონცენტრაციის ხსნარი, ფოთლები რომ არ დაზიანდეს.

მნიშვნელოვან სიძნელებთან არის დაკავშირებული მცენარის სუპერფოსფატით გამოკვება ნიადაგიდან. ამ სიძნელებს იწვევს ნიადაგის მიერ ფოსფატ-იონების შთანთქმა, როგორც ქიმიურად, ისე ფიზიკურ-ქიმიურად და ეს შთანთქმა მეტად სწრაფად მიმდინარეობს. ფოსფატ-იონების გადანაცვლება ვერტიკალური და ჰორიზონტალური მიმართულებით უმნიშვნელო ხდება, ამიტომ სუპერფოსფატის ზედაპირული შეტანა დაუშვებელია.

პრაქტიკაში არის შემთხვევა, როცა ძირითადი განოციერებისას არ ხდება ფოსფორის სრული ნორმით შეტანა. ამ შემთხვევაში ფოსფორით გამოკვება აუცილებელია. ამ პირობებში სათოხნ კულტურებში სუპერფოსფატით გამოკვება და მისი 10--12 და უფრო ღრმად ჩაკეთება მაღალ ეფექტს იძლევა.

კალიუმისანი სასუქები

კალიუმის როლი მცენარის სიცოცხლეში

კალიუმი აუცილებელი საკვები ელემენტია არა მარტო მცენარისათვის, არამედ ცხოველებისა და მიკროორგანიზმებისათვისაც.

კალიუმი მცენარეში იონური ფორმითაა. იგი არ შედის უჯრედის ორგანული ნივთიერების შედგენილობაში. კალიუმი ძირითად ციტოპლაზმასა და ვაკუოლებშია, ხოლო ბირთვში არ არის.

მცენარეში არსებული კალიუმის საერთო რაოდენობის დაახლოებით 20% ქსოვილებშია, ციტოპლაზმის კოლოიდების მიერ შთანქმულ მდგომარეობაში და გააჩნია გაცელის უნარი. 1%-მდე კალიუმი არაგაცვლითად არის შთანქმული მიტოქონდრიების მიერ. კალიუმის ძირითადი ნაწილი — 80%-მდე უჯრედის წვენიშია, რომელიც იოლად გამოირეცხება წყლის მოქმედებით. ამიტომ მცენარიდან, განსაკუთრებით მისი ძველი ფოთლებიდან, კალიუმის გამოირეცხვა წვიმის გავლენით ჩვეულებრივი მოვლენაა. ეს პროცესი ღამით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს, ვიდრე დღის საათებში.

კალიუმი დიდ გავლენას ახდენს პირველ რიგში ციტოპლაზმის კოლოიდების წყლით გაჯერებაზე (ჰიდროფილობა), იგი აძლიერებს მას, ხელს უწყობს მცენარეში წყლის შეკავებას, ხანმოკლე გვალვებისადმი გამძლეობას.

კალიუმი ხელს უწყობს კარტოფილის ტუბერებში სახამებლის, შაქრის ჭარხალში — სახაროზის, ხეხილოვან და ბოსტნის კულტურების მოსავალში — მონოშაქრების დაგროვებას.

კალიუმი იწვევს მცენარის უჯრედის წვენი ოსმოსური წნევის გადიდებას, ამასთან დაკავშირებით იზრდება მცენარის გამძლეობა ზამთრის არახელსაყრელი პირობებისადმი. კალიუმის ამ თვისებას დიდი მნიშვნელობა აქვს ყინვებისადმი მგრძობიარე სუბტროპიკული კულტურების, პირველ რიგში ციტრუსების ყინვაგამძლეობის ასამაღლებლად.

კალიუმის მოქმედებასთან არის დაკავშირებული მცენარეში მაღალმოლეკულური ნახშირწყლების: ცელულოზის, ჰემიციელულოზის, ასევე პექტინოვანი ნივთიერებების, მჟავებისა და სხვ. სინთეზი. ამ პროცესის შედეგად მცენარის მერქანი მკვრივი ხდება, ქსოვილებს უვითარდება სქელი და მდგრადი კედელი, ამიტომ მცირდება პურეული მცენარეების ჩაწოლა, სელისა და კანაფის ბოჭკო უკეთესი ხარისხისა ხდება. ხეხილოვანი მცენარეები ნაკლებად ზიანდება ქარის, მაღალი მოსავლის, ასევე დიდი თოვლის გავლენით, რასაც განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა

აქვს სუბტროპიკულ ზონაში უხვმოსავლიანი კულტურების — ციტრუსებისა და ტუნგის ბალეში.

კალიუმში არის კატალიზატორი ზოგიერთი ფერმენტის ცხოველყოფილობისათვის. იგი ასევე აძლიერებს მცენარეში ზოგიერთი ვიტამინის — თიამინის, რიბოფლავინის წარმოქმნასა და დაგროვებას, ხელს უწყობს ფოტოსინთეზის ნორმალურ მსვლელობას, აძლიერებს ფოთლის ფირფიტადან სხვა ორგანოებში ნახშირწყლების გადაადგილებას.

კალიუმს, ისევე როგორც კალციუმსა და მაგნიუმს, დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა ამონიაკური კვებისას. კალიუმის კვების შეფერხება მცენარეში იწვევს მეტაბოლიზმის დარღვევას. მის დეფიციტს უკავშირდება ფერმენტების მოქმედების შესუსტება, ნახშირწყლების, ცილების გაცვლის დარღვევა, სუნთქვის პროცესში შაქრების ხარჯვის მატება, ფუყე ნაყოფების წარმოქმნა, თესლის აღმოცენების უნარის შემცირება, ასევე მოსავლის ხარისხის გაუარესება, მცენარის დაავადებების გაძლიერება და მოსავალში შაქრების შემცველობის შემცირება.

კალიუმით მცენარის შიმშილის გარეგანი ნიშნები (სიმპტომები) ძლიერ ვლინდება კალიუმის მოყვარულ მცენარეებში.

კალიუმით შიმშილით მცენარეში ფერხდება ნივთიერებათა ცვლასთან დაკავშირებული თითქმის ყველა ბიოქიმიური პროცესი.

მცენარე კალიუმს შთანთქავს კათიონის სახით. უნდა ვიფიქროთ, რომ იგი მცენარის უჯრედში რჩება, როგორც ელექტრო მუხტის მატარებელი იონი, რომელიც უჯრედის ნივთიერებებთან სუსტ კავშირს ამყარებს. უჯრედში მნიშვნელოვანი რაოდენობით დაგროვილი კალიუმი, ძირითადი საშუალებაა უარყოფითად დამუხტული იონების გასანეიტრალებლად, რომლებიც იმყოფება არაორგანიული ანიონების, ასევე უჯრედის ნახევრად ელექტროლიტების სახით. ამავე დროს წარმოქმნის იონურ ასიმეტრიას და სხვადასხვა ელექტრო პოტენციალს გარემოსა და უჯრედს შორის. უნდა ვიფიქროთ, რომ ამაში მდგომარეობს კალიუმის სპეციფიკური ფუნქცია, რის გამო იგი მცენარის მინერალური კვებისათვის შეუცვლელი ელემენტია.

მცენარის უჯრედში კალიუმის შემცველობა მნიშვნელოვნად აღემატება სხვა კათიონების შემცველობას. იგი აღემატება ასევე გარემო ხსნარში არსებული კალიუმის შემცველობასაც. მაგალითად, უმაღლესი მცენარის უჯრედში კალიუმის კონცენტრაცია 100—1000-ჯერ მეტია, ვიდრე გარემო ხსნარში.

მრავალი ცდით დამტკიცებულია, რომ არსებობს კორელაცია მცენარის უჯრედში კალიუმის შემცველობასა და ზრდის პროცესების ინტენსივობას შორის. უნდა ვიგულისხმობთ, რომ კალიუმის ნაკლებობა აფერხებს უჯრედის დაყოფას, ზრდას, გაფართოებას.

ახლა სადავო არც ის არის, რომ კალიუმის სიმცირე იწვევს ფოტო-

სინთეზის პროდუქტიულობის შემცირებას. ამ პირობებში ფოთლებიდან ფოტოსინთეზის პროდუქტების გადაადგილება სხვა ორგანოებში მნიშვნელოვნადაა შეფერხებული.

კალიუმზე მოთხოვნილების კრიტიკული პერიოდი მცენარის აღმოცენებიდან 15 დღე-ღამის განმავლობაში ვლინდება. კალიუმის მაქსიმალურ რაოდენობას მცენარე იყენებს ბიოლოგიური მასის ინტენსიურად წარმოქმნის პერიოდში.

მარცვლოვანი და მარცვლოვან-პარკოსანი მცენარეები კალიუმის შთანთქმას ძირითადად ამთავრებენ აქტიური ყვავილობისა და რძისებრ-ცივილისებრი სიმწიფის სტადიაში. სელი — აქტიური ყვავილობისას, კარტოფილი, შაქრის ჭარხალი, კომბოსტო — მთელი ვეგეტაციის პერიოდში, მაგრამ მაქსიმალური რაოდენობით კალიუმის გამოყენება მიმდინარეობს კარტოფილის მიერ — ყვავილობისა და ტუბერების წარმოქმნისას, შაქრის ჭარხალში — ძირხვევნების წარმოქმნისას, კომბოსტოში — თავის დახვევისას.

კალიუმი ხელს უწყობს ფოსფატების ჩართვას ორგანულ ნაერთებში. ასრულებს ფოსფატების ჭგუფის ნაერთების მცენარეში გადამტან ფუნქციას.

ფერმენტების გააქტიურების საქმეში კალიუმის როლი დიდია. კალიუმი (კათიონი) ურთიერთმოქმედებს ფერმენტის მოლეკულასთან, უცვლის მას კონფორმაციას, უზრუნველყოფს კომპლექს ფერმენტ K^+ — სუბსტრატის წარმოქმნას. გამორიცხული არ არის, რომ კალიუმი, როგორც იონი — ეფექტორი, ემსახურება არა მარტო ფერმენტატულ, არამედ სხვა ცილებსაც. დადგენილია, რომ უჯრედის მემბრანის გამტარიანობის უნარი კალიუმის მიმართ უფრო მეტია, ვიდრე სხვა იონებისა, გარდა H^+ იონისა.

უჯრედში კალიუმის შემცირებასთან ერთად იზრდება ნატრიუმის, კალციუმისა და მაგნიუმის, ასევე თავისუფალი ამიაკის, წყალბადისა და მინერალური ფოსფატ-იონების შემცველობა, ხოლო ნიტრატებისა და სულფატებისა — მცირდება.

კალიუმი, როგორც წესი, ყოველთვის მეტია მცენარის ახალგაზრდა, მოზარდ ორგანოებში, ასევე შერისტემასა და კამბიუმში. ძველი ფოთლებიდან კალიუმი გადაინაცვლებს ახალგაზრდა ფოთლებში ე. ი. ადგილი აქვს რეულიტარიზაციას. ეს პროცესი მაშინაა გაძლიერებული, როცა საკვებ ხსნარში მცირეა შესათვისებელი კალიუმი.

ძველიდან ახალ ფოთლებში კალიუმის გადაინაცვლებას ხელს უწყობს ნატრიუმი. ზრდადამთავრებულ ქსოვილებსა და ფოთლებში ნატრიუმი იჭერს კალიუმის ადგილს. ამდენად კალიუმისათვის დამახასიათებელია მცენარეში ე. წ. კონცენტრაციის ბაზაპეტალური გრადიენტი ფოთლებსა

დო ნაზარდებში. კალიუმის შემცველობა მშრალი მასის ერთეულზე განგარიშებით ქვემოდან ზემოთ მატულობს.

კალიუმის შემცველობას მცენარეში ნიადაგსა და სასუქში ანგარიშობენ K_2O -ს გადაანგარიშებით.

სხვადასხვა კულტურის მოსავალში კალიუმის საშუალო შემცველობა ერთნაირი არ არის (იხ. თავი მცენარის ქიმიური შედგენილობა). მაგალითად, მშრალი ნივთიერების ერთეულზე გადაანგარიშებით შაქრისა და საკვები ჭარხალი, ასევე კარტოფილი მეტ კალიუმს შეიცავს, ვიდრე მარცლოვანი და პარკოსანი კულტურების მოსავალი. კალიუმის მაღალი შემცველობით გამოირჩევა ბოსტნეული კულტურები, ციტრუსების ნაყოფი და სხვ. მარცლოვანი კულტურების მოსავალს ნიადაგიდან კალიუმში გამოაქვს იმავე რაოდენობით, რა რაოდენობითაც გამოაქვს აზოტი, ან ოდნავ ნაკლები, ხოლო 2—3-ჯერ მეტი, ვიდრე ფოსფორი. 10 ც მოსავალზე გაანგარიშებით სხვადასხვა მცენარეს ნიადაგიდან კალიუმის სხვადასხვა რაოდენობა გამოაქვს ძირითადი და თანამგზავრი მოსავლით. მარცლოვნებს — 25—37, მარცლოვან პარკოსნებს — 16—20, კარტოფილს — 7—9, შაქრისა და საკვებ ჭარხალს — 6,7—7,5, ბოსტნის კულტურებს — 4,5, ჩაის მწვანე ფოთოლს — 5—6, მანდარინის ნაყოფს — 1,7—1,8, ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველს — 1,6—1,9 ლიმონს — ქართულს — 2,6—2,8 ლიმონს — მეიერს — 2,0—2,1 კგ.

მოსავლის ერთეულზე საკვები ელემენტების გამოტანა დაკავშირებულია სასაქონლო და არასასაქონლო მოსავალს შორის შეფარდებაზე. მარცლოვანი კულტურები მეტი რაოდენობით კალიუმს შეიცავს არასასაქონლო პროდუქტიაში (ჩალა, ნამჭა); ძირხვენები, ბოსტნის კულტურები, მრავალწლიანი ბალახები და სხვ. — პირიქით. ასე მაგალითად, მცენარის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილი კალიუმის საერთო რაოდენობიდან ხორბლის მარცვლის მიერ გამოიტანება 15%, ხოლო ჩაის მიერ — 85% კარტოფილის ტუბერებში კი K_2O თავს იყრის 95%-მდე, ხოლო ფოთლებში — 5%-მდე.

რაც მეტი რაოდენობით კალიუმი იყრის თავს არასასაქონლო პროდუქტიაში, მით ნაკლები რაოდენობით კალიუმი გაიტანება მეურნეობიდან, ამ შემთხვევაში კალიუმის ბიოლოგიური ბრუნვა და მისი ბალანსი შეურნეობაში უკეთესია.

ნიადაგში კალიუმის შემცველობა და მცენარის მიერ მისი შესატვისებლობა

ნიადაგის სახნავ ფენაში კალიუმის საერთო რაოდენობა აზოტთან შედარებით 5—50-ჯერ, ფოსფორთან შედარებით — 8—40-ჯერ მეტია. ე. ი. ნიადაგში კალიუმის საერთო მარაგი ყოველთვის მეტია, ვიდრე აზოტისა და ფოსფორისა ერთად აღებული. ამავე დროს სხვადასხვა ნიადაგებში

საერთო კალიუმის შემცველობა სხვადასხვაა, ასე მაგალითად, კორდიან-
ეწერ ნიადაგებში — 1—2%; ტყის რუხი, გაეწერებულ, დეგრადირებულ
და ჩვეულებრივ შავმიწებში — 2,5%-მდე, სამხრეთის შავმიწებსა და წაბ-
ლა ნიადაგებში 2%-მდე, წითელმიწებში 0,51—1,43%; სუბტროპიკულ
ეწერებში 0,08—1,13%; ბიცობ და ბიც ნიადაგებში — 1,2—3,0%; ძალზე
მცირე რაოდენობით საერთო კალიუმს (0,03—1%-მდე) შეიცავს ტორ-
ფიანი ნიადაგები.

კალიუმს ძირითადად შეიცავს ნიადაგის მინერალური ნაწილი, ხოლო
ორგანულ ნაწილში იგი ძალზე მცირეა. ნიადაგში არსებული კალიუმი
მცენარისათვის მისაწვდომი ფორმების მიხედვით იყოფა:

1. პირველადი და მეორადი მინერალების კრისტალურ მესერში არსე-
ბული კალიუმი, მის ხარჯზე მოდის ნიადაგის კალიუმის ძირითადი
ნაწილი;

2. კოლოიდური ნაწილაკების მიერ გაცვლითად და არაგაცვლითად
შთანქმული კალიუმი, მის ხარჯზე მოდის ნიადაგის კალიუმის მნიშვნე-
ლოვანი ნაწილი;

3. ფესვის ანარჩენებსა და მიკროორგანიზმების სხეულში არსებული
კალიუმი;

4. ნიადაგის ხსნარში არსებული მინერალური კალიუმი, კარბონატე-
ბი, ნიტრატები, ქლორიდები და სხვ. მათი ხვედრითი წილი ნიადაგის სა-
ერთო კალიუმში ძალზე მცირეა.

მცენარის კვებისათვის ყველაზე კარგი წყაროა წყალში ხსნადი კალი-
უმის მარილები. მცენარეულ ანარჩენსა (მკვდარი ფესვი, ჩამოცვენილი
ფოთოლი, ყვავილი და სხვ.) და მიკროორგანიზმების სხეულში მყოფ
კალიუმი მცენარის მიერ კარგად გამოიყენება მათი მინერალიზაციის
შემდეგ. კალიუმით კვების უშუალო რეზერვს წარმოადგენს კალიუმის
გაცვლითი კათიონები და ნაკლებად ხსნადი მარილები. უახლოესი რე-
ზერვა: ჰიდროქარსების, ვერმიკულიტის, მონტმონროლიტის შედგენი-
ლობაში შემავალი კალიუმი, ასევე არაგაცვლითად შთანქმული კათი-
ონი და ნაკლებად ხსნადი მარილები.

ნიადაგის კალიუმის პოტენციური რეზერვა მინდვრის შპატის, ქარ-
სების, პიროქსენებისა და პირველადი ქლორიდების შედგენილობაში
შემავალი კალიუმი.

ნიადაგში საერთო კალიუმის შემცველობა დაკავშირებულია ნიადაგის
ფიზიკურ თვისებებთან, ნიადაგში რაც მეტია ლამის ფრაქცია, მით მეტია
საერთო კალიუმი. საერთო კალიუმის ცნების ქვეშ გაერთიანებულია
ნაერთების სხვადასხვა ფორმები:

1. წყალხსნადი კალიუმი — მცენარისათვის იოლად მისაწვდომი;

2. გაცვლითი კალიუმი — მცენარისათვის კარგად მისაწვდომი;

3. მოძრავი კალიუმი ანუ წყალხსნადი და გაცვლითი კალიუმის (რომელიც გამოძევდება ნიადაგიდან მარილის გამონაწერში) ჯამი;

4. არაგაცვლითი ანუ ძნელად გაცვლითი სარეზერვო კალიუმი — ჰიდროლიზებადი, ნიადაგიდან დამატებით გამოძევდება 0,2n ან 10% მარილის მქავეს მოქმედებით და მცენარის კალიუმით კვების უახლოესი რეზერვია.

5. მქავეებში ხსნადი კალიუმი, მასში გაერთიანებული ზემოთ განხილული ოთხივე ფორმა.

6. არაგაცვლითი კალიუმი — სხვაობა ნიადაგის საერთო კალიუმსა და მქავეში ხსნად კალიუმს შორის.

გაცვლითი კალიუმი და არაგაცვლითი, ჰიდროლიზებადი კალიუმი განისაზღვრება სხვაობის მეთოდით: გაცვლითი — ეს არის სხვაობა მოძრავ და წყალხსნად კალიუმს შორის; არაგაცვლითი და ჰიდროლიზებადი — სხვაობა მქავეებში ხსნად და მოძრავ კალიუმს შორის.

ნიადაგში მოძრავი კალიუმი ბევრი არ არის. ამავე დროს იგი მცენარის კალიუმით კვების ძირითადი წყაროა. იგი ნიადაგის საერთო კალიუმიდან 0,5—2,0%-ის ფარგლებშია. ამრიგად, ნიადაგში არსებული საერთო კალიუმის თითქმის 99% არაგაცვლითი ფორმითაა, მაგრამ მათი მცირე ნაწილი შეუძლია გამოიყენოს მცენარემ.

დღეისათვის დადგენილია, რომ ნიადაგში კალიუმის ფორმებს შორის არსებობს მოძრავი — დინამიკური წონასწორობა. ეს იმას ნიშნავს, რომ თუ მცენარემ შთანთქა წყალხსნადი კალიუმი, მაშინ ხსნარში მისი რაოდენობა აღდგება შთანთქმული კალიუმის ხარჯზე, ხოლო ეს უკანასკნელი — ფიქსირებული კალიუმის ხარჯზე. ნიადაგის დროგამოშვებით დატენიანება და გამოშრობა, რაც მინდვრის პირობებში მეტად გავრცელებული მოვლენაა, აჩქარებს ამ პროცესს. მცენარისათვის ძნელად მისაწვდომი კალიუმის ადვილადმისაწვდომ ფორმაში გადასვლას თვით მცენარე აჩქარებს.

სხვადასხვა ნიადაგში კალიუმის ფორმები შემდეგ ფარგლებში ცვალებადობს (K_2O მ/გ 100 გ ნიადაგზე):

	წყალხსნადი	გაცვლო	მქავეში ხსნადი	საერთო
კორდიანი ეწერი, სილნარი	1,8	6,5	26,0	1155
კორდიანი ეწერი, მძიმე თიხნარი	3,5	12,8	161,0	2840
მძლავრი შავიწიფა თიხნარი	3,1	14,1	331,0	2380

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ სხვადასხვა ნიადაგში წყალში ხსნადი კალიუმი გაცვლითი კალიუმის 10—25% შეადგენს. გაცვლითი კალიუმი კი მქავეებში ხსნადიდან 5—25%-ია. ხოლო მქავეებში ხსნადი K_2O საერთო კალიუმის 2—15% შეადგენს.

მცენარის კვებისათვის ნიადაგის კალიუმით უზრუნველყოფას გამოსახვევ კალიუმის იმ რაოდენობით, რომელსაც ნიადაგი შეიცავს მოძრავი

წარტების სახით. სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებისათვის მიღებულია ნიადაგში მოძრავი კალიუმის განსაზღვრის სტანდარტული მეთოდები. ეს მეთოდებია: კორდიანი ეწერი, არაშავმიწა და ტყის რუხი ნიადაგებისათვის — კირსანოვის მეთოდი (0,2 ნ მარილმკვავს გამოწერი); არაკარბონატული შავმიწა ნიადაგებისათვის — ჩირიკოვის მეთოდი (0,5 ნ ძმრის მკვავს გამოწერი); კარბონატული შავმიწების, წაბლა, მურა და რუხი ნიადაგებისათვის — მაჩიგინის მეთოდი (1%-იანი ნახშირმკვავა: ამონიუმის გამოწერი); სუბტროპიკული ზონის წითელმიწა, ყვითელმიწა და სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგებისათვის — ონიანის მეთოდი (0,1 ნ გოგირდმკვავს გამოწერი); ბალტიისპირეთის რესპუბლიკების ნიადაგებისათვის — ეგნერ-რიმდომინგოს მეთოდი (ბუფერული ხსნარი რძის, ძმრის მკვავსა და ძმარმკვავა ამონიუმისა — pH 3,7). აღრე ფართო გამოყენება ჰქონდა და ახლაც იყენებენ მასლოვას მეთოდს (1,0 ნ ძმარმკვავა ამონიუმის გამოწერი). ეს მეთოდი კარგია კორდიან-ეწერი, ტყის რუხი, არაკარბონატული შავმიწებისა და მთის არაკარბონატული ნიადაგებისათვის.

ანალიზის შედეგების მიხედვით ხდება ნიადაგის აგროქიმიური კარტოგრაფის შედგენა მეურნეობისათვის მოძრავი კალიუმის შემცველობაზე.

ნიადაგში კალიუმის რეჟიმის დახასიათებისათვის საკმარისი არ არის კალიუმის მოძრავი ფორმების რაოდენობრივი განსაზღვრა. მასთან ერთად აუცილებელია ნიადაგში მისი მოძრაობისა და მცენარის მიერ კალიუმის გამოყენების ხარისხის დადგენა. მასზე წარმოდგენას იძლევა თერმოდინამიკური პოტენციალი — კალიუმის პოტენციალი.

კალიუმის პოტენციალის ქვეშ იგულისხმება თავისუფალი ენერჯის ის ცვლილებები, რომელიც წარმოიქმნება გაცვლითი რეაქციის დროს, ერთი მხრივ, კალიუმისა და, მეორე მხრივ, კალციუმის და მაგნიუმის კათიონებს შორის სისტემაში — „ნიადაგის მაგარი ფაზა — ნიადაგის ხსნარი“ — მუდმივი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში.

კალიუმის პოტენციალი მიგვანიშნებს იმაზე, თუ ორვალენტიანი კათიონების კონცენტრაციის გათვალისწინებით, კალიუმის კათიონს რა რაოდენობით შეუძლია გადასვლა მშთანქმელი კომპლექსიდან ხსნარში. რაც მაღალია კალიუმის პოტენციალის მაჩვენებელი, მით ნაკლები რაოდენობით K^+ გააჩნია ხსნარში გადასვლის უნარი. კალიუმის პოტენციალი არის უნივერსალური, შედარებით მუდმივი მაჩვენებელი ცალკეული ტიპის ნიადაგებისათვის.

ასეებული გრადაციების მიხედვით, როცა ნიადაგში კალიუმის პოტენციალი 2,5—2,9 ფარგლებშია, იმაზე მიგვანიშნებს, რომ კალიუმის შემცველობა ნიადაგში საკმარისი არ არის მცენარის ნორმალური კვებისათვის. როცა კალიუმის პოტენციალი 1,8—2,2 ფარგლებშია, ეს იმას ნიშნავს, რომ მცენარე ოპტიმალურად უზრუნველყოფილია კალიუმით, ხოლო როცა იგი 1,5 ნაკლებია, მაშინ ნიადაგში კალიუმი ჰარბი რაოდენობითაა.

კალიუმის პოტენციალი შეიძლება გამოვიყენოთ მცენარის კალიუმით კვების დიაგნოსტიკისათვის, ასევე კალიუმის სისუსტის გამოყენებისათვის რეკომენდაციებს დასამუშავებლად.

მცენარის კალიუმით უზრუნველყოფის დადგენისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე ნიადაგის პოტენციურ ბუფერულ უნარს. ეს ის უნარია, როცა ნიადაგი კალიუმის პოტენციალს შედარებით მუდმივ დონეზე ინარჩუნებს იმ შემთხვევაშიც კი, როცა ნიადაგში მოძრავი კალიუმის შემცველობა იცვლება; ჯერ ერთი, მოსავლით ნიადაგიდან გამოტანით შემცირებისაკენ, მეორე მხრივ, კალიუმის სისუსტის შეტანით — მატებისაკენ.

კალიუმის აბრომადნები.

კალიუმის სისუსტის წარმოება, მათი თვისებები

კალიუმის პირველი საბადო აღმოჩენილი იყო გერმანიაში — სტასფურტის საბადო. პირველი მსოფლიო ომის შემდეგ ხელი მოჰკიდეს ელზას (საფრანგეთი) საბადოების დამუშავებას. ამჟამად პერიოდში დაიწყეს გალიციის საბადოს (ამჟამად უკრაინის სსრ, სტანისლავის ოლქი) ათვისება. მსოფლიოში კალიუმის ყველაზე დიდი საბადო არის სოლიკამსკში. იგი 1925 წელს აღმოაჩინა აკად. კურნაკოვმა და პროფ. პრეობრაჟენსკიმ. ამ საბადოს დამუშავება დაიწყო 1929 წლიდან. გამოვლინებულია კალიუმის ნედლი მარილების ახალი საბადო ბაიკალ-ამურის ზონაში. ეს არის სინირსკოეს და საკნსკოეს უნიკალური საბადო. გარდა ამისა, კალიუმის შემცველი მარილების საბადოები აღმოჩენილია ყაზახეთში, თურქმენეთში, ბელორუსიაში, სარატოვსა და სხვ. საქართველოში კალიუმის მარილების შემცველი საბადო ჯერჯერობით გამოვლინებული არ არის.

ანგარიშობენ, რომ მსოფლიოში დღეისათვის გამოვლინებული კალიუმის ნედლეულის მარაგი 50 მლრდ ტ K_2O შეადგენს, რომლის თითქმის ნახევარი ჩვენ ქვეყანაზე მოდის.

ჩვენ ქვეყანას კალიუმის სისუსტის წარმოების მხრივ მსოფლიოში პირველი ადგილი უკავია. 1981 წელს მსოფლიოში წარმოებული იყო 27,4 მილ. ტ. K_2O , მათ შორის ჩვენს ქვეყანაში 8,4 მლნ. ტონა, ანუ 31%.

ჩვენი ქვეყნის კალიუმის ნედლი მარილების საბადოები ორ ჯგუფად არის დაყოფილი: ქლორის შემცველი და სულფატის შემცველი საბადოები. პირველის ხარჯზე მოდის ქვეყანაში კალიუმის ნედლეულის მარაგის 92 და მეორეზე — მხოლოდ 8%.

ქიმიური მრეწველობის მიერ გამოშვებული კალიუმის სისუსტეები ასევე გაყოფილია ორ ძირითად ჯგუფად: ქლოროვანი მარილები (ქლოროვანი კალიუმი, კალიუმის 40% და სხვა შერეული მარილები) და სულ-

ფატური მარილები (კალიუმის სულფატი, კალიმაგნეზია, კალიუმ-მაგნიუმის კონცენტრატი).

ქლორის შემცველი კალიუმის სასუქების წარმოებისათვის ძირითადი ნედლეული სილვინიტია. იგი წარმოადგენს სილვინისა (KCl) და გალიტის (NaCl) ნარევეს—აგლომერატს. მასში K_2O 12—15% ფარგლებშია.

სულფატურ კალიუმის სასუქებს ლებულობენ მინერალების, კაინიტის, ლანგბენიტისა და კაინიტ-ლანგბენიტის ნარევი ქანებისაგან, ასევე ალუმინებისაგან და სინირიტებისაგან. ეს მინერალები ბევრია სინირსკოეს და საკუნსკოეს საბადოებში, მათი საერთო მარაგი 2.7 მლრდ ტ აღემატება. სინირიტი ულტრაკალიუმისანი ალუმოსილიკატია. იგი შეიცავს 18—20% K_2O , 21—23% Al_2O_3 და 53—55% SiO_2 . იგი ჰვირფასი ნედლეულია უქლორო კალიუმისანი სასუქების წარმოებისათვის.

კალიუმის შემცველი ზოგიერთი მინერალების ქიმიური შედგენილობა ასეთია: კარნალიტი — $KCl \cdot MgCl \cdot 6H_2O$, კაინიტი — $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 2H_2O$, შენიტი — $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$, ლანბენიტი — $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$, პოლიგალიტი — $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot CaSO_4 \cdot 2H_2O$, ალუნიტი — $(K, Na)_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 4Al(OH)_3$, ნეფელინის კონცენტრატი — $(K, Na)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ნეფელინის კონცენტრატის კომპლექსური დამუშავებით ლებულობენ ალუმინის ქანგს, ცემენტს, სოდას და ნახშირმყავა კალიუმს. კარნალიტის მადნისაგან მაგნიუმის ჩამოშორებით ლებულობენ ქლოროვან კალი-ელექტროლიტის სასუქს, იგი მაგნიუმის წარმოების ანარჩენია.

სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული კალიუმისანი სასუქები დაყოფილია ორ ჯგუფად: 1. კონცენტრირებული კალიუმისანი სასუქები; ამ ჯგუფში შედის ქლოროვანი კალიუმი, კალიუმის 40%-იანი მარილი, კალიუმის სულფატი, ქლოროვანი კალი-ელექტროლიტი, კალიმაგნეზია, კალიუმ-მაგნიუმის კონცენტრატი. 2. კალიუმის ნედლი მარილები — სილვინიტი და კაინიტი.

ქლოროვანი კალიუმი KCl შეიცავს 53,7—60% K_2O . იგი ძირითადი კალიუმისანი სასუქია, მის ხარჯზე მოდის კალიუმისანი სასუქების წარმოებიდან 80—90%.

ქლოროვანი კალიუმი კრისტალური ფხვნილია. აქვს თეთრი ან ვარდისფერი რუხი წინწკლები, შეიცავს 1%-მდე ტენს.

ქლოროვანი კალიუმის მიღების ორი წესი არსებობს — ფლოტაციური და ჰალურგიული.

ფლოტაციური წესით ქლოროვან კალიუმს ლებულობენ სილვინიტის მადნიდან. ამ წესის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: მადანს ჩამოაშორებენ თიხას, ახდენენ მადნიდან KCl და NaCl ნაერთების გამოყოფას. მინერალების ფლოტაციური დაყოფა (სილვინის KCl და გალიტის NaCl) დამყარებულია მინერალების, მათი ზედაპირისა და წყალში გახსნის არაერთნაირ უნარზე. მადანს აქუცმაცებენ, ასველებენ წყლით ან წყლის ხსნა-

რით, რომელსაც დამატებული აქვს ცხიმოვანი ამინები. ფაფაში ჩაბერა-
ვენ ჰაერს, ამ დროს ჰიდროფობული მინერალის — სილიცის ნაწილაკე-
ბი მიეკრობა ჰაერის ბუშტებს და ქაფის სახით ამოტივტივდება ფაფის
ზედაპირზე. ქაფოვანი პროდუქტი KCl-ის კონცენტრატია, მისი გაუწყ-
ლობა ხდება ცენტრიფუგებში, შემდეგ მას აშრობენ.

ჰიდროფილური მინერალის — გალიტის (NaCl) ნაწილაკები თავს
იყრის საფლოატაციო მანქანის ფსკერზე და იქვე არსებული სარქველის
გაღებით გამოედინება.

სილიციტიდან ქლოროვანი კალიუმის წარმოების ჰალურგიული წე-
სი დამყარებულია KCl და NaCl წყალში გახსნის სხვადასხვა უნარზე.
მადნის გახსნა მიმდინარეობს 90—100°C პირობებში, შემდეგ ნაზავს აცი-
ვებენ 20—25°C-მდე. ხსნარი, რომელიც გაჯერებულია როგორც KCl
ისე NaCl მარილებით, მისი გაცივების შემდეგ მისგან გამოიყოფა KCl
კრისტალური ნალექი, ხოლო NaCl ხსნარში რჩება. მარილის ხსნარების
ეს თვისება გამოყენებულია ამ მეთოდით ქლოროვანი კალიუმის მილე-
ბის ციკლურ პროცესში.

ფლოტაციური და ჰალურგიული მეთოდებით მიღებულ ქლოროვან
კალიუმს აქვს ჰიგროსკოპულობის მაღალი უნარი, შენახვისას იბელტება,
მისი ფიზიკური თვისების გასაუმჯობესებლად მიმართავენ გრანულირე-
ბული სასუქის წარმოებას, გრანულის ზომა 1-დან 3 მმ-მდე საუკეთესოა.
სასუქის შებეღტებას ამცირებს აგრეთვე მასზე ამინების დამატება.

კალიუმის სულფატი (გოგირდმჟავა კალიუმი). K_2SO_4 შეიცავს 46—
50% K_2O -ს.

კალიუმის სულფატს ღებულობენ მინერალი შენიტის ლანგბეინიტთან
კონვენსიით და KCl-ის დამატებით, რომელიც რეაქციაში შედის მაგნი-
სულფატთან და გამოიყოფა $MgCl_2$ და K_2SO_4 . იგი კრისტალური ფხვნი-
ლია. აქვს თეთრი ფერი, დასაშვებია ყვითელი ლაქებიც, მისი ტენიანობა
1,2%, სუსტად იბელტება, ტრანპორტირება ხდება ტომრებით ან უტარ-
ოდ. იგი ძვირფასი სასუქია ყველა კულტურისათვის, განსაკუთრებით
ქლორისადმი უარყოფითად მგრძობიარეა კულტურებისათის — თამბაქო,
ციტრუსი და სხვ.

ქლორ-კალიუმის ელექტროლიტი (KCl მინარევებით) შეიცავს 31,6—
45,5% K_2O , KCl-ის სახით, ასევე ნატრიუმისა და მაგნიუმის ქლორი-
დებს. იგი მაგნიუმის წარმოების ანარჩენია. წარმოადგენს წვრილ კრის-
ტალურ, მაღალი მტვრიანობის უნარის მქონე ფხვნილს ყვითელი ლაქე-
ბით. არ იბელტება, შეიცავს 4% ტენს. მისი ტრანპორტირება ხდება ტომ-
რებით ან უტაროდ.

კალიმაგნეზია $K_2SO_4 \cdot MgSO_4$ შეიცავს K_2O — 28%, MgO — 8% და
Cl — 25% -მდე.

კალიმაგნეზიას ღებულობენ კაინიტ-ლანგბენიტის ქანებიდან. იგი წარმოადგენს წყალმოცილებულ მინერალ შენიტს — $K_2SO_4 \cdot MgSO_4$. მარცვლოვანი ფხვნილია, აქვს თეთრი ფერი ყვითელი მინარევებით, არ იბელტება, მისი ტენიანობა 5% არ აღემატება. ქიმიური მრეწველობა მას უშვებს როგორც ფხვნილის, ისე გრანულირებული სახით. ამჟამად მიღებულია ზომები მისი ხარისხის გასაუმჯობესებლად, მასში ქლორის შემცველობის შესამცირებლად. მისი ტრანსპორტირება ხდება გროვებად ან ტომრებით. ამ სასუქს კალიუმის სულფატის მსგავსად იყენებენ ქლორისადმი უარყოფითად მგრძნობიარე კულტურების გასანოყიერებლად. ციტრუსების ბალში წარმოებულ ხანგრძლივ ცდაში (საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტი) კალიუმთან სასუქებს შორის მან პირველი ადგილი დაიკავა.

კალიუმ-მაგნეზური კონცენტრატი შეიცავს 18,5 K_2O და 9% MgO . იგი გამოდის რუხი ფერის გრანულების სახით. არ იბელტება, მისი ტრანსპორტირება ხდება უტაროდ, გამოიყენება პირველ რიგში ქლორისადმი უარყოფითად მგრძნობიარე მცენარეთა გასანოყიერებლად.

კალიუმის 40%-იანი მარილი (შერეული მარილი) $KCl + NaCl$, შეიცავს 40% K_2O -ს.

კალიუმის 40%-იან მარილს კალიუმთან სასუქთა ასორტიმენტში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია. მას ღებულობენ ქლორკალიუმისა და წვრილად დაფქული სილვინიტის ($KCl \cdot NaCl$) ან კარნალიტის ($KCl \cdot MgCl$) ურთიერთშერევით. იგი რუხი კრისტალური ფხვნილია, ვარდისფერი კრისტალების ჩანართით; ნაკლებად ჰიგროსკოპულია და ნაკლებად იბელტება, ვიდრე ქლოროვანი კალიუმი. კალიუმქლორისა და სილვინიტის ნარევისაგან მიიღება 40%-იანი, ხოლო კალიუმქლორისა და კაინიტისაგან 30%-იანი კალიუმის მარილი. მათი გადატანა უტაროდ ხდება. მათ პირველ რიგში იმ კულტურების გასანოყიერებლად იყენებენ, რომლებიც დადებითად რეაგირებს ნატრიუმის მიმართ, მაგალითად, შაქრის ჭარხალი და საკვები ძირხვენები.

ბუნებრივი კაინიტი $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$, $NaCl$ -ის მინარევებით, შეიცავს 10% K_2O -ს. იგი მსხვილკრისტალური, მურა ვარდისფერი ბუნებრივი მარილია. აქვს კარგი ფიზიკური თვისება, არ იბელტება. გადააქვთ გროვებად, უტაროდ.

ცემენტის მტვერი შეიცავს 10—15% K_2O -ს. კალიუმის შემცველი ცემენტის მტვერი არის წარმოების ანარჩენი. იგი ქლორის არაშემცველი კალიუმთან სასუქია. მასში კალიუმი წარმოდგენილია კარბონატების, ბიკარბონატების, სულფატებისა და მცირე რაოდენობით სილიკატების სახით. ამ სასუქის შედგენილობაში ასევე შედის თაბაშირი, კალციუმის ჟანგი, ერთნახევარი ჟანგულები და მიკროელემენტები.

ცემენტის მტვრის ფიზიკური თვისება ცუდია. ეს იმით არის გამოწვე-

ვეული, რომ იგი კალიუმის მნიშვნელოვან ნაწილს შეიცავს ნახშირმჟავა კალიუმის სახით; მტვერი წვრილდისპერსიული და მაღალი ჰიგროსკოპულობის უნარის მქონე ფხვნილია. მისი ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესებისათვის მიმართავენ გრანულირებას; ინახავენ ტომრებში. ცემენტის მტვერს იყენებენ, როგორც ძირითად სასუქს, პირველ რიგში მყავე ნიადაგებზე ქლოროფობული (ქლორის მოძულე) კულტურების გასანოყიერებლად.

პოტასიუმი, ნახშირმჟავა კალიუმი K_2CO_3 ტუტე კალიუმიანი სასუქია. კალცირებული პოტასიუმი შეიცავს 63—66,7% K_2O . პოტასიუმის კალცირებას ახდენენ ჰიგროსკოპულობის შესამცირებლად. პოტასიუმი და კალიუმის ბიკარბონატი — $KHCO_3$ წარმოიქმნება შეშისა და ნამჯის (მცენარეული მასალის) წვის შედეგად. იგი შეიცავს 47% K_2O . მცენარეულ ნაცარში ასევე მცირე რაოდენობით არის ფოსფორი და კალციუმი, მაგნიუმი და სხვა ელემენტები. ამიტომ მას კალიუმიან-ფოსფორიან-კირიან სასუქს უწოდებენ. ქვანახშირის ნაცარი სასუქად არ გამოდგება, რადგანაც მასში K_2O და P_2O_5 შემცველობა ძალზე მცირეა — 0,1—0,4% არ აღემატება. მცენარეულ ნაცარში კალიუმის შემცველობა მცენარეთა სახეობის მიხედვით 6-დან 40%-მდე ფარგლებში ცვალებადობს; ყველაზე მცირე (6%) წიწვოვანი მცენარების, ხოლო ბევრი (40%) მზესუმზირის ნაცარშია. იგი ძვირფასი კალიუმიანი სასუქია პირველ რიგში მყავე, ფუძეებით ღარიბი ნიადაგების გასანოყიერებლად. ამ სასუქის გამოყენებით მაღალი ეფექტი მიიღეს, ჩაქვში ჩატარებულ ცდებში, ჩაისა და ციტრუსების ძველ ნარგავბაში. მისი ნიადაგში შეტანის საუკეთესო ვადა ვახაფხულია.

სილვინიტი $KCl \cdot NaCl$ — შეიცავს 12—15% K_2O და 75—80% $NaCl$. ეს არის წვრილად დაფქული სილვინიტის აგრომადანი, რომლის კრისტალები 1—4 მმ ზომისა უნდა იყოს, დასაშვებია აგრეთვე უფრო მსხვილი კრისტალების არსებობა, მაგრამ იგი არ უნდა აღემატებოდეს 20%-ს. მოვარდისფრო მურაა, ლურჯი კრისტალების ჩანართიც ახასიათებს. აქვს ცუდი ფიზიკური თვისება — იბელტება. იგი სასუქად მცირე რაოდენობით გამოიყენება, კალიუმის მცირე შემცველობის გამო. მისი შორ მანძილზე გადატანა არარენტაბელურია. იყენებენ მხოლოდ ნატრიუმის მოყვარული მცენარეების გასანოყიერებლად, პირველ რიგში შაქრის ჭარხლის, საკვები და სუფრის ჭარხლისა და ძირხვენებისათვის.

კარნალიტი $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$, $NaCl$ -ის მინარევებით შეიცავს 12—13% K_2O . კარნალიტი, ისე როგორც სილვინიტი დაფქული აგრომადანია. იგი ხასიათდება მაღალი ჰიგროსკოპულობით, ძლიერ იბელტება, ამიტომ მისი ფიზიკური თვისება ცუდია. პრაქტიკულად იგი ჭერჭერობით სასუქად არ გამოიყენება, რადგან მასში მცირეა კალიუმი და აქვს ცუდი ფიზიკური თვისება, მაგრამ წარმოადგენს საუკეთესო ნედლეულს მაგნიუმის

მისაღებად, ამავე დროს, ამ წარმოების ანარჩენი — ქლორკალიუმის ელექტროლიტი — ძვირფასი კალიუმის სასუქია.

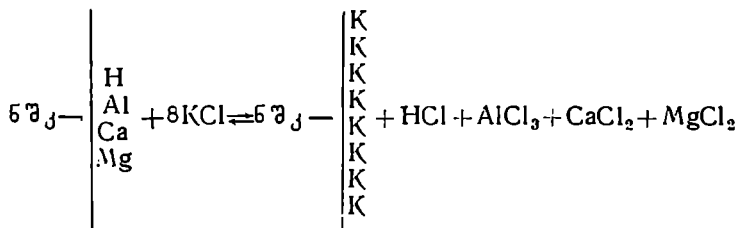
კალიუმის სასუქების შედგენილობაში ქლორის მაღალი შემცველობა უარყოფითად მოქმედებს მთელ რიგ კულტურებზე. ამასთან დაკავშირებით. საჭიროა ვიცოდეთ. თუ რომელი კალიუმის სასუქი შეიცავს ქლორს და რა რაოდენობით. დადგენილია, რომ ყოველ კგ K_2O -ში ქლორის შემდეგი რაოდენობაა: სილვინიტში — 4.0—5.2; კარნალიტში — 3.0—3.3; კალიუმის 40%-იან მარილში — 1.4—1.9; ქლოროვან კალიუმში — 0.9—1.0; კალიუმის სულფატსა და კალიმაგნეზიურ სასუქში — 0.02—0.1 კგ.

კალიუმის სასუქებისა და ნიადაგის შთანიშნობის აღწერა

კალიუმის სასუქები ადვილად იხსნება წყალში, ამიტომ სწრაფად შედის ნიადაგის კოლოიდებთან რეაქციაში. მიმდინარეობს ფიზიკურ-ქიმიური (გაცვლითი) და არაგაცვლითი შთანიშნობა.

დადგენილია, რომ კალიუმის ფიქსაცია — არაგაცვლითი შთანიშნობა ნიადაგში პრაქტიკულად მთავრდება სასუქის შეტანიდან ერთი დღე-ღამის განმავლობაში.

გაცვლითი შთანიშნობა მეტად მნიშვნელოვანია. იგი შეადგენს ნიადაგის შთანიშნობის ტევადობის $1/4$ -ს ან 25%-ს. კალიუმის კათიონების ფიზიკურ-ქიმიურ გაცვლით შთანიშნობას შექცევადი ხასიათი აქვს. იგი სქემატურად ასე შეიძლება წარმოვიდგინოთ:



ამ სქემიდან ჩანს, რომ ნიადაგის შემკავებას იწვევს არა მარტო წყალბადის იონი, არამედ ალუმინიც.

ნიადაგის მიერ კალიუმის კათიონის გაცვლითად შთანიშნობისას, ერთდროულად მიმდინარეობს ნიადაგის მშთანიშნობელი კომპლექსიდან ხსნარში ექვივალენტური რაოდენობით სხვა კათიონის — წყალბადის, ალუმინის, კალციუმის, მაგნიუმის, მანგანუმისა და სხვ. გამოძევება. ეს გავლენას ახდენს ნიადაგის ხსნარის რეაქციაზე. შესაბამისად მცენარის ზრდის პირობებზე.

ფიზიოლოგიური რეაქციის მიხედვით ყველა კალიუმიანი სასუქი მჟავა, რადგანაც კალიუმიანი სასუქის წყალხსნარიდან მცენარე ინტენსიურად შთანთქავს K^+ კათიონს, ვიდრე ანიონებს Cl^- და SO_4^- .

ნიადაგთან შთანთქმის კომპლექსთან კალიუმიანი სასუქების მოქმედებისას, ასევე ადგილი აქვს ნიადაგის ხსნარზე კალიუმიანი სასუქის გამამჟავებელ მოქმედებას. ეს მოვლენა მეტი სიძლიერით ვლინდება მჟავე, მოუცირიანებელ ნიადაგზე.

გაცვლითი რეაქციის შედეგად ნიადაგის ხსნარში წარმოიქმნება მარილის ან გოგირდის მჟავა. მათი წარმოქმნა დამოკიდებულია გამოყენებული კალიუმიანი სასუქის სახეზე. მაგალითად, ქლოროვანი ნაერთების გამოყენებით მარილის, ხოლო სულფატური სასუქებისა — გოგირდის მჟავები. გარდა ამისა, ალუმინის ქლორიდის ჰიდროლიზის შედეგად დამატებითი მარილის მჟავა წარმოიქმნება, ამიტომ მჟავე ნიადაგებზე კალიუმიანი სასუქების ეფექტურობა მცირდება. ამავე დროს კალიუმის მარილების გამამჟავებელი მოქმედება ნიადაგის ხსნარზე ყოველთვის მნიშვნელოვნად ნაკლებია. ვიდრე ნიტრატულ-ამონიაკური და ამონიაკური სასუქების მოქმედება.

სასუქებისა და აგრონიადაგმცოდნეობის საკავშირო ინსტიტუტის 28-წლიან ცდებში კალიუმიანი სასუქის ფორმების შესწავლით დადგინდა, რომ კორდიან-ეწერ, მძიმე თიხნარ ნიადაგებზე, უსასუქო ვარიანტთან შედარებით, ნიადაგის ხსნარის რეაქცია არსებითად არ იცვლება, ხოლო მსუბუქ ნიადაგზე ნიადაგის ხსნარი მნიშვნელოვნად გამჟავდა. საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტის 26-წლიანი ცდის, რომელიც მანდარინის ბაღში სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგზე ტარდება, ყველა კალიუმიანმა სასუქმა უსასუქო ვარიანტთან შედარებით გამოიწვია ნიადაგის ხსნარის გამჟავება, ამავე დროს კალიუმის სულფატმა, სხვა სასუქებთან შედარებით, უფრო ძლიერ გამჟავა ნიადაგის ხსნარი.

კალიუმის არაგაცვლითი შთანთქმა-ფიქსაცია. სხვადასხვა ნიადაგში სხვადასხვა სიძლიერით მიმდინარეობს. ზოგჯერ ნიადაგში შეტანილი კალიუმიანი სასუქი კალიუმის 80% აღწევს. ვ. პჩელკინას მონაცემებით ნიადაგის მინერალური შედგენილობისა და ნიადაგში შეტანილი კალიუმიანი სასუქის ნორმასთან დაკავშირებით სასუქის კალიუმის ფიქსაცია 14-დან 82% ფარგლებში ცვალებადობს. ფიქსირებული კალიუმის იონები ნაკლებად მისაწვდომია მცენარისათვის. ზოგ შემთხვევაში კალიუმის ფიქსაცია უარყოფითია მცენარის კვებისათვის. კალიუმის არაგაცვლითი შთანთქმა დამახასიათებელია მონტმორილონიტისა და ჰიდროქარსების ჯგუფის თიხა მინერალებისათვის, რადგანაც მათ გააჩნიათ სამფენიანი და გაფართოების უნარის მქონე მესერი. კალიუმის იონს განსაკუთრებით ძლიერად შთანთქავს, აფიქსირებს მინერალი ვერმიკულიტი.

კალიონიტის ჯგუფის მინერალებს ორფენიანი მესერი აქვთ, ამიტომ მათ, როგორც წესი, არ გააჩნიათ კალიუმის ფიქსაციის უნარი. აქედან გამომდინარე, ნიადაგის მიერ კალიუმის ფიქსაცია დამოკიდებულია ნიადაგის მინერალურ შედგენილობაზე. რაც მეტი რაოდენობით მონტმორილონიტისა და ჰიდროქარსის ჯგუფის თიხა მინერალებს შეიცავს ნიადაგი, მით მეტი სიძლიერით არის გამოსახული მასში კალიუმის ფიქსაცია. მსუბუქი მექანკური შედგენილობის ქვიშნარ და ქვიშიან ნიადაგებზე კალიუმის ფიქსაცია ნაკლებად ხდება, ვიდრე საშუალო და მძიმე თიხნარ ნიადაგებზე.

ნიადაგის მიერ კალიუმის ფიქსაციის მექანიზმი შეიძლება შემდეგნაირად აიხსნას. კათიონები პაკეტშორისებში შედის მაშინ, როცა იგი გაფართოებულია, ამ შემთხვევაში ტეტრაედრული ფენის ჟანგბადის ატომის ბაღეში წარმოიქმნება ჰექსაგონალური სივრცე. იზიდავს უარყოფითად დამუხტულ ჟანგბადის ორივე ფენას და აღმოჩნდება დახურულ სივრცეში. ასე შთაინთქმება ყველა კათიონი, რომლის რადიუსია $0,130-0,165$ ნმ., ასეთებია NH_4^+ , Rb^+ , CS^+ და K^+ . კალიუმის რადიუსი — $0,133$ ნმ. ნიადაგის დროგამოშვებითი დატენიანება და გამოშრობა, რაც ბუნებრივ პირობებში გავრცელებული მოვლენაა, ხელს უწყობს ნიადაგის მიერ კალიუმის ფიქსაციას. ამიტომ კალიუმიანი სასუქი უნდა შევიტანოთ ღრმად, ამით შევამციროთ ნიადაგის დატენიანებისა და გამოშრობის გავლენა.

კალიუმიანი სასუქის კალიუმის ფიქსაციას ამცირებს აგრეთვე მსხვილ კრისტალური და გრანულირებული კალიუმიანი სასუქების გამოყენება. ამ შემთხვევაში ფიქსაცია $20-30\%$ ნაკლებია, ვიდრე წვრილკრისტალური სასუქის გამოყენების შემთხვევაში, ამ მოვლენის მიზეზი ნიადაგთან სასუქის შეხების ზედაპირის შემცირებაა.

სასუქებისა და აგრონიადაგმცოდნეობის საკავშირო ინსტიტუტის მონაცემებით კალიუმიანი სასუქების ფორმები კალიუმის ფიქსაციის მიხედვით პრაქტიკულად არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან, კალიუმის ნორმის ზრდასთან ერთად ფიქსირებული კალიუმის აბსოლუტური რაოდენობა იზრდება, ხოლო შეფარდებითი (% შეტანილი K_2O -დან) — მცირდება.

ზოგიერთ ნიადაგს გააჩნია კალიუმის ფიქსაციის მაღალი უნარი. ვ. პჩელკინის ცნობით სუსტად გამოტუტულ შავმიწა ნიადაგებში 30 ტ/ჰა K_2O -ს შეტანისას ფიქსირებული აღმოჩნდა 144 მ/გ K_2O 100 გ ნიადაგზე, რაც შეესაბამება 4320 კგ/ჰა K_2O -ს. ანუ შეტანილი კალიუმიანი სასუქის $14,4\%$ K_2O -ს.

ნიადაგის კალიუმით ამ დონემდე გაჭერებას ასობით წელი დასჭირდება, თუ გავითვალისწინებთ, რომ მცენარის მიერ ნიადაგში შეტანილი კალიუმიანი სასუქიდან მხოლოდ 50% -მდე K_2O გამოიყენება.

არის მონაცემები იმის შესახებ, რომ ნიადაგის გამჟავებასთან ერთად სასუქის კალიუმის ფიქსაცია მცირდება, ხოლო მჟავე ნიადაგების მოკი-

რიანებით — იზრდება. შესაბამისად, მოკირიანების გავლენით თუ ნი-
ადაგში ფუძეებით მაძრობის ხარისხი 80%-ზე მეტი არ არის. მაშინ
მოძრავი კალიუმი მატულობს, ხოლო 7% თუ 80%-ზე მეტია, მაშინ —
მცირდება.

ჰუმუსით მდიდარ ნიადაგებზე ფიქსირებული კალიუმის გამოთავი-
სუფლება გართულებულია, რადგანაც კოლიდების ზედაპირზე ვითარდე-
ბა ჰუმუსოვანი ნივთიერების სქელი ფენა, რაც ხელს უშლის მინერალე-
ბის კრისტალური მესრიდან კალიუმის გამოქვეებას.

კალიუმიანი სასუქების სისტემატური და ხანგრძლივი გამოყენება, ნი-
ადაგში კალიუმის დადებითი ბალანსი — როცა ნიადაგში შეტანილი კალი-
უმი ჰარბობს მოსავლით გამოტანილ კალიუმს, ხელს უწყობს ნიადაგში
მოძრავი ასევე არაგაცვლითი კალიუმის შემცველობის გადიდებას, მაგრამ
გაცვლითი კალიუმის მატება მეტი ინტენსივობით ხდება, ვიდრე წყალს-
ნადი კალიუმისა.

ნიადაგში კალიუმის სხვადასხვა ნაერთების ურთიერთმოქმედება შე-
იძლება შემდეგი სახით წარმოვიდგინოთ:

კრისტალური მესრის კალიუმი \rightleftharpoons არაგაცვლითი კალიუმი \rightleftharpoons გაცვლითი
კალიუმი \rightleftharpoons ნიადაგის ხსნარის კალიუმი.

მცენარეს შეუძლია გამოიყენოს ნიადაგში არსებული კალიუმის ყველა
ფორმა, მაგრამ განსხვავებაა მათ რაოდენობაში. ინგლისში ჩატარებულ
ერთ ცდაში 101 წლის მანძილზე მოსავლით გამოტანილი იქნა 3—4-ჯერ
მეტი კალიუმი, ვიდრე ნიადაგში შეიცავდა მას გაცვლითი სახით. ეს მონა-
ცემები, ასევე მრავალი გამოკვლევები მიგვანიშნებს იმაზე, რომ მცენა-
რეს შეუძლია გამოიყენოს არაგაცვლითად შთანთქმული კალიუმიც.

თუ მხედველობაში არ მივიღებთ მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის
ქვიშიან და ქვიშა ნიადაგებს, კალიუმის მიგრაცია ნიადაგის პროფილში
ძალზე ნელა მიმდინარეობს. როგორც წესი, საშუალო და მძიმე მექანი-
კური შედგენილობის ნიადაგებზე კალიუმი 0—40—60 სმ უფრო ღრმად
არ გადაინაცვლებს. პრაქტიკულად იგი მცენარის ფესვის მიერ გაჭრე-
ბულ ზოლში მაგრდება გაცვლითად შთანთქმულ მდგომარეობაში და მცე-
ნარეს უზრუნველყოფს კალიუმით.

ლოზიმეტრული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ კალიუმის ყოველ-
წლიური გამორეცხვა სხვადასხვა ნიადაგზე ერთნაირი არ არის. მაგალი-
თად, არაშავმიწა ნიადაგების ზონის თიხნარ ნიადაგებში 0,4—7-მდეა. ქვიშ-
ნარში — 12 კგ-მდე, ხოლო წითელმიწებში (ანასეული) — 40 კგ/ჰა-ს აღ-
წევს. ეს გამოწვეულია სუბტროპიკული ზონისათვის დამახასიათებელი
მაღალი ატმოსფერული ნალექების გავლენით. ეს მონაცემები მიგვანიშ-
ნებს კონტინენტური კლიმატის პირობებში კალიუმიანი სასუქების
შემოდგომით შეტანისა და ღრმად ჩახვნის აუცილებლობაზე. ხოლო უხვ-
ნალექიან ზონაში კალიუმიანი სასუქები შეიძლება შევიტანოთ აღრე გა-

ზაფხულზე და ჩავაკეთოთ ნიადაგში. გამოკვების სახით კალიუმბიანი სასუქების გამოყენება და მათი ზედაპირული ჩაკეთება, როგორც წესი, უფრო ნაკლებ ეფექტს იძლევა, ვიდრე მისი სრული ნორმით ძირითადი განოციერება.

IX თავი

მიკროსასუქები

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის ამაღლებისა და მოსავლის ხარისხის გაუმჯობესებისათვის ძირითად სასუქებთან-აზოტთან, ფოსფორთან, კალიუმთან და სხვა სასუქებთან ერთად დიდი მნიშვნელობა აქვს მიკროსასუქების ანუ ბორის, მანგანუმის, სპილენძის, მოლიბდენის, თუთიის, რკინის, კობალტისა და სხვ. მიკროელემენტების შემცველი სასუქების გამოყენებას.

მიკროელემენტები ძალზე მცირე რაოდენობით ესაჭიროება მცენარეს. ამავე დროს მათი სწორად გამოყენება მცენარეებსა და ცხოველებს იცავს მთელი რიგი დაავადებისაგან.

ნიადაგში მიკროელემენტების მკვეთრი სიმცირე იწვევს ისეთი დაავადებების გავრცელებას, რომელსაც დიდი ზიანი მოაქვს სოფლის მეურნეობისათვის. მაგალითად, სელის ბაქტერიოზი, ჭარხლის გულის სიღამპლე, ვაშლის კორპისმაგვარი ლაქიანობა, „დამუშავების დაავადება“, მარცლოვანების მარცვლის სიცარიელე, შვრიის რუხი ლაქიანობა, ქლოროზები და სხვ.

მიკროსასუქები ვერ შეცვლის ძირითად საკვებ ელემენტებს, ამავე დროს მცენარის მოთხოვნილება მიკროელემენტებისადმი ძლიერდება მაშინ, როცა იგი კარგად არის უზრუნველყოფილი აზოტით, ფოსფორითა და კალიუმით. ამ მხრივ გამონაკლისს წარმოადგენს პარკოსანი მცენარეები აზოტის მიმართ. ეს კულტურები დადებითად რეაგირებს მოლიბდენის მიმართ, აზოტიანი სასუქების გამოყენების გარეშე.

მცენარეებზე მიკროსასუქების დადებითი მოქმედება იმით არის გამოწვეული, რომ ისინი მონაწილეობენ მცენარეში მიმდინარე ყანგვა-აღდგენით პროცესებში, ნახშირწყლებისა და აზოტის ცვლაში, ხელს უწყობს მცენარის გამძლეობას გარემოს არახელსაყრელი პირობებისადმი. მიკროელემენტების გავლენით მცენარის ფოთოლში ქლოროფილის შემცველობა იზრდება, ძლიერდება ფოტოსინთეზი. მიკროსასუქები შედის ფერმენტებისა და ვიტამინების შედგენილობაში.

მიკროელემენტების გამოყენების თეორიული და პრაქტიკული საკითხების გადაწყვეტაში დიდი მნიშვნელობა აქვს მათი აგრონომიული რო-

ლის შესწავლას, სხვადასხვა მცენარის მიერ მათზე მოთხოვნების დადგენას. მაგალითად, პარკოსანი მცენარეები მეტ მოლიბდენსა და რკინას შეიცავს, ვიდრე მარცვლოვანი. მაგრამ სხვა კულტურებთან შედარებით პარკოსნები კობალტის მიმართ მეტად მომთხოვნია.

სხვადასხვა მცენარეში მიკროელემენტების შემცველობა მეტად ცვალებადობს (ცხრ. 53).

მცენარეთა მიერ მიკროელემენტების გამოყენების ფაქტი დადგინდა მნიშვნელოვნად გვიან, ვიდრე ძირითადი ელემენტებისა, ამიტომ მიკროელემენტებით მცენარის კვების საკითხები ჯერჯერობით ნაკლებად არის შესწავლილი. ვიდრე მცენარის კვება ძირითადი საკვები ელემენტებით.

მიკროელემენტებისადმი მცენარის მოთხოვნილების გადიდება დაკავშირებულია ჰექტარობლივი მოსავლის ზრდასთან, მოსავლის გადიდება იწვევს ნიადაგიდან მეტი რაოდენობით მიკროელემენტების გამოტანას, ამიტომ ნიადაგში არსებული მიკროელემენტები საკმაო არ არის მაღალი მოსავლის მისაღებად. გარდა ამისა, ინტენსიური ქიმიზაცია გავლენას ახდენს მიკროელემენტების მოძრაობაზე ნიადაგში. ადგილი აქვს მათ გამორეცხვას და ნიადაგის გაღარიბებას.

მცენარის მიკროელემენტებით უზრუნველყოფის დასადგენად დიდი მნიშვნელობა აქვს მათი ნიადაგში შემცველობის ცოდნას. ამავე დროს ყურადღება უნდა მიექცეს არა მარტო მათ საერთო რაოდენობას. არამედ მათი მოძრავი ფორმირების განსაზღვრას, რადგანაც ის იძლევა წარმოდგენას მცენარის სხვადასხვა მიკროელემენტებით უზრუნველყოფაზე. სხვადასხვა მიკროელემენტი სხვადასხვა რაოდენობითაა ნიადაგში. მაგალითად, უმეტეს ნიადაგებში მოძრავი Cu, Mo, Co, Zn მათი საერთო რაოდენობის 10—15% შეადგენს, ბორისა — 2—4%—ს.

მიკროელემენტების საერთო რაოდენობა ნიადაგში დამოკიდებულია დედაქანში მათ შემცველობასთან, ხოლო მიკროელემენტების მოძრავი ფორმების შემცველობას განსაზღვრავს ნიადაგის ტიპი, დედაქანი. მცენარეული საფარი და ნიადაგში მიმდინარე მიკრობიოლოგიური პროცესებია.

არსებული ექსპერიმენტული მონაცემების მიხედვით მიკროელემენტების ხსნადობაზე ნიადაგში დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის მჟავიანობა. ამავე დროს ზოგიერთი მიკროელემენტების მოძრავი ფორმები ნიადაგის მჟავიანობის გავლენით იზრდება. მაგალითად, Mn, Cu, B, Zn და სხვ, ხოლო Mo — მცირდება.

ჩვენი ქვეყნის ნიადაგების აგროქიმიური შესწავლით დადგენილია, რომ ცალკეული ბიოგეოქიმიური ზონის ნიადაგები უმეტეს შემთხვევაში ღარიბია მიკროელემენტებით. მათი დეფიციტის შესავსებად მიმართავენ მიკროსასუქების გამოყენებას. ასევე მათი მაღალი ნორმა სწორად ტოქსიკურად მოქმედებს მცენარეზე.

ცხრილი 53. მიკროელემენტების შემცველობა მცენარეში
(მგ 1 კგ მშრალ მასაზე; სხვადასხვა წყაროებიდან)

მცენარე	B	Mo	Mn	Cu	Zn	CO
ლაშქვინდგომო ხორბალი—მარცვალი	—	0,2—0,55	12—78	3,7—10,2	8,7—35,5	0,06—0,10
საგაზაფხულო ხორბალი—მარცვალი	2	0,25—0,5	11—120	4—130	11,4—75	0,05—0,13
სიმინდი—მწვანე მასა	1—2	0,2—0,8	21—197	3—11,5	5—36	0,07—0,4
სამყურა—თივა	12—40	0,28—3,5	10—278	4,5—20,8	14—180	0,13—0,42
შაქრის ჭარხალი—ძირები	12—17	0,1—0,20	50—190	5—7	15—84	0,05—0,29
კარტოფილი—ტუბერი	6	—	8—21	4,7—6	6—20	0,14—0,69
მანდარინის—ფოთოლი	20—60	0,05—4	20—100	4—10	14—20	—
ფორთოხალი ვალენსია—ფოთოლი	45—61	—	28—49	11,4—14,0	23	—
ჩაის ბუჩქი—ფოთოლი	13,2—26,3	—	530—849	9,1—13,5	24,8—34,0	—

ბორი. მცენარეში ბორის შემცველობა მცირეა. იგი 1 კგ მცენარეულ მასაზე არა აღემატება 0,1 გ ანუ პროცენტის მეათათასედ ნაწილს.

მცენარეს ბორი მთელი ვეგეტაციის მანძილზე ესაჭიროება. ამავდროს იგი მცენარეში არ გადაინაცვლებს, ე. ი. არ გააჩნია რეულიტარიზაციის უნარი. ამიტომ თუ ნიადაგში ბორი მცირეა და მისი შეღწევალობა მცენარეში შეზღუდულია, მაშინ განსაკუთრებით ძლიერ ზიანდება მცენარის ახალგაზრდა, მოზარდი ნაწილები, მაგალითად, ზრდის წერტილები, ახალგაზრდა ფოთლები, ყლორტები, ყვავილები. ყვავილები მცირე რაოდენობით წარმოიქმნება, მცირდება სასარგებლო გამონასკვა, თესლის მომწიფება ჰიანურდება და სხვ.

ბორის სიმცირე იწვევს მცენარის დაავადებას მშრალი სიღამპლით — ძირხვენები, გაყვითლებას — იონჯა, ყავისფერ სიღამპლეს — ყვავილოვანი კომბოსტო, წვეროების ხმობას — თამბაქო, მზესუმზირა და სხვ.

ბორის ნაკლებობისადმი განსაკუთრებით მგრძობიარეა მზესუმზირა, იონჯა, საკვები ძირხვენები, სელი, ბრინჯი, საკვები კომბოსტო, ბოსტნის კულტურები, შაქრის ჭარხალი.

ბორი ხელს უწყობს მცენარეში ნახშირწყლების, ცილებისა და ამინომჟავების ცვლას; რეპროდუქციული ორგანოების ფორმირებას; განაყოფიერებასა და მოსავლიანობის ზრდას; ზრდის სტიმულატორების წარმოქმნას და მცენარეში მათ გადაინაცვლებას.

ბორისადმი მეტად მომთხოვნია ორლებნიანი მცენარეები. მ. შკოლნი-

კის მიხედვით ნიადაგში ბორის სიმცირე ორლებნიან მცენარეებში იწვევს ფიზიოლოგიურ დარღვევებს. მცენარეში აუქსინებისა და ფენოლის რაოდენობის რეგულირება ბორის მთავარ ფიზიოლოგიურ ფუნქციადაა მიჩნეული.

ნიადაგში ბორის შემცველობაზე სხვადასხვა მცენარე არაერთნაირად რეაგირებს. მაგალითად, მარცვლეული კულტურები მის მაღალ შემცველობას ვერ იტანს. ისინი ზიანდება მაშინ, როცა 1 კგ ნიადაგზე ბორის მოძრავი ფორმების შემცველობა 7—8 მგ/ია; იონჯა და ჭარხალი 1 კგ ნიადაგზე 25 მგ ბორის შემცველობას კარგად იტანს, მაგრამ 1 კგ ნიადაგზე 30 მგ მეტი ბორის მოძრავი ფორმების შემცველობა მავნებელია არა მარტო მცენარის, არამედ ცხოველებისათვისაც, მათ მძიმე დაავადებას იწვევს.

ბორის მაღალი შემცველობა ტოქსიკურია მცენარეებისათვის. ამ მოვლენას ამცირებს ნიადაგში კალციუმისა და ფოსფორის არსებობა. ამიტომ განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მკავე ნიადაგების მოკირიანებას. მოკირიანება ამცირებს ბორის შესათვისებლობას და მცენარეში შეღწევას. მოკირიანებულ ნიადაგზე ბორიანი სასუქებისადმი მოთხოვნილება იზრდება. ამ შემთხვევაში სრულიად ქრება ძირხვეწების გულის სიღამპლე და კარტოფილის ქეცით დაავადება.

ბორიანი სასუქების მიმართ დადებითად რეაგირებს სამყურა, იონჯა, კარტოფილი, სიმინდი, მარცვლეული პარკოსნები, ვაზი, ვაშლი, თამბაქო, ჩაი და სხვ. კულტურები.

ჩვენი ქვეყნის ნიადაგებზე საერთო ბორის საშუალო შემცველობა 1 კგ ნიადაგზე 10 მგ შეადგენს, ქვეყნის ევროპულ ნაწილში მისი შემცველობა მეტია და სახნავ ფენაში 25—30 მგ აღწევს.

ბორით ღარიბია კორდიანი ეწერი, კორდიანი თიხნარი და დაჭაობებული, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგები. ტუნდრის ნიადაგებში ბორის საერთო შემცველობა 1—2 მგ შეადგენს, ხოლო მოძრავი 0,1 მგ 1 კგ ნიადაგზე. კორდიან-ეწერებში შესაბამისად 2—5 და 0,04—0,6 მგ 1 კგ ნიადაგზე.

დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის ნიადაგების სახნავ ფენაში საერთო ბორის შემცველობა შემდეგ ფარგლებში ცვალებადობს მგ/კგ ნიადაგზე:

წითელმიწები — დედაქანების გამოფიტვის ქერქზე განვითარებული	— 2—27
— წითელმიწები — ზებრისფერ თიხებზე	— 25—50
— ყვითელმიწები — თიხა-ფიქალეებზე	— 61—70
— ყვითელმიწები — ელუვიები კენკოვან-კარბონატული	— 51—56
— ყვითელმიწები — ეწერი	— 42—51
— ლამიან-ლებიანი, კორდიან-ლებიანი	— 24—33
— კორდიან-კარბონატული	— 26—55
— მთა-ტყის მუქი ყომრალი	— 14—22
— მთა-მდელოს	— 6—8

დასავლეთ საქართველოს ნიადაგებში, ქვეყნის ევროპული ნაწილის ნიადაგებთან შედარებით, ბორი მეტია. ეს გამოწვეულია ნიადაგწარმოქმნის ქანებში ბორის მაღალი შემცველობით. კირქვებში მისი შემცველობა დაბალია. მერგლებში — მაღალი.

დასავლეთ საქართველოს ნიადაგებში საერთო ბორის შემცველობა 1 კგ ნიადაგზე 6—80 მ/-გ ფარგლებში ცვალებადობს, ამავე დროს ბორით უფრო მდიდარია ყვითელმიწა ნიადაგები. ამის მიზეზი ამ ნიადაგების წარმოქმნაში მონაწილე ქანებში ბორის მაღალი შემცველობაა.

ბორიანი სასუქების გამოყენება მიზანშეწონილია, თუ მისი მოძრავი ფორმები არაშეგმიწა ნიადაგებიან ზონაში 0,2—0,5; შეგმიწა ნიადაგებიან ზონაში — 0,3—0,65; შუა აზიის რუხ და წაბლა ნიადაგებში — 0,45—2,0; სუბტროპიკული ზონის წითელმიწები, ეწერებსა და ყვითელმიწებში — 0,25—0,35; ალუვიურ ნიადაგებში — 0,08—0,3 მგ 1 კგ ნიადაგზე. ამ პირობებში ბორიანი სასუქების გამოყენება ყველა კულტურის მოსავლის გადიდებას იწვევს, ამავე დროს დადებითად მოქმედებს მოსავლის ხარისხზე. მაგალითად, შაქრის ქარხალში 0,3—2,1%-ით ზრდის შაქრიანოდა სხვ.

ნიადაგის სახნავი ფენის ანალიზის მიხედვით დგება აგროქიმიური კარტოგრამა ნიადაგში საერთო ბორის შემცველობაზე, რომელიც შემდეგი ინდექსებით ხასიათდება (ცხრ. 54):

ცხრილი 54. ბორის შემცველობის ინდექსები
ნიადაგის სახნავ ფენაში

უზრუნველყოფის დონე	მგ 1 კგ ნიადაგზე	
	საერთო ბორი	მოძრავი ბორი
ძლიერ ღარიბი	<15	<0,25
ღარიბი	15—25	0,25—0,50
საშუალოდ უზრუნველყოფილი	26—35	0,50—0,70
ქარბად უზრუნველყოფილი	>36	>0,70

ბორით ძლიერ ღარიბ და ღარიბ ნიადაგებზე შეიტანება ბორიანი სასუქი 3 კგ/ჰა ბორის ანგარიშით, ან ტარდება მცენარეთა შესხურება ბორის 1%-იანი ხსნარით სავეგეტაციო პერიოდში ერთჯერ: ერთწლიან კულტურებში აქტიური ზრდის დაწყებისას, მრავალწლიან კულტურებში — ვეგეტაციის დაწყების წინ ან აქტიური ყვავილობის დაწყებისას. ბორით უზრუნველყოფილ ნიადაგებზე ბორიანი სასუქების შეტანა საჭირო არ არის.

ბორიანი სასუქებიდან სოფლის მეურნეობაში ძირითადად გამოიყენება ბორიანი სუპერფოსფატი და ბორმაგნიუმიანი სასუქები; ამავე დროს,

ბორიანი სუპერფოსფატი ჰირველ რიგში გამოიყოფა მექარხლეობისა და სელის მწარმოებელი რაიონებისათვის. სოფლის მეურნეობაში სხვა ბორიან სასუქებსაც იყენებენ (ცხრ. 55).

ც ხ რ ი ლ ი 55. ბორიანი სასუქების ასორტიმენტი

სასუქებს დასახელება	წალხსნადი ბორი. %
ტექნიკური ბორის მჟავა	17,3
ბორის შემცველი თხენილი	2,4—2,8
ბორმაგნიუმიანი სასუქი	2,27
გრანულირებული ბორსუპერფოსფატი	0,2—0,05
ბორაქსი	11,0

ბორსუპერფოსფატში 2% ბორია. იყენებენ შაქრის ქარხლის, საკვები ძირხვენების, მარცვლოვანი პარკოსნების გასანოყიერებლად. იგი ნიადაგში შეაქვთ ძირითადი განოყიერებისას 2—3 ც და მწკრივში, გამოკვების მიზნით, თესლთან ერთად 1.0—1,5 ც/ჰა. სელისათვის, როგორც ძირითადი სასუქი, შეაქვთ 1,5 ც და მწკრივში (გამოკვება) 0.5 ც/ჰა.

ბორმაგნიუმიანი სასუქი. მასში 2,2% ბორია. იყენებენ შაქრის ქარხლის, საკვები ძირხვენების, მარცვლოვან, პარკოსან, სელისა და სხვა მცენარეთა ნარგაობაში. იგი შეაქვთ სხვა სასუქებთან ერთად ნარევის სახით, 20 კგ/ჰა სასუქის ანგარიშით.

ბორის მჟავა. ამ სასუქში 17% ბორია. მას ძირითადად იყენებენ ფესვგარეშე კვებისათვის. ამ მიზნით 500—600 გ ბორს იყენებენ 1 ჰექტარზე. კარგია მისი გამოყენება თესლის დამუშავებითაც. ამ შემთხვევაში საკმარისია 100 გ ბორის მჟავა 1 ც მარცვალზე.

სპილენძი. მცენარეში ბორთან შედარებით სპილენძი მეტია, მისი საშუალო შემცველობა მცენარეულ მასაში 0,2 მგ შეადგენს 1 კგ-ზე, ანუ პროცენტის 2 მეთათათასედ ნაწილს. ამავე დროს სპილენძის შემცველობა მცენარეში დამოკიდებულია ჯიშის თავისებურებასა და ნიადაგის თვისებებზე. მოსავლით სპილენძის გამოტანა დამოკიდებულია მცენარის სახეობასა და მოსავლის დონეზე. ყოველი ცენტნერი მოსავლით ნიადაგიდან გამოიტანება სპილენძის შემდეგი რაოდენობა: საშემოდგომო ხორბალი — მარცვალი 520; ჩალა — 150; შაქრის ქარხალი — ძირები 650, ფოთლები — 690 მგ.

მცენარის უჯრედში სპილენძის 2/3 უხსნადი ნაერთების სახითაა. შედარებით სპილენძით მდიდარია თესლი. ასევე მცენარის მოზარდი ნაწილები, ყლორტები, ახალი ფოთლები. აქტიური ფესვები. მცენარის ფოთოლში საერთო სპილენძის 70% თავმოყრილია ქლოროპლასტებში. სპილენძს ახასიათებს მოძრაობა მცენარეში, სავეგეტაციო პერიოდში საერთო სპილენძის 30%-ზე მეტი გადაინაცვლებს ძველიდან ახალ ფოთლებში. სპილენძი შედის სპილენძის შემცველ ცილებსა და ფერმენტებში. ეს ფერ-

შენტები აჩქარებს დიფენოლების დაანგვას და მენოფენოლების ჰიდროქსილირებას. ამაში გამოიხატება სპილენძის ფიზიოლოგიური ფუნქცია. სპილენძის შემცველი ცილის ფუნქციაც დიდია მცენარეში. ფოთოლში არსებული სპილენძის თითქმის ნახევარი პლასტოციანინის (სპილენძის შემცველი ცილა) ფორმაშია. სპილენძი აქტიურ მონაწილეობას ღებულობს აზოტის ცვლაში, იგი შედის ნიტრიტრედუქტაზის, ჰიპონიტრიტრედუქტაზისა და აზოტის ოქსიდის რედუქტაზის შედგენილობაში. იგი აძლიერებს ატმოსფეროს მოლეკულური აზოტის შებოჭვის პროცესს, ასევე მცენარის მიერ ნიადაგისა და სასუქის აზოტის შეთვისებას.

არის მასალები იმის შესახებ, რომ სპილენძი აძლიერებს ქლოროფილილოვანი კომპლექსის სიმტკიცეს მცენარეში. ამცირებს ქლოროფილის დაშლას, ხელს უწყობს ყველა მცენარის მწვანე ფერის წარმოქმნას, ზრდის გვალვისადმი, მაღალი ტემპერატურისადმი, ყინვისადმი გამძლეობას და ამცირებს ხორბლეულის ჩაწოლას.

სპილენძის ნაკლებობა მცენარეში იწვევს ზრდის შენელებას, ქლოროზს, ტურგორის მოშლას, მცენარის ჭკნობას, ყვავილობის დაგვიანებას, მოსავლის დაღუპვას. მარცვლოვან კულტურებში სპილენძის მკვეთრი ნაკლებობისას აღინიშნება ფოთლის წვეროების გათეთრება, არ ვითარდება თავთავი (თეთრი ჭირი-დამუშავების დაავადება), ხეხილნარში — ნაზარდების ბოლოების გამოშრობა აღინიშნება.

ლიტერატურაში ბევრი მასალაა მოტანილი მცენარეზე სპილენძის ტოქსიკური მოქმედების შესახებ. აშშ-სა (ფლორიდა) და საფრანგეთში ბორდოს ხსნარის სისტემატური და ხანგრძლივი გამოყენებით. ასევე სპილენძის შემცველი სასუქების გამოყენებით ნიადაგში სპილენძის მაღალი კონცენტრაცია წარმოიქმნა, მან ზოგჯერ ხელი შეუშალა რკინის შეღწევას მცენარეში, რამაც რკინის ნაკლებობა და ქლოროზი გამოიწვია. ფლორიდაში სპილენძი ტოქსიკური აღმოჩნდა ციტრუსებისათვის. როცა მისი შემცველობა ნიადაგის ზედა ფენებში 150—250 მგ იყო 1 კგ ნიადაგზე, ხოლო pH 5 ან მასზე ნაკლები. საფრანგეთში სპილენძის ტოქსიკური გავლენა აღინიშნული იყო მრავალი კულტურის მიმართ იმ ნაკვეთებზე, რომლებიც ადრე ვენახით იყო დაკავებული და ხანგრძლივი პერიოდის მანძილზე ხდებოდა მათი შეწამლვა ბორდოს ხსნარით.

საერთო სპილენძის შემცველობა სხვადასხვა ნიადაგში მეტად ცვალებადია. იგი ცვალებადობს 0,1 — 150 მგ ფარგლებში კგ ნიადაგზე. ჩვენი ქვეყნის ნიადაგებში მისი საშუალო შემცველობა 20 მგ შეადგენს, ხოლო გრადაცია 1—100 მგ/კგ ფარგლებშია.

საერთო სპილენძით განსაკუთრებით ღარიბია მადლობის ტორფის ნიადაგები, ბალტიისპირეთის კორდიან-კარბონატული ნიადაგები, ასევე ჭაობისა და დაჭაობებული და ქვიშიანი და ქვიშნარი ნიადაგები.

მცენარე სპილენძის ნაკლებობას განიცდის, ხოლო ნიადაგი ღარიბია სპილენძით იმ შემთხვევაში, თუ საერთო სპილენძი 1 კგ ნიადაგზე შემდეგ ფარგლებშია: არაშავმიწა ნიადაგებიან ზონაში — 1,5—3,0 მგ-ზე, შავმიწა-ნიადაგებიან ზონაში — 2,0—5,0-ზე, შუა აზიის რუხ და წაბლა ნიადაგებში — 1,5—4,0 მგ-ზე ნაკლებია. დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის ნიადაგებში სპილენძის შემცველობა 16-დან 105 მგ ფარგლებში ცვალებადობს 1 კგ ნიადაგზე, ე. ი. სხვადასხვა ნიადაგი მას სხვადასხვა რაოდენობით შეიცავს (მგ 1 კგ ნიადაგზე).

წითელმიწა — დედაქანების გამოღრტვის ქანებზე	განეთარე- — 91—114
წითელმიწა — ზებრისდერ თიხებზე	— 53—94
ყვითელმიწა — ალუვიური, კენჭოვან-კარბონატული	— 40—65
ყვითელმიწა-ეწერი	— 12—22
ლამიან-ლებიანი, კორდიან-ლებიანი	— 45—82
კორდიან-კარბონატული	— 26—74
მთა-ტყის მუქი ყოშრალი	— 15—44
მთა-მდელოს	— 14—25

სახნავ ფენაში სპილენძის მაღალი შემცველობით გამოირჩევა გამოფიტვის დედაქანებზე განვითარებული წითელმიწები, ეს იმით არის გამოწვეული, რომ თვით დედაქანი დიდი რაოდენობით შეიცავს მას. ყვითელმიწები შედარებით ღარიბია სპილენძით, განსაკუთრებით ყვითელმიწა ეწერები. ეს გამოწვეულია ნიადაგის მაღალი მყავიანობით, ასევე მოძრავი ორგანული ნაერთების არსებობით, რაც ხელს უწყობს სპილენძის მიგრაციას პროფილის სიღრმეში.

მეავე ნიადაგის მოკირიანება მცენარეში სპილენძის შესვლის შემცირებას იწვევს. რადგანაც კირი ხელს უწყობს ნიადაგში სპილენძის დამაგრებას. კირი სპილენძის აღსორბენტია ნიადაგში. ამავე დროს იგი ნიადაგის სხნარის გატუტიანებასთან დაკავშირებით ქმნის საუკეთესო პირობებს ორგანული ნაერთების კომპლექსის შესაქმნელად, რომელშიც სპილენძი მონაწილეობს.

სპილენძის მიმართ ყველა მცენარე მომთხოვნია, მაგრამ განსაკუთრებით მაღალ მოთხოვნას ამჟღავნებს ხორბალი, ქერი, ჭვავი, სელი, ძირხვენები, მზესუმზირა, შაქრისა და საკვები ჭარხალი, საკვები პარკოსნები, ბოსტნის კულტურები, თამბაქო, ასევე ციტრუსები. ამავე დროს სპილენძისადმი მცენარის მოთხოვნილება იზრდება აზოტიანი სასუქის მაღალი ნორმით გამოყენების შემთხვევაში. ლატერატურაში არის მასალები იმის შესახებ, რომ ჩაის ძველი პლანტაციის ნიადაგებში (წითელმიწები) ვერაჭრობით სპილენძის ნაკლებობა არ აღინიშნება.

პერსპექტივაში სპილენძზე მცენარის მოთხოვნილების დაკმაყოფილება უნდა მოხდეს შაბიამნისა (ბორდოს ხსნარი) და სპილენძის შემცველი კალიუმიანი სასუქების, ასევე ადგილობრივი სპილენძიანი სასუქის.— პირიტის ნამწვავის გამოყენებით, იგი გოგირდმჟავას მრეწველობის ანარჩენია, მასში Cu შემცველობა 0.2—0.3% შეადგენს.

სპილენძის შემცველ სასუქს იყენებენ მცენარეზე შესხურების გზით. ადრე გაზაფხულზე, მცენარეთა ზრდის დაწყებისას, თესლის დამუშავების გზით (ხსნარის სახით), თესლის თესვის წინ მასზე მოაპყურებენ 50—100 გ სპილენძის სულფატს ყოველ ცენტრ თესლზე. მიმართავენ გამოკვებასაც, ამ მიზნით ყოველ ჰექტარზე შეაქვთ 200—300 გ სპილენძის სულფატი სხვა სასუქთან ნარევის სახით და ჩააკეთებენ ნიადაგში. პირიტის ნამწვავს იყენებენ ძირითადი განოციერებისათვის, იგი შეაქვთ საშუალოდ 5—6 ც/ჰა, 4—5 წელიწადში ერთხელ, შემოდგომით, მზრალად ხვნის ან ადრე გაზაფხულზე — კულტივაციის ქვეშ.

მანგანუმი. მანგანუმის საშუალო შემცველობა მცენარეში არის 0,001% ან 1 მგ 1 კგ მასაზე. მისი ძირითადი ნაწილი თავმოყრილია მცენარის ფოთოლში და ქლოროპლასტებში. მანგანუმის სიმცირისას ფოთლის ძარღვთაშორისებში ქლოროზის ნიშნები ჩნდება, ხოლო ძარღვი მწვანე ფერს ინარჩუნებს. ხილ-კენკროვნებში ახალგაზრდა ტოტები ხმება.

ნიადაგის მეავე რეაქციის მომთხოვნი კულტურები. მაგალითად ჩაი, კენკროვანი კულტურები და სხვ. მეტად მომთხოვნია მანგანუმის მიმართ (მანგანოფილი), სუსტად შთანთქავენ მას და გააჩნიათ მისი ქსოვილებში დაგროვების მაღალი მდგრადობა.

მანგანუმს შეიცავს მცენარის ყველა ცოცხალი უჯრედი. იგი მონაწილეობს ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების რეგულირებაში. ფოტოსინთეზში, შაქრებისა და ქლოროფილის დაგროვებაში, ქლოროფილისა და ცილების კავშირის განმტკიცებაში. სუნთქვის ინტენსივობის გაძლიერებაში, ასკორბინის მჟავას სინთეზში. მანგანუმის ფიზიოლოგიურ როლს ასევე განსაზღვრავს მისი მონაწილეობა ჰიდროქსილამინრედუქტაზას შედგენილობაში, რის გავლენითაც მცენარეში მიმდინარეობს ჰიდროქსილამინების, ნიტრატებისა და ნიტრიტების ამიაკამდე აღდგენა (რედუქცია). გარდა ამისა, მისი მონაწილეობა იმ ფერმენტების შედგენილობაში, რომლებიც ახდენენ ნახშირმჟავას აღდგენას ფოტოსინთეზის დროს.

მანგანუმი დიდ გავლენას ახდენს მცენარეში მიმდინარე მრავალი რეაქციის აქტივობაზე, მათ შორის სუნთქვის პრაქცესში წარმოქმნილი დი და ტრიკარბონული მჟავების გარდაქმნაზე; მიიჩნევენ, რომ მანგანუმი იმ ფერმენტების შედგენილობაში შედის, რომლებიც ასკორბინის მჟავას სინთეზს ახდენს და სხვ. დღეისათვის დადგენილია 23 მეტალოფერმენტული კომპლექსი, რომელთა აქტიურობა მანგანუმზეა დამყარებული.

მანგანუმი, კალციუმთან ერთად, ხელს უწყობს გარემო ხსნარიდან მცენარის მიერ იონების შერჩევით შთანქმას. საკვები ხსნარიდან მანგანუმის გამოთიშვა იწვევს მცენარის ქსოვილებში ძირითადი საკვები ელემენტების კონცენტრაციის ამაღლებასა და საკვებ ბალანსში საკვები ელემენტების შეფარდების დარღვევას.

ლიტერატურაში არის მასალები იმის შესახებ, რომ მანგანუმი ხელს უწყობს მცენარეში ძველიდან ახალ ფოთლებში, ასევე რეპროდუქციულ ორგანოებში ფოსფორის გადანაცვლებას. გარდა ამისა, მანგანუმი აძლიერებს ქსოვილების მიერ წყლის შეკავების უნარს, ამცირებს ტრანსპირაციას, დადებითად მოქმედებს მცენარის მოსავალზე.

მანგანუმის მკვეთრი ნაკლებობისას ბოლოკი, კომბოსტო, პამიდორი, ცერკვი და სხვ. მოსავალს არ იძლევა.

ნიადაგის სახნავ ფენაში საერთო მანგანუმის საშუალო შემცველობა საკმაოდ მაღალია, იგი შეადგენს 850 მგ 1 კგ ნიადაგზე. საბჭოთა კავშირის ნიადაგებში მისი შემცველობა 170-დან 1440 მგ-მდე ცვალებადობს. ქვეყნის ევროპულ ნაწილში—810 მგ 1 კგ ნიადაგზე. დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის ნიადაგებში მისი შემცველობა 160—2300 მგ-მდე ცვალებადობს. ამავე დროს მანგანუმის უმეტესი ნაწილი ძნელად ხსნადი ნაერთების სახითაა.

დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის ნიადაგებში, საერთო მანგანუმი სახნავ ფენაში ცვალებადობს შემდეგ ფარგლებში (მგ/კგ ნიადაგზე):

წითელმიწები-გამოფიტვის დედაქანებზე განვითარებული	— 466—1235
წითელმიწები — ზებრისფერ თიხებზე	— 211—1780
ყვითელმიწები — თიხა ფიქალებზე	— 754—1154
ყვითელმიწები-ალვიური, კენჭოვან-კარბონატული	— 1150—2165
ყვითელმიწა-ეწერი	— 211—908
კორდიან-ლებიანი, ლამიან-ლებიანი	— 556—1225
კორდიან-კარბონატული	— 1078—3538
მთა-ტყის ყომრალი	— 803—1470
მთა-მდელოს	— 424—733

მანგანუმის მაღალი შემცველობით გამოირჩევა კორდიან-კარბონატული და მთა-ტყის ყომრალი ნიადაგები. ამ ნიადაგებში მანგანუმის მეტი რაოდენობით დაგროვებას ხელს უწყობს მათი რეაქცია (ნეიტრალური ან სუსტი ტუტე) და მაღალი ჟანგვა-აღდგენის პოტენციალი.

წითელმიწებსა და ყვითელმიწებში მანგანუმის საშუალო შემცველობა 500—1000 მგ/კგ ნიადაგზე მერყეობს, ამავე დროს გამოირჩევა მანგანუმის შემცველობის დიდი სიჭრელით. ვარიაციის კოეფიციენტი 40% უახლოვდება. მაღალი ტემპერატურა და დიდი რაოდენობით ნალექები ხელს უწყობს მანგანუმის ორვალენტიანი ელემენტის დალექვას და ქვე-

და ფენებში თავმოყრას. ამ გარემოებას ხელს უწყობს ასევე ინტენსიური ქიმიზაცია. ეს კარგად ჩანს პლანტაციების ნიადაგის მაგალითზე. ჩაის ძველ პლანტაციებში მანგანუმის შემცველობა ნიადაგში იმდენად დაეცა, რომ მისი ნაკლებობის მკვეთრი ნიშნები გამოვლინდა მცენარეზე. ამ პირობებში მანგანუმის შემცველი სასუქების გამოყენებამ ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალი 11—14% -ით გაადიდა.

დასავლეთ საქართველოს ნიადაგები, ნიადაგის პროფილში მანგანუმის შემცველობის მიხედვით შეიძლება დაიყოს ორ ძირითად ჯგუფად: 1. ისეთი ნიადაგები, რომლის ჰუმუსოვან ფენაში აკუმულირებულია მანგანუმის ძირითადი ნაწილი, სიღრმეში მისი შემცველობა მკვეთრად ეცემა. ასეთია წითელმიწები, მთის ყომრალი ნიადაგები, ყვითელმიწები, კორდიან-კარბონატული ნიადაგები. ეს ფაქტი იმაზე მიგვანიშნებს, რომ მანგანუმი აქტიურ მონაწილეობას ღებულობს ბიოლოგიურ წრებრუნვაში. 2. ამ ჯგუფში შედის ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგები. აქ ადგილი აქვს მანგანუმის დაგროვების ორ მაქსიმუმს. არის შემთხვევა, როცა იგი მაქსიმალურად გროვდება ზედა ჰუმუსოვან ფენაში. ასევე ვხვდებით მის მაქსიმალურ დაგროვებას ილუვიურ ჰორიზონტში.

მანგანუმის განლაგება ჩაის პლანტაციის ნიადაგებში უფრო მონოტონურია, ვიდრე კორღზე. ჩაის პლანტაციებში მანგანუმის შემცველი სასუქების გამოყენების აუცილებლობას, ასევე მისი ნორმების დადგენას პირველად ჯერ კიდევ 50-იან წლებში, ყურადღება მიაქცია პროფ. ი. სარიშვილმა.

ჩვენს ქვეყანაში მანგანუმიანი სასუქის გამოყენებისათვის ხელმძღვანელობენ ნიადაგის სახნავ ფენაში საერთო მანგანუმის შემცველობით. მისი გამოყენება პერსპექტიულია, როცა საერთო მანგანუმი არაშემიწა ნიადაგებიან ზონაში 25—55, შავმიწანიადგებიან ზონაში 40—60, რუხ ნიადაგებში 10—50 მგ-ია კგ ნიადაგზე. ჩაის პლანტაციისა და ციტრუსების ბაღის ნიადაგებში როცა მცენარისათვის მისაწვდომი მანგანუმი 8 მგ-ზე ნაკლებია 1 კგ ნიადაგში, მაშინ მანგანუმიანი სასუქები მაღალ ეფექტს იძლევა.

მანგანუმიანი სასუქის ყველაზე იაფი წყაროა მანგანუმის მადნის ანარჩენები — მანგანუმის შლამი. იგი 10—18% მანგანუმს შეიცავს, გარეგნულად მუქი-რუხი ან შავი ფერის ფხვნილია. მისი მარაგი ბევრია ნიკოპოლში (დნეპროპეტროვსკის ოლქი), ჭიათურასა და სხვ. კარგი სასუქია გოგირდმჟავა მანგანუმი, მაგრამ ძვირადღირებულია. მას იყენებენ სასაბურე მებოსტნეობაში. მანგანუმის საშუალო ნორმა ელემენტზე გადაანგარიშებით შეადგენს 2,5 კგ/ჰა.

მანგანუმიანი სასუქს იყენებენ ძირითადი განოყიერებისათვის, ასევე ფესვის გარეშე კვებისა და თესლის დაპყურების წესით. ფესვის გარეშე კვებისათვის საჭიროა: მინდვრის კულტურებში — 200 გ, ხეხილნარ და

კენკროვან კულტურებში — 600—1000 გ/ჰა მანგანუმი. ჩაის პლანტაციებში ყოველ ოთხ წელიწადში ერთხელ შეაქვთ 2 ც კიათურის შავი ქვის შლამი, გვიან შემოდგომაზე ან ადრე გაზაფხულზე ნიადაგის გადაბარვის ან კულტივაციის დროს.

მოლიბდენი. მცენარეს მოლიბდენი მნიშვნელოვნად ნაკლები რაოდენობით ესაჭიროება, ვიდრე ბორი, მანგანუმი, თუთია და სპილენძი. ამავდროს მოლიბდენის მიმართ მეტად მომთხოვნია პარკოსანი მცენარეები. პარკოსნების თესლში მოლიბდენი 0,5—20%-მდეა, ხოლო მარცვლოვნებში — 0,2—1,0%-მდე მშრალ მასაზე გაანგარიშებით. მოლიბდენის სიმცირისას ყვავილოვანი კომბოსტო ნორმალურად არ ვითარდება. ციტრუსებს ფოთლებზე ყვითელი ლაქები უჩნდება და სხვ. ამიტომ პარკოსანი მცენარეები, კომბოსტო, ციტრუსები პირველ რიგში მოითხოვენ მოლიბდენს, თუმცა სხვა კულტურების მიმართაც მოლიბდენის ეფექტი მაღალია.

მოლიბდენი მცენარეში თავს იყრის ახალგაზრდა, მზარდ ნაწილებში. იგი ფოთლებში ყოველთვის მეტია, ვიდრე ღეროსა და ფესვში. ფოთოლში მოლიბდენი ძირითადად ქლოროპლასტებშია. უმეტესი მცენარეებისათვის მოლიბდენის შემცველობის ქვედა ზღვარია 0,1 მგ/კგ მშრალ მასაზე, პარკოსნებისათვის 0,4 მგ აღწევს, უფრო ნაკლები შემცველობისას ვლინდება მოლიბდენით შიმშილის ნიშნები.

საშუალო მოსავლისას სხვადასხვა მცენარეს მოლიბდენი სხვადასხვა რაოდენობით გამოაქვს ნიადაგიდან. მაგალითად, ხორბალს — 6, სამყურას — 10 გ.

მოლიბდენი მცენარეში მონაწილეობს ამინომჟავებისა და ცილოვან ნივთიერებათა სინთეზის დროს ნიტრატების ამონიკამდე აღდგენაში. ხელს უწყობს კოჟის ბაქტერიების ცხოველმყოფელობას, რკინასთან ერთად იგი შედის ფერმენტ ნიტროგენეზას შედგენილობაში, რომელიც აჩქარებს ბაქტერიების მიერ მოლეკულური აზოტის ფიქსაციას. მოლიბდენის ნაკლებობისას მცენარეში ირღვევა აზოტოვან ნივთიერებათა ცვლა, ქსოვილებში გროვდება დიდი რაოდენობით ნიტრატები. ცხოველებისა და ადამიანების ორგანიზმში ნიტრატების დიდი რაოდენობით მოხვედრისას, წარმოიქმნება კანცეროგენული ნაერთები — ნიტროზოამინები. მოლიბდენი დიდ გავლენას ახდენს მცენარეში მიმდინარე მთელ რიგ ფიზიოლოგიურ პროცესებზე, მაგალითად, ნუკლეინის მჟავას ბიოსინთეზზე, სუნტქვაზე, პიგმენტების სინთეზზე, ვიტამინებზე და სხვ. ზოგჯერ ამ პროცესებზე მოლიბდენის არაპირდაპირი მოქმედებაც ვლინდება.

მოლიბდენის სპეციფიკური როლი აზოტის ფიქსაციის პროცესში განსაზღვრავს პარკოსანი მცენარეების აზოტით კვებას, მოლიბდენიანი სასუქების გამოყენების შემთხვევაში და იწვევს ასევე ამ კულტურების განაოყიერებლად გამოყენებული ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების

უფექტურობის ამაღლებას. ამავე დროს, პარკოსან მცენარეთა მოსავლის ზრდასთან ერთად, მოსავალში მატულობს ცილები.

არაპარკოსანი კულტურების გასანოყიერებლად მოლიბდენის გამოყენება იწვევს მცენარის მიერ სასუქისა და ნიადაგის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტის გადიდებას. მოლიბდენის გავლენით ძლიერდება ნიტრატული აზოტის ასიმილაცია, ძლიერდება ასევე ამონიაკური და ამიდური აზოტის ასიმილაციაც რადგანაც ინტენსიურად მიმდინარეობს მათი ნიტრიფიკაცია. ამავე დროს მცირდება აზოტის დანაკარგი დენიტრიფიკაციისა და ჩარეცხვის გზით.

მოლიბდენის ნაკლებობისადმი მგრძობიარობას მყავე ნიადაგის პირობებში ხშირად ამჟღავნებს იონჯა, სამყურა, ცერცივი, კომბოსტო, ციტრუსები და სხვა მცენარეები.

პარკოსან მცენარეებში მოლიბდენის შემშილის გარეგანი ნიშნები ხშირად აზოტით შემშილის გარეგან ნიშნებს წააგავს. მოლიბდენით მკვეთრი შემშილის პირობებში ძლიერ სუსტდება მცენარის ზრდა, ფესვებზე კოჩრები ცუდად ვითარდება, მცენარე მკრთალი მწვანე ფერის ხდება, ფოთლის ფორფიტა დეფორმაციას განიცდის და ნაადრევად ჩამოცვენას იწყებს.

მოლიბდენის მაღალი შემცველობა ტოქსიდურია მცენარისათვის. ასევე მავნებელია ადამიანისა და ცხოველისათვის მოლიბდენის მაღალი შემცველობა საკვებ პროდუქტებში. მიჩნეულია, რომ მოლიბდენის შემცველობა 20 მგ და მეტი კგ მშრალ მასაზე საზიანოა ადამიანისა და ცხოველებისათვის. ცხოველებში — მოლიბდენურ ტოქსიკოზს და ადამიანებში — ჰადაგრას იწვევს. მოლიბდენის ტოქსიდურობას ამცირებს პროდუქტების გამოშრობა და გაყინვა, ამ დროს ხსნადი მოლიბდენი მცირდება მათში. ასევე შეიძლება მისი ტოქსიდურობის შემცირება პროდუქტებზე სპილენძის დამატებით.

ნიადაგში საერთო მოლიბდენის შემცველობა მერყეობს 0,20—2,40 მგ/კგ ნიადაგზე. ხოლო მოძრავი — 0,10-დან 0,27 მგ/კგ ნიადაგზე. ნიადაგის სახნავ ფენაში საერთო მოლიბდენის მხოლოდ 8—17%—ია მოძრავი. მოლიბდენით უფრო ღარიბია ჰუმუსით მცირე შემცველობის, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგები: კორდიან-ეწერი, ქვიშიანი ნიადაგები (0,05 მგ/კგ). მოლიბდენით მდიდარია შავმიწა ნიადაგები; ამ ნიადაგში ბევრია როგორც საერთო, ისე მოძრავი მოლიბდენი.

მოლიბდენი ნიადაგში დაეანგული სახითაა. მყავე ნიადაგებში მოლიბდენი ალუმინთან, რკინასთან, მანგანუმთან წარმოქმნის ძნელად ხსნად ნაერთს, ხოლო ტუტე ნიადაგებში — მოლიბდენმყავა ნატრიუმის კარგად ხსნად ნაერთს.

მოლიბდენის წყალხსნადი ფორმა მატულობს მყავიანობის შემცირებასთან ერთად. მცენარის მიერ მოლიბდენის შთანქმე მოკირიანების

გავლენით მატულობს, მაგრამ pH 7.5—8.0 შემთხვევაში იგი მცირდება, რადგანაც ნიადაგში იზრდება კარბონატები.

მოლიბდენის გავლენით უმჯობესდება მცენარის აზოტით კვება, მასთან ერთად სხვა საკვები ელემენტების გამოყენება. ამავე დროს, ნიადაგში მოლიბდენის მცირე შემცველობისას, მოლიბდენიანი სასუქების გამოყენება იწვევს მოსავლის გადიდებას, აზოტის ცილებში გადანაცვლებას, ზღუდავს ნიტრატების დაგროვებას პროდუქტებში.

მოლიბდენიანი სასუქებია: მოლიბდენმჟავა ამონიუმი, მოლიბდენმჟავა ნატრიუმი, მოლიბდენმჟავა ამონიუმ-ნატრიუმის ორმაგი მარილი, აგრეთვე მრეწველობის — სპილენძის, ელნათურების, ფეროშენადნობთა მოლიბდენის შემცველი ანარჩენები. გარდა ამისა, სუპერფოსფატიც შეიცავს მოლიბდენის მნიშვნელოვან (0,1—0,2% წყალხსნად მოლიბდენს) რაოდენობას.

მოლიბდენიანი სასუქის გამოყენების რამდენიმე წესია: თესვის წინ თესლის დამუშავება, 1 ც მსხვილ თესლზე საჭიროა 25—50 გ მოლიბდენმჟავა ამონიუმი ან მოლიბდენმჟავა ამონიუმ-ნატრიუმი; ხოლო წვრილზე (სამყურა, იონჯა) — 500—800 გ; გამოკვების სახით — 1 ჰა-ზე 200 გ მოლიბდენმჟავა ამონიუმი; მწკრივში თესვის წინ ან თესვის დროს 0,5 ც/ჰა (100 გ Mo) მოლიბდენიზებული სუპერფოსფატის სახით.

თუთია. მცენარეში თუთია ასტიმულირებს აუქსინის წარმოქმნას. მისი ნაკლებობისას აღინიშნება ცილების დაშლა. თუთიის მიმართ მცენარის მოთხოვნილება დაკავშირებულია განათების ინტენსივობასთან — განათების გაძლიერებასთან ერთად იგი მატულობს. თუთიის შემცველობა მცენარეში აღწევს საშუალოდ 15—22 მგ/კგ მშრალ მასაზე. მინდვრის კულტურების მიერ მოსავლით თუთიის გამოტანა შეადგენს 75—2250 გ/ჰა, ჩაის პლანტაციიდან ფოთლის საშუალო მოსავლისას 9—11 ტ/ჰა, მოსავლით გამოიტანება 50,1—54,5 გ/ჰა თუთია.

თუთიის ნაკლებობისას მცენარეში გროვდება რედუქციურული შაქრები და მცირდება სახაროზა და სახამებელი. მატულობს ორგანული მჟავები, მცირდება აუქსინი, ირღვევა ცილების სინთეზი, გროვდება არაცილოვანი ხსნადი ნაერთები (ამიდები, ამინომჟავები).

თუთიის მკვეთრი ნაკლებობა 2—3-ჯერ ამცირებს უჯრედების დაყოფას, რაც იწვევს ფოთლის მორფოლოგიურ ცვლილებას.

თუთიის ნაკლებობის მიმართ მეტად მგრძობიარეა ხეხილოვანი, განსაკუთრებით ციტრუსოვანი მცენარეები. ვაშლს, ატამს, ბიას, ალუბალს წვრილი ფოთლები უვითარდება, ციტრუსებს — ფოთლის ლაქიანობა, სიმინდს ზედა ფოთლების გათეთრება — ქლოროზი, პამიდორს — წვრილფოთლიანობა და მათი სიხუჭუჭე. ყველა მცენარისათვის დამახასიათებელია ზრდის შენელება.

ნიადაგში თუთიის საერთო შემცველობაა საშუალოდ 50 მგ/კგ ნი-

ადაგზე. ჩვენი ქვეყნის ნიადაგებში იგი მერყეობს 25—100 მგ/კგ ნიადაგზე. ქვეყნის ევროპულ ნაწილში — 40 მგ/კგ ნიადაგზე.

დასავლეთ საქართველოს ნიადაგებში თუთიის შემცველობა სახნავ ფენაში უდრის 50—100 მგ/კგ ნიადაგზე. ყველაზე მეტი რაოდენობით მას შეიცავს კორდიან-კარბონატული ნიადაგები, სხვა ნიადაგებში მისი შემცველობა შემდეგ ფარგლებში ცვალებადობს (მგ/კგ ნიადაგზე).

წითელმიწები — გამოფტვის დედაქანებზე განვითარებული	— 57—74
წითელმიწები — ზებრისფერ თიხებზე	— 62—72
ყვითელმიწები — თიხა ფიქალებზე	— 41—54
ყვითელმიწები — ელვურ კენკოვან-კარბონატული	— 30—74
ყვითელმიწა-ეწერი	— 41—67
კორდიან-ლებიანი, ლამიან-ლებიანი	— 50—82
კორდიან-კარბონატული	— 89—111
მთა-ტყის ყომრალი	— 38—96
მთა-მდელოს	— 55—78

ამ რეგიონის ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია საერთო ტენდენცია: ზედა ჰორიზონტში თუთიის მეტი შემცველობა და სიღრმი. მისი კანონზომიერი შემცირება, გამონაკლისს წარმოადგენს ყვითელმიწა-ეწერი, სადაც ეს პროცესი შებრუნებით ხასიათს ატარებს.

თუთიის შემცველი სასუქების გამოყენება მიზანშეწონილია მაშინ, როცა მოძრავი თუთია 1 კგ ნიადაგზე შეადგენს:

არაშავმიწა ნიადაგებიან ზონაში	— 0,2—1,0 მგ და ნაკლებს;
შავმიწა ნიადაგებიან ზონაში	— 0,3—2,0 მგ და ნაკლებს;
შუა აზიის რუხ და წაბლა ნიადაგებზე	— 1,4—1,8 მგ და ნაკლებს;
დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის ნიადაგებში	— 0,8—8,3 მგ და ნაკლებს.

თუთიის შემცველ სასუქებად იყენებენ მრეწველობის ზოგიერთ ანარჩენებს: გოგირდმჟავა თუთია (Zn — 22%), თუთიის თეთრი საღებავის ქარხნის ანარჩენი (ნახევრადმიკრო სასუქი — 7), იგი შეიცავს 19,6% Zn, თუთიის ოქსიდს — (17,4% Zn), სილიკატური თუთია (21,1% Zn).

კულტურის განოყიერებისათვის თუთიის შემცველ სასუქს იყენებენ: ერთწლიან კულტურებში (სიმინდი და სხვ.) თესვის დროს, მწკრივში, თესლთან ერთად — 5მს-7, 20 კგ /ჰა; თესვის წინ, თესლის დამუშავებით — 1 ც თესლზე 4 კგ გოგირდმჟავა თუთიას ხსნიან 4 ლ წყალში; ფესვის გარეშე გამოკვებით — ამ წესს იყენებენ უმეტესი კულტურებისათვის, 200—500 გ გოგირდმჟავა თუთიას უმატებენ 100 ლ წყალს და 0,2—0,5% ჩამქრალ კირს, მარილის ხსნარის რეაქციის ნეიტრალიზაციისათვის, მცენარის ფოთლები რომ არ დაზიანდეს შესხურებას ატარებენ ფოთლების წარმოქმნის შემდეგ, ყვავილობის დაწყების წინ.

თუთიის შემცველი სასუქის გამოყენება განსაკუთრებით მაღალ ეფექტს იძლევა ბამბის, შაქრის ჭარხლის, სიმიდისა და ყველაზე მეტად ხეხილოვან კულტურებში.

კობალტი. მცენარეში საშუალოდ 1 კგ მშრალ მასაზე მოდის დაახლოებით 0,021 მგ კობალტი, ზოგჯერ იგი 11,6 მგ აღწევს.

კობალტის შემცველობა განსაკუთრებით მაღალია პარკოსან მცენარეებში, ამ მცენარეების კოყრებში თავს იყრის კობალტის მნიშვნელოვანი ნაწილი.

მცენარეში კობალტის საერთო რაოდენობის თითქმის ნახევარი იმყოფება იონის სახით, 20%-მდე კობამიდური ნერთებისა და ვიტამინ B₁₂ შედგენილობაშია, ხოლო 30%-მდე მაღალი მდგრადობის მქონე ორგანულ ნერთებშია.

კობალტი ცვალებადი ვალენტოვნების მქონე მეტალია, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს სისტემა $CO^{3+}-CO^2$ ჟანგვა-აღდგენის პროცესისათვის მყავე არეში. ამ პროცესის გავლენით კობალტის იონი აქტიურ მონაწილეობას ღებულობს მცენარეში მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენის რეაქციებში. თუმცა კობალტის მონაწილეობა სუნთქვისა და ფოტოსინთეზის აქტიური ჯგუფის ფერმენტების შედგენილობაში დადგენილი არ არის.

არის მონაცემები იმის შესახებ, რომ კობალტი მონაწილეობს აუქსინების ცვლაში და იგი ხელს უწყობს უჯრედის გარის გაფართოებას. კობალტი იწვევს აზოტმთფიქსირებელი აპარატის ულტრასტრუქტურის შეცვლას. ბაქტერიოიდები ხანგრძლივად ინარჩუნებენ ცხოველყოფილობას. იგი დიდ გავლენას ახდენს კოყრის ბაქტერიების გამრავლებაზე, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციის საქმეში.

ა. პეტერბურგსკის მიხედვით აზოტის ფიქსაციაზე კობალტის დადებითი მოქმედების ერთ-ერთი მაჩვენებელია მისი მონაწილეობა დეგემოგლობინის ბიოსინთეზში.

კობალტის დადებითი მოქმედება დადგენილია მრავალი მცენარის მოსავლიანობაზე, ამავე დროს მისი დადებითი როლი პირველ რიგში ვლინდება ისეთ ნიადაგებზე, რომელიც კარგად არის უზრუნველყოფილი მინერალური კვების ყველა სხვა ნივთიერებებით და გააჩნია ნეიტრალურთან ახლო მყოფი არეს რეაქცია.

კობალტის შემცველი სასუქების გამოყენება მარტო მოსავლის გადიდებას არ იწვევს, იგი ასევე მოქმედებს მოსავლის ხარისხსა და სხვა მაჩვენებლებზე. მაგალითად, კორდიან-ეწერ ნიადაგზე კობალტის გავლენით შაქრის ჭარხლის (ძირები) მოსავალი საშუალოდ 35 ც/ჰა, ხოლო შაქრიანობა 0,8% გაიზარდა. იმავე ნიადაგზე ხანჭკოლის მოსავალი, თესლი — 1,2 ც/ჰა და მწვანე მასა — 65 ც/ჰა გადიდა საკონტროლოსთან შედარებით, სადაც მოსავალი 325 ც/ჰა შეადგენდა. კობალტის შემცველობა ნიადაგში ცვალებადობს 0,4—4 მგ/კგ ფარგლებში. მისი ნაწილი გაცვლი-

თად შთანთქმულია ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსში. იგი წარმოადგენს მცენარეთა კობალტით კვების ძირითად წყაროს. ნიადაგის მეკვიანობის მატებასთან ერთად კობალტის ხსნადობა ნიადაგში მატულობს. ამიტომ მკავე ნიადაგებზე განლაგებული მცენარეები უკეთ მარაგდება კობალტით.

მოდრავი კობალტი (აზოტმკავეა 1 ნ ხსნარში ხსნადი) სხვადასხვა ნიადაგში სხვადასხვა რაოდენობითაა (მგ 1 კგ ნიადაგზე)

კორდ-ან-ეწერი	—0,12—3,0
შემწიწა ნიადაგები	—1, 1—2, 2
წაბლა ნიადაგები	—1, 1—6, 0
მურა ნიადაგები	—0,57—2,25
ოუხი ნიადაგები	—0, 9—1,5

ამ ნაერთების მხოლოდ ნაწილია მცენარისათვის მისაწვდომი. კობალტის შემცველი სასუქების გამოყენება მაღალ ეფექტს იძლევა მაშინ, თუ 1 კგ ნიადაგზე საერთო კობალტის შემცველობა შემდეგ ფარგლებშია:

არაშემწიწა ნიადაგებიან ზონაში	— 1,0—1,1 მგ;
შემწიწა ნიადაგებიან ზონაში	— 0,6—2,0 მგ;
შუა აზიის წაბლა და რუხ ნიადაგებში	— 1,0—1,5 მგ.

პირუტყვისათვის მაღალხარისხოვანი საკვების მისაღებად კობალტის შემცველი სასუქების გამოყენება ხდება 2,0—2,5 გ 1 კგ ნიადაგზე, საერთო კობალტის შემცველობისას.

ნიადაგში კობალტის საშუალო ნორმაა 200—400 გ/ჰა (კობალტზე გადაანგარიშებით). თესლის თესვისწინა დამუშავებისა და ფესვის გარეშე კვებისათვის გამოიყენება გოგირდმკავე კობალტის 0,01—1,0%-იანი ხსნარი.

რკინა. დედაქანის ყველაზე გავრცელებული ელემენტია რკინა. ნიადაგში მისი შემცველობა მერყეობს 1—5% ფარგლებში. რკინით განსაკუთრებით მდიდარია საქართველოს წითელმიწა ნიადაგები, აქ მისი შემცველობა 10—11% აღწევს. რკინით შედარებით ღარიბია მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის სილნარი ნიადაგები (1%), მიუხედავად ნიადაგში საერთო რკინის მაღალი შემცველობისა, მისი ხსნადი — მცენარისათვის მისაწვდომი ფორმები ხშირ შემთხვევაში საკმარისი არ არის.

რკინა ყველა მცენარისათვის აუცილებელი საკვები ელემენტია, იგი მცენარეში პროცენტის მეასედი ნაწილია მშრალი მასიდან. ძირხვევნებისა და კარტოფილის ფოთლები, მარცვლეულის ჩალა მდიდარია რკინით, ვიდრე ძირები, ტუბერი, ფესვი და მარცვალი.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს ნიადაგიდან მიახლოებით 0,6—9,0 კგ/ჰა რკინა (Fe) გამოაქვს. ჩაის მწვანე ფოთოლით 9—11 ტ მოსავალის პირობებში გამოიტანება მხოლოდ 176—204 გ/ჰა რკინა. რკინის

ნაკლებობა უმეტეს შემთხვევაში ვლინდება კარბონატულ და ძლიერად მოკირანებულ მჟავე ნაიდაგებზე.

ნაიდაგში რკინის შესათვისებელი ფორმების ნაკლებობისას მცენარე ავადდება რკინის ქლოროზით. მცენარის ფოთლები ყვითლდება. ცუდად ვითარდება, დაბალ მოსავალს იძლევა, ზოგჯერ იღუპება. რკინის ნაკლებობით გამოწვეული რკინის (კირის) ქლოროზი გავრცელებულია უსსრ, მოლდავეთში, ჩრდილოეთ კავკასიაში, ამიერ კავკასიაში, შუა აზიის რესპუბლიკებში და კრასნოიარსკის მხარეში. ქლოროზით ავადდება ხეხილოვანი და მრავალი დეკორაციული მცენარე, ვაზი. ციტრუსები და ზოგიერთი ეთერ-ზეთოვანი და ცხიმ-ზეთოვანი კულტურა.

რკინის შემცველ სასუქებად იყენებენ ხელატებს. ისინი კარვად იხსნება წყალში. რკინის იონი არ წარმოიქმნება და ნაიდაგში არ აქვს ადგილი რკინის ძნელად ხსნადი ნაერთების წარმოქმნას.

ხელატები გარეგნულად მუქი ყავისფერი ხსნარია, არ გააჩნია დამახასიათებელი სუნი, შეიცავს 13—25 გ/ლ Fe. ხელატებს იყენებენ როგორც ნაიდაგში შეტანის, ისე ფესვის გარეშე კვების გზით. იგი ნაიდაგში შეაქვთ ნაიდაგის მექანიკური შედგენილობისა და მცენარის ჭიშის გათვალისწინებით 3—12 კგ/ჰა Fe-ზე გაანგარიშებით. შესასხურებლად იყენებენ 0,3—0,5% ხელატის ხსნარს წელიწადში ერთხელ.

მცენარის მიერ მიკროელემენტების რეუტილიზაცია. რეუტილიზაცია არის ძველი ორგანოდან უფრო ახალ ორგანოში საკვები ნივთიერების გადანაცვლება — ხელმეორედ გამოყენება. იგი დიდ როლს ასრულებს მცენარის სხვადასხვა ორგანოებში საკვები ელემენტების გადანაწილების საქმეში. ამ თვისების მიხედვით ყველა მიკროელემენტი ერთნაირი არ არის.

არჩევენ აკროპეტალური და ბაზოპეტალური გრადიენტის უნარის მქონე ელემენტებს.

აკროპეტალური უნარის მქონე ელემენტები ეწოდება ისეთებს, რომლებიც ძველი ორგანოებიდან ახალგაზრდა ორგანოებში არ გადაინაცვლებენ, ე. ი. მათი კონცენტრაცია მცენარეში კლებულობს ქვევიდან ზევით.

ბაზოპეტალური უნარი იმის მაჩვენებელია, რომ ელემენტი აქტიურად გადაინაცვლებს ძველი ორგანოებიდან ახალგაზრდა ორგანოებში. ამიტომ მათი კონცენტრაცია მცენარის ორგანოებში ქვევიდან ზევით იზრდება.

ბორი იმ მიკროელემენტთა რიცხვს მიეკუთვნება, რომელსაც არ ახასიათებს რეუტილიზაცია, ანუ მცენარის მიერ მისი ხელმეორედ გამოყენება არ ხდება. იგი ძველი ორგანოებიდან არ გადაადგილდება ახალგაზრდა ორგანოებში და მცენარის ორგანიზმში კონცენტრაციის აკროპეტალური გრადიენტი ახასიათებს. ამიტომ, თუ გარემო ხსნარში ბორი არ არის და მცენარეში მისი შელწევადობა შეფერხებულია, მაშინ ახალ-

გაზრდა ფოთლები და ნაზარდები ბორის უკმარისობის გამო იჩაგრება. თუმცა ქველ ფოთლებში მისი შემცველობა შეიძლება სრულიად საკმარისი იყოს. ბორის ანალოგიურია მანგანუმის, თუთიის, რკინისა და სხვა მიკროელემენტების მოძრაობა მცენარეში. ამიტომ მათი ნაკლებობის პირობებში მეტად ეფექტურ ღონისძიებას წარმოადგენს მცენარეთა ფესვ-გარეშე გამოკვება.

მიკროსასუქების მნიშვნელობა და გამოყენების პარსამეტივები

მცენარეთა პროდუქტიულობის ამაღლებაში მიკროელემენტების დიდი მნიშვნელობა დღის წესრიგში აყენებს სოფლის მეურნეობის პერსპექტიული მიკროსასუქებით მომარაგების აუცილებლობას.

ნიადაგში მიკროელემენტების მოძრაობის ფორმების სიმცირე, მაგალითად, სპილენძისა — ტორფიან ნიადაგებში, მოლიბდენისა — მჟავე კორდიან-ეწერ და რუხ ნიადაგებში, ბორისა და მოლიბდენისა — წითელმიწებში, მანგანუმის, რკინისა და თუთიისა — კარბონატულ ნიადაგებში და სხვ., ასევე მიწათმოქმედების ინტენსიური ქიმიზაცია იწვევს მოსავლიანობის გადიდებას, შესაბამისად ნიადაგიდან მოსავლით მიკროელემენტების მეტი რაოდენობით გამოტანას და ნიადაგის გაღარიბებას. ამ შემთხვევაში გამოყენებული სრული მინერალური სასუქი მაღალ ეფექტს არ იძლევა. მაგრამ მიკროსასუქების გამოყენებით ნიადაგში ქრება მიკროელემენტების დეფიციტი და მოსავალი მკვეთრად იზრდება.

მრავალი გამოკვლევებით დადგენილია მიკროელემენტებით გამდიდრებული კომპლექსური სასუქების წარმოებისა და გამოყენების მიზანშეწონილობა. მაგ., გამოტუტულ შავმიწებზე და კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე ბორით გამდიდრებული ნიტროამოფოსკის გამოყენებით, მარტო ბორის ხარჯზე მიიღეს მოსავლის შემდეგი ნამატი: შაქრის ჭარხლისა (ძირები) — 30—40 ც/ჰა, კომბოსტოს თესლისა — 2,3—2,9 ც/ჰა, ცერცვის მარცვლისა — 2,1—3,7 ც/ჰა. კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე სუპერფოსფატზე მოლიბდენის დამატებამ პარკოსანი კულტურების, თივის მოსავალი 5—6 ც/ჰა-ით გააძლია. სპილენძის მკვეთრი ნაკლებობისა და შრობილ ტორფიანი ჭაობის ნიადაგებზე (დაბლობის ტორფები) ძირითადი სასუქის გამოყენებით თავთავიანი კულტურები არ ივითარებენ მარცვალს. მაგრამ სპილენძით გამდიდრებული ქლოროვანი კალიუმის გამოყენებით ქერის მოსავალმა 25—30 ც/ჰა შეადგინა, ბალახის მოსავალი გაიზარდა 15—18 %-ით ბოსტნეულისა — 20 %-ით.

დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის სხვადასხვა ნიადაგურ პირობებში ჩატარებულ ცდებში მიკროსასუქებმა სრულ მინერალურ სასუქთან ერთად გამოყენების შემთხვევაში არსებითად გაზარდეს

ციტრუსების მოსავლიანი ბაღის პროდუქტიულობა. მაგალითად. წითელ-მიწა, ყვითელმიწა და ალუვიურ ნიადაგებზე სამ წელიწადში ერთხელ შეცნარეზე 3 გ მოლიბდენის გამოყენებაზე, როცა მისი მოძრავი ფორმა ნიადაგში 0,1 მგ-ზე ნაკლები იყო (100 გ ნიადაგში) — 18,8—21,7%-ით; სამ წელიწადში ერთხელ 6 გ/მცენარეზე თუთიის გამოყენებამ ყვითელ-მიწებსა და წითელმიწებზე — 15%-ით, როცა თუთიის შემცველობა 3 მგ/100 გ ნიადაგზე ნაკლები იყო; ამავე ნიადაგებზე და ამავე წესით გამოყენებულმა ბორმა 1 მცენარეზე 6 გ-ის რაოდენობით, როცა ნიადაგში წყალში ხსნადი ბორი 2 მგ/100 გ-ზე ნაკლები იყო — 15%-ით; თუთიამ ალუვიურ ნიადაგებზე მოსავლის გადიდება არ გამოიწვია, ხოლო მანგანუმა მხოლოდ ალუვიურ ნიადაგებზე იმოქმედა დადებითად მაშინ. როცა მისი მოძრავი ფორმა 50 მგ/100 გ ნაკლები იყო, ამ შემთხვევაში 17%-ით მეტი მოსავალი იქნა მიღებული NPK-თან შედარებით.

მიკროსასუქების გამოყენებით მიღებული ეკონომიკური ეფექტი მაღალია. მაგ., НИУИФ-ის მონაცემებით, ბორით გამდიდრებული ნიტროამოფოსკა 6 მანეთს იძლევა ჰექტარზე, ხოლო სპილენძით გამდიდრებული ქლოროვანი კალიუმი — 79 მანეთს.

მცენარის მაქსიმალური და კარგი ხარისხის მოსავლის მისაღებად დიდი მნიშვნელობა აქვს ყველა საკვები ელემენტით მცენარის უზრუნველყოფას, მათი ბალანსის დაცვას. ამიტომ მიკროსასუქების გამოყენება განსაკუთრებულ ყურადღებას საჭიროებს ნიადაგში მათი მოძრავი ფორმების შემცველობისა და მცენარის ბიოლოგიური თვისებებისა და კვების თავისებურებების გათვალისწინებით.

მხედველობაშია მისაღები ის გარემოება, რომ მაკრო და მიკროელემენტების ერთდროული გამოყენებით ადგილი აქვს არა მარტო სინერგიზმს, არამედ ანტაგონიზმის მოვლენასაც. ამ უკანასკნელის დამსახურებელია სპილენძისა და ფოსფორის, ფოსფორისა და თუთიის, სპილენძისა და მოლიბდენის, სპილენძისა და თუთიის სხვათა ურთიერთქმედება.

მიკროელემენტების მოძრავ ფორმებსა და მცენარეთა მიერ მათ შეთვისებაზე არსებით გავლენას ახდენს არეს რაქციის შეცვლა.

ორგანული სასუქის მაღალი ნორმით სისტემატური გამოყენება იწვევს ნიადაგში მიკროელემენტების საერთო მარაგისა და მათი მოძრავი ფორმების შემცველობის გადიდებას. მაგრამ ისეთი ფორმებიდან მიღებული ნაკელი, სადაც საკვების დანამატად მიკროელემენტს იყენებენ, საჭიროებს სისტემატურ კონტროლს, ნორმების სწორად შერჩევას, რომ ნიადაგში არ შევიტანოთ მიკროელემენტები ისეთი რაოდენობით, რომელიც ტოქსიკურად იმოქმედებს მცენარეზე.

ადგილობრივი სასუქები: მრეწველობის ანარჩენები, ქალაქის ნაგავის კომპოსტი, თხევადი ნაკელის მაღალი ნორმა და სხვ. იწვევს ნიადაგში დაგროვებას და ბიოლოგიურ წრებრუნვაში ცალკეული მიკროელემენტე-

ბის დიდი რაოდენობით ჩართვას, მათ შორის მძიმე მეტალებისა, რაც ტოქსიურად მოქმედებს მცენარეზე, ცხოველსა და ადამიანზე.

აზოტიანი სასუქის მაღალი ნორმით გამოყენებისას დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს ნიტრატების აღდგენაში მონაწილე მიკროელემენტების გამოყენებას. ამ საკითხს ორი მნიშვნელობა აქვს. ჯერ ერთი, იზრდება მცენარის მიერ სასუქის აზოტის გამოყენება და მეორე, მცირდება მცენარეულ პროდუქტებში ნიტრატები, მასთან ერთად გარემო არ ჭუჭყიანდება ნიტრატებით. ამ მიმართებით არსებითი მნიშვნელობა აქვს მოლიბდენის გამოყენებას. იგი აძლიერებს მცენარის მიერ ნიადაგისა და სასუქის აზოტის შეთვისებას. ამავე დროს აზოტიანი სასუქის მაღალი ნორმით გამოყენება ზრდის მოლიბდენზე, სპილენძზე, ბორსა და კობალტზე მცენარის მოთხოვნილებას.

მიკროელემენტების შემცველი კომპლექსური სასუქების ეფექტურობის შესწავლასთან ერთად დიდი მნიშვნელობა აქვს მიკროელემენტების შემცველი წარმოების ნარჩენების რაციონალურად გამოყენების წესების დადგენას. მასთან ერთად ისეთი ნედლეულის გამოვლინებას, რომელიც მიკროელემენტებს შეიცავს.

განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ისეთი მიკროელემენტების აგრონომიული შესწავლა, როგორიცაა იოდი, ლითიუმი, ალუმინი, ვანადი, ტიტანი, რუმბიდი, ბრომი და ფტორი. ასევე სპილენძის, ფტორის, დარიშხანის, ქრომისა და ტყვიის მოქმედების ნეგატიური მხარეების დადგენა, მათ მიერ გარემოს გაუჭყყიანების შემცირების შესწავლის მიზნით.

X თავი

კომპლექსური სასუქები

კომპლექსური სასუქების წარმოება მიზნად ისახავს მცენარის მომაგებას ერთდროულად რამდენიმე საკვები ელემენტით; სასუქის თვისებების გაუმჯობესებას და სასუქების გამოყენებული დანახარჯების შემცირებას.

ისეთ სასუქს, რომელიც ერთზე მეტ საკვებ ელემენტს შეიცავს კომპლექსური სასუქი ეწოდება.

კომპლექსური სასუქები ორი ჯგუფისაგან შედგება. 1. ორმაგი და 2. სამმაგი მოქმედების სასუქები. ორმაგი სასუქი ორ საკვებ ელემენტს: ფოსფორსა და კალიუმს, აზოტსა და ფოსფორს ან აზოტსა და კალიუმს შეიცავს; სამმაგი სასუქების შედგენილობაში სამი საკვები ელემენტი — აზოტი, ფოსფორი და კალიუმი.

მიღების წესის მიხედვით კომპლექსური სასუქები იყოფა: რთულ, რთულშერეულ და შერეულ სასუქებად, ხოლო აგრეგატული შედგენილობის მიხედვით — მყარ (მკვრივ) და თხევად სასუქებად.

სასუქს, რომელიც მიიღება ერთიანი ქიმიურ-ტექნოლოგიური პროცესის შედეგად და შეიცავს ორ ან მეტ საკვებ ელემენტს, რთული სასუქი ეწოდება.

რთული შერეული სასუქები მიიღება მარტივი სასუქების (მყარი, თხევადი, გაზისებრი პროდუქტები) ურთიერთ შერევით. მაგალითად, მარტივი სუპერფოსფატის ამონიზაციის გზით ან აზოტმქაფასა და კალიუმის მარილებზე ფოსფორის ან გოგირდის მქაფას დამატებით. შერეული — ან მეტი მარტივი ან მრავალმხრივი, ფხვნიერი ან გრანულირებული სასუქების ურთიერთმექანიკური შერევით მიიღება.

კომპლექსური სასუქების მიღების ტექნოლოგიური პროცესები შეიძლება ოთხ ჯგუფად დავყოთ:

1. მყარი, რთული სასუქების მიღება ფოსფორისა და პოლიფოსფორის მქაფების გამოყენებით;

2. თხევადი, კომპლექსური სასუქების მომზადება ფოსფორისა და პოლიფოსფორის მქაფების გამოყენებით;

3. მყარი, რთული სასუქების მიღება ბუნებრივი ფოსფატების აზოტის მქაფად დაშლით;

4. შერეული და რთული-შერეული სასუქების მიღება.

კომპლექსური სასუქების უპირატესობა მარტივ სასუქებთან შედარებით იმაში მდგომარეობს, რომ ისინი ხასიათდება საკვები ელემენტების მაღალი კონცენტრაციით, ერთდროულად შეიცავს რამდენიმე საკვებ ელემენტს.

ორ საკვებ ელემენტს შეიცავს შემდეგი სასუქები: ამოფოსი, დიამოფოსი, ამონიზირებული სუპერფოსფატი, კარბოამოფოსი, ნიტროფოსი.

სამი საკვები ელემენტის შემცველი სასუქებია: ნიტროფოსკა, ნიტროამოფოსკა და კარბოამოფოსკა. ზოგიერთი რთული სასუქი ძირითად საკვებ ელემენტებთან ერთად მიკროელემენტებსაც შეიცავს.

დადგენილია, რომ მარტივი სასუქების ცალ-ცალკე გამოყენება, 2—3-ჯერ შეტანა, კომპლექსური სასუქების გამოყენებასთან შედარებით, 1,5—2-ჯერ ძვირი ჯდება. ამავე დროს მარტივი სასუქების გამოყენებით ხშირად ირღვევა საკვები ელემენტების შეფარდება ნიადაგში, რაც უარყოფითად მოქმედებს მცენარის კვებაზე.

კომპლექსური სასუქების გამოყენება იწვევს მცენარის უკეთ მომარაგებას საკვები ელემენტებით. ამცირებს სასუქის გამოყენებაზე გაწეულ ხარჯებს, საწყობების მშენებლობის დანახარჯებს, აიოლებს მექანიზაციის გამოყენებას და სხვ. ამავე დროს დადგენილია,

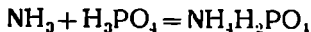
რომ სხვადასხვა სახის კომპლექსური სასუქი და მარტივი სასუქები, ექვივალენტური რაოდენობით გამოყენებული, ყველა კულტურის მოსავლიანობაზე ერთნაირად მოქმედებს, ზოგ შემთხვევაში კომპლექსური სასუქების უპირატესობა აღინიშნება.

კომპლექსური სასუქების ეფექტურობას განსაზღვრავს მათში საკვები ელემენტების შეფარდება. იგი იცვლება მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებასთან და ნიადაგის ნაყოფიერების დონესთან დაკავშირებით. N, P₂O₅ და K₂O შეფარდება უმეტეს კომპლექსურ სასუქებში ტოლია: 1:1:1; 1:1,5:1; 1:2,5:1; 1:4:0; 0:1:1; 1:1:1,5; 1:1,5:1,5; 1:1:0,5; 1:1:0; 0:1:1,5;

რთული სასუქები

რთულ სასუქებს მიეკუთვნება ორმაგი და სამმაგი მოქმედების სასუქები.

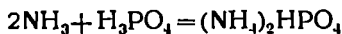
ამოფოსი NH₄H₂PO₄ შეიცავს 11—12% აზოტს, 46—60% P₂O₅. იგი ერთხანაცვლებული ამონიუმის ფოსფატია, ამ სასუქის შედგენილობაში შემავალი იონები NH₄ და H₂PO₄ ყველა მცენარისათვის არის საჭირო, კარგად შეითვისება ყველა კულტურის მიერ ყველა ნიადაგზე. იგი ბალასტს არ შეიცავს. მისი მიღების ტექნოლოგია მარტივია.



ამ სასუქის ძირითადი ნაკლი იმაში მდგომარეობს, რომ აზოტსა და ფოსფორს შორის შეფარდება ტოლია 1:4, ზოგჯერ 1—5-თანაც. ასეთი შეფარდება ზღუდავს ამ სასუქის გამოყენებას, რადგანაც უმეტესი სასასოფლო-სამეურნეო კულტურები საჭიროებენ აზოტისა და ფოსფორის ტოლ, ან აზოტის ჰარბ შეფარდებას ფოსფორთან შედარებით.

დიამოფოსი (NH₄)₂HPO₄. ამ სასუქში აზოტი 18% და მეტია, ხოლო P₂O₅ — 50%-მდეა. აზოტისა და ფოსფორის შემცველობის ჯამი 70% აღემატება. იგი ყველა რთულ სასუქთან შედარებით უფრო კონცენტრირებული სასუქია. მასში აზოტის შეფარდება ფოსფორთან 1—2,5 ტოლია.

დიამოფოსს ლებულობენ თავისუფალი ფოსფორის მკაეას ამიაკით გაჯერებით.



ამონიუმის ფოსფატები იოლად გამოსაყენებელია ყველა კულტურისთვის და დარგვის დროს ლოკალურად შეტანისათვის. იგი არ შეიცავს ბალასტს. არ წარმოქმნის ხსნარის მაღალ კონცენტრაციას ნიადაგში (ლოკალურად დაბალი ნორმა გამოიყენება). არსებითად არ ცვლის ნიადაგის ხსნარის ოსმოსურ წნევას. ამავე დროს სასუქის ორი-

ვე იონი — ამონიაკური და ფოსფატური იოლად გამოიყენება მცენარის მიერ.

კალიუმის გვარჯილა. KNO_3 შეიცავს 13% აზოტს და 45% K_2O . იგი რთულ სასუქს მიეკუთვნება. არ შეიცავს ბალასტს, ახასიათებს კარგი ფიზიკური თვისება. იგი კარგი სასუქია ისეთი კულტურებისათვის, რომლებიც მოითხოვენ კალიუმს და უარყოფითად რეაგირებენ ქლორის მიმართ. ამ სასუქის ძირითადი ნაწილი აზოტსა და კალიუმს შორის შეფარდების ფართო დიაპაზონია 1:3.5 ამიტომ მისი გამოყენებისას აუცილებელია აზოტიანი სასუქის დამატება.

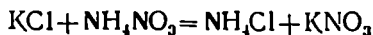
ფოსფორამაგნეზია ანუ მაგნიუმ-ამონიუმფოსფატი $MgNH_4PO_4 \cdot H_2O$. იგი შეიცავს 8% აზოტს, 40% P_2O_5 . სუსტად ხსნადი რთული სასუქია. ამონიუმის ნიტრიფიკაცია ამ სასუქში ისეთივე ტემპით მიმდინარეობს ნიადაგში, როგორც ამონიუმის სულფატის ან ამონიუმის გვარჯილისა. გამოიყენება ძირითადი განოყიერებისათვის, მცენარეზე უარყოფითად არ მოქმედებს მალალი ნორმით გამოყენების შემთხვევაშიც. ამ მარილის შედგენილობაში შეიძლება აგრეთვე მიკროელემენტების — მანგანუმის, სპილენძის, თუთიის შეყვანა.

ნიტროფოსკა. ჯერ კიდევ 1908 წელს დ. პრიანიშნიკოვმა გამოთქვა მოსაზრება ფოსფორიტზე არა გოგირდის, არამედ აზოტის მქავეს მოქმედების მიზანშეწონილობის შესახებ, ამ გზით ერთდროულად ორი ძვირფასი სასუქის — აზოტიანი და ფოსფორიანი სასუქის მიღების შესაძლებლობის შესახებ.

ფოსფორიტის ნედლეულზე აზოტმქავეთი მოქმედების შედეგად მიიღება კალციუმის გვარჯილა და ერთნაწილად ცხელი კალიუმის ფოსფატი პრეციპიტატის მინარევით, მაგრამ ეს ნაწილი სრულყოფილი სასუქი არ არის. კალციუმის გვარჯილის მიერ წყლის ორთქლის შთანთქმის გამო ნარევი გამოირჩევა გაღივებული ტენიანობით და ბნევალობის ცუდი უნარით. ამიტომ საჭიროა მისი შემდგომი დამუშავება, კალციუმის გვარჯილიდან აზოტის გადასაყვანად სხვა ნაერთში, რომელსაც უკეთესი თვისებები ექნება. არსებობს ასეთი დამუშავების რამდენიმე წესი:

1. მიღებულ ნარევს, სანამ იგი ცხელი და ფაფის მაგვარია, უმატებენ ამონიუმის სულფატს. იგი რეაქციაში შედის კალციუმის გვარჯილასთან და წარმოიქმნება ამონიუმის გვარჯილა და უწყლო გოგირდმქავე კალციუმი: $Ca(NO_3)_2 + (NH_4)_2SO_4 = 2NH_4NO_3 + CaSO_4$.

თუ საჭიროა სამმაგი სასუქის მიღება. ნაწილს — პულპას სასურველი პროპორციით უმატებენ ქლორკალიუმს. ნაწილობრივ იგი ურთიერთმოქმედებს ამონიუმის გვარჯილასთან და წარმოიქმნება ქლორამონიუმი და კალიუმის გვარჯილა:

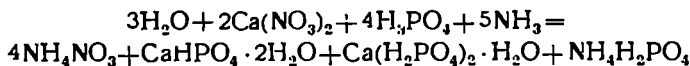


მიღებულ მასას აშრობენ და ახდენენ მის გრანულირებას. ყოველი გრანულა შეიცავს: $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3$; NH_4Cl ; KCl ; KNO_3 ; CaSO_4 და მინარევეებს, რომელსაც შეიცავდა საწყისი ფოსფატის ნედლეული. ამ სასუქს ეწოდება სულფატია ნიტროფოსკა. იგი ხასიათდება კარგი ფიზიკური თვისებით. მისი გამოყენება შეიძლება სხვადასხვა წესით, უმრავლესი კულტურების გასანაოყიერებლად.

2. პულპაში ამიაკისა და გოგირდმჟავას დამატებით ვაღწევთ იმავე შედეგს, რომელიც მივიღეთ პულპაზე ამონიუმის სულფატის დამატებით, მაგრამ ამიაკს შეუძლია გამოიწვიოს არეს ადგილობრივი გატუტიანება, გატუტიანებამ კი — წარმოქმნილი ფოსფორმჟავას ხსნადი მარილების რეტროგრადაცია. ამ მოვლენის თავიდან ასაცილებლად ერთდროულად მცირე რაოდენობით უმატებენ მანგანუმის ხსნად მარილს. ქლოროვანი კალიუმის დამატებით ვღებულობთ სასუქს, რომელიც შედგენილობითა და თვისებებით ძალზე ახლო დგას სულფატურ ნიტროფოსკასთან, მაგრამ მისგან განსასხვავებლად ამ სასუქს უწოდებენ გოგირდმჟავა ნიტროფოსკას.

გოგირდმჟავა ძვირი და დეფიციტურია, მისი გამოყენება აძვირებს ნიტროფოსკების წარმოებას. ამიტომ ფოსფორიტების ნედლეულის აზოტის მჟავათი დაშლა იმ უპირატესობით ხასიათდება, რომ იგი ამცირებს ან სრულებით გამოთიშავს გოგირდის მჟავას გამოყენების აუცილებლობას. აზოტმჟავა მიიღება ატმოსფეროს აზოტიდან, სინთეზური ამიაკის დაქანგვისას.

8. ყველაზე პერსპექტიული ხერხია პულპაზე ამიაკისა და ფოსფორის მჟავას დამატება. ამ დროს კალციუმის ნიტრატის გარდაქმნება ერთ და ორჩანაცვლებულ კალციუმის ფოსფატად და ამონიუმის გვარჯილად, გარდა ამისა წარმოიქმნება ამოფოსი:



ამ ნიტროფოსკაში მცენარის შესათვისებელი ფოსფორიდან წყალხსნადი ფოსფორის მჟავა 80%-ს აღწევს, ე. ი. წყალხსნადი ფოსფორი სულფატთან და გოგირდმჟავა ნიტროფოსთან შედარებით მნიშვნელოვნად მეტია (55%-მდე).

ნაზავში KCl -ის შეყვანა დამატებით NH_4Cl -სა და KNO_3 -ს წარმოქმნის. მიღებულ სასუქში ხსნად კალციუმის ფოსფატებს გარდა, ასევე შევა ფოსფორიტის ნედლეულში არსებული მინარევეები. ასეთ სასუქს ფოსფორის ნიტროფოსკა ეწოდება.

წარმოება ნიტროფოსკებს უშვებს მარცვლისებურს, მარცვლის ნაწი-

ლაკი 1—4 მმ სიმსქოსია. მარცვლები მტკიცეა, მათი მოცულობითი მასა უდრის 1. ნიტროფოსკები. როგორც წესი, უფრო ეფექტურია, ვიდრე მარტივი სასუქები. კორდიან-ეწერებზე წარმოებულ ცდებში დადგენილია, რომ მცენარე ნიტროფოსკიდან უკეთ ითვისებს, აზოტს, ფოსფორსა და კალიუმს. ვიდრე სუპერფოსფატს, ამონიუმის გვარჯილისა და ქლოროვანი კალიუმის ნაზავიდან. უნდა ვიფიქროთ, რომ ეს ფაქტი გამოწვეულია კომპლექსური სასუქის გრანულების უფრო თანაბარი განაწილებით ნიადაგში. არის მასალები იმის შესახებ, რომ ნიტროფოსკას ფოსფატები ნაკლებად განიცდის რეტროგრადაციას, ვიდრე სუპერფოსფატის ფოსფატები.

ამონიუმის ფოსფატებისაგან მიღებული სასუქები

ამონიუმის ფოსფატისაგან რთული სასუქები მიიღება ფოსფორისა და აზოტის მკვებების ამონიაკით განეიტრალებით. ასეთი სასუქები ხასიათდება საკვები ელემენტების მაღალი შემცველობით (50—70%), ასევე მაღალია მათში წყალხსნადი ფოსფორი — 90—100%.

ნიტროამოფოსი რთული სასუქია, ღებულობენ მონოამონიფოსფატისაგან, კალიუმის დამატების შემთხვევაში მას ნიტროამოფოსკას უწოდებენ. დიამონიფოსფატის ბაზაზე მიიღება, შესაბამისად დიამონიტროფოსი და დიამონიტროფოსკა. ამავე დროს შესაძლებელია აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის სხვადასხვა შემცველობის რთული სასუქის მიღება.

კარბოამოფოსკას ღებულობენ ფოსფორმკვავას, ამიაკისა და კალიუმის მარილებისაგან. იგი აზოტს შეიცავს ამილური და ამონიაკური ფორმით, მასში ფოსფორისა და კალიუმის მთელი რაოდენობა წყალში ხსნადია. ამ სასუქში საკვები ელემენტების ჯამი 60% შეადგენს. მათ შორის აზოტი — 20, P_2O_5 — 20 და K_2O — 20%-ია. კარბოამოფოსკას წარმოების ტექნოლოგია საკვები ელემენტების სასურველი შეფარდების სასუქის გამოშვების საშუალებას იძლევა, რასაც ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს სოფლის მეურნეობისათვის.

ტექნოლოგიურ პროცესში კალიუმის მარილების დამატების გარეშე მიიღება კარბოამოფოსი, მასში აზოტისა და ფოსფორის ჯამი 60% შეადგენს, მათ შორის 30% აზოტი და 30% P_2O_5 -ია.

შარდოვანას ფოსფატები წარმოიქმნება თერმული ფოსფორმკვავას და სინთეტიკური შარდოვანას ურთიერთმოქმედებით. მისი წარმოების საფუძველს წარმოადგენს შარდოვანას უნარი ფოსფორის მკვავასთან კომპლექსური ნერთის შექმნის. სასუქში 36%-მდე აზოტი და 48%-მდე ფოსფორია, ან N და P_2O_5 -ის შემცველობა ტოლია და 24—24%-ს შეადგენს.

ფოსფორის ამიდები. ეს მაღალკონცენტრირებული რთული სასუქია. მასში აზოტისა და ფოსფორის შემცველობის ჯამი 120—147% აღწევს. ე. ი. თითქმის ორჯერ მეტია, ვიდრე ამოფოსსა და დიამოფოსში.

ფოსფორის ხუთჯანგის ამიაკთან ურთიერთქმედებით წარმოიქმნება აზოტფოსფორის სხვადასხვა შედგენილობის ნაზავი — დ ი ა მ ი დ ო პ ი რ ო ფ ო ს ფ ო რ ი ს მ ე ა ვ ა — $P_2O_5(NH_2)_2(OH)_2$; ორჩანაცვლებული მონო-ამიდოპიროფოსფორის მკვას ამონიუმის მარილი $P_2O_5(NH_4)_2(NH_2)(OH)$ ან ისეთი პოლიფოსფორის მკვას ამონიუმის მარილი, რომლის ფოსფორის ატომი შეერთებულია არა მარტო ჟანგბადის ატომებით, არამედ NH ჯგუფის ატომების მეშვეობით.

ფოსფონიტროამიდი შეიცავს P_2O_5 — 93% და აზოტს — 54%. ორთო-ფოსფორის მკვას ტრიამიდი — P_2O_5 — 75 და აზოტს 44%. ეს სასუქები ეფექტურობით უახლოვდება აზოტმკვას ამონიუმს და მონოამონი-ფოსფატს.

გოგირდის მკვასით აპატიტის დაშლისას, როცა რეაქციაში ქლორო-ვანი კალიუმი მონაწილეობს, მიიღება ფოსფორო-კალიუმისანი სასუქი სუპერფოსკა და კონცენტრირებული სუპერფოსკა.

ხარისხის მიხედვით სუპერფოსკაში P_2O_5 შემცველობა 11—16% ფარგლებშია, ხოლო კონცენტრირებულ სუპერფოსკაში — 18—27%. კალიუმის შემცველობა პირველი ხარისხის სასუქში 12—21, ხოლო მეორე ხარისხისაში — 23—33%.

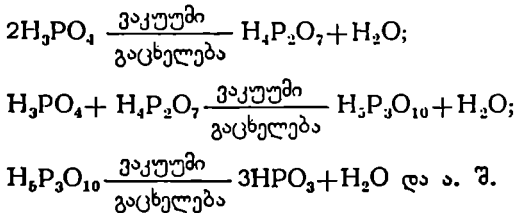
ამონიზირებული სუპერფოსფატი. იგი კომპლექსური სასუქია. მას ლებულობენ მარტივი სუპერფოსფატის ამონიაკით გაყვანილი გზით. ამ შემთხვევაში სასუქში მცირდება თავისუფალი მკვას, ჰიგროსკოპიულობა და სასუქის ფიზიკური თვისება უმჯობესდება.

თავისუფალ ფოსფორის მკვასთან ამიაკის შეერთების შედეგად წარმოიქმნება ამოფოსი. მაგრამ თუ ამიაკი საჭიროზე მეტი დაემატება მკვასს გასანეიტრალებლად, მაშინ ადგილი ექნება ფოსფორის რეტროგრადაციას და კალიუმის სამჩანაცვლებული ფოსფატის წარმოქმნას. ეს იწვევს მცენარისათვის მისაწვდომი ფოსფორის შემცირებას სასუქში. მარტივ ფხვნილისებრ სუპერფოსფატს შეუძლია შთანთქოს 6% ამიაკის აზოტი, მაგრამ რეტროგრადაციის თავიდან აცილების მიზნით, მას უმატებენ არაუმეტეს 3—4%-ს.

ამონიზებული სუპერფოსფატის აზოტი ყველა მცენარისათვის კარგად შესათვისებელია, მაგრამ იგი საკმარისი არ არის მცენარის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად. ამიტომ ამ სასუქს იყენებენ თესვის დროს, როცა მცენარის მოთხოვნილება აზოტის მიმართ დიდი არ არის. სხვა შემთხვევაში ამ სასუქის გამოყენებისას საჭიროა ნიადაგში აზოტიანი სასუქის დამატებით შეტანა გარკვეული კულტურისათვის განკუთვნილი ნორმის შესაესებლად.

პოლიფოსფატი

პოლიფოსფატები მაღალკონცენტრირებული კომპლექსური სასუქებია; უახლოეს დრომდე კონცენტრირებული სუპერფოსფატის, პრეციპიტატი-სა და ამონიუმის ფოსფატების მიღების ტექნოლოგია ემყარებოდა მხოლოდ და მხოლოდ ორთოფოსფორის მქავეს— H_3PO_4 გამოყენებას. მაგრამ იგი მინარევებისაგან აბსოლუტურად სუფთა მდგომარეობაშიც კი არ შეიცავს 54 %-ზე მეტ P_2O_5 . ამავე დროს; ამჟამად წარმოებული პოლიფოსფორის მქავეს ნაზავი შეიცავს 70 %-ს, ზოგჯერ 83% P_2O_5 . ეს კონცენტრირებული კომპლექსური სასუქების წარმოების საშუალებას იძლევა. პოლიფოსფორმქავეების მისაღებად საჭიროა გაცხელება და ვაკუუმი:



ამ რეაქციაში მიმდინარეობს ფოსფორის მქავეს მოლეკულების გამკვრივება და წყლის გამოყოფა, ამიტომ პოლიფოსფორულ მქავეებს უწოდებენ კონდენსირებულს.

- პოლიფოსფორმქავეები განლაგებულია შემდეგი რიგით:
- მეტაფოსფორმქავეა — HPO_3 ,
- პიროფოსფორმქავეა — $H_4P_2O_7$,
- ტრიპოლიფოსფორმქავეა — $H_5P_3O_{10}$,
- ტეტრაპოლიფოსფორმქავეა — $H_6P_4O_{13}$ და ა. შ.

პოლიფოსფორმქავეების ნაზავში P_2O_5 -ის მაქსიმალური კონცენტრაცია 83% აღწევს. პოლიფოსფორმქავეები გადააქვთ სპეციალური ცისტერნებით.

პოლიფოსფატების წარმოებისათვის საწყის ნედლეულს წარმოადგენს პოლიფოსფორმქავეს ნაზავი. მას ლებულობენ ექსტრაქციული წარმოშობის კონცენტრირებული ორთოფოსფორმქავესაგან ან თერმული წესით მიღებული ელემენტური გოგირდისაგან.

გრანულირებულ ამონიუმის ფოსფატს აწარმოებენ თერმული სუპერფოსფატის ამონიზაციით. ამ მიზნისათვის იყენებენ რეაქტორს, რომელშიც მოქმედებს წნევა. ნაზავს მარცვლავენ, აცივებენ, აშრობენ და ცრიან.

პოლიფოსფატების სტრუქტურა საშუალებას იძლევა მათ მოლეკულაში ერთდროულად ჩაირთოს რამდენიმე საკვები ელემენტი, აზოტი, კალიუმი, კალციუმი და მიკროელემენტები. პოლიფოსფატების სტრუქტურ-

რის თავისებურება გავლენას ახდენს ნიადაგში ფოსფორის რეჟიმზე, განსაზღვრავს ფოსფორის აგრონომიულ ეფექტურობას ნიადაგის ტიპთან დაკავშირებით.

პოლიფოსფატების შედგენილობაში ნიკროგლემენტების შეყვანა მეტად ეფექტური ღონისძიებაა. არსებული კვლევის შედეგების მიხედვით, ამონიუმის ტრიპოლიფოსფატის შედგენილობაში თუთიის შეყვანამ სელის თესლის მოსავალი 18%-ით გააძლია, ხოლო ამონიუმის ორთოფოსფატის შედგენილობაში თუთიის არსებობამ კიდევ უფრო გაზარდა თესლის მოსავალი. კალიუმის ტრიფოსფატში მანგანუმის არსებობამ სელის ბიოლოგიური მოსავალი 24%, თესლის — 29%, ხოლო ჩალისა — 22%-ით გააძლია. ამ ცდაში მანგანუმის გარეშე მოსავლის ნამატმა 14, 14 და 15% შეადგინა.

პოლიფოსფატებიდან მცენარის მიერ საკვების გამოყენებაზე არსებით გავლენას ახდენს მათი ჰიდროლიზის ხარისხი. მასზე მოქმედებს: ტემპერატურა, pH, ნიადაგის მინერალური შედგენილობა და სხვ.

ნიადაგში პოლიფოსფატები უფრო ნელა წარმოიქმნება რკინის, ალუმინის, მანგანუმის ძნელადხსნადი ფოსფატები, ვიდრე ორთოფოსფატები. ისინი სწრაფად შედიან რეაქციაში კალციუმთან და მაგნიუმთან და წარმოქმნიან ამონიუმის შემცველ კომპლექსურ ნაერთს, ძირითადად პიროფოსფატებს, საიდანაც მცენარე ითვისებს აზოტსა და ფოსფორს.

ნიადაგში პოლიფოსფატების მოძრაობა ნაკლებია, ვიდრე ორთოფოსფატებისა, რადგანაც პოლიფოსფატები უფრო აქტიურად ურთიერთმოქმედებენ ნიადაგის მინერალებზე.

პოლიფოსფატებისათვის დამახასიათებელია კათიონების თვისებები. მათ შეუძლიათ NH_4^+ და H^+ გაცვალონ კალიუმსა და სხვა კათიონებზე. ქიმიური შედგენილობის მიხედვით ისინი მეტად მსგავსნია, მათი გამორჩევა შესაძლებელია მხოლოდ ქრომატოგრაფიულად.

პირო და ტრიფოსფატები ნიადაგში ხსნიან რკინისა და ალუმინის ნაერთებს. წინ აღუდგებიან ამ კათიონების ორთოფოსფატების ფორმით დალექვას. პიროფოსფატების კალციუმთან და მაგნიუმთან ურთიერთმოქმედების შედეგად წარმოიქმნება მცენარისათვის ადვილად მისაწვდომი მარილები.

პერსპექტიულ რთულ სასუქთა შორის ყურადღებას იპყრობს ამონიუმის პოლიფოსფატი. იგი შეიცავს 15% აზოტს და 60% P_2O_5 .

ამონიუმის მყარმა პოლიფოსფატებმა მაღალი ეფექტურობა გამოავლინეს შერეული სასუქების დამზადების საქმეში. მათზე ამონიუმის გვარჯილისა და ქლოროვანი კალიუმის დამატებით მზადდება სამმაგი სასუქი, რომელიც შეიცავს: N—12%, P_2O_5 — 24% და K_2O — 24%. მათი ჯამი 60%-ია. ამონიუმის პოლიფოსფატზე კალიუმის ქლორიდისა და

შარდოვანას დამატებით შეიძლება ისეთი სასუქის მიღება, რომლის შემცველობაში აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის თანაბარი რაოდენობა იქნება.

კალიუმის მეტაფოსფატი. მრავალწლიან ცდაში, კორდიან-ეწერ ნი-ადაგზე კალიუმის მეტაფოსფატმა, მარტივ სასუქებთან შედარებით ექვივალენტური რაოდენობით, სარწმუნოდ გაზარდა კარტოფილისა და შაქრის ჭარხლის მოსავალი და გააუმჯობესა მათი ხარისხი. კორდიან-ეწერ, თიხნარ ნიადაგებზე მოზნევიტ და ლოკალურად შეტანილი კალიუმის მეტაფოსფატმა ისე იმოქმედა კარტოფილისა და შერისის მოსავალზე, როგორც სუპერფოსფატმა და ქლოროვანმა კალიუმმა. კალიუმის მეტაფოსფატი უბალასტო სასუქია. მასში 60.13% აზოტი და 39.87% კალიუმია. მიღების ტექნოლოგიის მიხედვით იგი შეიძლება იყოს წყალში კარგად ხსნადი, ასევე წყალში არახსნადი, მაგრამ სუსტი კონცენტრაციის მქავეებში ხსნადი, ამ შემთხვევაში იგი პოლიმერია.

თხევადი და სუსპენდირებადი სასუქები

თხევადი კომპლექსური სასუქები მარილების ხსნარებია, რომლებიც მცენარის საკვებად გამოიყენება. ისინი შეიცავენ ორ ან სამ დეფიციტურ საკვებ ელემენტს — აზოტს, ფოსფორსა და კალიუმს, ასევე ე. წ. მცენარის კვების მეორად ელემენტებს — Ca, Mg, S და მიკროელემენტებს: Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo, Co, Cl.

ცდებით დადგენილია, რომ მცენარეზე მოქმედების მიხედვით თხევადი კომპლექსური სასუქები არსებითად არ განსხვავდება მყარი კომპლექსური სასუქებისაგან. პოლიფოსფორის მქავეზე დამზადებული თხევადი კომპლექსური სასუქები რამდენადმე მალალ შედგეს იძლევა. ფუძეებით მდიდარ კარბონატულ ნიადაგებზე, ამავე დროს თხევადი კომპლექსური სასუქების ლოკალურად გამოყენება პერსპექტიულია მქავე რეაქციის კორდიან-ეწერ და წითელმიწა ნიადაგებზე.

თხევადი კომპლექსური სასუქების მიღების ტექნოლოგიური სქემა მდგომარეობს ფოსფორის მქავეს ამონიაკით განეიტრალებაში, pH 6,5-მდე მიღწევით. ამ მიზნისათვის იყენებენ წყლიან ან უწყლო ამიაკს.

თხევადი კომპლექსური სასუქი ორი სახისაა. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდება მათი მიღებისათვის გამოყენებული ფოსფორის ფორმით, ორთოფოსფორისა და სუპერფოსფორისაგან. აზოტის შემცველობის გადიდება ამ სასუქებში შესაძლებელია მასზე ამონიუმის გვარჯილისა და შარდოვანას ან მათი ნაზავის დამატებით.

თხევადი კომპლენირებული სასუქები, რომლებიც მიღებულია თერმულ ორთოფოსფორის მქავეზე — გამჟვირვალე სითხეა, ექსტრაქციურულ ორთოფოსფორის მქავეზე — მღვრიე ხსნარია.

აზოტო-ფოსფორიანი თხიერი კომპლექსური სასუქის შედგენილობაში საკვები ელემენტების შეფარდება ცვალებადია (ცხრ. 56).

ცხილი 56. $N:P_2O_5:K_2O$ შეფარდება თხევად კომპლექსურ სასუქებში

$N:P_2O_5:K_2O$	ორთოფოსფორის მჟავაზე დამზადებული	სუპერფოსფორის მჟავაზე დამზადებული
4:1:0	16—4—0	24—6—0
3:1:0	18—6—0	24—8—0
2:1:0	16—8—0	22—11—0
1:1:0	13—13—0	19—19—0
1:2:0	9—18—0	15—30—0
1:3:0	8—24—0	12—36—0

სამმაგი თხიერი სასუქების მიღება. სამმაგი თხიერი სასუქები მიიღება როგორც ცხელი, ისე ცივი წესით შერევის გზით.

1. ცხელი წესით შერევა გულისხმობს, ფოსფორისა და პოლიფოსფორის მჟავას განეიტრალებას გაზისებრი ან უწყლო ამიაკით, მასზე სხვა კომპონენტის დამატებით. აზოტისა და კალიუმის კომპონენტად უმეტესად მიღებულია შარდოვანა — ამონიაკურ — ნიტრატული ხსნარი: 28—0—0 ან 32—0—0 მარკის და ქლოროვანი კალიუმი.

2. ცივი წესით მომზადება, ეს არის საწყისი კომპონენტების ხსნარების მექანიკური შერევა. ამ მიზნისათვის გამოიყენება: ფოსფატამონიუმის ხსნარი, მყარი დიამონიფოსფატი, შარდოვანა-ამონიაკურ-ნიტრატული ხსნარი და ქლოროვანი კალიუმი

თხიერი სასუქის ნაზავის მიღება ცივი წესით. ასეთი სასუქების მისაღებად ყველაზე გავრცელებული წესია — პოლიფოსფატამონიუმის 10—34—0 ან 11—37—0, შარდოვანა-ამონიაკურ-ნიტრატული ნაზავისა და ქლორკალიუმის ხსნარების შერევა. ეს ხსნარები შეჰყავთ შემრევ კამერაში, გამორიცხულია გაცივების აუცილებლობა, ამიტომ ცხელი წესით ხსნარის მომზადებასთან შედარებით, დანახარჯები ორჯერ მცირდება.

თხევადი სასუქების მოსამზადებლად შეიძლება აგრეთვე 15—26—0 მარკის მყარი ამონიუმის პოლიფოსფატის გამოყენება. ამ მიზნისათვის მყარი ამონიუმის პოლიფოსფატის ამონიზირებას ახდენენ სასურველ pH-მდე. აზოტს უმატებენ შარდოვანას, ამონიუმის გვარჯილის ან მათი ნარევის სახით.

ამჟამად პოლიფოსფორის მჟავას უმეტესი რაოდენობა გამოიყენება თხევადი კომპლექსური სასუქების წარმოებისათვის.

ამონიზირებული თერმული მჟავების ხსნადობა $0^{\circ}C$ ტემპერატურის დროს დამოკიდებულია ამონიზაციისა და კონცენტრაციის ხარისხზე. პოლიფოსფორის მჟავას ხსნარში 76% P_2O_5 -ია, აქედან ფოსფორის თითქმის ნახევარი პოლიფოსფატის ფორმითაა, ისინი იხსნება იქამდე, სანამ

საკვები ელემენტების კონცენტრაცია არ მიადწევს 46%. ასეთი ხსნარის შედგენილობა (%) ტოლია 10:34:0 ($N:P_2O_5=0,33$). ისეთი ხსნარის გამოყენების შემთხვევაში, რომელიც 78-დან 80%-მდე P_2O_5 შეიცავს, მიიღება 11—37—0 მარკის შედგენილობის ხსნარი და $N:P_2O_5=0,30$.

ხსნარში მიმდინარეობს პოლიფოსფატების ჰიდროლიზი ორთოფოსფატამდე. დაბალ ტემპერატურაზე ჰიდროლიზის ხარისხი უმნიშვნელოა, ტემპერატურის მატებასთან ერთად არსებითად იზრდება. ამიტომ ცხელ ამინდში 10—34—0 მარკის ხსნარის ხანგრძლივად შენახვისას, მასში მაგნიუმის მინარევის არსებობის შემთხვევაში წარმოიქმნება კრისტალური პოლიფოსფატ-მაგნიუმ-ამონიუმის მარილის ნალექი — $(NH_4)_2MgP_2O_7 \cdot 4H_2O$, რომლის კრისტალები სწრაფად იზრდება. ასეთ სასუქზე 20% P_2O_5 -ის 11—37—0 მარკის ხსნარის სახით დამატებით დაკრისტალების უნარი ეცემა და სასუქის შენახვის ხანგრძლივობა ხუთი კვირიდან სამ თვემდე იზრდება.

თხიერი კონცენტრირებული სასუქები, რომლებიც მიღებულია ფოსფორის მჟავასაგან, შედარებით მცირე რაოდენობით საკვებ ელემენტებს შეიცავენ 24—30%, საქმე ისაა, რომ უფრო კონცენტრირებულ ხსნარებში, დაბალი ტემპერატურის პირობებში, ენერგიულად მიმდინარეობს მარილების კრისტალიზაცია და გამოლექვა.

ჩვენ ქვეყანაში თხიერ კომპლექსურ სასუქებს უშვებენ აგრეთვე 9:9:9; 7:14:2; 6:18:6; 8:24:0; და სხვა პროცენტული შეფარდებით.

პოლიფოსფორის მჟავას ბაზაზე ღებულობენ თხევად კომპლექსურ სასუქებს, რომლის შედგენილობაში საკვები ელემენტების კონცენტრაცია 40% აღემატება. ამ მიზნისათვის საწყის ხსნარად გამოიყენება 10:34:0 და 11:37:0 შემცველობის კომპლექსური სასუქები. ასეთი საბაზისო (დედა) ხსნარები გამოიყენება სამმაგი თხიერი კომპლექსური სასუქების მისაღებად. ეს ხდება მათზე შარდოვანას, ამონიუმის გვარჯილის, ქლოროვანი კალიუმის დამატებით. ასეთი სასუქებისათვის შენახვის ხანგრძლივობასთან დაკავშირებით დამახასიათებელია ტემპერატურის რყევადობის მიმართ მდგრადობა.

თხევადი კომპლექსური სასუქები არ შეიცავს თავისუფალ NH_3 , ამიტომ მათი შეტანა შეიძლება ნიადაგის ზედაპირზე და ჩაქეთება ნიადაგის დასამუშავებელი რომელიმე იარაღით (სახნისი, კულტივატორი, თოხი, ბარი და სხვ.). სარწყავ რაიონებში მისი გამოყენება შეიძლება სარწყავ წყალთან ერთად.

თხიერი კომპლექსური სასუქების გამოყენებისათვის შესაძლებელია მათი დატვირთვა-გადმოტვირთვა, გადატანა, ნიადაგში შეტანა, მთლიანად მექანიზებულად ჩატარდეს, ამავე დროს თავიდან ავიცილოთ აზოტის დანაკარგი. გარდა ამისა, ადვილია ნიადაგში მისი თანაბრად განაწილება-

ზე ავტომატური კონტროლი, რასაც ძალზე დიდი აგრონომიული მნიშვნელობა აქვს. ადვილია მასთან ერთად პერბიციდების გამოყენებაც. თხიერი კომპლექსური სასუქების წარმოებაზე კაპიტალური დაბანდება არსებითად ნაკლებია, ვიდრე მყარი სასუქების წარმოებაზე. მათი ეკონომიკური ეფექტი მყარ სასუქებთან შედარებით ბევრად მაღალია, აქ გამოიყენებულია ისეთი რთული ტექნოლოგიური პროცესები, როგორცაა გამოშრობა, გრანულირება და სხვ. თხევადი კომპლექსური სასუქების გამოყენებაზე გაწეული დანახარჯები, მყარ სასუქებთან შედარებით, 3—3,5-ჯერ ნაკლებია. ნიადაგში თხიერ სასუქების შეტანისათვის საჭირო არ არის სპეციალური ტექნიკა, შეიძლება ამონიაკის წყლის ან პერბიციდების შემტანი მანქანების გამოყენება.

თხევადი კონცენტრირებული სასუქები აგრონომიული ეფექტურობით არ ჩამოუვარდება მყარ სასუქებს. ამ სასუქებს დიდი პერსპექტივა აქვთ საერთოდ, ტუტე რეაქტივის ნიადაგებზე.

სუსპენდირებული სასუქები. თხევადი კომპლექსური სასუქების წარმოებას გააჩნია არსებითი სირთულე, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ აუცილებელია ხსნარიდან მყარი ნაწილების ჩამოშორება. საქმე ისაა, რომ ამ სასუქების სუსპენზია შეიცავს კრისტალურ, წყალში ხსნად მარილებს, ასევე ძნელადხსნად და უხსნად ნივთიერებებს, ამიტომ საკვები ელემენტების კონცენტრაცია მათში ხშირად უფრო მაღალია, ვიდრე მათი ხსნადობა.

სუსპენდირებული თხიერი სასუქების წარმოებაში, სუსპენზიაში მყარი ნაწილაკების მინარევს უარყოფითი მნიშვნელობა არა აქვს, რადგანაც მათი წარმოებისათვის სუსპენზიის მომზადება ხდება მათზე კოლოიდური თიხის დამატებით.

თხიერ კომპლექსურ სასუქებში კრისტალების ზრდის შესანელებლად, მყარი ნაწილაკების დალევის შესამცირებლად, ხსნარში საკვები ელემენტების კონცენტრაციის ასამაღლებლად უმატებენ მასტაბილიზებელ ნივთიერებებს — კოლოიდურ თიხას.

საბაზისო სუსპენდირებული თხევადი სასუქის შედგენილობა ტოლია 12:40:0. მის ბაზაზე შეიძლება მომზადდეს სხვადასხვა შედგენილობის თხევადი კომპლექსური სასუქი: 15:15:15; 10:30:10; 9:27:13 და სხვ. სუსპენზიის სიმტკიცე 1,4—1,5-ია. 2—3 კვირაზე მეტხანს შენახვისას ხსნარი სქელდება, ამიტომ იგი უნდა მომზადდეს იმ ანგარიშით, რომ მისი შეტანა ნიადაგში მოხდეს არა უგვიანეს 2—3 კვირისა.

12:40:0 შედგენილობის სუსპენდირებული სასუქის მისაღებად, 80% P_2O_5 -ის შემცველ სუპერფოსფორის მყავას უკეთებენ ამონიზაციას და უმატებენ მასის 3% კოლოიდურ თიხას. ასეთი სასუქი კარგად ინახება 3 თვის მანძილზე 0-დან $27^{\circ}C$ ტემპერატურაზე. $36^{\circ}C$ პირობებში სასუქ-

ში ძლიერდება ჰიდროლიზი, წარმოიქმნება კრისტალური დიამონიფოსფატი $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. თიხის რაოდენობის შემცირება, მართალია, იწვევს დაკრისტალების შენელებას, მაგრამ აუარესებს სასუქის ხარისხს. აქედან გამომდინარე, თხევადი და სუსპენდირებული სასუქები უმჯობესია გამოიყენოთ ასლად დამზადებული.

10:34:0 შარდოვანა-ამონიაკურ-ნიტრატული საბაზისო ხსნარის, მშრალი შარდოვანასა და ქლოროვანი კალიუმისაგან დამზადებული სუსპენდირებული სასუქი შემდეგი მაჩვენებლებით ხასიათდება: შედგენილობა (%) 13:13:13, სიმტკიცე — 1,427, pH — 6.39. თიხის შემცველობა — 3%, დახურულ ჭურჭელში 0—30°C ცვალებადი ტემპერატურის პირობებში ხანგრძლივად შენახვა იწვევს ხსნარის შესქელებას, მაგრამ შენჯღრევით ლებულობს საწყის ფორმას.

ხსნარზე შარდოვანას ნორმის გადიდებით შეიძლება სასუქის მიღება, რომლის შედგენილობა 9:9:9 ტოლია.

ცივი შერევის წესით 12:40:0 და შარდოვანა-ამონიაკურ-ნიტრატულ საწყისზე შეიძლება 5:15:30 შეფარდების სასუქის მიღება.

ამონიუმის პოლიფოსფატის 12:40:0, შარდოვანა ამონიუმ-ნიტრატის 32:0:0 და კალიუმქლორის ბაზაზე მზადდება 15:15:15 შედგენილობის სუსპენდირებული სასუქი. ამ სასუქზე მიზანშეწონილია მიკროელემენტების დამატება შემდეგი რაოდენობით:

B—0,35%, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ სახით; Cu—1,2%,

$\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ სახით; Fe—1,2%, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$; Mn—0,34%,

$\text{MnSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, Zn—2,5%, ZnSO_4 სახით.

ყველა თხიერ კომპლექსურ და სუსპენდირებულ სასუქს ლებულობენ ორი წესით: რთულ სასუქებს — რეაგენტების ქიმიური ზემოქმედების გზით (ცხელი შერევა); შერეულ სასუქებს — შუალედური ხსნარების ცივად შერევის გზით.

რთული შერეული სასუქები

ამ ჯგუფის კომპლექსურ სასუქებს ლებულობენ სველი წესით: ფხვნილისებრ შერეულ სასუქებს ამოფოსს, დიამოფოსს და სხვ. ამუშავებენ ამიაკით ამიაკატით და მყავებით, შემდეგ ახდენენ მათ გრანულირებას. რთული — შერეული სასუქის გრანულაში რამდენიმე საკვები ელემენტი.

შერეული სასუქები. შერეული სასუქები მიიღება ცალმხრივი ან მრავალმხრივი სასუქების მექანიკური შერევით. არჩევენ შერეული სასუქების ორ სახეს: მყარი შერეული სასუქები (ფხვნილისებრი ან გრა-

ნულირებული) და თხიერი შერეული სასუქები. წარმოების წესის მიხედვით მყარი შერეული სასუქები ორ ტიპად არის დაყოფილი: მექანიკური ნარევი (ნაზავი) და რთული შერეული სასუქები.

მექანიკურ-შერეულ სასუქებს ღებულობენ კომპონენტების არსებითი ქიმიური გარდაქმნის გარეშე. ამგვარ ნარევს თავის მხრივ ორ ჯგუფად ყოფენ ფხენილისებრი და გრანულირებული ნარევები. მშრალი გრანულირებული სასუქების ნარევის უპირატესობა იმაში მდგომარეობს, რომ მათი გამოყენებით შესაძლებელია საკვები ელემენტის სასურველი შეფარდებით დაცვა.

რთული — შერეული გრანულირებული სასუქის მისაღებად ცალმხრივი სასუქების ნაზავს უმატებენ ამიაკს და არაორგანულ მჟავებს — H_2SO_4 ან H_3PO_4 , შემდეგ ახდენენ გრანულირებას.

ჩვენ ქვეყანაში ამჟამად წარმოებული რთული — შერეული გრანულირებული სასუქების წარმოება დამყარებულია მარტივი სუპერფოსფატისა და აზოტის მარილების — ამიაკატისა და კალიუმის მარილების ნაზავის ამონიზაციასზე. მექანიკურად ნარევი რთული კომპლექსური სასუქების მომზადება 5 ძირითადი ეტაპისაგან შედგება:

1. სასუქების მომზადება შესარევად;
2. სარეე მოწყობილობაში კომპონენტების მიწოდება;
3. ცალკეული სასუქების ნორმის, მათი შეფარდების დადგენა;
4. სასუქების შერევა;
5. ნაზავი გრანულირებული სასუქის მოვლა, შენახვა, გამოყენება.

არსებული სტანდარტის მიხედვით, გრანულირებული ნარევი სასუქი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს: გრანულას სიმსხო 1—4 მმ — 90%; 4—6 მმ — 5%; 1 მმ-ზე ნაკლები — 5%. მარცვლის მექანიკური სიმტკიცე 3,5—4,0 მილიპასკალი; დაბალი ჰიგროსკოპულობა, კარგი ბნევალობა, მექანიზაციის გამოყენებისათვის ვარგისიანობა.

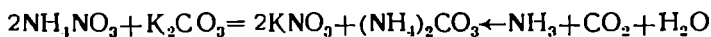
შერეული სასუქი შეიძლება მომზადდეს მეურნეობაში სასუქის შეტანის წინ, ასევე ქარხნული წესით. ამავე დროს, სასუქების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებიდან გამომდინარე, ყველა სასუქის ურთიერთშერევა არ შეიძლება.

არ შეიძლება ერთმანეთს შეეჯეროთ ისეთი სასუქები, რომლებიც ნარევის ფიზიკური თვისების გაუარესებას გამოიწვევს. მაგალითად, ამონიუმის გვარჯილა და სუპერფოსფატი:

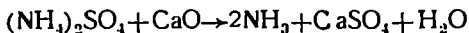


წარმოქმნილი კალციუმის გვარჯილა იწვევს სასუქის ჰიგროსკოპულობის გადიდებას და ფიზიკური თვისების გაუარესებას.

არ შეიძლება ამონიაკის შემცველი არც ერთი სასუქის შერევა ტუტე სასუქებთან. მაგალითად, ნაცარი და ამონიუმის გვარჯილა:

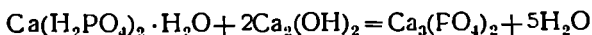


ან ამონიუმის სულფატი და კირიანი სასუქი:



ამ სასუქების ურთიერთშერევა იმიტომ არის დაუშვებელი, რომ მათი ურთიერთმოქმედებისას გამოიყოფა ამონიაკი — გაზი, იგი დაიკარგება, სასუქის ეფექტი შემცირდება.

არ შეიძლება ერთმანეთს შეეურიოთ ხსნადი ფოსფატები და კალციუმის შემცველი სასუქები. მაგალითად, სუპერფოსფატი და ჩამქრალი კირი, ან თომასის წიდა და კალციუმის ციანამიდი და სხვ.



ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს ფოსფატების რეტროგრადაციას. ე. ი. მცენარის ფოსფორით კვების პირობების გაუარესებას.

უფრო მიზანშეწონილია შერეული სასუქების ქარხნული წესით მომზადება. ამ წესით მომზადებული შერეული სასუქები არა მარტო შეესაბამება აგრონომიულ მოთხოვნებს, არამედ უფრო ეკონომიურიცაა, რადგან ყველა პროცესი მექანიზებულია.

მშრალი — შერეული სასუქები. საკვები ელემენტების სასურველი შეფარდების მქონე კომპლექსური სასუქების მომზადების ყველაზე მარტივი და ეკონომიკური მეთოდია მარტივი სასუქების შერევა.

მარტივი სასუქების მშრალად შერევას ახდენენ მეურნეობაში სტაციონალური ან მოძრავი შემრევი მოწყობილობის გამოყენებით ან სტაციონალური მაღალმწარმოებლური დანადგარების (40—60 ტ ნარევი საათში) გამოყენებით. ასეთი დანადგარების მოწყობა მიზანშეწონილია რამდენიმე კოლმეურნეობის ან საბჭოთა მეურნეობის მომსახურების მიზნით.

ამჟამად სასუქების წარმოების განვითარებისათვის ერთ-ერთი მთავარი მიმართულებაა მარტივი კონცენტრირებული და კომპლექსური მინერალური სასუქების მეტი რაოდენობით გამოშვება.

კომპლექსური სასუქების ხარისხის გაუმჯობესებისა და მისი ეფექტურობის ამაღლების მიზნით მეტი ყურადღება მიექცევა მაგნიუმისა და მიკროელემენტების შემცველი სასუქების დამზადებას. მათი გამოშვება მოხდება სხვადასხვა კულტურისა და ნიადაგის სპეციფიკური თვისებების გათვალისწინებით. ასეთი სასუქების გამოყენება, მათ შორის ხანგრძლივად მოქმედი სასუქებისა, განსაზღვრავს მათი გამოყენების ახალი სისტემის დამუშავების აუცილებლობას.

სასუქის ახალი ფორმების გამოყენება მოგვეცემს მცენარის მიერ სა-

სუქისა და ნიადაგის საკვები ელემენტების უფრო სრულყოფილ გამოყენების საშუალებას. ეს გავლენას მოახდენს არა მარტო სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის თვითღირებულებაზე. არამედ ჭელს შეუწყობს გარემოს გაკუჭყიანებისაგან დაცვას.

XI თ ა ვ ი

ნ ა კ ე ლ ი

ნაკელისა და სხვა ორგანული სასუქების მნიშვნელობა

სასუქს, რომლის მშრალი მასის ძირითადი შემადგენელი ნაწილი ორგანული ნივთიერებაა, ო რ გ ა ნ უ ლ ი ს ა ს უ ქ ი ეწოდება. ორგანული სასუქი, გარდა ორგანული ნივთიერებისა, შეიცავს ასევე მცენარის კვებისათვის საჭირო ყველა საკვებ ელემენტს მინერალური ნაერთების სახით, ამიტომ მას ს რ უ ლ ს ა ს უ ქ ს უწოდებენ.

ორგანულ სასუქს მიეკუთვნება: ნაკელი, წუნწუხი, ტორფი, სასუქები, ფეკალი, ქათმის გუანო, კომპოსტები, სხვადასხვა სამეურნეო ანარჩენები და სხვ. ყველა ამ სასუქს ადგილობრივი სასუქი ეწოდება. რადგანაც მათი დიდი მოცულობის გამო, კოლმეურნეობებსა და საბჭოთა მეურნეობებს ისინი შორი მანძილიდან კი არ შემოაქვთ (გარდა იშვიათი გამონაკლისისა), არამედ აგროვებენ ამზადებენ ან მოჰყავთ ადგილზე, იყენებენ იქვე ან ახლო მდებარე სხვა კოლმეურნეობასა და საბჭოთა მეურნეობაში.

ორგანული სასუქების გავლენა ნიადაგის აგრონომიულ თვისებებზე, სწორად გამოყენების შემთხვევაში, მრავალმხრივია. ისინი პირველ რიგში მცენარის მინერალური ელემენტებით კვების წყაროა, რადგან ნიადაგში აღწევს მცენარის კვებისათვის საჭირო მაკრო და მიკრო ელემენტები, უმჯობესდება ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური, ბიოლოგიური თვისებები და მკვეთრად იზრდება ყველა კულტურის მოსავალი.

ორგანული სასუქები საკვები ელემენტების შემცველობის მიხედვით განსხვავდება ერთმანეთისაგან (ცხრ. 57).

მინერალურ სასუქებში საკვები ელემენტების შემცველობა ათეული პროცენტია, ხოლო ორგანულ სასუქში — პროცენტის მეთაღი ნაწილია, ამიტომ მინერალური სასუქების ნორმა იანგარიშება კგ-ობით ჰექტარზე, ხოლო ორგანული სასუქებისა — ტ/ჰა.

ამ მიზეზის გამო ეკონომიკურად არ არის გამართლებული ორგანული სასუქების შორ მანძილზე გადაზიდვა.

ორგანული სასუქები, ისე როგორც მინერალური, მიწათმოქმედების ნივთიერებათა წრებრუნვაში ადამიანის ჩარევის მნიშვნელოვანი საშუ-

ცხრილი 57. ორგანულ სასუქებში საკვები ელემენტების შემცველობა
(კგ 1 ტ მასაზე, სხვადასხვა წყაროების მიხედვით)

ორგანული სასუქები	N	P ₂ O ₆	K ₂ O	CaO
ნახევრად გადამწვარი ნაკელი (75% ტენიანობით)	5,0	2,5	6,0	7,0
ნაკელის წუნწუხი	2,5	0,6	3,6	0,6
მალლობის ტორფი (60% ტენიანობით)	3,5	0,3	0,3	0,4
დაბლობის ტორფი (60% ტენიანობით)	10,5	1,4	0,7	1,4
ფეკალი	6,7	3,3	2,0	1,0
მწვანე სასუქი — ხანკოლა	4,5	1,0	1,7	4,7
ქალაქის ანარჩენები	6,0	3,0	2,0	1,0

აღემაა. ამავე დროს მინერალური სასუქები და ორგანული სასუქების ცალკეული სახეები ამ მიმართულებით მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისაგან.

მინერალური სასუქების გამოყენება ნიშნავს — მეურნეობის ნივთიერებათა წრებრუნვაში ახალი ნივთიერების ჩაბმას. ე. ი. ისეთი ნივთიერების ჩაბმას, რომელიც არ მონაწილეობდა ადრე მეურნეობის ნივთიერებათა წრებრუნვაში.

ნაკელის, წუნწუხის, ქათმის გუანოს, ფეკალის ნიადაგში შეტანა არის იმ საკვები ელემენტების გარკვეული ნაწილის განმეორებით გამოყენება, რომელიც ადრე მონაწილეობდა მეურნეობის ნივთიერებათა წრებრუნვაში. ნაკელი პირუტყვის კვების შედეგად მიღებული ნივთიერებაა. ნაკელში თავს იყრის პირუტყვის საკვებში არსებული აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი, კალციუმი და სხვა ელემენტები. ეს ელემენტები პირუტყვის საკვები მცენარეების მიერ ადრე გამოტანილი იყო ნიადაგიდან, ამიტომ როცა ნაკელი შეგვაქვს ნიადაგში, ამით ვახდენთ იმ საკვები ელემენტების ნაწილის დაბრუნებას ნიადაგში, რომელიც მეურნეობის ნივთიერებათა წრებრუნვაში ადრე მონაწილეობდა. მეურნეობაში მინერალური სასუქების ინტენსიური გამოყენება, კულტურების მოსავლის გადიდება იწვევს. მაღალი მოსავალი მყარი საკვები ბაზის შექმნის საფუძველია, ეს უკანასკნელი მეტი რაოდენობით ნაკელის დაგროვების საშუალებას იძ-

ლევა, მეტი რაოდენობით ნაკელის გამოყენებით კი — მეურნეობის ნივთიერებათა წრებრუნვაში არსებული საკვები ელემენტების მეტი რაოდენობით ხელშეწყობად გამოყენება ხდება.

მიწათმოქმედების ნივთიერებათა წრებრუნვაში ებმება აგრეთვე ჰაერის აზოტის დიდი რაოდენობა. მის შებოჭვას ახდენს პარკოსანი მცენარეების ფესვებზე სიმბიოზურად არსებული კოჟრის ბაქტერიები. პარკოსანი ბალახებით პირუტყვის გამოკვებისას ბაქტერიების მიერ შებოჭილი აზოტის მნიშვნელოვანი ნაწილი გადადის ნაკელში. გარდა ამისა, პარკოსანი მცენარეების თესვა მწვანე სასუქად, ასევე იწვევს მეურნეობის ნივთიერებათა წრებრუნვაში ჰაერის აზოტის ჩაბმას.

ტორფის, ქალაქის ნაგვის, მტკნარი წყლის ლამის სასუქად გამოყენება ნიშნავს მეურნეობის ნივთიერებათა წრებრუნვაში საკვები ელემენტების ახალი რაოდენობის ჩაბმას.

ორგანული სასუქები არის მცენარის მინერალური ნივთიერებებით კვების წყარო, ამავე დროს, მათი გამოყენებით მცენარეთა ნახშირორქანგით კვების პირობებიც უმჯობესდება. ნიადაგის მიკროორგანიზმები შლიან ორგანულ სასუქებს, ამ დროს გამოიყოფა ბევრი ნახშირორქანგი. მაგალითად, 1 ტ ნაკელის ინტენსიური დაშლით გამოიყოფა 250 კგ-მდე CO_2 , რაც მეტი რაოდენობით ორგანული სასუქები შეიტანება ნიადაგში, მათი დაშლით მეტი რაოდენობით ნახშირორქანგი გამოიყოფა და იელინდება ჰაერის მიწისზედა ფენა, ამას ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის ინტენსიური ზრდისას ფოტოსინთეზის გაძლიერებისათვის. არის მეცნიერული მონაცემები იმის შესახებ, რომ ნიადაგში 30—40 ტ/ჰა ნაკელის შეტანით ინტენსიური დაშლის პერიოდში ყოველწლიურად გამოიყოფა 100—200 კგ-ით მეტი CO_2 , ვიდრე ნაკელით გაუნყოფიერებულ ნაკვეთზე.

ორგანული სასუქები ნიადაგის მიკროორგანიზმების კვების ენერგეტიკული წყაროა. ამავე დროს ზოგიერთი ორგანული სასუქი, მაგალითად ნაკელი, ფეკალი, ძლიერი მდიდარია მიკროორგანიზმებით, ამიტომ მათი გამოყენებით ნიადაგის მიკროფლორა მდიდრდება. ამასთან დაკავშირებით ადგილი აქვს ნიადაგში აზოტოფიქსატორის, ნიტრიფიკატორისა და სხვა ჯგუფის ბაქტერიების ცხოველმყოფელობის გაძლიერებას. ჰუმუსით ღარიბ, სუსტად გაკულტურებულ ნიადაგებზე განსაკუთრებით მაღალ ეფექტს იძლევა ორგანული სასუქები. მათი სისტემატური გამოყენებით უმჯობესდება მცენარის ფესვებითა და ჰაერიდან კვება, აგროქიმიური, ბიოლოგიური, ფიზიკური, ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, წყლისა და ჰაერის რეჟიმი, იზრდება ჰუმუსის შემცველობა, შთანთქმის ტევადობა, ფუძეებით (Ca, Mg, K) მაძღრობის ხარისხი, ტენტევადობა, ბუფერობა, მცირდება მჟავიანობა, ალუმინის, რკინის, მანგანუმის მოძრაობა, მძიმე ნიადაგების ბმულობა, ძლიერდება მინერალური სასუქების

ეფექტურობა, რითაც იქმნება მცენარის მიწისქვეშა და მიწისზედა ნაწილის ზრდისა და პროდუქტიულობის საუკეთესო პირობები.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობაზე ეკვივალენტური რაოდენობით გამოყენებული ორგანული და მინერალური სასუქები უმეტეს შემთხვევაში ტოლფასოვანია. ორგანული სასუქებისაგან განსხვავებით, ბევრი მინერალური სასუქი სწრაფადმოქმედია. მათში შემავალი საკვები ელემენტები მცენარეს შეუძლია გამოიყენოს ნიადაგში მათი შეტანის მომენტშივე, ხოლო ორგანული სასუქების შედგენილობაში შემავალი საკვები ნივთიერებების გამოყენებისათვის მცენარეს გარკვეული დრო ესაჭიროება.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მაღალი მოსავლის მიღება შესაძლებელია ცალ-ცალკე როგორც ორგანული, ისე მინერალური სასუქების გამოყენებით, მაგრამ მათი ერთობლივი გამოყენებით ორივე სახის სასუქის სპეციფიკური ნაკლოვანი მხარეების თავიდან აცილება შესაძლებელია, ე. ი. შესაძლებელია ამ სასუქების რაციონალურად გამოყენება.

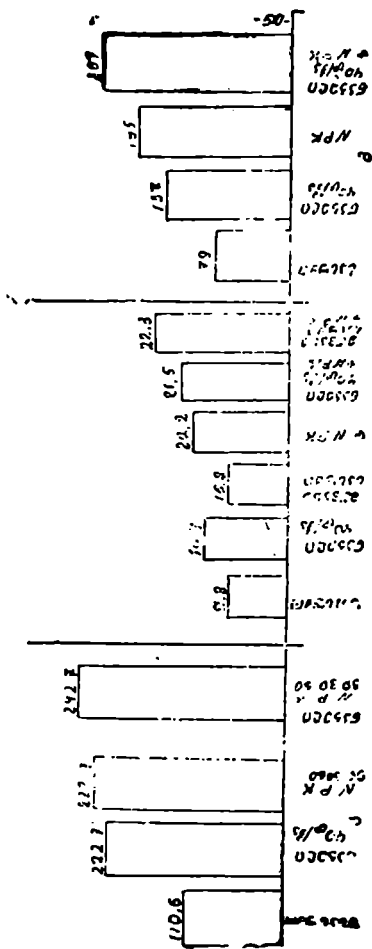
როგორც აღვნიშნეთ, ორგანული სასუქების შედგენილობაში არსებული საკვები ნივთიერებების მნიშვნელოვანი ნაწილის შეთვისება მცენარის მიერ ხდება მათი მინერალიზაციის შედეგად, ამიტომ მარტო ორგანული სასუქების გამოყენება ვერ უზრუნველყოფს მცენარეს საკვები ელემენტებით, განსაკუთრებით ზრდის პირველ პერიოდში და საკვები ელემენტების მაქსიმალური გამოყენების ფაზაში.

მინერალური სასუქების გამოყენებით უფრო ადვილია, მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში, საკვებ ელემენტებზე ცვალებადი მოთხოვნილების დაკმაყოფილება. მაგალითად, მინერალური სასუქების შეტანა თვისის დროს, პირველ რიგში გრანულირებული სუპერფოსფატისა, უზრუნველყოფს მცენარის კარგად კვებას ზრდის დასაწყისშივე, ხოლო თვისამდე ორგანული და მინერალური სასუქებით განოციერებასთან ერთად, მინერალური სასუქებით დამატებითი გამოკვება უზრუნველყოფს მცენარის ნორმალურად კვებას მთელი ვეგეტაციის პერიოდში.

მარტო ორგანული სასუქის გამოყენება არ ქმნის ნიადაგში საკვები ელემენტების ისეთ შეფარდებას, როგორიც საჭიროა მცენარისათვის, ამ ნაკლოვანების რეგულირება შესაძლებელია მინერალური სასუქების ან მათი ორგანულ სასუქებთან ერთად გამოყენებით.

ამავე დროს მარტო მინერალური სასუქების გამოყენება ხშირად იწვევს ნიადაგის ზოგიერთი თვისების გაუარესებას. მაგალითად, მკავე ნიადაგებზე ფიზიოლოგიურად მკავე სასუქების გამოყენება — ნიადაგის მკავეიანობის გაზრდას, მოძრავი რკინის, მანგანუმის, ალუმინის გააქტიურებას, ფოსფატების ქიმიურ შებოჭვას, სახნავი ფენის ფუძეებით გაღარიბებას. იზრდება ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაცია, განსაკუთრებით მაღალი ნორმით მინერალური სასუქების გამოყენებით და სხვ. ორგანულ

სასუქებთან ერთად მინერალური სასუქების გამოყენებისას ეს პროცესები ნელდება და ხშირად ქრება კიდევ. ამასთან ერთად სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავალი მკვეთრად იზრდება. ამაზე მიგვანიშნებს მრავალი ცდის შედეგები, მათ შორის სასუქებისა და აგრონიადაგმცოდნეობის საკავშირო ინსტიტუტის მიერ გაკულტურებულ კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე კარტოფილისა და საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტის მიერ სუბტროპიკულ-ეწერ ნიადაგებზე მანდარინისა და ლიმონ-ქართულის ბაღებში ჩატარებული ხანგრძლივი ცდები (სურ. 3).



სურ. 3. ა — კარტოფილის ტუბერების 3 წლის საშუალო მოსავალი, ც/ჰა;
 ბ — მანდარინის ნაყოფის 11 წლის საშუალო მოსავალი, ტ/ჰა;
 გ — ლიმონის ნაყოფის 8 წლის საშუალო მოსავალი, ცალიბით ჰექტარზე.

ნაკელი, შედგენილობა და დახასიათება

ორგანულ სასუქთა შორის ნაკელი მთავარი და ყველგან გავრცელებული ორგანული სასუქია. იგი მეცხოველეობის ანარჩენია, რომელიც ძირითადად შედგება პირუტყვის მაგარი და თხიერი გამონაყოფისაგან. გარდა ამისა, კონკრეტული სამეურნეო პირობების მიხედვით, ნაკელის შედგენილობაში შედის აგრეთვე საფენი. ამის მიხედვით არჩევენ საფენიან და უსაფენო (ნახევრად თხიერ) ნაკელს.

საფენიანი ნაკელი. იგი შედგება პირუტყვის მყარი და თხიერი გამონაყოფისა და საფენისაგან. მის შედგენილობაში საშუალოდ 25% მშრალი ნივთიერება და 75% წყალია. ცხოველის მიერ გამოყენებული საკვებიდან საშუალოდ ნაკელში გადადის: ორგანული ნივთიერება — 40%-მდე; აზოტი — 50%, ფოსფორი — 80% და კალიუმი — 95%-მდე, მაგრამ პირუტყვის სახეობის, ასაკისა და საკვების შედგენილობის მიხედვით ნაკელში გადასული საკვები ნივთიერებების რაოდენობა ფართო ფარგლებში ცვალებადობს. ეს ფაქტორები ასევე მოქმედებს თხიერი და მყარი ნივთიერებების შეფარდებაზე, მათში საკვები ელემენტების შემცველობაზე. მაგალითად, რაც მეტად წყლიანია საკვები, მით მეტია თხიერი გამონაყოფი. ან, რაც უკეთ მონელებადია საკვები, მით ნაკლებია მშრალი ნივთიერება მყარ გამონაყოფში და მით მეტია იგი თხიერ გამონაყოფში.

ცხოველებისათვის მიწოდებული საკვები, რაც უფრო კონცენტრირებული და ცილებით მდიდარია, მით მეტი რაოდენობით აზოტსა და ფოსფორს შეიცავს ნაკელი. თანაბარ პირობებში ახალგაზრდა პირუტყვის ორგანიზმში რჩება ბევრად მეტი აზოტი და ფოსფორი, ვიდრე ზრდადასრულებული პირუტყვის ორგანიზმში.

პირუტყვის მყარი და თხიერი გამონაყოფი შედგენილობითა და სასუქებრივი ღირებულების მიხედვით ტოლფასოვანი არ არის. ცხოველის ორგანიზმიდან გამოყოფილი ფოსფორი მთლიანად გადადის მყარ გამონაყოფში. თხიერ გამონაყოფში ფოსფორი ძალზე მცირეა. ამავე დროს საკვებში არსებული აზოტის $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ და კალიუმი, თითქმის მთლიანად, პირუტყვის ორგანიზმიდან შარდის სახით გამოიყოფა, ხოლო აზოტის $\frac{1}{3}$ -დან $\frac{1}{2}$ -მდე და კალიუმის ძალზე მცირე რაოდენობა არის მყარ გამონაყოფში.

პირუტყვის მყარი გამონაყოფის აზოტი და ფოსფორი მთლიანად შედის ორგანულ ნაერთებში, ისინი მცენარისათვის მისაწვდომი ხდება მხოლოდ მათი მინერალიზაციის შემდეგ; რაც შეეხება კალიუმს — იგი მყარ გამონაყოფში მოძრავი ფორმითაა.

თხიერ გამონაყოფში ყველა საკვები ნივთიერება ადვილად ხსნად ფორმაში ან ადვილად განიცდის მინერალიზაციას.

პირუტყვის შავარი გამონაყოფი მეტად მდიდარია მიკროორგანიზმებით, შარდი დასაწყისში მიკროორგანიზმებს არ შეიცავს. ისინი შარდში უფრო გვიან ჩნდებიან, მყარი გამონაყოფიდან გადაინაცვლებენ მასში.

სხვადასხვა პირუტყვის მიერ დღე-ღამეში გამოყოფილი შავარი და თხიერი გამონაყოფის რაოდენობა და შეფარდება ერთნაირი არ არის (ცხრი 58).

ცხრილი 58. დღე-ღამეში ერთი სული პირუტყვის მიერ მყარი და თხიერი გამონაყოფის რაოდენობა და შეფარდება

პირუტყვის სახეობა	დღე-ღამეში		შეფარდება მყარ და თხიერ გამონაყოფს შორის
	მყარი გამონაყოფი, კგ	თხიერი გამონაყოფი, ლ	
მსხვილფეხა რქიანი პირუტყვი	20—30	10—15	2,0
ცხენი	15—20	4—6	3,5
ცხვარი	1,5—2,5	0,6—1,0	2,5
ლორი	1,5—2,2	2,5—4,5	0,5

ცხრილი 59. პირუტყვის გამონაყოფში აზოტისა და ნაცრის ელემენტების შემცველობა %-ობით

პირუტყვის სახეობა	მშრალი ნივთიერება	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄
მყარ გამონაყოფში							
მსხვილფეხა რქიანი პირუტყვი	16	0,29	0,17	0,10	0,35	0,13	0,04
ცხენი	24	0,44	0,35	0,35	0,15	0,12	0,06
ცხვარი	35	0,55	0,31	0,15	0,46	0,15	0,14
ლორი	18	0,60	0,41	0,26	0,09	0,10	0,04
თხიერ გამონაყოფში							
მსხვილფეხა რქიანი პირუტყვი	6	0,56	0,01	0,49	0,01	0,04	0,13
ცხენი	10	1,55	0,01	1,50	0,45	0,24	0,06
ცხვარი	13	1,95	0,01	2,26	0,16	0,34	0,30
ლორი	3	0,43	0,07	0,83	0,01	0,08	0,03

ცხენს, ცხვარსა და მსხვილფეხა რქიან საქონელს მყარი გამონაყოფი მეტი აქვს, ვიდრე თხიერი.

ლორის თხიერი გამონაყოფი ორჯერ მეტია, ვიდრე მყარი. მსხვილფეხა რქიანი საქონლისა და ლორის მყარ და თხიერ გამონაყოფში მშრალი ნივთიერება პროცენტობით ნაკლებია ცხენისა და ცხვრის გამონაყოფთან შედარებით, ამავე დროს მსხვილფეხა რქიანი საქონლის მყარ და თხიერ გამონაყოფში აზოტი, ფოსფორი და კალიუმი ბევრად ნაკლებია, ვიდრე სხვა პირუტყვის გამონაყოფში (ცხრ. 59).

სხვადასხვა პირუტყვის ექსკრემენტში წყლის, მშრალი ნივთიერებისა და საკვები ელემენტების შემცველობა ერთნაირი არ არის. ამიტომ არაერთნაირია მათი დაშლის ხარისხი შენახვის პროცესში. ცხენისა და ცხვრის ნაკელი მეტი რაოდენობით შეიცავს მშრალ და მინერალურ ნივთიერებებს, ამიტომ შენახვისას ისინი უფრო სწრაფად იშლებიან და გამოყოფენ ბევრ სითბოს, ამასთან დაკავშირებით ასეთ ნაკელს „ცხელ“ ნაკელს უწოდებენ. მსხვილფეხა რქიანი საქონლისა და ლორის ნაკელში მეტი წყალი და ნაკლები მშრალი ნივთიერებებია, ამიტომ ისინი ნელა იშლებიან და ცოტა სითბოს გამოყოფენ, ასეთ ნაკელს „ცივ“ ნაკელს უწოდებენ.

საფენიანი ნაკელის შემადგენელი ნაწილია საფენი. იგი ზრდის ნაკელის გამოსავლიანობას, აუმჯობესებს ნაკელის ხარისხს, ამცირებს აზოტისა და წუნწუხის დანაკარგს. საფენებად იყენებენ: ჩალას, ნამჭას, ტორფს,

ცხრილი 60. სხვადასხვა საფენში საკვები ნივთიერებების საშუალო შემცველობა (%-ობით)

საფენის სახეობა	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	ტენი
საშემოდგომო ხორბლის ჩალა	0,50	0,20	0,90	0,30	14,3
ქვავის ჩალა	0,45	0,26	1,00	0,30	14,3
შვრიის ჩალა	0,65	0,35	1,60	0,40	14,0
მალლობის ტორფი	0,50	0,10	0,07	0,22	25,0
დაბლობის ტორფი	0,25	0,30	0,15	3,00	30,0
ხის ფოთლები	1,10	0,25	0,30	2,00	14,0
ნახერხი	0,20	0,30	0,74	1,06	25,0

ნახერხს და სხვ. ჩალის საფენზე დამზადებულ ნაკელს — ჩალის ნაკელი, ხოლო ტორფის საფენისაზე — ტორფის ნაკელი ეწოდება. თავლაში საფენის გამოყენებას აქვს ზოოპიგიენური და აგრონომიული მნიშვნელობა. მისი გამოყენების ზოოპიგიენური დანიშნულება მდგომარეობს პირუტყვისათვის რბილი, მშრალი საწოლის შექმნაში, თავლაში არსებული მავნე აირების შთანთქმაში.

აგრონომიული არსი დაკავშირებულია ნაკელის რაოდენობისა და მასში საკვები ელემენტების გაზრდასთან, რადგანაც საფენი შეიცავს საკვები ელემენტების მნიშვნელოვან რაოდენობას (ცხრ. 60).

საფენი შთანთქავს თხიერ გამონაყოფს და ამიაკურ აზოტს. საფენის გამოუყენებლობა ან მცირე რაოდენობით გამოყენება მათ დანაკარგს იწვევს. იგი აუმჯობესებს ნაკელის ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებს. ნაკელში ტენი მცირდება, ამიტომ უფრო ფხვიერი ხდება, ადვილდება მისი გადაზიდვა და ნაკვეთში შეტანა.

სხვადასხვა საფენს ტენის სხვადასხვა რაოდენობით შთანთქმის უნარი გააჩნია, მაგალითად, ჩალის საფენის ერთი წილი შთანთქავს სითხის ორსამ წილს, დაბლობის ტორფი — 5—7 წილს, მაღლობის ტორფი — 10—15 წილს. საფენთა შორის საუკეთესოა ისეთი საფენი, რომელსაც გააჩნია ტენის შთანთქმის მაღალი უნარი და მყავე რეაქცია.

ბოსელში საფენის საჭირო რაოდენობა დამოკიდებულია საფენის ხარისხზე, პირუტყვის სახეობაზე, გამოყენებული საკვების რაოდენობასა და მის ხარისხზე (ცხრ. 61).

ცხრილი 61. საფენის სავარაუდო ნორმა დღე-ღამეში (კგ)

პირუტყვის სახეობა	მარცვლო- ვანთა ჩალა (ნამკა)	ტორფი			ხის ნახერ- ხი, ბურბუ- შელა
		სფავნუ- მის, წყლის კამბის	ისლის, მწვანე ხაესის	ხავსმოკ- კოვანები	
მსხვილფეხა რქიანი საქონელი	4—6	8—11	20	7	4—6
ზბო	2—3	5	10	3	2—4
ცხენი	3—5	5—6	8—10	4	2—4
ცხვარი	0,5—1,0	—	—	—	—
დედა ღორი გოჭებით	6—7	—	—	6—7	—
ტახი	2—3	—	—	2—3	2,0—3,0
სუქებადი ღორი	1—2	—	—	1—2	1,5—2,0
ნახლექტი	1—1,5	—	—	0,5—1,0	1—1,5

გამოყენებული საფენის რაოდენობასთან არის დაკავშირებული არა მარტო ნაკელის რაოდენობის გადიდება, არამედ მასში წუნწუნისა და ამიაკის დანაკარგის შემცირება (ცხრ. 62).

ცხრილი 62. გამოყენებული საფენის რაოდენობის გავლენა ნაკელის გამოსავლიანობაზე და აზოტის დანაკარგზე (ВИА- მონაცემები)

საფენის ნორმა ერთ პირუტყვზე დღე-ღამეში, კგ	ჩალის საფენზე		ტორფის საფენზე	
	200 დღე-ღამეში დაგროვილი ნაკელი, ტ	აზოტის დანაკარგი 3—5 თვით შენახვის დროს %	200 დღე-ღამეში დაგროვილი ნაკელი, ტ	აზოტის დანაკარგი 3—5 თვით შენახვის დროს %
2	7,2	43,9	7,7	25,2
4	8,6	31,2	9,2	13,7
6	10,2	13,3	10,4	3,4

საფენის ნორმის გადიდებასთან ერთად აზოტის დანაკარგის შემცირება გამოწვეულია ნაკელის დაშლისას მიკროორგანიზმების მიერ ბიოლოგიური შთანთქმის გაძლიერებით, ასევე გამოყოფილი ამიაკის მეტი რაოდენობით შთანთქმით. რაც მეტია გამოყენებული საფენის რაოდენობა, მით მეტი ამიაკური აზოტი გადადის უჯრედანას დამშლელი მიკროორგანიზმების პლაზმაში და მეტი აზოტი გროვდება ნაკელში.

ნაკელის გაზიფვა ბოსლიდან და შენახვის წესები

ამ მიზნისათვის ნაკელს წინასწარ გამოიტანენ ბოსლიდან გასასვლელში, შემდეგ სატრაქტორო ბულდოზერის ნიჩბით ან თვითმავალი ნაკელსატვირთავი შასის გამოყენებით გააქვთ შენობიდან. ზოგ მეურნეობაში იყენებენ ბაგირიან სასკრეპერო დანადგარებს ან შტანგიან ტრანსპორტიორებს. საფენიან ნაკელს ბოსლიდან გადატანის შემდეგ ინახავენ შტაბელებად ფერმის ეზოში ან მინდვრად.

საფენიან ნაკელში მიმდინარე ცვლილებები შენახვის დროს. შენახვის დროს ნაკელში მიმდინარეობს პირუტყვის მაგარი გამო-ნაყოფისა და საფენის დაშლა. ამ პროცესში მონაწილეობენ მიკროორგანიზმები. დაშლის შედეგად წარმოიქმნება მარტივი მინერალური ნაერთები, მაგალითად, რთული ცილოვანი ნაერთებიდან — ამონიაკური აზოტი, პარალელურად ადგილი აქვს მეორად პროცესს — ამონიაკური აზოტის მიკროორგანიზმების სხეულის ცილაში გადასვლას (ორგანული

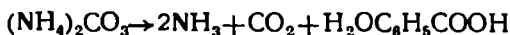
ნივთიერების სინთეზი). ამონიაკური აზოტის ნაწილი ასევე გადადის ამილურ ნაერთებში.

დადგენილია, რომ ამონიაკური აზოტის ძირითადი დანაკარგი წარმოიქმნება შარდის დაშლით. შარდი იშლება უფრო ადრე და ჩქარა, ვიდრე ნაკელის სხვა შემადგენელი ნაწილები. პირუტყვის თხიერი გამოწყოფი შეიცავს შარდოვანას, გიპურის მკეავას და შარდმკეავას. მათ შორის სწრაფად დაშლის მალალი უნარით ხასიათდება შარდოვანა, შედარებით ნაკლებით — გიპურის მკეავა და ნაკელის შენახვის პროცესში უფრო დაბალი უნარით — შარდმკეავა.

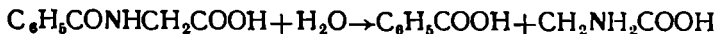
შარდოვანა ურობაქტერიების მიერ გამოყოფილი ფერმენტი ურიაზას მოქმედებით სწრაფად გარდაიქმნება ნახშირმკეავა ამონიუმად:



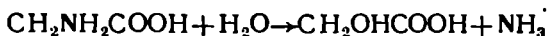
ნახშირმკეავა ამონიუმში სუსტი მკეავაა, ნაკლებად მდგრადია. იგი სწრაფად იშლება ამიაკად, ნახშირორჟანგად და წყლად:



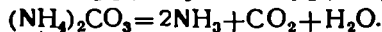
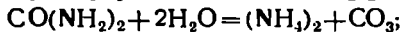
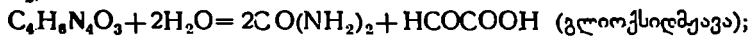
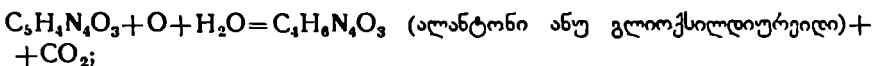
გიპურის მკეავა ჯერ იშლება ბენზონმკეავად და ამინომარმკეავად:



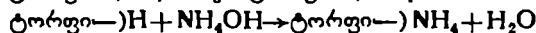
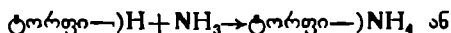
წარმოქმნილი ამინომარმკეავა, თავის მხრივ, იშლება მმარმკეავად ან ოქსიმმარმკეავად და გამოიყოფა თავისუფალი ამიაკი:



შარდმკეავას გარდაქმნა მიმდინარეობს ჯერ შარდოვანას, შემდეგ — ნახშირმკეავა ამონიუმის წარმოქმნით:



ამრიგად, პირუტყვის შარდის ცალკე ან ნაკელთან ერთად შენახვისას მის შედგენილობაში შემავალი ყველა აზოტიანი ნაერთი შეიძლება დაიშლოს თავისუფალი ამიაკის გამოყოფამდე. ეს არის ნაკელის აზოტის დანაკარგის ძირითადი წყარო, განსაკუთრებით ნაკელის არასწორად შენახვისას. ტორფის საფენად გამოყენების შემთხვევაში, იმის გამო, რომ ტორფს მკეავე რეაქცია გააჩნია და აქვს შთანთქმის მალალი უნარი, წარმოქმნილი ამიაკი შთანთქმება ტორფის მიერ.



საფენიანი ნაკელის შენახვისას მიმდინარეობს მისი დაშლა. დაშლის პროცესში წარმოიქმნება ორგანული მჟავები და ნეშომპალა. მათ შთანთქმის მაღალი უნარი გააჩნიათ. ისინი შთანთქავენ ამიაკს, რითაც წინ აღუდგებიან ამიაკის დანაკარგს. აქროლებისას ხდება ორგანული მჟავების მეტი რაოდენობით დაგროვება ნაკელის ნელა დაშლის პირობებში. როდესაც ნაკელის დაშლა ინტენსიურად მიმდინარეობს, ეს დაკავშირებულია კარგ აერაციასთან, მაშინ ნაკელში მცირდება მჟავების რაოდენობა, ამიტომ ადგილი აქვს მცირე რაოდენობით ამიაკის შტბოქვას.

ნაკელის დაშლის პროცესში წარმოიქმნება ნახშირმჟავა. ის წინ აღუდგება თავისუფალი ამიაკის წარმოქმნას. ამიაკის დანაკარგს ასევე ამცირებს ნაკელში არსებული მიკროორგანიზმები. რადგანაც ამონიაკური აზოტის მნიშვნელოვანი ნაწილი ორგანულ ნაერთებშია, მიკროორგანიზმების ცხოველყოფილობისათვის საუკეთესო პირობების შექმნა, მაგალითად, მეტი რაოდენობის საფენის გამოყენება, ამიაკის დანაკარგის შემცირების კარგი საშუალებაა ნაკელის შენახვის დროს.

ბოსელში საფენის ჩვეულებრივი ნორმის გამოყენებისას პირუტყვის მიერ გამოყოფილი თხიერი გამონაყოფი მთლიანად არ შთანიტქმება. იგი უნდა შევავროვოთ საწუნწუხეში. ამასთან ერთად საწუნწუხე მკიდროდ უნდა იხურებოდეს, რადგანაც ამ დროს მცირდება ჰაერის შეღწევა საწუნწუხეში, მატულობს ნახშირორჟანგი და წყლის ორთქლი საწუნწუხეს თავისუფალ სივრცეში (ფართობი წუნწუხის ზედაპირიდან საწუნწუხეს სახურავამდე). ეს ამცირებს ამიაკის დანაკარგს.

პირუტყვის განაეღისა და საფენის ორგანული ნივთიერება დაშლის სისწრაფის მიხედვით შეიძლება დავყოთ ორ ჯგუფად:

პირველ ჯგუფში შედის შედარებით ადვილად დაშლის უნარის მქონე ნაერთები — შაქრები, სახამებელი, პენტოზანები, ორგანული მჟავები. ამ ჯგუფის ნაერთებზე მოდის ორგანული ნივთიერების მცირე ნაწილი. ამ ნაერთების დაშლა ჟანგბადით უზრუნველყოფის პირობებში მეტად სწრაფად მიმდინარეობს, ამავე დროს ხდება ტემპერატურის აწევა და აღწევს 60—70°C.

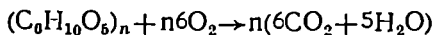
მეორე ჯგუფში შედის ნელადაშლადი ორგანული ნაერთები — უჯრედანა და სხვ.

ნაკელის დაშლის სისწრაფე დამოკიდებულია მასში ადვილად და ძნელადხსნადი ორგანული ნაერთების შეფარდებაზე. რაც მეტია ნაკელში ადვილად ხსადი ნაერთები, მით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს ნაკელის დაშლა და, პირიქით.

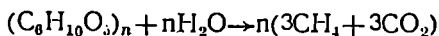
ნაკელის აგრონომიული თვისებების გაუმჯობესებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს უაზოტო ორგანულ ნივთიერებათა — ნახშირწყლების, ცხიმების, ორგანული მჟავების, მთრიმლავე ნივთიერებების დაშლა მოხდეს ნაკელის შენახვის დროს და არა მისი ნიადაგში შეტანის შემდეგ. თუ ეს

პროცესი ნაკელის ნიადაგში შეტანის შემდეგ გაგრძელდა, მაშინ ადგილი ექნება მიკროორგანიზმების მიერ აზოტის ბიოლოგიური შთანქმის გაძლიერებას, ამის გამო გასანოყიერებელი კულტურის აზოტით კვების პირობების გაუარესებას.

ნაკელის უაზოტო ორგანული ნივთიერებანი, ჟანგბადით უზრუნველყოფის პირობებში, აერობული ბაქტერიების გავლენით, იშლება ნახშირორჟანგად და წყლად.



ნაკელის აზოტის შემცველი ორგანული ნივთიერებები, ჟანგბადით ცუდად უზრუნველყოფის პირობებში, ანაერობული მიკროორგანიზმების გავლენით იშლება მეთანად და ნახშირორჟანგად:



ნაკელის ორგანული ნივთიერების დაშლა აერობულ პირობებში მიმდინარეობს უფრო სწრაფად, ვიდრე ანაერობულ პირობებში.

შენახვის პროცესში ნაკელის მასა ყოველთვის მცირდება. ეს გამოწვეულია ნახშირორჟანგის, მეთანის, წყლის ორთქლის გამოყოფითა და აორთქლებით.

შენახვის პერიოდში უფრო ენერგიულად მიმდინარეობს მშრალი ნივთიერების დანაკარგი, ვიდრე აზოტის. ამავე დროს ნაკელის შენახვის ზანგრძლივობასთან ერთად ნაკელში მცირდება მშრალი ნივთიერება — ამონიაკური აზოტი და წყალი, ხოლო საერთო და ცილოვანი აზოტი, ასევე საერთო ფოსფორი და კალიუმი მატულობს (ცხრ. 63).

ც ხ რ ი ლ ი 63. შენახვის ზანგრძლიობის გავლენა ნაკელის შედგენილობაზე (%)

ნაკელის შედგენილობა	ახალ ნაკელში	ორი თვით შენახვის შემდეგ	4 თვით შენახვის შემდეგ	5—8 თვით შენახვის შემდეგ
წყალი	72,0	75,5	74,0	68,0
ორგანული ნივთიერება	24,5	19,5	18,0	17,5
საერთო აზოტი	0,52	0,60	0,60	0,73
ცილოვანი აზოტი	0,33	0,45	0,54	0,68
ამონიაკური აზოტი	0,15	0,12	0,10	0,05
ფოსფორი (P ₂ O ₅)	0,31	0,38	0,43	0,48
კალიუმი (K ₂ O)	0,60	0,64	0,72	0,84

ახალ და ნახევრად გადამწვარ ნაკელში ნიტრიფიკაცია არ მიმდინარეობს, ამიტომ ნიტრატები არ წარმოიქმნება. ამ ფაქტს ორი მიზეზი აქვს: ნაკელის აერობული გახრწნის პირობებში ნიტრიფიკატორი ბაქტერიები ილუპებიან მაღალი ტემპერატურის გავლენით; ანაერობულ პირობებში ნიტრიფიკატორი ბაქტერიები საერთოდ არ ვითარდებიან, ისინი მხოლოდ აერობული ბუნების არიან. იმასთან დაკავშირებით, რომ ახალ და ნახევრად გადამწვარ ნაკელში არ არი ნიტრატები, ამიტომ არც დენიტრიფიკაცია აღინიშნება. ნაკელის ჰუმიფიკაციასთან დაკავშირებით მასში ნიტრატები წარმოიქმნება, მაგრამ ის ძალზე მცირეა, არ აღემატება პროცენტის მეათედს საერთო აზოტიდან.

სხვადასხვა ხარისხით დაშლილი საფენიანი ნაკელი. ნაკელის დაშლის ხარისხის მიხედვით არჩევენ: ახალ, ნახევრად გადამწვარ, გადამწვარ ნაკელს და ნეშომპალას.

ახალი, ანუ სუსტად დაშლილი ნაკელი ისეთ ნაკელს ეწოდება, რომელშიც საფენის ჩალას შენარჩუნებული აქვს ჩალის ტიპური ყვითელი ფერი და სიმტკიცე. ასეთი ნაკელის წყლის გამონაწური მოყვითალო-ყვითელი ან მომწვანო ფერისაა.

ნახევრად გადამწვარ ნაკელში საფენის ჩალას დაკარგული აქვს სიმტკიცე, ხოლო ყვითელი ფერის ნაცვლად მუქი-ყავისფერი აქვს. მისი წყლის გამონაწური სქელია, აქვს შავი ფერი, ახალ ნაკელთან შედარებით ნახევრად გადამწვარი ნაკელის მასა 20—30%-ით ნაკლებია.

გადამწვარი, ანუ ძლიერ დაშლილი ნაკელი შავი ფერის მასაა, გააჩნია ზეღადობა, არ შეიმჩნევა საფენის (ჩალა, ნამგა და სხვ.) ფიზიკური ელემენტები. გადამწვარი ნაკელის წყლის გამონაწური უფერულია. გადამწვარი ნაკელის მასა დაახლოებით ახალი ნაკელის 50% შეადგენს.

ნეშომპალა. ეს არის ორგანული ნივთიერებით მდიდარი შავი ერთგვაროვანი მასა. წაავას ნიადაგის ჰუმუსოვან ფენას. მისი მასა დაახლოებით 25%-ია ახალი ნაკელის მასიდან.

შენახვის პროცესში სასურველი არ არის ნაკელის ნეშომპალამდე მიყვანა, თუ ეს აუცილებლობით არ არის ნაკარნახევი, რადგანაც ამ დროს ადგილი აქვს ორგანული ნივთიერებისა და აზოტის დიდ დანაკარგს.

სოფლის მეურნეობაში ნაკელის სასუქად გამოყენება ძირითადად ხდება გადამწვარი ან ნახევრად გადამწვარი სახით. ეს დამოკიდებულია ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებზე. მაგალითად, ჩვენი ქვეყნის ევროპულ სამხრეთ-აღმოსავლეთ რაიონებში, მშრალი კლიმატის პირობებში, ნიადაგის გამოშრობის თავიდან აცილების მიზნით გადამწვარი ნაკელის გამოყენება რეკომენდებულია გაზაფხულზე.

ტენით საკმაოდ უზრუნველყოფილ რაიონებში, კერძოდ, ჰუმუსით ღარიბ კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე ნახევრად გადამწვარი ნაკელი გამო-

იყენება. ასეთი ნაკელი საუკეთესოა სუბტროპიკული კულტურების გასანაოყიერებლად, ადრე გაზაფხულზე ნიადაგში შეტანით.

საგაზაფხულო კულტურების თესვისათვის განკუთვნილ ნაკვეთებზე საუკეთესოა, შემოდგომით, ნიადაგის მზრალად ხვნის დროს ახალი ნაკელის გამოყენება ნალექებით უზრუნველყოფილ რაიონებში, ხოლო სამხრეთ-აღმოსავლეთ რაიონებში — ნახევრად გადამწვარი ნაკელის შეტანა.

საფენიანი ნაკელის შენახვის წესები და პირობები. მეურნეობის კონკრეტული პირობებიდან გამომდინარე, რეკომენდებულია ნაკელის შენახვის რამდენიმე წესი:

ნაკელის შენახვა პირუტყვის ფეხქვეშ. ნაკელის შენახვის ამ წესს მიმართავენ პირუტყვის სასეირნო მოედნებზე და მინდვრის ბაგებში, ასევე მაღალმთიან რაიონებში, მაგალითად, ფშავ-ხევსურეთსა და სხვა რაიონებში, ზამთრის პერიოდში, თავლაში — პირუტყვის სამყოფში (სასეირნო მოედანი, საველე ბაგა, თავლა) უგებენ ტორფს ან სხვა საფენს 30—50 სმ ფენად. იგი თანაბრად ერევა პირუტყვის ექსკრემენტს და იტკეპნება, ე. ი. იქმნება ნაკელის დაშლისათვის ანაერობული პირობები. თუ ზედა ფენა გადატენიანდება, მაშინ ახდენენ საფენის ახალი რაოდენობის დამატებას. მიღებულ ნაკელს აგროვებენ და იყენებენ სასუქად.

ნაკელის შენახვა პირუტყვის ფეხქვეშ დაკავშირებულია ისეთი დანახარჯების შემცირებასთან როგორცაა: ნაკელის ყოველდღიური შეგროვება-გაზიდვა, სანაკელესა და საწუნწუხეს მშენებლობა. იაფდება პირუტყვის მოვლის ხარჯები და ნაკელის თვითღირებულება. მცირდება წუნწუხისა და ამონიაკური აზოტის დანაკარგი. მიუხედავად იმისა, რომ ნაკელის ამ წესით შენახვა იძლევა საუკეთესო ხარისხის ნაკელს, ბოსელში პირუტყვის ფეხქვეშ ნაკელის შენახვა დაუშვებელია. იწვევს რძის გაჭუჭყიანებას, პირუტყვის დაავადებას, პირუტყვისათვის არაპიგიენური პირობების შექმნას.

ტკეპნილად შენახვა. ყოველდღიურად მიღებული ნაკელი გაიტანება სანაკელეში ან მინდვრად. მას აწყობენ შტაბელებში და აუცილებლად მაშინვე ტკეპნიან. პირველი ფენის განი 5—6 მ და სისქე 1 მ უნდა იყოს, სიგრძე კი — ნებისმიერი. შტაბელებზე ყოველდღიურად უმატებენ ნაკელის ახალ ფენას მანამ, სანამ დატკეპნილი ნაკელის შტაბელის სიმაღლე არ მიაღწევს 2,5—3 მ. ყოველი დატკეპნის წინ სასურველია ნაკელის მოსველება წუნწუხით, შარდით ან წყლით. ეს ხელს უწყობს ნაკელის ნელ წვას. აუცილებელია შტაბელის გადახურვა. ამ მიზნით იყენებენ დაჭრილ ჩალას, ტორფს ან ნიადაგს, მათი სისქე 8—15 სმ ნაკლები არ უნდა იყოს.

შტაბელებში ტკეპნილად შენახული ნაკელი იშლება ანაერობულ პირობებში, შტაბელის პერიფერიებში აერობული წვაც მიმდინარეობს. შტაბელში ტენი არსებითად არ იცვლება. ზამთრის თვეებში შტაბელში

ტემპერატურა 20—25°C არ აღემატება, ზაფხულის თვეებში 30—35°C. ამიტომ ნაკელის შენახვის ასეთ წესს ზოგჯერ ცივ წესს უწოდებენ. ზოგჯერ კი პერუტინინის წესს, რადგანაც იგი დამუშავებულია პროფ. პერუტინინისა და მისი მოწაფეების მიერ.

ნაკელის ცივად შენახვისას სასუქის ფორები გაყვანილია ნახშირორჟანგისა და წყლის ორთქლით. ეს ხელს უშლის ნახშირბაქსა და ამონიუმის დაშლას — ამონიაკად, ნახშირორჟანგად და წყლად. ამიტომ მცირდება ამონიაკის დანაკარგი. ამ წესით ნაკელის შენახვისას ასევე მცირეა ორგანული ნივთიერების დანაკარგიც, ნაკელის შენახვის სხვა წესებთან შედარებით ნაკელის ტკეპნილად შენახვა ძირითადი და ყველაზე მიღებული წესია. ამ წესის გამოყენებით შტაბელების დაწყობიდან 3—4 თვის შემდეგ მიიღება ნახევრად გადამწვარი ნაკელი, ხოლო 7—8 თვის შემდეგ — გადამწვარი ნაკელი.

ფაშარ-ტკეპნილი შენახვა. ნაკელის შენახვის ამ წესის არსი შემდეგში მდგომარეობს. ახალ ნაკელს შტაბელებში ალაგებენ 1 მ სისქის ფენად, მას არ ტკეპნიან, ტოვებენ ფაშრად. 3—5 დღის შემდეგ, როცა ტემპერატურა 60—70°C მიაღწევს, ძლიერად დატკეპნიან. ასე აგრძელებენ ნაკელის ჩაწყობას სანამ შტაბელის სიმაღლე 2,5—3 მ მიაღწევს.

როცა ნაკელი ფაშრად არის, მაშინ მასში მიმდინარეობს აერობული დაშლის პროცესი, რაშიც თერმოფილური ბაქტერიები მონაწილეობენ. ამ დროს იკარგება ნაკელის აზოტისა და ორგანული ნივთიერების მნიშვნელოვანი ნაწილი. ასეთი დანაკარგის შემცირების მიზნით მიმართავენ საფენის გადიდებული ნორმის გამოყენებას.

შტაბელის დატკეპნის გავლენით ფორებიდან ქანგბადი გამოიდევენება, ტემპერატურა ეცემა 30—35°C-მდე, ე. ი. თერმოფილური ბაქტერიები ვერ ვითარდებიან და ნაკელის შემდგომი დაშლა მიმდინარეობს ანაერობულ პირობებში.

ნაკელის ფაშარ-ტკეპნილად შენახვა საშუალებას იძლევა, შტაბელების ჩაწყობიდან 1,5—2 თვის განმავლობაში ნახევრად გადამწვარი და 4—5 თვის მანძილზე გადამწვარი ნაკელის მიღებისა. ამავე დროს ნაკელის ამ წესით შენახვისას აზოტისა და ორგანული ნივთიერების დანაკარგი მნიშვნელოვნად მცირდება, ვიდრე ნაკელის ტკეპნილად შენახვის პირობებში.

ნაკელის ფაშარ-ტკეპნილი ანუ ცხელ-დაპრესილი შენახვის წესი გამოიყენება მაშინ, როცა აუცილებელია მოკლე ვადაში ნახევრად გადამწვარი ან გადამწვარი ნაკელის მიღება; თუ ვეტქიმის მიერ დადგენილია ნაკელში კუჭ-ნაწლავის დაავადების გამომწვევი აგენტების — ბრტყელი ჰიებისა და სხვ. არსებობა და მათი გაუვნებლიანობის აუცილებლობა მაღალი ტემპერატურის გავლენით, თუ ნაკელი დიდი რაოდენობით ნაძვას,

ჩალას, და სხვ. ძნელადშლად საფენს შეიცავს, საჭიროა მათი სწრაფად დაშლა.

ფაშარი შენახვა. ნაკელის შენახვის ეს წესი დამუშავებულია კრანცის მიერ, ამიტომ მას ზოგჯერ კრანცის, ზოგჯერ კი ცხელი შენახვის წესს უწოდებენ. ეს წესი დიდი ხნის მანძილზე ფართოდ გამოიყენებოდა სოფლის მეურნეობაში. მისი მომზადების წესი შემდეგში მდგომარეობს: ბოსლიდან ყოველდღიურად გატანილ ნაკელს ათავსებენ შტაბელებად და ტოვებენ ფაშრად, დატკეპნის გარეშე. ამის გამო ნაკელის ფორგებში მცირეა ტენი და ბევრია ქანგბადი, ამიტომ გაძლიერებულია ნაკელის დაშლის აერობული პროცესი, წარმოიქმნება მაღალი ტემპერატურა, ვითარდება თერმოფილური ბაქტერიები. ადგილი აქვს ნაკელის აზოტისა და ორგანული ნივთიერების დიდი რაოდენობით დანაკარგს და დიდი რაოდენობით წუნწუხის გამოყოფას.

ამ წესით ნაკელის შენახვის შედეგად მიიღება შავი ფერის მასა — ფაქტობრივად ნეშომპალა, მასში შენარჩუნებული არ არის საფენის ნაწილაკები, იგი მთლიანად დაშლილია. ასეთ ნაკელს — გადამწვარ ნაკელს — კეთილშობილ ნაკელს, ზოგჯერ სტერილურსაც უწოდებენ.

ნაკელის შენახვის ასეთი წესი დასაშვებია მხოლოდ ტორფის ნაკელის შენახვისას.

დადგენილია, რომ აზოტი, ორგანული ნივთიერება და წუნწუხი მეტი რაოდენობით იკარგება ნაკელის ფაშრად შენახვის პირობებში, ნაკლები — ტკეპნილად შენახვისას, ხოლო ფაშარ-ტკეპნილი შენახვის პირობებში ამ დანაკარგებს შუალედური ადგილი უკავია (ცხრ. 64).

ც ხ რ ი 64. ნაკელის აზოტის, წუნწუხისა და ორგანული ნივთიერებების დანაკარგები შენახვის წესებთან დაკავშირებით (%)

შენახვის წესები	ჩალის საფენზე			ტორფის საფენზე		
	ორგანული ნივთიერება	N	წუნწუხი	ორგანული ნივთიერება	N	წუნწუხი
ფაშარი	32,6	31,4	10,5	40,0	25,3	4,3
ტაშარ-ტკეპნილი	24,6	21,6	5,1	32,0	17,0	3,4
ტკეპნილი	12,2	10,7	1,9	7,0	1,0	0,6

ამ მონაცემებიდან ნათლად ჩანს ნაკელის ტკეპნილად — ცივად შენახვის წესის უპირატესობა, სხვა წესებთან შედარებით. ასევე ტორფის საფენის უკეთესი მოქმედება, ვიდრე ჩალის საფენისა.

საფენიანი ნაკელის შენახვა სანაკელეში. ნაკელი შეიძლება დავაგროვოთ და შევიინახოთ ბოსელთან ახლო მდებარე სპეციალურ ნაგებობაში — სანაკელეში ან გასანოყიერებელ ნაკვეთზე — შტაბელებად. ეს დამოკიდებულია მეურნეობის კონკრეტულ პირობებზე.

სანაკელეს ორი ძირითადი ტიპი არსებობს: ორმული და ზედაპირული. როცა გრუნტის წყალი ნიადაგის ზედაპირთან ახლოა, მაშინ უმჯობესია მოვაწყოთ ზედაპირული სანაკელე. მშრალ რაიონებში შტაბელებში ნაკელი სწრაფად გამოშრება, ამიტომ საჭიროა ორმული სანაკელეს მოწყობა. ამ პირობებში უფრო ადვილია ანაერობული დაშლის რეგულირება, აზოტისა და ორგანული ნივთიერების დანაკარგის შემცირება.

ყოველი ტიპის სანაკელე უნდა პასუხობდეს შემდეგ მოთხოვნას:

1. სანაკელეს უნდა ჰქონდეს უეფონავი ფსკერი, რომ არ მოხდეს წუნწუხის დაკარგვა. მისი დამზადება უმჯობესია ცემენტისაგან, რადგანაც მან უნდა გაუძლოს ნაკელის გატანის დროს ავტომატური ნივთებისა და სხვა სატრანსპორტო საშუალებების დაწოლას;

2. სანაკელეს ორ მხარეზე უნდა ჰქონდეს საწუნწუხე, წუნწუხის შესაგროვებლად;

3. სანაკელეს იატაკი ოდნავ დახრილი უნდა ჰქონდეს საწუნწუხეების მიმართულებით, რომ არ შეფერხდეს მასში წუნწუხის ჩადინება;

4. სანაკელეს ირგვლივ აუცილებელია წვიმისა და მდნარი წყლის გამყვანი თხრილის მოწყობა;

5. სანაკელეს ვიწრო გვერდების მთელ სიგანეზე საჭიროა მცირე დაქანების მქონე შესასვლელისა და გასასვლელის მოწყობა, სანაკელედან ნაკელის გატანის გასაადვილებლად;

6. სანაკელე მოწყობილი უნდა იყოს შემადლებულ ადგილზე, საცხოვრებელი სახლებიდან არა ნაკლები 200 მ დაშორებით;

7. სანაკელეს მოწყობა დაუშვებელია: დაქაობებულ, დატბორების მოსალოდნელ ნაკვეთებზე, მდინარისა და ტბის, ჰის პირას, რომ არ მოხდეს გარემოს გაქუჩყიანება;

8. სანაკელესათვის ადგილის შერჩევა ხდება ბუნების დაცვის ადგილობრივ ორგანიზაციის წარმომადგენლისა და ვეტექიმის მონაწილეობით. სანაკელეს მოცულობა დამოკიდებულია ბაგური კვების პერიოდში ნაკელის მოსალოდნელ რაოდენობაზე. მხედველობაში არ მიიღება ნაკელის ის რაოდენობა, რომელიც გატანილი იქნება გასანაოციებელ ნაკვეთზე შტაბელებში შესანახად.

საორიენტაციოდ მიღებულია, რომ 2,5—3 თვის მანძილზე ნაკელის შესანახად, 1,5 მ სიმაღლის მქონე დატყეპნილი შტაბელის შემთხვევაში, ერთი პირუტყვისათვის დაახლოებით საჭიროა შემდეგი მოცულობის სანაკელე (კვ. მ).

მსხვილფეხა რქიანი საქონელი	— 2,0—2,5
მუშა ცხენი	— 1,40—1,75
მოზარდი მსხვილფეხა საქონელი და ცხენი	— 1,00—1,25
ლორი	— 0,40—0,25
ცხვარი	— 0,20—0,30

ნაკელის დაშლისა და ორგანული მასის შემცირების პროცესში გამოიყოფა წუნწუხი. საჭიროა მისი საწუნწუხეში შეგროვება. საწუნწუხის ფართობი ნაკელის ყოველ 100 ტ-ზე შეადგენს 1,3 მ³. საწუნწუხის საერთო ტევადობა 3—4 მ³-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს. შეგროვილი წუნწუხი შეიძლება გამოვიყენოთ უშუალოდ სასუქად, კომპოსტების მოსამზადებლად და სანაკელეში ნაკელის შენახვის დროს გამოშრობისას მის მოსარწყავად.

ნაკელის შენახვის დროს არ უნდა დავუშვათ სხვადასხვა ხარისხით გახრწნილი ნაკელის ერთმანეთში შერევა.

სანაკელეში ნაკელის დალაგებას ვიწყებთ 2—3 მ სიგანის შტაბელეზად, ერთი ბოლოდან, ჭვარდიდან. ყოველ მეტრიან ფენას ეტკეპნით, შემდეგ შტაბელის სიმაღლე მიგვყავს 2—2,5 მ-მდე. პირველი შტაბელის დაწყობის შემდეგ, მის გვერდით, იმავე წესით ვაწყობთ მეორე შტაბელს, შემდეგ მესამეს და ა. შ., სანაკელეს შევსებამდე. შტაბელეები მჭიდროდ უნდა იყოს ერთმანეთთან შეერთებული. ასეთი წესით ნაკელის ჩაწყობის შემთხვევაში სანაკელეს ერთ მხარეს დაგროვდება უფრო დაშლილი ნაკელი — ადრე დალაგებული, მეორე მხარეს — ნაკლებად დაშლილი — გვიან დალაგებული. ეს საშუალებას გვაძლევს ერთდროულად გამოვიყენოთ მეურნეობის საჭიროების გათვალისწინებით სხვადასხვა ხარისხით დაშლილი ნაკელი. თუ სანაკელეში შეინიშნება ნაკელის გაძლიერებული წევა, ამ დროს ბოლი გამოიყოფა, ტემპერატურა 60—70°C მიაღწევს, საჭიროა დაუყოვნებლივ მოვრწყვათ იგი ნაკელის წუნწუხით ან წყლით და დავტეკპნოთ.

ნაკელის შენახვა მინდვრად, შტაბელეებში. ამჟამად მეურნეობებში ფართოდ იყენებენ ნაკელის შენახვის ამ წესს. გაზაფხულზე და ზაფხულში სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოები ინტენსიურად მიმდინარეობს, ამიტომ სატრანსპორტო სამუშაოები გადატვირთულია. ამასთან დაკავშირებით, მინდვრად ნაკელის გატანა და შტაბელეზად მისი დაწყობა ხდება ზამთარში. სანაკელეში მომზადებული ნაკელი, ასევე ახალი ნაკელი, მინდვრად შეიძლება გაიზიდოს უშუალოდ საქონლის სადგომი ეზოდან.

მინდვრად ნაკელის შესანახად შეარჩევენ შემადლებულ ადგილს, ასუფთავებენ თოვლისაგან, სხვადასხვა ანარჩენებისაგან (ქევა, ხის მსხვილი ანარჩენები და სხვ.), მოასწორებენ და 20—25 სმ სიმაღლეზე დაფარავენ ტორფით ან დაჭრილი ჩალით, ნამკითა და სხვა საფენად ვარგისი მასალით. შემდეგ აწყობენ ნაკელს, შტაბელის განი 3—4 მ და სიმაღლე 2—2,5 მ უნდა იყოს.

შტაბელეების განლაგება ისე უნდა მოხდეს, რომ ნაკელშემტანის მოძრაობა რაც შეიძლება ნაკლები იყოს. ამისათვის მიზანშეწონილია შტა-

ბელებს მწკრივად დაწყობა. მწკრივთა შორის მანძილი ნაკელშემტანის მუშა სელის მანძილის ტოლია, რაც განისაზღვრება ფორმულით:

$$P_1 = \frac{10\,000 \cdot \text{ტ}}{6 \cdot \text{გ}}$$

სადაც P_1 მწკრივთა შორის მანძილია, მ;

ტ — ნაკელშემტანის ტვირთამწეობა, ტ;

გ — ნაკელის ნორმა, ტ/ჰა;

ბ — ნაკელბნევის მიერ ნაკელის გაფანტვის განი, მ;
10 000 ფართობი, მ².

შტაბელებს შორის მანძილის განსაზღვრა აუცილებელია ერთდროულად. იგი უნდა განისაზღვროს ყოველ მწკრივში. შტაბელებს შორის მანძილი დამოკიდებულია შტაბელის სიდიდეზე, ნაკელბნევის ტვირთამწეობაზე, მისი მოდების განზე და იანგარიშება ფორმულით:

$$P_2 = \frac{\sqrt{\text{წ} \cdot \text{ბ}}}{\text{ტ}}$$

სადაც P_2 შტაბელებს შორის მანძილია მწკრივში, მ;

წ — შტაბელის წონა, ტ;

ბ — ნაკელშემტანის ტვირთამწეობა, ტ.

ზამთრის პერიოდში მოსალოდნელია ნაკელის გაყინვა. ამის თავიდან აცილების მიზნით ნაკელის შტაბელებში ჩაწყობა ზამთარში უნდა მოხდეს, შემკიდრობებულ ვადებში, 1—2 დღეში. შტაბელის დამთავრების შემდეგ იგი უნდა გადაეხუროთ ტორფის ან დაჭრილი ჩალის 15—20 სმ სისქის ფენით.

დაუშვებელია მინდვრად ახალი ან გადამწვარი ნაკელის მცირე გროვებად შენახვა. ზამთრის თვეებში იგი იყინება, ხოლო გაზაფხულსა და ზაფხულში მისი ზედმეტად გამოშრობა ხდება, იკარგება დიდი რაოდენობით ამონიაკური აზოტი და ნაკელის ხარისხი მკვეთრად უარესდება. გარდა ამისა, მცირე შტაბელებად, მით უმეტეს მცირე გროვებად დაწყობილი ნაკელი ნიადაგის მოვლის ორგანიზაციულ და ტექნიკურ სირთულეებს ქმნის, ხელს უშლის გაზაფხულზე ნიადაგის დროულად დამუშავებას, რადგან მათ ქვეშ ნიადაგი უფრო გვიან ღვდება.

საფენიანი ნაკელის შენახვისას დანაკარგების შემცირების საშუალებაა ნაკელის შეგორებისა და შენახვის წესების დარღვევა იწვევს მასში საკვები ნივთიერებების დიდი რაოდენობით დანაკარგებს, ეცემა ნაკელის სასუქებრივი ღირებულება.

ნაკელის გახრწნის პროცესში საკვები ელემენტებიდან ყველაზე მეტი რაოდენობით მოსალოდნელია ამონიაკური აზოტის დანაკარგი. თხიერ გამოწყობისა და წუნწუნში აზოტთან ერთად კალიუმის დანაკარგიცაა მოსალოდნელი.

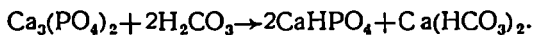
ნაკელის რაოდენობის გადიდების, ხარისხის გაუმჯობესებისა და დანაკარგების შემცირების იოლად მისაწვდომი და ფართოდ გავრცელებული ხერხებია: საფენის ნორმის გადიდება, საფენად ტორფის ან დაჭრილი ჩალის გამოყენებით; ნაკელის ცივად შენახვა; საწუნწუნზე ჰების მოწყობა; ნაკელზე ფოსფორიტის ფქვილის დამატება; ნაკელის ტორფთან და და სხვა ნივთიერებებთან კომპოსტირება და სხვ.

ფოსფორიტის ფქვილის დამატება ნაკელზე. ნაკელზე ფოსფორიტის ფქვილის დამატება იწვევს ნაკელში ფოსფორის შემცველობის გადიდებას; მიკრობიოლოგიური პროცესების გაძლიერებას; ჰუმოფიკაციის პროცესის დაჩქარებას. ყოველივე ეს ნაკელის შენახვის პერიოდში მიკროორგანიზმების მიერ ამიაკური აზოტის შთანთქმის გაძლიერების საუკეთესო პირობებს ქმნის, რითაც ნაკელში მცირდება აზოტისა და ორგანული ნივთიერებების დანაკარგი (ცხრ. 65).

ც ხ რ ი ლ ი 65. ნაკელის ფოსფორიან სასუქთან კომპოსტირების გავლენა მასში ორგანული ნივთიერებებისა და აზოტის დანაკარგების შემცირებაზე (ი. მამჩენკოვის მიხედვით)

ვ ა რ ი ა ნ ტ ი	დანაკარგი 4 თვის მანძილზე %-ობით საწყისთან შედარებით	
	ორგანული ნივთიერება	აზოტი
კომპოსტირების გარეშე	58,1	19,6
კომპოსტირება 3%-იან ფოსფორიტის ფქვილთან	42,6	5,4
კომპოსტირება 2%-იან სუპერფოსფატთან	41,4	3,3

ნაკელის ფოსფორიტის ფქვილთან კომპოსტირება იწვევს არა მარტო ორგანული ნივთიერებისა და აზოტის დანაკარგების შემცირებას, არამედ ფოსფორიტის ფქვილის ეფექტურობის ამაღლებასაც. ფოსფორიტის ფქვილი ყველა ფოსფორიან სასუქთან შედარებით იაფი სასუქია, მაგრამ მასში ფოსფორი ძნელად ხსნადი ნაერთის სახითაა. ნაკელის გახრწნის პროცესში წარმოქმნილი ნახშირის მჟავა და ორგანული მჟავები მოქმედებენ ძნელადხსნად ფოსფატზე და მისი ფოსფორი მცენარისათვის მისაწვდომი ხდება:



გარდა ამისა, ფოსფორიტის ფქვილის ფოსფორის ნაწილს მიკროორგანიზმები შთანთქავენ, გადაჰყავთ იგი ბაქტერიების პლაზმაში — ორგანულ ფორმაში. ფოსფორის ეს ნაწილი მცენარისათვის მისაწვდომი ხდება

მას შემდეგ, როცა მიკროორგანიზმების სხეულის მინერალიზაცია მოხდება.

ნაკელისა და ფოსფორიტის ფქვილის კომპოსტის მომზადების დროს ფოსფორიტის ფქვილი უნდა შეადგენდეს ნაკელის მასის 1—4%, ანუ 1 ტ ნაკელზე — 10—40 კგ, უფრო ხშირად 20—30 კგ იყენებენ. მიზანშეწონილია ეს შეფარდება დადგინდეს კომპოსტის გამოყენების დაგეგმილი ნორმიდან გამომდინარე იმ ანგარიშით, რომ კომპოსტთან ერთად ნიადაგში შეტანილი იყოს ყოველი ნაკვეთისათვის საჭირო ფოსფორიანი სასუქი.

ფოსფორიტის ფქვილის ნაკელზე დამატება შეიძლება ნებისმიერ დროს: პირუტყვის სადგომში, შენახვის პერიოდში, ნაკელის ნიადაგში შეტანის წინ და ა. შ. ამავე დროს, რაც უფრო ხანგრძლივია ფოსფორიტის ფქვილისა და ნაკელის ურთიერთმოქმედება, რაც უფრო კარგადაა ერთმანეთში არეული, მით უფრო მაღალია კომპოსტის ეფექტურობა. ამიტომ ნაკელზე ფოსფორიტის ფქვილის დამატება უმჯობესია თავლაში, ნაკელის თავლიდან გამოტანის წინ, ასევე პირუტყვის სადგომ მინდორში, პირუტყვის დაუბმელად მოვლის პირობებში.

ფოსფორიტის ფქვილის ნაკელზე დამატება შეიძლება ასევე შტაბელებად ნაკელის ჩაწყობისას, ამ შემთხვევაში ფოსფორიტის ფქვილის დამატება ფენობრივად ხდება. ნაკელის ყოველი 10—20 სმ ფენის ზედაპირზე თანაბრად ანაწილებენ ფოსფორიტის ფქვილს.

შტაბელებად შენახული ნაკელ-ფოსფორიტის ფქვილის კომპოსტის სიმწიფის ხანგრძლივობა წელიწადის დროზეა დამოკიდებული. გაზაფხულ-ზაფხულში ნახევრად გადამწვარი ნაკელის მისაღებად საჭიროა 2—3 თვე, ხოლო ზამთარში — 3—4 თვე.

ფოსფორიტის ფქვილის ნაკელზე დამატება უკიდურეს შემთხვევაში შესაძლებელია აგრეთვე ნაკელის ნიადაგში ჩახენის წინ. ამისათვის ფართობის ზედაპირზე ჯერ გაანაწილებენ ნაკელს, შემდეგ მასზე თანაბრად მოაბნევენ ფოსფორიტის ფქვილს. მათი ნიადაგში ჩაყვება მაშინვე ხდება.

ნაკელ-ფოსფორიტის ფქვილის კომპოსტების ნიადაგში შეტანა უმჯობესია ერთწლიანი კულტურების გასანოყიერებლად — შემოდგომით ან გაზაფხულზე, ხენის წინ. მათ შორის მარცვლოვანი კულტურების გასანოყიერებლად 20 ტ/ჰა, ხოლო კარტოფილის, ძირხვენების, ბოსტნისა და სასილოსე კულტურებისათვის 40—80 ტ/ჰა. მრავალწლიანი კულტურების (ხეხილნარი, კენკროვნები, ჩაი, ციტრუსები, ტუნგი და სხვ.) გასანოყიერებლად კომპოსტები აღრე გაზაფხულზე შეიტანება, ნიადაგის დამუშავების წინ, 40—50 ტ/ჰა. კომპოსტების მაღალი ეფექტი ყველა კულტურის მიმართ ვლინდება აზოტიან სასუქებთან ერთად გამოყენების შემთხვევაში.

ნაკელის რაოდენობის განსაზღვრის წესები

აქ საუბარი გეუქნება ნაკელის იმ რაოდენობის დადგენაზე, რომელიც დაგროვილია მეურნეობაში და რომლის დაგროვება მოსალოდნელია წლის მანძილზე. ამ მონაცემების გარეშე შეუძლებელია მეურნეობაში სასუქების გამოყენების გეგმის შედგენა.

მეურნეობაში დაგროვილი ნაკელის რაოდენობის განსაზღვრა ხდება შტაბელის მოცულობის დადგენით. ამისათვის შტაბელის სიგრძეს ამრავლებენ სიგანესა და სიმაღლეზე. შემდეგ შტაბელის მოცულობას ამრავლებენ 1 ტ ნაკელის მასაზე. დადგენილია, რომ ნაკელის მასა იცვლება მისი გახრწნის ხარისხთან დაკავშირებით. სხვადასხვა ხარისხით გახრწნილი 1 ტ ნაკელი იწონის: ახალი ნაკელი, დაუტკეპნავე — 0,3—0,4; დატკეპნილი — 0,7; ნახევრად გადამწვარი — 0,8 და გადამწვარი — 0,9 ტ.

მეურნეობაში ნაკელის მოსალოდნელი რაოდენობა მრავალ პირობაზეა დამოკიდებული. მათ შორის არსებითი მნიშვნელობა აქვს პირუტყვის სახეობას, ასაკს; მათი ბაგური კვების პერიოდის ხანგრძლივობას; პირუტყვისათვის მიწოდებული საკვების რაოდენობას, მის ხარისხს; საფენის რაოდენობას, მის თვისებებს; ნაკელის მოვლის წესების დაცვას და სხვ. მეურნეობაში ნაკელის მოსალოდნელი რაოდენობის განსაზღვრის რამდენიმე წესია: იგი შეიძლება დადგინდეს ერთი სული სხვადასხვა პირუტყვის მიერ დღე-ღამეში გამოყოფილი ნაკელის რაოდენობით. ამ მონაცემების გადამრავლებით პირუტყვის ბაგური წესით კვების დღეთა რაოდენობასა და პირუტყვის სულადობაზე. დადგენილია, რომ სხვადასხვა პირუტყვი დღე-ღამის განმავლობაში იძლევა ნაკელის სხვადასხვა რაოდენობას (ცხრ. 66). ამავე დროს მის რაოდენობაზე დიდ გავლენას ახდენს საფენი. საფენის გარეშე ნაკელში რჩება მხოლოდ მაგარი გამონაყოფი, ხოლო თხიერი გამონაყოფი იკარგება.

ცხრილი 66. ერთი სული პირუტყვის მიერ დღე-ღამეში დაგროვილი ახალი ნაკელის რაოდენობა (ჩალის საფენზე, კგ)

საფენის ნორმა კგ, დღე—ღამეში	მსხვილფეხა რქიანი საქონელი	ცხენი	ლორი	ცხვარი და თხა
საფენის გარეშე	25	17	1,7	2
1	28	21	4,7	4
2	32	24	8	5
3	37	25	9	—
4	39	26	—	—
5	42	27	—	—
6	44	28	—	—

ამ მონაცემებზე დაყრდნობით შეიძლება განესაზღვროთ წლის მანძილზე მეურნეობაში მისაღები ახალი ნაკელის მოსალოდნელი რაოდენობა შემდეგი ფორმულით:

ანმ × ბკპჯს

1000

სადაც ანმ — ახალი ნაკელის მასა, კგ;

ბკპ — ბაგური კვების პერიოდი, დღე;

ჯს — ჯოგის სულადობა;

1000 კგ — ნაკელის ტონებში გადასაყვანი რიცხვი.

როცა დადგინდება ახალი ნაკელის მოსალოდნელი რაოდენობა, შემდეგ შესაძლებელია მისი გადაანგარიშება სხვადასხვა ხარისხით გახრწნილ ნაკელზე. ამისთვის არსებობს კოეფიციენტები: ნახევრად გადამწვარ ნაკელზე გადასაანგარიშებლად — 0,7—0,8; გადამწვარ ნაკელზე — 0,5; ნეშომპალაზე — 0,25. ახალი ნაკელის ამ კოეფიციენტებზე გამრავლებით შეგვიძლია დავადგინოთ სხვადასხვა სიმწიფის ნაკელის რაოდენობა.

მეურნეობაში ახალი ნაკელის მოსალოდნელი რაოდენობის განსაზღვრისათვის ფართოდ არის გამოყენებული ვოლფის წესი. იგი დამყარებულია პირუტყვისათვის მიწოდებული საკვებისა და თავლაში გამოყენებული საფენის რაოდენობის წინასწარ აღრიცხვაზე და ისაზღვრება ვოლფის ფორმულით:

$$n = \left(\frac{\text{საკვ.}}{2} + \text{საფ.} \right) \cdot 4,$$

სადაც n — ნაკელის მოსალოდნელი რაოდენობა, კგ;

$\frac{\text{საკვ.}}{2}$ — პირუტყვის მიწოდებული საკვების მშრალი ნივთიერების და-

ახლოებით ნახევარს გამოყოფს ექსკრემენტის სახით ე. ი. ეს არის პირუტყვისათვის მიწოდებული საკვების ნახევარი; კგ;

საფ — გამოყენებული საფენი, კგ;

4 — ახალ ნაკელში 25% მშრალი ნივთიერება და 75% წყალია. ე. ი. ახალი ნაკელის მასა 4-ჯერ აღემატება ნაკელის მშრალი ნივთიერების მასას. ე. ი. 4-ზე ვამრავლებთ იმიტომ, რომ ნაკელი გადავიანგარიშოთ მშრალ მასაზე ($25 \times 4 = 100$).

ნაკელის გამოსავლიანობის დასადგენად მიღებულია, რომ 1 სული რქიანი საქონელი იძლევა იმდენ ნაკელს, რამდენსაც 1,5 ცხენი; ორი სული მოზარდი (ორ წლამდე ასაკის); 3—5 ბატკანი; 4—5 ზრდადამთავრებული ღორი, ათი ცხვარი და სხვ.

გარდა ზემოთ განხილული წესებისა, არის ნაკელის მოსალოდნელი რაოდენობის განსაზღვრის სხვა წესებიც, მაგალითად, ლებერმანის, ბუსენგოს და სხვ.

ნაკელი, როგორც მცენარისათვის საყვებო ნივთიერების წყარო. ნაკელი მიეკუთვნება სრულ ორგანულ სასუქს. იგი სრული სასუქია იმიტომ, რომ მასში მეტ-ნაკლები რაოდენობით წარმოდგენილია მცენარის კვებისათვის საჭირო ყველა ელემენტი.

ნიადაგში შეტანის შემდეგ ნაკელი მინერალიზაციას განიცდის, ამ პროცესში მონაწილეობენ მიკროორგანიზმები.

დადგენლია, რომ ნაკელის ორგანული ნივთიერების საერთო რაოდენობის დაახლოებით 72% განიცდის მინერალიზაციას, ხოლო 28% შედის ჰუმუსის შედგენილობაში. ეს მაჩვენებელი მუდმივი არ არის, იგი შეიძლება რამდენადმე შეიცვალოს ნაკელის ხარისხსა და ნიადაგის თვისებებზე დამოკიდებულებით, მაგრამ მინერალიზებადი ნაწილი ყოველთვის მეტი რჩება ვიდრე ჰუმუსის შედგენილობაში შემავალი ნაკელის ორგანული ნივთიერება.

ნაკელის ორგანული ნივთიერება ნახშირბადს შეიცავს. მისი შემცველობა ნაკელის გახრწნის ხარისხის მატებასთან ერთად მცირდება, ე. ი. მეტია ისეთ ნაკელში, რომელიც ნიადაგში შეტანის წინ ნაკლებად იყო დაშლილი. ნაკელის გახრწნის პროცესში ნიადაგში ხდება ნაკელის ნახშირბადის უმეტესი ნაწილის ნახშირორჟანგამდე დაჟანგვა. ამით უმჯობესდება მცენარის ნახშირბადოვანი კვება.

ნაკელის შედგენილობაზეა დამოკიდებული მცენარის აზოტითა და ნაცრის ელემენტებით უზრუნველყოფა. მას ასევე განსაზღვრავენ ნიადაგში შეტანის წინ ნაკელის დაშლის ხარისხი და ნიადაგში შეტანის შემდეგ — მინერალიზაციის სიჩქარე.

მცენარის კვებისათვის სამი ძირითადი ელემენტიდან — აზოტი, ფოსფორი და კალიუმი, ნაკელში ყველაზე მეტი კალიუმია. ამავე დროს კალიუმი ნაკელში მოძრავი ფორმითაა. ნაკელის მინერალიზაციის პროცესში კალიუმის ფორმა არ იცვლება, იგი თითქმის მთლიანად რჩება მცენარისათვის მისაწვდომი სახით. გარდა ამისა, ნაკელში კალიუმი წარმოდგენილია უქლორო ნაერთის სახით, ამიტომ მას დიდი უპირატესობა აქვს ქლორისშემცველ კალიუმიან სასუქებთან, განსაკუთრებით ისეთი კულტურებისათვის, რომლებიც უარყოფითად რეაგირებენ ქლორის მიმართ. მაგალითად თამბაქო, კარტოფილი, კენკროვანები, ციტრუსები და სხვ. განსხვავება არ არის მინერალური სასუქისა და ნაკელის კალიუმის მცენარის მიერ შესათვისებლობაში, პირველი კულტურა თესლბრუნვაში ან პირველ წელს მათი შეტანისა, მცენარე ითვისებს ამ სასუქებში შემავალი კალიუმის 60—70%.

ფოსფორს შეიცავს ნაკელის მაგარი გამონაყოფი და საფენი, იგი თითქმის არ არის წუნწუნში. ნაკელის მინერალიზაციის დროს გამოიყოფა ორთოფოსფორის მკვავას სხვადასხვა ხარისხის ხსნადობის მარილები. ეს მარილები მინერალური სასუქების ფოსფატებთან შედარებით

ნაკლებად შეიბოქება ნიადაგის მიერ. ამაზე გავლენას ახდენს ნაკელის ორგანული ნივთიერება. იგი ამ მხრივ დამცველის ფუნქციას ასრულებს. ამიტომ სასუქის შეტანის პირველ წელს მცენარის მიერ ნაკელის ფოსფორის გამოყენება მეტია, იგი ფოსფორის საერთო რაოდენობის 35% აღწევს, ვიდრე მარტო შეტანილი მინერალური სასუქის ფოსფატებისა, საიდანაც მცენარე სასუქის შეტანის წელს მხოლოდ 15—20% ითვისებს.

ნაკელის ორგანული ნივთიერება იწვევს არა მარტო ნაკელის ფოსფორის მცენარისათვის შესათვისებლობის გადიდებას, არამედ ნიადაგის ფოსფორისა და მინერალური სასუქის ფოსფორისა, ნაკელთან ერთად გამოყენების შემთხვევაში.

აზოტს ნაკელის ყველა შემადგენელი ნაწილი შეიცავს, მაგრამ მცენარეს უშუალოდ მხოლოდ თხიერი გამონაყოფის აზოტის შეთვისება შეუძლია. რაც შეეხება მაგარი გამონაყოფისა და საფენის აზოტს, მას მცენარე ითვისებს მხოლოდ მათი მინერალიზაციის შემდეგ.

ნიადაგში, ნაკელის შედგენილობაში შემავალი აზოტიანი ნაერთების დაშლის საბოლოო პროდუქტი ამიაკია. მას უშუალოდ იყენებენ მცენარეები და მიკროორგანიზმები. ადგილი აქვს ამიაკის ნიტრიფიკაციასაც, ნიტრატებიც მცენარის აზოტით კვების კარგი წყაროა.

ტუტე ნიადაგში გადიდებული ტენიანობის, ჟანგბადის მცირე შემცველობის, უჭრედანას დიდი რაოდენობით არსებობისას, ნიადაგში შეტანილი ნაკელის აზოტის დენიტრიფიკაციაც ხდება. აზოტის ნაწილი მიკროორგანიზმების გავლენით გადადის ნიადაგის ჰუმუსში.

ამრიგად, ნაკელი, განსაკუთრებით სუსტად დაშლილი ნაკელი, თესლბრუნვაში აზოტით კვების კარგი წყაროა, არა მარტო მისი შეტანის წელს, არამედ მომდევნო კულტურებისათვისაც, ხოლო თესლბრუნვის გარეშე მისი ეფექტი ხანგრძლივია.

ნიადაგში ნაკელის შეტანის პირველ წელს მცენარე მისგან ითვისებს ძირითადად ამიაკურ აზოტს. ნაკელის ორგანული ნივთიერების მინერალიზაციის ხარჯზე უმჯობესდება ისეთი კულტურების აზოტით უზრუნველყოფა, რომლებსაც ვეგეტაციის ხანგრძლივი პერიოდი აქვს — კომბოსტოს საგვიანო ჯიშები, კარტოფილი, ძირხვენები, სიმინდი, მარცლოვნები, ეს მოვლენა უფრო მკვეთრად არის ჩამოყალიბებული მრავალწლიან ნარგაობაში. რაც ხანგრძლივია მცენარის სავეგეტაციო პერიოდი, მით მეტია მცენარის მიერ ნაკელის აზოტისა და სხვა საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი.

ნაკელის აზოტის გამოყენება, ნიადაგში ნაკელის შეტანის პირველ წელს დამოკიდებულია ნაკელის შენახვის პერიოდში მასში შენარჩუნებული ამიაკური აზოტის რაოდენობაზე.

ნაკელის ტორფის საფენზე დამზადდება — ტორფის ნაკელი, მისი ცივად შენახვა, ხელს უწყობს ნაკელში მეტი რაოდენობით ამიაკური

აზოტის დაგროვებას, ამიტომ მცენარის მიერ ნაკელის შეტანის პირველ წელს აზოტის გამოყენება იზრდება.

საფენიანი ნაკელიდან მცენარის მიერ აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი დამოკიდებულია პირუტყვის სახეობაზე. მაგალითად, შეტანის პირველ წელს ცხვრის ნაკელიდან მცენარე ითვისებს საერთო აზოტის დაახლოებით 30%, ცხენის ნაკელიდან — 20%, ძროხის ნაკელიდან — 18 და ღორის ნაკელიდან 10%-ს. მცენარის მიერ აზოტის შეთვისების კოეფიციენტზე დიდ გავლენას ახდენს ნაკელის გახრწნის ხარისხი. დადგენილია, რომ თესლბრუნვაში პირველი კულტურა, ან მრავალწლიანი კულტურა განოყიერების პირველ წელს ითვისებს: სუსტად გახრწნილი ნაკელიდან — 7,8%, ნახევრად გადამწვარიდან — 23,4%, გადამწვარიდან — 17,5% და ნეშომპალიდან — 4,8% აზოტს, ნაკელის აზოტის საერთო რაოდენობიდან.

ნახევრად გადამწვარ ნაკელში აზოტი იმყოფება მცენარისათვის კარგად შესათვისებელ ფორმაში. ნიადაგში შეტანილი ნახევრად გადამწვარი ნაკელის შედგენილობაში შემავალი აზოტის მნიშვნელოვანი ნაწილი გამოიყენება მიკროორგანიზმების მიერ. ამიტომ თუ ასეთ ნაკელს შევიტანთ თესვის წინ, მაშინ მოხდება ნიადაგისა და სასუქის იმობილიზაცია მიკროორგანიზმების მიერ და გასანოყიერებელი კულტურა ზრდის პირველ პერიოდში აზოტის ნაკლებობას განიცდის.

მიღებულია, რომ განოყიერების პირველ წელს მცენარე აზოტის საერთო რაოდენობიდან ითვისებს საშუალოდ 20—25% ნაკელიდან და 60—70% მინერალური აზოტიანი სასუქებიდან.

ამრიგად, განოყიერების პირველ წელს მცენარე ნაკელის აზოტს უფრო ცუდად ითვისებს, ვიდრე მინერალური სასუქის აზოტს; ნაკელის ფოსფორს უკეთ, ვიდრე სუპერფოსფატის ფოსფორს, ხოლო ნაკელის კალიუმში შეითვისება მცენარის მიერ ისე, როგორც მინერალური სასუქების კალიუმში. ამიტომ მარტო ნაკელის აზოტი ვერ აკმაყოფილებს უმეტესი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების, განსაკუთრებით სათონი კულტურების, მრავალწლიანი ნარგაობის — ჩაის, ციტრუსების, ტუნგის, დაფნის, ვენახის, კურკოვანი და კენკროვანი კულტურების მოთხოვნილებას და აუცილებელი ხდება, პირველ რიგში აზოტიანი სასუქების დამატება.

იმასთან დაკავშირებით, რომ ნაკელი კალიუმს დიდი რაოდენობით შეიცავს, ამავე დროს მისი მთლიანი რაოდენობა მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაშია, ნაკელის აგროტექნიკური ნორმით გამოყენების შემთხვევაში დამატებით კალიუმისანი სასუქების შეტანა პირველ წელს საჭირო არ არის.

ნახევრად გადამწვარი ნაკელის ყოველი ტონა საშუალოდ შეიცავს: აზოტს — 5, ფოსფორს — 2,5 და კალიუმს — 6 კგ. 30 ტ/ჰა ნაკელის გა-

მოყენებით შეიტანება აზოტი — 150 კგ, P_2O_5 — 75 და K_2O — 180 კგ/ჰა. საკვები ელემენტების ამ საერთო რაოდენობიდან მცენარემ პირველ წელს შეიძლება გამოიყენოს (თუ ვიხელმძღვანელებთ კოეფიციენტებით აზოტისა — 20—25%, ფოსფორისათვის — 30% და კალიუმისათვის — 60%) დაახლოებით: აზოტი — 30—40, P_2O_5 — 22,5; K_2O — 100 კგ/ჰა.

საკვები ელემენტების ამ რაოდენობას თუ დაუპირისპირებთ მოსავლით ნიადაგიდან გამოტანილი ელემენტების რაოდენობას, მაშინ ნათელი გახდება, ნაკელზე დამატებით, პირველ რიგში აზოტიანი სასუქის შეტანის აუცილებლობა, განსაკუთრებით ჰუმუსით ღარიბ ნიადაგებზე. შემდეგ კი — ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების გამოყენება.

ნაკელის გამოყენების არა მარტო პირველ წელს, არამედ მისი შემდგომი მოქმედების წლებში ჩატარებული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ნაკელის ფოსფორი და კალიუმი მცენარის მიერ უკეთ გამოიყენება ვიდრე მინერალური სასუქებისა (იგულისხმება მათი ექვივალენტური რაოდენობა), ამავე დროს ნაკელის აზოტი უფრო ცუდად გამოიყენება, ვიდრე მინერალური სასუქის აზოტი, მაგრამ ნაკელის პირდაპირი და შემდგომი მოქმედების ჯამი რამდენადმე ჩამოუვარდება მინერალური სასუქების მოქმედებას.

მცენარის მიერ ნაკელის აზოტის ნაკლები გამოყენება, მინერალური სასუქების აზოტთან შედარებით, დაკავშირებულია: ჯერ ერთი, ნაკელის შენახვის დროს აზოტის დანაკარგთან, მეორე — ნიადაგის ჰუმუსით გაძლიერებასთან. ეს იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ნაკელის აზოტის ნაწილი გადადის ნიადაგის ჰუმუსის შედგენილობაში, თუმცა, ბოლო წლებში გ. გოძიაშვილის, გ. გოლეთიანის, მ. ბზიავას, ი. მარშანიას და სხვათა მიერ დადგენილი იქნა მინერალური აზოტიანი სასუქების გამოყენებით, ჩაის პლანტაციისა და ციტრუსების ბაღის ნიადაგებში ჰუმუსის მნიშვნელოვნად მომატების ფაქტი. უნდა ვიფიქროთ, რომ ეს გარემოება გამოწვეულია ორგანული ნივთიერების დაგროვებისათვის საჭირო ენერგეტიკული მასალის (ჩაის ნასხლავი, ციტრუსების ფოთოლი, ყვავილი, ნასკვი და სხვ.) არსებობასთან. ამიტომ კარგად გაკულტურებულ ნიადაგებზე ნაკელს არა აქვს არავითარი უპირატესობა მინერალური სასუქების ექვივალენტურ რაოდენობასთან. პირიქით, სუსტად გაკულტურებულ, ჰუმუსით ღარიბ ნიადაგებზე ნაკელი და სხვა ორგანული სასუქები, კომპოსტები, მწვანე სასუქები და სხვა ქმნიან საუკეთესო პირობებს მინერალური სასუქების ეფექტურობის ასამაღლებლად.

საფენიანი ნაკელის გამოყენება. ნაკელი მაღალ ეფექტს იძლევა ყველა კულტურის მიმართ, ყველა ნიადაგზე. ამავე დროს მისი ეფექტურობა დამოკიდებულია ნიადაგში ნაკელის შეტანის ვადაზე, მისი ჩაქეთების სიღრმეზე, ნორმაზე.

სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში ნაკელის ნიადაგში შეტანის საუკეთესო ვადად მიჩნეულია შემოდგომა ან გაზაფხული, ნიადაგის ხვნის წინ. მისი ჩაქეთება საჭიროა ნიადაგის ტენიან ფენაში.

ხვნის დროს შესატანი ნაკელის ნორმა დამოკიდებულია ნაკელის დაშლის ხარისხზე, გასანოციერებელი კულტურის თავისებურებაზე, ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებზე. ნაკელის ნორმა სხვადასხვა კულტურებისათვის ერთნაირი არ არის. იგი საშუალოდ 15—50 ტ/ჰა ფარგლებში ცვალებადობს. მარცვლეული პურეულების, კერძოდ, საშემოდგომო კულტურების გასანოციერებლად, ნიადაგის მზრალად ხვნის დროს ქვეყნის სხვადასხვა ზონაში შეაქეთ 15—25 ტ/ჰა, საშუალოდ 18—20 ტ/ჰა ნაკელი. სუსტად დაშლილი ნაკელის უფრო მაღალ ნორმებს იყენებენ ქვეყნის ჩრდილოეთ რაიონებში. ტენით ნაკლებად უზრუნველყოფილ რაიონებში, სადაც მორწყვა არ ტარდება, ურჩევენ კარგად დაშლილი ნაკელის გამოყენებას. ამავე დროს მის ნორმას 12—15 ტ/ჰა ამცირებენ.

სასილოსე და ბოსტნის კულტურების, ასევე კარტოფილისა და ძირხვენების გასანოციერებლად ნაკელს უფრო მაღალი ნორმით იყენებენ, ვიდრე მარცვლოვანი თავთავიანი კულტურებისათვის. მაგალითად, კარტოფილის გასანოციერებლად კორდიან-ეწერ თიხნარ ნიადაგზე იყენებენ 20—30 ტ/ჰა ნაკელს, ხოლო მსუბუქ თიხიან ან თიხნარ ნიადაგზე — 30 40 ტ/ჰა. ნაკელის ასეთივე ნორმებია რეკომენდებული, აგრეთვე, შაქრის ჭარხლის გასანოციერებლად.

სიმინდის, კანაფისა და კიტრის ნათესების გასანოციერებლად არაშემიწა ნიადაგებიან ზონაში რეკომენდებულია 40—50 ტ/ჰა, ხოლო შავმიწანი ნიადაგებიან ზონაში — 25—35 ტ/ჰა ნაკელის გამოყენება. ამავე დროს ამ კულტურების იმავე ნაკეთზე თესვის შემთხვევაში ნაკელის ნორმა მცირდება.

ნაკელის ნორმის გადიდების მიმართ უფრო მგრძნობიარეა სათოხნი კულტურები, ვიდრე მარცვლოვანები. ყველა კულტურის მიმართ, მხედველობაშია მისაღები ნიადაგში ჰუმუსისა და საკვები ელემენტების მოძრავი ფორმების შემცველობა. სხვა თანაბარ პირობებში, რაც უფრო ღარიბია ნიადაგი ჰუმუსითა და საკვები ნივთიერებების მოძრავი ფორმებით, მით მეტი რაოდენობით ნაკელი უნდა შევიტანოთ.

ნაკელი მაღალ ეფექტს იძლევა ჩვენი ქვეყნის სუბტროპიკული და ზამხრეთული კულტურების ნარგავობაში. ამავე დროს სუბტროპიკულ ზონაში ნაკელის რესურსები მეტად განსაზღვრულია. ამ კულტურების მოთხოვნილება ნაკელზე, ბევრად აღემატება სუბტროპიკულ ზონაში წარმოებული ნაკელის რაოდენობას. ამიტომ არსებითი მნიშვნელობა აქვს აქ ნაკელის ეკონომიურად ხარჯვას. აქედან გამომდინარე, ნაკელი პირველ რიგში შეაქეთ მძიმე, ჩამორეცხილ, ჰუმუსით ღარიბ ნიადაგებ-

ზე. ოთხ წელიწადში ერთხელ, სრულმოსავლიან ბაღებსა და პლანტაცი-
ებში შემდეგი რაოდენობით: ჩაის პლანტაციაში — 50 ტ, ციტრუსების
ბაღში — 50 ტ, ტუნგის ბაღში — 30—50 ტ. დაფნის პლანტაციაში —
50 ტ, ხეხილოვანი და კენკროვანი კულტურების ქვეშ — 40—50 ტ. ვე-
ნახში — 40—50 ტ, თამბაქოს ნარგაობაში — 20 ტ/ჰა.

სუსტად გაკულტურებული ნიადაგების ნაყოფიერების სწრაფად აღდ-
გენის მიზნით, მასთან ერთად ნაკელის მიმართ დადებითად მგრძობიარე
კულტურების: სიმინდი, კიტრი, კარტოფილი, ჭარხალი, საშემოდგომო
მარცვლოვანები, ციტრუსები, ვენახი და სხვ. გასანოციერებლად უმჯო-
ბესია ნაკელის მაღალი ნორმით ერთჯერადი გამოყენება. სხვა კულტუ-
რების გასანოციერებლად უმეტესად მინერალური სასუქების გამო-
ყენება. მრავალწლიანი ბალახების 1—2 მინდვრიან თესლბრუნვაში
ყოველწლიურად, თიხნარ ნიადაგებზე საჭიროა 8—10 ტ/ჰა და მსუბუქ
ნიადაგებზე 15—20 ტ/ჰა ნაკელის გამოყენება. ნაკელის გამოყენების
ასეთი წესი უზრუნველყოფს გასანოციერებლად კულტურების მოსავლის
მკვეთრ ამაღლებას და ჰუმუსის დადებითი ბალანსის შენარჩუნებას.

ნაკელისა და სხვა ორგანული სასუქების გამოყენებისას ყურადღება
უნდა მიექცეს როგორც მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებას, ისე
მის ეკონომიკურ მნიშვნელობას. ორგანულ სასუქებს განსაკუთრებული
მნიშვნელობა აქვს ისეთი კულტურების გასანოციერებლად, რომლებიც
უარყოფითად რეაგირებენ ნიადაგის ხსნარში მარილების მაღალი კონ-
ცენტრაციის მიმართ, განსაკუთრებით ახალგაზრდა ასაკში და ხასიათდება
ხანგრძლივი სავეგეტაციო პერიოდით, ასევე ნახშირბადოვანი კვების
მიმართ მომთხოვნი კულტურებისათვისაც. მაგალითად, ბოსტნე-
ულის თესლბრუნვაში მიზანშეწონილია ნაკელის პირველ რიგში გამოყე-
ნება კიტრის გასანოციერებლად. იგი მეტად მგრძობიარეა ნიადაგის
ხსნარის მაღალი კონცენტრაციის მიმართ, ახასიათებს შედარებით ხანგრძ-
ლივი ვეგეტაცია, დადებითად რეაგირებს ნახშირბადოვანი კვების მი-
მართ. კიტრის გასანოციერებლად ნაკელთან ერთად მცირე რაოდენობით
მინერალური სასუქების გამოყენება აუცილებელია. კომპოსტო და ჭარ-
ხალი დადებითად რეაგირებენ ნაკელის მიმართ, ამავე დროს უკეთ იტა-
ნენ ხსნარის მაღალ კონცენტრაციას, ვიდრე კიტრი. ამიტომ კომპოსტო-
სა და ჭარხლის გასანოციერებლად დასაშვებია მინერალური სასუქების
უფრო მაღალი ნორმით გამოყენება, ვიდრე კიტრის მიმართ.

ახალი ნაკელის თანაბრად განაწილება ფართობის ზედაპირზე, პრაქ-
ტიკულად, ძნელად ჩასატარებელია, ამიტომ ნაკელი არათანაბრად ნა-
წილდება. ნიადაგში. ეს იწვევს სელის ლეროდგომის სიჭრელეს და მო-
სავლის ხარისხის შემცირებას. ამასთან დაკავშირებით სელის თესლბრუნ-
ვაში ურჩევენ ახალი ნაკელის წინამორბედი კულტურების გასანოციერებ-

ლად გამოყენებას, ე. ი. ვისარგებლოთ ნაკელის შემდგომი მოქმედებით. ხოლო თვით სელი მინერალური სასუქით გავანოყიეროთ.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, სოფლის მეურნეობაში ნაკელის სასუქად გამოყენების ეფექტურობას განსაზღვრავს მისი გახრწნის ხარისხი. მაგრამ ნაკელის გახრწნის ხარისხისადმი მოთხოვნილება თავის მხრივ მრავალ პირობაზეა დამოკიდებული. მათ შორის კლიმატური ზონის თავისებურებებზე. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გასანოყიერებლად უპირატესობა ეძლევა: გვალვიან რაიონებში (მცირე ნალექებიან ზონებში) — გადამწვარ ნაკელს; ტენით უზრუნველყოფილ რაიონებში — ნახევრად გადამწვარს; არაშავმიწების ზონაში — ნახევრად გადამწვარს. ამ პირობებში შემოდგომით მზრალად ხენის დროს შეიძლება ახალი ნაკელის გამოყენებაც; სუბტროპიკული კულტურების გასანოყიერებლად უმჯობესია შემოდგომაზე ნახევრად გადამწვარი და გაზაფხულზე — გადამწვარი ნაკელის გამოყენება.

კულტურების გასანოყიერებლად ნაკელის შერჩევას დაშლის ხარისხის მიხედვით საფუძვლად უნდა დავუდოთ მცენარეთა თავისებურებანი. მოკლე სავეგეტაციო პერიოდის მქონე მცენარეთა გასანოყიერებლად უმჯობესია გადამწვარი ნაკელი. ხანგრძლივი ვეგეტაციის მქონე კულტურების გასანოყიერებლად — ნახევრად გადამწვარი.

ნაკელის ეფექტურობის ასამაღლებლად დიდი მნიშვნელობა აქვს გასანოყიერებელი ფართობის ზედაპირზე მის თანაბრად განაწილებას და ნიადაგში მის დროულად ჩახვნას.

შტაბელებიდან ნაკელისა და სხვა ორგანული სასუქების ყველა სახის ტრანსპორტით გასატანად იყენებენ მტვირთავ აპარატს. შტაბელის სხვადასხვა ნაწილში ნაკელი თანაბრად გახრწნილი არ არის. თავიდან რომ ავიცილოთ ხარისხის მიხედვით ნაკელის არაერთგვაროვნება, შესაბამისად გასანოყიერებელი ნაკვეთის ნაყოფიერების სიჭრელე, შტაბელიდან ნაკელს იღებენ მცირე მონაკვეთზე, ვერტიკალურად შტაბელის მთელ სიმაღლეზე და არა შტაბელის მთელ სიგრძეზე, პორიზონტალური მიმართულებით.

მინდვრად გატანილი ნაკელის ჩაუკეთებლად დატოვება არ შეიძლება. იგი დაუყოვნებლივ უნდა ჩაჰაკეთოთ ნიადაგში. 24 საათის განმავლობაში ჩაუკეთებლად დატოვებული ნაკელი კარგავს აგრონომიული თვისების ისეთ მაჩვენებელს, როგორცაა ამონიაკური აზოტის მნიშვნელოვანი ნაწილი, ხოლო რამდენიმე დღეში იგი მთლიანად იკარგება.

ნაკელის მოსალოდნელ ეფექტურობას განსაზღვრავს ნიადაგში მისი ჩაკეთების სიღრმე. ჩახვნის სიღრმეზე დამოკიდებულია ნაკელის დაშლისა და პირველი გასანოყიერებელი კულტურის მიერ მისი საკვები ნივთიერებების გამოყენება. ნაკელის ნიადაგში ჩაკეთების სიღრმე, მეურნე-

ობის კონკრეტული პირობებიდან გამომდინარე, იცვლება. იგი საშუალოდ 15—30 სმ შეადგენს.

ტენიან ნიადაგში ზედაპირულად ჩაკეთებული ნაკელი ინტენსიურად იშლება. კარბტენიან ნიადაგში ღრმად ჩაკეთებული ნაკელის დაშლა შეფერხებულია, რადგანაც შექმნილია ანაერობული პირობები. ტენის მცირე შემცველობისას ნიადაგში, რასაც გვალვიან რაიონებში ხშირად ვხვდებით, ნაკელის მცირე სიღრმეზე ჩაკეთება იწვევს ნაკელის დაშლის ხარისხის დაცემას და ნიადაგის ძლიერ გამოშრობას, რითაც მისი აგრონომიული მაჩვენებლები ეცემა.

ნიადაგში ნაკელის ჩახენის სიღრმე დამოკიდებულია აგრეთვე გასანოყიერებელ მცენარეზე. მცენარეები, რომლებიც ფესვს ღრმად ივითარებენ, მათ ნაკვეთში ნაკელი უფრო ღრმად უნდა შევიტანოთ.

მაღალი ნორმით გამოყენებული ნაკელი ხასიათდება ძლიერი პირდაპირი მოქმედებით, ასევე შემდგომ მოქმედებითაც. როგორც წესი, ნაკელის შემდგომი მოქმედებით მიღებული მოსავალი რამდენიმე წლის საშუალო, ყოველთვის მეტია სასუქის შეტანის წელს (პირდაპირმოქმედების წელი) მიღებულ მოსავალთან. თუ დავუშვებთ, რომ ნაკელის გამოყენებით მიღებული მოსავლის ნამატი ტოლია 100%. მაშინ შემდგომ მოქმედების წლების ხარჯზე იქნება მისი 60—80%. ხოლო პირდაპირ მოქმედების ხარჯზე 20—40%. ნაკელის მაღალი, პირდაპირი მოქმედება დადგენილია არაშავმიწა ნიადაგების ზონის ჩრდილოეთი რაოდენობისათვის. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ ეს ნიადაგები მცირე რაოდენობით შეიცავენ ჰუმუსსა და საკვებ ნივთიერებებს. მასში ბევრია მოძრავი ალუმინი და გააჩნიათ მაღალი მჟავიანობა. ამ თვისებებიდან გამომდინარე, მაღალია ნაკელის პირდაპირი მოქმედება სუბტროპიკული ზონის ეწერ, ყვითელმიწა და წითელმიწა ნიადაგებზე. დადგენილია ისიც, რომ ქვეყნის სამხრეთისა და აღმოსავლეთის რაიონებში ნაკელის ეფექტურობა რამდენადმე ეცემა, რაც ნიადაგებში ჰუმუსის მაღალ შემცველობასთან არის დაკავშირებული.

ნაკელის შემდგომი მოქმედების ხანგრძლივობა ჩვენი ქვეყნის სხვადასხვა რაიონში ერთნაირი არ არის (ცხრ. 67). ეს დამოკიდებულია ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებზე. მოვიტანოთ რამდენიმე მაგალითი. ჩრდილოეთში, მაგალითად, არხანგელსკის ოლქში, განსაკუთრებით მსუბუქ ნიადაგებზე, ნაკელის შემდგომი მოქმედება გრძელდება 2—3 წელს, ამიტომ აქ ნაკელის ხშირად შეტანაა საჭირო. სამხრეთისაკენ ნაკელის შემდგომი მოქმედების ხანგრძლივობა იზრდება, იგი შავმიწა ნიადაგებზე აღწევს მაქსიმუმს 5—7 წელს და და მეტსაც. უფრო სამხრეთით ნაკელის შემდგომი მოქმედება რამდენადმე მცირდება. სუბტროპიკული ზონის ნიადაგებში იგი 4 წელს აღემატება.

ნაკელის შემდგომი მოქმედების ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ასე-

ვე ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობაზე. მაგალითად, არაშავმიწა ნიადაგებიანი ზონის თიხნარ და თიხიან ნიადაგებზე ნაკელის ოპტიმალური ნორმის ეფექტი მოსავლის გადიდებაზე 7—8 მინდვრიან თესლბრუნვაში, ზოგჯერ მთელი ვეგეტაციის მანძილზე, ხოლო სილნარ ნიადაგებზე ნაკელის უფრო სწრაფად დაშლის გამო, მისი შემდგომი მოქმედება 2—3 წელს გრძელდება.

ცხრილი 67. ხასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავალზე ნაკელის პირდაპირი და შემდგომი მოქმედების გავლენა (ნამატი მოსავალი მარცვალზე გადაანგარიშებით, ც/ჰა)

ზონები	პირდაპირი მოქმედება (საშემოდგომო კულტურები)	შემდგომი მოქმედება		
		პირველი წელი	მეორე წელი	მესამე წელი
არაშავმიწების	6,5	3,4	2,5	12,4
შავმიწების	4,5	4,0	3,2	11,7
სამხრეთ აღმოსავლეთის	2,2	5,0	2,0	7,7

ნაკელის არც თუ მაღალი ნორმის — 15—20 ტ/ჰა — შეტანის მომდევნო სამ წელიწადში მარცვალზე გადაანგარიშებით სხვადასხვა ზონებში დამატებით შეიძლება მივიღოთ 7—12 ც/ჰა ნამატი მოსავალი.

უსაფენო (თხიერი) ნაკელი

ამეამად ჩვენს ქვეყანაში ბევრია მეცხოველეობის მსხვილი კომპლექსი. ამ კომპლექსებში საფენს არ იყენებენ, ამიტომ აქ უსაფენო ნაკელს ამზადებენ უსაფენო ანუ თხიერი ნაკელი არის პირუტყვის მაგარი და თხიერი ექსკრემენტი, განზავებული სხვადასხვა რაოდენობის წყალში.

არჩევენ ორი სახის უსაფენო ნაკელს: ნახევრად თხიერსა და თხიერს. უსაფენო ნაკელში ტენიანობა 90—91% არ აღემატება. ასეთ ნაკელს ნახევრად თხიერ ნაკელს უწოდებენ. მისი ქიმიური შედგენილობა შემდეგი მაჩვენებლებით ხასიათდება (ცხრ. 68):

ცხრილი 68. ნახევრად თხერი ნაკელის შედგენილობა (%)

პირუტყვის სახეობა	წყალი	შშრალი ნივთიერება	საერთო აზოტი	ამიაკური აზოტი	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
მსხვილფეხა რქიანი საქონელი	88,5	11,5	0,40	0,25	0,20	0,45	0,15	0,1
ლორი	89,5	10,5	0,50	0,35	0,25	0,24	0,21	0,1

ნახევრად თხიერი ნაკელის წყლით უფრო განზავება სასურველი არ არის. იგი გამოიწვევს ნაკელის მასის გადიდებას, ამასთან დაკავშირებით სატრანსპორტო ხარჯების გაზრდას. საწყის ექსკრემენტთან შედარებით, ნაკელში წყლის შემცველობის 95%-მდე აყვანით ნაკელის მოცულობა 2-ჯერ, ხოლო 98%-მდე აყვანით — 5-ჯერ იზრდება.

უსაფენო ნაკელს, რომელიც 92%-ზე მეტ წყალს შეიცავს უწოდებენ თხიერ ნაკელს.

უსაფენო ნაკელში, საფენიანი ნაკელისაგან განსხვავებით, მეტია ამიაკური და ნაკლებია ორგანული აზოტი. მაგალითად, უსაფენო ნაკელში ამიაკური აზოტი შეადგენს 50—70%. ორგანული აზოტი უსაფენო ნაკელში 30—50%-ია, ხოლო საფენიანში ბევრად ნაკლები. ამიტომ უსაფენო ნაკელის აზოტი უფრო მისაწვდომია მცენარისათვის მისი შეტანის პირველ წელს, ან თესლბრუნვაში — პირველი კულტურის მიერ, ვიდრე საფენიანი ნაკელის აზოტი. ასეთივე მაჩვენებლით ხასიათდება უსაფენო ნაკელის ფოსფორიცი. უსაფენო ნაკელში კალიუმის მთელი რაოდენობა გახსნილ მდგომარეობაში იმყოფება, ამიტომ იგი მცენარისათვის კარგად შესათვისებელ ფორმაშია.

საფენიან და უსაფენო ნაკელში საკვები ელემენტების არაერთნაირი ხსნადობა და შესათვისებლობა განსაზღვრავს მათ არაერთნაირ მოქმედებას გამოყენების პირველ წელს და ასევე შემდგომ მოქმედების ხასიათს. სახელდობრ: ნახევრად თხიერი და თხიერი ნაკელის გავლენა მცენარეთა მოსავალზე პირდაპირი მოქმედების წელს უფრო ძლიერია, ვიდრე საფენიანი ნაკელის, ხოლო შემდგომმოქმედება საფენიანი ნაკელისა — ქარბობს უსაფენო ნაკელის ეფექტს.

ზოგჯერ უსაფენო ნაკელის გამოყენების ასეთ წესს მიმართავენ: ერთმანეთს აშორებენ თხიერ და მყარ გამოწყობას და მათ ცალ-ცალკე იყენებენ სასუქად. ასეთ შემთხვევაში საკვები ელემენტების 20—25% თავს იყრიან მაგარ და 75—80% თხიერ გამოწყობაში. ნაკელი თუ წყლით ძლიერ არის განზავებული, მაშინ საკვები ელემენტების ძირითადი ნაწილი — 95%-მდე თხიერ ფრაქციაში გადადის.

თხიერი ნაკელის მაგარ ფრაქციაში საკვები ელემენტები — აზოტი, ფოსფორი და კალიუმი დაახლოებით ისეთი რაოდენობითაა, რა რაოდენობითაც საფენიან ნაკელში.

შედგენილობის მიხედვით თხიერი ნაკელი, ფრაქციებად დაყოფილი, ახალი ნაკელის თხიერი და მაგარი ფრაქციები, ერთმანეთისაგან არსებითად განსხვავდება (ცხრ. 69).

ცხრილი 69. ახალი თხიერი ნაკელისა და მისი ფრაქციების შედგენილობა
(% ა. ილჩენკოს მიხედვით)

თხიერი ნაკელი და ფრაქციები	მშრალი ნიუთონ-რება	საერთო აზოტი	ამიაკური აზოტი საერთო აზოტიდან	P ₂ O ₅	K ₂ O
თხიერი ნაკელი — ფრაქციებად დაყოფის გარეშე	2.0—4.4	0.15—0.18	0.07—0.11	0.03—0.05	0.10—0.15
თხიერი ფრაქცია	0.4—0.5	0.05—0.06	0.04—0.05	0.014—0.019	0.03—0.04
მაგარი ფრაქცია	21,6—24,2	0,25—0,50	0,02—0,15	0,12—0,25	0,07—0,23

პირუტყვის სადგომიდან უსაფენო ნაკელის გატანა. ამ მიზნისათვის უმჯობესია გამოვიყენოთ თხიერი და ნახევრად თხიერი ნაკელის გატანის თეითდინების სისტემა. იგი შემდეგში მდგომარეობს: თხიერი ნაკელი ჯერ გაივლის ნასვრეტებიან, დაცხრილულ სივრცეს, შემდეგ შემკრებ არხში გადაინაცვლებს, რომელსაც 0,5—1° დაქანება აქვს. ამ არხით თხიერი და მაგარი გამონაყოფი თეითდინებით თავს იყრის ნაკელმომღებ ორმოში, რომლის ტევადობა გაანგარიშებულია ნაკელის იმ რაოდენობაზე, რომელიც ერთი კვირის მანძილზე დაგროვდება პირუტყვის სადგომში. ნაკელმომღებიდან მილსადენებით ხდება ნაკელის გადაქაჩვა სანაკელეში ან ცისტერნებში. თხიერი ნაკელის მომზადების დროს პირუტყვის სადგომში დაუშვებელია საფენის გამოყენება, ასევე არხში საკვების ანარჩუნების მოხვედრა, რადგან მათი გავლენით შეიძლება მილსადენი სისტემის მუშაობა შეფერხდეს.

ნაკელის გამყვან არხს ყოველი 10—15 მ შემდეგ უნდა ჰქონდეს საფეხურიანი ვარდილი. ვარდნილის ბოლოს მოწყობილი უნდა იყოს სპენტილაციო ამწოვი. მისი დანიშნულებაა არხში არსებული გაზების მოშორება პირუტყვსადგომიდან. მთელ სისტემაში მილსადენები ჰიდროიზოლიატორით უნდა იყოს დაფარული. წინააღმდეგ შემთხვევაში მოსალოდნელია წუნწუხისა და გაზების გაჟონვა ნიადაგში და გარემოს გაქუჭყიანება.

ნაკელის გამოყენებამდე ნაკელსაცავში აუცილებელია ნაკელის ინფექციური შესწავლა და მისი სანიტარული დამუშავება. ამიტომ ნაკელსაცავი, რომელშიც 7—8 დღე-ღამის მანძილზე ნაკელს ვინახავთ, აუცილებლად უნდა იყოს ორი ან მეტი. სანამ ერთი ნაკელსაცავი ნაკელით ივსება, მეორეში მიმდინარეობს ინფექციური შესწავლა და სანიტარული დამუშავება. თუ ნაკელში ინფექცია აღმოჩნდა, მაშინ ვეტექიმმა უნდა გადაწყვიტოს მისი გაუენებლობისა და სასუქად გამოყენების შესაძლებლობა.

უსაფენო ნაკელის შენახვა. უსაფენო ნაკელის შენახვა ხდება სანაკელეში. სანაკელე ეწყობა ფერმასთან ახლოს ან მინდვრად. მისი მოცულობა დამოკიდებულია მისაღები ნაკელის მოსალოდნელ რაოდენობაზე.

მეურნეობის კონკრეტული პირობებიდან გამომდინარე, სანაკელეში ნაკელის შენახვა 2—6 თვის მანძილზე ხდება. ფერმებთან ახლო მდებარე სანაკელეებს დახურული ტიპისას აშენებენ, ხოლო მინდვრისას — ორმული ღია ტიპის. ისინი მოცულობით ერთმანეთისაგან განსხვავდება. პირველი — ნაკელის მოსალოდნელი რაოდენობის 25—40%, ხოლო მეორე — 60—75% უნდა იტყვევს. მინდვრის ნაკელსაცავის მოსაწყობად უნდა შეირჩეს გასანოყიერებელი ნაკვეთის ცენტრი.

ფერმასთან ახლო მდებარე და მინდვრის სანაკელე უმჯობესია ერთმანეთთან შეერთებული იყოს მილსადენით. თუ ასეთი მოწყობილობა არ გაგვაჩნია, მაშინ მინდვრის ნაკელსაცავში ნაკელის მიზიდვა ცისტერნებით ხდება.

მილგამყვანი სისტემის არსებობის შემთხვევაში შესაძლებელია ნაკელის მთელი რაოდენობა ფერმის სანაკელეში შევიწახოთ. ამავ დროს მიზანშეწონილია იგი მილგამყვანი სისტემით შეერთებული იყოს მინდვრის გამმართველ სადგურთან, სადაც ცისტერნების დატვირთვა ხდება.

სანაკელეში უსაფენო ნაკელის შენახვის პროცესში ხდება ნაკელის სამ ფენად დაყოფა. ზედა ფენა — მკვრივი მასაა, ქვედა — ნალექი, მათ შორის ღია ფერის ხსნარი იყრის თავს. ნაკელის ერთფეროვნება რომ დავიცვათ, ამისათვის ნაკელსაცავთან უნდა მოვაწყოთ ამრევი დანადგარი. ნაკელის შენახვის პერიოდში ნაკელის ზედაპირზე არ უნდა დავეუშვათ ქერქის წარმოქმნა, ამისათვის ნაკელი რამდენიმეჯერ უნდა ავუროთ. ასევე აუცილებელია მისი არევა მინდორში გატანის წინ. ნაკელში არსებული მინარევები, ჩალა, თივა და სხვა უნდა დაქუცმაცდეს, ამისათვის საჭიროა სპეციალური დანადგარი. დაქუცმაცებულ ნაწილაკებს შეუძლია ტექნიკური დანადგარების საქაჩის, მილგამყვანის, ნაკელშემტანის, დამწვიმებლისა და სხვ. მუშაობა შეაფერხოს. ნაკელსაცავის ირგვლივ აუცილებელია წყალგამყვანი არხების მოწყობა. დახურულ ნაკელსაცავს აუცილებლად უნდა გავუკეთოთ სავენტილაციო მოწყობილობა, მისი მეშვეობით თავიდან უნდა ავიცილოთ წარმოქმნილი მეთანის, გოგირდწყალბადის, ამიაკისა და სხვა გაზების დიდი რაოდენობით დაგროვება. დახურულ ნაკელსაცავში დაუშვებელია ასანთის ანთება — შეიძლება მოხდეს აფეთქება, ასევე დაუშვებელია ნაკელსაცავის შემოწმება აირწინალის გარეშე — მოსალოდნელია მძიმე მოწამვლა.

უსაფენო ნაკელის გახრწნის თავისებურებანი. ნაკელსაცავში უსაფენო ნაკელის გახრწნა მეტად ნელა მიმდინარეობს. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ აქ ანაერობული პირობებია შექმნილი. ამის გამო უსაფენო ნაკელის შენახვის პერიოდში ამიაკური აზოტისა და ორგანული ნივთიერების დანაკარგი მცირეა. იმასთან დაკავშირებით, რომ უსაფენო ნაკელში შენარჩუნებულია საკვები ელემენტების მცენარისათვის მისაწოდოში ფორმების დიდი რაოდენობა, მაღალია მისგან მცენარის მიერ ამ

ელემენტების შეთვისება მისი ნიადაგში შეტანის პირველსავე წელს. მაგალითად, აზოტის შეთვისება უსაფენო ნაკელიდან 40% აღემატება, საფენიანიდან — დაახლოებით 20%-ია; P_2O_5 უსაფენო ნაკელიდან შეითვისება — 40—50%; საფენიანიდან — 30—40%; K_2O — უსაფენოდან 70—90% და საფენიანიდან — 60—70% შეადგენს.

უსაფენო ნაკელის რაოდენობის დადგენა. პირუტყვის ბაგური კვების პერიოდში თხიერი და ნახევრადთხიერი ნაკელის რაოდენობის დადგენა ხდება ფორმულით:

$$\text{ნახევრად თხიერი ნაკელი (მ³)} = \frac{(მზ + შ) \times ბკ \times პრ}{1000},$$

$$\text{თხიერი ნაკელი (მ³)} = \frac{(მზ + შ + წ) \times ბკ \times პრ}{1000}$$

სადაც, მზ+შ — დღე-ღამეში ერთი პირუტყვის მიერ გამოყოფილი მაგარი გამონაყოფი და შარდი;

მზ+შ+წ — იგივე, განსაზღვებლად გამოყენებული წყლის დამატებით;

ბკ — ბაგური კვების ხანგრძლივობა დღეებში;

პრ — პირუტყვის რაოდენობა (სულადობა);

1000 — გადასაანგარიშებელი რიცხვია ნაკელის გადასაყვანად მ³-ში.

ნაკელის მასის 1 მ³-ზე გადასაანგარიშებლად მიღებულია: თხიერი (განწვეებული) ნაკელისათვის — 0,95 ტ; ნახევრადთხიერი ნაკელისათვის — 0,9 ტ.

თხიერი ნაკელისათვის ნაკელსაცავის მოცულობის დასადგენად პირობით მიღებულია შემდეგი მაჩვენებლები: თხიერი ნაკელის მოსალოდნელი რაოდენობა 1 სული მსხვილფეხა რქიანი საქონლისათვის დღე-ღამეში შეადგენს 40—55 ლ, მათ შორის, მაგარი გამონაყოფი — 25—30 ლ, შარდი — 10—15 ლ და წყალი 5—10 ლ.

უსაფენო ნაკელის გამოყენების თავისებურებანი. საფენიანი ნაკელისაგან განსხვავებით, უსაფენო-თხიერი და ნახევრადთხიერი ნაკელის გამოყენება შეიძლება როგორც ძირითადი განოყიერების, ისე გამოკვებისათვის. მზრალად ხვნამდე იგი შეიძლება გამოვიყენოთ — ჩავენათ ნიადაგში დამოუკიდებლად ან მარცვლოვანი კულტურების ანარჩენებთან ერთად ან წინასწარ მოზნეულ ტორფთან ერთად.

უსაფენო ნაკელის თხიერი ფრაქცია შეიძლება გამოვიყენოთ იმავე წესით, რა წესითაც საფენიან ნაკელს ვიყენებთ. უსაფენო ნაკელი გამოიყენება ასევე ტორფო-ნაკელის კომპოსტის დასამზადებლად. ამ მიზნი-

სათვის ტორფის შეფარდება ნაკელთან შეიძლება იყოს 1:2 ან 1:1. ტორფი ღარიბია ფოსფორით, ამიტომ კომპოსტში ტორფის შეფარდების უფრო გადიდება სასურველი არ არის. მისი შეფარდების გადიდება შეიძლება იმ შემთხვევაში, თუ კომპოსტს დაეუმატებთ 1—2% ფოსფორიტის ფქვილს.

გაუზავებელი უსაფენო ნაკელის ყოველწლიურად გამოყენების შემთხვევაში მისი შეტანის ნორმა ნიადაგის ძირითადი დამუშავებისას შეადგენს: მარცვლოვანი კულტურებისათვის — 35 ტ/ჰა. კარტოფილისათვის — 40—60 ტ; სიმინდისათვის — 60—80 ტ; შაქრის ჰარხლისა და საკვები კულტურებისათვის — 80—90 ტ/ჰა. მდელოებისა და საძოვრების ასევე მრავალწლიანი ბალახების განოყიერებისათვის უსაფენო ნაკელის გამოყენების წლიური ნორმა შეადგენს 60—80 ტ/ჰა. მაგრამ მწვანე მასაში, ასევე ძირხვენებში, დიდი რაოდენობით ნიტრატები რომ არ დაგროვდეს, მიზანშეწონილია უსაფენო ნაკელის გამოყენება ყოველწლიურად 70—100 კგ/ჰა აზოტის ანგარიშით.

მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგზე გამოყვებისათვის უსაფენო ნაკელი შეაქვთ წელიწადის თბილ თვეებში (გაზაფხული, შემოდგომა), ხოლო მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე, საკვები ელემენტების ჩარეცხვის თავიდან აცილების მიზნით, მხოლოდ გაზაფხულზე ან ზაფხულში.

მსხვილი ფერმებისა და მეცხოველეობის კომპლექსებისათვის რეკომენდებულია თხიერი ნაკელის ტრანსპორტირებისა და გამოყენების რამდენიმე ტექნოლოგიური სქემა. მათი შერჩევა დამოკიდებულია მეურნეობის კონკრეტული პირობებიდან.

იმ მეურნეობებში, რომლებსაც არ გააჩნიათ მილსადენი სისტემა, ნაკელს ფერმის ნაკელსაცავიდან გადმოტვირთავენ დიდ ცისტერნა-მოსაბნევეებში და გადაიტანენ მინდვრის ნაკელსაცავში, სადაც მას ინახავენ გამოყენებამდე. ნაკელის ნიადაგში შეტანის წინ მას ჩატვირთავენ ცისტერნა-მომბნევეებში. ამ მექანიზმის საშუალებით მოასხამენ მას მინდვრის ზედაპირზე, შემდეგ ჩააკეთებენ ნიადაგში.

მეურნეობები, რომლებსაც მილსადენი სისტემა და ჩვეულებრივი დამაწვამებელი დანადგარები გააჩნიათ, ნაკელსაცავებიდან ნაკელი გადმოიტუმბება მილსადენებით დამაწვამებელ დანადგარში. ნაკელს წინასწარ განაზავებენ წყლით (შემრევ კამერაში). სავეგეტაციო პერიოდში შეფარდება უნდა იყოს 1:8 ან 1:10-თან, ხოლო არასავეგეტაციო პერიოდში 1:1 ან 1:3-თან. ასეთი ნაზავით ახდენენ გასანოყიერებელი ნაკვებების მორწყვას. ამ მიზნით დასაწვამებელ აპარატს იყენებენ.

მეურნეობები, რომლებსაც დასაწვიმი დანადგარები არ გააჩნიათ, თხიერი ნაკელი მილსადენებით ფერმის ნაკელსაცაიდან გადააქვთ მინდვრის ნაკელსაცავეში, შემდეგ ცისტერნა-მომპნევის გამოყენებით შეაქვთ ნაკეთში. მეოთხე სქემა ითვალისწინებს თხიერი ნაკელის წინასწარ დაყოფას თხიერ და მყარ ფრაქციად. მყარ ფრაქციას იყენებენ იმავე წესით, რა წესითაც საფენიან ნაკელს, ხოლო თხიერ ფრაქციას, რომელიც თხიერი ნაკელის საკვები ნივთიერებების თითქმის 90% შეიცავს, ინახავენ ნაკელსაცავეში და შემდეგ იყენებენ მინდვრების, სათიბებისა და საძოვრების მოსარწყავად.

უსაფენო ნაკელიდან ამონიაკური აზოტის დანაკარგის შესამცირებლად, აუცილებელია ნაკვეთის ზედაპირზე მობნეული აზოტის დაუყოვნებლივ ჩაქეთება ნიადაგში.

ნაკელის წუნწუხი და მისი გამოყენება

ნაკელის წუნწუხი ძირითადად პირუტყვის დადუღებული შარდია. სანაკელეში ნაკელის სხვადასხვა წესით შენახვის პირობებში გამოიყოფა წუნწუხის არაერთნაირი რაოდენობა. ВИУА-ს. მონაცემებით, ოთხი თვის განმავლობაში 10 ტ საწყისი საფენიანი ნაკელის ტკეპნილად შენახვის პირობებში გამოიყოფა 170 ლ წუნწუხი, ფაშარ-ტკეპნილად შენახვის პირობებში — 450 ლ და ფაშარად შენახვისას — 1000 ლ.

ნაკელის წუნწუხის რაოდენობა დამოკიდებულია ნაკელის დაშლის სისწრაფეზე. რაც ჩქარა იშლება ნაკელი, მით მეტი წუნწუხი გამოიყოფა. საშუალოდ წუნწუხი შეადგენს ახალი ნაკელის მასის 10—15%. ეს არ მოიცავს წუნწუხის იმ რაოდენობას, რომელიც შთაინთქმება საფენის მიერ. ნაკელის წუნწუხი საშუალოდ 0,25—0,3% საერთო აზოტს, 0,03—0,6% P_2O_5 და 0,4—0,5% K_2O შეიცავს. ნაკელის წუნწუხი ძირითადად აზოტო-კალიუმის სასუქია, ყველა საკვები ნივთიერება წუნწუხში — მცენარისათვის კარგად მისაწვდომ ფორმაშია. ამიტომ მას სწრაფად მოქმედ სასუქს უწოდებენ.

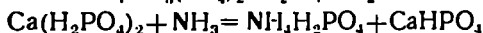
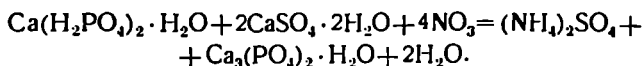
წუნწუხის აზოტი და კალიუმი, მცენარის მიერ შესათვისებლობის მიხედვით, არსებითად არ განსხვავდება მინერალური სასუქების აზოტისაგან. იგი ორივე შემთხვევაში დაახლოებით 60—70% შეადგენს.

წუნწუხის აზოტიანი ნაერთები ურობაქტერიების გავლენით სწრაფად გარდაიქმნება ნახშირმჟავა ამონიუმად, რომელიც არამდგრადია და ადვილად იშლება ნახშირორჟანგად და ამიაკად.

წუნწუხიდან აზოტის დანაკარგის შემცირების რამდენიმე ხერხი არსებობს. მათგან დიდი მნიშვნელობა აქვს საფენის საკმაო რაოდენობით გამოყენებას, სანაკელესა და საქონლის სადგომ ეზოებთან საწუნწუხის

მოწყობას, წუნწუხზე მისი მასის 3—5% სუპერფოსფატის დამატებას და სხვ.

წუნწუხის ამიაკური აზოტისა და სუპერფოსფატის ურთიერთმოქმედებით დაშლისადმი მდგრადი მარილები წარმოიქმნება:



საწუნწუხის ძირზე ფოსფატების ნალექი გროვდება, იგი წუნწუხის გამოყენების შემდეგ სასუქად გამოიყენება, საუკეთესოა სხვა ორგანულ სასუქებთან მისი კომპოსტირება.

მეურნეობები, სადაც პირუტყვის სადგომებთან საწუნწუხეები არა აქვთ მოწყობილი, მაგრამ გააჩნიათ ტორფი, უმჯობესია წუნწუხსადენების ტორფით ავსება. მისი გაყლენთვის შემდეგ ახალი ტორფით შეცვლა. 1 კგ დაბლობის ტორფს 40—50% ტენიანობის შემთხვევაში შეუძლია შთანთქოს დაახლოებით 2 კგ და მაღლობისას — 5 კგ წუნწუხი.

ნაკელის წუნწუხი სასუქად გამოიყენება დამოუკიდებლად, ასევე სხვა ორგანულ სასუქთან დაკომპოსტებული. მარტო წუნწუხი სასუქად გამოიყენება ძირითადი განოციერების, ასევე გამოკვებისათვის. აზოტის დანაკარგის თავიდან ასაცილებლად, ორივე შემთხვევაში, ნაკვეთზე მოსხმული წუნწუხი დაუყოვნებლივ უნდა ჩაკეთდეს ნიადაგში. სასუქად ნაკელის წუნწუხი ძირითადად შეაქვთ 10—15 ტ/ჰა, მისი ნორმა დამოკიდებულია ხარისხზე და გასანოციერებელი კულტურის თავისებურებებზე. სათიბ-საძოვრების გამოკვებისათვის მისი ნორმაა 10—20 ტ/ჰა. საშემოდგომო კულტურების საგაზაფხულო გამოკვებისათვის წუნწუხის შეტანა უმჯობესია ფარცხვის წინ.

დადგენილია, რომ წუნწუხის გამოყენება ყოველნაირ ნიადაგზე იწვევს ყველა კულტურის მოსავლის გადიდებას. ამავე დროს, ყოველი ტონა წუნწუხის გავლენით სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავალი მარცვალზე გადაანგარიშებით საშუალოდ 1 ც/ჰა შეადგენს. იმის გამო, რომ წუნწუხი მცირე რაოდენობით ფოსფორს შეიცავს, მასზე სუპერფოსფატის დამატება წუნწუხის ეფექტურობის ამაღლებას იწვევს. წუნწუხის ეფექტურობის ყველაზე საუკეთესო ხერხია მისი დაკომპოსტება ტორფთან ან სხვა ორგანულ სასუქებთან ერთად.

ჩალის გამოყენება სასუქად

ჩალა შეიცავს საკვებ ელემენტებს. ჩალაში აზოტის საშუალო შემცველობა 0.5%, P_2O_5 — 0,25% და K_2O — 0,8% შეადგენს.

მარცვლოვანი კულტურების მოსავლის აღების შემდეგ ნაკვეთში ყო-

ველთვის რჩება ჩალის გარკვეული ნაწილი. სწორი არ არის მისი შეგროვება და დაწვა, რადგანაც იკარგება აზოტი. ჩალის გამოყენება სასუქად შეიძლება სხვა წესით. სახელდობრ, აზოტიან, ფოსფორიან სასუქთან ან თხიერ ნაკელთან ერთად ნიადაგში ჩახენით.

ნაკვეთზე დარჩენილი 4—6 ტ/ჰა ჩალის ნარჩენების ნიადაგში ჩაქვთება ეკონომიკურად გამართლებული ღონისძიებაა, რადგანაც მცირდება ტრანსპორტისა და შრომის დანახარჯები მისი საფენად გამოყენებისას. ჩალის სასუქად უშუალოდ მინდორში გამოყენების არსი შემდეგში მდგომარეობს:

კომბაინის მუშაობის შემდეგ ნაკვეთში დარჩენილ ჩალას მოაყრიან უსაფენო ნაკელს ან აზოტიან მინერალურ სასუქს, უმჯობესია ამონიუმის სულფატი ან შარდოვანა. მათი რაოდენობა შეიძლება განისაზღვროს ჩალის მასის მიხედვით — ამ შემთხვევაში აზოტის ნორმაა 0,5—1,0% ჩალის მასიდან; ან ფართობის ერთეულზე — 1 ჰა ფართობზე შეიტანება 40—80 კგ აზოტი. ფოსფორით ღარიბ ნიადაგზე კარგ შედეგს იძლევა აგრეთვე ფოსფორიანი სასუქების დამატება: სასუქის შეტანის შემდეგ ჩალას ნიადაგში ჩააქეთებენ 5—7 სმ სიღრმეზე საოშავით. ორისამი კვირის შემდეგ, როცა ჩალა საკმაოდ დაიშლება, მზრალად ხნავენ. სამრეწველო მეცხოველეობის მეურნეობებში, სადაც ბევრი თხიერი ნაკელი გროვდება ჩალაზე დასამატებლად აზოტიანი სასუქების ნაცვლად, შეიძლება გამოვიყენოთ 40—50 ტ/ჰა თხიერი ნაკელი.

აზოტის ზემოთ აღნიშნული ნორმები, რომლებიც რეკომენდებულია ჩალასთან ერთად ნიადაგში ჩასახნავად, შედგენილია იმ ანგარიშით, რომ შემცირდეს შეფარდება C:N იმ დონემდე, რომლის დროსაც ჩალის მინერალიზაცია შედარებით სწრაფად მიმდინარეობს და ნიადაგში მცენარისათვის შესათვისებელი აზოტი არსებითად არ მცირდება. ნიადაგში მარტო ჩალის ჩახენამ შეიძლება გამოიწვიოს ნიადაგში აზოტის მინერალური ნაერთების იმობილიზაცია, მიკროორგანიზმების მიერ ორგანულ ნაერთებში გადაყვანა და მცენარეთა პროდუქტიულობის შემცირება.

ნაკვეთზე ჩალა შემოდგომით უნდა ჩაიხნას. ეს იძლევა მცენარისათვის მკვნი, ჩალის დაშლისას წარმოქმნილი ფენოლნაერთების გაუვნებლობის საშუალებას, მათი ნიადაგიდან გამორეცხვის გზით.

ცდებით დადგენილია, რომ 5—10 ტ/ჰა ჩალის შეტანა აზოტიან სასუქთან ერთად, საგვიანო სათოხნი კულტურების მიმართ ხშირად ისეთივე ეფექტს იძლევა, როგორსაც ნაკელის ჩვეულებრივი ნორმა. ჩალის ჩახენა ნიადაგში განსაკუთრებით მაღალ ეფექტს იძლევა პარკოსანი კულტურების მიმართ.

ფრინველის განავალი

ფრინველის განავალი ანუ სკინტლი ნაკელთან და სხვა ორგანულ სასუქებთან შედარებით, უფრო კონცენტრირებული და სწრაფადმოქმედი სასუქია. ფრინველის განავალი, ისე როგორც ნაკელი შეიცავს მცენარის კვებისათვის საჭირო ყველა ელემენტს, მაგრამ მეტი რაოდენობით, ვიდრე ნაკელი (ცხრ. 70).

ცხრილი 70. ფრინველის სკინტლის შედგენილობა
(% სკინტლის ნედლი მასიდან)

ფრინველის სახეობა	წყალი	N	P ₂ O ₆	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃
ქათამი	56	2,2	1,8	1,1	2,4	0,7	0,4
იხვი	60	0,8	1,5	0,5	1,7	0,3	0,3
ბატი	80	0,6	0,5	0,9	0,6	0,3	1,1

სკინტლის ქიმიური შედგენილობა ფრინველის სახეობის მიხედვით მკვეთრად იცვლება. ეს გარემოება გამოწვეულია მათი საკვების არაერთნაირი შედგენილობით. რაც მეტი რაოდენობით კონცენტრირებულ საკვებს ღებულობს ფრინველი, მით მეტია მის განავალში მშრალი ნივთიერება, აზოტი, ფოსფორი და სხვა საკვები ნივთიერებები.

წლის მანძილზე სხვადასხვა ფრინველი სხვადასხვა რაოდენობით სკინტლს იძლევა. მათ შორის ქათამი — 6—7; იხვი — 7—9 და ბატი — 10—12 კგ.

ფრინველის სკინტლში (გუანო) ყველა საკვები ნივთიერება მცენარისათვის კარგად შესათვისებელ ფორმაშია. აზოტი მასში წარმოდგენილია შარდმჟავას სახით. იგი შენახვის პროცესში გარდაიქმნება ჯერ შარდოვანად, შემდეგ ნახშირმჟავა ამონიუმად. ნახშირმჟავა ამონიუმში სკინტლის არახელსაყრელ პირობებში შენახვით სწრაფად იშლება ამიაკად, CO₂-ად და წყლად, ამიტომ ადგილი აქვს აზოტის დანაკარგს. დიდ გროვებად შენახულ სკინტლში ვითარდება მაღალი ტემპერატურა, ამიტომ ამიაკის აქროლებას აქვს ადგილი. ამიაკის აქროლებაზე ასევე მოქმედებს გროვაში ტემპერატურის ცვალებადობა. ასეთი ფაქტი აღინიშნება მინდვრად სკინტლის მცირე გროვებად შენახვისას. მასზე მოქმედებს გროვის გაყინვა და გაღობა.

სკინტლში საკვები ელემენტების დანაკარგის შემცირების მიზნით ურჩევენ სკინტლის მასიდან გამომდინარე 7—10% სუპერფოსფატის, 20—40% მშრალი ტორფის, ან 25—50% მშრალი ნეშომპალას დამატებას. საფრინველში კარგია ღრმა საფენის გამოყენება. ამ მიზნით იყენებენ მშრალი ტორფისა და წვრილად დაქუცმაცებული ჩალის ნარევს. მისი მომზადება შემდეგნაირად ხდება. ჯერ დააგებენ 25—30 სმ სისქის საფენს, შემდეგ სკინტლის დაგროვებასთან ერთად ყოველდღიურად დაუმატებენ ტორფს, ერთ ფრინველზე შემდეგი ანგარიშით: ქათმისათვის — 10—15, ბატისა და იხვისათვის 20—25 გ. როცა სკინტლისა და საფენის სიღრმე მიაღწევს 1 მ, მაშინ მას ახალი საფენით შეცვლიან.

ამჟამად მეფრინველეობის კომპლექსებში ფართოდ იყენებენ ნახერხს. ასეთი საფენი ჰიგიენური თვალსაზრისით კარგია. ამ მიზნისათვის უმჯობესია ფოთლოვანი მცენარეების ნახერხის გამოყენება, წიწვოვანი მცენარის ნახერხი დიდი რაოდენობით ფისებს შეიცავს, აუარესებს გუანოს ხარისხს. ნახერხის საფენზე დამზადებული გუანო ხარისხით ჩამოუყარდება ტორფის საფენზე დამზადებულს. ხის ნახერხზე დამზადებული გუანო სასუქად უნდა გამოვიყენოთ მისი ხანგრძლივი კომპოსტირების 6—7 თვის შემდეგ.

უსაფენოდ დამზადებული ახალი სკინტლი, რომელშიც ჯერ არ მომხდარა ამიაკური აზოტის წარმოქმნა, შეიძლება სწრაფად გამოეაშროთ მაღალ ტემპერატურაზე. გამოშრალ მასაში დაახლოებით 5% აზოტი, 4% P_2O_5 და 2—3% K_2O არის. ამ წესით მომზადებული გუანო შეიძლება შორ მანძილზე გადავიტანოთ და გამოვიყენოთ. მასში საკვები ელემენტები არ იკარგება, თუ მშრალ ადგილზე შევინახავთ.

გუანოსაგან მომზადებული სასუქი ძვირფასია ბოსტნის კულტურების, კარტოფილის, ძირხვენების, ხილ-კენკროვანებისა და სხვა კულტურების ძირითადი გამოყენებისა და გამოკვებისათვის.

მშრალი სკინტლის ნორმა ძირითადი განოციერებისათვის შეადგენს: ბოსტნის კულტურებისათვის — 3—4 ტ, კარტოფილისათვის — 2—3 ტ/ჰა. სუპერფოსფატთან დაკომპოსტებული გუანოს ნორმა ძირითადი განოციერებისათვის დაახლოებით 3—7, ხოლო ტორფთან დაკომპოსტებისათვის 5—10 ტ/ჰა შეადგენს.

სხვადასხვა კულტურების გამოკვებისათვის ნედლ სკინტლს იყენებენ ჰექტარზე 8—10 ც, ბუნდაში ან კვალში შესატანად უფრო ნაკლებს — 4—6 ც. მშრალი სკინტლის ნორმა ორჯერ ნაკლებია ნედლ სკინტლთან შედარებით. გამოკვებისათვის სკინტლისაგან დამზადებულ წუნწუხსაც იყენებენ. ამისათვის საჭიროა ახალი სკინტლის 1 მოცულობა განვაზავოთ 7—8 მოცულობა წყლით.

ქალაქსა და მსხვილ დასახლებულ უბნებში დიდი რაოდენობით ანარჩენები გროვდება. ისინი ორგანულ ნივთიერებებს შეიცავენ და მათი გამოყენება შეიძლება როგორც ორგანული სასუქი. ქალაქის ნაგავს მიეკუთვნება: სამზარეულოს ანარჩენი, ნარეცხი, ქალაღი, ჩვარი, ტალახი, მტვერი, ნაცარი და სხვ.

ქალაქის ნაგავი საკვები ელემენტების შემცველობისა და სასუქებრივი თვისებების მიხედვით ნაკელს უახლოვდება. ქალაქის ნაგავის ნიადაგში დაშლის სისწრაფე დამოკიდებულია იმ კომპონენტების შეფარდებაზე, რომელსაც ქალაქის ნაგავი შეიცავს. სწრაფი დაშლის უნარი ახასიათებს სამზარეულოს ანარჩენებსა და მტვერს. ისინი შეიძლება უშუალოდ გამოვიყენოთ სასუქად კომპოსტირების გარეშე, ხოლო ქალაღი, ჩვარი, ნახერხი ნელა განიცდის გახრწნას, ამიტომ მათი სასუქად გამოყენებისათვის აუცილებელია დაკომპოსტება.

ქალაქის ნაგავი, მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით, საშუალოდ შეიცავს: N — 0,6—0,7%, P₂O₅ — 0,5—0,6%, K₂O — 0,6—0,8%.

მებოსტნეობაში ქალაქის ნაგავი გამოიყენება ბიოსაწვავად სათბურებში. სათბურში წვის შედეგად ქალაქის ნაგავი გადაიქცევა ერთგვაროვან, ფხვიერ და კარგად დაშლილ ორგანულ სასუქად. შემდგომში იგი გამოიყენება ნებისმიერი კულტურის გასანოციერებლად.

ქალაქის ნაგავი გამოიყენება ძირითადი განოციერებისათვის. იგი საგაზაფხულო კულტურების გასანოციერებლად შემოდგომით შეაქვთ ნიადაგში. ამ წესით ნაგავის სასუქად გამოყენება აუცილებელია მაშინ, როცა არაკომპოსტირებულ ნაგავს ვიყენებთ სასუქად მძიმე ნიადაგზე. არაკომპოსტირებული ნაგავის ნორმა სხვადასხვა კულტურის გასანოციერებლად ისეთივეა, როგორც ნაკელისა — 20—60 ტ/ჰა საშუალოდ. კომპოსტირებული ან კვალსათბურებიდან ამოღებული ნაგავის ნორმა უფრო ნაკლებია, იგი 15—20 ტ/ჰა შეადგენს.

XII თავი

ტორფი და ტორფის ორგანული სასუქები

ტორფი წარმოიქმნება ჰაობის მცენარეთა კვდომისა და არასრული გახრწნის შედეგად ჰარბი ტენისა და ჰაერის უკმარისობის პირობებში.

ტორფის სახეები და ტიპები მრავალფეროვანია. ისინი ხარისხის მიხედვით არატოლფასოვანია. ამასთან დაკავშირებით, სხვადასხვა ტორფის სასუქად გამოყენების ხერხი ერთნაირი არ არის. ტორფის სასუქად გა-

მოყენება მიზანშეწონილია არა ცალკე, არამედ სხვადასხვა კომპონენტთან ერთად, კომპოსტების სახით.

ტორფნარებს საბჭოთა კავშირში 71,5 მლნ ჰა-ზე მეტი ფართობი უკავია, საქართველოში 16 ათას ჰა-ზე მეტი ფართობია დაკავებული ტორფიანი ჭაობებით. ტორფის მსოფლიო მარაგის 62%-ზე მეტი, დაახლოებით 160 მილიარდი ტონა (პაერზე მშრალი მასა) საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე მოდის. პროფ. ა. მენალარაშვილის ცნობით საქართველოში შეიძლება დამზადდეს 1 მილიარდ მ³-ზე მეტი ნედლი ტორფი.

ტორფის ტიპები და სახეები, მათი შედგენილობა და თვისებები

ტორფის ტიპს განსაზღვრავს მისი წარმოქმნის პირობები. კერძოდ, ტორფის ჭაობის მდებარეობა რელიეფის ელემენტების (მაღლობი, დაბლობი, გარდამავალი) მიხედვით.

ტორფის სახეობა ძირითადად დამოკიდებულია მის შედგენილობაში შემავალი მცენარეული ანარჩენებისაგან (სფაგნუმი, ისლი, ლერწამი, თხმელა და სხვ).

მაღლობის ტორფი განლაგებულია მაღლობ (ზეგან) ადგილებზე და კოლბოხების სახით დაფარულია თეთრი ხავსით. მის წარმოქმნაში, პირველ რიგში, მონაწილეობენ ხავსები, მეტწილად თეთრი ხავსი — სფაგნუმი და სხვა მცენარეები, რომლებიც ნაკლებ მომთხოვნია საკვებისა და ტენის მიმართ. მაღლობის ტორფის ქვედა ფენაში განლაგებულია სუსტად დაშლილი ბოჭკოვანი ტორფი. იგი მყავე რეაქციისაა, მცირე რაოდენობით შეიცავს ნაცრის ელემენტებსა და აზოტს. მისი გამოყენება კარგია საფენად, ასევე კომპოსტების მოსამზადებლად, განსაკუთრებით ფეკალთან.

მაღლობის ტორფი გვხვდება როგორც დასავლეთ, ისე აღმოსავლეთ საქართველოში. მაგალითად, ფსირცხის საბადო ახალ ათონთან ახლოს (გუდაუთის რაიონი) და საკოჭაოს საბადო — აგარაკ ბაკურიანთან ახლოს (ბორჯომის რაიონი).

დაბლობის ტორფი გავრცელებულია რელიეფის დადაბლებულ ნაწილში. მისი წარმოქმნა დაკავშირებულია გრუნტის წყლის გავლენასთან. მის წარმოქმნაში მონაწილეობენ: მწვანე ხავსი, ისლი, ლერწამი, ქასრა, შვიტა, ქილი, ლაქაშა, ჩალამკალამი, თხმელა, არყი, ნაძვი, ფიჭვი, ტირიფი და სხვა ტენის ამტანი და საკვები ნივთიერებებისადმი მომთხოვნი ერთწლიანი და მრავალწლიანი ბალახეული და ხე მცენარეები.

მაღლობის ტორფთან შედარებით დაბლობის ტორფი ნაკლებად მყავეა. მისი ორგანული მასა უფრო დაშლილია, მდიდარია ნაცრის ელემენტებითა და აზოტით. კარგად გახრწნილი დაბლობის ტორფი შეიძლება სა-

სუქად გამოვიყენოთ, ხოლო დაუშლელი — კომპოსტად. დაბლობის ტორფიან ჭაობებს ვხვდებით შავი ზღვის სანაპიროზე: ფოთის, ლანჩხუთის, ზუგდიდის, სოხუმისა. და სხვა რაიონებში, ასევე აღმოსავლეთ საქართველოშიც — ახალქალაქი, მცხეთა და სხვ.

გარდამავალი — მეზოტროფული ჭაობის ტორფს შედგენილობითა და თვისებებით შუალედური ადგილი უკავია მაღლობისა და დაბლობის ტორფებს შორის. მისი ქვედა ფენები ახლოა დაბლობის ტორფებთან, ხოლო ზედა — მაღლობის ტორფებთან. გარდამავალი ტორფების წარმოქმნაში მონაწილეობენ როგორც მაღლობის, ისე დაბლობის ჭაობის მცენარეები. ამ ტიპის ტორფის რეაქცია სუსტი მჟავე ან მჟავეა, ნაცარიანობა — დაბალი, ორგანული სასუქების — კომპოსტების მომზადებისათვის საუკეთესო კომპონენტია. საქართველოში მის საბადოებს ვხვდებით ქობულეთში, ზუგდიდში — ონარია, მარტვილში — დიდი ჭყონი და სხვა რაიონებში.

ბოტანიკური შედგენილობა. ტორფის ბოტანიკური შედგენილობა, მისი ზარისხის განმსაზღვრელი, მნიშვნელოვანი აგროქიმიური მაჩვენებელია. მაგალითად, სფაგნუმის, თეთრი ხაესის მაღლობის ტორფი ღარიბია საკვები ნივთიერებებით, ნაცრით, ახასიათებს მჟავე რეაქცია და ჰუმინფიკაციის დაბალი ზარისხი. ამიტომ იგი უშუალოდ სასუქად არ გამოდგება. თუმცა გააჩნია ტენისა და აირების შთანთქმის დიდი უნარი, იგი საუკეთესოა როგორც საფენი მასალა.

ბალახეული მცენარეების — ისლის, ლერწმის, შვიტას, ჭილის, ლაქაშას, მერქნიანი მცენარეების — თხმელას, არყის, ტირიფის, ფიჭვისა და სხვა მცენარეების ტორფი — დაბლობის ტორფი უფრო მდიდარია ნაცრის ელემენტებით და ხასიათდება დაშლის მაღალი ზარისხით. თხმელას ტორფი, თხმელას ფესვებზე არსებული კოქრის ბაქტერიების გავლენით, უფრო მდიდარია აზოტით, გააჩნია დაშლის მაღალი მაჩვენებელი, ამიტომ იგი შეიძლება გამოვიყენოთ სასუქად მისი მოპოვებისთანავე, განიავების შემდეგ. სხვა ტორფებისაგან კომპოსტები მზადდება.

ტორფის სასუქების მისაღებად გამოსაყენებელი მასალის შეფასებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მასში არსებულ ორგანულ ნაერთთა შედგენილობას და შეფარდებას. ლიგლინი, ფისები, ცვილი და ცხიმოვანი მჟავეები მიკროორგანიზმების მოქმედების მიმართ მდგრადია. მათი მაღალი შემცველობა ტორფში ანელებს ნიადაგში ტორფის დაშლას, ხოლო ტორფის ცილოვანი და აზოტის შემცველი სხვა ორგანული ნაერთები ადვილად ექვემდებარება მიკროორგანიზმების გავლენას.

სფაგნუმის ტორფი — მაღლობის ტორფი, მდიდარია ცელულოზით და ჰემიციტულოზით. მათი შემცველობა 40% აღემატება. იგი ღარიბია ჰუმინის ნივთიერებებით — 20%. დაბლობის ისლის ტორფი 50%-მდე ჰუმინის ნივთიერებებს შეიცავს. ჰუმინის ნივთიერებები დაბ-

ლობის ტორფში უფრო დაკავშირებულია კალციუმთან, ვიდრე მაღლობის ტორფში.

ტორფის დაშლის ხარისხი. დაშლის ხარისხის მიხედვით არჩევენ სუსტად, საშუალოდ და ძლიერ დაშლილ ტორფს. ტორფის აგრონომიული შეფასებისათვის ტორფის დაშლის ხარისხს დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ტორფი, რომელიც 5—25% ჰუმინფიცირებულ ნივთიერებებს შეიცავს სუსტად დაშლილი ეწოდება. ასეთი ტორფი საქონლის სადგომში გამოიყენება საფენად და ასევე ტორფიანი ნაკელის სახით, სასუქად.

ისეთი ტორფი, რომლის ორგანული ნივთიერების დაშლის ხარისხი 25—40% ფარგლებშია საშუალოდ დაშლილი ტორფი ეწოდება. ამგვარი ტორფის სასუქად გამოყენება უმჯობესია დაკომპოსტების შემდეგ.

ტორფს, რომლის დაშლის ხარისხი 40% აღემატება, ძლიერ დაშლილი ეწოდება. ასეთი ტორფი შეიძლება უშუალოდ გამოვიყენოთ სასუქად. ამისათვის ტორფის მოპოვების შემდეგ საჭიროა მისი განიავება. მაღალ ეფექტს იძლევა მისი სხვა ორგანულ და მინერალურ სასუქებთან ერთად გამოყენება.

სამივე ტიპის — მაღლობის, დაბლობისა და გარდამავალი ხავსის ტორფი ხასიათდება დაშლის დაბალი — 5—25% ხარისხით. ბალახეული მცენარეების ტორფები მეტი ხარისხითაა დაშლილი — 20—40%, მერქნიანი ხე-მცენარებისა უფრო ძლიერად — 35—37% ფარგლებში.

ტორფის დაშლის ხარისხის ზუსტი განსაზღვრისათვის იყენებენ მიკროსკოპს. ადგენენ დაშლილ ტორფს საერთო მასიდან და გამოხატავენ პროცენტობით.

ტორფის დაშლის ხარისხის დადგენა შეიძლება ასევე გარეგანი ნიშნების მიხედვით. კარგად დაშლილი ტორფი მუქი ყავისფერი, თითქმის შავი ფერისაა. ასეთი ტორფი ხელის მოჭერისას ეკვრის ხელს, იზილება, თითებშუა გადის. სუსტად დაშლილი ტორფი ღია ყავისფერია. მასში ნათლად ჩანს მცენარეული ნარჩენების გაუხრწნელი ბოჭკოები: ხელის მოჭერით იგი თითებშუა არ გადის, ხელს არ ეკვრის და არ სვრის. ეს მეთოდი მიახლოებითია (ცხრ. 71).

ტორფის ნაცრიანობა. ტორფის ხარისხის განსაზღვრის აგრონომიული მაჩვენებელია ნაცრიანობა. არჩევენ ნორმალურ და მაღალნაცრიან ტორფებს. ისეთი ტორფი, რომელშიც 12%-მდე ნაცარს შეიცავს ნორმალურნაცრიანს უწოდებენ, ხოლო ისეთს, რომელშიც ნაცარი 12%-ზე მეტია — მაღალნაცრიანს.

ნორმალურნაცრიანი ტორფის აგრონომიული თვისებები ძირითადად დამოკიდებულია ტორფის ბოტანიკურ შედგენილობაზე, ხოლო მაღალნაცრიანი ტორფისა — ნაცრის ქიმიურ შედგენილობაზე. მაღალნაცრიანი ტორფი გვხვდება დაბლობის ტორფნარებში.

უხრილი 71. ტორფის დაშლის ხარისხის განსაზღვრა

მკენარეული ნარჩენების მდგომარეობა	ტორფის პლასტიურობა ხელის მოჭერისას	გამონაწერის ნიშნული	ტორფის დაშლის ხარისხი, %
გარგადაა შენახული, მათი სახეობები იოლად გამოირჩევა ერთმანეთისაგან	თითებშუა არ გადის, არ სერას ხელს	აღვილად გამოაწერება, უფრო ან სუსტად შეფერილი, ზოგჯერ მღვრიე	20—მღე
აღვილად გასარჩევია გულდასმით დათვლიერებით	თითქმის არ გადის თითებშუა	ლა აეიღვერი, მღვრიე	20—30
მწელად გასარჩევია, იგრძნობა ნეშომპალას არსებობა	ნაწილი გადის თითებშუა, სერის ხელს	მუქი ნაცრისფერი ან მუქი ყაუღვერი, იწურება ძალიან გამოყენებთ, წვეთობით	35—50
ნაკლებად შესამჩნევია, შეიძლება შეგვეხედეს ხის ქერქის ნაჭრები	აღვილად გადის თითებშუა, ძალიან სერის ხელს	არ გამოაწერება	50—ზე მეტი

სხვადასხვა ტორფი სხვადასხვა რაოდენობით ნაცარს შეიცავს: მაღლობის — 5%-მდე, გარდამავალი — 5—10%, დაბლობის ნორმალურნაცრიანი ტორფი — 8—10%. ზოგჯერ დაბლობის ტორფში იგი 30% და მეტია. ამ შემთხვევაში ტორფის მაღალი ნაცრიანობა გამოწვეულია სილის, თიხის ნალექით, კირის ან ვივიანიტის შემცველობით. ტორფის ნაცრიანობის გადიდება ამგვარი მინერალებით ამცირებს ტორფის აგრონომიულ ღირებულებას, აძვირებს მის მოპოვებასა და გადაზიდვას.

ნაცრის ელემენტებიდან ყველაზე დიდი აგრონომიული მნიშვნელობა აქვს ტორფში Ca და ფოსფორის შემცველობას. კალციუმით მაძღრობის ხარისხი მაღლობის ტორფში 20% არ აღემატება, გარდამავალში — 20—45% ფარგლებშია, დაბლობის ნორმალურნაცრიან ტორფში — 45—75% აღწევს შთანთქმის ტევადობიდან. განსაკუთრებით ძვირფასია დაბლობის ისეთი ტორფი, რომელიც შეიცავს კირს ან ვივიანიტს. ასეთი ტორფი შეიძლება გამოვიყენოთ სასუქად — დაკომპოსტების გარეშე.

ტორფის მშრალი მასიდან 10%-ზე მეტი კირის შემცველობის მქონე ტორფი (CaO ვადაანგარიშებით) გამოიყენება როგორც კირიანი სასუქი. ამ მიზნით ტორფის ნორმის დადგენა ხდება მასში CaO შემცველობისა და ნიადაგის მკავეიანობის ხარისხის მიხედვით.

ისეთი ტორფი, რომელშიც 30%-ზე მეტი P₂O₅-ია წარმოადგენს საუკეთესო ფოსფორორგანულ სასუქს. ასეთ ტორფს ვივიანიტური ტორფი ეწოდება. ასეთი ტორფის ნიადაგში შეტანის ნორმა იანგარიშება მასში ფოსფორის შემცველობის მიხედვით.

საკვები ნივთიერების შემცველობა ტორფში. ტორფის აგრონომიული თვისების ერთ-ერთი ძირითადი განმსაზღვრელი მაჩვენებელია მასში საკ-

ვები ნივთიერებების შემცველობა, მათი შეფარდება და მცენარის კვებისათვის ვარგისიანობა.

ტორფი, ისე როგორც ნაკელი, შეიცავს მცენარის კვებისათვის ყველა აუცილებელ საკვებ ნივთიერებას, მაგრამ სხვა შეფარდებით. სამი ძირითადი საკვები ელემენტიდან: აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი, ტორფში ყველაზე მეტი აზოტია. მაგალითად, მშრალი მასიდან მალლობის ტორფში იგი 0,7—1,5%-მდე, დაბლობის ტორფში 2,5—3,5%-მდეა, მაგრამ: ტორფში აზოტი ძირითადად იმყოფება ორგანულ ფორმაში. იგი მისაწვდომი ხდება მცენარისათვის მხოლოდ მისი მინერალიზაციის შემდეგ. ამავე დროს ტორფის ორგანული ნივთიერების მინერალიზაცია გაცილებით ნელა მიმდინარეობს, ვიდრე ნაკელის დაშლა.

აზოტის ნაერთებიდან მცენარისათვის მისაწვდომი ერთ-ერთი ფორმაა ამონიაკური აზოტი. ამავე დროს იგი ტორფში ძალზე მცირეა. ამონიაკური აზოტი კარგად დაშლილ დაბლობის ტორფში არ აღემატება 0,09%, ხოლო მალლობისაში — 0,035%.

ტორფი მცენარისათვის აზოტით კვების წყაროდ რომ გადაიქცეს, საჭიროა მასზე ბიოლოგიური ზემოქმედება. ამის მიღწევა შესაძლებელია ტორფის კომპოსტირებით ნაკელთან, წუნწუხთან და ფეკალთან.

ფოსფორის შემცველობა (მშრალი მასიდან) მალლობის ტორფში 0,05 და დაბლობისაში — 0,6%-ია. მათი 2/3 ადვილად გადადის ლიმონმჟავა გამონაწურში. იგი მცენარისათვის შედარებით იოლად მისაწვდომ ფორმაშია. ტორფებს შორის უფრო მდიდარია ფოსფორით მერქნიანი და მერქნიან-ისლიანი დაბლობის ტორფი, მაღალნაცრიანობისას იგი შეიცავს ასევე მეტი რაოდენობით კალიუმს, რკინას და ნაკლები რაოდენობით — აზოტს. კალიუმის შემცველობა ტორფებში დიდი არ არის. მშრალ მასალაში იგი 0,05—0,2% ფარგლებშია. ამავე დროს კალიუმის თითქმის ნახევარი ტორფიდან ადვილად გამოიდევენება წყლით. ამიტომ ტორფის კალიუმი ადვილად მისაწვდომია მცენარისათვის. ტორფში არსებული კალიუმის ნახევარზე მეტი არაგაცვლით ფორმაშია.

საერთოდ, ნორმალური ნაცრიანობის ტორფი მდიდარია აზოტით, ღარიბია ფოსფორით და ძლიერ ღარიბი კალიუმით, ასევე ძლიერ ღარიბია იგი მიკროელემენტებით, განსაკუთრებით სპილენძით. ამიტომ სპილენძიანი სასუქი ტორფნარებზე მაღალ ეფექტს იძლევა.

ტორფის მჟავიანობა — მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია ტორფის ტიპისა და მისი სოფლის მეურნეობაში გამოყენების ხერხების დასადგენად. ტორფი, რომლის მარილის გამონაწურში pH 5,5-ზე ნაკლებია, არ გამოდგება სასუქად. იგი უნდა გამოვიყენოთ პირუტყვის სადგომში საგებად ან დავაკომპოსტოთ ნაკელთან ან კირთან, ნაცართან ან ფოსფორიტის ფქვილთან და შემდეგ გამოვიყენოთ სასუქად. უფრო მჟავეა მალლობის — სფავანუმის ტორფი, ნაკლებად მჟავეა — დაბლობის ტორფი.

ტორფის ტენტევალობა და შთანთქმის უნარი. ტორფის ამ თვისებებს დიდი მნიშვნელობა აქვს, განსაკუთრებით, როცა ტორფს საფენად ვიყენებთ. მაღალი ტენტევალობა გააჩნია ნაკლებად დაშლილი მალლობის ტორფს, იგი მშრალ მასაზე გაანგარიშებით 1000—1800% აღწევს, დაბლობის ტორფში იგი 500—1000%-ია.

ტორფის შთანთქმის ტევალობა ბევრად აღემატება მაღალი ჰუმუსის შემცველი ნიადაგისას. ტორფში შთანთქმის ტევალობა აღწევს 100—200 მლ-ეკვ 100 გ მშრალ მასაზე.

აგროქიმიური მაჩვენებლებით ტორფები არსებითად განსხვავდება ერთმანეთისაგან (ცხრ. 72).

ცხრილი 72. ნორმალური ნაცრიანობის ტორფის აგროქიმიური მაჩვენებლები

ტორფის სახეები	PH გამონაწერი		% აბსოლუტურად შრალი მასიდან					
	წლის	მარლის	ორგანული ნივთოები	ნაცრი	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
მალლობის	3,0—4,5	2,6—3,2	95—98	2—5	0,7—1,5	0,05—0,15	0,05—0,10	0,2—0,4
გარდამავალი	4,0—6,0	3,6—4,4	90—95	5—10	1,2—2,5	0,10—0,25	0,10—0,15	0,4—2,0
დაბლობის	5,5—7,0	4,8—5,8	85—92	8—15	2,5—3,5	0,20—0,25	0,15—0,20	2,0—6,0

მალლობის ტორფი ხასიათდება დაშლის დაბალი ხარისხით, მაღალი მჟავიანობით, დაბალი ნაცრიანობით, საკვები ელემენტების მცირე შემცველობით; დაბლობის ტორფისათვის დამახასიათებელია: დაშლის მაღალი ხარისხი, ნაკლები მჟავიანობა, აზოტისა და ნაცრის ელემენტების მეტი შემცველობა. გარდამავალი ტორფი ხასიათდება შუალედური თვისებებით მალლობისა და დაბლობის ტორფებს შორის. ზედა ფენაში იგი უახლოვდება მალლობის ტორფს, ხოლო ქვედა ფენაში იგი დაბლობის ტორფის თვისებებს ავლენს.

ტორფის გამოყენება სოფლის მეურნეობაში

ტორფს სოფლის მეურნეობაში მრავალი დანიშნულებისათვის იყენებენ. მაგალითად, საფენად, საჩითილე ქოთნებისა და საკვები კუბიკების კომპონენტად, მულჩად, უშუალოდ სასუქად — მინერალურ სასუქებთან ერთად, კომპოსტების მოსამზადებლად და სხვ.

ტორფის დამზადება დაკავშირებულია შემდეგი სამუშაოების ჩატა-

რებასთან: ტორფის ჰაობის დაშრობა, გაწმენდა ტყე-ბუჩქებისა და სხვა მექანიკური მინერალებისაგან; ზედა კორდიანი ფენის მოშორება და ფენოვან-ზედაპირული მეთოდით მოპოვება. თუ ტორფნარზე კორდიანი ფენა სქელი არ არის, მაშინ მას აფხვიერებენ კორდიანი ფენის მოშორებლს გარეშე. ამ სამუშაოების ჩატარების საუკეთესო ვადა ზაფხულია.

ტორფის საფენად დამზადებისათვის ტორფნარის ზედაპირის დამუშავება და გაფხვიერება უმჯობესია ფრეზით ჩატარდეს. შემდეგ ფხვიერი ფენა რამდენჯერმე უნდა გადაბრუნდეს, რათა ტორფის მასას მიეცეს სასურველი ტენიანობა. შემშრალი ტორფი უნდა შეგროვდეს გროვებად ან შტაბელებად.

ტორფის მოსაპოვებლად სხვა წესსაც იყენებენ. დაშრობილ ტორფნარს ჭერ მოხნავენ ჭაგნარის გუთნით 40—50 სმ სიღრმეზე, შემდეგ მრავალჯერ დაადისკობენ. ტორფნარის ზედა (6—8 სმ) ფენას გამოქარვის შემდეგ იღებენ. აგროვებენ და საფენად ან კომპოსტების დასამზადებლად იყენებენ. ამ წესით ზაფხულის განმავლობაში შეიძლება ავილოთ გაფხვიერებული და გამომშრალი ტორფის 4—5 ფენა, რაც საშუალოდ ჰექტარზე შეადგენს დაახლოებით 600—800 მ³-ს.

ტორფის გამოყენება საფენად. რადგანაც ტორფს გააჩნია მაღალი ტენტივადობა და მკავე რეაქცია, ძვირფასია საფენად გამოსაყენებლად. მაღალი ტენტივადობა და მკავიანობა აპრობებს პირუტყვის თხიერი გამოხაყოფის მაქსიმალურ შთანთქმას და ამონიაკური აზოტის დანაკარგის შემცირებას, ასევე თავლაში პირუტყვისათვის ჰიგიენური პირობების შექმნას.

სახელმწიფო სტანდარტის მიხედვით (ГОСТ 12101-66) საფენად გამოზადებულ ტორფს უნდა ახასიათებდეს შემდეგი მაჩვენებლები: გახრწნის ხარისხი 25%-მდე; ნაცრიანობა 10—15%; ტენიანობა 50%; 60 მმ ზომის მერქნიანი ნაწილების შემცველობა 10%-მდე. ამ მაჩვენებლების მიხედვით ყველაზე საუკეთესოა მაღლობის სფანგუმის ტორფი. საფენად ნაკლებად გამოსადეგია მწვანე ხავსის, ისლისა და ლერწმის ტორფი. მათი გამოყენება ამ მიზნით შესაძლებელია, თუ მათი დაშლის ხარისხი 20%-ზე ნაკლებია.

ტორფის კომპოსტირება. ტორფის სასუქად მომზადების მნიშვნელოვანი აგროტექნიკური ზერხია დაკომპოსტება. ამ წესით მზადდება მაღალხარისხოვანი ორგანული სასუქი, რომელსაც შეუძლია აგრონომიული თვისებებით შეცვალოს ნაკელი. ამ მიზნისათვის გამოიყენება ისეთი ტორფი, რომლის გახრწნის ხარისხი 20%-ზე მეტია, ნაცრიანობა — 25%-მდე და მერქნის გაუხრწნელი ნაწილების შემცველობა 10% არ აღემატება.

კომპოსტირებისათვის ტორფს უმატებენ კირს, ფოსფორიტის ფქვილს,

ხსნად მინერალურ სასუქებს ან ბიოლოგიურად აქტიურ კომპონენტებს — ნაკელი, წუნწუხი, ფეკალი და სხვ.

კირთან. ფოსფორიტის ფქვილთან და ნაცართან ტორფის კომპოსტირებისათვის უმჯობესია ისეთი ტორფის გამოყენება, რომლის pH 5-ზე ნაკლებია, ნაცრიანობა 10%-ს არ აღემატება, გახრწნის ხარისხი 40—25%. ნაკელთან, ნაკელის წუნწუხთან, ფეკალთან და მცენარეულ ანარჩენებთან ყველა სახის ტორფის კომპოსტირება შეიძლება.

საქართველოს რესპუბლიკის ტერიტორიაზე გავრცელებული ყველა სახის ტორფი ნაკლებად გახრწნილია, ხასიათდება მკავე რეაქციით მიკრო ორგანიზმებით ღარიბია, საკვებ ელემენტებს მცირე რაოდენობით შეიცავს. ამიტომ ისინი დაკომპოსტების გარეშე სასუქად არ გამოდგება.

ტორფ-ნეშომპალა ქოთნების დამზადება. მებოსტნეობაში ფართოდ იყენებენ საკვებ კუბიკებს და საჩითილე ქოთნებს. მათი დამზადებისათვის ტორფი ძირითადი კომპონენტია. საჩითილე ქოთნებისა და საკვები კუბიკების დასამზადებლად იყენებენ ნარევეს, რომელშიც შედის: ტორფი, კომპოსტი, ნეშომპალა, სკინტლი, კორდის მიწა და ლამი. მინერალური სასუქები — აზოტიანი, ფოსფორიანი, კალიუმიანი და მიკროელემენტები, ასევე კირი, როგორც გამანეიტრალებელი საშუალება. ამ მიზნისათვის უმჯობესია დაბლობის ან გარდამავალი ტორფის გამოყენება, რომლის რეაქცია სუსტი მკავე ან ნეიტრალური, გახრწნის ხარისხი 30—40% და ნაცრიანობა 3—15% ფარგლებშია.

ტორფის გამოყენება სასუქად დაკომპოსტების გარეშე

ტორფი უშუალოდ სასუქად რომ გამოვიყენოთ საჭიროა იგი ძლიერ იყოს დაშლილი. დაშლის ხარისხი 40—50% ფარგლებში ცვალებადობდეს, მარილის გამონაწურში pH 5,5 მეტი იყოს, ნაცრიანობა 10% აღემატებოდეს, მათ შორის Ca 4% ჭარბობდეს. ტორფის სახეებიდან ამ მხრივ საუკეთესოა მხოლოდ დაბლობის ტორფი. ამ მიზნისათვის მალალი აგრონომიული მანქანებლებით ხასიათდება ტორფ-ტუფები, როგორც კირიანი ორგანული სასუქი და ტორფ-ვივიანიტები, როგორც ფოსფორიანი ორგანული სასუქი. ტორფის გამოყენებას დიდი მნიშვნელობა აქვს მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე.

უშუალოდ სასუქად გამოსაყენებლად ტორფი უნდა გამოიქაროს, ამისათვის ტორფის მოპოვებიდან რამდენიმე დღე კარგი ამინდია საჭირო. ტორფის განიავების მიზანია ჭარბი ტენიანობის მოსპობა და მასში არსებული ქვეყანგის ნაერთების დაქანგვა.

გამოქარული დაბლობის ტორფი, მისი ნიადაგში შეტანის პირველ წელს მცენარეს ვერ უზრუნველყოფს აზოტით. მასში ასევე მცირეა ფოსფორი და კიდევ უფრო მცირე კალიუმი, ამიტომ ტორფი მინერალური

სასუქის გამოყენების გარეშე, განსაკუთრებით აზოტიანი სასუქის გარეშე, მაღალ ეფექტს არ იძლევა მისი შეტანის პირველ წელს, თუმცა არსებითად აუმჯობესებს ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს.

ტორფის ეფექტურობის ასამაღლებლად საჭიროა ნიადაგში მისი დაშლის პროცესის დაჩქარება. ამ მიზნისათვის ტორფთან ერთად ნიადაგში ჩააკეთებენ მცირე რაოდენობით 5—10 ტ/ჰა ნაკელს, ფეკალს ან ნაკელის წუნწუხს. ასეთი დანამატი საშუალებას იძლევა ტორფის შეტანის ნორმა შევამციროთ, იგი დავიყვანოთ ნაკელის ჩვეულებრივ ნორმამდე. დანამატის გარეშე, მარტო ნორმალური ნაცრიანობის მქონე ტორფისაგან არსებითი ეფექტის მისაღებად საჭიროა ტორფის ძალზე მაღალი ნორმა 50—90 ტ/ჰა. ტორფო-ტუფების ნორმის გადაანგარიშება ხდება მასში კირის შემცველობის მიხედვით (CaO -ზე გადაანგარიშებით), ხოლო ტორფო-ვივიანტიცა — P_2O_5 შემცველობის მიხედვით.

ტორფის მულჩად გამოყენება. ნიადაგის მულჩირება აგროტექნიკური ხერხია. იგი ხელს უწყობს ნიადაგის ზედა ფენაში წყლის, ჰაერის, ტემპერატურისა და კვების რეჟიმის რეგულირებას და მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის კარგი პირობების შექმნას. ამ დანიშნულებისათვის საუკეთესო მასალას წარმოადგენს გამომშრალი ტორფი. იგი ასევე კარგი საშუალებაა ნიადაგის ქერქის წარმოქმნის წინააღმდეგ. დამულჩულ ნაკვეთზე მინერალური სასუქები მაღალ ეფექტს იძლევა, დაუმულჩავ ნაკვეთთან შედარებით.

დამულჩვა მაღალ ეფექტს იძლევა და ფართოდ გამოიყენება ხეხილნარ, კენკროვან, ბოსტნისა და ბაღის კულტურებში, ვენახში და სხვ. განსაკუთრებით მაღალია ტორფით მულჩირების ეფექტი სუბტროპიკულ ზონაში, სადაც გაზაფხულსა და ზაფხულში მცირე რაოდენობით მოდის ნალექი, ხოლო სუბტროპიკული კულტურების — ჩაის, ციტრუსების, ტუნგისა და სხვ. მცენარეთა ტენისადმი მოთხოვნილება მაღალია.

მულჩირებული კულტურების მოსავლის აღების შემდეგ ან მრავალწლიან კულტურებში შტამბის ირგვლივ შეტანილ ტორფს მორიგი დამუშავების დროს ჩააკეთებენ ნიადაგში. მისი დაშლის დასაჩქარებლად კარგია მასზე ნაკელის, წუნწუხის ან ფეკალის მცირე ნორმის დამატება, მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობის გასაძლიერებლად.

სასუქების გამოყენება ამოზროვილ ტორფნარებზე

დაშრობილი ტორფნარები გამოიყენება ტორფის მოსაპოვებლად, მაგრამ მათი გამოყენება ასევე შესაძლებელია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსაყვანად. პრაქტიკაში ტორფნარების ათვისების ორ წესს ვხვდებით: ერთ შემთხვევაში მელიორაციული ღონისძიებების ჩატარების შემდეგ, ტორფის ფენის აღების გარეშე მიმართავენ სასოფლო-სამეურ-

ნეო კულტურებით ტორფნარების ათვისებას. მეორე შემთხვევაში — ტორფნარის ზედა ფენას ნაწილობრივ აიღებენ სასუქად, საფენად ან კომპოსტად გამოსაყენებლად. შემდეგ მიმართავენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებით მის ათვისებას. რაც უფრო ღრმა ფენას ავიღებთ ტორფისას, მით ნაკლებად ნაყოფიერი ხდება ტორფნარი, უფრო ძნელი ხდება მისი მაღალპროდუქტიულ სავარგულად გარდაქმნა. ამიტომ დარჩენილი ტორფნარის სიღრმე 50 სმ ნაკლები არ უნდა იყოს.

მეავე ტორფნარები ათვისების წინ აუცილებლად უნდა მოკირიანდეს. კირიანი სასუქების ნორმას ასეთი ნიადაგებისათვის ანგარიშობენ 0,5 ჰიდროლიზური მეკვიანობის მიხედვით (CaCO_3 გადაანგარიშებით).

ტორფიანი ნიადაგები გამოირჩევა ორგანული ნივთიერების მაღალი შემცველობით (85—95%), შთანქმის ტევადობისა და ტენეტევადობის მაღალი უნარით, მაღალი ფორიანობითა და მცირე სიმტკიცით. ამ ნიადაგებში მაღალია საერთო აზოტის შემცველობა, მცირეა კალიუმი. გამონაკლისს წარმოადგენს მდინარის ლამით გამდიდრებული ტორფნარები (მდინარის ლამი მდიდარია კალიუმით), ლარიბია ფოსფორით, ამ მხრივ გამონაკლისია დაბლობის ტორფნარი, რომელიც გამდიდრებულია გრუნტის წყლის ფოსფორით. ამოშრობილ ტორფნარებზე კულტურების განოყიერებისას საჭიროა ამ თვისებათა გათვალისწინება.

ტორფიანი ნიადაგების უმეტესობა ლარიბია ფოსფორით და კალიუმით, ამიტომ ასეთ ნიადაგებზე მეტად ეფექტურია ფოსფორიანი და კალიუმის სასუქების გამოყენება.

ტორფიანი ნიადაგები, განსაკუთრებით მაღლობისა და გარდამავალი ქაობებიდან გამოსული, აზოტს შეიცავს ძნელად მინერალიზებად ფორმაში. ამავე დროს ეს ნიადაგები ლარიბია მიკროფლორით. ამიტომ ასეთ ნიადაგებზე, მათი ათვისების პირველ წელს ფოსფორიან და კალიუმის სასუქთან ერთად საჭიროა აზოტიანი სასუქის გამოყენება, ხოლო ძველ ნახნავ ტორფნარებზე აზოტიანი სასუქების გამოყენება საჭირო არ არის, რადგანაც აქ ადგილი აქვს ორგანული ნივთიერების ენერგიულ დაშლას და აზოტის მინერალური ნაერთების წარმოქმნას. ახალ ტორფნარებზე პარკოსანი და მარცლოვანი კულტურების მოყვანისასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს სრული სასუქის გამოყენებას (ცხრ. 73).

ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ ტორფნარების ათვისებიდან 10 წლის შემდეგ, მათზე აზოტიანი სასუქების გამოყენება ეფექტური არ არის ან დაბალეფექტურია.

ახლად ათვისებული ტორფნარი ლარიბია მიკროფლორით. მათი ნაყოფიერების ასამაღლებლად კარგია ბაქტერიული სასუქების ან ბაქტერიების შემცველი ორგანული სასუქების — ნაკელი, წუნწუხი, ფეკალი, მცირე ნორმით 5—8 ტ/ჰა გამოყენება. ეს ხელს უწყობს ორგანული ნივთიერების დაშლის დაჩქარებას.

ცხრილი 73. სასუქის გავლენა ამოწრობილ ტორფნარებზე ბარდა-შვრიის
ნარევის მოსავლიანობაზე ათვისების პირველ სამ წელს
(ქ. კოლმეკოვი, 1974 წელი)

ვარიანტი	მწვანე მასა, ც/ჰა		
	1967	1967	1969
$CnCO_3$ 10 ტ/ჰა — ფონი	35	35	43
ფონი + $N_{40}P_{60}$	198	206	217
ფონი + $N_{40}K_{60}$	165	161	183
ფონი + $P_{60}K_{60}$	160	186	230
ფონი + $N_{40}P_{60}K_{60}$	250	259	270

ტორფიანი ნიადაგები ღარიბია მიკროელემენტებით, განსაკუთრებით სპილენძით. ტორფნარებში სპილენძის მცირე რაოდენობა გამოწვეულია ტორფის ორგანული ნივთიერების მიერ სპილენძის ძლიერი შებოჭვით. სპილენძის მაქსიმალური რაოდენობა ტორფნარებში აღწევს 8 მგ 1 კგ ნიადაგზე, ხოლო ზოგიერთ მინერალურ ნიადაგში 20—100 მგ ფარგლებშია. მცენარე სპილენძის მიმართ მაღალ მოთხოვნას ამჟღავნებს მაშინ, როცა მისი შემცველობა მკავე ნიადაგებში 4—5 მგ ნაკლებია, ხოლო მოკირიანებულზე 6—7 მგ ერთ კგ ნიადაგზე.

სპილენძის დეფიციტის თავიდან ასაცილებლად ნიადაგში შეაქვთ შაბიამანი — 25 კგ/ჰა ან პირიტის ნამწვავი — 50 კგ/ჰა, 4—5 წელიწადში ერთხელ.

კომპოსტიზი

ადგილობრივი ორგანული სასუქების რაოდენობის გადიდებისა და ხარისხის გაუმჯობესების ერთ-ერთი ძირითადი საშუალებაა კომპოსტირება.

დაკომპოსტირება ხელს უწყობს საკვები ელემენტების შენარჩუნებას, მათი დანაკარგების შემცირებას ნაკელში, წუნწუხსა და სხვ. მცენარისათვის მისაწვდომი საკვები ელემენტების დაგროვებას კომპოსტის მეორე შემადგენელ ნაწილში, ტორფში ან სხვა ინერტულ მასალაში.

კომპოსტი უმეტესად ორი ძირითადი კომპონენტისაგან შედგება. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდება მიკრობიოლოგიური დაშლისადმი არაერთნაირი უნარით. ერთი მათგანი — ტორფი ან კორდის მიწა ახდენს ტენისა და ამიაკის შთანქმას. ისინი დაკომპოსტების გარეშე სუსტად იშლებიან. მეორე კომპონენტი — ნაკელი, წუნწუხი, ფეკალი და სხვ. მდიდარია მიკროფლორით, შეიცავს ადვილად ხსნად აზოტის შემცველ ორგანულ ნივთიერებას. ასეთ კომპოსტში ტორფი ჰარბობს მასზე დასაკომპოსტებლად მიმატებულ ნივთიერებას. მაგალითად, ნაკელი, წუნწუხი, ფეკალი აიღება ტორფის მასის მხოლოდ 10—15%. ტორფზე მეორე

კომპონენტის (ნაკელი, ფეკალი, წუნწუხი) დამატება იწვევს ტორფის ორგანული ნივთიერების მიკრობიოლოგიური დაშლის პროცესის გაძლიერებას. ასეთ კომპოსტირებას ბიოლოგიური ეწოდება.

ბიოლოგიური დაკომპოსტება უზრუნველყოფს ნაკლებად ძვირფას და შედარებით ინერტული კომპონენტის ხარჯზე მაღალხარისხოვანი ორგანული სასუქის დიდი რაოდენობით დაგროვებას.

ამ ჯგუფის კომპოსტებს ეკუთვნის: ტორფ-ნაკელის, ტორფ-ფეკალის, ტორფ-წუნწუხისა და სხვა კომპოსტები. არის კომპოსტების მეორე ჯგუფი. მათ ამზადებენ ზოგიერთი ორგანული სასუქის კირთან ან მინერალურ სასუქებთან დაკომპოსტებით. მინერალურ სასუქს იყენებენ ორგანული ნივთიერების გასამდიდრებლად იმ საკვები ელემენტით, რომელიც მას აკლია, ხოლო კირს — ქარბი მჟავიანობის გასაანეიტრალებლად, მიკრობიოლოგიური პროცესების გასაძლიერებლად. ამ ჯგუფში შედის: ნაკელ-ფოსფორიტის, ტორფ-ფოსფორიტის, ტორფ-ნაკელ-ფოსფორიტის, ტორფ-კირის, ტორფ-ნაცრისა და გამდიდრებული ტორფის კომპოსტები.

ნაკელისა და ტორფის გარდა დაკომპოსტებისათვის იყენებენ ჩალასა და სხვა ორგანულ ანარჩუნებს. ამ ხერხის მიზანია ჩალისა და ანარჩუნების დაშლა, მათ შედგენილობაში შემავალი საკვები ნივთიერებების მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაში გადაყვანა, ნიადაგში შეტანილი აზოტიანი სასუქის ბიოლოგიური შთანთქმის თავიდან აცილება ან მისი შემცირება.

უკრაინის ეკონომიკის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მონაცემებით, ნაკელისა და ტორფ-კომპოსტის გამოყენება კარტოფილისა და სიმინდის ნათესებში, ნამატი მოსავლის ღირებულება გამოხატული სახელმწიფო შესყიდვის ფასებში, ორჯერ და მეტად აღემატება ამ სასუქის მომზადებაზე და 4 კმ მანძილზე გადატანასა და გამოყენებაზე გაწეულ დანახარჯებს. 8 კმ მანძილზე ამ სასუქთა გადაზიდვით, სასუქის გამოყენებაზე გაწეული დანახარჯები იზრდება, მაგრამ იგი მაინც ნაზღაურდება ნამატი მოსავლის ღირებულებით. ნაკელისა და ტორფ-ნაკელის კომპოსტის ეფექტი მარტო მათი პირდაპირი მოქმედებით არ განისაზღვრება. თუ გავითვალისწინებთ მათ შემდგომ მოქმედებას მოსავალზე, ასევე ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებაზე, მაშინ დანახარჯთა ანაზღაურება მოიმატებს. ანალოგიური მონაცემებია მიღებული ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანების ხანგრძლივ ცდებში სუბტროპიკული კულტურების მიმართ. ამავე ინსტიტუტების მონაცემებით მარტო ტორფის სასუქად გამოყენება ეკონომიკურად ეფექტური არ არის.

ტორფ-ნაკელის კომპოსტები. კომპოსტთა შორის ტორფ-ნაკელის კომპოსტი ყველაზე უფრო გავრცელებულია. მაღალხარისხოვანი ორგანული სასუქების რაოდენობის გადიდების ერთ-ერთი ძირითადი საშუალებაა ტორფ-ნაკელის კომპოსტისა და ტორფიანი ნაკელის დამზადება.

შათი მიღება შეიძლება სხვადასხვა გზით. მაგალითად, ტორფიანი ნაკელი მიიღება ტორფის საფენად გამოყენებით, ხოლო ტორფ-ნაკელიანი კომპოსტები — ტორფისა და ნაკელის ერთმანეთში არევიტ შტაბელების დაწყობისას ან უშუალოდ ტორფიან ჰაობზე.

ტორფზე ნაკელის მოქმედებით, ტორფის აზოტი მოკლე დროში ხდება უფრო მოძრავი და მცენარისათვის საკვებად მისაწვდომი.

ნაკელი ამცირებს ტორფის მჟავიანობას, ქმნის ხელსაყრელ პირობებს ორგანული ნივთიერების, მათ შორის აზოტის შემცველი ორგანული ნაერთების დაშლაში მონაწილე მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობისათვის. მეორე მხრივ, ტორფი ხასიათდება მაღალი ტენტევალობით და შთანთქმის ტევალობით, შთანთქავს წუნწუხსა და ამიაკს, ისინი გამოიყოფა ნაკელის დაშლისას, ამიტომ ტორფი საგრძნობლად ამცირებს მათ დანაკარგს.

ნაკელის კომპოსტირებისათვის გამოდგება სამივე ტიპის ტორფი, მაგრამ უკეთესია განიავებული ტორფი, რომლის ტენიანობა 65—70% ფარგლებშია. ამ მიზნისათვის ტორფს ამზადებენ ზაფხულში ფენობრივ-ზედაპირული წესით.

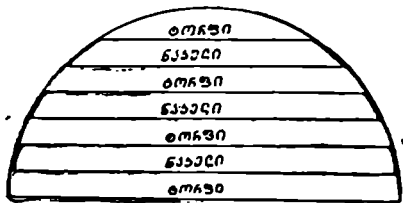
ტორფ-ნაკელის კომპოსტების დასამზადებლად შეფარდება ნაკელსა და ტორფს შორის დამოკიდებულია ნაკელითა და ტორფით მეურნეობის უზრუნველყოფაზე, მათ ხარისხსა და წლის დროზე. ზამთრის პერიოდში მათი შეფარდება 1:1, ხოლო ზაფხულში 1:3 შეადგენს.

ნაკელისა და ტორფის შტაბელებში დაკომპოსტების ორი ხერხი არსებობს — ფენობრივი და კეროვანი.

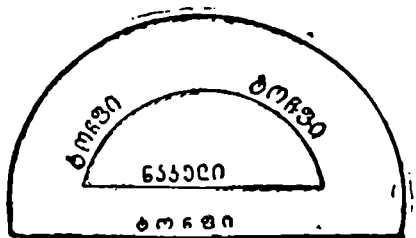
ფენობრივი დაკომპოსტება. შტაბელზე, რომლის განია 4—5 მ, მორიგეობით აწყობენ ტორფისა და ნაკელის ფენას (სურ. 4). პირველად შტაბელის მთელ სიგრძესა და სიგანეზე ალაგებენ 50 სმ სისქის ტორფის ფენას. მისი დანიშნულებაა ნაკელის წუნწუხის გრუნტში გაფონვის შემცირება. შემდეგ მასზე აწყობენ ნაკელის ფენას; ტორფისა და ნაკელის ფენას მონაცვლეობით აწყობენ მანამდე, სანამ შტაბელის სიმაღლე არ მიაღწევს 1,5—2,0 მ. შტაბელის ბოლო ფენა ასევე ტორფია. მისი დანიშნულებაა ნაკელის ამიაკური აზოტის აორთქლების შემცირება.

კომპოსტში ტორფისა და ნაკელის ფენის სისქე დამოკიდებულია მათ შეფარდებაზე. მაგალითად მათი 1:1 შეფარდებისას დასაშვებია 25—30 სმ ფენათა სისქე. ტორფის შეფარდების მატებასთან ერთად შტაბელში იზრდება ტორფის ფენის სისქე.

კერობრივი დაკომპოსტება. შტაბელის განი ამ შემთხვევაში 4—5 მ-ია. შტაბელში ნაკელს აწყობენ მთლიანად ან კერებად: პირველ ფენად ალაგებენ 50—70 სმ ტორფს, შემდეგ მასზე ადებენ ნაკელს 70—80 სმ ფენად, შტაბელის გასწვრივ, შუაში, 1,0—1,5 მ სიგანით და უფრო ვიწროდ, ვიდრე ქვედა ტორფიანი ფენა. ნაკელის ნაკლებობისას ან უსაფენო თხი-



სურ. 4. ნაკელისა და ტორფის ფენობრივი დაკომპოსტების სქემა



სურ. 5. ნაკელისა და ტორფის კერობრივი დაკომპოსტების სქემა

ერი ნაკელის გამოყენების შემთხვევაში, უმჯობესია მათი ჩაწყობა შტაბელის შიგნით პატარ-პატარა კერებად. შემდეგ ნაკელის ირგვლივ შემოაწყობენ ტორფს 50—70 სმ ფენად (სურ. 5).

კეროვანი დაკომპოსტება კარგია საზამთრო კომპოსტირებისათვის ცივ ზამთრიან რაიონებში. ასეთი კომპოსტის შტაბელში ტემპერატურა არ ეცემა 25—30°C-ზე ქვევით და თავიდანაა აცილებული შტაბელის გაყინვა.

კეროვანი დაკომპოსტებისათვის კომპოსტების ჩალაგება შტაბელებში ზამთრის თვეებში სასურველია 1—2 დღეში დამთავრდეს. ამ მიზნისათვის სასურველია ზამთრის თბილი დღეების შერჩევა.

ტორფ-ნაკელიანი კომპოსტების შტაბელებად დაწყობა მინდვრად, ბუღდლოზერით. ზაფხულში ტორფ-ნაკელიანი კომპოსტების შტაბელებად დაწყობა ბუღდლოზერებით ხდება. გასანოყიერებელ ნაკვეთზე ტორფი მოაქვთ და აწყობენ გროვებად, მწკრივში, ერთმანეთისაგან 5 მ დაშორებით. შემდეგ შემოზიდვენ ნაკელს და ალაგებენ ტორფის გროვებს შორის. ბაქანზე აგროვებენ ტორფისა და ნაკელის სამ მწკრივს. შემდეგ ორი განაპირა მწკრივის ნაკელსა და ტორფს ბუღდლოზერით მისწევენ შუა მწკრივისაკენ, კარგად აურევენ ერთმანეთში ორი მოპირდაპირე მიმართულებით და აწყობენ შტაბელს.

ფენობრივი და კერობრივი დაკომპოსტებისათვის, კომპოსტის ერთგვაროვანი მასის მისაღებად, საჭიროა შტაბელის არევა, ერთხელ მაინც, შენახვის პერიოდში.

ტორფ-ნაკელის კომპოსტის შტაბელის დატკეპნა აუცილებელი არ არის. ასეთი კომპოსტის ფაშარად დაწყობა აჩქარებს ორგანული ნივთიერების დაშლას. გამორიცხულია ნაკელის ამონიაკური აზოტის დანაქარგი, მას ტორფი შთანთქავს.

ზაფხულში, შტაბელი რომ არ გამოშრეს, საჭიროა მისი პერიოდულად მორწყვა ნაკელის წუნწუხით. თუ იგი არ გაგვაჩნია — წყლით.

მაღალი ხარისხის ტორფ-ნაკელის კომპოსტის მისაღებად საჭიროა ერთ

ტონა მასაზე 15—30 კგ ფოსფორიტის ფქვილის დამატება. ამ მიზნისათვის შტაბელის დაწყობისას ფოსფორიტის ფქვილს მოაფრქვევენ ტორფისა და ნაკელის ყველა ფენას. ასე მიიღება ტორფ-ნაკელი-ფოსფორიტის კომპოსტი. ასეთი კომპოსტი, რომელიც 30—50% ნაკელს შეიცავს ეფექტურობით არ ჩამოუვარდება კარგად მომზადებულ ნაკელს.

ზოგჯერ ამგვარ კომპოსტს ფოსფორიტის ფქვილის გარდა უმატებენ კალიუმთან სასუქს 5—6 კგ 1 ტ ტორფზე, ასევე კირს ტორფის მჟავიანობის მიხედვით. კალიუმისა და კირის დამატებას ახდენენ ტორფის ფენაზე, ხოლო ფოსფორიტის ფქვილისას — ნაკელისაზე.

ტორფს თხიერ ნაკელთან აკომპოსტებენ ისე, როგორც ნაკელის წუნწუხთან.

ტორფ-წუნწუხიანი კომპოსტები. საწუნწუხეში დაგროვილი წუნწუხი. მიზანშეწონილია, პირველ რიგში კომპოსტების დასამზადებლად გამოვიყენოთ. კომპოსტირებისათვის გამოდგება ყველა სახის ტორფი, გარდა კირიანი ტორფისა. კირიან ტორფთან წუნწუხის დაკომპოსტებისას მოსალოდნელია წუნწუხის ამონიაკური აზოტის დანაკარგი.

ტორფ-წუნწუხის კომპოსტს ზამთრის თვეებში ამზადებენ სანაკელეში, ხოლო ზაფხულში — მინდვრად, შტაბელებში ან ამოშრობილ ტორფნარებზე.

ტორფ-წუნწუხის კომპოსტის დასამზადებლად ყოველ ტონა განიავებული ტორფს, მისი ტენიანობის შესაბამისად, უმატებენ 0,5—1 ტ წუნწუხს.

ტორფ-წუნწუხის კომპოსტს ორი წესით ამზადებენ: 1. ტორფის შტაბელს ჯერ აწყობენ 3—4 მ სიგანით და 1,5—2 მ სიმაღლით. შემდეგ შტაბელის ზემოთ, შუა ადგილზე აკეთებენ 50—80 სმ სიღრმისა და დაახლოებით 1 მ სიგანის გობისმაგვარ ჩაღრმავებას, ავსებენ საჭირო რაოდენობის წუნწუხით, მისი მთლიანად შეწოვის შემდეგ გობისმაგვარ ჩაღრმავებას ამოავსებენ ტორფით და შტაბელის ზედაპირს მოასწორებენ. 2. ტორფს აწყობენ შტაბელში ფენებად. თითოეული ფენის სისქეა 30—50 სმ. შტაბელის სიმაღლე — 1,5—2 მ. ყველა ფენას, გარდა ზედა ფენისა, ატენიანებენ წუნწუხით. უმჯობესია ტორფის ახალი ფენის მაშინ ჩაწყობა, როცა წინა ფენა გაცხელებას დაიწყებს. ეს ხდება წუნწუხის შეტანიდან 4—5 დღის შემდეგ.

მაღალხარისხიანი კომპოსტის მისაღებად საჭიროა მასზე ტორფის მასის 1,5—2,0% ფოსფორიტის ფქვილის დამატება. ფოსფორიტის ფქვილის დამატების შემდეგ ტორფის ფენას ატენიანებენ ნაკელის წუნწუხით. ამ წესით დამზადებულ კომპოსტს ტორფ-წუნწუხ-ფოსფორიტის კომპოსტი ეწოდება. იგი გამდიდრებულია წუნწუხის მიკროფლორით, მოძრავი აზოტითა და კალიუმით, ასევე მინერალური სასუქის ფოსფორითა და კალიუმით.

ტორფ-წუნწუხიანი კომპოსტების მომწიფების ხანგრძლივობა დამოკიდებულია საკომპოსტე მასალის თვისებასა და წელიწადის დროზე. იგი 1—4 თვე გრძელდება. ამ პერიოდში, სხვა მიკრობიოლოგიურ პროცესთან ერთად, კომპოსტის შტაბელში მიმდინარეობს ნიტრიფიკაცია.

ტორფ-წუნწუხიანი კომპოსტის სუსტი ტუტე რეაქცია ($pH=7-8$). ნახშირწყლებით სიმდიდრე და ჟანგბადით სიღარიბე განსაზღვრავს კომპოსტში დენიტრიფიკაციის პროცესს. რაც უფრო ძლიერია ნიტრიფიკაციის პროცესი, მით მეტი საშიშროებაა დენიტრიფიკაციის გზით აზოტის დანაკარგისა. არის მეცნიერული მონაცემები იმის შესახებ, რომ ტორფ-წუნწუხის კომპოსტის შტაბელის ფაშარად დაწყობისას იკარგება მეტი აზოტი, ვიდრე ტკეპნილად შენახვის დროს. ტკეპნილად მომზადებულ შტაბელში ნიტრატების წარმოქმნა 1—2 თვის შემდეგ ხდება. ამ ხნის განმავლობაში არ შეიძლება განვითარდეს დენიტრიფიკაციის პროცესი. ამიტომ ამგვარი კომპოსტები უმჯობესია ნიადაგში შევიტანოთ მომზადებიდან ამ ვადის გასვლამდე.

ფეკალი და ფეკალური კომპოსტები. ფეკალური მასა საშუალოდ შეიცავს 0,5—0,8% აზოტს, 0,2—0,4% ფოსფორს (P_2O_5) და 0,2—0,3% კალიუმს (K_2O). ეს ნივთიერებები სხვა ორგანულ სასუქებთან შედარებით, გარდა ნაკელის წუნწუხისა, მცენარისათვის კარგად შესათვისებელ ფორმაშია. ამიტომ ფეკალებს სწრაფმომქმედ სასუქებს აკუთვნებენ. ფეკალში აზოტი ძირითადად 70—80% ამონიაკისა და შარდოვანას სახითაა წარმოდგენილი.

ამჟამად, ფეკალის სასუქად გამოყენების ორ ხერხს მიმართავენ: გამოშრობას და წყლით განზავებას.

გამოშრობილ, ფქვილად ქცეულ ფეკალს პუდრეტი ეწოდება. იგი შეიცავს დაახლოებით 2% აზოტს, 4% P_2O_5 და 2% K_2O -ს. გამოშრობით ფეკალის მასა მცირდება, იგი გადასაზიდად უფრო მოსახერხებელი ხდება. ამჟვე დროს გამოშრობის პროცესი ხანგრძლივია, ამიტომ დიდია ამიაკის სახით აზოტის დანაკარგი. ამგვარი დანაკარგის შესამცირებლად ფეკალს შრობის პროცესში დაემატოს — მშრალი ტორფი 8—10% ან ფხვნილისებრი სუპერფოსფატი 3—5%.

პუდრეტის გამოყენების ნორმაა 2—3 ტ/ჰა. მისი შეტანის პირველსავე წელს მცენარე მის შედგენილობაში შემავალი აზოტიდან ითვისებს — 50—60%, ფოსფორიდან—30—40% P_2O_5 და კალუმიდან 60—70% K_2O -ს.

ქალაქიდან ფეკალის გატანა ხდება კანალიზაციის სისტემით. საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყალთან ერთად. მათი შეტანა სარწყავ ნაკვეთებზე ფეკალების სასუქად გამოყენების ერთ-ერთი საუკეთესო ხერხია. მცენარე ერთდროულად შეიძლება უზრუნველყოთ წყლითა და საკვები ნივთიერებით.

ჩამდინარე წყლის ყოველი კუბური მეტრი საშუალოდ შეიცავს: 60—100 გ აზოტს, 10—20 გ ფოსფორს, 20—40 გ კალიუმს, 60—110 გ კალციუმს, 25—50 გ მაგნიუმსა და 60—70 გ ქლორს. აქედან ჩანს, რომ ჩამდინარე წყალში ბევრია აზოტი, ამიტომ იგი კარგად მოქმედებს სასილოსე და სხვა კულტურებზე, რომელთა მოთხოვნილება აზოტის მიმართ მაღალია. ფეკალში ბევრია ქლორი, ამიტომ იგი არ გამოდგება ქლორისადმი უარყოფითად მგრძნობიარე კულტურებისათვის (თამბაქო, კარტოფილი და სხვ.).

ფეკალის გამოყენება, სანიტარული და აგრონომიული თვალსაზრისით, უმჯობესია კომპოსტის სახით. ამ დროს ნაკლებია აზოტის დანაკარგი, უმჯობესდება ფეკალის სანიტარული მხარეც.

ფეკალის დაკომპოსტება ტორფთან, ჩალასთან და სხვა სუსტადხნად ორგანულ მასალასთან იძლევა მაღალხარისხიან ორგანულ სასუქს. ეს არის ფეკალის აზოტის დანაკარგის შემცირებისა და ფეკალის გაუვნებლობის ყველაზე კარგი ხერხი. კომპოსტის ჩაწყობიდან 2—3 თვის შემდეგ სრულიად ისპობა დაავადების აღმძვრელები და ქრება არასასიამოვნო სუნნი.

ტორფ-ფეკალური კომპოსტი. იგი უძვირფასესი ორგანული სასუქია. ბევრად სჯობს ნაკელისა და ტორფის სხვა კომპოსტებს. მას ძლიერმოქმედ და სწრაფმოქმედ ორგანულ სასუქს უწოდებენ.

ტორფ-ფეკალური კომპოსტის მოსამზადებლად გამოდგება ყველა სახის ტორფი. ამ კომპოსტების მოსამზადებლად ფეკალის რაოდენობა დამოკიდებულია ტორფის ტენიანობასა და მისი დაშლის ხარისხზე. რაც მეტია ტორფის ტენიანობა და დაშლის ხარისხი, მით ნაკლები რაოდენობით ფეკალია საჭირო. 1 ტ დაბლობის ტორფზე, რომლის ტენიანობა დაახლოებით 70%-ია იღებენ 0,5 ტონამდე ფეკალს. იმავე ტენიანობის სუსტად დაშლილი ხავსის ტორფის დასაკომპოსტებლად ფეკალის ნორმას ზდიან 2 ტონამდე, ხოლო 50%-მდე ტენიანობის შემთხვევაში — 3,5 ტ-მდე.

ფეკალის გაუვნებლობის მიზნით, ტორფ-ფეკალურ კომპოსტს გარკვეული დროით ათავსებენ შტაბელში ფაშარად.

ტორფ-ფეკალური კომპოსტების დამზადების ხერხი იგივეა, რაც ტორფ-წუნწუნის კომპოსტის. მათი დამზადება მთლიანად მექანიზებულია.

ტორფ-მინერალური კომპოსტები. ტორფი შეიძლება დაეაკომპოსტოთ სხვადასხვა მინერალურ ნივთიერებასთან. მაგალითად, კირთან-ტორფ-კირის კომპოსტი, ნაცართან — ტორფ-ნაცრის კომპოსტი, ფოსფორიტის ფქვილთან — ტორფ-ფოსფორიტის კომპოსტი, ფოსფორიტის ფქვილთან და ამონიუმის გვარჯილასთან — გამდიდრებული კომპოსტი, ამიაკურ წყალთან — ტორფ-ამიაკის კომპოსტი და სხვ.

ტორფ-კირისა და ტორფ-ნაცრის კომპოსტები. ტორფი, რომლის რეაქცია მჟავეა (pH 5-ზე ნაკლები) უნდა დაკომპოსტდეს კირთან ან ნაცართან. ტორფის შტაბელად დაწყობის დროს, მის ყოველ 15—20 სმ ფენას მოაყრიან კირს ან ნაცარს, კირიანი სასუქებიდან უმჯობესია დოლომიტი.

კირთან დაკომპოსტება ხელს უწყობს ჭარბი მჟავიანობის განეიტრალებას, კალციუმითა და მაგნიუმით გამდიდრებას. კირის ნორმა უმჯობესია დეადგინოთ ტორფის 0,8 ჰიდროლიზურ მჟავიანობის მიხედვით. პრაქტიკულად ტორფის 60—70% ტენიანობის პირობებში კირის ნორმა შეადგენს ტორფის მასის 1—3%, რაც მეტად მჟავეა ტორფი, მით მეტი კირია საჭირო.

ტორფ-კირიანი კომპოსტის მომწიფება ხდება დაკომპოსტებიდან 4—5 თვეში. იგი მდიდარია კალციუმით, მაგრამ ღარიბია ფოსფორითა და კალიუმით. ამიტომ საჭიროა ამ კომპოსტის გამოყენება ფოსფორიან და კალიუმთან სასუქთან ერთად.

ტორფის ნაცართან დაკომპოსტება მიზნად ისახავს კომპოსტის გამდიდრებას კალიუმით, ფოსფორითა და კალციუმით, ასევე მჟავიანობის ნაწილობრივ შემცირებას. ამ მიზნისათვის იყენებენ ნაშჩის ან ხისა და ტორფის ნაცარს. განიავებული ტორფის ყოველ ტონაზე იღებენ 25—30 კგ ნაშჩის ან ხის ნაცარს, ან 100—200 კგ ტორფის ნაცარს. ამგვარი კომპოსტის მოსამზადებლად არ გამოდგება ძლიერ მჟავე, არც მაღალი ნაცარიანობის მქონე ტორფი. კარგია საშუალოდ და ძლიერ დაშლილი ტორფი.

ტორფ-ფოსფორიტის კომპოსტები. ტორფის კომპოსტირება ფოსფორიტის ფქვილთან ზრდის როგორც ტორფის, ისე ფოსფორიტის ფქვილის ეფექტურობას. ტორფი მდიდრდება ფოსფორითა და კალციუმით, რამდენადმე მცირდება მისი მჟავიანობა. ტორფის მჟავე რეაქცია შლის ფოსფორიტის ფქვილის ფოსფორს და იგი გადაჰყავს მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაში. დადგენილია, რომ კომპოსტის ჩაწყობიდან ერთი თვის შემდეგ ფოსფორიტის ფქვილის P_2O_5 -ის 30—36%-მდე გადადის მცენარისათვის ადვილად მისაწვდომ ფორმაში.

ტორფ-ფოსფორიტის კომპოსტის მოსამზადებლად კარგია მჟავე ტორფი, რომელიც არ შეიცავს მოძრავ ალუმინს. 65—70% ტენიანობის ყოველ ტონა ტორფზე საჭიროა დაემატოს 10—30 კგ ფოსფორიტის ფქვილი. იგი უნდა დაუშნატოთ ტორფს შტაბელებად დაწყობის დროს ან ამოშრობილ ტორფნარს ფენობრივ-ზედაპირული დამუშავების დროს. ამ სახის კომპოსტის მომწიფების ვადა 2—3 თვეა.

ტორფ-ფოსფორიტის კომპოსტი მაღალი ეფექტურობით ხასიათდება ყველა ნიადაგზე, განსაკუთრებით კი ისეთზე, სადაც ფოსფორიტის ფქვილის ეფექტი დაბალია — ქვიშიანი და ქვიშნარი, მოკირიანებული მჟავე ნიადაგები, ნეიტრალური და ტუტე ნიადაგები.

ტორფ-კირისა და ტორფ-ფოსფორიტის კომპოსტების ეფექტურობას ზღის მათთან ერთად მინერალური აზოტიანი სასუქების გამოყენება. რადგანაც კომპოსტები შეტანის პირველ წელს ვერ აკმაყოფილებენ მცენარის მოთხოვნილებას აზოტზე.

ტორფის გამდიდრებული კომპოსტები. ასეთი კომპოსტის მოსამზადებლად ყოველ 100 კგ ამბსულუტურად მშრალ ტორფს უმატებენ 30 კგ ფოსფორიტის ფქვილს და 8 კგ ამონიუმის გვარჯილას. ამგვარ კომპოსტში საერთო ფოსფორის შემცველობა 6—7% აღწევს, ხოლო საერთო აზოტისა—4,5—5%-ს. ტორფის 75% ტენიანობის პირობებში ყოველ ტონა ტორფზე იღებენ დაახლოებით 75 კგ ფოსფორიტის ფქვილს, ამონიუმის გვარჯილას 20 კგ. გამდიდრებული კომპოსტის მომწიფების ხანგრძლივობა 1—1,5 თვეა.

ტორფ-მინერალურ-ამონიაკური სასუქები (ტმას). ამ სასუქის მოსამზადებლად ტორფს ჟღენთავენ ამიაკური წყლით. დაბლობისა და მაღლობის ტორფის ერთნაირი რაოდენობით არ უმატებენ ამიაკურ წყალს. მაღლობის ტორფს—1, ხოლო დაბლობისას 0.7 ჰიდროლიზური მჟავიანობის მიხედვით. ამონიაკურ წყალთან ერთად ტორფს უმატებენ, აგრეთვე ფოსფორიან და კალიუმიან სასუქებს.

ამგვარი სასუქის დასამზადებლად უმჯობესია ისეთი ტორფი, რომლის ნაცრიანობა 25% ნაკლებია, ტენიანობა 55—65%, ხოლო დაშლის ხარისხი — მაღლობის ტორფისათვის 20—25% და დაბლობის ტორფისათვის 15—20%.

მაღლობის ტორფზე დამზადებული ტმას-ი შემდეგ კომპონენტებს შეიცავს: 30—35 კგ ფოსფორის ფქვილს ან სუპერფოსფატისა და ფოსფორიტის ფქვილის ნარევს შეფარდებით 1:1; 10—12 კგ ქლორკალიუმს ან ექვივალენტური რაოდენობით სხვა კალიუმიან სასუქს, 30—35 ლ. 25%-ან ამიაკურ წყალს. დაბლობის ტორფზე ტმას დასამზადებლად საჭიროა ასევე 1 ტ მშრალ ტორფს დაემატოს: ფოსფორიანი სასუქი—20—25 კგ, ქლოროვანი კალიმი—8 კგ და ამიაკური წყალი 20—25 ლ. ამ სასუქის ნაკლი იმაში მდგომარეობს, რომ მისი დამზადებიდან ნიადაგში შეტანამდე იკარგება ამიაკის მნიშვნელოვანი ნაწილი.

ტორფის დაკომპოსტება ამოშრობილ ტორფნარებზე. გასანოყიერებელ ნაკვეთებთან ახლოს მდებარე ტორფნარების დაკომპოსტება უფრო მიზანშეწონილია ადგილზე. ამ წესით მომზადებული კომპოსტების თვითღირებულება დაბალია, რადგანაც არსებითად მცირდება კომპოსტების გამოყენებაზე გაწეული დანახარჯები, განსაკუთრებით დატვირთვა-გადმოტვირთვისა და ტრანსპორტის ხარჯები.

ტორფნარების ადგილზე დაკომპოსტება შემდეგნაირად ხდება. ჯერ ამოაშრობენ ჭაობს, მოაცილებენ ბუჩქნარს, ჯირკვებსა და სხვა ზედმეტ ნაწილს. ეს სამუშაოები მექანიზებულად ტარდება. ამოშრობილ და გაწ-

შენდილ ტორფნარს მოხნავენ 25—30 სმ სიღრმეზე. უკეთ გამოშრობის მიზნით რამდენიმეჯერ დაფარცხავენ. ამის შემდეგ ტორფნარის მოსწორებულ ზედაპირზე მოაბნევენ ნაკელს, ფეკალს. ფოსფორიტის ფქვილს ან კომპოსტის სხვა კომპონენტს. მათი ნორმის გაანგარიშება ხდება ტორფის ადების ერთ ციკლზე 5—10 სმ ფენაში.

სასუქების ჩახვნა ტარდება დისკოებიანი ფარცხით. ტორფთან სასუქის უკეთ შერევისა და ტენის შემცირების მიზნით რამდენიმეჯერ ატარებენ კულტივაციას. ტორფნარის ზედა ფენას აგროვებენ ზვინებად. შემდეგ შტაბელებში აწყობენ.

ტორფნარებზე, ადგილზე შეიძლება დამზადდეს ზემოთ აღწერილი ყველა კომპოსტი, ასევე ტორფ-მცენარეული კომპოსტიც. თუ ტორფნარიდან 20 სმ სიღრმეზე ავიღებთ ფენას, რომლის 1 მ³ იწონის 400 კგ. მაშინ დამუშავებული ტორფნარის ყოველი ჰექტარი სეზონში დაახლოებით 800 ტ ტორფს იძლევა. ტორფნარების გასანოყიერებლად მინერალური და ორგანული სასუქების ნორმის დასადგენად ამ მონაცემებით ხელმძღვანელობენ.

ტორფ-მცენარეული კომპოსტები. ისეთ კომპოსტებს, რომლებიც მზადდება ამოშრობილ ტორფნარებზე პარკოსანი მცენარეების თესვით და შემდგომში მათი ნიადაგში ჩაკეთებით, ტორფ-მცენარეული კომპოსტი ეწოდება. ამისათვის პარკოსანი მცენარის მთელი მასის (ალკალიიდური ხანჭკოლა) ან ფესვის ნარჩენებისა და ნაწვერალის (საკვები ხანჭკოლა და სხვა პარკოსნები) ნიადაგში ჩაკეთებას ხდება.

პარკოსანი კულტურების დასათესად ამოშრობილი ტორფნარების მოხვნა შემოდგომით ტარდება. თუ ტორფნარი მკავე რეაქციისაა, მაშინ ზენის წინ 0,5 ჰიდროლიზური მკავეიანობის მიხედვით შეაქვთ კირი. გაზაფხულზე პარკოსნების თესვის წინ შეაქვთ 1—2 ტ ფოსფორიტის ფქვილი და 3—4 ც/ჰა ქლოროვანი კალიუმი. მათ ჩააკეთებენ დისკოიანი ფარცხით. ნაკვეთს მძიმე სატკეპნით მოტკეპნიან და შემდეგ ატარებენ პარკოსნების თესვას. თესვის წინ კარგია თესლის ნიტრაგინითა და მოლიბდენმკავე ამონიუმით დამუშავება.

მთელი მცენარეული მასის ნიადაგში ჩახვნით მიიღება ტორფ-სიღვრატის კომპოსტი. იგი მდიდარია მცენარეული მასით და მინერალური სასუქით, მასში გაძლიერებულია ბიოლოგიური პროცესები. დაჩქარებულია მინერალოგიური პროცესი და ტორფის აზოტის მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაში გადასვლა.

საკვები პარკოსანი კულტურები ყვავილობის ფაზაში მცირე უჯრედანას და დიდი რაოდენობით ცილოვან აზოტს შეიცავენ. ამ ფაზაში მათ ცელავენ და იყენებენ პირუტყვის საკვებად, ზოგჯერ აშრობენ და თივას ამზადებენ. ამის შემდეგ ნაკვეთს ხნავენ 10—15 სმ სიღრმეზე. 15—20 დღის შემდეგ ტორფნარის ზედაპირს ადისკოებენ. ტორფისა და მცენარე-

ული ნაშთის ნაწილის ნარევეს აგროვებენ 1,5—2 მ სიმაღლის გროვებად და აკომპოსტებენ. 1—2 თვის შემდეგ იყენებენ სასუქად.

ტორფ-მცენარეული კომპოსტები ეფექტურობით არ ჩამოუვარდება ნახევრად გადამწვარ ნაკელს. მათი გამოყენება იმავე ნორმით ხდება, რა ნორმითაც შეიტანება ნაკელი.

XIII თაზი

მწვანე სასუქები

მწვანე სასუქი აგროტექნიკური ხერხია. იგი გულისხმობს მცენარის მწვანე მასის ნიადაგში ჩახვნას ჰუმუსითა და აზოტით მისი გამდიდრების მიზნით. ამ ხერხს ხშირად სიდერაციას უწოდებენ, ხოლო ამ მიზნისათვის გამოყენებულ მცენარეებს — სიდერატებს.

სიდერატებად უმთავრესად პარკოსან მცენარეებს იყენებენ. მაგალითად, ხანჭკოლა, ჩიტფეხა, ძიძო, საშემოდგომო ცერცველა, ჩინა, ესპარცეტი და სხვ. ზოგჯერ მწვანე სასუქად არაპარკოსან მცენარეებსაც იყენებენ. მაგალითად, მლოგვი, წიწიბურა და სხვ. ზოგჯერ კი — პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახების ნარევეს, მაგალითად, ფიგია — შვრიის, ცერცველა-შვრიის ნარევი და სხვ., მაგრამ ნიადაგში აზოტის მნიშვნელოვანი რაოდენობით დაგროვებას მხოლოდ პარკოსანი მცენარეების მოშენება და ნიადაგში ჩახვნა იწვევს.

მწვანე სასუქების მნიშვნელობა. ნიადაგის თვისებებზე და სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების მოსავალზე მწვანე სასუქის მოქმედება მრავალმხრივია. ამ დროს მას, სხვა ორგანული სასუქებისაგან განსხვავებით, გააჩნია სპეციფიკური თვისებები.

მწვანე სასუქი, უპირველეს ყოვლისა, ამდიდრებს ნიადაგს ორგანული ნივთიერებით და აზოტით. მწვანე სასუქის ნედლი მასის მოსავალი ხშირად 35—45 ტ/ჰა-ს აღწევს. მისი ჩახვნით ნიადაგში გროვდება 150—200 კგ/ჰა აზოტი, ეს არის პარკოსანი მცენარეების კოჟრის ბექტერიების მიერ ჰაერიდან ფიქსირებული აზოტი.

მწვანე სასუქის ჩახვნა ნიადაგის სახნავ ფენაში იწვევს არა მარტო აზოტის, არამედ სხვა საკვები ნივთიერებების დაგროვების გადიდებას. პარკოსანი მცენარეების ფესვებს ნაცრის ელემენტები ამოაქვთ არა მარტო სახნავი ფენიდან, არამედ ნიადაგის უფრო ღრმა ფენებიდან. ე. ი. ნაცრის ელემენტების ქვედა ფენებიდან ზედა ფენაში გადაადგილებით სახნავ ფენას ამდიდრებენ ამ ელემენტებით.

სოფლის მეურნეობაში მწვანე სასუქებმა უფრო გვიან ჰპოვა გამოყენება, ვიდრე ნაკელმა. მწვანე სასუქის გამოყენებას 3—4 ათასი წლის ის-

ტორია აქვს. მის გამოყენებას პირველად ხელი მოჰკიდეს ჩინეთში. ინდოეთში, იაპონიაში, სადაც პარკოსანი მცენარეების ზრდა-განივთარების ხელსაყრელი ბუნებრივი პირობებია. არის მასალები იმის შესახებაც, რომ ძველ რომში ფართოდ მისდევდნენ მწვანე სასუქების გამოყენებას.

დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში მწვანე სასუქების პრაქტიკაში დანერგვა მოხდა XVIII საუკუნის დასაწყისში.

საქართველოში მწვანე სასუქების გამოყენება დაკავშირებულია ძვირფასი სუბტროპიკული კულტურების საწარმოო განვითარებასთან, ამავე დროს მას ფართოდ იყენებენ სხვა კულტურების (ხეხილი, ვენახი და სხვ.) გასანოყიერებლად.

სიდერატების მწვანე მასა თითქმის ისეთივე რაოდენობით აზოტს შეიცავს, რამდენსაც ნაკელი, ხოლო ფოსფორი და კალიუმი მასში ნაკელთან შედარებით ნაკლებია (ცხრ. 74).

ც ხ რ ი 74. სიდერატების მწვანე მასაში და ნაკელში ძირითადი საკვები ელემენტების შემცველობა (% ე. ალექსანდროვის მიხედვით)

სასუქი	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
შერეული ნაკელი (დატყვნილად შენახული)	0,50	0,24	0,55	0,70
ხანკოლის მწვანე მასა	0,45	0,10	0,17	0,47
ძიძოს მწვანე მასა	0,77	0,05	0,19	0,97

მწვანე სასუქში ფოსფორისა და კალიუმის მცირე შემცველობით გამოწვეული ნაკლი შეიძლება ადვილად გამოვასწოროთ, ამისათვის საჭიროა ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები შევიტანოთ სიდერატების ქვეშ ან მათი ნიადაგში ჩახვნის წინ.

მცენარის მიერ მწვანე სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი, ნიადაგში მისი ჩაქებების პირველ წელს თითქმის ორჯერ მეტია, ვიდრე ნაკელის აზოტის.

ნიადაგში მწვანე სასუქის ჩახვნით, მწვანე სასუქის შედგენილობაში შემავალი აზოტი არ იკარგება, ხოლო ნაკელის გამოყენებისას ეს დანაკარგები დიდია. მწვანე სასუქის დაშლა ნიადაგში მიმდინარეობს უფრო ჩქარა, ვიდრე უჯრედანათი მდიდარი სხვა ორგანული სასუქებისა.

ანალოგიურად სხვა ორგანული სასუქებისა, მწვანე სასუქები იწვევს ნიადაგის მჟავიანობისა და მოძრავი ალუმინის შემცველობის შემცირებას. აღიღებს ბუფერობას, შთანთქმის ტევადობას, ტენტევადობას, წყალ-

გამტარობას. აუმჯობესებს ნიადაგის სტრუქტურას და ქნის ხელსაყრელ პირობებს მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობისათვის.

ნიადაგში მიკრობიოლოგიური პროცესების გაძლიერებას არსებითი მნიშვნელობა აქვს სიღერატების ზრდა-განვითარების პერიოდში. მისი გავლენით ძლიერდება კოჟრის ბაქტერიების აქტივობა, ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციის გაძლიერება. მიკროფლორის განვითარებისათვის განსაკუთრებით კარგი პირობები იქმნება მწვანე სასუქების ნიადაგში ჩახვნის შემდეგ.

მწვანე სასუქების დაშლისას წარმოიქმნება CO_2 , რითაც მდიდრდება ნიადაგი და ნიადაგის ზედაპირზე ჰაერი.

მწვანე სასუქების გამოყენება ნაკლებად კულტურული ნიადაგების, განსაკუთრებით ქვიშნარი და ქვიშიანი ნიადაგების ნაყოფიერების ამაღლების მნიშვნელოვანი საშუალებაა.

მწვანე სასუქებად გამოყენებული მცენარეებისათვის დამახასიათებელია მძლავრი ფესვთა სისტემა და მიწის ზედა ნაწილის ძლიერი განვითარება. ამიტომ მცირდება ეროზიის მოვლენა, გარდა ამისა. სარეველა მცენარეების განვითარება შეზღუდულია. ეროზიის მოვლენების შემცირებას არსებითი მნიშვნელობა აქვს სუბტროპიკული ზონისათვის, სადაც დიდი რაოდენობით ნალექები მოდის და ტერიტორია მთაგორიანია. კარგად განვითარებული სასიღერაციო კულტურები შთანთქავენ ნიტრატებს, ამით წინ აღუდგებიან ნიტრატების დანაკარგს და ნიტრატებით გარემოს გაჭუქყიანებას.

ციტრუსების ბალში საშემოდგომო-საზამთრო სიღერატების გამოყენება იწვევს წყლისა და საკვები ნივთიერებების მიმართ კონკურენციას. გვიან შემოდგომასა და ზამთარში ძირითად კულტურას ართმევს მათ სასიღერაციო კულტურები, რის გავლენითაც ციტრუსები იძულებით გადადიან შესვენების სტადიაში და მათი ყინვისადმი გამძლეობა იზრდება. სასიღერაციო კულტურები პირველ რიგში უნდა გამოიყენონ იმ რაიონებში, სადაც მცირეა ნაკელის რესურსები ან გაძნელებულია მათი ნაკვეთში მიზიდვა. ამ მხრივ სუბტროპიკული ზონისათვის ყველა ორგანულ სასუქთა შორის საუკეთესოა მწვანე სასუქები. მის გამოყენებაზე გაწეული ხარჯები უმნიშვნელოა, ხოლო მინერალურ სასუქებთან ერთად მათი გამოყენება მაღალ ეფექტს იძლევა.

სიღერატების გამოყენების ხარხაზი, მწვანე სასუქის ფორმები

არჩევენ სიღერატების დამოუკიდებელ და შემკიდრობებულ ანუ შერეულ ნათესს. მარტო სიღერატების ნათესს — დამოუკიდებელი, ხოლო სხვა კულტურებთან ერთად — შემკიდრობებული (შერეული) ნათესი ეწოდება.

დამოუკიდებელი სიდერატით მინდორი დაკავებულია ერთი, ორი ან რამდენიმე წელი. ზოგჯერ სიდერატით მინდორი უფრო მოკლე ვადით არის დაკავებული. მაგალითად, ჩვენს სუბტროპიკულ ზონაში ერთი კულტურის მოსავლის აღებიდან მეორის თესვამდე. (მაგალითად, სიმინდი, გერანი და სხვ.). სხვა კულტურებით დაკავებულ ნაკვეთზე სიდერატების ასეთ ნათესს ჩ ა ს მ უ ლ ს ა ნ უ შ უ ა ლ ე დ უ რ ს უწოდებენ.

სიდერატების შემჭიდროებული ნათესი არის ერთ ფართობზე ერთდროულად რომელიმე ძირითადი მინდვრის კულტურისა და სიდერატის ან სხვა კულტურის მწკრივთა შორისებში სიდერატების მოყვანა. ასეთი წესი საშუალებას იძლევა მივიღოთ სიდერატების მწვანე მასის მნიშვნელოვანი რაოდენობა ჯერ კიდევ ძირითადი მინდვრის კულტურის ზრდა-განვითარების პერიოდში. ამ მიზნით მოყვანილი სასიდერაციო მცენარეების ჩახენა ხდება ძირითადი კულტურის მოსავლის აღებისთანავე.

სიდერატებს თესენ მთელ ფართობზე ან მის ნაწილზე ზოლებად. ამასთან დაკავშირებით არჩევენ მწვანე სასუქის მთლიან და კული-სურ ნათესს.

კულისური ნათესი ისეთი ნათესია, როცა მინდორზე მორიგეობს სხვადასხვა განის მქონე ზოლი — სიდერატით დაკავებული და სიდერატით დაუკავებელი.

სიდერატების კულისური კულტურა ფართოდ გამოიყენება ხეხილისა და ციტრუსების ბაღების, ჩაის პლანტაციების რიგთაშორისებში. ასევე ფერდობებზე, ნიადაგის ეროზიასთან საბრძოლველად მიმართავენ სიდერატების თესვას ზოლებად ფერდობების გადაკვეთაზე. ამ მიზნისათვის უკეთესია მრავალწლიანი კულტურების გამოყენება — მრავალწლიანი ხანჭკოლა, ონჯა, სამყურა და სხვ. საკულისო კულტურების მოყვანის სხვა წესიც არის. მაგალითად, არაშემიწა ქვიშნარი ნიადაგების გასაკულტურებლად, პირველ რამდენიმე წელს მთლიან ფართობზე თესავენ მრავალწლიან ხანჭკოლას, შემდეგ კულისებს აკეთებენ. სიდერატების ნიადაგში ჩახენა ხდება მორიგეობით. ჩახნული ზოლები გამოიყენება სხვა კულტურების მოსაყვანად, ხოლო ჩაუნხავი ზოლიდან მიღებული მწვანე მასით ანოყიერებენ ჩახნულ ზოლებს.

შეთესილი სიდერატები ნიშნავს სიდერატების თესვას წინამორბედი ძირითადი სასაქონლო კულტურების ნათესებზე. ამით მცირდება ნაკვეთზე მათი დამოუკიდებლად მოყვანის ხანგრძლივობა, რადგანაც შეთესილი სიდერატების ვეგეტაციის პირველი პერიოდი მიმდინარეობს მფარვე ძირითადი კულტურების ნათესებში. ამ მიზნისათვის კარგია ხანჭკოლის, ძიძოს, ჩიტფეხას და სხვ. გამოყენება.

ჩაწვერალი კულტურის სიდერატი ნიშნავს, მწვანე სასუქად სასიდერაციო კულტურების თესვას ძირითადი სასაქონლო კულტურების მოსაყ-

ლის აღების შემდეგ. ამ მიზნისათვის იყენებენ ერთწლიან სიდერატებს, ბარდას, ერთწლიან ხანჯკოლას და სხვ.

ისეთ რაიონებში, სადაც წინამორბედი კულტურის მოსავლის აღებასა და მომდევნო ძირითადი კულტურის თესვას შორის მოკლე პერიოდია ან, სადაც ძირითადი კულტურის განვითარების პირველ პერიოდში კლიმატური პირობები არახელსაყრელია, უმჯობესია გამოვიყენოთ შეთესილი სიდერატები. წინააღმდეგ შემთხვევაში სიდერატების მწვანე მასის მაღალ მოსავალს ვერ მივიღებთ.

იმ რაიონებში, სადაც თბილი, ტენიანი და ხანგრძლივი შემოდგომაა, კარგ შედეგს იძლევა სანაწვერალო სიდერატები ისეთი კულტურების გასანოყიერებლად, როგორცაა შაქრის ჰარხალი, საკვები ძირხვევნები, ეთერზეთოვანი კულტურები, სიმინდი, ხორბალი და სხვ.

საქართველოს, აზერბაიჯანისა და კრასნოდარის მხარის სუბტროპიკულ ზონაში, ასევე შუა აზიის რესპუბლიკების სარწყავ რაიონებში ფართოდ იყენებენ საშემოდგომო-საზამთრო სიდერატებს. მათ სექტემბერ-ოქტომბერში თესავენ, მომდევნო წლის გაზაფხულზე ნიადაგში ჩახნავენ.

გამოყენების პირობებიდან გამომდინარე, იყენებენ როგორც შეთესილ, ისე სანაწვერალო საშემოდგომო-საზამთრო სიდერატებს.

მწვანე სასუქად სიდერატების გამოყენება შეიძლება მათი მწვანე მასის (მიწის ზედა და მიწისქვეშა) მთლიანად, ან მისი ნაწილის ნიადაგში ჩახვნით. აქედან გამომდინარე, არჩევენ მწვანე სასუქის სამ ძირითად ფორმას: დამოუკიდებელ, საცეცხლავ და წამონაზარდ ანუ აქვიტას.

მწვანე სასუქის დამოუკიდებელი ფორმა ეწოდება ისეთ ნაწილს, როცა ნაკვეთი ერთწლიანი კულტურების სავეგეტაციო პერიოდში მთლიანად ან ნაწილობრივ დაკავებულია მწვანე სასუქით და მისი მწვანე მასა მთლიანად ჩაიხვენება ნიადაგში. იმასთან დაკავშირებით, რომ მწვანე მასა მთლიანად გამოიყენება სასუქად, ამ ფორმის სასუქს სრულ მწვანე სასუქსაც უწოდებენ. ეს ფორმა კარგია მხოლოდ ძალზე ჩამორეცხილი და ღარიბი ნიადაგების ნაყოფიერების აღსადგენად.

საცეცხლავი ფორმა ეწოდება ისეთ მწვანე სასუქს, როცა ნიადაგში ჩაიხვენება სხვა ნაკვეთზე მოყვანილი სიდერატების მხოლოდ მიწისზედა ნაწილი, რომელიც მოცეცხვის შემდეგ გადატანილი იქნება გასანოყიერებელ ნაკვეთზე. ამ ფორმის მწვანე სასუქის გამოყენებას დიდი მნიშვნელობა აქვს ჩაის. ციტრუსების, ხეხილის ისეთ ნარგაობებში, სადაც ვარჯი (შპალერი) შეკრულია და სიდერატების ადგილზე მოყვანა შეუძლებელია.

მწვანე სასუქის წამონაზარდ ანუ აქვიტის ფორმა ნიშნავს ნიადაგში მწვანე სასუქად ნაწვერალისა (წამონაზარდი) და ფესვების ჩახვნას. ამ ფორმის მწვანე სასუქის გამოყენების პირობებში პირველი

ნათიბი გამოიყენება პირუტყვის საკვებად ან სხვა ნაკვეთის გასანოყიერებლად, ან მულჩად.

საქართველოს ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში, სადაც პირუტყვისათვის საკვების ნაკლებობასთან გვაქვს საქმე, განსაკუთრებით ადრე გაზაფხულზე, დიდი მნიშვნელობა აქვს ამ ფორმის მწვანე სასუქად ფიგა--შვრიის, ცერცველა-შვრიის ნარევის გამოყენებას მრავალწლიანი ნარგავობის მწკრივთაშორისებში ან ზოგიერთი ერთწლიანი კულტურების მოსავლის აღების შემდეგ თესვას. გარდა ამისა, მრავალწლიანი ნარგავების მწკრივთა შორის კარგია მრავალწლიანი პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახების ნარევის თესვა, რომელთაგან პირველ სამ წელს მიღებული მოსავალი პირუტყვის საკვებად გამოიყენება, ხოლო მეოთხე წელს წამონაზარდი და ფესვები ჩაიხენება ნიადაგში.

მწვანე სასუქის გამოყენების რაიონები

მწვანე სასუქი, მათი ფორმებისა და თესვის ვადების სწორად შერჩევით მაღალ ეფექტს იძლევა ყველა ნიადაგურ და კლიმატურ ზონაში.

მწვანე სასუქების ეფექტურობა განსაკუთრებით მაღალია არაშვამიწვანიადაგებიანი ზონის კორდიან-ეწერი ნიადაგების რაიონებში. ეს ნიადაგები ბუნებრივ პირობებში ღარიბია ჰუმუსითა და საკვები ელემენტებით. ამ ზონაში მწვანე სასუქებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ქვიშიანი და ქვიშნარი ნიადაგების გაკულტურებისათვის. არაშვამიწვანიადაგებიანი ზონის ევროპულ ნაწილში შეიძლება ფართოდ გამოვიყენოთ მწვანე სასუქების ყველა ფორმა (დამოუკიდებელი, საცელავი, წამონაზარდი), ასევე სანაწვერალო და შეთესილი სიდერატები.

ციმბირის პირობებისათვის კარგია დამოუკიდებელი ფორმის მწვანე სასუქის გამოყენება, მათ შორის კორდიან-ეწერებზე ერთ და მრავალწლიანი ხანჭკოლის ნათესი, ხოლო ბიცობ და სუსტად ტუტე ნიადაგებზე — ძიძოს სახით.

შორეული აღმოსავლეთის რაიონები გამოირჩევა სითბოსა და ტენის სიუხვით, მაგრამ ნიადაგები ძალზე ღარიბია ჰუმუსით, ამ რაიონებისათვის სიდერატები წამყვანი მნიშვნელობისაა, ამიტომ განსაკუთრებით მაღალია აქ სოიოს, ერთწლიანი ვიწროფოთოლიანი და მრავალწლიანი ხანჭკოლის მწვანე სასუქად გამოყენების ეფექტი.

სარწყავ მიწათმოქმედებაში გაზაფხულის ადრე და შემოდგომის შედარებით გვიან დაწყება, სითბოსა და სინათლის სიუხვე, ხელოვნური მორწყვა ქმნის კარგ პირობებს მოკლე ვადაში სასიდერაციო კულტურების მაღალი მოსავლის მისაღებად და მათი მწვანე სასუქად გამოყენებისათვის.

შუა აზიისა და ამიერკავკასიის სარწყავი მებაძებობის რაიონებში, სა-

დაც ძირითადად რუხი ნიადაგებია გავრცელებული, გამოირჩევა ჰუმუსის მცირე შემცველობით და ორგანული სასუქებისადმი მაღალი მოთხოვნილებით, მაგრამ მათი დაგროვების შესაძლებლობა განსაზღვრულია. ამიტომ ამ პირობებში მწვანე სასუქების გამოყენება მინერალურ სასუქთან ერთად უნდა მივიჩნიოთ ბამბის მოსავლიანობის გადიდების ძირითად საშუალებად. აქ სიღერატებად გამოიყენება საშემოდგომო ბარდა — აგვისტო-სექტემბერში ნათესი (საშემოდგომო-საზამთრო სიღერატი) ან სანაწვერალოდ ნათესი — ივლის-აგვისტოში: საშემოდგომო ცერცველა, ალისფერი სამყურა, თერო, ძაძა და სხვ. — ბამბის რიგთაშორისებში აგვისტოში ნათესი.

სარწყავი მიწათმოქმედების ახალ რაიონებში — ვოლგისპირეთი, როსტოვის ოლქი, კრასნოდარის მხარე, ყირიმის ოლქი, სამხრეთი უკრაინა, სიღერატებად გამოიყენება თეთრი ძიძო, ცერცველა, ცულისპირა, ტრიგონელა და სხვ.

სარწყავი მიწათმოქმედების რაიონებში მიზანშეწონილია სიღერატები დაითესოს უშუალოდ სხვა მცენარეების მოსავლის აღების შემდეგ — სანაწვერალო სიღერატების სახით ან გაზაფხულზე საფარი კულტურების ქვეშ. მაგალითად, საგაზაფხულო ხორბლის ქვეშ შეთესილი სიღერატები.

სანაწვერალო სიღერატებად იყენებენ ცერცველა შვრიის ნარევს, ცულისპირას ან ტრიგონელას. მათ თესავენ ძირითადი კულტურის მოსავლის აღებისა და ნიადაგის მორწყვის შემდეგ. ნიადაგში ჩახნავენ — შემოდგომით ან ადრე გაზაფხულზე.

შეთესილი სიღერატები, მაგალითად, შენათესი ძიძო ზრდას აგრძელებს საფარი კულტურის მოსავლის აღების შემდეგ, მათი მწვანე მასა შემოდგომით ჩაიხვენება.

საქართველოს, აზერბაიჯანისა და კრასნოდარის მხარის სუბტროპიკულ ზონაში მწვანე სასუქს უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს კულტურათა მოსავლიანობის გადიდების საქმეში. ამ ზონაში სიღერატების განვითარებისათვის საუკეთესო პირობებია: სითბო და სინათლე, მოკლე და რბილი ზამთარი, ხშირი ნალექები, ყოველივე ეს ხელს უწყობს სიღერატებს მოკლე პერიოდში მწვანე მასის მაღალი მოსავლის მიღებას. ამ ზონაში გავრცელებული ნიადაგები — წითელმიწები, ყვითელმიწები, სუბტროპიკული ეწერები ღარიბია ორგანული ნივთიერებებით. ამიტომ მინერალურ სასუქთან ერთად მწვანე სასუქების გამოყენება წარმოადგენს სუბტროპიკულ ზონაში ყველა კულტურის მოსავლიანობის გადიდების საუკეთესო და ეკონომიკურად მეტად ეფექტურ ღონისძიებას.

მწვანე სასუქად გამოიყენება როგორც შემოდგომა-ზამთრის ერთწლიანი, ისე მრავალწლიანი სიღერატები: ყვითელი, ლურჯი, თეთრი ხანჭკოლა, ცულისპირა, ჩიტფხა, ბარდა-შვრიის ნარევი, ლესპედეზა-ბიკოლორი, კურდღლის ფრჩხილა, სოია, ძიძო და სხვ.

სიღერატების კარგად განვითარებისას, როცა სიღერატის მწვანე მასის მოსავალი 20 ტ/ჰა აღემატება, სხვა ორგანული სასუქის გამოყენება საჭირო არ არის.

სიღერატების მოშენების ხარხაზი, მათი გამოყენება

მწვანე სასუქად გამოიყენება ერთწლიანი და მრავალწლიანი პარკოსანი მცენარეები, ასევე პარკოსან მცენარეებთან ერთად მარცვლოვანი მცენარეების ნარევი — ნათესი. ამგვარ მცენარეთა რიცხვი დიდია. მათ შორის ყველაზე გავრცელებულ სიღერატებს მიეკუთვნება ხანჭკოლა, ჩიტყეხა, ძიძო.

ხანჭკოლები. სასიღერაციოდ იყენებენ ერთწლიან და მრავალწლიან ხანჭკოლას. ისინი ალკალოიდების სხვადასხვა შემცველობით ხასიათდება. ალკალოიდის შემცველი ხანჭკოლა მხოლოდ მწვანე სასუქად მოჰყავთ, ხოლო უალკალოიდო, როგორც პირუტყვის საკვებად (მიწისზედა ნაწილი), ისე მწვანე სასუქად (ფესვები, წამონაზარდი).

ხანჭკოლის ყველა სახე იძლევა მწვანე მასის კარგ მოსავალს, აგროვებს აზოტის მნიშვნელოვან რაოდენობას ღარიბ, ქვიშნარ ნიადაგებზეც კი. ასეთი ნიადაგების ათვისების წინ ხანჭკოლით გაკულტურება მათი ნაყოფიერების ამალღების კარგი საშუალებაა. ხანჭკოლას ახასიათებს მძლავრად განვითარებული ფესვთა სისტემა. მის ფესვებს უნარი აქვს გახსნას ნიადაგისა და სასუქის ძნელადხსნადი ფოსფატები. ამ უნარიდან გამომდინარე ხანჭკოლის ნათესში წარმატებით შეიძლება გამოვიყენოთ ფოსფორიტის ფქვილი. ხანჭკოლის გავლენით შემდგომში ფოსფორიტის ფქვილის ფოსფორი მისაწვდომი ხდება სხვა კულტურებისათვის.

ხანჭკოლა აზოტის შემგროვებელი მცენარეა, მას შეუძლია აზოტით უზრუნველყოს არა მარტო თავისი თავი, არამედ მეზობელი მარცვლოვანი მცენარე (შერეულ ნათესში). ამიტომ შერეულ ნათესში აზოტიანი სასუქის შეტანა საჭირო არ არის, მაგრამ ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანა აუცილებელია თუ ნიადაგში მათი შემცველობა მცირეა. მოკირიანებულ ნიადაგზე ფოსფორიანი სასუქების გამოყენებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა ზრდის დასაწყისში. საქმე ისაა, რომ ზრდის დასაწყისში ხანჭკოლას ფესვი სუსტად არის განვითარებული და ნიადაგის ფოსფატების ხარჯზე არ შეუძლია ფოსფორზე მცენარის მოთხოვნილების დაკმაყოფილება. ამიტომ ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანა საჭიროა ხანჭკოლის დათესვამდე.

ხანჭკოლები, სხვა პარკოსნებისაგან განსხვავებით, კარგად იზრდებიან მკვანე ნიადაგებზე. ეს ზრდის მათი გამოყენების არეალს. ერთწლიანი ხანჭკოლა ცუდად იტანს მოკირიანებას, ხოლო მრავალწლიანი — ცუდად რეაგირებს მოკირიანებაზე მხოლოდ ზრდის დაწყებისას. ეს გამოწვეულია

ფოსფორით ცუდად უზრუნველყოფით. მკავე ნიადაგში შეტანილი კირი ხელს უშლის ხანჭკოლას შეითვისოს ნიადაგისა და სასუქის ძნელადხსნადი ფოსფატები. ფოსფორიტის ფქვილის კირთან ერთად ნიადაგში შეტანით, ხანჭკოლის ზრდის პირველ თვეებში, ფოსფორი ცუდად ან სრულიად არ გამოიყენება. აქედან გამომდინარე, ახლად მოკირიანებულ ნაკვეთებზე თესვის დროს ხანჭკოლას გასანოყიერებლად უნდა გამოვიყენოთ არა ფოსფორიტის ფქვილი, არამედ გრანულირებული სუპერფოსფატის დაბალი ნორმა. სხვა შემთხვევაში ხანჭკოლის ყველა სახის გასანოყიერებლად ძირითად სასუქად მიჩნეულია ფოსფორიტის ფქვილი.

კორდიანი ეწერი ნიადაგების გაკულტურებისათვის ხანჭკოლის გასანოყიერებლად კირი და ფოსფორიტის ფქვილი შეიტანება თესვის წინ, მაგრამ კირი უფრო ღრმად — წინმხველიანი გუთნით ხენის დროს, ხოლო ფოსფორიტის ფქვილი — უფრო ზედაპირულად თესვისწინა კულტივაციის დროს. კირისა და ფოსფორიტის ფქვილის ფენოვანი შეტანა, კალიუმთან სასუქების გამოყენება და შემდგომ სიდერატების ჩახვნა ხელს უწყობს ნიადაგის ორგანული ნივთიერებით, აზოტით, ფოსფორით, კალიუმითა და კალციუმით ერთდროულად გამდიდრებას, ასევე ჭარბი მკავეანობის შემცირებას. ყოველივე ეს კარგ პირობებს ქმნის გასანოყიერებელი კულტურების ზრდისა და მოსავლიანობისათვის.

ერთწლიანი ალკოლოიდური ხანჭკოლები. არაშავმიწა ნიადაგებიანი ზონის ჩრდილოეთი ნაწილისათვის მწვანე სასუქად ყველაზე მეტად გამოიყენება ლურჯი-ვიწროფოთლიანი და ყვითელი ხანჭკოლა.

ერთწლიანი ხანჭკოლები მწვანე სასუქად მოჰყავთ დამოუკიდებელი, შერეული, შეთესილი კულტურის სახით. მათი მწვანე მასის ნიადაგში ჩახვნა საუკეთესოა მარცვლის რძისებრ-ცვილისებრი სიმწიფის სტადიაში, ამ ფაზაში მცენარეში ცილოვანი აზოტის შემცველობა მაქსიმუმს აღწევს და უჭრედანა მცირეა. სიდერატების ნიადაგში ჩაკეთება უნდა მოხდეს საშემოდგომო კულტურების თესვამდე 2—3 კვირით ადრე, რომ მოხდეს ნიადაგის დაჯდომა, არ გაშიშვლდეს საშემოდგომო კულტურების აღმონაცენის დაბარტყების კვანძი. ჩახვნის წინ მწვანე მასას აქუცმაცებენ თეფშებიანი ფარცხით, საშემოდგომო თესვის წინ ნიადაგს მოტკეპნიან.

მრავალწლიანი ხანჭკოლა ყინვების მიმართ მეტად გამძლეა, ამიტომ ჩრდილოეთ რაიონებშიც კი ასწრებს მომწიფებას. მოშენების პირველ წელს არ ყვავილობს, ფესვის ყელთან წარმოქმნის განტოტებებს, 10—15 ფირფიტის მქონე გრძელყუნწიან თითისმაგვარ რთულ ფოთლებს. მცენარე მასიურ ყვავილობას იწყებს მეორე წელს. მწვანე მასის მაქსიმალური რაოდენობა მიიღება მოშენებიდან მესამე-მეოთხე წელს. მაგრამ ნათესში ფოსფორიტის ფქვილის გამოყენება თესვიდან მეორე წელს მწვანე მასისა და თესლის მაღალი მოსავლის მიღების საშუალებას იძლევა.

მრავალწლიანი ხანჭკოლის თესლი დაფარულია მაგარი, წყლის ძნელად გამტარი კანით. ამიტომ გაღვივებისა და აღმოცენების დასაჩქარებლად საჭიროა თესლის სტრატეფიცირება.

მრავალწლიან ხანჭკოლას, როცა ერთი წლით იყენებენ, შეთესავენ შვრიის ან ქერის ნათესში და მეორე წელს მასიური ყვავილობის ან პარკების რძისებრ-ცივლისებრი სიმწიფის ფაზაში ჩახნავენ ნიადაგში. მისი ნიადაგში ჩახვნა შეიძლება აგრეთვე თესლის პირველი მოსავლის აღების შემდეგ. თუ ხანჭკოლის ანეულში გათვალისწინებულია საგაზაფხულო კულტურების თესვა, მაშინ მწვანე მასის პირველ მოსავალს იყენებენ სხვა ნაკვეთის გასანოყიერებლად, ხოლო წამონახარდს ფესვებთან ერთად ჩახნავენ იმავე ნაკვეთზე. ეს ქმნის ხელსაყრელ პირობებს მომდევნო კულტურების ზრდა-განვითარებისათვის.

კ. ტიპირიაზევის სახელობის სასოფლო-სამეურნეო აკადემიის აგროქიმიის კათედრის ცდებში, მრავალწლიანი ხანჭკოლის გავლენით მიიღეს საშემოდგომო ჭვავისა (პირდაპირ მოქმედება) და ბარდა-შვრიის ნარევის (შემდგომი მოქმედება) შემდეგი მოსავალი — ც/ჰა.

ჭვავი(მარცვლი) ბარდა შვრიის ნარევი(თოჯ)

უხსაუქოდ	20,5	28,1
ნაკელი 35 ტ/ჰა	38,1	37,3
მრავალწლიანი ხანჭკოლა, მწვანე მასა — 35 ტ/ჰა	38,8	35,1

მრავალწლიან ხანჭკოლას მწვანე სასუქად იყენებენ არა მარტო თესლბრუნვაში, არამედ ქვაბურების ფერდობების, ხეხილის ბალის მწკრივთაშორისების, ჩამორეცხილი ნაკვეთების გასანოყიერებლადაც, ასეთ ნაკვეთებზე მრავალწლიან ხანჭკოლას 6—8 წლის და ზოგჯერ მეტი ხნის მანძილზე ტოვებენ. ამ ნაკვეთებზე მოცელილ მწვანე მასას მრავალწლიან ნარგავებში ვარჯის ირგვლივ ჩასახნავად ან სხვა ნაკვეთის გასანოყიერებლად იყენებენ. ნიადაგები, რომელზედაც რამდენიმე წელს იზრდება მრავალწლიანი ხანჭკოლა, იძენს მაღალ ნაყოფიერებას, ნიადაგში გროვდება მნიშვნელოვანი რაოდენობით ორგანული ნივთიერება და ბიოლოგიური აზოტი. ამიტომ იგი წარმოადგენს უნაყოფო ქვიშნარი და ქვიშიანი ნიადაგების გაკულტურების საუკეთესო საშუალებას.

ერთწლიანი საკვები ხანჭკოლა. ამ სახის ხანჭკოლის გამოყენებით ერთდროულად წყდება ორი მეტად მნიშვნელოვანი საკითხი. მიიღება მაღალცილოვანი და იაფი საკვები პირუტყვისათვის და ნიადაგის ნაყოფიერება მაღლდება.

ლურჯი საკვები ხანჭკოლა მაღალმოსავლიანია, აქვს მაღალი საკვები

ღირებულება, გარდა ამისა, მისი ნაწვერალი და ფესვები აუჭობესებენ ნიადაგის თვისებებს.

არაშეამიწანიადაგებიანი ზონის პირობებში საკვები ხანჭკოლის მოყვანა და გამოყენება ყველაზე პერსპექტიულია დაკავებულ ანეულში. მისი მოცელები მასა გამოიყენება პირუტყვის საკვებად ან სასილოსედ, ხოლო წამონაზარდი — მწვანე სასუქად. მწვანე მასის მოცევა საუკეთესოა მასობრივი ყვავილობისას. უკრაინის დასავლეთ რაიონებისათვის პერსპექტიულია საკვები ხანჭკოლის შერეული ნათესები შვრიასთან, სიმინდთან ან საშემოდგომო კულტურებთან მწვანე საკვებად. სიმინდთან ხანჭკოლის შეთესვა მაშინ არის საუკეთესო, როცა სიმინდის სიმაღლე 20 — 25 სმ აღწევს და ჩატარებულია ორი კულტივაცია. ხანჭკოლის შეთესვის შემდეგ მწკრივთა შორისების დამუშავება წყდება.

საკვები ხანჭკოლის გამოყენებას დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში, სადაც პირუტყვის საკვები რესურსები განსაზღვრულია, ამ მიზნისათვის მიწის რესურსების უქონლობის გამო. ამიტომ იგი უნდა გამოიყენონ ყველა მრავალწლიანი ნარგავების მწკრივთა შორისებში როგორც დამოუკიდებელი, ისე შერეული ნათესის სახით. ამ მცენარის მწვანე საკვებად გამოყენებისათვის თესვის ვადა დამოკიდებულია პირუტყვისათვის საკვების მოთხოვნილების გრაფიკზე. ამიტომ მას რამდენიმე ვადაში თესავენ — ადრე გაზაფხულიდან დაწყებული — ზაფხულის ჩათვლით.

საკვებად და მწვანე სასუქად მოყვანილ საკვებ ხანჭკოლას ცელავენ კოკრების გამოღების ან ყვავილობის ფაზაში. ცელვას ატარებენ ფესვის ყელიდან 8—10 სმ სიმაღლეზე, ეს ხელს უწყობს აქვიტის კარგ ზრდას. უფრო დაბალზე მოცელების შემთხვევაში წამონაზარდი სუსტად ვითარდება. მწვანე სასუქად და სილოსად საკვები ხანჭკოლის მოსავლის აღების საუკეთესო ვადად ითვლება პერიოდი ყვავილობის წარმოქმნიდან პარკების განვითარებამდე.

ჩიტიფება ერთწლიანი პარკოსანი მცენარეა. იგი გამოიყენება, როგორც პირუტყვის საკვებად, ისე ნიადაგის ნაყოფიერების ასამაღლებლად. ჩიტიფება ტენის მოყვარული მცენარეა, კარგად ხარობს მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის, სუსტი მეხვე რეაქციის (pH 5—5,5) მქონე ნიადაგზე. აღმოცენებიდან 4—6 კვირის განმავლობაში მას ინტენსიურად უვითარდება ფესვები და ძალზე სუსტად იზრდება მიწის ზედა ნაწილი. კვიშა და ქვიშნარ ნიადაგებზე დადებითად რეაგირებს კალიუმთან სასუქების მიმართ, განსაკუთრებით ძლიერად — მაგნიუმის შემცველ კალიუმთან სასუქებზე. იგი მომთხოვნია ფოსფორის მიმართ და კარგად იყენებს ფოსფორიტის ფქვილის ფოსფორს.

ჩიტიფება სუფთა სახით მოჰყავთ საგაზაფხულო კულტურისა და ნასვენ მინდვრებში. ტენით უზრუნველყოფილ ნაკვეთებზე მოჰყავთ, რო-

გორც შეთესილ კულტურა. საფარი კულტურის მოსავლის აღების შემდეგ იზრდება გვიან შემოდგომამდე. მას იყენებენ პირუტყვის საკვებად (მოთიბული მასა) და მწვანე სასუქად. მწვანე მასად გამოიყენება მისი მიწისზედა და მიწისქვეშა ნაწილი ერთად ან აქვიტა.

ძიძო არის როგორც ერთწლიანი, ისე ორწლიანი, თეთრი და ყვითელი. თეთრი ძიძო მეტ მოსავალს იძლევა, ხოლო ყვითელი — უფრო ადრე მწიფდება. ძიძო კარგად ხარობს ნეიტრალურ, კალციუმით მდიდარ ნიადაგზე, ასევე მყავე ნიადაგებზე, მათი მოკირიანების შემდეგ.

ძიძოს ფესვთა სისტემა ვითარდება უფრო ძლიერად, ვიდრე ყველა სხვა პარკოსანი მცენარეების, მისი მწვანე მასისა და თესლის მოსავალი ბევრად მეტია, ვიდრე ერთწლიანი და მრავალწლიანი ხანჭკოლის. იმის გამო, რომ ძიძოს ძლიერი ფესვთა სისტემა აქვს, გამოირჩევა გვალვისადმი გამძლეობით, ასევე მაღალი სასუქობრივი ღირებულებით.

ძიძოს იყენებენ როგორც მწვანე სასუქად, ისე პირუტყვის საკვებად. იგი შეიცავს კუმარინს, რაც ამცირებს მის კვებით ღირებულებას, მაგრამ ამჟამად გამოყვანილია ძიძოს ისეთი ჯიშები, რომლებიც კუმარინს არ შეიცავს. მწვანე სასუქად უმჯობესია ორწლიანი ნათესის გამოყენება, რადგანაც პირველ წელს იზრდება სუსტად, ხოლო მეორე წელს — ძლიერად და ზაფხულის განმავლობაში ორ მოსავალს იძლევა.

ძიძო გამოიყენება როგორც დამოუკიდებელი ნათესი, ისე აქვიტის ფორმით. ერთწლიანი საკვები ხანჭკოლისა და ჩიტოფეხასაგან განსხვავებით ძიძო ყვავილობას ადრე იწყებს. ეს იძლევა მისი ადრე მოთიბვისა და აქვიტის მწვანე სასუქად ადრე ჩახვნის საშუალებას.

ძიძოს მიწისზედა მასა პირველად უნდა მოიცილოს ყვავილობის დაწყებამდე, ან უკიდურეს შემთხვევაში ყვავილობისას. გვიან მოცეღვის შემთხვევაში ღერო უხეში ხდება, ამიტომ ეცემა მისი კვებითი და სასუქობრივი მაჩვენებლები. საკვებში მცირდება ცილოვანი აზოტი, იზრდება უჯრედანას შემცველობა. უჯრედანას დიდი რაოდენობით შემცველი მასა ნიადაგში ნელა იხსნება, ხდება ნიადაგის მინერალური აზოტის იმობილიზაცია. აქვიტის მწვანე სასუქად ჩახვნა ხდება შემოდგომით ან ადრე გაზაფხულზე.

მწვანე სასუქების ეფექტურობის განმსაზღვრელი პირობები

მწვანე სასუქის ეფექტურობის განმსაზღვრელი ძირითადი მაჩვენებელი მწვანე მასის მოსავალია. სიდერატების მაღალი მოსავალი დამოკიდებულია გარემო პირობებზე, ასევე აგროტექნიკაზე. სხვადასხვა სასიდერაციო მცენარე განსხვავებულ ნიადაგურ პირობებს მოითხოვს. ამიტომ მათთვის ნიადაგი სწორად უნდა შეირჩეს. გარდა ამისა, საჭიროა

თვის ვადების, ნორმის, ნიადაგის დამუშავებისა და სასუქების გამოყენების წესების დაცვა.

სიდერატების მაღალი მოსავალი დაკავშირებულია ნიადაგში მეტი რაოდენობით მწვანე მასის შეტანასთან, ამით ძლიერდება მისი, როგორც პირდაპირი, ისე შემდგომი მოქმედება.

მწვანე სასუქის ეფექტი დამოკიდებულია მწვანე მასის ნიადაგში ჩახვნის პირობების დაცვასთან. თუ ნიადაგში აზოტის მოძრავი ნაერთები მცირეა და იგი ზრდის პირველ პერიოდში ვერ უზრუნველყოფს გასანოყიერებელი კულტურის მოთხოვნილებას აზოტზე, მაშინ მწვანე სასუქი ადრე უნდა ჩაიხნას, რადგანაც საჭიროა გარკვეული დრო მწვანე სასუქის დაშლისათვის და ზრდის მეორე პერიოდში გასანოყიერებელი კულტურის აზოტით უზრუნველსაყოფად; ნიადაგის გამოშრობის საშიშროების შემთხვევაში სიდერატების ჩახვნის დაგვიანება დაუშვებელია; სიდერატების ძალზე გვიან ჩახვნა იწვევს ნიადაგის დაჯდომას, რის გავლენითაც საშემოდგომო კულტურების აღმონაცენის ბარტყობის კვანძი შიშვლდება და მისი ზამთარგამძლეობა ეცემა.

ნიადაგში ჩახხული სიდერატის გახრწნის სიჩქარე დამოკიდებულია სიდერატის ჩახვნის სიღრმეზე, სიდერატის ასაკზე, ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობასა და ტენის შემცველობაზე. რაც უფრო ღრმად ჩაიხვნება სიდერატი, რაც უფრო გაუხეშებულია მისი ლეროები (ხნიერია მცენარე), მძიმეა ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა, მით ნელა იშლება სიდერატი ნიადაგში და, პირიქით. სიდერატის მწვანე მასის ნიადაგში დაშლის დასაჩქარებლად მიმართავენ სიდერატის ნაკლებ სიღრმეზე და ადრე ვადებში ჩახვნას. ნიადაგში სიდერატების დაშლის შენელება ხდება მაშინ, როცა მწვანე სასუქად ვიყენებთ პარკოსანი და მარცვლოვანი მცენარეების ნარევეს, ან სიდერატებთან ერთად ნელა ხრწნადი მასალა — ტორფი, ჩალა და სხვ. შეგვაქვს ნიადაგში. მწვანე სასუქზე მცირე ნორმით ცხენის ნაკელის ან ფეკალის დამატება იწვევს მიკროფლორით გამდიდრებას და სიდერატების დაშლის დაჩქარებას.

პარკოსანი მცენარეების პირუტყვისათვის საკვებად, სამარცვლედ ან სასიდერატოდ მოყვანისათვის, ჩვეულებრივ, საკმარისად მიიჩნევენ ნიადაგში ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქის შეტანას. რაც შეეხება ამ მცენარეთა აზოტზე მოთხოვნილების დაკმაყოფილებას, იგი ძირითადად უნდა მოხდეს ატმოსფეროდან კოჟრის ბაქტერიების მოქმედების ხარჯზე.

კოჟრის ბაქტერიებს გააჩნია სპეციფიკური მოქმედების უნარი. მათი ცალკეული სახეები ან რასები გარკვეულ მცენარეთა ფესვებზე წარმოქმნიან კოჟრებს. მაგალითად, ამ ბაქტერიათა ერთ ნაწილს შეუძლია კოჟრებში წარმოქმნას სამყურას ფესვებზე, მაგრამ არ შეუძლია დაასენიანოს ხანჭკოლის, იონჯას ან ბარდას ფესვები. ბაქტერიების ჭგუფი, რომელიც

კოყრებს წარმოქმნის ხანჭკოლის ან ჩიტიფხას ფესვებზე, ვერ ასენიანებს სამყურას და ბარდას ფესვებს და სხვ.

კოყრის ბაქტერიების რასები, გარდა სპეციფიკურობისა, ერთმანეთისაგან განსხვავდება აგრეთვე ვირულენტობისა და აქტიურობის მიხედვით. ვირულენტობა არის კოყრის ბაქტერიების უნარი, შეაღწიონ პარკოსან მცენარეთა ფესვებში ბუსუსა ფესვების გზით და წარმოშვან კოყრები.

თუ ნიტრაგინის კოყრის ბაქტერიების ვირულენტობა უფრო მაღალია, ვიდრე ნიადაგში არსებული ნაკლებად აქტიური ბაქტერიებისა, მაშინ ნიტრაგინის კოყრის ბაქტერიები ფესვებში აღწევენ სწრაფად და დიდი რაოდენობით.

აქტიურობა არის კოყრის ბაქტერიების მიერ ატმოსფეროდან აზოტის შეთვისების უნარი. პარკოსანი მცენარეების აზოტით მომარაგებას ახდენენ მხოლოდ აქტიური ფორმები, არააქტიურები — აკნინებენ პატრონ მცენარეს. კოყრის ბაქტერიებს იყენებენ ნიტრაგინის დასამზადებლად. ამ მიზნით გამოსაყენებელ ბაქტერიებს უნდა ჰქონდეს მაღალი ვირულენტობა და აქტიურობა.

გაკულტურებულ ნიადაგებზე, რომლებზედაც ხშირად იყენებენ პარკოსან მცენარეებს, აქტიური კოყრის ბაქტერიები კარგად ვითარდება. ამ პირობებში, ნიტრაგინის შეტანის გარეშე, პარკოსნების ფესვებზე ბევრი კოყრები წარმოიქმნება.

ისეთ ნიადაგებზე, რომლებზედაც ადრე პარკოსან მცენარეებს არ თესავდნენ, ნიტრაგინის გამოყენების გარეშე მათ ფესვებზე კოყრები არ წარმოიქმნება. მკავე ნიადაგებზე კოყრის ბაქტერიები სწრაფად გადადის ნაკლებად აქტიურ ფორმაში, ხოლო ჰაობიან ნიადაგებზე ისინი არ არსებობს. აქედან გამომდინარე, ასეთ ნიადაგებზე ნიტრაგინის გამოყენება მიზანშეწონილია პარკოსნების ყოველი ახალი თესვის დროს.

მკავე ნიადაგების მოკირიანება, ფოსფორიანი და კალიუმიანი, ორგანული და მიკროსასუქების, განსაკუთრებით ბორიანი და მოლიბდენიანი სასუქების გამოყენება, ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობა იწვევს კოყრის ბაქტერიების ვირულენტობისა და აქტიურობის ამაღლებას, ხოლო მინერალური აზოტიანი სასუქები მათ ამცირებს.

კოყრის ბაქტერიებით ნიადაგის გამდიდრების ყველაზე ეფექტური ზერხი ნიტრაგინის გამოყენებაა. ნიტრაგინს ამზადებენ სპეციალურ ლაბორატორიებში — ქარხნული ნიტრაგინი და მეურნეობებსა და კოლმეურნეობებში — ადგილობრივი ნიტრაგინი.

ქარხნული ნიტრაგინი შეაქვთ პარკოსნების თესლთან ერთად. თესლის თესვის წინ პრეპარატის საჭირო რაოდენობას გადმოყრიან სუფთა ჭურჭელში, ყოველ 10 კგ წვრილ თესლზე (სამყურა, იონჯა, ძიძო, ჩიტიფხა და სხვ.) დაუმატებენ ორ ჰიქა სუფთა წყალს, ან ყოველ 20 კგ მსხვილ

თესლზე (ხანჭკოლა, ბარდა, ლობიო, სოია, ცერცვი და სხვ.) — ერთ ჰიქა წყალს. ნიტრაგინს და წყალს კარგად აურევენ 3—5 წუთის განმავლობაში, შემდეგ თესლს თანაბრად ასველებენ პრეპარატისა და წყლის ნარევეში. ნიტრაგინით უნდა დამუშავდეს თესლის ის რაოდენობა, რომელიც ერთი დღის მანძილზე დაითესება. თუ არ მოხერხდა დამუშავებული თესლის ამ დროში დათესვა, ხელმეორედ უნდა დამუშავდეს. ნიტრაგინისა და წყლის ნარევეს შეიძლება დაემატოს 25—50 გ მოლიბდენი ერთი ჰექტარისათვის განკუთვნილ თესლზე. ერთი ჰექტარი ფართობისათვის განკუთვნილი პარკოსნების თესლის დასამუშავებლად საკმარისია 500 გ ნიტრაგინი.

ნიტრაგინი უნდა შევინახოთ მშრალ და გრილ შენობაში, სადაც ტემპერატურის რყევადობა იქნება 0-დან 10°C-მდე. ნიტრაგინის შენახვის ვადაა დამზადებიდან 9 თვე, შემდეგ კოჟრის ბაქტერიების აქტიულობა ეცემა.

ადგილობრივი ნიტრაგინი მზადდება წარმოების პირობებში. იღებენ იმ პარკოსანი მცენარეების ფესვებს, კოჟრებთან ერთად, ან მარტო კოჟრებს, რომელი კულტურისთვისაც უნდა გამოიყენონ იგი. ამისათვის ფესვებს ან კოჟრებს შემოდგომით აგროვებენ ისეთი ნაკვეთიდან, სადაც პარკოსნების კარგი მოსავალი იყო მიღებული და მცენარეები დაავადებული არ იყო. მრავალწლიანი პარკოსნების ფესვებს აგროვებენ თესვიდან მეორე-მესამე წელს, ხოლო ერთწლიანებისას — მოცელების შემდეგ: არჩევენ ისეთ ფესვებს, რომლებზედაც ბევრია მსხვილი კოჟრები. ფესვებს ან კოჟრებს გულდასმით ასუფთავებენ მიწისაგან, რეცხავენ, აშრობენ დახურულ თბილ შენობაში, რომელშიც ტემპერატურა 20—25°C უნდა იყოს. გამომშრალ მასას აქუცმაცებენ და ცრიან 1 მმ დიამეტრის მქონე საცერში. ასეთი ფხვნილით ამუშავებენ პარკოსნების თესლს. ერთ ჰექტარზე ერთწლიანი პარკოსნებისათვის (ბარდა, ცერცველა, ხანჭკოლა, და სხვ.) 100—200 გ და მრავალწლიანებისათვის (სამყურა, იონჯა და სხვ.) 200—300 გ ფხვის ფხვნილი.

XIV თავი

სასუქების გამოყენების სისტემა

ბანოქიარების სისტემის ამოცანები

სასუქების რაციონალური გამოყენების სისტემა, რომელიც პასუხობს მეურნეობის ბუნებრივ და ორგანიზაციულ-ეკონომიკურ პირობებს, ყველა კულტურის მოსავლიანობის გადიდებისა და მათი ხარისხის გაუმჯობესების წამყვანი ფაქტორია. იგი ასევე განსაზღვრავს ნიადაგის ნაყოფიერების ზრდას და მის შენარჩუნებას.

სასუქების გამოყენების სისტემა შეიძლება დაეყოს ორ ძირითად ეტაპად:

1. სასუქების გამოყენების დოკუმენტაციისა და რეკომენდაციების შედგენა ეკონომიკური დასაბუთებით:

2. ამ დოკუმენტების მონაცემების პრაქტიკული გამოყენება მოცემული მეურნეობის პირობებში.

პირველ ეტაპს შეიძლება ვუწოდოთ მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენების გეგმა, რომელიც მოიცავს სასუქების სახეებს, ფორმებს, ნორმებს, შეტანის ვადებსა და ცალკეული კულტურებისათვის ნიადაგის პირობების გათვალისწინებით, სასუქის შეტანისა და ნიადაგში მათი ჩაკეთების ხერხებს.

მეურნეობაში მინერალური და ორგანული სასუქების გეგმა უნდა შეადგინოს სპეციალისტმა — აგროქიმიკოსმა ან მთავარმა აგრონომმა. ამ გეგმის შედგენისათვის საჭიროა მეურნეობის ორგანიზაციულ-სამეურნეო გეგმიდან საკონტროლო ციფრების გამოყენება, რომელიც ეხება ცალკეული კულტურების მოსავლიანობის დინამიკას წინა 3—5 წლის განმავლობაში და მის პერსპექტივას, ასეთივე თესლბრუნვის ან კულტურათა შორიგეობის აგროქიმიური კარტოგრამების, ნიადაგის რუკისა და მეურნეობაში ორგანული სასუქების დაგროვების გეგმის მონაცემების გამოყენებას. ხშირად ამგვარ დოკუმენტაციას ადგენენ სამეცნიერო-კვლევითი ორგანიზაციები.

არსებითი მნიშვნელობა აქვს მეურნეობებისა და კოლმეურნეობების პირობებში სასუქების გეგმის პრაქტიკულად განხორციელებას. ამ ეტაპზე უნდა გატარდეს ორგანიზაციული და აგროტექნიკური ღონისძიებების კომპლექსი. სასუქის გამოყენების სისტემის განხილვა ყველა ორგანიზაციულ ღონისძიებათა კომპლექსიდან მოწყვეტით დაუშვებელია.

ამრიგად, მეურნეობის თესლბრუნვაში სასუქის გამოყენების სისტემა არის ორგანიზაციულ-სამეურნეო, აგროქიმიური და აგროტექნიკური ღონისძიებების კომპლექსი სასუქების გამოყენების მეცნიერულად დასაბუთებული გეგმის შესასრულებლად.

კომპლექსური გეგმა დგება კულტურათა ბიოლოგიური თავისებურებების, გეგმიური მოსავლის დონის, ნიადაგური და კლიმატური პირობების, სასუქის შემდგომი მოქმედების, ნაკვეთის თავისებურების, თესლბრუნვაში საკვები ნივთიერებების ბალანსის, მოსავლის ხარისხისა და ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლების (ან შენარჩუნების), ასევე გარემოს გაუმჯობესებისაგან დაცვის პირობების გათვალისწინებით.

სასუქის გამოყენების სისტემის აუცილებელი პირობაა ეკონომიკური ეფექტურობა. განოყიერების სისტემა ითვალისწინებს ცალკეული მიწდერის, ნაკვეთისათვის სასუქის გეგმაზომიერად გამოყენებას ხანგრძლივი დროის მანძილზე.

სასუქების გამოყენების სისტემის ძირითადი ამოცანებია:

1. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის ამაღლება და მაღალი ხარისხის პროდუქციის მიღება;

2. ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლება და თანდათანობითი გამოთანაბრება, ზოგ შემთხვევაში ნაყოფიერების არსებული დონის შენარჩუნება;

3. სასუქების ეფექტური გამოყენება, მიწათმოქმედების ინტენსიფიკაციის ტემპის ამაღლება და გარემოს დაცვა.

მეურნეობის სპეციალიზაციიდან გამომდინარე, ასევე მეცხოველეობის ფერმებსა და კომპლექსებთან მათ დაშორებასთან დაკავშირებით ადგილი აქვს სასუქების გამოყენების სისტემის სამ ტიპს: 1. ნაკელ-მინერალური სასუქის ანუ კომბინირებული; 2. მინერალური ანუ უნაკელო; 3. ნაკელიანი — დამახასიათებელია უპირველეს ყოვლისა სამრეწველო მეცხოველეობის მიმართულების მეურნეობებისათვის, ითვალისწინებს კომპლექსიდან უსაფენო ნაკელის უტილიზაციას.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სასუქებზე მოთხოვნილების განსაზღვრის ფიზიოლოგიური საფუძვლები

მცენარეში საკვები ნივთიერებების შესვლა ზრდის პერიოდების მიხედვით. მცენარეში საკვები ელემენტების შეღწევა მცენარის ასაკთან დაკავშირებით არსებითად იცვლება. მცენარის კვების პროცესში არჩევენ საკვები ნივთიერებების მცენარეში შეღწევის ორ პერიოდს — კრიტიკულსა და მაქსიმალურს.

კრიტიკულის ქვეშ ისეთი პერიოდი იგულისხმება, როცა საკვებ არეში ამა თუ იმ ელემენტის ნაკლებობა და იგი უარყოფით გავლენას ახდენს მცენარის ზრდაზე, ამ ელემენტის შემდგომში შეტანა არ აბათილებს იმ უარყოფით გავლენას, რომელიც მცენარემ განიცადა ზრდის პირველ ფაზაში.

დადგენილია, რომ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის კრიტიკული პერიოდი აზოტისა და ფოსფორის მიმართ არის 10—15 დღე — აღმოცენებიდან. კალიუმის მკვეთრი ნაკლებობა მცენარის ზრდის საწყის ფაზაში ასევე მკვეთრად ამცირებს მოსავალს. ამავე დროს კალიუმისა და სასუქის ნიადაგში შეტანით მდგომარეობა სწორდება.

მცენარის მინერალური კვების კრიტიკული პერიოდი მინდვრის პირობებში მაშინ იწყება, როცა ნიადაგში ორგანული ნივთიერების დამშლელი მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობა დაქვეითებულია. იგი ჩვეულებრივ ადრე გაზაფხულზე ვლინდება, ამ დროს დაბალი ტემპერატურის გავლენით ნიადაგში მიკრობიოლოგიური აქტივობა შეზღუდულია.

მცენარის კვებაში მაქსიმალური პერიოდი ეწოდება იმ პერიოდს, როცა მცენარის მიერ საკვები ელემენტის დღე-ღამური გამოყენება მაქსიმუმს აღწევს. ეს პერიოდი უმეტესად ემთხვევა მცენარეში მშრალი ნივთიერების მაქსიმალური დაგროვების პერიოდს, მაგრამ მათ შორის პირდაპირპროპორციული კავშირი დადგენილი არ არის. მაგალითად, ახალგაზრდა მცენარეში საკვები ნივთიერების შეღწევა ყოველთვის არსებითად აღემატება მშრალი ნივთიერების დაგროვებას. ამიტომ ახალგაზრდა მცენარე მშრალი ნივთიერების ერთეულზე ყოველთვის შეიცავს მეტი რაოდენობით აზოტს, ფოსფორს, კალიუმსა და სხვა საკვებ ელემენტებს, ვიდრე ხანში შესული მცენარე.

ზოგ მცენარეს (სელი, უმეტესი მარცვლოვნები) კვების პერიოდი მეტად მოკლე აქვს, ვიდრე ვეგეტაციის პერიოდი. ზოგიერთს — ხანგრძლივი და იგი თითქმის ემთხვევა ვეგეტაციის პერიოდს (შაქრის ჭარხალი, კარტოფილი, კომბოსტო და სხვ.). მცენარეთა ბიოლოგიური თავისებურებიდან გამომდინარე, კვების რეგულირება შესაძლებელია ზრდის პერიოდების მიხედვით. ეს არის სასუქების წილადობრივი გამოყენების თეორიული საფუძველი. სასუქების ერთჯერადი და ნიადაგში ერთ სიღრმეზე შეტანა ყოველთვის არ იძლევა სასურველ შედეგს, არ ვლინდება სასუქის პოტენციური შესაძლებლობა. ამიტომაც, რომ სასუქების გამოყენების სწორი სისტემა ითვალისწინებს ძირითად განოციერებას 15 — 25 სმ სიღრმეზე, თესვის დროს განოციერებას 3—10 სმ სიღრმეზე, ასევე გამოკვებას ფესვის გზით და ფესვის გარეშე.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლით სარგებლობის ნივთიერებების გამოტანა

მცენარის კვების ძირითადი წყარო ნიადაგია. სხვადასხვა ნიადაგი არაერთნაირი ნაყოფიერებით ხასიათდება. მეორე მხრივ, მცენარეები, სახეობრივი და ჯურობრივი თავისებურობიდან გამომდინარე, არაერთნაირ დამოკიდებულებას იჩენენ კვების მიმართ. ამიტომ ერთი და იგივე ნიადაგზე სხვადასხვა მცენარე სხვადასხვა რაოდენობით და შეფარდებით შთანთქავს საკვებ ელემენტებს. გარდა ნიადაგური პირობებისა და მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებებისა, საკვები ნივთიერების შთანთქმაზე დიდ გავლენას ახდენს კლიმატური პირობები.

მცენარის მიერ საკვები ნივთიერების გამოყენებას (ხარჯვას) გამოხატავენ ორი მაჩვენებლის მიხედვით: 1. საერთო მოსავლით საკვები ელემენტების გამოტანა. 2. ძირითადი და თანამგზავრი მოსავლის ერთეულით (ცენტნერი, ტონა) საკვები ელემენტების გამოტანა.

საერთო მოსავლით გამოტანას ანგარიშობენ ერთ ჰექტარზე მიღე-

ბულ ძირითად და თანამგზავრ მოსავალში საკვები ელემენტების შემცველობის მიხედვით, კგ-ობით ჰექტარზე.

საკვები ელემენტის გამოტანა მოსავლის ერთეულით ეს არის საკვები ელემენტის ხარჯვა კილოგრამობით 1 ც, 10 ც, 100 ც მოსავლის (ძირითადი და თანამგზავრი) შესაქმნელად.

ნიადაგიდან მცენარის მიერ საკვები ელემენტების გამოტანა, მცენარეში მათი დაგროვება, მაქსიმუმს აღწევს მოსავლის მომწიფების დასაწყისში. ეს პერიოდი შეესაბამება ცნებას „მცენარის მოთხოვნილება საკვებ ნივთიერებებზე“.

არჩევენ ნიადაგიდან მცენარის მიერ საკვები ელემენტების გამოტანის შემდეგ სახეებს:

ბიოლოგიური გამოტანა — ეს არის საკვები ელემენტების ის რაოდენობა, რომელიც გამოიტანება მცენარის ყველა ორგანოს მიერ. ე. ი. მცენარის ბიომასის შექმნაზე დახარჯული საკვები ელემენტები. ბიოლოგიური გამოტანა იყოფა ორ ჯგუფად: სამეურნეო და ანარჩენით გამოტანა.

სამეურნეო გამოტანა — ეს არის საკვები ელემენტების ის რაოდენობა, რომელსაც შეიცავს სასაქონლო პროდუქცია ე. ი. მოსავლის ის ნაწილი, რომელიც გაიტანება მინდვრიდან მოსავლის აღების დროს, მაგალითად, მარცვალი და ჩალა, მარცვალი და ნაძა და სხვ. თუ ჩალა არ გაიტანება ნაკვეთიდან და იგი ჩაიხენება ნიადაგში, მაშინ მის შედგენილობაში შემავალი საკვები ელემენტები არ მიეწერება სამეურნეო გამოტანას. სამეურნეო გამოტანას ხშირად უწოდებენ მოსავლით საკვები ელემენტებს გამოტანას.

ანარჩენით საკვები ელემენტების გამოტანა. არის საკვები ელემენტების ის რაოდენობა, რომელიც გამოყენებული იყო მცენარის მიერ, მაგრამ მინდვრიდან არ გაიტანება და უბრუნდება ნიადაგს ე. ი. ის ელემენტები, რომელსაც შეიცავს ჩამოცვენილი ფოთლები. ნასკვები, ყვავილები, მარცვალი, ნაყოფი, ფესვი და სხვა ანარჩენები.

ბიოლოგიური გამოტანა, როგორც წესი, ყოველთვის მეტია, ვიდრე სამეურნეო გამოტანა. ამიტომ სასუქების გამოყენება სამეურნეო გამოტანის მიხედვით ყოველთვის არ პასუხობს მცენარის მოთხოვნილებას საკვები ელემენტების მიმართ. მცენარე საკვებ ელემენტებს იყენებს (ხარჯავს) არა მარტო სასაქონლო მოსავლის შესაქმნელად, არამედ ფესვის, ფოთლის, ღეროს, ყვავილის, ნასკვის შესაქმნელად, რომელიც მინდორში რჩება. მათი მინერალიზაციის შემდეგ კულტურის მიერ გამოიყენება მომდევნო წელს. ამიტომ მცენარის განოყიერების პრაქტიკული საკითხების გადასაწყვეტად ისინი მხედველობაში არ მიიღება და იყენებენ მხოლოდ სამეურნეო გამოტანის მონაცემებს. ამ მიზნისათვის

პრაქტიკაში მიღებულია სასუქის ნორმის დადგენა 10 ც ძირითადი სასაქონლო მოსავლით გამოტანილი საკვები ელემენტის რაოდენობის გათვალისწინებით (ცხრ. 75).

ცხრილი 75. ნიადაგიდან აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის გამოტანა მოსავლით (სხვადასხვა წყაროების მიხედვით)

კულტურა	ძირითადი პროდუქცია	10 ც ძირითადი და თანამგზავური პროდუქციით, კგ			შეფარდება: N:P ₂ O ₅ :K ₂ O
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
საშემოდგომო ხორბალი	მარცვალი	35	12	25	3:1:2,2
საგზაფხულო ხორბალი		38	12	25	3,2:1:2,1
სიმინდი	"	34	12	37	2,8:1:3
მზესუმზირა	თესლი	60	26	180	2,3:1:7
ბამბა	ხამი ბამბა	45	15	50	3:1:3,3
კარტოფილი (საგვიანო)	ტუბერი	6	2	9	3:1:4,5
შაქრის კარხალი	ძირხენა	5,9	1,8	7,8	3,3:1:4,2
სიმინდი	მწვანე მასა	3	1,2	4,5	2,5:1:3,8
ფოთ-შერის ნარევი		15	6	20	2,5:1:3,3
პომიდორი	ნაყოფი	3,2	1,1	4	2,9:1:3,6
კიტრი	"	2,8	1,4	4,4	2:1:3,1
ხილ-კენკროვნები	კენკრა	5	3	6	1,7:1:2
ყურძენი	"	1,7	1,4	5	1,2:1:3,6
ჩაი	მწვანე ფოთოლი	9,0	0,9	5,0	10:1:5,6
მანდარინი	ნაყოფი	1,2	0,2	1,8	6,0:1:9

საკვები ნივთიერებების გამოტანა სასაქონლო მოსავლის ერთეულზე წარმოადგენს სასუქების რაციონალურად გამოყენების მნიშვნელოვან მაჩვენებელს. ამავე დროს, იგი მუდმივი სიდიდე არ არის. იგი იცვლება ნიადაგური და კლიმატური პირობების, ჯიშის, მოსავლის ღონის, გამოყენებული სასუქების რაოდენობის, მორწყვისა და სხვა პირობების გავლენით. ამ პირობებით გამოწვეული ცვლილებები ზოგჯერ 1,5-ჯერ და მეტჯერ მეტია, ვიდრე 75-ე ცხრილში მოტანილი საშუალო მაჩვენებლები.

პროდუქციის ერთეულის მიერ საკვები ნივთიერებების გამოტანა (ხარჯვა, გამოყენება), როგორც წესი, მატულობს სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით. პირველ რიგში კალიუმისა, შემდეგ აზოტისა

და ნაკლებად, ფოსფორიანი სასუქების გავლენით. ამავე დროს, გამოტანის გაზრდას იწვევს როგორც ძირითადი, ისე თანამგზავრი მოსავლის გადიდება. აქ მნიშვნელობა აქვს იმას, თუ სასაქონლო მოსავლის რომელი ნაწილი გაიზარდა მეტი რაოდენობით. გარდა ამისა, თუ მცენარე უზრუნველყოფილია საკვები ნივთიერებებით, მაგრამ გარემო ფაქტორი (ერთი ან რამდენიმე ერთდროულად) არახელსაყრელია, ამ შემთხვევაშიც იზრდება მცენარის მიერ საკვები ნივთიერებების გამოტანა, ხოლო გარემო ფაქტორების ხელსაყრელი შეთანაწყობა იწვევს სასაქონლო პროდუქციის ერთეულის შექმნაზე საკვები ნივთიერებების ეკონომიურ ხარჯვას.

მცენარის მიერ ნიადაგის საკვები ნივთიერებების გამოყენება. ეს არის საკვები ნივთიერებების ნაწილი, რომელიც მცენარემ გამოიყენა მოსავლის შესაქმნელად ნიადაგის საკვები ნივთიერების ხარჯზე. ამ მაჩვენებლის განსაზღვრა ხდება შემდეგი ფორმულით:

$$K = \frac{a}{b} \times 100,$$

სადაც K ნიადაგის საკვები ელემენტის გამოყენების კოეფიციენტია სახნავი ფენის 1 ჰა-დან;

ა — მოსავლით გამოტანილი საკვები ელემენტის რაოდენობა გაუწყობიერებელი ნიადაგიდან, კგ/ჰა;

ბ — საკვები ელემენტის მოძრავი ფორმა სახნავ ფენაში, კგ/ჰა.

სახნავ ფენაში (0 — 20 სმ) საკვები ელემენტის შემცველობას კგ/ჰა ანგარიშობენ ნიადაგში საკვები ელემენტის შემცველობის. მგ/100 გ კოეფიციენტი 30-ზე გადამრავლებით. 1 მგ საკვები ელემენტი 100 გ ნიადაგზე შეესაბამება 30 კგ-ს 1 ჰა ფართობ სახნავ ფენაში (როცა ნიადაგის მოცულობითი მასა 1,5 გ/სმ³-ს უდრის). მაგალითად, 10 მგ P₂O₅ 100 გ ნიადაგზე უდრის 10×30=300 კგ/ჰა. P₂O₅. ამ წესით იანგარიშება სხვა საკვები ელემენტებიც. საკვები ელემენტების შემცველობის დასადგენად 100 გ ნიადაგზე, იყენებენ კარტოგრამის მონაცემებს.

ნიადაგის საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი შეიძლება შეიცვალოს სხვადასხვა მცენარის ბიოლოგიური თავისებურების, ასევე გარემო ფაქტორების (ნიადაგის ნაყოფიერება, მჟავიანობა, ამინდის პირობები, აგროტექნიკის დონე და სხვ.) გავლენით. ამიტომ ამ მაჩვენებლის მიხედვით სასუქის ნორმის გაანგარიშება გართულებულია. რაც მეტია ნიადაგში საკვები ელემენტის შესათვისებელი ფორმები, მით დაბალია საკვები ელემენტის გამოყენების კოეფიციენტი. ნიადაგში ორგანული და მინერალური სასუქების, ასევე კირის შეტანით ნიადაგის საკვები ნივთიერებების მობილიზაცია ძლიერდება. ამიტომ მათი გამოყე-

ნების კოეფიციენტი იზრდება, მასზე დადებითად მოქმედებს მორწყვა-ც-მორწყვის გავლენით მცენარის მიერ ნიადაგის საკვები ნივთიერებების გამოყენების კოეფიციენტი შეიძლება 1,5—2-ჯერ გაიზარდოს. ამ კოეფიციენტის ამალღებაზე ასევე არსებითად მოქმედებს აგროტექნიკის დონე. მაგალითად, სუფთა ანეულზე ჰუმუსის მინერალიზაციის ინტენსივობა, ყოველწლიურად, 3—5-ჯერ მეტია, ვიდრე კულტურით დაკავებულ ნაკვეთზე. ჰუმუსის მინერალიზაციასთან დაკავშირებით სუფთა ანეულზე შეიძლება დაგროვდეს 80—120 კგ/ჰა მინერალური აზოტი, ასევე სხვა საკვები ელემენტების შემცველობაც გაიზარდოს. ეს იწვევს კულტურის მოსავლის გადიდებას, შესაბამისად ნიადაგის საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი მატულობს.

მცენარე საკვებ ნივთიერებებს ითვისებს არა მარტო სახნავი ფენიდან, არამედ უფრო ღრმა ფენებიდანაც. მცენარის მიერ ნიადაგის საკვები ელემენტის გამოყენების კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის მხედველობაში მიიღება მხოლოდ სახნავი ფენის საკვები ნივთიერებები, ამიტომ ამ კოეფიციენტით ხელმძღვანელობა მეტად პირობითია.

სხვადასხვა ნიადაგებისათვის დადგენილია ფოსფორისა და კალიუმის გამოყენების კოეფიციენტი (ცხრილი 76).

ც ხ რ ი ლ ი 76. ნიადაგის P_2O_5 და K_2O მცენარის მიერ გამოყენების საშუალო კოეფიციენტი (%)

კულტურა	კორდონი წერი	ტუის რუხი	შ ა ე მ ი წ ე ბ ი		წაბლა	რუხი
			არაკარბონა- ტული	კარბონა- ტული		
			კირსანოვის მეთოდი	ჩირიკოვის მეთოდი		
		P_2O_5				
მარცლოვნები, ერთწლი- ანი და მრავალწლიანი ბალახები	5	8	10	15	15	15
სიმინდი — სასილოსე	5	8	10	15	15	15
კარტოფილი	7	10	10	—	—	—
სიმინდი — სამარცვლე	—	10	10	30	30	—
შაქრის ჰარხალი	—	10	10	—	—	—
მზესუმზირა	—	—	15	30	30	—
ბამბა	—	—	—	—	20	20
		K_2O				
მარცლოვნები, ერთწლი- ანი და მრავალწლიანი ბალახები	10	12	12	5	5	5
სიმინდი — სასილოსე	20	25	20	7	7	—
კარტოფილი	20	25	25	—	—	—
სიმინდი — სამარცვლე	—	30	25	10	10	—
შაქრის ჰარხალი	—	40	30	—	—	—
მზესუმზირა	—	—	40	20	15	—
ბამბა	—	—	—	—	10	10

აზოტის ადვილად ჰიდროლიზებადი ნაერთების გამოყენების კოეფიციენტი კორდიან-ეწერზე, ტყის რუხ, წაბლა და რუხ ნიადაგებზე დაახლოებით 20%-ია, ხოლო შავმიწებზე — 20—30%-ს შეადგენს.

ორგანული და მინერალური სასუქებიდან მცენარის მიერ საკვები ნივთიერებების შეთვისება. სასუქის საკვები ნივთიერების გამოყენების კოეფიციენტი გვიჩვენებს ნიადაგში შეტანილი საკვები ელემენტის საერთო რაოდენობის იმ ნაწილს, რომელიც გამოიყენა მცენარემ ნამატი მოსავლის შესაქმნელად.

ამ კოეფიციენტის განსაზღვრის რამდენიმე მეთოდია ცნობილი; უმეტესად იყენებენ სხვაობის მეთოდს. მას ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$K = \frac{b_1 - b_2}{c} \times 100,$$

სადაც b_1 განოციერებული ნაკვეთიდან მოსავლით გამოტანილი საკვები ელემენტი, კგ/ჰა;

b_2 — საკონტროლო (უსასუქო) ნაკვეთიდან მოსავლით გამოტანილი საკვები ელემენტი, კგ/ჰა;

c — ნიადაგში შეტანილი საკვები ელემენტი, კგ/ჰა.

მცენარის მიერ რომელიმე საკვები ელემენტის გამოყენების კოეფიციენტის განსაზღვრა უფრო სწორია, ნიადაგში სასუქის სახით შეტანილი საკვები ელემენტის რაოდენობის გათვალისწინებით. მაგალითად, 100 კგ/ჰა აზოტიდან, 100 კგ/ჰა P_2O_5 -დან ან K_2O -დან. ამავე დროს, გასათვალისწინებელია არა უსასუქო ვარიანტის, არამედ ფონის ვარიანტის მოსავალი; მაგალითად, აზოტიანი სასუქისათვის — PK, ფოსფორიანისათვის — NK და კალიუმთანისათვის — NP ვარიანტების მოსავალი და მასში შესაბამისი საკვები ელემენტების შემცველობა. ამ წესზე დაყრდნობით, ა. დემოლონის მიხედვით, სასუქის საკვები ელემენტის მოსავლით გამოყენების კოეფიციენტი უდრის:

$$K = \frac{\text{ნამატი მოსავლის საკვები ელემენტი} \times 100}{\text{ნიადაგში შეტანილი საკვები ელემენტების ნორმა, კგ/ჰა}} \times 100$$

დაევშვათ, ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალი PK ვარიანტში არის 100 ც/ჰა, ხოლო NPK ვარიანტში — 150 ც/ჰა, მაშინ ნამატი მოსავალი იქნება 50 ც/ჰა. თუ ჩაის მწვანე ფოთლი (ნედლი მასა) შეიცავს 0,8% აზოტს და ნიადაგში შეტანილი იყო 300 კგ აზოტი, მაშინ ეს ფორმულა შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$K = \frac{50 \cdot 0,8 \cdot 100}{300} = 13,3$$

13,3 შეიძლება მივიჩნიოთ როგორც აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი, მაგრამ არ უნდა დავივიწყოთ, რომ მცენარის მიერ შთანთქმული აზოტის ნაწილი სასუქის, ხოლო ნაწილი — ნიადაგის მარაგის ხარჯზე მოდის. ამ კოეფიციენტის გამოყენებისას მხედველობაში მიიღება მცენარის მიერ გამოყენებული შესაღებელ ვარიანტებში არსებული ნიადაგის აზოტის თანაბარი რაოდენობა. მაგრამ ეს ასე არ ხდება. მაგალითად, აზოტის მაღალი ნორმა ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაციას ზრდის, ე. ი. იცვლება მცენარის კვების პირობები. შესაბამისად ფესვის ზრდა ცვალებადობას განიცდის, აქედან გამომდინარე, ცვალებადია ნიადაგის საკვები ელემენტების მარაგის გამოყენება და სხვ. მაშასადამე, მცენარის მიერ სასუქის გამოყენების კოეფიციენტის განხილვა საჭიროა, როგორც მიახლოებითი.

სასუქის საკვები ელემენტის გამოყენების კოეფიციენტი შედარებით უფრო სტაბილურია, ვიდრე ნიადაგის საკვები ელემენტების მცენარის მიერ გამოყენების კოეფიციენტი. ამავე დროს, მცენარის მიერ სასუქის საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი არსებითად ცვალებადობს ნიადაგის თვისებების, ამინდის პირობების, მცენარეთა ბიოლოგიური თავისებურებების, სასუქის ნორმის, ფორმის, მათი შეტანის წესის მიხედვით. მაგალითად, მცენარის მიერ სასუქიდან საკვები ელემენტის გამოყენების კოეფიციენტი არსებითად მცირდება სასუქის ნორმის გადიდებით, ნიადაგში საკვები ელემენტის შემცველობის გადიდებით, მკავიანობის გაზრდით, სასუქის მობნევით შეტანით და სხვ.

მცენარე ერთი წლის მანძილზე, ასევე საროტაციო პერიოდში, ორგანული და მინერალური სასუქებიდან სხვადასხვა რაოდენობით ითვისებს საკვებ ელემენტებს (ცხრ. 77).

ცხრილი. 77. მცენარის მიერ ხასუქის საკვები ნივთიერებების გამოყენების კოეფიციენტის საშუალო მაჩვენებლები (%)

მოქმედების წელი	ორგანული სასუქებიდან			მინერალური სასუქებიდან		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
I წელი	20—25	25—30	50—60	50—60	15—20	50—60
II წელი	20	10—15	10—15	5	10—15	20
III წელი	10	5	—	5	5	—
სულ საროტაციო პერიოდში	50—55	40—50	60—75	60—70	30—40	70—80

აზოტიანი სასუქებიდან მცენარის მიერ აზოტის შეთვისება, ძირითადად, მისი შეტანის პირველ წელს მთავრდება. მისი შემდგომქმედება უმნიშვნელოა, ამიტომ აზოტიანი სასუქის ნორმის დასადგენად ხელმძღ-

ვანელობენ სასუქის შეტანის პირველ წელს მცენარის მიერ აზოტის გამოყენების კოეფიციენტით, რაც შეადგენს გამოყენებული აზოტის ნორმის 60—70%, შემდგომქმედება მხედველობაში არ მიიღება.

ნაწვერალისა და ფესვის ანარჩენების გავლენა ნიადაგის კვების რეჟიმზე. მცენარის მიერ გამოტანილი საკვები ნივთიერების ნაწილი, რომელიც უბრუნდება ნიადაგს ნაწვერალისა და ფესვის ანარჩენების სახით, არსებით გავლენას ახდენს ნიადაგის კვების რეჟიმზე. ამ მხრივ განსაკუთრებული სიძლიერით გამოირჩევა პარკოსანი მცენარეების ნაწვერალისა და ფესვის ანარჩენები (ცხრ. 78). მათი შემდგომი მოქმედება უფრო ძლიერია, ვიდრე მარცვლოვანი მცენარეებისა. ამიტომ თესლბრუნვაში სასუქების გამოყენების სისტემის შედგენისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ პარკოსანი მცენარეების ნაწვერალისა და ფესვის ანარჩენის შემდგომი მოქმედება.

ცხრილი 78. წამონაზარდისა და ფესვის ანარჩენების რაოდენობა და მათში საკვები ნივთიერებების შემცველობა

კულტურა	ძირითადი პრი- ლუქოს მისა- ვი, ც/ჰა	ანარჩენების ფორალი მასა საბ- ნაე ფენაში, ც/ჰა	ანარჩენებში საკვები ელემენტების შემცველობა, კგ/ჰა			C:N
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
სამყურა — გამოყენების I წელი (თივა)	20—58	36—74	78—158	22—44	37—64	12
სამყურა — გამოყენების II წელი (თივა)	36—57	50—91	106—194	30—55	47—78	12
ცერტველა — სამარცვლე	25	22	40	8	24	12
სამშემოდგომო ხორბალი	22—40	25—32	27—28	5—7	14—18	25
შერია	20	25	22	6	14	25
სიმინდი — სასილოსე	—	46	29	12	72	40
კარტოფილი	—	13	11	3	32	23
კანაფი	—	20	12	4	13	44
კომბოსტო	—	13	17	5	6	—
პომიდორი	—	10	16	5	6	—
კიტრი	—	8	11	3	4	—
სტაფილო	—	8	9	3	5	—
ხაბვი	—	5	6	2	2	—

პარკოსანი მცენარეების ნაწვერალისა და ფესვის ანარჩენებში ნახშირბადისა და აზოტის შეფარდება უახლოვდება მათ შეფარდებას კარგ ნაკელში. ამასთან დაკავშირებით პარკოსანი ბალახებისა და მარცვლოვანი პარკოსნების ანარჩენების მინერალიზაცია ინტენსიურად მიმდინარეობს. ამიტომ მათგან მომდევნო კულტურის მიერ საკვები ნივთიერების გამოყენების კოეფიციენტი ისეთივეა, როგორც ორგანული სასუქებიდან. ამის გამო გასათვალისწინებელია ანარჩენების აზოტის შემდგომი მოქმედება, რადგანაც პარკოსნების წამონაზარდისა და ფესვის

ანარჩენების აზოტის გამოყენება პირველი, მეორე და მესამე კულტურის მიერ შეადგენს 25, 15 და 10%. ითვლიან, რომ მრავალწლიანი პარკოსანი და პარკოსან-მარცვლოვანი ბალახების ანარჩენების სახით 1 ტ თივის მოსავალზე ნიადაგში გროვდება 10—15 კგ/ჰა აზოტი. ამიტომ თუ თივის მოსავალი ორი წლის მანძილზე შეადგენს 80 ც/ჰა, მაშინ ნიადაგში დარჩება დაახლოებით 120 კგ/ჰა აზოტი. თესლბრუნვაში პირველი კულტურა, მაგალითად, მარცვლოვანები იყენებენ 25%, რაც შეესაბამება 30 კგ/ჰა აზოტს. იგი საშუალებას იძლევა მარცვლის მოსავალი გაზარდოს დაახლოებით 10 ც/ჰა. აზოტის ეს რაოდენობა ექვივალენტურია 50 კგ მინერალური სასუქის აზოტის $\left(\frac{30}{60} \cdot 100 = 50\right)$ კგ, სადაც 60-მცენარის მიერ პირველ წელს მინერალური სასუქიდან აზოტის გამოყენების კოეფიციენტია).

ნიადაგში დიდი რაოდენობით აზოტი გროვდება ერთწლიანი მარცვლოვანი და პარკოსანი ბალახების წამონაზარდისა და ფესვის ანარჩენების გავლენით. იგი დაახლოებით მოსავლით აზოტის გამოტანის (სამეურნეო გამოტანა) ნახევრის ტოლია.

სხვადასხვა ფაქტორის გავლენა ორგანული და მინერალური სასუქების ეფექტურობაზე

ნიადაგურ-კლიმატური პირობები. ჩვენ ქვეყანაში ნიადაგური და კლიმატური პირობები მრავალფეროვანია. აქედან გამომდინარე, სხვადასხვა ნიადაგურ და კლიმატურ ზონაში სასუქების ეფექტურობა ერთნაირი არ არის. სასუქი განსაკუთრებით მაღალ ეფექტს იძლევა იმ რაიონებში, სადაც ნალექები წლის მანძილზე თანაბრადაა განაწილებული და მათი საერთო რაოდენობა მცენარეთა ზრდა-განვითარებისათვის საკმარისია.

სრული მინერალური სასუქის (NPK) გავლენით სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის მატება აღინიშნება კორდიან-ეწერი ნიადაგების რაიონებში. საბჭოთა კავშირის ევროპულ ნაწილში მინერალური სასუქის ეფექტი ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთით და აზიურ ნაწილში — აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ მცირდება. სასუქების ეფექტურობის ასეთი გეოგრაფიული ცვალებადობა აიხსნება ნიადაგის არაერთნაირი ნაყოფიერებით და წყლით განსხვავებული უზრუნველყოფით. აზოტიანი სასუქების ეფექტი მეტად ვლინდება კორდიან-ეწერ, ტყის რუხ, გაეწრებულ და გამოტუტულ შავმიწებზე, ასევე სარწყავი მიწათმოქმედების პირობების ყველა ნიადაგზე. ქვეყნის ევროპუ-

ლი ნაწილის სამხრეთ-აღმოსავლეთში, სტეპის ზონის გამოტუტულ და ძლიერ შავმიწებზე აზოტიანი სასუქები დაბალ ეფექტს იძლევა. ეს გამოწვეულია ტენის ნაკლებობით. აზოტიანი სასუქი თავის შესაძლებლობას მთლიანად ვერ ამჟღავნებს იმ შემთხვევაშიც, თუ მცენარე უზრუნველყოფილი არ არის ფოსფორითა და კალიუმით.

ფოსფორიანი სასუქები განსაკუთრებით მაღალ ეფექტს იძლევა შავმიწა ნიადაგებზე, ხოლო მსუბუქი ნიადაგებზე — კალიუმიანი სასუქები. ჩვეულებრივ, სამხრეთის შავმიწებსა და წაბლა ნიადაგებზე ფოსფორიანი სასუქების ეფექტი აზოტიანი სასუქების ეფექტს უაწლოვდება, კალიუმიანი სასუქებისა — სუსტია.

მინერალური სასუქების ეფექტს განსაზღვრავს მიწათმოქმედების მაღალი კულტურა. ამ შემთხვევაში მინერალური სასუქებით მიღებული მოსავლის ნაშატი მეტად დიდია.

ორგანული სასუქების გამოყენებით მაღალი შედეგი მიიღება კორდიან-ეწერ, ტყის რუხ, გაეწრებულ შავმიწებსა და სუბტროპიკული ზონის წითელმიწებზე, ყვითელმიწებსა და ეწერ ნიადაგებზე. ქვეყნის ევროპულ ნაწილში ჩრდილოეთიდან დასავლეთისაკენ და აზიურში აღმოსავლეთიდან-დასავლეთისაკენ ორგანული სასუქების ეფექტურობა მცირდება.

ორგანული სასუქების შემდგომი მოქმედება სამხრეთ რაიონებში უფრო მაღალია, ვიდრე ჩრდილოეთ რაიონებში. ორგანული სასუქები უფრო მაღალი ნორმით გამოიყენება ჩრდილოეთ და ჩრდილო-დასავლეთ რაიონებში, სადაც ცივი და ტენიანი კლიმატია, ასევე სუსტად გაკულტურებულ ნიადაგებზე. მათ უფრო ნაკლები ნორმით იყენებენ სამხრეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ მშრალი და შავმიწებიანი ზონის რაიონებში, ასევე კარგად გაკულტურებულ ნიადაგებზე.

სასუქის ეფექტურობაზე დიდ გავლენას ახდენს ამინდის პირობები. ამიტომ სასუქების გამოყენებისას გასათვალისწინებელია მიმდინარე და წინა წლების ამინდის პირობები, მაგალითად, შემოდგომით, მცირე რაოდენობით ნალექების მოსვლის გავლენით მომდევნო წელს მცირდება აზოტიანი სასუქის ეფექტურობა, ხოლო ფოსფორიანი სასუქისა — იზრდება. ჰარბი ტენის პირობებში მცენარეს განსაკუთრებით სჭირდება კალიუმი, ხოლო გაზაფხულზე ხანმოკლე ცივი ამინდების დროს — ფოსფორი.

სასუქები 10—20%-ით ამცირებს წყლის ხარჯვას მოსავლის ერთეულის შექმნაზე, ამით მცენარეს იცავს გვალვის დამლუპველი გავლენისაგან. მორწყვა, ან წყლით უზრუნველყოფა, ასევე ხელს უწყობს მცენარის მიერ სასუქების ეფექტურად გამოყენებას.

მშრალ რაიონებში უმეტესად მიმართავენ სასუქების მწკრივში შეტანას, პირველ რიგში ამ წესით ფოსფორიანი სასუქები შეაქვთ.

მცენარეზე, ზრდის დაწყებისას, აზოტითა და ფოსფორით კვების რეჟიმზე უარყოფითად მოქმედებს დაბალი ტემპერატურა. მაღალი ტემპერატურის გავლენით ასევე მცირდება საკვები ელემენტების მცენარეში შეღწევა.

სასუქების ეფექტურობაზე დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის მიკროორგანიზმების ცხოველყოფილობა, სინათლე და ჰაერა.

სასუქების სისტემატური გამოყენება იწვევს ნიადაგის მქაფიანობის სწრაფად შეცვლას, ხოლო შთანქმული ფუძეების ჯამი, ფუძეებით მადლობის ხარისხი, მოძრავი ფოსფორისა და გაცვლითი კალიუმის შემცველობა შედარებით ნელა იცვლება. ჰუმუსისა და შთანქმის ტევადობის შეცვლას განსაზღვრავს ორგანული სასუქები.

აგროტექნიკური პირობები. სასუქების ეფექტურობა დიდად არის დამოკიდებული აგროტექნიკური ღონისძიებების დროულად და მაღალხარისხოვნად ჩატარებაზე. ამ ღონისძიებებიდან არსებითი მნიშვნელობა აქვს: ნიადაგის დროულ და ხარისხიანად დამუშავებას; საუკეთესო აგროტექნიკურ ვადებში თესვას და მცენარეთა დარგვას; საუკეთესო წინამორბედის შერჩევას; თესლბრუნვის დაცვას; სარეველებთან. მცენარეთა დაავადებებსა და ავადმყოფობასთან დროულად ბრძოლას.

ნიადაგის დროული და ხარისხოვანი დამუშავება იწვევს წყლის, ჰაერისა და მიკრობიოლოგიური რეჟიმის საუკეთესო პირობების შექმნას; მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის ხელსაყრელი პირობების შექმნას; მცენარის ფესვების მიერ ნიადაგისა და სასუქის საკვები ელემენტების შეთვისების გაძლიერებას. წინამორბედი კულტურები დიდ გავლენას ახდენენ ნიადაგის ნაყოფიერებაზე, მცენარის კვებასა და სასუქების ეფექტურობაზე. საქმე ისაა, რომ ისინი ნიადაგში ტოვებენ სხვადასხვა რაოდენობით ანარჩენებს (ფესვებსა და წამონაზარდს), არაერთნაირად ნოყიერდება, სხვადასხვა რაოდენობით შთანთქავენ წყალსა და საკვებ ელემენტებს, სხვადასხვანაირად მოქმედებენ ნიადაგში წყლისა და საკვებ რეჟიმზე, მიკრობიოლოგიურ პროცესებზე, დასარეველიანებაზე. დაავადებებისა და მავნებლების განვითარებაზე. ზოგიერთი წინამორბედი კულტურა, მაგალითად, ხანჭკოლა, მდოგვი, ესპარტეტი, ძიძო. კარგად იყენებს ნიადაგის ძნელადხსნად საკვებ ნივთიერებებს, მათი მთლიანი მასის ან ანარჩენების ნიადაგში ჩახვნის შედეგად ხდება მათი მინერალიზაცია, რის შედეგად ისინი მისაწვდომი ხდება მომდევნო კულტურისათვის. თესლბრუნვაში, ბოსტნისა და სათოხნი კულტურები კალიუმს ინტენსიურად იყენებენ.

მოკლე სავეგეტაციო პერიოდის მქონე კულტურები (საადრეო კულტურები), როგორც წესი, ნაკლები რაოდენობით იყენებენ საკვებ ნივთიერებებს და უფრო ადრე ათავისუფლებენ მიწადას, ვიდრე ხანგრძლივი ვეგეტაციის კულტურები. ამიტომ მოკლე ვეგეტაციის მქონე

კულტურების შემდეგ იქმნება საუკეთესო პირობები ნიადაგის საკვები ნივთიერების მობილიზაციისა და მცენარის კვებისათვის.

გაკულტურებულ ნიადაგზე პარკოსანი მცენარეები არა მარტო საკუთარ თავს ამარაგებენ აზოტით, არამედ ნიადაგშიც აგროვებენ მნიშვნელოვანი რაოდენობით. ამით არის გამოწვეული, პარკოსნების შემდეგ გამოყენებული კულტურების გასანოყიერებლად აზოტიანი სასუქი რომ არ შეაქვთ, ან შეაქვთ მცირე ნორმით. ამავე დროს პარკოსნები ნიადაგიდან ინტენსიურად იყენებენ ფოსფორსა და კალიუმს; ამის გამო მომდევნო კულტურები ამ ელემენტის მიმართ ნაკლებობას განიცდის.

მრავალწლიანი პარკოსანი მცენარეებით გაკორდებული ნიადაგის დროული ხვნა კორდის დაშლის საუკეთესო პირობებს ქმნის, რის შედეგად ნიადაგში მნიშვნელოვანი რაოდენობით საკვები ელემენტები (მოდრავი ფორმები) გროვდება, განსაკუთრებით აზოტი.

მცენარის კვებისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის დამუშავების ხერხებს და ნიადაგში სასუქის ჩაკეთების სიღრმეს.

მცენარის კვებისათვის უკეთესი პირობები იქმნება მაშინ, როცა სასუქი შეაქვთ ნორმალური ტენიანობის ნიადაგში; გამომშრალ ან ჭარბტენიან ნიადაგში შეტანილი სასუქის ეფექტი ეცემა. იგი დაბალია იმ შემთხვევაშიაც, როცა სასუქს ჩაუკეთებლად ვტოვებთ ან მცირე სიღრმეზე. ზედა გამომშრალ ფენაში შეგვაქვს.

ნიადაგის დამუშავება სარეველებთან ბრძოლის საშუალებაა, ამიტომ იგი იწვევს მცენარის კვების პირობების გაუმჯობესებას. ნიადაგის დამუშავებით სახნავი ფენის გაღრმავება ხდება, რის გავლენითაც ფესვები ღრმად ვრცელდება და მცენარე საკვებ ნივთიერებებს ნიადაგის ქვედა ფენიდან იღებს.

მცენარის საკვები ელემენტებისადმი მოთხოვნილება იცვლება ჯიშის ბიოლოგიური თავისებურების მიხედვით. მაღალპროდუქტული ჯიშებისათვის სასუქის უფრო მაღალი ნორმებია საჭირო. მაგალითად, მარცვლოვნების მაღალმოსავლიანი ჯიშებისათვის დამახასიათებელია აზოტისა და ფოსფორისადმი მაღალი მომთხოვნელობა.

ჩაის მაღალმოსავლიანი ჯიში „კოლხიდა“, სხვა ჯიშებთან შედარებით, ასევე ლიმონი „ქართული“, სხვა ციტრუსოვან მცენარეებთან შედარებით, გამოირჩევა საკვები ელემენტებისადმი მაღალი მომთხოვნელობით. კარგად განოყიერებულ ნაკვეთზე შესაძლებელია ერთწლიანი კულტურების (მარცვლოვნები) თესვის ნორმის შემცირება, რადგანაც ნიადაგის მაღალი ნაყოფიერება იწვევს მცენარის ინტენსიურ ბარტყობას — დაბუჩქებას, მცენარის ძლიერ განვითარებას. ნაკლები დაბუჩქების უნარისა და ჩაწოლის ნაკლები უნარის მქონე ჯიშები უკეთ რეაგირებენ სასუქის მაღალი ნორმების მიმართ, ამავე დროს, თესვის ნორმა არ იცვლება.

სარწყავ მიწათმოქმედებაში მორწყვის რეჟიმის დაცვა სასუქის ეფექტურობის ამაღლების განმსაზღვრელი პირობაა. მორწყვა სასუქის ეფექტურობას 1,5 — 2-ჯერ ზრდის. ეს ზრდა, პირველ რიგში, აზოტიან სასუქებს ეხება.

თესლბრუნვა ხელს უწყობს სასუქების ეფექტურობის ამაღლებას. სასუქის ეფექტი თესლბრუნვაში უფრო მაღალია. ვიდრე მონოკულტურის დროს. მცენარის მიერ ნიადაგისა და სასუქის საკვები ნივთიერებების გამოყენება თესლბრუნვაში უფრო სრულყოფილად ხდება. გარდა ამისა, თესლბრუნვა ასრულებს ფიტოსანიტარულ ფუნქციას.

სასუქების ეფექტურობის ამაღლების ძლიერ საშუალებას წარმოადგენს მკავე ნიადაგების მოკირიანება და ბიცობი ნიადაგების მოთაბამირება.

ორგანული და მინერალური სასუქების ერთობლივი გამოყენება

სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა ზრდასა და მოსავლიანობაზე, უმეტეს შემთხვევაში, ნაკელისა და მინერალური სასუქის ერთობლივი გამოყენება უფრო მაღალ შედეგს იძლევა, ვიდრე მათი ექვივალენტური რაოდენობით შეტანილი ნაკელი ან მინერალური სასუქი ცალ-ცალკე.

ნაკელისა და მინერალური სასუქების ერთობლივი გამოყენებით მიღებული მაღალი ეფექტი, მათი ცალ-ცალკე გამოყენებასთან შედარებით აიხსნება, პირველ რიგში ნიადაგის მიკროფლორის გამდიდრებით, ნაკელი იწვევს ნიადაგის გამდიდრებას მიკროორგანიზმებით, ხოლო მინერალური სასუქები შეიცავს მიკროორგანიზმებისათვის ადვილად მისაწვდომ საკვებ ელემენტებს. ამიტომ მიკროორგანიზმები ძლიერ მრავლდება, ისინი იწვევენ ნაკელისა და ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების ინტენსიურ დაშლას; მინერალური სასუქის ფოსფორის ნიადაგში დამაგრების შემცირებას. ნაკელთან ერთად ნიადაგში შეაქვთ მრავალი მიკროელემენტი: ნაკელის გახრწნისას გამოიყოფა ნახშირორჟანგი. რითაც ნიადაგის ზედაპირზე მდიდრდება ჰაერი და მატულობს ფოტოსინთეზის პროდუქტიულობა.

ნაკელისა და მინერალური სასუქების ერთობლივი გამოყენება საკირობა ისეთი კულტურების გასაზოციებლად, რომლებიც ვერ იტანენ ნიადაგის ხსნარის მაღალ კონცენტრაციას (კიტრი, ხახვი, სიმინდი და სხვ.). მაგრამ სავეგეტაციო პერიოდში მნიშვნელოვანი რაოდენობით იყენებენ საკვებ ელემენტებს მოსავლის შესაქმნელად.

სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში პირველი რიგის ამოცანაა მდიდარ ნიადაგებში ჰუმუსის შემცველობის შენარჩუნება, ხოლო ღარიბში — გადიდება. მრავალწლიანი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ მცე-

ნარეთა ხანგრძლივი მოყვანით, სასუქების გამოყენების გარეშე, ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობა საგრძობლად მცირდება. მაგალითად, კორდიან-ეწერ ნიადაგზე 30—50 წლის მანძილზე იგი 25—50%-ით და მეტად მცირდება. ამ ნიადაგის სახნავ ფენაში, ყოველწლიურად საშუალოდ მინერალიზდება 1% ჰუმუსი. შავმიწა ნიადაგებზე (სუმის ოლქი) 100 წლის მანძილზე ჰუმუსის შემცველობა 8-დან 5%-მდე დაეცა, აქ ჰუმუსის ყოველწლიური მინერალიზაცია საშუალოდ 0,4—0,5% შეადგენს. ანეულზე ჰუმუსის ყოველწლიური დაშლა 3—5-ჯერ მეტია, ვიდრე კულტურით დაკავებულ ნაკვეთზე.

მინდვრის სტაციონარული ცდებით დადგენილია, რომ თესლბრუნვაში ნაკელის მცირე ნორმით ან მარტო მინერალური სასუქების გამოყენებით ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაშლა უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს, ვიდრე მისი დაგროვება. ამიტომ ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობა მცირდება. ეს ძირითადად ერთწლიანი კულტურებით დაკავებულ ნიადაგებს ეხება.

მრავალწლიანი კულტურებით დაკავებულ ნიადაგებზე მინერალური აზოტიანი სასუქების ხანგრძლივად გამოყენებით დადგინდა ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობის მნიშვნელოვანი გადიდება. მაგალითად, ს. რუბინის მიერ ხეხილის ბაღში, შავმიწებზე 0,5%-მდე, ბ. გოძიაშვილის, გ. გოლეთიანის, მ. ბზიავას, მ. დარასელიას და სხვათა ჩაის პლანტაციებში, წითელმიწებზე 1—3%-მდე, ციტრუსების ბაღში ი. გამყრელიძის მიერ წითელმიწებზე 0,3—0,9% და ი. მარშანიას მიერ სუბტროპიკულ ეწერებზე — 1,8—1,3%. მრავალწლიანი ნარგავებით დაკავებულ ნიადაგზე, აზოტიანი სასუქის გავლენით, ჰუმუსის შემცველობის გადიდება გამოწვეულია მცენარეთა ძლიერი განვითარებით, ამასთან დაკავშირებით, ჰუმუსის შექმნისათვის ენერგეტიკული მასალის (ფესვი, ფოთოლი, ყვავილი, ნასკვი და სხვ.) მეტი დაგროვებით. თესლბრუნვით დაკავებულ ნიადაგებზე ჰუმუსის დაგროვება დამოკიდებულია თესლბრუნვის ტიპზე და გამოყენებული სასუქების, განსაკუთრებით, ორგანული სასუქების რაოდენობაზე. ხანგრძლივი ცდებით დადგენილია, რომ ნიადაგში ჰუმუსის საწყისი დონის შესანარჩუნებლად საჭიროა ყოველწლიურად კარგი ხარისხის ორგანული სასუქის შეტანა შემდეგი რაოდენობით: კორდიან-ეწერ, წითელმიწა, სუბტროპიკულ-ეწერ, საშუალო და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე — 10 ტ, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობისაზე — 15, შავმიწებზე — 6—8 ტ/ჰა.

ნაკელთან ერთად აუცილებელია, დამატებით, მინერალური აზოტიანი სასუქის გამოყენება. რადგანაც ნაკელის შეტანის პირველ წელს მცენარე მისგან ინტენსიურად ითვისებს მხოლოდ ფოსფორსა და კალიუმს. მცენარეთა მწკრივთა შორისების დამუშავება აძლიერებს ორგანული ნივ-

თიერების დაშლას. ამიტომ მცენარე უკეთ იყენებს ნაკელის საკვებ ელემენტებს. ეს პროცესი უკეთ მიმდინარეობს ხანგრძლივი ვეგეტაციის მქონე, ასევე მრავალწლიანი მცენარეებით დაკავებულ ნიადაგებში.

ნიადაგში სასუქის შეტანის ხერხები, ვადები, წესები და ტექნიკა

სასუქების ნიადაგში შეტანასთან დაკავშირებული ტერმინოლოგია სწორად უნდა გამოვიყენოთ.

არჩვენ ნიადაგში სასუქების შეტანის სამ ხერხს: ძირითადი განოციერება (თესვამდე ან დარგვამდე); თესვის ან დარგვის დროს განოციერება და გამოკვება — მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში სასუქის შეტანა.

ნიადაგში სასუქების შეტანის ვადებია: საშემოდგომო, საგაზაფხულო და საზაფხულო, ისინი იყოფა თვეების მიხედვით.

სასუქების შეტანის შემდეგი წესებია ცნობილი: კვების მთელ ფართობზე სასუქის მობნევეთ; ადგილობრივი — ბუდნაში, კერებად, მწკრივში; ლოკალურ-მწკრიული — მწკრივში ვიწრო ზოლად, ფესვგარეშე — მიწის ზედა ნაწილებზე შეფრქვევა, შესხურება და სხვ.

სასუქების ნიადაგში ჩაკეთების საშუალებებია: გუთანის, კულტივატორი, დისკოიანი ფარცხი, ბარი, თოხი და სხვ.

სასუქის შესატანი ტექნიკა სასოფლო-სამეურნეო მანქანებია, რომლებიც გამოიყენება ძირითადი განოციერებისათვის, თესვის დროს განოციერებისა და გამოკვების ჩასატარებლად.

სასუქის გამოყენებით მაღალ ეფექტს მივიღებთ მაშინ, თუ სასუქს შევიტანთ ფესვთა სისტემის გავრცელების ზონაში. ტენის შემცველ სახნავი ფენის ზონაში მოხვედრილი სასუქი მცენარის მიერ უკეთ გამოიყენება. მსუბუქ ნიადაგებზე სასუქი უფრო ღრმად უნდა შევიტანოთ, ვიდრე მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე.

სასუქის საკვები ნივთიერებები მცენარის მიერ მთლიანად არ გამოიყენება, ადგილი აქვს დანაკარგებს. საკვები ნივთიერებების დანაკარგი გამოწვეულია გრავიტაციული წყლის გავლენით, ასევე დიფუზიის შედეგად. მეტად მნიშვნელოვანია სასუქის საკვები ნივთიერებების გადანაცვლება ნიადაგში და დანაკარგი წყლის აღმავალი და დაღმავალი დინების გავლენით. ამ სახის დანაკარგებს ყველაზე მეტად აზოტიანი სასუქების გამოყენების შემთხვევაში ვხვდებით. მაგალითად, ნიტრატების გამორეცხვით იკარგება სასუქის აზოტის მნიშვნელოვანი ნაწილი და გარემო ჭუჭყიანდება. აზოტიანი სასუქის საშუალო ნორმით გამოყენების შემთხვევაში ნიტრატების დანაკარგი ანუ ულსა და მსუბუქ ნიადაგებზე 20 კგ/ჰა აღემატება, თიხნარ ნიადაგებზე იგი ნაკლებია.

როცა კულტურით არ არის დაკავებული, ნიადაგიდან ნიტრატების გამორეცხვა გაძლიერებულია გაზაფხულზე (მცენარის აღმოცენებამდე) და შემოდგომით (მოსავლის აღების შემდეგ). მრავალწლიანი კულტურებით (ხეხილი, ციტრუსები, ჩაი, ტუნგი და სხვ.) დაკავებული ნიადაგიდან ნიტრატების ინტენსიური გამორეცხვა ემთხვევა აზოტიანი სასუქების შეტანის პერიოდს.

ცხელი კლიმატის რაიონებში, მორწყვის შემდეგ, კაპილარული წყლის გავლენით ადგილი აქვს ზედა ფენაში ნიტრატების გადაადგილებას და დაგროვებას. წყლის აორთქლების შემდეგ ნიადაგის გამომშრალ ზედა ფენაში დაგროვილი ნიტრატები დენიტრიფიკაციას განიცდის და იკარგება. ამ გზით აზოტის დანაკარგი შეტანილი აზოტის რაოდენობის 10—35% აღწევს. ნიტრატული ფორმის აზოტიანი სასუქებიდან აზოტის დანაკარგი ყოველთვის მეტია, ვიდრე ამიაკური და ამიდური ფორმის აზოტიანი სასუქებიდან.

აზოტიანი სასუქებიდან აზოტის დანაკარგის შემცირება შესაძლებელია ნიტრიფიკაციის ინტენსივობის შემცირებით. აქ ყურადღება უნდა მიექცეს აზოტიანი სასუქების სწორად გამოყენებას. მაგალითად, ერთწლიანი კულტურების გასანოყიერებლად აზოტიანი სასუქები არ უნდა შევიტანოთ თესვამდე დიდი ხნით ადრე. მრავალწლიანი მცენარეების ნარგაობაში (ჩაი, ციტრუსი, ტუნგი, ხეხილი და სხვ.) — ზრდის დაწყებამდე. ამ დროს ნიტრიფიკაციის შედეგად წარმოქმნილი ნიტრატები შთაინთქმება მცენარის მიერ და დანაკარგი მცირდება.

მყარი ამონიაკური და ამიდური სასუქების ზედაპირულად შეტანამ შეიძლება ამიაკის დანაკარგი გამოიწვიოს, იგი იზრდება pH-ის მაჩვენებლის, სასუქის ნორმისა და ნიადაგში ტენის მატებასთან ერთად. ამონიუმის გვარჯილისა და სულფატ ამონიუმის ზედაპირულად შეტანისას ამიაკის დანაკარგი 1—3% არ აღემატება, ხოლო შარდოვანას შემთხვევაში 20—30% აღწევს.

თხიერი ამიაკური სასუქების ნიადაგში ჩაკეთების სიღრმის მატებასთან დაკავშირებით ამიაკის დანაკარგი მნიშვნელოვნად მცირდება. მაგალითად, ქვიშნარ ნიადაგზე ამონიაკური წყლის 10—12 სმ და უწყლო ამიაკის 16 სმ სიღრმეზე, ხოლო თიხნარებზე — ამიაკური წყლის 7—8 სმ და უწყლო ამიაკისა — 12—14 სმ ჩაკეთებით ამიაკის დანაკარგს ადგილი არ აქვს.

საკვები ნივთიერებების დიფუზური გადანაცვლება ნიადაგში ძალზე უმნიშვნელოა, განსაკუთრებით მცირეა იგი ფოსფორიანი სასუქების შემთხვევაში.

ფოსფორიანი სასუქები თავს იყრის შეტანის ზონაში და მათი მიგრაცია სიღრმეში, მსუბუქ ნიადაგებზეც კი, ძალზე სუსტად მიმდინარეობს.

ამიტომ მცენარის ფესვის გავრცელების ნიადაგის ზონიდან ფოსფორის გამორეცხვას ადგილი არა აქვს.

ნიადაგში შეტანილი კალიუმის ნაწილიდან ნიადაგის მიერ კალიუმის შთაინთქმება, ძირითადად გაცვლითად და კარგად მაგრდება ნიადაგში. კალიუმის მცირე რაოდენობით გამორეცხვას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ქვიშა და ქვიშნარ-ნიადაგებიდან.

სასუქის ფოსფორისა და კალიუმის ფიქსაცია ნიადაგში ძალზე სწრაფად მიმდინარეობს. იგი ძირითადად ერთ დღე-ღამეში, პრაქტიკულად კი სასუქის შეტანიდან ერთ თვეში მთავრდება. ამავე დროს ფოსფორის დიდი ნაწილი (50—70%) გადადის ნაკლებად მოძრავ ფორმაში. ფოსფორის დამაგრება მეტი ინტენსივობით მიმდინარეობს მკავე ნიადაგებზე, განსაკუთრებით რკინისა და ალუმინის ერთნახევარი ჟანგეულებით მდიდარ ნიადაგებზე.

კალიუმის ფიქსაცია ნიადაგში ძლიერად მიმდინარეობს მაშინ, როდესაც ნიადაგი მდიდარია მონტორილონიტის ჯგუფის მინერალებით. კალიუმის ფიქსაციაზე ასევე გავლენას ახდენს ჰუმუსი და მკავე ნიადაგების მოკირიანება.

ნიადაგის ტენის რყევადობა — პერიოდული გამოშრობა და დატენიანება — არსებითად აძლიერებს სასუქის კალიუმის ფიქსაციას, ხოლო ფოსფორის ფიქსაციაზე გავლენას არ ახდენს.

სასუქის ფოსფორისა და კალიუმის იონების ფიქსაციის ხარისხი საშემოდგომო და საგაზაფხულო ვადებში შეტანით პრაქტიკულად არ იცვლება. ფოსფორიანი სასუქებიდან ეს კანონზომიერება ვრცელდება მხოლოდ ფხენილისებრ წყალხსნად ფორმებზე. გამონაკლისს წარმოადგენს ფოსფორიტის ფქვილი. იგი რაც ადრე იქნება შეტანილი მკავე ნიადაგებში, მცენარისათვის მისაწვდომი ფოსფორის მით მეტი რაოდენობით ნაერთები დაგროვდება ნიადაგში. გრანულირებულ სუპერფოსფატის შეტანა ნიადაგში არ შეიძლება თესვამდე დიდი ხნით ადრე. ამ დროს გრანულა იშლება და ნიადაგში ფოსფორის რეტროგრადაცია მატულობს.

ფოსფორიანი და კალიუმის სასუქების ჩაქეთება მცირე სიღრმეზე დაუშვებელია. ამ შემთხვევაში ეს სასუქები თავს იყრის ნიადაგის ზედა გამომშრალ ფენაში. მათ არ ახასიათებთ მოძრაობა ნიადაგში და ამიტომ მცენარე უზრუნველყოფილი არ არის ფოსფორითა და კალიუმით. ფოსფორიანი და კალიუმის სასუქების შეტანა საჭიროა ღრმად, იმ სიღრმეზე, სადაც ძირითადად განლაგებულია მცენარეთა ფესვები.

ძირითადი (თესვის ან დარგვის წინა) განოციერება. იგი უზრუნველყოფს მცენარის ნორმალურ კვებას ვეგეტაციის პერიოდში, განსაკუთრებით, ინტენსიური ზრდისა. ამ ფაზაში გაძლიერებულია მცენარის მოთხოვნილება საკვები ელემენტებისადმი. ძირითადი განოციერებისას გა-

მოიყენება სასუქის საერთო ნორმის მეტი რაოდენობა. მისი შეტანა შეიძლება შემოდგომით ან გაზაფხულზე. ეს დამოკიდებულია ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებზე, სასუქის თვისებებსა და სხვა ორგანიზაციულ საშუალებებზე.

ნიადაგში სასუქის შეტანის სიღრმე დამოკიდებულია მანქანა-იარაღების გამოყენებაზე. სასუქის ღრმად შეტანა ხდება წინასახვნილიანი გუთნით ან შიშვე დისკოებიანი ფარცხით. წინასწარ თანაბარ სიღრმეზე მოხნულ ნაკვეთზე სასუქების ჩაკეთება შეიძლება კულტივატორით, რომლის თათები ზამბარებითაა დამაგრებული.

ნიადაგის 10 სმ სიღრმეზე გაფხვიერების დროს ნიადაგის 0—5 სმ ფენაში ექცევა შეტანილი სასუქების დაახლოებით 80%. ეს ფენა ხშირ გამოშრობას განიცდის. ამიტომ ამ სიღრმეზე ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ჩაკეთება სასურველი არ არის.

ძირითადი განოყიერებისათვის სასუქების შეტანის ოპტიმალური ვადების განსაზღვრა ძირითადად დამოკიდებულია ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობაზე, ნიადაგში ტენის შემცველობასა და სასუქების თვისებებზე.

აზოტიანი სასუქებიდან ნიტრატული და ნიტრატულ-ამიაკური ფორმის სასუქები ჭარბი და საკმაო რაოდენობით ნალექებიან რაიონებში კორდიან-ეწერ, ტყის რუხ, გამოტუტულ და გაეწერებულ შავმიწებზე, სუბტროპიკული ზონის ეწერებზე, ყვითელმიწებზე, წითელმიწებსა და სხვა ნიადაგებზე უნდა შეიტანონ მხოლოდ გაზაფხულზე, უმჯობესია მცენარის ზრდის დაწყებისას, ამით აზოტის დანაჯარგი მცირდება. იმის გათვალისწინებით, რომ ნიადაგში ნიტრატებს ახასიათებს მოძრაობა, მათი ღრმად ჩაკეთება აუცილებელი არ არის.

ამიაკური აზოტი, გაზაფხულზე, თბილი ამინდის პირობებში, ნიტრიფიკაციას განიცდის. ეს პროცესი დაახლოებით ორ კვირაში მთავრდება. ნიტრატები იოლად მოძრაობენ სიღრმეში ატმოსფერული ნალექების ან სარწყავი წყლის გავლენით.

მცირე ნალექებიან რაიონებში, ჩვეულებრივ, ტიპურ, სამხრეთის შავმიწებსა და წაბლა ნიადაგებზე აზოტიანი სასუქების შეტანა რეკომენდებულია შემოდგომით, მზრალად ხენის დროს. ამ პირობებში გაზაფხულზე, მცირე სიღრმეზე შეტანილი აზოტიანი სასუქი თავს იყრის ზედა გამომშრალ ფენაში. მისგან მცენარე აზოტს ვერ ითვისებს, ამიტომ აზოტიანი სასუქის ეფექტი ეცემა. ეს მოვლენა მკვეთრად არის გამოსახული იმ წლებში, როცა ხანგრძლივი დროის მანძილზე ნალექები არ მოდის.

ზოგჯერ, მძიმე კორდიან-ეწერებზე ურჩევენ მყარი ამიაკური სასუქების შემოდგომით შეტანას. ამ პერიოდში თუ ჰაერის ტემპერატურა 10°C ნაკლებია, მაშინ ნიტრიფიკაცია შენელებულია, მაგრამ ტემპერა-

ტურის მატებასთან ერთად ძლიერდება ნიტრიფიკაცია, რაც იწვევს აზოტის დანაკარგს. ამიტომ ასეთ ნიადაგებზეც მყარი ამონიაკური სასუქების შეტანა უკეთესია გაზაფხულზე. ნალექებით კარგად უზრუნველყოფილ ზონაში, მძიმე და საშუალო მექანიკური შედგენილობის კორდიანეწერებზე თხიერი აზოტიანი სასუქების (ამიაკური წყალი და უწყლო ამიაკი) შეტანა შეიძლება შემოდგომით.

ფოსფორიანი სასუქების შეტანა, ყველა შემთხვევაში, უმჯობესია შემოდგომით — მზრალად ხენისას ან გაზაფხულზე — ნიადაგის ღრმად გადახენის დროს.

კალიუმისანი სასუქების, განსაკუთრებით ქლორის შემცველი სასუქების შეტანა ყველა ნიადაგზე საჭიროა შემოდგომით, მზრალად ხენის დროს. ამ შემთხვევაში ზამთარსა და გაზაფხულზე მოსული ნალექების გავლენით ქლორი ჩაირეცხება ღრმა ფენებში. იგი სცილდება ფესვით გავრცელების ზონას და ნაკლებ უარყოფით გავლენას ახდენს ქლოროფობული კულტურების ზრდა-განვითარებაზე. გაზაფხულზე კალიუმისანი სასუქების შეტანა დასაშვებია ქვიშა და ქვიშნარ ნიადაგებზე, ნალექებით კარგად უზრუნველყოფილ რაიონებში.

ნაკელი და კომპოსტები, ყველა კულტურის გასანაოციერებლად, ნიადაგში შემოდგომით — მზრალად ხენისას ან გაზაფხულზე — ნიადაგის გადახენის დროს შეაქვთ.

მზრალ რაიონებში უპირატესობა ენიჭება გადამწვარ ნაკელს, რადგანაც იგი ნაკლებად იწვევს ნიადაგის გამოშრობას, არაშემიწა ნიადაგებიანი ზონისათვის — ნახევრად გადამწვარ, ზოგჯერ ახალ ნაკელს. ახალი ნაკელის შეტანა უმჯობესია შემოდგომით, მზრალად ხენის დროს. ჩრდილოეთის რაიონების მძიმე ნიადაგებზე საჭიროა ნაკელის უფრო ნაკლებ სიღრმეზე შეტანა, ვიდრე მსუბუქ ნიადაგებზე. ტენიან და მძიმე ნიადაგებზე ნაკლებ სიღრმეზე ჩაკეთებული ნაკელი უფრო ინტენსიურად იშლება, ვიდრე ღრმად შეტანილი, სადაც აერობული პროცესი სუსტად მიმდინარეობს. მზრალ რაიონებში ნაკელი უფრო ღრმად უნდა ჩაკეთდეს, ვიდრე ტენიან რაიონებში.

სუბტროპიკულ ზონაში ნაკელი და კომპოსტები შეიტანება შემოდგომით ან გაზაფხულზე. შემოდგომით უკეთესია ნახევრად გადამწვარი ნაკელი, გაზაფხულზე — გადამწვარი ნაკელი ან კარგი ხარისხის კომპოსტი. მათი ნიადაგში ჩაკეთება უნდა მოხდეს ღრმად.

ძირითადი განოციერებისათვის სასუქების შეტანა შეიძლება მოზნევით ან ლოკალურად. ამჟამად სასუქების ლოკალურად შეტანისათვის იყენებენ შემდეგ წესებს:

1. მარცვლოვანი კულტურების თესვის წინ სასუქების მწკრივში შეტანა სასუქის შემტანი მანქანებით. მრავალწლიანი მცენარეების დარგვის წინ ორმოებში სასუქების შეტანა.

2. მარცვლოვანი კულტურების თესვისას, თესლთან ერთად სასუქის შეტანა მწკრივში გამომთესი მანქანებით ან კომბინირებული აგრეგატების გამოყენებით. მრავალწლიან ნარგავებში — მცენარეთა დარგვისას სასუქების შეტანა ორმოებში;

8. დარგვის დროს კარტოფილის გასანოყიერებლად ძირითადი სასუქის მწკრივში შეტანა, კომბინირებული სარგავი მანქანებით.

გამოკვლევებით დადგენილია, რომ სასუქების ლოკალურად შეტანა იწვევს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის გადიდებას 3—23% ფარგლებში, იმავე რაოდენობის სასუქების მობნევით შეტანასთან შედარებით. მაგრამ თესლბრუნვაში ლოკალური—მწკრიული წესით სასუქის საშუალო და მაღალი ნორმების სისტემატური შეტანა, ამ წესით სასუქის გამოყენების ეფექტის შემცირებას იწვევს.

ახლა დიდი ინტერესით ეკიდებიან ნიადაგში ფოსფორიანი და კალიუმის სასუქების მარაგის შექმნას—ფოსფორიანი და კალიუმის სასუქების მაღალი ნორმებით პერიოდულ შეტანას. ეს წარმოადგენს ძირითადი განოყიერების ერთ-ერთ წესს. ამ წესის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ფოსფორიანი და კალიუმის სასუქები შეაქვთ არა ყოველწლიურად, არამედ რამდენიმე წლის ნორმა ერთჯერ. მაგალითად, შეაქვთ არა 60 კგ P_2O_5 , ყოველწლიურად, არამედ 4 წლის მარაგი 240 კგ/ჰა P_2O_5 4 წელიწადში ერთხელ. დღეისათვის ამ წესის მიმართ განსხვავებული შეხედულებები არსებობს. ერთ შემთხვევაში ამ წესს უპირატესობა აქვს სასუქის ყოველწლიურად შეტანასთან. მეორე შემთხვევაში—არ განსხვავდება ან თანაბარია მისი გავლენა ყოველწლიურად შეტანისა. პესამე შემთხვევაში, სადაც ფოსფორის ნიადაგში შთანქმეა ძლიერად მიმდინარეობს და კალიუმის გაძლიერებული ფიქსაცია ხდება, სასუქის სამარაგო შეტანა, ყოველწლიურად შეტანასთან შედარებით ნაკლებად ეფექტურია.

სასუქების მარაგის სახით ნიადაგში შეტანის წესი წარმოების პირობებში განსაზღვრულია: მას პირველ რიგში იყენებენ მრავალწლიანი ზალახების — საფარი კულტურების; კულტურული საძოვრების; ცალკეული მეურნეობის ბაღების (რომლებსაც ბევრი სასუქი გააჩნიათ) გასანოყიერებლად. კალიუმის სასუქების შეტანა ქვიშნარ და ქვიშიან ნიადაგებზე მარაგის სახით არ შეიძლება, რადგანაც მოსალოდნელია მათი ჩარეცხვა. გარდა ამისა, ამ დროს მოსალოდნელია მოსავალში კალიუმის შემცველობის გადიდება 3%-ზე მეტად, რაც უარყოფითად მოქმედებს ცხოველთა ორგანიზმზე. ამასთან ერთად, ქლორის შემცველი კალიუმის სასუქების მაღალი ნორმა იწვევს ქლორისადმი უარყოფითად მგრძობიარე კულტურების (ქლოროფომები) მოსავლის ხარისხის გაუარესებას.

თესვის ან რგვის დროს (მწკრიული) განოყიერება. იგი ტარდება სათესი კულტურების თესვის დროს, თესლთან ერთად მწკრივში ან მცე-

ნარეთა რგვის დროს ბუნდაში ან ორმოებში სასუქების შეტანით. ეს არის სასუქების ლოკალური შეტანა, საკვები ნივთიერებებით მცენარის უზრუნველყოფა ზრდის ახალგაზრდა ფაზაში, როცა მცენარე იწყებს ფესვებით კვებას და ფესვთა სისტემა ჯერ კიდევ სუსტად არის განვითარებული. ამ მხრივ განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ფოსფორით კვებას. თესვის დროს განოყიერება იწვევს სუპერფოსფატიდან მცენარის მიერ ფოსფორის გამოყენების კოეფიციენტის ამაღლებას. იგი 40—60% შეადგენს და ზოგჯერ 80%-მდე აღწევს. სასუქის შეტანის ნორმა როგორც წესი, დაბალია — 5—10 კგ/ჰა თითოეული ელემენტი. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ როცა სასუქი თესლთან ერთად შეგვაქვს, ფოსფორი და კალიუმი სუსტად გადაინაცვლებს ნიადაგში. თუ უესლის ირგვლივ დიდი რაოდენობით სასუქი მოხვდა, მაშინ ხსნარის კონცენტრაცია იზრდება და ის უარყოფითად მოქმედებს აღმონაცენზე.

ნიადაგის ხსნარის მაღალი კონცენტრაციის მიმართ უარყოფით და მოკიდებულებას იჩენს ყველა ახალგაზრდა მცენარე, მაგრამ მის მიმართ განსაკუთრებით მგრძობიარეა სიმინდი, ხახვი, კიტრი, სტაფილო, ტურნეფსი და სხვ., ხოლო ნაკლებად მგრძობიარეა კარტოფილი. მწკრიული განოყიერება მაღალ ეფექტს იძლევა მაშინ, თუ თესლსა და სასუქს შორის უშუალო კონტაქტი არ არის, არამედ სასუქი კარგად არის არეული ნიადაგში. ამას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს აზოტიანი და კალიუმიანი სასუქების გამოყენების შემთხვევაში.

მწკრიულ განოყიერებაში მინერალური სასუქებიდან პირველი ადგილი უკავია ფოსფორს. მას მნიშვნელოვნად ჩამოუვარდება აზოტიანი სასუქი, ხოლო კალიუმიანი სასუქები, იშვიათი გამონაკლისის გარდა (კალიუმის მოყვარული მცენარეები), ეფექტს არ იძლევა, ზოგჯერ მოსავლის დაცემასაც იწვევს. აზოტიანი სასუქი კარგი წინამორბედი კულტურის შემდეგ მოსავლის გადიდებას არ იწვევს.

მწკრიული განოყიერებისათვის იყენებენ გრანულირებულ მარტოვ და ორმაგ სუპერფოსფატს, კომპლექსურ სასუქებს — ამოფოსს, დიამოფოსს; ნიტროფოსს, ნიტროფოსკას, ნიტროამოფოსსა და ნიტროამოფოსკას. მწკრიული განოყიერებისათვის რეკომენდებული არ არის მარტივი სასუქების ნარევის გამოყენება, რადგანაც ამ დროს წარმოიქმნება მწეზავი მასა, რომელიც არათანაბრად ნაწილდება კვების არეზე. თუ ძირითადი განოყიერების დროს გამოყენებული იყო სასუქების მაღალი ნორმა, მაშინ მწკრიული განოყიერების ეფექტი ეცემა, ზოგჯერ ქრება კიდევ.

მწკრივში ან ბუნდაში სასუქის მაღალი ნორმით შეტანა მოსავლის გადიდებას არ იწვევს.

გამოკვება ანუ თესვის ან რგვის შემდეგი განოყიერება. ეს არის მცენარეთა მოსავლიანობის გადიდების ერთ-ერთი ძირითადი ხერხი. იგი

მცენარის კვების პირობების გაუმჯობესების საშუალებაა ზრდის ყველა ფაზაში.

სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში ფართოდ არის გავრცელებული საშემოდგომო კულტურების ადრე გაზაფხულზე აზოტიანი სასუქებით გამოკვება, ასევე სათოხნი კულტურების ბამბის, შაქრის ჭარხლის, კარტოფილის გამოკვება.

გამოკვების ჩატარება აუცილებელია მაშინ, თუ თესვამდე სასუქი შეტანილი არ იყო ან შეტანილი იყო მცირე ნორმით. გამომშრალ ნიადაგებზე გამოკვება შედეგს არ იძლევა. გამოკვებისათვის სასურველი არ არის ფოსფორიანი და კალიუმისანი სასუქების გამოყენება, ნიადაგში მიგრაციის დაბალი უნარის გამო. გამოკვებისათვის გამოიყენება, როგორც მყარი მინერალური სასუქი, ისე მათი ხსნარი. სასუქის შესატანად იყენებენ სათეს მანქანებს ან მწკრივთა შორისების დამმუშავებელ მანქანებს სპეციალური მოწყობილობით და თვითმფრინავებს.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გასანოჰიერებლად მინერალური სასუქების ნორმების დადგენა

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მაღალი და მყარი მოსავლის მიღება დამოკიდებულია მინერალური სასუქების სწორად გამოყენებაზე. სასუქის ეფექტს, სხვა მრავალ პირობათა შორის, განსაზღვრავს ნიადაგში შეტანილი სასუქის რაოდენობა. იგი უნდა პასუხობდეს მცენარის მოთხოვნას საკვები ელემენტების მიმართ, მთელი წლის მანძილზე. აქედან გამომდინარე, მინერალური სასუქების ნორმის დადგენა აგროქიმიის ურთულეს და მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს. დღეისათვის არსებობს სასუქის ნორმის შემდეგი ცნებები: **ოპტიმალური, რაციონალური, ზღვრული.**

ოპტიმალური ნორმა სასუქის ისეთი ნორმაა, რომელიც უზრუნველყოფს კარგი ხარისხის მაღალი მოსავლის მიღებას; ყოველი ჰექტრიდან მაქსიმალურ წმინდა შემოსავალს; თესლბრუნვის პერიოდში ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებას ან მის შენარჩუნებას.

რაციონალური ნორმა მეურნეობის კონკრეტულ პირობებში საშუალებას იძლევა 1 ჰექტარიდან კარგი და დამაკმაყოფილებელი ხარისხის, რაც შეიძლება მეტი მოსავლის მიღებას, იწვევს ნიადაგის ნაყოფიერების ინტენსიურ ამაღლებას და სასუქის გამოყენებით ეკონომიკურ ეფექტს.

სასუქის ნორმის გადიდება ყოველთვის სასარგებლო არ არის. არსებობს ნორმის გარკვეული ზღვარი, რომლის შემდეგ 1 კგ საკვებ ელემენტზე მიღებული ნამატი მოსავლის ანაზღაურება მცირდება. თუ მეურნეობას სასუქი ცოტა გააჩნია, მაშინ უმჯობესია იგი გამოიყენოს

მცირე ნორმით დიდ ფართობზე და მიიღოს მეტი საერთო მოსავალი, ვიდრე მაღალი ნორმით მცირე ფართობზე, ამ დროს საერთო მოსავალი ნაკლები იქნება.

ზღვრული ნორმა. ეს ისეთი ნორმაა, რომლის გამოყენება ფართობის 'ერთეულზე უზრუნველყოფს დასაშვები ხარისხის მაქსიმალურად მაღალი მოსავლის მიღებას. იწვევს სასუქების გამოყენებაზე გაწეული დანახარჯების ანაზღაურებას (თვითანაზღაურებას).

სასუქის ასეთი ნორმის გამოყენება ყოველთვის გამართლებული არ არის. არის გამონაკლისი. იგი ეხება ისეთ კულტურას, რომელთა მოყვანა ნიადაგური და კლიმატური პირობებით განსაზღვრულია, მაგრამ მათ პროდუქციაზე საზოგადოებრივი მოთხოვნილება დიდია. ამ პირობებში დიდი მნიშვნელობა აქვს ფართობის ერთეულზე რაც შეიძლება მეტი მოსავლის მიღებას. ამ ჯგუფის კულტურათა რიგს მიეკუთვნება თითქმის ყველა სუბტროპიკული კულტურა.

სასუქის მაღალი ნორმა სასარგებლო არ არის. ცალკეული ნიადაგური და კლიმატური ზონისათვის საჭიროა მინერალური სასუქის გამოყენების ზღვრის დადგენა, წინააღმდეგ შემთხვევაში მემცენარეობისაგან მოსალოდნელია ზარალის მიღება, პროდუქციის ხარისხის გაუარესება და გარემოს გაქუქყიანება.

მინერალური სასუქების ნორმების დადგენა მინდვრის ცდების მონაცემებისა და აგროქიმიური ანალიზების გამოყენებით

სამეცნიერო-კვლევითი ორგანიზაციების მიერ, მინდვრის ცდების მონაცემების საფუძველზე, დამუშავებულია რეკომენდაციები სხვადასხვა კულტურის განოყიერებისათვის, სასუქის საშუალო ნორმები, ზონების მიხედვით.

მაგალითისათვის მოვიყვანოთ სასუქების საშუალო ნორმა კორდიანი ეწერი ნიადაგების ინტენსიური ქიმიზაციის რაიონებისათვის (ცხრ. 79).

ფოსფორისა და კალიუმის რეკომენდებულ ნორმებს კორექტირება უნდა გაუკეთდეს. აქ მხედველობაშია მისაღები ნიადაგის უზრუნველყოფა ფოსფორისა და კალიუმის შესათვისებელი ფორმებით. ამ მიზნისათვის იყენებენ შესწორების საორიენტაციო კოეფიციენტს (ცხრ. 80).

აზოტის სასუქების ნორმების კორექტირება ხდება ნიადაგში, ფოსფორის მოძრავი ფორმების შემცველობის მიხედვით. საქმე ისაა, რომ ნიადაგში უმეტესად აზოტის შემდეგ მინიმუმშია ფოსფორი. ამავე დროს აზოტის მიმართ ჭერჭერობით კარტოგრამის შედგენა არ ხდება. როცა შესწორების კოეფიციენტი ერთის ტოლია, მაშინ სასუქის ნორმა უცვლელად რჩება, გარდა ამისა, მწკრიული განოყიერებისათვის სასუქის

ცხრილი 79. ზოგიერთი კულტურების განოყიერებისათვის სასუქების საშუალო ნორმები კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე

კულტურა	ნაკელი ტ/ჰა	მინერალური სასუქი კგ/ჰა		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
საშემოდგომო ზორბალი ანეულზე	20—30	100—120	80—100	40—60
საშურასა და ტიმოთელას შემდეგ	—	70—100	100—120	100—120
საგაზაფხულო მარცვალი	—	80—120	80—100	60—80
საბოქვო სელი	—	20—40	60—90	80—100
კარტოფილი	30—40	100—120	80—100	100—120
სიმინდი და სხვა სასილოსე კულტურები	30—40	100—120	80—100	80—100
საკვები ძირხვენები	30—40	180—220	120—150	180—220
კომბოსტო	30—40	150—180	80—100	150—180

ცხრილი 80. სასუქის ნორმების შესწორების კოეფიციენტი ნიადაგში ფოსფორისა და კალიუმის მოძრავი ფორმების შემცველობის გათვალისწინებით

ნიადაგში საკვები ნივთიერების შემცველობა კარტოგრაფების მიხედვით	მარცვლოვანი კულტურები, სელი, ბალახები, სათიანი კულტურები	ბოსტნის კულტურები
აზოტიანი სასუქები		

P ₂ O ₅		
ძლიერი დაბალი	1,2	—
დაბალი	1,1	1,2
საშუალო	1,0	1,0
აშლლებული	0,9	1,0
შალალი	0,8	0,9
ძლიერ შალალი	0,7	0,8

ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები

P ₂ O ₅ ან K ₂ O		
ძლიერ დაბალი	1,5	—
დაბალი	1,2—1,3	1,5
საშუალო	1,0	1,2—1,3
აშლლებული	0,7—0,8	1,0
შალალი	0,4—0,6	0,7—0,8
ძლიერ შალალი	0,1—0,3	0,4—0,6

დოზა შესწორების გარეშე გამოიყენება. 79-ე ცხრილში მოცემული სასუქის ნორმები გაანგარიშებულია სხვადასხვა კულტურისაგან შემდეგი მოსავლის მიღებაზე: მარცვალი — 30—35 ც, სელის ბოქვო — 6—8, კარტოფილი — 200—250, ძირხვენები — 400—500, სიმინდის მწვანე მასა — 350—400, კომბოსტო — 500—600 ც/ჰა.

თუ სასუქის რეკომენდებული ნორმა დადგენილია მინდვრის ცდაში, სადაც ნიადაგი შეიცავდა გარკვეული რაოდენობით მოძრავ ფოსფორსა და კალიუმს, მაშინ წარმოების პირობებისათვის საჭირო იქნება ნორმის კორექტირება კონკრეტული მინდვრის ნიადაგის კლასის შესაბამისად. თუ ნიადაგის კლასი — წარმოების პირობებში, მოძრავი ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობის მიხედვით საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის კლასისაგან 1 ან 2 მაჩვენებლით განსხვავდება, მაშინ ფოსფორის ან კალიუმის ნორმა იცვლება ± 25 ან 50% -ით, ხოლო აზოტისა ± 10 ან 20% -ით. ამავე დროს აზოტის ნორმის კორექტირება, როგორც წესი, ხდება იმ ელემენტის მიხედვით, რომელიც აზოტის შემდეგ პირველ მინიმუმშია ნიადაგში. ეს საშუალო და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე — ფოსფორის, ხოლო მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე — კალიუმის მიხედვით ხდება.

სუბტროპიკული კულტურების განოციერებისათვის, ამაჟამად არსებული რეკომენდაცია დაფუძნებულია სასუქის ნორმებზე, რომელიც ემყარება ნიადაგში საკვები ელემენტების შემცველობას, მისი შესწორების კოეფიციენტს, მცენარეთა ასაკსა და მოსავლის ტონეს.

ცხრილი 81. ნიადაგის ჭვრუები აზოტის, ფოსფორის, კალიუმის შემცველობის მიხედვით (მგ 100 გ ნიადაგზე, 0—20 სმ ფენაში)

საკვები ელემენტებით უზრუნველყოფის დონე	საქართველოს სსრ				აზერბაიჯანის სსრ				
	P ₂ O ₅		K ₂ O		აზოტის კიდროლიზებადი ნაერთები	P ₂ O ₅		K ₂ O	
	ონიანის მეთოდი	მაჩვიანის მეთოდი	ონიანის მეთოდი	მაჩვიანის მეთოდი		ტურინისა და კონინოვას მეთოდი	ონიანის მეთოდი	ჩირიკოვის მეთოდი	ონიანის მეთოდი
ძლიერ დაბალი	<15	<1	<5	<15	—	—	—	—	—
დაბალი	15—30	1—2	5—15	15—25	20	15	10	5	10
საშუალო	30—50	2—3	15—25	25—35	20—30	15—30	10—20	5—15	10—20
მაღალი	>50	>3	>25	>35	>30	>30	>20	>15	>20

ჩაისა და დაფნის სრულმოსავლიანი პლანტაციები, ციტრუსებისა და ტუნჯის მოსავლიანი ბაღები იყოფა საშუალო და მაღალმოსავლიან პლანტაციებად და ბაღებად. ამ მაჩვენებლების მიხედვით მოსავალი შეადგენს (ცხრ. 82):

ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ნორმების კორექტირება ხდება ნიადაგში P₂O₅ და K₂O-ს შემცველობისა და კულტურათა მოსავ-

ლის დონის მიხედვით. ამ მიზნისათვის იყენებენ შესწორების კოეფიციენტს (ცხრ. 83).

ცხრილი 82. სუბტროპიკული კულტურების მოსავლის დონე ც/ჰა

მოსავლის დონე	ჩაის მწვანე ფოთლი	ციტრუსები ნაყოფი	ტუნგი ნაყოფი	კეთილშობილი დაფნა (მშრალი ფოთლი)
საშუალო	31—80	81—100	41—50	16—20
მაღალი	81—150	101—200	51—70	21—30

ცხრილი 83. ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შესწორების კოეფიციენტი

ნიადაგის საკვები ელემენტებით უზრუნველყოფის დონე	მოსავლის დონე	
	საშუალო	მაღალი
ძლიერ დაბალი	1,25	1,50
დაბალი	1,00	1,25
საშუალო	0,50	0,7
მაღალი	0,30	0,50

წითელმიწა ნიადაგებზე ჩაისა და დაფნის პლანტაციების გასანოყიერებლად ფოსფორის საშუალო ნორმად მიჩნეულია P_2O_5 —150 კგ/ჰა კალიუმისა — 120 კგ/ჰა K_2O . სუბტროპიკულ ეწერებზე 100—100 კგ/ჰა P_2O_5 და K_2O . ციტრუსებისა და ტუნგის ბაღებში — 100—120 კგ/ჰა P_2O_5 და K_2O . სასუქების ეს რაოდენობა ნიადაგში შეიტანება ამ ელემენტის დაბალი შემცველობის დროს და მას ერთმაგ ნორმას უწოდებენ. საკვები ელემენტების ძლიერ დაბალი შემცველობის დროს სასუქის საკვები ელემენტების ერთმაგი ნორმა მრავლდება კოეფიციენტ 1,75-ზე, საშუალო შემცველობისას — მცირდება 1,75-ჯერ, ხოლო მაღალი შემცველობისას ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები არ შეიტანება.

აზოტიანი სასუქის ნორმა სრულმოსავლიანი პლანტაციებისა და მოსავლიანი ბაღების განოყიერებისათვის იცვლება მოსავლის დონის შესაბამისად (ცხრ. 84).

ჩაის მაღალმოსავლიანი ჯიშებისა და კლონების 5 ტ(-ზე) მეტი მოსავლის შემთხვევაში აზოტიანი სასუქის ნორმა 50 კგ/ჰა აზოტით იზრდება.

ცდაში მიღებული მოსავალი ყოველთვის არ შეესაბამება წარმოების პირობებში მიღებულ სასუქის ეფექტს. დადგენილია, რომ მცირე დანაყოფებზე სასუქი უფრო მაღალ ეფექტს იძლევა, ვიდრე წარმოების პირობებში დიდ ფართობზე. მაგალითად, მარცვლოვანი კულტურების

ცხრილი 34. აზოტაინი სასუქის ნორმები მოსავლიანი ნარგავობის
გასანოციერებლად

რესპუბლიკა	ჩ ა ი		კეთლშობილი დაფნა		ცერტრესების ტუნგი	
	5-ფოთლო- ანი დუყი, ც/ჰა	ნორმა, კგ/ჰა	მშრალი ფო- თლი, ც/ჰა	ნორმა, კგ/ჰა	ნაყოფი, კგ/ხეზე	ნორმა, კგ/ხეზე
საქართველოს სსრ	<50	200	<20	150	5—10	200
	50—100	250	21—50	200	11—15	250
	101—150	300	51 და>	250	16—20	300
	>151	350	—	—	21 და>	450
აზერბაიჯანის სსრ	40—80	250	<20	200	2—5	200
	80—100	300	21—50	250	6—7	250
	101—120	350	>51	300	8—10	300
	121	400	—	—	11 და>	450
ტაჯიკეთის სსრ					6 წელზე მეტი ასაკის ჟეულა ბალში	500
რსფსრ (კრასნოდარის შხარე)	<50	250	<30	200	2—5	200
	50—100	300	31—60	250	6—7	250
	101 და>	350	61 და>	300	8—10	300
	—	—	—	—	11 და>	450

მოსავალი წარმოების პირობებში 30%-ით და კარტოფილისა 50%-ით ნაკლებია, ვიდრე საცდელ ნაკვეთზე მიღებული მოსავალი.

მიუხედავად დიდი პერსპექტივისა, ამ მეთოდზე სრული დაყრდნობა არ შეიძლება, რადგანაც სასუქის ნორმის განსაზღვრისათვის იგი სრულ ინფორმაციას არ იძლევა.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განოციერებისათვის სასუქის ნორმებს ასევე ადგენენ ცდისაგან მიღებული შედეგების მათემატიკური დამუშავებით. ამ შემთხვევაში დიდი მნიშვნელობა აქვს მრავალფაქტორიან მინდვრის ცდებს, იგი უფრო სრულ ინფორმაციას იძლევა სასუქის ნორმის დასადგენად. მრავალფაქტორიანი მინდვრის ცდის შედეგის მათემატიკური დამუშავება შემდეგი თანმიმდევრობით ტარდება: 1. ცდის შედეგების დამუშავება მრავლობითი რეგრესიით; 2. მათემატიკური მოდელის შერჩევა; 3. საწარმოო ფუნქციის დამუშავება; 4. სხვადასხვა მაჩვენებლებს შორის კორელაციის კოეფიციენტის გაანგარიშება.

მინერალური სასუქების ნორმების დადგენის გეგმიური მოსავლისათვის მეთოდები

მინერალური სასუქების ნორმის დადგენა გეგმიური მოსავლისათვის (ელემენტური ბალანსის მეთოდი). ამ მეთოდის საფუძველია მცენარის მიერ ძირითადი და თანამგზავრი მოსავლის ერთეულით (10 ან 100 ც/ჰა) ნიადაგიდან საკვები ნივთიერებების გამოტანა (ხელმძღვანელობენ საცნობარო მონაცემებით); მცენარის მიერ ნიადაგის, სასუქის ან მცენარეული ანარჩენების (ფესვი, წამონახარდი და სხვ. ანარჩენი) საკვები ნივთიერებების გამოყენების კოეფიციენტი. გეგმიური მოსავლს მისაღებად საკვები ელემენტების მარაგის შევსება ნიადაგში ხდება ორგანული და მინერალური სასუქების შეტანით.

სასუქის ნორმის გაანგარიშებისათვის საორიენტაციო კოეფიციენტი მოცემულია მე-80 და 83-ე ცხრილებში, სასუქის შემდგომი მოქმედება ნაჩვენებია 77-ე ცხრილში. ადვილადპირობადი ნაერთებიდან აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი უდრის 0,2, ანუ 20%.

მცენარის მიერ ნიადაგიდან საკვები ნივთიერებების გამოყენების კოეფიციენტი ცვალებადობს მცენარის ბიოლოგიური თავისებურების, ნიადაგის ტიპისა და ნიადაგში ნივთიერებათა განსაზღვრის მეთოდების მიხედვით (ცხრ. 76). სასუქის ნორმის დადგენისათვის მათი გათვალისწინება აუცილებელია.

განვიხილოთ ელემენტური ბალანსის მეთოდი კონკრეტულ მაგალითზე.

ამ მაგალითის ამოხსნისათვის საჭიროა შემდეგი მონაცემები:

1. გეგმიური მოსავალი, ც/ჰა;
2. ნიადაგის ტიპი და მექანიკური შედგენილობა;
3. კარტოგრამის მონაცემები (შედგენილი ორი წლის პერიოდში), ნიადაგში მოძრავი P_2O_5 და გაცვლითი K_2O შემცველობა, მგ/100 გ ნიადაგზე, განსაზღვრის მეთოდი;
4. ნიადაგში შესატანი გეგმით გათვალისწინებული ორგანული სასუქების რაოდენობა, ტ/ჰა;
5. ორგანულ სასუქებში N, P_2O_5 -ისა და K_2O -ს შემცველობა, %;
6. თესლბრუნვის რგოლი, რომელშიც გათვალისწინებულია გეგმიური მოსავლის მიღება;
7. თესლბრუნვაში ცალკეული კულტურების გასანოყიერებლად გამოყენებული მინერალური სასუქების (NPK) რაოდენობა, კგ/ჰა;
8. თესლბრუნვაში მრავალწლიანი ბალახების ყოველწლიური მოსავალი (თივა), ც/ჰა.

დავუშვათ, დაგეგმილი გვაქვს 50 ც სიმინდის მარცლისა და თანამგზავრი მოსავლის (ჩალა) მიღება. ნიადაგი საშუალო თიხნარია, მოძრავი P_2O_5 -ის შემცველობა მასში შეადგენს 5—7 მგ, ხოლო გაცვლითი

ცხრილი 85. მცენარეთა მიერ ნიადაგისა და სასუქის საკვები ნივთიერების გამოყენების კოეფიციენტი (%). კორდიან-ეწერი და ტყის რუხი ნიადაგებისათვის)

კულტურა	ნიადაგიდან (ნივთიერების საშუალო და მჭი შემცველობის დროს*)		მინერალური სასუქებიდან — პირველ წელს			ორგანული სასუქებიდან — პირველ წელს		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	IP ₂ O ₅ **	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
მარცვლოვნები, ერთწლიანი და მრავალწლიანი ბალახები	5	10	50—60	15—25	40—50	20	20	40—50
სათოხნი კულტურები — კარტოფილი, ძირხვევნები, სასილოსე მცენარეები	5	20	60—70	20—25	50—70	20—25	30	50—60
კომბოსტო	5	20	60—70	20	60—70	20—25	30	60
სელა	3	5	30—40	10—15	30—40	—	—	—
სტაფილო, საკვები კარხალი, პომიდორი	5	10	50—60	15—20	50—60	20	20	50
კიტრი	3	5	30—40	10—15	30—40	15—20	20	30

K₂O—6—8 მგ/100 გ ნიადაგზე — ონიანის მეთოდით. ნაკვეთზე გეგმით გათვალისწინებულია 20 ტ/ჰა ორგანული სასუქის შეტანა, რომელიც შეიცავს: N—0,5; P₂O₅—0,25 და K₂O—0,6%.

სიმიანდის გეგმიური მოსავლისათვის ამ მონაცემებზე დაყრდნობით ზდება მინერალური სასუქების ნორმის დადგენა.

ცნობილია, რომ 10 ც სიმიანდის მარცვალს, ჩალასთან ერთად, ნიადაგიდან გამოაქვს: აზოტი—34, ფოსფორი—12 და კალიუმი 37 კგ. ამ საცნობარო მასალებზე დაყრდნობით 50 ც/ჰა სიმიანდის მოსავალი (ჩალასთან ერთად) ნიადაგიდან გამოიტანს: N—170, P₂O₅—60 და K₂O—185 კგ. პრაქტიკაში ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შემდგომქმედება იანგარიშება არა უმეტეს ორი წლით, აზოტიანი სასუქებისა — ერთი წლით. ორგანული სასუქებისა და პარკოსანი მცენარეების ანარჩენების აზოტის შემდგომქმედება, ყველა შემთხვევაში, აუცილებლად უნდა ვიანგარიშოთ პირველი წლის მოქმედების მიხედვით, რადგანაც კარტოგრამას ნიადაგში აზოტის მოძრავი ნაერთების შემცველობაზე არ აღგვინენ.

მოცემულ მაგალითში სიმიანდი ითესება, სამყურასა და ტიმოთელას

* საკვები ელემენტებით ნიადაგის დაბალი უზრუნველყოფისას კოეფიციენტი 1,5—2-ჯერ იზრდება;

** მწკრიული განოყიერებისას სუპერფოსფატიდან გამოიყენება 60% P₂O₅.

ნარევის გამოყენების შემდეგ, ხოლო თივის საერთო მოსავალი ორ წელიწადში შეადგენს 8 ც/ჰა (40×2). დადგენილია, რომ 1 ტ თივა ნიადაგში ტოვებს ანარჩენების აზოტს 10—15 კგ/ჰა. აქედან გამომდინარე, მრავალწლიანი ბალახების ანარჩენებით, მოცემულ შემთხვევაში, ნიადაგში დარჩება დაახლოებით 120 კგ/ჰა აზოტი. ბალახების შემდეგ, სიმინდს შეუძლია შეითვისოს მცენარეული ანარჩენების აზოტის დაახლოებით 25% ანუ 30 კგ/ჰა.

მცენარის მიერ ნიადაგიდან საკვები ნივთიერების გამოყენება შემდეგნაირად განისაზღვრება. დავუშვათ, კარტოგრამის მიხედვით ნიადაგი შეიცავს საშუალოდ 6 მგ P_2O_5 და 7 მგ K_2O 100 გ ნიადაგზე. შესაბამისად 1 ჰა ფართობის სახნავ ფენაში იქნება: P_2O_5 180 (6×30) და K_2O 210 (7×30) კგ/ჰა. სიმინდს შეუძლია ნიადაგიდან გამოიყენოს მოძრავი ფოსფორის დაახლოებით 5% ანუ 9 კგ და გაცვლითი კალიუმის 10% ანუ 21 კგ (ცხრ. 85). ძნელია მცენარის მიერ ნიადაგიდან აზოტის გამოყენების განსაზღვრა. ეს შეიძლება ორი ხერხით ამოიხსნას.

პირველი ხერხი — აზოტის გამოტანის განსაზღვრა ნიადაგში აზოტის შემდეგ პირველ მინიმუმში მყოფი ელემენტის მიხედვით. მაგალითად, საშუალო თიხნარ, კორდიან-ეწერ ნიადაგზე პირველ მინიმუმშია აზოტი, მეორე მინიმუმში, როგორც წესი, ფოსფორი იმყოფება. მცენარის მიერ ფოსფორი გამოიყენება 9 კგ, მას შეუძლია უზრუნველყოს 7—8 ც/ჰა სიმინდის მოსავლის მიღება (1 ც სიმინდს ჩალასთან ერთად გამოაქვს 1,2 კგ P_2O_5). თუ ნიადაგი ქვიშა ან ქვიშნარია, მეორე მინიმუმში, როგორც წესი, კალიუმი იქნება. ამ შემთხვევაში მოსავლის შესაძლებელი რაოდენობა კალიუმის მიხედვით უნდა დადგინდეს, შესაბამისად, აზოტის გამოტანაც ამ ელემენტის მიხედვით უნდა განისაზღვროს.

მეორე ხერხი — ნიადაგში აზოტის ადვილადჰიდროლიზებადი ნაერთებიდან მცენარის მიერ გამოყენებული აზოტის განსაზღვრით. ნიადაგში აზოტის ადვილადჰიდროლიზებადი ნაერთების შემცველობის შესახებ აგროქიმიური ანალიზის მონაცემები თუ არ გაგვაჩნია, მაშინ შეიძლება შემდეგი მაჩვენებლებით ვიხელმძღვანელოთ. მიჩნეულია, რომ ნიადაგში აზოტის ადვილად ჰიდროლიზებადი ნაერთების შემცველობა იცვლება ნაყოფიერების შესაბამისად. იგი საშუალო ნაყოფიერების ნიადაგში შეადგენს 4—6 მგ, ამაღლებული ნაყოფიერების ნიადაგებში — 6—8 მგ და მაღალი ნაყოფიერებისაში — 8—10 მგ/100 გ ნიადაგზე. ამ მაგალითში 100 გ ნიადაგში დაახლოებით 5 მგ აზოტის ადვილად ჰიდროლიზებადი ნაერთებია. იგი 1 ჰა სახნავ ფენაზე შეადგენს დაახლოებით 150 კგ/ჰა (5×30) ადვილად ჰიდროლიზებად აზოტს. სიმინდს შეუძლია ნიადაგიდან გამოიყენოს დაახლოებით 20% ანუ 30 კგ აზოტი ადვილადჰიდრო-

ლიზებადი ნაერთებიდან. სიმინდისათვის მინერალური სასუქების წლიური ნორმის გაანგარიშების მსვლელობა შეიძლება შემდეგი სქემით:

მაჩვენებლები*	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. სიმინდის მარცელის 50 ც/ჰა გეგმიური მოსავლით თანამგზავრ მოსავალთან ერთად საკვები ელემენტების გამოტანა, კგ/ჰა.	170	60	185
2. აღრე შეტანილი N ₈₀ P ₃₀ K ₈₀ შემდგომქმედება, კგ/ჰა.	—	9(10%)	12(20%)
3. ნიადაგის საკვები ელემენტების გამოყენება (აზოტის ჰიდროლიზებადი ნაერთები—5, მოძრავი P ₂ O ₅ —6, გაცელითი K ₂ O—7 მგ/100 გ ნიადაგზე), კგ/ჰა.	30(20%)	9(5%)	21(10%)
4. 20 ტ/ჰა ორგანული სასუქის გამოყენებით ნიადაგში შეტანილი საკვები ელემენტები, კგ/ჰა.	100	50	120
5. ორგანული სასუქების შეტანის პირველ წელს საკვები ელემენტების გამოყენება, კგ/ჰა.	20(20%)	15(30%)	60(50%)
6. ნიადაგში შეტანილი მინერალური სასუქების საკვები ელემენტები, კგ/ჰა.	120	27	92
7. მინერალური სასუქების შეტანის პირველ წელს მცენარის მიერ საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი, %.	60	20	60
8. მცენარის მიერ სასუქის საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტის გათვალისწინებით შესატანი საკვები ელემენტები, კგ/ჰა.	$\frac{120 \cdot 100}{60} = 200$	$\frac{27 \cdot 100}{20} = 135$	$\frac{92 \cdot 100}{60} = 155$

გაანგარიშებითი ნორმები უნდა დამრგვალდეს 5 ან 10 კგ-მდე სიზუსტით. საკვები ნივთიერებების ნორმები მინერალური სასუქების ნიადაგში შესატანად უნდა გაანგარიშდეს ფიზიკურ მასაზე, შეიძლება მისი გადაანგარიშება სტანდარტულ სასუქზედაც.

ფიზიკურ მასაზე. ამ მიზნით იყენებენ ფორმულას: $ფ. მ. = \frac{ა \cdot 100}{ბ}$,

ზადაც ა ნიადაგში შესატანი საკვები ელემენტის ნორმა, კგ/ჰა ან ც/ჰა;
ბ — საკვები ელემენტის შემცველობა სასუქში, %;
100 — მთლიან მასაზე გადასაანგარიშებელი რიცხვი.

* თუ სიმინდი პარკოსანი ბალახების შემდეგ ითესება, მაშინ ყოველ ტონა თივის მოსავალზე მხედველობაში შეიღება 10—15 კგ აზოტის 25%.

ვთქვათ, 200 კგ/ჰა აზოტი გვინდა შევიტანოთ ამონიუმის გვარჯილის სახით, მაშინ ეს ფორმულა შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$\text{NH}_4\text{NO}_3 \text{ ფ. მ.} = \frac{200 \cdot 100}{34} = 588 \text{ კგ ან } 5,9 \text{ ც/ჰა};$$

ან 135 კგ P_2O_5 -ის შეტანისას სუპერფოსფატის სახით:

$$\text{Ca}(\text{HPO}_4)_2 \text{ ფ. მ.} = \frac{135 \cdot 100}{20} = 675 \text{ კგ ან } 6,7 \text{ ც/ჰა};$$

ან 155 კგ K_2O -ის შესატანად ქლოროვანი კალიუმის სახით:

$$\text{KCl ფ. მ.} = \frac{155 \cdot 100}{60} = 258 \text{ კგ ან } 2,6 \text{ ც/ჰა}.$$

სტანდარტულ სასუქზე. სტანდარტად მიღებულია: აზოტიანი სასუქები — 20,5%-იანი ამონიუმის სულფატი, ფოსფორიანისათვის — 18,7%-იანი სუპერფოსფატი და კალიუმიანისათვის — 41,6%-იანი კალიუმის მარილი; სასუქების სტანდარტულ სასუქზე გადაანგარიშება შემდეგნაირად ტარდება:

$$\text{აზოტიანი სასუქებისა} = \frac{200 \cdot 100}{20,5} = 980 \text{ კგ ან } 9,8 \text{ ც/ჰა};$$

$$\text{ფოსფორიანი სასუქებისა} = \frac{135 \cdot 100}{18,7} = 720 \text{ კგ ან } 7,2 \text{ ც/ჰა};$$

$$\text{კალიუმიანი სასუქებისა} = \frac{155 \cdot 100}{41,6} = 370 \text{ კგ ან } 3,7 \text{ ც/ჰა}.$$

მინერალური სასუქების ნორმის განსაზღვრა გეგმიური ნამატი მოსავლის მიხედვით. ამ მეთოდის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: აგროქიმიური ცდების მონაცემების საფუძველზე, გარკვეულ ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებში, უნდა ვიცოდეთ, კულტურათა მოსავალი უსასუქო და ორგანული და მინერალური სასუქებით განოყიერებულ ნაკვეთებზე. მათი დაპირისპირებით უნდა დავადგინოთ ნამატი მოსავალი. სასუქის ნორმის კორექტირება ხდება ნიადაგში, საკვები ნივთიერების მოძრავი ფორმების შემცველობის მიხედვით, რისთვისაც იყენებენ შესაბამის შესწორების კოეფიციენტს (იხ. ცხრ. 80). განვიხილოთ ამ მეთოდით მინერალური სასუქის ნორმის განსაზღვრა ზემოთ აღწერილ მაგალითზე.

სიმიონდის მარცვლის მოსავალი გაუოყიერებელ ნაკვეთზე შეადგენს 10 ც/ჰა, განოყიერებულზე — 40 ც/ჰა, ნამატი მოსავალი ტოლია $40 - 10 = 30$ ც/ჰა. იგი შეადგენს გეგმიურ ნამატ მოსავალს. საცნობარო მონაცემებით ვიცით, რომ 10 ც სიმიონდს თანამგზავრ მოსავალთან ერ-

თად ნიადაგიდან გამოაქვს: აზოტი — 34 კგ, P₂O₅ — 12 კგ და K₂O — 37 კგ. სასუქის ნორმის დადგენა ხდება ამ მონაცემებზე დაყრდნობით, შემდეგი სქემის მიხედვით:

მაჩვენებლები	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
საკვები. ელემენტების გამოტანა 30 ც/ჰა სიმინდის მარცლისა და თანამგზავრი გეგმიური ნაშატი მოსავლით, კგ/ჰა.	102	36	111
ადრე შეტანილი N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀ შემდგომქმედება, კგ/ჰა.	—	9(10%)	12(20%)
ნიადაგში შეტანილი 20 ტ/ჰა ორგანული სასუქიდან მცენარის მიერ პირველ წელს საკვები ელემენტების გამოყენება, კგ/ჰა.	20(20%)	15(30%)	60(50%)
ნიადაგში შესატანი მინერალური სასუქის საკვები ელემენტის საჭირო რაოდენობა, კგ/ჰა.	82	12	39
მინერალური სასუქებიდან მცენარის მიერ საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი პირველ წელს, %.	60	20	60
მინერალური სასუქის საკვები ელემენტების ნორმა მცენარის მიერ გამოყენების კოეფიციენტების გათვალისწინებით, კგ/ჰა.	$\frac{81 \cdot 100}{60} = 140;$	$\frac{12 \cdot 100}{20} = 60;$	$\frac{39 \cdot 100}{60} = 65$
სასუქის ნორმის კორექტირება ნიადაგის ნაყოფიერების გათვალისწინებით (ცხრ. 80).	140 · 1 = 140;	60 · 1,5 = 90;	65 · 1,3 = 80

მინერალური სასუქების ნორმების დადგენა თესლობრუნვაში საკვები ნივთიერებების ბალანსის ნორმატივების გამოყენებით. ნიადაგში საკვები ნივთიერებების ბალანსი შედგება ორი ნაწილისაგან: შემოსავალი და გასავალი ნაწილებისაგან. ბალანსის შემოსავალი ნაწილი შედგება: სასუქის სახით ნიადაგში შეტანილი საკვები ნივთიერებების; თესლის შედგენილობაში შემავალი საკვები ნივთიერებებისა და ატმოსფეროდან ნიადაგში მოხვედრილი საკვები ნივთიერებებისაგან, მათ შორის კოჟრის ბაქტერიებისა და ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები ბაქტერიების მიერ დაკროვილი აზოტისაგან ბალანსის გასავალი ნაწილი მოიცავს: მოსავლის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილ საკვებ ნივთიერებებს. რომლებიც არ უბრუნდება ნიადაგს; ნიადაგისა და სასუქის საკვები ნივთიერებების დანა-

კარგი ვადარეცხვით, ჩარეცხვით (ნიტრიფიკაციის შემდეგ) და აქროლე-
ბით (დენიტრიფიკაციით).

არჩევენ საკვები ნივთიერების ბალანსის ორ სახეს: სრულს, ანუ
ეკოლოგიურს ან ბიოლოგიურს და გამარტივებულს, ანუ სამეურნეო
ბალანსს.

სრული ბალანსის შემთხვევაში მხედველობაში მიიღება ნიადაგში
საკვები ნივთიერებების შემოსავლისა და გასავლის ყველა სტატია. სა-
მეურნეო ბალანსის შემთხვევაში მხედველობაში მიიღება მხოლოდ სა-
კვები ელემენტების ის რაოდენობა, რომელიც ნიადაგში შეიტანება
სასუქების სახით და აზოტის ის რაოდენობა, რომელსაც ნიადაგში ტო-
ვებენ პარკოსანი მცენარეები; მათი დაპირისპირება მოსავლით გამოტა-
ნილ საკვებ ნივთიერებებთან და სასუქიდან საკვები ელემენტების შესა-
ძლებელ დანაკარგებთან. სამეურნეო ბალანსი საკვები ნივთიერებების
შემოსავლის სხვა სტატიებს (ნალექებთან ერთად, თესლთან ერთად,
ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაცია კოჟრისა და ნიადაგში თავისუფლად
მცხოვრები ბაქტერიების მიერ) არ ითვალისწინებს. ბალანსის ეს სახე
გასავალ ნაწილში ასევე არ ითვალისწინებს ნიადაგის საკვები ელემენ-
ტების დანაკარგს. ანგარიშისას მხედველობაში მიიღება, რომ ისინი თა-
ნაბარია.

საკვები ნივთიერების ბალანსი შეიძლება იყოს ინტენსიური (დადე-
ბითი), ექსტენსიური (უარყოფითი, დეფიციტური) და უდეფიციტო
(ნულოვანი). ინტენსიურია ბალანსი, როცა ნიადაგში საკვები ელემენ-
ტების შეტანა აღემატება მოსავლით მათ გამოტანას და ნიადაგიდან და
სასუქიდან საკვები ელემენტების დანაკარგებს. ექსტენსიური ბალანსის
დროს ნიადაგიდან მოსავლით საკვები ნივთიერებების გამოტანა და ნია-
დაგისა და სასუქის საკვები ელემენტების დანაკარგები აღემატება ნია-
დაგში შეტანილ საკვებ ნივთიერებათა რაოდენობას. უდეფიციტო ბა-
ლანსის დროს საკვები ნივთიერებების ბალანსის ელემენტები — შემო-
სავლისა და გასავლის ნაწილები — თანაბარია.

თესლბრუნვაში სასუქის გამოყენების სისტემის დამუშავებისას და
საერთოდ, სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში, იყენებენ სამეურნეო ბა-
ლანსს. მას გამოხატავენ ცალკეული საკვები ელემენტების მიმართ შე-
ფარდებით ციფრებში — %-ობით, მოსავლით გამოტანილი რაოდენობი-
დან, ასევე აბსოლუტური მაჩვენებლებით — კგ/ჰა.

დინამიკაში ბალანსის მაჩვენებლების ცვლილებებს გამოხატავენ
ტერმინით „ბალანსის ინტენსივობის ცვლილებები“.

საკვები ნივთიერებების შემოსავლისა და გასავლის ნაწილებში სა-
კვები ნივთიერებების პროცენტული ან წილადობრივი შეფარდება წარ-
მოადგენს ბალანსის სტრუქტურას. აღნიშნულ მეთოდს თესლბრუნვაში

საფუძვლად უდევს საკვები ნივთიერებების ბალანსი სრული როტაციისას.

საკვები ნივთიერებების სანიმუშო ნორმატივები კორდიან-წყერი .თა ტყის რუხი ნიადაგებისათვის მოცემულია 86-ე ცხრილში. შეიძლება ასევე გამოვიყენოთ მოსავლით ნიადაგიდან და სასუქებიდან საკვები ნივთიერებების გამოტანის კოეფიციენტი.

ცხრილი 86. თესლბრუნვაში საკვები ნივთიერებების ბალანსის სანიმუშო ნორმატივები, მოსავლით გამოტანილი საკვები ნივთიერების კოეფიციენტი, ნიადაგში საკვები ელემენტების შემცველობასთან დაკავშირებით.

ნიადაგის კლასი	ნიადაგში მოძრავი ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობა	თესლბრუნვაში შეტანილი სასუქების საკვები ნივთიერებები (% , მოსავლით გამოტანილთან შედარებით)			ნიადაგში შეტანილი სასუქებიდან მოსავლით გამოტანილი საკვები ნივთიერებების კოეფიციენტი, %		
		N*	P ₂ O ₅	K ₂ O	N**	P ₂ O ₅	K ₂ O
1-2	ძლიერ დაბალი და დაბალი	120—130	200—250	130—150	85—75	50—40	80—65
3	საშუალო	120—130	170—200	110—130	85—75	65—50	90—80
4	ამღლებელი	110—120	140—170	80—100	90—85	70—60	125—100
5	მაღალი	100—110	100—140	60—80	100—90	100—70	170—125
6	ძლიერ მაღალი	80—100	70—100	40—60	125—100	140—100	250—170

შეფარდებითი ბალანსი გამოიხატება %-ობით გამოტანიდან. ზოგჯერ მას შევსების ან დაბრუნების კოეფიციენტს უწოდებენ და გამოხატავენ ათწილადით. მაგალითად, თუ ბალანსის ნორმატივი (შეფარდებითი ბალანსი) აზოტის მიმართ 120%-ია, ხოლო ფოსფორის მიმართ 200%-ია, მაშინ შევსების ან დაბრუნების კოეფიციენტზე გადაყვანით ისინი ტოლი იქნება შესაბამისად 1,2 და 2,0.

საკვები ნივთიერებების გამოტანის კოეფიციენტს ზოგჯერ საბალანსო კოეფიციენტსაც უწოდებენ. იგი მიგვანიშნებს, თუ ნიადაგში შეტანილი სასუქების საკვები ელემენტების რაოდენობიდან, რა ნაწილს შეადგენს (%-ობით) მოსავლით ცალკეული საკვები ნივთიერებების გამოტანა. მას საზღვრავენ თესლბრუნვაში ერთი როტაციის დამთავრებისას, ხოლო ისეთ კულტურებში, სადაც თესლბრუნვა არ არის — სავეგეტაციო წლის ბოლოს. მაგალითად, თუ ეს კოეფიციენტი რომელიმე საკვებ ელემენტის მიმართ 100-ის ტოლია, ეს იმას ნიშნავს, რომ ნიადაგში შეტანილი სასუქით ხდე-

* ნიადაგში ფოსფორის მოძრავი ფორმების შემცველობასთან დაკავშირებით.

ბა მოსავლით გამოტანილი ელემენტების კომპენსირება. თუ იგი 100-ზე მეტი ან ნაკლებია, ეს იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ნიადაგში შეტანილი სასუქის საკვები ელემენტი ქარბობს ან ვერ აღადგენს მოსავლით გამოტანილი საკვებ ელემენტების რაოდენობას.

ბალანსის ნორმატივების დამუშავებისას (ცხრ. 86) მიიჩნევენ, რომ ნიადაგის ნაყოფიერების საწყისი დონის შენარჩუნებისათვის საკმარისია ორგანული და მინერალური სასუქების სახით მოხდეს მოსავლით გამოტანილი საკვები ელემენტების ნიადაგში შეტანა — შემდეგი რაოდენობით: აზოტი — 120—130%, P_2O_5 —100% და K_2O — 100%. აღნიშნულ ცხრილში მოცემული ბალანსის ნორმატივებით გათვალისწინებულია ნიადაგში აზოტის შემცველობის შენარჩუნება საშუალო ან ამალღებულ დონეზე, ფოსფორისა — მაღალ, ხოლო კალიუმისა — ამალღებულ დონეზე.

ბალანსის მაჩვენებლები და ნიადაგიდან მოსავლით საკვები ნივთიერებების გამოტანის კოეფიციენტი ნიადაგის ნაყოფიერების რეგულირების საშუალებას იძლევა. იგი შეიძლება ამალღდეს ან შეინარჩუნოს საწყისი დონე. ეს მეთოდი აგრონომს საშუალებას აძლევს შემოქმედებითად მიუღდეს მიწის რესურსების გამოყენებას.

ამ შემთხვევაში ყურადღება უნდა მიექცეს სასუქის საკვები ნივთიერებების გამოტანის განაწილებას წლების მიხედვით (ცხრ. 87).

ცხრილი 87. სასუქების საკვები ელემენტებისა და პარკოსანი მცენარეების აზოტის განაწილების სანიმუშო კოეფიციენტი (%)

სასუქების მოქმედების წლები	ორგანული სასუქები			მინერალური სასუქები			პარკოსანი მცენარეების აზოტის
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	
I	40	65	80	100	55	70	50
II	40	25	20	—	30	30	30
III	20	10	—	—	15	—	20
სულ	100	100	100	100	100	100	100

ეს კოეფიციენტები წარმოებულია მოსავლით გამოტანილი სასუქის საკვები ნივთიერებებიდან. 3 წლის ჯამში ცალკეული ელემენტების სიდიდე 100-ის ტოლია.

განვიხილოთ სასუქის ნორმის განსაზღვრა. ამ მეთოდით 200 ც/ჰა კარტოფილის გეგმიური მოსავლის მისაღებად, თესლბრუნვაში: ქერი+მრ-

ვალწლიანი ბალახები—I წელს გამოსაყენებელი, II წელს გამოსაყენებელი — საშემოდგომო ხორბალი და კარტოფილი (ცხრ. 88).

ცხრილი 88. მინერალური სასუქების ნორმების განსაზღვრა საკვებ ნივთიერებათა ბალანსის ნორმატივების გამოყენებით

მაჩვენებლები	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. გეგმიური მოსავლით (200 ც/ჰა) საკვები ელემენტების გამოტანა, კგ/ჰა.	120	40	180
2. თესლბრუნვის პერიოდში საკვები ნივთიერებების ბალანსი (% გამოტანიდან) ან გამოტანის კოეფიციენტი, %.	$\frac{130}{75}$	$\frac{200}{50}$	$\frac{120}{85}$
3. გეგმიური მოსავლის მისაღებად საჭირო სასუქის საკვები ელემენტების რაოდენობა ბალანსის შესწორების ან გამოტანის კოეფიციენტის გათვალისწინებით, კგ/ჰა	$\frac{120 \cdot 130}{100} = 156$	$\frac{40 \cdot 200}{100} = 80$	$\frac{180 \cdot 120}{100} = 216$
(ე. ი. შესწორების ორივე ხერხის გამოყენებით პრაქტიკულად ერთნაირი შედეგი მიიღება)	ან $\frac{120 \cdot 100}{75} = 160$	$\frac{40 \cdot 100}{50} = 80$	$\frac{180 \cdot 100}{85} = 212$
4. მრავალწლიანი ბალახების ანარჩუნების შემდგომი მოქმედება (დაახლოებით 120 კგ/ჰა აზოტის შემცველობისას), კგ	36	—	—
5. მინერალური სასუქების N ₅₀ P ₈₀ K ₈₀ შემდგომქმედება (ცხრ. 87).	—	24	24
6. 30 ტ ორგანული სასუქის (N ₉₀ P ₄₅ K ₁₂₀) მოქმედება 1 წელს (იხ. ცხრ. 87), კგ/ჰა.	36	29	96
7. მინერალური სასუქების საკვები ნივთიერებებს საჭირო რაოდენობა, კგ.	156—72=84	80—53=27	216—120=96
8. განაწილების კოეფიციენტი 1 წელს, %.	100	55	70
9. განაწილების კოეფიციენტის გათვალისწინებით მინერალური სასუქების სახით შესატანი საკვები ელემენტები, კგ/ჰა.	$\frac{85 \cdot 100}{100} = 84$	$\frac{27 \cdot 100}{55} = 50$	$\frac{96 \cdot 100}{70} = 140$

პუმუსით მდიდარ ნიადაგებში, ორგანული და მინერალური სასუქებით დაბალი უზრუნველყოფის შემთხვევაში ასევე მშრალი ზონის პირობებში, სადაც სასუქის ეფექტურობა დაბალია, აზოტის, ფოსფორისა და

უძრავი 89. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განოყიერებისათვის სასუქების სანიმუშო ნორმები განსაზღვრულია კომპონირებული შეთოვით (საკვები ელემენტი, კგ/ჰა; ნ. საპოქინკოვისა და მ. კორნილოვის მიხედვით)

კულტურა	მემბრუნი მოსავალი (ც/ჰა)	ნაკლებ/მ/ჰა	აზოტიანი სასუქი ნიადაგის გაყვანის რეზერვუარს დაკავშირებით			ფოსფორიანი სასუქი ნიადაგში P_2O_5 შეტყულების მიხედვით, მგ/100 გ ნიადაგზე			კალიუმის სასუქი ნიადაგში K_2O შეტყულების მიხედვით, მგ/100 გ ნიადაგზე					
			კაზი (60)	საშუალო (40-60)	მაღალი (20-40)	25	15,1-25	10,1-15	5,1-10	25	17,1-25	8,1-17	4,1-8	
შვრია-მარცალი	20-25 35-40	—	30 50	50 80	70 X	10 ⁸ 10 ⁸	30 50	40 60	60 100	30 50	40 60	50 70	60 100	70 100
საკვები კარხალი	200-300 400-500	30-40 50-60	40 70	60 10	80 X	20 60	30 70	40 80	60 100	40 90	50 100	60 110	70 120	80 140
კომბოსტო-საშუალო და საფიანო	300-400 500-600	40-50 50-60	40 120	60 160	9 X	40 90	50 110	60 120	80 140	40 80	60 110	80 120	100 140	120 160
კარტოფილი	180-200 260-300	20-30 40-50	60 80	70 90	80 100	30 50	40 60	50 70	90 100	40 60	50 70	60 80	80 100	100 120

* — ნიადაგის გაყვანის მიხედვით მდელი მოხაველი არ იგეგმება.

† — მუქიერიული განოყიერება.

კალიუმის ბალანსი სხვაგვარია (იხ. ქვეთავი „თესლბრუნვაში სასუქების გამოყენების სისტემის შედგენა“).

მინერალური სასუქების ნორმის განსაზღვრის კომპლექსური მეთოდი. ეს მეთოდი შემდეგ მაჩვენებლებს ემყარება: 1. გეგმიური მოსავლის სიდიდე; 2. ნიადაგის საკვები ნივთიერებებით უზრუნველყოფა, ასევე მისი გაკულტურების დონე (ბონიტეტი); 3. სასუქებზე მინდვრის ცდის შედეგები და მოწინავე მეურნეობების საწარმოო გამოცდილება; 4. განგარიშებითი მეთოდების გამოყენება; 5. მინდვრის ცდების მონაცემების ინტერპოლაცია (სიდიდის შუალედური მნიშვნელობების პოვნა, როდესაც ცნობილია ამ სიდიდის ზოგიერთი მნიშვნელობა) და ექსტრაპოლაცია (მოვლენის ერთ ნაწილზე დაკვირვებისას მიღებული დასკვნების გადატანა მის სხვა ნაწილზე); 6. წინამორბედი კულტურების ბიოლოგიური თვისებურების ნაწილობრივი აღრიცხვა, ზოგ შემთხვევაში — ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის დადგენა.

ამ საკითხთა გათვალისწინებით, მინერალური სასუქების ნორმები კორდიან-ეწერი ნიადაგებისათვის რსფსრ ჩრდილო-დასავლეთ რაიონებისათვის დამუშავებულია სოფლის მეურნეობის ჩრდილო-დასავლეთის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მიერ (ცხრ. 89). ამ ცხრილში მოცემული ნორმები საბოლოოდ კორექტირდება 90-ე ცხრილის მიხედვით.

მოცემულ მაგალითში, გეგმიურ 200 ც/ჰა კარტოფილის მოსავალზე მინერალური სასუქების ნორმა 89-ე ცხრილის მიხედვით შეადგენს: $N_{70}P_{70}K_{60}$ (20—30 ტ/ჰა ნაკელის შეტანისას). კორექტირების შემდეგ (90-ე ცხრილის მიხედვით) სასუქების ნორმა იქნება: N_{70} კვ/ჰა (ნორმა არ იცვლება), P_2O_5 — 50 კვ/ჰა (მხედველობაში მიიღება შესწორების კოეფიციენტი 30% 70 კვ-დან, აღრე შეტანილი ფოსფორიანი სასუქის შემდეგქმედების გამო), K_2O — 60 კვ/ჰა (ნორმა არ იცვლება, რადგანაც აღრე შეტანილი კალიუმიანი სასუქების შემდგომი მოქმედება სუსტია).

განხილული განგარიშებითი და კომპლექსური მეთოდები გვიჩვენებს, რომ კარტოფილის გეგმიური მოსავლის 200 ც/ჰა მისაღებად მინერალური სასუქების ნორმა შეადგენს: აზოტისათვის — 70—90, ფოსფორისათვის — 45—50, კალიუმისათვის — 60—140 კვ/ჰა.

სასუქის ნორმის განსაზღვრის ყველა მეთოდი საჭიროებს შემოქმედებით მიდგომას. დადგენილი ნორმის სიზუსტის შემოწმება საჭიროა საკვები ელემენტების ბალანსით. ამგვარი მიდგომა საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ მოსავლის შესაძლებელ დონეზე და ნიადაგის ნაყოფიერების ცვლილებებზე, ასევე გარემოს გაჭუჭყიანებისაგან დაცვაზე.

უხრილი 90. მინერალური სასუქების ნორმების კორექტირება მათი გამოყენების პირობების გათვალისწინებით
(ნ. საპოენიკოვისა და მ. კორნილოვის მიხედვით)

ნორმის გადიდება 20—30%-ით (ძირითადად დაბალი ბონიტეტის შქონე ნიადაგებზე)	ნორმის შემცირება 20—30%-ით
--	----------------------------

აზოტიანი სასუქები

ორგანული სასუქების გამოყენებისას, როცა მასში მცენარისათვის მისაწოდო-მი აზოტის შემცველობა დაბალია; ახ-ლად ათვისებულ კორდიან-ეწერ ნიადა-გებზე.

კულტურების თესვისას კარგ ნასამყუ-რალზე, იონჯას მაღალი მოსავლის შემ-დეგ ან კარგად გაკულტურებულ კორ-დიან-ეწერ ან მუქ ყუვისფერ ნიადაგებ-ზე; მრავალწლიანი ბალახების საფარი კულტურების შემდეგ

ფოსფორიანი სასუქები

ახლად ათვისებულ ნიადაგებზე, რომ-ლებიც მცირე რაოდენობით შეიცავს ადვილადხსნად ფოსფატებს, ზოლო რკინისა და ალუმინის ერთნახევარ ქან-გეულებს — დიდი რაოდენობით; ნია-დაგის ქვედა ფენის ამობრუნებისას; საფარი კულტურების (მრავალწლიანი ბალახების) შემდეგ; ფოსფორიანი სა-სუქების გამოყენებისას არაშემიწა ნი-ადაგების ზონის ჩრდილოეთ ნაწილში

წინა წლებში ფოსფორის მაღალი ნორ-მით გამოყენების შემდეგ; ნაკელის მა-ღალი ნორმის გამოყენების შემდეგ; ფოსფორიანი სასუქების ლოკალური შეტანის შემდეგ.

კალიუმიანი სასუქები

ტორფნარებზე; აზოტიანი სასუქების მაღალი ნორმით გამოყენების შემთხვე-ვაში.

თიხნარ ნიადაგებზე; კალიუმიანი სასუ-ქების მაღალი ნორმების ხანგრძლივად გამოყენების შემდეგ; ნაკელის მაღალი ნორმების გამოყენების შემდეგ.

↓ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განოხიერება. საშემოდგომო მარცვლული კულტურების განოხიერება

საშემოდგომო მარცვლოვან კულტურათა შორის პირველი ადგილი ეკუთვნის საშემოდგომო ხორბალს, მეორე — საშემოდგომო ჭვავს.

საშემოდგომო ხორბალი ერთ-ერთი ძირითადი სასურსათო კულტუ-რაა. მისი გავრცელების რაიონებია: ჩრდილოეთ კავკასია, უკრაინის სსრ. ამ რაიონებში თავმოყრილია საშემოდგომო ხორბლის ნათესების 70%-ზე მეტი, რსფსრ ცენტრალური შავმიწა და ევროპული ნაწილის არაშავმიწა ზონები, მოლდავეთის, ყაზახეთის, აზერბაიჯანისა და საქართველოს რეს-პუბლიკები.

საშემოდგომო ხორბალსა და ჭვავს ფუნჯა ფესვები აქვს. იგი ძირი-თადად, ნიადაგის სახნავ ფენაშია განლაგებული. საშემოდგომო ხორბა-

ლი ბარტყობს შემოდგომასა და გაზაფხულზე, საშემოდგომო ჭვავი — ძირითადად შემოდგომაზე.

საშემოდგომო ხორბალი ცუდად ხარობს მყავე ნიადაგებზე, კარგად ვითარდება სუსტად მყავე და ნეიტრალური რეაქციის მქონე ნიადაგებზე (pH 6—7).

საშემოდგომო ჭვავი კარგად იტანს ნიადაგის მყავიანობას. იგი ძლიერ მყავე ნიადაგზე სუსტად ვითარდება. ნიადაგის მოკირიანება მისი მოსავლიანობის გადიდების კარგი ღონისძიებაა. ჭვავის ზრდა-განვითარებისათვის საუკეთესოა სუსტი მყავე და სუსტი ტუტე რეაქციის ნიადაგები. ამ პირობებში მცენარე უკეთ ითვისებს ნიადაგის ძნელადხსნად ნაერთებს.

საშემოდგომო ჭვავი ნაკლებ მომთხოვნია ნიადაგის ნაყოფიერების მიმართ, ვიდრე სხვა მარცვლოვანი კულტურები. მისი მოყვანა შეიძლება მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე. საშემოდგომო ხორბლისათვის უვარგისია მსუბუქი ქვიშიანი და ქვიშნარი ნიადაგები. საშემოდგომო ჭვავი ასევე ნაკლებმომთხოვნია წინამორბედი კულტურების მიმართ, ვიდრე ხორბალი.

საშემოდგომო ხორბლის 10 ც მარცვალს ჩალასთან ერთად ნიადაგიდან საშუალოდ გამოაქვს აზოტი — 35; ფოსფორი — 12 და კალიუმი — 26 კგ. საშემოდგომო ჭვავს შესაბამისად 30, 12 და 23 კგ. ე. ი. საშემოდგომო ხორბალი უფრო მომთხოვნია აზოტის მიმართ.

საშემოდგომო მარცვლოვანი კულტურების მიერ საკვები ნივთიერებების გამოყენება ყვავილობის ფაზაში მთავრდება, მაგრამ საკვები ელემენტების ინტენსიური შესვლა მცენარეში ბარტყობისა და აღერების ფაზებში ხდება.

ქვეყნის ევროპული ნაწილის არაშავმიწანი ნიადაგებიან ზონაში საშემოდგომო მარცვლეულებისათვის უფრო გავრცელებული დაკავებული ანეულია (ფიგა-შვრიის, ბარდა-შვრიის ნარევი) ან I და II წლის გამოყენების მრავალწლიანი ბალახები. ცენტრალურ შავმიწანი ნიადაგებიან ზონაში და ჩრდილო კავკასიაში — სუფთა ანეული, დაკავებული ანეული, სასილოსე სიმინდი, ქერი და სხვ. სტეპის რაიონებში — სუფთა ანეული.

საშემოდგომო მარცვლოვანები უფრო კარგად რეაგირებენ ორგანული სასუქების მიმართ, ვიდრე საგაზაფხულო მარცვლოვანები. 20 ტ/ჰა ნაკელი საშემოდგომო ხორბლეულების მარცვლის ნამატს კორდიან-ეწერებზე იძლევა დაახლოებით 7 ც/ჰა, ტყის რუხ ნიადაგებსა და გამოტუტულ შავმიწებზე — 5—6 ც/ჰა და ჩვეულებრივსა და სამხრეთის შავმიწებზე — 3 ც/ჰა. აღმოსავლეთ საქართველოს მუხრანის მდელის ყავისფერ ნიადაგებზე — 7—8 ც/ჰა, უსასუქო ვარიანტთან შედარებით.

საშემოდგომო ხორბლეული კულტურების განოყიერებისათვის იყენებენ 20—30 ტ/ჰა ნაკელს. იგი შეაქვთ სუფთა ან დაკავებულ ანეულზე.

წინამორბედი კულტურების მოსავლის ადრე აღების შემთხვევაში, ორგანული სასუქები შეაქვთ უშუალოდ საშემოდგომო კულტურებისათვის, ნიადაგის ხენის დროს. ამ მიზნისათვის იყენებენ ნახევრად გაღამწვარ ნაკელს. თუ საშემოდგომო ხორბლეულისათვის ატარებენ ნიადაგის ზედაპირულ დამუშავებას, მაშინ ნაკელის შეტანა საჭიროა წინამორბედი კულტურებისათვის, ნიადაგის მზრალად ხენის დროს.

მინერალური სასუქების ეფექტურობა, საშემოდგომო მარცვლოვანი კულტურების მოსავლიანობა, დამოკიდებულია ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებზე.

ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ნორმის ძირითადი ნაწილი შეიტანება ღრმად ხენის დროს, მხოლოდ მცირე ნაწილი 10—15 კგ/ჰა მწკრიული განოყიერებისათვის გამოიყენება. საშემოდგომო მარცვლოვანი კულტურებისათვის, ნიადაგის ზედაპირულად დამუშავების შემთხვევაში, უმჯობესია ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების წინამორბედი კულტურების ქვეშ შეტანა. სუფთა ანეულის, ასევე პარკოსანი ბალახებისა და მარცვლოვანი პარკოსნების შემდეგ, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების მნიშვნელობა საშემოდგომო მარცვლოვანებისათვის იზრდება, ხოლო აზოტისა — მცირდება. ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ნორმის სწორად შერჩევა ხელს უწყობს ახალგაზრდა მცენარეში შაქრების დაგროვებას, ზრდის ზამთარგამძლეობას და ამცირებს ნათესების ჩაწოლას.

აზოტიანი სასუქები ძლიერ მოქმედებს საშემოდგომო მარცვლოვანი კულტურების მოსავლიანობაზე, აზოტით ღარიბ ნიადაგებზე. ამავე დროს, ცდებით დამტკიცებულია, რომ აზოტიანი სასუქების გამოყენება მალანაყოფიერ შავმიწებზეც იძლევა მოსავლის თვალსაჩინო მატებას, მაგრამ მცენარეთა ვეგეტაციის დასაწყისში აზოტით მაღალი მომარაგება გამოზამთრების პირობების გაუარესებას იწვევს. გაზაფხულზე საშემოდგომო მარცვლოვანები ადრე იწყებენ ზრდას. ამ დროს ისინი საჭიროებენ აზოტით გაძლიერებულ კვებას. ვეგეტაციის მთელ პერიოდში მცენარეთა აზოტით უკეთ უზრუნველყოფისათვის აუცილებელია ჩატარდეს ფესვისწინა განოყიერება. ამ მიზნით შეიტანება აზოტის საერთო ნორმის 1/3 ნაწილი, მაგრამ არა უმეტეს 60—70 კგ/ჰა, ასევე უნდა მოხდეს განოყიერება და გამოკვება თესვის დროს.

თესვის წინ ნიადაგში შესატანი აზოტიანი სასუქების ნორმის განსაზღვრისათვის საჭიროა ვიხელმძღვანელოთ გეგმიური მოსავლის სიდიდით, ასევე შემოდგომით ბარტყობის ფაზაში მცენარეში აზოტის დაგროვების მონაცემებით და გამოყენებული წინამორბედი კულტურებით. ამასთან დაკავშირებით აზოტიანი სასუქების სანიმუშო ნორმა შეადგენს (ცხრ. 91):

ცხრილი 91. აზოტიანი სასუქების ნორმა საშემოდგომო ხორბლის ძირითადი განოციერებისათვის კორდიან-ენერ ნიადაგზე კვ/ჰა (ბ. ასიროვის მიხედვით)

წინამორბედი კულტურები	მარცვლის მოსავალი					
	30 ც/ჰა		30 ც/ჰა		50 ც/ჰა	
	N-ის საერთო ნორმა	მთ შორის ძირითადი განოციერებისათვის	N-ის საერთო ნორმა	მთ შორის ძირითადი განოციერებისათვის	N-ის საერთო ნორმა	მთ შორის ძირითადი განოციერებისათვის
დაკავებული ანეული (ფიგა-შერია, ბარდა-შერია)	90	40	140	60	180—200	70
დაკავებული ანეული+30 ტ/ჰა ნაკელი	60	0—10	120	25	170	40
მრავალწლიანი ბალახები (სამყურა+ტიმოთელა) თივის მოსავალი 40 ტ/ჰა	40	0—15	100	30	150	40

კომპლექსური სასუქების სახით, აზოტის მწკრივში შეტანის შემთხვევაში, აზოტის ნორმა საშუალოდ 30%-ით მცირდება.

საქართველოს რესპუბლიკის პირობებში ძირითადი განოციერებისათვის რეკომენდებულია 70—110 კვ/ჰა აზოტის გამოყენება ნიადაგის ხვნის დროს, ამონიუმის სულფატის სახით.

საშემოდგომო მარცვლეული კულტურების მოსავლის გადიდების საქმეში დიდი მნიშვნელობა აქვს მწკრივში განოციერებას. ამ მიმართებით განსაკუთრებით დიდია ფოსფორის, ნაკლები — აზოტის მნიშვნელობა, ხოლო კალიუმი პრაქტიკულად დადებითად არ მოქმედებს. თესვის დროს მწკრივში შეტანილი აზოტიანი სასუქის როლი ვლინდება იმ შემთხვევაში, თუ თესლბრუნვაში არ მონაწილეობს პარკოსანი მცენარეები და ნიადაგი გაღარიბებულია აზოტით. თესვის დროს რეკომენდებულია სასუქების შემდეგი დოზა P 10 გრანულირებული სუპერფოსფატის სახით ან N 10 P 10 და N 10 P 10 K 10 კვ/ჰა კომპლექსური სასუქების სახით. სასუქების უფრო მაღალი დოზის გამოყენებისას სასუქის ანაზღაურება ეცემა. გარდა ამისა, აზოტიანი და კალიუმიანი სასუქების უფრო მაღალმა დოზებმა ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაციის ზრდასთან დაკავშირებით შეიძლება გამოიწვიოს თესლის აღმოცენების შემცირება.

სასუქებზე მინდვრის ცდების გეოგრაფიული ქსელის მონაცემებით, თესვის დროს მწკრივში 50 კვ/ჰა ვრანულირებული მარტივი სუპერფოს-

ფატის (10 კგ/ჰა P_2O_5) შეტანა საშემოდგომო ხორბლის მარცვლის მოსავლის შემდეგ ნამატს იძლევა: კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე — 3, 4; ტყის რუხ ნიადაგებზე — 2, 8; ჩვეულებრივ, სამხრეთის და გამოტუტულ შავმიწებზე — 1, 8; კარბონატულ შავმიწებზე — 3, 7 ც/ჰა. სასუქის ანაზღაურება მოსავლით ამ შემთხვევაში ძალზე მაღალია. ასეთ მაღალ ანაზღაურებას ფოსფორიანი სასუქი იძლევა მაშინ, როცა ნიადაგი ვერ არის უზრუნველყოფილი მოძრავი ფოსფორით.

საქართველოს რესპუბლიკაში წარმოებულ ცდებში (სართიქალა, მდელის ყავისფერი ნიადაგი), ძირითადი დამუშავებისას, ნიადაგში შეტანილი 60 კგ/ჰა P_2O_5 -ის გავლენით საშემოდგომო ხორბლის მოსავალი, NK ვარიანტთან შედარებით, 2 ც-ით გაიზარდა და 33,5 ც/ჰა მიაღწია.

ცდებით დამტკიცებულია, რომ საშემოდგომო მარცვლოვანი კულტურების გამოკვება გაზაფხულზე, მოსავლიანობის გადიდების ერთ-ერთი ძირითადი მნიშვნელობის ღონისძიებაა, მაგრამ ამ მხრივ მაღალი ეფექტურობით გამოირჩევა მხოლოდ აზოტიანი სასუქები. ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები ან არ იძლევა ეფექტს, ან მათგან მიღებული ეფექტი არ ფარავს სასუქის გამოყენებაზე გაწეულ დანახარჯებს. ჩვენ ქვეყანაში 30 კგ/ჰა აზოტით გამოკვება საშუალოდ იძლევა 3 ც/ჰა მოსავლის ნამატს. გამოკვება მაღალ ეფექტს იძლევა ტენით უზრუნველყოფის პირობებში, ნიადაგის გამოშრობასთან ერთად მისი დადებითი გავლენა მცირდება.

საშემოდგომო მარცვლოვანი კულტურების გამოკვებისათვის იყენებენ ამონიუმის გვარჯილას, შარდოვანას და ამონიუმის სულფატს. ადრე გაზაფხულზე გამოკვებისათვის უკეთესია ამონიუმის გვარჯილა, გვიან შემოდგომით — ამონიუმის სულფატი. შარდოვანას გამოყენების შემთხვევაში, მცენარის მიერ აზოტის გამოყენებისათვის საჭიროა გარკვეული დრო შარდოვანას ამონიფიკაციისათვის, ამ პერიოდში ადგილი აქვს აზოტის დანაკარგს ამიაკის სახით, რაც საერთო აზოტის 10% აღემატება.

მრავალი გამოკვლევით დადგენილია, რომ საშემოდგომო მარცვლოვანი კულტურების გავრცელების ძირითად რაიონებში ერთ ჰექტარზე შეტანილი N 40—60; P 50—60 და K 30—60 კგ უზრუნველყოფს მოსავლის მატებას მარცვლის სახით 6—10 ც/ჰა ფარგლებში.

საქართველოს რესპუბლიკის მდელის ყავისფერ ნიადაგზე N 30—60, P 30—60 და K 15—60 კგ/ჰა შეტანით საშემოდგომო ხორბლის მოსავლის ნამატი, უსასუქო ვარიანტთან შედარებით, 3,2—9,1 ც/ჰა ფარგლებში ცვალებადობს, ტყის ყავისფერ კარბონატულ ნიადაგზე (მუხრანის) N 90 P 60 K 60-ის გამოყენებით მიღებულმა მოსავლის ნამატმა II ც/ჰა შეადგინა. უფრო მაღალი უკუგება მიიღება ტენით უზრუნველყოფის პირობებში.

საშემოდგომო მარცვლოვანი კულტურების სხვადასხვა ჯიშები არა-

ერთნაირ დამოკიდებულებას იჩენენ მინერალური კვების პირობების გაუმჯობესებისას. ეს დამოკიდებულება ჯიშის პოტენციური შესაძლებლობისა და ჩაწოლისადმი მდგრადობაზე. უფრო მაღალმოსავლიანი ჯიშები საჭიროებს სასუქის უფრო მაღალ ნორმებს.

სარწყავი მიწათმოქმედების პირობებში, საშემოდგომო მარცვლოვანი კულტურების გასანოციერებლად ორგანული სასუქები შეაქვთ წინამორბედი კულტურების ქვეშ 20—50 ტ/ჰა, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები ღრმად შეაქვთ. აზოტიანი სასუქები უმეტესად შეაქვთ წილადობრივად, საერთო ნორმის 1/3 მორწყვის შემდეგ, კულტივატორის ქვეშ, ნაწილი ადრე გაზაფხულზე, გამოკვების სახით, ხოლო 30—45 კგ/ჰა ფესვგარეშე კვების სახით, დათავთავებისა და ყვავილობის ფაზაში. აზოტიანი სასუქები მაღალ ეფექტს იძლევა მსუბუქ ნიადაგებზე.

სარწყავ რაიონებში ნიადაგურ-კლიმატური პირობების და აგროტექნიკური ფონის გათვალისწინებით მინერალური სასუქების რეკომენდებული ნორმები შემდეგ ფარგლებში ცვალებადობს: N 60—120, P 60—90 და K 0—30 კგ/ჰა. საშემოდგომო ხორბლის მაღალმოსავლიანი ჯიშებისათვის მინერალური სასუქების ნორმა იზრდება.

სასუქების გამოყენების სწორი სისტემა იწვევს საშემოდგომო მარცვლოვანი კულტურების არა მარტო მოსავლის გადიდებას, არამედ ხარისხის გაუმჯობესებასაც. საშემოდგომო ხორბლის მარცვლის ხარისხზე დადებითად მოქმედებს აზოტით ფესვის გარეშე გამოკვება დათავთავების, მასობრივი ყვავილობისა და ცვილისებრი სიმწიფის ფაზაში. მართალია, ამ დროს მოსავალი არ იზრდება, მაგრამ მარცვალში ცილების შემცველობა 0,5—2%-ის ფარგლებში მატულობს. ამ მიზნისათვის საუკეთესოა შარდოვანა. ფესვის გარეშე კვებისათვის შარდოვანას ხსნარის კონცენტრაცია შეიძლება 20—30 და ზოგ შემთხვევაში 40%-მდე ავიყვანოთ. მცენარისათვის შარდოვანა არა მარტო აზოტით კვების წყაროა, არამედ იგი ამავე დროს ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებაა, არსებითად აძლიერებს ფოტოსინთეზს, აჩქარებს ფოთლებში ცილების დაშლას, ხელს უწყობს ფოთლებიდან თავთავებში აზოტოვანი ნივთიერებების გადანაცვლებას. არის მონაცემები იმის შესახებ, რომ შარდოვანას თითქმის გაჯერებული ხსნარი არ იწვევს მცენარის ფოთლების დაზიანებას — სიდამწვრეს, ხოლო ამონიუმის გვარჯილის 2—5%-იანი ხსნარი იწვევს ფოთლების ძლიერ სიდამწვრეს.

მცენარის ფესვგარეშე გამოკვება აზოტიანი ხსნარებით ღრუბლიან ამინდში ადრე დილით ან საღამოს საათებში უნდა ჩატარდეს. შესხურების შემდეგ თუ წვიმა მოვიდა, გამოკვების ეფექტი ეცემა. მყარი სასუქების ფხენილით ფესვის გარეშე გამოკვება უფრო ნაკლებად ეფექტურია, ვიდრე ხსნარის სახით. ↗

საგაზაფხულო თავთავიანი კულტურების განოქიერება

საგაზაფხულო თავთავიანი კულტურები — ხორბალი, ქერი და შვრია, განსხვავებულ მოთხოვნილებას უყენებს გარემო პირობებს. მაგალითად, ხორბალი და ქერი მეტად მომთხოვნიან ნიადაგის ნაყოფიერებისადმი, ცუდად ვითარდება მჟავე ნიადაგებზე და კარგად ხარობს გამოტუტულ ნეიტრალურ ნიადაგებზე. შვრია ნაკლებ მომთხოვნიან ნიადაგის ნაყოფიერების მიმართ, ასევე მჟავიანობის მიმართაც, კარგად ხარობს ნიადაგის არეს რეაქციის ფართო ინტერვალში. ამასთან დაკავშირებით განსხვავებულია მათი გავრცელების არეალიც. მაგალითად, საგაზაფხულო ხორბლის სასაქონლო მარცვლის ძირითადი მწარმოებელი ზონებია: ფსკოვი, ურალი, დასავლეთი და აღმოსავლეთი ციმბირი, ყაზახეთის რესპუბლიკა, სადაც განლაგებულია საგაზაფხულო ხორბლის ნათესის დაახლოებით 95%. საგაზაფხულო შვრია და ქერი თითქმის ყველგან მოდის.

საგაზაფხულო ხორბალი და ქერი უფრო მგრძნობიარეა ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაციისადმი, ვიდრე შვრია. შვრიის ფესვი ღრმად ვითარდება, ვიდრე ხორბლისა და ქერის. ნიადაგის ძნელადხსნადი ნაერთებიდან შვრია კარგად იყენებს საკვებ ელემენტებს.

საკვები ნივთიერებების შემცველობა ამ კულტურების მოსავლის ერთეულზე (10 ც მარცვალი და ჩალის შესაბამისი რაოდენობა) რამდენადმე განსხვავებულია:

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
საგაზაფხულო ხორბალი	38	12	25
შვრია	27	11	24
ქერი	30	13	29

აქედან ჩანს, რომ ძირითადი პროდუქციის ერთეულის შესაქმნელად საგაზაფხულო ხორბალი იყენებს 1,3—1,4-ჯერ მეტ აზოტს, ვიდრე შვრია და ქერი.

საგაზაფხულო მარცვლოვანი კულტურების მიერ საკვები ნივთიერებების გამოყენება მეტი ინტენსივობით მიმდინარეობს აღერებისა და დათავთავების ფაზებში (ცხრ. 92).

საგაზაფხულო ხორბალი უფრო მომთხოვნიან ნიადაგში საკვები ნივთიერებების აღვილად ხსნადი ნაერთების მიმართ, ვიდრე საშემოდგომო ხორბალი. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ საგაზაფხულო ხორბლის ეგეტაციის ხანგრძლივობა უფრო მოკლეა, ვიდრე საშემოდგომო ხორბლის. საგაზაფხულო მარცვლოვანი კულტურების მოსავლიანობაზე, ქვეყნის ნიადაგური ზონების მიხედვით, ცალკეული სახის მინერალური სასუქების ეფექტურობა მკვეთრად განსხვავებულია.

შავმიწა ნიადაგებზე, ქვეყნის ჩრდილოეთი ნაწილის ტყის სტეპისა და ტყის რუხ ნიადაგებზე, გაეწერებულ და გამოტუტულ შავმიწებზე, ურა-

ცხრილი 92. საგაზაფხულო მარცვლოვან მცენარეებში საკვები ნივთიერებების შეღწევის დინამიკა (% მაქსიმალურიდან).

განვითარების ფაზა	მშრალი ნივთიერება	საგაზაფხულო ხორბალი			შერია		
		N	P ₂ O ₆	K ₂ O	N	P ₂ O ₆	K ₂ O
ბარტყობა	12	33	42	37	—	—	—
აღერება	30	65	57	68	—	—	—
დათავთავეება	54	74	73	88	51	36	54
ყვავილობა	77	87	85	100	82	71	100
ჩძისებრი სიმწიფე	100	100	100	87	90	83	88
სრული სიმწიფე	95	83	97	69	100	100	83

ლისპირეთისა და აღმოსავლეთ ციმბირის გამოტუტულ შავ მიწებზე ამ კულტურათა მოსაყვალს აზოტიანი სასუქები განსაზღვრავს. მეორე ადგილი ფოსფორიან სასუქებს უჭირავთ. კალიუმიანი სასუქების მაღალი ეფექტი მხოლოდ მსუბუქ ნიადაგებზე აღინიშნება.

დასავლეთ ციმბირის ჩვეულებრივ და გამოტუტულ შავ მიწებზე, ვოლგისპირეთის ჩვეულებრივ შავმიწებზე, ტენის ნაკლებობის პირობებში, საგაზაფხულო მარცვლოვანების მოსავალი იზრდება ფოსფორიანი და აზოტიანი სასუქების გავლენით. სამხრეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთის მშრალი სტეპის რაიონების ჩვეულებრივ შავმიწებზე, სამხრეთის შავმიწებსა და წაბლა ნიადაგებზე საგაზაფხულო მარცვლოვანების მოსავალი თითქმის მთლიანად დამოკიდებულია ფოსფორიან სასუქებზე. ამ პირობებში აზოტიანი და კალიუმიანი სასუქების ეფექტი პრაქტიკულად არ აღინიშნება.

საგაზაფხულო მარცვლოვანი კულტურები დადებითად რეაგირებს ორგანულ სასუქებზე, მაგრამ არა იმდენად, რამდენადაც საშემოდგომო მარცვლოვანები. თუმცა საგაზაფხულო მარცვლოვანი კულტურების გასანოყიერებლად, პრაქტიკულად, ნაკლებად იყენებენ.

ნიადაგური და კლიმატური ზონების თავისებურებათა გათვალისწინებით საგაზაფხულო მარცვლოვანი კულტურების გასანოყიერებლად იყენებენ: N 40—120, P 50—90 და K 30—40 კგ/ჰა. წინამორბადი პარ-

კოსანი მარცვლოვანი კულტურების გამოყენების შემთხვევაში აზოტიანი სასუქების ნორმა 1,5—2-ჯერ მცირდება. ამ წესით გამოყენებული მინერალური სასუქებით უზრუნველყოფილია 35—45 ც/ჰა მარცვლის მიღება.

ფოსფორიანი და კალიუმისანი სასუქების ძირითადი ნაწილი შეიტანება თესვამდე მზრალად ხენის დროს. ფოსფორიანი სასუქის მცირე ნაწილი — 10 კგ/ჰა P_2O_5 გრანულირებული სუპერფოსფატის ან კომპლექსური სასუქის სახით შეაქვთ თესვის დროს, მწკრივში.

აზოტიანი სასუქები ტენიან და უხვტენიან რაიონებში შეაქვთ გაზაფხულზე. მაგრამ ამიაკური სასუქების, განსაკუთრებით თხიერი ამიაკური სასუქების შეტანა, ბმულობის მაღალი უნარის მქონე ნიადაგებზე შეიძლება შემოდგომით. საგაზაფხულო მარცვლოვანი კულტურების გამოკვებას აზოტიანი სასუქებით არ ატარებენ. ადგილი აქვს გამონაკლისს. სარწყავ რაიონებში მიზანშეწონილია 30—40 კგ/ჰა აზოტით გამოკვება. მარცვლის ხარისხის გასაუმჯობესებლად ყვავილობის ფაზაში მიმართავენ ფესვგარეშე გამოკვებას.

სამარცვლე პარკოსანი კულტურების განოქიერება

სამარცვლე პარკოსანი მცენარეები ნიადაგის აზოტს იყენებენ, აღმოცენების შემდეგ, სანამ ჭერ კიდევ არ არის განვითარებული ნამდვილი ფოთლები და ფესვებზე კოყრის ბაქტერიები. შემდგომ პერიოდში ეს მცენარეები აზოტს ატმოსფეროდან შთანთქავენ. გარდა ამისა, ისინი სხვა მცენარეებთან შედარებით, ნიადაგიდან მეტი რაოდენობით ფოსფორის ძნელადხსნად ნაერთებს ითვისებენ:

სამარცვლე პარკოსან მცენარეებს გააჩნიათ მთავარლერძიანი ფესვი. ისინი ნიადაგის სიღრმეში 1 მ-მდე აღწევენ. კარგად ხარობენ ნეიტრალურ და ნეიტრალურთან ახლო მყოფ რეაქციის მქონე ნიადაგებზე. დადებითად რეაგირებენ კირიანი სასუქების მიმართ. გამონაკლისს წარმოადგენს ხანჭკოლა, რომელიც ნორმალურად ვითარდება მკავე ნიადაგებზე და უარყოფითად რეაგირებს მოკირიანებაზე.

სამარცვლე პარკოსანი კულტურების მიერ საკვები ნივთიერებების გამოყენება დამოკიდებულია მათი განვითარების ფაზებზე. ბარდასა და ცერცველას მიერ აზოტისა და კალიუმის შთანთქმა სრული ყვავილობის ფაზაში მთავრდება, ფოსფორისა — მომწიფების დროს. ხანჭკოლასა და საკვებ პარკოსნებში საკვები ნივთიერებების დაგროვება მაქსიმუმს აღწევს, პარკების მომწიფების დროს.

სამარცვლე პარკოსნების მიერ საკვები ნივთიერებების ინტენსიური გამოყენება ხდება აქტიური ყვავილობის ფაზაში.

სამარცვლე პარკოსან კულტურებს საშუალოდ 10 ც მარცვლისა და

შესაბამისი რაოდენობის თანამგზავრი მოსავლით ნიადაგიდან გამოაქვს საკვები ნივთიერებების შემდეგი რაოდენობა:

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
ბარდა	66	16	20
ცერცველა	65	14	16
ხანკოლა	68	19	47
სოია	71	16	18

სამარცვლე პარკოსან კულტურებს ზრდა-განვითარების ოპტიმალურ პირობებში შეუძლიათ ატმოსფეროდან შეითვისონ მცენარეში არსებული აზოტის დაახლოებით 2/3, ხოლო 1/3 ითვისებენ ნიადაგიდან. მკავე ნიადაგებში აზოტის ფიქსაცია შეფერხებულია, ამ შემთხვევაში მოსავლის შესაქმნელად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ნიადაგის აზოტს. ხანკოლა აზოტის საუკეთესო ფიქსატორია, ცერცველა ჩამოუვარდება მას.

სამარცვლე პარკოსანი კულტურებისათვის წინამორბედი, უმეტესად საშემოდგომო მარცვლოვანები და სათონი კულტურებია. ეს კულტურები კარგად რეაგირებენ ორგანულ სასუქებზე, მაგრამ მათ ძირითადად ამ სასუქების შემდგომქმედების გამოყენება უხდებათ.

სამარცვლე პარკოსანი კულტურები აზოტს ატმოსფეროდან ითვისებენ, ამიტომ ისინი პირველ რიგში საჭიროებენ ნიადაგში ფოსფორიანი და კალიუმისანი სასუქების შეტანას. აზოტიანი სასუქის მხოლოდ მცირე ნორმა 20—30 კგ/ჰა არის საჭირო მცენარის აზოტით უზრუნველსაყოფად ზრდის საწყის ფაზაში, როცა კოჟრის ბაქტერიების ცხოველყოფელობა დაბალია.

ცდებით დადგენილია, რომ პარკოსანი მცენარეების მიერ გამოტანილი აზოტის საერთო რაოდენობიდან, აზოტიანი სასუქის ნორმის ზრდასთან ერთად, ატმოსფეროდან ფიქსირებული აზოტის შეფარდება მცირდება. ამიტომ მიიჩნევენ, რომ აზოტიანი სასუქები აქვეითებს პარკოსნების მიერ ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციას.

ტსსა აგროქიმიის კათედრის სავეგეტაციო ცდებში 6 კგ-იან ჭურჭელზე აზოტის ნორმა 100, 250 და 1000 მგ იყო. ბარდის მიერ ფიქსირებული აზოტი შესაბამისად, 76, 66 და 32%-ს შეადგენდა. ასეთივე კანონზომიერებას ჰქონდა ადგილი სოიას მიმართაც.

პარკოსანი მცენარეების მიმართ აზოტიანი სასუქების ეფექტურობას განსაზღვრავს: ნიადაგის მკავიანობა, ფოსფორისა და კალიუმით უზრუნველყოფა, ნიადაგის ტენი და ტემპერატურა, თესლის ინოკულაცია, აზოტიანი სასუქის ფორმების გამოყენება, მიკროელემენტებით (განსაკუთრებით მოლიბდენით) უზრუნველყოფა და სხვ. თუ მცენარის ზრდის დასაწყისში (სანამ ფესვებზე კოჟრები განუვითარდებათ) ნიადაგი ღარიბია მინერალური აზოტით, მაშინ აზოტიანი სასუქები მაღალ ეფექტს

იძლევა, მაგრამ თუ ნიადაგში მინერალური აზოტი საკმაოდ არ არის, მაშინ აზოტიანი სასუქი ეფექტს არ იძლევა.

სამარცვლე პარკოსანი მცენარეების ზრდის საწყის ფაზაში აზოტის მინერალური ნაერთით კარგი უზრუნველყოფა ხელს უწყობს ვეგეტაციის მეორე პერიოდში აზოტის ფიქსაციის გაძლიერებას, მცენარის მიერ ნიადაგისა და ატმოსფეროს აზოტის შეთანაწყობილ გამოყენებას. ამ შემთხვევაში მიიღება მეტი მშრალი მასა და მარცვალი, იზრდება მცენარის მიერ აზოტის საერთო გამოტანა.

სამარცვლე პარკოსანი მცენარეებისათვის აზოტის ნორმის დადგენა რთული საქმეა. იგი რამდენიმე მაჩვენებელზეა დამოკიდებული. დღეისათვის ამ საკითხის გადასაწყვეტად გამართლებულად მიიჩნევენ შემდეგნაირ მიდგომას:

დაუშვათ, გვინდა მივიღოთ ბარდის გეგმიური მოსავალი 35 ც/ჰა. ვიცით, რომ 10 ც მარცვალს, ჩალასთან ერთად, გამოაქვს 60 კგ/ჰა აზოტი. მაშინ აზოტის საერთო გამოტანა იქნება $(35 \times 60 : 10) = 210$ კგ/ჰა. ვიცით, რომ აზოტის სამეურნეო გამოტანის დაახლოებით $1/2$ ($210 : 2$) = 105 კგ/ჰა შეიცავს ფესვები და სხვა ანარჩენები, რომლებიც რჩება ნიადაგში. ამრიგად, ერთი ჰექტარიდან მიღებული მოსავალი შეიცავს $(105 + 210) = 315$ კგ აზოტს. ცნობილია, რომ სამარცვლე პარკოსანი მცენარეები თავისი ორგანიზმის შენებისათვის გამოყენებული აზოტიდან $1/3$ ითვისებენ ნიადაგიდან, ხოლო $2/3$ -ს ატმოსფეროდან. ამ მონაცემების გათვალისწინებით ჩვენ მაგალითში მცენარე იყენებს დაახლოებით $(315 : 1/3) = 105$ კგ/ჰა აზოტს, ე. ი. მცენარე იყენებს იმდენივე როდენობით აზოტს რამდენიც ფესვებისა და სხვა ანარჩენების სახით. 105 კგ/ჰა რჩება ნიადაგში. ამიტომ მიღებულია, რომ სამარცვლე პარკოსანი კულტურები ნიადაგში აზოტის ბალანსის შეცვლას არ იწვევენ. ისინი საკუთარ ორგანიზმს უზრუნველყოფენ აზოტით და მალალ შემდგომ მოქმედებას ავლენენ მომდევნო კულტურებზე. ამავე დროს ყველა ნიადაგზე არ შეიძლება სამარცვლე პარკოსანი მცენარეების 35 ც/ჰა მოსავლის მიღება 105 კგ/ჰა აზოტის გამოყენებით. ამიტომ აზოტის ნაწილის შეტანა საჭიროა მინერალური სასუქის სახით. მაგალითად, თუ შავმიწა ნიადაგში აზოტის ადვილად ჰიდროლიზებადი ნაერთები 10 მ/გ 100 გ ნიადაგზე, ეს იმას ნიშნავს, რომ ნიადაგის სახნავ ფენაში $1 \text{ ჰა} \cdot \text{ზე}$ $(10 \times 30) = 300$ კგ აზოტი. აქედან მცენარის მიერ აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი 20%-ს ანუ 60 კგ/ჰა შეადგენს, ე. ი. საჭიროა დეფიციტში მყოფი 45 კგ/ჰა აზოტის შეტანა მინერალური სასუქის სახით, მაგრამ აზოტიანი სასუქების შეტანის პირველ წელს მცენარის მიერ აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი 60—70% შეადგენს, ამის გათვალისწინებით საჭიროა არა 45 კგ/ჰა, არამედ 60—75 კგ/ჰა აზოტის შეტანა. კორდიანეწერ, ტყის რუხ, წითელმიწა, სუბტროპიკულ ეწერ და ყვითელმიწა ნია-

დაგეგმვზე აზოტის ნორმა უფრო მაღალი იქნება, რადგანაც ამ ნიადაგებიდან მცენარე ნაკლები რაოდენობით აზოტს ითვისებს.

სამარცვლე პარკოსან მცენარეთა შორის აზოტის მიმართ მოთხოვნილების მხრივ გამოირჩევა ხანჭკოლა. მისი განოყიერებისათვის საჭირო არ არის აზოტიანი სასუქების შეტანა.

მინერალური სასუქების ნიადაგში შეტანის ვადისა და ხერხების მიხედვით სამარცვლე პარკოსნები საგაზაფხულო სამარცვლე კულტურებისაგან არ განსხვავდება. კალიუმიანი სასუქებიდან უმჯობესია ქლორის ნაკლები შემცველობის მქონე სასუქების გამოყენება. ფოსფორიანი სასუქებიდან მაღალ ეფექტს იძლევა თესლთან ერთად მწკრივში 10—15 კგ/ჰა მარცვლისებური სუპერფოსფატის შეტანა, ასევე თესლის ნიტრაჟინით დამუშავება. სამარცვლე პარკოსნები განსაკუთრებით კარგად რეაგირებენ მოლიბდენის მიმართ, ამ მიზნით თესლს ამუშავებენ მოლიბდენით, ან მოლიბდენის ხსნარით ახდენენ ფესვგარეშე გამოკვებას.

სიმინდის განოყიერება

სიმინდი ძვირფასი სამარცვლე და სასილოსე კულტურაა. სიმინდი სამარცვლედ მოჰყავთ ჩრდილო კავკასიაში, ცენტრალურ შავმიწანიადაგებიანი ზონის სამხრეთ ნაწილში, ქვემო ვოლგისპირეთში, მოლდავეთის, საქართველოს, აზერბაიჯანისა და შუა აზიის რესპუბლიკებში.

სიმინდი საკვები ელემენტებისადმი მეტად მომთხოვნი კულტურაა. ეს იმით აიხსნება, რომ საკვები ნივთიერებების ძირითად ნაწილს იგი შთანთქავს მოკლე დროის განმავლობაში, ვეგეტაციური ორგანოების ინტენსიური ზრდის პერიოდში. სიმინდის მიერ საკვები ნივთიერებების გამოყენება ინტენსიურად მიმდინარეობს საგველას ამოყრიდან ყვავილობისა და რძისებრი სიმწიფის პერიოდის ჩათვლით (ცხრ. 93).

10 ც სიმინდის მარცვალს შესაბამისი რაოდენობით, ჩალასთან ერთად, ნიადაგიდან გამოაქვს, საშუალოდ, საკვები ნივთიერებების შემდეგი რაოდენობა კგ/ჰა: N — 34, P₂O₅ — 12, K₂O — 37, ხოლო 100 ც მწვანე მასას, შესაბამისად, 25, 12 და 45 კგ/ჰა საკვები ელემენტები.

სიმინდი დადებითად რეაგირებს ორგანულ სასუქებზე, განსაკუთრებით ჰუმუსით ღარიბ და მყავე ნიადაგებზე. ნაკელის ან კარგი ხარისხის კომპოსტის ნორმა ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობასთან დაკავშირებით 20—50 ტ/ჰა ფარგლებში იცვლება. ცდებით დადგენილია, რომ სხვადასხვა ნიადაგებზე 20 ტ/ჰა ნაკელის გამოყენება 4—9 ც/ჰა მარცვლის ნამატი მოსავლის მიღებას უზრუნველყოფს. ორგანული სასუქები შეაქვთ

ცხრილი 93. სიმინდის მიერ მზრალი ნივთიერებებისა და საკვები ელემენტების დაგროვების დინამიკა

განვითარების ფაზები	%, მაქსიმალური შემცველობიდან			
	მზრალი ნივთიერება	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
9—10 ფოთლის	1	4	3	4
საგველას გამოჩენა	24	44	33	69
ყვავილობა	35	61	61	79
რძისებრი სიმწიფე	80	89	88	95
ცვილისებრი სიმწიფე	100	100	94	100
სრული სიმწიფე	94	93	100	82

შემოდგომით, ნიადაგის მზრალად ხვნის დროს. ტენიან რაიონებში ქვიშა და ქვიშნარ ნიადაგებზე მიზანშეწონილია ნაკელის გაზაფხულზე შეტანა.

მრავალი ცდით დადგენილია, სიმინდის წარმოების ძირითად ზონებში (შავმიწებზე) N—45—60 P 60 K 30—60 კგ/ჰა გამოყენება იძლევა 6—11 ც/ჰა მარცვლისა და 30—120 ც/ჰა მწვანე მასის მოსავლის ნამატს და უზრუნველყოფს 30—50 ც მარცვლისა და 250—300 ც/ჰა მწვანე მასის მოსავლის მიღებას.

მცირე ნაღებებთან ზონებში აზოტიანი სასუქები მაღალ ეფექტს იძლევა შემოდგომით, მზრალად ხვნის დროს შეტანით; ნაღებებით უზრუნველყოფილ და უხვნაღებებთან რაიონებში — გაზაფხულზე, ნიადაგის გადახვნისას შეტანილი.

ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები, სიმინდის გასანოყიერებლად, მზრალად ხვნის დროს შეაქვთ, უხვნაღებებთან ზონებში ქვიშის და ქვიშნარ ნიადაგებზე კალიუმიანი სასუქების შეტანა უმჯობესია გაზაფხულზე.

სიმინდის აღმონაცენი მეტად მგრძნობიარეა ნიადაგის ხსნარის მაღალი კონცენტრაციის მიმართ. ამიტომ სასუქი ისე უნდა შევიტანოთ, რომ იგი თესლიდან დაშორებული იყოს სულ ცოტა 2-3 სმ-ით. სიმინდის მწკრივში თესვის დროს რეკომენდებულია 5—10 კგ/ჰა P₂O₅ მარცვლი-

სებური სუპერფოსფატისა და 2,5 კგ/ჰა აზოტის ანგარიშით, აზოტიანი სასუქის შეტანა.

სიმინდის ნათესების აზოტითა და კალიუმით პირველ გამოკვებას ატარებენ მაშინ, როცა მცენარის სიმაღლე 15—20 სმ მიაღწევს. სასუქი მწკრივის ორივე მხარეს, მცენარიდან 10 სმ დაშორებით შეაქვთ.

მოკირიანების ფონზე აზოტიანი სასუქის ყველა ფორმა ერთნაირად ზრდის სიმინდის მოსავალს. უხვნალექებიან ზონაში, ასევე მორწყვის პირობებში, ამონიაკურ და ამიდურ ფორმებს უპირატესობა აქვთ, ნიტრატულ და ამონიაკურ-ნიტრატულ სასუქებთან შედარებით. ფოსფორიანი სასუქებიდან საუკეთესოა სუპერფოსფატი, ხოლო კალიუმიანი სასუქებიდან — უქლორო კალიუმიანი სასუქები.

სიმინდის მწარმოებელი ძირითადი ზონებისათვის კორდიან-ეწერ, საშუალოდ გაკულტურებულ ნიადაგებზე 450—500 ც/ჰა სასილოსე მასის მისაღებად რეკომენდებულია სასუქების შემდეგი ნორმები: ნაკელი 40—50 ტ, N 100—120 P 60—100 K 0—80 კგ/ჰა, ხოლო 700—800 ც/ჰა მწვანე მასის მისაღებად: ნაკელი 50 ტ, N 180—200 P 120—150 K 180—200 კგ/ჰა. სარწყავი მიწათმოქმედების ზონაში 60—80 ც/ჰა მარცვლის ან 600—800 ც მწვანე მასის მისაღებად: ნაკელი 20—30 ტ, N 100—180 P 60—120 K 0—70 კგ/ჰა.

დასავლეთ საქართველოში სიმინდი ძირითადი სამარცვლე კულტურაა. აქ სიმინდის ზრდა-განვითარებისათვის კარგი ბუნებრივი პირობებია. სიმინდის მარცვლის სრული მომწიფებისათვის საჭიროა 1700—2400°C აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი. სიმინდი კარგად იტანს ხანმოკლე გვალვებს, რაციონალურად იყენებს ზაფხულის. ნალექებით ნიადაგში დაგროვილ ტენს. სიმინდის მცენარის ფესვი ღრმად ვრცელდება ნიადაგში, ამიტომ იგი უფრო რაციონალურად იყენებს ნიადაგის ღრმა ფენებში არსებულ საკვებ ნივთიერებებსა და ტენს. სიმინდის მაღალი მოსავალი მიიღება ორგანული ნივთიერებებით და საკვები ელემენტებით მდიდარ, სტრუქტურულ, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის, სუსტ მჟავი, ნეიტრალურ და სუსტი ტუტე რეაქციის პირობებში. ეს პირობა გასათვალისწინებელია სიმინდის განოყიერების სწორი სისტემის დამუშავების დროს, რადგანაც სასუქის გამოყენების გარეშე აქ სიმინდის მაღალი მოსავლის მიღება პრაქტიკულად შეუძლებელია. ამას ადასტურებს დასავლეთ საქართველოს სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე სხვადასხვა დროს წარმოებული ცდების მონაცემები (ცხრ. 94).

საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტის აგროქიმიისა და ზოგადი მიწათმოქმედების კათედრის ცდებში (რ. კომახიძე, ი. მარშანია) ოჩამჩირის რაიონის სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგზე ცალკეული საკვები ელემენტების გავლენით სიმინდის მარცვლის მოსავალი ასეთ ფარგლებში ცვალებადობს (ცხრ. 95):

ცხრილი 94. მინერალური სასუქების გავლენა სიმინდის მოსავალზე საქართველოს სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე (მარცვლი, ც/ჰა)

ცდის ჩატარების ადგილი	ნიადაგის ტიპი	მარცვლის მოსავალი, ც/ჰა			
		უსასუქო	NPK	მოსავლის ნაშატი	
				ც/ჰა	%
ჩაქვი	წითელმიწა	4,7	13,5	8,8	187
ანასეული	წითელმიწა	4,9	14,2	9,3	100
აჭაშეთი	ეწერი	2,2	8,1	5,9	268
ზუგდიდის რაიონი	სუსტი ეწერი	17,5	37,7	20,2	115
სამტრედიის რაიონი სოფ. ეწერი.	სუსტი ეწერი	18,2	23,6	5,4	30
ოზურგეთის რაიონი	გაწრებული წითელმიწა	4,4	16,3	11,9	270
ოჩამჩირის რაიონი	სუბტროპიკული ეწერი	13,3	49,5	36,2	272

ცხრილი 95. ცალკეული საკვებო ელემენტების გავლენა სიმინდის მარცვლის მოსავალზე (3 წლის საშუალო, ც/ჰა)

ვარიანტი	ც/ჰა	%
საკონტროლო უსასუქოდ	13,3	100
PK	38,0	286
NK	40,5	304
NP	37,2	280
NPK	47,6	358

ამავე ცდაში მინერალური სასუქების ეფექტზე დიდი გავლენა მოახდინა ნიადაგის მოკირიანებამ. მაგალითად, NPK-თან შედარებით, სადაც მოსავალი 47,6 ც/ჰა შეადგენდა, ტყვარჩელის დოლომიტმა — 24, ოცარცეს ცარცმა — 21 და ტყვარჩელის ქვანახშირის შლამმა 22%-ით გააღიდა მარცვლის მოსავალი.

მარცვლოვანი კულტურების აგროწესებით სიმინდის განოყიერებისათვის რეკომენდებულია მინერალური სასუქების შემდეგი ნორმა: აზოტი — 100, P₂O₅ 100 და K₂O 60 კგ/ჰა. სასუქების აღნიშნული ნორმები 500

კონკრეტულ პირობებში, ნიადაგის განოყიერებასთან დაკავშირებით საპირობებს დიფერენცირებას.

აზოტიანი სასუქების შეტანა რეკომენდებულია ორ ვადაში: საერთო ნორმის $\frac{1}{3}$ თესვისწინა კულტივაციის დროს, ამონიუმის სულფატის ან შარდოვანას სახით, დანარჩენი $\frac{2}{3}$ ორ გამოკვებაში, პირველი და მეორე თონხა-კულტივაციის დროს — უმჯობესია ამონიუმის გვარჯილის სახით.

ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანა გათვალისწინებულია აგროქიმიური კარტოგრაფების მიხედვით, სადაც P_2O_5 -ის ერთი ნორმა შეადგენს 100 კგ/ჰა, რომლის 70—80%-ის შეტანა აუცილებელია ნიადაგის ძირითადი დამუშავებისას, ხოლო 30—20% — თესვისწინა კულტივაციის დროს. კალიუმის ერთი აგროტექნიკური ნორმა შეადგენს 60 კგ/ჰა K_2O . იგი შეიტანება ერთხელ, ნიადაგის ძირითადი დამუშავებისას.

სიმიდის მოსავლიანობის გადიდების კარგი საშუალებაა ორგანული სასუქები, აგროწესების მიხედვით გათვალისწინებულია 30—40 ტ/ჰა ნაკელის შეტანა. ამავე დროს, სუბტროპიკულ ზონაში ნაკელის რესურსები მეტად განსაზღვრულია, მას პირველ რიგში ბოსტნის კულტურებისა და ციტრუსების განოყიერებისათვის იყენებენ. ამიტომ აქ განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს მყავე ნიადაგების მოკირიანებას, რომლის ეფექტი ნაკელისას არ ჩამოუვარდება და მისი რესურსები ბევრია დასავლეთ საქართველოში. მოკირიანება უნდა ჩატარდეს ნიადაგის ერთი გაცვლითი მყავიანობის ანგარიშით.

პუმუსით ღარიბ და მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე სიმიდის მოსავლიანობის გადიდების მაღალეფექტური აგროტექნიკური ხერხია, მწვანე სასუქის შუალედური ფორმის გამოყენება.

კარტოფილის განოყიერება

კარტოფილი სასურსათო, საკვები და ტექნიკური კულტურაა. კარტოფილი ძირითადად მოჰყავთ რსფს რესპუბლიკაში, ზღვის დონიდან 2200 მ სიმაღლემდე. საუკეთესო ხარისხის კარტოფილი მოდის საქართველოს მაღალმთიან ზონაში — სვანეთში, ზემო რაჭაში და სხვ.

კარტოფილისათვის საუკეთესოა შავმიწა ნიადაგები, გაკულტურებული ტორფნარები გაკულტურებული კორდიან-ეწერები. მისი გავრცელებისათვის ნიადაგის ოპტიმალური რეაქცია სუსტი მჟავა (pH 5,5 — 6,0). სხვა მინდვრის კულტურისაგან განსხვავებით, უკეთ იტანს მჟავე ნიადაგის ხსნარის მაღალკონცენტრაციას. ტუბერებით გამრავლებული კარტოფილის ფესვთა სისტემა ფუნჯაა. მისი ძირითადი მასა—90—95% სახნავ ფენაშია გაორცელებული.

კარტოფილი საკვები ნივთიერებების ძირითადი ნაწილის შთანქმას ამთავრებს ყვავილობის დამთავრებისას (ცხრ. 96).

**ცხრილი 96. კარტოფილის მიწისზედა ნაწილებისა და ტუბერების ზრდა,
კარტოფილის მიერ საკვები ნივთიერებების დაგროვება
(%, მაქსიმალური რაოდენობიდან)**

თვე (განვითარების ფაზა)	მიწისზედა ნაწილები	ტუბერები	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
ივნისი (ბუტონიზაციის დაწყება)	38	6	27	23	20
იულისი (ბუტონიზაცია და ყვავილობა)	100	31	67	75	80
აგვისტო (ბუტონების მაქსიმალური ზრდა)	94	50	91	85	98
სექტემბერი (დამწიფება)	86	100	100	100	100

ძირითადი მოსავლის ერთეულზე, საადრეო ჯიშები, როგორც წესი, ნაკლებ ნივთიერებებს იყენებენ, ვიდრე საგვიანო ჯიშები. საქმე ისაა, რომ საადრეო ჯიშების მიერ საკვები ნივთიერებების შეთვისების ხანგრძლივობა მცირეა — 1—1,5 თვე, გარდა ამისა, საგვიანო ჯიშებში მიწისზედა ნაწილების ტუბერებთან შეფარდება უფრო მაღალია.

კარტოფილის 100 ც/ჰა ტუბერებისა და შესაბამისი მიწისზედა ნაწილების მიერ საკვები ელემენტების გამოტანა დამოკიდებულია კარტოფილის ჯიშების თავისებურებებზე და ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებზე. იგი საშუალოდ შემდეგ ფარგლებში ცვალებადობს:

N—40—70; P₂O₅—15—20 და K₂O—60—90 კგ/ჰა.

კარტოფილი ყველა შემთხვევაში არ რეაგირებს დადებითად კირიანი სასუქების მიმართ, მაგრამ თესლბრუნვაში კარტოფილთან ერთად მონაწილეობენ ისეთი კულტურებიც, რომლებიც მოკირიანებას საჭიროებს. ამიტომ ასეთ შემთხვევაში მოკირიანების ჩატარება აუცილებელია, მაგრამ კირის სრულ ნორმას არ იყენებენ. კირიანი სასუქები შეაქვთ საშუალო და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე 1/3, ხოლო მსუბუქზე — 1/2 ჰიდროლიზური მჟავიანობის ანგარიშით.

კირიანი სასუქები სრულ მოქმედებას, მათი შეტანიდან 2—3 წლის შემდეგ ავლენენ და შემდგომი მოქმედება 5—6 წლამდე გრძელდება. ამიტომ თესლბრუნვაში კარტოფილის მონაწილეობით მოკირიანების ჩატარება უმჯობესია ტუბერების დარგვის დროს ან დარგვამდე რამდენიმე წლით ადრე.

კარტოფილის განოციერებისათვის მოკირიანების ჩატარება აუცილებელია მაშინ, როცა ნიადაგი მჟავე ან ძლიერ მჟავეა (pH₅-ზე ნაკლები).

ჯამში, მოკირიანების გავლენით, ნიადაგის ხსნარში კალციუმის, ზოგჯერ მაგნიუმის კონცენტრაცია იზრდება. მცენარის მიერ კალიუმისა და ბორის შეთვისება მცირდება. ამას იწვევს კალიუმს, კალიუმსა და მაგნიუმს შორის შეფარდების დარღვევა. ტუბერები ქვეით ავადდება, ტუბერში სახამებელი მცირდება და კარტოფილი დიდხანს არ ინახება. კირის უარყოფითი მოქმედების გაუვნებლობა შესაძლებელია კალიუმიანი სასუქების მაღალი ნორმით გამოყენებით და ბორის შემცველი სასუქების შეტანით, იგი გამოიყენება 0,7—1 კგ/ჰა ბორის ანგარიშით.

კარტოფილი დადებითად რეაგირებს ორგანული სასუქების შეტანაზე. ნაკელის საკვებ ნივთიერებებს საადრეო ჭიშები, მოკლე სავეგეტაციო პერიოდის გამო, უფრო მცირე რაოდენობით ითვისებენ, ვიდრე საგვიანო ჭიშები.

სხვადასხვა ნიადაგურ და კლიმატურ ზონებში 20—40 ტ/ჰა ნაკელის გამოყენება იძლევა 25—60 ც/ჰა კარტოფილის მოსავლის მატებას.

კარტოფილის განოციერებისათვის ნაკელის ოპტიმალურ ნორმად რეკომენდებულია: კორდიან-ეწერებზე — 40 და შავმიწებზე — 20 ტ/ჰა. ნაკელის ნორმის შემდგომი გადიდება იწვევს ნამატი მოსავლის ანაზღაურების მკვეთრ შემცირებას.

ნაკელის დადებითი მოქმედება კარტოფილის მოსავლის ზრდაზე აიხსნება არა მარტო ნიადაგური კვების პირობების გაუმჯობესებით, არამედ ნახშირბადოვანი კვების პირობების სრულყოფითაც, რადგანაც 30 ტ/ჰა ნაკელის გახრწნის პროცესში დამატებით გამოიყოფა 100—200 კგ/ჰა CO_2 .

კარტოფილის გასანოციერებლად მარტო ტორფის გამოყენება მოსავლის გადიდებას არ იწვევს და ეკონომიკურად დაბალეფექტურია.

ეს იმით არის გამოწვეული, რომ მისი ორგანული ნივთიერება ნიადაგში ძნელად იხსნება. ქვიშა და ქვიშნარ ნიადაგებზე PK-ს ფონზე მაღალ ეფექტს იძლევა სასილერაციო კულტურები. ორგანული სასუქები, კარტოფილის მოსავლის სტრუქტურაში, მსხვილი ტუბერების შეფარდების გადიდებას იწვევს.

კარტოფილის მოსავლის გადიდების ძირითადი საშუალება მინერალური სასუქების გამოყენებაა. ცალკეული სახის მინერალური სასუქების ეფექტი ნიადაგში მათი ხსნადი ფორმების შემცველობის შესაბამისად იცვლება. ნიადაგის თვისებებისა და კლიმატური პირობების გათვალისწინებით 150—300 ც/ჰა კარტოფილის გეგმიური მოსავლის მისაღებად რეკომენდებულია: N 60—120; P_2O_5 — 30—110 და K_2O — 50—120 კგ/ჰა შეტანა.

ძირითადი განოციერებისათვის ნალექებით კარგად უზრუნველყოფილ და ჭარბტენიან რაიონებში მყარი აზოტიანი სასუქების შეტანა საჭიროა

გაზაფხულზე, ფოსფორიანი (გარდა გრანულირებული სუპერფოსფატი-სა) და კალიუმიანი, განსაკუთრებით ქლორის შემცველი სასუქებისა — შემოდგომაზე, მზრალად ხენის დროს. ქვიშიან და ქვიშნარ ნიადაგებზე კალიუმიანი სასუქების შეტანა უმჯობესია გაზაფხულზე. გრანულირებული სუპერფოსფატი და გრანულირებული კომპლექსური სასუქები მაღალ ფექტს იძლევა მწკრივში შეტანით, კარტოფილის რგვის დროს.

კარტოფილის დარგვისას მინერალური სასუქების შეტანა საჭიროა შემდეგ რაოდენობით: N 20 — 40 P 20—40 ან N 20—40 K 20—40 კგ/ჰა. კომპლექსური სასუქების სახით ან pH_5 20—40 გრანულირებული სუპერფოსფატის სახით.

მოკირიანების ფონზე აზოტიანი სასუქებიდან უპირატესობა ენიჭება ფიზიოლოგიურად მკავე სასუქებს. მკავე ნიადაგებზე (pH_5 -ზე ნაკლები) ორმაგი ნორმით შეტანილი ფოსფორიტის ფქვილი ისეთივე შედეგს იძლევა, როგორსაც სუპერფოსფატის ერთმაგი ნორმა. კალიუმიანი სასუქებიდან საუკეთესოა კალიუმის სულფატი, კალიმაგნეზია და კალიმაგი, რომლებიც პრაქტიკულად ქლორს არ შეიცავენ ან შეიცავენ მცირე რაოდენობით.

კარტოფილის მაღალი მოსავალი მიიღება ორგანული და მინერალური სასუქების ერთდროულად გამოყენებით. სხვადასხვა ნიადაგურ და კლიმატურ ზონებში ნაკელთან ერთად საჭიროა აზოტიანი სასუქების შეტანა ყოველ 10 ტ ნაკელზე N 10—15 კგ ანგარიშით.

მართალია, მარტო მინერალური სასუქების გამოყენებითაც შეიძლება კარტოფილის მაღალი მოსავლის მიღება, მაგრამ მისი ხარისხი დაბალია — ტუბერებში სახამებელი მცირდება. როგორც წესი, კარტოფილის ტუბერებში სახამებლის დაგროვებაში დიდ გავლენას ახდენს სასუქი. ამავე დროს, ნაკელი რამდენადმე ამცირებს მას, მაგრამ არა იმ სიძლიერით, როგორც აზოტის მაღალი ნორმები. ტუბერებში სახამებლის შემცირებას ასევე იწვევს ქლორის შემცველი კალიუმიანი სასუქები, ხოლო ფოსფორიანი სასუქები ტუბერებში აღიღებს სახამებლის შემცველობას.

კარტოფილის ტუბერების მოსავალზე დიდ გავლენას ახდენს ყვავილობისა და ტუბერების ინტენსიური წარმოქმნის ფაზებში ჩატარებული მორწყვა. მორწყვის შემდეგ საჭიროა ჩატარდეს ერთი ან ორი გამოკვება აზოტიანი და კალიუმიანი სასუქით. პირველი გამოკვება ტარდება მაშინ, როცა მცენარის სიმაღლე დაახლოებით 20 სმ მიაღწევს, ხოლო მეორე — დაკოკრებისას. ამ მიზნისათვის სასუქის ნორმა შეადგენს N 20—40 და K 20—40 კგ/ჰა.

მრავალწლიანი ბალახების განოქიერება

სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში ფართოდ გამოიყენება პარკოსანი და მარცვლოვანი მრავალწლიანი ბალახები. ისინი ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდება ნიადაგური პირობებისადმი მოთხოვნილების, ასევე ბიოლოგიური თავისებურებებით.

პარკოსანი ბალახები უფრო მომთხოვნია ნიადაგის ნაყოფიერების მიმართ, ვიდრე მარცვლოვანები. პარკოსნები კარგად ხარობენ ნეიტრალურ და ნეიტრალურთან ახლო მყოფი რეაქციის პირობებში, მარცვლოვანები—სუსტი მკავე რეაქციის მქონე ნიადაგებზეც.

პარკოსან მცენარეებს — მთავარდერძიანი, ხოლო მარცვლოვანებს — ფუნჯა ფესვთა სისტემა აქვს. ამავე დროს, მარცვლოვანი მცენარის საერთო მასიდან ფესვთა სისტემის შეფარდება უფრო მაღალია, ვიდრე პარკოსნების. ამიტომ მარცვლოვანი ბალახები ზრდის პირველ პერიოდში უფრო ენერგიულად ითვისებენ ნიადაგიდან ფოსფორსა და კალიუმს, ვიდრე პარკოსანი ბალახები.

ეს პროცესი გაძლიერებულია მცენარის აზოტით კარგად უზრუნველყოფის პირობებში. ამიტომ ბალახნარევის განოქიერებისათვის ღიდი მნიშვნელობა აქვს ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების გამოყენებას.

პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახები ერთმანეთისაგან განსხვავდება მშრალი ნივთიერებისა და საკვები ელემენტების შთანთქმის უნარით, განვითარების ფაზების მიხედვით, ასევე მოსავლის ერთეულით ნიადაგიდან საკვები ელემენტების გამოტანით. მაგალითად, პარკოსანი მრავალწლიანი ბალახების მიერ მშრალი ნივთიერებისა და საკვები ელემენტების ინტენსიური დაგროვება მიმდინარეობს დაკოკრებისა და ყვავილობის ფაზაში, ხოლო მარცვლოვანების მიერ — ყვავილობისა და დათავთავების ფაზაში. 10 ც თივის მოსავლით სხვადასხვა ბალახებს ნიადაგიდან გამოაქვთ საკვები ელემენტების შემდეგი რაოდენობა (კგ):

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
წითელი სამყურა	20	6	15
თეთრი სამყურა	23	8	13
იონჯა	26	7	15
ესპარცეტი	25	5	13
ჩიტოფეხა	25	9	22
ტიმოთელა	16	7	24

მოსავლის ერთეულის მიერ საკვები ნივთიერების გამოტანა მცენარეთა ასაკის მიხედვით იცვლება. როგორც წესი, მშრალი ნივთიერების ერთეულზე ახალგაზრდა ასაკში მეტი საკვები ნივთიერება იხარჯება.

მრავალწლიანი პარკოსანი ბალახები გამოიყენებული აზოტის 2/3-ს

ატმოსფეროდან, ხოლო 1/3-ს ნიადაგიდან ითვისებენ. ბალახნარევეში მარცვლოვანები ითვისებენ პარკოსნების აზოტს, მაგრამ ამისათვის საჭიროა პარკოსანი ბალახების, ასევე კოყრების გახრწნა. პარკოსანი ბალახების ფესვებზე კოყრების რაოდენობა მატულობს ყვავილობის ფაზაში, შემდეგ ისინი თანდათანობით ილუპება. კოყრების მოქმედების ხანგრძლივობა 6 კვირას არ აღემატება. სამყურას მრავალჯერადი თიბვა ყვავილობის ფაზის დაწყების გაკვიანურებას, შესაბამისად ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციის გადიდებას იწვევს.

მრავალწლიანი ბალახების მოსავლიანობის გადიდების კარგი აგროლონისძიებაა მოკირიანება. მოკირიანების გავლენით საკვებში პროტეინი და კალციუმის შემცველობა იზრდება. საკვების უუათიანობა მატულობს და თივის ანარჩენები მცირდება. კირიანი სასუქების გამოყენება საჭიროა საფარი ან საფარი კულტურის წინამორბედის ქვეშ, ზედაპირულად ჩატარებული მოკირიანება დაბალეფექტურია.

ბალახნარევის მოსავლიანობის გადიდების კარგი საშუალებაა ორგანული სასუქების გამოყენება. მისი გავლენით ბალახნარევეში პარკოსნების შემცველობა მატულობს, საკვებში პროტეინი იზრდება. საძოვრების მომზადებისას ნაკელი (30—40 ტ/ჰა) შეიტანება ნიადაგის ხვნის დროს, ხოლო თესლბრუნვაში — წინამორბედი საფარი კულტურის ქვეშ დაუშვებელია ნაკელის ზედაპირულად შეტანა, ამ დროს იკარგება ამიაკი; პირველი და მეორე მოძოვების პერიოდში პირუტყვი ცუდად იყენებს ბალახს. დასაშვებია ნაკელის წუნწუხის ზედაპირულად შეტანა. იგი შეაქვთ (10—12 ც/ჰა) აღრე გაზაფხულზე.

ბალახნარევეში პარკოსანი მცენარეები თუ 30 % და მეტია, მაშინ მოსავლის ნამატი უტოლდება 90—180 კგ/ჰა, აზოტის გამოყენებით მიღებულ მარცვლოვანი ბალახების მოსავლის ნამატს. ამავე დროს, პარკოსანი ბალახები აღიდეგს საკვებში პროტეინის შემცველობას. ბალახნარევეში პარკოსანი ბალახების მნიშვნელოვანი შემცველობის დროს აზოტიანი სასუქის დაბალი ნორმების (30 კგ/ჰა) ეფექტი არ ვლინდება, ამავე დროს, კარგად გაკულტურებულ ნიადაგებზეც კი, აზოტიანი სასუქის დამატებით შეტანა ბალახნარევის მოსავლის გადიდებას იწვევს, მაგრამ აუცილებელია ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების გამოყენება (ცხრ. 97).

პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახნარის გასანოყიერებლად სასუქის აზოტის ნორმის განსაზღვრისათვის ხელმძღვანელობენ თივის გეგმიური მოსავლით, თივისა ფესვისა და სხვა ანარჩენებში აზოტის შემცველობით, მოსავლით აზოტის გამოტანით და ნიადაგში აზოტის ჰიდროლოზებადი ნაერთების შემცველობით, თუ სამყურა + ტიმოთელას ბალახნარევის პირველი წლის გეგმიური მოსავალი 40 ც/ჰა შეადგენს. თუ თივაში 2% აზოტია, მაშინ გეგმიურ მოსავალში აზოტის

ცხრილი 97. სასუქების გავლენა ბალახების მოსავლიანობაზე და მოსავლით
საკვები ნივთიერებების გამოტანაზე
(საკვების სსკ-ის მონაცემები)

სასუქები	ბალახი	თივის მოსავალი ც/ჰა	მოსავლით გამოტანა, კგ/ჰა		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
უსასუქო	ტიმოთელა	70	75	19	71
	წითელი სამყურა	48.5	122	20	45
	ტიმოთელა+სამყურა	74,7	120	26	76
PK	ტიმოთელა	88,6	85	26	121
	წითელი სამყურა	55.3	138	26	89
	ტიმოთელა+სამყურა	82.9	107	33	129
NPK	ტიმოთელა	116.5	142	40	170
	წითელი სამყურა	67.7	169	30	120
	ტიმოთელა+სამყურა	107,4	143	40	166

შემცველობა იქნება 80 კგ/ჰა. ფესვებსა და სხვა ანარჩენებში აზოტის დაახლოებით ასეთივე რაოდენობა, ე. ი. მცენარეში აკუმულირებული იქნება მთლიანად 160 კგ/ჰა აზოტი.

როცა პარკოსანი ბალახების განვითარებისათვის ოპტიმალური პირობებია შექმნილი, მაშინ ისინი ნიადაგიდან ითვისებენ გამოყენებული აზოტის 1/3-ს, ე. ი. 53 კგ. თუ საშუალოდ გაკულტურებულ კორდიან-უწერ ნიადაგში ადვილად პიდროლიზებადი აზოტის შემცველობა სახნავ ფენაში 5 მგ/100 გ ნიადაგზე შეადგენს, მაშინ ჰექტარზე იქნება (5×30) 150 კგ აზოტი. მისგან აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი შეადგენს 20% ანუ 30 კგ/ჰა. ამ შემთხვევაში ლეფიციტში არსებული 23 კგ/ჰა აზოტის შეტანა ხდება მინერალური სასუქის სახით. მაგრამ მინერალური სასუქიდან აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი 60%-ია, ამიტომ საჭიროა მეტი რაოდენობით აზოტის შეტანა.

23 · 100

————— = 40 კგ/ჰა აზოტი.

60

ნიადაგში ფოსფორისა და კალიუმის მცირე შემცველობის დროს აზოტიანი სასუქები ბალახნარევეში პარკოსანი ბალახების შემცველობის შემცირებას იწვევს, ამასთან დაკავშირებით თივაში მცირდება პროტეინი. მარცვლოვან ბალახებში აზოტიანი სასუქები მოსავალს არსებითად აღიღებს, ამასთან დაკავშირებით საკვებში ნედლი პროტეინი მატულობს.

მარცვლოვანი ბალახები, ადრე გაზაფხულზე, მაღალი ტენისა და დაბალი ტემპერატურის პირობებში უფრო ენერგიულად იზრდებიან, ვიდ-

რე პარკოსნები, ამიტომ ბალახნარევეში პარკოსნების ზრდისათვის კარგი პირობების შესაქმნელად აზოტიანი სასუქების შეტანა უმჯობესია ბალახნარევის მეორედ მოცელების წინ. აზოტიანი სასუქის ადრე ვაზაფხულზე შეტანით მარცვლოვანი ბალახების ზრდის ტემპი უფრო მატულობს და პარკოსანი ბალახების განვითარება ფერხდება.

აზოტიანი სასუქების ფორმებიდან, სასუქის ზედაპირულად შეტანის შემთხვევაში, უპირატესობა ენიჭება ამონიუმის გვარჯილას. ამონიაკური წყლის ან უწყლო ამიაკის შეტანა საჭიროა სეზონში ერთხელ, სპეციალური მანქანებით, 12—15 სმ სიღრმეზე.

აზოტიანი სასუქების მოქმედება, როგორც წესი, ერთი მოცელების ან ერთჯერადი მოძოვების შემდეგ მთავრდება. მხოლოდ აზოტის მაღალი ნორმის გამოყენებით (90 კგ/ჰა და მეტი) აღინიშნება აზოტის მცირედი შემდგომქმედება, ამიტომაც აზოტიანი სასუქის შეტანა მარცვლოვანი საძოვრების პირობებში მაღალ ეფექტს იძლევა ყოველი მოცელების ან მოძოვების შემდეგ; აზოტიანი სასუქის ამ წესით გამოყენება განსაკუთრებით მაღალ ეფექტს იძლევა მორწყვის პირობებში.

თესლბრუნვაში ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების საფარი კულტურების ქვეშ ღრმად შეტანა, დაახლოებით 2-ჯერ აღიძებს თივის მოსავალს, ზედაპირულ შეტანასთან შედარებით.

საძოვრების მომზადებისას ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები ნიადაგის მოხვნის წინ შეაქვთ. მათი საუკეთესო ნორმა შეადგენს P 100—150 და K 60—150 კგ/ჰა. კალიუმიანი სასუქების მაღალ ნორმებს უნდა მოვერიდოთ. ამ შემთხვევაში საკვებში შეიძლება დიდი რაოდენობით კალიუმი დაგროვდეს. გამოკვებისათვის ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები შეაქვთ შემოდგომით, ზოგჯერ ადრე ვაზაფხულზე. ბალახნარის გამოსაკვებად ფოსფორიანი სასუქი შეიტანება ერთჯერ, ხოლო კალიუმიანი სასუქი ყოველი მოთიბვის ან მოძოვების შემდეგ, არა უმეტეს 60 კგ/ჰა K₂O-ის ანგარიშით. ეს ხელს უწყობს საკვებში კალიუმის დაგროვების შემცირებას. მეყვე ნიადაგებზე ბალახნარის გასანოყიერებლად უკეთესია ფოსფორიტის ფქვილი, ხოლო გამოკვებისათვის ყველა ნიადაგზე — სუპერფოსფატი. მარცვლოვანი ბალახები უარყოფითად არ რეაგირებს ქლორის მიმართ, პარკოსნების დამოკიდებულება ქლორის შემცველი კალიუმიანი სასუქების მიმართ უარყოფითია. ამიტომ ბალახნარევეში უმჯობესია ქლორის მცირე შემცველობის ან უქლორო კალიუმიანი სასუქების გამოყენება. ძირითადი საკვები ელემენტების ნორმა ბალახნარევეების გასანოყიერებლად შემდეგ ფარგლებში ცვალებადობს: N 0—70, P₂O₅ 20—45 და K₂O 0—90 კგ/ჰა. მორწყვის პირობებში, განსაკუთრებით მარცვლოვანი ბალახების მიმართ, მინერა-

ლური სასუქების უფრო მაღალ ნორმებს იყენებენ: N 180—240, P₂O₅ 60—80 და K₂O 90—120 კგ/ჰა. 300 კგ/ჰა-ზე მეტი აზოტის შეტანა სეზონის მანძილზე ეკონომიკურად გამართლებული არ არის. გარდა ამისა, არის საკვებში დიდი რაოდენობით ნიტრატების (0.07 %-ზე მეტი მშრალ მასაზე) დაგროვების საშიშროება.

საგოჭკოვ სელის განოქსიდება

სართავი სელის წარმოება ძირითადად თავმოყრილია არაშავმიწა ნიადაგებიან ზონაში. საშუალოდ და კარგად გაკულტურებულ ნაყოფიერ კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე სელი მაღალ მოსავალს იძლევა. იგი ნიადაგის სუსტ მჟავე რეაქციას (pH 5,1—5,5) მოითხოვს. სელს ძირითადად ღერძიანი ფესვი აქვს, მასზე მცირეა წერილი ფესვები, რომლებიც ძირითადად სახნავ ფენაშია განლაგებული. ამიტომ დაბალია მცენარის მიერ ნიადაგიდან საკვები ნივთიერებების შეთვისების უნარი. ამით აიხსნება ნიადაგის მაღალი ნაყოფიერების მიმართ სელის მომთხოვნელობა.

სელი ნიადაგის ძნელადხსნადი ნაერთებიდან ძალზე ცუდად ითვისებს საკვებს. მოძრავი ალუმინის შემცველობა 100 გ ნიადაგზე 2.0—2.5 მგ-ზე უფრო მაღალი, სელის მცენარეზე ტოქსიკურად მოქმედებს. სელი მეტად მგრძობიარეა ნიადაგის ხსნარის მაღალი კონცენტრაციის მიმართ, განსაკუთრებით თესლის აღმოცენებისას. ნეიტრალურ და კარბონატულ ნიადაგებზე იგი კნინდება კალციუმის სიჭარბისა და ბორის ნაკლებობის გამო, ამ პირობებში მცენარე ბაქტერიოზით ავადდება.

სელისათვის საუკეთესო წინამორბედი მრავალწლიანი ბალახები, კარტოფილი, ხანჭკოლა და სხვა კულტურები. ფოსფორის მიმართ სელის მოთხოვნილების კრიტიკული მომენტი აღმოცენების შემდეგ იწყება და აქოჩრებამდე გრძელდება, აზოტისადმი — აქოჩრებიდან დაკოკრებამდე, ხოლო კალიუმის მიმართ — ზრდის დაწყების პირველ სამ კვირაში და დაკოკრების ფაზაში. ამ პერიოდში კალიუმს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს თესლის წარმოქმნისათვის. ყვავილობის დამთავრებისას მცენარეში აზოტისა და კალიუმის შესვლა მთავრდება, ხოლო ფოსფორის 80—90% შეითვისება ამ პერიოდში.

დაკოკრების დაწყებისას, ეს ფაზა მცენარის აღმოცენებიდან დაახლოებით 7 კვირის შემდეგ იწყება. სელი თავის ორგანიზმში აგროვებს გამოყენებული საკვები ნივთიერებების საერთო რაოდენიდან აზოტს — 50—60, ფოსფორს—40—50 და კალიუმს—70—75 %-ს. დაკოკრებიდან ყვავილობის დამთავრებამდე, ეს ფაზა დაახლოებით 3 კვირას გრძელდება. სელი იყენებს აზოტს 40—50%, ფოსფორს—40% და კალიუმს—25—30%. საშუალო დღე-ღამური გამოყენება მაქსიმუმს აღწევს: აზოტისა—ყვავილობის ფაზაში ფოსფორისა და კალიუმის — დაკოკრების წინ.

საბოჭკოვ სელს, მოსავლის ერთეულზე, ნიადაგიდან გამოაქვს ბოჭ-

კოსა და ჩალის შედგენილობაში შემავალი საკვები ნივთიერებების შემდეგი რაოდენობა (კგ):

ბოჭკოს მოსავალი 10 ტ

ჩალის მოსავალი 10 ტ

N-80
P₂O₅-40
K₂O-70

15
7
12

ნოკირიანება სელის მოსავლის შემცირებას იწვევს იმ შემთხვევაში, როცა ნიადაგში მცირეა კალიუმი. ნოკირიანებულ ნიადაგზე, მცენარეში N:K₂O-თან, აქოჩრებისა და დაკოკრების ფაზებში უნდა იყოს 0,5 და არ უნდა აღემატებოდეს 0,75.

თესლბრუნვაში, რომელშიც სელი მონაწილეობს, ორგანული სასუქები დაკავებულ ანეულში შეაქვთ სათოხნი ან საშემოდგომო კულტურების ქვეშ. სელის გასანოციერებლად ახალ და სუსტად დაშლილ ნაკელს არ იყენებენ. ნაკელში ბევრია სარეველა ბალახების თესლი, იგი ნათესის დასარეველიანებას იწვევს. გარდა ამისა, ნაკელის მინდორში თანაბარი განაწილება შეუძლებელია, ნათესი თანაბრად არ ვითარდება, ამიტომ სელის მომწიფება ერთდროულად არ ხდება. სელის გასანოციერებლად საჭიროა კარგად გადამწვარი ნაკელის, ქათმის გუანოს, ნეშომპალას ან ნაკელის წუნწუხის გამოყენება. ნაკელის წუნწუხის ნორმა 10—15 ტ, ქათმის გუანოსი — 1,0—1,5 ტ/ჰა შეადგენს. მათი შეტანა უმჯობესია თესლის თესვამდე. მრავალწლიანი ბალახნარევის შემდეგ ორგანული სასუქების შეტანა საჭირო არ არის, მოსალოდნელია აზოტით ჭარბი კვება, სელის ჩაწოლა და ბოჭკოს ხარისხის გაუარესება.

ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანა უმჯობესია შემოდგომით, მზრალად ხენის დროს, აზოტიანის — გაზაფხულამდე ნიადაგის ხენის ან კულტივაციის დროს. თესვის დროს მწკრივში შეაქვთ 5—10 კგ/ჰა P₂O₅ გრანულირებული სუპერფოსფატის სახით.

სელის გამოკვება ხდება აქოჩრების ფაზაში. ამ მიზნისათვის მხოლოდ აზოტიან სასუქს იყენებენ, ისიც იმ შემთხვევაში, თუ თესვამდე შეტანილი არ იყო აზოტის საჭირო რაოდენობა.

მაღალი ხარისხის ბოჭკოს მისაღებად, აზოტით მდიდარ ნიადაგებზე სასუქში საკვები ელემენტების შეფარდება უმჯობესია იყოს 1:3:4, ხოლო ღარიბ ნიადაგზე — 1:2:2.

სელის განოციერებისათვის მინერალური სასუქების ნორმა დამოკიდებულია სელის გეგმიურ მოსავალზე, წინამორბედ კულტურასა და ნიადაგის საკვები ელემენტებით უზრუნველყოფაზე (ცხრ. 98).

გარდა ძირითადი საკვები ელემენტებისა, ნოკირიანებულ, ასევე ჭარბტენიან ნიადაგებზე, ბორის ანგარიშით აუცილებელია 0,5—1 კგ/ჰა ბორიანი სასუქის შეტანა.

ცხრილი 98. სელის განყოფილების მიწერალური სასუქების ნორმები — კგ/ჰა
(კორდიან-ეწერი ნიღავი, ბელორუსიის სსრ)

გემოური კლასი, კ/ჰა	სელის წინამორბედი	აზოტის ნორმა,	P ₂ O ₅ ნორმა, ნიღავის ფოსფორის უზრუნველ- ყოფის დონის გათვალის- წინებით			K ₂ O ნორმა, ნიღავის კალიუმით უზრუნველ- ყოფის დონის გათვალის- წინებით		
			მბმული ჩვეუფი (1-3)	საშუალო ჩვეუფი (4-5)	მაღალი ჩვეუფი (6)	მბმული საშუალო (1-2)	საშუალო მაღალი (4-5)	მაღალი ჩვეუფი (6)
5-7	სუტად განყოფილებული ერთწლიანი ქულტურები, დაბალმოსავლიანი ბა- ლახები	35-50	60-70	45-50	20	90-100	50-60	20-30
	კარგად განყოფილებული ერთწლიანი ქულტურები	30-350	50-60	30-40	35-40	80-90	40-50	20-30
	სამყურას სრულყოფილი ნათესი	26-30	80-90	50-60	20-30	90-100	70-80	40-50
	კარგად განყოფილებული ერთწლიანი ქულტურები	40-45	80-90	60-70	40-50	90-100	80-90	50-60
8-9	სამყურას სრულყოფილი ნათესი	35-40	90-100	70-80	50-60	110-120	100-110	60-70
	კარგად განყოფილებული ერთწლიანი ქულტურები	50-55	110-120	80-90	60-70	100-120	100-110	70-80
10-12	სამყურას სრულყოფილი ნათესი	40-50	120-130	90-100	70-80	130-150	110-120	90-100

აზოტიანი სასუქების მაღალი ნორმები ამცირებს ბოქკოს სიგრძეს და სიმაგრეს, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები — პირიქით, აუმჯობესებენ ამ მაჩვენებლებს.

სელის განოციერებისათვის აზოტიანი სასუქებიდან საუკეთესოა ამონიუმის სულფატი, შემდეგ ამონიუმის გვარჯილა და შარდოენა. ფოსფორიანი სასუქების სწორად გამოყენების შემთხვევაში, ყველა ფოსფორიანი სასუქი სელის მოსავალზე და მოსავლის ხარისხზე ერთნაირ გავლენას ახდენს. კალიუმიანი სასუქებიდან საუკეთესოა გოგირდმჟავა კალიუმი და კალიმაგნეზია. ქლორის შემცველი კალიუმიანი სასუქები, განსაკუთრებით კალიუმის ნედლი მარილები, რამდენადმე ამცირებს სელის მოსავალს და აუარესებს ბოქკოს ხარისხს.

მზესუმზირას განოციერება

მზესუმზირა ზეთის შემცველი ტექნიკური კულტურაა. მზესუმზირა მოჰყავთ ორი დანიშნულებით — სათესლედ და სასილოსედ. მზესუმზირას სათესლე ნათესები ძირითადად გავრცელებულია შავმიწანიადაგებიან ზონაში, მათ შორის აღმოსავლეთ საქართველოში. სასილოსე ნათესები გავრცელებულია, აგრეთვე კორდიან-ეწერი ნიადაგების ზონაშიც. მზესუმზირას ზეთის წარმოების ნარჩენებისაგან პირუტყვისათვის ამზადებენ მაღალკალორიულ საკვებს — კოპტონს.

მზესუმზირასათვის კარგია ნეიტრალური ან მასთან ახლოს მყოფი რეაქტივის მქონე საშუალო თიხნარი ნიადაგები.

მზესუმზირას ახასიათებს მძლავრი ფესვთა სისტემა. მისი გავრცელების სიღრმე 4—5 მ აღწევს, ხოლო ჰორიზონტალური მიმართულებით 1—1.2 მ ვითარდება. ამასთან დაკავშირებით, მცენარის კვების მოცულობა დიდია, ეს მცენარეს საშუალებას აძლევს საკვები ნივთიერებები და წყალი მოიპოვოს ნიადაგის დიდი ნაწილიდან, ამიტომ მცენარე უკეთ იტანს გვალვებს. ძლიერი ფესვთა სისტემის გავლენით მზესუმზირა კარგად ითვისებს ნიადაგის ფოსფორსა და კალიუმს, ასევე ნიადაგში ადრე შეტანილი ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქებიდან საკვებ ელემენტებს. ნიადაგში არსებული ძნელადხსნადი ნაერთებიდან მზესუმზირას შეუძლია შეითვისოს ფოსფორი და კალიუმი.

რკინისა და ალუმინის ახლად დალექილი ფოსფატებიდან მზესუმზირა შედარებით ადვილად ითვისებს ფოსფორს.

მზესუმზირა კალიუმის მოყვარული კულტურაა. მზესუმზირას 10 ც თესლს, შესაბამის თანამგზავრ მოსავალთან ერთად, ნიადაგიდან გამოაქვს საკვები ელემენტები შემდეგი რაოდენობით (კგ): N—60; P₂O₅—26; K₂O — 180.

100 ც მწვანე მასას ნიადაგიდან გამოაქვს $N=30$, $P_2O_5=10$ და $K_2O=45$ კგ. მეცნიერული მონაცემებით მზესუმზირას მოსავლის მზრალი მასის ძირითად ნაწილს — 65%, ავროვებს კალათების წარმოქმნიდან თესლის წარმოქმნამდე. ე. ი. დაახლოებით 1,5 თვის განმავლობაში. ამავე პერიოდში მცენარე ითვისებს 65% აზოტს, 70% ფოსფორსა და 35% კალიუმს. კალიუმის დიდი ნაწილი — 40% მცენარეში შედის თესლის განვითარებიდან მომწიფებამდე.

შავმიწებსა და წაბლა ნიადაგებზე 20 ტ/ჰა ნაკელი უზრუნველყოფს 2—5 ც/ჰა თესლის ნამატი მოსავლის მიღებას. კორდიან-ეწერებსა და ტყის რუხ ნიადაგებზე 20—30 ტ/ჰა ნაკელის გამოყენებით მიიღება 50—100 ც/ჰა მზესუმზირას მწვანე მასის ნამატი მოსავალი.

შავმიწა და წაბლა ნიადაგებზე, სადაც ძირითადად გავრცელებულია მზესუმზირას სათესლე ნათესები, ნიადაგში კალიუმის მაღალი შემცველობის გამო კალიუმისანი სასუქები ეფექტს არ იძლევა, ამიტომ ამ ნიადაგებზე პირველ რიგში იყენებენ აზოტიან და ფოსფორიან სასუქებს, მზრალ რაიონებში—მხოლოდ ფოსფორიანი სასუქი შეაქვთ 40—60 კგ/ჰა P_2O_5 ანგარიშით.

მინდვრის ცდების მონაცემებით შავმიწა და წაბლა ნიადაგებზე N 40—60, P 45—60 და K 0—45 კგ/ჰა იძლევა მზესუმზირას თესლის მოსავლის ნამატს 3—5 ც/ჰა რაოდენობით. საქართველოში, გარდაბნის რაიონში, ღია წაბლა ნიადაგებზე N 60, P 60-ის გამოყენება მზესუმზირას თესლის მოსავლის ნამატს 2,8 ც/ჰა იძლევა, კალიუმისანი სასუქის ეფექტი არ აღინიშნება, ნიადაგში კალიუმის მოძრავი ფორმების მაღალი შემცველობის გამო.

კორდიან-ეწერ და ტყის რუხ ნიადაგებზე, ფოსფორისა და კალიუმის საშუალო შემცველობისას 250—300 ც/ჰა მწვანე მასის მისაღებად რეკომენდებულია N 90—120, P 60—90, K 90—120 კგ/ჰა. ხოლო 30—40 ტ/ჰა ორგანული სასუქის გამოყენების შემთხვევაში N 60—90, P 30—50, K 60—90 კგ/ჰა.

მზესუმზირას განოციერებისათვის მინერალურ სასუქებს იყენებენ ძირითადი განოციერების, მწკრიული და გამოკვების სახით.

მზესუმზირას განოციერებისათვის მიღებულია სასუქის შემდეგი საშუალო ნორმები: 20—40 ტ/ჰა ნაკელი და N 110, P 55, K 38 კგ/ჰა. მათი უმეტესი ნაწილი შეიტანება ძირითადი განოციერებისას, ნიადაგის მზრალად ხვნის დროს. მწკრიული განოციერებისათვის შეაქვთ გრანულირებული სუპერფოსფატი P 15—30 კგ/ჰა ანგარიშით ან კომპლექსური სასუქი N 10—15 P 15—30 კგ/ჰა ანგარიშით. მწკრიული განოციერებით მზესუმზირას თესლის მოსავალი, 1,5—2,5 ც/ჰა იზრდება.

გამოკვებისათვის შეაქვთ N 30—40, K 30—40 კგ/ჰა. სარწყავ პირო-

ბებში გამოკვებას ორჯერ ატარებენ. პირველად ორი-სამი წყვილი ფოთ-
ლის ფაზაში, მეორედ — კალათას განვითარების ფაზაში. სასუქი შეაქვთ
მცენარიდან 10—12 სმ დაშორებით.

შაქრის ჭარხლის განოყიერება

შაქრის ჭარხალი მოჰყავთ საბჭოთა კავშირის სხვადასხვა ნიადაგურ
და კლიმატურ ზონებში, მაგრამ მისი სამრეწველო ნათესები ძირითადად
გავრცელებულია რსფს რესპუბლიკის ცენტრალურ შავმიწა-ნიადაგებიან
რაიონებში და უკრაინის რესპუბლიკის ტყე-სტეპის ზონაში, ასევე სა-
ქართველოს რესპუბლიკაშიც.

შაქრის ჭარხლის მაღალი მოსავლის მისაღებად საჭიროა მაღალნა-
ყოფიერი გაკულტურებული ნიადაგები. იგი კარგად ხარობს ნეიტრალურ
და სუსტად ტუტე ნიადაგებზე, კარგად იტანს ნიადაგში მარილების მა-
ღალ შემცველობას. მოკირიანებულ, კარბონატულ და ნეიტრალურ ნია-
დაგებზე ადგილი აქვს ბორის ნაკლებობას. მცენარე ავადდება „გულის
სიღამპლით“, ამიტომ აუცილებელია ბორის შემცველი სასუქების შე-
ტანა 0,7—1 კგ/ჰა ბორის ანგარიშით.

შაქრის ჭარხალს აქვს ძლიერად განვითარებული ფესვთა სისტემა,
ზრდადამთავრებული მცენარის ფესვი ვერტიკალური მიმართულებით
2—2,5 მ და ჰორიზონტალურად—0,4—0,5 მ ვრცელდება.

ნიადაგიდან საკვები ნივთიერებების გამოტანის მიხედვით შაქრის
ჭარხალს მინდვრის კულტურებს შორის პირველი ადგილი უკავია. შაქ-
რის ჭარხლის ძირებს 100 ც/ჰა და შესაბამის ფოთლებს ნიადაგიდან
საშუალოდ, გამოაქვთ, საკვები ნივთიერებების შემდეგი რაოდენობა
(კგ): N—50—60; P₂O₅—15—20; K₂O—60—90.

შაქრის ჭარხლის მიერ საკვები ნივთიერებების გამოტანა ჩრდილოეთ
რაიონებში მეტია ვიდრე დასავლეთ და სამხრეთ რაიონებში. ეს იმით
არის გამოწვეული, რომ ჩრდილოეთ რაიონებში შაქრის ჭარხლის მოსავ-
ლის სტრუქტურაში ფოთლებს მეტი წილი უჭირავს, ვიდრე ძირებს.

შაქრის ჭარხალი საკვებ ნივთიერებას ნიადაგიდან ითვისებს თითქმის
მთელი ვეგეტაციის განმავლობაში, მაგრამ მცენარის მიერ საკვები ნივ-
თიერებების ინტენსიური გამოყენება მიმდინარეობს აგვისტომდე. ამ
პერიოდში წარმოიქმნება ფოთლის მშრალი ნივთიერების თითქმის 60%
და ძირებისა 33%. საკვები ნივთიერებების დარჩენილი რაოდენობა
მცენარეში შეაღწევს მომდევნო 1,5 თვის მანძილზე. შაქრის ჭარხლის
კვების კრიტიკული მომენტი აღინიშნება ფოთლების ფორმირების და-
საწყისში (15 ივნისიდან 1 ივლისამდე). ამ ორი კვირის განმავლობაში

მცენარე საკვები ნივთიერების საერთო რაოდენობიდან იყენებს 25—30%-ს.

შაქრის ჭარხლის განოციერების სისტემაში არჩევენ ძირითადს, თესვის დროს ანუ მწკრიულ განოციერებას და გამოკვებას. სასუქების ნორმების დადგენის დროს მხედველობაში მიიღება მცენარის წყლით უზრუნველყოფა. სარწყავ პირობებში უფრო მაღალი ნორმები გამოიყენება, ვიდრე არასარწყავ ზონებში.

მეჭარხლეობის ძირითად რაიონებში იყენებენ მინერალური სასუქების შემდეგ საშუალო ნორმებს: N 120, P 90, K 90—120 კგ/ჰა. ორგანული სასუქებიდან 20—30 ტ/ჰა ნაკელი შეაქვთ. ამ მიზნისათვის გამოიყენება მხოლოდ ნახევრად გადამწვარი ნაკელი. ახალი ნაკელი ნიადაგის გამოშრობას და ნაკეთის დასარეველებიანებას იწვევს.

საქართველოს რესპუბლიკის მეჭარხლეობის რაიონებისათვის რეკომენდებულია: ურწყავ პირობებში N 60—120, P 60—90 K 60, ხოლო სარწყავ პირობებში N 90—120, P 90—120, K 60 კგ/ჰა.

ძირითადი განოციერებისათვის ნაკელისა და მინერალური სასუქების შეტანა ხდება შემოდგომით, ნიადაგის მზრალად ხვნის დროს ან გაზაფხულზე, ნიადაგის გადახვნისას.

თესვის დროს მწკრიული განოციერებისათვის იყენებენ 15—20 კგ/ჰა P₂O₅ მარცვლისებურ სუპერფოსფატს ან შესაბამისი რაოდენობით კომპლექსურ სასუქს.

სარწყავ პირობებში ნათესების გამოკვება სპეციალური პერიოდში 2—3-ჯერ ტარდება. ამ მიზნით 20—40 კგ/ჰა აზოტი და K₂O შეაქვთ.

შაქრის ჭარხლის განოციერებისათვის სასუქების ცალკეული სახეებიდან, საუკეთესოა: აზოტიანი სასუქებიდან — ნატრიუმის გვარჯილა, ფოსფორიანი სასუქებიდან — სუპერფოსფატი. კალიუმისანი სასუქებიდან — სილვინიტი, 40% კალიუმის მარილი, კაინიტი და შენიტი. კალიუმის ნედლი მარილები იმითაა კარგი, რომ მის შედგენილობაში ბევრი ნატრიუმი, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს შაქრის ჭარხლისათვის, ხოლო ქლორის მაღალი შემცველობა ჭარხალზე უარყოფითად არ მოქმედებს.

შაქრის ჭარხლის განოციერების სისტემაში, გარდა ნაკელისა და სრული მინერალური სასუქებისა, დიდი მნიშვნელობა აქვს მიკროსასუქების გამოყენებას. მაგალითად, 1—2 კგ/ჰა ბორის შეტანა 20—30% ზრდის შაქრის ჭარხლის მოსავალს. ამავე დროს, მოსავალში იწვევს შაქრის შემცველობის მნიშვნელოვან გადიდებას. გარდა ბორისა, შაქრის ჭარხლის მოსავლის გადიდევას და ხარისხის გაუმჯობესებას იწვევს მანგანუმის შემცველი სასუქების გამოყენება.

თამბაქოს განოქიერება

თამბაქო მოჰყავთ სხვადასხვა ნიადაგზე. მისი მოყვანისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობას და სტრუქტურას. თამბაქოსათვის საუკეთესოა მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ფხვიერი, წვრილკოშტოვანი სტრუქტურის, ასევე კენჭიანი და ღორღიანი ნიადაგები. ასეთ ნიადაგებს ახასიათებს წყლის, ჰაერის, კვებისა და სითბოს ხელსაყრელი რეჟიმი, რაც ხელს უწყობს მძლავრი სისტემის განვითარებისა და მიწისზედა ნაწილების წყლითა და საკვებით ნივთიერებებით კარგად მომარაგებას.

ჰუმუსით მდიდარ ნიადაგებზე, აზოტის დიდი და ფოსფორის მცირე რაოდენობით შემცველობის გამო, მართალია თამბაქოს მაღალი მოსავალი მიიღება, მაგრამ დაბალი ხარისხის. თამბაქოს მაღალხარისხოვანი ნედლეული მიიღება ჰუმუსით არამდიდარ ნიადაგებზე. თამბაქოს ნედლეულის ხარისხზე უარყოფითად მოქმედებს ნიადაგში ადვილადხსნადი მარილების მაღალი შემცველობა.

თამბაქო კარგად იზრდება სუსტი მკავე და ნეიტრალური რეაქციის ნიადაგებზე.

თამბაქოს მაღალი მოსავლის მისაღებად დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა წყლით მომარაგებას. მაღალი მოსავალი მიიღება ნიადაგში 60% ტენტევადობის დროს. ნიადაგში ტენის მაღალი შემცველობა თამბაქოს მოსავალს უფრო მეტად ამცირებს ვიდრე დაბალი ტენიანობა.

თამბაქოს ყველა ორგანო მეტი რაოდენობით შეიცავს კალიუმს, შედარებით მცირე რაოდენობით აზოტს და კიდევ უფრო მცირეს — ფოსფორს. ამ ელემენტების მაქსიმალური შემცველობა, როგორც წესი, ფოთოლშია. მინიმალური — ღეროში, ფესვებს — შუალედური ადგილი უკავია.

თამბაქოს ბიომასის ფორმირება მთელი ვეგეტაციის პერიოდში მიმდინარეობს, მაგრამ იგი მაქსიმუმს აღწევს დარგვიდან 60—75 დღე-ღამეში. მცენარის მიერ ძირითადი საკვები ელემენტების (NPK) გამოყენება ასაკის მატებასთან ერთად იზრდება. ამ ელემენტების მაქსიმალური რაოდენობა თავს იყრის მცენარეში, დარგვიდან 75 დღე-ღამის შემდეგ.

დადგენილია, რომ 10 ც თამბაქოს ფოთოლს და შესაბამისი რაოდენობით მიწისზედა ნაწილებს ნიადაგიდან გამოაქვს საშუალოდ 33 კგ აზოტი, 10 კგ P_2O_5 და 65 კგ K_2O .

სასუქი წარმოადგენს თამბაქოს მოსავლიანობის გადიდებისა და მისი ხარისხის გაუმჯობესების ერთ-ერთ წამყვან აგროტექნიკურ ღონისძიებას, ამავე დროს კონკრეტული პირობებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ოპტიმალური ნორმების შერჩევას.

აზოტიანი სასუქები. თამბაქოს ზრდასა და მოსავალზე ყველაზე მეტად აზოტიანი სასუქები მოქმედებს. ნიადაგში აზოტის სიმცირისას

თამბაქო ცუდად იზრდება, ივითარებს პატარა, მცირე ზომის უხორცო, ყვითელი ფერის ფოთლებს. ყვავილობა და სათესლე კოლოფების ჩამოყალიბება ქიანურდება, მოსავალი ძლიერ ეცემა.

თამბაქოს მცენარე აზოტის ინტენსიურ დაგროვებას ახდენს გადარგვიდან ყვავილობამდე. ამ პერიოდში მცენარეში გროვდება მშრალი ნივთიერების თითქმის ნახევარი და გამოყენებული აზოტის 60%-ზე მეტი. აზოტის მაღალი ნორმები მართალია იწვევს საერთო მოსავლის გადიდებას, (ცხრ. 99). მაგრამ აზოტით ქარბი კვება აუარესებს თამბაქოს ხარისხს.

ცხრილი 99. აზოტიანი სასუქის ნორმების გავლენა თამბაქოს მოსავალზე (ტ. კაპარავას მონაცემები)

ვარიანტი	მოსავალი ც/ჰა	მარტება უსასუქოდან	
		ც/ჰა	%
უსასუქო	3,0	—	—
PKN 60	7,0	6,7	133
PKN 120	15,1	12,1	403
PKN 180	19,0	16,0	533
PKN 240	19,1	16,1	537

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ მოკირიანების ფონზე აზოტიანი სასუქის ნორმის ზრდასთან ერთად აფხაზეთის ტყის მურა ნიადაგებზე თამბაქოს მოსავალი არსებითად იზრდება, მაგრამ 120 კგ/ჰა-ზე მეტი აზოტის შეტანა მაღალ ეფექტს არ იძლევა. ამავე დროს სასაქონლო პროდუქციის ხარისხს აუარესებს.

ფოსფორიანი სასუქები. თამბაქოს მოსავლიანობის ზრდისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ფოსფორიან სასუქებს. მცენარის მოთხოვნილება ფოსფორის მიმართ იწყება ჩითილების გადარგვიდან რამდენიმე დღის შემდეგ და ინტენსიურად იზრდება ყვავილობამდე, მიწისზედა ორგანოების მობერებასთან ერთად მასში ფოსფორის შემცველი ნაერთები მცირდება. ფოსფორი ხელს უწყობს ნახშირწყლების გადანაცვლებას მცენარეში, ჩქარდება ფოთლის ტექნიკური სიმწიფე, რაც დადებითად მოქმედებს თამბაქოს ხარისხზე. თამბაქო ძნელად ხსნადი ფოსფატებიდან ვერ ითვისებს ფოსფორს, ამიტომ თამბაქოს განოყიერებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს წყალში ხსნადი ფოსფორიანი სასუქების გამოყენებას. აფხაზეთის თამბაქოს საცდელ საფეხურში ჩატარებულ ცდებში სუპერფოსფატის ნორმის ზრდასთან ერთად აღინიშნა თამბაქოს მოსავლის გადიდება (ცხრ. 100).

ცხრილი 100. ფოსფორიანი სასუქის ნორმების გავლენა თამბაქოს მოსავალზე
(ტ. კაქარავას მონაცემები)

ვარიანტი	მოსავალი ც/ჰა	მატება უსასუქოდან	
		ც/ჰა	%
უსასუქო	3,0	—	—
NKP 90	7,0	4	133
NKP 180	16,2	13,2	440
NKP 270	19,0	16,0	533

კალიუმის სასუქები. თამბაქო კალიუმის მიმართ მეტად მომთხოვნი კულტურაა. ნიადაგში კალიუმის სიმცირისას თამბაქოს ფოთლის შეფერილობა, სიმკვრივე. არომატი და წვის უნარი, ასევე ზოგიერთი დაავადებებისადმი გამძლეობა უარესდება. თამბაქოს მონოკულტურა იწვევს ნიადაგის კალიუმით გაღარიბებას, შესაბამისად მოსავლიანობის შემცირება და მოსავლის ხარისხის გაუარესება ხდება. ამ ნაკლის გამოსწორება შესაძლებელია მხოლოდ კალიუმის სასუქების გამოყენებით. კალიუმი მცენარის ზრდის პირველ პერიოდში მეტი ინტენსივობით შედის მცენარეში. ვიდრე აზოტი ან ფოსფორი.

კალიუმით ღარიბ ნიადაგზე კალიუმის სასუქების მაღალი ნორმები მნიშვნელოვნად ზრდის თამბაქოს მოსავალს, ამაზე მიგვანიშნებს აფხაზეთის თამბაქოს საცდელი სადგურის ცდების შედეგები (ცხრ. 101).

ცხრილი 101. კალიუმის სასუქის ნორმების გავლენა თამბაქოს მოსავლიანობაზე
(ტ. კაქარავას მონაცემები)

ვარიანტი	მოსავალი ც/ჰა	მატება უსასუქოდან	
		ც/ჰა	%
უსასუქო	3,0	—	—
NPK 100	7,0	4,0	133
NPK 200	16,9	13,9	463
NPK 300	19,1	16,1	537

თამბაქოს გასანოყიერებლად, გარდა მინერალური სასუქებისა, იყენებენ ორგანულ სასუქებს. ორგანული სასუქებიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს ნაყელის გამოყენებას. იგი, როგორც სრული სასუქი, ხელს უწყობს თამბაქოს ზრდას. ნორმალურ ყვავილობას. ადიდებს ტექნიკური ფოთლების რიცხვს, ზრდის მოსავალს. ამავე დროს ნაყელის მაღალი ნორმა,

40 ც/ჰა და მეტი, ხშირ შემთხვევაში თამბაქოს ხარისხს აუარესებს. ამიტომ თამბაქოს გასანაოციერებლად იყენებენ საშუალოდ 20 ტ/ჰა ნაკელს. პირველ რიგში მცირე ნაყოფიერების, ჰუმუსით ღარიბ ნიადაგზე. იგი შეაქვთ შემოდგომით, ნიადაგის მზრალად ხვნის დროს. ნიადაგის ფიზიკური თვისებების, აგრეთვე თამბაქოს მოსავლიანობის გადიდებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ტორფის კომპოსტებს. იგი შეაქვთ 10—15 ტ/ჰა, ნიადაგის მზრალად ხვნის დროს.

ორგანულ სასუქთა შორის ყველაზე საუკეთესოა მწვანე სასუქები. იგი არ მოითხოვს დიდ ხარჯებს, ამავე დროს ეფექტით არ ჩამოუვარდება სხვა ორგანულ სასუქებს. გარდა ამისა, მცირე სისქის ჩამორეცხილ ნიადაგებზე, ფერდობებზე, იგი იცავს ნიადაგს ჩამორეცხვისაგან. მწვანე სასუქის ეფექტურობა, მისი მწვანე მასის მოსავლის შესაბამისად იზრდება. საქართველოში ჩატარებული ცდების მიხედვით საუკეთესოა შუალედური ნათესი ისეთი სასიდერაციო კულტურებისა, როგორცაა ფიგა-შვრიის ნარევი, ცერცველა შვრიის ან კვავის ნარევი, ხანკოლა და სხვ.

თამბაქოს გასანაოციერებლად მინერალური სასუქების ნორმები იცვლება ნიადაგის ტიპისა და ნაყოფიერების მიხედვით (ცხრ. 102).

ც ხ რ ი ლ ი 102. თამბაქოს განოციერებისათვის მინერალური სასუქების სავარაუდო ნორმები (საკეები ელემენტი კგ/ჰა)

ნიადაგის ტიპი	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. აფხაზეთის ასსრ			
ა) ახლად ათვისებული ნაყოფიერი ნიადაგები, დიდი ხნის მიტოვებული ალუვიური, ნეშომპალა კარბონატული ნიადაგები	70	300	100
ბ) საშუალოდ ნაყოფიერი, გაეწერებული წითელმიწები	140	400	200
გ) გამოფიტული ნიადაგები. ძლიერი ეწერი და ჩამორეცხილი ნიადაგები	210	500	200
2. აჭარის ასსრ			
ა) გამოფიტული, ჩამორეცხილი ნიადაგები	210	500	200
ბ) დანარჩენი ნიადაგები	140	400	200
3. აღმოსავლეთ საქართველოს მეთამბაქეობის რაიონები	250—300	300	200

თამბაქოს განოციერებისათვის რეკომენდებულია: აზოტიანი სასუქებიდან — გოგირდმჟავა ამონიუმი და აზოტმჟავა ამონიუმი; ფოსფორიანი სასუქებიდან — სუპერფოსფატი (ფხვნილისებური) და თომასის წიდა; კალიუმიანი სასუქებიდან — კალიმაგნეზია, გოგირდმჟავა კალიუმი და ნაცარი. ქლორის შემცველი კალიუმიანი სასუქები თამბაქოს წვის უნარზე უარყოფითად მოქმედებს, ამიტომ ქლორის შემცველი კალიუმიანი სასუქების გამოყენების შემთხვევაში, მათი შეტანა აუცილებელია მხოლოდ შემოდგომით, ნიადაგის მზრალად ხვნის დროს, რათა გაზაფხულამდე ატმოსფერული ნალექების გავლენით ქლორი ჩაირეცხოს ნიადაგის ღრმა ფენებში, ჩამოშორდეს თამბაქოს ფესვის გავრცელების ზონას და შემცირდეს მისი უარყოფითი გავლენა თამბაქოს ხარისხზე.

თამბაქოს განოციერებისათვის სასუქების შეტანა ხდება: ძირითადი განოციერების სახით — ნიადაგის მზრალად ხვნის დროს. ამ მიზნით გამოიყენება ფოსფორიანი სასუქის ნორმის 75%, ქლორის შემცველი კალიუმიანი სასუქებისა და ორგანული სასუქების სრული ნორმები; დარგვის წინ — მწკრიული განოციერების სახით — ფოსფორიანი სასუქის ნორმის 25%, აზოტიანი სასუქის (ამონიუმის სულფატი) ნორმის 50% და ქლორის არაშემცველი კალიუმიანი სასუქების სრული ნორმა; თამბაქოს ვეგეტაციის პერიოდში — გამოკვების სახით — აზოტიანი სასუქის ნორმის 50% ამონიუმის გვარჯილის სახით, ასევე ფრინველის ნაკელი 1,5-2 ც/ჰა, მეორე თონის დროს.

თამბაქოს ჩითილების განოციერება ჩითილის ნორმალური ზრდა და მოკიდებულია საჩითილე მეურნეობაში მცენარის კვების პირობებზე. ჩითილების გასანოციერებლად იყენებენ გადამწვარ ნაკელს. იგი მცენარეს ვერ უზრუნველყოფს საკვებით, მაგრამ კვების სისტემიდან მისი გამოთიშვა დაუშვებელია. იგი ხელს უწყობს ფესვის ზედაპირულ, ამავე დროს კარგად განვითარებას და მუდმივ ადგილზე ჩითილის გადარგვის შემდეგ გახარების მაჩვენებელი მაღალია; კარგია ჩითილების გამოკვება ფრინველის ნაკელით, ასევე კალიუმიანი სასუქითა და ნაცარით.

გამოკვების მიზნით მინერალური სასუქები შეაქვთ ხსნარის სახით. 1 მ² ნაკვეთზე 2 გ აზოტი, 2 გ P₂O₅ და 3 გ K₂O ანგარიშით. ქათმის ნაკელის ხსნარი მზადდება შემდეგნაირად: ერთი მოცულობა ნაკელი იხსნება 8—10 მოცულობა წყალში. ათავსებენ მზეზე, აყოვნებენ აღუღებამდე, შემდეგ ხელმეორედ განაზავებენ იმავე მოცულობის წყალში. გამოკვება ტარდება ჩითილების გამოყვანის მთელ პერიოდში 3—4-ჯერ. გამოკვების ჩატარება უმჯობესია საღამოს საათებში. ღრუბლიან ამინდში — მთელი დღე. გამოკვების შემდეგ ჩითილებიდან ხსნარი უნდა ჩამორეცხოს სუფთა წყლით.

ეთერზეთოვანი კულტურების განოყიერება

ეთერზეთოვან კულტურებს მიეკუთვნება: ვარდისებრი გერანი, ევგენოლის რეპანი, ფაჩული, პიტნა, ვარდი, ზამბახი, ქინძი, ცერეცო. მუსკატი, სალაბი და სხვ. მათგან მიღებულ ეთერზეთს დიდი გამოყენება აქვს საპარფიუმერიო, საკონდიტრო, სამედიცინო-ფარმაცევტულ და უალკოპოლო სასმელების წარმოებაში.

საქართველოს რესპუბლიკაში ძირითადად გავრცელებულია ტროპიკული წარმოშობის ეთერზეთოვანი მცენარეები. ისინი, გარდა ყაზანლიყის ვარდისა, წარმოდგენილია ერთწლიანი ბუჩქ-ბალახა კულტურის სახით.

საქართველოში გავრცელებული ეთერზეთოვანი კულტურებიდან წამყვანი ადგილი უჭირავს ვარდისფერ გერანს, ევგენოლის რეპანს, ეთერზეთოვან ვარდს და ფაჩულს. იმასთან დაკავშირებით, რომ ეთერზეთოვანი მცენარეები ეთერზეთს შეიცავენ სხვადასხვა ორგანოებში: ფოთოლში, ყვავილში, ღეროში, ფესვში და სხვ. ამ კულტურათა განოყიერება უნდა წარვმართოთ მათი ბიოლოგიური თავისებურებებიდან გამომდინარე, რათა მათგან მიღებულია პროდუქცია აკმაყოფილებდეს სახელმწიფო სტანდარტს.

გერანი საკვები ელემენტებისადმი მეტად მომთხოვნი კულტურაა. იგი კარგად ხარობს მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ღრმა, ორგანული ნივთიერებით მდიდარ ნიადაგზე.

ძირითადი საკვები ელემენტებიდან გერანს ყველაზე მეტი რაოდენობით კალიუმში გამოაქვს, შედარებით ნაკლები აზოტი, ხოლო უფრო მცირე — ფოსფორი. სოხუმის ეთერზეთოვანი კულტურების საცდელი სადგურისა და საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტის აგროქიმიის კათედრის ცდებში ყოველი ტონა გერანის მწვანე მასის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილია 2,6—3,0 კგ აზოტი, 3,2—4,1 კგ კალიუმი და 0,8—1,0 კგ ფოსფორი. ცხიმზეთოვანი და ეთერზეთოვანი კულტურების საკვებშირო-სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის მონაცემებით ტექნიკური სიმწიფის ფაზაში ერთ ტონა გერანის მწვანე მასის მიერ ნიადაგიდან გამოიტანება: აზოტი 3—4, ფოსფორი 1,5—2 და კალიუმი 8—9 კგ.

ორგანული და მინერალური სასუქების რაციონალური გამოყენება იწვევს არა მარტო გერანის მწვანე მასის მოსავლის გადიდებას. არამედ ეთერზეთის გამოსავლიანობის მატებასაც.

გერანის ნარგაობის გასანოყიერებლად გამოიყენება: გადამწვარი ნაკელი, კომპოსტები, ფოსფორიანი სასუქები შეიტანება მზრალად ხვნის წინ, მზრალად ხვნის დროს ხდება მწვანე სასუქის ჩაკეთებაც. აზოტიანი სასუქების შეტანა ორ ვადაში ტარდება. პირველად — ნორმის ნახევარი,

დარგვიდან 20—25 დღის შემდეგ, მეორედ — ნორძის მეორე ხახევიარი ივლისში.

გერანის განოციერებისათვის რეკომენდებულია სასუქის შემდეგი ნორმები: ორგანული სასუქი 40—50 ტ/ჰა, აზოტი 240, P_2O_5 -120 და K_2O —120 კგ/ჰა. აზოტიანი სასუქებიდან გამოიყენება: ამონიუმის სულფატი, ამონიუმის გვარჯილა და შარდოვანა, ფოსფორიანი სასუქებიდან — სუპერფოსფატი და ფოსფორიტის ფქვილი (მკავე ნიადაგებზე), კალიუმის სასუქებიდან 40% კალიუმის მარილი, ქლოროვანი კალიუმი, კალიუმის სულფატი და კალიმაგნეზია.

ევგენოლის რეჰანი კარგად ხარობს მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ღრმა ნიადაგებზე, მისი ფესვი 70 სმ აღწევს. ამავე დროს მეტად მომთხოვნია საკვები ელემენტებისადმი, განსაკუთრებით აზოტისა და კალიუმის მიმართ. ასე მაგალითად, ყოველი ტონა მოსავლის მიერ გაუნოციერებელი ნაკვეთიდან გამოიტანება: აზოტი — 4.8 ფოსფორი — 1,0 და კალიუმი — 6.8 კგ, ხოლო სრული მინერალური სასუქებით განოციერებული ნაკვეთიდან — აზოტი — 4.5, ფოსფორი — 1.2 და კალიუმი — 7,6 კგ.

მინერალური სასუქები ადიდებს ევგენოლის რეჰანის მოსავალს, ზრდის მასში ზეთის გამოსავლიანობას და მისი ხარისხის გაუმჯობესებას. იწვევს. ამ მცენარის მიერ საკვები ელემენტებისადმი მოთხოვნილება განსაკუთრებით გაძლიერებულია მასობრივი დაკოკრებისა და ყვავილობის პერიოდში.

ევგენოლის რეჰანის განოციერებისათვის იყენებენ ორგანულ სასუქებს ნაკელს ტორფო-კომპოსტებს, მწვანე სასუქებს. ორგანული სასუქების ნიადაგში შეტანა ხდება ადრე გაზაფხულზე — ნიადაგის გადახვნისას. მინერალური სასუქებიდან ევგენოლის რეჰანის განოციერებისათვის საუკეთესოა ამონიუმის გვარჯილა, შარდოვანა, ამონიუმის სულფატი, სუპერფოსფატი, მკავე ნიადაგებზე — ფოსფორიტის ფქვილი, კალიუმის სულფატი, კალიმაგნეზია და ნაცარი.

მინერალური სასუქების ნორმა აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს პირობებში ერთნაირი არ არის. აღმოსავლეთ საქართველოს კალიუმით მდიდარ ნიადაგებზე შეიტანება აზოტი — 120 და ფოსფორი — 180 კგ/ჰა, ხოლო გაცვლითი კალიუმით ღარიბ ნიადაგებზე 60 კგ/ჰა კალიუმი.

დასავლეთ საქართველოს საშუალო ვალეებზე, სუსტად გაეწრებულ ნიადაგებზე აზოტი შეაქვთ 120, ალუვიურ, მსუბუქ ქვეთიხნარ ნიადაგებზე — 180 კგ/ჰა, ფოსფორითა და კალიუმით ნიადაგის სიღარიბის შემთხვევაში — შესაბამისად ფოსფორი 120 და 180 და კალიუმი კი 120 და 60 კგ/ჰა.

ორივე ზონაში, ანალოგიურად ორგანული სასუქებისა. ფოსფორიანი

და კალიუმიანი სასუქები შეიტანება ღრმად, 15—20 სმ სიღრმეზე, ნიადაგის გადახვნისას — ადრე გაზაფხულზე. აზოტიანი სასუქები დასავლეთ საქართველოს პირობებში შეიტანება ორ ვადაში: პირველად — საერთო ნორმის 50%, დარგვიდან 30—35 დღის შემდეგ, მეორედ — დარგვიდან ორი თვის შემდეგ. აღმოსავლეთ საქართველოში აზოტიანი სასუქები სამ ვადაში შეაქვთ: პირველად — 40 კგ/ჰა, მთავარი ღეროს დატოტვამდე, მეორედ — 70 კგ/ჰა — მასობრივი დაყოკებისას და მესამედ — 70 კგ/ჰა მასობრივი ყვავილობისას. აზოტიანი სასუქების ნიადაგში ჩაკეთება აუცილებელია 3—5 სმ სიღრმეზე.

ეთერზეთოვანი ვარდი. იგი დიდ მოთხოვნილებას უყენებს ნიადაგურ პირობებს. კარგად ხარობს ჰუმუსითა და საკვები ნივთიერებებით მდიდარ ნიადაგებზე. არეს ოპტიმალური რეაქცია სუსტი მჟავე და ნეიტრალურია, pH 6,5—7,0. მძიმე მექანიკური შედგენილობის ისეთი ნიადაგებში, სადაც გრუნტის წყალი ნიადაგის ზედაპირთან ახლოა, ვარდისათვის არ გამოდგება, რადგანაც ნიადაგში უარესდება ჰაერაციის პირობები. კარბონატულ ნიადაგებზე ვარდი ქლოროზით ავადდება, ამიტომ ასეთი ნიადაგებიც გამოუსადეგარია ვარდისათვის.

ვარდის მაღალი და მყარი მოსავლის მისაღებად იყენებენ: ნაკელს, ტორფო-კომპოსტებს, ეთერზეთოვანი ნედლეულის ანარჩენებს, მწვანე სასუქებს (შუალედური ფორმა), ამონიუმის გვარჯილას, შარლოვანას, ამონიუმის სულფატს, სუპერფოსფატს, კალიუმის სულფატს, ნაცარსა და მიკრო სასუქებს

ვარდის პლანტაციის გაშენებამდე, პლანტაციის წინ შეიტანება 30—40 ტ/ჰა ნაკელი ან სხვა ორგანული სასუქი, ასევე 120—140 კგ/ჰა ფოსფორი. ხოლო ნიადაგის გადახვნისას (25—27 სმ) დამატებით შეაქვთ 40—50 კგ/ჰა ფოსფორი. ვარდის დარგვის წინ, ჩასარგავ ორმოში შეიტანება 2 კგ ნაკელი ან სხვა ორგანული სასუქი და 50 გ ფოსფორი. ურთიდან სამ წლამდე ასაკის ნარგაობაში აზოტიანი სასუქი შეაქვთ ორჯერ, გაზაფხულზე — 50—60 კგ/ჰა და ამდენივე შემოდგომაზე. შემდგომ წლებში აზოტის ნორმა არ იცვლება, მისი შეტანა ხდება ლენტისებურად. აზოტიანი სასუქების ნიადაგში ჩაკეთება აუცილებელია. ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ნორმა დამოკიდებულია ნიადაგში ამ საკვები ელემენტების შემცველობაზე. მათი მცირე შემცველობისას ფოსფორის ოპტიმალური ნორმაა 50—60 კგ/ჰა და კალიუმისა — ამდენივე.

პაჩული. როგორც სხვა ეთერზეთოვანი კულტურები, პაჩული მეტად მომთხოვნია ნიადაგური და კვების პირობებისადმი. ამიტომ ამ კულტურის აგროტექნიკაში წამყვანი ადგილი უკავია სასუქების გამოყენებას. სოხუმის ეთერზეთოვანი კულტურების საცდელი სადგურის მეცნიერ მუშაკების მიერ დამუშავებული პაჩულის ნარგაობის განოყიერების სისტემა შემდეგში მდგომარეობს: გვიან შემოდგომით ან ზამთარში, ნიადაგის

ძირითადი დამუშავების შემდეგ, გაზაფხულზე პაჩულის დარგვამდე 1—1,5 თვით ადრე, ნიადაგის 15—18 სმ სიღრმეზე გადახვნის წინ, მთელ ფართობზე შეიტანება ფოსფორი 180 და კალიუმი—90 კგ/ჰა. მცენარის დარგვის წინ ბუდნაში შეაქვთ 0,5 კგ ორგანული სასუქი.

პაჩულის ნარგაობაში რეკომენდებულია შემდეგი მინერალური სასუქები: ამონიუმის გვარჯილა, შარდოვანა, ამონიუმის სულფატი, სუპერფოსფატი, ფოსფორიტის ფქვილი, კალიუმის სულფატი, კალიმაგნეზია.

აზოტიანი სასუქების ოპტიმალურ ნორმად მიჩნეულია 180 კგ/ჰა, ხოლო ფოსფორითა და კალიუმით ნიადაგის სიღრმის შემთხვევაში ფოსფორი 90 და კალიუმი 90 კგ/ჰა. აზოტიანი სასუქი შეიტანება წილადობრივად: პირველად, დარგვიდან 30—35 დღის შემდეგ, საერთო ნორმის ნახევარი და მეორედ — ნორმის მეორე ნახევარი, დარგვიდან 1,5—2 თვის შემდეგ.

დეკორატიულ მცენარეთა განოჰიერება

მოთხოვნილება საკვები ნივთიერებების მიმართ. ნიადაგიდან საკვები ნივთიერებების შთანთქმის ხანგრძლივობის მიხედვით დეკორატიული მცენარეები მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. ეს გამოწვეულია ამ მცენარეთა ბიოლოგიური თავისებურებებით. არჩევენ კვების მოკლე, გრძელი და ხანგრძლივი პერიოდის მცენარეებს. კვების მოკლე პერიოდის (45—50 დღე) კულტურებია ბოლქვიანი მცენარეები ტიტა, ნარგიზი, სუმბული, შროშანი და სხვ. ამ მცენარეთა ვეგეტაციის პერიოდი—60—70 დღე, კვების პერიოდს არ ემთხვევა. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ ისინი ზრდის დასაწყისში — 15—20 დღე იკვებებიან ბოლქვში არსებული საკვები ნივთიერებებით.

კვების გრძელი პერიოდი დამახასიათებელია ერთწლიანი დეკორატიული მცენარეებისათვის — ასტრა, ლევკოინი, მიხაკი და სხვ. ამ მცენარეთა ვეგეტაციისა და კვების პერიოდების ხანგრძლივობა ერთმანეთს ემთხვევა.

კვების ხანგრძლივი პერიოდით ხასიათდება ღებურები 110—120 დღე, იორდასალამი და ფლოქსი — 160—180 დღე, განსაკუთრებით ტუბერბოლქვიანი მცენარეები, მაგალითად ხმალა. ამ მცენარეთა კვების პერიოდის ხანგრძლივობა, ვეგეტაციის პერიოდთან შედარებით, ნაკლებია.

დეკორატიულ მცენარეთა უმეტესობა მეტად მომთხოვნია აზოტის მიმართ. ასევე აზოტის მიმართ მაღალი მომთხოვნელობით გამოირჩევიან მრავალწლიანი მცენარეები: იორდასალამი, ტიტა, ნარგიზი, ხმალა, გეორგინა. ნაკლებად მომთხოვნია ერთწლიანი მცენარეები: ასტრა, ლევკოინი და მიხაკი, ხოლო ღებურასა (დელფინიუმი) და ფლოქსს შუალედური ადგილი უჭირავთ.

ყვავილოვანი კულტურებისათვის მთელი ვეგეტაციის პერიოდში ფოსფორი აუცილებელია. მეტი რაოდენობით ფოსფორს შთანთქავენ: ფესვურიანი მცენარეებიდან — ფლოქსები, დეკორატიული ბუჩქნარებიდან — ვარდი, ბოლქვიანებიდან — ნარგიზი. შედარებით მცირე რაოდენობით ფოსფორს საჭიროებენ ის მცენარეები, რომელთა ბუჩქი ძლიერ არის განვითარებული, მაგალითად იორდასალამი, გეორგინი და დეზურა. კალიუმის მიმართ მოთხოვნილება ძლიერდება ყვავილის ორგანოების ფორმირების პერიოდში და გრძელდება ყვავილობის ბოლომდე. სხვა მცენარეებთან შედარებით. მეტი რაოდენობით კალიუმს შთანთქავენ ხმალა, დელფინიუმები, ნარგიზები; მათი ასაკის მატებასთან ერთად კალიუმის შთანთქმა იზრდება.

ნიადაგური კვების მიმართ განსაკუთრებით მაღალი მოთხოვნილებით ხასიათდება გეორგინები. ისინი ზრდის დაწყებისთანავე საჭიროებენ უხვად კვებას, საკვები ნივთიერების მაქსიმუმს დაკოკრებისა და ყვავილობის ფაზაში ითვისებენ. აზოტის მიმართ მაღალი მომთხოვნელობით გამოირჩევა: ნარგიზი, ხმალა, ასტრა, მიხაკი, შაბო; ფოსფორ-კალიუმის მიმართ მომთხოვნია ტიტა, ლევკოინი: ჰოლანდიური მიხაკი აზოტ-კალიუმით კვების კულტურაა. რაც შეეხება მრავალწლიან დეკორატიულ მცენარეებს ფლოქსს, დელფინიუმსა და იორდასალამს. მათ საკვები ნივთიერებების შთანთქმის ე. წ. მეორე პერიოდი გააჩნიათ. ისინი ყვავილობის შემდეგ მეტ აზოტსა და ფოსფორს შთანთქავენ, ვიდრე ყვავილობის დროს. იორდასალამი და დეზურა ვეგეტაციის მეორე ნახევარში 1,5—2,0-ჯერ მეტ კალიუმს შთანთქავენ, ვიდრე პირველ ნახევარში. საკვები ნივთიერებები, რომლებიც მარაგის სახით გროვდება ჯერ მიწის-ზედა ნაწილში, შემდეგ ფესურებსა და ბოლქვებში, გამოიყენება მომდევნო წლის ვეგეტაციის დაწყებისას, ამიტომ მრავალწლიანი ყვავილოვანი მცენარეები, ერთწლიანებისაგან განსხვავებით, უნდა განოყიერდეს გაზაფხულზე, ზაფხულში და ყვავილობის დამთავრების შემდეგაც. ფლოქსი მომთხოვნია აზოტითა და ფოსფორით კვების მიმართ. ამ მცენარის მიერ ყველა საკვები ნივთიერების შეთვისების მაქსიმუმი მოდის სრული ყვავილობის ფაზაში.

იორდასალამის მიერ საკვები ნივთიერებების გამოყენება ასაკის მატებასთან ერთად იზრდება. სამწლიანი იორდასალამი 1,5—2-ჯერ მეტ საკვებ ელემენტს ითვისებს, ვიდრე ორწლიანი. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით საკვები ნივთიერებებია საჭირო ვეგეტაციის მეოთხე-მეხუთე წელს. ამ ასაკში ისინი ნიადაგის ხსნარის მაღალ კონცენტრაციას კარვად იტანენ.

ზამბახის კვების ხანგრძლივობა 150—180 დღეს აღწევს. მისი აზოტით, ფოსფორითა და კალიუმით კვებისათვის დამახასიათებელია ორი მაქსიმუმი. პირველი მაქსიმუმი მოდის დაკოკრების დასასრულსა და

ყვავილობის დასაწყის ფაზებზე. მეორე — ყლორტების მეორე ზრდის ფაზაზე. საკვებ ელემენტებზე ზამბახის მოთხოვნილება იცვლება მცენარის ასაკის მიხედვით. მოყვანის პირველ და მეორე წელს უფრო მომთხოვნია აზოტის მიმართ, მთელი ვეგეტაციის მანძილზე. ამ ასაკის მცენარეები იყენებენ აზოტს 1,5—2-ჯერ მეტს, ვიდრე კალიუმს და 3—4-ჯერ მეტს, ვიდრე ფოსფორს. მესამე წლიდან იზრდება კალიუმისა და ფოსფორის გამოყენება. ქრიზანთემები, ყოჩივარდა და ცინერარიები დახურული გრუნტის პირობებში მეტად მომთხოვნი არიან კალიუმის მიმართ, ვიდრე ღია გრუნტში.

წვრილყვავილოვანი ქრიზანთემები ვეგეტაციის დასაწყისში საჭიროებენ მეტი რაოდენობით აზოტს, ინტენსიური ზრდისა და საყვავილე ყლორტების ფორმირებისას — აზოტსა და კალიუმს, დაკოკრების ფაზაში აუცილებელია სრული სასუქით (NPK) განოყიერება.

დიდყვავილა ქრიზანთემები ზრდის დასაწყისში მეტად მომთხოვნიან ფოსფორის მიმართ. ყვავილოვანი ყლორტების ფორმირებისას ეს მცენარეები ფოსფორთან ერთად დადებითად რეაგირებენ აზოტის მიმართაც.

ყოჩივარდები, სხვა ყვავილოვანი მცენარეებისაგან განსხვავებით, ყველა ორგანოში მეტი რაოდენობით კალიუმს შეიცავს, განსაკუთრებით ფოთლის ყუნწში. ვეგეტაციის პირველ პერიოდში კალიუმთან ერთად იზრდება აზოტის შთანქმემა. მცენარის მიერ მთელი სავეგეტაციო პერიოდის მანძილზე გამოყენებული აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის საერთო ჯამიდან კალიუმი 2,5-ჯერ მეტია, ვიდრე აზოტი და 3,4-ჯერ მეტი, ვიდრე ფოსფორი.

ცინერარია კვების საწყის და მთელ სავეგეტაციო პერიოდში კალიუმს შთანქმევს 5—6-ჯერ მეტს, ვიდრე ფოსფორს და 2—3-ჯერ მეტს, ვიდრე აზოტს. კალიუმის მაქსიმალური რაოდენობით შთანქმემა მიმდინარეობს საყვავილე ყლორტების ინტენსიური ზრდის, ყვავილების ჩასახვისა და ფორმირების პერიოდში.

ვარდების ბევრ ჯიშს, წლის მანძილზე, ზრდის სამი-ოთხი ტალღა ახასიათებს, რომელიც ემთხვევა ყვავილობის პერიოდს. ყოველი ყვავილობის დროს ახლდება ზრდის პროცესები, წარმოიქმნება ახალი ყვავილოვანი ნაზარდები, რაზედაც მცენარეები დიდი რაოდენობით საკვებს ხარჯავენ. ამასთან დაკავშირებით ვარდებისათვის დამახასიათებელია საკვები ნივთიერების გამოყენების რამდენიმე მაქსიმუმი: პირველი ემთხვევა პირველ ყვავილობას, შემდეგ საკვები ნივთიერებების შეთვისება რამდენადმე კლებულობს. მეორე ემთხვევა მეორე ყვავილობის დაწყებას და საკვების შთანქმემა იზრდება. ყველაზე მეტი რაოდენობით საკვებ ნივთიერებებს ითვისებს ვარდი მესამე ყვავილობისას. ამ პერიოდში

შთანთქმული საკვები ნივთიერებების რაოდენობა 1,5—2-ჯერ მეტია, ვიდრე პირველ ყვავილობისას.

საკუთარფესვიანი ვარდები ზრდის პირველ პერიოდში მეტად მომთხოვნია აზოტის მიმართ. ეს თვისება შემდგომ მთელი ვეგეტაციის მანძილზე გრძელდება. აზოტის შთანთქმის შემცირება აღინიშნება მხოლოდ ზრდის შენელების ფაზებში. მათ მიერ აზოტის შთანთქმა 3—4-ჯერ აღემატება ფოსფორისა და კალიუმისას.

ვარდებისათვის მთელი ვეგეტაციის მანძილზე აუცილებელია ფოსფორი. ვარდის ყველა ორგანოში, განსაკუთრებით ყვავილებში, ფოსფორის შემცველობა მაღალია.

ხეიარა და პოლიანტური ვარდები მეტი რაოდენობით ფოსფორს იყენებენ, ვიდრე ჩაის ჰიბრიდული ვარდები. ფოთლებში, ყვავილებსა და ფესვებში ფოსფორის, განსაკუთრებით მისი ორგანული ფრაქციის დიდი რაოდენობით შემცველობა ხელს უწყობს მცენარის დაბალი ტემპერატურის მიმართ გამძლეობას.

მინერალური სასუქების შეტანის ხერხები. სასუქის შეტანის ხერხი დიდ გავლენას ახდენს ყვავილოვანი მცენარეების ზრდაზე, პროდუქტიულობაზე, ასევე მცენარის მიერ საკვები ნივთიერებების გამოყენებაზე. ძირითად განოყიერებაზე (დარგვამდე განოყიერება) ერთწლიანი ყვავილოვნებიდან დადებითად რეაგირებენ: ასტრები, ლევკოიონები, მიხაკი, მრავალწლიანებიდან: გეორგინი, დელფინიუმი, ვარდები.

ძირითადი განოყიერება დაბალ ეფექტს იძლევა შემოდგომით დარგული ყვავილოვანი მცენარეების მიმართ — ტიტა, ნარგიზი, შროშანი.

სასუქების ეფექტურობას განსაზღვრავს მათი ნიადაგში შეტანის ტექნიკა. ნიადაგში სასუქის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური განაწილება, მათი ჩაკეთების სიღრმე უნდა პასუხობდეს მცენარის ფესვის გავრცელების ხასიათს. ღრმად შეტანილი სასუქი მაღალ ეფექტს იძლევა ორ იარუსიანი ფესვთა სისტემის მქონე მცენარეთა მიმართ, მაგალითად, ხმალა. ამ მცენარის პირველი იარუსის ფესვები, რომელიც ძირითადად მცენარის კვებას ემსახურება, განლაგებულია 25—35 სმ სიღრმეზე. მეორე იარუსის მსხვილი ფესვები 10—12 სმ ფენაშია განლაგებული და მცენარის კვებისათვის ნაკლებად აქტიურია. ასეთივე მნიშვნელობა აქვს სასუქის განაწილებას ჰორიზონტალური მიმართულებით, იგი ფართობზე უნდა გავანაწილოთ იქ, სადაც ძირითადად გავრცელებულია ფესვი.

ყვავილოვანი მცენარეების შეუფერხებლად კვების სწორი ორგანიზაციისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს სასუქების ფენობრივად შეტანას. იგი არეგულირებს ფესვების განლაგებას სიღრმეში, შეფარდება მიწისზედა და მიწისქვეშა ნაწილებს შორის, ასევე საკვები ნივთიერებების ეკონომიურად გამოყენებას. ზედა ფენაში 8—10 სმ სიღრმეზე უნდა შევიტანოთ აზოტიანი სასუქები, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები

უფრო ღრმად 25—30 სმ, სიღრმეზე. ტუბერბოლქვიანი მცენარეების განოყიერებისათვის სასუქების ფენობრივი შეტანა, აზოტიანი და კალიუმიანი სასუქებისა — ზედაპირულად, ხოლო ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქებისა — ღრმად, უზრუნველყოფს ტუბერბოლქვების მაქსიმალურ მოსავალს და მაღალ დეკორატიულ ხარისხს.

მინერალური სასუქის ნორმა და შეტანის ვადა. ყვავილოვანი მცენარეების განოყიერებისათვის სასუქების ნორმისა და შეტანის ვადის დადგენის საფუძველია ნიადაგის ნაყოფიერება და მცენარეთა ბიოლოგიური თავისებურებანი — ცალკეული ჯიშების დამოკიდებულება კვების პირობებისადმი და მათი ასაკი. მოვიტანოთ რამდენიმე მაგალითი: ასტრები, ლეკოიონები და განსაკუთრებით მიხაკები კარგად ხარობენ ნიადაგის ხსნარის მაღალი კონცენტრაციის პირობებში. ამიტომ ამ მცენარეთა განოყიერებისათვის, მათ დარგვამდე, ასევე გამოკვების სახით, წლის მანძილზე იყენებენ სასუქის მაღალ ნორმებს: — N—120 P120 K 120 კგ/ჰა. სასუქის ეს ნორმა უზრუნველყოფს მცენარეთა კარგ ზრდას და მაღალ მოსავალს, ამავე დროს მათი ეფექტი დიდად არის დამოკიდებული სასუქების შეტანის ვადაზე.

ასტრის განოყიერებისათვის საუკეთესო ვადად არის მიჩნეული: აზოტი — ორ ვადაში, პირველად — 60 კგ/ჰა 4 ნამდვილი ფოთლის განვითარების ფაზაში, მეორედ — 60 კგ/ჰა დაკოკრებისას; ორ ვადაში შეიტანება PK-ც. პირველად 60 — 60 კგ/ჰა დაკოკრებისას და მეორედ — იგივე რაოდენობით ყვავილობის დაწყებისას.

ლეკოიონის განოყიერებისათვის NPK შეაქვთ სამ ვადაში: პირველად 60—60 კგ/ჰა, დარგვიდან მე-16 დღეს; მეორედ 30—30 კგ/ჰა, დაკოკრებისას და მესამედ — ასეთივე რაოდენობა, ყვავილობის დროს.

მიხაკების განოყიერებისათვის PK მთლიანად შეაქვთ დარგვის წინ, აზოტი სამ ვადაში: პირველად — დარგვიდან მე-16 დღეს, 60 კგ/ჰა. მეორედ — დაკოკრებისას და მესამედ — ყვავილობის დროს, 60—60 კგ/ჰა.

ხმალები ვერ იტანენ ნიადაგის ხსნარის მაღალ კონცენტრაციას. თანაყვავილედების დიდი სიგრძე და ტუბერბოლქვების მაქსიმალური მასა მიიღება N 120 და P 60 K 90 გამოყენებით. უფრო მაღალი ნორმით სასუქის გამოყენება თრგუნავს მცენარის ზრდას და ამცირებს დეკორატიულ მაჩვენებლებს.

ხმალას განოყიერებისათვის სასუქების შეტანის საუკეთესო ვადებია: 3—4 ნამდვილი ფოთლის წარმოქმნისას N 60 კგ/ჰა. 5—6 ნამდვილი ფოთლის წარმოქმნისას — N 30 და K 30 კგ/ჰა; დაკოკრების დაწყებისას N 30 P 20 K 30 და ყვავილობის დაწყებისას P 20 K 30 კგ/ჰა.

მრავალწლიანი ფესვურიანი მცენარეების — ფლოქსი, დელფინიუმი, იორდასალამი და სხვ. განოყიერებისათვის სასუქის ნორმის დასადგენად უნდა გაითვალისწინონ სარგავი მასალის ხარისხი და მათი ასაკი.

კალმით გამრავლებული ფლოქსი და დელფინიუმი (დებურა) მეტად მგრძობიარეა ნიადაგის ხსნარის მაღალი კონცენტრაციის მიმართ, განსაკუთრებით ზრდის დასაწყისში და პირველ წელს. ამიტომ ფლოქსის განოციერებისათვის სასუქის ნორმა შემდეგნაირად ცვლებადობს. კალმით გამრავლებულ ნარგაობაში შეადგენს: პირველ წელს — N 40 P 40 K 40, მეორე წელს — N 60 P 60 K 60, მესამე და მეოთხე წელს — N 120 P 120 K 120. ბუჩქის გაყოფით გამრავლებულ ნარგაობაში სასუქი უფრო მაღალი ნორმით გამოიყენება, პირველ წელს—N 90 P 90 K 90, შემდეგ წლებში N 120 P 120 K 120. ორივე ნარგაობაში სასუქის უფრო მაღალი ნორმები მცენარის ზრდის შესუსტებას და დეკორატიული ხარისხის გაუარესებას იწვევს. აზოტის სრული ნორმის 30% შეიტანება კვირტის გაღვივების დაწყებისას, 40% ინტენსიური ზრდისა და 30% დაკოკრების დაწყებისას. ფოსფორის 40%—ინტენსიური ზრდის დროს, 30—30% დაკოკრების და ყვავილობის დაწყებისას; კალიუმი ორ ვადაში შეაქვთ: 50% დაკოკრების დაწყებისას, 50% — ყვავილობისას.

დელფინიუმების განოციერებისათვის რეკომენდებულია: პირველ წელს — N 90 P 90 K 90, მეორე და მესამე წელს — N 120 P 120 K 120. საკვები ელემენტების აღნიშნული რაოდენობა შეიტანება წილადობრივად შემდეგი შეფარდებით: კვირტების გაღვივებისას — NK (1:2), ინტენსიური ვეგეტაციის ფაზაში NPK (1:1:2), დაკოკრებისას PK (1:2).

ფლოქსსა და დებურასთან შედარებით ნიადაგის ხსნარის მაღალ კონცენტრაციას იორდასალამი უკეთ იტანს. სამწლიანი ფლოქსის ერთი მცენარე სავეგეტაციო პერიოდში შთანთქავს აზოტს — 4.6 და კალიუმს — 4,2 გ, იმავე ასაკის იორდასალამი, შესაბამისად, 10.5 და 12,6 გ ანუ 2—3-ჯერ მეტს. ამიტომ იორდასალამის გასანოციერებლად სასუქების უფრო მაღალ ნორმებს იყენებენ. მაგალითად, პირველ წელს — N 90 P 90 K 90, მეორე წელს — N 120 P 120 K 120, მესამე, მეოთხე და მეხუთე წელს N 180 P 180 K 180 კგ/ჰა. აზოტის ნორმის 50% შეაქვთ, როცა ნაზარდები 7—8 სმ მიადწევენ, დარჩენილი 50% — ყვავილობისას. PK 50% შეიტანება ყვავილობის წინ, ხოლო 50% ყვავილობის დამთავრებიდან 25 დღის შემდეგ.

სასუქის შედარებით დაბალი ნორმებია საჭირო ბოლქვიანი ყვავილოვანი მცენარეების — ნარგიზი, ტიტა და სხვ. გასანოციერებლად მათ კვების მოკლე პერიოდი გააჩნიათ, ბოლქვის მასა დიდი არ არის, ამიტომ ვეგეტაციური მასის შესაქმნელად სასუქის შედარებით მცირე ნორმაა საჭირო. სასუქები შეაქვთ სავეგეტაციო პერიოდში სამი-ოთხი გამოკვების სახით. ნარგიზებისათვის ფოსფორსა და კალიუმთან შედარებით —

აზოტის, ხოლო ტიტებისათვის ფოსფორისა და კალიუმის შეფარდებას აღიდეგენ.

ნარგიზების გასანოყიერებლად ვეგეტაციის პირველ და მეორე წელს რეკომენდებულია — N 90 P 90 K 60, მესამე და მეოთხე წელს — N 120 P 90 K 90 კგ/ჰა. საშუალოდ გაკულტურებულ ნიადაგზე — N 120 P 120 K 120 და კარგად გაკულტურებულზე — N 90 P 120 K 120 კგ/ჰა. აზოტი შეაქვთ ზრდის დაწყებისას, NK — ყვავილების წარმოქმნამდე, NPK — ყვავილობისას და PK — ყვავილობის დამთავრებისას.

ტიტას განოყიერებისათვის, როცა მისი გამრავლება ხდება წვრილი და საშუალო ბოლქვებით—10—15 გ., სასუქის საუკეთესო ნორმაა N 90 P 90 K 90, როცა მსხვილი ბოლქვებით მრავლდება 20—35 გ. N 90 P 120 N 120. მაღალხარისხოვანი ბოლქვების მისაღებად საჭიროა პირველი გამოკვება ჩატარდეს ბოლქვების გალივებისას NPK (1:1:1), დაკოკრებისას — NPK (1:2:2) და მესამედ ყვავილობისას PK (1:1).

გეორგინები კარგად ხარობს საკვები ნივთიერებებით მდიდარ ნიადაგზე. ისინი სხვა დეკორატიულ მცენარეებთან შედარებით მეტი რაოდენობით საკვებ ნივთიერებებს შთანთქავენ. მაგალითად, ვაკულენკოს ჭიშის გეორგინის ერთი მცენარე საშუალოდ იყენებს 11,5 გ აზოტს და 8—10 გ კალიუმს.

ამ კულტურებისათვის სასუქის ნორმა იცვლება მცენარის ასაკთან დაკავშირებით. პირველ წელს იგი შეადგენს — N 90 P 90 K 90, მეორე წელს — N 120 P 120 K 120 და მესამეს — N 180 P 180 K 180 კგ/ჰა. აქედან აზოტის ნორმის ნახევარი შეაქვთ დარგვისას, ხოლო მეორე ნახევარი ორი გამოკვების სახით. პირველი გამოკვება (45 კგ/ჰა) ტარდება დარგვიდან 20 დღის შემდეგ, მეორე — დაკოკრებისას. PK-ც სამ ვადაში შეიტანება, პირველად — დარგვისას, მეორედ — დარგვიდან 20 დღის შემდეგ და მესამედ — დაკოკრებისას.

ზამბახის განოყიერებისათვის მინერალური სასუქების ნორმის დადგენის საფუძველია მცენარეთა ასაკი. პირველ წელს ზამბახი უარყოფითად რეაგირებს ნიადაგის ხსნარის მაღალ კონცენტრაციაზე, ამიტომ პირველ წელს სასუქი დაბალი ნორმით შეაქვთ, მცენარის ასაკის მატებასთან ერთად სასუქის ნორმა იზრდება. სასუქის ნორმა შეადგენს: პირველ წელს — N 60 P 60 K 60, მეორე წელს — N 90 P 90 K 90, მესამე წელს — N 120 P 120 K 120, მეოთხე წელს — N 160 P 160 K 160 კგ/ჰა. ამ ასაკის ნარგაობაში ზოგჯერ მიმართავენ სრული მინერალური სასუქით დამატებით გამოკვებას. ეს მცენარეთა განვითარებაზე დამოკიდებული. ამ მიზნისათვის 1 ჰა-ზე შეაქვთ N 30 P 30 K 30 კგ. სასუქის შეტანის საუკეთესო ვადად მიჩნეულია: NK ან NP — ზრდის დაწყებისას, NPK — დაკოკრებისას და მეორე ზრდის დაწყებისას.

ვარდების განოყიერებისათვის სასუქის ნორმის დასადგენად მხედვე-

ლობაში ლებულობენ მცენარის მიერ საკვები ნივთიერების გამოყენების სპეციფიკურ თავისებურებებს, ჯიშს და წარმოშობას. დაბალი ტემპერატურისადმი ვარდის გამძლეობის გასაძილებლად იყენებენ სრულ მინერალურ სასუქს. ამავე დროს აზოტსა და კალიუმთან შედარებით, ფოსფორის შემცველობას ადიდებენ.

პოლიანტური და მხვიარა ვარდები ნაკლებად მგრძნობიარენია ნიადაგის ხსნარში საკვები ნივთიერებების მალალი კონცენტრაციის მიმართ. მათი განოციერებისათვის ოპტიმალურ ნორმად მიღებულია: პირველ წელს — N 60—90 P 60—90 K 60—90, მეორე წელს — N 120 P 120 K 120, მესამე წელს — N 160 P 160 K 160 კგ/ჰა.

ჩაის ჰიბრიდული ვარდები უფრო მგრძნობიარეა ნიადაგის ხსნარის მალალი კონცენტრაციისადმი, ამიტომ მათი განოციერებისათვის სასუქებს უფრო დაბალი ნორმით იყენებენ. პირველ წელს — N 40-60 P 40-60, K 40—60, მეორე წელს — N 90—120 P 90—120 K 90—120 კგ/ჰა შეაქვთ.

ვარდების განოციერებისათვის სასუქის აღნიშნული ნორმები წილადობრივად გამოიყენება. მაგალითად, პოლიანტური ვარდის განოციერება შემდეგ ვადებში ტარდება. პირველად — კვირტების გაღივებისას შეიტანება N ან NK, მეორედ — დაკოკრებისას შეაქვთ NPK შემდეგი შეფარდებით 1:2:1. პირველი ყვავილობის დამთავრებისას — NPK 1:2:1, მეორე ყვავილობის დამთავრებისას — NPK 1:2:1 და PK — ვეგეტაციის დამთავრებისას.

ხვიარა ვარდების გასანოციერებლად შემდეგნაირად იქცევიან: კვირტების გაღივებისას შეაქვთ NP, იმავე სასუქებს იყენებენ დაკოკრებისა და პირველი ყვავილობის დროს, მეორე ყვავილობისას შეაქვთ NPK, ხოლო ზრდის დამთავრებისას — PK.

ჩაის ჰიბრიდული ვარდების განოციერებას შემდეგნაირად ატარებენ: კვირტების გაღივებისას შეაქვთ NP, ასევე შეაქვთ იგი დაკოკრებისა და პირველი ყვავილობის დროს. მეორე ყვავილობის დროს შეაქვთ NPK და ვეგეტაციის დამთავრებისას — PK.

თესლბრუნვაში სასუქების გამოყენების სისტემა

თესლბრუნვაში სასუქების გამოყენების სისტემა არის თესლბრუნვის ცალკეულ კულტურებს შორის ორგანული და მინერალური სასუქების განაწილების გეგმა.

სასუქების გამოყენების სისტემა ეს არის აგროტექნიკური, საორგანიზაციო და სამეურნეო ღონისძიებათა კომპლექსი. მისი მიზანია სასუქების რაციონალური და გეგმაზომიერი გამოყენება, სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობისა და ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლე-

ბა, სასუქების აგრონომიულად და ეკონომიკურად ხელსაყრელი გამოყენება. მისი შედგენისათვის მხედველობაში უნდა მივიღოთ:

1. მეურნეობის ან კოლმეურნეობის განვითარების გეგმა — სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობის ზრდა, თესლბრუნეები, მინერალური სასუქებით მომარაგება, მეცხოველეობის სულადობისა და მისი პროდუქტიულობის ზრდა;

2. ნიადაგური რუკა;

3. აგროქიმიური კარტოგრამები;

4. კლიმატური პირობები;

5. სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავალი უკანასკნელი ხუთი წლის მანძილზე — ისეთი კულტურებისათვის, რომელთათვის დამახასიათებელია მეწლეობა, საჭიროა წყვილი წლების (2,4,6) მოსავლის აღება, ამ კულტურათა განოყიერებისათვის გამოყენებული სასუქების ნორმები.

6. ნაკვეთის ისტორია;

7. მეურნეობის ან კოლმეურნეობის ორგანიზაციული და ტექნიკური შესაძლებლობანი სასუქების დროულად შეტანისა და მინდვრის პირობებში ჩატარებულ სამუშაოთა კონტროლის შესახებ.

სასუქების გამოყენების სისტემის დადგენისას საჭიროა შემდეგი თანმიმდევრობის დაცვა:

1. ცალკეული მინდვრისათვის წლების მიხედვით უნდა დაზუსტდეს თესლბრუნვა ან კულტურათა მორიგეობა. განისაზღვროს მოსავლის დონე წლების მიხედვით, განსაკუთრებით თესლბრუნვის დაწყების წელს, ცალკეულ თესლბრუნვასა და მინდორში;

2. ცალკეულ თესლბრუნვაში უნდა განისაზღვროს მკავე ნიადაგების ფართობი — მოკირიანების ჩასატარებლად;

3. უნდა დადგინდეს ცალკეულ მინდორსა და თესლბრუნვაში მოძრავი ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობა ნიადაგში;

4. მკავე ნიადაგებისათვის ცალკეული თესლბრუნვისათვის უნდა დადგინდეს მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებიდან გამომდინარე მოკირიანების აუცილებლობა, კირის ნორმა და მისი შეტანის ვადა. ამასთან ერთად უნდა განისაზღვროს ფოსფორიტის ფქვილის გამოყენების შესაძლებლობა, მისი ცალკე ან ნაკელთან და სხვა ორგანულ სასუქთან შერეულად გამოყენების აუცილებლობა. მოკირიანებულ ნაკვეთებზე, განსაკუთრებით კარტოფილის ან სელის თესლბრუნვაში ყურადღება უნდა მიექცეს ბორიანი სასუქების გამოყენებას.

5. საჭიროა ნაკელის მოსალოდნელი რაოდენობის, ასევე მეურნეობაში დამზადებული სხვა ორგანული სასუქების მოცულობის დაზუსტება. ცალკეული მინდვრისა და თესლბრუნვის მიხედვით უნდა ჩატარდეს მათი განაწილება, უნდა დადგინდეს მათი შეტანის ნორმა.

6. გეგმიური მოსავლიდან გამომდინარე, თესლბრუნვაში მონაწილე ცალკეული კულტურებისათვის უნდა დადგინდეს მინერალური სასუქების ნორმა;

7. სასუქების გამოყენებას საფუძვლად უნდა დაედოს ზონის კლიმატური მაჩვენებლები, განსაკუთრებით თვის საშუალო ტემპერატურა და ნალექები.

თესლბრუნვაში ცალკეული კულტურების განოყიერებისათვის გეგმიური მოსავლის მიხედვით მინერალური სასუქების ნორმის განსაზღვრის საფუძველს წარმოადგენს: მოძრავი ფოსფორითა და კალიუმით ნიადაგის უზრუნველყოფა (ნიადაგის კლასი); წინამორბედი კულტურები; სასუქების შემდგომი მოქმედება და ნორმის გაანგარიშების მეთოდები.

სასუქის ოპტიმალური ნორმის განსაზღვრა წარმოებს ექსპერიმენტული, ნორმატიული და ბალანსის მეთოდით.

თესლბრუნვაში მონაწილე ამა თუ იმ კულტურის საკვებ ელემენტებზე მოთხოვნილების დაკმაყოფილებისათვის, თუ საკმარისია ნაკელის ან სხვა ორგანული სასუქისა და წინა წლებში შეტანილი მინერალური სასუქების შემდგომი მოქმედება, ძირითადი განოყიერება საჭირო არ არის. უნდა დაიგეგმოს თესვის დროს მწკრივში სასუქის შეტანა, ასევე აზოტის მცირე ნორმით გამოყვება.

თესლბრუნვაში კულტურების მიხედვით მინერალური სასუქების (საკვები ნივთიერება) განაწილების შემდეგ უნდა შემოწმდეს მისი სისწორე. ამ მიზნისათვის იყენებენ საკვები ნივთიერების ბალანსს და როტაციის პერიოდში მცენარის მიერ სასუქის საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტს. ბალანსის ნორმატივები მოტანილია სასუქის ნორმების განსაზღვრის მეთოდების განხილვისას.

ფოსფორი და კალიუმი პრაქტიკულად არ იკარგება ფესვებით გაჭერებული ნიადაგის ფენიდან, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ კალიუმის მცირე დანაკარგს, რომელსაც ადგილი აქვს ქვიშნარ და ქვიშიან ნიადაგებზე.

პირობით შეგვიძლია მივიჩნიოთ, რომ ნიადაგის აზოტის დანაკარგი, ნიტრატების ჩარეცხვისა და დენიტრიფიკაციის გზით კომპენსირდება. მისი ანაზღაურება ხდება ატმოსფერული ნალექების შედგენილობაში შემავალი აზოტის, თესლის აზოტისა და ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები აზოტოფიქსატორი ბაქტერიების მოქმედების ხარჯზე. ამიტომ აზოტის ბალანსის დასადგენად, გასავალ ნაწილში მხედველობაში მიიღება მხოლოდ მოსავლით გამოტანილი აზოტის რაოდენობა. გამონაკლისს წარმოადგენს პარკოსანი მცენარეები. ბალანსის შემოსავალ ნაწილში იანგარიშება ორგანული და მინერალური სასუქის აზოტი, ასევე მრავალწლიანი პარკოსანი ბალახების აზოტის ის ნაწილი, რომელიც დარჩა ნიადაგში, ე. ი. მცენარემ არ გამოიტანა მოსავლით.

მრავალწლიანი ბალახების მიერ ნიადაგის აზოტით გამდიდრების განსაზღვრა შემდეგნაირად ხდება. დავუშვათ, სამყურასა და ტიმოთელას ნარევის თივის მოსავალი პირველ წელს 45 და მეორე წელსაც 45 ც/ჰა შეადგენს. თივაში დაახლოებით 2% ანუ 1 ტონაში 20 კგ აზოტია, ე. ი. ორი წლის მანძილზე თივის მოსავლით გამოტანილია 180 კგ/ჰა აზოტი. ყოველი ტონა თივიდან ნიადაგში რჩება ფესვის ანარჩენებისა და ნაწვე-რალის დაახლოებით 10—15 კგ აზოტი. ამ შემთხვევაში ნიადაგში გროვდება დაახლოებით 135 კგ/ჰა აზოტი (15 კგ $N \times 9 \text{ ტ} = 135 \text{ კგ}$). ამ მონაცემებიდან გამომდინარე, თივის მოსავალი, თესვის ანარჩენები და ნაწვე-რალი შეიცავს დაახლოებით 315 კგ/ჰა აზოტს (180 + 135). ბალახების მიერ გამოყენებული აზოტის 1/3 ანუ 105 კგ/ჰა მოდის ნიადაგის აზოტის ხარჯზე. გამოდის, რომ მრავალწლიანი ბალახების მიერ ნიადაგის გამდიდრება აზოტით შეადგენს 30 კგ/ჰა (135—105=30 კგ). თუ აზოტო-ფიქსატორი ბაქტერიებისათვის ნიადაგში ხელსაყრელი პირობები არ არის, მაშინ ეს მაჩვენებელი მცირდება.

მარცვლოვანი პარკოსანი კულტურებისა და ერთწლიანი პარკოსანი ბალახებისაგან აზოტის მიმართ მიიღება ნულოვანი ბალანსი. მარცვლო-ვან-პარკოსანი ერთწლიანი ბალახების ნარევისაგან (ფიგაშვრია ცერ-ცველა-შვრია), როცა შვრიის წვლილი მნიშვნელოვანია — აზოტის ბა-ლანსი უარყოფითია.

თესლბრუნვაში ერთი როტაციის დროს კორდიან-ეწერ, საშუალო თიხნარ ნიადაგზე, რომელიც შეიცავდა მოძრავ ფოსფორს 5—10 და და მოძრავ კალიუმს 8—12 მგ 100 გ ნიადაგზე — კირსანოვის მიხედვით (III კლასი), ხოლო ნაკელი შეიცავდა აზოტს 0,4, ფოსფორს — 0,2 და კალიუმს — 0,5%, საკვები ელემენტების ბალანსი შეადგენს (ცხრ. 103):

$$\text{აზოტის } \frac{600 \cdot 100}{471} = 127\%, \quad \text{ფოსფორისა} - \frac{470 \cdot 100}{233} = 202\% \quad \text{და კალიუმ-}$$

$$\text{უმისა } \frac{790 \cdot 100}{716} = 104\%.$$

თესლბრუნვაში ერთი როტაციის დროს, კულტურების მიერ საკვები ნივთიერებების გამოყენების კოეფიციენტი განისაზღვრება ნამატი მოსავლის შედგენილობაში შემავალი საკვები ნივთიერებების რაოდენობის შეფარდებით ნიადაგში შეტანილი ორგანული და მინერალური სასუქების შედგენილობაში შემავალ საკვები ელემენტის რაოდენობასთან და გამოიხატება %-ობით. როტაციის დროს მიღებულია სასუქის (ორგანული და მინერალური ერთად) საკვები ნივთიერებების გამოყენების კოეფიციენტები: აზოტისა—60—70%, ფოსფორისა—35—40% და კალიუმისა 65—70%. ნამატი მოსავალი წარმოადგენს სხვაობას გეგმიურ და უსასუქო

ცხრილი 103. სასუქის ნორმები და საკვები ნივთიერებების ბალანსი თესლბრუნვაში
(%, საკვები ელემენტებიდან მოსაყვლით გამოტანალი)

თესლბრუნვაში კულტურათა მორეგობა	10 ც ძირითადი და თანამგზური მოსაყვლით გამო- ტანა, კგ			ვეგეტური მოსავ- ლის მიერ გამო- ტანილი კგ/ჰა			ნაკელი	სასუქის ნორმა ვეგეტურ მოსავალზე (ნაკელი, ტ/ჰა) მიწერაღებული სასუქი, კგ/ჰა			მოსაყვლით საქვები ელემენტები	მოსაყვლით საქვები ელემენტები კგ/ჰა	მოსაყვლით საქვები ელემენტები კგ/ჰა	ნამაზი მოსაყვლით გამოტანილი კგ/ჰა	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O					
	ც/ჰა	ც/ჰა	ც/ჰა	ც/ჰა	ც/ჰა	ც/ჰა		ც/ჰა	ც/ჰა	ც/ჰა					
პეი+ბალახები	27	11	24	30	81	72	—	50	120	200	10	20	54	22	48
ბალახები I წელი	13*	6	20	45	—	27	90	40	—	—	20	25	32	15	50
ბალახები II წელი	15*	6	20	45	—	27	90	50	—	—	20	25	37	15	50
საშემოდგომო ხორბალი	35	12	26	40	140	48	104	100	150	150	10	30	105	36	78
კარტოფილი	6	2	9	250	150	50	225	60	20	20	60	190	114	38	170
სიმინდი სასილოს	2,5	1,2	4,5	400	100	48	180	30	60	120	100	300	75	36	135
ჯულ თესლბრუნვაში	—	—	—	—	471	233	761	60	330	490	—	—	417	162	531
60 ტ/ჰა ნაკელის სახით შეტანილი საკვები ელემენ- ტებიდან, კგ													სასუქის საკვები ნივთი- ერების გამოყენების კო- ეფიციენტი ტოლია		
მრავალწლიანი ბალახების ხარჯზე დაკრეფილი, N კგ													N = $\frac{417 \cdot 100}{570} = 73\%$		
სულ ნიადაგში დატვირთული საკვები ნივთიერება, კგ													P ₂ O ₅ = $\frac{162 \cdot 100}{470} = 34,5\%$		
საკვები ნივთიერების ბალანსი (% გამოტანლიდან)													K ₂ O = $\frac{531 \cdot 100}{790} = 67\%$		
სტეობა შემოსავლისა და გასავალ შორის ან კგ/ჰა															
													N = $\frac{570}{470}$		
													P ₂ O ₅ = $\frac{162 \cdot 100}{470}$		
													K ₂ O = $\frac{531 \cdot 100}{790}$		

* ნიადაგისა და სასუქის მხოლოდ აბოტის გამოტანა.

დანაყოფზე მიღებულ მოსავალს შორის. ნამატი მოსავლის განსაზღვრის სხვა წესებიც არსებობს (იხ. ქვეთავი, მინერალური სასუქების ნორმის განსაზღვრის გაანგარიშებითი მეთოდები).

თესლბრუნვის მინერალური სასუქებით უზრუნველყოფის დადგენა შემდეგნაირად ხდება: როტაციის მანძილზე ნიადაგში შეტანილი მინერალური სასუქების საკვები ელემენტების რაოდენობა იყოფა მინდვრის რიცხვზე, ჩვენს შემთხვევაში — 6-ზე (ცხრ. 103). თითოეული მინდორი პირობით 1 ჰა-ს შეადგენს, მიღებული რიცხვი გადაიანგარიშება სტანდარტულ სასუქზე, ე. ი. თესლბრუნვაში კულტურათა უზრუნველსაყოფად საჭიროა 1 ჰა სტანდარტულ სასუქზე გადაანგარიშებით 7,8 ც მინერალური სასუქი და 10 ტ ორგანული სასუქი. N-ის, P_2O_5 -ისა და K_2O -ს შეფარდება მინერალურ სასუქებში ტოლია 1:1:1,4-ის. როტაციის პერიოდში ნაკელისა და მინერალური სასუქის სახით შეტანილი იყო N 570 P_2O_5 —470 და K_2O —790 კგ/ჰა.

მინერალური სასუქების საერთო ნორმა, რომელიც განისაზღვრება თესლბრუნვაში ცალკეული კულტურებისათვის, იყოფა ძირითად, თესვის დროს და გამოკვების სახით გასანაოყიერებლად. ამავე დროს სასუქის ნორმა დამოკიდებულია ნამატი მოსავლის მოცულობაზე. დადებითი ბალანსი ფოსფორის მიმართ დგინდება მაშინ, როცა სასუქის გამოყენებით მიღებული მოსავლის ნამატი (უსასუქოსთან შედარებით) აღემატება 70%, ხოლო აზოტით და კალიუმით 2-ჯერ მეტია. კონკრეტულ პირობებში ცალკეული ელემენტის ბალანსი შეიძლება გავიანგარიშოთ შემდეგი ფორმულით:

ბ. 100

$$ბ = \frac{\text{---}}{\text{---}} \cdot 100$$

ა. /100 + ბ

სადაც: ბ საკვები ელემენტების ბალანსია თესლბრუნვაში (% მოსავლით გამოტანილიდან);

ა — თესლბრუნვაში როტაციის პერიოდში, მცენარის მიერ გამოყენებული საკვები ელემენტების კოეფიციენტი;

ბ — სასუქის გამოყენებით მიღებული მოსავლის ნამატი ან საკვები ელემენტის გამოტანის მატება უსასუქოსთან შედარებით %-ობით;

100 — მრიცხველში — უსასუქო დანაყოფის მოსავალი, ან უსასუქო დანაყოფის მოსავლით გამოტანილი საკვები ელემენტი.

საბალანსო შემოწმების აღნიშნული მეთოდი აგრონომს საშუალებას აძლევს წიადაგის ნაყოფიერების ცვლილებები შეაფასოს და მიიღოს ზომები თესლბრუნვაში ცალკეული მინდვრების ნაყოფიერების მიზნობრივად გამოსათანაბრებლად და თესლბრუნვის პროდუქტიულობის ასამაღლებლად.

სასუქისაგან მაღალი ეფექტის მისაღებად უნდა შედგეს სასუქის გა-

მოყენების წლიური გეგმა და პასუხობდეს თესლბრუნვის ცალკეული მინდვრის თავისებურებას. თესლბრუნვაში ორგანული და მინერალური სასუქების გამოყენების საფუძველს წარმოადგენს ცალკეულ მინდორში ფოსფორისა და კალიუმის საშუალო შემცველობა. ე. ი. საკვები ნივთიერებების საერთო ნორმის კორექტირება ხდება ცალკეული მინდვრის ნიადაგის კლასის მიხედვით, მოძრავი ფოსფორითა და კალიუმით უზრუნველყოფის დონის შესაბამისად. თუ ცალკეული მინდვრის ნიადაგის უზრუნველყოფა ფოსფორითა და კალიუმით თესლბრუნვის საშუალო მაჩვენებლისაგან განსხვავდება 1—2 კლასით, მაშინ წლიურ გეგმაში ფოსფორისა და კალიუმის ნორმა იზრდება ან მცირდება 20—30 და 40—60 %-ით, ხოლო აზოტის ნორმა — 10 და 20 %-ით. ამავე დროს აზოტის ნორმის კორექტირება ტარდება ნიადაგში ფოსფორის შემცველობის კლასის მიხედვით.

იმ შემთხვევაში, როცა თესლბრუნვის დაწყებამდე ცალკეული მინდვრები დაბალი ნაყოფიერებით ხასიათდება, მაშინ უმჯობესია ამ ცალკეული მინდვრის განოციერების ყოველწლიური გეგმის შედგენა მათი ნაყოფიერების გათვალისწინებით. ზოგჯერ საჭირო იქნება ორგანული სასუქების გამოყენება მოხდეს არა ერთხელ, როტაციის პერიოდში, როგორც ეს საერთოდ მიღებულია, არამედ რამდენიმეჯერ და მაღალი ნორმით.

განოციერების წლიური გეგმის შედგენისას დასაბუთებული უნდა იყოს ცალკეული კულტურების განოციერება, მცენარეთა ბიოლოგიური თავისებურება, საკვები ნივთიერებების გამოყენების ხასიათი, მცენარის ნიადაგის მკავიანობისადმი დამოკიდებულება, ორგანული და მინერალური სასუქების ფორმების გამოყენების თავისებურებები, სასუქების გავლენა მოსავლის ხარისხზე.

ამ გეგმიდან გამომდინარე, უნდა შედგეს სასუქების გამოყენების კალენდარული გეგმა. იგი უნდა მოიცავდეს სასუქის საჭირო რაოდენობას, მის სახეებსა და ფორმებს, შეტანის ვადებს. უნდა დაზუსტდეს სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის საჭირო რაოდენობა მინერალური და ორგანული სასუქების ნაკვეთში დროულად შესატანად და ჩასაკეთებლად.

გეგმიური ნამატი მოსავლის მიხედვით უნდა გავიანგარიშოთ თესლბრუნვაში სასუქების გამოყენების სისტემის ეკონომიკური ეფექტი. ამ მიზნისათვის მხედველობაში უნდა მივიღოთ ნამატი მოსავლის ღირებულება, ნამატი მოსავლის აღებაზე და სასუქების გამოყენებაზე გაწეული დანახარჯები.

თესლბრუნვაში, სასუქების გამოყენების სისტემის წარმატებით განხორციელებისათვის უნდა დაიგეგმოს დამატებითი ორგანიზაციული და აგროტექნიკური ღონისძიებები — მექანიზებული რაზმების შექმნა სა-

სუქების შესატანად, რეკომენდაციების დამუშავება მიკროსასუქების გამოსაყენებლად და სხვ.

თესლბრუნვაში სასუქების გამოყენების სწორი სისტემა უნდა ემყარებოდეს ცალკეული კულტურების კვების თავისებურებას. სასოფლო-სამეურნეო მცენარეები ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდება კვების ხასიათით. მოსავლის ფორმირებისათვის ზოგიერთი მცენარე მეტ საკვებს საჭიროებს, ზოგი — ნაკლებს. ეს მოსავლის დონესთან ერთად დამოკიდებულია ვეგეტაციის ხანგრძლივობაზე. შაქრის ჭარხალი, კარტოფილი, სიმინდი და სხვ. ნორმალური ზრდისა და მოსავლისათვის, მეტ საკვებ ელემენტებს საჭიროებენ, ვიდრე თესლბრუნვაში მონაწილე სხვა კულტურები. კვების ხასიათის მიხედვით განსხვავდებიან არა მარტო სხვადასხვა მცენარეები, არამედ ერთი და იგივე მცენარის სხვადასხვა ჯიშები, მაგალითად სწრაფად მწიფადი ჯიშები ხასიათდება კვების მოკლე პერიოდით, ამიტომ უფრო მომთხოვნი არიან სასუქების მიმართ, ვიდრე გვიან მწიფადი ჯიშები. ამავე დროს, ვეგეტაციის თანაბარი ხანგრძლივობის პირობებში მცენარეთა სხვადასხვა ჯიშები არათანაბრად რეაგირებენ სასუქებზე.

თესლბრუნვაში სასუქების გამოყენების სწორი სისტემა უნდა ითვალისწინებდეს: მცენარის კვებისათვის საუკეთესო პირობების შექმნას მთელი ვეგეტაციის პერიოდში. ცალკეული კულტურების დამოკიდებულებას ნიადაგის ხსნარის რეაქციასა და კონცენტრაციის მიმართ, განსაკუთრებით ახალგაზრდა ასაკში: საკვები ელემენტების სწორ შეფარდებას, შოვლის დონესა და მის ხარისხს, კულტურათა აგროტექნიკურ და სახალხო-მეურნეობრივ მნიშვნელობას, მაღალ ეკონომიკურ ეფექტს.

თესლბრუნვაში მონაწილე ყველა კულტურას სახელმწიფო საგვემო ამოცანების შესრულებაში თანაბარი მნიშვნელობა არა აქვს. ზოგიერთ მათგანს წამყვანი ფუნქცია აკისრია, ამიტომ მათი განოყიერებისათვის პირველ რიგში საჭიროა სასუქის გამოყენება და ისეთი ნორმით, რომელიც მათი მაღალი მოსავლის მიღებას უზრუნველყოფს. ასეთი კულტურებია: არაშავმიწა ნიადაგების ზონაში — სელი, უკრაინაში — შაქრის ჭარხალი და საშემოდგომო მარცვლეული, საქართველოში — ჩაი, ციტრუსები, ვენახი, თამბაქო, ეთერზეთოვნები, შუა აზიის რესპუბლიკებში — ბამბა, ჩრდილოეთ კავკასიასა და ეოლგისპირეთში — მარცვლეული კულტურები, მეცხოველეობის მიმართულების რაიონებში — საკვები კულტურები, ქალაქების საგარეუბნო მეურნეობებში — ბოსტნეული და სხვ.

განოყიერების სწორი სისტემა გულისხმობს არამარტო წამყვანი კულტურების მაღალი მოსავლის მიღებას, არამედ თესლბრუნვაში მონაწილე ყველა კულტურის მოსავლიანობის ამაღლებას. ეს საკითხი უნდა გადაწყდეს მათი განოყიერებისათვის სასუქების გამოყენების, ასევე თესლ-

ბრუნვაში მონაწილე სასუქების შემდგომი მოქმედების ხარჯზე. ხანგრძლივი შემდგომი მოქმედების უნარით გამოირჩევა ორგანული და ფოსფორიანი სასუქები, ხოლო აზოტიანი და კალიუმიანი სასუქების შემდგომი მოქმედება დიდხანს არ გრძელდება.

განოყიერების სისტემაში დიდი მნიშვნელობა აქვს კულტურათა მორიგეობას, წინამორბედ კულტურას, მის მოსავლიანობას, მონოკულტურა ვერ უზრუნველყოფს მაღალი მოსავლის მიღებას.

თესლბრუნვაში სასუქების გამოყენების სისტემას დიდი მნიშვნელობა აქვს ყველა აგროკლიმატურ ზონაში. განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მას საქართველოს პირობებში. საქმე ისაა, რომ რესპუბლიკის მთელი ტერიტორია მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისაგან ნიადაგური და კლიმატური პირობებით. გარდა ამისა, თესლბრუნვაში მონაწილეობს ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებული კულტურები. ამიტომ საჭიროა ცალკეული კულტურის, ასევე მთლიანად თესლბრუნვის მინდვრისათვის დიფერენცირებული მიდგომა.

მეურნეობის კონკრეტული პირობების შესაბამისად, თესლბრუნვაში განოყიერების სისტემის ან ამა თუ იმ მრავალწლიანი კულტურების განოყიერების სისტემაში, პირველ რიგში ყურადღება მიექცეს ისეთი კულტურების განოყიერებას, რომელთა წარმოება დამოკიდებულია ბუნებრივ პირობებზე, ხოლო მათ პროდუქციაზე სახალხო-მეურნეობრივი მოთხოვნილება დიდია. ამგვარ კულტურათა შორის საქართველოს რესპუბლიკის პირობებისათვის შეიძლება დავასახელოთ ჩაი, ციტრუსები, დაფნა და სხვ., რომელთა წარმოება ძირითადად საქართველოს სუბტროპიკულ რაიონებში ხდება და სასუქის გარეშე ისინი მაღალ მოსავალს არ იძლევიან.

თესლბრუნვაში სასუქების გამოყენების სისტემისაგან მაღალი ეფექტის მიღწევა შესაძლებელია მცენარისათვის არსებობის ყველა პირობის შექმნით. ამიტომ განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს აგროტექნიკურ ღონისძიებათა გატარების კომპლექსს, მათ შორის მავნებლების, დაავადებების, სარეველების წინააღმდეგ ბრძოლას, ნიადაგის დამუშავებას, წყლით უზრუნველყოფას და სხვ.

მრავალწლიანი კულტურების განოყიერება

მრავალწლიან კულტურათა ჯგუფში შედის: თესლოვანი — ვაშლი, მსხალი; კურკოვანი — ბალი, ალუბალი, ქლიავი, ატამი; კენკროვანი — ვენახი, ყოლო, ხურტკმელი, მოცხარი; სუბტროპიკული ხეხილოვანი — ლეღვი, ხურმა, ბროწეული; ციტრუსოვანები — მანდარინი, ლიმონი, ფორთოხალი; კაკლოვანი — ნიგოზი, თხილი, პეკანი; ცხიმზეთოვნები — ტუნგი; ეთერზეთოვნები — დაფნა, ასევე ჩაის ბუჩქი და მრავალი სხვა

მცენარე, რომელთა პროდუქტიულობა ძირითადად დამოკიდებულია სასუქების გამოყენების სწორ სისტემაზე.

ამ კულტურათა განოყიერების სისტემა შემდეგი ძირითადი ეტაპებისაგან შედგება:

1. სანერგე მეურნეობის განოყიერება; 2. ბალისა და პლანტაციის გაშენების წინ ნიადაგის გაკულტურება; 3. მცენარეთა დარგვისას ნიადაგის განოყიერება; 4. ახალგაზრდა (არამოსავლიანი და მოსავლიანი) ბალისა და პლანტაციის განოყიერება; 5. მოსავლიანი ბალისა და პლანტაციის განოყიერება.

კვების თავისებურებანი. მერქნოვან-ხეხილოვანი მცენარეები სიცოცხლის მანძილზე გადიან დამახასიათებელ ასაკობრივ ეტაპებს ან პერიოდებს. მათი მსვლელობის დროს იცვლება ვარჯის, შტამბის, ფესვთა სისტემის ფორმა და მოცულობა, ჩონჩხისა და შემოსავ ტოტებს შორის შეფარდება, სანაყოფე ტოტების განლაგება ვარჯში, ნაყოფების რაოდენობა და ხარისხი, ასევე მცენარეთა დამოკიდებულება სასუქის მიმართ.

გ. შიტი ამ პერიოდებიდან ყველაზე დამახასიათებლად მიიჩნევა სამს:

პირველი პერიოდი — ვეგეტაციური ორგანოების გაძლიერებული ზრდის პერიოდი. იგი მოიცავს ახალგაზრდა ხეხილოვანი მცენარის განვითარების პერიოდს, თესლის აღმოცენებიდან პირველი მოსავლის მიღებამდე. ეს პერიოდი ხასიათდება მცენარეთა გაძლიერებული ზრდით, პირველი, მეორე და მესამე რიგის ტოტების ფორმირებით, სანაყოფე უჯრედების წარმოქმნით, პირველი სანაყოფე კვირტების ჩასახვით და მსხმოიარობის დაწყებით. ამ პერიოდში გაძლიერებით ვითარდება ჩონჩხის ფესვები, რომლებიც აღწევენ ნიადაგის ღრმა ფენებში და ვრცელდება პორიზონტალური მიმართულებით, ვარჯის პროექციიდან შორს.

ზრდის პირველ პერიოდში აგროტექნიკის ძირითადი ამოცანაა მცენარის გაზრდა ძლიერი მიწისზედა ორგანოებითა და ფესვებით, მაღალი აგროტექნიკის გამოყენებით, მსხმოიარობის დაწყების დაჩქარება. ამ საქმეში დიდია სასუქების ოპტიმალური ნორმების მნიშვნელობა. ამ პერიოდში მცენარე ერთეული მშრალი ნივთიერების შესაქმნელად ხარჯავს გაცილებით მეტი რაოდენობით საკვებ ნივთიერებებს, ვიდრე სხვა პერიოდებში.

მეორე პერიოდი — ნაყოფძლევის პერიოდი. იგი ხასიათდება მცენარეთა სრული მოსავლით, ვარჯი ფორმირებულია, წარმოიქმნება ბევრი სანაყოფე ტოტი, მაღალია მსხმოიარობა. ამ პერიოდის დაწყებისას ჩონჩხის ტოტების ზრდა სუსტდება, რისი გავლენითაც ვარჯის მოცულობა მცირედ იზრდება. ამ პერიოდში აგროტექნიკის ძირითადი ამოცანაა შემდეგში მდგომარეობს: მცენარის ზრდისა და მსხმოიარობისათვის ხელსაყრელი პირობების შექმნა და ნიადაგში მაღალი ეფექტური ნაყოფი-

ერების შენარჩუნება ხანგრძლივი ვადით. ამის მიღწევა შესაძლებელია მაღალ აგროტექნიკურ ღონისძიებათა კომპლექსის გატარებით, რაშიც წამყვანი ადგილი კვების ოპტიმალური პირობების შექმნას მიეკუთვნება.

მესამე პერიოდი — ჩონჩხის ტოტების მასობრივი ხმობისა და მოსავლიანობის მკვეთრად დაცემის პერიოდი. ამ პერიოდში ძველი ვარჯი თითქმის მთლიანად ხმება. მის მაგივრად მოზვერა ნაზარდების ხარჯზე ახალი ვარჯი ვითარდება. ამ პერიოდის დასკვნით ფაზაში მცენარე ხმება. აგროტექნიკის ამოცანა ამ პერიოდში იმაში მდგომარეობს, რომ გაახალგაზრდავების ხერხების გამოყენებით უზრუნველყოს ვარჯის ხმობადი ნაწილის დროული შეცვლა. ამ მიზნით ტარდება ვარჯის გამომეჩხერება, გასავლა და ნიადაგის მოვლა მაღალ დონეზე.

ცალკეულ ასაკობრივ პერიოდს საკვები ელემენტებისადმი მოთხოვნილების განსხვავებული დონე შეესაბამება, რაც გასათვალისწინებელია ზეხილოვან კულტურათა გასაწარმოებლად, სასუქის ნორმის დადგენის დროს.

ზეხილოვან მცენარეთა წლიური ციკლი თავის მხრივ ოთხ პერიოდად იყოფა. მათ შორის ორი — გრძელი პერიოდია — ვეგეტაციის დაწყების წინ და შედარებითი შესვენების პერიოდის წინ; ორი — მოკლე პერიოდით ხასიათდება. იგი მოიცავს: ვეგეტაციიდან შესვენებამდე გადასვლისა და შესვენებიდან ზრდის დაწყებამდე პერიოდებს. ამასთან დაკავშირებით ზეხილოვან მცენარეებში გამოყოფენ ვეგეტაციის პერიოდში საკვები ნივთიერებების შთანთქმის ორ ეტაპს. პირველი ეტაპი მოიცავს პერიოდს, ვეგეტაციის დაწყებიდან ნაზარდების ზრდის დამთავრებამდე და მოსავლის აღებამდე. მეორე პერიოდი მოსავლის აღებიდან იწყება და გვიან შემოდგომამდე გრძელდება.

პირველ ეტაპზე ხდება ნაზარდებისა და ფოთლების ზრდა, ნაყოფისა და კენკრის წარმოქმნა, ასევე მომავალი წლისათვის სანაყოფე კვირტების ჩასახვა. ამ დროს მცენარე საკვები ელემენტებიდან ყველაზე მეტი რაოდენობით აზოტს ხარჯავს. მეორე ეტაპზე აღინიშნება ფესვების გაძლიერებული ზრდა, გრძელდება სანაყოფე კვირტების ჩასახვა, ძლიერდება შტამბის ზრდა სიმსხოში და სამარაგო ნივთიერებების დაგროვება. ამ დროს საკვირაო აზოტით ნორმალური მომარაგება და ფოსფორ-კალიუმით კარგად კვება. ეს ხელს უწყობს მცენარის გამძლეობას ყინვისადმი.

ისეთ რაიონებში, სადაც ზაფხულის ბოლოსა და შემოდგომით დიდი რაოდენობით ნალექი მოდის, აგროტექნიკა ისე უნდა წარმართოს, რომ შემცირდეს მცენარეში წყლისა და აზოტიანი ნაერთების შეღწევა. ეს ხელს უწყობს ქსოვილების დროულად მომწიფებას და ზამთრისათვის მის მომზადებას.

ნიადაგში ფესვთა სისტემის გავრცელების სიღრმეზე დიდ გავლენას

ახდენს მცენარის ბიოლოგიური თავისებურება და ნიადაგის თვისებები. მაგალითად, მსხლის ფესვთა სისტემა ვრცელდება უფრო ღრმად, ვიდრე ვაშლისა: ალუბლის, ბლისა და ქლიავის ფესვები უფრო ზედაპირულია, ვიდრე თესლოვანებისა; ციტრუსების ფესვთა სისტემის გავრცელების სიღრმე დიდად არ განსხვავდება თესლოვანებისაგან, ჩაის ფესვი ძირითადად 45 სმ სიღრმეზეა განლაგებული და სხვ. მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე ყველა მცენარის ფესვი უფრო ნაკლებ სიღრმეზე ვრცელდება ვიდრე მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე.

ფესვებით დაკავებული ნიადაგის ფართობი 1,5—2-ჯერ აღემატება ვარჯის პროექციას. ფესვების ვერტიკალურად გავრცელების დიამეტრი მცენარის ასაკთან დაკავშირებით იცვლება. ანგარიშობენ, რომ იგი ტოლია მცენარის ასაკის 2-ზე განაყოფისა. 3—4 წლის მცენარის ფესვის გავრცელების დიამეტრი 2 მეტრს აღწევს, 5—6 წლისა—3 მ, 7—8 წლისა—4 მ და ა. შ.

ფესვის გავრცელების სიღრმე ზოგჯერ 10 მეტრს აღწევს. ნიადაგის ფესვებით გაჯერება ვარჯის პროექციის ზონაში ჩვეულებრივ 3—4-ჯერ მეტია, ვიდრე პროექციის გარეთ.

ხეხილოვანი და კენკროვანი მცენარეების ცალკეული ჩონჩხის ფესვი დაკავშირებულია მიწისზედა ნაწილის გარკვეულ ნაწილთან, ე. ი. საკვებს აწვდის მიწისზედა ნაზარდების გარკვეულ ნაწილს. აქედან გამომდინარე, უკეთესია სასუქი შევიტანოთ მცენარის ირგვლივ. თანაბრად.

ხეხილოვან მცენარეთა ზრდაზე უარყოფითად მოქმედებს ნიადაგში წყალხსნადი მარილებისა და შთანთქმული ნატრიუმის მაღალი შემცველობა. ბალისათვის უვარგისია ისეთი ნიადაგები, სადაც მაკენე მარილების შემცველობა, გარდა კალიუმის ბიკარბონატის, თაბაშირისა და საკვები ნივთიერებებისა, აღემატება 1 მ ფენაში 2,1—1,6 მ—3 და 3 მეტრზე უფრო ღრმა ფენაში 5 მ-ეჭვ/100 გ ნიადაგზე. ნატრიუმის შემცველობის ზღერული ნორმა ვაშლისათვის 10%-ია, კომშისათვის კი 15% შეადგენს შთანთქმული კათიონებიდან.

ხეხილოვანი და კენკროვანი მცენარეები ერთნაირ დამოკიდებულებას არ იჩენენ არც რეაქციისადმი, ამ მიმართებით ჩაისა და ციტრუსებსაც ახასიათებთ თავისებურება. ამასთან დაკავშირებით მრავალწლიანი მცენარეები შეიძლება 3 ძირითად ჯგუფად დავეყოთ:

1. ნეიტრალური რეაქციის მომთხოვნი მცენარეები: გარგარი, ალუბალი, ბალი, ატამი, ქლიავი.

2. სუსტი მჟავე რეაქციის პირობებში დამაკმაყოფილებლად მზარდი მცენარეები: ვაშლი, მსხალი, ხურტკმელი, მოცხარი,

3. საშუალოდ მჟავე ნიადაგების ამტანი მცენარეები: ყოლო, მარწყვი. არც რეაქციისადმი სუბტროპიკული მრავალწლიანი მცენარეების

დამოკიდებულების თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ ჩაი მო-
თხოვს მხოლოდ მკავე რეაქციის ნიადაგებს, ციტრუსები და ტუნგი სა-
უკეთესოდ იზრდება სუსტი მკავე, ნეიტრალური და სუსტი ტუტე რე-
აქციის პირობებში, ხოლო დაფნა — ნეიტრალური რეაქციის პირობებში.

მრავალწლიანი კულტურების მიერ საკვები ელემენტების ყოველ-
წლიური გამოტანა, აგროწესებით განოყიერებულ ნაკვეთში, ცვალება-
დობს მცენარეთა ჯიშებისა და მოსავლის დონის მიხედვით (ცხრ. 104).

ნაზარდების გაძლიერებული ზრდის ფაზაში ვაშლი იყენებს მეტ ფოს-
ფორს, ვიდრე აზოტსა და კალიუმს. ზრდის შენელების ფაზაში პირი-
ქით — აზოტი და კალიუმი 4—5-ჯერ მეტი შედის მცენარეში, ვიდრე
ფოსფორი, მაგრამ ზრდის დამთავრების ფაზაში, მცენარეში ყველაზე
მეტი რაოდენობით ფოსფორი შედის, შედარებით ნაკლები — კალიუმი
და კიდევ უფრო მცირე — აზოტი.

ქოლოს მიერ აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის ინტენსიური შთან-
თქმის პერიოდი ხანგრძლივია. იგი გრძელდება ზაფხულის ბოლომდე,
ხოლო შემოდგომით — მკვეთრად მცირდება.

ხურტკმელის ზრდა ყვავილობის დამთავრებამდე, ძირითადად, მცე-
ნარის სამარაგო ნივთიერების ხარჯზე ხდება. ყვავილობის შემდეგ, მო-
სავლის ფორმირებამდე, ძლიერდება საკვები ნივთიერებების შთანთქმა,
პირველ რიგში აზოტისა. აგვისტოსა და სექტემბერში მცენარეში საკვე-
ბი ნივთიერებების შესვლა მკვეთრად ეცემა.

მარწყვი ყვავილობის დაწყებამდე იყენებს წლის მანძილზე გამოყე-
ნებული საკვები ნივთიერებების დაახლოებით 15—20%-ს. ყვავილობის
დაწყებიდან მოსავლის დამთავრებამდე დაახლოებით 1,5 თვის მანძილზე
40% აზოტს და 55% ფოსფორსა და კალიუმს. ფოსფორისა და კალი-
უმის ძირითად ნაწილს, დაახლოებით 40%-ს, მარწყვი იყენებს სამი კვი-
რის მანძილზე — ნაყოფების ფორმირებისას. მარწყვი აზოტს მთელი
ვეგეტაციის მანძილზე იყენებს, ამავე დროს მისი შთანთქმა ზრდის ფა-
ზების მიხედვით, პრაქტიკულად, თანაბრადაა განაწილებული.

ჩაისა და ციტრუსებისათვის, როგორც მარადმწვანე მცენარეთათვის,
დამახასიათებელია საკვები ნივთიერებების შთანთქმა მთელი წლის მან-
ძილზე. ამავე დროს შთანთქმული ნივთიერებების ძირითადი ნაწილი მო-
დის თბილი თვეების ხარჯზე. ეს კულტურები მეტად მომთხოვნია ყველა
საკვები ელემენტის მიმართ, განსაკუთრებით აზოტისადმი. ჩაის მცენარე
ყველაზე მეტი რაოდენობით იყენებს აზოტს. ამავე დროს მისი შთანთქმა
გაძლიერებულია ადრე გაზაფხულიდან და შემოდგომით მკვეთრად ეცე-
მა. მეორე ადგილი კალიუმს უჭირავს, მესამე — ფოსფორს.

ციტრუსოვანი მცენარეები საკვები ნივთიერებების გამოყენებას ად-
რე გაზაფხულზე იწყებენ. მათი შთანთქმა, განსაკუთრებით აზოტისა,

ცხრილი 104. მრავალწლიანი მცენარეების მიერ ნიადაგიდან ხაკვები
ნივთიერებების გამოტანა

(ცვ/ჰა, სვადასხვა წყაროების მიხედვით)

კულტურა	მოსავალი ც/ჰა	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C ₁ O
ვაშლი	615	67	18	72	73
მსხალი	220	34	8	38	44
ქლიაეი	99	34	10	44	47
ატამი	234	85	20	82	130
კომში	210	52	17	65	74
წითელი მოცხარი	210	133	51	82	174
შავი მოცხარი	73	63	25	34	94
ხურტკმელი	180	79	40	123	96
მარწყვი	108	156	35	184	—
ჩაის ფოთოლი	125	107	11	63	17
მანდარინი — ნაყოფი	350	48	7	65	31
ლიმონი ქართული — ნა- ყოფი	107	20	6	30	22
ლიმონი მეიერი—ნაყოფი	120	21	7	32	14
ფორთოხალი ვაშინგტონ- ნაევი — ნაყოფი	280	59	17	55	27
ტუნგი — ნაყოფი	40	85	52	24	—

გაძლიერებულია ყვავილობის ფაზაში. შემოდგომითა და ზამთარში ციტ-
რუსების მიერ ყველა საკვები ნივთიერების გამოყენება მკვეთრად
მცემა.

კორდიანი ეწერი და ტყის რუხი ნიადაგები, ხეხილოვანი და კენკრო-
ვანი კულტურებისათვის (სუბტროპიკული კულტურების შესახებ ცალკე
გვექნება საუბარი) მოძრავი ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობის
მიხედვით დაჭგუფებულია შემდეგნაირად (ცხრ. 105).

მოძრავი მაგნიუმის შემცველობის გრადაცია საშუალოდ და მძიმე
თიხნარ ნიადაგებზე შეადგენს: დაბალი < 6, საშუალო — 6—9, გადიდე-
ბული — 9—12, მაღალი — 12—15 და ძლიერ მაღალი > 15 მგ 100 გ ნიადა-
გებზე.

ცხრილი 105. ხეხილოვანი და კენკროვანი კულტურებისათვის მოძრავი ფოსფორითა და კალიუმით (მგ 100 გ ნიადაგზე) ნიადაგის უზრუნველყოფის ინდექსები (ЦИНАО-სა და ი. მიჩურინის სახელობის მეზალობის საკაუშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მონაცემები)

ნიადაგი მოძრავი P_2O_5 და K_2O -ს უზრუნველყოფის დონე	კილანოვისა და ჩირიკოვის მეთოდი		მაჩიგინის მეთოდი		ონიანის მეთოდი	
	0—20 სმ	20—40 სმ	0—20 სმ	20—40 სმ	0—20 სმ	20—40 სმ
		P_2O_5				
დაბალი	<8	<4	<2	<1	<20	<11
საშუალო	8—12	4—6	2—3	1,1—1,6	20—30	11—16
გადიდებული	12—16	6—8	3—4	1,7—2,2	30—40	17—22
მაღალი	16—20	8—10	4—5	2,3—2,8	40—50	23—28
ძლიერ მაღალი	>20	>10	>5	>2,8	>50	>28
		K_2O				
დაბალი	<7	<3	<15	<7	<9	<6
საშუალო	7—10	3—6	15—21	7—10	3—19	6—8
გადიდებული	11—14	6—9	22—28	11—14	14—20	9—11
მაღალი	15—18	9—12	29—35	15—18	21—25	12—14
ძლიერ მაღალი	>18	>12	>35	>18	>25	<14

ბალებში ნიადაგის აგროქიმიური გამოკვლევა 4—5 წელიწადში ერთხელ ტარდება. მათ საფუძველზე შედგენილი აგროქიმიური კარტოგრაფია წარმოადგენს სასუქების რაციონალურად გამოყენების საფუძველს.

ბალების გასანოციერებლად მინერალური სასუქების ნორმის განსაზღვრა შეიძლება გაანგარიშებითი მეთოდით, ანდა გამოიყენება სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების მიერ რეკომენდებული საშუალო ნორმები. ამ ნორმათა კორექტირება ხდება ნიადაგში საკვები ელემენტების მოძრავი ფორმების შემცველობის მიხედვით. მაგალითად, ნიადაგში საკვები ელემენტების დაბალი ან ძლიერ დაბალი შემცველობისას, შესწორების კოეფიციენტი საშუალო ნორმის მიმართ შეადგენს 1,3—1,5-ს, საშუალო შემცველობისას — 1, გადიდებული შემცველობის დროს — 0,75, მაღალი შემცველობის პირობებში — 0,5 და ძლიერ მაღალი შემცველობის დროს — 0,25.

ხეხილოვანი და კენკროვანი მცენარეების საკვები ნივთიერებების მოთხოვნილების დადგენა შეიძლება ფოთლის ანალიზით (ცხრ. 106).

ცხრილი საკვები ნივთიერებების ოპტიმალური შემცველობა სხვადასხვა მცენარეთა ფოთლებში (% მშრალი მასიდან)

კულტურა	N	P ₂ O ₆	K ₂ O	CaO	MgO
ვაშლი და მსხალი	1,8—2,5	0,3—0,5	1,2—1,8	1,4—2,0	0,4—0,6
ალუბალი, ბალი, ქლიავი	1,8—2,5	0,3—0,5	1,6—2,4	1,8—2,8	0,4—0,6
მოცხარი	2,2—3,4	0,5—0,7	1,6—2,4	1,8—2,8	0,3—0,5
ხურტკმელი	2,1—3,1	0,5—0,7	1,6—2,4	1,8—2,8	0,4—0,6
ქოლო	2,3—3,5	0,5—0,7	1,3—1,9	1,5—2,3	0,4—0,6
მარწყვი	2,0—3,0	0,5—0,7	2,0—3,0	2,3—3,5	0,2—0,4
მანდარინი	2,2—2,7	0,2—0,3	1,2—1,3	4,1—4,3	0,3—0,4
ფორთოხალი	2,4—2,8	0,5—0,6	1,5—1,7	1,1—1,4	0,6—1,0
ლიმონი ქართული	2,7—2,9	0,3—0,4	1,1—1,2	0,8—1,1	0,6—0,7
მეიერი	2,9—3,9	0,3—0,4	1,2—1,3	1,1—1,2	0,6—0,7
ჩაის ფოთლი 1 მოსავალი	2,5—4,4	0,3—0,4	1,7—2,1	0,5—1,3	0,2—0,6
ტუნგი	2,7	0,3—0,4	0,5—0,7	5,5	1,6
დაფნა	2,0—2,4	0,4—0,6	0,9—1,1	—	—

ანალიზისათვის ფოთლის ნიმუშის აღება ხდება: ხეხილოვანი მცენარეებიდან — მეორე ზრდის დამთავრების დროს, ასევე იქცევიან ტუნგის მიმართაც; კენკროვანი და ბუჩქოვანი მცენარეებიდან — ნაყოფის მომწიფებისას; ციტრუსოვნებიდან — მასობრივი ყვავილობის ან ნაყოფების ფორმირების ან მათი მომწიფების დროს; ჩაის ბუჩქიდან — ყოველი კრეფისას; დაფნიდან — ვეგეტაციის დაწყების წინ ან მისი დამთავრების შემდეგ; მარწყვიდან — მასობრივი ყვავილობისა და ნაყოფების ფორმირებისას.

ანალიზისათვის საჭიროა 30—40 ფოთლის აღება. ხეხილოვანი მცენარეებიდან, ხურტკმელიდან, ქოლოდან და ტუნგიდან საჭიროა მიმდინარე წლის ზრდადამთავრებული ნაზარდიდან შუა ფოთლის აღება. მოცხარიდან — ფესვიდან ამონაყარი ზრდადამთავრებული ნაზარდიდან; მარწყვიდან — ზრდადამთავრებული ფოთლი ბუჩქის შუა ნაწილიდან. ციტრუსებიდან — ზრდადამთავრებული უკანასკნელი უნაყოფო ნაზარდიდან, ზემოდან ქვემოთ, მესამე ფოთლი; დაფნიდან — ზრდადამთავრებული ნაზარდიდან, ზემოდან ქვემოთ, მესამე ფოთლი; ჩაიდან —

ყოველი კრეფის დროს, საშუალო ნიმუშის სახით, 3—4 ფოთლიანი ღუყი.

ხეხილოვანი, კენკროვანი, ციტრუსოვანი, დაფნისა და ჩაის კულტურათა მაღალი მოსავლის მისაღებად, ფოთლებში საკვები ელემენტების ოპტიმალურზე ნაკლები შემცველობის დროს, საჭიროა, დაუყოვნებლივ, შესაბამისი მინერალური სასუქების შეტანა. მათი ოპტიმალური შემცველობისას დამატებითი გამოკვება საჭირო არ არის.

ფოთლის ქიმიური დიაგნოსტიკის საფუძველზე შეიძლება ვაკორექტიროთ მინერალური სასუქების ნორმები მომავალი წლის მოსავლის შესაქმნელად.

თუ ფოთოლი საკვებ ნივთიერებებს, ოპტიმალურთან შედარებით, შეიცავს 35%-ით ნაკლებს — ძლიერ მცირე რაოდენობას, მაშინ სასუქის რეკომენდებული ნორმა ორჯერ უნდა გაიზარდოს; თუ ფოთოლი ოპტიმალურთან შედარებით 20%-ით ნაკლებ საკვებ ნივთიერებებს შეიცავს — მცირე შემცველობა, მაშინ ნორმა 1,5-ჯერ უნდა გაიზარდოს; ფოთოლში საკვები ნივთიერებების ოპტიმალური შემცველობისას სასუქის ნორმა უცვლელი რჩება; თუ ფოთოლში საკვები ნივთიერება, ოპტიმალურთან შედარებით 20%-ით მეტია — გადიდებული შემცველობა, მაშინ სასუქის შეტანა საჭირო არ არის.

ი. მიჩურინის სახელობის მეხილეობის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მიერ რეკომენდებულია სასუქის წლიური ნორმის კომპლექსური შესწორების კოეფიციენტი, ნიადაგსა და ფოთოლში საკვები ელემენტების შემცველობიდან გამომდინარე (ცხრ. 107).

ც ხ რ ი ლ ი 107. ფოსფორის, კალიუმისა და მგნიუმის საშუალო ნორმის შესწორების კოეფიციენტი ნიადაგსა და მცენარის ფოთოლში, ამ ელემენტთა შემცველობასთან დაკავშირებით

ნიადაგში მოძრავი საკვები ელემენტების შემცველობა	ფოთოლში ელემენტების საერთო შემცველობა		
	მცირე	ოპტიმალური	ქარბი
ძლიერ დაბალი და დაბალი	2,0	1,5	—
საშუალო და გადიდებული	1,5	1,0	—
მაღალი	1,0	0,5	—
ძლიერ მაღალი	0,5	—	—

იმასთან დაკავშირებით, რომ ნიადაგში აზოტის მოძრავი ფორმების შემცველობაზე კარტოგრაფა არ დგება, აზოტიანი სასუქის ნორმის კორექტირება ფოთლის დიაგნოსტიკის მიხედვით ხდება.

მრავალწლიან მცენარეთა განოყიერებისას მხედველობაშია მისაღები მცენარეთა ბიოლოგიური თავისებურებანი ასაკობრივი პერიოდების მიხედვით, საკვები ნივთიერებების ბალანსი ნიადაგში, წინა წლებში შეტანილი ორგანული, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შემდგომი მოქმედება, ნიადაგში საკვები ელემენტების შეფარდება, ამინდის მაჩვენებლები და აგროტექნიკა. მაგალითად, ბაღებში, რომლებშიც ნიადაგი დაკორდებულია, სასუქის ნორმას, განსაკუთრებით აზოტიანი სასუქებისა, 1,5—2-ჯერ აღიღებენ; მცენარეთა მძიმედ გასხელის წლებში აზოტის ნორმას ამცირებენ; ცივ და უხვნალექიან წლებში აზოტის ნორმას 20—30%-ით აღიღებენ, ხოლო თბილ და მშრალ წლებში — 2—3-ჯერ ამცირებენ, ჩვეულებრივ ნორმასთან შედარებით; მორწყვის პირობებში 20—30%-ით აღიღებენ; ნიადაგის აგროქიმიური გამოკვლევის მეორე და მომდევნო წლებში ფოსფორის ნორმას 1,5—2-ჯერ და კალიუმისას — 1,3—1,5-ჯერ ამცირებენ, აგროქიმიური გამოკვლევის წელს დადგენილ ნორმასთან შედარებით; დარგვის წინ ორგანული სასუქების მაღალი ნორმით განოყიერების პირობებში, დარგვიდან 5—7 წლის მანძილზე, მინერალური სასუქების რეკომენდებულ ნორმას 1,5—2-ჯერ ამცირებენ.

მებაღეობასა და საერთოდ, მრავალწლიანი მცენარეების განოყიერების საქმეში განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა მცენარეთა უზრუნველყოფას მიკროელემენტებით, რაზედაც მსჯელობა შეიძლება ფოთლის ანალიზის შედეგების მიხედვით. თუ ვეგეტაციის დამთავრების შემდეგ ფოთოლი შეიცავს თუთიას 6, სპილენძს — 10, მანგანუმს — 10 და ბორს 15 მგ 1 კგ მშრალ მასაზე, მაშინ აუცილებელია შესაბამისი მიკროსასუქების შეტანა.

მხედველობაშია მისაღები, რომ კალიუმით, მოჭარბებული კვება მცენარეში იწვევს კალციუმის, მაგნიუმის, რკინის, ასევე მიკროელემენტების შელწვევის შემცირებას, ხოლო ფოსფორით მოჭარბებული კვება ამუხრუტებს მცენარეში ბორის, თუთიისა და სპილენძის შესვლას.

აქედან გამომდინარე, მრავალწლიანი მცენარეების მაღალი და მყარი მოსავლის მისაღებად, განოყიერების სისტემაში დიდი მნიშვნელობა აქვს სასუქების სწორ შეთანაწყობას და გამოყენებას. ამ შემთხვევაში იზრდება სასუქის საკვები ელემენტის გამოყენების კოეფიციენტი. მცირდება გარემოს გატუქვიალება, მცენარეთა ფუნქციონალური დაავადება, უმჯობესდება მოსავლის ხარისხი.

ხეხილოვან და კენკროვან მცენარეთა სანერგის განოყიერება. სანერგე სამი განყოფილებისაგან შედგება: 1. გამრავლების განყოფილება, რომელიც მოიცავს სათესლე სკოლას, დაკალმებისა და გადაწვევის ნაკვეთებს; 2. ნერგების ფორმირების განყოფილება; 3. სადღე მცენარეები, სადღე სათესლე და სადღე საკალმე მცენარეები. სათესლე მცენარეები სანერგეს უზრუნველყოფენ თესლით, საძირების მისაღებად,

სადედე საკალმე — კალმით (ოკულირებისათვის), ამონაყრებითა და გადასაწვენი ნაზარდებით.

სანერგისათვის ნიადაგის მომზადება და გაკულტურება შემდეგნაირად ხდება. სათესლე სკოლისა და საძირე განყოფილებისათვის ნიადაგს ხნავენ 30—45 სმ სიღრმეზე. ნიადაგის ტიპის გათვალისწინებით შეიტანება 30—100 ტ ორგანული სასუქი, ფოსფორი 60—120 და კალიუმი — 60—120 კგ/ჰა. აქ მხედველობაში მიიღება ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები. მუკვე ნიადაგებზე მიმართავენ მოკირიანებას. კირიანი სასუქი ორჯერ შეაქვთ, პირველად — შემოდგომით, ხენის წინ და მეორედ — გაზაფხულზე კულტივაციის დროს. 2—3 წლის მანძილზე ითესება მინდვრის კულტურები, რომელთა გასანოყიერებლად სასუქების გამოყენება ხდება გეგმიური მოსავლისა და მათი ბიოლოგიური თავისებურებების გათვალისწინებით. ნიადაგის ამგვარი გაკულტურების შემდეგ ნაკვეთს იყენებენ სათესლე სკოლისა და ნერგების ფორმირების განყოფილებისათვის.

სათესლე სკოლა. შემოდგომით, ხენის დროს ან წინამორბედი კულტურის ქვეშ შეიტანება: შავმიწა ნიადაგებზე 20—30 და კორდიან-ეწერებზე 50 ტ/ჰა ნახევრად გადამწვარი ან კარგად გადამწვარი ნაკელი, P 60—90 და K 60—90 კგ/ჰა. ამასთან ერთად, ხეხილოვანი მცენარეების თესვისას მწკრივში შეაქვთ გრანულირებული სუპერფოსფატი 20 კგ/ჰა P₂O₅ ანგარიშით. თესლსა და სასუქს შორის 1—2 სმ ნიადაგის ფენა უნდა იყოს. ამ დროს აზოტიანი სასუქის შეტანა დაუშვებელია.

როდესაც ნათესარები განივითარებენ 2—3 წამდვილ ფოთოლს, ატარებენ აზოტით გამოკვებას. სასუქი შეიტანება 30—45 კგ/ჰა აზოტის ანგარიშით.

აზოტით მეორე გამოკვება ტარდება ნათესარების ინტენსიური ზრდისას — პირველი გამოკვებიდან 15—20 დღის შემდეგ. მეორე გამოკვებისათვის აზოტის რეკომენდებული ნორმა შეადგენს 30—45 კგ/ჰა.

თუ აზოტიანი სასუქი ხსნარის სახით შეაქვთ, მისი კონცენტრაცია პირველი გამოკვებისას არ უნდა აღემატებოდეს 0,1—0,15%, მეორე გამოკვების დროს — 0,2%.

ნათესარების გამოსაკვებად შეიძლება ნაკელის წუნწუხისა და ფრინველის გუანოს გამოყენება ამ მიზნით ნაკელის წუნწუხს წინასწარ განაზავებენ 5—10 მოცულობა წყლით და შეაქვთ მწკრივთა შორის კვალში 4—5 სმ სიღრმეზე. მისი ნორმა შეადგენს 10—15 ტ/ჰა. ფრინველის გუანოს განაზავებენ ორ მოცულობა წყალში. დააყოვნებენ რამდენიმე დღეს, შემდეგ ისევ განაზავებენ 8—10 მოცულობა წყლით და შეაქვთ მწკრივში, ნაკელის წუნწუხის ანალოგიურად, ჰექტარზე 8—10 ც გუანოს ანგარიშით.

ნერგების ფორმირების განყოფილება (ნერგების სკოლა). ამ მინდვ-

რის მომზადება და განოყიერება შემდეგნაირად ხდება: შემოდგომით ტარდება ნიადაგის ღრმად ხენა; ხენის წინ ან წინამორბედი კულტურის ქვეშ იყენებენ 30—60 ტ ნაკელს, P 120—150 და K 120—150 კგ/ჰა.

საძირების ინტენსიური ზრდის დაწყებისას აზოტით პირველი გამოკვება ტარდება, 1 თვის შემდეგ — მეორე გამოკვება აზოტიანი სასუქის ნორმა 30—45 კგ/ჰა აზოტს შეადგენს.

მეორე მინდორში, სადაც ერთწლიანი საძირების აღზრდა ტარდება, ადრე გაზაფხულზე აზოტით პირველ გამოკვებას ატარებენ, ხოლო როცა საძირეთა სიმაღლე 15—20 სმ მიაღწევს, მეორედ ატარებენ აზოტით გამოკვებას. აზოტი შეაქვთ 30—60 კგ/ჰა ანგარიშით.

მესამე მინდორში, სადაც ნერგების ფორმირება და ორწლიანი ნერგების აღზრდა ხდება, ნიადაგის განოყიერება მისი ნაყოფიერიებიდან გამომდინარე ტარდება. თუ ნიადაგი მდიდარია ფოსფორითა და კალიუმით, მაშინ მხოლოდ აზოტიან სასუქებს იყენებენ.

საღედ ხეების განოყიერება ხეხილოვანი და კენკროვანი მცენარეების ბაღების განოყიერების ანალოგიურად ტარდება.

ხეხილოვანი და კენკროვანი მცენარეების ბაღის გაშენებაზე ნიადაგის განოყიერება

ნიადაგის გაკულტურება 3—4 წლით ადრე უნდა დაეწყოს, ვიდრე ბაღს გავაშენებდეთ. ამ მიზნით პირველ რიგში ნიადაგის ღრმად ხენა — პლანტაჟირება ტარდება.

ხენის წინ შეაქვთ ორგანული სასუქი, ნიადაგის ნაყოფიერების გათვალისწინებით 40—100 ტ/ჰა. ასევე მაღალი ნორმით — ფოსფორი და კალიუმი. მაგალითად, ხეხილოვანი მცენარეებისათვის განკუთვნილ ნაკვეთზე ფოსფორი კორდიან-ეწერ, შავმიწა და ტყის რუხ ნიადაგებზე შეიტანება 150—300, სამხრეთის შავმიწებსა და წაბლა ნიადაგებზე — 100—150 კგ/ჰა; კალიუმი — კორდიან-ეწერებზე 120—400, შავმიწებსა და ტყის რუხ ნიადაგებზე — 120—200, სამხრეთის შავმიწებსა და წაბლა ნიადაგებზე — 100—150 კგ/ჰა.

ბუჩქოვანი კენკროვანი კულტურებისათვის განკუთვნილ ნაკვეთებში შეიტანება: ფოსფორი — კორდიან-ეწერებზე 100—300 კგ და შავმიწებზე, ტყის რუხ ნიადაგებზე, სამხრეთის შავმიწებსა და წაბლა ნიადაგებზე — 120 კგ/ჰა; კალიუმი — კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე 100—300 და სხვა ნიადაგებზე 60—90 კგ/ჰა.

ძლიერ მკავე ნიადაგებზე ხეხილოვანი და კენკროვანი მცენარეები სუსტად იზრდებიან და დაბალ მოსავალს იძლევიან, ამიტომ მიმართავენ მკავე ნიადაგების მოკირიანებას, ჰიდროლიზური მკავეიანობის მიხედვით. ამავე დროს კირის საერთო ნორმის 2/3 შეიტანება ღრმად ხენის დროს,

ხოლო 1/3 კულტივატორით, ზედაპირულად. ნიადაგის ზედა ფენაში კულტივაციის დროს, ნიადაგის სწრაფად გაკულტურების მიზნით, დამატებით შეიტანება 30—40 ტ/ჰა ნაკელი ან სხვა ორგანული სასუქი. ამის შემდეგ ნაკვეთზე ითესება მრავალწლიანი პარკოსანი ან პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახების ნარევი.

ქვიშნარ ნიადაგებზე მწვანე სასუქად თესენ ხანჭკოლას, ხოლო ბალახების მოყვანას 2 წლის მანძილზე აწარმოებენ. თესვიდან მესამე-მეოთხე წელს. ბალახების პირველი მოსავლის აღების შემდეგ, ნაკვეთს ხნავენ 20—25 სმ სიღრმეზე, მოასწორებენ ნაკვეთს და იწყებენ მცენარეთა დარგვას.

პრაქტიკაში ადგილი აქვს ნიადაგის წინასწარი გაკულტურების გარეშე ბალის გაშენების შემთხვევებს. ამ პირობებში, რამდენიმე წელს საჭიროა მცენარეების მწყრივთა შორის ნიადაგის გაკულტურების კომპლექსური ღონისძიებების გატარება, მათ შორის ორგანული და მინერალური სასუქების გამოყენება.

ზემოთ განვიხილეთ ბალის გაშენებამდე გამოსაყენებელი ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების რეკომენდებული ნორმები. მათი კორექტირება უნდა მოხდეს შესწორების კოეფიციენტის მიხედვით (ცხრ. 107). ორგანული სასუქის ნორმა, როგორც წესი, იცვლება ნიადაგში, ფოსფორის მოძრავი ფორმების შემცველობის შესაბამისად.

ორგანული და მინერალური სასუქები, განსაკუთრებით ფოსფორიანი და კალიუმიანი, ნიადაგში ღრმად უნდა ჩაევაკეთოს, ე. ი. მიუახლოვოთ მცენარეთა ფესვთა სისტემის გავრცელების ზონას. ამ შემთხვევაში მცენარის მიერ საკვები ნივთიერებების გამოყენება უკეთ მიმდინარეობს. გასათვალისწინებელია ის გარემოება, რომ ბალის გაშენების შემდეგ, განსაკუთრებით მოსავლიან ბაღებში, სასუქის ღრმად ჩაკეთება მეტად რთული საქმეა. ამით არის გამოწვეული ბალის გაშენებამდე ნიადაგში ფოსფორისა და კალიუმის მაღალი ნორმით შეტანა.

ბალის გაშენების წინ ნიადაგის გაკულტურების ღონისძიებებიდან განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს სარეველების წინააღმდეგ ბრძოლას. აბეზარა, მრავალწლიანი მარცვლოვანი სარეველების წინააღმდეგ საჭიროა როგორც მექანიკური, ისე ქიმიური ბრძოლის საშუალებების გამოყენება.

ხეხილოვანი და კენკროვანი მცენარეების დარგვის დროს განოქიერება

კენკროვანი კულტურების (მოცხარი, ყოლო, ხურტკმელი) მექანიზებულიად გაშენების პირობებში ითვალისწინებენ ბალის გაშენებამდე ნიადაგის გაკულტურების დონეს და თუ გაკულტურებულია, დარგვისას სასუქი არ შეაქვთ.

სამრეწველო მეხილეობაში ამჟამად მეტად გავრცელებულია ბალის გაშენების ტრანშეის წესი. ტრანშეის — თხრილის სიღრმე 45—60 სმ და განი 45—50 სმ შეადგენს. იგი მექანიზებულად კეთდება. ორგანული სასუქები: ნაკელი, კომპოსტი ან დაბლობის არამჟავე ტორფი შეაქვთ ტრანშეის გაკეთებისას. ზოგჯერ ორგანული სასუქების მთელი ნორმა შეაქვთ ტრანშეის ფსკერზე, ზოგჯერ ნორმის ნახევარი ტრანშეის გაკეთებისას მის ფსკერზე და მეორე ნახევარი ზედაპირულად შეაქვთ. ტრანშეის ფსკერზე შეაქვთ ასევე ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები. ამ წესით ბალის გაშენებისას აზოტიანი სასუქები არ შეიტანება. ტრანშეის შევსების შემდეგ (ბულდოზერით), ატარებენ ნერგების მექანიზებულად დარგვას და მორწყვას. თითოეული მცენარისათვის საჭიროა 20—30 ლ წყალი. მორწყვის შემდეგ ატარებენ მულჩირებას. მულჩად იყენებენ ტორფს, ნაკელს, კომპოსტს ან ფხვიერ ნიადაგს.

ტრანშეის ყოველ 100 მ თესლოვანი და კურკოვანი ბაღების გასანოყიერებლად იყენებენ: კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე — 0,8—1,2 ტ ორგანულ სასუქს, 8 კგ P_2O_5 და 3 კგ K_2O ; შავმიწებზე, შესაბამისად, 0,4—0,8 ტ, 4—6 და 1,5—2,5 კგ.

ხურტმელისა და განსაკუთრებით, მოცხარის რგვის დროს კარგია ორგანული სასუქების გუთნის კვალში შეტანა, შემდეგ ამ კვალში მცენარეთა დარგვა.

მარწყვის განოყიერებისათვის სასუქების ადგილობრივ შეტანას არ მიმართავენ. იგი შეაქვთ მოზნევიტ მთელ ფართობზე.

ნაკვეთები, რომლებზედაც შეუძლებელია ტრანშეის მოწყობა (მცირე ფართობი, მთაგორიანი რელიეფი, ბალის გამორგვა), ნერგებს ორმოებში რგავენ. ორმოს დიამეტრი, სიღრმე და მოცულობა დამოკიდებულია მცენარეთა თავისებურებებზე. საშუალო ნაყოფიერების ნიადაგებზე ორმოს შემდეგი პარამეტრები უნდა ჰქონდეს:

კულტურა	დიამეტრი, სიღრმე, მოცულობა,		
	სმ	სმ	მ ³
ვაშლი, მსხალი	100	60	0,5
ალუბალი, ქლიავი	80	40	0,3
ბუჩქოვანი კენკროვანები	50—60	30—35	0,1
ციტრუსები	50—60	40—50	0,2
ტუნჯი	80	40	0,3

სარგავი ორმოების გაკულტურების დონე განსაზღვრავს მცენარეთა გახარებას და ახალგაზრდა ნარგაობის მოსავლიანობაში აღრე შესვლას, მცენარეთა პროდუქტიულობას. ღარიბ ნიადაგებზე რეკომენდებულია ორმოს დიამეტრის 25—30% -ით გადიდება. მცენარეთა დარგვისას ორმოს შესავსებად იყენებენ მხოლოდ მწკრივთაშორისებში აღებულ სახნავ ფენას.

ცდებით დადგენილია, რომ ბაღების გაშენებისას საუკეთესოა ორმო-ში 1 კგ ნიადაგზე 15 გ ნეშომპალა, 0,03—0,05 გ NPK გამოყენება.

6. სპივაკოვსკის რეკომენდაციით, სარგავი ორმოები შემდეგნაირად უნდა გავანოყიეროთ: ნახევრად გადამწვარი ნაკელი, კომპოსტი ან ნეშომპალა უნდა აირიოს ორმოს ნიადაგის მთელ მასასთან; მინერალური სასუქის საერთო ნორმის 2/3 უნდა ჩაეკეთოს ორმოს ფსკერზე, ორგანულ სასუქთან ერთად; 1/3 შეერიოს იმ ნიადაგთან, რომლითაც ორმოს ქვედა ნაწილი ივსება; ტორფის შერევა უნდა ჩატარდეს ნიადაგის მთელ მასასთან. სარგავ ორმოებში ახალი ნაკელის შეტანა დაუშვებელია, იგი შუამცირებს ნერგების გაზარებას. ბალის ვაშენებამდე ნიადაგის მოკირიანება თუ იყო ჩატარებული, მაშინ კირი სარგავი ორმოს ნიადაგის მხოლოდ იმ ფენას უნდა ავურიოთ (ქვედა ფენა), რომელიც გაკირიანებული არ იყო.

სარგავ ორმოში შესატანი მინერალური სასუქის ნორმა ნიადაგის ტიპისა და მცენარეთა ჯგუფების მიხედვით იცვლება. საშუალო ნორმა შეადგენს: თესლოვანი ხეხილისათვის — N 20 P 100—200 K 40—60, კურკოვანებისათვის. N 15 P 60—80 K 20—30 და ბუჩქოვანებისათვის N 7 P 30—40 K 10—20 გ.

ბალის გაშენებამდე ნიადაგი კარგად თუ იყო განოყიერებული, დარგვიდან 3—5 წლის მანძილზე სასუქი არ შეაქვთ.

ახალგაზრდა ბალის განოყიერება

ახალგაზრდა ბალის (არამოსავლიანი და მოსავლიანი) გასანოყიერებლად მიმართავენ ნიადაგში სასუქის შეტანას მცენარის ირგვლივ და მწკრივში.

მცენარეთა ირგვლივ შეტანილი სასუქი უნდა ჩაკეთდეს ნიადაგში, ვანოყიერებული ფართობი — წრე, რომლის დიამეტრი მცენარის ასაკის მატებასთან ერთად იზრდება, კარგად უნდა იქნას მოვლილი, კარგია მისი მულჩირება ნაკელით ან კომპოსტებით.

მწკრივში შეტანილი სასუქი — ფოსფორიანი, კალიუმიანი ან ორგანული, ღრმად უნდა ჩაკეთდეს ნიადაგში, აზოტიანი — შედარებით ზედაპირულად. დიდი მნიშვნელობა აქვს მწკრივთაშორისების გაკულტურებას. მათი გაკულტურების დონე განსაზღვრავს მოსავლიანი ბალის პროდუქტიულობას. ამ მიზნით მწკრივთაშორისებში, მცენარის ორივე მხარეს 0,5-2 მ დაშორებით, მოჰყავთ კარტოფილი, ბოსტნეული, საკვები ძირხვენები, ერთწლიანი პარკოსანი მცენარეები, ხოლო ტენით კარგად უზრუნველყოფილ რაიონებში — მრავალწლიანი პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახების ნარევი. მსუბუქი და საშუალო მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე თესავენ სასიღერაციო კულტურებს — ხანჭკოლას, ფიგა-შერიის ნარევს და სხვ.

ბალის გაშენებამდე სარგავი ორმოები კარგად თუ იყო გაკულტურებული, მაშინ ბალის გაშენების წელს სასუქი აღარ შეაქვთ. მეორე და შემდგომ წლებში სასუქი შეაქვთ სარგავი ორმოების გაკულტურების დონის გათვალისწინებით, ნიადაგურ პირობებთან ერთად მხედველობაში მიიღება კლიმატური პირობები, ჯიშის თავისებურება და მცენარეთა ასაკი.

ახალგაზრდა ბალში შესატანი სასუქების რაოდენობა შეიძლება ვიანგარიშოთ 1 მ² ნიადაგზე, 1 მცენარეზე და 1 ჰა ფართობზე. 1 მ² ნიადაგზე რეკომენდებულია სასუქების შემდეგი რაოდენობის გამოყენება: ორგანულისა — 3—4 კგ, აზოტი — 3—6 გ, P₂O₅ და K₂O — 2 — 5 გ. იგი შეესაბამება ჰექტარზე 30 — 40 ტ ორგანულ სასუქს და 20—60 კგ მინერალური სასუქის საკვებ ნივთიერებას. 1 მცენარეზე შესატანი სასუქების ნორმა ნიადაგის ნაყოფიერებისა და მცენარეთა ასაკის გათვალისწინებით შემდეგ ფარგლებში ცვალებადობს: ორგანული სასუქი—10—80 კგ, აზოტი — 15—120 გ, P₂O₅ 120 და K₂O 10—100 გ.

მცენარის ასაკის გათვალისწინებით, სასუქის ნორმის გაანგარიშებისათვის მხედველობაში უნდა მივიღოთ გასანოციერებელი ფართობის წრის დიამეტრი. მაგალითად, 6-წლიანი მცენარის გასანოციერებელი ფართობის წრის დიამეტრი დაახლოებით 3 მ-ია, ხოლო გასანოციერებელი ფართობი დაახლოებით 7 მ² შეადგენს. ამ შემთხვევაში 1 მ²-ზე შესატანი სასუქის რაოდენობა უნდა გავამრავლოთ 7-ზე. მივიღებთ 1 მცენარეზე შესატანი სასუქის ნორმას. თუ 1 მ²-ზე შესატანია ნაკელი 4 კგ და NPK 5—5 გ. მაშინ 1 მცენარეზე შესატანი ნაკელის ნორმა იქნება 28 კგ. N 35, P₂O₅ 35 და K₂O 35 გ.

სასუქის ნორმის დიფერენცირებისათვის მხედველობაში მიიღება ნიადაგის ნაყოფიერება და მცენარის წყლით უზრუნველყოფა. მაგალითად, უფრო მაღალი ნორმით სასუქებს იყენებენ ღარიბ ნიადაგებზე და მორწყვის პირობებში, უფრო დაბალ ნორმებს — მდიდარ და მცირე ნალექებიან რაიონებში. დასავლეთ საქართველოს ჭარბტენიან რაიონებში აზოტიანი სასუქის ნორმა 25 %-ით დიდდება. მინერალური და ორგანული სასუქების ცალ-ცალკე გამოყენების შემთხვევაში მათი ნორმა 1,5-ჯერ დიდდება.

ღარიბ ნიადაგებზე ახალგაზრდა ბალს ყოველწლიურად ანოციერებენ, კარგად გაკულტურებულ, მდიდარ ნიადაგებზე — 2—3 წელიწადში ერთხელ.

მსხმოიარე ბალის განოციერება

მსხმოიარე ბალში ნიადაგის განოციერების სისტემის მიზანია მცენარის საკვები ნივთიერებით უზრუნველყოფა მთელი ვეგეტაციის მანძილზე, მაღალი და კარგი ხარისხის მოსავლის მისაღებად. ამ მიზნით იყენე-

ბენ ორგანულ და მინერალურ სასუქებს, მიმართავენ მკავე ნიადაგების მოკირიანებას და ბიცობის მოთაბაშირებას.

ბალის განოციერებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს სასუქების სწორად გამოყენებას. სასუქის სავარაუდო ნორმები დადგენილია მეხილეობის ზონების მიხედვით (ცხრ. 108).

მსხმოიარე ხეხილის ბაღების ანეულის მდგომარეობაში შენახვისას საქართველოს მეხილეობის საწარმოო ზონებისათვის რეკომენდებულია სასუქის ნორმები (ცხრ. 109).

სასუქის მოცემული ნორმები სავარაუდოა. ისინი უნდა დაზუსტდეს ცალკეული ბალისათვის ნიადაგის ნაყოფიერების, კლიმატური პირობების, ბალის ასაკისა და მოსავლის დონის გათვალისწინებით.

ხეხილის მსხმოიარე ბაღში ორგანული სასუქების ყოველწლიურად შეტანა საჭირო არ არის, ისინი 2—3 წელიწადში ერთხელ შეაქვთ. მათ პირველ რიგში ჰუმუსით ღარიბ ნიადაგებზე იყენებენ. ნაკვეთები, რომლებზეც სიდერატები მოჰყავთ მწვანე სასუქად და მწვანე მასა 20 ტ/ჰა აღწევს, ნაკელის ან სხვა ორგანული სასუქის ნორმა შეიძლება 2-ჯერ შემცირდეს ან სრულებით არ შევიტანოთ.

ც ხ რ ი ლ ი 108. სასუქის ნორმები ხეხილის ბაღის განოციერებისათვის მეხილეობის ზონების მიხედვით (ნ. სპივაკოვსკის მიხედვით)

მეხილეობის ზონები	მინერალური სასუქების შეთანაწყობა ორგანულთან	ნაკელი ან კომპოსტი, ტ/ჰა	მინერალური სასუქები, კგ/ჰა მოქმედი ნივთიერება		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
ჩრდილოეთი, შუა და სამხრეთი (ნალექებით უზრუნველყოფის ან მორწყვის პირობები)	ნაკელთან ერთად	10—20	40—75	40—60	40—60
	ზაფხულში, სიდერატების თესვისას — ნაკელის გარეშე	—	16—100	60—80	50—80
	წელგამოშვებით ორგანული სასუქების გამოყენება, NPK	20—40	70—120	70—120	70—90
სამხრეთი (მშრალი რაიონები, მორწყვის გარეშე)	ნაკელთან ერთად	20	30	30	30
	ზაფხულში, სიდერატების თესვისას ნაკელის გარეშე	—	40	40	30
	წელგამოშვებით ორგანული სასუქების გამოყენება, წელგამოშვებით—NPK	30—40	60	60	40

ცხრილი 109. მსხმოიარე ხეხილის განყოფილებისთვის სასუქის ნორმები

საწარმოო სპეციალიზაციის ზონა	სარწყვეთ ბაღები				ურწყვეთ ბაღები			
	ნაყელი ან კომპოსტი, ტ/ჰა	გ/ჰა			ნაყელი ან კომპოსტი, ტ/ჰა	გ/ჰა		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
I	20—30	80—100	100—120	70—90	20—30	60—80	80—100	60—80
II	30—40	100—120	100—120	60—80	30—40	80—100	80—100	60—80
III	20—30	80—100	100—120	60—80	—	—	—	—
IV	40—50	100—120	100—120	50—70	—	—	—	—
V	36—40	120—150	120—150	80—100	30—40	80—100	80—100	60—80
VII	—	—	—	—	30—40	100—120	100—120	60—80
VIII	—	—	—	—	40—50	120—150	120—150	80—100
IX	—	—	—	—	30—40	100—120	100—120	60—80
X	—	—	—	—	40—50	100—120	120—150	60—100

ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანაც არ არის აუცილებელი ყოველწლიურად. მათ აგროქიმიური კარტოგრაფების მიხედვით იყენებენ, მგარამ დაუშვებელია მათი მარაგის შექმნა ნიადაგში, ერთ წელს 2—4 წლის ნორმის ერთდროულად შეტანა. ყოველწლიურად მხოლოდ აზოტიანი სასუქების შეტანაა აუცილებელი.

ორგანული, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანა უმჯობესია შემოდგომით, ხენის დროს და ღრმად ჩაკეთდეს ნიადაგში.

აზოტიანი სასუქები, როგორც წესი, გაზაფხულზე შეაქვთ. არის გამოწავლისი. მაგალითად, მშრალი კლიმატის რაიონებში, აზოტის საერთო ნორმის 1/3—1/2 შეტანა შეიძლება შემოდგომით. ამ დროს უმჯობესია ამონიაკური და ამიდური ფორმის აზოტიანი სასუქების გამოყენება.

ხეხილის მსხმოიარე ბაღში, გარდა ძირითადი განოყიერებისა, მიმართავენ სავეგეტაციო პერიოდში მცენარეთა გამოკვებას. სასუქის გამოყენების ამ წესს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს უხვნალექიან რაიონებსა და სარწყავ ბაღებში.

გამოკვების ჭერადობა ბაღის მოსავლის დონეზეა დამოკიდებული. დაბალ მოსავლიან წლებში გამოკვებას ატარებენ ერთხელ — ყვავილობის დაწყების წინ. ხოლო მაღალმოსავლიან წლებში, განსაკუთრებით, ზამთრის ჭიშების მიმართ — ორჯერ: პირველად ყვავილობის შემდეგ, მეორედ — ნასკვების ჩამოცვენის დამთავრებისას. გამოკვებისათვის აზოტის საუკეთესო ნორმაა 30—52 კგ/ჰა.

ხეხილის ბაღის გამოკვებისათვის, გარდა აზოტიანი სასუქებისა, შეიძლება ნაკელის წუნწუხის — განზავებული 2—3 მოცულობა წყალში, ფრინველის გუანოს — განზავებული 10—12 მოცულობა წყალში გამოყენება. მათი ნორმაა 10—12 ლ 1 მ²-ზე. ამ სასუქების ნიადაგში ჩაკეთება აუცილებელია.

მართალია, ნიადაგში სასუქები ღრმად უნდა ჩაკეთდეს, გარდა აზოტიანი სასუქებისა, მაგრამ ეს ღონისძიება ისე უნდა ჩავატაროთ, რომ რაც შეიძლება ნაკლები ფესვი დაზიანდეს. განსაკუთრებული სიფრთხილეა საჭირო კურკოვანი მცენარეების — ალუბლის, ქლიავის, ასევე ნაგალა საძირეზე დამყნობილი ვაშლის, შტამბის ირგვლივ ნიადაგის დამუშავებისას, რადგანაც ამ მცენარეთა ფესვები ზედაპირულად არის განლაგებული.

ნიადაგის დამუშავებისას ყოველთვის ზიანდება ფესვის ნაწილი, ამიტომ მცენარის შტამბთან ახლოს ნიადაგის დამუშავება 5—8 სმ-ზე უფრო ღრმად დაუშვებელია. მცენარის ირგვლივ და მჭკრიეთაშორისებში რეკომენდებულია სასუქის ჩაკეთების შემდეგი სიღრმეები: მცენარის ირგვლივ თესლოვანი მცენარეებისათვის 10—15 სმ, კურკოვანებისათვის

5—10 სმ; მწკრივთაშორის: თესლოვანებისათვის 20 სმ, კურკოვანებისათვის — 16 სმ.

ხეხილის ბაღებში სასუქები მთლიან ფართობზე შეიძლება შევიტანოთ მოზნევით, გუთნის ზოლში, ფენობრივად, კერობრივად და სხვ., თხიერი სასუქები კი ჰიდრო ბურლით, ტურბობურლით, შპრიცით. თხიერი სასუქების შეტანა შესაძლებელია 40—50 სმ სიღრმეზე. ღრმად შეტანილი სასუქი, 18—20 სმ სიღრმეზე შეტანილთან შედარებით, 1,5-2-ჯერ უფრო ეფექტურია. იგი სასუქის შეტანის ზონაში იწვევს ფესვის რაოდენობის ზრდას, განსაკუთრებით შემოსავი ფესვებით ნიადაგის უფრო გაჯერებას.

ფესვისგარეშე გამოკვება. ბალის პროდუქტიულობის ასამაღლებლად მიმართავენ მცენარის ფესვის გარეშე გამოკვებას. სასუქების გამოყენების ეს აგროტექნიკური ხერხი უმჯობესია ჩატარდეს დილით, საღამოს ან ღრუბლიან ამინდში. ამ პირობებში ხსნარი დიდხანს რჩება ფოთლებზე, არ ორთქლდება დიდხანს. ფესვის გარეშე გამოკვებისათვის დაუშვებელია მაღალი კონცენტრაციის ხსნარების გამოყენება. გამოკვებისათვის გამოიყენება აზოტიანი, ფოსფორიანი, კალიუმიანი და მიკროსასუქები ცალ-ცალკე ან ერთობლივად. ფესვგარეშე გამოკვება მაღალ ეფექტს იძლევა სანაყოფე კვირტების ჩასახვის, ყვავილობის დაწყებისა და ნაყოფების ზრდის ფაზებში. მისი ჯერადობა დამოკიდებულია ბალის მოსავლის დონეზე. მაღალმოსავლიან წლებში 3—4-ჯერ, ხოლო დაბალ და საშუალო მოსავლიან წლებში 2—3-ჯერ ატარებენ.

ძირითადი სასუქებიდან ფესვგარეშე გამოკვებისათვის საუკეთესოა შარდოვანა, ორმაგი სუპერფოსფატი და კალიუმის სულფატი; ქლორის შემცველი სასუქები არ გამოდგება.

ფესვის გარეშე გამოკვებისათვის სხვადასხვა მცენარისათვის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარია საჭირო: ვაშლისათვის — გაზაფხულზე 3%, ზაფხულსა და შემოდგომაზე 0,4—0,5% შარდოვანას ხსნარი; მსხლისათვის საჭიროა ხსნარის კონცენტრაციის ორჯერ შემცირება; ალუბლისათვის გაზაფხულზე 0,5—0,6%-იან, ზაფხულსა და შემოდგომაზე 1%-იან შარდოვანას ხსნარს იყენებენ. ხსნარის გავლენით ფოთლების დაზიანების ასაცილებლად ყოველ 1 გ შარდოვანაზე უმატებენ 1,4 გ კირს.

ორმაგი სუპერფოსფატითა და კალიუმის სულფატით მცენარეთა ფესვის გარეშე გამოსაკვებად იყენებენ სუპერფოსფატის 2—3%-იან და კალიუმის სულფატის 1%-იან ხსნარებს.

მიკრო სასუქებიდან შემდეგი კონცენტრაციის ხსნარებს იყენებენ: გოგირდმჟავა თუთია — 0,1—0,5+0,15% ჩამქრალი კირი; ბორის მჟავა — 0,005—0,01%, გოგირდმჟავა მანგანუმის — 0,1—0,5%. თუ ერთ-

დროულად რამდენიმე მიკროელემენტს ვიყენებთ, მაშინ მათი ნორმა, გარდა ბორის მკაფასი, ორჯერ უნდა შემცირდეს.

ფესვის გარეშე გამოკვებისათვის საჭიროა 1000—1200 ლ/ჰა ხსნარი. გამოკვების ჩატარებიდან თუ 6 საათის განმავლობაში წვიმა მოვიდა, გამოკვება უნდა გავიმეოროთ.

პალმეტური ბალის განოყიერება

ქვეყნის სამხრეთ რაიონებში ყოველწლიურად იზრდება პალმეტური ბალების ფართობი. პალმეტურ ბალებში მცენარეთა რიცხვი ჰექტარზე 660-დან 1250 ძირის ფარგლებში ცვალებადობს, ხოლო მოსავალი 600—800 ც/ჰა აღწევს.

პალმეტური წესით ძირითადად ვაშლს და ატამს აშენებენ, ნაკლებად — მსხლის ბალებს.

ამ წესით გაშენებული ბალი ადრე შედის მსხმოიარობაში, დარგვიდან მე-3 — 5 წელს.

თუ დარგვის წინ ნიადაგი კარგად იყო გაკულტურებული, მაშინ გაშენებიდან 3—4 წელს მხოლოდ აზოტიანი სასუქებით ანოყიერებენ. ამ მიზნით შეაქვთ 45—90 კგ/ჰა აზოტი.

პალმეტურ ბაღში სასუქის ნორმა იცვლება ნიადაგის თვისებების, მცენარის ასაკისა და ჰექტარზე მცენარეთა რაოდენობის მიხედვით. დარგვიდან მესამე-მეოთხე წლიდან 8 წლამდე ასაკის ახალგაზრდა ბალებში, თუ ჰექტარზე 400—600 მცენარეა, ერთ ჰექტარზე შეაქვთ: ორგანული სასუქები 30—40 ტ 2—4 წელიწადში ერთხელ, მინერალური სასუქები N 90—120 P 45—90 და K 15—90 კგ ყოველწლიურად. მცენარეთა რიცხვი ჰექტარზე თუ 800—1000 ძირი და მეტია, მაშინ სასუქის ნორმა 25—30%-ით იზრდება.

მსხმოიარე ბაღში (8 წელზე მეტი ასაკისა), სადაც ჰექტარზე 400—600 მცენარეა განლაგებული, 2—4 წელიწადში ერთხელ 30—40 ტ/ჰა ორგანული სასუქი შეაქვთ. მეხილეობის ზონების მიხედვით მინერალური სასუქი შეაქვთ ყოველწლიურად. მათი ნორმა შემდეგ ფარგლებში ცვალებადობს: N 120—180 P 60—80 K 60—120 კგ/ჰა. ისეთ ბალებში, სადაც მცენარეთა რიცხვი ჰექტარზე 800—1000 ძირს შეადგენს ან აღმატება მას, ასეთი ბალების გასანოყიერებლად სასუქების ნორმა 25—30%-ით იზრდება.

ახალგაზრდა და მსხმოიარე პალმეტურ ბალებში ორგანული სასუქების შეტანის წელს მინერალური სასუქების ნორმას 2-ჯერ ამცირებენ.

კენკროვანი გუჩნარი მცენარეების განოქიერება

კენკროვანი მცენარეები — ყოლო, მოცხარი, ხურტკმელი და სხვ. შალა და კარგი ხარისხის მოსავალს იძლევიან გაკულტურებულ ნიადაგებზე. ამ მცენარეთა გასანოყიერებლად იყენებენ ორგანულ, მინერალურ და მიკროსასუქებს.

ორგანული სასუქები შეაქვთ ყოველწლიურად 20—30 ტ ან ორ წელიწადში ერთხელ 30—40 ტ/ჰა. ორგანული სასუქების ყოველწლიურად გამოყენების შემთხვევაში შეაქვთ N 40—60 P 40—60 K 40—60 კგ/ჰა, ხოლო ყოველ მეორე წელს გამოყენებისას, შუალედურ წლებში შეიტანება N 50—90 P 60—90 K 40—90 კგ/ჰა. ამავე დროს, ორგანული სასუქების შეტანის წლებში მინერალური სასუქები არ შეიტანება.

ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების 2—4 წლის ნორმის შეტანა შეიძლება ერთხელ, ხოლო აზოტიანი სასუქების შეტანა ყოველწლიურად ხდება.

ორგანული, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები შეიტანება შემოდგომით, ნიადაგის მოხვნის წინ, აზოტიანი სასუქები — გაზაფხულზე კულტივაციის წინ. ბალის მაღალი მოსავლის წლებში მიმართავენ აზოტით გამოკვებას, მას ატარებენ ნაყოფების გამონასკვის დამთავრებისას.

სასუქების შეტანა წარმოებს მწკრივთაშორისებში, ნიადაგში მათი ჩაქეთების სიღრმეა 10—16 სმ. მცენარეთა ახლოს ფესვები რომ არ დაზიანდეს, ნიადაგის დამუშავება 8—10 სმ-ზე ღრმად არ შეიძლება.

ამ ჯგუფის მცენარეთა მოსავლის გადიდებას იწვევს მწკრივთაშორისების ორგანული სასუქებით მულჩირება, რისთვისაც შეაქვთ 60 ტ/ჰა ორგანული სასუქი. ორგანული სასუქებიდან ამონიაკის დანაკარგის შესამცირებლად, მის ზედაპირს ნიადაგის მცირე ფენით ფარავენ. შემოდგომით ნიადაგის გადაბარვისას ხდება მულჩის ჩაქეთება ნიადაგში, ე. ი. გამოიყენება როგორც ორგანული სასუქი.

კენკროვანი მცენარეები, განსაკუთრებით ყოლო და მოცხარი, უარყოფითად რეაგირებენ ქლორის მიმართ. ამიტომ მათი განოყიერებისათვის საჭიროა უქლორო ან ქლორის მცირე რაოდენობით შემცველი კალიუმიანი სასუქების გამოყენება.

კენკროვანი მცენარეების ნარგაობაში, გარდა ორგანული და ძირითადი მინერალური სასუქებით ნიადაგის განოყიერებისა, მიმართავენ ფესვგარეშე გამოკვებას. კარგ შედეგს იძლევა NPK-სთან ერთად მიკროსასუქებით ფესვგარეშე გამოკვება. უმჯობესია ხსნარით ფოთლის ფირფიტის ქვედა მხრის დაფარვა. ამ შემთხვევაში მცენარე უკეთ ითვისებს საკვებ ნივთიერებებს. ფესვის გარეშე გამოკვებისათვის რეკომენდებულია შემდეგი კონცენტრაციის ხსნარების გამოყენება: შარდოვანა — 0,3—0,5%, გოგირდმჟავა კალიუმი — 1—2%, სუპერფოსფატი — 2—3% და მიკროსასუქები — 0,02—0,05%.

ვაზი კარგად ხარობს შეამიწებზე, წაბლა, ნეშომპალა-კარბონატულ, ყვითელმიწა, რუხ, მურა, ალუვიურ, კორდიან-ეწერ, სუბტროპიკულ-ეწერ, წითელმიწა და სხვა ნიადაგებზე. ვაზი იძლევა მაღალ და კარგი ხარისხის მოსავალს მსუბუქ, ღრმა, ჰუმუსით უზრუნველყოფილ, სტრუქტურულ ნიადაგებზე, განსაკუთრებით — კარბონატულ ნიადაგებზე.

საბჭოთა მეცნიერების მონაცემებით მსხმოიარე ნარგაობას ნიადაგიდან გამოაქვს: აზოტი 37 — 90, P_2O_5 10 — 50 და K_2O 28 — 100 კგ/ჰა, უცხოელი მეცნიერების მონაცემებით კი შესაბამისად 47—90, 14—50 და 45—100 კგ/ჰა. მეცნარის მიერ ნიადაგიდან საკვები ელემენტების გამოტანა იცვლება გარემოს პირობების, აგროტექნიკის, ჭიშისა და მოსავლის დონესთან დაკავშირებით. ვაზის ცალკეული ორგანოებიდან ყველაზე მეტი რაოდენობით აზოტს (47%), ფოსფორსა (16,5%) და კალიუმს (38%) შეიცავს ფოთოლი. მეორე ადგილი ნაყოფს უკავია (N 14,3 P_2O_5 4,3; K_2O 18,6%), სხვა ორგანოებში გაცილებით ნაკლებია.

ვაზის ზრდასა და მოსავლიანობაზე უარყოფითად მოქმედებს ცალკეული საკვები ელემენტების როგორც სიმცირე ნიადაგში, ასევე მათი ჰარბი შემცველობაც, ამიტომ ვენახის განოყიერება განსაკუთრებულ სიფრთხილეს საჭიროებს.

ვენახის გასანოყიერებლად გამოიყენება ორგანული და მინერალური სასუქები, ასევე მიკროსასუქებიც. ამავე დროს სხვადასხვა ეკოლოგიურ პირობებში სასუქები ერთნაირ ეფექტს არ იძლევა, მაგალითად, საქართველოში ღარიბ ალუვიურ ნიადაგებზე სასუქები განსაკუთრებით მაღალ ეფექტს იძლევა. აღმოსავლეთ საქართველოში სასუქის ეფექტი, დასავლეთ საქართველოსთან შედარებით, რამდენადმე ნაკლებია. საკვები ნივთიერებებით მდიდარ ნიადაგებზე აღინიშნება სასუქების უარყოფითი მოქმედება.

შეამიწა ნიადაგების ზოგ სახესხვაობაზე და ნაყოფიერებით მათ მაგვარ ნიადაგებზე სასუქების გავლენით ხშირად ძლიერდება მცენარეთა დაავადება ქლოროზით.

საკვები ნივთიერებებით ღარიბ, ალუვიურ ნიადაგებზე 20 ტ/ჰა ნაკელის გამოყენებით მოსავალი დაახლოებით 20%-ით იზრდება, ხოლო შეამიწებზე 40 ტ/ჰა ნაკელის შეტანით მოსავალი 5,5%-ით მცირდება, ასევე 80 ტ/ჰა ნაკელის გამოყენება იწვევს მოსავლის 20%-ით შემცირებას. ნაკელის ნორმის მატებასთან ერთად მცენარეთა ქლოროზით დაავადება ძლიერდება.

ვაზის ზრდა-განვითარებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანული, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ნიადაგში ჩაკეთების სიღრმეს. მათ ჩაკეთება ნიადაგში ხდება პერიოდულად — 3—4 წელიწადში ერთ-

თხელ 35—45 სმ სიღრმეზე, მწკრივთაშორისებში, მწკრივის გამოტოვებით. ამ შემთხვევაში ვაზის ფესვთა სისტემა ორივე მხრიდან ერთდროულად არ ზიანდება. სხვა წლებში სასუქი შეაქვთ 18—20 სმ სიღრმეზე. სასუქის გამოყენების ასეთი მორიგეობა იწვევს ვაზის მოსავლიანობის 30—40%-ით გადიდებას. ეს ეფექტი ვლინდება იმ შემთხვევაში, როცა მცენარე კარგად არის უზრუნველყოფილი აზოტით.

მეტად რენტაბელურია ვენახში მწვანე სასუქების გამოყენება. ამ მიზნით აღმოსავლეთ საქართველოში ფართოდ იყენებენ ცხენის ცერცველას და მუხუდოს ნარევს, დასავლეთ საქართველოში — ლურჯ ხანჭკოლასა და სოიას. მათი თესვა ტარდება ადრე გაზაფხულზე მწკრივთაშორისებში; ხოლო ნიადაგში ჩაკეთება — აქტიური ყვავილობისას. დანარჩენი სიდერატების თესვა შემოდგომით (სექტემბერ-ოქტომბერში) ტარდება, მათი ნიადაგში ჩაკეთება — ადრე გაზაფხულზე, აქტიური ყვავილობის ფაზაში.

ვაზის ზრდა-განვითარებისათვის საუკეთესოა სუსტი მყავე, სუსტი ტუტე და ნეიტრალური ნიადაგები. ნიადაგის ჭარბი მყავიანობის შემთხვევაში ვაზი ცუდად იზრდება, ყურძენი დაბალი ხარისხისა მიიღება, ამიტომ საჭიროა ასეთი ნიადაგების მოკირიანება.

ნიადაგის თავისებურებათა და კლიმატური პირობების მიხედვით მევენახეობის აგროწესებით გათვალისწინებულია სასუქების გამოყენების შემდეგი ნორმები: ორგანული სასუქები — აღმოსავლეთ საქართველოში 20—30 ტ, დასავლეთ საქართველოში — 40—50 ტ/ჰა. მინერალური სასუქების ნორმა შეადგენს: აღმოსავლეთ საქართველოს ურწყავ რაიონებში N 45—120 P 60—120 K 60—100 კგ/ჰა; სარწყავ რაიონებში — N 60—160 P 60—120 K 60—100 კგ/ჰა, ხოლო დასავლეთ საქართველოს რაიონებში — N 90—180 P 90—150 K 60—120 კგ/ჰა.

ორგანული სასუქების შეტანა ხდება 3—4 წელიწადში ერთხელ, ფოსფორიანისა და კალიუმიანისა — აგროქიმიური კარტოგრამების მიხედვით, ხოლო აზოტიანი სასუქებისა — ყოველწლიურად.

აზოტიანი სასუქები ვენახში ორ ვადაში შეაქვთ. აზოტის საერთო ნორმის 2/3 ადრე გაზაფხულზე, წვენი მოძრაობის დაწყების წინ და 1/3 — ვაზის ყვავილობის დაწყების წინ ან მისი დამთავრებისას.

მინერალური სასუქების გარდა ვენახის გამოსაკვებად იყენებენ ნაკელის წუნწუხს.

უმჯობესია NPK-ს ხსნარის სახით გამოყენება. ამ წესით გამოყენებული სასუქები, ფხვნილის სახით შეტანილთან შედარებით, 15—20%-ით ზრდის ყურძნის მოსავალს. გამოკვებისათვის უკრაინის პირობებში იყენებენ 10—20, ზოგჯერ 30—50 კგ/ჰა თითოეულ საკვებ ელემენტს. ყირიმისა და საქართველოს პირობებში მათ საუკეთესო ნორმად მიჩნეულია — თითოეული საკვები ელემენტი 40—60 კგ/ჰა ანგარიშით.

გამოკვებისათვის სასუქის ნიადაგში შესატანად ხსნარის მოსამზადებლად შემდეგი რაოდენობით მინერალურ სასუქს იყენებენ: შარდოვანა — 0,2; ამონიუმის გვარჯილა — 0,3; ამონიუმის სულფატი — 0,4—0,5; ქლოროვანი კალიუმი — 0,3—0,5 და სუპერფოსფატი — 0,6—1,0 კგ 100 ლ წყალზე. ხსნარის სახით მცენარეთა გამოკვებას სავეგეტაციო პერიოდში 2—3-ჯერ ატარებენ.

ვენახის განოყიერებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მიკროსასუქებს. არის შემთხვევა, როცა ძირითადი სასუქები ეფექტს არ იძლევა ან უარყოფითად მოქმედებს ვაზის მიმართ, მიკროსასუქები კი იძლევა მაღალ ეფექტს. მათი გავლენით იზრდება არა მარტო ყურძნის მოსავალი, არამედ ნაყოფში შაქრის შემცველობაც 0,5-2,0%-ის ფარგლებში მატულობს.

მიკროსასუქების გამოყენება შეიძლება ნიადაგში შეტანის ან მცენარეზე შესხურების გზით, ზოგჯერ ორივე წესს იყენებენ. ქლოროზის განვითარების ზონებში მიკროსასუქები მხოლოდ ფესვის გარეშე კვების სახით უნდა გამოვიყენოთ. ნიადაგში შესატანი მიკროსასუქების რეკომენდებული ნორმებია; ბორი — 1—5, მანგანუმი — 3—10, თუთია — 3—8 და მოლიბდენი — 0,25—2,0 კგ/ჰა. მიკროსასუქების სისტემატიური გამოყენების შემთხვევაში მათი გამოყენების მესამე წლიდან, აღნიშნული ნორმა 2-ჯერ მცირდება.

მიკროსასუქების ნიადაგში შეტანა ხდება შემოდგომით, გაზაფხულზე ან ზაფხულში. მათი ნიადაგში თანაბრად განაწილებისათვის ურევენ მინერალურ სასუქებთან, მშრალ ნიადაგთან ან სილასთან.

ვენახის მსხმოიარე ნარგავბაში ფესვგარეშე გამოკვებისათვის იყენებენ დაბალი კონცენტრაციის ხსნარებს — 0,05-1%. შესხურება სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში 2—3-ჯერ ტარდება. მაღალ ეფექტს იძლევა ვაზის ყვავილობის წინ მიკროსასუქებით შესხურება. მცენარეთა ნორმალური განვითარების შემთხვევაში იყენებენ უფრო დაბალი კონცენტრაციის ხსნარებს, ამავე დროს ამცირებენ შესხურების ჯერადობას.

თუ ვაზს ერთდროულად რამდენიმე ელემენტი აკლია, უმჯობესია მათი ცალ-ცალკე შესხურება. პირველ რიგში ის მიკროელემენტი უნდა შევასხუროთ, რომელიც მეტად აკლია მცენარეს შემდეგ — კლებადი რიგის მიხედვით.

შრომის გაიოლებისა და ხსნარის ეკონომიის მიზნით მიკროსასუქები შეიძლება შევასხუროთ ბორდოს ხსნართან ან სხვა ქიმიურ პრეპარატებთან ერთად. ამ მიზნისათვის არ გამოდგება ისეთი ქიმიური პრეპარატები, რომლებიც მიკროსასუქების უხსნად მდგომარეობაში გადაყვანას გამოიწვევს.

ჩაის პლანტაციის განოჯიერება

ჩაი მცენარეთა იმ რიგს მიეკუთვნება, რომლის გავრცელება და წარმოება განსაზღვრულია ბუნებრივი პირობებით, ხოლო მის პროდუქციანზე საზოგადოებრივი მოთხოვნილება დიდია.

სსრ კავშირში ჩაი მოჰყავთ საქართველოს (დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონა), აზერბაიჯანისა (ლენქორან-ასტარის ზონა) და რუსეთის ფედერაციულ (კრასნოდარის მხარე) რესპუბლიკებში. 1988 წლისათვის სსრ კავშირში ჩაის პლანტაციების ფართობი შეადგენდა 79,8 ათას ჰა, ხოლო მწვანე ფოთლის საერთო მოსავალი—500,2 ათას ტ. აქედან საქართველოს წილად მოდის ჩაის პლანტაციების ფართობის 81,2% და ქვეყანაში დამზადებული ფოთლის 91,6%.

მეჩაიეობა ჩვენი ქვეყნის სოფლის მეურნეობის შედარებით ახალი დარგია. ჩაის სამრეწველო პლანტაციების გაშენება პირველად საქართველოში დაიწყო. ეს მოხდა მე-20 საუკუნის 30-იან წლებში. ჩაი დასავლეთ საქართველოს მცხოვრებთათვის ეროვნული კულტურა გახდა. აქ საზოგადოებრივი სექტორიდან და საკარმიდამო ნაკვეთებიდან მიღებულ შემოსავალში ჩაის წამყვანი ადგილი უკავია. ამიტომ დიდი ყურადღება ექცევა ჩაის პლანტაციების მოსავლიანობის გადიდების საკითხების მეცნიერულ შესწავლას, მათ შორის — განოჯიერების სისტემას.

საქართველოში ჩაის კულტურის აგროტექნიკის საკითხების მეცნიერული შესწავლა დაიწყო ჩაის სამრეწველო პლანტაციების გაშენებისთანავე. ამ ამოცანის გადაწყვეტა იტვირთა ჩაის მეურნეობის ინსტიტუტმა (ამჟამად ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანება), რომელიც 1930 წელს შეიქმნა ოზურგეთის საცდელი სადგურის ბაზაზე და მისმა ფილიალებმა (ჩაქვსა და ზუგდიდში). შემდგომში მათთან ერთად ჩაის აგროტექნიკის მეცნიერული სრულყოფის საკითხს ხელი მოჰკიდა საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო და საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის სასწავლო ინსტიტუტმა და სხვა სამეცნიერო ორგანიზაციებმა აზერბაიჯანის სსრში და კრასნოდარის მხარეში.

საქართველოში ჩაის სამრეწველო პლანტაციების გაშენებისთანავე აგროტექნიკის საკითხებთან ერთად დღის წესრიგის პირველ საკითხად დადგა ჩაის პლანტაციების განოჯიერების მეცნიერული შესწავლის აუცილებლობა. ეს ფაქტი ორი ძირითადი მიზეზით იყო გამოწვეული: 1. მოსავლის არსებული დონე ვერ აკმაყოფილებდა ქვეყნის მოთხოვნას; 2. ჩაის პლანტაციების განოჯიერების საკითხებზე როგორც ჩვენში, ისე უცხოეთში, არ იყო არავითარი გამოცდილება.

მართალია მაშინ, ქართველი მეცნიერებისათვის კარგად იყო ცნობილი სასუქის როლი მცენარეთა მოსავლიანობის გადიდების საქმეში, გან-

საკუთრებით დაბალი ნაყოფიერების ნიადაგებზე, მაგრამ ჩაის კულტურა ამ მიმართებით გამონაკლისს შეადგენდა. იმავე დროს დ. გედევანიშვილის, ტ. კვარაცხელიას, მ. საბაშვილისა და სხვათა შრომებით კარგად იყო ცნობილი ჩვენი სუბტროპიკული ნიადაგების ბუნება, განსაკუთრებით მათი დაბალი ნაყოფიერება.

ჩაის პლანტაციების განოყიერების სისტემის სწორად გადასაწყვეტად აუცილებელი გახდა მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებების შესწავლა. დადგინდა, რომ ჩაი მარადმწვანე მცენარეა, მრავალწლიანი, ძირითადად მწვანე მასის მომცემი. ჩაის საფოთლე პლანტაციაში მცენარეს ბუჩქის ფორმა უნდა მიეცეს. ამით აღვილდება მისი მოვლა-მოყვანა და შპალერზე მეტი მწვანე ზედაპირი წარმოიქმნება, იზრდება მოსავალი. ამ მიზნით მცენარის გასხვლა აღმოცენებიდან მესამე წელს იწყება და ყოველწლიურად ტარდება. გასხვლა ხელს უწყობს სავეგეტაციო პერიოდში მეტი რაოდენობით დუყების წარმოქმნას. ჩაის ფოთლის კრეფა ვეგეტაციის პერიოდში უნდა ჩატარდეს რამდენჯერმე. ჩაის მცენარე ვეგეტაციას იწყებს აპრილის ბოლოს და ნოემბრის დასაწყისამდე გრძელდება. სავეგეტაციო პერიოდში ჩაის-ბუჩქზე დუყების მოცლა ანუ ფოთლის კრეფა, პლანტაციის ყოველწლიურად გასხვლა იწვევს მცენარიდან ფიზიოლოგიურად დიდი მნიშვნელობის მქონე ნაწილების მოცილებას. მათ აღსადგენად მცენარეს დიდი ენერჯის დახარჯვა და ბევრი საკვები ნივთიერება ესაჭიროება.

ჩაის მცენარე მოითხოვს არეს მკავე რეაქციას და მის შეცვლას ვერ იტანს. ამიტომ ჩაის პლანტაციის გასაშენებლად ნიადაგი 80—100 სმ, სიღრმეზე აუცილებლად უნდა იყოს მკავე ან სუსტი მკავე (pH 4—5).

მექანიკური შედგენილობით არ უნდა იყოს მძიმე თიხნარი ან ქვიშა, წლის განმავლობაში თავისუფალი უნდა იყოს ჭარბი ტენისაგან. ჩაის პლანტაციის გასაშენებლად უვარგისია კარბონატული, ძლიერ ჩამორეცხილი და ქვა-ღორღიანი ნიადაგები.

ზემოთ აღვნიშნეთ, რომ 30-იან წლებამდე ჩვენში და უცხოეთში არ იყო ჩაის პლანტაციის განოყიერების არავითარი გამოცდილება. ამიტომ ამ საკითხის მეცნიერული შესწავლის დაწყება და მათი გადაწყვეტა გახდა ჩვენ მეცნიერების ხვედრი. ჩაისა და სხვა სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში (ანანუელი) ჩაის პლანტაციების განოყიერების შესასწავლად შეიქმნა მტკიცე ბაზა. მოხდა კადრების დასპეციალება. კარგმა ექსპერიმენტულმა ბაზამ და მაღალკვალიფიციტრებულმა სპეციალისტებმა უზრუნველჰყვეს ჩაის მცენარის ყვების ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული საკითხების სახელოვნად გადაწყვეტა. 30—40-იან წლებში ჩაის მცენარის განოყიერების შესასწავლად დაიწყო ფუნდამენტური ცდები. ჩსინიჭებება აზოტიანი, ფოსფორი-

ანი, კალიუმის და ორგანული სასუქების, ფორმებს, ნორმებს, შეტანის ვადებსა და წესებს. ეს ცდები ამჟამადაც გრძელდება. მათი ავტორები იყვნენ: მ. ბზიავა, თ. ბურჭულაძე, მ. გაბისონია, ი. გამყრელიძე, გ. გოლეთიანი, გ. გოძიაშვილი, ნ. დგებუაძე, ე. იოსავა, ა. მენაღარიშვილი, შ. ნაღარიშვილი, მ. ნამჩნევო, ი. საღოვსკი, გ. ურუშაძე, ე. ხაფავა და სხვ.

ჩაის მცენარის საკვები ელემენტებისადმი მოთხოვნილება. ჩაის პლანტაციის მოსავლიანობის გადიდება აგროტექნიკურ ღონისძიებათა კომპლექსზეა დამოკიდებული. ამ კომპლექსში წამყვანი ადგილი სასუქებს ეკუთვნის. ჩაის ბუჩქი დუყების წარმოსაქმნელად იყენებს საკვები ნივთიერებების გარკვეულ რაოდენობას. ეს ნივთიერებები ფიზიოლოგიური მნიშვნელობით მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. ამავე დროს ნიადაგიდან მცენარის მიერ მოსავლით საკვები ნივთიერების გამოტანა დამოკიდებულია მწვანე მასის მოსავალზე. რაც მეტია მოსავალი, მით მეტია გამოტანა. ჩაის ფოთლის მიერ გამოტანილი საკვები ნივთიერება ნიადაგს არ უბრუნდება, რაც იწვევს ნიადაგის საკვები ნივთიერებებით გაღარიბებას. აგროწესების მიხედვით განოყიერებული, კარგად მოვლილი პლანტაციიდან 1 ტ ჩაის ფოთლის მიერ ნიადაგიდან გამოიტანება საკვები ნივთიერებების შემდეგი რაოდენობა (კგ):

საკვები ნივთიერებები	სამფოთლიანი დუყი ხელით კრეფის პირობებში	ხარისბოვანი ფოთლი მქანისზებულად კრეფის პირობებში
აზოტი	12—13	8—9
ფოსფორი	2,9—3,0	0,8—0,9
კალიუმი	5—6	5
კალციუმი	0,7	1,4
მაგნიუმი	0,8—0,9	0,4

ჩაის მცენარე, გარდა დუყებისა, წარმოქმნის ფოთლებს, ღეროებს, ყვავილებს, თესლებსა და ფესვებს. მათი ფორმირებისათვის აუცილებელია საკვები ნივთიერებები, მაგრამ მათ შორის განოყიერების სისტემის დასადგენად არსებითი მნიშვნელობა აქვს მოსავლით გამოტანილი საკვები ელემენტების რაოდენობას. ფაქტობრივად მცენარე თითქმის 2-ჯერ მეტ საკვებ ნივთიერებებს იყენებს, ვიდრე მოსავალს გამოაქვს.

წითელმიწა ნიადაგებზე (ანასეული) სხვადასხვა ასაკის ჩაის პლანტაციაში წარმოებული ცდებით დადგენილია მცენარის მოთხოვნილება ცალკეული საკვები ელემენტისადმი (ცხრ. 110).

ცხრილი 110. ჩაის მცენარის მოთხოვნილება ძირითადი საკვები ელემენტების მიმართ

ვარიანტი	მ. გამოსონიას მონაცემები, 3 წლის საშუალო		ე. ცანაფას მონაცემები, 10 წლის საშუალო	
	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%
O	1306	100	1800	100
N	2538	194	1930	107
P	1245	95	1255	70
K	1112	85	1190	66
PK	1622	124	2740	152
NP	3872	296	4990	277
NK	2600	199	3440	191
NPK	3742	287	5990	333

ამ მონაცემებიდან ჩანს და სადღეისოდ დამტკიცებულად ითვლება, რომ დასავლეთ საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკების ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებში აზოტის მაღალი ეფექტი ელინდება პლანტაციის გაშენების წლიდან. ფოსფორის ეფექტი ასევე პირველსავე წლებში ელინდება, ხოლო კალიუმისა — პლანტაციის გაშენებიდან 10—15 წლის შემდეგ. მაგნიუმის, მანგანუმისა და სხვა მიკროელემენტების მკვეთრი ნაკლოვანება ძველ — 25—30-წლიანი და მეტი ასაკის პლანტაციებში აღინიშნება.

მართალია, ყველაზე მეტი რაოდენობით ჩაის მცენარეს მოსავლით აზოტი გამოაქვს, აზოტიანი სასუქი მაღალ ეფექტს იძლევა მაშინ, თუ მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაში ნიადაგი საკმარის რაოდენობით შეიცავს ფოსფორსა და კალიუმს. ამასთან ერთად, ფოსფორისა და კალიუმის ეფექტურობას განაპირობებს მცენარის აზოტით უზრუნველყოფა.

ჩაის ფოთოლში საკვები ნივთიერებების შემცველობა და შესაბამისად მოსავლით ნიადაგიდან მათი გამოტანა, ნიადაგში შეტანილი სასუქების რაოდენობასთან დაკავშირებით იზრდება. ამავე დროს ფოთოლში მათი დიდი რაოდენობით შემცველობა, განსაკუთრებით აზოტისა, ზოგჯერ უარყოფითად მოქმედებს პროდუქციის ხარისხზე. იგი იწვევს პროდუქციაში ცილების დაგროვებას.

ჩაის პლანტაციის განოყიერების თანამედროვე სისტემა ითვალისწინებს მინერალური (აზოტიანი, ფოსფორიანი კალიუმიანი, მაგნიუმიანი)

და ორგანული (ნაკელი, ტორფო-კომპოსტები, მწვანე სასუქები) სასუქების ერთობლივ გამოყენებას. განოყიერების საფუძველს წარმოადგენს ნიადაგის ნაყოფიერება, მცენარის ასაკი და მოსავლის დონე.

აზოტიანი სასუქები. აზოტიანი სასუქი განსაზღვრავს ყველა ასაკის ჩაის ბუჩქის ზრდასა და მოსავლიანობას. საკვები ნივთიერებებით უზრუნველყოფილ ნიადაგზე სრული მინერალური სასუქისაგან მიღებული ნამატი მოსავლის 80% აზოტის ხარჯზე მოდის. ამიტომ ჩაის პლანტაციის განოყიერების საქმეში აზოტიან სასუქს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება.

ჩაის პლანტაციის განოყიერებისათვის იყენებენ ამონიაკურ-ამონიუმის სულფატის, ამონიაკურ-ნიტრატულ-ამონიუმის გვარჯილას და ამიდური-შარდოვანა-ფორმის აზოტიან სასუქებს.

სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთათვის აზოტიანი სასუქების ფორმის შერჩევა დამოკიდებულია: აზოტის ფორმის მიმართ მცენარის ფიზიოლოგიურ მოთხოვნილებაზე, ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებზე და ამა თუ იმ ფორმის სასუქის ეფექტურობაზე.

ჩვეულებრივ, მცენარეთა აზოტით კვების წყაროს ამონიუმისა და აზოტმჟავას მარილები წარმოადგენს. დ. პრიანიშნიკოვის მიერ დადგენილია, რომ ამონიაკური აზოტი შეიძლება ისევე გამოიყენოს მცენარემ, როგორც ნიტრატული. ჩაის ბუჩქი არ წარმოადგენს გამონაკლისს მცენარეთა-საერთო ფიზიოლოგიური ქცევიდან. იგი იყენებს როგორც ნიტრატულ, ისე ამონიაკურ ფორმას. მაგრამ ამონიაკური აზოტი მეტი ინტენსივობით აღწევს ჩაის მცენარეში ვიდრე ნიტრატული, (ი. გამყრელიძე და სხვ.). გარდა ამისა, ნიტრატული აზოტი მეტი რაოდენობით გამოირეცხება ნიადაგიდან, ვიდრე ამონიაკური. ამიტომ ამონიაკური და ამიდური ფორმის სასუქს მეტი უპირატესობა ენიჭება.

10 წლამდე ასაკის ჩაის პლანტაციაში წითელმიწებსა (მ. გაბისონია) და ეწერებზე (შ. ნადარეიშვილი, ნ. დგებუაძე) საუკეთესო შედეგს იძლევა ამონიუმის სულფატი. მომდევნო წლებში იმის გამო, რომ იგი ნიადაგის ხსნარის გამჟავებას იწვევს, რამდენადმე ჩამოუვარდება ფიზიოლოგიურად ნაკლებად მჟავე ამონიუმის გვარჯილის ეფექტს. ეს მოვლენა უფრო მკვეთრად წითელმიწა ნიადაგებზე ვლინდება.

ხანგრძლივად განოყიერებულ ჩაის პლანტაციაში აზოტიანი სასუქის ფორმებისაგან მიღებული შედეგი მოტანილია 111-ე ცხრილში. ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ აგროწესებით რეკომენდებული აზოტიანი სასუქების ფორმები, გამოყენებული აგროტექნიკური ნორმით, სხვადასხვა ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებში ხანგრძლივად განოყიერებულ ჩაის პლანტაციაში, პრაქტიკულად ერთნაირ და მაღალ ეფექტს იძლევა. მიუხედავად ამისა, ძველ პლანტაციებში სადაც ნიადაგი ძლიერ დამჟავებულია, საჭიროა ამონიუმის გვარჯილის ან. შარდოვანას, ხოლო კოლხეთის დაბ-

ცხრილი 111. აზოტიანი სასუქის ფორმების გავლენა ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლიანობაზე*

ვარიანტი	წ ი ა ე ლ მ ი წ ა						სუბტროპიკულ ეწერი		გაეწარებული ყვითელმიწა	
	ვ. ცანავას მონ. ცემბი, ანაქელის, 15 წლის სასუქი		ი. მარშანიას და რ. კომახიძის მონაცემები, ლათვიის 15 წლის სასუქი		მ. გამისონიას და ანაქელის მონაცემები, 30 წლის სასუქი		მ. გამისონიას მონაცემები, ზუგდიდის 16 წლის სასუქი		ი. მარშანიას და მ. შარანგიას მონაცემები, ავსტრალიის 3 წლის სასუქი	
	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%
PK—ფონი	5857	100	6447	100	—	—	—	—	10941	100
PK+(NH ₄) ₂ SO ₄	9598	164	9255	143	5837	100	6769	100	13945	127
PK+NH ₄ NO ₃	10380	177	9225	143	6113	105	—	—	13265	121
PK+Co(NH ₂) ₂	9948	170	9255	144	6149	105	6791	100	13210	121
PR+NaNO ₃	—	—	—	—	4768	82	5719	94	—	—

ლობის პირობებში ყველა კატეგორიის ჩაის პლანტაციაში — ამონიუმის სულფატის გამოყენება.

მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით (მ. გამისონია, მ. ბზიავა, პ. თენეიშვილი, რ. კაჭარავა, ვ. ცანავა, ი. მარშანია, რ. კომახიძე, შ. შარანგია და სხვ.) დადგინდა, რომ აზოტიანი სასუქის გამოყენება გარკვეული ნორმით, მოსავლის მკვეთრ გადიდებას იწვევს (ცხრ. 112).

ამ მონაცემებიდან ნათლად ჩანს, რომ ხანგრძლივად განოყიერებულ მაღალმოსავლიან ჩაის პლანტაციაში განსხვავებულ ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებში მაღალ ეფექტს იძლევა 150—200, იშვიათად 200—300 კგ/ჰა აზოტის ყოველწლიურად გამოყენება. მათთან შედარებით, აზოტის უფრო გადიდებული ნორმები ან არ იწვევს მოსავლის სარწმუნო გადიდებას, ან ამჟღავნებს ტენდენციას მოსავლის შემცირებისაკენ.

აზოტიანი სასუქის ნორმის განსაზღვრისათვის ხელმძღვანელობენ ნიადაგში აზოტის პიდროლიზებადი ნაერთების (კრასნოდარის მხარე), მცენარის ასაკისა და მოსავლის დონის მაჩვენებლებით. ამ ბოლო დროს ასევე ყურადღება ექცევა ნიადაგიდან აზოტის სამეურნეო გამოტანას.

* ი. მარშანიას, რ. კომახიძის და შ. შარანგიას ცდებში ფოთლის კრეფა ტარდებოდა შექანიზებულად, მ. გამისონიასა და ვ. ცანავას ცდებში — ხელით.

ცხრილი 112. აზოტიანი სასუქის ნორმების გავლენა ჩაის ფოთლის მონახელთანობაზე

ვარიანტი	წითელმიწა						სუბტროპიკული ევერე		გაეწრებულვი ყვითელმიწა			
	ანაბელი, 10 წლის სა- შუალო, ვ. ცანავის მო- ნაცემები		ჩაქვი, 9 წლის ს.მ. ბ. გო- ძიაშვილის მონაცემები		ლაითური, 15 წლის სა- შუალო ი. მარშინის და რ. კობახიძის მონაცემ- ები		ზუგდიდი, 9 წლის საშუ- ალო. მ. გამისონიას მო- ნაცემები		იმერეთი, წყალტუბო, 6 წლის საშუალო, ვ. თენ- იშვილის მონაცემები		აფხაზეთი, აიგვარა, 3 წლის საშუალო, ი. გარ- შანიას და მ. შარანგის მონაცემები	
	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%
PK+ფონი	3805	100	4987	100	6449	100	2380	100	3267	100	10941	100
PK+N 100	5933	156	—	—	—	—	4210	177	4380	134	13838	126
PK+N 150	—	—	6875	138	—	—	4510	189	—	—	15034	137
PK+N 200	9145	240	7224	245	10025	155	5150	216	5854	179	14518	133
PK+N 300	10402	273	7338	147	9225	143	5490	231	5235	160	13400	122
PK+N 400	10533	277	—	—	9790	152	—	—	—	—	13400	122
PK+N 500	10610	279	5327	107	—	—	3760	158	—	—	—	—
PK+N 600	—	—	—	—	—	—	—	—	4611	141	—	—
PK+N 900	—	—	—	—	—	—	—	—	3600	110	—	—

ნიადაგში აზოტის ჰიდროლიზებადი ნაერთების შემცველობის ინდექსები ასეთია მგ 100 გ ნიადაგზე, 0—20 სმ ფენაში:

დაბალი შემცველობა < 20
 საშუალო (ოპტიმალური) შემცველობა 20—30
 მაღალი შემცველობა > 30

ნიადაგში აზოტის ჰიდროლიზებადი ნაერთების დაბალი და მაღალი შემცველობის პირობებში აზოტის ნორმას აღიღებენ ან ამცირებენ 30—50%-ის ფარგლებში.

აზოტიანი სასუქების ნორმა დიფერენცირებულია კლიმატური და ნიადაგური პირობების გათვალისწინებით. სოფლის მეურნეობის მომსახურების საკავშირო საწარმო-სამეცნიერო გაერთიანებისა და ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანების 1986 წლის რეკომენდაციით, ახალგაზრდა და სრულმოსავლი-

ანი პლანტაციების გასანოციერებლად გათვალისწინებულია აზოტის შემდეგი რაოდენობით გამოყენება (ცხრ. 113).

ცხრილი 113. აზოტის ნორმები ახალგაზრდა და ხრულმოსავლიანი ჩაის პლანტაციების გასანოციერებლად

ჩაისპეობა	ახალგაზრდა პლანტაცია		სრულმოსავლიანი პლანტაცია	
	მცენარის ასაკი, წელი	აზოტის ნორმა კგ/ჰა	მოსავალი ც/ჰა	აზოტის ნორმა კგ/ჰა
საქართველოს სსრ	1—3	100	< 50	200
	4—5	150	50—100	250
	6—7	200	101—150 > 151	300 350
აზერბაიჯანის სსრ	1—3	200	40—80	250
			80—100	300
			101—120	350
	4—10	300	> 121	400
	1—3	75	< 50	250
	150	51—100	300	
რსფსრ, კრასნოდარის მხარე	7—9	200	> 101	350

მაღალმოსავლიანი ჯიშებისა და კლონებისათვის, როცა მათი მოსავალი 50 ც/ჰა გადააჭარბებს, აზოტის ნორმა 50 კგ/ჰა-თი იზრდება.

113-ე ცხრილში მოტანილი აზოტის ნორმები ზღვრული ნორმებია. ამჟამად მიმდინარეობს ამ ნორმების გადახედვა შემცირებისაკენ — ზღვრულიდან ოპტიმალურამდე. განსაკუთრებით ჩაის ძველ პლანტაციებში, რომლებიც ხანგრძლივად ნოყიერდებოდა, აზოტიანი სასუქის ნორმის შემცირების მიზანია გარემოს გაქუჭყიანების შემცირება, მცენარის მიერ სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტის გადიდება და პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესება.

მოკმედი აგროწესების მიხედვით, აზოტიანი სასუქების შეტანის ვადები და წესი იცვლება სასუქის ფორმასთან დაკავშირებით. ამონიუმის სულფატი და შარდოვანა ყველა ასაკის ჩაის პლანტაციაში შეიტანება ერთჯერ 15 თებერვლიდან 1 აპრილამდე. თუ აზოტის ნორმა 300 კგ/ჰა აღემატება, მათი შეტანა წილადობრივ ტარდება: 60% — 15 თებერვლიდან 1 აპრილამდე და 40% — ივლისში. იმერეთის პროვინციაში ამონიუმის სულფატისა და შარდოვანას შეტანა 15 მარტისათვის უნდა დამთავრდეს.

ამონიუმის გეარჯილა ყველა კატეგორიის პლანტაციაში, მისი ყველა ნორმა შეიტანება წილადობრივად: 60% 1 მარტიდან 1 აპრილამდე

(უმჯობესია პრელი დოზის შეტანა ვეგეტაციის დაწყებისას), დანარჩენი 40% კი ივლისში.

ზრდადასრულებულ ჩაის პლანტაციაში, მძიმე გასხვლის წელს, აზოტიანი სასუქი შეიტანება ერთჯერ — ივნისის შუა რიცხვებში ან ივლისის შუა რიცხვებამდე. ამ შემთხვევაში სასუქის ნორმა შეადგენს სრული ნორმის მხოლოდ 60%. ნორმის დასადგენად ხელმძღვანელობენ გასხვლის წელს მიღებული მოსავლის დონით. ამ მიზნით იყენებენ ამონიუმის გვარჯილას ან ამონიუმის სულფატს.

4 წლამდე ასაკის ჩაის ახალგაზრდა პლანტაციაში აზოტიანი სასუქები შეიტანება ლენტისებურად, შპალერის ორივე მხარეს, 40 სმ-იან ზოლში. დანარჩენი ასაკის პლანტაციებში აზოტიანი სასუქები ნაწილდება მწკრივთა შორის, მთელ ფართობზე. ყველა ასაკის ჩაის პლანტაციაში აზოტიანი სასუქის შეტანა ხდება ფესვის ყელიდან 10 სმ დაშორებით, ხოლო ნიადაგში მათი ჩაქეთება აუცილებელია 5 სმ სიღრმეზე.

ფოსფორიანი სასუქები. ჩაის პლანტაციაში ხანგრძლივად მარტო აზოტის გამოყენება იწვევს მოსავლის დაცემას, ვლინდება ფოსფორით შიმშილის გარეგანი ნიშნები, ფოთლები სპეციფიკური — მუქი მწვანე ფერისა ხდება.

ჩაის პლანტაციის განოყიერებისათვის იყენებენ სუპერფოსფატს და ფოსფორიტის ფქვილს. ხანგრძლივად განოყიერებულ ძველ პლანტაციებში, ნიადაგის ხსნარის გამჟავებასთან დაკავშირებით, უპირატესობა ფოსფორიტის ფქვილს ენიჭება, ხოლო ახალგაზრდა პლანტაციებში, ასევე კოლხეთის დაბლობის პირობებში ყველა ასაკის პლანტაციებში — სუპერფოსფატს.

წითელმიწა და სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგები, რომლებზედაც ძირითადად გაშენებულია ჩაის პლანტაციები, ფოსფორმჟავას შთანთქმის მაღალი უნარით ხასიათდება. ამ უნარის მიხედვით განსაკუთრებით გამოირჩევა წითელმიწა ნიადაგები. ფოსფორმჟავას შთანთქმის მაღალი უნარის გამო, ნიადაგში შეტანილი ფოსფორიანი სასუქების ფოსფორის მჟავა სწრაფად განიცდის რეტროგრადაციას — გადადის ძნელად ხსნად ნაერთებად, ამიტომ ჩაის მცენარის ფესვთა სისტემისათვის ნაკლებად მისაწვდომი ხდება. თუმცა ჩაის ბუჩქი, როგორც მრავალწლიანი მცენარე, ძნელად ხსნადი ნაერთებიდან უკეთ იყენებს ფოსფორს, ვიდრე ყრუ-წლიანი მცენარეები. ამიტომ ფოსფორიანი სასუქების სისტემატური გამოყენებით ხდება ნიადაგში ფოსფორის დამაგრობა. იგი ხანგრძლივად მოქმედებს მცენარეზე. ამით აიხსნება ჩაის პლანტაციაში ფოსფორიანი სასუქების მაღალი შემდეგმოქმედება (გ. ურუშაძე, ვ. იოსაია და სხვ.).

ჩაი პლანტაციაში ფოსფორიანი სასუქების გამოყენებას საფუძვლად უდევს ნიადაგის აგროქიმიური გამოკვლევები — ფოსფორით ნიადაგის

უზრუნველყოფის ინდექსები (გ. ურუშაძე, ო. ონიანი, გ. გამყრელიძე და სხვ.). ნიადაგის ფოსფორით უზრუნველყოფის ინდექსები მოტანილია 114-ე ცხრილში.

ნიადაგში მოძრავი ფოსფორის შემცველობასთან დაკავშირებით, რეკომენდებულია P_2O_5 -ის შემდეგი ნორმებით გამოყენება (ცხრ. 115).

ცხრილი 114. ნიადაგის მოძრავი ფოსფორით უზრუნველყოფის ინდექსები (P_2O_5 , მგ 100 გ ნიადაგზე, 0—20 სმ ფენა)

ნიადაგის მოძრავი ფოსფორით უზრუნველყოფა	საქართველოს სსრ		აზერბაიჯანის სსრ	
	ონიანის მეთოდი	მაჩიგინის მეთოდი	ონიანის მეთოდი	მაჩიგინის მეთოდი
ძლიერ დაბალი	<15	<1	—	—
დაბალი	15—30	1—2	<15	<10
საშუალო-ოპტიმალური	30—50	2—3	15—30	10—20
მაღალი	>50	>3	>30	>30

ცხრილი 115. ფოსფორის ნორმა ჩაის პლანტაციის გასანოციებლად (კგ/ჰა)

ნიადაგის მოძრავი ფოსფორით უზრუნველყოფა	წითელმიწა	ენჭი
ძლიერ დაბალი	150	100
დაბალი	125	75
საშუალო-ოპტიმალური	75	50
მაღალი	არ შეიტანება	არ შეიტანება

მცენარის ფოსფორით უზრუნველყოფის მძლავრი ფონის შესაქმნელად ნარგაობის გაშენების წინ, ნიადაგის პირველადი დამუშავებისას, საჭიროა ფოსფორიანი სასუქის მელიორაციული ნორმის გამოყენება. ფოსფორიანი სასუქის შეტანა საჭიროა 45—50 სმ სიღრმეზე, სადაც განლაგებულია ფესვთა სისტემა. ამ შემთხვევაში P_2O_5 -ის ნორმა ფოსფორის ძლიერ დაბალი და დაბალი შემცველობის ნიადაგებზე შეადგენს: 500 კგ/ჰა, ხოლო საშუალოდ უზრუნველყოფილზე — 300 კგ/ჰა.

ნიადაგის პლანტაციების შემდეგ, ჩაის გაშენებამდე 2—4 წლის მანძილზე, ითვლება სასიდე რაციო მცენარეები, რომელთა გასანოციებლად პირველ წელს შეიტანება: წითელმიწებზე — 200—300, სხვა ნიადაგებზე — 100—200 კგ/ჰა P_2O_5 .

ჩაის პლანტაციის გაშენების წელს ფოსფორიანი სასუქის შეტანა ზდება ნიადაგის მოძრავი ფოსფორით უზრუნველყოფის დონესთან დაკავშირებით. ფოსფორიანი სასუქის ნორმა შეადგენს: წითელმიწებზე, მოძრავი ფოსფორის ძლიერ დაბალი და დაბალი შემცველობისას, არა ნაკლებ 500 და სხვა ნიადაგებზე — 300 კგ/ჰა P_2O_5 ; საშუალოდ უზ-

რუნველყოფის შემთხვევაში — წითელმიწებზე — 300 და სხვა ტიპის ნიადაგებზე — 200 კგ/ჰა P_2O_5 . ფოსფორის მაღალი შემცველობის პირობებში ფოსფორიანი სასუქი არ შეაქვთ.

ნიადაგში ფოსფორის დაბალი შემცველობისას ფოსფორიანი სასუქის ერთ ნორმას წარმოადგენს: ახალგაზრდა პლანტაციისათვის წითელმიწებზე — 80, ეწერზე — 60 კგ/ჰა, სრულასაკოვან პლანტაციებში წითელმიწებზე — 150 და ეწერზე — 100 კგ/ჰა P_2O_5 . მოძრავი ფოსფორის ძლიერ დაბალი შემცველობისას P_2O_5 აღნიშნული რაოდენობა 1,75-ჯერ იზრდება, ხოლო საშუალო შემცველობისას — 1,75-ჯერ მცირდება. ნიადაგში მოძრავი ფოსფორის მაღალი შემცველობისას ფოსფორიანი სასუქის შეტანა არ არის საჭირო.

კრასნოდარის მხარეში ჩაის ახალგაზრდა პლანტაციის გასანოყიერებლად ფოსფორიანი სასუქი შეაქვთ ყოველწლიურად, 1—2 წლიან ნარგაობაში 100, ხოლო 4—9 წლის ასაკის პლანტაციაში 120 კგ/ჰა. აზერბაიჯანის სსრ-ში ფოსფორიანი სასუქი ასევე ყოველწლიურად შეაქვთ 100 კგ/ჰა P_2O_5 ანგარიშით, ან ორ წელიწადში ერთხელ 200 კგ/ჰა.

საქართველოში, 1930 წლიდან დღემდე, მრავალი კვლევითი სამუშაოა ჩატარებული ჩაის პლანტაციაში ფოსფორიანი სასუქების რაციონალური გამოყენების საკითხებზე (გ. ურუშაძე, ვ. იოსავა, თ. ბურჭულაძე, ფ. დულაშვილი, ო. ონიანი, გ. გამყრელიძე, შ. ფუტყარაძე, გ. მარგველაშვილი, ე. გობრონიძე და სხვ.). ამ ცდებით დადგენილია ფოსფორიანი სასუქების მაღალი შემდგომი მოქმედება; ამავე დროს, ფოსფორიტის ფქვილის შემდგომქმედების უპირატესობა სუპერფოსფატთან შედარებით, განსაკუთრებით ხანგრძლივად განოყიერებულ ჩაის პლანტაციებში (ცხრ. 116).

ამ მონაცემებიდან ნათლად ჩანს, რომ პირდაპირი მოქმედების წლებში სუპერფოსფატის გავლენით უფრო იზრდება მოსავალი, ვიდრე ფოსფორიტის ფქვილის მოქმედებით, ხოლო შემდგომქმედების წლებში ფოსფორიტის ფქვილი აშკარად სჯობს სუპერფოსფატს. ამასთან ერთად, ფოსფორის მაღალი ნორმა, გამოყენებული 4—8 წელიწადში ერთხელ, უფრო ეფექტური აღმოჩნდა, ვიდრე დაბალი ნორმით მისი ყოველწლიური გამოყენება (ცხრ. 117).

ფოსფორიანი სასუქების ეფექტურობა დამოკიდებულია მათი ნიადაგში შეტანის ვადასა და წესებზე. დადგენილია, რომ ფოსფორიანი სასუქების ნიადაგში შეტანა ჩაის პლანტაციის ნიადაგის საზამთრო გადაბარვას უნდა დაემთხვას. ამავე დროს, იგი უნდა შეიტანონ რაც შეიძლება ღრმად — 15—20 სმ სიღრმეზე.

ფოსფორიანი სასუქები განსაკუთრებით მაღალ ეფექტს იძლევა ორგანულ სასუქებთან ერთად ან მის ფონზე შეტანისას.

ცხრილი 116. სუპერფოსფატისა და ფოსფორიტის ფქვილის გავლენა ჩაის პლანტაციის მოსავლიანობაზე

ვარიანტი	წითელმიწა ნიადაგი				ეწერი ნიადაგი			
	5 წლის პირ- დაპირი მოქ- მედება		20 წლის შემდეგ- მოქმედება		2 წლის პირ- დაპირი მოქ- მედება		6 წლის შემდეგ მოქ- მედება	
	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%
საკონტროლო (უსასუქო)	982	81	821	48	952	63	951	33
NK — ფონი	1210	100	1719	100	1511	100	2893	100
NK + სუპერფოსფატი	1430	118	3231	188	1559	103	3290	114
NK + ფოსფორიტის ფქვილი	1361	113	3475	202	1516	100	3457	119

ცხრილი 117. ფოსფორიანი ხასუქის ნორმების გავლენა ჩაის ფოთლის მოსავლიანობაზე

ვარიანტი	წითელმიწა ნიადაგი				ეწერი ნიადაგი			
	3 წლის პირდაპირი მოქმედება		25 წლის შემდეგი მოქმედება		4 წლის პირდაპირი მოქმედება		14 წლის შემდეგი მოქმედება	
	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%
საკონტროლო (უსასუქო)	944	80	1818	68	813	74	—	—
NK — ფონი	1185	100	2685	100	1106	100	3043	100
NK + P ₁₂₀	1294	109	3336	124	1107	100	3771	124
NK + P ₂₄₀	1347	114	4006	149	1120	101	3293	108
NK + P ₄₈₀	1536	130	4951	184	1124	102	3448	113
NK + P ₉₆₀	1543	130	5031	187	1208	109	3726	122

ფოსფორიანი სასუქების ეფექტურობას, განსაკუთრებით სუპერფოსფატისა, მკვეთრად ზრდის მისი ზოლისებრი ან ადგილობრივად ღრმად შეტანა.

ახალგაზრდა ჩაის პლანტაციაში ფოსფორიანი სასუქების შეტანა რეკომენდებულია ზოლში, მწკრივის ორივე მხარეს, ფესვის ყელიდან 10 სმ დაშორებით; ზოლის სიგანე უნდა იყოს 40 სმ. სრულსაკოვან პლანტაციებში ფოსფორიანი სასუქები შეიტანება ბუჩქის ყელიდან 10 სმ დაშორებით მწკრივთაშორისის მთელ ფართობზე.

კალიუმიანი სასუქები. ჩაის პლანტაციების ნიადაგები, განსაკუთრებით წითელმიწები, აზოტთან და ფოსფორთან შედარებით უფრო მდიდარია საერთო და მცენარისათვის მისაწვდომი კალიუმით. ამიტომ პლანტაციის გაშენების პირველ წლებში, როცა იგი გაშენებულია ყამირზე, კალიუმის ნაკლებობა არ იგრძნობა. იგი ვლინდება პლანტაციის გაშენებიდან 10—15 წლის შემდეგ. ჩაის ძველი ძლანტაციების კალიუმით შემშილის გარეგანი ნიშნები პირველად აღწერა გ. გოძიაშვილმა. იგი შემდეგში მდგომარეობს: ჩაის მცენარის ფოთლის ფირფიტას ყვითელი წერტილები უჩნდება, შემდეგ ფოთლის კიდეები ყავისფერი ხდება და იგრძნობა, რაც თანდათანობით ინაცვლებს კიდეებიდან ფოთლის შუა ნაწილისაკენ. კალიუმით მწვავე შემშილისას მწვანე რჩება მხოლოდ ყუნწის უმნიშვნელო ნაწილი. იწყება ფოთლების ინტენსიური ცვენა, განსაკუთრებით შემოდგომით. პლანტაციების ასეთი მდგომარეობის გამოსასწორებლად აუცილებელია კალიუმიანი სასუქების გამოყენება. ამ პირობებში გამოყენებული კალიუმიანი სასუქები 50%-მდე ადიდებს ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალს.

ჩაის პლანტაციების გასანაოციებლად ძირითადად იყენებენ ქლოროვან კალიუმს და კალიუმის 40%-იან მარილს.

ჩაის პლანტაციაში კალიუმიანი სასუქების გამოყენების საფუძველს წარმოადგენს ნიადაგის აგროქიმიური ანალიზი. ნიადაგის კალიუმით უზრუნველყოფის განსაზღვრისათვის დამუშავებულია ინდექსები (ცხრ. 118).

ც ხ რ ი 118. ნიადაგის გაცვლითი კალიუმით უზრუნველყოფის ინდექსები
(K₂O, მგ 100 გ ნიადაგზე, 0—20 სმ ფენაში)

ნიადაგის კალიუმით უზრუნველყოფა	საქართველოს სსრ		აზერბაიჯანის სსრ	
	ონიანის მეთოდი	მაჩიგინის მეთოდი	ონიანის მეთოდი	მაჩიგინის მეთოდი
ძლიერ დაბალი	<5	<15	—	—
დაბალი	5—15	15—25	<5	<10
საშუალო-ობტიმალური	15—25	25—35	5—15	10—20
მაღალი	>25	>35	>15	<20

კალიუმიანი სასუქის ობტიმალური ნორმის დასადგენად მხედველობაში მიიღება ნიადაგის გაცვლითი კალიუმით და მცენარის — კალიუმით უზრუნველყოფა, ნიადაგის ტიპი და პლანტაციის მოსავლიანობის დონე (ც/პა):

მოსავლის დონე	ზრდისა და მოსავლიანობის სტადიაში	მოსავლიანობისა და ზრდის სტადიაში	სრული მოსავლის სტადიაში
მაღალი	5—7	13—20	31—80
საშუალო	8—12	21—30	81—150

ამ მონაცემებსა და სასუქის საშუალო ნორმის შესწორების კოეფიციენტზე დაყრდნობით (ცხრ. 119), კონკრეტული პირობებისათვის, კალიუმის ნორმას ადგენენ. ამავე მონაცემებს იყენებენ ფოსფორისა და მაგნიუმის ნორმის დასადგენადაც.

ც ხ რ ი ლ ი 119. სასუქის საშუალო ნორმის შესწორების კოეფიციენტი

მოდრავი ფოსფორითა და კალიუმით ნიადაგის უზრუნველყოფის დონე	მოსავლის დონე	
	საშუალო	მაღალი
ძლიერ დაბალი	1,25	1,50
დაბალი	1,00	1,25
საშუალო-ობტიმალური	0,50	0,70
მაღალი	0,30	0,50

მაგალითად, ფოსფორით ნიადაგის ძლიერ დაბალი უზრუნველყოფის დროს (ცხრ. 114) და მოსავლის საშუალო დონის შემთხვევაში, 119-ე ცხრილში, მათ გადაკვეთაზე პოულობენ შესწორების კოეფიციენტს — 1,25. ამ რიცხვს ამრავლებენ სასუქის საშუალო ნორმაზე (ცხრ. 115) და ლებულობენ ფოსფორის დაზუსტებულ ნორმას კონკრეტული პირობებისათვის. მაგალითად, თუ P_2O_5 -ის საშუალო ნორმა 150 კგ/ჰა შეადგენს, მაშინ დაზუსტებული ნორმა იქნება $150 \times 1,25 = 190$ კგ/ჰა.

მოიყვანოთ მეორე მაგალითი. თუ ნიადაგი საშუალოდ უზრუნველყოფილია კალიუმით (ცხრ. 118) და მოსავალი მაღალია, ხოლო K_2O საშუალო ნორმა შეადგენს 100 კგ/ჰა და შესწორების კოეფიციენტი ამ შემთხვევაში უდრის 0,7 (ცხრ. 119), მაშინ კონკრეტული პირობებისათვის K_2O -ს დაზუსტებული ნორმა ტოლი იქნება $100 \times 0,7 = 70$ კგ/ჰა.

კალიუმთან სასუქის რაციონალურად გამოყენების პირობების დასადგენად დიდი მუშაობა ჩაატარა ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანებამ და მისმა ფილიალებმა (ი. გამყრელიძე, გ. გოძიაშვილი, გ. გოლეთიანი, ო. ონიანი, ბ. გოძიაშვილი, ო. დათუაძე, ნ. დგებუაძე, ლ. ნემსიწვერიძე და სხვ.). ამ ინსტიტუტის მონაცემებით კალიუმთან სასუქების ფორმები

წითელმიწა და იქვე ნიადაგებზე პრაქტიკულად ერთნაირად ზრდიან ჩაის ფოთლის მოსავალს (ცხრ. 120).

ც ხ რ ი ლ ი 120. კალიუმისანი სასუქის ფორმების გავლენა ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლიანობაზე

ვარიანტი	წითელმიწა ნიადაგი, 9 წლის საშუალო მოსავალი		ეწერი ნიადაგი, 10 წლის საშუალო მოსავალი	
	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%
N 300 P 150—ფონი	4606	100	3968	100
NP+K 120 KCl	4933	105	4276	108
NP+K 240 KCl	5278	112	4357	110
NP+K120 K ₂ SO ₄	4780	102	4418	111
NP+K240 K ₂ SO ₄	5489	117	4444	112

კალიუმისანი სასუქების ნორმების დასადგენად მრავალი ცდა ჩატარდა სხვადასხვა ნიადაგურ და კლიმატურ ზონაში.

ერთ ხანგრძლივ ცდაში კალიუმის გაზრდილი ნორმების გამოყენებამ, 21 წლის საშუალო მაჩვენებლებში გარკვეული ცვლილებები გამოიწვია (ცხრ. 121).

ც ხ რ ი ლ ი 121. კალიუმისანი სასუქის გაზრდილი ნორმების გავლენა ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლიანობაზე (ინანუელი, წითელმიწა ნიადაგი)

ვარიანტი	კგ/ჰა	%
უსასუქო	2301	49
NP — ფონი	4699	100
NP+K 100	4928	105
NP+K200	5388	115
NP+K300	5539	118
NP+K 400	5122	109
NP+K800	4949	105

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ კალიუმის მაღალმა ნორმებმა რამდენადმე შეამცირა ჩაის ფოთლის მოსავალი. მეორე ცდაში, რომელიც ტარდებოდა იქვე ნიადაგებზე, 7 წლის საშუალო მოსავალი კალიუმისანი სასუქის ნორმის შესაბამისად გაიზარდა (ცხრ. 122).

ც რ ი ლ ი 122. კალიუმის სასუქის გავრცელება ნორმების გავლენა
ჩაის მწვანე ფოთლის მოხალისობაზე
(ზუგდიდი, ეწერი ნიადაგი)

ვარიანტი	კგ/ჰა	%
უსასუქო	985	45
NP — ფონი	2207	100
NP+K 60	2327	105
NP+K 100	2408	109
NP+K 140	2536	115
NP+K180	2470	112
NP+K220	2626	119

ჩაის კულტურის აგროწესები ითვალისწინებს კალიუმის სასუქების გამოყენების შემდეგ სისტემას. პლანტაციის გაშენების წინ, ნიადაგის პლანტაციებისას შეიტანება 100—200 კგ/ჰა K_2O .

5 წლამდე ასაკის პლანტაციაში კალიუმის სასუქები შეაქვთ ყოველწლიურად, 100 კგ/ჰა K_2O ანგარიშით. 5 წელზე მეტი ასაკის პლანტაციებში კალიუმის სასუქები შეაქვთ 2 წელიწადში ერთხელ — 200 კგ/ჰა K_2O ანგარიშით.

კოლხეთის დაბლობის პირობებში ჩაის პლანტაციის გაშენებამდე, წინამორბედი კულტურების გასანოყიერებლად შეაქვთ 200 კგ/ჰა K_2O . ჩაის პლანტაციის გაშენების წლიდან, 5 წლის მანძილზე, ყოველწლიურად შეაქვთ 200 კგ/ჰა K_2O , შემდეგ წლებში ხდება კალიუმის იგივე ნორმის ორ წელიწადში ერთხელ შეტანა.

კალიუმის სასუქების შეტანა 5 წლამდე ასაკის პლანტაციებში რეკომენდებულია ლენტისებურად, 5 წელზე მეტი ასაკისაში — მწკრივთა-შორისების მთელ ფართობზე მობნევით. ორივე შემთხვევაში მათი შეტანა უმჯობესია ფესვის ყელიდან 20—25 სმ დაშორებით.

კალიუმის სასუქების ნიადაგში შეტანის საუკეთესო ვადა ნიადაგის საზამთრო დამუშავების დროს, 15—20 სმ სიღრმეზე. კალიუმის სასუქის შეტანა ხდება ფოსფორიან სასუქთან ერთად ნარევის სახით. თუ კარტოგრამით ფოსფორიანი სასუქის შეტანა საჭირო არ არის, მაშინ კალიუმის სასუქი ცალკე შეიტანება.

პლანტაციებში, სადაც ნიადაგის საზამთრო დამუშავება არ ტარდება, კალიუმის სასუქების ნიადაგში ჩაქეთება 5—8 სმ სიღრმეზე კულტივატორით ან თოხით ტარდება.

მაგნიუმიანი სასუქები. ჩაის პლანტაციაში აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის სასუქების სისტემატური გამოყენება ნიადაგის ამ ელემენტებით გამდიდრებას და მცენარის კვების რეჟიმის გაუმჯობესებას იწვევს. ამავე დროს, ამ სასუქების გავლენით, ძლიერდება ნიადაგიდან სხვა ელემენტების, მათ შორის მაგნიუმის გამოტანა. გარდა ამისა, ფიზიოლოგიურად მეავე მინერალური სასუქების სისტემატური გამოყენება, სუბტროპიკული ზონის მეავე ნიადაგების კიდევ უფრო შემყავებას იწვევს. ნიადაგის შემყავება ხელს უწყობს ნიადაგში მაგნიუმის მოძრაობას. ატმოსფერული ნალექები იწვევს მაგნიუმის გადანაცვლებას ნიადაგის ღრმა ფენებში და მაგნიუმით მცენარის უზრუნველყოფა ფერხდება. ამ პირობებში ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალი ეცემა, ვლინდება მაგნიუმით შიმშილის გარეგანი ნიშნები და აუცილებელი ხდება მაგნიუმის შემცველი სასუქების გამოყენება.

გ. გოძიაშვილმა საქართველოში არსებულ უძველეს ჩაის სამრეწველო პლანტაციაში (ჩაქვი, 1902 წელს გაშენებული პლანტაცია), სადაც წლების მანძილზე მოსავალი იყო 7—8 ტ/ჰა, შენიშნა მოსავლის მკვეთრი დაცემა 3—4 ტ/ჰა-მდე, დაადგინა ამ ფაქტის გამომწვევი მიზეზი — ნიადაგსა და მცენარეში მაგნიუმის ნაკლებობა და აღწერა მაგნიუმის შიმშილის გარეგანი ნიშნები წითელმიწებზე გაშენებულ ჩაის პლანტაციაში (1976 წელი): ძველი ფოთლები, განსაკუთრებით ბუჩქის ქვედა იარუსზე, ყვითლდება, ხოლო ახალგაზრდა ფოთლებს ნორმალური მწვანე შეფერვა აქვთ; ძველი ფოთლების ძარღვთაშორისებში ჩნდება მოზაიკური სიყვითლე (ძარღვთაშორისების ქლოროზი), ხოლო მათ ირგვლივ ფოთოლს ნორმალური შეფერვა აქვთ. ამით განსხვავდება იგი აზოტით შიმშილის გარეგანი ნიშნებისაგან. მაგნიუმით შიმშილის გარეგანი ნიშნები მკვეთრად, ზაფხულის მეორე ნახევარში ვლინდება.

ასეთ პლანტაციებში აუცილებელია მაგნიუმიანი სასუქების გამოყენება. იგი იწვევს ჩაის ფოთლის მოსავლის გადიდებას 10—15%-ით (ა. ბერიძე, ა. გაბისონია, გ. გოძიაშვილი, ბ. გოძიაშვილი, ო. დათუაძე და სხვ.).

დადგენილია, რომ მაგნიუმით ღარიბად ითვლება ჩაის პლანტაციების ისეთი ნიადაგები, სადაც მოძრავი მაგნიუმის შემცველობა 5—8 მგ-ზე ნაკლებია 100 გ ნიადაგზე, ხოლო მაგნიუმით ღარიბია ისეთი ჩაის მცენარეები, რომელთა ფოთოლში მაგნიუმის შემცველობა 0,3%-ს არ აღემატება.

ჩაქვის წითელმიწებზე გაშენებულ ჩაის ძველ პლანტაციაში, გ. გოძიაშვილის ცდებში, მაგნიუმის შემცველი სასუქების გამოყენებამ არსებითად გაადიდა ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალი (ცხრ. 123).

ცხრილი 123. მაგნიუმის შემცველი სასუქების გავლენა
ჩაის პლანტაციის მოსავლიანობაზე
(10 წლის საშუალო მოსავალი)

ვარიანტი	კგ/ჰა	%
NPK აგროწესებით — ფონი	3711	100
NPK+MgO 100 კგ/ჰა მზესუმზირას ნაცარი	5303	169
NPK+MgO 200 კგ/ჰა	4029	127
NPK+MgO 300 კგ/ჰა	4335	137
NPK+MgO 100 კგ/ჰა ამოშენიტი	3741	118
NPK+MgO 200 კგ/ჰა	4532	143
NPK+MgO 300 კგ/ჰა	4108	130

მაგნიუმის შემცველი სასუქების გამოყენებამ, განსაკუთრებით მზესუმზირას ნაცარმა, გამოიწვია არა მარტო ჩაის მოსავლიანობის გადიდება, არამედ ნიადაგის მკაფიანობის შემცირება, მოძრავი კალიუმით, კალციუმით და განსაკუთრებით მაგნიუმით გამდიდრება, მცენარეში (ფოთოლი) კალციუმის, მაგნიუმისა და კალიუმის შემცველობის მატება.

მაგნიუმისანი სასუქებიდან ჩაის პლანტაციების გასანოყიერებლად რეკომენდებულია ამოშენიტი და მაგნიამონიფოსფატი.

მაგნიუმისანი სასუქის ოპტიმალური ნორმა ჩაის პლანტაციაში შეადგენს 100 კგ/ჰა MgO ყოველწლიურად ან 200 კგ/ჰა ორ წელიწადში ერთხელ. მაგნიუმისანი სასუქების შეტანა იმავე ვადებსა და იგივე წესით ტარდება, როგორც ფოსფორიანი და კალიუმისანი სასუქებისა.

ურთსა და იმავე ნაკვეთზე ჩაის მცენარის ზანგრძლივი წარმოება, მისი მაღალი მოსავალი, ასევე ფიზიოლოგიურად მკაფიე სასუქების სისტემატური გამოყენება, ხელს უწყობს ძირითად საკვებ ელემენტებთან ერთად მოსავლით მიკროელემენტების გამოტანას, მათ გააქტიურებას და ნიადაგში ღრმად ჩარეცხვას, ნიადაგის გაღარიბებას მიკროელემენტებით და მცენარის მათი მომარაგების შეფერხებას, რაც იწვევს მოსავლის შემცირებას ძველ პლანტაციებში და პროდუქციის ხარისხის გაუარესებას.

ჩაის ძველ პლანტაციებში სპილენძის, თუთიისა და განსაკუთრებით მანგანუმისა და ბორის შემცველი სასუქების გამოყენება ჩაის პლანტაციის მოსავლიანობის ამაღლების, ნედლეულისა და პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესების აგროტექნიკურ ხერხს წარმოადგენს (ქ. თალაკვაძე,

ი. სარიშვილი, ლ. სარიშვილი, მ. ბზიავა, შ. ჯიბლაძე, ა. ბერიძე, ნ. ბერიძე, ლ. ბარაბაძე, გ. გომიაშვილი, შ. ჭანიშვილი, ვ. ლეყავა და სხვ.).

მანგანუმის ნაკლებობა ჩაის ძველ პლანტაციებში პირველად აღწერეს ი. სარიშვილმა და შ. ჯიბლაძემ, ბორისა — ქ. თალაკვაძემ, თუთიისა — მ. ბზიავამ და ლ. ბარაბაძემ, ხოლო სპილენძისა — ლ. ბარაბაძემ. მათ ცდებში მანგანუმის შემცველი სასუქების — მანგანუმის შლამის — 10—20 კგ/ჰა, ასევე ბორის შემცველი სასუქი — ბორის მკავას წარმოების ანარჩენი 8—10 კგ/ჰა, შეტანილი ნიადაგში ფოსფორიან და კალიუმიან სასუქებთან ერთად ნარევის სახით, იწვევს მოსავლის გადიდებას 10—12% -ით. სამწუხაროდ, ამ მნიშვნელოვანმა ღონისძიებამ ჯერჯერობით წარმოების პირობებში ფართო გავრცელება ვერ ჰპოვა.

ჩაის პლანტაციაში მანგანუმის ოპტიმალური ნორმის განსაზღვრისათვის ზელმძლვანელობენ ნიადაგში მოძრავი და მცენარეში საერთო მანგანუმის შემცველობის შემდეგი მაჩვენებლებით:

ნიადაგში მდებარე მანგანუმი, მგ 100 გ. ნიადაგზე	ფოთოლში საერთო მანგანუმი, %	მანგანუმის ნორმა, კგ/ჰა
<1	<0,1	15
1—4	0,1—0,15	10
5—8	0,16—0,2	5
>8	>0,20	არ შეიტანება.

ასეთი ინდექსები ჯერჯერობით არ არის დამუშავებული თუთიის, ბორის, სპილენძისა და სხვა მიკროელემენტების მიმართ, რასაც ყურადღება უნდა მიაქციონ ჩაის განოყიერების საკითხებზე მომუშავე სპეციალისტებმა.

ორგანული სასუქები. საქართველოს სუბტროპიკული ზონის ნიადაგების ძირითადი ტიპები — წითელმიწები და სუბტროპიკული ეწერები, რომლებზედაც გაშენებულია ჩაის პლანტაციები, ღარიბია ჰუმუსით. მათი ჰუმუსოვანი ფენა განლაგებულია ძირითადად 15—20 სმ სიღრმეზე. მ. ბზიავას გამოკვლევებით, ამ ნიადაგების ჰუმუსი ცუდი ხარისხობრივი მაჩვენებლებისაა — ფულვატური ტიპისაა. მასში ფულვომჟავები და არაჰიდროლიზებადი ნარჩენები 1,5—2-ჯერ მეტია, ვიდრე ჰუმინის მჟავა.

ჩაის ნიადაგების ჰუმუსით გამდიდრებას და მისი ხარისხობრივი მაჩვენებლების გაუმჯობესებას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს პლანტაციების მოსავლიანობის გასაზღვრებლად. ამავე დროს, მარტო ორგანული სასუქების გამოყენებით შეუძლებელია ჩაის მოსავლიანობის გადიდების

პრობლემის გადაწყვეტა: ჯერ ერთი, ორგანული სასუქების რესურსები განსაზღვრულია, მეორე — მათი გამოყენება სასუქის მასის დიდ მოცულობასთან დაკავშირებით — 50—100 ტ/ჰა — ძვირია. ამიტომ განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს მინერალური და ორგანული სასუქების სწორ შეთანაწყობას.

მართალია, დღეისათვის დამტკიცებულია, რომ 30—40 წლის მანძილზე მარტო მინერალური სასუქის გამოყენებით ჩაის პლანტაციის ნიადაგებში ჰუმუსის შემცველობა 2—2,5%-ით იზრდება (მ. ბზიავა, გ. გოძიაშვილი, გ. გოლეთიანი, მ. დარასელია და სხვ.) და უმჯობესდება ჰუმუსის ხარისხი — იზრდება ჰუმინის მყავას შეფარდება ფულვომჟავებთან შედარებით (მ. ბზიავა).

ჩაის პლანტაციის მოსავლიანობის გადიდების ძირითადი საშუალებაა მინერალური და ორგანული სასუქების ერთობლივი გამოყენება. მათი ცალ-ცალკე შეტანის ეფექტი ჩამოუვარდება ერთობლივი გამოყენების შედეგს. ეს ფაქტი კარგადაა ილუსტრირებული მ. ბზიავას ხანგრძლივ ცდაში (ცხრ. 124).

ც ხ რ ი ლ ი 124. მინერალური და ორგანული სასუქების გაყენა ჩაის ფოთლის მოსავლიანობაზე

ვარიანტი	პირდაპირი მოქმედების 2 წლის საშუალო		შემდგომქმედების 16 წლის საშუალო	
	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%
საკონტროლო (უსასუქო)	1348	100	1972	100
ტორფი	1497	111	2151	109
ნაკელი	1576	117	2331	118
მწვანე სასუქი	1468	109	2268	116
NPK	1739	129	2872	146
NPK+ტორფი	2002	148	3353	170
NPK+ნაკელი	2185	162	3539	179

ჩაის კულტურის აგროწესებით გათვალისწინებულია ნაკელის, ტორფოკომპოსტისა და მწვანე სასუქის გამოყენება. ორგანული სასუქების გამოყენება პირველ რიგში ხდება ჰუმუსით ღარიბ ნიადაგებზე, სადაც ჰუმუსის შემცველობა 0—15 სმ ფენაში 4%-ზე ნაკლებია. ორგანული სასუქები — ნაკელი, ტორფო-კომპოსტები შეიტანება 2 — 4 წელიწადში ერთხელ, მწვანე სასუქებიდან საუკეთესოა საშემოდგომო-საზამ-

თრო სიდერატები, პირველ რიგში — პარკოსანი მცენარეები. სიდერატები ითესება ახალგაზრდა, 4—5 წლის პლანტაციებში, ასევე ძველი პლანტაციების მიმედ გასხვლის წელს, ან სუსტად განვითარებულ პლანტაციებში — მწკრივში ან მობნევით. სასიდერაციო კულტურების ეფექტურობას განსაზღვრავს მათი მწვანე მასის მოსავალი, რომლის მისაღებად, რაც 20 ტ/ჰა უნდა აღემატებოდეს, აუცილებელია ჰუმუსით მდიდარ ნიადაგებზე 150 და ღარიბზე — 250 კგ/ჰა P_2O_5 და 100 კგ/ჰა K_2O შეტანა.

საშემოდგომო-საზამთრო სიდერატებად იყენებენ ლურჯ, ყვითელ, თეთრ (აღმოსავლური, იაპონური ან ადგილობრივი) ხანჭკოლას, 5 წლამდე ასაკის პლანტაციაში უმჯობესია ადგილობრივი თეთრი ხანჭკოლა.

სიდერატების თესლის თესვის ნორმა, აღმოცენების თანაბარი უნარის შემთხვევაში, იცვლება თესლის მასასთან დაკავშირებით. რაც უფრო მსხვილია თესლი, მით უფრო მეტია მისი თესვის ნორმა:

ყვითელი ხანჭკოლა	150 კგ/ჰა
ლურჯი ხანჭკოლა	160 კგ/ჰა
თეთრი, ადგილობრივი და აღმოსავლური ხანჭკოლა	— 200 კგ/ჰა.

მათი თესვის საუკეთესო ვადაა აგვისტოს პირველი ნახევრიდან 1 სექტემბრამდე. თეთრი ხანჭკოლა შეიძლება ვთესოთ აგვისტოს შუა რიცხვებიდან ოქტომბრის შუა რიცხვებამდე.

ნაკელის ნორმაა — 50, ხოლო ტორფო-კომპოსტისა (70—75% ტენის შემცველობისა) — 80—100 ტ/ჰა.

ორგანული ნივთიერებით ნიადაგის განოყიერება უმჯობესია დავიწყოთ პლანტაციის გაშენების წელს. ამ შემთხვევაში მინერალური სასუქების მოქმედების უკეთესი ფონი იქმნება.

ორგანული სასუქები უნდა შევიტანოთ ღრმად, 0—20 სმ ფენაში. მეტად ეფექტურია მათი შეტანა ფოსფორიან და კალიუმიან სასუქებთან ერთად, თუ მათ გამოყენებას ითვალისწინებს კარტოგრაფა. მწვანე სასუქების ნიადაგში ჩაკეთება უნდა ჩატარდეს მცენარის მასობრივი ყვავილობის ან პარკების რძისებრ ცვილისებრ სიმწიფის სტადიაში. ყველა სახის ორგანული სასუქი უნდა შევიტანოთ მთელ ფართობზე მობნევით, ნიადაგის საშემოდგომო-საზამთრო დამუშავებისას.

სადედე პლანტაციის განოყიერება. ჩაის პლანტაციის გაშენება ხდება თესლით ან კალმით გამრავლებული ნერგით. აქედან გამომდინარე, განოყიერების სისტემა ისე უნდა წარიმართოს, რომ პირველ შემთხვევაში მივიღოთ მეტი რაოდენობით მაღალი ხარისხის თესლი, მეორეში — კალამი.

მეტი რაოდენობით თესლის მისაღებად ჩაის პლანტაციას ანოყიერებენ ორგანული და მინერალური სასუქებით. ორგანული სასუქების გა-

მოყენება ხდება საფოთლე პლანტაციების ანალოგიურად. ფოსფორიანი და კალიუმისანი სასუქების შეტანა ტარდება იმ ანგარიშით, რომ ნიადაგში მათი მოძრავი ფორმების შემცველობა მაღალი იყოს. ამ მიზნით 5—7 წლიან პლანტაციაში ფოსფორიანი სასუქი შეაქვთ 150 კგ/ჰა ყოველწლიურად ან 300 კგ/ჰა 2 წელიწადში ერთხელ. შემდეგ წლებში ფოსფორიანი სასუქის შეტანა ხდება კარტოგრაამების მიხედვით. კალიუმისანი სასუქები ასევე კარტოგრაამის მიხედვით გამოიყენება. იგი შეიტანება მაშინ, როცა ნიადაგი არის საშუალოდ უზრუნველყოფილი ან ღარიბი K_2O -ით და გრძელდება მანამ, სანამ არ გახდება მაღალუზრუნველყოფილი.

აზოტიანი სასუქები გამოიყენება ყოველწლიურად. მისი ნორმა 5—7 წლის პლანტაციაში შეადგენს 100—150 კგ/ჰა, მეტი ასაკისაში — 250—300 კგ/ჰა.

ის სადღე მცენარეები, რომლებიც განკუთვნილია კალმების მისაღებად, უნდა განოყიერდეს აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის უფრო მაღალი ნორმით. ასეთ პლანტაციებში ნიადაგი ფოსფორითა და კალიუმით მაღალუზრუნველყოფილი უნდა იყოს, ამიტომ ფოსფორის ნორმა აღწევს 300, კალიუმისა — 200 კგ/ჰა. აზოტის ნორმა ცვალებადობს 300—400 კგ/ჰა ფარგლებში. აქ, ისევე, როგორც საფოთლე პლანტაციებში, ნაკელი ან ტორფო-კომპოსტი 4 წელიწადში ერთხელ გამოიყენება.

სადღე პლანტაციაში ორგანული და მინერალური სასუქების შეტანა. მათი ჩაკეთება წარმოებს იმავე ვადებში, იგივე ხერხითა და წესით, როგორც ფოთოლსაკრეფ პლანტაციაში.

კალმით გამრავლებული ჩაის სარგავი მასალის მისაღებად სასუქის გამოყენება საჭიროა დაკალმების დაწყებიდან სტანდარტული ნერგის მიღებამდე. კალმების ჩაწყობისას აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის ნორმა იანგარიშება 1 მ² ნიადაგზე ან 1000 კალამზე. იგი შეადგენს: 0,5 კგ ამონიუმის გვარჯილას ან 0,4 კგ შარდოვანას, 1,5 კგ სუპერფოსფატს და 0,2 კგ ქლოროვან კალიუმს.

სუპერფოსფატი და ქლოროვანი კალიუმი შეიტანება ნარევის სახით ცელოფანის ტომრების სუბსტრატით შევსებისას. აზოტიანი სასუქი წლის მანძილზე 3—4-ჯერ შეიტანება. ვეგეტაციურად გამრავლებული ნერგების დაფესვიანების შემდეგ პირველი გამოკვება უმჯობესია რთული სასუქით — ამოფოსით, ნიტროამოფოსით — ჩატარდეს. გამოკვებისათვის 0,5 კგ ამოფოსს და 0,25 კგ ქლოროვან კალიუმს ხსნიან 15 ლ წყალში, იგი შეესაბამება 1000 ნერგის ნორმას. მეორე გამოკვებისათვის იყენებენ ამონიუმის გვარჯილას — 0,5 კგ ან შარდოვანას 0,35 კგ 15 ლ წყალზე. პირველი ორი გამოკვებისათვის 1000 მცენარეზე გამოიყენება

0,3 კგ ნიტროამოფოსი 0,25 კგ ქლოროვან კალიუმთან ერთად. მესამე გამოკვებისათვის მხოლოდ 0,5 კგ ამონიუმის გვარჯილა ან 0,35 კგ შარლოვანა გამოიყენება.

ციტრუსების ხალის განოქიერება

ციტრუსები მარადმწვანე მცენარეებია. ამჟამად ციტრუსები მოჰყავთ სუბტროპიკული და ტროპიკული ზონის 92 ქვეყანაში, სადაც მათი არსებობის ნორმალური ბუნებრივი პირობებია.

ციტრუსები ყველა ნიადაგზე იზრდება, გარდა ჰიდრომორფული ნიადაგებისა. მაგრამ ეს ფაქტი არ წარმოადგენს იმის მტკიცებას, თითქოს ციტრუსები ნიადაგური პირობების, განსაკუთრებით მისი ნაყოფიერების მიმართ მომთხოვნი არ იყოს.

ციტრუსები მოჰყავთ როგორც უხვნალექიან, ისე მცირე ნალექებიან ქვეყნებში, მაგრამ ამ შემთხვევაში მიმართავენ მორწყვას. ამავე დროს, ნიადაგში ტენის როგორც სიჭარბე, ისე ნაკლებობა უარყოფითად მოქმედებს მცენარეებზე.

ციტრუსები უხვად მსხმოიარე მცენარეებია. ისინი ერთი და იმავე ნაკვეთზე დიდხანს იზრდებიან. ყოველწლიურად მოსავლით ნიადაგიდან გამოაქვთ საკვები ნივთიერებები და აღარბებენ ნიადაგს. ამიტომ მაღალი და მყარი მოსავლის მიღება სასუქების გამოყენების გარეშე შეუძლებელია.

მეციტრუსეობის მსოფლიო რაიონებში, სადაც ნიადაგური და კლიმატური პირობები ციტრუსებისათვის ხელსაყრელი არ არის, მათი მაღალი მოსავლის მისაღებად დიდი რაოდენობით დანახარჯებს ეწვევიან ნიადაგში კვების, ტენისა და ჰაერის ოპტიმალური რეჟიმის შესაქმნელად.

მსოფლიო მეციტრუსეობის ყველა ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებში სასუქის მაღალი ეფექტი დადგენილია. ამავე დროს ყველა პირობებისათვის აზოტიანი სასუქების ეფექტურობა მაღალია, ფოსფორიანი, კალიუმისა და მაგნიუმის სასუქები მაღალ ეფექტს იძლევა მაშინ, როცა ნიადაგში მათი შესატვისებელი ნაერთები მცირეა.

ორგანული სასუქები (ნაკელი, ტორფო-კომპოსტები) აუმჯობესებენ ნიადაგის თვისებებს და ქმნიან მინერალური სასუქების მოქმედებისათვის საუკეთესო ფონს. საშემოდგომო-საზამთრო სიდერატები (სუბტროპიკულ ზონაში) აუმჯობესებენ ნიადაგის ფიზიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებს, ამდიდრებენ ნიადაგს აზოტით, ამავე დროს, შემოდგომასა და ზამთარში კონკურენციას უწევენ ძირითად კულტურას (ციტრუსებს) საკვები ელემენტებისა და წყლის მიმართ, რითაც ხელს უწყობ

ზენ ციტრუსების იძულებით გადასვლას შესვენების ფაზაში, რაც თავის მხრივ, ხელს უწყობს ყინვაგამძლეობის გაზრდას.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, ნათელია, რომ ციტრუსების ბალის პროდუქტიულობა, პირველ რიგში, დამოკიდებულია მცენარეთა მინერალური კვების ოპტიმიზაციაზე.

ციტრუსების განოყიერების ქვეშ ივლისსებმა: სასუქის გამოყენება ბალის გაშენების წინ, ასევე ახალგაზრდა არამოსავლიანი (5 წლამდე ასაკის), ახალგაზრდა მოსავლიან (5—10 წლის) და მოსავლიან (10 წელზე მეტი ასაკისა) ბაღებში ნიადაგის განოყიერება.

განოყიერების სწორი სისტემის ასაგებად თითოეული რგოლი საჭიროებს დიფერენცირებულ მიდგომას. გასათვალისწინებელია ნიადაგის ნაყოფიერება, კლიმატური პირობები, მცენარეთა სახეობრივი და ჯიშობრივი შედგენილობის დამოკიდებულება კვების პირობებისადმი, ზრდის ეტაპების (პერიოდების) მიხედვით, რასთან დაკავშირებითაც იცვლება ვარჯის ფორმა და მოცულობა, ფესვის ვერტიკალური და ჰორიზონტალური მიმართულებით გავრცელება (კვების მოცულობა), ჩონჩხისა და შემოსავლი ტოტების შეფარდება, მოსავალი მისი ხარისხი და სხვ.

ციტრუსების ზრდის, მსხმოიარობისა და მინერალური კვების თავისებურებანი. ციტრუსების ზრდა, მსხმოიარობა და მინერალური კვება დამოკიდებულია ამ კულტურათა რიგ ბიოლოგიურ თავისებურებებზე, როგორცაა მიწისზედა ნაწილების ზრდის ბიოლოგია, ფესვთა სისტემის აღნაგობის სპეციფიკურობა და ცხოველმყოფელობა, მაკრო და მიკროელემენტების მიმართ მაღალი მოთხოვნილება. ეს თავისებურებანი განსაზღვრავენ ციტრუსების ბაღში სასუქების გამოყენების თეორიასა და პრაქტიკას.

სიცოცხლის მანძილზე დამახასიათებელი ასაკობრივი ეტაპების ან პერიოდების მიხედვით ციტრუსები გამოწილი არ არის. მათთვისაც დამახასიათებელია სამი პერიოდი: ვეგეტაციური ნაწილების გაძლიერებული ზრდის, ზრდისა და მსხმოიარობისა და ჩონჩხის ტოტების მასობრივი ზმობის. ამ პერიოდების შესაბამისად იცვლება საკვები ნივთიერებებისადმი მცენარის მოთხოვნილება.

მსოფლიოს ციტრუსების მწარმოებელ ძირითად რაიონებში ციტრუსების ყველა სამრეწველო ჯიშს წლის მანძილზე გააჩნია ზრდის ორი ციკლი — გაზაფხულისა და ზაფხულის. პირველი ციკლი ნორმალურ პირობებში წარმოადგენს ვეგეტაციური და რეპროდუქტიული ორგანოების ზრდის შეთანაწყობას, მეორე — ძირითადად ვეგეტაციური ზრდისა (ტ. კვარაცხელია, პ. სმიტი, ვ. როიტერი).

დასავლეთ საქართველოს პირობებში ლიმონ ქართულს და მეიერს გააჩნდა ზრდის 3 ტალღა, ზოგ წლებში ოთხიც. ფორთხალ ვაშინგტონ-

ნაველს და მანდარინ ფართოფოთლოვან უნშიუს მკვეთრად აქვთ გამო-
სახული ზრდის ორი ტალდა, ახალგაზრდა მცენარეებს ზოგჯერ მესამე
ზრდაც ახასიათებთ (გ. ნადარაია, ი. ლომია, ი. მარშანია და სხვ.).

ციტრუსების მიწისზედა ნაწილების ზრდის ბიოლოგიური თავისე-
ბურებიდან გამომდინარე, აგროტექნიკის ამოცანაა მინერალური კვების
გაძლიერება პირველ პერიოდში — ვარჯის ფორმირების დაჩქარება.
შემდგომ პერიოდში სასუქის, განსაკუთრებით აზოტიანის, გამოყენება
ზრდის ტალღების დაწყების წინ.

ციტრუსების ფესვს გააჩნია სპეციფიკური აღნაგობა. ციტრუსები
მიეკუთვნება მიკოტროფული ტიპის კვების მცენარეებს. მათი კვება
მიმდინარეობს ფესვებზე დასახლებული სოკოების მონაწილეობით (სიმ-
ბიოტროფიზმის ერთ-ერთი ფორმა). ციტრუსებს პრაქტიკულად არ გა-
აჩნია ფესვის ბუსუსები. მათი ფესვები უნდო (სოკოების ჰიფები ფეს-
ვის უჯრედის შიგნითაა შექრილი) და ექტოტროფული (სოკოების ჰი-
ფები გარედანაა შემოხვეული და შექრილია პირველადი ქერქის უჯ-
რედშორისებში) მიკორიზულია. მიკორიზას (სოლო ფესვი) არსებობა ხელს
უწყობს ძნელადხსნადი ნაერთებიდან ფოსფორისა და სხვა ელემენტების
შეთვისებას. ამავე დროს განსაზღვრავს ციტრუსების მაღალ მოთხოვნი-
ლებას ნიადაგში, წყლისა და ჰაერის მიმართ. მათი რეგულირება აგრო-
ტექნიკის ძირითადი ამოცანაა. მას აღწევენ ორგანული სასუქების, განსა-
კუთრებით სიდერატების გამოყენებით, ქიმიური მელიორაციის, მორწყუ-
ვისა და დაშრობის ღონისძიებათა ჩატარებით.

ნიადაგის ბუნებრივი ნაყოფიერების პირობებში შეიძლება ციტრუ-
სების აღზრდა, მაგრამ მყარი და მაღალი მოსავლის მისაღებად ყოველ-
თვის საჭიროა სასუქების გამოყენება. ციტრუსები გაცილებით უფრო
ძლიერად რეაგირებენ მაკრო და მიკროელემენტების დეფიციტზე, ვიდ-
რე სხვა ფოთოლმცენი და მარადმწვანე ხეხილოვანი მცენარეები. ამი-
ტომ მსოფლიო მეხილეობის პრაქტიკაში ნიადაგის ნაყოფიერების შესა-
ფასებლად ციტრუსებს ხშირად იყენებენ, როგორც მცენარე-ინდიკა-
ტორს.

ციტრუსების ნაყოფი შეიცავს მინერალურ მარილებს, ორგანულ
მჟავებს, შაქრებსა და ვიტამინებს. ამიტომ მათი ნაყოფები მეტად ძვირ-
ფასია, როგორც სამკურნალო-დიეტური თვისებების მქონე ხილი. ამით
აიხსნება ციტრუსების ნაყოფებზე მოსახლეობის დიდი მოთხოვნილება.
მეორე მხრივ, ციტრუსები უმნიშვნელოვანესი სასოფლო-სამეურნეო
კულტურაა; რადგანაც მათი გავრცელება განსაზღვრულია ნიადაგური
და კლიმატური პირობებით. ამიტომ ციტრუსების მოყვანის აგროტექ-
ნიკის ძირითადი ამოცანა მდგომარეობს ბალის მოსავლიანობის გადი-
დებაში. ამასთან დაკავშირებით, ციტრუსების ბალის აგროტექნიკაში
მნიშვნელოვანი ადგილი აქვს დათმობილი სასუქების გამოყენებას.

ციტრუსები იმავე საკვებ ელემენტებს იყენებენ, რომლებიც იკვებებიან სხვა უმაღლესი მცენარეები. მაგრამ ციტრუსების ინტენსიური კულტურის პირობებში, ხშირად, ნიადაგში ერთდროულად ელინდება რამდენიმე საკვები ელემენტის ნაკლებობა.

ციტრუსების განოციერების საქმეში ცალკეული საკვები ელემენტის როლის შესაფასებლად დიდი მნიშვნელობა აქვს ელემენტის იმ რაოდენობის ცოდნას, რომელიც გამოიტანება ნიადაგიდან მოსავლით. გ. ურუშაძის ადრეული გამოკვლევებით, 50 ტ/ჰა საშუალო მოსავლიანობისას, მანდარინის ნაყოფს ნიადაგიდან გამოაქვს: აზოტი — 75, ფოსფორი — 30 და კალიუმი — 125 კგ.

უცხოელი მკვლევარები პ. სმიტი და ვ. როიტერი მიუთითებენ, რომ ყოველი ტონა ფორთოხლის ნაყოფს ნიადაგიდან გამოაქვს: აზოტი — 1,182; ფოსფორი — 0,276, კალიუმი — 2,263, კალციუმი — 1,056, და მაგნიუმი — 0,201 კგ; ფლორიდის პირობებში: აზოტი — 1,398; ფოსფორი — 0,161; კალიუმი — 1,961; კალციუმი — 0,503 და მაგნიუმი — 0,211 კგ.

საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტის აგროქიმიისა და ზოგადი მიწათმოქმედების კათედრის მიერ მანდარინზე (ი. მარშანია, ჯ. წოწონავა, თ. ჩაჩიბაია), ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველზე (ი. მარშანია, ზ. მიქელაძე), და ლიმონზე (ი. მარშანია, შ. ბეალავა) 1973—1986 წწ. ჩატარებული ცდებით დადგენილია ნიადაგიდან ყოველი ტონა ნაყოფის მიერ საკვები ელემენტების გამოტანის შემდეგი მაჩვენებლები (ცხრ. 125):

ცხრილი 125. საკვები ელემენტების შემცველობა ციტრუსების ნაყოფის 1 ტონაში (კგ ნედლ მასაზე) *

კულტურა	ვარიანტი	აზოტი	ფოსფორი	კალციუმი	კალიუმი	მაგნიუმი	სულ	
							კგ	%
ლიმონი ქართული	უსასუქო	1,49	0,51	2,59	0,67	0,12	5,38	100
	NPK	1,87	0,60	2,77	0,69	0,24	6,17	115
ფორთოხალი ვაშინგტონ-ნაველი	უსასუქო	1,67	0,41	1,64	0,79	0,12	4,63	100
	NPK	1,80	0,59	1,95	0,98	0,14	5,46	118
ლიმონი მეიერი	უსასუქო	1,37	0,53	2,08	0,38	0,12	4,48	100
	NPK	1,79	0,57	2,12	0,45	0,15	5,08	113
მანდარინი ფართოფოთლიანი უნშიუ	უსასუქო	1,11	0,22	1,66	0,82	0,09	3,90	100
	NPK	1,18	0,25	1,77	1,07	0,09	4,36	112

* მანდარინი — 3 მინდვრის ცდის 6 წლის საშუალო, მცენარეთა ასაკი — 5—10, 10—15 და 18—23 წელი; ფორთოხალი და ლიმონი — 3 წლის საშუალო, მცენარეთა ასაკი 5—7 წელი.

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ ნიადაგიდან ყოველი ტონა ნაყოფით მეტი რაოდენობით საკვები ნივთიერება გამოიტანება ლიმონ ქართულის მიერ, შემდეგ კლებადი რიგის მიხედვით მოდის ფორთოხალი ვაშინგტონ-ნაველი, ლიმონი მეიერი და მანდარინი ფართოფოთლიანი უნშიუ. მეორე მხრივ, NPK-ს გამოყენება აძლიერებს ნიადაგიდან არა მარტო აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის გამოტანას, არამედ ისეთი ელემენტებისაც, რომლებიც ნიადაგში არ შეიტანებოდა, მაგალითად, კალციუმი და მაგნიუმი.

ნიადაგიდან ნაყოფით საკვები ელემენტების გამოტანა არსებითად ცვალებადობს ამინდის პირობებთან დაკავშირებით. მაგალითად, ისეთ წლებში, როცა სავეგეტაციო პერიოდში ნალექები ნორმის ფარგლებშია და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 4500° აღემატება, საკვები ელემენტები მეტი რაოდენობით გამოიტანება. არის მეორე შემთხვევა, როცა ნაყოფის მომწიფების წინ (ოქტომბერ-ნოემბერი) დიდი რაოდენობით ნალექი მოდის, ნაყოფში მეტი რაოდენობით საკვები ელემენტი გროვდება და სხვ. საკვები ელემენტების შემცველობაზე ნაყოფში დიდ გავლენას ახდენს სასუქების გამოყენება, განსაკუთრებით მაღალი ნორმები.

ნიადაგიდან მოსავლით საკვები ელემენტების გამოტანა არ განსაზღვრავს მცენარის უზრუნველყოფას საკვები ნივთიერებებით. ვეგეტაციური და გენერაციული ორგანოების — ნაზარდების, ფოთლების, ყვავილის, ნასკვის, ფესვებისა და სხვ. შესაქმნელად თითქმის იმდენივე საკვები ნივთიერება ესაჭიროება, რამდენიც მოსავლით გამოაქვს, მაგრამ მოსავლის შედგენილობაში შემავალი საკვები ნივთიერება არ უბრუნდება ნიადაგს, ხოლო სხვა ორგანოების შედგენილობაში შემავალი უბრუნდება და მცენარე მას იყენებს კვებისათვის.

გარდა ამისა, მხედველობაშია მისაღები საკვები ნივთიერებების მცენარისათვის ძნელად მისაწვდომ ფორმაში გადასვლა (ქიმიური და ბიოლოგიური შთანთქმა), მაგრამ დროთა განმავლობაში ისიც მცენარის კვებისათვის მისაწვდომი ხდება.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს საკვები ნივთიერებების დანაკარგს ჩარეცხვისა და აქროლების გზით. ეს დანაკარგები მოსავლის გამოტანილი საკვები ნივთიერებების რაოდენობასთან ერთად, განსაზღვრავს ნიადაგის გაღარიბებას, მათი ნიადაგში დაბრუნება კი — მცენარის ზრდისა და მოსავლიანობისათვის კვების პირობების შექმნას.

ციტრუსების ნაყოფებით, ნიადაგიდან გამოტანილი საკვები ნივთიერებებიდან ყველაზე მეტი გამოიტანება კალიუმი (36—47%), შემდეგ აზოტი (27—36%) და კალციუმი (11—24%), მათი ჯამი ბევრად აღემატება ფოსფორის, მაგნიუმის, გოგირდის, რკინის, ბორის, მანგანუმის, სპილენძისა და ალუმინის ჯამს.

საბჭოთა კავშირში ციტრუსები მოჰყავთ საქართველოში, აზერბაიჯანში, კრასნოდარის მხარესა და ტაჯიკეთში (ტრანშეის კულტურა).

ციტრუსებს საქართველოში მრავალსაუკუნოვანი ისტორია გააჩნია. სასუქების გამოყენების მეცნიერული შესწავლა პირველად სწორედ საქართველოში დაიწყო, შემდეგ ამ საკითხს ხელი მოჰკიდეს კრასნოდარის მხარესა და აზერბაიჯანში.

ციტრუსების განოყიერების საკითხებზე პირველი ცდები დაიწყო დოც. მ. ტაბლიაშვილმა 1928 წელს (ჩაქვი). 1934 წელს ამ საკითხზე მუშაობა დაიწყო სოკის საცდელ სადგურში (ამჟამად სამრეწველო მეყვავილეობის სამთო მეხილეობის საკავშირო სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანება).

ციტრუსების განოყიერების საკითხების მეცნიერულ შესწავლას დიდ-ად შეუწყო ხელი ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო ინსტიტუტის შექმნამ (1930 წ., ანასეული, ამჟამად ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანება) და ჩაქვსა და სოხუმში მისი ფილიალების შექმნამ. აქამდე, და განსაკუთრებით ამ პერიოდის შემდეგ, ციტრუსების განოყიერებაზე კვლევითი მუშაობა ტარდებოდა ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში, აფხაზეთის სოფლის მეურნეობის საცდელ სადგურში (ამჟამად ნ. ვავილოვის სახელობის სუბტროპიკული კულტურების სოხუმის საცდელი სადგური). საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო და საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის სასწავლო ინსტიტუტების აგროქიმიის კათედრებზე.

მ. ტაბლიაშვილის გამოკვლევებიდან დაწყებული დღემდე, ლიტერატურაში ბევრი ექსპერიმენტული მონაცემი დაგროვდა ციტრუსების ბაღში სასუქების მაღალი ეფექტურობის შესახებ. დადგინდა, რომ სასუქების ცალკეული სახეებიდან ციტრუსების ბაღის პროდუქტიულობაზე გადამწყვეტი როლი ეკუთვნის აზოტს. კალიუმისა და ფოსფორისა სასუქები აზოტიანი სასუქების გარეშე დაბალეფექტურია (ცხრ. 126). ეს კანონზომიერება დადგენილია მრავალი ცდით (მ. ბზიავა, ი. გამყრელიძე, მ. გაბისონია, ი. მარშანია); ნიადაგში ფოსფორისა და განსაკუთრებით კალიუმის, მკვეთრი ნაკლებობისას აზოტიანი სასუქის ეფექტი ეცემა (ი. მარშანია, ჯ. წოწონავა).

ორგანული სასუქები (ნაკელი, ტორფო-კომპოსტები) განსაკუთრებით მაღალ ეფექტს იძლევა მინერალურ სასუქებთან ერთად გამოყენების შემთხვევაში (მ. ბზიავა, ი. გამყრელიძე, მ. გოჩელაშვილი, ი. მარშანია).

აღსანიშნავია მწვანე სასუქების მაღალი ეფექტი. საშემოდგომო-საზამთრო სიდერატების მინერალურ სასუქებთან ერთად გამოყენების მაღალი ეფექტი პირველად დადგინდა მ. ბზიავას მიერ, რაც შემდგომში დადასტურდა პ. გიგინეიშვილისა და ი. მარშანიას ცდებში.

ც ბ რ ი ლ ი 126. მინერალური სასუქების გავლენა ციტრუსების
მოსავლიანობაზე (ი. მარშანიას მონაცემები)

ვარიანტი	მანდარინი, 7 წლის საშუალო		ლიმონი ქართული, 9 წლის საშუალო	
	ტ/კა	%	ცალი/კა	%
საკონტროლო (უსასუქო)	7,7	100	79000	100
PK	6,7	87	81000	102
NK	8,8	114	101000	128
NP	11,4	148	188000	238
NPK	11,2	145	195000	247

მეავე ნიადაგებზე მოკირიანება მაღალეფექტური ღონისძიებაა. იგი უტოლდება და ზოგჯერ სჭობნის კიდევ ნაკელის ეფექტს (ი. სარიშვილი, გ. გოძიაშვილი).

აქედან გამომდინარე, ციტრუსების ბალის პროდუქტულობისა და ნიადაგის ნაყოფიერების ასამაღლებლად, აგროწესები ითვალისწინებს მინერალური (აზოტიანი, ფოსფორიანი, კალიუმისი, მაგნიუმისი), ორგანული (ნაკელი, ტორფო-კომპოსტები, სიდერატები) სასუქების გამოყენებას და მეავე ნიადაგების პერიოდულ მოკირიანებას.

აზოტიანი სასუქები. აზოტი ხელს უწყობს უჯრედის დაყოფას და ვეგეტაციური ნაწილების ზრდას, ფოთლის ფირფიტის ფართობის, მიწისზედა და მიწისქვეშა ნაწილების მასის გადიდებას, მცენარეთა ყინვაგამძლეობის ამაღლებას.

აზოტის მიმართ მაღალ მოთხოვნას ციტრუსები ამჟღავნებენ ყვავილობის დროს. ამ ფაზაში აზოტი ფოთლებიდან ყვავილებში გადაინაცვლებს.

ციტრუსების ფოთოლში აზოტის კონცენტრაცია ყოველთვის მეტია, ვიდრე რომელიმე სხვა ორგანოში. მცენარეში არსებული აზოტის თითქმის ნახევარი თავს იყრის ციტრუსების ფოთოლში. სხვა ელემენტებთან შედარებით, აზოტი გაცილებით მეტ გავლენას ახდენს ციტრუსების ფოთლების, ყვავილებისა და ნაყოფიერების წარმოქმნაზე.

ციტრუსები აზოტს ითვისებს მთელი წლის მანძილზე, მაგრამ მისი შთანთქმა, როგორც წესი, გაძლიერებული ტემპით თბილ თვეებში მიმდინარეობს. მცენარის რეაქცია აზოტის მიმართ მისი ნიადაგში შეტანიდან რამდენიმე დღეში ვლინდება, ხოლო მცენარეზე შესხურებისას — უფრო სწრაფად.

აზოტის ნაკლებობა იწვევს ფოთლების გაყვითლებას, აზოტით სიღა-

რიბის გარეგანი ნიშნები უფრო სწრაფად ჩნდება აზოტით აღრე განოყიერებულ მცენარეებზე, მათზე აზოტის მიწოდების შეწყვეტის შემთხვევაში.

ციტრუსების მოსავლიანობის გადიდების საქმეში აზოტის მნიშვნელობის შესახებ სამამულო და უცხოურ ლიტერატურაში აზრთა სხვაობას აღილი არა აქვს. ყველა მკვლევარი ერთ დასკვნამდე მივიდა — აზოტი განსაზღვრავს ციტრუსების მოსავლიანობას. ამიტომ მეციტრუსეობის მსოფლიო პრაქტიკაში აზოტს უფრო ხშირად იყენებენ (ყოველწლიურად), ვიდრე რომელიმე სხვა საკვებ ელემენტს.

მეციტრუსეობის მსოფლიო პრაქტიკაში ბაღების გასანოყიერებლად იყენებენ: ამონიუმის სულფატს, ამონიუმის გვარჯილას, შარდოვანას, თხიერ ამონიაკს, ამონიუმის ფოსფატს და ნიტრატების სხვადასხვა ძირითად მარილებს. იყენებენ ასევე აზოტის ორგანულ წყაროებსაც, მაგრამ უპირატესობას ანიჭებენ მინერალურ აზოტიან სასუქებს. ეს ფაქტი ორი მიზეზით აიხსნება, პირველი — ეკონომიკური მხარეა — აზოტის ორგანული წყაროების გამოყენება ძვირია, მეორე — არ არის დამტკიცებული არავითარი უპირატესობა ციტრუსების კვების საქმეში აზოტის ორგანული წყაროებისა, მინერალურთან შედარებით.

ჩვენ ქვეყანაში ციტრუსების ბაღის გასანოყიერებლად რეკომენდებულია ამონიუმის სულფატი, ამონიუმის გვარჯილა, შარდოვანა და ნიტრიუმის გვარჯილა.

ციტრუსების ბაღში აზოტიანი სასუქების ნორმის დადგენისათვის ბევრი ცდაა ჩატარებული (მ. ბზიავა, უ. ბუალავა, მ. გაბისონია, ი. გამყრელიძე, პ. გიგინეიშვილი, ვ. ვოლოშინი, თ. კაპარავა, ა. მენლარიშვილი, ი. მარშანია, ზ. მიქელაძე, ვ. სტრიჟკოვი, მ. ტაბლიაშვილი, გ. ურუშაძე, ვ. ცანავა, ნ. ცანავა, მ. ჩაჩიბაია, თ. ჩაჩიბაია და სხვ.). ციტრუსოვან კულტურათა აგროწესები, ამ მონაცემებზე დაყრდნობით, ითვალისწინებს ბაღში აზოტიანი სასუქების ყოველწლიურ შეტანას ბაღის ასაკის, მოსავლის დონისა და ნიადაგის ნაყოფიერების გათვალისწინებით (ცხრ. 127).

ცხრილი 127. ციტრუსების ბაღის გასანოყიერებლად აზოტიანი სასუქების ნორმები (გ მცენარეზე) *

ბაღის ასაკი, წელი	ნეშომპალა-კარბონატული, ალუვიური, გაწერებული	წითელმიწა, ყვითელმიწა, ყომრალი
1—3	40	30
4—5	80	60
6—8	150	100
9	250	200

* ლიმონ ქართლის ყველა ასაკის ბაღში აზოტის ნორმა 20 — 25%-ით უნდა გადიდდეს.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ციტრუსებისათვის აზოტის როლის შეფასებაში, სამამულო და უცხოურ ლიტერატურაში აზრთა სხვაობა არ არის. მაგრამ არ არის ერთიანი აზრი აზოტიანი სასუქების ნორმების შესახებ. მკვლევართა ერთი ჯგუფი უპირატესობას ანიჭებს აზოტის მაღალ ნორმებს, მეორე — დაბალს და ა. შ. აზრთა სხვადასხვაობა გამოწვეულია ობიექტური მიზეზებით. საქმე ისაა, რომ ცდები ტარდება სხვადასხვა ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებში, განსხვავებული ასაკისა და არაერთნაირი მოსავლის ბალებში, ყოველთვის არ ექცეოდა ყურადღება მცენარის უზრუნველყოფას აზოტით.

ჩვენს პირობებში ი. გამყრელიძის (ჩაქვი, ანსეული), პ. გიგინეიშვილის (გულრიფშის ციტრუსების მეურნეობა), ი. მარშანიას (სასწავლო მეურნეობა „ეშერა“), ი. მარშანიას და თ. ჩაჩიბაიას („კოხორა“), ი. მარშანიას, უ. ზეალავასა და ზ. მიქელაძის (საბჭოთა მეურნეობა „აფსნი“) მიერ ჩატარებულ ცდებში (ცხრ. 128), აზოტიანი სასუქების გაზრდილი ნორმების გამოყენებამ ახალგაზრდა მოსავლიან ბალებში, არსებითი ცვლილებები არ გამოიწვია მოსავალში.

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ უსასუქო და PK ვარიანტებთან შედარებით, აზოტის ყველა ნორმა იწვევს მოსავლის მნიშვნელოვან მატებას. ამავე დროს, აზოტის ნორმის გადიდება ყოველთვის არ იწვევს მოსავლის გაზრდას, პირიქით — აღინიშნება მათი შემცირება დაბალ ნორმებთან შედარებით. გამონაკლისს წარმოადგენს ლიმონი ქართული სადაც აზოტის ნორმის ზრდის შესაბამისად ადგილი აქვს მოსავლის გადიდებას. ეს ფაქტი ძირითადად ორი მიზეზით აიხსნება: ჯერ ერთი, სხვა ციტრუსოვანებთან შედარებით, ლიმონი ქართული უფრო ინტენსიური ზრდის კულტურაა, ამიტომ მეტ აზოტს ხარჯავს, მეორე — ზამთარში ყინვების ან შეფუთვის გავლენით მცენარეები ყოველთვის დიდი რაოდენობით ფოთლებს კარგავენ; შესაბამისად, ფოთლებთან ერთად იკარგება აზოტიც, დაკარგული ფოთლების აღსადგენად ბევრი აზოტი იხარჯება.

აზოტიანი სასუქების მაღალი ნორმების გამოყენებას პირველად ხელი მიჰყვეს აშშ-ში. აქ 1960 წლამდე ერთი ჰექტრიდან 25—30 ტ ნაყოფის მიხალებად 330 კგ აზოტს იყენებდნენ (ნ. ჩეპმანი, ტ. ემბლეტონი), ხოლო იაპონელები 1967 წლამდე 600—8000 კგ-ს (ი. იუდა); 1967 წლიდან მანდარინ უნშიუსათვის აზოტის ნორმა 300 კგ/ჰა შეადგენს, ხოლო ადრე მწიფადი ჯიშებისათვის უფრო ნაკლებია (ტ. საკამოტო).

აშშ-ში (კალიფორნია) 1960 წლიდან დაიწყეს აზოტის ნორმის შემცირება 80—120 კგ/ჰა-მდე, რითაც უზრუნველყვეს 35—40 ტ/ჰა მოსავლის მიღება (ნ. ჩეპმანი, ტ. ემბლეტონი). ფლორიდაში 40 ტ/ჰა ციტრუსების ნაყოფის მიხალებად იყენებენ 225 კგ/ჰა აზოტს (რ. როლფსი). ამჟამად ფლორიდაში, კორსიკასა და სხვა ქვეყნებში

ცხრილი 128. აზოტიანი სასუქის ნორმების გავლენა ციტრუსების მოსავლიანობაზე (ტ/ჰა)

ვარიანტი	მანდარინი					ლიმონი ქართული		ლიმონი შიერი	ფორთოხალი ვაშინგტონ ნაველი
	ანაჟულო, 4 წლის საშუალო	ჩაქვი, 4 წლის საშუალო	"ილინი", 4 წლის საშუალო	"კობორა", 6 წლის საშუალო	"მურა", 7 წლის საშუალო	"მურა", 9 წლის საშუალო	"ფსნი", 3 წლის საშუალო	"ფსნი", 3 წლის საშუალო	"ფსნი", 4 წლის საშუალო
საკონტროლო (უხასუქო)	9,59	14,35	—	3,8	7,7	5,4	3,9	3,0	1,44
PK — ფონი	8,89	14,87	13,62	4,2	6,7	4,9	4,5	3,8	1,92
PK+N ₁	11,90	19,18	17,10	8,5	11,1	11,3	10,4	11,8	21,12
PK+N ₂	14,14	22,47	18,66	8,5	9,7	14,2	12,5	11,1	19,52
PK+N ₃	—	—	—	7,6	7,8	—	12,8	11,0	14,88
PK+N ₄	13,16	22,12	15,72	—	—	15,5	—	—	—

20 ტ/ჰა ციტრუსების ნაყოფების მისაღებად იყენებენ 100 კგ/ჰა აზოტს, 40 ტ/ჰა მოსავლის მისაღებად — 170—200 კგ/ჰა და 45—60 ტ/ჰა-ს მისაღებად — 240—300 კგ/ჰა-ს, ე. ი. მიახლოებით 4,5 კგ აზოტს ტონა მოსავლის მისაღებად (მარშალი).

ეშერის სასწავლო მეურნეობის მანდარინის მოსავლიან ბაღში, რომელიც ადრე აგროწესების მიხედვით ნოციერდებოდა, 1982—1986 წლებში ჩატარდა შემდეგი შინაარსის ცდა. მცენარეთა ერთი ჯგუფი (24 მცენარე) ნოციერდებოდა წინა წლის მოსავლის ყოველ ტონაზე 4 კგ აზოტით, მეორე ჯგუფი — ამონიუმის გვარჯილის, შარდოვანას და ამონიუმის სულფატით, აგროწესების მიხედვით. პირველი ჯგუფის მცენარეთა გასანოციერებლად ზუთ წელიწადში გამოყენებული აზოტის საშუალო რაოდენობამ 130 კგ/ჰა შეადგინა, მეორე ჯგუფისა — 250 კგ/ჰა. პირველი ჯგუფის მცენარეთა მოსავალმა შეადგინა 32,8 ტ/ჰა, მეორე ჯგუფისა — 31,4—32,6 ტ/ჰა ფარგლებში ცვალებადობდა, ე. ი. 130 და 250 კგ/ჰა აზოტის გამოყენებით პრაქტიკულად თანაბარი რაოდენობის მოსავალი იქნა მიღებული.

ციტრუსების ბაღის განოციერებისათვის აზოტის ნორმის შემცირების თანამედროვე ტენდენციას საფუძვლად უდევს ძირითადად სამი მიზეზი:

1. აგროტექნიკისა და მცენარის მინერალური კვების ოპერატიული

კონტროლის სრულყოფის ხარჯზე აზოტიანი სასუქების ეფექტურობის ამაღლება; 2. მოსავლის მიერ სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტის გაზრდა, ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლება და გარემოს გაქუქვიანების შემცირება; 3. უკანასკნელ წლებში მსოფლიო ბაზარზე სასუქების ფასის სპირალური ზრდა.

აგროწესების მიხედვით აზოტით განოყიერებულ ბაღში ნაყოფის მიერ აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი ჯერჯერობით ძალზე დაბალია. იგი აფხაზეთის პირობებში ახალგაზრდა მოსავლიან ბაღებში შეადგენს: მანდარინისათვის — 22% (ჯ. წოწონაეა, თ. ჩაჩიბაია), ფორთოხლისათვის — 23% (ზ. მიქელაძე), ლიმონ ქართულისათვის — 10% და მეიერისათვის 12% (უ. ბეალაეა), ხოლო მანდარინის მოსავლიან ბაღში 12%-ს არ აღემატება (ი. მარშანია).

უცხოელი მკვლევარები მიუთითებენ ციტრუსების ნაყოფით აზოტის გამოტანას 20—30%-ის ფარგლებში (გ. ვეკსეული), ზოგჯერ 40%-მდე, მაგალითად, კორსიკაში (მარშალი), სადაც აზოტის შედარებით დაბალ ნორმებს იყენებენ. ყველა ცდაში აზოტის ნორმის გადიდებასთან ერთად აღინიშნება აზოტის გამოყენების კოეფიციენტის მკვეთრი შემცირება.

ხანგრძლივი დროის მანძილზე მინერალურ სასუქებს, მათ შორის აზოტიანს „ეკოლოგიურად მშვიდ“ ნივთიერებებად თვლიდნენ. დროთა განმავლობაში გაიჩქეა, რომ ნიადაგში შეტანილი მინერალური სასუქების 10-დან 25%-მდე, ზოგჯერ მეტიც, წყალსაცავებში გადაინაცვლებს, ხოლო მათი თითქმის ნახევარი აზოტიანი სასუქების ხარჯზე მოდის, რაც იწვევს წყალსაცავებში ნიტრატების შემცველობის გაზრდას; ნიტრატები უარყოფითად მოქმედებს ადამიანთა და ცხოველთა ჯანმრთელობაზე. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ციტრუსების ნაყოფები არ ახდენენ დიდი როდენობით ნიტრატების აკუმულაციას.

მხედველობაშია მისაღები ის გარემოება, რომ აზოტიანი სასუქების მაღალ ნორმებს შეუძლია გამოიწვიოს ნიადაგის მშთანთქმელი კომპლექსის დაშლა (მ. ბზიაეა; ი. გამყრელიძე, დ. ღურმანოვი, ი. მარშანია და სხვ.). იაპონელი სპეციალისტების ცნობით, 500 კგ/ჰა და მეტი ნორმით აზოტის ხანგრძლივი გამოყენებით მანდარინის ფესვებზე მიკორაზა არ განვითარდა, რამაც ძალზე შეამცირა მცენარის მიერ ფოსფორის შთანთქმა.

ფიზიოლოგიურად მეავე აზოტიანი სასუქების სისტემატური გამოყენებით pH-ის მაჩვენებელი ეცემა. მცენარისათვის ტოქსიკურ დონეს აღწევს ნიადაგში ერთნახევარი ჟანგეულების ხსნადი ნაერთები (ნ. იუდა, მ. გაბისონია, ი. გამყრელიძე, მ. ბზიაეა და სხვ.). ამ მოვლენის თავიდან აცილება იოლია ნიადაგის პერიოდული მოკირიანებით (ი. სარიშვილი, გ. გოძიაშვილი და სხვ.).

გარემოს გაქუქვიანებაზე, ადამიანისა და ცხოველების ჯანმრთელობა-

ზე აზოტიანი სასუქების მოსალოდნელი უარყოფითი გავლენის შესამცირებლად საჭიროა შემდეგი პირობების დაცვა: აზოტის ნორმა არ უნდა აღემატებოდეს ციტრუსოვანი მცენარეების აზოტზე მოთხოვნილებას; ეროზიის საწინააღმდეგო კომპლექსური ღონისძიებების გატარება; აზოტიანი სასუქების წილადობრივი შეტანა ორ ვადაში, მაღალი ნორმებისა (250 კგ/ჰა-ზე მეტი) — სამ ვადაში; სასუქი აუცილებლად უნდა ჩაკეთდეს ნიადაგში; ნიადაგსა და მცენარეში აზოტის შემცველობას, განსაკუთრებით ნიტრატებისა, სისტემატური კონტროლი უნდა გაეწიოს.

აზოტიანი სასუქების ფორმების შესწავლით დადგენილია, რომ ამონიაკური, ნიტრატული, ნიტრატულ-ამონიაკური და ამიდური ფორმის აზოტიანი სასუქები მნიშვნელოვნად და პრაქტიკულად ერთნაირი დონით აღიღებს ციტრუსების მოსავალს. ამაზე მიგვანიშნებს ჩვენს პირობებში (მ. გაბისონია, ც. ლლონტი, მ. ბზიავა, ი. გამყრელიძე, ი. მარშანია და სხვ.) და უცხოეთში (საიტსი, პარკერი, ჯონი) ჩატარებული ცდები.

ეს ფაქტი კარგადაა ილუსტრირებული ციტრუსების ახალგაზრდა მოსავლიან და მოსავლიან ბაღებში მ. გაბისონიას (ანასეული), ი. მარშანიას (სასწავლო მეურნეობა „ეშერა“), თ. ჩაჩიბაიას (ციტრუსების საბჭოთა მეურნეობა „კონორა“), უ. ბეალავასა და ზ. მიქელაძის (ციტრუსების საბჭოთა მეურნეობა „აფსნი“) ჩატარებულ ცდებში (ცხრ. 129).

ამ მონაცემების მათემატიკური ანალიზი იმაზე მიგვანიშნებს, რომ აზოტიანი სასუქების ფორმათა შორის მოსავლის სხვაობა სარწმუნო არ არის, მაგრამ გარემოს გაკუჭყიანების შემცირებისა და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით, ციტრუსების ბაღების გასანაოციერებლად უპირატესობა უნდა მიენიჭოს ამონიაკური და ამიდური ფორმის სასუქებს.

აზოტიანი სასუქების ნიადაგში შეტანის ვადებზე ლიტერატურაში აზრთა სხვადასხვაობაა. მაგალითად, ი. გამყრელიძე, ა. ჩერნოვინი, პ. თადეოსიანი, უცხოელი მეცნიერი ო. ბრიანა და სხვ., ახალგაზრდა ბაღში უპირატესობას აზოტის ორ ვადაში, მოსავლიან ბაღში — სამ ვადაში შეტანას (ი. გამყრელიძე, ო. კაქარავა, მ. ჩაჩიბაია, ა. კამპო და სხვ.) ანიჭებენ ვ. ცანავა, თ. ჩაჩიბაია და სხვ. ურჩევენ ამონიუმის სულფატის ერთ ვადაში შეტანას. ფლორიდასა და კალიფორნიაში ვ. როიტერი და პ. სმიტი წლების მანძილზე სწავლობდნენ ფოტოსინთეზის სხვადასხვა ჯიშის მიმართ აზოტიანი სასუქების შეტანის ვადებს. წლის მანძილზე ისწავლებოდა ერთიდან ექვსი ვადა. ამ ცდებმა შეტანის ვადებს შორის მცენარეთა ზრდაზე, მოსავალსა და მოსავლის ხარისხზე არსებითი სხვაობა არ გამოავლინა. ავტორები მივიდნენ დასკვნამდე, რომ ციტრუსებს — მარადმწვანე მცენარეებს, უნარი აქვთ თავის ორგანიზმში დააგროვონ აზოტი და შემდეგ ხანგრძლივი დროის

ცხრილი 129. აზოტიანის სასუქის ფორმების გავლენა ციტრუსების მოხაველიანობაზე (ტ/კა)

ვარიანტი	ახალგაზრდა მსხმოიარე ბალი						მოსავლიანი ბალი
	მანდარინი		ფორთოხალი ვაინგრონ-ნაველი		ლიმონი		მანდარინი
	"ემერა", 7 წლის საშუალო	"ეობორა", 6 წლის საშუალო	"ანასელა", 5 წლის საშუალო	"აფსი", 4 წლის საშუალო	"აფსი", 3 წლის საშუალო	"აფსი", 3 წლის საშუალო	
							კართული
საკონტროლო (უხსაუქო)	4,8	3,8	—	1,4	3,9	3,0	17,9
PK — ფონი	4,1	4,7	8,0	1,9	4,5	3,8	16,9
PK+ამონიუმის სულფატი	7,1	6,7	10,9	23,0	11,2	12,1	35,7
PK+მონტან გვარჯილა	—	—	11,1	—	—	—	—
PK+ამონიუმის გვარჯილა	7,4	7,4	12,9	21,1	10,4	11,8	34,4
PK+შარლოვანა	7,2	8,3	10,5	22,2	10,4	12,1	34,9
PK+კალციუმის ციანამიდი	—	—	10,1	—	—	—	—
PK+ნატრიუმის გვარჯილა	7,6	—	12,6	—	—	—	—

მანძილზე მოახდინონ მისი რეუტილიზაცია. ამიტომ აზოტიანი სასუქების ეფექტს განსაზღვრავს არა შეტანის ვადა, არამედ მისი ნორმა.

მართალია, ციტრუსების ბაღში, ორგანიზაციული თვალსაზრისით, აზოტიანი სასუქების ერთ ვადაში შეტანა გამართლებულია, მაგრამ სხვა მხარეების გათვალისწინებით, მაგალითად, გარემოს გაქუქუყიანება, მცენარის მიერ სასუქის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი, მცენარეთა ზრდის ხასიათი და აზოტის დინამიკა ზრდის ფაზების მიხედვით, მიკროფლორასა და ნიადაგის მიკროელემენტებზე გავლენა და სხვ. გამართლებულად არ შეიძლება ჩაითვალოს. ამიტომ ციტრუსოვანი კულტურების აგროწესები ყველა ასაკის ციტრუსების ბაღში აზოტიანი სასუქების ორ ვადაში შეტანას ითვალისწინებს: პირველად ნორმის 60% გაზაფხულზე, ყვავილობის დაწყებამდე — ამონიუმის სულფატის, შარლოვანას ან ამონიუმის გვარჯილის სახით, მეორედ — ყვავილობის დაშთაერების შემდეგ, ნატრიუმის გვარჯილის ან ამონიუმის გვარჯილის სახით.

ბალის მაღალი მოსავლიანობის შემთხვევაში, როცა მცენარეზე მო-

სავალი აღმატება: მანდარინის — 500, ადგილობრივი ფორთოხლისა და ლიმონის — 400, ფორთხალ ვაშინგტონ-ნაველის — 300 ცალს, მაშინ აზოტის ნორმა 30%-ით იზრდება. იგი შეიტანება როგორც მესამე დოზა, ნაყოფების ფორმირებისას, ამონიუმის გვარჯილის ან ნატრიუმის გვარჯილის სახით.

ამჟამად დიდი მუშაობა ტარდება აზოტიანი სასუქის ნორმების ოპტიმიზაციისათვის.

ფოსფორიანი სასუქები. ციტრუსოვანი მცენარეების სიცოცხლისათვის, ანალოგიურად ყველა ცოცხალი ორგანიზმისა, ფოსფორს დიდი მნიშვნელობა აქვს. ფოსფორის გარეშე არც ერთ ცოცხალ უჯრედს არ შეუძლია არსებობა.

მცენარის ქსოვილებში ფოსფორი მცირე რაოდენობით არის კალციუმისა და მაგნიუმის მარილების ნაერთების სახით; ძირითადი ნაწილი ორგანული ნაერთების სახითაა პროტოპლაზმაში.

მცენარეში ფოსფორის შემცველობა მატულობს აზოტის შემცველობის მატებასთან ერთად. ფოსფორი ძველი ნაწილებიდან ადვილად გადაინაცვლებს ახალგაზრდაში, ამიტომ ახალგაზრდა ნაწილებში იგი ყოველთვის მეტია. ციტრუსების ჯანმრთელ ფოთოლს შეუძლია ფოსფორის მაღალი კონცენტრაციის ატანა. ფოთოლში მისი კონცენტრაცია (შშრალი მასიდან) 0,1-დან 0,6%-მდე მერყეობს. გარდა ფოთლებისა, ფოსფორს ციტრუსების სხვა ორგანოებიც შეიცავს.

ციტრუსების ზრდაზე, მსხმოიარობასა და ნაყოფის ხარისხზე ფოსფორის დადებითი გავლენა დადგენილია ფოსფორით ლარიზ ნიადაგებზე; ფოსფორით მდიდარ ნიადაგებზე ფოსფორიანი სასუქების დადებითი მოქმედება აღწერილი არ არის. ამავე დროს, არ არის დადგენილი ნიადაგში ფოსფორის სიჭარბით გამოწვეულ მცენარეზე სპეციფიკურ ტოქსიკური მოქმედებაც. აღწერილია ფოსფორის გავლენა ზოგიერთი სხვა ელემენტის მდგომარეობაზე, მაგრამ ეს ცვლილებები მცენარეში კი არ მიმდინარეობს, არამედ ნიადაგში ხდება. მაგალითად, ფოსფორიანი სასუქის მაღალი ნორმით გამოყენებისას ციტრუსების ბალში შემჩნეულია ქლოროზით დაავადება, თუთიის, ბორისა და სპილენძის ნაკლებობა. ნიადაგში ფტორისა და სხვა მძიმე მეტალების დაგროვება.

ციტრუსებს ფოსფორის მიმართ მაღალი მოთხოვნილება ყვავილობის ფაზაში გააჩნია. ამ პერიოდში ფოთლებიდან ფოსფორის მნიშვნელოვანი რაოდენობის ყვავილებში გადანაცვლება ხდება.

ციტრუსების ნაყოფს ნიადაგიდან ძალზე მცირე რაოდენობით ფოსფორი გამოაქვს (იხ. ცხრ. 125). გასათვალისწინებელია, რომ ჩამოცვენილი ფოთლები, ყვავილები, კოკრები, ნასკვები, ნაყოფები და სხვ. შეიცავენ ფოსფორს. ისინი უბრუნდებიან ნიადაგს, მათი გახრწნის შემდეგ მცენარე ითვისებს ფოსფორს. ამიტომ ფოსფორით კარგად უზრუნ-

ველუოფილ ნიადაგზე, ფოსფორიანი სასუქის შეტანის აუცილებლობა მცირდება.

მეციტრუსეობის მსოფლიო პრაქტიკაში ბაღების გასანოყიერებლად იყენებენ: წყალხსნად ფოსფორიან სასუქებს — სუპერფოსფატს (მარტივი, ორმაგი, ფხვნილისებრი, გრანულირებული), ამოფოსს, დიამოფოსს; ადვილადხსნად ფოსფორიან სასუქებს — ტომასის წიდა, ფოსფატწიდა, მარტენის წიდა, პრეციპიტატი, ფტორგაცილებული ფოსფატი და სხვა თერმოფოსფატებს; ძნელადხსნად ფოსფორიან სასუქებს — ფოსფორიტის ფქვილს და ძვლის ფქვილს. ჩვენში — მარტივ და ორმაგ სუპერფოსფატს, ფოსფორიტის ფქვილს და თომასის წიდას.

ფოსფორიანი სასუქის ოპტიმალური ნორმის დადგენა საპასუხისმგებლო და ძნელი საქმეა. საქმე ისაა, რომ ნიადაგში ფოსფორის როგორც სიჭარბე, ისე ნაკლებობა, უარყოფითად მოქმედებს ციტრუსებზე. ნიადაგში ფოსფორის ნაკლებობისას მცენარე სუსტად იზრდება და მოსავალი მკვეთრად ეცემა. სიჭარბის შემთხვევაში მცენარეში ფერხდება სხვა ელემენტების შეღწევა, მათ შორის აზოტისა და თუთიის.

ფოსფორიანი სასუქების რაციონალურად გამოყენების მიზნით ციტრუსების ბაღში, დამუშავებულია ნიადაგის ფოსფორით უზრუნველყოფის ინდექსები (იხ. ცხრ. 114). ინდექსების, მცენარის ასაკისა და მოსავლის დონის გათვალისწინებით, ციტრუსების ბაღში ფოსფორიანი სასუქი შეაქვთ შემდეგი რაოდენობით (ცხრ. 130).

ცხრილი 130. ფოსფორის ნორმები ციტრუსების ბაღის გასანოყიერებლად (P₂O₅, გ მცენარეზე)

მოძრავი ფოსფორით ნიადაგის უზრუნველყოფის დონე	ნუომპალ-კარბონატული, ილუვიური, გაეწრებული		წითელმიწა, ყვითელმიწა, ყომრალი	
	1—5 წელი	6 წელი და მეტი	1—5 წელი	6 წელი და მეტი
ძლიერ დაბალი	120	200	150	300
დაბალი	100	150	100	250
საშუალო-ოპტიმალური	50	100	75	125

მაღალი

არ შეიტანება

ფოსფორიანი სასუქების ნორმები ზოგ ცდაში ციტრუსების ზრდის გაძლიერებას და მოსავლის გადიდებას იწვევს, ზოგში ზრდასა და მოსავალზე არ ახდენს გავლენას ან უარყოფითად მოქმედებს. ეს ფაქტი დაკავშირებულია ფოსფორის მოძრავი ფორმების შემცველობასთან ნიადაგში. მაგალითად, ი. მარშანის ცდებში ფოსფორით მდიდარ კორდიან-ეწერ-ლე-

ბიან ნიადაგზე ფოსფორიანი სასუქების ნორმებმა (60, 90, 120, 180 კგ/ჰა ლიმონის, ფორთოხლისა და მანდარინის ერთწლიანი ნერგების ზრდაზე სუსტად იმოქმედა, ხოლო 120 და 180 კგ/ჰა P_2O_5 -ის გავლენა უარყოფითი იყო. მეორე ცდაში, კორდიან-ეწერ ნიადაგზე, რომელიც მოძრავი ფოსფორით ღარიბი იყო, ფოსფორიანი სასუქის ნორმის ზრდის შესაბამისად აღინიშნა მცენარეთა კარგი ზრდა, მაგრამ ფოსფორიანი სასუქის ეფექტი მნიშვნელოვნად ჩამოუვარდებოდა აზოტის შესაბამისი ნორმების ეფექტს. ი. გამყრელიძის ცდაში, ფოსფორით ღარიბ წითელმიწა ნიადაგზე, სუპერფოსფატის აგროტექნიკური ნორმის გავლენით მანდარინის მცენარეზე გაძლიერდა ნაზარდებისა და ფოთლების წარმოქმნა, ამიტომ ვარჯის მოცულობამ მნიშვნელოვნად იმატა, მაგრამ 10 წლის მანძილზე სუპერფოსფატის სისტემატურმა გამოყენებამ მალალი ნორმით ნაზარდების წარმოქმნის დებრესია გამოიწვია. ი. მარშანიას ცდებში ფოსფორიანი სასუქის გავლენა ლიმონისა და მანდარინის მცენარეების ზრდაზე. ცდის დაწყების პირველ წლებში — თვალსაჩინო იყო, მომდევნო წლებში — მოსავლიან ბალში, მისი ეფექტის შემცირება აღინიშნა. ფოსფორით უზრუნველყოფილ ნიადაგზე ფოსფორით შიმშილის გარეგანი ნიშნები ლიმონისა და მანდარინის მცენარეებზე ცდის დაწყებიდან მერვე წელს, NK ვარიანტში გამოვლინდა. დაიწყო ძველი ფოთლების ინტენსიური ცვენა, ახალი ფოთლების წარმოქმნა ნელიტემპით მიმდინარეობდა, ახლად წარმოქმნილ ნაზარდებზე ფოთლები ერთმანეთისაგან მეტად დაშორებული იყო. ახლად წარმოქმნილი ფოთლები მუქი მწვანე, ზოგჯერ მოწითალო ფერის იყო.

მშობლიურ და უცხოურ ლიტერატურაში ბევრი მონაცემებია იმის შესახებ, რომ ფოსფორიანი სასუქის ნორმები სხვადასხვა ხარისხით იწვევს ციტრუსების მოსავლის ზრდას, ზოგ შემთხვევაში — ეფექტს არ იძლევა. ამ მოვლენის მიზეზი, რა თქმა უნდა, დაკავშირებულია ნიადაგის ფოსფორითა და სხვა ელემენტებით უზრუნველყოფის დონესთან.

სამხრეთ კალიფორნიაში პ. პრეტი და სხვები 28 წლის მანძილზე სწავლობდნენ ციტრუსების დამოკიდებულებას ფოსფორით კვების მიმართ. დაადგინეს, რომ ნიადაგში სასუქის სახით შეტანილი ფოსფორიდან მოსავალს გამოაქვს უმნიშვნელო ნაწილი 1—2%. ანალოგიური მონაცემები ჩვენში მიიღეს გ. ურუშაძემ წითელმიწებზე, ი. მარშანიამ სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებზე და სხვა მკვლევარებმა. ციტრუსოვანი მცენარეების მიერ შთანთქმული ფოსფორის თითქმის 60% უბრუნდება ნიადაგს ჩამოცვენილი ფოთლების, ყვავილების, ნასკვებისა და ნაყოფის ხარჯზე. ამიტომ ისეთ ნიადაგებზე, რომლებიც ადრე ნოყიერდებოდა ფოსფორით და მიეკუთვნებოდა ფოსფორით მდიდარი ნიადაგების კლასს, ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება ეფექტს არ იძლევა.

ვ. ელოშინის ცდებში, რომლებიც აფხაზეთში სხვადასხვა ტიპის ნიადაგზე ტარდებოდა, ფოსფორიანი სასუქის გაზრდილმა ნორმებმა მანდარინის მოსავლის გადიდება არ გამოიწვია. მიძიმე ეწერება და დეგრადირებულ ნეშომპალა კარბონატულ ნიადაგებზე, ფოსფორის ნორმის ზრდასთან ერთად მოსავლის შემცირება აღინიშნა.

ი. გამყრელიძის მონაცემებით ფოსფორით ადრე განოყიერებულ მანდარინის მოსავლიან ბაღში ერთ მცენარეზე 125, 250 და 500 გ P_2O_5 სუპერფოსფატის სახით გამოყენებამ მცენარის ზრდის შეფერხება და მოსავლის შემცირება გამოიწვია. მის მეორე ცდაში, სადაც ნიადაგი ფოსფორით ღარიბი იყო, ფოსფორიანი სასუქის ნორმების გავლენით მოსავალი 26—147%-ით გაიზარდა.

ი. მარშანიას ცდაში, ფოსფორიანი სასუქის ნორმებზე მანდარინისა და ლიმონის მცენარეების რეაქცია ერთნაირი არ იყო (ცხრ. 131).

ცხრილი 131. ფოსფორის ნორმების გავლენა მანდარინისა და ლიმონის მოსავლიანობაზე („ეშერა“, სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგი)

ვარიანტი	მანდარინი 7 წლის საშუალო		ლიმონი ქართული 9 წლის საშუალო	
	ტ/ჰა	%	ცალი/ჰა	%
საკონტროლო (უსასუქოდ)	7,7	87	79000	49
NK—ფონი	8,8	100	161000	100
NK+P _{0,5}	8,6	98	—	—
NK+P ₁	8,9	101	195000	121
NK+P _{1,6}	8,8	100	—	—
NK+P ₂	8,9	101	194000	120
NK+P _{2,5}	8,8	100	—	—
NK+P ₃	8,1	92	—	—
NK+P ₄	—	—	226000	140

მანდარინის საცდელი ნაკვეთის ნიადაგში, ცდის დაწყების წინ მოძრავი ფოსფორი (კირსანოვის მეთოდით) 15 მგ აღემატებოდა 100 გ ნიადაგზე. ცდის დაწყებიდან მე-9 წელს, NK ვარიანტში, 0—20 სმ ფენაში 4 და 20—40 სმ ფენაში — 2 მგ შეადგენდა, ხოლო ფოსფორით განოყიერებულ ვარიანტებში მოძრავი ფოსფორის შემცველობამ 35—75 მგ მიაღწია 100 გ ნიადაგზე. ნიადაგში მცენარისათვის მისაწვდომი ფოსფორის მაღალი შემცველობით აიხსნება ამ ცდაში ფოსფორიანი სასუქების სუსტი მოქმედება.

ლიმონის ბაღში, ნიადაგის მომზადების დროს, ფოსფორიანი სასუქი არ შეტანილა, იგი მოძრავი ფოსფორით ღარიბი იყო — 6 მგ 100 გ ნიადაგზე. ცდის დაწყებიდან მე-9 წელს, NK ვარიანტში მოძრავი P_2O_5 1—2 მგ/100 გ ნიადაგზე ფარგლებში იყო, ხოლო ფოსფორით განოყიერებულ ნაკვეთებზე 0,20 სმ ფენაში 25—43 და 20—40 სმ ფენაში — 18—21 მგ ფარგლებში იყო 100 გ ნიადაგზე. ამასთან დაკავშირებით, ფოსფორიანი სასუქის ნორმის ზრდასთან ერთად, ლიმონის მოსავალი სარწმუნოდ გაიზარდა. ამავე დროს ფოსფორის ნორმების გადიდებით მოსავლის მატება ცდის დაწყებიდან პირველ 6 წელს უფრო ძლიერი იყო, ვიდრე მომდევნო წლებში. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ფოსფორიანი სასუქის ნორმის გადიდებასთან ერთად ლიმონის ნაყოფების საშუალო მასა და სტანდარტული ნაყოფების გამოსავლიანობა შემცირდა. ამ ფაქტისა და ეკონომიკური მოსაზრებით, ფოსფორით ღარიბ ნიადაგებზეც არ არის გამართლებული ფოსფორიანი სასუქების მაღალი ნორმით ყოველწლიური გამოყენება. მათი შეტანა უნდა მოხდეს მხოლოდ აგროქიმიური კონტროლის შედეგად (ცხრ. 114 და 119).

დიდი მნიშვნელობა აქვს ციტრუსების ბაღის გასანოყიერებლად ფოსფორიანი სასუქების ფორმების შერჩევას. ამ საკითხის შესასწავლად საქართველოს სხვადასხვა ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებში ბევრი საინტერესო გამოკვლევა ჩატარდა. დ. ასკინაზის, მ. ბზიაეას, ა. ბერიძის, ე. ბალათურიას, ნ. ბუნინას, გ. გოლეთიანის, ი. გამყრელიძის, ფ. დულაშვილის, ვ. ვოლოშინის, ო. ონიანის, გ. ურუშაძის, შ. ფუტყარაძისა და სხვათა გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ციტრუსების ბაღში მკავე ნიადაგების უპირატესობა ენიჭება ფოსფორიანი სასუქების ტუტე ფორმებს—ფოსფორიტის ფქვილსა და თომასის წიდას; სუსტ მკავე, ტუტე ნეიტრალურ და ახლად მოკირიანებულ ნიადაგებზე — სუპერფოსფატს. განსაკუთრებით გრანულირებულ სუპერფოსფატს.

სუბტროპიკული ნიადაგების სპეციფიკურობიდან გამომდინარე, ციტრუსების ბაღში ფოსფორიანი სასუქების ეფექტურობას განსაზღვრავს ნიადაგში სასუქის ვერტიკალური და ჰორიზონტალური მიმართულებით განაწილება.

დადგენილია, რომ ძნელად ხსნადი ფოსფორიანი სასუქების შეტა-

ნა საჭიროა მთელ ფართობზე მოზნევიტ, ე. ი. გაიზარდოს სასუქის ნიადაგთან შეხების ზედაპირი. ამ დროს სასუქის ფოსფორის ხსნადობა იზრდება და უმჯობესდება მცენარის უზრუნველყოფა ფოსფორით. წყალხსნადი და ადვილადხსნადი სასუქების შეტანა საჭიროა ადგილობრივად, მცენარის ირგვლივ წრეში ან ვიწრო ზოლად, ე. ი. უნდა შემცირდეს სასუქის ნიადაგთან შეხების ზედაპირი. ამის მიზანია სასუქის ფოსფორის რეტროგრადაციის შემცირება.

დადგენილია ისიც, რომ PO_4 იონები არ განიცდიან მიგრაციას სიღრმეში; მათი ლოკალიზაცია ნიადაგში სასუქის შეტანის სიღრმეში ხდება, ამიტომ ფოსფორიანი სასუქების ეფექტი იზრდება ნიადაგში მათი ღრმად შეტანით (ა. მენაღარიშვილი, ვ. ვოლოშინი, ი. გამყრელიძე და სხვ.). ი. გამყრელიძის ცდაში, წითელმიწა ნიადაგზე, 7-წლიანი მანდარინის ბაღში სუპერფოსფატის სხვადასხვა სიღრმეზე შეტანამ მანდარინის მოსავალზე შემდეგნაირად იმოქმედა (ცხრ. 132):

ცხრილი 132. სუპერფოსფატის ნიადაგში ჩაქეთების სიღრმის გავლენა მანდარინის მოსავალზე (2 წლის საშუალო)

ვარიანტი	სასუქის ჩაქეთების სიღრმე, სმ	საშუალო მოსავალი	
		კგ/ხეზე	%
NK—ფონი	—	1,6	100
NK+P 500	0—7	1,9	124
NK+P 500	0—25	4,9	304
NK+P 500	20—45	3,3	212
NK+P 500	0—45	3,2	207
NK+P 1500	0—45	4,4	279

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ საუკეთესოა ფოსფორიანი სასუქის 0—25 სმ სიღრმეზე შეტანა.

ციტრუსების ბაღში ფოსფორიანი სასუქების გამოყენების თანამედროვე სისტემა ითვალისწინებს: ნიადაგის მომზადებისას პლანტაჟის ჩატარების დროს, 45—50 სმ სიღრმეზე ფოსფორიანი სასუქების შეტანას; ფოსფორით ღარიბ და ძლიერ ღარიბ ნიადაგებზე — 500 კგ და საშუალოდ უზრუნველყოფილზე P_2O_5 შეიტანება 300 კგ/ჰა. ამ მიზნით მეავე ნიადაგებზე (pH 5,5-ზე ნაკლები) ფოსფორიტის ფქვილი გამოიყენება, სხვა შემთხვევაში — სუპერფოსფატი;

ნიადაგის პლანტაჟის ჩატარების შემდეგ, 2—4 წლის მანძილზე,

ნაკვეთზე სასიღერაციო კულტურები ითესება. სიღარეტების თესვის პირველ წელს წითელმიწებზე 200 — 300 და სხვა ნიადაგებზე — 100 — 200 კგ/ჰა P_2O_5 შეიტანება.

ბალის გაშენების პირველ და მომდევნო წლებში ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება ხდება ნიადაგის მოძრავი ფოსფორით უზრუნველყოფის ღონის (ცხრ. 114 და 119) და მოსავლის სიძლიერის შესაბამისად.

ციტრუსების ბაღში მოსავლის საშუალო დონედ ერთ მცენარეზე მიჩნეულია ნაყოფების შემდეგი რაოდენობა (ცხრ. 133):

ც ხ რ ი ლ ი 133. ციტრუსების საშუალო მოსავლის ნორმები

მცენარეთა ასაკი, წელი	‰ სრული მოსავლიდან	ნაყოფების რაოდენობა საშუალოდ 1 მცენარეზე		
		მანდარინი	ლიმონი და ადგილობრივი ფორთოხალი	ფორთოხალი ვაშინგტონ-ნაველი
5 წლამდე	0	0	0	0
5	7,5	37	30	22
9	15	75	60	45
7	30	150	120	90
8	60	300	240	180
9	80	400	320	240
10 და მეტი	100	500	400	300

ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ მცენარეთა მოსავლის მაჩვენებელი მათი ასაკის მიხედვით იცვლება. 10 წლის და მეტი ასაკის მანდარინი 500, ლიმონი და ადგილობრივი ფორთოხალი 400 და ფორთოხალი ვაშინგტონ-ნაველი 300 ცალ ნაყოფს უნდა იძლეოდეს. ცხრილში მოტანილი მცენარეთა ასაკის მიხედვით ნაყოფების რაოდენობა წარმოადგენს საშუალო მოსავალს. თუ მათი რაოდენობა ამ მაჩვენებლებს აღემატება, მაშინ ბაღი მაღალმოსავლიანია.

საქართველოში, აზერბაიჯანსა და კრასნოდარის მხარეში ფოსფორიანი სასუქები შეაქვთ ასეთი წესით: ფოსფორით ძლიერ ღარიბ ნიადაგებზე — 4 წლის ნორმა ერთხელ. შემდეგ წლებში კი — ნიადაგის ფოსფორით უზრუნველყოფის შესაბამისად.

ტაჯიკეთში ტრანშეის კულტურის გასანაოციერებლად ფოსფორიანი სასუქი ყოველწლიურად შეაქვთ ნაყოფების კრფის შემდეგ. ფოსფორიანი სასუქის შემდეგ ნორმებს იყენებენ: 1—2 წლის ბაღში — 100—

ფოსფორიანი სასუქების ნიადაგში შეტანის საუკეთესო ვადა დეკემბერ-მარტი, ნიადაგის გადაბარვის წინ.

კალიუმის სასუქები. მცენარეში კალიუმი იონური სახითაა. იგი არ შედის უჯრედის ორგანულ ნაერთებში. კალიუმი ძირითადად ციტოპლაზმასა და ვაკუოლებშია, ბირთვში არ არის. მცენარეში არსებული კალიუმის თითქმის 80% უჯრედის წვენიშია, ამიტომ წვიმით იოლად გამოირეცხება მცენარიდან, განსაკუთრებით კი ძველი ფოთლებიდან. კალიუმს გარკვეული ფუნქცია ენიჭება უჯრედების დაყოფაში. იგი აქტიურ მონაწილეობას ღებულობს ნახშირწყლების, პროტეინისა და ცხიმების სინთეზში, ასევე ორგანული მჟავების წარმოქმნასა და ქსოვილების ჰიდრატაციაში; ხელს უწყობს ქსოვილებისა და ნახარდების სიმტკიცეს. კალიუმით უზრუნველყოფილი მცენარეები ნაკლებად ზიანდება ქარის, თოვლისა და მაღალი მოსავლის გავლენით. კალიუმი მცენარეში მოძრაობის მაღალი უნარით ხასიათდება, ამიტომ ძნელია მისი სპეციფიკური ფუნქციის დადგენა მცენარის სიცოცხლეში.

კალიუმით ნორმალური კვება ხელს უწყობს ამინომჟავებიდან ცილების წარმოქმნას, აძლიერებს ფერმენტების მოქმედებას, ქმნის საუკეთესო პირობებს ციტრუსების ზრდისა და მაღალი პროდუქტიულობისათვის.

მეციტრუსეობის მსოფლიო პრაქტიკაში ადრე კალიუმის სასუქების ძირითად წყაროს წარმოადგენდა მცენარის ნაცარი, კაინიტი და ნაკელი. თანამედროვე პრაქტიკაში ციტრუსების ბალის გასანოციერებლად ფართოდ იყენებენ ქლოროვან კალიუმს, 40%-იან კალიუმის მარილს, კალიუმის გვარჯილას, კალიუმის სულფატს და კალიმაგნეზიას. ჩვენს ქვეყანაში ციტრუსების ბალის გასანოციერებლად ამავე სასუქებს იყენებენ, გარდა კალიუმის გვარჯილისა.

სამამულო და უცხოურ ლიტერატურაში აზოტიან და ფოსფორიან სასუქებთან შედარებით, მცირე მონაცემები მოიპოვება ციტრუსების ბალში კალიუმის სასუქების ეფექტურობის შესახებ.

ამერიკელი მეცნიერები ვ. როიტერი და პ. სმიტი უცხოელი მეცნიერების მონაცემთა საფუძველზე შემდეგ დასკვნამდე მივიდნენ: ძალზე მსუბუქ ნიადაგებზეც კი, კვების სისტემიდან კალიუმის გამოთიშვით, რამდენიმე წელია საჭირო, რომ ციტრუსოვან მცენარეებში კალიუმის შემცველობა არსებითად შემცირდეს. ამიტომ მსოფლიოს მეციტრუსეობის მთელ რიგ რაიონებში კალიუმის სასუქების ეფექტი ბალის გაშენებიდან რამდენიმე წლის შემდეგ ვლინდება. ავტორები პარადოქსულად მიიჩნევენ ფაქტს იმის შესახებ, რომ 1960 წლისათვის ფლორიდაში, სა-

დაც ციტრუსების ბალს 200 000 ჰა უკავია, არ არის აღწერილი არც ერთი შემთხვევა სამრეწველო ბალებში კალიუმის ნაკლებობისა.

ა. კეპმანის, ბ. ჰეპმენისა და ე. პარკერის მიხედვით, ციტრუსების კალიუმით შიმშილის გარეგანი ნიშნები მცენარეთა სუსტ ზრდაში და ყვავილობისას ფოთოლთა მასობრივ ცვენაში ელინდება.

ჩვენს პირობებში ეწერ ნიადაგებზე ჩატარებულ ცდებში მანდარინის მიმართ 9 და ლიმონისა — 13 წლის მანძილზე, კალიუმით შიმშილის გარეგანი ნიშნები არ გამოვლენილა. ამავე დროს, გვალვიან 1961 და 1962 წლებში ქლოროვანი კალიუმის მაღალი ნორმების გავლენით, ლიმონის მცენარეზე ფოთლები ძლიერ დაზიანდა. პერიფერიულ ნაზარდებზე დაიწყო ფოთოლთა დნობა, შემდეგ ზოგ ფოთოლზე ქვედა ნაწილში, ზოგზე — შუა და ზოგზე კიდებებში დაიწყო ქსოვილების კვდომა. ამ ფოთლების ნაწილი ჩამოცვინდა, ნაწილი — დარჩა მცენარეზე, მაგრამ ფოთლის დაზიანებული ნაწილების აღდგენა არ მომხდარა (ი. მარშანია). ამავე ტიპის ნიადაგზე ჩატარებულ მეორე ცდაში (გვანდრა — ი. მარშანია, ჯ. წოწონავა) მანდარინის მიმართ კალიუმის მკვეთრი ნაკლებობა გამოვლინდა ცდის დაწყებიდან მხოლოდ მეოცე წელს, შემდგომში იგი უფრო გაძლიერდა. და ეს მოვლენა ყველაზე თვალსაჩინოდ მოსავლის შემცირებაში გამოიხატა. წითელმიწებზე კალიუმით შიმშილის გარეგანი ნიშნები ბ. გოძიაშვილის ცდებში გამოვლინდა მაშინ, როცა მანდარინის მოსავლიან ბაღში მოძრავი კალიუმის შემცველობა 8 მგ-მდე დაეცა 100 გ ნიადაგში.

ციტრუსების ბალის გასანოყიერებლად კალიუმთან სსსუქების ნორმის დასადგენად, ხელმძღვანელობენ ნიადაგის მოძრავი კალიუმით უზრუნველყოფის (ცხრ. 118), მისი შესწორების კოეფიციენტის (ცხრ. 119), ბალის ასაკისა და მოსავლის (ცხრ. 133) მაჩვენებლებით. ამ მონაცემთა საფუძველზე აღდგენენ კალიუმთან სსსუქის ნორმას (ცხრ. 134).

ც ხ რ ი ლ ი 134. კალიუმთან ხსსუქის ნორმები ციტრუსების ბაღში (K₂O, გ 1 მცენარეზე)

ნიადაგის უზრუნველყოფა გაცვლითი კალიუმით	ნეშომპალა-კარბონატული, ალუვიური, გაეწრებული		წითელმიწა, ყვითელმიწა, ყომრალი	
	1—5 წლამდე	6 წ და მეტი	1—5 წლამდე	6 წ და მეტი
ძლიერ დაბალი	100	200	100	200
დაბალი	75	150	75	150
საშუალო-ობტიმალური	50	100	50	100
მაღალი	არ შეიტანება			

ლ. ხარებავას ცდაში სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგზე გაშენებულ მანდარინის მოსავლიან ბაღში 100 და 150 გ K_2O -ს გამოყენებით ერთ მცენარეზე. მოსავლის 3 წლის საშუალო ნამატმა შეადგინა 14 და 11%; სასუქის ნორმის შემდგომი გადიდებით მოსავალი 7—8%-ით შემცირდა. ალუვიურ ნიადაგზე გაშენებულ ახალგაზრდა ბაღში საშუალოდ 4 წელიწადში ერთ ძირზე მიიღეს ნაყოფების მაქსიმალური მოსავალი 100 გ K_2O -ს გამოყენებით. უფრო მაღალი ნორმის გავლენით მოსავალი შემცირდა.

სასწავლო მეურნეობა „ეშერას“ სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებზე გაშენებულ მანდარინისა და ლიმონ ქართულის ბაღებში ქლოროვანი კალიუმის სხვადასხვა ნორმით გამოყენებამ შემდეგნაირად იმოქმედა ნაყოფის მოსავალზე (ცხრ. 135, ი. მარშანია).

ცხრილი 135. კალიუმისა სასუქის ნორმების გავლენა ციტრუსების მოსავლიანობაზე

ვარიანტი	მანდარინი, 7 წლის საშუალო		ლიმონი ქართული, 9 წლის საშუალო	
	ტ/კა	%	ცაღ/კა	%
	საკონტროლო (უსასუქო)	7,8	61	79000
NK — ფონი	11,4	100	180000	100
NP+K 0.5	11,5	101	—	—
NP+K 1	11,2	98	195000	104
NP+K 1.5	11,2	98	—	—
NP+K 2	11,5	101	—	—
NP+K 2.5	11,2	98	—	—
NP+K 3	10,9	96	—	—
NP+K 4	—	—	175000	93

იმასთან დაკავშირებით, რომ ცდის დაწყების წინ ორივე ბაღის ნიადაგში მოძრავი კალიუმი 15 მგ-ს აღემატებოდა 100 გ ნიადაგზე, კალიუმის გაზრდილი ნორმების ყოველწლიურად შეტანამ არ იმოქმედა მანდარინის ბაღის მოსავალზე, ხოლო ლიმონის მოსავალი 1 ნორმის გამოყენებით 4%-ით გაიზარდა, 4 ნორმის შემთხვევაში კი 7%-ით შემცირდა. ლიმონის მიმართ, ვარიანტებს შორის მოსავლის სხვაობა მათემატიკურად სარწმუნოა. უნდა ვიფიქროთ, რომ ლიმონის ბაღში ქლოროვანი კალიუმის 4 ნორმის გამოყენებით მოსავლის შემცირება

დაკავშირებულია სასუქის შედგენილობაში შემავალი ქლორის უარყოფით მოქმედებასთან.

ცდებით დადგენილია, რომ ციტრუსების ბალის მოსავლიანობისათვის ღირ მნიშვნელობა აქვს კალიუმის სასუქების ფორმებს.

სალიბაურის ციტრუსების საბჭოთა მეურნეობაში (აჭარის ასსრ) წითელმიწებზე, რ. ბერიძისა და ა. კუზნეცოვას მოკლევადიან ცდებში, NP-თან შედარებით ქლოროვანმა კალიუმმა 2,5 ც/ჰა-თი გააღიდა მოსავალი, კალიუმის სულფატმა — 1,3; კალიმაგნეზიამ — 3,2 და კალიუმის მეტაფოსფატმა — 1 ც/ჰა-თი. ამავე ტიპის ნიადაგზე (ჩაქვი) ბ. გომიაშვილის ცდებში, კალიუმის სასუქის სხვადასხვა ფორმის გავლენით მანდარინის მოსავალი მნიშვნელოვნად გაიზარდა. მაგალითად, თუ NP ვარიანტში (მოკირიანების ფონზე) მანდარინის ნაყოფის 7 წლის საშუალო მოსავალი შეადგენდა 25,3 ტ/ჰა, ქლოროვანი კალიუმის გავლენით გადიდა 19%-ით, კალიუმის სულფატისა — 18, კალიმაგნეზისა — 32, გამდიდრებული კაინიტისა — 27, მზესუმზირას ნაცრისა კი — 20%-ით.

სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგზე (გვანდრა, აფხაზეთის ასსრ), მანდარინის ბაღში ი. მარშანიასა და ჯ. წოწონაეას მიერ ჩატარებულ ცდაში გამოვლინდა კალიუმის სასუქის სხვადასხვა ფორმების მაღალი, პირდაპირი და შემდგომი მოქმედება (ცხრ. 136).

ეს ცდა დაწყებულია ბალის გაშენების წელს (1962 წ.); ცდის დაწყებამდე ნიადაგი საშუალოდ იყო უზრუნველყოფილი გაცვლითი კალიუმით. პირდაპირი მოქმედების წლებში კალიუმის სასუქები შეიტანებოდა 2 წელიწადში ერთხელ 120 გ K_2O -ს ანგარიშით ერთ მცენარეზე.

24 წლიან მინდვრის ცდაში, 20 წლის მანძილზე წარმოებული მოსავლის აღრიცხვიდან ჩანს კალიუმის სასუქების მაღალი ეფექტი მანდარინის მოსავლიანობაზე. NP-თან შედარებით ქლოროვანი კალიუმი 5,2, კალიუმის სულფატი — 6,8 და კალიმაგნეზი — 8,8 ტ/ჰა ნამატ მოსავალს იძლევა.

კალიუმის სასუქების მაღალი ეფექტი გამოიწვია კალიუმით განოყოფილებულ დანაყოფებზე ნიადაგის კალიუმის მოძრავი ფორმებით უზრუნველყოფამ. ცდის დაწყებიდან მე-20 წელს მოძრავი კალიუმის რაოდენობა 100 გ ნიადაგზე შეადგენდა: NP ვარიანტში — 8,5 მგ, ხოლო კალიუმით განოყოფილებულ ვარიანტებში — 22—27 მგ.

NP ვარიანტში მოძრავი კალიუმის შემცირებამ გამოიწვია მანდარინის მოსავლის მკვეთრი დაცემა. აქ ცდის წარმოების 24-ე წელს მოსავალმა შეადგინა 10,3 ტ/ჰა, ხოლო კალიუმით განოყოფილებულ ვარიანტებში — 32,4—40,4 ტ/ჰა ფარგლებში იყო.

ცხრილი 136. კალიუმიანი სასუქის ფორმების ხანგრძლივად გამოყენების ვაჟლენა მანდარინის მოსავლიანობაზე

ვარიანტი	პირდაპირი მოქმედების წლები 1966—1974 წწ		შემდგომი მოქმედების წლები 1975—1978 წწ		განმეორებითი პირდაპირი მოქმედების წლები 1979—1985 წწ		20 წლის საშუალო	
	ტ/ჰა	%	ტ/ჰა	%	ტ/ჰა	%	ტ/ჰა	%
	საკონტროლო (უსასუქოდ)	5,2	43	5,7	17	3,2	9	4,3
NP — ფონი	12,1	100	27,6	100	37,5	100	25,7	100
NP+KCl	13,1	109	29,1	105	50,6	135	30,9	120
NP+K ₂ SO ₄	15,4	124	29,4	106	53,2	142	32,5	126
NP+K ₂ SO ₄ MgSO ₄	17,2	142	30,4	109	56,4	150	34,5	134

კალიუმიანი სასუქის ფორმებიდან კალიმაგნეზის უფრო მაღალი ეფექტი იმითაა გამოწვეული, რომ ეს სასუქი გარდა კალიუმისა, შეიცავს მაგნიუმს და გოგირდს მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმებში, ამავე დროს, მასში მცირეა ქლორი.

დიდი მნიშვნელობა აქვს კალიუმიანი სასუქების შეტანის ვადებს. ე. ბალათურის ცდებში, სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებზე ქლორის შემცველი კალიუმიანი სასუქების სხვადასხვა ნორმით გაზაფხულზე შეტანამ, გამოიწვია ფორთოხლის მოსავლის შემცირება, ხოლო შემოდგომაზე შეტანამ — 15%-ით გააღიდა მოსავალი. შემოდგომით შეტანილი სასუქების მაღალ ეფექტს ავტორი ხსნის ზამთარსა და გაზაფხულზე მოსული ნალექებით ფესვის გავრცელების ნიადაგის ფენიდან ქლორის გამორეცხვით.

ციტრუსების ბაღის გასანაოყიერებლად კალიუმიანი სასუქების შემდეგი წესია რეკომენდებული. საქართველოში, აზერბაიჯანსა და კრასნოდარის მხარეში ბაღის გაშენების წინ, ნიადაგის პლანტაჟის ჩატარებისას, მთელ ფართობზე (მობნევით) 45—50 სმ სიღრმეზე K₂O შეაქვთ: ნიადაგის მოძრავი კალიუმით დაბალი და ძლიერ დაბალი უზრუნველყოფისას 200 კგ; საშუალოდ უზრუნველყოფისას — 100 კგ/ჰა. იგივე რაოდენობით კალიუმიანი სასუქი შეიტანება ბაღის გაშენების წინ, 15—20 სმ სიღრმეზე.

ციტრუსების ახალგაზრდა და მოსავლიან ბაღებში კალიუმიანი სასუქების გამოყენება ხდება მოძრავი კალიუმით ნიადაგის უზრუნველყოფის დონის (ცხრ. 114), მცენარეთა მოსავლიანობისა (ცხრ. 133) და

ასაკის (ცხრ. 134) გათვალისწინებით. კალიუმით ძლიერ დაბალი და დაბალი უზრუნველყოფის შემთხვევაში დასაშვებია 2—4 წლის ნორმის ერთხელ შეტანა, შემდგომში — ყოველწლიურად. მათი შეტანის საუკეთესო ვადებია დეკემბერი-მარტი, გადაბარვისას ნიადაგში ჩაკეთება 15—20 სმ სიღრმეზე.

ტაჯიკეთის პირობებში (ტრანშეის კულტურა) კალიუმისანი სასუქები შეაქვე ყოველწლიურად, ნაყოფების კრფის შემდეგ, მცენარეთა ასაკის გათვალისწინებით: 1—2 წლიან ბაღებში — 25—30, 3—4 წლიანში — 50—60 და 5—6 წლიანში და მეტი ასაკისაში — 100—120 გ ერთ მცენარეზე.

მაგნიუმისანი სასუქები. მაგნიუმი შედის ქლოროფილის შედგენილობაში, ააქტიურებს ენზიმების მოქმედებას, მონაწილეობს მცენარეში ცხიმების დაგროვებაში. მაგნიუმის მაღალი შემცველობა ციტრუსებში იწვევს ფოთლებში ფოსფორის შემცველობის შემცირებას.

მაგნიუმის მკვეთრი ნაკლებობა მეტად საზიანოა ციტრუსებისათვის. ამ დროს ვლინდება მწვავე ქლოროზი, ნაღრვევი ფოთოლცვენა, იზრდება მგრძობიარობა ყინვების მიმართ, ძლიერდება მეწლეობა, სუსტდება მცენარის ზრდა, ეცემა მოსავალი და მისი ხარისხი უარესდება.

დიდი ხნის მანძილზე მარტო აზოტს, ფოსფორსა და კალიუმს მიიჩნევდნენ საჭიროდ ციტრუსების ბაღის გასანოყიერებლად, ხოლო მაგნიუმს არ ექცეოდა ყურადღება. თუმცა ცნობილი იყო ციტრუსების მაგნიუმით შიმშილის სიმპტომები უცხოეთში (ვ. როიტერი და სხვ.) და ჩვენში (ვ. გოძიაშვილი, ა. ბერიძე და სხვ.).

ტენიან სუბტროპიკებში (ჩაქვი), მანდარინის მოსავლიან ბაღებში, მაგნიუმით შიმშილის გარეგანი ნიშნები პირველად აღწერა გ. გოძიაშვილმა: ჯერ არათანაბრად ყვითლდება ქვედა ფოთლები, შემდეგ სცვიოთლე ძლიერდება და ზედა ფოთლებზე ინაცვლებს. ეს ნიშნები მეტი სიმძაფრით უხვად მსხმოიარე მცენარეებზე ვლინდება. მაგნიუმით მკვეთრი შიმშილისას ციტრუსების ნაყოფი ნაცვლად ნარინჯისფერისა, ღია მწვანე ფერის ხდება, ამავე დროს, ნაყოფები მცირე ზომისაა.

გ. გოძიაშვილის, ლ. კორაბლიოვას, მ. მაზაევას, ო. დათუაძის, ი. მარშანიას, ჯ. წოწონაევას და სხვათა შრომებში აღნიშნულია სუბტროპიკული ზონის ნიადაგებში მაგნიუმის მოძრავი ფორმების დაბალი შემცველობა. დადგენილია ციტრუსების ბაღების ნიადაგებში მაგნიუმის მოძრავი ფორმების მცირე შემცველობის მიზეზები, როგორცაა: მოსავლით ნიადაგიდან მაგნიუმის გამოტანა; ფიზიოლოგიურად მკავე სასუქების ინტენსიური გამოყენება, მათი გავლენით ნიადაგი მკავე ხდება, მაგნიუმი და სხვა ფუძეები მოძრავ ფორმაში გადადიან; სუბტროპიკული ზონისათვის დამახასიათებელი უხვი ნალექები ხელს უწყობს ფესვთა სისტემის ზონიდან მათ დაღმავალ მიგრაციას; მოკირიანება,

ასევე კალიუმისანი სასუქის მაღალი ნორმები იწვევს ნიადაგში კალციუმის მაგნიუმთან და კალიუმის მაგნიუმთან შეფარდების გადიდებას, რაც უარყოფითად მოქმედებს ციტრუსების მაგნიუმით კვებაზე.

მეციტრუსეობის მსოფლიო პრაქტიკაში ბაღების გასანოციერებლად იყენებენ ღუნიტს, მაგნიუმის ჟანგს, ვერმიკულიტს, სერპენტინიტს, მაგნიუმის სულფატს, ამოშენიტს, დოლომიტს, დოლომიტიზირებულ კირქვებს და სხვ. ჩვენ პირობებში ფართოდ გამოიყენება, პირველ რიგში, დოლომიტი, მაგნიუმის ჟანგი და ამოშენიტი, ასევე მაგნიუმის შემცველი ადგილობრივი წყაროები, ნაკელი, მცენარის ნაცარი, ჩაის, ტუნგისა და მზესუმზირას ქარხნის ანარჩენები.

მაგნიუმის ნორმის დასადგენად ხელმძღვანელობენ ნიადაგის მოძრავი მაგნიუმით უზრუნველყოფით (ცხრ. 137), მცენარის ასაკისა და მოსავლის დონის (ცხრ. 133) და სასუქის საშუალო ნორმის შესწორების კოეფიციენტის მაჩვენებლებით.

ცხრილი 137. ნიადაგის მაგნიუმით უზრუნველყოფა და მაგნიუმის ნორმები ციტრუსების ბაღში

ნიადაგის უზრუნველყოფა მოძრავი მაგნიუმით	0—20 სმ ნიადაგის ფენაში MgO, მგ 100 გ ნიადაგზე	MgO ნორმა, გ/1 მცენარეზე	სასუქის საშუალო ნორმის შესწორების კოეფიციენტი	
			საშუალო მოსავალი	მაღალი მოსავალი
ძლიერ დაბალი	<10	150	1,25	1,50
დაბალი	10—15	100	1,00	1,25
საშუალო-ოპტიმალური	15—20	75	0,50	0,70
მაღალი	>20	არ შეიტანება	—	—

ამ მონაცემებზე დაყრდნობით, საბოლოოდ მაგნიუმის ნორმის კორექტირებას ახდენენ ფოთლის ანალიზის მიხედვით. მაგალითად, ფოთოლში მაგნიუმის ძლიერ დაბალი ან დაბალი შემცველობისას (0,25—0,4% მშრალ მასაზე), სასუქის ნორმას 30%-ით ადიდებენ, ოპტიმალური შემცველობისას (0,41—0,70%) საშუალო ნორმა არ იცვლება, მაღალი შემცველობისას (0,7—1,1% და მეტი) მაგნიუმისანი სასუქი არ შეაქვთ.

მაგნიუმისანი სასუქის ნორმების დასადგენად ბევრი საინტერესო გამოკვლევაა ჩატარებული. ო. დათუაძის ცდებში (წითელმიწა, ანასეული), 8 წლის მანძილზე მანგანუმის სულფატის ყოველწლიურად შეტანამ ფორთოხლის 5 წლის მოსავალზე შემდეგნაირად იმოქმედა (ცხრ. 138).

ცხრილი 138. მაგნიუმის სულფატის ნორმების გავლენა ფორთოხალ
ვაშინგტონ-წველის მოხავლიანობაზე (კვ. საშუალოდ ერთ მცენარეზე)

ვარიანტი	კვ	%
საკონტროლო (უსასუქოდ)	8,7	78
NPK — აგროწესებით	11,2	100
NPK + CaCO ₃ 1 გაცვლითი მეჯიანობით	12,6	112
NPK + CaO + MgO 100 კგ/ჰა	15,1	135
NPK + CaO + MgO 150 კგ/ჰა	15,0	124
NPK + CaO + MgO 200 კგ/ჰა	15,5	138

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ მოკირიანებით NPK-თან შედარებით, მოსავალი 12%-ით გაიზარდა, ზოლო სრულ მინერალურ სასუქთან ერთად კირისა და მაგნიუმის ნორმების გავლენით კი — 34—38%-ის ფარგლებში. ამავე დროს, მაგნიუმის ფორმათა შორის მოსავლის სხვაობა არსებითი არ არის.

ა. კუზნეცოვის, რ. ბერიძისა და ა. ქორიძის ცდებში (წითელმიწა, სალიბაური — აქარის ასსრ), მაგნიუმის სულფატის გაზრდილი ნორმების გამოყენებამ მანდარინის მოსავალი არსებითად გაზარდა (ცხრ. 139).

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ მოკირიანების გარეშე მაგნიუმის სულფატის გაზრდილი ნორმების გავლენით, მანდარინის მოსავალი 10—32% ფარგლებში იზრდება, ამავე დროს, 300 კგ/ჰა მაგნიუმის გამოყენებით მოსავალი მკვეთრად ეცემა 200 კგ/ჰა-თან შედარებით.

სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგზე (გვანდრა, აფხაზეთის ასსრ), მანდარინის ბაღში წარმოებულ 17-წლიან ცდაში (ი. მარშანია, ჯ. წოწონავა)

ცხრილი 139. მაგნიუმის სულფატის გავლენა მანდარინის მოხავლიანობაზე (3 წლის საშუალო)

ვარიანტი	ტ/ჰა	%
NPK — ფონი	15,1	100
NPK + MgO 50 გ/მცენარეზე	16,6	110
NPK + MgO 100 გ/მცენარეზე	16,9	112
NPK + MgO 200 გ/მცენარეზე	20,0	132
NPK + MgO 300 გ/მცენარეზე	17,9	118

მაგნიუმის ნორმების გავლენა მაღალია, როგორც პირდაპირი, ისე შემდგომი მოქმედების წლებში (ცხრ. 140).

ცხრილი 140. მაგნიუმის ნორმების პირდაპირი და შემდგომქმედების გავლენა მანდარინის ხალის მოსავლიანობაზე

ვარიანტი	პირდაპირი ქმედება		შემდგომი ქმედება		განმეორებითი პირდაპირი ქმედება		20 წლის საშუალო	
	1969— —1973 წწ		1974— —1978 წწ		1979— —1988 წწ			
	ტ/კა	%	ტ/კა	%	ტ/კა	%	ტ/კა	%
NPK — ფონი	18,9	100	29,6	100	61,8	100	43,0	100
NPK+MgO 50 გ ძირზე	20,2	107	30,3	102	65,7	106	45,5	106
NPK+MgO 100 „—“	23,0	122	31,4	106	69,4	112	48,3	112
NPK+MgO 150 „—“	21,2	112	34,2	116	68,2	110	48,0	112

ეს მონაცემები იმაზე მიგვანიშნებს, რომ მაგნიუმის ეფექტი განსაკუთრებით მაღალია პირველი პირდაპირი მოქმედების წლებში. გამოცდილი ვარიანტებიდან 20 წლის საშუალოს მიხედვით. მაღალი ეფექტურობით გამოირჩევა მცენარეზე 100 გ MgO-ს ორ წელიწადში ერთხელ გამოყენება, რაც უზრუნველყოფს 5,3 ტ/კა ნამატი მოსავლის მიღებას.

ყურადსაღებია, რომ მაგნიუმის ნორმის ზრდასთან ერთად, იზრდება მოსავლით აზოტის, ფოსფორისა და მაგნიუმის გამოტანა, ხოლო კალიუმისა და კალციუმისა — მცირდება.

ბ. გომიაშვილის და ო. დათუაძის მონაცემებით, მაგნიუმიანი სასუქების ფორმებიდან საუკეთესოა დოლომიტი. იგი ანეიტრალურს ნიჟარდაგს, შეიცავს მაგნიუმს და აუმჯობესებს ნიადაგში კათიონების შეფარდებას.

ადვილად ხსნადი მაგნიუმიანი სასუქები — ამოშენიტი, მაგნიუმის სულფატი, კალიმაგნეზია, ნაცარი და სხვ., შეიტანება 2—3 წელიწადში ერთხელ 100—150 გ მცენარეზე, ხოლო ძნელად ხსნადი — მაგნიუმის ფოსფატი, 200 გ MgO-ის ანგარიშით ერთ კალიუმიან სასუქებთან ერთად ნარევის სახით, ფოსფორიან ან კალიუმიან სასუქებთან ერთად ნარევის სახით.

ცნობილია, რომ გარდა აზოტისა, ფოსფორისა, კალიუმისა და მაგნიუმისა, ციტრუსებს ზრდა-განვითარებისათვის ესაჭიროება მიკროელემენტები — ბორი, თუთია, მოლიბდენი, სპილენძი და სხვ.

მსოფლიო მეციტრუსეობაში მიკროელემენტების პრობლემა განსაკუთრებით გამოიკვეთა 60—70 წლებში და ყოველწლიურად მეტი მნიშვნელობისა ხდება. ეს გამოიწვია მინერალური სასუქების ინტენსიურმა გამოყენებამ. მათი გავლენით ნიადაგიდან მოსავლის მიერ ამ ელემენტების სისტემატურმა გამოტანამ, ასევე მათი ძვრადობის გაძლიერებამ და შესაბამისად ნიადაგის მიკროელემენტებით გაღარიბებამ.

ციტრუსების ბაღში მიკროელემენტების მაღალ ეფექტურობაზე მიგვანიშნებს ჩვენში და უცხოეთში ჩატარებული მრავალი გამოკვლევა (ქ. თალაკვაძე, ი. ჭანტურია, ქ. ფაჩულია, ტ. სამოლადასი, გ. სანიკიძე, მ. კეკეყმაძე, ტ. მდინარაძე, ნ. ეგორაშვილი, მ. ვარძელაშვილი, ი. პეიფე, ე. სიმონოვი, მ. შკოლნიკი, ვ. ჯონსი, ნ. სივარამანი, კ. აიაპე, ტ. ემბლტონი და მრავალი სხვა).

ციტრუსების მიმართ ყველაზე კარგად შესწავლილია ბორი, თუთია და მანგანუმი.

დადგენილია, რომ ბორის ნაკლებობისას ციტრუსები მცირე რაოდენობით ყვავილს იფითარებენ, დაბალია სასარგებლო გამონასკვა, ნაყოფები ცუდი ხარისხისაა, სქელი კანი, მშრალი და უგემური რბილობი აქვთ. მცენარეები სუსტად იზრდება, ფოთლები მკრთალი ან ღია მწვანე ფერისა ხდება. კენწეროს ერთწლიანი ნაზარდები ხმობას იწყებს, შემდეგში ძველი ნაზარდების ხმობაც აღინიშნება, მისი ხანგრძლივი მკვეთრი ნაკლებობისას მცენარე იღუპება.

თუთიის ნაკლებობა ციტრუსებში იწვევს ყანგვა-აღდგენის პროცესის შემცირებას, ქლოროფილის შემცველობისა და ნახშირწყლების სინთეზის, ასევე ქსოვილებში წყლის შეკავების უნარის დაქვეითებას და მოსავლის დაცემას, ნაყოფების ხარისხისა და შენახვის უნარის გაუარესებას.

მანგანუმის სიმცირობისას აღინიშნება ფოთლების ადრეული ცვენა, ნაზარდების ხმობა, გამონასკვა დაბალია, ნაყოფები ვერ აღწევენ ნორმალურ ზომას; მკვეთრი ნაკლებობისას ფოთლებზე ქლოროზის ნიშნები ჩნდება; მცენარის გამძლეობა ყინვებისა და გვალვის მიმართ ქვეითდება.

სპილენძის ნაკლებობის დამახასიათებელია ნაზარდთა კენწეროს ხმობა, ფოთლების დეფორმაცია და სიხუჭუჭე, ნაყოფების დაავადება.

დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ნიადაგები, სადაც გაშენებულია ციტრუსების ბაღები, საერთო ბორის, თუთიისა და სპილენძის შემცველობით მდიდარია, მაგრამ მცენარისათვის მისაწვდომი სახით, განსაკუთრებით ბორისა და თუთიის შემცველობით ღარიბია. ამიტომ ბორისა და თუთიის ნაკლებობის ნიშნები უფრო ხშირად ვლინდება.

გამოვლინებულია ნიადაგსა და მცენარის ფოთლებში ბორისა და თუთიის შემცველობის სეზონურობა. ამ ელემენტების მეტი შემცველო-

ბა ნიადაგსა და მცენარის ფოთლებში აღმოჩენილია გაზაფხულზე, ციტრუსების ზრდის დაწყებისას. ხოლო მცირე — შემოდგომასა და ზამთარში. ამავე დროს ნიადაგის ჰუმუსოვან ფენაში მათი შემცველობა მეტია და სიღრმეში მკვეთრად კლებულობს.

ციტრუსების ბაღში თუთიისა და ბორის შეტანის აუცილებლობის დასადგენად დამუშავებულია ნიადაგსა და მცენარეში მათი შემცველობის ინდექსები (ცხრ. 141).

ც ხ რ ი ლ ი 141. თუთიისა და ბორით უზრუნველყოფის ინდექსები (მშრალ მასაზე, მგ/კგ)

უზრუნველყოფის დონე	მომრავი თუთია ნიადაგში	საერთო თუთია ფოთოლში	მომრავი ბორი ნიადაგში	საერთო ბორი ფოთოლში
დაბალი	<5	<25	<0,3	<50
საშუალო	5—10	25—40	0,3—0,5	50—100
მაღალი	>11	>40	>0,5	>100

ციტრუსების განოციერებისათვის საუკეთესოა 6 კგ/ჰა ბორისა და 4 კგ/ჰა თუთიის ანგარიშით ღარიბ ნიადაგებში ამ ელემენტების შემცველი სასუქების შეტანა. ამაზე მიგვანიშნებს ამ ბოლო წლებში წითელმიწა ნიადაგებზე მანდარინის ახალგაზრდა მოსავლიან ბაღში ჩატარებული ცდის შედეგები (ცხრ. 142).

ც ხ რ ი ლ ი 142. ბორისა და თუთიის შემცველი სასუქების გავლენა მანდარინის მოსავლიანობაზე (4 წლის საშუალო 1 მცენარეზე)

ვ ა რ ი ა ნ ტ ი	კგ	%
PK+CaCO ₃ — ფონი	4,5	100
ფონი+ბორი 3 კგ/ჰა	5,2	115
ფონი+ბორი 6 კგ/ჰა	5,4	120
ფონი+ბორი 9 კგ/ჰა	4,9	109
ფონი+თუთია 4 კგ/ჰა	5,2	115
ფონი+თუთია 8 კგ/ჰა	5,1	113
ფონი+თუთია 12 კგ/ჰა	4,7	105

სხვა წყაროების მიხედვით, ასევე მაღალ ეფექტს იძლევა მიკროსასუქების ფესვისგარეშე კვების სახით გამოყენება. ამ მიზნისათვის იყენებენ დაბალი კონცენტრაციის ხსნარებს. შესხურებას ატარებენ ვეგეტაციის პერიოდში ორ-სამჯერ.

ორგანული სასუქები. ორგანული სასუქები სრული სასუქებია. ისინი მცენარის კვებისათვის თითქმის ყველა საჭირო საკვებ ელემენტებს შეიცავენ. ამიტომ ციტრუსების ბაღში ნაკელის, ტორფო-კომპოსტებისა და განსაკუთრებით სიდერატების გამოყენებას, დიდი მნიშვნელობა აქვს. ორგანული სასუქები, გარდა იმისა, რომ შეიცავს მცენარისათვის საჭირო საკვებ ელემენტებს და აუმჯობესებენ ციტრუსების საკვებით მომარაგებას, დიდ გავლენას ახდენენ ნიადაგის თვისებებზე. სუბტროპიკული ზონის ნიადაგების ბუნება და ორგანული სასუქების გავლენა მათი თვისებების გაუმჯობესებაზე, განხილულია ჩაის პლანტაციის განოყიერებისას. ამიტომ აქ ამაზე არ შეეჩერდებით. აღვნიშნავთ, რომ მაღალი ტემპერატურისა და ნიადაგის სისტემატური დამუშავების გავლენით (წელიწადში 4—5-ჯერ) ნიადაგის ორგანული ნაწილაკების დაშლა ინტენსიურად მიმდინარეობს, უხვი ნალექები კი ხელს უწყობს ნიადაგიდან მათ გამორეცხვას. ამიტომ ორგანული ნივთიერებებით ისედაც ღარიბი ნიადაგები (ჩამორეცხილი წითელმიწები და ეწერები ჰუმუსს შეიცავს 2—4%, ხოლო მათი ტიპური — ჩამორეცხავი სახესხვაობები 5—7%, რაც ძირითადად თავმოყრილია 0—15 სმ ფენაში) უფრო ღარიბი ხდება.

ერთი მხრივ ეს პირობები, მეორე მხრივ ციტრუსოვანი მცენარეების მაღალი მოთხოვნილება კვების რეჟიმის მიმართ განსაზღვრავენ ორგანული სასუქების მაღალ უფექტს. ამავე დროს წარმოების პირობებში ციტრუსების ბაღების განოყიერების პრობლემის გადაწყვეტა მარტო ორგანული სასუქების ხარჯზე შეუძლებელია. იგი უნდა გადაწყდეს ორგანული და მინერალური სასუქების ერთობლივი გამოყენებით. ამ პირობებში ხდება ამ სასუქების პოტენციური შესაძლებლობების სრული გამოვლინება, რადგანაც ისინი ერთმანეთისათვის ქმნიან მოქმედების საუკეთესო ფონს.

დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის სხვადასხვა ნიადაგებზე, ციტრუსების სხვადასხვა ასაკის ბაღში მრავალი საინტერესო გამოკვლევა ჩატარდა მინერალური და ორგანული სასუქების ცალცალკე და ერთობლივი გამოყენების შედარებითი ეფექტურობის შესასწავლად (მ. ზზიავა, ი. გამყრელიძე, პ. გიგინეიშვილი, შ. გვიგბერია, მ. გოჩელაშვილი, ტ. კვარაცხელია, ნ. კვარაცხელია, ი. მარშანია, ა. მენაღარაშვილი, გ. ნადარაია, გ. ურუშაძე, ფ. ჭანუყვაძე, მ. ჩაჩიბაია და სხვ.), რაც შემდეგში საფუძვლად დაედო ციტრუსების ბაღის განოყიერების თეორიასა და პრაქტიკას.

ამ გამოკვლევებიდან ნათლად ჩანს, რომ მწვანე სასუქი და ნაკელი ერთმანეთისაგან არსებითად არ განსხვავდება, სრული მინერალური სასუქი არსებითად ჭარბობს მათ ეფექტურობას. ამავე დროს სრული მინერალური სასუქის, ნაკელის, მწვანე სასუქის ან ტორფოკომპოსტის

ერთობლივად გამოყენება მნიშვნელოვნად აღემატება მათი ცალ-ცალკე გამოყენებით მიღებულ შედეგს. ეს ფაქტი კარგად ჩანს მანდარინის ბალში პ. გიგინეიშვილის მიერ გულრიფშის ციტრუსების საბჭოთა მეურნეობაში, და ი. მარშანიას სასწავლო მეურნეობა „ეშერაში“, ხოლო ლიმონ ქართულის მიმართ მ. ბზიავას (ანასეული), ი. მარშანიას (ეშერა) ჩატარებული ცდებიდან (ცხრ. 143). გარდა ამისა, პ. გიგინეიშვილის ცდით დამტკიცდა ა. მენადარაშვილის მიერ ადრე წამოყენებული დებულება დაუკომპოსტებელი ტორფის დაბალი ეფექტურობის შესახებ.

ჩვენში და უცხოეთში ჩატარებული ყველა ცდა ნათლად მიგვანიშნებს იმაზე, რომ მინერალური და ორგანული სასუქების ერთობლივი გამოყენება მოსავლის გადიდებასთან ერთად იწვევს მცენარის საუკეთესო ზრდას, ყინვების, მავნებლებისა და დაავადების მიმართ მცენარის გამძლეობის ამაღლებას, ასევე ნიადაგის თვისებების გაუმჯობესებას.

ამავე დროს ორგანული სასუქების შემდგომი მოქმედება დიდხანს გრძელდება და იგი ზოგჯერ ჰარბობს პირდაპირი მოქმედების წლებში მიღებულ შედეგს.

დასავლეთ საქართველოს მთაგორიან პირობებში, ციტრუსებით ძირითადად მთაგორიანი ნაკვეთებია დაკავებული, განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მწვანე სასუქებს. საქმე ისაა, რომ ჯერ ერთი, ნაკელისა და ტორფოკომპოსტების რესურსები განსაზღვრულია, მეორე — მთაგორიან პირობებში მათი მიზიდვა და გამოყენება საჭიროებს დიდი რაოდენობით მუშახელსა და ხარჯებს. ციტრუსების მწკრივთაშორისებში 30—35 ტ/ჰა სიდერატების მწვანე მასის მისაღებად საჭიროა სულ დიდი 150—200 კგ თესლი და 1 ტონამდე მინერალური სასუქი, ნაცვლად 30—50 ტ/ჰა ნაკელის ან ტორფო-კომპოსტებისა, ამიტომ სიდერატების გამოყენება მეტად იაფი და მაღალეფექტური აგროტექნიკური ზეგნია. გარდა ამისა, სიდერატებს ნაკელთან და ტორფო-კომპოსტებთან შედარებით სხვა უპირატესობანი გააჩნია: ნიადაგი მდიდრდება ორგანული ნივთიერებით და ბიოლოგიური აზოტით; იგი არის ნიადაგის ეროზიისა და სარეველების წინააღმდეგ ბრძოლის საიმედო საშუალება; სიდერატების ფესვები ვერტიკალურად ღრმად ვრცელდება, აკულტურებს ნიადაგის ღრმა ფენას, ქვედა ფენებიდან ზედა ფენებში ამოაქვთ ნაცრის ულემენტები; ციტრუსების მწკრივთაშორისებში ნათესი საშემოდგომო-საზამთრო სიდერატები, შემოდგომით ინტენსიურად შთანთქავენ ნიადაგიდან წყალს და საკვებ ნივთიერებებს ე. ი. კონკურენციას უწყვენ ძირითად კულტურას. ეს იწვევს ძირითადი კულტურის ინტენსიური ზრდის შენელებას, მათ გადასვლას იძულებითი შესვენების სტადიაში, ხელს უწყობს მცენარის ზამთრისათვის გამოწრთობას და ყინ-

ვებისადმი გამძლეობის ამაღლებას; განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მწვანე სასუქებით ნიადაგიდან ციტრუსების მიერ გამოყენებული ნიტრატების შთანქმას, ჯერ ერთი, მცირდება აზოტის დანაკარგი და მეორე — ნიტრატებით გარემოს გაკუჭყიანება; გარდა ამისა, სიდერატების მწვანე მასა გამოიყენება პირუტყვის საკვებად, რის მკვეთრი ნაკლებობა იგრძნობა სუბტროპიკულ ზონაში, მისგან მიღებული ნაკელის, ფესვებისა და წამონაზარდების ჩახვნა ნიადაგის ნაყოფიერებაზე დადებითად მოქმედებს.

ციტრუსების ბალის გასანოყიერებლად რეკომენდებულია ნაკელისა და ტორფო-კომპოსტების შემდეგი რაოდენობით გამოყენება (ცხრ. 144).

ც ხ რ ი ლ ი 144. ორგანული ხასუქების ნორმები ციტრუსების ბალში
(კვ მცენარეზე)

ნიადაგი	მცენარის ასაკი		
	დარჯვის დროს და 1—5 წლამდე	5—10 წლამდე	10 წლისა და მეტი ასაკის
ჰუმუსით ღარიბი (ალევიურა გაეწერებული, ეწერი) მცირედ დარეცხილი წითელმიწა, ყომრალი	25	30	50
ჰუმუსით მდიდარი. ნეშომპალა-იარბონატული, წითელმიწა, ყვითელმიწა და ყომრალი	15	25	40

ციტრუსების ბაღები, რომლებშიც სიდერატები ითესება, ნაკელისა და ტორფო-კომპოსტების ნორმა იცვლება სიდერატების ჩახვნის მომენტში, მათი მწვანე მასის მოსავლის მიხედვით. იმ შემთხვევაში, როცა მწვანე მასის მოსავალი 20 ტ/ჰა აღემატება, სხვა ორგანული სასუქების შეტანა საჭირო არ არის; როცა საშუალო განვითარებისაა (10—12 ტ/ჰა) საჭიროა სხვა ორგანული სასუქების 0,5 ნორმით შეტანა, ხოლო თუ სიდერატები სუსტადაა განვითარებული — მოსავალი 10 ტ/ჰაზე ნაკლებია, მაშინ ნაკელის ან ტორფო-კომპოსტის სრული ნორმის შეტანაა საჭირო.

ციტრუსების ახალგაზრდა ბაღში, რომელიც ჰუმუსით ღარიბია (<4%), 1—5 წლამდე ორგანული სასუქები შეაქვთ ყოველწლიურად, ხოლო შემდგომ პერიოდში და ჰუმუსით მდიდარ ყველა ასაკის ბაღში 4 წელიწადში ერთხელ. მათი შეტანა ტარდება ნიადაგის საშემოდგომო-საზამთრო დამუშავებისას.

ტაჯიკეთის რესპუბლიკაში (ლიმონი, ტრანშეის კულტურა) ორგანული სასუქები (ცხვრისა და მსხვილფეხა რქიანი საქონლის ნაკელი)

შეაქვთ მცენარეთა ასაკის მიხედვით: 1—2 წლისაში — 7—10 კგ; 3—4 წლისაში — 12—15 კგ, 5 და მეტი ასაკის ბალში — 17—20 კგ ერთ მცენარეზე, ორ წელიწადში ერთხელ.

ციტრუსების ბალის გასანოყიერებლად გამოიყენება საშემოდგომო-საზამთრო სიდერატები, ერთწლიანი და მრავალწლიანი მცენარეები, მათი თესვის ვადები და ნორმები შემდეგია (ცხრ. 145):

ც ხ რ ი ლ ი 145. სიდერატების თესვის ვადები და ნორმები ციტრუსების ბალში

სიდერატები	მწვანე სასუქად	
	თესვის ვადები	თესვის ნორმა კგ/ჰა
ყვითელი ხანჯკოლა	1.08—15.09	160
ღურჯი ხანჯკოლა	— „ —	180
თეთრი ხანჯკოლა	— „ —	200
ტანკერიის ცულისპირა	— „ —	150
ჩიტყვება	1.09—15.10	75
ყვითელი შერის ნარევი — სულ	— „ —	150
მ შ. ცერცველა	— „ —	100
შერია	— „ —	50
ბარდა	15.10—1.11	150
სოია	15.04—15.05	60
ძაძა	— „ —	65
ლესპედეზა ბიკლორის	1.2—15.03	30
კურდღლის ფრჩხილა	1.09—15.10	15
წითელი სამყურა	— „ —	10—12
კონდარი: მრავალსათიბო-ანი, მალაღი, სამოვისი	— „ —	12—15

სიდერატები გამოიყენება როგორც ახალგაზრდა, ისე მოსავლიან ბაღებში, სანამ მწკრივში ციტრუსების ვარჯი არ შეიკვრება და სიდერატების განვითარებისათვის პირობები არ შეიზღუდება

6 წლამდე ასაკის ბაღებში გამოიყენება როგორც გაზაფხულ-ზაფხულის, ისე შემოდგომა-ზამთრის სიდერატები. გაზაფხულ-ზაფხულის

სიდერატების თესვა ხდება მწკრივთაშორისებში, მცენარიდან ორივე მხარეს, ერთი მეტრის დაშორებით. საშემოდგომო-საზამთრო სიდერატები — მთელ მწკრივთაშორისში. საგაზაფხულო სიდერატების მწვანე მასა გამოიყენება მულჩად, მომდევნო წელს, ნიადაგის გადაბარვისას მისი ჩაკეთება ხდება ნიადაგში. ამ წესით მისი გამოყენება მაღალ ეფექტს იძლევა. შემოდგომა-ზამთრის სიდერატების ნიადაგში ჩაკეთება უნდა ჩატარდეს ადრე გაზაფხულზე, მასობრივი ყვავილობის ან პარკების რძისებრ-ცილისებრი სიმწიფის დროს. შეიძლება მისი მუჩლად გამოყენებაც და ძირითადი კულტურის ვეგეტაციის დამთავრების შემდეგ ნიადაგში ჩაკეთება.

მოკირიანება. სუბტროპიკული ზონის წითელმიწები, ყვითელმიწები და ეწერი ნიადაგები ბუნებრივ პირობებში მაღალი მჟავიანობით ხასიათდება. გაცვლითი მჟავიანობა 3—6, ჰიდროლიზური — 5—12 მლ-ექვ აღწევს 100 გ ნიადაგზე, pH წყლის სუსპენზიაში 4,8—5,2 და მარილის სუსპენზიაში — 3.6—4.0 ფარგლებშია. ფიზიოლოგიურად მჟავე სასუქების სისტემატური გამოყენება ნიადაგის კიდევ უფრო დაზვევბას იწვევს. გაცვლითი მჟავიანობა 6—10 და ჰიდროლიზური — 15—20 მლ-ექვ აღწევს 100 გ ნიადაგზე და pH წყლის გამონაწურში 4,5—4,8-მდე ეცემა. ნიადაგის დამჟავება აუარესებს ციტრუსების ზრდა-განვითარებას, ამ მოვლენის თავიდან ასაცილებლად მიმართავენ ციტრუსების ბაღში ნიადაგის პერიოდულ მოკირიანებას.

მოკირიანება ტარდება ისეთ ნაკვეთებზე, რომლებზედაც უნდა გაშენდეს ან გაშენებულია ციტრუსების ბაღი, იმ შემთხვევაში თუ გაცვლითი მჟავიანობა 4,5 მლ-ექვ მეტია 100 გ ნიადაგზე.

მოკირიანების ჩატარების საფუძველს წარმოადგენს ნიადაგის მჟავიანობის მაჩვენებლები. ნიადაგში შესატანი კირის ნორმას ანგარიშობენ Ca-ზე გადაანგარიშებით.

ციტრუსების ბაღში ნიადაგის მოსაკირიანებლად იყენებენ დაფქულ კირქვას, დოლომიტს, ტკილს, დეფეკატს და სხვა წყაროებს.

ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანების მიერ დამუშავებულია კირიანი სასუქების ნორმები, ნიადაგის გაცვლით მჟავიანობასთან დაკავშირებით (ცხრ. 146).

ამ ცხრილის მიხედვით შეიძლება სხვა კირიანი სასუქების ნორმის გაანგარიშებაც, მათში კალიუმის შემცველობის გათვალისწინებით. ყველა კირიანი სასუქისათვის ოპტიმალურია კალციუმი. ერთი გაცვლითი მჟავიანობის მიხედვით, გამონაკლისს წარმოადგენს ტკილი — ამ შემთხვევაში საჭიროა მისი შეტანა ორი გაცვლითი მჟავიანობის ანგარიშით, ეს გამოწვეულია, კირის სხვა წყაროებთან შედარებით, ტკილში კალციუმის ნაკლები ხსნადობით. ამავე დროს ტკილის შემდგომ მოქმედება უფრო ხანგრძლივია, ვიდრე სხვა წყაროების. მოკირიანება უნდა

**ცხრილი 146. კირიანი სასუქების ნორმა ნიადაგის გაცვლითი
მედიანობის მაჩვენებლის გათვალისწინებით**

გაცვლითი მედიანობა	დოლომიტი ც/კა	დეფეკტი ც/კა
1,0	16	20
2,0	32	40
3,0	48	60
4,0	64	80
5,0	80	100
6,0	96	120
7,0	112	140
8,0	128	160
9,0	144	180
10,0	160	200

ჩატარდეს შემოდგომიდან გაზაფხულის ჩათვლით, ნიადაგის გადაბარვისას — მთელ ფართობზე. უმჯობესია ბალის გაშენების წინ, ნიადაგის პლანტაჟის ჩატარებისას, 45—50 სმ ფენაში კირიანი სასუქების შეტანა, მცენარეთა დარგვისას დასაშვებია ორმოში 2—3 კგ კირის შეტანა.

გ. გოძიაშვილის, ი. სარიშვილის, მ. ბზიავას და სხვათა გამოკვლევებით კირიანი სასუქები ციტრუსების მოსავლიანობაზე, მკავე ნიადაგის პირობებში, ეფექტით არ ჩამოუვარდება ნაკელს.

მ. ბზიავას ცდაში (ცხრ. 147) მანდარინის მოსავლიანობაზე მოკირიანების გავლენა თვალსაჩინოა.

ცხრილი 147. მოკირიანების გავლენა მანდარინის მოსავლიანობაზე

ვარიანტი	4 წლის საშუალო მოსავალი	
	ტ/კა	%
საკონტროლო უსასუქოდ	6,4	79
NPK	8,1	106
NPK+CaO 1— გაცვლითი მედიანობა	16,2	211

ამავე დროს კირიანი სასუქები მაღალეფექტს იძლევა მინერალურ სასუქთან ერთად, ხოლო ორგანული, მინერალური და კირიანი სასუქების ერთად გამოყენებით ციტრუსების ზრდა, ყინვის, დაავადებებისა და მავნებლების წინააღმდეგ გამძლეობა, მოსავალი და მისი ხარისხი საუკეთესოა. მაგალითად, გ. გოძიაშვილის მონაცემებით მანდარინის ახალგაზრდა ბაღში NPK ფონზე მოკირიანების გავლენით მოსავალი 41—49%-ით გაიზარდა, ხოლო NPK+ნაქელის ფონზე — 54—65%-ით.

ციტრუსების სანერგის განოყიერება. ახალი ბაღების გაშენება, არსებულის რემონტი და ბაღის პროდუქტიულობა დიდად არის დამოკიდებული სანერგეში გამოყვანილი ნერგის ხარისხზე. მაღალი ხარისხის ნერგის მუდმივ ადგილზე გადარგვის შემდეგ გახარების ხარისხი მაღალია, ზრდა და მოსავლიანობა საუკეთესოა.

სანერგის განოყიერების სისტემა ითვალისწინებს: სადღე სათესლე, სადღე საკალმე მცენარეების, სათესლე სკოლის, საძირე განყოფილების და ოკულანტების განოყიერებას.

ციტრუსების ნერგები გამოჰყავთ მინდვრის პირობებში, ასევე ცელოფანის პარკებში, ამ პროგრესული წესით ნერგების გამოყვანისას განოყიერების სისტემა მოიცავს საკვები სუბსტრატის მომზადებას და ელექტაციის პირობებში 3—4-ჯერ გამოკვებას.

ციტრუსების სანერგის განოყიერების საკითხებზე მშობლიურ ლიტერატურაში ძალზე მცირე მასალები მოიპოვება. პირველ ცნობას სანერგის განოყიერების საკითხზე ვხვდებით 1937 წელს, იგი ეხება სანერგეში ქერჩის წიღის გამოყენებას. 1940 წელს გ. ურუშაძემ და ი. გამყრელიძემ ყურადღება მიაქციეს ტრიფოლიატის (საძირე) ნათესარების ფესვთა სისტემის ზრდაზე ფოსფორიანი სასუქების გავლენას.

ციტრუსების სანერგის განოყიერების საკითხების მეცნიერულ შესწავლას ფართოდ მოჰკიდა ხელი პროფ. ი. სარიშვილმა (1950—1953 წწ.) ასპირანტებთან ნ. ბუნიასა და ი. მარშანიასთან ერთად.

ამ გამოკვლევებით სხვადასხვა ტიპის ნიადაგზე შესწავლილია: სათესლე სკოლაში და საძირე განყოფილებაში მცენარეთა, ასევე ლიმონის, მანდარინისა და ფორთოხლის ოკულანტებისა და ერთწლიანი ნერგების მოთხოვნილება ძირითადი საკვები ელემენტებისადმი. აზოტიანი, ფოსფორიანი, კალიუმიანი და ორგანული სასუქების ნორმები, ორგანული და მინერალური სასუქების ცალ-ცალკე და ერთობლივი გამოყენების შედეგებითი ეფექტურობა და სასუქების შეტანის ზერხები (ი. მარშანია). ფოსფორიანი სასუქის ფორმების, ნორმებისა და შეტანის ტექნიკის გავლენა ტრიფოლიატის საძირის, ლიმონის ოკულანტებისა და ერთწლიანი ნერგების ზრდასა და სტანდარტული ნერგების გამოსავლიანობაზე (ნ. ბუნიასა). ამის შემდეგ მხოლოდ 1982 წელს გამოქვეყნდა ციტრუსების ნერგების ცელოფანის პარკებში გამოყვანასთან

დაკავშირებით სუბსტრატის მომზადებისათვის სასუქების ნორმის განსაზღვრის მონაცემები (ვ. კუტუბიძე).

სათესლე სკოლაში აგროტექნიკის ამოცანაა ერთ სავეგეტაციო პერიოდში სტანდარტული ნათესარების აღზრდა. სტანდარტულად ითვლება ისეთი ნათესარი, რომლის სიმსხო ფესვის ყელთან 4 მმ აღწევს. ამ ამოცანის გადაწყვეტა შემდეგნაირად ხდება: წინასწარ მომზადებულ ნაკვეთზე კეთდება კვლები, შემდეგ კვლების მარკირება ხდება. მარკერის ზოლის განი 5—7 და სიღრმე 10—12 სმ უნდა იყოს. ასეთ ზოლში 1 კვმ შეიტანება: კარგად გადამწვარი ნაყელი—300—500 გ, 9—10 გ ამონიუმის სულფატი, 10—15 გ სუპერფოსფატი და 5—6 გ ქლოროვანი კალიუმი. სასუქი კარგად უნდა აერიოს ნიადაგს და ზოლი შეივსოს იმ ანგარიშით, რომ მისი სიღრმე 3—4 სმ არ აღემატებოდეს. ამის შემდეგ ხდება თესლის ჩათესვა და მისი ნიადაგით დაფარვა.

როცა ნათესარებს განუვითარდება 3 ფოთოლი, მაშინ ნათესარების გამომეჩხვრა ტარდება. ნათესარებს შორის მანძილი 5—6 სმ უნდა დარჩეს. ამვე დროს ტარდება ნათესართა გამოკვება აზოტით, ერთ მცენარეზე შეაქვთ 0,5 გ აზოტი. უმჯობესია მისი ხსნარის სახით გამოყენება, ამ მიზნისათვის 50 გ აზოტს (ამონიუმის გვარჯილის, შარდოვანას ან სულფატამონიუმის სახით) განაზავებენ 100 ლ წყალში და თითო მცენარეზე შეიტანენ 1,5 ლ. მაღალ ეფექტს იძლევა იენისის შუა რიცხვებში მცენარეთა ნაყელის წუნწუხით მორწყვა (1 წილი ნაყელი განაზავებული 10 წილ წყალში). რისთვისაც მწკრივის ორივე მხარეს, მცენარიდან 2—3 სმ დაშორებით კეთდება 2—3 სმ-ის სიღრმის კვალი, მასში შეიტანება ერთ ზოლში (ზოლის სიგრძე 120 სმ) ან 1 კვ. მ-ზე 7—10 ლ წუნწუხი, რომელიც აუცილებლად უნდა დაიფაროს მიწით.

ნაყელის წუნწუხი შემდეგნაირად მზადდება, მსხვილფეხა რქიანი საქონლის ახალი ნაყელი კასრში უნდა მოვათავსოთ (შეიძლება ორმოში) 1 კგ ნაყელზე დავუმატოთ 100 გ სუპერფოსფატი, 100 გ ამონიუმის სულფატი და 2—3 მოცულობა წყალი. დავაყოვნოთ 8—10 დღე, ამგვარი მასის განუზავებლად გამოყენება დაუშვებელია, მან შეიძლება ფესვთა სისტემის დაზიანება გამოიწვიოს. ამიტომ მისი ყოველი ნაწილი უნდა განვაზაოთ 10 წილ წყალში.

სათესლე სკოლაში სასუქის ლოკალურად შეტანა ტრიფოლიატის ნათესარის ფესვების კომპაქტურ განვითარებას იწვევს, იგი არ ვრცელდება ღრმად და შორს. ამიტომ დარგვისას ფესვის ძალზე მცირე ნაწილი ზიანდება, და გახარების ხარისხი მაღალია; გარდა ამისა, ნათესარები მაღალი ხარისხისაა.

საძირე განყოფილებაში აგროტექნიკა იმნაირად უნდა წარიმართოს, რომ ოკულირების წინ საძირეთა სიმსხო ფესვის ყელიდან 5—6 სმ სი-

მალღებზე 8—10 მმ ფარგლებში იყოს. ამ ამოცანის გადაწყვეტა აგრო-
ლონისძიებათა კომპლექსზეა დამოკიდებული. მათ შორის მნიშვნელო-
ვანი ადგილი უკავია სასუქს.

საძირე განყოფილებაში სასუქების გამოყენება შემდეგნაირად ხდება.
ნიადაგის მომზადებისას 20—25 სმ სიღრმეზე, მთელ ფართობზე მობ-
ნევით შეიტანება 20 ტ ნაკელი ან ტორფო-კომპოსტი, 120 კგ ფოსფო-
რი და 90 კგ/ჰა კალიუმი.

საძირე განყოფილებაში ნათესარების დარგვის წინ აუცილებელია
ნათესარის ფესვების ნაკელის წუნწუნში ამოვლება.

აზოტიანი სასუქის შეტანა 2—3-ჯერ ხდება. პირველად — დარგვი-
დან 10—12 დღის შემდეგ, მეორედ — მაისის ბოლოს და მესამედ —
თუ ეს საჭიროა, ამაზე მცენარეთა ზრდის ხასიათი მიგვანიშნებს, ივნი-
სის ბოლოს. პირველად უკეთესია ამონიუმის სულფატი ან შარდოვანა,
მეორე და მესამეჯერ ამონიუმის გვარჯილა. ყოველი გამოკვების დროს
ერთ საძირეზე საჭიროა თითო გრამი აზოტის შეტანა მცენარის ირ-
გვლივ 7—8 სმ-ზე წრეში და აუცილებელია ნიადაგში 5—7 სმ სი-
ღრმეზე ჩაქეთება.

მცენარეთა სუსტი განვითარების შემთხვევაში, რაც ძალზე იშვი-
ათად ხდება, გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი ღონისძიებებისა, საუკეთესო
შედეგს იძლევა ნაკელის წუნწუნებით საძირეების მორწყვა, რისთვისაც
ერთ მცენარეზე საჭიროა 0,5 ლ წუნწუნი. ამ წესით განოციერებული
საძირეები მაღალი ხარისხისაა.

ოკულანტების განოციერებისათვის მხედველობაში უნდა მივიღოთ
ერთწლიანი ნერგების მიმართ, სტანდარტით გათვალისწინებული ძირი-
თადი მაჩვენებლები. სტანდარტულად ითვლება ისეთი ნერგები, რომ-
ლებსაც ვეგეტაციის დამთავრების შემდეგ გააჩნია 2—3 კარგად განვი-
თარებული ტოტი, ნამყენის სიმსხო მყნობის ადგილზე 12 მმ მეტია, ხო-
ლო სიმაღლე: ლიმონისა — 40—45 სმ, მანდარინისა და ფორთოხლის —
20—25 სმ, ასევე კარგად განვითარებული ფესვთა სისტემა. მათ შორის
დიდი მნიშვნელობა აქვს ფესვის განვითარებას. იგი ვერტიკალური და
ჰორიზონტალური მიმართულებით არ უნდა იყოს ძლიერ გავრცელებუ-
ლი. ეს ხელს უშლის ნერგის ბელტით ამოღებას, ამიტომ მუდმივ ად-
გილზე გადარგვისას მათი გახარება დაბალია. იგი უნდა იყოს კომპაქ-
ტური განვითარების ძირითადი ფესვები, არ უნდა სცილდებოდეს
სიღრმეში 15—20 და სიგანეში 12—15 სმ. ასეთი ნერგების ბელტით
ამოღება იოლია, ბელტი არ იშლება, მას ფესვები კრავს, ფესვი მცირე
რაოდენობით ზიანდება და მათი გახარება ბაღში მაღალი მაჩვენებლე-
ბით ხასიათდება.

კომპაქტური ფესვის განვითარებას ხელს უწყობს ნაკელის ან ტორ-
ფო-კომპოსტის მცირე სიღრმეზე შეტანა. მათი შეტანა ხდება მცენარე-

თა ირგვლივ, ჰექტარზე 20 ტ რაოდენობით, ხოლო ნიადაგში ჩაკეთება 15—17 სმ სიღრმეზე. ორგანულ სასუქთან ერთად იმავე წესით შეიტანება 120 კგ ფოსფორი და 90 კგ/ჰა კალიუმი.

აზოტიანი სასუქის პირველი დოზა, ამონიუმის სულფატის ან შარდოვანას სახით ნიადაგის გადაბარვისთანავე შეიტანება, მეორე დოზა — პირველი ვეგეტაციის, ხოლო მესამე — მეორე ვეგეტაციის დამთავრებისას — 1 მცენარეზე თითო გრამი აზოტის ანგარიშით, ამონიუმის გვარჯილის სახით. აზოტიანი სასუქების ნიადაგში ჩაკეთება აუცილებელია. ოკულანტებში სასუქების ამ წესით გამოყენება უზრუნველყოფს ერთ სავეგეტაციო პერიოდში მაღალი ხარისხის ნერგების მიღებას.

ზრდაში ჩამორჩენილი, არასტანდარტული ნერგების განოციერება მეორე წელს გრძელდება. ამ შემთხვევაში მიმართავენ მცენარეთა ნაკელის წუნწუხით მორწყვას, 1 მცენარეზე 0,5 ლიტრი წუნწუხი შეიტანება, ასევე აზოტიანი სასუქით 2—3-ჯერ გამოკვებას, თითოეული გამოკვების დროს 1 გ აზოტის ანგარიშით.

სანერგე მეურნეობაში, რომლებიც მყავე ნიადაგებზეა განლაგებული, მეტად ეფექტურ ღონისძიებას წარმოადგენს ნიადაგის მოკირიანება, 1 გაცვლითი მყავიანობის მიხედვით.

მეციტრუსეობის მსოფლიო პრაქტიკაში ბოლო წლებში ფართოდ მიმართავენ ციტრუსების ნერგების გამოყვანას ცელოფანის ტომრებში. ამ წესით გამოყვანილ ნერგებს დიდი უპირატესობა აქვს მინდვრის პირობებში, ტრადიციული წესით გამოყვანილ ნერგებთან შედარებით. იოლია მათი გამოყენება გადარგვისას. პრაქტიკულად ბელტი და ფესვი არ ზიანდება, ამიტომ მაღალია მათი გახარების ხარისხი.

ცელოფანის ტომრებს სხვადასხვა ქვეყანაში სხვადასხვა ზომისას ამზადებენ. ეს მეციტრუსეობის ზონის თავისებურებაზეა დამოკიდებული. ტროპიკულ ქვეყნებში მეტი მოცულობისაა, ნიადაგი სწრაფად რომ არ გამოშრეს, ვიდრე სუბტროპიკულ ზონაში. ჩვენ პირობებში ურჩევენ 30 სმ სიმაღლის და 20 სმ სიგანის ტომრებს, მათი ტევადობა 2,5 — 3,0 კგ ნიადაგია. ცელოფანის ტომრების შესავსებად ნაზავი შემდეგნაირად მზადდება. 700 კგ კორდიან ნიადაგს უმატებენ 300 კგ ტორფო-კომპოსტს, 100—150 კგ აზოტს, 150—200 გ ფოსფორს და 100—150 გ კალიუმს. მათი გამოყენება უმჯობესია ამონიუმის სულფატის ან შარდოვანას, კალიუმის სულფატის ან კალიმაგნეზიის (უნდა მოვერიდოთ ქლორის შემცველი სასუქების გამოყენებას) სუსტმყავე ნიადაგებზე — სუპერფოსფატის (უმჯობესია გრანულირებული სუპერფოსფატი) და მყავე ნიადაგებზე ფოსფორიტის ფქვილის სახით.

ცელოფანის ტომრებში წლის განმავლობაში ორგანული სასუქის ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანა საჭირო არ არის.

აზოტიანი სასუქები სავეგეტაციო პერიოდში 2—3-ჯერ შეიტანება, მათი შეტანა ხდება როგორც მყარი, ისე თხიერი სასუქის სახით, ყოველი გამოკვებისას ერთ მცენარეზე 1—2 გ აზოტის ანგარიშით.

ტრიფოლიატის სადღე სათესლე მცენარეების განოყიერება შემდეგი თავისებურებით ხასიათდება. ოთხ წელიწადში ერთჯერ შეიტანება ტორფო-კომპოსტი ან ნაკელი, 20—30 კგ 1 მცენარეზე. მწკრივთა შორის ტარდება სიდერატების თესვა მანამ, სანამ ამის საშუალებას იძლევა ტრიფოლიატის მცენარეების ზრდა. მწვანე სასუქის ჩაკეთება ხდება მასობრივი ყვავილობის ან პარკების რძისებრ-ცვილისებრი სიმწიფის სტადიაში.

აზოტიანი სასუქები შეიტანება ყოველწლიურად. შეტანის ნორმა შეადგენს 80—100 გ მცენარეზე. პირველი დოზის შეტანა ხდება მცენარეთა ვეგეტაციის დაწყების წინ. იგი შეადგენს 50—60 გ მცენარეზე. მეორე დოზა 30—40 გ მცენარეზე ყვავილობის დამთავრებისას შეიტანება. ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები გამოიყენება ანალოგიურად ციტრუსების ბაღის განოყიერებისას, ნიადაგის ამ ელემენტებით უზრუნველყოფის დონესთან დაკავშირებით. ძლიერ ღარიბ და ღარიბ ნიადაგებზე ფოსფორის ნორმა შეადგენს 150—200 და კალიუმისა — 100—120 გ მცენარეზე. ორგანული, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები შეიტანება ღრმად, ნიადაგის გადაბარვის დროს, აზოტიანი სასუქები 5—7 სმ სიღრმეზე.

სადღე საკალმე მცენარეების განოყიერებისათვის მხედველობაში უნდა მივიღოთ ბაღის დანიშნულება. საკმე ისაა, რომ ასეთი ბაღებიდან მარტო კალმებს კი არ ვღებულობთ, არამედ მოსავალსაც. ამასთან დაკავშირებით განოყიერების სისტემა ისე უნდა წარმართოთ, რომ კალმებთან ერთად მეტი მოსავლის მიღებას მივალწიოთ.

სადღე ბაღში, რომელშიც გასხვლა არ ტარდება, ორგანული და მინერალური სასუქები შეიტანება იმავე წესით და იმავე რაოდენობით, როგორც ციტრუსების მოსავლიან ბაღში.

ბაღი, რომელშიც ტარდება საშემოდგომო გასხვლა, შეიტანება სრული მინერალური სასუქის ორმაგი ნორმა. ისეთ ბაღში, სადაც საგაზაფხულო გასხვლა ტარდება, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქი შეიტანება ორმაგი ნორმით, ხოლო აზოტი — ერთმაგი ნორმით. აზოტის ნორმა იცვლება ბაღის ასაკისა და მოსავლის დონის გათვალისწინებით, ანალოგიურად ციტრუსების სამრეწველო ბაღებისა.

სადღე საკალმე ბაღში ორგანული სასუქების 4 წელიწადში ერთხელ გამოყენება და სიდერატების ყოველწლიური თესვა, სანამ ამის საშუალებას იძლევა ძირითადი კულტურა, აუცილებელი დონისძიებაა.

განოყიერების ასეთი წესი უზრუნველყოფს კალმებისა და ნაყოფების კარგი ხარისხის მაღალი მოსავლის მიღებას.

კეთილშობილი დაფნა მოჰყავთ საქართველოში, აზერბაიჯანსა და კრასნოდარის მხარეში. მათი გაშენება მიზნად ისახავს ძირითადად ფოთლის მიღებას. იგი ფართოდ გამოიყენება საკონსერვო, საკონდიტრო, საპარფუმერო მრეწველობასა და კულინარიაში. ამიტომ მის პროდუქტიაზე საზოგადოებრივი მოთხოვნილება დიდია. ამავე დროს მისი მოყვანა ეკოლოგიური პირობებით არის განსაზღვრული.

კეთილშობილი დაფნის მცენარე კარგად ხარობს სუბტროპიკულ ზონაში, სადაც ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამი 600—2500 მმ ფარგლებშია. იგი კარგად იზრდება სუსტი მჟავე, ნეიტრალურ და სუსტი ტუტე ნიადაგის პირობებში. ვერ იტანს ჰარბტენიან და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგს.

კეთილშობილი დაფნის გასაშენებლად მჟავე ნიადაგი უნდა მოკირიანდეს 1 გაცვლითი მჟავიანობის მიხედვით. ჰარბტენიან და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე მელიორაციული ღონისძიებები უნდა ჩატარდეს.

კეთილშობილი დაფნის ნარგავობის გასანოყიერებლად იყენებენ: ნაკელს, ტორფო-კომპოსტებს, მწვანე სასუქებს, აზოტიან, ფოსფორიან და კალიუმიან სასუქებს. აზოტიანი სასუქებიდან იყენებენ ამონიუმის სულფატს, ამონიუმის გვარჯილას და შარდოვანას. ფოსფორიანიდან სუპერფოსფატსა და ფოსფორიტის ფქვილს, ამ უკანასკნელს უპირატესობა აქვს მჟავე ნიადაგებზე. კალიუმიანიდან — ქლორკალიუმს და 40% კალიუმის მარილს.

კეთილშობილი დაფნა საკვები ელემენტების მიმართ მალალ მოთხოვნას ამჟღავნებს. ეს ნათლად სჩანს მ. ბზიავას და გ. გამყრელიძის მიერ წითელმიწა ნიადაგებზე (ანასეული) და ნეშომპალა კარბონატულ ნიადაგებზე (ხობი) ჩატარებულ ცდებში (ცხრ. 148).

ამ შემთხვევაში, წითელმიწა ნიადაგზე ცდა ტარდებოდა მოკირიანების ფონზე. ორივე ცდის მონაცემებიდან ნათლად ჩანს აზოტის მალალი მოქმედება, იგი უფრო რელიეფურად არის გამოხატული წითელმიწებზე. ამავე დროს, ორივე შემთხვევაში, სრული მინერალური სასუქის გამოყენება საუკეთესოა.

აზოტიანი სასუქის ოპტიმალური ნორმის დასადგენად მ. ბზიავამ წითელმიწა ნიადაგზე (ანასეული) მოკირიანების ფონზე ხანგრძლივი მინდვრის ცდა აწარმოა (ცხრ. 149).

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ აზოტის ყველა ნორმა დაფნის ფოთლის მოსავლის გადიდებას იწვევს, ამავე დროს ნორმათა შორის საუკეთესოა 150—200 კგ/ჰა აზოტის გამოყენება.

ცხრილი 148. კეთილშობილი დაფნის მოთხოვნილება საკვები ელემენტებისადმი

ვარიანტი	ნეშომპალა-კარბონატული ნიადაგები		წითელმიწა ნიადაგი	
	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%
საკონტროლო (უსასუქოდ)	5927	100	2895	100
PK	6243	105	3800	131
NK	8839	149	7007	242
NP	8591	145	8065	279
NPK	9549	161	8088	279

ცხრილი 149. აზოტიანი სასუქის ნორმების გავლენა კეთილშობილი დაფნის მოსავლიანობაზე (14 წლის საშუალო)

ვარიანტი	კგ/ჰა	%
PK—ფონი	1449	100
PK+N 50	2325	157
PK+N 100	3167	214
PK+N 150	3591	247
PK+N 2000	3656	247

მოქმედი აგროწესების მიხედვით დაფნის პლანტაციისაში აზოტიანი სასუქის ნორმა იცვლება მცენარეთა ასაკისა და მოსავლის დონის მიხედვით. ახალგაზრდა ნარგაობაში — 5 წლამდე საუკეთესოა 100 კგ/ჰა აზოტის გამოყენება, შემდგომ წლებში პლანტაციის მოსავალი განსაზღვრავს აზოტის ნორმას (ცხრ. 150).

აზოტიანი სასუქები შეიტანება სავეგეტაციო პერიოდში ერთხელ, 15 მარტიდან 15 აპრილამდე — მცენარეთა ვეგეტაციის დაწყებისას.

დაფნის ნარგაობისათვის ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ნორმა განისაზღვრება ნიადაგის ამ ელემენტებით უზრუნველყოფის დონის გათვალისწინებით. ამ მიზნისათვის გამოიყენება იგივე ინდექსები, რაც ჩაისა და ციტრუსებისათვის.

მოდრავი ფოსფორით საშუალოდ უზრუნველყოფილ ნიადაგზე ფოს-

ცხრილი 150. აზოტის ნორმა კეთილშობილი დაფნის ნარგავობის
გასანოყიერებლად

რესპუბლიკები	მშრალი ფოთლის მოსავალი ც/ჰა	აზოტის ნორმა კგ/ჰა
საქართველოს რესპუბლიკა	20-მდე	150
	21—50	200
	51 და მეტი	250
აზერბაიჯანის რესპუბლიკა	20-მდე	200
	21—50	250
	51 და მეტი	300
რსფსრ კრასნოდარის მხარე	30-მდე	200
	31—60	250
	61 და მეტი	300

ფორის წლიური ნორმა შეადგენს: წითელმიწებზე — 150 და სხვა ტიპებისათვის — 100 კგ/ჰა, ხოლო კალიუმისა, ყველა ტიპის ნიადაგზე — 100 კგ/ჰა. ფოსფორიანი და კალიუმისანი სასუქები შეიტანება ყოველწლიურად ან 2—4 წელიწადში ერთხელ — ორმაგი ან ოთხმაგი ნორმა.

მართალია, მინერალური სასუქები დაფნის ფოთლის მოსავლის მნიშვნელოვან გადიდებას იწვევს, მაგრამ დაფნის პლანტაცია მაშინ არის მაქსიმალურად მოსავლიანი, როცა მისი განოყიერების სისტემაში მონაწილეობს ორგანული სასუქი და ხდება მკავე ნიადაგების მოკირიანება. ამაზე ნათლად მიგვანიშნებს წითელმიწა ნიადაგზე (ანასეული) მ. ბზიავას მიერ ჩატარებული ცდის შედეგები (ცხრ. 151).

ცხრილი 151. ორგანული და მინერალური სასუქების გავლენა დაფნის
ფოთლის მოსავლიანობაზე (მშრალი მასა, 16 წლის საშუალო)

ვარიანტი	კგ/ჰა	%
საკონტროლო (უსასუქოდ)	736	72
CaO+PK—ფონი	1019	100
CaO+NPK	2460	241
CaO+NPK+ნაყელი 25 ტ/ჰა	3327	326

ორგანული სასუქები, კირი, ფოსფორიანი და კალიუმის სასუქები შეიტანება შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში, მათი ნიადაგში ჩაკეთება ხდება 15—20 სმ სიღრმეზე.

ტუნგის ნარგავის განოყიერება

ტუნგი ძვირფასი ცხიმ-ზეთოვანი კულტურაა. ტუნგის ნაყოფი შეიცავს მალახარისხოვან ზეთს, რომელსაც სინთეზური ანალოგი ჭერჭერობით არ გააჩნია. ტუნგის ზეთზე დიდი მოთხოვნილება აქვს სახალხო მეურნეობის მრავალ დარგს. ამიტომ ტუნგის ნარგავის პროდუქტიულობას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა.

ტუნგის ნაყოფის მშრალი მასა შეიცავს: აზოტს — 2,13%, ფოსფორს — 1,38% და კალიუმს — 0,6%.

ტუნგის სამრეწველო ნარგავობა ძირითადად საქართველოშია, ძალზე მცირე ფართობი უკავია მას აზერბაიჯანსა და კრასნოდარის მხარეში. ტუნგის ნარგავობა დასავლეთ საქართველოში ძირითადად გაშენებულია წითელმიწა, სუბტროპიკულ-ეწერ და კოლხეთის დაბლობის სუსტ ჭუავე ეწერლებიანი ნიადაგებზე. ეს ნიადაგები ღარიბია საკვები ნივთიერებით, ამიტომ ტუნგის მოსავლიანობა დამოკიდებულია სასუქების გამოყენებაზე. ტუნგის გასანოყიერებლად გამოიყენება ორგანული და მინერალური სასუქები.

ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანების მიერ დამუშავებულია ტუნგის ნარგავის განოყიერების სისტემა.

ტუნგის მცენარეს კვებისათვის ყველა ელემენტი ესაჭიროება, მათ შორის მთავარია აზოტი, ფოსფორი და კალიუმი. ამავე დროს ამ ელემენტების ეფექტურობა დამოკიდებულია ნიადაგში მათი შესათვისებელი ფორმების შემცველობაზე. ფოსფორით ღარიბ წითელმიწა ნიადაგზე აზოტთან ერთად მალალია ფოსფორის ეფექტი, ხოლო კალიუმით მდიდარ ეწერლებიან ნიადაგზე PK აზოტის გარეშე ეფექტს არ იძლევა (ცხრ. 152).

ტუნგის კვების სისტემაში აზოტიან სასუქებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს. აზოტის ნორმა იცვლება მცენარის ასაკისა და მოსავლის დონესთან დაკავშირებით (ცხრ. 153).

აზოტიანი სასუქები შეიტანება ყოველწლიურად 7—8 სმ სიღრმეზე, უმჯობესია ამონიუმის გვარჯილა და შარდოვანა.

ფოსფორიანი და კალიუმის სასუქები შეაქვთ ნიადაგის ამ ელემენტებით უზრუნველყოფის დონესთან დაკავშირებით. ამ მიზნით იყენებენ კალიუმითა და ფოსფორით უზრუნველყოფის იმავე ინდექსებს,

ცხრილი 152. ტუნგის მცენარის მოთხოვნილება ხაკეები ელემენტებისადმი

ვარიანტი	წითელმიწა ნიადაგი		ენერლებიანი ნიადაგი	
	ტ/ჰა	%	ტ/ჰა	%
საკონტროლო (უსასუქოდ)	1,13	100	2,1	100
PK	1,73	152	2,0	96
NK	0,97	896	2,9	140
NP	3,19	282	3,2	152
NPK	3,43	303	3,1	150

ცხრილი 153. აზოტის ნორმა ტუნგის გასანოყიერებლად (გ მცენარეზე)

მცენარის ასაკი	N
1—3 წლამდე	25
4—5	50
6—7	150
8—9	250
10 და მეტი	350

რომლებიც განხილული იყო ჩაისა და ციტრუსების მიმართ. ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები, სუბერფოსფატი ან ფოსფორიტის ფქვილი (ნიადაგის მკავიანობის მაჩვენებელთან დაკავშირებით) შეაქვთ ან ყოველწლიურად 100—100 კგ/ჰა ან 2—4 წელიწადში ერთხელ—200—400 კგ/ჰა.

ფ. ჭანუყვადის ცდაში აზოტის სხვადასხვა ნორმის გავლენით ტუნგის მოსავალი არსებითად გაიზარდა. ეს კანონზომიერება აღინიშნა ერთ მცენარეზე 100-დან 300 გ-მდე აზოტის ნორმის გადიდებით, მაგრამ 400 გ აზოტის გამოყენებამ 300 გ-თან შედარებით მოსავალი არსებითად შეამცირა, თუმცა ამ ვარიანტშიც მოსავალი ბევრად მეტი იყო, ვიდრე PK ვარიანტში (ცხრ. 154).

ტუნგი. ფოსფორისა და კალიუმის მიმართ მოთხოვნილებას ადრეული ასაკიდან ამჟღავნებს, განსაკუთრებით მაღალია მათ მიმართ მცენარის მოთხოვნილება აზოტით უზრუნველყოფის შემთხვევაში.

ცხრილი 154. აზოტის ნორმების გავლენა ტუნგის მოსავლიანობაზე
(ოთხი წლის საშუალო)

ვარიანტი (N, ნორმა გ 1 მცენარეზე)	კგ/ზეზე	%
საკონტროლო (პირობით უსასუქოდ)	6,7	100
P ₁₅₀ K ₁₀₀ — ფონი	6.0	89
PK+N ₁₀₀	8,5	127
PK+N ₂₀₀	9.3	139
PK+N ₃₀₀	10,7	160
PK+N ₄₀₀	9.7	145

ფ. ჰანუყვადის ცდებში ფოსფორის სხვადასხვა ნორმის ყოველწლიური და 2—4 წელიწადში ერთხელ შეტანის გავლენით, ტუნგის მოსავალმა შემდეგი ცვლილებები განიცადა (ცხრ. 155).

ცხრილი 155. ფოსფორის ნორმების გავლენა ტუნგის მოსავლიანობაზე
(ოთხი წლის საშუალო)

ვარიანტი (ფოსფორის ნორმა, გ მცენარეზე)	კგ/ზეზე	%
N ₂₀₀ K ₁₀₀ — ფონი	10.6	100
NK+P ₁₀₀ ყოველწლიურად	12.9	121
NK+P ₂₀₀ ყოველწლიურად	12,9	121
NK+P ₂₀₀ 2 წელიწადში ერთხელ	12,7	120
NK+P ₄₀₀ 2 წელიწადში ერთხელ	12,5	118
NK+P ₄₀₀ 4 წელიწადში ერთხელ	13,8	132

ამავე ავტორის ცდაში 10—12-წლიანი მცენარეების მიმართ კალიუმთან სასუქის ნორმის გადიდება არ გამოიწვია მოსავლის გაზრდა.

ორგანული სასუქები ტუნგის მოსავლიანობის გადიდების კარგი საშუალებაა. ფ. ჰანუყვადის ცდაში წითელმიწა ნიადაგზე 10 ტ (მშრალი ნივთიერება) ნაკელის გავლენით ტუნგის მოსავალმა 2,48 ტ/ჰა, ხოლო NPK გავლენით 3,43 ტ/ჰა შეადგენდა, რაც უსასუქო ვარიანტთან შედარებით 119 და 203%-ით მეტია, შესაბამისად.

ორგანული სასუქების (ნაკელი, ტორფო-კომპოსტი) ნორმა შეადგენს: დარგვისას — 8—10 კგ/ზეზე, 3—5 წლის ნარგავობაში — 15—30, 6—10 წლისაში — 25—40 და 10 წელზე მეტი ასაკისაში 30—50 კგ/ზე-

ზე, ჰუმუსით ღარიბ ნიადაგზე მეტი და მდიდარზე — ნაკლები რაოდენობით ორგანული სასუქი შეიტანება.

ორგანული, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები ტუნგის ნარგაობაში შეიტანება შემოდგომა-ზამთარში ან ადრე გაზაფხულზე, ნიადაგის 15—20 სმ სიღრმეზე გადაბარვისას.

მწვანე სასუქებიდან მეტად ეფექტურია საშემოდგომო-საზამთრო სიდერატები. ისინი ტუნგის ნარგაობაში გამოიყენება იმავე წესით, როგორც ციტრუსების ბაღში.

ტუნგის მცენარე კარგად ვითარდება სუსტ მკავე და ნეიტრალურ ნიადაგებზე. წითელმიწა და ეწერი ნიადაგები მკავე რეაქციისაა, ამიტომ ამ ნიადაგებზე გაშენებულ ნარგაობაში მოკირიანება უნდა ჩატარდეს. მოკირიანება ტარდება შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში 10—15 სმ სიღრმეზე ჩაქეთებით, 10—15 წელიწადში ერთხელ.

ტუნგის ნარგაობის მოსაკირიანებლად იყენებენ: დეფეკატს, დაფქულ კირქვას, ტკილს და სხვ. როცა ნიადაგში მაგნიუმის შემცველობა 5 მგ ნაკლებია 100 გ ნიადაგზე, ამ შემთხვევაში საუკეთესოა მაგნიუმის შემცველი კირიანი სასუქი — დოლომიტი.

ბოსტნის კულტურების განოყინება დახურულ გრუნტში

დახურულ გრუნტში, როგორც წესი, ფართობის ერთეულზე მეტი მოსავალი მიიღება, ვიდრე ღია გრუნტში. ამასთან დაკავშირებით დახურულ გრუნტში ცალკეული კულტურების გასანოყიერებლად მნიშვნელოვნად მეტი მინერალური სასუქი გამოიყენება ღია გრუნტთან შედარებით. გარდა ამისა, დახურულ გრუნტში, სავეგეტაციო პერიოდში მინერალური სასუქები წილადობრივად და რამდენიმეჯერ შეაქვთ. ეს იმიტომ ხდება, რომ თავიდან ავიცილოთ ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაციის ამაღლება, განსაკუთრებით ზრდის პირველ პერიოდში.

დახურული გრუნტის პირობებში ნიადაგისა და მცენარის აგროქიმიური კონტროლი ყოველთვიურად ტარდება.

დახურული გრუნტის პირობებში ბოსტნის კულტურების ყოველტონას გამოაქვს საკვები ელემენტების შემდეგი რაოდენობა (კგ).

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
კიტრი, ჭიში მარფინსკი	2,5	1,3	5,1	0,7	0,3
კიტრი, ჭიში პარტენოკარ- კული	1,4	0,9	2,8	1,7	0,3
პომიდორი	3,3	1,2	6,3	4,6	0,8
სალათა	2,3	0,7	0,4	1,8	0,3

დახურული გრუნტის პირობებში მცენარეთა მიერ გრუნტის საკვები ნივთიერებების გამოყენების კოეფიციენტი შეადგენს: მოძრავი ფოს-

ფორისა (ტროუვის მეთოდით) — 15—20%, გაცვლითი კალიუმის (მას-
ლოვას მეთოდი) — 30—40%, წყალხსნადი ნაერთებისა (წყლის გამოწა-
წური) — 100%. რაც შეეხება მინერალური სასუქებიდან საკვები ნიე-
თიერებების გამოყენების კოეფიციენტს, იგი შემდეგ ფარგლებში ცვა-
ლებადობს: აზოტი — 50—70%, ფოსფორი — 20—40%, კალიუმი 60—
70 და მაგნიუმი — 60—70%.

სათბურისათვის გრუნტის მომზადება, შედგენილობა და თვისებები

სათბურისათვის საკვები ნაზავის (გრუნტის) მომზადების რამდენიმე
წესია ცნობილი. მათ შორის ძირითადია:

I. დაბლობის ტორფი 75% + კორდის მიწა 25%;

II. დაბლობის ტორფი 60% + კორდის მიწა 20% + ნაკელი 20%;

III. დაბლობის ტორფი 40% + ბოსტნის ნიადაგი 40% + ცხენის ნა-
კელი 20%;

IV. დაბლობის ტორფი 40% + მადლობის ან გარდამავალი ტორფი
20% + კორდის მიწა 10% + ნაკელი 25% + სილა 59%.

V. მხოლოდ დაბლობის ტორფი — 100% და სხვ.

VI. ბოლო წლებში ფართოდ იყენებენ ბუნებრივი ცეოლიტების ნა-
ზავს მინერალურ სასუქთან. ამ მიზნისათვის ცეოლიტის სისქე
სათბურში 25—30 სმ უნდა იყოს. მინერალური სასუქის ნორმა
და მისი გამოყენება ცალკეული კულტურების აგროწესებით
ხდება.

სასათბურე მეურნეობაში ყოველ კვ მ საჭიროა 0,20—0,25 მ³ საკ-
ვები ნაზავი. მისი სისქე საშუალოდ 25—30 სმ უნდა იყოს.

სამრეწველო სასათბურე მეურნეობაში გრუნტი ყოველწლიურად
არ შეაქვთ. ერთხელ შეტანილს 15—25 წლის მანძილზე იყენებენ, მაგ-
რამ ყოველწლიურად ახდენენ სანიტარულ ღონისძიებათა კომპლექსს.

მეურნეობას, რომელსაც ტორფი არ გააჩნია, საკვები ნაზავის მო-
სამზადებლად იყენებს სახნავი ფენის ნიადაგის ნარევის ნეშომპალასთან,
ნაკელთან ან ტორფო-კომპოსტთან. ასეთ ნაზავს გამაფხვიერებლად
უმატებენ ნახერხს, წვრილად დაჭრილ ჩალას, ნამჯას და სხვ.

სასათბურე მეურნეობა, რომელიც ახლოს მდებარეობს ხის დამამუ-
შავებელ კომბინატთან, საკვები გრუნტის მოსამზადებლად იაფი და
ეფექტური მასალაა ხის ქერქი (ტორფთან დაკომპოსტებული ან და-
უკომპოსტებლად). მცენარის ქერქი შეიცავს ფოსფორს, კალიუმს, მაგ-
ნიუმს და მიკროელემენტებს; აზოტი მასში პრაქტიკულად არ არის,
ამიტომ მის ყოველ მ²-ს უმატებენ 4,3 კგ შარდოვანას, 1,5 კგ ორმაგ

ან 3 კგ მარტივ სუპერფოსფატს. მცენარის ქერქი ფესვთა სისტემის განვითარებისათვის საუკეთესო სუბსტრატია.

სათბურის გრუნტის მოსამზადებლად რეკომენდებულია ნორმალური ნაცრიანობის (12% ფარგლებში) დაბლობის ტორფი. იგი უნდა ზასიათდებოდეს შემდეგი მაჩვენებლებით: დაშლის ხარისხი — არა უმეტეს 40%-ისა, ტენტევალობა — 500—1000%, ფუძეებით მძღრობის ხარისხი — 65%, შთანქმის ტევალობა — 137 და გაცვლითი ალუმინის შემცველობა 0,3 მლ-ეჭვ. 100 გ აბსოლუტურად მშრალ ტორფზე; აზოტის შემცველობა — 1,6—2,6%, P_2O_5 — 0,05—0,40%, K_2O — 0,03—0,20%, CaO — 1,5—3,0%, Fe_2O_3 — 0,2—3,0% (მშრალ მასაზე).

სათბურისათვის გრუნტის მოსამზადებლად დაუშვებელია კირიანი და ვივიანიტიანი ტორფი, ასევე ბორის მაღალი შემცველობის მქონე ტორფი. ისეთი ტორფიც, რომლის შედგენილობაში 5—6%-ზე მეტია საერთო და 1%-ზე მეტი გაცვლითი რკინა.

საკვები გრუნტის რეაქცია ნეიტრალურთან ახლოს უნდა იყოს (pH წყლის გამონაწურში 6,5—6,8). ამ მიზნით კირის ნორმას ადგენენ pH მაჩვენებლის (KCl-ის გამონაწურში) ან 0,5 ჰიდროლიზური მქაევიანობის მიხედვით.

ორგანული ნივთიერების შემცველობის მიხედვით საკვები ნაზავი დაყოფილია 3 ჯგუფად: დაბალი შემცველობის — რომელშიც ორგანული ნივთიერება 30%-ზე ნაკლებია; საშუალო შემცველობის — ორგანული ნივთიერება 30—60%-ის ფარგლებშია და მაღალი შემცველობისა — ორგანული ნივთიერება 60%-ს აღემატება.

საკვები ნაზავის ვარგისიანობის ერთ-ერთი ძირითადი მაჩვენებელია მასში მარილების კონცენტრაციის ხარისხი. მარილების კონცენტრაციის ზღვრული შემცველობა დამოკიდებულია მასში ორგანული ნივთიერების რაოდენობაზე და განისაზღვრება ფორმულით:

$$n = \frac{C \times 2 + 15}{100}$$

სადაც n მარილების ზღვრული კონცენტრაციაა. %;

C — ორგანული ნივთიერება, % (გამოწვის მეთოდით).

ქლორისადმი მეტად მგრძნობიარეა ბოსტნის თითქმის ყველა კულტურა, განსაკუთრებით ზრდის პირველ პერიოდში.

საკვებ გრუნტში (აბსოლუტურად მშრალი მასა) ქლორის დასაშვები ნორმა არ უნდა აღემატებოდეს: პომიდორისათვის — 0,024%, კიტრისათვის — 0,007%.

1 მ²-ზე 100 გ ქლოროვანი კალიუმის შეტანა (ექვივალენტურია 10 ც/ჰა-სი) იწვევს ნიადაგში ქლორის ზღვრული ნორმის დაგროვებას, რაც საზიანოა მცენარისათვის. ტოქსიკურია ასევე მაღალი ნორმით

სუპერფოსფატის გამოყენება. მის ტოქსიკურობას იწვევს მასში დიდი რაოდენობით თაბაშირისა და მძიმე მეტალების შემცველობა. ჰარბტენიან ნიადაგში მაღალი ნორმით სუსტად დაშლილი ნაკელის გამოყენებამ შეიძლება გამოიწვიოს მცენარეთა მოწამლვა (ამონიაკურით, ასევე გოგირდწყალბადით).

მიღებულია, რომ სასათბურე გრუნტში ზოგიერთი ელემენტის შემცველობა (კგ მშრალ მასაზე), არ უნდა აღემატებოდეს: ბორი — 1 მგ (წყლის გამონაწურში); მანგანუმი — 300 მგ (0,1n H₂SO₄ ხსნარი); სპილენძი — 8 მგ (0,1n HCl ხსნარში); თუთია და კობალტი — 6—6 მგ (0,1n HNO₃ ხსნარი) და მოლიბდენი — 0,5 მგ (გრიგის მიხედვით).

სასათბურე გრუნტის მომზადება შეიძლება ადგილზე — სათბურში. მისი გამოყენების წინ ან წინასწარ — კომპოსტის სახით. მაგრამ კომპოსტის მომზადებისათვის საჭიროა 6—8 თვე. ნაკელი ცალკე ინახება შტაბელში 2—3 თვეს, ამ დროს ხდება მისი ბიოთერმული დეზინფექცია.

დიდი ყურადღება ექცევა სასათბურე გრუნტის ანალიზს, მასში წყალხსნადი ნაერთების შემცველობას.

სასათბურე გრუნტში საკვები ელემენტების (წყალხსნადი ნაერთები) ოპტიმალური დონის დასადგენად ითვალისწინებენ მასში ორგანული ნივთიერების შემცველობას და ანგარიშობენ შესაბამისი ფორმულებით:

$$N = \frac{C \times 2 + 15}{3}; \quad K_2O = \frac{C \times 2 + 15}{1,5}; \quad MgO = \frac{C \times 2 + 15}{5} \times 1,66.$$

სადაც N, K₂O, MgO შესაბამისი საკვები ნივთიერებების შემცველობაა მგ/100 გ მშრალ მასაზე;

C — ორგანული ნივთიერების შემცველობა, % (დანაკარგი გამოწვისას).

ფოსფორით უზრუნველყოფის დონის დადგენისას სასათბურე გრუნტში ორგანული ნივთიერების შემცველობას ყურადღება არ ექცევა. იგი კლასიფიცირებულია მასში მოძრავი P₂O₅ შემცველობის მიხედვით: დაბალი — 2-ზე ნაკლები, ნორმაზე დაბალი — 2—4, ნორმალური — 4—6 და ნორმაზე მეტი — 6—8 და მაღალი — >8 მგ/100 გ მშრალ მასაზე.

იმასთან დაკავშირებით, რომ სათბურებში საკვებ ნაზავს დიდი ხნის მანძილზე ვიყენებთ, განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა სარწყავი წყლის ხარისხს. მისი pH 6—7 ფარგლებში უნდა იყოს. 1 ლიტრ წყალში საკვები ელემენტების რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს: Ca — 350, Cl — 150, Na₂O — 180, SO₄²⁻ — 350, Fe — 1, F — 0,6 მგ. არ უნდა იყოს ფენოლით დაჟუჟყვიანებული. სარწყავ წყალში მშრალი ნაშთი 1000—1200 მგ/ლ არ უნდა აღემატებოდეს.

საჩითილე ქოთნებისათვის საკვები ნაზავის მომზადება

ბოსტნის კულტურების ჩითილების აღზრდა შეიძლება ქოთნებში, რომლებიც დამზადებულია პოლიმერული მასალისაგან ან მალლობის ტორფისაგან, ასევე ტორფისაგან დამზადებულ საკვებ კუბიკებში და ტორფო-ნეშომპალიან ქოთნებში.

ქოთნების მოსამზადებლად ნაზავი მრავალნაირი მზადდება:

1. 60% დაბლობის (გამოქარული) ტორფი + 20% ნეშომპალა + 10% მიწა + 5% ქერიფქლა (გულსოსანა) + 5% ნახერხი;
2. 60% დაბლობის ტორფი + 13% კორდის მიწა + 20% ცხენის ნაკელი + 7% ქერიფქლა;
3. 70% დაბლობის ტორფი + 7% ქერიფქლა + 23% ნახერხი;
4. 90% მალლობის ტორფი + 10% ქერიფქლა;
5. 50% ნეშომპალა + 40% კორდის მიწა + 10% ნახერხი.

ყოველ მ³ ნაზავს უმატებენ მინერალური სასუქის საკვებ ელემენტს (კგ) შემდეგი ოდენობით:

კულტურა	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
კომბოსტო	0,5—0,7	0,4—0,5	0,4—0,5
პომიდორი, პილპილი, ბადრიჯანი	0,4—0,2	0,6—0,8	0,6—0,9
კიტრი, სახამთრო, ნესვი	0,3	0,2—0,3	0,3—0,5

გარდა ამისა, ნაზავს აუცილებლად უნდა დაემატოს კირი. მისი დამატება აუცილებელია, ჯერ ერთი, ჭარბი მჟავიანობის გასაანეიტრალებლად, ასევე ქოთნის ნორმალური სიმკვრივისათვის. კირის ნორმას ადგენენ pH-ის მაჩვენებლის (KCl-ის გამონაწურში) მიხედვით. 1 მ³ ნაზავზე კირის ნორმა (კგ) pH-ის მაჩვენებლის მიხედვით, შეადგენს:

pH	4,5—5	5,1—5,5	5,6—6,5	6,5—7,2
კირის ნორმა	6	6	2—3	0,5

საკვები კუბიკების მოსამზადებლად, რომელთა ზომაა 8×8×8 ან 10×10×10 სმ 1 მ³ გარდამავალ ან დაბლობის ტორფს უნდა დაემატოს 6,5 კგ დოლომიტის ფქვილი, 0,5 კგ ამონიუმის გვარჯილა, 1 კგ კალიუმის გვარჯილა, 1,5 კგ ორმაგი სუპერფოსფატი, 0,3 კგ გოგირდ-მჟავა მაგნიუმი, 3—3 გ ბორის მჟავა, აზოტმჟავა კობალტი, 6 გ მოლიბდენმჟავა ამონიუმი და 11 გ გოგირდმჟავა მანგანუმი.

მალლობის ტორფზე ქარხნული წესით დამზადებული ტორფობლოკის შემადგენელ ნაწილს, გარდა ტორფისა, წარმოადგენს სრული მინე-

რალური სასუქი, ასევე მიკროელემენტები. ყოველი ბლოკი 30 უჯრედისაგან შედგება. თითოეული უჯრედის პარამეტრებია $10 \times 10 \times 4$ სმ. ამ შემთხვევაში 1 მ² ტორფის მასას უნდა დაუმატოთ ისეთივე რაოდენობით მაკრო და მიკრო ელემენტები, რა რაოდენობითაც ვიყენებთ საკვები კუბიკების მოსამზადებლად.

ჩითილავის განოქიერება

კომბოსტოს ჩითილი. პრაქტიკაში კომბოსტოს ჩითილები გამოჰყავთ სათბურებში, რომელთა გათბობა ბიო ან ტექნიკური სათბობით ხდება. ჩითილების გამოყვანა შეიძლება აგრეთვე ცელოფანით გადახურულ ნაკვეთზე ან ღია გრუნტში.

ნაკვეთი, რომელიც განკუთვნილია ჩითილების გამოსაყვანად, გადაუხურავად ან ცელოფანით გადახურვის პირობებში, შემდეგნაირად ნოყიერდება. შემოდგომით, ნიადაგის გადაბარვისას, შეიტანება 100—200 ტ/ჰა ნაკელი. ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები ნიადაგში მათი შემცველობის ინდექსების გათვალისწინებით — P 40—80 და K 60—120 კგ/ჰა ფარგლებში და კირი საჭიროების მიხედვით.

ჩითილების გამოკვება ორჯერ ტარდება: პირველად — როცა ჩითილს 3 ნამდვილი ფოთოლი განუვითარდება, მეორედ — პირველი გამოკვებიდან 6—10 დღის შემდეგ. გამოკვება ტარდება წინასწარ მომზადებული ხსნარით. ამ მიზნით 10 ლ წყალში აზავებენ სასუქების შემდეგ რაოდენობას (გ):

	I გამოკვება	II გამოკვება
ამონიუმის გვარჯილა	20	30—40
სუპერფოსფატი	30	40
ქლოროვანი კალიუმი	8	20

ამ წესით მომზადებული ხსნარის ნორმაა 10 ლ მ²-ზე.

საადრეო, ყვავილოვანი და საგვიანო კომბოსტოს ჩითილები გამოჰყავთ ტორფო-ნეშომპალიან ქოთნებში. მათი გამოკვება 1—2-ჯერ ტარდება, რისთვისაც ხსნარს შემდეგნაირად ამზადებენ: 10 ლ წყალში განაზავებენ მინერალური სასუქების შემდეგ რაოდენობას (გ):

ამონიუმის გვარჯილა	20—40
სუპერფოსფატი	20—40
ქლოროვანი კალიუმი	8—20

10 ლ ხსნარი საკმარისია 2—3 მ² ფართობზე ჩითილების გამოსაყვებად. გარდა ამისა, ყვავილოვანი კომბოსტოს გამოსაყვებად რეკომენდებულია 1—2-ჯერ მიკროელემენტების გამოყენება, პირველად 2—3 და

მეორედ 5—6 ნამდვილი ფოთლის განვითარების ფაზაში. ამ მიზნით იყენებენ 0,02%-იან ბორის მქაეას და 0,05%-იან მოლიბდენმქაეა ამონიუმის ხსნარებს.

კიტრისა და პომიდვრის ჩითილები. ისინი გამოჰყავთ ტორფო-ნე-შომპალიან ქოთნებში. კიტრის ჩითილების გამოკვებას არ ატარებენ, ხოლო პომიდვრის ჩითილების გამოკვებას ატარებენ 1—2-ჯერ. პირველი გამოკვება ტარდება ჩითილების პიკირებიდან 10—12 დღის შემდეგ, მეორე — გრუნტში ვადარგვამდე ორი კვირით ადრე. ორივე შემთხვევაში გამოკვებისათვის იყენებენ ხსნარს: 10 ლ წყალში ანზაეებენ მინერალური სასუქების შემდეგ რაოდენობას (გ):

	I გამოკვება	II გამოკვება
ამონიუმის გვარჯილა	5	10
სუპერფოსფატი	40	60
ქლოროვანი კალიუმი	15	20

10 ლ ხსნარი საეპარისია პირველი გამოკვებისათვის 3 მ² და მეორე გამოკვებისათვის — 1,5—2 მ² ფართობზე არსებული ჩითილებისათვის.

კიტრისა და პომიდვრის ჩითილები გამოჰყავთ ასევე ყუთებში მალ-ლობის ტორფის სუბსტრატზე. ამ სუბსტრატის მოსამზადებლად ყოველ მ² ტორფს უნდა დაემატოს:

დოლომიტის ფქვილი	— 12—14 კგ
ამონიუმის გვარჯილა	— 0,6 კგ
ორმაგი სუპერფოსფატი	— 0,8 კგ
კალიუმის სულფატი	— 0,8 კგ
ბორის მქაეა	— 15 გ
რკინის სულფატი	— 15 გ
შაბამანი	— 20 გ
მანგანუმის სულფატი	— 2 გ
მოლიბდენმქაეას ამონიუმი	— 4 გ
თუთიის სულფატი	— 2 გ

ჩითილების პიკირებიდან 8—10 დღის შემდეგ მინერალურ სასუქებზე მომზადებული ხსნარით ატარებენ გამოკვებას, რისთვისაც 10 ლ წყალში ხსნიან:

კალიუმის გვარჯილას	— 15 გ
ამონიუმის გვარჯილას	— 5 გ
შარდოვანას	— 5 გ
ორმაგ სუპერფოსფატს	— 10 გ
კალიუმის სულფატს	— 5 გ
მაგნიუმის სულფატს	— 5 გ

სასუქების გამოყენება ჰიდროპონიკაში. ბოსტნეული კულტურების უნიდაგოდ მოყვანას ბევრ ქვეყანაში მიმართავენ, მას იყენებენ ჩვენ ქვეყანაშიაც.

ჰიდროპონიკაში ბოსტნეული კულტურებისათვის სუბსტრატად გამოიყენება: გრანიტის ქვიშა, კერამზიტი, ვერმიკულიტი, ბუნებრივი ცეოლიტი და სხვ. ისინი წვრილად უნდა იყოს დაფქული, დიამეტრი — 3—15 მმ.

კიტრისა და პომიდვრისათვის პრაქტიკაში ფართო გამოყენება ჰპოვა ვ. ჩენოკოვისა და ე. მაზირინას საკვებმა ხსნარმა. ამ ხსნარის მოსამზადებლად 1000 ლ წყალში ხსნიან:

ამონიუმის გვარჯილას	— 200 გ
კალიუმის გვარჯილას	— 500 გ
მარტივ ზუპერფოსფატს	— 550 გ
მაგნიუმის სულფატს	— 300 გ
ქლოროვან რკინას	— 6 გ
ბორის მეყვას	— 0,72 გ
სპილენძის სულფატს	— 0,02 გ
მაგნიუმის სულფატს	— 0,45 გ
თუთიის სულფატს	— 0,06 გ

ამგვარ საკვებ ხსნარზე მოწეული კიტრი — 40 და პომიდორი — 20 კგ ნაყოფს იძლევა საშუალოდ მ²-ზე.

გარდა ვ. ჩენაკოვისა და ე. მაზირინას ხსნარისა ცნობილია სხვა საკვები ხსნარები, მაგალითად, ნ. როდნიკოვის, „კიევის მებოსტნეობის ფაბრიკა“ და სხვ. ეს ხსნარები სხვებისგან იმით განსხვავდება, რომ მათი შედგენილობა პომიდვრისა და კიტრის ზრდის პერიოდების მიხედვით იცვლება.

იმასთან დაკავშირებით, თუ რომელი კულტურა მოგვეყავს ჰიდროპონიკაში, საკვები ხსნარის pH სხვადასხვა უნდა იყოს. მაგალითად, კიტრისათვის იგი 6,5—6,7 ფარგლებში უნდა ცვალებადობდეს, ხოლო პომიდვრისათვის 6,0—6,2 ფარგლებში.

საკვები ხსნარის შემოწმება ჰიდროპონიკაში ყოველ 5 დღეში ერთხელ უნდა ჩატარდეს. ხსნარის კონცენტრაციის კორექტირება ტარდება იმ ელემენტის დამატებით, რომლის შემცველობა შემცირდა ხსნარში. ჰიდროპონიკაში თვის განმავლობაში ხსნარს ნაწილობრივ გამოცვლიან, ხოლო ერთი თვის შემდეგ — მთლიანად. ამისათვის ძველ ხსნარს ჩამოაშორებენ სუბსტრატს, შემდეგ 1—2 დღე წყლით ჩარეცხავენ მას და ამის შემდეგ შეავსებენ ახალი ხსნარით.

წელიწადში ერთხელ, კულტურის შეცვლის შემდეგ, სუბსტრატს უნდა გაუჟეთდეს დეზინფექცია. ეს ღონისძიება ჩითილების დარგვამდე 20 დღით ადრე უნდა ჩატარდეს.

დეზინფექციისათვის იყენებენ ცხელ ორთქლს (100°C) 2—3 საათის განმავლობაში, ან ფორმალინის 5%-იან ხსნარს დღე-ღამის განმავლო-

ბაში, ან კიდევ 2%-იან. კარბატონის ხსნარს 6 საათის განმავლობაში. დეზინფექციის შემდეგ სუბსტრატი უნდა გაირეცხოს გამდინარე წყლით ფორმალინის ან კარბატონის სუნის გაქრობამდე.

დროთა განმავლობაში სუბსტრატში, განსაკუთრებით კერამიტი-საში, გროვდება სხვადასხვა მარილი. ისინი ტოქსიკურია მცენარისა და ფესვის გამონაყოფისათვის, იწვევენ სოკოვანი დაავადებების გავრცელებას. ამიტომ დეზინფექციასთან ერთად უნდა მოხდეს ხსნარის რეგენერაცია (აღდგენა). რეგენერაციისათვის საუკეთესოა კალიუმის ტუტიანი ხსნარი. ეს უკანასკნელი იწვევს სილიციუმის მკვას შეერთებას კალიუმის მეტასილიკატთან. ამავ დროს, რეგენერაციის შემდეგ აუცილებელია სუბსტრატიდან კალიუმის ტუტის ჩამოშორება. ამისათვის სუბსტრატზე კალიუმის ტუტის დამატებიდან 2—3 დღის შემდეგ, მოქმედებენ ჯერ ფორმალინის ხსნარით, შემდეგ წყლით და სუპერფოსფატის სუსტი ხსნარით (მ³ სუბსტრატზე 50 გ სუპერფოსფატი).

მინერალური სასუქების შენახვის, გადატანისა და ნიდაზგოვი შეტანის მეთოდური საშუალოთა ტექნოლოგია

ქიმიური მრეწველობის მიერ გამოშვებული მინერალური სასუქების ძირითადი ნაწილის (80%-მდე) გადაზიდვა შეუფუთავად, ხოლო მცირე ნაწილისა (20%-მდე) შეფუთულად ხდება. სასუქები შეფუთულია ქალაქის ან პოლიეთილენის წყალგაუვალ ტომრებში. მათი ტევადობა 30—60 კგ ფარგლებშია.

ქიმიური მრეწველობის მიერ გამოშვებულ სასუქს, როგორც წესი, თან ახლავს დოკუმენტი (სერტიფიკატი), რომელშიც აღნიშნულია სასუქის სახე, მასში საკვები ელემენტის შემცველობა, გამომშვები ქარხანა და სხვ. შეფუთულ სასუქებზე ეს მონაცემები ეტიკეტირებულია ტომრებზე.

ქიმიური ქარხნებიდან და კომბინატებიდან მინერალური სასუქების გადატანა რკინიგზის ან საზღვაო და სამდინარო ფლოტის გამოყენებით ხდება.

რკინიგზის სადგურებთან, გემსადგომებთან ორგანიზებულია „სოფქიმიის“ რესპუბლიკური ან რაიონული გაერთიანების საწყობები, სადაც ხდება მინერალური სასუქების შენახვა. ამ საწყობებიდან საბჭოთა მეურნეობები და კოლმეურნეობები სასუქების გეგმიურ რაოდენობას ღებულობენ. ამ საწყობების ტევადობა 1,2—15,0 ათასი ტ ფარგლებშია.

სხვა სასუქებთან შედარებით, ამონიუმის გვარჯილა, როგორც ფეხებადი და ცეცხლსაშიში ნივთიერება, განსაკუთრებული სიფრთხილით

უნდა შევინახოთ. ამიტომ მისთვის საწყობი ცალკე შენდება, რომლის ტევადობა 1200—3500 ტ შეადგენს.

ტრანსპორტირებისათვის მეტად მოხერხებულია შეფუთული სასუქები. მათი გადაზიდვა შეიძლება ყველა სახის ტრანსპორტით. შეუფუთავი სასუქების გადაზიდვა მხოლოდ გადახურული სატრანსპორტო საშუალებებით უნდა მოხდეს. ისეთი სასუქები, რომლებსაც მტერიანობა ახასიათებს, მაგალითად, ფოსფორიტის ან კირის ფქვილი, უნდა გადაიზიდოს ვაგონციტერნებით ან ავტოციტერნებით. სასუქების გადასაცლელად მათზე დამონტაჟებული უნდა იყოს აეროპნემატური მოწყობილობა.

თხიერი სასუქების გადასატანად მხოლოდ ციტერნები გამოიყენება. მათი შენახვა ხდება ვერტიკალურ ან ჰორიზონტალურ მეტალურ რეზერვუარებში. მათი ტევადობა 600—2000 მ³ ფარგლებშია.

სასუქის შესანახ საწყობებში შეფუთული სასუქები შტაბელებად ინახება, რომელთა სიმაღლე 1,5—1,8 მ არ უნდა აღემატებოდეს. თითოეულ შტაბელში სასუქის მასა არ უნდა აღემატებოდეს 120 ტ. შეუფუთავი სასუქები ინახება გროვებად, რომელთა სიმაღლე 5 მ-ზე მეტი არ უნდა იყოს.

ვაგონებიდან და გემებიდან შეუფუთავი სასუქების გადმოტვირთვა საწყობებში, საწყობებიდან მათი დატვირთვა მანქანებზე, სპეციალური ტექნიკური მოწყობილობით ხდება, რომელიც ჯერ აქუსტაცებს სასუქს, შემდეგ ლენტური ტრანსპორტიორით გადაიტანს საწყობში ან მანქანაზე. შეფუთული სასუქების გადატანა საწყობში ან ავტომანქანებზე ტარდება ელექტრო ან ავტო ამწეს გამოყენებით. მტერისმაგვარი სასუქების გადმოტვირთვა ვაგონ ან ავტოციტერნებიდან, ასევე მათი დატვირთვა, ხდება პნემატური მოწყობილობის გამოყენებით.

„სოფქიმიის“ პერიფერიულ და შიდასამეურნეო საწყობებში მიწერალური სასუქების დატვირთვა-გადმოტვირთვას შემდეგი მექანიზმებით აწარმოებენ: სატრაქტორო მტვირთავი ბულდოზერი, უნივერსალური ფრონტალური სატრაქტორო დამტვირთი, მტვირთავი ექსკავატორი და სხვ.

ნიადაგში შესატანად სასუქის მომზადებისათვის იყენებენ სასუქის დაქუცმაცებელ-დამფასოებელ, ასევე სასუქის სპეციალურ შემრევე-მადოზირებელ მოწყობილობებს.

ნიადაგის გასანოყიერებლად პრაქტიკაში ხშირად მიმართავენ, ერთდროულად ორი ან სამი სასუქის ნარევის გამოყენებას. ასეთი მექანიზმებით ნარევის ნიადაგში შესატანად, სასუქს უნდა ჰქონდეს ერთგვაროვანი მექანიკური შედგენილობა — ყველა კომპონენტი ერთნაირ სიმსხოზე უნდა იყოს დაქუცმაცებული, ასევე უნდა გააჩნდეს კარგი ბნევალობის უნარი. წინააღმდეგ შემთხვევაში, ისინი ნიადაგის ზედა-

პირზე თანაბრად არ განაწილდება, განსაკუთრებით მაშინ, როცა სასუქების შეტანა ცენტრიდანული მანქანებით ხდება და სიკრულე გადააცილებს 15—20%, რაც დასაშვები არ არის. ამასთან ერთად, დიდი მნიშვნელობა აქვს სასუქში ტენის შემცველობას. ამონიუმის გვარჯილის, შარდოვანას და ამონიუმის სულფატის ტენიანობა 3%-ს, ფოსფორიტის ფქვილისა და კალიუმისანი სასუქებისა — 2%-ს, ორმაგი გრანულირებული სუპერფოსფატისა — 5%-ს არ უნდა აღემატებოდეს.

ყველა სასუქის წინასწარი მომზადება არ შეიძლება. ნიადაგში შეტანამდე დიდი ხნით ადრე შეიძლება ერთმანეთს შევეურით მხოლოდ ფოსფორიტის ფქვილი და კალიუმისანი სასუქები, ხოლო სუპერფოსფატი და კალიუმისანი სასუქების შერევა მხოლოდ ნიადაგში შეტანისას შეიძლება. არ შეიძლება ამონიუმის გვარჯილისა და შარდოვანას შერევა სუპერფოსფატთან, რადგანაც წარმოიქმნება მწებავი მასა, რომელსაც გამომთესი მანქანებით ვერ შევიტანთ ნიადაგში.

მინერალური და კირიანი სასუქების გამოყენების მექანიზაციას საფუძვლად უდევს გასანოციერებელი ნაკვეთის დაშორება საწყობიდან, ასევე სასუქების შესატანი ტექნიკით უზრუნველყოფა.

თუ გასანოციერებელი ნაკვეთი სარკინიგზო საწყობთან ახლოსაა — 3—5 კმ, მაშინ სასუქი საწყობშივე იტვირთება სატრაქტორო გამომთეს მანქანაზე, გაიტანება მიწდვრად და შეიტანება ნიადაგში;

თუ გასანოციერებელი ნაკვეთი სარკინიგზო საწყობიდან შორსაა — 8 კმ და მეტი, მაშინ სასუქი ავტოსატრაქტორო ტრანსპორტით ჯერ გადაიტანება შიდასამეურნეო საწყობებში ან მიწდვრად ფარდულეებში, შემდეგ შიდასამეურნეო საწყობებში არსებული სასუქები გადაიტანება და ნიადაგში შეიტანება ავტოგამომთესი მანქანებით, ხოლო ფარდულეებიდან — სატრაქტორო გამომთესით.

მინერალური სასუქების მექანიზებულად შეტანა თვითმფრინავის გამოყენებითაც ხდება. ეკონომიკურად გამართლებულია ამ მიზნით ავიაციის გამოყენება მაშინ, როცა აეროდრომიდან თვითმფრინავის მოქმედების რადიუსია 10—12 კმ, ხოლო შესატანი სასუქის ნორმა 100—200 კგ/ჰა ფარგლებში ცვალებადობს.

სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტურობა

წარმოების პირობებში სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტურობა განისაზღვრება შესაღარებელ ვარიანტთა შორის მიღებულ მოსავლის შედარებით.

შესაღარებლად შეიძლება შემდეგი ვარიანტების აღება: ორგანული და მინერალური სასუქების ეფექტურობის შესასწავლად — უსასუქო; აზოტიანი სასუქის ნორმებისათვის PK (ფონი); ფოსფორიანი სასუქის

ნორმებისათვის — NK; კალიუმისა და ნატრიუმის ნორმებისათვის — NP; მინერალური სასუქების ნორმების შესასწავლად — NPK აგროტექნიკური ნორმა, ხოლო ფორმების შესასწავლად შესაძარებელ ვარიანტში აუცილებლად უნდა მონაწილეობდეს სტანდარტული სასუქი. მაგალითად, აზოტიანი სასუქების ფორმების შესწავლის დროს — ამონიუმის სულფატი, ფოსფორიანი სასუქებისა — მარტივი სუპერფოსფატი, კალიუმისა და ნატრიუმისა — 40% კალიუმის მარილი; სხვადასხვა ორგანული სასუქისათვის — ნაკელი; კირიანი სასუქებისათვის — დაფქული კირქვა და სხვ.

სასუქების ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრის მეთოდის და მუშავებულია სასუქებისა და აგრონომიის დამცოდნობის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტებისა და სხვა სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების მიერ. ამ მეთოდის მიხედვით სასუქის ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრის საფუძველია სასუქების გამოყენებით მიღებული ნამატი მოსავლის ღირებულებითი შეფასება. ნამატი მოსავლისაგან მიღებული შემოსავლის დაპირისპირება სასუქების გამოყენებაზე გაწეულ დანახარჯებთან.

პროდუქციის ღირებულების განსაზღვრა მიღებულია სახელმწიფო შესყიდვის ან ფაქტობრივი რეალიზაციის ფასებში. მას ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$rD = (C + c) - E, \text{ სადა:}$$

rD წმინდა შემოსავალი მან;

C — სასუქის გამოყენებით მიღებული ძირითადი დამატებითი პროდუქციის ღირებულება, მან;

c — სასუქის გამოყენებით მიღებული თანამგზავრი ნამატი პროდუქციის ღირებულება, მან;

E — სასუქების გამოყენებაზე გაწეულ ხარჯთა ჯამი, მან.

სასუქების გამოყენებაზე გაწეულ ხარჯთა ჯამი შედგება შემდეგი მაჩვენებლებისაგან:

$$E = 3_1 + 3_2 + 3_3 + 3_4 + 3_5 + 3_6 + 3_7, \text{ სადა:}$$

3₁ — სასუქის ფასი — უკანასკნელი წლის პრეისკურანტის მიხედვით (მინერალური სასუქები, ტორფი, კირიანი სასუქები) ან გეგმიური ფასი (ადგილობრივი ორგანული სასუქები);

3₂ — მეურნეობასა და ნაკვეთში სასუქების მიტანაზე გაწეული ხარჯები, დადგენილ დანარიცხთან ერთად;

3₃ — მეურნეობაში სასუქების შენახვასა და საწყობში სასუქის დამუშავებაზე გაწეული ხარჯები;

3₄ — ნაკვეთში სასუქების შეტანაზე გაწეული ხარჯები;

3₅ — ნამატი მოსავლის აღებაზე, გადამუშავებასა და მოვლაზე გაწეული ხარჯები;

3₆ — ნამატი მოსავლის რეალიზაციაზე გაწეული ხარჯები;

3₇ — ზედნადები ხარჯები.

სასუქის გამოყენებით მიღებული წმინდა შემოსავალი შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი ფორმულით:

$rY - rO = (BY - BH) - E$, სადა:

rY განოციერებული ნაკვეთიდან მიღებული წმინდა შემოსავალია, მან.

rO — გაუნოციერებელი ნაკვეთიდან მიღებული წმინდა შემოსავალი. მან.

BY — განოციერებულ ნაკვეთზე მიღებული საერთო პროდუქციის (ძირითადი და თანამგზავრი) ღირებულება, მან.

BH — გაუნოციერებელ ნაკვეთზე მიღებული საერთო პროდუქციის (ძირითადი და თანამგზავრი) ღირებულება, მან.

სასუქის გამოყენების რენტაბელობის (%) დასადგენად გამოიყენება ფორმულა:

$$P = \frac{(C+B) - E}{E} \cdot 100 \quad \text{ან} \quad P = \frac{rD}{E} \cdot 100,$$

ხოლო სასუქის გამოყენებაზე გაწეულ ხარჯთა ანაზღაურება შემდეგი ფორმულით იანგარიშება:

$$O = \frac{C+C}{E}.$$

სასუქის გამოყენებით პროდუქციის თვითღირებულებაში ცვლილებების დასადგენად შემდეგ ფორმულებს იყენებენ:

$$D = \frac{A}{YO} \quad \text{და} \quad D_1 = \frac{A + A_1}{YO + Yn}, \quad \text{სადა:}$$

D და D_1 პროდუქციის ერთეულის თვითღირებულებაა გაუნოციერებელ და განოციერებულ ნაკვეთზე, მან.

A — ყველა ხარჯი, გარდა სასუქის გამოყენებისა, მან/ჰა?

A_1 — სასუქის გამოყენებაზე გაწეული ხარჯები, მან/ჰა.

YO — გაუნოციერებელ ნაკვეთზე ან სხვა შესაღარებელ ვარიანტში მიღებული მოსავალი, ც/ჰა;

Yn — სასუქის გამოყენებით მიღებული ნამატი მოსავალი ც/ჰა.

ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრისათვის სასუქების გამოყენებაზე გაწეულ ხარჯთა დიფერენცირება უნდა მოხდეს წლების მიხედვით, ამისათვის მხედველობაშია მისაღები სასუქის შემდგომქმედების

უნარი. აქედან გამომდინარე, ცალკეული სახის სასუქებისათვის მიჩნეულია მოქმედების წლების შეხდევით ხანგრძლივობა:

სასუქის სახეები მოქმედების ხანგრძლივობა ორგანული	ხარჯთა წილი, %
პირველი წელი	60
მეორე წელი	30
მესამე წელი	10
აზოტიანი სასუქები პირველი წელი	100
ფოსფორიანი სასუქები პირველი წელი	55
მეორე წელი	30
მესამე წელი	15
კალიუმიანი სასუქები პირველი წელი	70
მეორე წელი	30

კირიანი სასუქების პირდაპირი და შემდგომქმედება მიზანშეწონილია განისაზღვროს 5—7 წლის ხანგრძლივობით, ხარჯთა დარიცხვა—ყოველწლიურად 20—14,3%-ის ფარგლებშია, საერთო დანახარჯიდან.

თესლბრუნვაში სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტის განსაზღვრა უმჯობესია ჩატარდეს როტაციის პერიოდში. თესლბრუნვის პროდუქტიულობა გამოსახება კვებით ან მარცვლის ერთეულებში. სასაქონლო პროდუქციის ღირებულება გამოსახება შესასყიდი ფასების მიხედვით, საკვები კულტურებისა და თანამგზავრი პროდუქციისა 1 ც საკვები ერთეულის ფასებში (1 ც შერეის მარცვლის შესყიდვის ფასი).

თესლბრუნვაში სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტი როტაციის პერიოდში განისაზღვრება ისე, როგორც ცალკეული კულტურის მიმართ. ამ შემთხვევაში როტაციის პერიოდში ყველა პარამეტრის სიდიდე განისაზღვრება თესლბრუნვაში მონაწილე ცალკეული კულტურის მიხედვით, მაგალითად, სასუქის გამოყენების სისტემის რენტაბელობა გამოსახება ფორმულით:

$$P\% = \frac{(C_1 - c_1) - E_1 + (C_2 + c_2) - E_2 + \dots + (C_n + c_n) - E_n}{E_1 + E_2 + \dots + E_n} 100,$$

სადაც: C_1, C_2, C_n — თესლბრუნვაში მონაწილე კულტურებიდან სასუქის გამოყენებით მიღებული დამატებითი ძირითადი პროდუქციის ღირებულებაა, მანეთებში.

c_1, c_2, c_n — სასუქების გამოყენებით თესლბრუნვაში მონაწილე კულტურებიდან მიღებული ნამატი პროდუქციის ღირებულებაა, მან.

E_1, E_2, E_n — ცალკეული კულტურების განოყიერებაზე გაწეული ხარჯების ჯამი, მანეთებში.

ეკონომიკური მაჩვენებლების მიხედვით, სასუქების გამოყენების სისტემიდან უპირატესობა ენიჭება იმ ვარიანტს, სადაც მეტია მოსავალი და წმინდა შემოსავალი ყოველი ჰექტარიდან, ასევე მაღალი შრომის-ნაყოფიერება, დაბალი პროდუქციის თვითღირებულება და მეტი დანახარჯთა რენტაბელობა. ამავე დროს მიწათმოქმედების ინტენსიური ქიმიზაციის რაიონებში, სასუქის გამოყენების სხვადასხვა ვარიანტის შედარებისას, ძირითად ეკონომიკურ მაჩვენებლად მიღებულია წმინდა მოგება და მოსავალი ჰექტარზე. ამავე დროს თესლობრუნვაში, როტაციის პერიოდში მხედველობაში მიიღება, ნიადაგში საკვები ელემენტების ოპტიმალური ბალანსის შენარჩუნება.

იმ ზონაში, სადაც მცირე ნორმით სასუქი გამოიყენება, ძირითად ეკონომიკურ მაჩვენებელს წარმოადგენს მინერალური სასუქების გამოყენებაზე გაწეული ხარჯების ანაზღაურება, ნამატი მოსავლისაგან მიღებული შემოსავლით. ეს საშუალებას იძლევა სასუქების რაციონალური გამოყენებისა დიდ ფართობზე.

სასუქის გამოყენების ეკონომიკური ეფექტურობა განსაკუთრებით მაღალია მაშინ, როცა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანისათვის დანერგილია ინდუსტრიული ტექნოლოგია.

XV თავი 30

სასუქების გავლენა მოსავლის შედგენილობასა და ხარისხზე

მცენარეთა ქიმიური შედგენილობა ბიოლოგიური წგუფების მიხედვით იცვლება. ზოგი მცენარე მეტი რაოდენობით შეიცავს ცილებს (მარცვლოვანი კულტურები), ზოგი ცხიმებს (ცხიმზეთოვანები), სახამებელს (კარტოფილი), შაქრებს (შაქრის ჭარხალი), ვიტამინებს (ხეხილოვანი და ბოსტნის კულტურები), ეთერზეთებს (ეთერზეთოვანი კულტურები) და სხვ.

ამავე დროს, ერთი და იგივე მცენარის შედგენილობა და მისი მოსავლის ხარისხი მკვეთრად ცვალებადობს გარემო ფაქტორების (ტემპერატურა, ნიადაგისა და ჰაერის ტენიანობა, სინათლე, ნიადაგური პირობები, აგროტექნიკა და სხვ.), ასევე მათი მოვლა-მოყვანის პირობების გავლენით.

მოვლა-მოყვანის პირობებთან დაკავშირებით ხორბალში ცილების შემცველობა შეიძლება 9-დან 25%-მდე მერყეობდეს. კარტოფილში სახამებლისა — 10-დან 24%-მდე, შაქრის ჭარხალში შაქრებისა — 12-დან 22%-მდე. გარდა ამისა, ცხიმზეთოვანი კულტურების თესლში — ცხი-

მები, ხეხილოვანი მცენარეების ნაყოფში და ბოსტნის კულტურების მოსავალში — შაქრები და ვიტამინები, ალკალოიდურ და ეთერზეთოვან მცენარეებში — ალკალოიდები და ეთეროვანი ზეთი 1,5—2,0-ჯერ ცვალებადობს. მცენარეთა მოვლა-მოყვანის პირობებთან დაკავშირებით მოსავლის შედგენილობაში ასეთი ცვლილებები იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ფართობის ერთეულზე თანაბარი მოსავლის მოყვანის შემთხვევაში შეიძლება მივიღოთ არსებითად მეტი სამეურნეო თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი პროდუქტი, რომელიც ადამიანისა და ცხოველების საკვებად და მრეწველობისათვის ნედლეულად გამოიყენება.

ზოგჯერ ფართობის ერთეულზე ღებულობენ მაღალ მოსავალს, ამიტომ საერთო მოსავალიც დიდია, მაგრამ მისი ხარისხი ვერ აკმაყოფილებს გადამამუშავებელი მრეწველობის მოთხოვნებს. ამ ფაქტს ხშირად ვხვდებით ხორბლისა და სხვა მარცვლოვანი კულტურების მიმართ, ან კიდევ კარტოფილის, შაქრის ჭარხლის, ბოსტნის კულტურებისა და სხვ. მოსავლის დაბალი ხარისხის გამო დიდ დანაკარგებს აქვს ადგილი შენახვის დროს. ამიტომ მცენარის ქიმიური შედგენილობის გაუმჯობესება და მოსავლის ხარისხის ამაღლება სოფლის მეურნეობის ძირითადი ამოცანაა.

დადგენილია, რომ მოსავლის ფორმირებისას ხარისხის განმსაზღვრელი პირობაა ერთი მხრივ, ცილებისა და სხვა აზოტოვანი ნაერთების, მეორე მხრივ, ნახშირწყლების ან ცხიმზეთოვან მცენარეებში — ცხიმების ბიოსინთეზი. ამ პროცესებისათვის სხვადასხვა პირობებია საჭირო. ამავე დროს, როგორც წესი, ცილების ბიოსინთეზის გაძლიერებას ყოველთვის თან სდევს ნახშირწყლების ან ცხიმების შემცირება მცენარეში. ხოლო ცილების სინთეზის ინტენსივობის შენელება, ნახშირწყლების შედარებით მეტი რაოდენობით დაგროვებას იწვევს.

მცენარის შედგენილობასა და მოსავლის ხარისხზე მოქმედ ფაქტორთა შორის ყველაზე ძლიერი და სწრაფმოქმედია სასუქები. ეს ფაქტი იმით არის გამოწვეული, რომ მცენარეში შეღწეული სასუქის საკვები ნივთიერებები შედის ორგანული ნაერთების შედგენილობაში და იწვევს მათი შემცველობის გადიდებას მოსავალში. გარდა ამისა, სასუქის ზოგიერთი საკვები ელემენტი მონაწილეობს მცენარეში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლაში, ამიტომ სასუქების გამოყენება მცენარის ბიოლოგიური თავისებურების, ნიადაგური და ამინდის პირობების, ასევე სასუქის მოქმედების თვისებების გაუთვალისწინებლად — დაუშვებელია. მათი გათვალისწინების გარეშე სასუქის გამოყენებით მოსალოდნელია მოსავლის ხარისხის გაუარესება.

მცენარის ზრდის ფაზების მიხედვით ამა თუ იმ საკვები ელემენტით მომარაგებით შეიძლება ნივთიერებათა ცვლის სასურველი მიმართულებით წარმართვა. ამასთან დაკავშირებით, მცენარეში მეტი რაოდენობით

ცილების, სახამებლის, შაქრების, ცხიმების, ალკალოიდების, ვიტამინებისა და სხვა ნივთიერებების დაგროვება.

ჩვენი ქვეყნის სხვადასხვა ნიადაგურ და კლიმატურ ზონებში ჩატარებული მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით დადგენილია, მოსავლის ქიმიურ შედგენილობასა და ხარისხზე სასუქების მოქმედების ხასიათი და ჩამოყალიბებულია საერთო კანონზომიერებანი, რაც შემდეგში მდგომარეობს.

მცენარეში შეღწეული აზოტი სწრაფად გადადის ამინომჟავებში. ამინომჟავები აუცილებელია ცილოვანი ნაერთების, ნუკლეინის მჟავების, ალკალოიდებისა და სხვა ნივთიერებათა სინთეზისათვის. აზოტი შედის ქლოროფილის, მთელი რიგი ვიტამინების, ჰორმონებისა და სხვა ნივთიერებათა შედგენილობაში. ამიტომ მცენარის აზოტით კვების პირობების გაუმჯობესება იწვევს ამ ნივთიერებათა ინტენსიურ დაგროვებას მცენარესა და მოსავალში.

აზოტის როგორც სიმცირე, ისე მისი სიჭარბე, უარყოფითად მოქმედებს მცენარის შედგენილობასა და მოსავლის ხარისხზე.

აზოტის ნაკლებობა იწვევს ცილების, განსაკუთრებით არაცილოვანი აზოტოვანი ნაერთების მნიშვნელოვან შემცირებას მცენარეში. ასევე სახამებლისა და შაქრების შეფარდებითი შემცველობის გადიდებას. აზოტით ოპტიმალურ კვებასთან შედარებით. გარდა ამისა, აზოტით მკვეთრ ნაკლებობას შეუძლია გამოიწვიოს ნახშირწყლების ხსნადი ფორმების მკვეთრი შემცირება და უჯრედანას შემცველობის გაზრდა.

აზოტით მოჭარბებული კვება იწვევს მცენარეში ნახშირწყლების შემცველობის შემცირებას, რაც გამოწვეულია ფოტოსინთეზის პროცესში წარმოქმნილი მეტი რაოდენობით ენერჯის ხარჯვით. მცენარეში ნიტრატების ამონიაკამდე აღდგენაზე, ამონიაკიდან ამინომჟავების ბიოსინთეზზე, ამიდების, ნუკლეინის მჟავას და სხვა აზოტოვანი ნაერთების ბიოსინთეზზე. ფოტოსინთეზის დროს დაგროვილი ნახშირწყლების მნიშვნელოვანი ნაწილი იხარჯება არა ნახშირწყლების, არამედ სხვადასხვა აზოტოვანი ნაერთების ბიოსინთეზზე. ამიტომ აზოტის მაღალი ნორმები იწვევს მცენარეში ნახშირწყლების ან ცხიმების შემცველობის შემცირებას.

მთელი რიგი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის ხარისხზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს აზოტიანი სასუქები. მაგ. ამონიაკური აზოტით კვება აძლიერებს მცენარეში აღდგენილი ნაერთების — ეთერზეთების, ალკალოიდების, ზოლო ნიტრატული აზოტით კვება — დაჯანგული ნაერთების, ძირითადად ორგანული მჟავების დაგროვებას. ჩაის მზა პროდუქციისა და ციტრუსების ნაყოფის ხარისხზე აზოტიანი სასუქის ფორმების გავლენით სარწმუნო განსხვავება ჯერჯერობით დადგენილი არ არის. მათი ოპტიმალური ნორმები მკვეთრად აუმჯობესებს ხარისხს, ნაკლებობა და სიჭარბე კი — აუარესებს.

ფოსფორი არსებით და ხშირად, გადამწყვეტ გავლენას ახდენს მცენარეში მიმდინარე მრავალ ბიოქიმიურ პროცესზე, რაც აიხსნება მისი უშუალო მონაწილეობით შაქრების, სახამელის, ცხიმებისა და მრავალი სვა ნაერთების სინთეზსა და დაშლაში.

ფოსფორის გავლენით მკვეთრად ძლიერდება შაქრების, სახამებლისა და ცხიმების სინთეზის ინტენსივობა, ასევე ცილებისაც, მაგრამ შაქრებსა და სახამებელთან შედარებით, ნაკლები ხარისხით. ამიტომ, როგორც წესი, ფოსფორის ნაკლებობისას მცენარე, ცილებთან შედარებით, მცირე რაოდენობით შეიცავს საქაროზასა და სახამებელს. ნიადაგში ფოსფორიანი სასუქის შეტანით მცენარეში ნახშირწყლების სინთეზი უფრო ძლიერდება, ვიდრე ცილებისა.

კალიუმი დიდ გავლენას ახდენს მცენარეში ფოტოსინთეზის ინტენსიურობაზე, ბიოსინთეზზე, ასევე სახაროზას, სახამებლისა და ცხიმების დაგროვებაზე. კალიუმიანი სასუქების ოპტიმალური ნორმის გავლენით მცენარეში ძლიერდება ცილების ბიოსინთეზი. აზოტიანი სასუქის ფორმების — ნიტრატული და ამონიაკური სასუქების გამოყენებისას კალიუმის როლი მკვეთრად ვლინდება. ცილების სინთეზზე მისი დადებითი მოქმედება აღინიშნება ამონიაკური ფორმის აზოტიანი სასუქის გამოყენებისას. კალიუმით სიღარიბე მცენარეში იწვევს სახაროზას, სახამებლისა და ცხიმების სინთეზის შენელებას, ამავე დროს მონოშაქრების შემცველობა მატულობს.

ამრიგად, მინერალური კვების პირობების გავლენით მცენარის ქიმიური შედგენილობა და მოსავლის ხარისხი მნიშვნელოვნად შეიძლება შეიცვალოს.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებში ცილების შემცველობის გადიდებას. ცილები ადამიანისა და ცხოველების კვებისათვის შეუცვლელი პროდუქტია. ადამიანმა ყოველდღიურად 70—100 გ ცილა უნდა მიიღოს. საკვებში ცილის უკმარისობა იწვევს ნივთიერებათა ცვლის სერიოზულ დარღვევას.

ცილის წარმოების გადიდება მოსახლეობის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად. აღიარებულია ჩვენი დროის ყველაზე მწვავე. პირველხარისხოვან, პრაქტიკული მნიშვნელობის მქონე, ძნელად გადასაწყვეტ პრობლემად. FAO — მონაცემებით, მსოფლიოს მოსახლეობის თითქმის ნახევარი ცილებით შიმშილს განიცდის. ამასთან დაკავშირებით ყველა ქვეყნის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებისა და პრაქტიკის მუშაკები ძალღონეს არ იშურებენ, ძირითადად, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავალში ცილების შემცველობის გასაზიარებლად ღონისძიებათა კომპლექსის დამუშავებისათვის.

ჩვენს ქვეყანაში მოსახლეობისათვის ცილის პრობლემა გადაწყვეტილია. სასურსათო პროდუქტებში ცილების შემცველობა ნორმის ფარგლებშია,

მაგრამ ჩვენ მეორე პრობლემა გვაქვს. პირუტყვისა და ფრინველის საკვებში ჯერ კიდევ არ არის საკმარისი ცილების შემცველობა.

ცილის მაღალი შემცველობით გამოირჩევა მარცვლოვანი და სამარცვლო პარკოსანი მცენარეები. ისინი ცილის წარმოებისათვის იოლი მისაწვდომი, ფართოდ გავრცელებული და იაფი წყაროა. ამიტომ, ამ კულტურებში ცილის შემცველობის გადიდებას განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა. ამჟამად ჩვენ ქვეყანაში მარცვლის წარმოება ყოველწლიურად 200 მლნ ტ აღემატება. თუ მარცვალში ცილის შემცველობა 1%-ით გაიზარდა, ეს ნიშნავს ყოველწლიურად 2 მლნ ტ-ით მეტი ცილის მიღებას.

ჯერ კიდევ ადრე, დ. პრიანიშნიკოვის ლაბორატორიაში დადგენილი იყო, რომ აზოტიანი სასუქები მარცვალში ცილის შემცველობის გადიდებას იწვევს. ეს მოქმედება მეტი სიძლიერით ვლინდება არაშავმიწა ნიადაგიან ზონაში, სადაც ნიადაგის დაბალი ნაყოფიერების გამო მარცვლის ხარისხი უფრო დაბალია, ვიდრე სამხრეთ რაიონებში.

ფსკოვის ოლქის კორდიან-ეწერ ნიადაგზე აზოტიანი სასუქის გავლენით ხორბლის მარცვალში არსებითად გაიზარდა ცილისა და წებოგვარის შემცველობა (%):

	ცლა	წებოვანა
უსასუქო	11,7	26,6
PK	11,9	25,9
NPK	14,1	34,2

ანალოგიური შედეგები იყო მიღებული ამ ზონაში ჩატარებულ ცდებში სხვა მარცვლოვანი კულტურების, ქერის, შვრიის, ჭვავის მიმართ.

ბელორუსიის რესპუბლიკაში, მოძრავი ფოსფორითა და გაცვლითი კალიუმით ღარიბ კორდიან-ეწერ ნიადაგზე PK-ს გამოყენებამ ხორბლის მოსავალი არსებითად გაადიდა, მაგრამ მარცვალში ცილის შემცველობის გადიდება არ გამოიწვია, პირიქით. აღინიშნა ტენდენცია მისი შემცირებისა; PK-ს ფონზე აზოტიანი სასუქის გავლენით აღინიშნა, როგორც მოსავლის გადიდება, ისე მოსავალში ცილის შემცველობის არსებითი მატება (ცხრ. 156).

მარცვლოვანი კულტურების მოსავლის ხარისხის ასამაღლებლად დიდი მნიშვნელობა აქვს აზოტიანი სასუქების შეტანის ვადებს. ცნობილია, რომ საშემოდგომო მარცვლოვანები აზოტს ეფექტურად ითვისებენ გაზაფხულზე, გამოკვების სახით შეტანილი აზოტიანი სასუქებიდან. მისი გავლენით იზრდება მოსავალი და უმჯობესდება მოსავლის ხარისხი. გაზაფხულზე 30—60 კგ/ჰა აზოტით გამოკვება მარცვალში ცილების შემცველობას ზრდის 1—2%-ით.

მარცვალში ცილების დაგროვების ორი ძირითადი წყაროა. პირველი — ნიადაგიდან მცენარეში შეღწეული აზოტია, მეორე — ვეგეტაციური ნაწილებში არსებული აზოტის რეუტილიზაცია. საშემოდგომო ხორ-

ცხრილი 156. შინეარლური ხასუქების გავლენა ქერის მოხავალსა და მარცვლის ხარისხზე)
(3 წლის საშუალო)

ვარიანტი	მოსავალი ც/ჰა	ცილა	ცილის მოსავალი კგ/ჰა
უსასუქო	14,5	11,0	160
P ₄₀ K ₄₀	19,2	10,6	204
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	22,2	11,3	251
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	23,9	12,1	289
N ₈₀ P ₄₀ K ₄₀	23,0	13,2	304

ბალი ვეგეტაციის დასასრულს ხშირად განიცდის აზოტის ნაკლებობას. მწიფე მარცვალში არსებული აზოტის საერთო რაოდენობიდან, მარცვლის რძისებრი სიმწიფის დაწყებისას, აზოტის შემცველობა 40—50%-ს აღემატება; ცვილისებრი სიმწიფის დაწყებისას 70—80%-ს აღწევს, ხოლო 20—30%, ცვილისებრი სიმწიფის გავლით, შემდგომ პერიოდში აღწევს მარცვალში. თუ მცენარეს ვეგეტაციის დამთავრებისას აზოტი აკლია, მაშინ მარცვალში ცილის შემცველობა დაბალია. ამიტომ, მცენარის აღერების შემდგომ პერიოდში აზოტიანი სასუქის შეტანას დიდი მნიშვნელობა აქვს, იგი შემდეგში სწრაფად გადაინაცვლებს მარცვალში და ცილების სინთეზი ინტენსიურად მიმდინარეობს. მოსოლოვის ცდებში, მარცვლის ფორმირების ფაზაში ნათესების აზოტით გამოკვებამ მოსავლის გადიდება არ გამოიწვია, მაგრამ ხორბლის მარცვალში ცილების შემცველობა 2,8%-ით და წებოგვარასი 10%-ით გააღიდა.

დადგენილია რომ მცენარის მიერ აზოტის შეთვისებასა და მის გარდაქმნაში ამონიუმის გვარჯილის, ამონიუმის სულფატისა და შარლოვანას ფესვებითა და ფესვგარეშე გამოკვების სახით გამოყენებას შორის არსებითი განსხვავება არ არის. ამიტომ, ამჟამად ფართოდ მიმართავენ ნათესების აზოტიანი სასუქებით ფესვის გარეშე გამოკვებას. პრაქტიკაში უმეტესად ამონიუმის გვარჯილის ან შარლოვანას ხსნარებს იყენებენ. მაგრამ შარლოვანას, ამონიუმის გვარჯილასთან შედარებით, უპირატესობა გააჩნია. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ შარლოვანა არის არა მარტო აზოტის წყარო, არამედ — ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებაც. შარლოვანა ფოთლებში აძლიერებს ფოტოსინთეზს და ფერმენტების აქტივობას, ფოთლებში ცილების დაშლა ინტენსიურად მიმდინარეობს, ამიტომ აზოტოვანი ნაერთების გადანაცვლება ფოთლებიდან მარცვალში ძლიერდება.

ხორბლის ფესვის გარეშე გამოკვებას ატარებენ მცენარის ყვავილობიდან მარცვლის რძისებრი სიმწიფის დამთავრებამდე. აზოტი შეაქვთ 30—50 კგ/ჰა. შარდოვანას 30%-იანი ხსნარი არ აზიანებს მცენარის ფოთლებს. ფესვის გარეშე გამოკვება, ძირითადად, ავიაციის საშუალებით ტარდება.

მარცვლის ხარისხზე ფოსფორის გავლენის შესახებ ლიტერატურაში ერთიანი აზრი არ არის. მკვლევართა უმეტესობას მიაჩნია, რომ ფოსფორით ცალმხრივი კვების გაძლიერება მარცვალში ცილების შემცველობას ამცირებს და ფქვილის ხარისხს აუარესებს. მაგრამ ეს სრულებითაც არ ნიშნავს იმას, რომ ფოსფორი არ არის საჭირო მცენარისათვის ან იგი უარყოფითად მოქმედებს ცილების ბიოსინთეზზე.

ფოსფორის გავლენით მარცვალში ცილების შემცველობის შემცირება ორი მიზეზითაა გამოწვეული. პირველი — ფოსფორი აძლიერებს მცენარის ვეგეტაციური ნაწილების წარმოქმნას და აღიღებს მოსავალს, ე. ი. მცენარეში ნიადაგის აზოტის „განზავება“ დიდ მასაში ხდება, თუ მცენარეს მარცვლის ფორმირების პერიოდში აზოტი აკლია, მაშინ მარცვალი მცირე რაოდენობით ცილებს შეიცავს. ეს იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ნათესების განოციერებისას აზოტსა და ფოსფორს შორის დაცული უნდა იყოს ოპტიმალური შეფარდება. მეორე — ფოსფორი, შარდოვანასაგან განსხვავებით, ხელს უწყობს ფოთლებში ცილების არა დაშლას, არამედ ბიოსინთეზს. ამიტომ აზოტის გადანაცვლება ფოთლიდან მარცვალში შემცირებულია, რადგანაც მარცვალში მცირე რაოდენობით აზოტოვანი ნაერთები აღწევს, ცილებიც შედარებით მცირე რაოდენობით წარმოიქმნება.

სხვა წყაროების მიხედვით, ფოსფორით ძლიერ ღარიბ ნიადაგებზე ფოსფორიანი სასუქები კი არ ამცირებენ, არამედ რამდენადმე აღიღებენ მარცვალში ცილების შემცველობას.

კალიუმისანი სასუქების ოპტიმალური ნორმა მარცვალში ცილების შემცველობის არსებით ცვლილებას არ იწვევს ან ოდნავ აღიღებს მას. მაგრამ მაღალი ნორმების გავლენით ხშირად აღინიშნება მარცვალში ცილების შემცველობის არსებითი შემცირება. მაგალითად, ი. მოსოლოვისა და ფ. ვორობიოვას ცდებში კალიუმის მაღალი ნორმის გავლენით ხორბლის მარცვალში ცილების შემცველობამ (%) შემდეგი ცვლილებები განიცადა:

უსასუქო	NP	NPK	NPK ₂
13,1	17,2	18,4	12,5

მარცვალში, ცილების შემცველობაზე კალიუმისანი სასუქის მაღალი ნორმის უარყოფითი გავლენა შემდეგი მიზეზით უნდა აიხსნას: მარცვ-

ლეულ კულტურებში, მარცვალში ცილებისა და სახამებლის შემცველობას შორის არსებობს უკუპროპორციული დამოკიდებულება — რაც მეტია სახამებელი, მით მცირეა ცილები; მართალია, კალიუმში მცენარის ნორმალური ზრდისა და ბიოსინთეზისათვის აუცილებელია, მაგრამ იგი უფრო ინტენსიურად მოქმედებს მცენარეში ნახშირწყლების სინთეზსა და გადანაცვლებაზე, ვიდრე აზოტოვანი ნაერთების; ამიტომ კალიუმიანი სასუქების მაღალი ნორმების გავლენით მცენარეში ძლიერდება ნახშირწყლების სინთეზი, მათი გადანაცვლება მწიფებად მარცვალში, ხდება მეტი რაოდენობით სახამებლის დაგროვება და ცილების შეფარდებითი შემცველობის შემცირება.

სიმინდი უხვმოსავლიანი კულტურაა, მაგრამ მის მარცვალში მცირეა ცილები, ამიტომ მისი კვებითი და სასურსათო ღირებულება დაბალია. აქედან გამომდინარე, სასუქების გამოყენებით მარცვლის ქიმიური შედგენილობის შეცვლას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა. სიმინდის მოსავლიანობის გადიდებისა და მასში ცილების შემცველობის გაზრდის საუკეთესო საშუალებაა აზოტიანი სასუქების გამოყენება. ა. ხანტერის გამოკვლევებით (ცხრ. 157) აზოტიანი სასუქის გავლენით სიმინდის მარცვლის მოსავალი და მასში ცილების შემცველობა არსებითად იზრდება.

ცხრილი 157. აზოტიანი სასუქების გავლენა სიმინდის მოსავალზე და მოსავლის ხარისხზე

აზოტის ნორმა კგ/ჰა	მარცვლის მოსავალი ც/ჰა	მარცვალში ცილების შემცველობა %	ცილის მოსავალი კგ/ჰა
01	40,7	6,92	282
45	57,0	7,27	415
90	74,5	7,86	586
112	83,4	8,06	672
134	88,6	8,45	748
179	92,5	8,74	806
224	92,7	9,30	862

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ აზოტიანი სასუქების გავლენით ცილების ჰექტარობრივი მოსავალი 2—3-ჯერ იზრდება.

სიმინდის მწვანე მასა მცირე რაოდენობით პროტეინს შეიცავს. მისი შემცველობის გადიდებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ნათესების შარდოვანას ხსნარით ფესვის გარეშე გამოკვებას. სიმინდის ფოთლებზე მოხ-

ვედრილი შარდოვანა იოლად შედის ქსოვილებში და სწრაფად იქცევა ამინომჟავებად და ცილებად. რის გავლენით საკვებში პროტეინის შემცველობა 1,5-ჯერ იზრდება.

დადგენილია, რომ სიმინდის ნათესების შარდოვანას ხსნარით ფესვ-გარეშე გამოკვება უნდა ჩატარდეს მარცვლის რძისებრი ან რძისებრ-ცილისებრი სიმწიფის ფაზაში. ე. ი. სასილოსე მასის აღებმადე 2—3 კვირით ადრე. ამ მიზნისათვის იყენებენ შარდოვანას 20—25% ხსნარს და ავიაციას. ხსნარის ხარჯვის ნორმა 400—500 ლ/ჰა შეადგენს. მისი გამოყენება მწვანე მასაში პროტეინის შემცველობას 55—60%-ით (250—350 კგ/ჰა) ზრდის, ხოლო სილოსში შესათვისებელი პროტეინი კვების ერთეულზე 60—65 გ-დან 90—105 გ-მდე იზრდება. ფესვის გარეშე გამოკვება 1 კგ შარდოვანათი დამატებით 1,6—2 კგ პროტეინს იძლევა, რაც უზრუნველყოფს 15—25 კგ რძის მიღებას.

მცენარეული ცილის წარმოებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს პარკოსან კულტურებს, მათში ცილების შემცველობა, მარცვლოვანებთან შედარებით, 2—3-ჯერ მეტია.

პარკოსნები აზოტს ძირითადად ითვისებენ ჰაერიდან, რაშიც კოჟრის ბაქტერიები მონაწილეობენ. პარკოსნების მოსავალი და მასში ცილების შემცველობა დამოკიდებულია აზოტის ფიქსაციის ხარისხზე, სხვა ფაქტორებს დამხმარე მნიშვნელობა აქვს. აქედან გამომდინარე, პარკოსნების მეტი და მაღალი ხარისხის მოსავლის მისაღებად საჭიროა ისეთი პირობების შექმნა, ატმოსფეროდან აზოტის ფიქსაციას რომ გააძლიერებს. ასეთი პირობებია: პარკოსნების ინოკულაცია (ცოცხალი მიკროორგანიზმების ინფიცირებული მასალის შეყვანა მცენარის ქსოვილში) კოჟრის ბაქტერიების შესაბამისი რასებით უზრუნველყოფა და მყავე ნიადაგების მოკირიანება.

სამარცვლე პარკოსანი კულტურების მოსავლის ხარისხის ასამაღლებლად დიდი მნიშვნელობა აქვს ფოსფორსა და კალიუმს, რაც ხელს უწყობს პარკოსნების ფესვებზე კოჟრების წარმოქმნას და მათ ზრდას, შესაბამისად აძლიერებს აზოტის ფიქსაციას.

მემცენარეობის საკავშირო ინსტიტუტის მიერ, ლენინგრადის ოლქში, ბარდას მიმართ ჩატარებულ ცდებში ფოსფორიანმა და კალიუმიანმა სასუქებმა მარცვალში ცილის შემცველობაზე (%) შემდეგნაირად იმოქმედა:

უსასუჟო	P ₄₅ K ₄₅	P ₉₀ K ₁₃₅
25,0	27,4	31,4

ვორონეჟის სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ცდებში, გამოტუტულ შავმიწებზე, ბარდას მოსავალმა და მასში ცილების შემცველობამ ფოს-

ფორიანი და კალიუმიანი სასუქების გავლენით შემდეგი ცვლილებები განიცადა:

უსასუქო	P_{80}	$P_{80}K_{80}$
მოსავალი/ც/ა	31,6	32,7
ცილა%	24,2	25,4

ამრიგად, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების გავლენით, ცილის ჰექტარობრივი მოსავალი 580 კგ-დან 830 კგ-მდე გაიზარდა.

პარკოსანი კულტურების მოსავლის ხარისხზე დადებით გავლენას ახდენს მიკროელემენტები, კერძოდ, მოლიბდენი. იგი იწვევს პარკოსნების მოსავლის გადიდებას და მასში ცილების შემცველობის გაზრდას, ამავდროს მოლიბდენი ასტიმულირებს პარკოსნების ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციას.

უმანის სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ცდებში, გაეწრებულ შავმიწებზე, ბარდას მოსავალი საშუალოდ 4 წელიწადში, უსასუქო ვარიანტში 21,5 და მოლიბდენით განოყიერებულში — 24,3 ც/ა იყო.

მოსავლის ხარისხის განსაზღვრისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ცილის ფრაქციული და ამინომჟაური შედგენილობის შესწავლას.

ცილის შედგენილობაში 20 ამინმჟავაა. თითოეულ მათგანს ადამიანისა და ცხოველებისათვის თანაბარი მნიშვნელობა არ აქვს.

ზოგიერთი ამინმჟავას სინთეზი უაზოტო ნაერთების ან სხვა ამინმჟავებისაგან შეიძლება მოხდეს ადამიანის ან ცხოველის ორგანიზმში, შემდეგ კი, გამოიყენონ ცილის მოლეკულის ასაგებად, რომელიც საჭიროა ადამიანისა და ცხოველებისათვის.

ზოგიერთი ამინმჟავა ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმში არ წარმოიქმნება. ისინი ბიოლოგიურად შეუცვლელი ამინმჟავებია. მათი მიღება საკვებთან ერთად უნდა მოხდეს.

ადამიანისათვის 8 ამინმჟავაა შეუცვლელი. მათი მიღების ყოველდღიური საშუალო ნორმა შეადგენს: ტრიფტოპანის — 1 ლიზინის — 55, ლეიცილის — 7, იზოლეიცილის — 4, ვალინს — 5, მეტიონინის — 3,5 ფენილალანინის — 5, ტრეონინის — 5 გ. ადამიანის საკვებში ერთი რომელიმე ამინმჟავას სიმცირე ან არარსებობა ორგანიზმში იწვევს ნივთიერებათა ცვლის სერიოზულ დარღვევებს და მძიმე დაავადებებს.

ცილები ამინმჟავების შედგენილობის მიხედვით მკვეთრად განსხვავდება, განსაკუთრებით, — შეუცვლელი ამინმჟავების შემცველობით.

ზოგიერთი ცილა, ადამიანისა და ცხოველების ორგანიზმისათვის საჭირო რაოდენობის ყველა ამინომჟავას შეიცავს. ასეთ ცილებს ბიოლოგიურად სრულყოფილი ჰქვია. მათ მიეკუთვნება ქათმის კვერცხის, რძისა და ხორცის ცილა.

ზოგიერთი მცენარეული ცილა არ შეიცავს ან მცირე რაოდენობით შეიცავს ერთ ან რამდენიმე შეუცვლელ ამინმჟავას. მაგალითად, მარცვალში მცირეა ლიზინი ან ტრიფტოფანი; პარკოსნების მარცვალში — მეთიონინი; კარტოფილის ტუბერებში — ვალინინი და სხვ. ამგვარ ცილებს არასრულყოფილი ჰქვია.

ადამიანის მოთხოვნილებების დაკმაყოფილება შეუცვლელი ამინომჟავებით ერთი პროდუქტის ხარჯზე იშვიათად ხდება. ცხოველებისა, განსაკუთრებით, სასუქი ღორისა და ფრინველის — ხშირად. ამიტომ მათი კვების რაციონის შედგენისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ არა საერთო ცილის რაოდენობა, არამედ, ცილაში შეუცვლელი ამინომჟავების შემცველობა.

მცენარეული ცილების ბიოლოგიური კვებითი ღირებულების შეფასება ქათმის კერცხის ან რძის (ძვირფასი და იოლად შესათვისებელი) ცილებთან შედარებით (მხედველობაში მიიღება ცილის ყველა თვისება, პირველ რიგში ამინმჟავების შედგენილობა) ხდება. თუ ქათმის კერცხის ცილის ბიოლოგიურ ღირებულებას 100%-ად მივიჩნევთ, მაშინ ზოგიერთი მცენარის ცილის კვებითი ღირებულება ტოლი იქნება: ხორბლის — 62—67; სიმინდის — 52—58; ქერის — 64; სამარცვლე პარკოსნების — 75—85 და კარტოფილის — 85%.

მოსავალში ცილების შემცველობაზე არსებით გავლენას ახდენს სასუქები, ფართობის ერთეულზე ცილების მოსავალი, სასუქის სწორად გამოყენებით 2—3-ჯერ იზრდება.

აზოტიანი სასუქის გავლენით, განსაკუთრებით მისი გვიან შეტანის შემთხვევაში, მარცვლოვან კულტურებში შეიძლება ცილის ამინმჟავური შედგენილობა შეიცვალოს. ცილოვან კომპლექსში გაიზარდოს სპირტსა და ტუტეებში ხსნადი ცილები, ე. ი. შემცირდეს შეუცვლელი ამინმჟავების — პროლამინებისა და გლიუტენინების შემცველობა, გაუარესდა ეს მისი კვებითი ღირებულება.

ცალკეულ მცენარეთა ცილების ამინმჟავური შედგენილობა სასუქის გავლენით არ იცვლება. იგი მცენარის გენეტიკური ფაქტორით არის განსაზღვრული და სტაბილურია. სასუქს შეუძლია მხოლოდ ცილის ფრაქციული შედგენილობის შეცვლა.

სასუქის გავლენით მცენარეში იცვლება არა მარტო აზოტის შემცველი ნივთიერებების დაგროვება, არამედ სხვა ნაერთებისაც, კერძოდ სახამებლის.

კარტოფილის ტუბერებში სახამებლის დაგროვება მეტად მნიშვნელოვანია, იგი ძირითადი მაჩვენებელია ტუბერის ხარისხის განსაზღვრისათვის.

ქლორის მაღალი შემცველობის მქონე მინერალური სასუქების გამოყენება კარტოფილის ტუბერებში სახამებლის მნიშვნელოვან შემცირებას

იწვევს. დ. პრიანიშნიკოვს მოტანილი აქვს მრავალწლიანი ცდის შედეგი, სადაც კალიუმის სულფატის გამოყენებით ტუბერებში სახამებლის შემცველობამ 20% მიაღწია, 40%-იანი კალიუმის მარილის გავლენით 17 და კარნალიტისა — 16%-მდე შემცირდა. ქლორის შემცველი სასუქები, გარდა კარტოფილისა, უარყოფითად მოქმედებს წიწიბურას, თამბაქოს, ყურძნისა, და სხვა კულტურების მოსავლის ხარისხზე.

კარტოფილი კალიუმის მიმართ მაღალმომთხოვნი კულტურაა. იგი ხელს უწყობს ფოთოლსა და ტუბერში ნახშირწყლების, განსაკუთრებით სახამებლის წარმოქმნას. კალიუმის ნაკლებობისას ტუბერებში არსებული ნახშირწყლები ნელა გარდაიქმნება სახამებლად. ქლორის მაღალი შემცველობის მქონე კალიუმის სასუქების გავლენით ტუბერებში სახამებლის შემცირება იმით არის გამოწვეული, რომ ქლორის იონების გავლენით აქტიურდება ფერმენტი ამილაზა, იგი აჩქარებს სახამებლის ჰიდროლიზურ დაშლას და იწვევს ტუბერის ხარისხის გაუარესებას.

რამენსკის აგროქიმიური სადგურის მონაცემებით, კორდიან-ეწერ ნი-ადაგზე, რომელიც მცირე რაოდენობით მოძრავ ფოსფორს შეიცავდა, ხოლო გაცვლითი კალიუმით საშუალოდ უზრუნველყოფილი იყო, კალიუმის სასუქის ფორმების გავლენით (მათი ნორმა 60 კგ/ა იყო) კარტოფილის მოსავალი, ტუბერებში სახამებლის შემცველობა და სახამებლის ჰექტარობრივი მოსავალი ცვალებადობდა შემდეგ ფარგლებში (ცხრ. 158):

ც ხ რ ი ლ ი 158. კალიუმის სასუქის ფორმების გავლენა კარტოფილის მოსავალსა და მოსავლის ხარისხზე (6 წლის საშ)

ვარიანტი	მოსავალი ც/ჰა	სახამებლის შემცველობა ტუბერებში %	სახამებლის მოსავალი ც/ჰა
P ₉₀ K ₆₀ — ფონი	164	16,0	27,1
ფონი + ქლოროვანი კალიუმი	206	15,3	31,4
ფონი + კალიუმის სულფატი	202	16,1	32,6
ფონი + კალიუმის ნიტრატი	204	16,0	32,5
ფონი + შენიტი	211	16,0	33,7
ფონი + 40%-იანი კალიუმის მარილი	207	15,0	30,9

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ კალიუმის სასუქის ყველა ფორმა იწვევს კარტოფილის მოსავლის გადიდებას, მაგრამ ქლორის შემცველი კალიუმის სასუქები ტუბერებში ამცირებს სახამებლის შემცველობას. სხვა წყაროების მიხედვით, ქლორის შემცველი კალიუმის სასუქების

ნორმის გადიდებასთან ერთად ტუბერებში სახამებლის შემცველობა (%) მკვეთრად შემცირდა, მან შეადგინა:

უსასუქო	—16,1
NP	—15,1
NPK ₆₀	—15,0
NPK ₉₀	—14,1
NPK ₁₂₀	—13,5

ამრიგად, კარტოფილის განოციერებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს კალიუმიანი სასუქების ფორმების შერჩევას — უნდა გამოვიყენოთ ქლორის მცირე შემცველობის ან უქლორო სასუქები; მათი შეტანის ვადას — ქლორის შემცველი სასუქები უნდა შევიტანოთ შემოდგომა-ზამთარში, რათა ატმოსფერული ნალექების გავლენით მოხდეს ქლორის ჩარეცხვა და მისი გაუფნებლობა; სასუქის ოპტიმალური ნორმის დადგენას. ამ პირობების დაცვა კარტოფილის მოსავლის გადიდებისა და მისი ხარისხის გაუმჯობესების კარგი აგროტექნიკური ღონისძიებაა.

აზოტიანი სასუქები, მართალია, კარტოფილის ტუბერების მოსავლის გადიდებას იწვევს, ამავე დროს მასში სახამებლის შემცველობის შემცირება აღინიშნება. გდრ-ში ჩატარებული 21 ცდის საშუალოს მიხედვით, აზოტიანი სასუქის ნორმის გადიდებით, ტუბერებში სახამებლის შემცველობამ (%) შემდეგი ცვლილებები განიცადა:

უაზოტო	—16,4
N ₄₀	—16,2
N ₈₀	—16,1
N ₁₀₀	—15,9

მცენარეში აზოტის შეღწევის გადიდებით ძლიერდება ნახშირწყლების დაშლის პროდუქტების ხარჯვა ამიაკის შებოჭვაზე. მატულობს ამინო-მჟავები და ცილები, ხოლო ნახშირწყლები მცირდება.

ფოსფორიანი სასუქი ხელს უწყობს ტუბერებში სახამებლის დაგროვებას, მრავალი ცდით დადგენილია, რომ ფოსფორიანი სასუქის გავლენით კარტოფილის ტუბერში სახამებლის შემცველობა 1—2%-ით იზრდება.

კარტოფილი ასკობინის მჟავას (ვიტამინი C) მნიშვნელოვანი წყაროა. მის ტუბერში ვიტამინი C 15 — მგ% ფარგლებში ცვალებადობს. PK-თან ერთად აზოტიანი სასუქის ოპტიმალური ნორმის გავლენით ტუბერებში ასკობინის მჟავას ბიოსინთეზი ძლიერდება, მაგრამ აზოტის მაღალი ნორმის გამოყენება მისი შემცველობის მკვეთრ შემცირებას იწვევს. გათლილი კარტოფილი ჰაერზე ხშირად მუქდება. ეს კარტოფილის

ხარისხის გაუარესების მაჩვენებელია. გამუქება დაკავშირებულია ჰაერის უანგბადისა და ფერმენტების გავლენით ამინომჟავების ტიროზინისა და მელანინის დაუანგვასთან. გარდა ამისა, მრავალი ფენოლური ნაერთი და რკინა წარმოქმნიან მუქად შეფერილ ნივთიერებებს.

კარტოფილის ტუბერის გამუქების თავიდან აცილება, მისი ხარისხის გაუმჯობესება შესაძლოა კალიუმისა და სისხლის მალაღობის ნორმის გამოყენებით. დადგენილია, რომ როცა ტუბერში კალიუმი 2—2,5% (მშრალი მასიდან) აღწევს, მაშინ გამუქების პროცესი მკვეთრად ეცემა.

მრავალი კულტურისათვის ხარისხის განმსაზღვრელი უმნიშვნელოვანესი ქიმიური ნაერთი სახაროზა და მონოშაქრებია. მაგალითად, შაქრის ჰარხლის ტექნიკური და კვებითი ღირებულება, ძირითადად შაქრის შემცველობაზეა დამოკიდებული.

შაქრის ჰარხლის, ბოსტნეულისა და მრავალი სხვა კულტურის წარმოებისას, რომელთა ხარისხის ძირითადი განმსაზღვრელი მაჩვენებელია შაქრებია, საჭიროა ისეთი პირობების შექმნა, რომლის გავლენით მცენარეში მეტი რაოდენობით შაქრები დაგროვდება.

შაქრის ჰარხალში მეტი რაოდენობით შაქრების დაგროვებისათვის საჭიროა ზრდის პირველ პერიოდში მიწისზედა ნაწილების გაძლიერებული ზრდა. ამის მიღწევა შეიძლება სრული მინერალური სასუქის გამოყენებით; ზრდის მეორე პერიოდში უნდა გაძლიერდეს ძირხვენის ზრდა. ამისათვის საჭიროა PK კვების გაძლიერება და აზოტის დაბალი ნორმის გამოყენება.

ზრდის მეორე პერიოდში აზოტით კვების გაძლიერება იწვევს მიწისზედა ნაწილების გაძლიერებულ ზრდას, მცენარეში აზოტოვანი ნაერთების დაგროვებას, ძირხვენაში შაქრების შემცველობის შემცირებას. დ. კუკის მიერ მოტანილია 41 მინდვრის ცდის საშუალო მონაცემები, სადაც აზოტის ნორმების გავლენით შაქრის ჰარხალში შაქრების შემცველობამ შემდეგი ცვლილებები განიცადა:

აზოტის ნორმის კგ/ჰა	ძირხვენაში შაქრების შემცველობა %	შაქრის მოსავალი ც/ჰა
75	16,6	56,3
150	16,2	67,0
224	15,8	64,9

ამრიგად, აზოტის მაღალი, ჰარხი ნორმა შაქრის ჰარხალში, შაქრის შემცველობისა და ფართობის ერთეულზე შაქრის მოსავლის შემცირებას იწვევს.

ძირხვენების მოსავალსა და მოსავლის ხარისხზე ხშირად აღინიშნება ფოსფორიანი სასუქების დადებითი მოქმედება.

რ. ელემევისა და ბ. ბასიბეკოვის ცდებში (წაბლა ნიადაგი), მოძრავი

ფოსფორით საშუალო და გაცვლითი კალიუმით კარგად უზრუნველყოფილ ნიადაგზე, ფოსფორის ნორმის ზრდასთან ერთად აღინიშნა შაქრის ჰარხლის ძირხვენას მოსავლის, მასში შაქრის შემცველობისა და შაქრის ჰექტარობრივი მოსავლის მმნიშვნელოვანი გადიდება. NK-თან შედრებით 180 კგ/ჰა P_2O_5 -ის გამოყენებით ძირხვენას მოსავალი 248-დან 501 ც/ჰა-მდე, ძირხვენაში შაქრების შემცველობა — 14,2-დან 15,7%-მდე და შაქრის ჰექტარობრივი მოსავალი 35,2-დან 77,9 ც/ჰა-მდე გაიზარდა. შაქრის ჰარხლის ანალოგიურ ცვლილებებს განიცდის მოსავალი ბოსტნის უმეტეს კულტურებში და მისი ხარისხი.

მზესუმზირა ძირითადი ცხიმზეთოვანი კულტურაა. მზესუმზირას ზეთი ძვირფასია საკვებად, ასევე ტექნიკური დანიშნულებისათვის, ამიტომ მზესუმზირას თესლში ცხიმების შემცველობას და მისი ხარისხის გაუმჯობესებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება.

მცენარეში ცხიმები ნახშირწყლებისაგან წარმოიქმნება, ჩვეულებრივ, ცხიმებისა და ცილების შემცველობას შორის მცენარეში უკუდამოკიდებულება არსებობს, ე. ი. თესლში ცხიმების მაღალი შემცველობისას ცილების შემცველობა მცირდება და, პირიქით. ამიტომ მზესუმზირას თესლში ცხიმების შემცველობის გასაზრდელად საჭიროა კვების ისეთი პირობების შექმნა, რომელიც ხელს შეუწყობს ნახშირწყლების დაგროვებას. აქედან გამომდინარე, ცხიმების სინთეზის გაძლიერებას და ცილების შემცირებას. ამ მხრივ აღსანიშნავია ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების მოქმედება. მათი გავლენით მზესუმზირას თესლში ცხიმების შემცველობა 2—4% ფარგლებში მატულობს. აზოტიანი სასუქები აძლიერებს ცილების სინთეზს, ამიტომ თესლში ცილების შემცველობა მატულობს ცხიმებისა კი მცირდება.

ვორონეჟის ოლქში ჩატარებულ ცდებში, მინერალურმა სასუქებმა მზესუმზირას თესლში ცხიმების შემცველობაზე (%), შემდგენიარად იმოქმედა: ანალოგიური კანონზომიერება აღინიშნა მოლდავეთის რესპუბლიკასა და კრასნოდარის მხარეში ჩატარებულ ცდებში.

უსასუქო	— 49,4
N_{45} კგ/ჰა	— 43,8
P_2O_5 45 კგ/ჰა	— 52,2
K_2O 45კგ/ჰა	— 51,6

თესლში ცხიმების შემცველობას მკვეთრად ამცირებს აზოტითა და ფოსფორით კვების გაძლიერება მცენარის ყვავილობისა და თესლის მომწიფების სტადიაში. საქმე ისაა, რომ ამ პირობებში ძლიერდება ცილების სინთეზი, მცირდება ნახშირწყლები. ნახშირწყლებიდან კი ცხიმები წარმოიქმნება, ამიტომ ცხიმების შემცველობა მკვეთრად მცირდება.

აღნიშნული ფაქტი სრულებით არ ნიშნავს იმას, რომ მზესუმზირას

ნათესაში აზოტიანი სასუქი არ გამოვიყენოთ. აზოტით ღარიბ ნიადაგებზე, ტენით უზრუნველყოფის პირობებში, ცხიმზეთოვანი კულტურებისათვის აზოტიანი სასუქის გამოყენება აუცილებელია. წინააღმდეგ შემთხვევაში მცენარის ზრდა და სასიმილაციო აპარატის განვითარება სუსტია, ამიტომ თესლს მომწიფების ფაზაში მცენარეში ნახშირწყლები მცირე რაოდენობით გროვდება, მოსავალი ეცემა და თესლი მცირე რაოდენობით ცხიმებს შეიცავს.

თესლში ცხიმების რაოდენობის შემცირებას თან სდევს ცხიმის ხარისხის ცვლილება. ზოგიერთი არანაჯერი ცხიმოვანი მჟავები ადამიანის ორგანიზმში არ წარმოიქმნება, მაგრამ ისინი აუცილებელია ნივთიერებათა ცვლისათვის. ამიტომ იგი ადამიანმა საკვებთან ერთად უნდა მიიღოს. არანაჯერ ცხიმოვან მჟავებს მიეკუთვნება მთელი რიგი ვიტამინები, მათ კომპლექს ვიტამინ F-ს უწოდებენ. როცა მათი შემცველობა ბევრად ცხიმში, მაშინ მისი კვებითი ღირებულება მაღალია, ასევე მაღალია მისი ტექნიკური მნიშვნელობაც, რადგანაც მისგან წარმოებული ოლიფა და საღებავი სწრაფად შრება.

მზესუმზირას თესლში 10% ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავებია, 20%-მდე ოლეინის მჟავა და 70% შეუცვლელი ლინოლის მჟავაა.

მზესუმზირას თესლის ცხიმოვანი მჟავების შედგენილობაზე უარყოფითად ზემოქმედებს აზოტიანი სასუქები. მათი ნორმის ზრდასთან ერთად, ცხიმში ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავების მატება და ლინოლის მჟავას მკვეთრი შემცირება აღინიშნება, ამიტომ ზეთის ხარისხი უარესდება. ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები იწვევს ცხიმოვანი მჟავების შედგენილობის გაუმჯობესებას. მათი გავლენით ზეთში ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავები მცირდება, ხოლო ლინოლისა — მატულობს, ე. ი. ზეთის ხარისხი უმჯობესდება.

ძირითადი სასურსათო კულტურების (მარცვლოვანები, კარტოფილი, შაქრის ჭარხალი, ბოსტნის კულტურები და მზესუმზირა) სასურსათო, კვებით და ტექნიკურ ღირებულებას მათ მოსავალში ძირითადად განსაზღვრავს ცილების, ნახშირწყლებისა და ცხიმების შემცველობა. სასუქები არსებით გავლენას ახდენს მოსავალში ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლების, ასევე ვიტამინების ეთერზეთების, ალკალოიდების, ორგანული მჟავების შემცველობაზე. სასუქის სწორად გამოყენება, მოსავალში ამ მნიშვნელოვანი ნივთიერებების შემცველობის გადიდებას იწვევს.

ამ თავში დაწვრილებით არის განხილული, როგორც ეს საერთოდ მიღებულია, სასუქების გავლენა ძირითადი სასურსათო კულტურების მოსავლის ხარისხზე, მაგრამ სასუქები ასევე მოქმედებს სხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის ხარისხზე. მაგალითად: ხეხილის, ვენახის, ჩაის, ციტრუსების, კეთილშობილი დაფნის, ტუნგის, თამბაქოსა და სხვა კულტურების მოსავლის ხარისხზე.

ჩაის მზა პროდუქციის ხარისხს განსაზღვრავს ნედლეულის ხარისხი. ამავე დროს, სასუქი დადებითად მოქმედებს როგორც ნედლეულის, ისე მზა პროდუქციის ხარისხზე.

ჩაის მწვანე ფოთლის მკაცრი კრეფის პირობებში კიმიინის ჯიშის ჩაის ნედლეული უნდა შეიცავდეს: ტანიინს—24—29%, ექსტრაქტულ ნივთიერებას — 40—43%, ხოლო ადგილობრივ პოპულაციებში ისინი უნდა იყოს 24—27% და 42—43%. ნახევარფაბრიკატის არმატისა და გემოს ბალური შეფასება ტოლი უნდა იყოს კიმიინის ჯიშის ჩაისა — 3,25—3,75 და ადგილობრივი პოპულაციის — 3 — 3,25.

სასუქის ოპტიმალური ნორმა ხელს უწყობს კარგი ხარისხის ნედლეულისა და მზა პროდუქციის მიღებას. მაგრამ კვების სისტემაში რომელიმე სასუქის, განსაკუთრებით აზოტიანი სასუქის ნორმის გადიდება, პირველ რიგში ჩაის პროდუქციის ხარისხის გაუარესებას იწვევს.

ციტრუსების ნაყოფის ხარისხს ძირითადად შემდეგი მაჩვენებლები განსაზღვრავს: ნაყოფის მასა ან სიდიდე, რბილობსა და კანს შორის შეფარდება, ნაყოფის ფერი, ქიმიური შედგენილობა, შენახვისა და ტრანსპორტირების მიმართ გამძლეობა.

ციტრუსების ნაყოფის ხარისხზე ძლიერ მოქმედებს სეზონური ფაქტორების (ტენი, ტემპერატურა, ღრუბლიანობა), ამავე დროს სასუქის ოპტიმალური ნორმები ნაყოფის ხარისხობრივი მაჩვენებლების გაუმჯობესებას, ხოლო მაღალი ნორმები — გაუარესებას იწვევს. სასუქთა შორის, ნაყოფის ხარისხზე ძლიერ მოქმედია აზოტიანი სასუქები.

მაღალხარისხოვანი მოსავლის მისაღებად სასუქის ერთიანი რეცეპტია არ არსებობს. მოსავლის ხარისხის გაუმჯობესებისათვის გასათვალისწინებელია კონკრეტული პირობები, ცალკეული ელემენტის მნიშვნელობა მცენარისათვის, მცენარის ბიოლოგიური თავისებურება, სასუქის თვისებები, მცენარეში ნივთიერებათა ცვლის ძირითადი კანონზომიერებანი და სხვ. ე. ი. აგრონომი სრულყოფილად უნდა ფლობდეს ბიოქიმიურ და აგროტექნიკურ ცოდნას.

XVI თავი

სასუქი და გარემო

გარემოს, (ატმოსფერო, ჰიდროსფერო, ლიტესფერო და დედამიწის ორგანული სამყარო) გაქუქყიანებისაგან დაცვა თანამედროვეობის უპირველესი პრობლემაა.

გარემოს გაქუქყიანება არის ბუნებრივ გარემოში ნებისმიერი მყარ ან გაზისებრი ნივთიერებების, მიკროორგანიზმების ან ენერჯის წყაროს (ელექტრომაგნიტური, რადიოაქტიური, ხმაური, ბგერული ტალღა) შედ-

წვევა ისეთი რაოდენობით, რომელიც ბუნების კომპონენტების შედგენილობასა და თვისებებში არსებით ცვლილებებს იწვევს და ადამიანზე, ფლორასა და ფაუნაზე უარყოფითად მოქმედებს.

წარმოშობის, ორგანიზმისა და ეკოსისტემაზე მოქმედების მიხედვით გარემოს გატუქყიანების შემდეგ სახეებს გამოყოფენ: ანთროპოგენური ადამიანის ზემოქმედებით გამოწვეული გატუქყიანება (საწარმოო და საყოფაცხოვრებო მოხმარების ყველა ობიექტი); ბუნებრივი (ვულკანური ამონაფრქვევი, ზეავი, ნიაღვარი, ტყის ხანძრის მტკერი და სხვ.); მექანიკური, ფიზიკური, ქიმიური, ბიოლოგიური, ხმაურიანი, რადიოაქტიული, ელექტრომაგნიტური.

გარემოს გატუქყიანებას იწვევს: ატმოსფეროში მოხვედრილი ქიმიური ნაერთები და ნარევი; წყალში მოხვედრილი საწარმოო, კომუნალური და ნავთობის პროდუქტების ანარჩენები; მინდვრების, მდელოების, ბაღების, ტყეების, წყლის ობიექტების გატუქყიანება პესტიციდებით; მაღალი იონური რადიაცია; საყოფაცხოვრებო ხმაური, ვიბრაცია და სითბოს დაგროვება ატმოსფეროში, მყავე წვიმა და სხვ.

ზოგიერთ ბუნებრივ და ანთროპოგენურ ფაქტორს შეუძლია გაძლიეროს გარემოს გამატუქყიანებელი მოვლენების მანერ მოქმედება. მაგალითად, ფერდობებზე ტყის გაჩეხვა აძლიერებს ზეავსა და ღვარცოფს, ფერდობების ვერტიკალური დამუშავება ხელს უწყობს ეროზიას და სხვ. მათი გავლენით წყლები ფიზიკურად და ბიოლოგიურად ტუქყიანდება.

გამატუქყიანებელი ნივთიერებების კონცენტრაცია ატმოსფეროშია და ლიტოსფეროში, როგორც წესი, ხდება გატუქყიანების კერებთან ახლოს. მაგრამ ზოგჯერ ქარისა და წყლის გავლენით გამატუქყიანებელი ნივთიერებების გადატანა მათი წარმოშობის კერებიდან 100, ზოგჯერ 1000 კმ მანძილზე ხდება.

ადამიანის საწარმოო და სამეურნეო ხანგრძლივმა ზემოქმედებამ თანდათანობით გამოიწვია ანთროპოგენური ზემოქმედების გაძლიერება, რამაც ბუნებრივ სამყაროს, მის ცალკეულ კომპონენტებსა და ბუნების სიმდიდრეს ზიანი მიაყენა.

კაცობრიობა, მისი განვითარების პროცესში, ბუნებრივი რესურსების პრაქტიკულად გამოუღეველობის რწმენიდან გამომდინარე, ბუნების მიმართ მომხმარებლურ დამოკიდებულებას იჩენდა. დიდი ხნის მანძილზე ბუნებასთან დამოკიდებულების ძირითადი კრიტერიუმი სამეურნეო და ეკონომიკური მოგება იყო.

ამჟამად ატმოსფეროს, წყლისა და ნიადაგის გატუქყიანება, აქედან გამომდინარე, საკვებ პროდუქტებში, ჰაერსა და წყალში ჯდამიანისა და ცხოველის ჯანმრთელობისათვის საშიში ნივთიერებების მოხვედრა კრიტიკულ ეკოლოგიურ სიტუაციად არის მიჩნეული.

ამიტომ, მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში, მეცნიერების, სპეციალისტებისა და საზოგადოების ფართო მასების ყურადღება მიპყრობილია გარემოს გაჭუჭყიანებისაგან დასაცავად. ამ მიზნისათვის დამუშავებულია მრავალი ზერხი და საშუალება, როგორცაა: ჰაერისა და წყლის გამწმენადი მოწყობილობა, მტვერ და გაზდამჭერი ფილტრები, უნარჩენო და მცირენარჩენებიანი წარმოების ტექნოლოგია, ხმაურის შთანთქმელი დანადგარები, ახალი სახის საწვავი, ტექნიკური და საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის სითბოს გეოთერმული წყაროები (ქარი, ზღვის ენერგია, მზის სითბო და სხვ.) ავია და ავტოტრანსპორტის გამოყენების რეჟიმი, მცენარეთა მავნებლებისა და დაავადებების წინააღმდეგ ბრძოლის ქიმიური მეთოდების ბიოლოგიური მეთოდით შეცვლა, სასუქების რაციონალური გამოყენება და სხვ.

ატმოსფეროს გაჯუჭყიანება

ამჟამად ცნობილია 200-ზე მეტი ნივთიერება (მათი რიცხვი სისტემატურად მატულობს), რომელიც იწვევს ატმოსფეროს გაჭუჭყიანებას. მათ შორის ყველაზე გავრცელებულია ნახშირმჟავა გაზი. ეს იმითაა გამოწვეული, რომ უკანასკნელი 10—15წლის მანძილზე ქვანახშირის, ნავთობის, გაზისა და სხვა საწვავი ნივთიერებების წვის შედეგად ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის შემცველობა იმდენად გაიზარდა, რომ მცენარეულობას მისი გადამუშავება არ ძალუძს და იგი მსოფლიო ოკეანეში იხსნება.

გამოანგარიშებულია, რომ თუ შენარჩუნებული იქნება საწვავი ნივთიერებების გამოყენების არსებული ტემპი, მაშინ ატმოსფეროში ყოველწლიურად შეაღწევს: CO_2 —43 მლრდ ტ, SO_2 —355 და აზოტი—100 მილ. ტ.

ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის გადიდება შეუძლია პლანეტის ტემპერატურის აწევა („სათბურის ეფექტი“). მისი გავლენით მოსალოდნელია მყინვარებისა და ყინულის დნობის გაძლიერება და სხვა არასასურველი მოქმედება.

გარდა CO_2 -ისა, საშიშროებას ქმნის CO , გოგირდისა და აზოტის ჟანგები, ფტორის ნაერთები — HF_4 და FSi_4 , ასევე NH_3 , მტვრის ნაწილაკები, კვამლი, ნაცარი, ნიადაგის წვრილი ნაწილაკები და სხვ. ისინი უარყოფითად მოქმედებენ, ადამიანზე, ცხოველებზე, მცენარეებზე, ნიადაგის მიკროფლორასა და ფაუნაზე.

დადგენილია, რომ დასავლეთ ევროპაში მარტო სამრეწველო ნარჩენების გადამუშავების შედეგად ატმოსფეროში ყოველწლიურად გაიფრქვევა 570 ტ ტყვია, 68 ტ ვერცხლისწყალი, 31 ტ კადმიუმი, ასობით ტონა მავნე ქიმიური ნაერთები, მათ შორის დიოქსინი. გარდა ამისა, დასავ-

ლეთ ევროპას დიდ ზიანს აყენებს ე. წ. „მეავე წვიმა“, რომლის წარმოქმნის მიზეზი არის გოგირდის ორჟანგი, რომელსაც ატმოსფეროში თბოელექტროსადგურები აფრქვევენ. პოლანდიაში მას ვერტმფრენებით ებრძვიან — ტყის მასივებში აფრქვევენ ცარცის, ფოსფატების, მავნაუშმისა და პოტასიუმის ნარევს.

ატმოსფეროს გამაჰუჰყიანებელი ნივთიერებებიდან ფტორი ყველაზე ხშირად ხდება შინაური ცხოველების მოწამელისა და დალუპვის მიზეზი. ფტორით ცხოველების ინტოქსიკაცია ხდება არა მარტო სასუნთქი ორგანოების გზით, არამედ ფტორით დასენიანებული საკვებითაც.

ფტორი მონაწილეობას არ ღებულობს ნივთიერებათა ცვლაში, ამიტომ მცენარის ციტოპლაზმაში გროვდება. მცენარეში ფტორის გაზისებრი ნაწარმები ბაგეებით შედის, მყარი ნაერთები ნიაღვში ხვდება მტვერთან ერთად, წყალში იხსნება და ფესვით აღწევს მცენარეში.

ფტორით გაჰუჰყიანებულ რაიონებში, ფტორის შემცველობამ მცენარეში შეიძლება 2000 მგ-ს მიაღწიოს I კგ მშრალ მასაზე, ხოლო მისი შემცველობის დასაშვები ზღვრული ნორმა შეადგენს: მსხვილფეხა საქონლისათვის — 30—50, ღორისა და ცხვრისათვის — 100 და ფრინველებისათვის — 300 მგ 1 კგ მშრალ მასაზე.

ფტორი მცირე რაოდენობით აუცილებელია ცხოველებისათვის. იგი მონაწილეობს ძვლის შექმნაში, კბილების სიმტკიცეში და სხვ., მაგრამ ფტორით ძლიერ დასენიანებული საკვებით ცხოველების კვება ქრონიკულ ინტოქსიკაციას იწვევს, რომელსაც ფ ლ უ ო რ ო ზ ი ეწოდება. ამ დროს ცხოველი წონაში თანდათანობით იკლებს, წველადობა და მასში ცხიმის შემცველობა ეცემა და სხვ. გარდა ამისა, ფტორის მინერალური ნაწარმი ძლიერი ინსექტიციდია, ანადგურებს მწერებს, ფტორით დასენიანებულ რაიონებში თითქმის შეუძლებელია ფუტკრის მოშენება, რადგანაც ფტორის მიმართ ფუტკარი ძალზედ მგრძობიარეა.

ატმოსფეროს გამაჰუჰყიანებელ ნივთიერებათა შორის, მავნე მოქმედების მიხედვით, მეორე ადგილი ტყვიას უკავია. აღწერილია შემთხვევები ამ მეტალის მოპოვების ადგილთან, ახლო მდებარე საძოვრების გამოყენებით მსხვილფეხა რქიანი საქონლისა და ცხვრების დალუპვისა.

ატმოსფეროს გაჰუჰყიანების ძირითადი მსხვერპლი ადამიანია. ამავე დროს დადგენილია, რომ მის მავნე გავლენას მეტად განიცდის ქალაქის მოსახლეობა, ვიდრე სოფლის.

ატმოსფეროს გაჰუჰყიანება ხელს უწყობს ისეთი დაავადებების გაჩენას, როგორცაა: ქრონიკული ბრონქიტი, ასთმა, ფილტვების კიბო, ალერგიული, სისხლძარღვებისა და გულის დაავადებები და სხვ. მათი უმრავლესობა გამოწვეულია ქალაქის ატმოსფეროში კანცეროგენული ნივთიერებების ბენზოპირინისა და ბენზატრაცენის არსებობით.

ატმოსფეროს გაჰუჰყიანებას იწვევს აგრეთვე სოფლის მეურნეობაში

გამოყენებული აზოტიანი სასუქები. დადგენილია, რომ ნიადაგში შეტანილი აზოტიანი სასუქიდან, მრავალმხრივი გარდაქმნის შედეგად, 30% N_2 და N_2O სახით ხვდება ატმოსფეროში. ნიადაგის ტიპისა და სასუქის სახის მიხედვით გამოყენებული სასუქიდან შეიძლება ატმოსფეროში მოხვდეს 5—25% აზოტი N_2O სახით.

პროგნოზის მიხედვით 2010 წლისათვის წარმოებული იქნება 200 მილ. ტ აზოტი, საიდანაც ატმოსფეროში შეიძლება მოხვდეს 13 მილ. ტ N_2O , მას შეუძლია გამოიწვიოს სტრატოსფეროში ოზონის კონცენტრაციის შეცვლა და ოზონის ეკრანის სისქის შემცირება, რაც სასურველი არ არის.

წყლების გავრეცხვინება

თანამედროვე პირობებში წყლის რესურსების გაჭუჭყიანებისაგან დაცვა ძალზე აქტუალური პრობლემაა. წყლის რესურსების გაჭუჭყიანებამ მიმდინარე საუკუნის 60-იან წლებში საგანგაშო მასშტაბს მიიღწია. იგი გამოიწვია, ძირითადად, მრეწველობის სხვადასხვა დარგების განვითარებამ.

წყლების გაჭუჭყიანების ძირითადი წყაროებია: ნავთობის გადამამუშავებელი, ქიმიური, ცელულოზა — ქაღალდის, მეტალურგიული ქარხნების, კომუნალური და საყოფაცხოვრებო დანიშნულების ობიექტებიდან ჩამონადენი წყლები, თბოსადგურებიდან გამოყოფილი ცხელი წყალი, პესტიციდებისა და სასუქის ანარჩენები, რომლებიც თავს იყრიან წყლის ობიექტებში. ისინი მსოფლიო ოკეანესა და ატმოსფეროს შორის გაზების გაცვლას აუარესებენ, დედამიწაზე (ხმელეთსა და წყლებში) არსებული ცოცხალი ორგანიზმებისათვის საშიშროებას ქმნიან. მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში სასმელი წყლის პრობლემა გაჩნდა.

ყველა ქვეყანაში, სადაც მაღალი ნორმით იყენებენ აზოტიან და ფოსფორიან სასუქებს, წყლების ნიტრატებითა და ფოსფატებით გაჭუჭყიანების საშიშროებაა.

ნიტრატების საშუალო შემცველობა მდინარის წყალში მსოფლიოში 0,04—4 მგ/ლ ფარგლებში მერყეობს. ამავე დროს დადგენილია წყლებში ნიტრატების შემცველობის გადიდება აზოტიანი სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით. წყლებში ნიტრატების შემცველობის გადიდება მინდვრებსა და ბაღებში აზოტიანი სასუქების შეტანის ვადებს ემთხვევა. არსებობს კოლერაცია შეტანილ აზოტიანი სასუქების რაოდენობასა და ზედაპირულ წყლების ნიტრატებით გაჭუჭყიანებას შორის.

სასმელ წყალში ნიტრატების შემცველობის ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია ჯანმრთელობის დაცვის საერთაშორისო ორგანიზაციის მიერ დამუშავებული რეკომენდაციით შეადგენს 45 მგ/ლ NO_3 —10 მგ/ლ $H-NO_3$. აგროქიმიური მომსახურების საერთაშორისო ორგა-

ნიზაციის ნორმატივებით სასმელ წყალში ნიტრატების შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს: ზომიერი სარტყლის ქვეყნებში — 22, ტროპიკულ ქვეყნებში — 10 მ, გერმანიის ფედერაციულ რესპუბლიკაში — 20, პოლონეთში და აშშ — 10 მგ ლიტრზე.

ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საზიანოა არა სასმელ წყალში და საკვებ პროდუქტებში არსებული ნიტრატები, არამედ ნიტრიტები, რომლებიც წარმოიქმნება, ნიტრატებისაგან ადამიანისა და თბილსისხლიანი ცხოველების კუჭნაწლავში, ასევე ნიტრატების შემცველი პროდუქტების შენახვის პროცესში.

ნიტრატების მაღალი შემცველობის სასმელი წყლის გამოყენება სისხლში არსებით ცვლილებებს იწვევს, ჩნდება ე. წ. «ცისფერი საყმაწვილო დაავადება». იგი მავნეა ადამიანისა და ცხოველებისათვის, განსაკუთრებით ბავშვებისათვის. გარდა ამისა, სასმელ წყალში ნიტრატების მაღალი შემცველობა ჰიპერტონულ დაავადებებს იწვევს. ნიტრატებიდან წარმოქმნილი ნიტროზონაერთები, ნიტროზამინები და ნიტროზამიდები კანცეროგენული, მუტაგენური და ემბრიოტოქსიკური თვისებებით ხასიათდება.

განვითარებული მრეწველობის ქვეყნებში ფოსფატებით წყლების გაქუჭყიანება კატასტროფულ ხასიათს ღებულობს. ცნობილია, რომ ბუნებრივ პირობებში წყალი ღარიბია ფოსფორით. მასში ფოსფორის შემცველობის გადიდება მტკნარის წყლის პრობლემას ქმნის. ამას იწვევს, ერთი მხრივ, სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული ფოსფორიანი სასუქები, მეორე მხრივ — მრეწველობისა და საყოფაცხოვრებო ანარჩუნების ჩამონადენი, მათი გაწმენდის — ფილტრაციის შედეგად მიინც რჩება 8 მგ/ლ ფოსფორი. მისი შემდგომი გაწმენდა ძვირი ჯდება, ამიტომ ქალაქის გამდინარე წყლების გავლენით, მათი გამწმენდ მოწყობილობაში გავლის შედეგად კი წყლის ობიექტებს ემუქრება ევტროფიკაცია. სასმელ წყალში ფოსფორის მაქსიმალური დასაშვები კონცენტრაცია შეადგენს 10 მგ/ლ, ხოლო კალიუმისა — 1—2 მგ/ლ.

გარდა ნიტრატებისა, ფოსფორისა და კალიუმისა, სასმელი, კულტურულ საყოფაცხოვრებო დანიშნულების, ცხოველებისათვის საჭირო წყალში სხვა ნივთიერებების დასაშვები ნორმებია (მგ/ლ): ამიაკი—0,1; კადმიუმი — 0,005; სპილენძი — 0,01; დარიშხანი — 0,05; ნავთობი — 0,05; ნიკელი — 0,01; ფტორი — 0,5; ტყვია — 0,1; ტანინი — 10; ფენოლი — 0,0001; ციანიდები — 0,05; თუთია — 0,01 და სხვ.

ნიადაგის გაჭუჭყიანება

თანამედროვე პირობებში ნიადაგის გაჭუჭყიანებისაგან დაცვა დიდი მნიშვნელობის პრობლემას წარმოადგენს. ნიადაგის გაჭუჭყიანების წყარო მრავალია: ქიმიური ნაერთები, ტოქსიკური ნივთიერებების, სოფლის

მეურნეობის, მრეწველობის, კომუნალური, საყოფაცხოვრებო წარმოებისა და თხიერი ანარჩენები. ასევე სამრეწველო და ქიმიური მრეწველობის თხიერი და მყარი ანარჩენები, გვირაბების დამუშავებისას გამოყოფილი მჟავე გოგირდოვანი წყლები, ნავთობის წარმოების ანარჩენები, ცემენტის ქარხნის მტვერი, ავტომანქანების გამონაბოლქვი აირები, წიაღისეულის მოპოვების ანარჩენები, გარდა ამისა, ის ნივთიერებები, რომელიც ნიადაგში ატმოსფერულ ნალექებთან ერთად ხვდება, მაგალითად, მძიმე მეტალები: ტყვია, ვერცხლი, კადმიუმი, მოლიბდენი, რომლებიც ატმოსფეროში გამოიყოფა აეროზოლისა და რადიოაქტიული მტერის სახით. ასევე აზოტისა და გოგირდის ნაერთები და სხვ.

ქალაქის ნაგავი, მეცხოველეობის ფერმების, მეფრინველეობის ფაბრიკის ანარჩენები, ფეკალი, ნაკელი, გუანო ხშირად ავადმყოფობის გამავრცელებელ ბაქტერიებსა და პათოგენურ ორგანიზმებს შეიცავს. ისინი ნიადაგში გროვდება და ადამიანისა და ცხოველებისათვის მავნეა.

ნიადაგის გამაჟუჟყიანებელი ნივთიერებებიდან მეტად გავრცელებულია: ჰერბიციდები, პესტიციდები, დეფოლიანტები, ვერცხლის წყლის ნაერთები და სხვ. ამ ნივთიერებებს, ისე როგორც ყველა გამაჟუჟყიანებელს, უნარი აქვთ, ძირითადად, ნიადაგის 3—5 სმ ფენაში დაგროვების, სარწყავი წყლის გავლენით ისინი უფრო ღრმა ფენებშიც გადაინაცვლებენ. ისინი აუარესებენ ნიადაგის ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებს, ამცირებენ ნიადაგში მიკროორგანიზმებს, ფაუნას, აუარესებენ ნიადაგის ნაყოფიერებას. ნიადაგის გაჟუჟყიანებას ასევე იწვევს მჟავე წვიმა, გარდა ამისა, მისი გავლენით ნიადაგიდან საკვები ელემენტების გამოარეცხვა ძლიერდება, ნიადაგი მჟავდება. ბუნებრივ წვიმის წყალში pH 6,65-ია, მჟავე წვიმაში 4,8 ზოგჯერ 3-მდე ეცემა.

ნიადაგის გაჟუჟყიანებისაგან დაცვა საერთო საზრუნავია. ნიადაგი, რომელზედაც იზრდება და ბიომასას ქმნის მცენარე, არ უნდა შეიცავდეს ქიმიურ ელემენტს, განსაკუთრებით მძიმე მეტალებს, დასაშვებ ნორმაზე მეტს. რადგანაც მძიმე მეტალები ნიადაგიდან მცენარეში, ხოლო მცენარიდან ადამიანისა და ცხოველების ორგანიზმში გადაინაცვლებს და უარყოფითად მოქმედებს მათ ჯანმრთელობაზე.

დადგენილია მცენარისათვის ნიადაგში მძიმე მეტალების შემცველობის ზღვრული ნორმები (ცხრ. 159).

ნიადაგის ნეიტრალური რეაქციის პირობებში მძიმე მეტალების ამგვარი შემცველობა უარყოფითად არ მოქმედებს მცენარეზე, ასევე ადამიანსა და ცხოველებზე.

თუ ნიადაგში მძიმე მეტალების შემცველობა დასაშვებ ნორმებს აღემატება, მაშინ მიმართავენ აგროტექნიკურ ხერხს: ღრმად ხვნა — ბელტის გადაბრუნებით; ნიადაგის ზედა ფენის მოცილება და გატანა, მის ნაცვ-

ცხრილი 159. მცენარისათვის ნიადაგში მძიმე მეტალების შემცველობის
დასაშვები ზღვრული ნორმები (სახნაო ფენა, მგ/კგ) მშრალ მასაზე)

ელემენტი	ზღვრული ნორმა	ელემენტი	ზღვრული ნორმა
As — დარიშხანი	20	Ni — ნიკელი	50
B — ბორი	25	Pb — ტყვია	100
Be — ბერილიუმი	10	Se — სელენი	10
Br — ბრომი	10	Sn — კალა	50
Cd — კადმიუმი	3	Te — ტალიუმი	1
Co — კობალტი	50	Ti — ტიტანი	5000
Cr — ქრომი	100	U — ურანი	5
Cu — სპილენძი	100	V — ვანადიუმი	50
F — ფტორი	200	Zn — თუთია	300
Ga — გალიუმი	10	Zr — ცირკონიუმი	300
Hg — ვერცხლის წყალი	2		
Mn — მოლიბდენი	5		

ლად გაუჭუჭყიანებელი ნიადაგის მოზიდვა; ისეთი მცენარეების მოყვანა, რომლებიც არ გამოიყენება ადამიანისა და პირუტყვის საკვებად; ტუის ან დეკორატიული მცენარეების გაშენება და სხვ. ესენი ღროებითი მთავარი გამაფრთხილებელი ღონისძიებებია.

ნიადაგიდან მცენარეში მძიმე მეტალების შეღწევაზე გავლენას ახდენს ნიადაგის თვისებები; მექანიკური შედგენილობა — მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე ნაკლებია საშიშროება მცენარეში მძიმე მეტალების ტოქსიკური რაოდენობით დაგროვებისა; ნიადაგის რეაქცია — pH-ის მაჩვენებლის მატებასთან ერთად მძიმე მეტალების ხსნადობა მცირდება, მინიმუმს აღწევს როცა pH 6,5-თან ახლოსაა; ნიადაგში ორგანული ნივთიერების შემცველობა — მძიმე მეტალები ორგანულ ნივთიერებასთან კავშირში წარმოქმნის რთულ, კომპლექსურ ნაერთებს, საიდანაც მძიმე მეტალები ძნელად მისაწვდომია მცენარისათვის; შთანთქმის ტევადობა — რაც მეტია გაცვლითი კათიონები ნიადაგში, მით მეტი მძიმე მეტალის შეკავება ხდება ნიადაგის მიერ, შესაბამისად, მცენარეში მათი შეღწევა მცირდება; ნიადაგის ღრენაჟი — ჭარბი ტენი ხელს უწყობს ნიადაგში დაბალვალენტიანი — უფრო ხსნადი მძიმე მეტალების დაგროვებას, საჭიროა ჭარბი ტენის მოცილება.

ნიადაგის გაუჭუჭყიანებას იწვევს სასუქებიც, როცა მათ არასწორად

ვიყენებთ. მიუხედავად იმისა, რომ სასუქს გარემოს გამაჰუჭუყიანებელ საშუალებებს შორის ერთ-ერთი ბოლო ადგილი უკაია, მის გამოყენებასთან დაკავშირებით იქმნება პრობლემები, რომლებიც ძირითადად საკვებ პროდუქტებს ეხება, ამიტომ სასუქის გამოყენებას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს. 2000 წლისათვის ათვისებული იქნება ახალი კონცენტრირებული სასუქები, მათში მოქმედი ნივთიერება 80 — 100%-ს მიაღწევს. დაინერგება მიკროელემენტებით გამდიდრებული ფოსფორიანი და კალიუმიანი, ასევე კომპლექსური სასუქები. ყოველივე ეს პერსპექტივაში ახალ პრობლემებს ქმნის და ნიადაგსა და მცენარეში ტოქსიკური ნივთიერებების დაგროვების გადიდებას უკავშირდება. თუ აღრე სასუქის ეფექტურობის დადგენა ხდებოდა ექსპერიმენტში, მცენარის მოსავლიანობის, მოსავლის ხარისხისა და ნიადაგის ნაყოფიერების გადიდების მიხედვით, ახლა მას აუცილებლად უნდა დაემატოს ეკოლოგიური შემდეგქმედებაც. თავი უნდა შევიკავოთ სასუქის ისეთი ნორმების შეტანის წესებისა და ვადებისაგან, რომელთაც შესაძლოა მოსავლის გადიდება გამოიწვიოს, მაგრამ ნიადაგში ტოქსიკური ნივთიერებები დააგროვოს.

ამჟამად მიჩნეულია, რომ ქალაქში, სადაც სამრეწველო წარმოებაა განვითარებული, ჰაერი მეტადაა გაჰუჭუყიანებული, ვიდრე სოფლად, ხოლო ნიადაგი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგროტექნიკის მოდერნიზაციის გამო სოფლად უფროა გაჰუჭუყიანებული. ამავ დროს, სოფლად ნიადაგებზე ბიოციდების, ტოქსიდებისა და სხვ. გამაჰუჭუყიანებელი ნივთიერებების მოქმედება ადგილმდებარეობის მიხედვით იცვლება: ეს ნივთიერებები მეტი რაოდენობით დაბლობ რაიონებში გროვდება, მთაგორიან და ჭალებში — ნაკლებია, რადგანაც ატმოსფერული ნალექებით გამოირეცხება ნიადაგიდან.

სოფლის მეურნეობამ უნდა უზრუნველყოს სასურსათო პროდუქტებით მოსახლეობის მზარდი მოთხოვნილების დაკმაყოფილება. ეს სხვა პრობლემებთან ერთად, მიწის რესურსებზეა დამოკიდებული. ამავ დროს, მოსახლეობა იზრდება (35 წელიწადში 2-ჯერ, ყოველ 5 დღეში — 1 მილიონით) და ერთ სულ მოსახლეზე სახნავ-სათესი ფართობი მცირდება, ნიადაგის ნაყოფიერება ეცემა. პრობლემის გადაწყვეტის ერთადერთ სწორ გზად ჭერჭერობით მიჩნეულია სასუქების, განსაკუთრებით მინერალური სასუქების გამოყენება. მაგრამ სასუქების გამოყენება იწვევს აგროეკოსისტემაში ენერჯის ბალანსისა და ნივთიერებათა ბრუნვის დარღვევას. ყოველივე ეს ნიადაგიდან იწყება, რადგანაც იგი შუამავალია ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროსა და გარემოს გამაჰუჭუყიანებელ ყველა ნივთიერებათა შორის.

ამიტომ განვიხილოთ ის ცვლილებები, რომლებსაც აგროეკოსისტემა განიცდის სასუქების გავლენით და რომელიც ნიადაგში მიმდინარეობს.

აქვე აღვნიშნოთ, რომ სასუქები არსებით ცვლილებებს იწვევს მხოლოდ მათი მაღალი ნორმებით გამოყენებისას, რაც შეეხება მათ ოპტიმალურ ნორმებს — ისინი გარემოს იცავენ გაჭუჭყიანებისაგან.

სოფლის მეურნეობაში მინერალური და ორგანული ნაერთები (მინერალური სასუქები, პესტიციდები, ორგანული ნივთიერებებით მდიდარი მყარი ანარჩენების დაშლის პროდუქტები და სხვ.) ფართო მასშტაბით და სისტემატურად გამოყენება ნელ-ნელა, მაგრამ ნიადაგს მნიშვნელოვნად აჭუჭყიანებს.

ნიადაგის გაჭუჭყიანების პროცესის შენელება და მისი ნაყოფიერების შენარჩუნება შეიძლება ორგანული ნივთიერებებით მდიდარი მყარი ანარჩენების დაკომპოსტებით, ტოქსიკური და ბიოლოგიურად მდგარი ნივთიერებების გამოყენების კატეგორიული აკრძალვით, მინერალური სასუქების სწორი გამოყენებით.

სოფლის მეურნეობაში მინერალურ სასუქებს: აზოტიანს, ფოსფორიანს კალიუმთან, ასევე მყავე ნიადაგებზე კირიან და ბიცობზე — თაბაშირიან სასუქებს ფართო მასშტაბით იყენებენ მცენარეთა მოსავლიანობის გასაღიდეზღად. ამ მიმართებით სხვა უფრო მძლავრი საშუალება მოსავლიანობის გაღიდეზღისა და ნიადაგის ნაყოფიერების შენარჩუნების ჯერჯერობით არ არსებობს, ამიტომ მასზე უარის თქმა შეუძლებელია. საქმე ისაა, რომ მცენარეს მოსავლით ნიადაგიდან ყოველწლიურად გამოაქვს N, P, K, Ca, Mg და სხვ. მიკროელემენტების მნიშვნელოვანი რაოდენობა, აუცილებელია ნიადაგში ამ ელემენტების დეფიციტის სისტემატური შევსება, იგი შესაძლებელია მხოლოდ სასუქების გამოყენებით. ამჟამად მსოფლიოში სოფლის მეურნეობა მინერალური სასუქების დიდ რაოდენობას იყენებს, მისი გამოყენება შემდგომშიც გაიზრდება. მაგალითად, 2000 წლისათვის 307,2 მლნ ტ მიაღწევს. გამოყენებულ სასუქებთან ერთად ნიადაგში, ყოველწლიურად, მცირე რაოდენობით, მრავალი ტოქსიდური ნივთიერება, მეტალი და მეტალოიდი, ნიადაგში ნაკლებად მოძრავი ნივთიერება აღწევს, რომელიც შემდეგში მცენარესა და მოსავალში ხვდება. მაგალითად, სუპერფოსფატი და ფოსფორიტის ფქვილი შეიცავს დარიშხანს, კადმის, ქრომს, კობალტს, სპილენძს, ტყვიას, ნიკელს, თუთიას, ვანადის და სხვ. ეს ნივთიერებები ნიადაგში ნაკლებად მოძრავია, თავს იყრიან ნიადაგის ზედა ფენაში, სადაც მცენარის ფესვებია გავრცელებული. სუპერფოსფატის სისტემატური გამოყენებით, განსაკუთრებით მათი მაღალი ნორმების შეტანით, ნიადაგში ამ ელემენტების შემცველობა მატულობს. ამას ემატება ის მძიმე მეტალები, რომლებსაც მცენარეთა დაცვის ქიმიური საშუალებები შეიცავს. ყოველივე ეს კულტურულ მიწათმოქმედებაში ქმნის ნიადაგის გაჭუჭყიანების კატასტროფულ საშიშროებას. ამიტომ ფოსფორიანი და აზოტიანი სასუქების გამოყენების შემდგომქმედებას აუცილებლად უნდა გაეწიოს ანგარიში.

მინერალური სასუქების შედგენილობაში შემავალი მინარეგების გარდა, ნიადაგის გაჭუჭყიანებას იწვევს სასუქის საკვები ელემენტების ის რაოდენობა, რომელიც მცენარის მიერ არ გამოიყენება და ნიადაგში რჩება. სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში ამ ფაქტს ყველგან ვხვდებით. აგროტექნიკაში ძირითადი ამოცანა მისი შემცირებაა.

ცნობილია, რომ მინერალური სასუქებიდან საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი დიდი არ არის. აქედან გამომდინარე, ადვილი დასადგენია, თუ რა რაოდენობით ცალკეული ელემენტი დარჩება ნიადაგში მცენარის მიერ გამოუყენებელი 2000 წლისათვის, როცა სოფლის მეურნეობაში აზოტის გამოყენება 170, ფოსფორისა — 70 და კალიუმისა — 60 მლნ ტ მილწევს. ისინი შემდგომ გადაინაცვლებენ წყლებში, ატმოსფეროსა და ნიადაგში და რაოდენ ზარალს მიაყენებენ გარემოს.

აზოტიანი სასუქების სამრეწველო წარმოების გადიდება, მისი გამოყენება სოფლის მეურნეობაში, აზოტის ბიოქიმიურ ბრუნვაში სერიოზულ ცვლილებებს იწვევს, ზრდის ატმოსფეროში ცირკულირებული აზოტის რაოდენობას. ატმოსფეროში შეღწეული ნიტრატები მთლიანად არ განიცდიან დენიტრიფიკაციას. ე. ი. წონასწორობა ნიტრიფიკაციასა და დენიტრიფიკაციას შორის ირღვევა. ნიტრატების სიჭარბე საშუალოდ ყოველწლიურად 9 მლნ ტ აღწევს. იგი ძირითადად ჰიდროსფეროში იყრის თავს და ზიანს აყენებს ადამიანს.

თანამედროვე ცივილიზაციის გავლენით, ლიტოსფეროს, ჰიდროსფეროსა და ნიადაგში ცირკულირებული ფოსფორის რაოდენობა მკვეთრად იზრდება, აქ მხედველობაში მიიღება არა მარტო სასუქის ფოსფორის ცირკულაცია, არამედ სხვა წყაროებისაც.

სასუქის ფოსფორის დიდი ნაწილი ნიადაგში გროვდება, ამას იწვევს ნიადაგში არსებული Ca, Al, Fe-ის მიერ ფოსფორის ქიმიური შთანთქმა. ხოლო სასუქის ფოსფორის ნაწილი გადაინაცვლებს წყლებში, იგი იწვევს მდინარეებისა და ტბების ფოსფორით გამდიდრებას (ეგტროფია). როგორც ფოსფატებით, ისე ნიტრატებით წყლების გამდიდრება მეტად დიდ ზიანს აყენებს მეთევზეობას.

მცენარეული პროდუქტების გაჭუჭყიანება

მეცნიერებისა და საზოგადოების ფართო მასების აღშფოთებას იწვევს, გარემოს გაჭუჭყიანებასთან დაკავშირებით, მცენარეში, შემდეგ ადამიანისა და ცხოველების საკვებში მოხვედრილი ნიტრატები, მძიმე მეტალები ტყვია, ვერცხლი, კადმი, ასევე ქლორორგანული ნაერთები და იონური რადიაცია, რომელიც წარმოიშობა ბირთვული ელექტროენერჯის წარმოების, ბირთვული იარაღის აფეთქების დროს, რადიოიზოტოპების გამოყენებით, განსაკუთრებით ნიტრატების შემცველობა კვების პროდუქტებ-

ში, რომელიც ადამიანისა და ცხოველების კუჭ-ნაწლავში კიბოს დაავადების აგენტს წარმოადგენს.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურები, ორგანიზმში ნიტრატების აკუმულაციის უნარის მიხედვით, არსებითად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. მაღალი უნარით ხასიათდება ფოთლოვანი ბოსტნეული, ხოლო ციტრუსები ნაყოფში დიდი რაოდენობით ნიტრატებს არ აგროვებენ.

მცენარეში ნიტრატების დაგროვებაზე დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგში ჰარბი რაოდენობით ნიტრატების შემცველობა. იგი წარმოიქმნება ერთი მხრივ ნიტრატების შემცველი სასუქების მაღალი ნორმის გამოყენებით, მეორე მხრივ ნიადაგში მიმდინარე ნიტრიფიკაციის გაძლიერებით. ნიადაგში ნიტრატების დაგროვება ხდება, როგორც ნიადაგის, ისე სასუქის ამონიუმის ნიტრიფიკაციის შედეგად.

დადგენილია კავშირი ნიადაგში ნიტრატების შემცველობისა და ადამიანების კუჭ-ნაწლავის კიბოთი სიკვდილიანობას შორის. ჩილეს 25 შტატში აღნიშნულია დადებითი კორელაცია ნიტრატული აზოტის სასუქების გამოყენებისა, (განსაკუთრებით მაღალი ნორმით) და ადამიანთა კუჭის კიბოთი სიკვდილიანობას შორის.

ამერიკელმა მკვლევარებმა გაიანგარიშეს, რომ ადამიანის კვების პროცესში ორგანიზმში მოხვედრილი ნიტრატების საერთო რაოდენობიდან 81% მოდის ბოსტნეულის, 15% ხორცისა და 4% ხილისა და მარცვლული პროდუქტების ხარჯზე. გფრ-ის კანონმდებლობით, საკვებად აკრძალულია ისეთი რაციონის გამოყენება, რომელშიც ნიტრატების დღე-ღამური ჯამი 250 მგ-ზე მეტია.

სსრკ ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტროს მთავარი სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური სამმართველოს მიერ (1984 წლის 13 იელისი) დამუშავებულია მემცენარეობის პროდუქტებში ნიტრატების შემცველობის (ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში) დასაშვები ზღვრული კონცენტრაციის შემდეგი ნორმები (მგ/კგ პროდუქტიაზე):

კარტოფილი	— 160
ფეტრთავიანი კომბოსტო	— 300
სტაფილო	— 300
პომიდორი	— 60
კიტრი	— 150
საყეები ჰარხალი	— 1400
ხახვი თავიანი	— 60
საფორზე ხახვი	— 400
ნესვი	— 45
საზამთრო	— 45

მცენარეში ნიტრატების დაგროვება ძლიერდება მაშინ, როცა დაქვეითებულია ფოტოსინთეზის აქტივობა. ამ შემთხვევაში ნახშირწყლების

სინთეზი და ნიტრატების ამონიაკად გარდაქმნა შემცირებულია. მცენარე-ში ნიტრატების დაგროვება მაშინაც ძლიერდება, როცა ზოგიერთი მიკროელემენტის ნაკლებობის გამო ფერმენტ რედუქტაზას აქტივობა დაქვეითებულია.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, საკვებში ნიტრატების მაღალი შემცველობა საზიანოა პირუტყვისათვის. ამის გავლენით მეცხოველეობის პროდუქტიულობა მცირდება, გამრავლების უნარი ქვეითდება. ნიტრატების ძალზე მაღალი შემცველობის საკვების გამოყენება პირუტყვის მოწამლვას მისი მიღებიდან 1—2 საათში იწვევს, ზოლო 10 საათში პირუტყვი იღუპება.

პირუტყვის დღე-ღამის რაციონში ნიტრატების შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 250 მგ-ს ზრდადამთავრებული მსხვილფეხა რქიანი საქონლისათვის.

ზემოთ განხილულიდან ჩანს, რომ მრეწველობასა და კომუნალურ მეურნეობასთან შედარებით სასუქების გავლენა გარემოს გაქუჩყიანებაზე მეტად უმნიშვნელოა. გარდა ამისა, სასუქის მოქმედების ნეგატიური მხარე მხოლოდ მისი არასწორი გამოყენების დროს ვლინდება. ამავე დროს სასუქს გააჩნია თვისება გარემოს ქიმიური და ბიოლოგიური გაქუჩყიანებისაგან დაცვისა. საქმე ისაა, რომ სასუქის გავლენით უმჯობესდება მცენარის ზრდის პირობები, წარმოიქმნება მეტი ბიომასა. იგი ძლიერად მოქმედებს ელექტრო-ჰიგიენურ და სანიტარულ თვისებებზე, იზრდება ატმოსფეროში იონიზაცია, განსაკუთრებით უარყოფითად დამუხტული მსუბუქი იონების ნაწილაკები, მცენარეებით მდიდარ ადგილებში (ტყე) ნახშირბადის იონიზაციის ხარისხი 2—3-ჯერ მეტია, ვიდრე ზღვის ან მდელის და 5—10-ჯერ მეტია ქალაქის ჰაერთან შედარებით. ჰაერის იონიზაცია მნიშვნელოვან ბიოკლიმატურ ფაქტორს წარმოადგენს, იგი ერთ-ერთი ძირითადი მაჩვენებელია ატმოსფეროს სიწმინდის, ადამიანისა და ყველა ცოცხალი ორგანიზმისათვის ოპტიმალური სასიცოცხლო გარემოს შექმნის.

მცენარე ახდენს ატმოსფეროს ქიმიური შედგენილობის გაუმჯობესებას, გაზების რეჟიმის ნორმალიზაციას და წყლის ბიოლოგიურ გაწმენდას. მცენარის გავლენით, გარდა ნახშირბადისა, ჰაერში ხვდება მთელი რიგი ფიტოგენური ნაერთები, რომლებსაც ბაქტერიციდული თვისება აქვს. ისინი ადამიანის სხვადასხვა დაავადების გამომწვევ ორგანიზმებს ანადგურებენ. მცენარე აქტიური ფილტრატორის ფუნქციას ასრულებს, შთანთქავს მტვერს, გაზებს, აეროზოლებს, ამცირებს ჰაერის ელექტრულ გაქუჩყიანებას, ანეიტრალებს მავნე ხმაურს, ქმნის მიკროკლიმატს. აგრილებს ჰაერს, აუმჯობესებს ჰაერის ვენტილაციას ატმოსფეროსა და ნიადაგში, მცენარე ამცირებს ეროზიას. მცენარის მიერ ჰაერის, წყლისა და ნიადაგის გაწმენდა ხელს უწყობს სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების მოსავლის გადიდებას, ადამიანისა და პირუტყვისათვის ჰირობების

გაუმჯობესებას, სრულყოფილი საკვები პროდუქტების მიღებას. ყოველივე ეს დიდად არის დამოკიდებული სასუქების სწორად გამოყენებაზე, რადგან სასუქზეა დამოკიდებული მცენარის ზრდა-განვითარება და პროდუქტიულობა.

ამავე დროს, ჩვენი ამოცანაა, თავიდან ავიცილოთ გარემოზე სასუქების გამოყენებით გამოწვეული შესაძლებელი უარყოფითი მოქმედება. ამისათვის დაცული უნდა იყოს შემდეგი ძირითადი აგროტექნიკური პირობები: სასუქის ნორმა, განსაკუთრებით აზოტიანი სასუქისა, არ უნდა აღემატებოდეს ნიადაგისა და გასანოყიერებელი მცენარის მოთხოვნილებას; ყველა აზოტიანი სასუქი 300 კგ/ჰა და მეტი ნორმით აუცილებლად უნდა შევიტანოთ წილადობრივად; ნიტრატული ფორმის აზოტიანი სასუქები (ყველა ნორმა) ასევე უნდა შევიტანოთ წილადობრივად, ამავე დროს, პირველი დოზა—მცენარის ზრდის დაწყებისას; სასუქებს არც ერთი სახე არ უნდა დავტოვოთ ნიადაგში ჩაკეთების გარეშე; აზოტიანი სასუქებიდან, აზოტის დანაკარგების შემცირების კარგი საშუალებაა ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორები და ნელახსნადი აზოტიანი სასუქების გამოყენება: საჭირო აეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებათა კომპლექსის გამოყენება და არ შეიძლება მორწყვის ნორმების დარღვევა; უნდა შეიქმნას მცენარეში ნივთიერებათა ცვლის ყველა პირობა.

XVII თავი

აგროქიმიური კვლევის მეთოდები

მინდვრის ცდის მეთოდები აგროქიმიური

სასუქების ეფექტურობის დასადგენად მინდვრის ცდა ძირითადი მეთოდია. მინდვრის ცდით მოწმდება აგროქიმიური კვლევის სხვა მეთოდებით მიღებული შედეგები.

მინდვრის ცდა ტარდება ბუნებრივ პირობებში (მინდვრად), ამ მინისათვის სპეციალურად წინასწარ შერჩეულ ნაკვეთზე. მისი გამოყენებით განისაზღვრება სასუქების გავლენა სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა მოსავალზე, მის ხარისხსა და ნიადაგის ნაყოფიერებაზე.

მინდვრის ცდა არის სოფლის მეურნეობაში სასუქების გამოყენების რაციონალური სისტემის, პირობებისა და წესის დამუშავებისა და მეცნიერული დასაბუთების ძირითადი მეთოდი. იგი საშუალებას იძლევა სხვადასხვა ნიადაგურ და კლიმატურ, ასევე ერთმანეთისაგან განსხვავებულ აგროტექნიკურ პირობებში შევისწავლოთ სხვადასხვა სასუქის მოქმედება, დავადგინოთ სასუქის ყველაზე ეფექტური ნორმა, საკვები ელემენტების შეფარდება, განვსაზღვროთ სასუქის შეტანის ვადა, პირობები და

წესი, სასუქის გამოყენების შეთანაწყობა სხვა აგროტექნიკურ ხერხ-
თან და სხვ.

აგროქიმიური კვლევა, რომელიც შემოწმებული არ არის მინდვრის
ცდით, არ შეიძლება დამთავრებულად ჩაითვალოს. ამავე დროს, მინდვ-
რის ცდების მონაცემების საფუძველზე ხდება ისეთი სახელმწიფოებრივი
მნიშვნელობის ღონისძიებების მეცნიერული დასაბუთება, როგორც არის
სასუქების წარმოება და სოფლის მეურნეობისათვის მიწოდება.

სასუქებზე მინდვრის ცდები შეიძლება დაეჯგუფოთ შემდეგნაირად:
საწარმოო ცდა. იგი საშუალებას იძლევა წარმოების პირობებში განი-
საზღვროს სასუქების მოქმედება მცენარეთა მოსავალსა და მის ხარისხზე.

სტაციონარული ცდა ტარდება თესლბრუნვაში ან შეუნაცვლებელ
კულტურაზე, ერთ და იმავე ნაკვეთზე ხანგრძლივად. სასუქები შეიტანება
სისტემატურად.

მოკლევადიანი ცდა. ამ სახის ცდა 2—3 წლის მანძილზე ტარდება.
მისი გამოყენებით ხდება სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა მოსავალსა და
მის ხარისხზე სასუქების მოქმედების შესწავლა.

მცირე დანაყოფიანი ცდა. ასეთ ცდებში დანაყოფის ფართობი 10 მ²-ს
არ აღემატება.

მიკროსაველე ცდა მიკროდანაყოფებზე ტარდება. დანაყოფზე ნიადა-
გი შეიძლება იყოს ბუნებრივი ან სახნავი ფენისაგან შეგროვილი.

მასობრივი ცდა ტარდება ერთიანი სქემით, ერთდროულად რამდენიმე
პუნქტში.

სასუქების გამოცდის გეოგრაფიული ქსელი. მას საცდელი დაწესებუ-
ლებები ქვეყნის სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში ერთიანი პროგრამით
ატარებენ.

ფაქტორიალური ცდა მრავალწლიანი ცდაა. მისი სქემა მოიცავს ყვე-
ლა შესაძლებელი ფაქტორის შეთანაწყობას (კომბინაციას). იძლევა შესას-
წავლი ფაქტორების მოქმედებისა და ურთიერთმოქმედების დადგენის სა-
შუალებას.

მინდვრის ცდა უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ აუცილებელ მეთო-
დურ მოთხოვნებს:

1. ერთადერთი განსხვავების პრინციპის დაცვა ანუ ცდაში ყველა პი-
რობის იგივეობა, გარდა შესასწავლი პირობისა. იგი ცდის სწორად წარ-
მართვის ძირითადი მაჩვენებელია. ამავე დროს ამ პრინციპის სრული
დაცვა, მისდამი ფომრმალური მიდგომა, ყოველთვის სწორი არ არის. მას
ზოგ შემთხვევაში შეუძლია წინასწარ მიგვიყვანოს შედარებისა და დასკვ-
ნის არასწორ მეთოდამდე. მაგალითად, ერთადერთი განსხვავების პრინ-
ციპის დაცვით, ჩაის პლანტაციაში აზოტიანი და ფოსფორიანი სასუქების
შეტანა საჭიროა ერთნაირ პირობებში. ე. ი. ერთსა და იმავე ვადაში და
ერთნაირი წესით. ასეთი მიდგომა ფორმალური იქნება. საქმე ისაა, რომ

აგრონომიულად სწორია ესა თუ ის სასუქი შევიტანოთ მისთვის ოპტი-
მალურ ვადებში, ოპტიმალურ სიღრმეზე. ამიტომ ფოსფორიანი სასუქი
უნდა შევიტანოთ შემოდგომა-ზამთარში და ღრმად, ხოლო აზოტიანი —
გაზაფხულსა და ზაფხულში, შედარებით ზედაპირულად.

მრავალწლიან ხანგრძლივ ცდებში, აგროტექნიკის პირობების შეუცვ-
ლლობა (ჯიში, ნიადაგის დამუშავების ხერხები, თესლბრუნვა და სხვ.),
ე. ი. ერთადერთი განსხვავების პრინციპის სრული დაცვა, შესასწავლი
ხერხის მოქმედების დაქვეითებას იწვევს. ამიტომ აუცილებელია შეუს-
წავლელი პირობების კომპლექსში თანამგზავრი დაკვირვებების ცვლილე-
ბების რეგულარული შეტანა.

აქედან გამომდინარე, ცდის სქემისა და პროგრამის შედგენის, მისი
ჩატარების დროს ერთადერთი განსხვავების პრინციპის დაცვა დამოკი-
დებულია ცდის ჩატარების მიზანზე, ამოცანებზე, საკითხის შესწავლის
ხარისხსა და იმ კონკრეტულ პირობებზე, სადაც ცდები ტარდება.

2. ტიპურობა ანუ რეპრეზენტატულობა. იგი მინდვრის ცდის ხარისხის
უმნიშვნელოვანესი მაჩვენებელია. ცდა უნდა ჩატარდეს რეგიონისათვის
ტიპურ ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში. ასევე ტიპური უნდა იყოს
აგროტექნიკური, საწარმოო, ორგანიზაციული და სამეურნეო პირობები.
თუ ეს პირობები დარღვეულია, მაშინ მინდვრის ცდისაგან მიღებული შე-
დეგების სოფლის მეურნეობის წარმოებაში გამოყენება არ შეიძლება.

სასუქებზე მინდვრის ცდის განმსაზღვრელ კრიტერიუმს წარმოადგენს
აგროტექნიკა. ამიტომ სასუქებზე მინდვრის ცდის წარმოებისას აგრო-
ფონი მაღალი უნდა იყოს.

3. კვლევის შედეგების სიზუსტე. მოსავლის აღრიცხვის რაოდენობ-
რივი შედეგი, მხოლოდ ქვეშარტი შედეგის მიხსლოებულ გამოსახუ-
ლებას წარმოადგენს. საქმე ისაა, რომ ცდის დაწყებისა და ჩატარების
დროს მოსავლის აღრიცხვისას, ყოველთვის აქვს ადგილი ცდომილებას
და მას თავიდან ვერ ავიცილებთ. რაც ნაკლებია სხვაობა ქვეშარტი და
სააღრიცხვო მოსავალს შორის, მით მეტია ცდის სიზუსტე.

მინდვრის ცდაში ცდომილებას იწვევს გაზომვისა და აწონის დროს
დაშვებული უზუსტობა. რაც მცირეა სააღრიცხვო დანაყოფის ფართობი,
მით მეტია ცდომილება. მაგალითად, ერთი და იგივე მაჩვენებლის ცდო-
მილება 10 მ²-ზე იქნება 100-ჯერ მეტი, ვიდრე 1000 მ²-ზე, ამიტომ რაც
მცირეა სააღრიცხვო დანაყოფის ფართობი, მით მეტი სიზუსტით უნდა
ჩატარდეს ყველა სახის აღრიცხვა.

მინდვრის ცდის ცდომილების გამომწვევი მეორე მიზეზი, ეს არის
ნიადაგის ნაყოფიერების სიკრულე. იგი შეიძლება გამოიწვიოს ნიადაგის
სახესხვაობებმა, ადგილის რელიეფმა ან მიკრორელიეფმა, განსხვავებულ-
მა აგროტექნიკამ და სხვ. სამეურნეო ან ორგანიზაციულმა ღონისძიებებ-
მა. მინდვრის ცდაში ცდომილებას შეიძლება ჰქონდეს არსებითი ხასი-

ათ. მაგალითად, არათანაბარი თესვა, ნათესის დაზიანება, ცდის დროს მოსავლის დანაკარგი და სხვ.

4. მინდვრის ცდის სიზუსტეს — $S\bar{x}\%$ -ით აღნიშნავენ. იგი განზოგადებული სტატისტიკური მაჩვენებელია, რომელიც ცდის შედეგების ცვალებადობის რაოდენობრივ დახასიათებას იძლევა. მისი დადგენა ხდება ცდის შედეგების მათემატიკური დამუშავებით. ამ მიზნისათვის იყენებენ ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდს. მინდვრის ცდის სიზუსტე ხასიათდება საშუალოს შემთხვევითი ცდომილების მიხედვით, რაც გამოხატულია $\%$ -ობით ცდის (ან ვარიანტის) საშუალო მოსავლიდან და განისაზღვრება ფორმულით
$$S\bar{x}\% = \left(\frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}} \right);$$

სადაც $S\bar{x}$ — საშუალო არითმეტიკული ცდომილების სიდიდეა, \bar{x} — საშუალო მოსავალი.

ცდის სიზუსტისადმი მოთხოვნილება, კვლევის ამოცანიდან გამომდინარე იცვლება.

5. ცდის დამაჯერებლობა. ცდის შედეგი დამაჯერებელი რომ იყოს იგი ობიექტურად რომ შეფასდეს, აუცილებელია შესასწავლ ვარიანტებს შორის არსებითი სხვაობის დადგენა. ცდის სიზუსტე და სარწმუნოება მინდვრის ცდის აუცილებელი მოთხოვნაა. ეს ორი მოთხოვნა ერთმანეთთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული. ამავე დროს ისინი ერთი და იგივე მაჩვენებელი არ არის.

არჩევენ მინდვრის ცდის დამაჯერებლობის ორ ცნებას: 1. ცდის არსებითი სარწმუნოება (დამაჯერებლობა), 2. ცდის სარწმუნოება ან არსებობა.

მინდვრის ცდის არსებით სარწმუნობას განსაზღვრავს სწორად შედგენილი ცდის სქემა და პროგრამა, ცდის ფონი და აგროტექნიკა, კვლევის მაღალ მეთოდურ და ტექნიკურ დონეზე ჩატარება და სხვ.

მინდვრის ცდის შედეგების სარწმუნოებაზე ან არსებობაზე მიგვიანიშნებს კვლევის შედეგების მათემატიკური დამუშავება. სხვანაირად ეს ნიშნავს მათემატიკურ მტკიცებას, იმ სხვაობისა (ნამატის), რომელიც შესაძარბებელ ვარიანტთა შორისაა მიღებული.

6. ცდის დოკუმენტაცია. ცდის ჩატარების უმნიშვნელოვანესი მეთოდური მოთხოვნაა დოკუმენტაციის სწორად შედგენა. სრული და ზუსტად შედგენილი დოკუმენტაცია საშუალებას იძლევა ცდის შედეგები დავნერგოთ სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში.

პირველადი მონაცემები, მინდვრად ჩატარებული დაკვირვებებისა და აღრიცხვის მასალები, შეიტანება მინდვრის სამუშაოების აღრიცხვის ქურნალში, ნაკრები მონაცემები — მინდვრის ცდის ქურნალში.

აუცილებელია დაკვირვებებისა და აღრიცხვის ჩატარების დათარიღება, ასევე მასში მონაწილეთა ხელის მოწერა. დაუშვებელია ციფრობრივი მონაცემების გადასწორება, და თუ ასეთი აუცილებელია, მაშინ მას უნდა გაუკეთდეს დამაჭერებელი შენიშვნა და იგი ხელმოწერილი უნდა იყოს.

მინდვრის ცდისათვის ნაკვეთის შერჩევა

მინდვრის ცდის სიზუსტისათვის საცდელი ნაკვეთის შერჩევას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს. იგი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ ძირითად მოთხოვნებს:

საცდელი ნაკვეთის ნიადაგი ტიპური უნდა იყოს იმ ზონისათვის, სადაც ცდა ტარდება. მცენარეული საფარი რაც შეიძლება ერთგვაროვანი უნდა იყოს. მისი სიჭრელე ცდის ცდომილებას ზრდის, ხოლო შედეგების დამაჭერებლობას ამცირებს. ამიტომ ცდის დაწყებამდე აუცილებელია საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის დეტალური შესწავლა;

დიდი მნიშვნელობა აქვს საცდელი ნაკვეთის 3—4 წლის ისტორიის შესწავლას. აუცილებელია ნაკვეთის ისტორიის მინდვრის ცდის დღიურში შეტანა. ცდისათვის შერჩეული ნაკვეთი უკანასკნელი 3—4 წლის მანძილზე დაკავებული უნდა იყოს ერთი და იგივე კულტურით. ერთგვაროვანი უნდა იყოს მისი აგროტექნიკა. საცდელ ნაკვეთზე საკარანტინო სარეველა მცენარეები არ უნდა იყოს;

საცდელი ნაკვეთის რელიეფი ერთგვაროვანი უნდა იყოს — ვაკე ან ერთმხრივ დაქანებული. დაქანება 100 მ არ უნდა აღემატებოდეს 1—2,5 მ. მეტი დაქანების მქონე ფართობი სასუქებზე ცდისათვის არ გამოდგება, სასუქები ჩამოირეცხება;

საცდელი ნაკვეთის შერჩევისას ყურადღება უნდა მიექცეს მიკრო-რელიეფს. არ უნდა იყოს ჩავარდნილი ადგილები, წყალი რომ არ დაგროვდეს, ასევე შემალლებული ადგილები. ამიტომ ცდის დაწყების წინ საცდელი ნაკვეთი გულდასმით უნდა მოსწორდეს;

საცდელი ნაკვეთი აუცილებელია დამორებული იყოს: წყალსაცავის ან ხევისაგან — 200—300 მ, შენობა ნაგებობებისა და ტყისაგან — 40—50 მ, ცალკეული მცენარეებიდან — 25—30 მ, ღობიდან — 10 მ და გზიდან — 20—30 მ.

ცდისათვის ნაკვეთის მომზადება

საცდელი ნაკვეთი ერთგვაროვანი უნდა იყოს. ცდის დაწყებამდე ნაკვეთის სიჭრელის გამოსავლინებლად სარეკოვანოსცირო ნათესს და გამოშთანობრებულ კულტურებს იყენებენ. ნათესის განვითარებაზე დაკვირვებით აღგენენ ნაკვეთის ნიადაგის ნაყოფიერების სიჭრელეს. ნაკვეთის ის

ნაწილი, რომელიც ძლიერ დაბალი ან მაღალი მოსავლით ხასიათდება, ცდიდან გამოირიცხება.

ჩვეულებრივ, პრაქტიკაში, ნიადაგის სიჭრელის ორ სახეს ვხვდებით:

1. ბუნებრივი სიჭრელე-რელიეფი, ნიადაგის გენეზისი და სხვ., რომელთა თავიდან აცილება შეუძლებელია. 2. ნაკვეთის გამოყენებით (სასუქი, აგროტექნიკა, კულტურა) გამოწვეული სიჭრელე. ამ სახის სიჭრელის თავიდან აცილება შესაძლებელია. მას აღწვევენ ნაკვეთზე 2—3 წლის განმავლობაში გამომთანაბრებელი ნათესების გამოყენებით. ამგვარი ნათესი არა მარტო ათანაბრებს ნიადაგის ნაყოფიერების სიჭრელეს, არაჰელ მომდევნო ცდისათვის საუკეთესო აგროფონს ქმნის.

სარეკოგნოსტიკო და გამომთანაბრებელი ნათესებისათვის ნაკვეთს ერთდროულად და ერთნაირად ამუშავებენ. ამ მიზნისათვის ნიადაგის ნაყოფიერებისადმი მეტად მგრძნობიარე და ამინდის არახელსაყრელი პირობებისადმი უფრო გამძლე, უპირატესად საგაზაფხულო პურეულ კულტურებს იყენებენ.

სარეკოგნოსტიკო ნათესის გამოყენება ძალზედ შრომატევადი ღონისძიებაა. მისი მოსავლის აღრიცხვა მცირე დანაყოფებზე (პარსელი) შემჭიდრობულ ვადებში ტარდება. ამიტომ მას მრავალწლიანი სტაციონარული მინდვრის ცდისათვის იყენებენ.

მრავალწლიანი ნარგაობის არსებულ ბაღებსა და პლანტაციებში (ხეხილი, ვაზი, ციტრუსები, ტუნგი, ჩაი, დაფნა და სხვ.) საცდელი ნაკვეთის სწორად შერჩევისათვის მოსავლიან ბაღებსა და პლანტაციებში 2 წელიწადს ატარებენ მოსავლის წინასწარ აღრიცხვას. ცალკეული მცენარეების ან დანაყოფების მიხედვით, ხოლო ახალგაზრდა ნარგაობაში ამავე წესით ატარებენ მცენარეთა ბიომეტრიულ გაზომვებს.

მიღებული მონაცემების მიხედვით ხდება მცენარეთა დაჯგუფება პირობით ვარიანტებში, სადაც მცენარეები (ან დანაყოფები) რაც შეიძლება თანაბარი მაჩვენებლების მიხედვით უნდა განაწილდეს. წინასწარი აღრიცხვის მონაცემები მათემატიკურად უნდა დამუშავდეს. თუ ცდის პირობით ვარიანტთა შორის წინასწარი აღრიცხვის მაჩვენებლების სხვაობა არსებითი არ არის, მაშინ ნაკვეთი ცდის ჩასატარებლად კარგია, ხოლო თუ სხვაობა არსებითია, მაშინ საჭიროა მკვეთრად განსხვავებული მაჩვენებლების მქონე მცენარეთა ან დანაყოფის ცდიდან გამოთიშვა.

აქედან გამომდინარე, მინდვრის ცდისათვის ნაკვეთის სწორად შერჩევა ხდება ნიადაგური და აგროკიმიური გამოკვლევების, გამომთანაბრებელი და სარეკოგნოსტიკო ნათესების გამოყენების, მრავალწლიან მცენარეთა მოსავლისა და ბიომეტრიული მონაცემების წინასწარი აღრიცხვის საფუძველზე. ამის შემდეგ ხდება ნაკვეთზე მინდვრის ცდის განლაგების გეგმის შედგენა, განისაზღვრება ვარიანტთა და განმეორებათა განლაგება საცდელ ნაკვეთზე, ასევე დანაყოფების სიდიდე და ფორმა.

მინდვრის ცდისათვის ნაკვეთის შერჩევისა და მომზადების შემდეგ საჭიროა ნაკვეთზე ცდის სწორად განლაგება, რაც გულისხმობს ვარიანტებისა და დანაყოფების ოპტიმალურ განლაგებას, დანაყოფების სიდიდისა და ფორმის დადგენას, განმეორებათა რიცხვის განსაზღვრას.

მინდვრის ცდაში ვარიანტთა რაოდენობა დამოკიდებულია კვლევის მიზანსა და ამოცანებზე. ვარიანტთა რიცხვი დიდი არ უნდა იყოს. ოპტიმალურად მიიჩნევენ 12—16 ვარიანტს. ვარიანტთა რაოდენობის გაზრდა იწვევს საცდელი ნაკვეთის ფართობის გადიდებას, ნიადაგის ნაყოფიერების სიჭრელის გაზრდას, ცდის მეთოდის გართულებას და ცდის სიზუსტის შემცირებას.

განმეორება. მინდვრის ცდაში ერთსახელიანი ვარიანტების განმეორება აუცილებელია. იგი ცდაში ბუნებრივი და შემთხვევითი მიზეზებით გამოწვეული ცდომილების შემცირების საშუალებას იძლევა.

ზემოთ აღვნიშნეთ, რომ ნაკვეთის გულდასმით შერჩევა და მომზადება, მინდვრის ცდაში ნიადაგის ნაყოფიერების გამოთანაბრების სრულ გარანტიას იძლევა. ამიტომ მინდვრის ცდაში აუცილებელია ერთსახელიანი ვარიანტის რამდენიმე განმეორების (დანაყოფი) არსებობა, მათი კანონზომიერი განლაგება საცდელ ნაკვეთზე. ე. ი. სივრცეში განმეორებების შექმნა. ამ შემთხვევაში ცდისაგან მიღებული შედეგი უფრო ზუსტი და დამაჯერებელია. ამავე დროს, ხანმოკლე — 2—3 წლიანი მინდვრის ცდა უზრუნველყოფს დროში განმეორების შექმნას. რადგანაც ცდაში შესასწავლი ფაქტორის — სასუქების პირდაპირ და შემდგომ მოქმედებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ცდის წლების ამინდის პირობები.

განმეორებების საშუალო მოსავალი ყოველთვის უფრო ახლოა ჰემ-მარტი მოსავალთან, ვიდრე ცალკეული დანაყოფების მოსავალი, რადგანაც განმეორებათა გავლენით შემთხვევით ცდომილებების ნიველირება ხდება.

ცდის განმეორება სივრცესა და დროში, საშუალებას იძლევა მივიღოთ არა მარტო მათემატიკურად საიმედო და სარწმუნო დასკვნა, არამედ ინფორმაცია სასუქის შემდგომი მოქმედების ხანგრძლივობისა და ამინდის პირობებთან მისი დამოკიდებულების შესახებ.

მინდვრის ცდაში განმეორებათა რიცხვი (n) დამოკიდებულია ნიადაგური საფარის სიჭრელზე, დანაყოფის ფართობსა და ცდის შედეგების სიზუსტის მიმართ წაყენებულ მოთხოვნებზე. მინდვრის სტაციონარულ ცდაში ოპტიმალურია 4-ჯერადი განმეორება. მრავალწლიან მცენარეებში, სადაც მოსავალი ცალკეული მცენარეების მიხედვით აღირიცხება (მცენარე განმეორება), ვარიანტში სააღრიცხვო მცენარეთა რიცხვი 12-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს. უკეთესია 24 მცენარე. მართალია განმეორებათა

რიცხვის გადიდება კვლევის სიზუსტის გაზრდას იწვევს, მაგრამ მათ დიდი რიცხვი ართულებს კვლევის მეთოდოლოგიას. ადიდებს საცდელი ნაკვეთის ფართობს ე. ი. ორგანიზაციულ და ტექნიკურ სირთულესთან არის დაკავშირებული, ამიტომ სასურველი არ არის.

საწარმოო ცდაში მიღებულია 2-ჯერადი განმეორება. მაგრამ ამ შემთხვევაში დანაყოფის ფართობი 0,1 ჰა-ს აღემატება. ამავ დროს 2-ჯერადი განმეორება ყოველთვის არ უზრუნველყოფს ცდის საიმედო სიზუსტეს. საქმე ისაა, რომ ყოველთვის მოსალოდნელია ერთი განმეორების შემთხვევითი გამოვარდნა.

მინდვრის ცდაში განმეორებათა რიცხვის (n) განსაზღვრისათვის იყენებენ ფორმულას:
$$n = \left(\frac{V}{Sx} \right)^2$$

სადაც V — ვარიაციულობის კოეფიციენტი;

Sx — საშუალოს შეფარდებითი ცდომილება.

მინდვრის ცდისათვის ვარიაციულობის კოეფიციენტი (V) განსაზღვრის მრავალი წესია. საორიენტაციო განსაზღვრისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ ვ. პერეგულოვის მიერ დადგენილი ვარიაციულობის კოეფიციენტის შემდეგი მნიშვნელობები:

100 მ²-იან დანაყოფთან ცდაში—10% (განმეორებათა შორის რყევა-ლობა 5—25%);

300—500 მ²-იან დანაყოფთან ცდაში — 5—6%;

გაკულტურებულ, გამოთანაბრებულ რელიეფთან ზუსტ ცდაში — 5—8%.

საცდელ ნაკვეთზე დანაყოფთა რაოდენობის დადგენა ვარიანტთა რიცხვისა (!) და განმეორებათა რიცხვის (n) მიხედვით ხდება, ხოლო საცდელი ნაკვეთის ფართობი დამოკიდებულია დანაყოფთა რიცხვსა და ფართობზე.

საცდელ ნაკვეთზე დანაყოფის ფართობი დიდ გავლენას ახდენს ცდის სიზუსტეზე, ამავ დროს იგი დამოკიდებულია მრავალ პირობაზე. მაგალითად, ნიადაგის ნაყოფიერების სიკრულზე, შესასწავლი კულტურის ბიოლოგიურ თავისებურებასა და აგროტექნიკის თავისებურებაზე, ცდის ხანგრძლივობაზე და სხვ.

როცა საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის ნაყოფიერება კრელია და რელიეფი არაერთგვაროვანი, მაშინ ცდის სიზუსტის გასადიდებლად საჭიროა განმეორებათა რიცხვის გაზრდა და არა დანაყოფის ფართობის გადიდება. ასევე დანაყოფის ოპტიმალური ფორმის შერჩევა.

მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებიდან გამომდინარე დ. დოსპეხოვისა და სხვა მკვლევარების რეკომენდაციით დიდი მნიშვნელობა აქვს დანაყოფზე მცენარეთა რაოდენობას, შესაბამისად დანაყოფის ფართობს.

საცდელ დანაყოფზე სააღრიცხვო მცენარეთა რიცხვი ნაკლები არ უნდა იყოს: სათოხნი კულტურებისა — 80—100, კარტოფილისა — 40—50, სიმინდისა — 60 მცენარეზე. ამიტომ მთლიანი ნათესი კულტურების (მარცვლოვანები, სამარცვლე პარკოსნები, ბალახები) დანაყოფის ფართობი ყველთვის ნაკლებია, ვიდრე სათოხნი კულტურების.

ყველა მცენარეს აგროტექნიკის მიმართ თავისებური მომთხოვნელობა გააჩნია. მათ შორის დანაყოფის ფართობის განსაზღვრისათვის მნიშვნელოვანია მცენარეთა სიხშირე, მწკრივთა შორის დაშორება და სხვ.

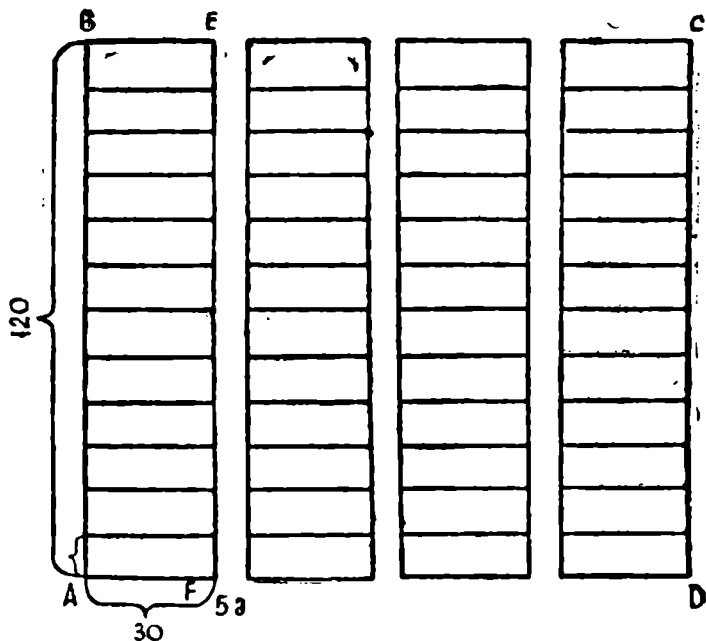
დანაყოფის ფართობის სიდიდე დამოკიდებულია ასევე ცდის ხანგრძლივობასთან. დანაყოფის ფართობი ხანგრძლივ ცდებში უფრო დიდია, ვიდრე ხანმოკლე ცდებში. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ ცდის მსვლელობის პერიოდში შესაძლებელი გახდეს დანაყოფის გაყოფა ცდაში ახალი ვარიანტის დასამატებლად.

მინდვრის ცდაში დანაყოფის ფართობის განსაზღვრის ერთიანი ნორმა არ არსებობს. მისი სიდიდე კონკრეტული პირობებისათვის უნდა გადაწყდეს. უნდა ვიხელმძღვანელოთ ერთი საერთო დებულებით. დანაყოფის ფართობი დიდი არ უნდა იყოს. იგი უნდა პასუხობდეს კონკრეტული პირობისათვის ცდის აუცილებელ სიზუსტეს, სარწმუნო შედეგების მიღებას და სასოფლო-სამეურნეო მანქანა-იარაღების გამოყენებას.

აქედან გამომდინარე, რეკომენდებულია სხვადასხვა კულტურებისათვის დანაყოფის შემდეგი სიდიდე: მთლიანი ნათესი კულტურებისათვის 50—100 მ², სათოხნი კულტურებისათვის — 100—200 მ² და სხვ.

მრავალწლიან კულტურებზე ცდების ჩატარებისას დანაყოფის სიდიდე ძირითადად ამავე პრინციპებს ექვემდებარება, მაგრამ ცალკეული მრავალწლიანი კულტურისადმი საჭიროა ინდივიდუალური მიდგომა. მხედველობაშია მისაღები მცენარის ბიოლოგიური თავისებურება, ზრდის სიძლიერე, კვების არე და სხვ. მცენარეები, რომლებიც ძლიერი ზრდით ხასიათდება და აქვთ მეტი კვების არე (ხეხილი, ტუნგი, ციტრუსები) დანაყოფის სიდიდე უფრო მეტი უნდა იყოს, ვიდრე შედარებით სუსტად მზარდი და ნაკლები კვების არეს მქონე მცენარეების (ჩაი, დაფნა, ვენახი და სხვ.). სასუქებზე მინდვრის ცდის ჩატარებისას, ვარიანტში განმეორებების მიხედვით სასუქების შეტანა და ყველა სახის აგროტექნიკური ღონისძიება მთელ ფართობზე ერთნაირად მიმდინარეობს. მაგრამ ერთი დანაყოფიდან მეორეზე შესაძლებელია სასუქის გადანაცვლება. გარდა ამისა, დანაყოფის ნაპირზე მყოფ მცენარეებს საკუთარ დანაყოფს გარდა საკვები ნივთიერებების შეთვისება შეუძლია მოსაზღვრე დანაყოფიდანაც, ან კიდევ, გაუნოყიერებელი დანაყოფის მცენარეებს წყლისა და საკვები ნივთიერებების გამოყენება შეუძლიათ განოყიერებული — მეზობელი დანაყოფებიდან და სხვ, რაც არსებით გავლენას ახდენს ცდის შედეგებზე. ეს გავლენა იმდენად მეტია, რამდენადაც მცირეა დანაყოფი.

მინდვრის ცდაში შეცდომის თავიდან აცილების, ცდის მეტი სიზუსტის დაცვის მიზნით, დანაყოფებს შორის, ოთხივე მხრიდან ახდენენ იზოლაციას ვიწრო ზოლის ან მცენარეთა ჯგუფის (მრავალწლიან ნარგაობაში) მიხედვით, რომელსაც დამცველი ზოლი ან დამცველი მცენარე ეწოდება. ხოლო დანაყოფის იმ ნაწილს, რომელიც შედგება საერთო ფართობიდან დამცველის ზოლის გამოკლებით სააღრიცხვო ფართობი ჰქვია. (სურ. 6).



სურ. 6. საცდელი ნაკეთის აგეგმვა.

დამცველი ზოლის ოპტიმალური განი ყოველი დანაყოფისათვის შეადგენს: მთლიანი თესვის კულტურებისათვის — 0,5—0,75 მ; მრავალწლიან ცდებსა და საშემოდგომო კულტურებზე წარმოებულ ცდებში — 1—1,5 მ. ე. ი. შესაბამისად ორი მოსაზღვრე დანაყოფისათვის დამცველი ზოლის განი ჯამში — 1—1,5 და 2—3 მ იქნება. სათოხნ კულტურებში ყოველი მხრიდან დამცველად გამოიყოფა 1—2 მწკრივი, მრავალწლიან კულტურებში — მწკრივი — 2—3 მცენარე, ხოლო მწკრივთა შორის დამცველი მწკრივი. ჩაის პლანტაციისა და დაფნის შპალერულ ნარგაობაში უმჯობესია მწკრივში 3—4 მ-იანი ზოლისა და მწკრივთა შორის 2 დამცველი მწკრივის.

დატოვება. ასევე აუცილებელია საცდელი ნაკვეთის ირგვლივ დამცველი ზოლის დატოვება, მისი დანიშნულებაა შემთხვევითი დაზიანებისაგან საცდელი ნაკვეთის დაცვა. ამ ზოლის განი 2 — 3 მ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს.

დანაყოფის რაციონალური ფორმა ცდის მაღალ სიზუსტეს განსაზღვრავს. თუ დანაყოფის ფართობი დიდია, 50 მ²-ზე მეტი, მაშინ კარგია დანაყოფის მოგრძო სწორკუთხედის ფორმა. ამავე დროს მისი განლაგება სპიროა ადგილის დაქანების გასწვრივ, რადგან ამ მიმართულებით უფრო ხშირად ვრცელდება ნიადაგის ნაყოფიერების სიჭრელე.

როცა დანაყოფის ფართობი მცირეა — 10—20 მ², მაშინ უმჯობესია დანაყოფს კვადრატის ფორმა ჰქონდეს. ამ შემთხვევაში მეზობელი დანაყოფები ერთმანეთზე ნაკლებ გავლენას ახდენენ.

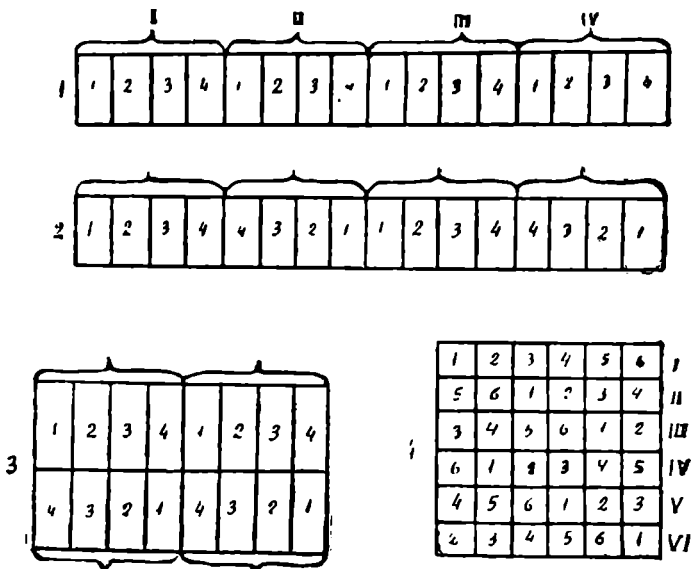
საცდელ ნაკვეთზე ცდის განლაგება დამოკიდებულია ნაკვეთის კონფიგურაციაზე, რელიეფზე, ნიადაგსაფარის სიჭრელეზე. ოპტიმალურად მიჩნეულია საცდელი ნაკვეთის კვადრატული ფორმა. ამ შემთხვევაში საუკეთესოა დანაყოფთა ვარიანტთა შორის მანძილი და მათ შორის შედარების შესაძლებლობა.

საცდელ ნაკვეთზე დანაყოფების ერთ ზოლში განლაგება ძალზე კარგია. მაგრამ ამის საშუალებას საცდელი ნაკვეთის ფორმა ყოველთვის არ იძლევა. მაშინ სპიროა დანაყოფების რამდენიმე ზოლში განლაგება, მაგრამ დაუშვებელია ერთი და იგივე ვარიანტის, რომელიმე განმეორების, ვერტიკალური ან ჰორიზონტალური მიმართულებით ერთმანეთის გასწვრივ მოხვედრა (სურ. 7).

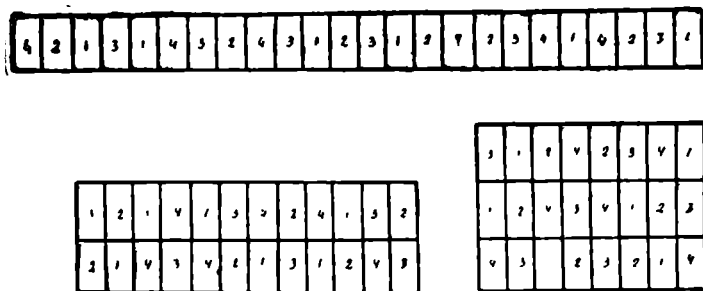
ვარიანტთა, როგორც ერთ, ისე მრავალ მწკრივში განლაგებას შეიძლება ჰქონდეს სისტემატური (სისტემური) თანმიმდევრული ან შემთხვევითი — რენდომიზირებული ხასიათი. სისტემატური განლაგებისას დანაყოფთა თანმიმდევრობა გარკვეულ სისტემას ექვემდებარება. რენდომიზირებული განლაგებისას ვარიანტების განლაგება შემთხვევითად, კენჭის ყრით ან შემთხვევითი რიცხვის ცხრილის გამოყენებით ხდება (სურ. 8).

მკვლევართა უმრავლესობას მიაჩნია, რომ ნაკვეთზე ვარიანტთა რენდომიზირებული განლაგება უკეთესია, იგი უკეთ მოიცავს ნიადაგის სიჭრელეს, ცდის შედეგების დამუშავებისას უფრო ობიექტურ ინფორმაციას იძლევა, რადგანაც ვარიაციული სტატისტიკის ყველა მეთოდი შემთხვევით შერჩევას ემყარება.

• საცდელ ნაკვეთზე საკონტროლო ვარიანტის განმეორებათა განლაგება, ისე როგორც ცდის სხვა ვარიანტებისა, სისტემატიკური ან რენდომიზაციის წესით ხდება. ამავე დროს საკონტროლო ვარიანტის განმეორებათა რიცხვი, ცდაში არსებული სხვა რომელიმე ვარიანტის განმეორებათა რიცხვის ტოლია.



სურ. 7. ედამი ვარიანტების სისტემატური განლაგება



სურ. 8. ედამი ბლოკების (განმეორებების) რენდომიზირებული განლაგება

სასუქებზე მინდვრის ცდის სქემის შედგენა

ცდის სქემა არის სასუქებზე კვლევითი მუშაობის გეგმის შემადგენელი ნაწილი. მინდვრის ცდის სიზუსტეს სწორად შედგენილი ცდის სქემა განსაზღვრავს.

ცდის სქემის ქვეშ უნდა გვესმოდეს ვარიანტთა ერთობლიობა, რომლის საფუძველს ერთადერთი განსხვავებულობის პრინციპი წარმოადგენს. ე. ი. ცდის სქემა მკაფიოდ უნდა პასუხობდეს შესასწავლად აღებულ ერთ-ერთ საკითხს. მასში, როგორც წესი, გადასაწყვეტი უნდა იყოს სასუქის გამოყენების ერთი რომელიმე საკითხი. მაგალითად, სასუქის ფორმა, ნორმა, შეტანის ვადა ან წესი და სხვა დანარჩენი ყველა ფაქტორი ე. წ. ფონი, ცდაში უცვლელი უნდა იყოს.

ცდაში იმ ვარიანტს, რომელთანაც ხდება შესასწავლი ფაქტორის შედარება, საკონტროლო ვარიანტი ეწოდება, ხოლო უსასუქო ვარიანტს — წმინდა კონტროლი ან ნულოვანი საკონტროლო ვარიანტი ჰქვია.

ცდის სქემის შედგენისას განსაკუთრებულ ყურადღებას საჭიროებს ფონის შერჩევა — ცდაში მცენარის სიცოცხლის ყველა პირობის იგივეობის პრინციპის დაცვა. იგი უნდა პასუხობდეს კულტურის ბიოლოგიურ თავისებურებას. ცდის სქემა რთული არ უნდა იყოს. ვარიანტთა რიცხვი მხოლოდ იმდენი უნდა იყოს, რამდენიც საჭიროა შესასწავლი საკითხის ირგვლივ ამომწურავი პასუხის მისაღებად.

სასუქის სახეები. მინდვრის ცდაში, სასუქის სახეების მოქმედების განსაზღვრისათვის, ცდის სქემაში იმ სასუქების შეტანაა საჭირო, რომელთა შესწავლა ცდის ამოცანას შეადგენს, ასევე შესადარებლად შეიძლება უსასუქო ან ფონის, ან კიდევ ორივე ვარიანტის აღება. თუ ცდის ამოცანას შეადგენს აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ეფექტურობის დადგენა, მაშინ ცდის სქემაში საკმარისი არ არის 4 ვარიანტი. მაგალითად, 1. უსასუქო, 2. აზოტიანი სასუქი, 3. ფოსფორიანი სასუქი, 4. კალიუმიანი სასუქი. საქმე ისაა, რომ ერთი სახის სასუქი განსაზღვრავს მეორე სახის სასუქის ეფექტს, ამიტომ ცდის სქემა უნდა მოიცავდეს ამ ელემენტთა კომბინაციებს.

სამი ძირითადი საკვები ელემენტის ყველა შესაძლებელ კომბინაციას მოიცავს ფორუ-ვილის მიერ რეკომენდებული 8 ვარიანტიანი სქემა:

1. საკონტროლო (უსასუქოდ).
2. N
3. P
4. K
5. NP
6. NK
7. PK
8. NPK

თუ ამავე პრინციპის მიხედვით საჭიროა 4 სასუქის მოქმედების შესწავლა, მაშინ ვარიანტთა რიცხვი ორკეცდება. მეოთხე სასუქის დამატებას აზრი აქვს იმ შემთხვევაში, როცა მეოთხე სასუქისაგან წინასწარ არის მოსალოდნელი მაღალი ეფექტი. მაგალითად, მკვლე ნიადაგების მოკირიანება. ამ შემთხვევაში აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმის სასუქების შესწავლა უნდა მოხდეს როგორც მოკირიანების ფონზე, ისე მოკირიანების გარეშე და 8 ვარიანტიანი სქემის ნაცვლად 16 ვარიანტი მიიღება. მიკროსასუქის ეფექტურობის დადგენა სრული მინერალური სასუქის NPK ფონზე ტარდება. ამ შემთხვევაში ვარიანტთა რიცხვი 9 აღწევს.

ჟორჯ-ვილის 8 ვარიანტიანი სქემის ძირითადი ნაკლი მისი მრავალვარიანტობა და შრომატევადობაა. ამიტომ ხშირად მიმართავენ ვარიანტთა რიცხვის შემცირებას. ცდის სქემაში ვარიანტთა რიცხვის შემცირების რამდენიმე შემთხვევასთან გვაქვს საქმე. მაგალითად, მას აღწევნ შესასწავლი სასუქის რიცხვის შემცირებით, აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმის სასუქების ნაცვლად შეისწავლიან ერთ სასუქს, მაგალითად, აზოტს. მაშინ სქემა შემდეგი ვარიანტებისაგან შედგება:

1. საკონტროლო (უსასუქოდ)
2. PK
3. N
4. NPK

თუ ცნობილია ნიადაგში საკვები ელემენტების მინიმუმის რიგი, მაგალითად, თუ აგროქიმიური გამოკვლევებით დადგენილია, რომ პირველ მინიმუმშია აზოტი, მეორეში — ფოსფორი, მაშინ ფოსფორიანი და კალიუმის სასუქების ეფექტის შესწავლა უნდა მოხდეს აზოტიანი სასუქების ფონზე, ხოლო კალიუმისა — NP ფონზე. ან კიდევ, თუ ტორფნარი ნიადაგი მდიდარია აზოტით, მაშინ ცდის სქემიდან შესაძლებელია აზოტის ვარიანტის ამოღება, ასევე კალიუმით მდიდარ ნიადაგებზე ცდის სქემაში აუცილებელი არ არის მარტო კალიუმის ვარიანტი და სხვ. ამ შემთხვევაში ნაცვლად 8 ვარიანტისა, ცდის სქემა მხოლოდ 5 ვარიანტს შეიცავს.

არის ცდის სქემის შემცირების სხვა შემთხვევაც. იგი წამოყენებულია ვაგნერის მიერ. ჟორჯ-ვილის სქემისაგან განსხვავებით, იგი არ შეიცავს ცალკეული საკვები ელემენტების (N, P, K) მარტო გამოყენების ვარიანტებს. ის აგროქიმიურ ლიტერატურაში ცნობილია ვაგნერის 5-ვარიანტიანი სქემის სახელწოდებით. ამ სქემაში შემდეგი ვარიანტებია:

1. საკონტროლო (უსასუქოდ)
2. PK
3. NK
4. NP
5. NPK

გარდა ამისა, ცნობილია მიტჩერლისის 4-ვარიანტიანი სქემა. იგი ვაგნერის სქემისაგან იმით განსხვავდება, რომ არ შეიცავს უსასუქო ვარიანტს, მაგრამ აგროქიმიურ გამოკვლევებში ცდის სქემიდან უსასუქო ვარიანტის ამოღება დაუშვებელია. მის გარეშე შეუძლებელია ყველა იმ ცვლილებების შესწავლა. რომელიც მიმდინარეობს ნიადაგსა და მცენარეში სასუქების გავლენით.

სასუქების ფორმები. მინდვრის ცდა, რომელიც სასუქის ფორმების შესასწავლად ტარდება, განსაკუთრებულ სიზუსტეს საჭიროებს. გულდასმით უნდა შეირჩეს ერთგვაროვანი ნაკვეთი, ასევე ფონი. თუ განზრახული გვაქვს აზოტიანი სასუქის ფორმების შესწავლა, მაშინ, პირველ რიგში უნდა დადგინდეს აზოტის მიმართ მცენარის მოთხოვნილება, შემდეგ კი ცდები ჩატარდეს.

სასუქის ფორმების შესასწავლად, მინდვრის ცდის სქემაში საკონტროლო ვარიანტს წარმოადგენს უსასუქო და ფონის ვარიანტები. ახალი სასუქების (ფორმა, სახე) შესწავლისათვის კიდევ ერთი საკონტროლო ვარიანტია საჭირო, ცდის სქემაში — ფონი+სტანდარტული სასუქი.

ახალი ფორმის სასუქების შესასწავლად ა. სოკოლოვის მიერ დამუშავებულია მინდვრის ცდის შემდეგი სქემა:

1. საკონტროლო (უსასუქოდ);
2. ძირითადი სასუქი — ფონი (საკონტროლო);
3. ფონი + $\frac{1}{3}$ ნორმა სტანდარტული სასუქი;
4. ფონი + $\frac{2}{4}$ ნორმა სტანდარტული სასუქი,
5. ფონი + 1 ნორმა სტანდარტული სასუქი;
6. ფონი + 1 ნორმა I შესასწავლი სასუქი;
7. ფონი + 1 ნორმა II შესასწავლი სასუქი.

სასუქის ფორმების შესწავლისას მხედველობაშია მისაღები სასუქთა ფიზიოლოგიური რეაქცია, ამიტომ მათი შესწავლა უნდა მოხდეს მოკირიანების ფონზე და მის გარეშე. ამავე დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს სასუქის ნორმის სწორად დადგენას. მაღალი ნორმა სასურველი არ არის, მისი გავლენით სტანდარტულ და შესასწავლ სასუქს შორის სხვაობა თანაბრდება.

სოფლის მეურნეობისათვის დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს რთული და კონცენტრირებული სასუქების ეფექტურობის დადგენას. ა. სოკოლოვა და ფ. იუდინმა შეიმუშავეს მინდვრის ცდის შემდეგი სქემა:

რთულ სასუქებზე მინდვრის ცდის სქემა:

1. უსასუქო ან ფონი;
2. რთული სასუქი;
3. რთული სასუქის ექვივალენტური ცალმხრივი სტანდარტული სასუქი;
4. რთული სასუქი+ცალმხრივი (სტანდარტული) სასუქის ნარევის საკვები ელემენტების ნორმალური ნორმა;
5. ცალმხრივი სტანდარტული სასუქის ნორმალური ნორმა.

კონცენტრირებულ სასუქებზე მინდვრის ცდის სქემა:

1. საკონტროლო (უსასუქოდ);
2. NPK (ამონიუმის გვარჯილს, მარტივი სუპერფოსფატი და ქლოროვანი კალიუმის ნარევი);
3. NPK კონცენტრირებული სასუქებზე: შარდოვანას, ორმაგი სუპერფოსფატისა და ქლოროვანი კალიუმის ნარევი);
4. ამოფოსი+NK (ცალმხრივი სასუქების ნარევი);
5. ორმაგი სუპერფოსფატი+NK (ცალმხრივი სასუქების ნარევი).

ცდის ასეთი სქემები საშუალებას იძლევა დავადგინოთ რთული და კონცენტრირებული სასუქების ეფექტურობა, მარტივ სასუქებთან შედარებით, ასევე კულტურისა და ნიადაგური პირობების შესაბამისად, რთულ სასუქში საკვები ელემენტების მიზანშეწონილი შეფარდება.

სასუქის ნორმები. მინდვრის ცდის სქემა, რომელიც ითვალისწინებს სასუქების ნორმის დადგენას, გარდა უსასუქო და ფონის ვარიანტებისა, სასუქის ნორმაზე უნდა შეიცავდეს 3—4 ვარიანტს. ე. ი. ვარიანტთა რიცხვი ბევრი არ უნდა იყოს. ცდის შედეგის დამაჯერებლობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ნორმათა შორის ინტერვალს, იგი საკმაოდ მაღალი უნდა იყოს. ეს იმიტომაა საჭირო რომ ნორმათა შორის მოსავლის სხვაობამ გადაფაროს ცდის ცდომილება.

სასუქების ნორმების დასადგენად მინდვრის ცდის სქემაში შეიძლება იყოს შემდეგი ვარიანტები

1. ფონი;
2. ფონი+0,5 ნორმა;
3. ფონი+1 ნორმა;
4. ფონი+1,5 ნორმა;
5. ფონი+3 ნორმა.

ამგვარი ცდის საფუძველზე შეიძლება დავადგინოთ: კონკრეტულ, ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებში შესასწავლი სასუქის რომელი ნორმა იძლევა მოსავლის მეტ ნამატს, მაქსიმალურ ანაზღაურებას და სამეურნეო თვალსაზრისით რომელი ნორმაა საუკეთესო.

სასუქის ოპტიმალური ნორმა შეფარდებითი სიდიდეა. იგი მრავალ პირობაზეა დამოკიდებული. მაგალითად, აზოტის ოპტიმალური ნორმა მორწყვის პირობებში სხვაა, ვიდრე მორწყვის გარეშე და ა. შ., ე. ი. სასუქის ნორმის ეფექტურობას ფონი განსაზღვრავს. ამიტომ ბუნებრივია, რომ სხვადასხვა სასუქის ნორმაზე ჩატარებული ცდები გადადის კომპლექსურ ცდაში, რომლის მეშვეობით შესაძლებელი ხდება მეურნეობის კონკრეტულ პირობებში, ცალკეული საკვები ნივთიერების ოპტიმალური შეფარდების შესწავლა.

საკვები ელემენტების ნორმისა და შეფარდების შესასწავლად, ცდის

სქემაში მრავალვარიანტობის თავიდან ასაცილებლად, ა. სოკოლვის მიერ დამუშავებულია სრული მინერალური სასუქის ნორმებისა და შეფარდების დადგენის სქემა, რომელიც ითვალისწინებს ვარიანტების ბლოკებად ან რგოლებად დაყოფას:

ა	ბ	ბ
1. საკონტროლო (უსასუქოდ)	1. საკონტროლო (უსასუქოდ)	1. საკონტროლო (უსასუქოდ)
2. $P_{90}K_{90}$ —ფონი	2. $N_{90}K_{90}$ —ფონი	2. $N_{90}P_{90}$ —ფონი
3. $P_{90}K_{90}+N_{90}$	3. $N_{90}K_{90}+P_{90}$	3. $N_{90}P_{90}+K_{90}$
4. $P_{90}K_{90}+N_{90}$	4. $N_{90}K_{90}+P_{90}$	4. $N_{90}P_{90}+K_{90}$
5. $P_{90}K_{90}+N_{120}$	5. $N_{90}K_{90} \rightarrow P_{120}$	5. $N_{90}P_{90}+K_{120}$
	6. $N_{90}K_{90}+P_{180}$	

ამგვარი მინდვრის ცდა საშუალებას იძლევა კონკრეტულ ნიადაგურ და სამეურნეო პირობებისათვის დავადგინოთ: საკვები ელემენტების ოპტიმალური ნორმა და შეფარდება; ლაბორატორიული მეთოდებისათვის ნიადაგში საკვები ნივთიერებების შემცველობის კრიტიკული მაჩვენებლები და სხვადასხვა მცენარის მოთხოვნილება საკვები ელემენტებისადმი.

სასუქების შეტანის ტექნიკა. მინდვრის ცდის სქემა სასუქების შეტანის ტექნიკის (ვადა, წესი და სხვ.) შესასწავლად, გარდა ახალი წესისა, აუცილებლად უნდა შეიცავდეს შესადაარებელ ვარიანტებს: უსასუქო ან ფონის და სხვა სასუქის გამოყენების სტანდარტულ წესს.

ცდის შედეგების შედარება, უსასუქო ან ფონისა და სტანდარტულ წესს შორის, წარმოდგენას იძლევა სასუქის ეფექტურობაზე ცდაში, ხოლო სტანდარტულ წესსა და ახალ წესს შორის შედარება იმ ეფექტზე, რასაც ახალი წესი იძლევა.

სასუქის ტექნიკის შესწავლისათვის, ზოგჯერ აუცილებელია ცდის სქემაში ახალი საკონტროლო ვარიანტის შეტანა. მაგალითად, თუ ახალ წესს ვსწავლობთ ნიადაგის ღრმად დამუშავებასთან დაკავშირებით, მაშინ ცდის სქემაში უნდა იყოს ვარიანტი — ნიადაგის ღრმად დამუშავება უსასუქოდ. გარდა ამისა, აუცილებელია ცდის ყველა ვარიანტში სასუქის საკვები ელემენტის ნორმა ტოლი იყოს. მაგალითად, თუ ცდა ითვალისწინებს აზოტით გამოკვებას, მაშინ ცდის სქემაში ასეთი ვარიანტი უნდა მონაწილეობდეს, მაგრამ გამოკვება უნდა ჩატარდეს აზოტის წლიური ნორმის გაუდიდებლად.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს სასუქის ოპტიმალური ნორმის შერჩევას, რადგანაც მთელი რიგი სასუქების შეტანის წესები,

მაგალითად, ადგილობრივი შეტანა, მაღალ ეფექტს იძლევა მხოლოდ განსაზღვრული ნორმის შემთხვევაში.

კომპლექსური ან მრავალფაქტორიანი ცდის სქემები. კომპლექსურ, ანუ მრავალფაქტორიან ცდაში ერთდროულად ისწავლება სხვადასხვა სასუქი, მათი სხვადასხვა ნორმა, შეთანწყობა სხვადასხვა აგროტექნიკურ ხერხებთან (მორწყვის ნორმა, ნიადაგის დამუშავების წესები, თესვ-ბრუნვაში კულტურათა მორიგეობა და სხვ.). ე. ი. ერთდროულად ისწავლება მცენარის მოსავალზე მოქმედი ცდაში მონაწილე ორი ან რამდენიმე ფაქტორი, მათი ურთიერთქმედება.

მრავალფაქტორიან ცდაში ყველა შესასწავლ, აგროტექნიკური ფონისათვის საკონტროლო ვარიანტს წარმოადგენს უსასუქო ვარიანტი, ასევე სტანდარტული სასუქის ვარიანტი.

მრავალფაქტორიანი ცდის სქემის შედგენა შეიძლება ორთოგონალური (სწორკუთხოვანი) პრინციპით. ე. ი. სრული ფაქტორიალური ექსპერიმენტით, რომელშიც ერთი ფაქტორის (სასუქის) ყოველი ნორმა სხვა ნორმებს შეესაბამება, ე. ი. განხორციელებულია შესასწავლი ფაქტორების ყველა შესაძლებელი შეფარდება.

მრავალფაქტორიანი ცდის კარგ მაგალითს წარმოადგენს ჟორჟ-ვილის 8-ვარიანტიანი კლასიკური სქემა, სადაც სამი ფაქტორი NPK ორი ნორმით — 0 და 1 ისწავლება. ცდის ეს სქემა შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი ფორმულით $2 \times 2 \times 2 = 8$ ვარიანტს. თუ სამი ფაქტორი ისწავლება, მაშინ ფორმულა ასეთ სახეს მიიღებს $3 \times 3 \times 3 = 27$ ვარიანტს, ოთხი ფაქტორის შემთხვევაში $4 \times 4 \times 4 = 64$ და ხუთის შემთხვევაში $5 \times 5 \times 5 = 125$ ვარიანტი იქნება. ე. ი. ნორმის გადიდებასთან ერთად, ვარიანტთა რიცხვი პროგრესულად იზრდება.

იმ სქემის მიხედვით, რომელშიც ვარიანტთა რიცხვი ასე მრავალი იქნება, მონდგრის ცდის ჩატარება შეუძლებელია. ამიტომ ვარიანტთა რიცხვის შემცირების მიზნით, მრავალფაქტორიანი ცდის სქემის შედგენა შეიძლება შერჩევის ან სინთეტიკური ცდის პრინციპით. იგი თანაბრად ასახავს შესასწავლად აღებული სასუქის მზარდი ნორმების მოქმედების ყველა მხარეს. მაგრამ ორთოგონალობის ამგვარი დარღვევა იწვევს დასკვნების სარწმუნოების შემცირებას.

მრავალფაქტორიან ცდაში, ვარიანტების აღსანიშნავად, საერთოდ მიღებულ სიმბოლოებს (N, P, K) არ იყენებენ. მათ ნაცვლად ციფრს წერენ, რაც მიგვანიშნებს სასუქის ნორმას პირობით ერთეულში. მაგალითად, ვარიანტი $N_1P_3K_2$ (სასუქის ნორმა 1—3—2) ჩაიწერება 132, ან ვარიანტი $N_3P_4K_2$ — 342 და ა. შ.

სასუქებისა და აგრონიადაგმცოდნეობის საკავშირო ინსტიტუტმა კვლევის სიზუსტის ამაღლებისათვის, დაამუშავა განმეორებათა შორის

ვარიანტების ბლოკებად დაყოფის წესი. იგი $3 \times 3 \times 3 = 27$ ვარიანტი ცდის სქემის დროს სამი ბლოკისაგან შედგება:

I ბლოკი	102	012	210	111	120	201	000	222	021
II ბლოკი	101	002	122	110	011	020	212	221	200
III ბლოკი	220	111	010	121	202	112	100	001	022

ეს ბლოკები, ერთმანეთისაგან მათში შემავალი ვარიანტების შედგენილობით განსხვავდება, მაგრამ ერთგვაროვანია სამი ფაქტორის ეფექტისა და წყვილის ურთიერქმედების ფარგლებში. ასევე ყველა ფაქტორის ნორმათა ჯამი ყველა ბლოკში ერთნაირია.

ცდის სქემების ბლოკებად დაყოფა, ცდის სქემის კონსტრუქციიდან გამომდინარე, შეიძლება ჩატარდეს ერთი ან ორი მიმართულებით, რაც თავის მხრივ საშუალებას იძლევა ნიადაგის ნაყოფიერების სიჭრელე აღრიცხოს როგორც ერთი, ისე ორივე მიმართულებით (პორიზონტალურად — მწკრივის ბლოკები, ვერტიკალურად — სვეტის ბლოკები).

მინდვრის ცდისათვის კვლევის პროგრამა

მინდვრის ცდის სქემასთან ერთად, ცდისაგან სწორი შედეგების მისაღებად, დიდი მნიშვნელობა აქვს მინდვრის ცდის პროგრამის დამუშავებას.

მინდვრის ცდის პროგრამა უნდა მოიცავდეს აგროტექნიკის საკითხებს: ნაკვეთის მომზადება ცდისათვის, სასუქის ნორმის განსაზღვრა, მათი ნიადაგში შეტანის ვადა და წესი, საცდელი ნაკვეთის მოვლა და სხვ. ასევე თანამგზავრ დაკვირვებებსა და გამოკვლევებს, როგორც ხარისხობრივს (ვიზუალურ), ისე რაოდენობრივს (ფენოლოგიური, ნიადაგურ აგროქიმიური, მეტეოროლოგიური, ფიტო და ენტომოლოგიური, მცენარის ანალიზი, მოსავლის აღრიცხვის მეთოდი და ელემენტები და სხვ.). თემის ამოცანებიდან გამომდინარე, კულტურის თავისებურებისა და სხვა პირობების გათვალისწინებით, მასში მოტანილი უნდა იყოს მცენარის კვების პირობებზე დაკვირვებები და გამოკვლევები, რათა დაეადგინოთ შესასწავლი ფაქტორის გავლენა მცენარეში N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO, B, Cu, Mo, Mn, CO და სხვა საკვები ელემენტების შეღწევისა და ნიადაგიდან მათ გამოტანაზე, ასევე მისი გავლენა მოსავლის შექმნასა და მის ხარისხზე.

მცენარის ნიმუშების აღება ხდება დინამიკაში — ვეგეტაციის მსვლელობის პერიოდში, განვითარების ძირითადი ფაზების მიხედვით ან კალენდარულ ვადებში, მაგალითად, — დეკადაში; ასევე ვეგეტაციის დამთავრებისას — მოსავლის აღების დროს. ნიმუშების აღება ხდება ყველა ვარიანტში თანაბრად, განსაზღვრული ფართობიდან ან მცენარეთა რიცხვიდან.

ანალიზის მონაცემების მიხედვით ხდება შესასწავლი ფაქტორის გავლენის დადგენა მოსავლის ფორმირების ტემპზე, მცენარის მიერ საკვებო ნივთიერებების ბიოლოგიურ და სამეურნეო გამოტანაზე.

ნიადაგის ნიმუშებს იღებენ ცდის დაწყებამდე და ცდის მსვლელობის პერიოდში. ცდის დაწყებამდე აღებული ნიმუშების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს წარმოდგენა ვიქონიოთ ნიადაგის აგროქიმიურ დახასიათებაზე, დავადგინოთ სასუქების სწორად გამოყენების ოპტიმალური ვარიანტი. ხოლო ცდის მსვლელობის პერიოდში აღებული ნიმუშების ანალიზით დგინდება მოქმედი ფაქტორის გავლენა ნიადაგის აგროქიმიურ და აგროფიზიკურ ცვლილებებზე.

ცდის ყოველი განმეორებიდან ნიმუშების აღების რაოდენობა დამოკიდებულია დანაყოფის ფართობსა და სხვა პირობებზე. 100 მ² ნაკლები ფართობის მქონე დანაყოფიდან ნიმუში 6—8 წერტილში აიღება, ხოლო 100—200 მ²-იან დანაყოფზე 15—20 წერტილში, მათგან დგება შერეული ნიმუში.

სისტემატური შეცდომების ასაცილებლად, ნიადაგის ნიმუშების აღება უმჯობესია რენდომიზაციის მეთოდით, რომელიც ბ. პერეგულოვის აზრით უმჯობესებს ინფორმაციის ხარისხს, მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების მეთოდების გამოყენების საიმედო საშუალებას იძლევა.

ნიადაგის ნიმუშების აღება ბურღით, როგორც წესი, ხდება სახნავი ფენიდან, მაგრამ ცდის ამოცანებიდან გამომდინარე, ნიადაგის ნიმუშებს უფრო ღრმა ფენიდანაც იღებენ, მაგალითად, ჩაის პლანტაციისაში—0—15, 15—30 და 30—45 სმ, ციტრუსების ბაღში—0—20, 20—40 და 40—60 სმ და სხვ. როცა ნიადაგის შესწავლა ხდება ჰრილში, მაშინ ნიმუშებს გენეტიკური ჰორიზონტების მიხედვით იღებენ.

სასუქებზე მინდვრის ცდის ჩატარება

მინდვრის ცდაში შესასწავლი ფაქტორისაგან ზუსტი შედეგის მისაღებად, ცდის შედეგის ობიექტურად შესაფასებლად, დიდი მნიშვნელობა აქვს ცდის მეთოდოლოგიით გათვალისწინებული საკითხების შესრულებას, როგორც ცდის დაწყების წინ, ისე ექსპერიმენტის ჩატარების დროს.

საცდელი ნაკვეთის მომზადების შემდეგ ნაკვეთის სქემატური გეგმა დგება. გეგმაზე აღინიშნება საცდელი ნაკვეთის საზღვრები, გეოგრაფიული მხარეების მიხედვით, ვარიანტებისა და განმეორებების განლაგება, დანაყოფის ფორმა, მთლიანი და სააღრიცხვო ფართობი, მოსაზღვრე დანაყოფებს შორის დამცველი ზოლი და სხვ. ყოველივე ეს შეიტანება მინდვრის ცდის დღიურში.

საცდელი ნაკვეთის სქემატური გეგმის შედგენის შემდეგ ტარდება მისი გადატანა ნაკვეთზე. ე. ი. საცდელი ნაკვეთის აგეგმვა-დანაყოფების (განმეორებების) გამოყოფა.

ამ მიზნისათვის საცდელ ნაკვეთზე პირველ რიგში გაჰყავთ ყველაზე გრძელი სწორი ხაზი (AD), რომლის ბოლოებზე აყენებენ საყეს (სარს), დაუშვებენ მართობს და აგებენ სწორ კუთხეს. მართობზე გადაზომავენ მხარეებს AB და DC, რომელთა ბოლოებში აყენებენ საყეს. მათგან გადაზომავენ BC მანძილს. თუ BO ტოლია AD ხაზის სიგრძისა, მაშინ საცდელი ნაკვეთის კონტური სწორად არის გამოყოფილი (სურ. 4), დასაშვებია მათ შორის სხვაობა, ყოველ 100 მ არა უმეტეს 5—10 სმ.

საცდელ ნაკვეთზე სწორი კუთხის აგება ხდება ეკერის ან თეოდოლიტის გამოყენებით, მათი უქონლობის შემთხვევაში იყენებენ რულეტს.

საცდელი ნაკვეთის საერთო კონტურის გამოყოფის შემდეგ აწარმოებენ ზოლების გამოყოფას. მაგალითად, AD ხაზიდან გადაზომავენ 30 მ, დააყენებენ სარს, შემდეგ გამოყოფენ საფარ ზოლს — 5 მ, დააყენებენ სარს, ასევე იქცევიან სხვა ზოლების გამოსაყოფად. ამავე წესით გამოყოფენ კონტურის მეორე მხარეზე BC ხაზიდან ზოლებს. ამის შემდეგ ახდენენ დანაყოფის ფართობის გამოყოფას, რისათვისაც AB და EF ხაზზე გადაზომავენ დანაყოფის განს (დაეუშვათ 10 მ) და დააყენებენ სარს. ასევე გააგრძელებენ მას ზოლის ბოლომდე და სხვა ზოლებში. ყოველ დანაყოფზე კეთდება ეტიკეტი. მასზე აღინიშნება ვარიანტისა და განმეორების ნომერი. მაგალითად, ცდის პირველ დანაყოფზე 1/1, სადაც პრიცხველი ვარიანტისა და მნიშვნელი განმეორების რიგით ნომერს მიგვანიშნებს.

საცდელ ნაკვეთზე ჩატარებული ყოველგვარი სამუშაო მაშინვე შეიტანება დღიურში. იგი თარიღდება და მტკიცდება შემსრულებლისა და მონაწილეთა ხელის მოწერით.

სასუქების შეტანა. მიწის ცდის შედეგების საიმედოობა დამოკიდებულია თითოეული დანაყოფისათვის სასუქის ნორმის სწორად განსაზღვრასა და წესიერად შეტანაზე. ამ საქმეში დაშვებული შეცდომის გამოსწორება, ასევე გამოვლინებაც, პრაქტიკულად შეუძლებელია.

საცდელი დანაყოფისათვის სასუქის ნორმის დადგენა ხდება შემდეგი ფორმულით: $X = \frac{a \cdot C}{100 \cdot b}$, სადაც X დანაყოფზე შესატანი სასუქია, კგ;

a — საკვები ელემენტის ნორმა კგ/ა; b — საკვები ელემენტის შემცველობა სასუქში %; C — დანაყოფის ფართობი მ².

დანაყოფზე შესატანი სასუქის მასა აწონის ღროს, შემდეგი სიზუსტით უნდა დამრგვალდეს: 1 კგ-მდე — 1 გ სიზუსტით; 1—10 კგ-მდე — 10 გ და 10 კგ-ზე მეტი მასა — 100 გ სიზუსტით.

სასუქის აწონა წინასწარ ლაბორატორიაში ან მინდვრის პირობებში შეიძლება ჩატარდეს. აწონის წინ სასუქი გულდასმით უნდა დაქუცმაცდეს და გაიცრას. თუ რამდენიმე სასუქი ერთდროულადაა შესატანი. მათი შეტანა ცალ-ცალკე ან ერთად, ნარევის სახით შეიძლება. ამ შემთხვევაში გასათვალისწინებელია მათი შერევის პირობები.

სასუქების შეტანის დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს მათ თანაბარ განაწილებას დანაყოფის მთელ ფართობზე. მათი შეტანა შეიძლება ჩატარდეს სასუქის შემტანი მანქანით ან ხელით.

საცდელი ნაკვეთის მოვლა. საცდელ ნაკვეთზე ყველა აგროტექნიკური ღონისძიება უნდა ჩატარდეს კულტურის აგროწესების ან მეურნეობის ტექნოლოგიური რუკის მიხედვით, შემკვიდრობულ ვადებში და მაღალხარისხოვნად. აგროლონისძიებების დაგვიანებით ან უხარისხო ჩატარება, სასუქის ეფექტის შემცირებას იწვევს.

მოსავლის აღება და აღრიცხვა. საცდელ ნაკვეთზე მოსავლის აღება და მისი აღრიცხვა დიდი სიზუსტით უნდა ჩატარდეს. მოსავლის აღებამდე 2—3 დღით ადრე, გულდასმით უნდა დათვალაიერდეს ცდის ყველა დანაყოფი. შემოწმდეს სააღრიცხვო ფართობი და დამცველი ზოლი. უნდა ჩატარდეს დანაყოფის, ან მისი ნაწილის წუნდება და აღრიცხვიდან გამოაღრიცხვა. დანაყოფის გამოაღრიცხვა ჩატარდება იმ შემთხვევაში, თუ ნათესის ან ნარგავის 50%-ზე მეტია დაზიანებული. და თუ ნაკლებია, მაშინ გამოირიცხება დანაყოფის მხოლოდ დაზიანებული ნაწილი. ხე მცენარეებზე წარმოებულ ცდაში დაზიანებული მცენარეები გამოირიცხება.

საცდელ ნაკვეთზე მოსავლის აღება, პირველ რიგში დამცველი ზოლისა და დაწუნებული დანაყოფიდან ან მისი ნაწილიდან იწყება.

სააღრიცხვო დანაყოფზე მოსავლის აღება ტარდება აგროწესებით გათვალისწინებულ ვადებში. ყველა დანაყოფში მოსავლის აღება ერთ დღეს ტარდება და ცალ-ცალკე აღრიცხება. მარცვლოვანი მცენარეების მოსავლის აღება და აღრიცხვა ტარდება პირდაპირი მეთოდით — დანაყოფის მთელ ფართობზე, ან არაპირდაპირი მეთოდით — დანაყოფის ნაწილზე ან კიდევ, სანიმუშო ძნების სახით. მათ შორის საუკეთესოა პირდაპირი მეთოდი. სათოხნი კულტურების, ჩაის, ტექნიკური კულტურების მოსავლის აღება და აღრიცხვა ტარდება განმეორებების მიხედვით პირდაპირი მეთოდით, ხეხილოვანი კულტურებისა — ყველა სააღრიცხვო მცენარეზე ცალ-ცალკე.

დანაყოფზე მიღებული მოსავალი გადაიანგარიშება ჰექტარზე და გამოიხატება ცენტნერობით. ცდისგან მიღებული ციფრობრივი მონაცემების დამაჯერებლობის დასადგენად აუცილებელია მათი დამუშავება ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდების გამოყენებით.

საწარმოო ცდა, ჭიმინჯატიის საშუალებების ეფექტურობის განსაზღვრა წარმოების პირობებში

საწარმოო ცდა, ეს არის სამეცნიერო ორგანიზაციების მიერ დამუშავებული, ახალი ხერხებისა და მეთოდების, წარმოებაში დასაწერგ რეკომენდაციათა წინასწარი შემოწმება. იგი საშუალებას იძლევა სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში მიზანშეწონილად გამოვიყენოთ და დავეწიგოთ მოსავლიანობის გადიდების ახალი საშუალებები, განვსაზღვროთ ამ საშუალებათა აგროტექნიკური და ეკონომიკური ეფექტი.

საწარმოო ცდის ორგანიზაციასა და ჩატარებას გააჩნია თავისებურებები. მათ განსაზღვრავს: კვლევის მიზანი და ამოცანები, მეურნეობის ბუნებრივი, ორგანიზაციული და სამეურნეო პირობები, მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა და სხვ. საწარმოო ცდის ერთიანი, სპეციალური მეთოდისა არ არსებობს. იგი უნდა შედგეს მეურნეობის კონკრეტულ, სპეციფიკური პირობების გათვალისწინებით. მაგრამ აუცილებელია, რომ საწარმოო ცდის მეთოდი, მინდვრის ცდის ძირითად მოთხოვნებს პასუხობდეს. მისი დარღვევა, ცდისგან არასწორი ინფორმაციის მიღებას გამოიწვევს.

სასურველი არ არის საწარმოო ცდაში ბევრი ვარიანტი და განმეორება იყოს. ვარიანტთა რიცხვი 4 — 5 და განმეორებებისა — 3 — 4 არ უნდა აღემატებოდეს. ფართობი სასურველი არ არის ძალზე დიდი (10 ჰა და მეტი). დიდი ფართობი იწვევს ცდის ძირითადი მოთხოვნილების — ერთადერთი განსხვავებულობის პრინციპის დარღვევას. დიდ ფართობზე ვარიანტთა განლაგება შესაძლებელია ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებული ნაყოფიერების მქონე ნაკვეთებზე მოხდეს. გარდა ამისა, დიდ ფართობზე ცდის ჩატარება მეტად შრომატევადია, ამიტომ საწარმოო ცდისათვის ფართობის შაბლონი არ არსებობს, იგი კონკრეტული პირობებისათვის ოპტიმალური უნდა იყოს.

საწარმოო ცდის პროგრამა რაც შეიძლება მარტივი უნდა იყოს, შეიცავდეს მხოლოდ აუცილებელ გამოკვლევებსა და დაკვირვებებს.

წარმოების პირობებში მეცნიერული მუშაობის შემდეგი ეტაპი არის სოფლის მეურნეობაში ჭიმინჯატიის საშუალებების ეფექტურობის აღრიცხვა.

სოფლის მეურნეობაში აგროტექნიკის ახალი ხერხის, მაგალითად, სასუქის სახე, ფორმა, ნორმა, შეტანის ვადა, წესი და სხვ. დანერგვა, როგორც წესი, უფრო დიდ ფართობზე ტარდება, ვიდრე მინდვრის სტაციონარულ ცდაში. ამიტომ ცდის შედეგების აღრიცხვა აქ სპეციფიკურია.

საწარმოო ცდაში მოსავლის აღრიცხვისათვის შემდეგნაირად იქცევიან. წარმოებაში არსებულ ნათესში, ნარგაობაში (მრავალწლიანი მცენარეები) გამოყოფენ 3—4 ზოლს ან მცენარეთა ჯგუფებს (განმეორებებს), გაუნოყიერებელი ვარიანტისათვის. იგი წარმოადგენს საკონტროლო ვა-

რიანტს. მასთან ხდება განოციერებულ ან სხვა დასანერგად აღებულ ვარიანტში მიღებული მოსავლის შედარება.

საკონტროლო და დასანერგი ვარიანტის ზოლის განმეორებათა რიცხვი და ფართობი, ასევე მათი სააღრიცხვო ფართობი ვარიანტებში, აუცილებლად ტოლი უნდა იყოს. თითოეული განმეორების ფართობი 0,1—0,25 ჰა და ვარიანტისა — 0,3—0,4; 0,75—1,0 ჰა-ს არ უნდა აღემატებოდეს.

მეთოდურად დაუშვებელია ნაკვეთის ირგვლივ ან გზის პირას საკონტროლო ვარიანტის (ზოლის) გამოყოფა. იგი მათგან დაშორებული უნდა იყოს სულ ცოტა 20—30 მ. ნაკვეთის ირგვლივ და გზის გასწვრივ მცენარეთა არსებობის პირობები არსებითად განსხვავდება ნაკვეთის შუა მდებარე ზოლისაგან. ამიტომ საკონტროლო ზოლი ისე უნდა განლაგდეს, რომ იგი მოიცავდეს ნაკვეთის ყველა შესაძლებელ განსხვავებულობას. საკონტროლო ზოლი განოციერებული ზონის პარალელურად უნდა იყოს განლაგებული.

საწარმოო ცდაში მოსავლის აღება, მინდვრის სტაციონარული ცდის ანალოგიურად, პირველ რიგში დამკველ ზოლებში ტარდება. შემდეგ — სააღრიცხვო დანაყოფებზე და ხდება მათი ცალ-ცალკე აღრიცხვა. აღრიცხვის მეთოდებიდან რეკომენდებულია პირდაპირი მეთოდი.

საწარმოო ცდისგან მიღებული შედეგების ობიექტური შეფასებისათვის აუცილებელია: მათემატიკური, აგროტექნიკური და ეკონომიკური ანალიზი. ცდის შედეგების მიმართ ამგვარი მიდგომა მეურნეობის კონკრეტულ პირობებში დასანერგი ღონისძიებების ვარგისიანობაზე მიგვანიშნებს.

სავეგეტაციო მეთოდი

სავეგეტაციო ცდა, ცდის ბიოლოგიურ მეთოდებს მიეკუთვნება. სავეგეტაციო ცდის მეთოდის დამუშავება, სავეგეტაციო სახლის აგება და ცდებისათვის გამოყენება, დაკავშირებულია დიდი რუსი მეცნიერის კ. ტიშირიაზევის სახელთან.

სავეგეტაციო ცდის მეთოდი დამუშავებულია, როგორც აგროქიმიური მეთოდი, მაგრამ მას ფართოდ იყენებენ, ასევე მცენარეთა ფიზიოლოგიაში, სელექციაში, ფიტოპათოლოგიაში.

სავეგეტაციო ცდა სასუქებზე, ეს არის ცდების ჩატარება ხელოვნურ პირობებში — სავეგეტაციო სახლში, ხოლო მცენარეთა აღზრდა, ხელოვნურ არეში — ქურქულში. მისი მიზანია მცენარეთა კვების პირობების, მცენარეში ნივთიერებათა ცვლისა და ნიადაგის ნაყოფიერების შესწავლა.

სავეგეტაციო ცდის მეთოდით ისწავლება სხვადასხვა მცენარის კვების თავისებურებანი, დგინდება კვების პირობების რეგულირების შესაძლებ-

ლობანი, ხდება მოსავლიანობის ამალღებისა და მისი ხარისხის გაუმჯობესების ხერხების თეორიული დასაბუთება და სხვ.

სავეგეტაციო ცდის მეთოდით დადგინდა მცენარისათვის საჭირო მაკრო და მიკროელემენტები, საკვები ნივთიერების ფორმები და ნაერთები, რომლებიც შეუძლია შეითვისოს მცენარემ, პარკოსან მცენარეთა მიერ ატმოსფეროს აზოტის შეთვისებაში კოჟრის ბაქტერიების სიმბიოზის მნიშვნელობა და მრავალი სხვა საკითხი.

სავეგეტაციო ცდა, კვლევის მიზნისა და ამოცანებიდან გამომდინარე, შეიძლება გაგრძელდეს რამდენიმე დღიდან თესლის სრულ მომწიფებამდე, მრავალწლიან ცდებში — რამდენიმე წელი.

სავეგეტაციო ცდის სახეებია: ნიადაგის, ქვიშისა და წყლის კულტურები.

ნიადაგის კულტურა. სავეგეტაციო ცდაში ყველაზე გავრცელებულ და ძირითად სახედ (მოდულიკაციად) ნიადაგის კულტურა ითვლება. მას სისტემაში მცენარე — სასუქი — ნიადაგი განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ურთიერთქმედების შესასწავლად.

ნიადაგის კულტურისათვის ნიადაგის შერჩევა და მისი ნიმუშების აღება მეტად საპასუხისმგებლო საქმეა. ნიადაგი უნდა შეესაბამებოდეს კულტურის მოთხოვნას. მაგალითად, ჩაის მცენარის მიმართ ცდის ჩასატარებლად უნდა შეირჩეს მხოლოდ მკაფე ნიადაგი და სხვ. ყველა საცდელ ჭურჭელში საწყისი ნიადაგი, ნაყოფიერებისა და აგრეგატული შედგენილობის მიხედვით ერთგვაროვანი უნდა იყოს.

სავეგეტაციო ცდისათვის ნიადაგს ნაკვეთის რამდენიმე ადგილზე იღებენ. კარგად აურევენ ერთმანეთში, შემდეგ 3 მმ-იან ცხავში გაატარებენ. ამ წესით მომზადებული ნიადაგი ერთსახელოვანი ვარიანტების განმეორებებიდან შემთხვევითი ცდომილებების გამოთიშვას უზრუნველყოფს.

სავეგეტაციო ცდისათვის, ძირითადად, გამოიყენება ნიადაგის ზედა-სახნავი ფენა. ამიტომ სავეგეტაციო ცდაში, მცენარის მიერ ნაკლები საკვები ნივთიერებები გამოიყენება, ვიდრე მინდვრის პირობებში. ეს იმიტომ ხდება, რომ ბუნებრივ პირობებში, მცენარის მიერ საკვები ნივთიერებების შეთვისება, გარდა სახნავი ფენისა, ქვედა ფენებიდანაც ხდება.

სავეგეტაციო ცდისათვის აღებული ნიადაგის შესახებ შემდეგი მონაცემებია საჭირო: ნიადაგის აღების პუნქტის დასახელება; ნიადაგის დასახელება; მინდვრის დასახელება; ნაკვეთის ისტორია, მათ შორის ნაკვეთზე მიღებული საშუალო მოსავალი.

სავეგეტაციო ცდაში, მცენარე არახელსაყრელი ამინდის პირობების გავლენას ნაკლებად განიცდის, ვიდრე ბუნებრივ პირობებში. მაგალითად, ტენის ნაკლებობა ან სიჭარბე. საქმე ისაა, რომ სავეგეტაციო ცდაში ექსპერიმენტატორი მის რეგულირებას კვლევის გეგმის მიხედვით ახდენს.

სავეგეტაციო ცდაში მცენარისათვის ხელოვნურად არის შექმნილი ოპტიმალური პირობები. ამიტომ შესასწავლად აღებული ფაქტორისაგან შედეგი ყოველთვის უფრო რელიეფურად ვლინდება, ვიდრე ბუნებრივ პირობებში. ამავე დროს, სავეგეტაციო ცდის სხვა სახეებთან შედარებით, ნიადაგის კულტურა უფრო ახლოა ბუნებრივ პირობებთან, ასევე მინდვრის ცდასთან, მაგრამ სავეგეტაციო ცდის მონაცემების უშუალო გადატანა წარმოების პირობებში სწორი არ არის. საქმე ისაა, რომ ნიადაგის კულტურაზე წარმოებული ცდა წარმოადგენს იძლევა შესასწავლად აღებული ხერხის მხოლოდ ხარისხობრივ და არა რაოდენობრივ მახასიათებელზე. ამ მეთოდით შეიძლება ხერხის — ეფექტურობის შესწავლა, მაგრამ შეუძლებელია მინდვრის პირობებისათვის ნამატი მოსაელის მიღების დონის დადგენა.

სავეგეტაციო ცდისათვის მიღებულია ძირითადი საკვები ელემენტების გამოყენება 1 კგ მშრალ მასაზე შემდეგ ფარგლებში (გ):

N — 0,05—0,20

P₂O₅ — 0,05—1,15

K₂O — 0,05—0,20

ზ. ჟურბიკის რეკომენდაციით, სავეგეტაციო ცდისათვის შეიძლება საკვები ელემენტების შემდეგი რაოდენობის გამოყენება (ცხრ. 160).

ცხრილი 160. სასუქის ნორმები სავეგეტაციო ცდისათვის
(ნიადაგის კულტურა, გ 1000 გ მშრალ ნიადაგზე)

კულტურა	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
მარცლოვანები	0,15	0,10	0,10
პარკოსნები	0,10—0,15	0,10—0,15	0,10—0,15
კარტოფილი	0,12	0,20	0,28
შაქრის ჰარხალი	0,15	0,22	0,22
სელი	0,05—0,07	0,10—0,12	0,06—0,10
ბამბა	0,24	0,36	0,06—0,09
თამბაქო	0,02—0,03	0,10—0,20	0,20—0,30
კომბოსტო	0,15—0,20	0,20—0,25	0,20—0,25
პომიდორი	0,10—0,15	0,15—0,20	0,20—0,25
კიტრი	0,15—0,20	0,15—0,20	0,20—0,25
სუფრის ჰარხალი	0,15—0,20	0,20—0,25	0,20—0,25
სტაფილო	0,15—0,20	0,20—0,25	0,20—0,25
ხახვი	0,10—0,15	0,10—0,15	0,15—0,20

სავეგეტაციო ცდაში, რამდენიც არ უნდა ვეცადოთ, შეუძლებელია მინდვრის პირობების შექმნა. მაგრამ ყველა ჭურჭელში აუცილებელია ერთნაირი პირობები იყოს. ამავე დროს უნდა განხორციელდეს ზრდის ფაქტორების (სინათლე, სითბო, ტენი და სხვ.) ოპტიმალური პირობების შეთანწყობა.

სავეგეტაციო ცდის ჩატარების ტექნიკა

სავეგეტაციო ცდა, როგორც აღვნიშნეთ, ხელოვნურ პირობებში — ჭურჭლებში ტარდება. ცდაში გამოყენებულ ჭურჭელს სავეგეტაციო ჭურჭელი ჰქვია. სავეგეტაციო ცდისათვის გამოიყენება მინის, მეტალის (თუნუქის) ან პლასტმასის ჭურჭელი.

იმასთან დაკავშირებით, რომ სავეგეტაციო ცდაში მცენარისათვის მიახლოებით ერთნაირი პირობებია შექმნილი, ცდის სქემაში დასაშვებია მეტი ვარიანტის არსებობა, ვიდრე მინდვრის ცდაში. განმეორებათა რიცხვი დამოკიდებულია შესასწავლი კულტურების ბუნებაზე (მთლიანი თესვის, სათოხნი თუ მრავალწლიანი), ასევე ცდის მიზანსა და ამოცანებზე. იგი შეიძლება 2—4 ან 6—8 განმეორებით ჩატარდეს.

სავეგეტაციო ცდაში მკაცრად უნდა იყოს დაცული ერთი განსხვავებულიობის პრინციპი. ამიტომ დაცული უნდა იყოს შემდეგი აუცილებელი პირობა: ნიადაგი ერთგვაროვანი, ჭურჭლები ერთი ზომის უნდა იყოს. ყველა ჭურჭელი თანაბრად უნდა დაიტენოს ნიადაგით, ცდაში მაღალი აღმოცენების უნარის მქონე თესლი უნდა გამოიყენოთ, საცდელი მცენარეები ერთი ჯიშის უნდა იყოს. მცენარეთა მოვლა, მათ შორის მორწყვა, გარდა შესწავლილი ფაქტორისა, ყველა ჭურჭელში ერთნაირად და ერთდროულად უნდა ტარდებოდეს.

სავეგეტაციო ცდისათვის უმჯობესია ნიადაგი ავიღოთ გაზაფხულზე, კარგ ამინდში. ამ შემთხვევაში ნიადაგი არ იზილება და იოლია მისი მომზადება ჭურჭლის დასატენად. მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის გარემოება რომ გაზაფხულზე აღებულ ნიმუშში გაძლიერებულია აზოტის ნიტრიფიკაცია და ფოსფორის იმობილიზაცია, ამიტომ მცენარე ნაკლებად რეაგირებს აზოტთან და მეტად ფოსფორიანი სასუქის მიმართ. ნიადაგის აღება ხდება ერთგვაროვანი ნაკვეთიდან, ძირითადად სახნავი ფენის ნიადაგი გამოიყენება. ჭურჭლის გასავეგებად მომზადებული ნიადაგის ნაზავიდან ხდება საანალიზოდ შერეული ნიმუშის აღება. მასში განისაზღვრება აგროქიმიური მაჩვენებლები, ასევე ტენი. ტენის განსაზღვრის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს, მისი შემცველობის მიხედვით დგინდება აბსოლუტური მშრალი მასა და ჭურჭლის მორწყვის ნორმა.

ცდის დაწყების წინ მოცულობით (სიმაღლე და დიამეტრი) ერთნაირი ჭურჭელი უნდა შეირჩეს. ჭურჭლის შერჩევა ხდება იმის მიხედვით, თუ

რომელ კულტურაზე ტარდება ცუა. მარცვლოვანი კულტურებისათვის უფრო მცირე მოცულობის ჭურჭელი (15×30 სმ) გამოდგება, ვიდრე სათონი კულტურებისათვის (25×30 ან 30×30 სმ). მრავალწლიანი კულტურებისათვის (ჩაი, ციტრუსი და სხვ.) ჭურჭლის მოცულობა 40×50 სმ უნდა იყოს. ცდაში გამოყენებულ ყველა სავეგეტაციო ჭურჭელში ნიადაგის თანაბარი მასა უნდა იყოს. ჭურჭლების წონაში გათანაბრება მინის ნატეხების გამოყენებით ხდება. მინის ნატეხს ჭურჭლის ფსკერზე ცენტრიდან 30° დახრილობის კუთხით აწყობენ, მას დოლბანდის ნაჭრით ფარავენ, იგი ამავე დროს ღრენაჟის როლს ასრულებს. დოლბანდის ზემოთ 1,5—2 სმ-ზე მინის მილი უნდა მოვათავსოთ, იგი მოსარწყავადაა საჭირო.

სავეგეტაციო ჭურჭლის ნიადაგით შევსება შემდეგნაირად ხდება. პირველ რიგში ტექნიკურ სასწორზე აწონიან სასინჯ წონაკს. ნიადაგით ჭურჭელი ისე უნდა აივსოს, რომ ჭურჭლის ზედა ნაწილში შეუვსებელი ადგილი 2—2,5 სმ იყოს. ეს საჭიროა კვარცის სილის მოსათავსებლად და მოსარწყავად. როცა ცდაში გამოყენებული ჭურჭლისათვის ნიადაგის საკონტროლო მასას დავადგენთ, შემდეგ ვიწყებთ ნიადაგის აწონას ყველა ჭურჭლისათვის. აწონილი ნიადაგი პირველ რიგში კარგად უნდა შევუროთ, შემდეგ გადავიტანოთ ჭურჭელში. ჭურჭლების ერთნაირად დასატკეპნად უკეთესია ყველა ჭურჭელი, ერთ ცდაში, ერთმა ადამიანმა შეავსოს და დატკეპნოს.

სავეგეტაციო ცდაში გამოიყენება როგორც წარმოებაში გამოყენებული სასუქი, ისე წმინდა მარილი. რომელიც ნაკლებ ბალასტს უნდა შეიცავდეს. წყალხსნადი სასუქები—აზოტიანი და კალიუმიანი, ხსნარის სახით შეიტანება ჭურჭელში, ამისათვის ყოველ გ საკვებ ელემენტს 50—100 მლ წყალში ხსნიან. წყლის ამდენივე რაოდენობა უნდა დაემატოს სხვა ჭურჭლებსაც, სადაც სასუქი ხსნარის სახით არ შეიტანება. წყალში არააქსნადი სასუქები, კირიანი სასუქი და ზოგიერთი ფოსფორიანი სასუქი მშრალი სახით უნდა შეუვრიოთ ნიადაგს, ჭურჭლის დატენის წინ.

სავეგეტაციო ცდისათვის თესლი წინასწარ უნდა შეირჩეს. უნდა დამუშავდეს 1%-იანი ფორმალინის ხსნარით, გაირეცხოს წყლით, 20—25°C-ზე გალივდეს, შემდეგ ხდება მისი ჭურჭელში ჩათესვა. ჭურჭელში თესლის ჩათესვის სიღრმე შეიძლება იყოს 0,5—6 სმ-მდე და დამოკიდებულია თესლის აბსოლუტურ მასაზე. მსხვილი თესლი უფრო ღრმად, ხოლო წვრილი—ზედაპირულად ჩათესება, ჩათესვის სიღრმე და თესლის რაოდენობა ყველა ჭურჭელში ერთნაირი უნდა იყოს. იგი ერთდროულად უნდა ჩატარდეს და სასურველია ერთ პიროვნებას მიენდოს. წვრილი თესლის ჩათესვა შეიძლება წინასწარ გალივების გარეშე ჩავატაროთ, მაგრამ თესვამდე მისი აღმოცენების ხარისხი უნდა დაეადგინოთ.

თესლის ჭურჭელში ჩათესვა შემდეგნაირად ხდება. ჭურჭლის ზედა ფენიდან 0,3—0,5 სმ ნიადაგს მოაცილებენ, თესლის საჭირო რაოდენო-

ბას თანაბრად გაანაწილებენ ჭურჭლის ზედაპირზე, შემდეგ მოცილებული ნიადაგით დაფარავენ, ყოველ ჭურჭელს 200—300 გ კვარცის სილას მოაყრიან. კვარცის სილა ნიადაგს იცავს გამოშრობისა და წყლის აორთქლებისაგან, წინ აღუდგება ნიადაგის ქერქის წარმოქმნას და დასკდომას.

სავეგეტაციო ჭურჭელში მცენარის განვითარება დიდად არის დამოკიდებული ტენიანობაზე. მისი როგორც სიჭარბე, ისე ნაკლებობა მცენარისათვის საზიანოა. ყველა ჭურჭელში (თუ ცდა ტენიანობის შესასწავლად არ არის გათვალისწინებული) ოპტიმალური ტენიანობა, 60—80% სრული ტენტევადობიდან, თანაბრად უნდა იყოს დაცული. ცდის ამოცანიდან გამომდინარე, მოსარწყავად შეიძლება ონკანის, გამოხდილი ან 2-ჯერ გამოხდილი წყლის გამოყენება. ცხელ ამინდში, ასევე მცენარეთა ძლიერი განვითარების პირობებში მორწყვა 2-ჯერ, დღით და საღამოთი უნდა ჩატარდეს. ერთჯერ — მასის, მეორეჯერ მოცულობის წესით. მცენარის მომწიფების სტადიაში შესვლის დროს, მომწიფების დასაჩქარებლად ამცირებენ მორწყვის სიხშირეს და ნორმას.

სავეგეტაციო ჭურჭლები კარგ ამინდში, დღისით, სავეგეტაციო სახლიდან გამოაქვთ. წვიმიან ამინდში და ღამით სავეგეტაციო სახლში ათავსებენ. სავეგეტაციო სახლში ყველა ჭურჭელს განათებისა და სითბოს ერთნაირი პირობები უნდა ჰქონდეს შექმნილი, ამისათვის საჭიროა მათი ადგილის სისტემატური შეცვლა. მცენარეთა ჩაწოლის თავიდან ასაცილებლად მიმართავენ საყრდენების (ხის ან მავთულის) გამოყენებას.

სავეგეტაციო ცდაში მოსავლის აღება და მისი აღრიცხვა მცენარის სრული მომწიფების დროს ხდება. აღრიცხვა მწვანე მასა, მიწისზედა და მიწისქვეშა ნაწილები, თესლი. შემდეგ მიჰყავთ იგი ჰაერმშრალ მდგომარეობამდე. ცდის დამთავრების დროს ტარდება საანალიზოდ ნიადაგისა და მცენარის ნიმუშების აღება და მისი ეტიკეტირება. ცდის შედეგების დამუშავება ტარდება მინდვრის ცდების ანალოგიურად.

სავეგეტაციო ცდაში ჩატარებული ყველა სამუშაო (დაკვირვება, გაზომვები, აგროტექნიკური ღონისძიება და სხვ.) ყოველდღიურად შეიტანება ლაბორატორიული ცდის დღიურში.

ქვიშა და წყლის კულტურები. წყლისა და ქვიშის კულტურა უნაყოფო არეა, მაგრამ თუ მათ საკვებ ნარევეს დაეუმატებთ, შესაძლებელია მცენარის ზრდა, მოსავლის აღება და მცენარის კვების საკითხების შესწავლა. საკვები ნარევი შეიცავს მცენარის ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის საჭირო ყველა საკვებ ელემენტს, სასურველი შეფარდებით. საკვები ნარევის შედგენისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს აზოტითა და ფოსფორით კვების წყაროს შერჩევას. ისინი უნდა პასუხობდეს მცენარისათვის ოპტიმალურ არეს რეაქციას. ნარევეს, რომელშიც მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის ხელსაყრელი პირობებია შექმნილი, ნორმალური საკვები ნარევი ეწოდება. ქვიშისა და წყლის

კულტურებისათვის საკვები ნარევის შედგენილობა მრავალნაირია (ცხ. 161), მაგრამ მათ მიმართ მოთხოვნილება ერთნაირია:

1. უნდა შეიცავდეს მცენარის კვებისათვის აუცილებელ საკვებ ელემენტებს. თუ რომელიმე ელემენტი აკლია, მაშინ ელემენტთა ურთიერთშეუცვლელობის პრინციპიდან გამომდინარე, ვერ უზრუნველყოფს მცენარის ნორმალურ ზრდა-განვითარებას;

2. საკვები ნივთიერება აუცილებლად უნდა იყოს მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაში;

3. საკვებ ნარევეში საკვები ელემენტების რაოდენობა და მათი შეფარდება უნდა პასუხობდეს მაღალი მოსავლის მიღებას;

4. საკვები ნარევი უნდა იყოს ფიზიოლოგიურად გაწონასწორებული ვეგეტაციის პერიოდში არეს რეაქცია (pH) კულტურისათვის ოპტიმალური ან ოპტიმალურთან ახლოს უნდა იყოს.

მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში საკვებ ნარევს სისტემატურად უნდა გაეწიოს კონტროლი, რომ არ მოხდეს მცენარის კვების პირობების გაუარესება.

საკვები ნარევეებიდან ჰელრიგელისა და კნობის ნარევი შედგენილი იყო ემპირიულად, პრიანიშნიკოვისა — თეორიულ მოსაზრებებზე დაყრდნობით. პრიანიშნიკოვმა აზოტისა და ფოსფორის წყაროების სწორად შერჩევით ნარევის საწყისი რეაქცია მიუახლოვა ნეიტრალურს. რეაქციის მიხედვით აღსანიშნავია ცინცადის უცვლელი რეაქციის საკვები ნარევი.

საქსის, კნობის, ჰელრიგელისა და სხვა საკვები ნარევი პირველად მხოლოდ 7 საკვებ ელემენტს — N, P, K, S, Ca, Mg, Fe შეიცავდა, ახლა მასში მიკროელემენტების — B, Cu, Zn, Mo, Mn, Co და სხვათა მონაწილეობაც აუცილებელია.

ქვიშის კულტურისათვის სუბსტრატად გამოიყენება კვარცის ქვიშა. იგი პირველ რიგში კონცენტრირებული მარალმჟავათი უნდა დამუშავდეს. მისი მიზანია კვარცის ქვიშაში არსებული მინარევეების დაშლა. შემდეგ ქვიშა ონკანის ან გამოხდილი წყლით კარგად უნდა გაირეცხოს, სანამ ნარევს ქლორის იონი მთლიანად არ ჩამოშორდება.

ქვიშის კულტურაში იგივე ჰურჭლები გამოიყენება, როგორც ნიადაგის კულტურაში. ცდის ჩატარების ტექნიკა და მოსავლის აღრიცხვაც ნიადაგის კულტურის ანალოგიურია.

სიწმინდის მიხედვით წყალი, ქვიშისაგან მკვეთრად განსხვავდება. ქვიშა უფრო გაქუქვიანებულია, ვიდრე გამოხდილი წყალი. ამავ დროს ნარევეში საკვები ნივთიერებების თანაბარ განაწილებას წყალი უკეთ უზრუნველყოფს, ვიდრე ქვიშა. გარდა ამისა, მცენარის მიერ საკვები ნივთიერების გამოყენების შედეგად ხსნარის ერთგვაროვანი კონცენტრაცია წყლის კულტურაში უფრო სწრაფად აღსდგება, ვიდრე ქვიშის კულტურაში. მაგრამ წყლის კულტურებში ცდის ჩატარება მეტად შრომატე-

ცხრილი 161. საკვები ნარევები წყლისა და ქვიშის კულტურებისათვის
(1 მლ 1 ლ წყალზე ან კვ ნიადაგზე)

ნარევის შედგენილობა	პეკლოვკლის	ენოპის	პრიანიშნი- კოვის	ბელოვკოვის (შაჩინკაობ- ლისათვის)	იგოდინის (წიანობურა- სათვის)	ცონცამის
Ca(NO ₃) ₂ —უწყლო	492	1000	—	1100	—	0,21
KNO ₃	—	—	—	—	—	0,80
NH ₄ NO ₃	—	—	240	—	343	—
KH ₂ PO ₄	136	250	—	360	263	—
K ₂ HPO ₄	—	—	—	430	—	—
K ₂ SO ₄	—	—	—	—	166	—
Fe ₂ (SO ₄) ₃ ·9H ₂ O	—	—	—	—	40	—
Ca ₃ (PO ₄) ₂	—	—	—	—	—	0,25
CaHPO ₄ ·2H ₂ O	—	—	172	—	—	—
MgSO ₄ —უწყლო	60	250	60	54	—	0,28
MgSO ₄ ·7H ₂ O	—	—	—	—	716	0,17
KCl	75	120	160	—	—	—
FeCl ₃	25	ნიშანი	25	10	—	—
NaCl	—	—	—	100	—	0,70
H ₃ BO ₃	—	—	—	5	2,86	—
CaSO ₄ ·2H ₂ O	—	—	344	—	—	0,28
CuSO ₄ ·5H ₂ O	—	—	—	—	0,197	—
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	—	—	—	—	0,44	—
MnSO ₄ ·5H ₂ O	—	—	—	5	2,63	—
CO ₂ SO ₄ ·7H ₂ O	—	—	—	—	0,095	—
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	—	—	—	—	0,077	—
CaCO ₃	—	—	—	—	500,3	—
CaCO ₃ — უწყლო	—	—	—	—	55,5	—

ვადია, ამიტომ ცდის სქემაში მრავალი ვარიანტის არსებობა სასურველი არ არის.

წყლის კულტურებში ცდის ჩასატარებლად 3,5 — 5 ლ და მეტი ტევადობის მინის ან პოლიეთილენის ჭურჭელს იყენებენ.

წყლის კულტურებში ცდის ჩასატარებლად ჭურჭლის მოცულობის 3/4 შეავესებენ გამოხდილი წყლით. პიპეტით ან საზომი ცილინდრით ჭურჭელში გადაიტანენ საკვები ხსნარის საჭირო რაოდენობას, ცდის სქემის მიხედვით. ყოველი ხსნარისათვის საჭიროა ცალკე პიპეტი ან ცილინდრი, ან ყოველი გამოყენების შემდეგ აუცილებელია გამოხდილი წყლით მათი გარეცხვა. ჭურჭელში საკვები ხსნარების გადატანის შემდეგ ჭურჭელს

გამოხდილი წყლით შეავსებენ ნიშანხაზამდე, შეანჯღრევენ და დახურავენ ხის საცობით. ხის საცობს 4—5 ხერელი უნდა ჰქონდეს. ხერელის დიამეტრი 1,5—2 სმ უნდა იყოს. ერთი ხერელი საჭიროა მცენარის სამაგრის მოსათავსებლად (მცენარე რომ არ ჩაწვეს), მეორე კი — მინის მილისათვის. მისი გამოყენებით ხდება ჰურჭლის შევსება წყლით, ასევე ჰურჭელში ჰაერის ნაკადის შეყვანა, ფესვთა სისტემისათვის აერაციის კარგი პირობების შესაქმნელად. საცობი რომ კარგად დაეხუროს ჰურჭელს, მისი ქვედა ნაწილის დიამეტრი 0,5 სმ-ით ნაკლები უნდა იყოს ზედასთან შედარებით. ამის შემდეგ ჰურჭელს ორმაგ შალითას (ფარი) უკეთებენ. გარე შალითა თეთრი, ხოლო შიგა — შავი უნდა იყოს. შავი შალითა საკვებ ხსნარს და ფესვთა სისტემას იცავს სინათლისაგან, ხოლო თეთრი — გადახურებისაგან.

წყლის კულტურაში ცდების ჩასატარებლად თესლს სველი ფილტრის ქაღალდებს შორის ან სველი კვარცის სილაში გააღივებენ. როცა გაღივებულ თესლს 4—5 სმ სიგრძის ფესვი განუვითარდება, გადააქეთ გამოხდილი წყლით ან სუსტი კონცენტრაციის ხსნარით სავსე კრისტალიზატორში, რომელსაც პარაფინიანი ბადე აქვს. კრისტალიზატორში ხსნარის გამოცვლა საჭიროა ყოველდღე. როცა ფესვის სიგრძე 5—6 სმ მიაღწევს (კრისტალიზატორში გადატანიდან 8—12 დღელამდე), მცენარეს კრისტალიზატორიდან ამოიღებენ, უკეთ დატოტიანების მიზნით ფესვს შეკვეცავენ და გადაიტანენ წყლის კულტურების ჰურჭელში. მცენარის სავეგეტაციო ჰურჭელში გადატანის წინ ჰურჭელს შეავსებენ ხსნარით, შემოახვევენ შალითას, მცენარეს სახურავის ნახვრეტში ათავსებენ და ბამბით ამაგრებენ.

მცენარის ფესვის უნებდალით უზრუნველსაყოფად, ჰურჭელში, საკვებ ხსნარში, ყოველდღიურად, 5—10 წუთის განმავლობაში ხდება ჰაერის ჩაბერვა.

ცდის პერიოდში სისტემატურად უნდა ჩატარდეს ჰურჭლის ნიშანხაზამდე წყლით შევსება, ხსნარის რეაქციის შემოწმება და 3—4-ჯერ ცდის სქემის შესაბამისად, საკვები ხსნარის განახლება.

საბოლოო მცენარეებზე დაკვირვება, მოსავლის აღება და აღრიცხვა, ასევე სავეგეტაციო ცდის დღიურის შევსება, ნიადაგისა და ქვიშის კულტურების ანალიზიურად ტარდება.

ლიზიმეტრული გამოკვლევები

ლიზიმეტრულ მეთოდს ფართოდ იყენებენ აგროქიმიურ გამოკვლევაში, იგი კვლევის ბიოლოგიურ მეთოდს მიეკუთვნება.

ლიზიმეტრული მეთოდის გამოყენება საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ ნიადაგიდან გამოყოფილი წყლის შედგენილობა, შევისწავლოთ ატმოსფერული ნალექების ნიადაგში ჩაჟონვის დინამიკა, საკვები ნივთი-

ურებების დანაკარგი ჩარეცხვისა და გამორეცხვის გზით, ნიადაგის ტენიანობა, სხვადასხვა მცენარის ტრანსპირაციის კოეფიციენტი, ნიადაგის ზოგიერთი თვისების ცვალებადობა სასუქის გავლენით და სხვ.

ლიზიმეტრული კვლევის ჩატარების დროს აუცილებელია შემდეგი მეთოდური მოთხოვნების დაცვა:

1. ლიზიმეტრული დაკვირვების ჩატარების პირობები მიახლოებული უნდა იყოს ბუნებრივ პირობებთან. ამიტომ გრუნტში ლიზიმეტრის ჩადგმის დონე უნდა ემთხვეოდეს ნაკვეთის ადგილმდებარეობის ნიადაგის დონეს;

2. ლიზიმეტრული გამოკვლევებიდან სწორი პასუხი რომ მივიღოთ, ცდაში საჭიროა არანაკლები 10 ლიზიმეტრისა. ამიტომ ლიზიმეტრები ეწყობა ჭგუფებად, უმეტესად ორ მწყრივად, მათ შორის დაცული უნდა იყოს თანაბარი მანძილი;

3. ნიადაგიდან ჩაუონილი წყლის შესაკრებად დრენაჟის მოწყობა. მისი შეერთება მილით (თუნუქი, მინა, პლასტმასა და სხვ.) მიწისქვეშა მიმლებთან დერეფანში. ლიზიმეტრი კარგად უნდა იყოს იზოლირებული გარე წყლის ჩაუონვის შესაძლებლობისაგან და ტემპერატურის მკვეთრი ცვალებადობისაგან;

4. ლიზიმეტრებში ცდა შეიძლება ჩატარდეს მცენარეების გარეშე ან მცენარის მონაწილეობით. ზოგჯერ მასში მერქნოვან მცენარესაც რგავენ. ამიტომ ლიზიმეტრთა შორის მანძილი მცენარეთა ნორმალური პირობების შექმნას (განათება და სხვ.) უნდა პასუხობდეს;

5. ლიზიმეტრული კვლევის სიზუსტისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ატმოსფერული ნალექების ზუსტ აღრიცხვას, ამიტომ ლიზიმეტრული ცდისათვის გამოყოფილ ნაკვეთზე აუცილებლად უნდა მოეწყოს ნალექსაზომი მოწყობილობა;

6. ხსნარების შორ მანძილზე გადატანის თავიდან ასაცილებლად, ნაკვეთი ლიზიმეტრული ცდისათვის ახლოს უნდა იყოს ლაბორატორიასთან ანალიზის სწრაფად, სასურველ დროს და ყოველგვარ ამინდში ჩატარების უზრუნველსაყოფად;

7. ნაკვეთი, სადაც ლიზიმეტრული ცდა ტარდება კარგად უნდა იყოს დაცული პირუტყვისა და ფრინველისაგან.

ნიადაგით გავსების ხასიათის მიხედვით არჩევენ ორი ტიპის ლიზიმეტრს:

1. ბუნებრივი აღნაგობის ნიადაგით ავსილი;

2. ბუნებრივადნაგობადაშლილი ნიადაგით ავსილი. ამ შემთხვევაში ლიზიმეტრში თავსდება გატრილი ნიადაგი. მათი წყობა შეესაბამება ბუნებრივ გენეტიკურ ჰორიზონტებს და იტკეპნება.

ლიზიმეტრულ გამოკვლევებში რამდენიმე კონსტრუქციის ლიზიმეტრი გამოიყენება: 1. ბეტონის ან აგურის; 2. მეტალის; 3. ლიზიმეტრული ძაბრის; 4. პლასტმასის აპსის.

ბეტონისა და აგურის ლიზიმეტრი. იგი გათვალისწინებულია ხანგრძლივი გამოყენებისათვის. მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში მას იყენებენ სტაციონარული, მრავალწლიანი გამოკვლევების ჩასატარებლად. ამ კონსტრუქციის ლიზიმეტრის ზედაპირის ფართობი, როგორც წესი, 1,2 და ზოგჯერ 4 მ²-ია. ლიზიმეტრის ფსკერზე ქვიშის, სილის, ან მინის ნამტვრევებისაგან დრენაჟი კეთდება, შემდეგ კი ნიადაგით ივსება ლიზიმეტრი.

მეტალის (მეტალური) ლიზიმეტრი. იგი სხვადასხვა ფორმისა და მოცულობის შეიძლება იყოს. მას ფურცლოვანი ფოლადისაგან ამზადებენ. ფსკერზე დრენაჟი უკეთდება, შემდეგ ნიადაგი იყრება. ლიზიმეტრში ნიადაგი შეიძლება მოვთავსოთ ბუნებრივი აღნაგობის დაუშლელად ან დაშლილი. პირველ შემთხვევაში ნიადაგის შესასწავლად ძირითადად ცილინდრის ფორმის ლიზიმეტრს იყენებენ, რომლის ძირის კიდეები მაზვილია. მისი მიზანია ნიადაგის მოჭრა. ცილინდრს ძაბრის ძირი უკეთდება და ჰერმეტიულად იხურება. ძირი დრენაჟით შეივსება. ამის შემდეგ ლიზიმეტრის მუდმივ ადგილზე მოწყობა ხდება.

ბუნებრივი აღნაგობის დაშლილი ნიადაგის შესასწავლად ცილინდრულ ან კუბური ფორმის ლიზიმეტრებს იყენებენ. ცდისათვის მომზადებულ ლიზიმეტრს ჩააკეთებენ გრუნტში ან მოათავსებენ უფრო დიდი მოცულობის მეტალის სათავსში. ამ შემთხვევაში იოლია ლიზიმეტრის ამოღება და აწონა.

ყველა მეტალურ ლიზიმეტრს ფსკერზე ხერელი უკეთდება. იგი მილით შეერთებულია მიმღებთან, რომელშიც ფილტრატის შეგროვება ხდება.

ლიზიმეტრული ძაბრი. ამ კონსტრუქციის ლიზიმეტრი გამოიყენება ცდების ჩასატარებლად ისეთ ნიადაგში, რომელშიც ბუნებრივი შენება დარღვეული არ არის.

მიაჩნიათ, რომ გრუნტში მეტალური ლიზიმეტრის მოთავსების დროს, ყოველთვის ხდება ნიადაგის ბუნებრივი შენების ნაწილობრივი დაშლა. ამიტომ მკვლევარი ცდილობს კვლევა მიუახლოვოს ბუნებრივ პირობებს. ამ მიზნით ნიადაგის სხვადასხვა სიღრმეზე ათავსებენ ძაბრებს, სადაც გროვდება ჩაყონილი წყალი.

ლიზიმეტრული ძაბრების მოსამზადებლად იყენებენ ფურცლოვან თუნუქს, ფურცლოვან რკინას ან სხვა მასალას.

ლიზიმეტრულ ძაბრში მოათავსებენ დრენაჟისათვის საჭირო მასალას. მისი გრუნტში დამონტაჟება შემდეგნაირად ხდება:

ტრანშეის ვერტიკალური კედლის სასურველ სიღრმეზე ხერელს აკეთებენ. მასში ძაბრს ამავრებენ ისე, რომ ძაბრის ზედა მახვილი მხარე ხერელში იყოს მოთავსებული. ძაბრის დიამეტრი 25 ან 50 სმ-ია, ხოლო, სიღრმე 5 სმ. ძაბრის ბოლოს მილით უერთებენ მიმღებს. მიმღებში ფილტრატი გროვდება. ხერელში ძაბრის მოთავსების შემდეგ ყველა თავისუ-

ფალი ადგილი ნიადაგით უნდა ამოივსოს. ძაბრებს შორის მანძილია 30—100 სმ. მიმლებთან მუშაობის ნორმალური პირობების შესაქმნელად ტრანშეა კარგად უნდა გადაიხუროს.

იმასთან დაკავშირებით, რომ ლიზიმეტრული ძაბრების გამოყენების მეთოდი დაკვირვების ჩატარების საშუალებას იძლევა, ნიადაგის ბუნებრივი შენების შენარჩუნების პირობებში მ. ბობრიცკაია და სხვ. მკვლევარები. სხვა ლიზიმეტრულ მეთოდებთან შედარებით, ლიზიმეტრული ძაბრის მეთოდს ანიჭებენ უპირატესობას.

დადგენილია, რომ ლიზიმეტრებში წყლის რეჟიმი ბუნებრივი პირობების იდენტური არ არის. მაგალითად, ლიზიმეტრებში 20—25%-ით მეტი წყალი ჩაედინება, ვიდრე ბუნებრივ პირობებში. ლიზიმეტრში არსებული სადრენაჟო სისტემა ჰაერის ფენას ქმნის. იგი ხელს უშლის გრავიტაციული. წყლის მოძრაობას დაღმავალი მიმართულებით. ამიტომ ლიზიმეტრებში, როგორც წესი, ბუნებრივი ნიადაგის შესაბამის ფენებთან შედარებით, ჰაარი ტენი აღინიშნება. ნიადაგში წყლის ჩადინება ლიზიმეტრის სიღრმეზეა დამოკიდებული. ღრმა ლიზიმეტრებში იგი შედარებით მეტია, ხოლო წყლის აორთქლება ნაკლები სიღრმის ლიზიმეტრებში გაცილებით მეტია, ვიდრე ღრმა ლიზიმეტრებში.

მრავალრიცხოვანი გამოკვლევების ანალიზის საფუძველზე ბ. გოლუბევი და ფ. იუდინი მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ ჩადენილი წყლის რაოდენობა, გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, დამოკიდებულია სხვა პირობებზეც:

1. ნიადაგის თვისებაზე. რაც წვრილ მარცვლოვანია ნიადაგის სტრუქტურა, მით ნაკლებია ჩაქონილი წყლის რაოდენობა და პირიქით;

2. ლიზიმეტრის ნიადაგით შევსების ხერხზე. ბუნებრივი აღნაგობის შენარჩუნებულ ნიადაგში ჩაქონვა უფრო ინტენსიურია, ვიდრე მისი დაშლის პირობებში, რადგან ამ შემთხვევაში ნიადაგი იტკეპნება.

3. წლის დროზე. ნიადაგში წყლის ჩაქონვა გაზაფხულსა და შემოდგომაზე უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს, ვიდრე ზამთარსა და ზაფხულში.

4. ატმოსფერული ნალექების რაოდენობასა და მის განაწილებაზე. მოკლე დროში მოსული დიდი რაოდენობის ნალექი ნიადაგში წყლის ჩაქონვის გაძლიერებას იწვევს.

5. ნიადაგისა და ჰაერის ტემპერატურაზე. რაც მაღალია ტემპერატურა, მით მეტია აორთქლება და ნაკლები წყლის ჩაქონვა.

6. ლიზიმეტრში მცენარის არსებობაზე. ლიზიმეტრებში, რომელშიც მცენარე იზრდება, წყლის ჩაქონვა ნაკლებია, რადგანაც მცენარე წყლის აორთქლებას იწვევს.

მართალია, ლიზიმეტრებში წყლის რეჟიმი არსებითად განსხვავდება

ბუნებრივ პირობებში ნიადაგის წყლის რეჟიმისაგან, მაგრამ ლიზიმეტრებში ჩატარებული კვლევა შედარებისათვის საიმედო მონაცემს იძლევა.

როგორც აღვნიშეთ, აგროქიმიამში ლიზიმეტრულ მეთოდს ფართოდ იყენებენ ნიადაგიდან საკვები ნივთიერებების გამორეცხვის შესასწავლად.

საკვები ელემენტებიდან ყველაზე მეტი რაოდენობით ნიადაგიდან აზოტი გამოირეცხება. მისი რაოდენობა დამოკიდებულია ნიადაგში აზოტის ხსნადი ნაერთების შემცველობაზე. რაც მეტია ნიადაგში აზოტის ხსნადი ნაერთები, მით მეტია მათი გამორეცხვა და, პირიქით. გარდა ამისა, ნიადაგიდან აზოტის ხსნადი ნაერთების გამორეცხვას ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა განსაზღვრავს. მაგალითად, ჩაქონილი წყლის თანაბარი რაოდენობის შემთხვევაში მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის სილნარი ნიადაგებიდან 7,5-ჯერ მეტი აზოტი გამოირეცხება, ვიდრე მძიმე მექანიკური შედგენილობის თიხნარი ნიადაგიდან.

ბ. გოლუბევის მიერ განზოგადებულია მრავალი ცდის შედეგი, რომლის მიხედვით გაუნოყიერებელ ნაკვეთზე 1 მ სიღრმის ლიზიმეტრში ადგილი აქვს საკვები ელემენტების გამორეცხვას შემდეგი რაოდენობით (კგ/ჰა):

აზოტი — 12,8
ფოსფორი — 1,2
კალციუმი — 27,4
გოგირდი — 51,4
კალციუმი — 46,8
მაგნიუმი — 32,0
სილიციუმის ქანგი — 46,8.

ამრიგად, ლიზიმეტრული გამოკვლევები ნიადაგის ბუნებრივ პირობებთან შედარებით პირობითია, მაგრამ იგი საშუალებას იძლევა ბუნებრივ პირობებში შევისწავლოთ საკვები ნივთიერებებისა და წყლის მოძრაობა ნიადაგში, განვსაზღვროთ ნიადაგის კვების რეჟიმი და ბალანსის გასავლის სტატია.

ლიტერატურა

1. Прянишников Д. Н. Агрохимия. Избранные сочинения, т. III. — М.: АН СССР, 1952, 633 с.
2. Прянишников Д. Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР. Избранные сочинения, т. III. — М.: Колос, 1965, 281—448 с.
3. Тимирязев К. А. Земледелие и физиология растений, Избранные сочинения, т. II. — М.: Сельхозгиз, 1948, 424 с.
4. Агрохимические методы исследования почв/отв. ред. А. В. Соколов. — М.: Наука, 1975, 656 с.
5. Бергельсон Л. Д. Биологические мембраны. — М.: Наука, 1975, 157 с.
6. Бзнава М. Л. Удобрение субтропических культур. — Изд.-во Сабчота сакартвело, Тбилиси, 1973, 368 с.
7. Блек К. А. Растение и почва. — М.: Колос, 1973, 503 с.
8. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов/под. ред. П. Г. Найдина. Вып. I. Изд. МСХ СССР, 1960, 472 с., вып. 2, Колос, 1964, 400 с., вып. 3, Колос, 1968, 479 с.
9. გამყრელიძე ი. ციტრუსოვანთა განოყიერების სისტემა. თბილისი, „საბჭოთა საქართველო“, 1969, 310 გვ.
10. Гедройц К. К. Учение о поглотительной способности почв. Избранные сочинения, т. I. — М.: Сельхозгиз, 1955 241—384 с.
11. Глунцов Н. М., Штефан В. К. Удобрение овощных культур. — М.: Московский рабочий, 1975, 135 с.
12. Голетანი Г. И. Основы удобрения чайной плантации. Сухумя, Алашара, 1976, 190 с.
13. გოლეთიანი გ., გოლეთიანი დ. ჩაის პლანტაციის განოყიერება. თბილისი, „განათლება“, 1984 275 გვ.
14. Гулякин И. В. Система применения удобрений, — М.: Колос, 1979, 208 с.
15. Дараселия М. К. Красноземные и подзолистые почвы Грузии и их использование под субтропические культуры. — Изд. ВНИИЧИСК, Махарадзе-Анасеული, 1949, 448 с.
16. Державин Л. М. Прогрессивные формы агрохимического обслуживания. — М.: Знание, 1980, 64 с.
17. Демин В. А. Определение доз удобрений под сельскохозяйственные культуры в севообороте. — М.: ТСХА, 1981, 91 с.
18. Журбицкий З. И. Теория и практика вегетационного метода. — М.: Наука, 1968, 266 с.
19. Журбицкий З. И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений, — М.: АН СССР, 1963, 294 с.
20. Каталямов М. В. Микроэлементы и микроудобрения. — М.: Химия, 1965, 332 с.
21. Кларксон Д. Транспорт ионов и структура растительной клетки. — М.: Мир, 1978, 368 с.
22. Коняев Н. Т. Хранение, доставка и внесение минеральных удобрений. — М.: Россельхозиздат, 1979, 94 с.
23. Кореньков Д. А., Гаврилов К. А., Шильников И. А., Васильев В. А. Справочник агрохимика. — М.: Россельхозиздат, 1980, 286 с.

24. Корнилов М. Ф., Небольсин А. Н., Семенов В. А., Козловский Е. В., Зяблов В. А. Известкование кислых почв нечерноземной полосы СССР. — М.: Колос, Л., 1971, 256 с.
25. Кук Дж. У. Регулирование плодородия почвы. — М.: Колос, 1970, 520 с.
26. მარშანია ი. ციტრუსების სანერგის განოყიერება. სოხუმი, 1961, 55 გვ.
27. მარშანია ი. ციტრუსების სანერგისა და ბაღის განოყიერება. — სოხუმი, „ალაშარა“, 1967, 60 გვ.
28. Маршания И. И. Удобрение цитрусовых культур. — Сухуми, «Алашара», 1970, 412 с.
29. Мазепин К. Г. Удобрение сахарной свеклы. — М.: Россельхозиздат, 1975, 50 с.
30. Методика полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами / под ред. А. В. Соколова и Д. Л. Аскинизи. — М.: Наука, 1967, 183 с.
31. Михайлов Н. Н., Книпер В. П. Определение потребности растений в удобрениях. — М.: Колос, 1971, 256 с.
32. Найдин П. Г. Удобрение зерновых и зернобобовых культур. — М.: Сельхозиздат, 1963, 263 с.
33. Народное хозяйство Грузинской ССР за 70 лет. — Тбилиси, Сабчота Сакартвело, 1988.
34. Научные основы и рекомендации по применению удобрений в Нечерноземной зоне Европейской части РСФСР. — М.: Россельхозиздат, 1976, 255 с.
35. ონიანი ო. აგროქიმია. — თბილისი, „განათლება“, 1983, 334 გვ.
36. Пейве Я. В. Руководство по применению микроудобрений. — М.: Сельхозиздат, 1963, 224 с.
37. Петербургский А. В. Практикум по агрохимической химии. — М.: Колос, 1968, 496 с.
38. Петербургский А. В. Агрохимия и физиология питания растений. М.: Россельхозиздат, 1971, 334 с.
39. Радов А. С., Столыпин Е. И. Удобрение в орошаемом земледелии. — М.: Наука, 1978, 223 с.
40. Рамад Ф. Основы прикладной экологии. Воздействие человека на биосферу. — Л.: Гидрометеониздат, 1981, 544 с.
41. Рекомендации по рациональному использованию удобрений в защищенном грунте. — М.: ЦИНАО, 1977, 57 с.
42. Ромашов П. И. Удобрение сенокосов и пастбищ. — М.: Колос, 1969, 184 с.
43. Рубин С. С. Удобрение плодовых и ягодных культур. — М.: Колос, 1974, 224 с.
44. Рэуце К., Кырстя С. Борьба с загрязнением почвы. — М.: Агропромиздат, 1968, 218 с.
45. Сабинин Д. А. Избранные труды по минеральному питанию растений. — М.: Наука, 1971, 512 с.
46. Сапожников Н. А., Корнилов М. Ф. Научные основы системы удобрения в нечерноземной полосе. — Л.: Колос, 1977, 296 с.
47. სარიშვილი ი., შენალარიშვილი ა., ნაკაიძე ი. აგროქიმია. თბილისი, სსი, 1960, 414 გვ.
48. სარიშვილი ი. ტენიანი სუბტროპიკული ზონის წითელმიწა და ეწერი ნიადაგების მოტირინების თეორია და პრაქტიკა. — თბილისი, 1957, 267 გვ.
49. სარიშვილი ი., თოდუა გ. აგრონომიული ქიმია საქართველოში. — თბილისი, 1971, 546 გვ.
50. სასუქების ცნობარი აგრონომებისათვის. — თბილისი, „საბჭოთა საქართველო“, 1983, 390 გვ.
51. Смирнов П. М. Вопросы агрохимии азота (в исследованиях с 15 №). — М.: МСХ СССР ТСХА, 1977, 72 с.
52. Справочная книга по химизации сельского хозяйства / под ред. В. М. Борисова. — М.: Колос, 1969, 656 с.

53. Справочник агрохимика / Под. ред. Т. Н. Кулаковской. — Минск.: Урожай, 1974, 368 с.
54. Тамман А. И. Удобрение картофеля в нечерноземной полосе и на оподзоленных черноземах. — М.: Сельхозиздат, 1963, 135 с.
55. Удобрение технических культур / Под ред. П. Г. Найдина. — М.: Сельхозиздат, 1957, 470 с.
56. Удобрение чайных плантаций. — Махарадзе-Анасеули. т. I, 1979
57. Удобрение чайных плантаций. — Махарадзе — Анасеули, Т. 2, 1979, 182 с.
58. Удобрение чайных плантаций. — Махарадзе — Анасеули. Т. 3, 1983, 106 с.
59. Финсан Дж., Колман Р., Мичелл Р. Мембраны и их функции в клетке. — М.: Мир, 1977, 199 с.
60. Экологические проблемы применения удобрений / Под ред. В. А. Ковда. — М.: Наука, 1984, 212 с.
61. Юдин Ф. А. Методика агрохимических исследований. — М.: Колос, 1980, 272 с.
62. Ягодин Б. А. Кобальт в жизни растений. — М.: Наука, 1970, 343 с.
63. Ягодин Б. А. Микроэлементы в овощеводстве. — М.: Колос, 1964, 159 с.
64. Ягодин Б. А. Питание растений. — М.: МСХ СССР, ТСХА, 1980, 87 с.

შესავალი	
აგროქიმიის საგანი, კვლევის ძირითადი ობიექტები და მეთოდები	3
I თავი	
აგროქიმიის განვითარების ისტორია, მიწათმოქმედების ქიმიზაცია	11
აგროქიმიური ცოდნის განვითარების ისტორია	11
სასუქების მნიშვნელობა და მათი გამოყენება სოფლის მეურნეობაში	43
სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტურობა	59
აგროქიმიური სასაბურთო	59
II თავი	
მცენარის შედგენილობა და კვება	65
მცენარის კვებისათვის აუცილებელი ელემენტები	68
მცენარის მიერ საკვები ნივთიერების შთანთქმის თეორიები	79
გარემო პირობების გავლენა მცენარეში საკვები ნივთიერებების შელწყევა-ლობაზე	84
მცენარის ფესვაგარეშე კვება მინერალური ელემენტებით	92
III თავი	
ნიადაგის თვისებები მცენარის კვებასა და სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით	94
ნიადაგის ნაყოფიერება	95
ნიადაგის შედგენილობა	97
ნიადაგში საკვები ნივთიერებების შემცველობა და მათი შესათვისებლობა მცენარის მიერ	109
ნიადაგის შთანთქმის უნარი	110
ბიოლოგიური შთანთქმის უნარი	111
მექანიკური შთანთქმის უნარი	113
ფიზიკური შთანთქმის უნარი	113
ქიმიური შთანთქმის უნარი	115
ფიზიკურ-ქიმიური ანუ გაცვლითი შთანთქმა	117
ნიადაგის შთანთქმითი კომპლექსის შედგენილობა და აღნაგობა	119
კათიონების ფიზიკურ-ქიმიური ანუ გაცვლითი შთანთქმის ძირითადი კანონზომიერებანი	126
ნიადაგის მიერ კათიონების არაგაცვლითი შთანთქმა	131
შთანთქმის ტევადობა და შთანთქმული კათიონების შედგენილობა ნიადაგში	131
ანიონების გაცვლითი შთანთქმა	135
ნიადაგის რეაქცია	136
აქტუალური მჟავიანობა	138
გაცვლითი მჟავიანობა	140
ჰიდროლოზური მჟავიანობა	142
ნიადაგის ფუძეებით შადრობა	143
ნიადაგის ბუფერობის უნარი	145
ჩვენი ქვეყნის ნიადაგების ძირითადი ტიპების აგროქიმიური დახასიათება	148
IV თავი	
მცენარის მინერალური კვების დიაგნოსტიკა	165
V თავი	
მოკირიანება და მოთაბაშირება	171
მჟავე ნიადაგების მოკირიანება	171
ნიადაგის ქიმიური მელიორაციის მეთოდები	171
სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებისა და ნიადაგის მიკროორგანიზმების დამოკიდებულება ნიადაგის რეაქციისა და მოკირიანებისადმი	173
კირის გავლენა ნიადაგის თვისებებზე, კირის ურთიერთქმედება ნიადაგთან	178
კალციუმისა და მავნიუმის მნიშვნელობა მცენარის კვებისათვის	182
კირიანი სასუქები	188
კირიანი სასუქების ნორმები	198
კირის შეტანის წესები	201
ბიცი და ბიცობი ნიადაგების მოთაბაშირება	206
ნიადაგში თაბაშირის შეტანის ნორმები, ვადები და წესები	211
თაბაშირის სასუქად გამოყენება	214

VI თავი	
აზოტიანი სასუქები	217
მცენარეთა დამოკიდებულება ამონიაკური და ნიტრატული აზოტის მიმართ	222
ნიადაგში აზოტის შემცველობა და მისი წაერთვისი ღირსეობა	223
სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული აზოტიანი სასუქები	234
ნიტრატული სასუქები	236
ამონიაკური სასუქები	239
ამონიაკურ-ნიტრატული სასუქები	251
ამიდური ფორმის აზოტიანი სასუქები	255
მცენარის მიერ სასუქის აზოტის გამოყენება, მისი გარდაქმნა ნიადაგში	262
VII თავი	
ფოსფორიანი სასუქები	267
მცენარის კვებისათვის ფოსფორის წყაროები	270
ნიადაგის მიერ ფოსფატების ქიმიური შთანთქმა	272
ფოსფორმჟავა ანიონების გაცვლითი შთანთქმა	276
მცენარეში ფოსფორის შეღწევა, მოსავლით ფოსფორის გამოტანა	279
ნიადაგში ფოსფორის შემცველობა და ფოსფორის ფორმები	286
ფოსფორიანი სასუქების მიღება, შედგენილობა, თვისებები, და გამოყენება	295
ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება	307
სუპერფოსფატით გამოკვება	313
VIII თავი	
კალიუმიანი სასუქები	314
კალიუმის როლი მცენარის სიცოცხლეში	314
ნიადაგში კალიუმის შემცველობა და მცენარის მიერ მისი შესათვისებლობა	317
კალიუმიანი აგრომადნები კალიუმიანი სასუქების წარმოება, მათი თვისებები	321
კალიუმიანი სასუქებისა და ნიადაგის ურთიერთქმედება	326
IX თავი	
მიკროსასუქები	330
მიკროსასუქების მნიშვნელობა და გამოყენების პერსპექტივები	348
X თავი	
კომპლექსური სასუქები	350
რთული სასუქები	352
ამონიუმის ფოსფატებისაგან მიღებული სასუქები	355
პოლიფოსფატები	357
თხევადი და სუსპენდირებული სასუქები	359
რთული შერეული სასუქები	363
XI თავი	
ნაკელი	366
ნაკელი, შედგენილობა და დახასიათება	371
ნაკელის გაზიფიკაცია ბოსლიდან და შენახვის წესები	375
ნაკელის რაოდენობის განსაზღვრის წესები	388
ჩალის გამოყენება სასუქად	405
ფრინველის განავალი	407
XII თავი	
ტორფი და ტორფის ორგანული სასუქები	409
ტორფის გამოყენება სოფლის მეურნეობაში	415
ტორფის გამოყენება სასუქად დაკომპოსტების გარეშე	417
სასუქების გამოყენება ამოშრობილ ტორფნარებზე	418
კომპოსტები	420
XIII თავი	
მწვანე სასუქები	430
სიღერატების გამოყვანის ხერხები, მწვანე სასუქის ფორმები	432
მწვანე სასუქის გამოყენების რაიონები	435
სიღერატების მოშენების ხერხები, მათი გამოყენება	437
მწვანე სასუქების ეფექტურობის განმსაზღვრელი პირობები	441
XIV თავი	
სასუქების გამოყენების სისტემა	444
სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სასუქებზე მოთხოვნილების განსაზღვრის ფიზიოლოგიური საფუძვლები	446
სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლით საკვები ნივთიერებების გამო-	

ტანა	447
სხვადასხვა ფაქტორის გავლენა ორგანული და მინერალური სასუქების ეფექტურობაზე	455
ორგანული და მინერალური სასუქების ერთობლივი გამოყენება	459
ნიადაგში სასუქის შეტანის ხერხები, ვადები, წესები და ტექნიკა	461
სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გასანაოყიერებლად მინერალური სასუქების ნორმების დადგენა	468
მინერალური სასუქების ნორმების დადგენა მიწის ცდის მონაცემებისა და აგროქიმიური კარტოგრაფიის გამოყენებით	469
სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განოყიერება. საშემოდგომო მარცვლეული კულტურების განოყიერება	486
სავაზაფხულო თავთავიანი კულტურების განოყიერება	492
სამარცვლე პარკოსანი კულტურების განოყიერება	494
სიმინდის განოყიერება	497
კარტოფილის განოყიერება	501
მრავალწლიანი ბალახების განოყიერება	505
საბოჭკოე სელის განოყიერება	509
შესუსტობის განოყიერება	512
შაქრის ქარხლის განოყიერება	514
თამბაქოს განოყიერება	516
ეთერზეთოვანი კულტურების განოყიერება	521
დეკორატიულ მცენარეთა განოყიერება	524
თესლბრუნვაში სასუქების გამოყენების სისტემა	531
მრავალწლიანი კულტურების განოყიერება	539
ხეხილოვანი და კენკროვანი მცენარეების ბალის გაშენებამდე ნიადაგის განოყიერება	550
ხეხილოვანი და კენკროვანი მცენარეების დარგვის დროს განოყიერება	551
ახალგაზრდა ბალის განოყიერება	553
მსხმოიარე ბალის განოყიერება	554
პალმეტური ბალის განოყიერება	559
კენკროვანი ბუჩქნარი მცენარეების განოყიერება	560
ვენახის განოყიერება	561
ჩაის პლანტაციის განოყიერება	564
ციტრუსების ბალის განოყიერება	586
კეთილშობილი დაფნის განოყიერება	629
ტუნგის ნარგავის განოყიერება	632
ბოსტნის კულტურების განოყიერება დახურულ გრუნტში	635
სათბურისათვის გრუნტის მომზადება, შედგენილობა, თვისებები	636
საჩითილე ქოთნებისათვის საკვები ნაზავის მომზადება	639
ჩითილების განოყიერება	640
მინერალური სასუქების შენახვის, გადატანისა და ნიადაგში შეტანის მექანიზმებულ სამუშაოთა ტექნოლოგია	643
სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტურობა	645

XV თავი

სასუქების გავლენა მოსავლის შედგენილობასა და ხარისხზე 649

XVI თავი

სასუქი და ბარამი	665
ატმოსფეროს გაქუქვიანება	667
წყლების გაქუქვიანება	669
ნიადაგის გაქუქვიანება	670
მცენარეული პროდუქტების გაქუქვიანება	675

XVII თავი

აგროქიმიური კვლევის მეთოდები	678
საწარმოო ცდა, ქიმიზაციის საშუალებების ეფექტურობის განსაზღვრა წარმოების პირობებში	709
სავეგეტაციო მეთოდი	701
სავეგეტაციო ცდის ჩატარების ტექნიკა	704
ლიზიმეტრული გამოკვლევები	709
ლიტერატურა	714

Маршания Иосиф Иванович

Агрохимия

(На грузинском языке)

გამომცემლობის რედაქტორი თ. ბერელაშვილი
მხატვრული რედაქტორი ო. მესხი
ტექნიკური რედაქტორი ნ. გავნიძე
უფროსი კორექტორი ე. ბაბალაშვილი
კორექტორი ლ. ლიპარტელიანი

ИБ № 4260 учебное издание

გადაცა-ასაწყობად 10.08.89. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 28.01.91.
ქალაქის ზომა 60X90¹/₁₆. საბეჭდი ქალაქი № 2. გარნიტური
ვენა. ბეჭდვის ხერხი მაღალი. ნაბ. თაბ. 45. საღებავგატარება 45,25.
სააღრ.-საგამომც. თაბანი 42,68. ტირაჟი 2000. შეკვ. № 83.

ფასი 6 მან. 60 კაპ.

გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, გ. ჭუბინაშვილის ქ. № 50.
Издательство «Ганатლება», Тбилиси, ул. Г. Чубинашвили, №50.
1991 წ.

საქართველოს რესპუბლიკის ბეჭდვითი სიტყვის დეპარტამენტის
ბეჭდვითი სიტყვის კომბინატი, თბილისი, მარჯანიშვილის ქ. № 5.

Комбинат печати Государственного департамента по печати
Республики Грузия, Тбилиси, ул. Марджанишвили, № 5.