

თ. ი. შაუასელი

ფესვური კვების ფიზიოლოგია

საქართველოს სსრ უმაღლესი და საშუალო სპეციალური განათლების სამინისტროს მიერ დამტკიცებულია დამხმარე სახელმძღვანელოდ პედაგოგიური ინსტიტუტების ბიოლოგიური სპეციალობის სტუდენტებისათვის .

581.4

581.1

კ 569

ა ვ ტ ო რ ი ს ა ბ ა ნ

მცენარეთა ფიზიოლოგია მიწათმოქმედების თეორიული საფუძველია. იგი შეისწავლის მცენარის კვების ფიზიოლოგიურ თავისებურებებს, კვების ბიოქიმიურ მექანიზმს. სოფლის მეურნეობაში აგროტექნიკურ ღონისძიებათა მთელი სისტემა ძირითადად ფესვური კვების რეგულირებისაკენაა მიმართული. ნიადაგის დამუშავების წესი, რწყვა, სარეველებთან ბრძოლა და სასუქების შეტანა მცენარის კვებას ჰირობების გაუმჯობესებას ემსახურება.

როგორც უნობილია, ჩვენს რესპუბლიკაში ვაზი ერთ-ერთი ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურაა, ამდენად განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ვაზის ფესვური კვების ფიზიოლოგიის შესწავლას.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, წინამდებარე წიგნში მცენარის ფესვური კვების ფიზიოლოგიის ძირითადი საკითხები განხილულია ვაზის მაგალითზე.

ვაზის ფესვური კვების ფიზიოლოგიის ირგვლივ მიღებული კვლევის შედეგები დამუშავებულია საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტის აკად. ლ. ჯაფარიძის სახელობის მცენარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის განყოფილებაში და ცენტრალური ბოტანიკური ბაღის ფიზიოლოგიის ლაბორატორიაში.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია სასოფლო-სამეურნეო და პედაგოგიური ინსტიტუტების ბიოლოგიური ფაკულტეტების სტუდენტებისათვის, აგრეთვე იგი დახმარებას გაუწევს ასპირანტებსა და მეცნიერმუშაეებს.

1. მცენარეული უჯრედი და ნივთიერებათა შთანთქმის მექანიზმი

ქსოვილის კულტურის მეთოდმა, ფაზურ-კონტრასტულმა მიკროსკოპიამ და, განსაკუთრებით, ელექტრონული მიკროსკოპის გამოყენებამ, მნიშვნელოვნად გააფართოვა და გააღრმავა ცოდნა უჯრედის სტრუქტურისა და მასში მიმდინარე სხვადასხვა ფიზიოლოგიური პროცესის შესახებ. ამასთან დაკავშირებით, უჯრედის მიერ ნივთიერებათა შთანთქმის მექანიზმის უკეთ გაგებისათვის ჯერ განვიხილავთ თანამედროვე მონაცემებს მცენარეული უჯრედის სტრუქტურაზე და უჯრედის ცალკეული ორგანოიდების ფიზიოლოგიურ დანიშნულებაზე.

მცენარეულ უჯრედს გარშემო აკრავს გარსი, პირველადი გარსი — პექტო-ცელულარული მემბრანაა, რომელიც უჯრედის დაყოფისას ტელოფაზის დროს წარმოიქმნება. უჯრედის გარსის წარმოქმნა ეტაპებად მიმდინარეობს. ჯერ წარმოიქმნება პექტო-ცელულარული პირველადი გარსი. პირველადი გარსის წარმოქმნაში მონაწილეობს გოლჯის აპარატი და ენდოპლაზმური ბადე. ამ ორგანოიდებში მიმდინარეობს პექტინოვანი და სხვა პოლისახარიდების სინთეზი. პირველადი გარსის წარმოქმნა უკავშირდება უჯრედის ზრდას გაჭიმვით. გამტარი და მექანიკურ ქსოვილთა უჯრედების გარსის განვითარება უჯრედის ზრდის შეწყვეტის შემდეგაც მიმდინარეობს და ლიფერენცირების ფაზაშიც გრძელდება. ამ დროს წარმოიქმნება მეორადი გარსი, მეორადი გარსის წარმოქმნასთან დაკავშირებულია მისი გამერქნების, სუბერინიზაციის ან კუტინიზირების პროცესი. პირველად გარსს მეორადი და მესამეული გარსების შესაქმნელად საჭირო ნივთიერებათა შრეები ციტოპლაზმიდან თანაბრად არ ეფინება ზოგ ადგილას რჩება გარსის გაუსქელებელი თხელი ადგილები. ამ ადგილებს ფორები ეწოდება.

ფორებში გამავალი პლაზმური ძაფების — პლაზმოდესმების საშუალებით უჯრედები ერთმანეთს უკავშირდება. პლაზმოდესმებით დაკავშირებულ უჯრედთა ციტოპლაზმა ე. წ. ერთ შთლიან სიმბლასტს ქმნის. ცნება სიმბლასტის შესახებ ნივთიერებათა მოძრაობის კონცეფ-

ციის ერთ-ერთი ძირითადი პირობაა. ელექტრონული მიკროსკოპის საშუალებით აღმოჩენილი იყო, რომ პლაზმოდესმებში გადის ენდოპლაზმატური ბადის არხები. ამ ფაქტის დადგენას ღიდი მნიშვნელობა აქვს ერთი უჯრედიდან მეორე უჯრედში სხვადასხვა ნივთიერებათა გადამოძრაეების ასახსნელად.

ციტოპლაზმა უჯრედის კედლისაგან გამოყოფილია მემბრანით, რომელსაც პლაზმალემა ეწოდება. პლაზმალემა ელემენტარული მემბრანაა, რომლის სისქე 100Å -მდე აღწევს. ამ მემბრანას ახასიათებს გრანულარული სტრუქტურა, რომელსაც ბლოკურ სტრუქტურას უწოდებენ. პლაზმალემა ლიპოპროტეიდთა მაკრომოლეკულებისაგან შემდგარი ბიმოლეკულური შრეა. გლობულარული ცილების მაკრომოლეკულებს შორის დამაგრებულია ლიპოიდების მოლეკულები.

პლაზმალემა აკონტროლებს უჯრედის გამჭოლადობას, ნივთიერებათა ექსკრეციას და სეკრეციას. მას ახასიათებს აგრეთვე ფერმენტატული აქტივობა. აქ ვხვდებით როგორც დამშლელ ასევე სინთეზური ხასიათის რეაქციათა მაკატალიზებელ ფერმენტებს. ასეთი აქტიური დინამიკური რეაქციები პლაზმალემაში არსებული მაკროერგული ფოსფატური კავშირების მონაწილეობით მიმდინარეობს (ატმ).

პლაზმალემის გამჭოლადობა აქტიური ფიზიოლოგიური პროცესი არაა. გამჭოლადობის პროცესი ძირითადად ნივთიერებათა დიფუზიის მოვლენას ეყრდნობა, მადიფუნდირებელ ნივთიერებათა მოძრაობას პლაზმალემის მსგავსი მემბრანა აფერხებს. გლობულარული ცილების მოლეკულათა შორის ფორები იქმნება. ეს ფორები ლიპოიდთა მოლეკულებითაა ბლოკირებული, რაც უფრო გრძელია ლიპოიდების მოლეკულათა ჯაჭვები, მით უფრო სრულადაა ფორა დაზრული. ამ შემთხვევაში უჯრედში წყლის უწყრილესი მოლეკულების გარდა მხოლოდ ლიპოიდებში ხსნადი ნივთიერებანი შეაღწევენ. გამჭოლადობის ლიპოპროტეიდური თეორია ოვერტონს ეკუთვნის, მან 1899 წელს აღმოაჩინა, რომ ლიპოფილური მოლეკულები უჯრედში უფრო სწრაფად შედიან, ვიდრე ჰიდროფილური მოლეკულები. ვინაიდან პლაზმალემის გლობულარულ მოლეკულებს შორის ლიპოიდთა განაწილებისა და მათ მიერ ფორების ბლოკირების ინტენსივობა უჯრედში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის ხასიათზე და ინტენსივობაზეა დამოკიდებული, ამიტომ არ უნდა იყოს მართებული დებულება იმის შესახებ, რომ ნივთიერებათა გამჭოლადობა აქტიური ფიზიოლოგიური პროცესი არაა.

მემბრანას, რომელიც ვაკუოლს გარშემო აკრავს ტონოპლასტს უწოდებენ. ტონოპლასტი მდიდარია ლიპოიდთა პოლარული მოლეკუ-

ლებით. მისი სტრუქტურა პლაზმალემის ანალოგიურია. ტონოპლასტი უფრო სქელია და ლიპოიდთა რამდენიმე შრისაგან შედგება. ვაკუოლის მემბრანა—ტონოპლასტი ენდოპლაზმატური ბადის მემბრანებისაგან წარმოიქმნება. ვაკუოლთა წარმოქმნა აიხსნება იმით, რომ ვაკუიმის ფაზაში უჯრედში აზოტოვან ნაერთთა უკმარისობაა და ცილის სინთეზი შემცირებულია. ამის გამო უჯრედს არ აქვს შესაძლებლობა მთელი თავისი შიგთავსი პროტოპლაზმით შეავსოს. ამიტომ უჯრედის ცენტრალურ ადგილზე ჩნდება დიდი ვაკუოლი უჯრედის წვენი წყალხსნარით. ვაკუოლის წვენი შეიცავს მინერალურ ნივთიერებათა იონებს, ორგანულ მჟავებს და მათ მარილებს, ნახშირწყლებს, გლუკოზიდებს, ფენოლებს, ტანინებს, პიგმენტებს, ალკალოიდებს, ცილებს და ზოგიერთ ფერმენტებს. ვაკუოლი და ვაკუოლების სისტემა — ვაკუომი არ წარმოადგენს მხოლოდ უჯრედისათვის უსარგებლო ნივთიერებათა დასაგროვებელ რეზერვუარს. ვაკუოლში სხვადასხვა ნივთიერებათა დაგროვება ზრდის უჯრედის ოსმოსურ პოტენციალს. ვაკუოლში ხდება დროებითი გადანახვა ისეთი ნაერთებისა, რომლებიც ქარბად იმყოფება უჯრედში, გარდა ამისა ვაკუოლში იზოლირებულია ისეთი ნაერთები, რომლებიც იწვევს ციტოპლაზმის დენატურაციას (ტანინები, ალკალოიდები, ფენოლები). ვაკუოლი მცენარეული უჯრედის გიგანტური ლიზოსომაა.

ენდოპლაზმური ბადე აღმოაჩინეს ელექტრონული მიკროსკოპის საშუალებით. უჯრედის ეს ორგანოიდი შედგება ორი ელემენტარული მემბრანისაგან, რომლებიც მთელ უჯრედში დაქსელილ არხებს ქმნიან. ენდოპლაზმურ ბადის არხებში მოძრაობს სითხე ენზიმება, რომლის საშუალებითაც უჯრედის სხვადასხვა უბნებში და შეზობელ უჯრედებში ორგანული და არაორგანული ნივთიერებები გადაიტანება. განსაკუთრებით მდიდარია ენდოპლაზმური ბადის არხებით საცრისებური მილები. ამ უჯრედებში ენდოპლაზმური ბადის არხები ნივთიერებათა მოძრაობის მიმართულებითაა ორიენტირებული. ზოგიერთ ადგილებში ენდოპლაზმური ბადის არხები გამობერილია და ქმნიან ე. წ. ცისტერნებს. ამ ცისტერნებიდან შემდეგში ვაკუოლები წარმოიქმნება. უჯრედის მატრიქსის მხარეს ენდოპლაზმური ბადის მემბრანებზე დამაგრებულია რიბოსომები, სადაც ცილის სინთეზი მიჰდინარეობს. ვხვდებით აგრეთვე გლუვ მემბრანებს რიბოსომების გარეშე. ენდოპლაზმური ბადე მონაწილეობს ასიმილაციების სინთეზში, ცილების ნახშირწყლების და ფერმენტების სინთეზში. გოლჯის აპარატთან ერთად აგრეთვე უჯრედის კედლის შენებაში. ანაერობიოზის დროს ენდოპლაზმური ბადე ძლიერაა განვითარებული. იბადება ექვი რომ ასეთ პირობებში მიტოქონდრიების ფუნქციას ენდოპლაზმური ბადე ასრულებს.

ენდოპლაზმური ბადე ბირთვის გარსისაგან წარმოიქმნება. ფაქტიურად ბირთვის გარსი და ენდოპლაზმური ბადე უჯრედის ერთ ორგანოიდს წარმოადგენს. ზოგიერთი მკვლევარის აზრით ამ ორგანოიდის წარმოქმნა მატრიქსში პლაზმალემის ჩაზნექვის გზითაც ხორციელდება.

იმ უჯრედებში, სადაც ინტენსიურად მიმდინარეობს მეტაბოლიზმი შეიმჩნევა პლაზმალემის ჩაზნექვის გზით პატარა ბუშტების წარმოქმნა, რომლებიც წყდება პლაზმალემას და მიგრირებს მეზოპლაზმაში. მეზოპლაზმაში ეს ბუშტები ან გაუხსნელი რჩება ან კიდევ იხსნება და შიგთავსს ათავისუფლებს. ამგვარი ბუშტულაკების წარმოქმნა ძირითად პლაზმაში მატრიქსშიც წარმოებს. ეს ბუშტები პულსირებელი ვაკუოლების მსგავსად უჯრედიდან გამოიდევნება და უსარგებლო ნივთიერებებს გარედ გამოჰყოფს. პლაზმალემის ჩაზნექვით სითხეების ამგვარ შთანთქმას პინოციტოზი ეწოდება (ბერძ. „პინეინ“—სმა) ამ გზით მაგარ ნაწილაკების შთანთქმას კი როფეოციტოზი (ბერძ. —„როფეინ“—ყლაპვა). პინოციტოზური გზით მიმდინარეობს წყლის აქტიური შეთვისება, ნივთიერებათა შთანთქმა და გამოყოფა. პინოციტოზის ინდუქციისათვის აუცილებელია პლაზმის ზედაპირზე მუხტისმატარებელ ნივთიერებათა არსებობა. პინოციტოზური ინვაგინაციების კარგ ინდუქტორებად K-ის და Na-ის იონები წარმოადგენენ.

გოლჯის აპარატი. მცენარეულ უჯრედში გოლჯის აპარატი 1957 წელს იყო აღმოჩენილი. გოლჯის აპარატის მემბრანები ქმნიან ერთმანეთის პარალელურად დაწყობილ ბრტყელ დახშულ პარკებს. 4—8 ასეთი პარკი ერთ აპარატს ქმნის. მემბრანების გვერდით ან მათ წყვილებს შორის პატარა ვაკუოლებია განლაგებული. პატარა ვაკუოლების გარდა დიდ ვაკუოლებსაც ვხვდებით. სადაც სეკრეტების დაგროვება წარმოებს. გოლჯის ორმაგი მემბრანის კიდევებზე ჩნდება გამობერილი ადგილები, რომლებიც იზრდება და ბოლოს გოლჯის აპარატს სცილდება. გოლჯის აპარატიდან მოწყვეტილი ასეთი ვაკუოლები პექტინოვან, ლორწოსმაგვარ ნივთიერებებს და სხვადასხვა სეკრეტს შეიცავს. გოლჯის აპარატში პექტინოვან და ლორწოსმაგვარ ნახშირწყლების სინთეზი წარმოებს. ამ ნივთიერებებს უჯრედი გარსის შენებისათვის იყენებს. გოლჯის აპარატში ნახშირწყლების შემდგომი პოლიმერიზაციაც წარმოებს. აერაცია აძლიერებს უკუპინოციტოზური გზით გოლჯის აპარატიდან ვაკუოლების გამოყოფას. მერისტემულ უჯრედებში გოლჯის აპარატის რაოდენობა უფრო მეტია. უჯრედის ზრდასთან ერთად მათი რაოდენობა კლებულობს. გოლჯის აპარატი ბირთვის გარსისაგან წარმოიქმნება. ეს ორგანოიდი უჯრედში წყლის რაოდენობის რეგულა-

ტორიცაა, მას უჯრედისგან გამოსაყოფი ნივთიერებების დაგროვების უნარი აქვს. ასეთი ნივთიერებებია სეკრეტები, უჯრედის ცხოველქმედების ნარჩენები, წყალი და უჯრედში გარედან მოხვედრილი შხამიანი ნივთიერებანი.

სფეროსომები უჯრედის ის ორგანოიდებია სადაც ცხიმების სინთეზი წარმოებს. სფეროსომები ენდოპლაზმატური ბადისაგან წარმოიქმნება. ენდოპლაზმატური ბადის გამობერილ დაბოლოებებში ჯერ ოსმოფილური ნივთიერებები გროვდება, შემდეგ გამობერილი ნაწილი წყდება ენდოპლაზმურ ბადის ძაფს და დამოუკიდებლად ვითარდება. განვითარების ამ სტადიაზე სფეროსომისათვის დამახასიათებელია წვრილმარცვლოვანი ცილოვანი სტრომა. შემდეგ ჩნდება ლაქები, ხოლო ცენტრალურ ადგილზე ნათელი გამჭვირვალე ზონა, რაც სფეროსომაში ცხიმის დაგროვებასთანაა დაკავშირებული. ბოლოს სფეროსომაში წვრილმარცვლოვანი სტრუქტურა თანდათან ქრება და მას მთლიანად ავსებს ცხიმის წვეთი, ერთმაგი მემბრანა, რომელიც ამ ცხიმის წვეთს გარშემო აკრავს აფერხებს სფეროსომებში წარმოქმნილი ცხიმოვანი წვეთების ერთმანეთთან შერწყმას. სფეროსომები შეიცავენ ცხიმოვან ნივთიერებათა მეტაბოლიზმში მონაწილე ფერმენტებს. ამ ორგანოიდში ცხიმის სინთეზის ბოლო ეტაპი ხორციელდება. კერძოდ ფოსფორის მჟავასა და ცხიმოვან მჟავების ურთიერთგაიგირების შედეგად წარმოებს გლიცეროფოსფატის ეთერიფიკაცია.

ლიზოსომა ისევე, როგორც სფეროსომა, ერთმაგი ლიპოპროტეიდურ მემბრანისაგან შედგება. ლიზოსომის ცენტრში ფერმენტებით მდიდარი დიდი ვაკუოლია. ამ ორგანოიდის ფუნქციას განსაზღვრავს მასში მყოფი ჰიდროლიზური ფერმენტები, რომლებიც ინელებს უჯრედის მიერ შთანთქმულ საკვებ ნაწილაკებს. ლიზოსომების საშუალებით ხდება დაღუპული ორგანოიდების გადაშენება. ხშირად ამ ორგანოიდში მიტოქონდრიების ფრაგმენტებს და ენდოპლაზმატური ბადის ნაგლეჯებს პოულობენ. ამრიგად, ლიზოსომები ფუნქციონირებს. როგორც უჯრედის თავისებური მომწელებელი სისტემა. ხშირად ლიზოსომები უჯრედის ზედაპირზე გამოყოფენ ფერმენტებს და შლიან ირგვლივ არსებულ ნივთიერებებს, ე. ი. ანვითარებენ ე. წ. ექსტრაცელულარულ ენზიმურ აქტივობას. ლიზოსომებში ისეთი ფერმენტებია, რომელთაც შეუძლია მთელი უჯრედის ლიზისი, ე. ი. უჯრედის დაშლა, ამიტომ ამ სტრუქტურებს „თვითმკვლელი პარკები“ შეარქვეს. ლიზოსომებში არსებულ ფერმენტებიდან კარგადაა შესწავლილი: მჟავე ფოსფატაზა, მჟავე რიბონუკლეაზა, მჟავე დეზოქსირიბონუკლეაზა, β-გლუკოზიდაზა და სხვა. არაფერმენტული კომპონენტებიდან ლიზოსომები შეიცავენ ფოსფლიპიდებსა და გლიკოპროტეიდებს. ლიზო-

სომეხების ორგანიზაცია იძლევა არამართო კატაბოლიზმური რეაქციების განვითარების შესაძლებლობას, არამედ მათ შესწევთ სინთეზური, ე. ი. ანაბოლიზმური რეაქციების განვითარების უნარი.

რიბოსომები აღმოაჩინეს ელექტრონული მიკროსკოპის საშუალებით. ამ ორგანოიდში მიმდინარეობს ცილის სინთეზი. რიბოსომაში 50% ცილა და ამდენივე რიბონუკლეინის მყავაა. დიფერენცირებულ უჯრედებში აქტიური რიბოსომები ენდოპლაზმატური ბადის გარეთა მემბრანაზეა განლაგებული. მერისტემულ უჯრედებში კი რიბოსომები პლაზმაში თავისუფლადაა გაფანტული. საშუალოდ ხუთი რიბოსომისაგან შემდგარ კომპლექსებს პოლისომებს უწოდებენ. პოლისომები ნამდვილი ორგანოიდებია, მაშინ როცა თითოეული რიბოსომა უფრო მაკრომოლეკულას წარმოადგენს. რიბოსომები ბირთვული წარმოშობისაა, რიბოსომალური რნმ ძირითადად ბირთვის ქრომატინას შემცველ უბნებში გამომუშავდება. შემდეგში რიბონუკლეინის მყავა ბირთვაში გადადის, სადაც ხდება რიბოსომების საბოლოო აწყობა.

მიტოქონდრიები — მცენარეულ უჯრედში 1904 წელს მექსა აღმოაჩინა. მიტოქონდრიების მთელ კრებულს ქონდრიომი ეწოდება. მიტოქონდრიები კარგად ჩანს ოპტიკურ მიკროსკოპში. ელექტრონულმა მიკროსკოპმა მათი დეტალური აღნაგობა გამოავლინა. დადგენილია, რომ მიტოქონდრია გარედან დაფარულია ორმაგი გარსით. მიტოქონდრიის შიგნით არსებულ სივრცეს მატრიქსი ეწოდება. გარსის შიგნითა მემბრანიდან მატრიქსში შეჭრილია თხემები ანუ კრისტები. რომელიც მატრიქსს ცალკეულ კამერებად ყოფს, შიდა მემბრანაზე სტრომის მხარეს ყუნწებით დამაგრებულია ნაწილაკები, რომელთაც ოქსისომები ეწოდებათ. ოქსისომები ციტოქრომებს და სხვა სახის ფერმენტებს შეიცავს. მიტოქონდრიებში ცილოვანი ნივთიერებანი 2/3, 1/3 ლიპოიდებია, 1—3% რიბონუკლეინის მყავაა. განსაკუთრებით დამახასიათებელია მაღალი შემცველობა ფოსფოლიპიდებისა, რომლებიც ელექტრონების გადატანაში მონაწილეობს. სტრუქტურული ცილების გარდა, რომელთაც ფიზიოლოგიური აქტივობა არ ახასიათებთ გვხვდება მაღალი აქტივობის მქონე ფერმენტები. მიტოქონდრიებში აღმოჩენილია აგრეთვე დეზოქსირიბონუკლეინის მყავა (დნმ). ეს მიუთითებს ციტოპლაზმატურ მემკვიდრეულობის არსებობაზე და სპეციფიკური ცილების და რიბონუკლეინის მყავას სინთეზში მიტოქონდრიების მონაწილეობაზე. მიტოქონდრიების რაოდენობა და შიდა მემბრანის განვითარება ნივთიერებათა ცვლის ინტენსივობაზე დამოკიდებული. შემჩნეულია მიტოქონდრიების შეგროვება ბირთვისა და უჯრედის აქტიურად მოქმედი სხვა ორგანოიდების ირგვლივ. ოქსისომებში სუნთქვის ფერმენტებია კონცენტრირებული. უანგვით რეაქცი-

ებთან დაკავშირებულ ფერმენტების დიდ ჯგუფს გადააქვს ელექტრონები ან წყალბადის იონები, ისინი აღწევენ ქანგბადს, „წვავენ“ ცოლების ცხიმების და ნახშირწყლების გახლეჩვის პროდუქტებს. ქანგვის პროცესს თან ახლავს ენერგიის დიდი რაოდენობით გამოყოფა და ე. წ. მაკროერგული ფოსფატური კავშირების წარმოქმნა უმთავრესად ადენოზინტრიფოსფატის სახით (ატმ). ამგვარად მიტოქონდრიის ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი ფუნქციაა უჯრედში შემოსული საკვები ნივთიერებებისაგან ენერგიის განთავისუფლება და ამ ენერგიის ისეთ ფორმებად გარდაქმნა, რომელიც ვარგისი იქნება სინთეზის პროცესებისათვის და უჯრედის მუშაობის განხორციელებისათვის. მერისტემულ უჯრედში მიტოქონდრიების წარმოქმნა უჯრედის გარსის ორმაგი მემბრანის გამობერვით მიმდინარეობს, ზრდადასრულებულ უჯრედში მიტოქონდრიები მრავლდება დაყოფით, დაკვირვებით და გადაქიმივითაც.

პლასტიდები მცენარეულ უჯრედში სინთეზის სპეციფიკურ ორგანოიდებს წარმოადგენენ. არსებობს უფერული პლასტიდები — ლეიკოპლასტები და შეფერილი — ქლოროპლასტები და ქრომოპლასტები. ლეიკოპლასტებს ეკუთვნის სახამებლის დამაგროვებელი ამილოპლასტები. ცხიმის დამაგროვებელი პლასტიდები — ოლეოპლასტები და ცილების დამაგროვებელი — პროთეინოპლასტები. ფესვებში არა მარტო ლეიკოპლასტების, არამედ ხანდახან ქრომოპლასტებს და ქლოროპლასტებსაც ვხვდებით. პლასტიდები კარგად ჩანს ოპტიკურ მიკროსკოპში. ქლოროპლასტის სიგრძე 5 μ აღწევს, ხოლო სიგანე 2 μ უდრის. ელექტრონული მიკროსკოპით დადგენილი იყო, რომ ქლოროპლასტი მეტად რთული ორგანოიდია. ქლოროპლასტს გარშემო ორმაგი მემბრანა აკრავს. პლასტიდის სტრომაში განლაგებულია გრანები, ყოველი გრანი შედგება თხელი დისკოების — თილაკოიდებისაგან. თილაკოიდები ერთმანეთთან ხიდაკებითა დაკავშირებული, რომლებსაც ლამელებს უწოდებენ. გრანებში ქლოროფილი ცილისა და ლიპოიდთა შრეებს შორისაა მოთავსებული. ლიპოიდურ შრეში ლიპიდების მოლეკულებს შორის ჩართულია კაროტინოიდები. ქლოროპლასტები ქლოროფილის, კაროტინოიდების, ცილებისა და ლიპიდების გარდა შეიცავენ აგრეთვე 0,5—3,5% რნმ. ვიტამინებს E, K, D, A მაგნიუმს, კალიუმს, კალციუმს, ნატრიუმს, რკინისა და სილიციუმის მარილებს. ქლოროპლასტებში ვხვდებით ცხიმოვანი მჟავების სინთეზის და ქანგვის, ფოსფორლიპიდებში ფოსფორის ჩართვისა და სხვა პროცესების მაკატალიზებელ ფერმენტებს. რნმ-ს და თილაკოიდზე განლაგებული რიბოსომების საშუალებით ხორციელდება ცილის სინთეზი. ამრიგად, ქლოროპლასტებში ნახშირწყლების სინთეზთან ერთად, ცილების, ლიპიდების და ზოგიერთი ვიტამინის სინთეზიც მიმდინარეობს. პლას-

ტიდები ბირთვული წარმოშობისაა. მოზრდილ უჯრედებში ზრდადასრულებული პლასტიდა დაყოფით მრავლდება. შემჩნეულია აგრეთვე პლასტიდების გამრავლება დაკვირვებითაც.

ბირთვი უჯრედის ცენტრალური ორგანოა. ბირთვი ციტოპლაზმისაგან გამოყოფილია ბირთვის გარსით. გარსი ორმაგი მემბრანისაგან შედგება. ამ ორმაგი მემბრანის უშუალო გაგრძელებაა ენდოპლაზმური ბადე, რომელიც უჯრედის სხვადასხვა უბნების გავლით უჯრედშორისებამდე აღწევს. ამგვარად, ბირთვში გამომუშავებულ სხვადასხვა ნივთიერებას, ციტოპლაზმის გავლის გარეშე, შეუძლია უჯრედიდან გასვლა. ბირთვი ციტოპლაზმას ბირთვის გარსის ფორების საშუალებით უკავშირდება, ფორები სტატიკურ წარმონაქმნებს არ წარმოადგენს, ისინი ხან იხურება, ხან კი გახსნილია, მათი საშუალებით წარმოებს ბირთვული წარმოშობის ნივთიერებათა შეცვლის რეგულირება ციტოპლაზმაში (ინფორმაციული რნმ-ს, ჰორმონების, ფერმენტების და სხვა). ბირთვი დიდ როლს ასრულებს მიტოქონდრიებისა და პლასტიდების წარმოქმნაში. ინტერფაზული ბირთვის ქრომატინი მსხვილმარცვლოვანია. ელექტრონული მიკროსკოპით დადგენილი იყო, რომ ინტერფაზული ბირთვის ქრომოსომები ძალიან წვრილი და გრძელი ძაფებია, ორი ქრომატიდისაგან შემდგარი ორმაგი ძაფი სპირალურადაა დაგრეხილი და ამიტომ თხელი ანათალების ელექტრონულ მიკროსკოპში დათვალიერებისას ჩანს მათი მოკლე ფრაგმენტები: მარცვლების, მძიმეების ან ჩხირების სახით. ცოცხალ უჯრედში ბირთვი განუწყვეტილად ტრიალებს და ამით ბირთვში მყოფი ყოველი ქრომოსომა ციტოპლაზმის სხვადასხვა უბანს უახლოვდება. კარიოლიმფა სუბმიკროსკოპული აგებულებით ჰგავს ციტოპლაზმის მატრიქსს. ბირთვის წვენი შეიცავს ჰეშმარიტ ხსნარებს, კოლოიდებს და პოლიმერებს. მასში აღმოჩენილია მარტივი ცილები, კალციუმი, მაგნიუმის და სხვა იონები. კარიოპლაზმაში ვხვდებით ბირთვაკს, რომელსაც გარსი არ გააჩნია. ბირთვაკი წარმოადგენს ძაფების ფაშარ გორგალს, ბირთვაკის ძაფებს ნუკლეოლს უწოდებენ. თითოეული ძაფი რამდენიმე მწკრივი მძივის მსგავსი მარცვლებისაგან იკრებება. მარცვლები რიბოსომებს წარმოადგენენ. თვლიან, რომ ბირთვაკი ქრომოსომების განსაზღვრულ უბნებიდან შიტოზური გაყოფის ბოლოს წარმოიქმნება. ამ უბნებს „ბირთვაკის ორგანიზატორებს“ უწოდებენ. ბირთვაკში დნმ არ არის, ბევრია ცილები, ლიპოიდები, ნუკლეოტიდები, ცილოვანი და ნუკლეოტიდთა ცვლის ფერმენტები. მინერალური ნივთიერებებიდან აქ გვხვდება თუთია, რკინა, ფოსფორი, კალიუმი და კალციუმი. ქრომოსომებს ბირთვში ჩხირისებური ფორმა აქვს. ყოველი ორგანიზმი ქრომოსომათა განსაზღვრული რაოდენობით ხასიათ-

დება. ქრომოსომები დიდი რაოდენობით შეიცავს დეზოქსირიბონუკლეინის მკავას (დნმ). ეს ნივთიერება მონაწილეობს სპეციფიკური ცილების სინთეზში და განსაზღვრავს ორგანიზმის მემკვიდრულობას. დნმ-ს რედუქლიკაციის უნარი აპირობებს სახეობისათვის დამახასიათებელ სპეციფიკური ცილების შენარჩუნებას, გარდა ამისა ბირთვის ნივთიერებანი ასტიმულირებენ ფოსფორილირების პროცესს, გამოყოფს ციტოპლაზმაში კოფერმენტებს და ააქტივებს ციტოპლაზმის ფერმენტებს. დიდ რაღს ასრულებს ბირთვი უჯრედთა დიფერენცირების პროცესშიც, ე. ი. აპირობებს ფორმათა წარმოქმნის პროცესსაც. უჯრედის ეს ცენტრალური ორგანოიდი აუცილებელია მიტოზის განხორციელებისათვის.

ელექტრონული მიკროსკოპის საშუალებით უჯრედში მთელი რიგი დამატებითი სტრუქტურებია აღმოჩენილი, ასეთებია: ლომასომები, ციტოსომები, ელაიოპლასტები, სინტესომები, მიკრომილაკები, მიკროფილამენტები და სქელგარსიანი გრანულები. აღნიშნული სტრუქტურები დამოუკიდებელ ორგანოიდებს არ წარმოადგენს. ისინი დაკავშირებული არიან ენდოპლაზმატური ბადის და გოლჯის აპარატის ფუნქციონირებასთან.

ციტოპლაზმის ძირითად ნივთიერებას, რომელშიც უჯრედის ორგანოიდებია მოთავსებული ჰიალოპლაზმას უწოდებენ. ჰიალოპლაზმის სიბლანტე და ელასტიურობა მის სტრუქტურულ ორგანიზაციასე მიუთითებს. ჰიალოპლაზმაში შემჩნეულია ფიბრილარული სტრუქტურები, რომელთაც სპირალური აგებულება ახასიათებს, მერისტემულ უჯრედებში ფიბრილები მათზე მიმაგრებულ რიბოსომების გამო ძნელი შესამჩნევია. ჰიალოპლაზმაში ფიბრილების არსებობა მის ელასტიურობას სიბლანტეს და სტრუქტურულ ორგანიზაციას განსაზღვრავს.

2. უჯრედის ვიარ საკვებ ნივთიერებათა შთანთქმის მექანიზმი

საკვებ ნივთიერებებს, რომელთა შთანთქმა უჯრედს სხვადასხვა სახის ფიზიოლოგიურ რეაქციების განსახორციელებლად ესაჭიროება, გასაველი აქვს შემდეგი სტრუქტურული ზღუდეები: უჯრედის გარსი. პლაზმალემა, ციტოპლაზმის მთელი შრე და ბოლოს ტონოპლასტი. ასეთი რთული ბუნების მქონე დაბრკოლებათა გადასალახავად მცენარეულ უჯრედს, საკვებ ნივთიერებათა შთანთქმის განსახორციელებლად. ევოლუციის მანძილზე შეუმუშავდა ნივთიერებათა შთანთქმის მრავალნაირი მექანიზმი. ეს მექანიზმები შეიძლება ორ ჯგუფად დაიყოს:

1. ნივთიერებათა შთანთქმის პასიური მექანიზმები, როგორცაა დიფუზია; ადსორბცია და იონთა ცვლა და 2. საკვებ ნივთიერებათა შთანთქმის აქტიური მექანიზმი.

საკვებ ნივთიერებათა პასიურ შთანთქმას საფუძვლად უდევს კონცეფცია უჯრედში ე. წ. თავისუფალი არის არსებობაზე. საკვებ ნივთიერებათა პასიურად მოძრაობის თეორია გულისხმობს, გარემო ხსნარიდან ქსილემის კურკლებამდე მათ გადამოძრავენას წყლის ნაკადის საშუალებით. ფიქრობენ, რომ აღნიშნული პროცესი ე. წ. თავისუფალ არეში იონთა პასიური მოძრაობით მიმდინარეობს. თავისუფალ არეში იგულისხმება უჯრედის ან ქსოვილის ის ნაწილი, რომელშიც საკვები ნივთიერებები თავისუფლად, დიფუზიის საშუალებით მოძრაობს. აღმოჩნდა, რომ ექსპერიმენტულად დაღვენილი თავისუფალი არე ე. წ. ხილული თავისუფალი არეა. თუ თავისუფალი არე მხოლოდ წყალს, დიფუზიაში მყოფ მოლეკულებს და იონებს შეიცავს, მაშინ ხილული თავისუფალი არე როგორც ელექტროლიტების, ისე არაელექტროლიტებისათვის თანაბარია. ამ შემთხვევაში ლაპარაკობენ წყლის თავისუფალ არეზე. მკვლევართა ერთი ჯგუფი თავისუფალ არედ უჯრედშორისებსა და უჯრედის კედლებს თვლის, მკვლევართა მეორე ჯგუფი კი თავისუფალ არეს ციტოპლაზმასაც აკუთვნებს.

შვრიის ფესვებში ხილული თავისუფალი არე ფესვების საერთო მოცულობის 3—5% უდრის. თავისუფალი არის ასეთი მცირე სიდიდის გამო იგი ლოკალიზებული უნდა იყოს არა პროტოპლაზმაში, არამედ უჯრედის კედლებში და უჯრედშორისებში. თავისუფალ არეს წარმოადგენს ფესვის ყველა ქსოვილი, სადაც გარემო ხსნარს მთელი ნაკადის სახით თავისუფლად შეუძლია კურკლებამდე მოძრაობა უჯრედების კედლების გასწვრივ. ნ. პოტაპოვი (1962) ნივთიერებათა პასიურ მოძრაობას უარყოფს, მისი აზრით, საკვებ ნივთიერებათა მოძრაობის მთელი პროცესი აქტიური პროცესია, რომელიც მეტაბოლიტური და არამეტაბოლიტური გზით მიმდინარეობს. არამეტაბოლიტური წესით ნივთიერებათა გადამოძრავენის დროს ელემენტები უჯრედის კომპონენტებთან ურთიერთობაში შედის. ამით იქმნება არამდგრადი, ლაბილური მაღალი ენერგეტიკული დონის ნაერთები. ამგვარ ნაერთებში. იონები ინარჩუნებს ინდივიდუალობას. არ ებმება ნივთიერებათა ცვლის პროცესში და უცვლელი სახით შედის ფესვის კურკლებში, ფესვის წვერი და გაჭიმვის ზონა ნივთიერებებს მეტაბოლიტური გზით ითვისებს, ხოლო ფესვის ბუსუსთა ზონა არამეტაბოლიტური გზით. ნივთიერებათა გადამოძრავენას შთანთქმული ნივთიერებების ხასიათიც აპირობებს. რუბიდიუმის, ბრომის, ცეზიუმის, ლითიუმის ქლორისა და სხვადასხვა საღებავის შთანთქმა სულ სწვა

პოზიციებიდანაა განსახილველი, ვიდრე აზოტის, ფოსფორისა და გოგირდის, რომლებიც შთანთქმისას ნივთიერებათა კონსტრუქციულ ცვლაში ენერჯიულად ირთვებიან.

ნივთიერებათა მოძრაობის მექანიზმი მცენარის შინაგან ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზეა დამოკიდებული. ე. რატნერის (1958) აღნიშვნით მინერალურ ნივთიერებებით მცენარის ქსოვილთა მძღრობა მნიშვნელოვნად საზღვრავს მათი მოძრაობის მექანიზმს. ქსოვილებში მინერალური ნივთიერებების სიმციროს დროს მათი შთანთქმა აქტიურად, მეტაბოლიტური გზით მიმდინარეობს. იმ შემთხვევაში კი, როცა მცენარე მინერალური ნივთიერებების ნაკლებობას არ განიცდის ნივთიერებათა შთანთქმა უმთავრესად პასიურ ხასიათს ატარებს.

უჯრედის პექტოცელულარული მემბრანებში თავისუფალი არის არსებობის გამო გარსი გარკვეულ მონაწილეობას ღებულობს ნივთიერებათა შთანთქმაში. უჯრედთა თავისუფალი არე ქმნის ერთ მთლიან ჰიდროსტატიკურ სისტემას, რომელშიც წყალი და ზოგიერთი იონი თავისუფლად, პასიური გზით მოძრაობს. ამ ჰიდროსტატიკურ სისტემას რ. სალაევი იხილავს როგორც „ლიმფურ“ სისტემას, რომელიც გარსშემოუვლის ყოველ უჯრედს. პირველადი გარსი რთული აგებულებისაა. მის შედგენილობაში შედის ცელულოზა, ჰემიციელულოზა, პოლიგალაქტურონიდები და ცილები. აღნიშნული ნივთიერებები უჯრედის გარსის შიდა ზედაპირს და მის რეაქტიულობას ზრდის. ამის შედეგად უჯრედის გარსი იონთა გაცვლითი ადსორბციის შთანთქმის მაღალ უნარს იძენს. იონთა შთანთქმის პირველადი ეტაპია ელექტროსტატიკური ადსორბცია, რომელიც სუნთქვის დროს წარმოქმნილი H^+ და HCO_3^- იონების გაცვლითი ადსორბციით მიმდინარეობს. ეს პროცესი პასიური ბუნებისაა, მაგრამ იგი მაინც რეგულირდება სუნთქვის მეტაბოლიზმით. სუნთქვის შედეგად წარმოიქმნება არა მარტო გარემო არეში მყოფ იონებზე გასაცვლელი იონთა ფონდი, არამედ ამ დროს სინთეზირდება ისეთი მაღალმოლეკულური პოლიმერული ნაერთები, რომლებზედაც ხდება შთანთქმული იონების ადსორბცია.

შთანთქმის მეორე ეტაპია იონთა შესვლა ციტოპლაზმაში. ამ ეტაპზე იონებს სჭირდებათ მემბრანული ზღუდის გადალახვა, რისთვისაც გარკვეული რაოდენობის ენერჯიის დახარჯვაა საჭირო. ამგვარად იონთა შთანთქმის მეორე ეტაპი აქტიური ფიზიოლოგიური პროცესია. ნივთიერებათა აქტიური შთანთქმა დაკავშირებულია აგრეთვე იონთა გადამტანების სინთეზთან. საკვებ ნივთიერებათა გადამტანებად ითვლება ცილოვანი ბუნების სხვადასხვა ნაერთი, ფერმენტები, პეპტი-

დები, ამინომჟავები, ფოსფატიდები, რიბონუკლეინის მჟავა, ციტოქრომები და ზოგჯერ სტრუქტურული ცილები. იონთა გადამტანების საშუალებით ნივთიერებათა შთანთქმვა შესაძლოა დამოუკიდებლად ან გაცვლითი ადსორბციის პარალელურად მიმდინარეობდეს. ვინაიდან იონთა გადამტანები უმთავრესად ცილოვანი ბუნების ფერმენტული ნაერთებია, ამიტომ სანტკლიფის (1964) აზრით ცილას სინთეზსა და იონთა შთანთქმის ინტენსივობას შორის გარკვეული კავშირი უნდა არსებობდეს. საკვები ნივთიერებების აქტიური შთანთქმის ერთ-ერთი მაგალითია პინოციტოზი და რაფაენოციტოზი. ზედაპირული მემბრანის აქტიური მოძრაობით, მისი ჩაზრდით მეზობლანაშაში საკვებ ნივთიერებათა აქტიური შეთვისება წარმოებს.

ამგვარად, ფესვის ბუსუსიდან რადიალური მიმართულებით ქურქლებამდე მინერალური ნივთიერებების გადატანა უჯრედთა თავისუფალ არეში დიფუზიითა და ტრანსპირაციული დენის ზემოქმედებით წარმოებს. გარდა ამისა ნივთიერებათა აქტიური შთანთქმა და გადატანა მიმდინარეობს აგრეთვე იონთა სპეციფიური გადამტანების საშუალებით. სიმბლასტის გასწვრივ ცოცხალი ციტოპლანმატური ზღუდეების და მემბრანების გავლის დროს საკვები მინერალური ნივთიერებები ინტენსიურად ირთვება მეტაბოლიზმში და რთული ბიოქიმიური და ფიზიოლოგიური რეაქციების შედეგად მათი ორგანულ ფორმაში გარდაქმნა წარმოებს. ფესვთა სისტემის სინთეზური ფუნქციის განხორციელება ამითაა განპირობებული.

საკვებ ნივთიერების შეთვისებაში აქტიურად მონაწილეობს ზედაპირულ მემბრანებთან დაკავშირებული ფერმენტული სისტემები. საკვები ნივთიერებების შეთვისება მარტო უჯრედის შიგნით არ მიმდინარეობს. პლანმალემის ფერმენტული აქტივობა ახორციელებს უჯრედის გარეთ ნივთიერებათა „მონელებას“, ამ მოვლენას მემბრანულ ანუ კონტაქტურ ნივთიერებათა შეთვისებას უწოდებენ. პლანმალემსა ჰიდროლიზური ფერმენტების გარდა (ცელობიოზები, ინვერტაზები, ატმ-აზა, პიროფოსფატაზა, გლიცერფოსფატაზა) სუნთქვის ფერმენტებს და ატმ შეიცავს. ექსტრაცელულარული ენზიმატური აქტივობა ანუ საკვებ ნივთიერებათა უჯრედგარეშე მონელება ხორციელდება აგრეთვე ლიზოსომებისა და გოლჯის აპარატის მეშვეობით, რომლებიც ფესვის ბუსუსის ან ეპიბლემის უჯრედებიდან უკუპინოციტოზური გზით გარემო არეში ფერმენტებით სავსე პარკებს გამოყოფენ. ფერმენტებით მდიდარი პატარა პარკები გარემო არეში სკდება და მათგან გამოყოფილი ფერმენტები რიზოსფეროში სუბსტრატს სათანადოდ გარდაქმნიან.

ბინერალურ საკვებ ნივთიერებათა შთანთქმის მსგავსად მცენარეთა ფიზიოლოგიაში არჩევენ ფესვთა სისტემის მიერ წყლის შეთვისების ორგვარ პროცესს — აქტიურს და პასიურს. აქტიური პროცესი უესვებში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის ხარჯზე მიმდინარეობს, მისი გარეგანი გამოვლინებაა გუტაცია და მცენარის ტირილი. წყლის პასიური შეთვისება იმ შემთხვევაში წარმოებს, როცა ტრანსპირაცია სქარბობს წყლის მიწოდებას. წყლის პასიური შეთვისება ხდება ფოთლებში განვითარებული შეწოვითი ძალის საშუალებით. ამ დროს წყალი მასიური ნაკადის სახით უჯრედთა თავისუფალ არეში და წყალგამტარ ქურჭლებში მოძრაობს. თითქმის ყველა მცენარეში, მთელი მათი სიცოცხლის მანძილზე, იშვიათია ისეთი პირობები, რომლებიც წყლის აქტიურ შეთვისებას ხელს უწყობდეს. ამიტომ ფიქრობენ, რომ წყლის უდიდესი ნაწილი, რომელსაც მცენარე იყენებს. პასიური შეთვისების გზით არის მიღებული.

მას შემდეგ რაც მცენარის ტირილმა მკვლევართა ყურადღება მიიპყრო, გაჩნდა ტირილის მექანიზმის ამსხნელი ზოგიერთი თეორია. მათგან აღსანიშნავია ლეპიოშკინის, პრინსტლის, საბინინის და ბოზეს თეორიები.

ლეპიოშკინი აკვირდებოდა სოკო *Pilobolus*-ის სპორანგიუმის ზედაპირზე წყლის წვეთების გამოდენას და დარწმუნდა, რომ მთელი მცენარე, რომელიც ოსმოსური თვალსაზრისით ერთ დიდ უჯრედს წამოადგენს, ტენიან სუბსტრატში მოთავსებული თავისი განშტოებებით შეიწოვს წყალს, ხოლო ზედა ნაწილებიდან გარეთ დევნის მას. პლაზმოლოზის საშუალებით ჩატარებულმა ცდებმა ლეპიოშკინი დარწმუნა, რომ სპორანგიუმის პროტოპლაზმას მართლაც ოდნავ მეტი გამჭოლადობის უნარი აქვს, ვიდრე შემწოვი ჰიფების პროტოპლაზმას. ამის საფუძველზე მან ააგო წყლის ცალმხრივი გამოდენის თეორია: ნაკლები ჟონვადობის მქონე პროტოპლაზმიან ადგილებში ერთი და იმავე კონცენტრაციის ხსნარის წნევა პროტოპლაზმაზე მეტი იქნება, ვიდრე მეტი ჟონვადობის მქონე პლაზმიან ადგილებში. ეს იმით აიხსნება, რომ მეორე შემთხვევაში წნევის ნაწილი დაიკარგება, რადგან გახსნილ ნივთიერებათა გარკვეული რაოდენობა პროტოპლაზმაში უნდა გატარდეს. ელასტიკური უკუწნევა, რომლითაც გაქიმული გარსი მოქმედებს ციტოპლაზმაზე, ჰიდროსტატიკის კანონების მიხედვით, ყველგან ერთნაირი იქნება. ამის შედეგად იმ ადგილებში, სადაც ჟონვადობა ნაკლებია, გარეგან წნევაზე შინაგანი წნევის სიჭარბის გამო წყალი შეისრუტება, ხოლო იმ ადგილებში, სადაც ჟონვადობა მე-

ტია, პლაზმატური აკის მეშვეობით წყალი გარეთ გამოიდექ-
ნება და უჯრედში დამყარდება ცალმხრივად მიმართული ვა-
ნუწყვეტელი წყლის ნაკადი. ამ შემთხვევაში უჯრედიდან წმინდა წყა-
ლი კი არ გამოდის, არამედ ხსნარი, თუმცა გაცილებით უფრო განზა-
ვებული, ვიდრე უჯრედის წვენი. ამგვარად, გასაგები ხდება ასეთ
უჯრედში მცენარის სხვა ნაწილებიდან საკვებ ნივთიერებათა მიადენის
აუცილებლობა.

ბლექმენი აკრიტიკებს ლეპიომკინის თეორიას და აღნიშნავს, რომ
ოსმოსურ წნევას არასგზით არ შეუძლია ერთდროულად წყლის შეს-
რუტვა და გამოდენა.

ამჟამად უფრო მიღებულია პრისტლების თეორია, რომელიც შემ-
დეგ კრავტსმა და ბრაიერმა გადაამუშავეს. ამ თეორიის სქემის მიხედ-
ვით ფესვის ბუსუსში მოხვედრილი წყალი გადაეცემა ფესვის მთელ
რიგ პარენქიმულ უჯრედებს. აქედან გაივლის რა ენდოდერმასა და
პერიციკლს, მოხვდება ლერძის ორგანოების ქურქლებში და ავა
ფოთლამდე. ამ გზას წყალი გადის ოსმოსური წნევის გრადიენტით,
რომელიც ფესვის ბუსუსიდან დაწყებული იზრდება ცენტრალურ ცი-
ლინდრში მოთავსებული ქურქლების მიმართლებით. პრისტლების აზ-
რათა ქსილემის გამტარ ქურქლებში წვნის კონცენტრაცია უფრო და-
ბალია. ვიდრე მის გარშემო მყოფ პარენქიმულ უჯრედებში, ამიტომ
ქსილემისაკენ წყლის განუწყვეტელი ნაკადის მომდინარეობისათვის
საკმარისი გახსნილ ნივთიერებათა განუწყვეტელი შესვლა ქსილემაში.
პრისტლები ამბობს, რომ ქურქლების გარშემო მყოფი უჯრედების გამ-
ჭოლადობა ფესვის ცენტრის მიმართულებით უფრო მეტია, ვიდრე მე-
ორე მხარეს და ამიტომ იყოლება ხსნარი ქსილემაში. გარდა ამისა, ნივ-
თიერებათა ცვლის პროცესში შესაძლებელია შაქრების ორგანულ
მეყვებამდე დაეანგვა, ეს ოსმოსური წნევის გაზრდას გამოიწვევს, რა-
დგან ერთი მოლეკულა შაქრის დაშლა რამდენიმე მოლეკულა ორგა-
ნულ მეყვას წარმოშობს. ციტოპლაზმაში ორგანული მეყვები ადვილად
გადის. ამიტომ აღნიშნულ ნივთიერებებს შეუძლია ქსილემაში მყოფ
ხსნარში მოხვედრა, მისი კონცენტრაციისა და შესაბამისად, ოსმოსუ-
რი წნევის გადიდება. ამგვარად, პრისტლების სქემა საშუალებას იძლე-
ვა ფესვის შეწოვითი ძალა გაიზომოს იმ ხსნარის კონცენტრაციის გან-
საზღვრით, რომელიც მცენარის გადაჭრილ ლეროდან გამოდის. ამ სქე-
მის მიხედვით სწორედ ხსნარის კონცენტრაცია საზღვრავს შეწოვის
ძალას.

კრავტსმა და ბრაიერმა (1951) პრისტლების სქემა შემდეგნაირად
გადაამუშავეს. მათი სქემა ორ ძირითად პირობას ეყრდნობა: პირველი
იმაში მდგომარეობს, რომ ფესვის ბუსუსიდან დაწყებული, მერქნის

პარენქიმის უჯრედებით გათავებული ურთიერთდაკავშირებული უჯრედების ციტოპლასტები ერთ მთლიან ციტოპლაზმატურ სისტემას, ე. წ. სიმბლასტს წარმოადგენს. მეორე პირობის თანახმად ქერქისათვის დამახასიათებელი ჰაერის მატარებელი უჯრედთშორისების არსებობა ხელს უწყობდა უწყობდეს ფლოემაში ნივთიერებათა ცვლის უფრო მეტ აქტივობას ენდოდერმის შიგნით მოქცეულ ქსოვილებთან შედარებით. მათი სქემის მიხედვით ფესვის ბუჩქნების მიერ შთანთქმულ და დაგროვილ ნივთიერებათა დიფუზიის გრადიენტი მყარდება სიმბლასტის გასწვრივ. ნივთიერებათა მოძრაობა პლაზმოდეისმებით დაკავშირებულ უჯრედებში ხელს უწყობს ყველგან კონცენტრაციის გათანაბრებას. მეორე მხრივ ნივთიერებათა ცვლის გრადიენტის არსებობა აპირობებს ცენტრალური ცილინდრის ქსოვილებში ნივთიერებათა უბე დაგროვებას.

დაგროვილ ნივთიერებებს უჯრედები ვეღარ იკავებს და ის წყალი, რომელიც ოსმოსური კანონების საფუძველზე მოძრაობს უჯრედების გარსების გასწვრივ და პურპლებში, გამორეცხავს მათ. ავტორები აღნიშნავენ, რომ მათი სქემა ეთანხმება ფესვის ანატომიურ აგებულებას, შეესაბამება ფესვების მიერ გახსნილ ნივთიერებათა შეთვისების საერთო სურათს და კარგად ხსნის მცენარეთა ტირილსა და გუტაციას.

განაკუთრებით თავისებურია ინდოელი მეცნიერის ბოზეს (1925) ტირილის ფიზიოლოგიის თეორია. იგი სრულიად უარყოფს ოსმოსის კანონებზე დამყარებულ ტირილის მექანიზმის თეორიებს. მისი აზრით ტირილი გამოწვეულია ცოცხალ უჯრედთა აქტიური პულსაციით. ცოცხალ უჯრედთა პულსაციით გამოწვეულ ტირილს და ტრანსპირაციული დენის მოძრაობას თან სდევს ტირილის პროცესში მონაწილე ცოცხალი უჯრედების ელექტრული პოტენციალის პერიოდული რყევა. აღნიშნულ უჯრედებზე ავტორს მიიჩნია მხოლოდ ენდოდერმასთან ახლო მყოფი უჯრედების ფენა. ბოზეს აზრით წვენი ქერქის გზით მოძრაობს. ქსილემა არ არის ტრანსპირაციული დენის მთავარი გზა, იგი მხოლოდ მისი გვერდითი განშტოებაა. ქერქის ცხოველყოფელ უჯრედებს პულსაციის საშუალებით წვენი შეჰყავს ქსილემაში, რომელიც მხოლოდ ქერქიდან ინიცირებული წყლის რეზერვუარია. ამგვარად, ბოზეს აზრით ქსილემა წყლის გამტარი ქსოვილი კი არ არის, არამედ წყლის რეზერვუარია, ხოლო წყალი ქერქის გზით ცოცხალი უჯრედების პულსაციის საშუალებით მოძრაობს.

საინტერესოა აქვე ითქვას საბინინის (1955) თეორიის შესახებ. იგი მდგომარეობს შემდეგში: რეაქციები პროტოპლაზმის ერთ ნაწილში იწვევს გარემო არის ოსმოსური წნევისა და იმ ნაწილაკთა რიცხვის

ზრდას, რომლებსაც გარემო ხსნარში მყოფი მარილების იონთა შებო-
ქვის უნარი აქვს. უჯრედის ციტოპლაზმის მეორე საწინააღმდეგო
მხარეზე კი ისეთი რეაქციები მიმდინარეობს, რომლებიც ტურგორო-
გენების კონცენტრაციის შემცირებას იწვევს და გარემო არეში მყო-
ფი მარილების იონთა შემბოქავ ნაწილაკებს ამცირებს. თუ უჯრედში
ამგვარი რეაქციები განუწყვეტლივ წარმოებს იმ ენერჯიის ხარჯზე,
რომელიც დაჟანგვა-დაშლის რეაქციების დროს წარმოიქმნება და, ამა-
ვე დროს, თუ დახარჯულ ორგანულ ნივთიერებათა განუწყვეტელი
ანაზღაურება ხდება, მაშინ აღნიშნული პირობები საკმარისი აღმოჩნ-
დება ცოცხალ უჯრედში წყლის დენის მოძრაობის ასახსნელად. საბი-
ნინის აზრითვე მცენარის ტირილი წყლის დენისა და მასში გახსნილ
ნივთიერებათა მოძრაობაა, რომელიც ფესვის შემწოვ ცოცხალ უჯრე-
დებში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის ხასიათზე, ლოკალიზაციასა
და ინტენსივობაზეა დამყარებული. ო. ტრუბეცკოვა (1965) ანვითა-
რებს საბინინის აზრს და აღნიშნავს, რომ ტირილი მეტაბოლიტური
პროცესია, რომელიც ემყარება წყლის ოსმოსურ მოძრაობას. გამტარ
ქურტკლებში არსებულ ხსნარსა და გარემო ხსნარს შორის ოსმოსური
პოტენციალის გრადიენტის არსებობა წყლის მოძრაობას აპირობებს.
ქურტკლებში მყოფი ხსნარის ოსმოსური პოტენციალის სიდიდე ცო-
ცხალი უჯრედების მიერ ქურტკლებში ნივთიერებათა სეკრეციის უნარ-
ზეა დამოკიდებული. უჯრედების პოლარულ თვისებებთან დაკავშირე-
ბული ნივთიერებათა სეკრეცია მეტაბოლიტურ პროცესს წარმოადგენს.
ამგვარად, ქურტკლებში ოსმოსური პოტენციალის განვითარება, რო-
მელზედაც დამოკიდებულია მცენარეში წყლის მოძრაობა მეტაბოლი-
ტური გზითაა მიღებული.

ლეპიოშკინის, პრისტლეის, ბოზეს მცენარეში წყლის შესვლისა
და მოძრაობის თეორიები, აგრეთვე დიქსონისა და ვოტჩალის (1916)
ე. წ. შექიდილობის თეორია სრულად ვერ ხსნის მცენარეში წყლის
შესვლის კანონებს. ა. კურსანოვისა და მისი თანამშრომლების შრო-
მები (1952—1969) მცენარეში ორგანულ ნივთიერებათა მოძრაობის
შესახებ, ახალ პერსპექტივებს სახავენ ამ მეტად მნიშვნელოვანი სა-
კითხის გადასაჭრელად. ა. კურსანოვის აზრით „ფლოემის გზით პლას-
ტიკურ ნივთიერებათა მოძრაობა ხსნარების უბრალო გადადენის სა-
ხით კი არ ხდება, არამედ წარმოებს ნივთიერებათა მოლეკულების
მოძრაობით პლაზმოდესმებით დაკავშირებულ პროტოპლაზმის ფენა-
ში. ამგვარი მოძრაობა ნივთიერებათა თავისებური ცვლის შედეგია
და მიეკუთვნება არა მექანიკურ არამედ ფიზიოლოგიურ და ბიოქიმიურ
მოვლენათა ჯგუფს“. გარდა ამისა აღმოჩნდა, რომ ფოთლის მეზო-

ფილში სინთეზირებული შაქრების 30% უჭრედების თავისუფალი არ-ის გზით მიემართება გამტარ კურკლებისაქენ და შემდეგ ფლოემის გზით სხვა ორგანოებში გადადის. თავისუფალი არე არ არის ინერტუ-ლი ზონა, იგი მჭიდროდ უკავშირდება პლანზალემას და მასში პექსო-ზების ფოსფორილირების, სახაროზის სინთეზისა და ჰიდროლიზის პროცესი აქტიურად მიმდინარეობს. ორგანულ ნივთიერებათა გადამოძ-რავებში სიმბლასტური გზა არ ყოფილა მთავარი და ერთადერთი.

როგორც ჩანს, თავისუფალ არეში ნივთიერებათა მოძრაობასაც აქტიური ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესი უდევს საფუძე-ლად. წყლის შესვლა მცენარეში და მისი მოძრაობა მეტაბოლიტურ ხასიათს უნდა ატარებდეს. მცენარისაგან წყლის შეწოვა და მისი გადა-მოძრავება შემდეგი სახით გვაქვს წარმოდგენილი: ფესვის ბუსუსის ან შემწოვი ზონის უჭრედის მიერ ნიადაგიდან აღსორბირებული წყა-ლი ებმება ფესვის ცოცხალ უჭრედებში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის პროცესში, წყლის ნაწილს ციტოპლაზმის კოლოიდური მიცე-ლები აკავებს. ე. წ. შებოჭილი წყლის სახით. წყლის მოლეკულების დანარჩენი ნაწილი კი შედარებით თავისუფლად უნდა მოძრაობდეს მასიური ნაკადის სახით უჭრედთა თავისუფალ არეში და პლანზოდეს-მებით დაკავშირებულ უჭრედიდან უჭრედში. მთელი სიმბლასტის გას-წვრივ, ფესვის ცოცხალ უჭრედებში წყლის მოლეკულების მოძრაობა ნივთიერებათა ცვლის პროცესში გამოყოფილი ენერჯიის გარკვეულ რაოდენობას საჭიროებს. ნიადაგიდან შეწოვილი წყალი ფესვის ცო-ცხალ უჭრედებში გავლისას განიცდის ბიოდინამიკურ გარდაქმნებს ისე, რომ კურკლებში მოხვედრილი წყალი არსებითად განსხვავდება გარე-მო არიდან შესული წყლისაგან. ფესვის ცოცხალ უჭრედებში გავლი-ლი წყალი უნდა ღებულობდეს ისეთ გარკვეულ შინაგან სტრუქტუ-რას, რომლის მეშვეობითაც წყლის ნაწილაცა შორის გაიზრდება შეჭიდულობის ძალა. ეს უკანასკნელი ზედა მამოძრავებელი ძალის მეოხებით ხელს უნდა უწყობდეს წყლის შემდგომ ასვლას მცენარეში. წყლის მოლეკულების მოძრაობა ფოთლის ძარღვიდან მის ცოცხალ უჭრედებში, ფესვთა სისტემის ცოცხალ უჭრედებში წყლის მოძრაო-ბის მსგავსია, ე. ი. მეტაბოლიტური ხასიათისაა. სპეციალური წყალ-გამტარი მილები გარდა წყალი უჭრედის თავისუფალ არეში და პლან-ზოდესმებით დაკავშირებული ცოცხალი უჭრედებს საშუალებითაც უნდა მოძრაობდეს.

მცენარის ტირილი ფესვთა სისტემის აქტიური მოქმედებს და ცხოველუნარიანობის ერთ-ერთი მაჩვენებელია. ტირილის დინამიკის შესწავლით შესაძლებელი ხდება ფესვთა სისტემის განვითარებისა და მისი ცხოველქმედების დონის დადგენა. გარდა ამისა, გამოყოფილი

წვენის ანალიზით შესაძლებელია, ნაცროვანი ელემენტებით მცენარის კვების ნაკიბების შესწავლა. ამ ნაკიბზე ფართო მუშაობა აქვთ ჩატარებული საბინის და მის თანამშრომლებს. გარდა აღნიშნულისა, ისინი ტირილის საშუალებით სწავლობენ მცენარის წყლის ბალანსს.

წყლის ბალანსი, ე. ი. გარკვეული შეფარდება წყლის ხარჯვასა და მის შეთვისებას შორის თავისებურ დას ასვამს მცენარის სიცოცხლეს, მის გარეგან და შინაგან სტრუქტურას. წყლის შეთვისება, მცენარეში მოძრაობა და ხარჯვა ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებული პროცესებია, რომელიმე მათგანზე ზემოქმედება სათანადო გავლენას ახდენს სხვა პროცესებზედაც. წყლის დეფიციტი მცენარეში ისეთ ფიზიოლოგიურ პროცესებზე მოქმედებს როგორცაა: ტრანსპირაცია, ფოტოსინთეზი, საკვებ ნივთიერებათა შეთვისება, სუნთქვა და სხვ.

უნდა აღინიშნოს, რომ მცენარის წყლით მომარაგების საკითხში ზოგიერთი მკვლევარი ნაკლებ ყურადღებას აქცევს წყლის აქტიური შეთვისების პროცესს, როგორც ამას სამართლიანად აღნიშნავს ივანოვი (1946), ისინი ცდილობენ შეცვალონ იგი შეჭიდულობის ძალებზე დამყარებული კრონის შეწოვითი ძალის ცალმხრივი თეორიით, ფესვურ წნევას კი უყურადღებოდ ტოვებენ (დიქსონი. რენერი). ლ. ივანოვის გამოკვლევებით დასტურდება, რომ ფესვური წნევა ახსნაობებს ყველა მცენარეს, მათ შორის წიწვიანებსაც. მან დაადგინა ფესვური წნევის არსებობა წლის ყველა პერიოდში. ჰუბერისა და ურშპრუნგის გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ წყალი იმ გზაზე, რომელსაც ფესვის ბუსბუიდან ჰურტლებამდე გადის, მეტად დიდ წინააღმდეგობას ხვდება. ეს 1000-ჯერ მეტია იმ წინააღმდეგობაზე, რასაც იგი ჰურტლებში მოძრაობის დროს ხვდება. ცხადია, რომ მართო ვარჯის შეწოვით ძალას არა აქვს უნარი დაძლიოს აღნიშნული წინააღმდეგობა, ფესვური წნევის მოქმედების გარეშე გადაამოძრაოს წყალი და აიყვანოს ფოთლამდე.

უშუალო ცდებით მტკიცდება, რომ ფესვის ცოცხალი უჯრედები დიდ წინააღმდეგობას უწევს წყლის მოძრაობას. აღმოჩნდა, რომ ფესვთა სისტემის დაზიანება მაღალი ტემპერატურით ძალიან ამცირებს იმ წინააღმდეგობას, რასაც წყლის დენი ფესვთა სისტემაში გავლისას ხვდება. საბინის აღნიშნავს, რომ ტირილის ოსმოსური მამოძრავებელი ძალის დიდი ნაწილი ფესვის ცოცხალ უჯრედთა წინააღმდეგობის გადალახვაზე იხარჯება. ეს წინააღმდეგობა იმდენად დიდია, რომ იგი ტრანსპირაციის რეგულირების საკითხში ერთ-ერთ ფაქტორად ითვლება; ტრანსპირაციის ინტენსივობის რეგულაციას, გარდა ფესვის ცოცხალი უჯრედებისა, ქსილემის გასწვრივ განლაგებული ცოცხალი უჯრედებიც ახდენს. ეს უკანასკნელი დამატებით წინააღმდეგობათა როლს

ასრულებს და, ფესვის ცოცხალ უჯრედებთან ერთად, არბილებს და ასუსტებს ინტენსიური ტრანსპირაციით გამოწვეული ტრანსპირაციული დენის სიჩქარეს. ამით ოჯი აბრკოლებს მცენარეში წყლის დეფიციტის წარმოშობას, რითაც მცენარის წყლის ბალანსი რეგულირდება.

მცენარის მიერ წყლის მოპოვების მთელი პროცესის დაყოფა აქტიურ და პასიურ პროცესებად არ არის სწორი. ის ვერ ასახავს მცენარეში წყლის შესვლის კანონებს. უნდა აღინიშნოს, რომ მცენარის მიერ წყლის მოპოვების პროცესი არასდროს, არ მიმდინარეობს პასიურად. თუ ზაფხულსა და შემოდგომაზე არაა აღნიშნული წყლის აქტიური შეთვისების გარეგანი გამოვლინებანი გუტაცია და ტირილი, ეს სრულებით არ ნიშნავს, იმას, რომ მცენარისაგან წყლის შეთვისება პასიურად წარმოებს. მცენარის მიერ წყლის პასიურად შეთვისების აღიარება ნიშნავს ცეზალბინია და იმ სხვა ძველ ავტორთა შეხედულებების გაზიარებას, რომელთა საფუძვლიანი კრიტიკა მოგვცა თავის კაპიტალურ შრომაში ვოტჩალოვა. გარდა ამისა, მცენარის მიერ წყლის აქტიური შეთვისების პროცესის განსაზღვრელებლად სულაც არაა საჭირო განსაკუთრებული სიდიდის გარკვეული პირობების არსებობა (სითბო, ნიადაგისა და ჰაერის მაღალი ტენიანობა). ამ პირობების არსებობა საჭიროა მხოლოდ წყლის აქტიური მოპოვების გარეგნული, შეუიარაღებელი თვალით ადვილად შესამჩნევი, გამოვლინებისათვის, როგორცია ტირილი და გუტაცია. ფესვის ცოცხალ უჯრედებში წყლის პასიური ფილტრაცია არ უნდა წარმოებდეს, რადგან აქ წყლის დენი ისეთ დიდ წინაღობას ხვდება, რომ მარტო ვარჯის შეწოვით ძალას არ აქვს მისი დაძლევის უნარი.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნული სრულებით არ გულისხმობს მცენარის წყლით მომარაგების საკითხში ვარჯის შეწოვითი ძალის უგულებელყოფას. თვით ტრანსპირაცია რთული ფიზიოლოგიური პროცესია, რომლის მიერაც განვითარებულ შეწოვით ძალას არ შეიძლება მივაწეროთ წყლის მხოლოდ პასიურად წვავისება.

წყლის ცვლის ინტენსივობაზე მძიმე წყლის გამოყენებით ჩატარებულმა ცდებმა გამოარკვია, რომ იზოლირებულ ფესვებში ის მეტად დიდია. აღმოჩნდა, რომ ქერის ფესვებში წყლის 60—65% 30 წუთში განიცდის განახლებას. 60 წამში ფესვებში არაებული წყლის ნახევარზე მეტი გარემო არის წყალზე იცვლება. პროტოპლაზმაში და უჯრედის გარემოში მყოფი წყალი, ვაკუოლში მოთავსებულ წყალთან შედარებით, ადვილად მოძრაობს. ამგვარად, იზოტოპური კვლევის მეთოდით ჩატარებულმა გამოკვლევამ, გარემოსა და ორგანიზმს შორის წყლის ცვლის დიდი ინტენსივობა გვაჩვენა. დადგენილია აგრეთვე, რომ თავისუფალ და ბმულ წყალს შორის მკიდრო დინამიკური კავში-

რი არსებობს და მათი ურთიერთცვლა ორგანიზმში ძლიერ ინტენსიუ-
რია.

მცენარის მიერ გარემოდან ადსორბირებული წყალი ორგანიზმში
რთულ ბიოდინამიკურ გარდაქმნებს განიცდის. ებმება რა მეტაბო-
ლიზმში ის იცვლის თავის შინაგან სტრუქტურას ისე, რომ მცენარეში
გადამუშავებული და გარდაქმნილი ფოთლებიდან გამოყოფილი წყალი
არსებითად განსხვავდება გარემო არიდან შეწოვილი წყლისაგან. ტრან-
სპირაციით გამოყოფილი წყალი მცენარისათვის უვარგისია და მას
როგორც უსარგებლო ნივთიერებას, იშორებს.

ამგვარად, ტრანსპირაცია უნდა განვიხილოთ არა მარტო როგორც
წყლის დენის ზედა მამოძრავებელი ძალა, არამედ როგორც მცენარის
ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ექსკრეტორული ფუნქცია. თუ წყალს გან-
ვიხილავთ როგორც მცენარისათვის მეტად მნიშვნელოვან ჰაკვებ ნივ-
თიერებას, გავიხსენებთ თუ რა დიდი რაოდენობით ითვისებს მას მცე-
ნარე გარემოდან და თავის ორგანიზმში ატარებს, გასაგები გახდება
ტრანსპირაციის პროცესში ბიოლოგიურად არასრულფასოვანი წყლის,
როგორც ექსკრემენტის მცენარისაგან გამოყოფის მნიშვნელობა.

ფესვური კვების სხვადასხვა საკითხთა შესწავლის დროს გასათვა-
ლისწინებელია ის, რომ არსებობს სამი სახის კვება: 1) ავტოტროფუ-
ლი კვება მინერალური ნივთიერებებით, 2) ჰეტეროტროფული — კვე-
ბა ორგანული ნაერთებითა და 3) სიმბიოზური კვება. სიმბიოზური
კვების დროს მცენარე ფესვებით ითვისებს როგორც მინერალურ, ისე
ორგანულ ნივთიერებებს. სხვადასხვა გარეგან და შინაგან ფაქტორთა
ზემოქმედებით კვების ზემოთ აღნიშნული სახეების ხვედრითი წო-
ნა, მათი ურთიერთშეფარდება და მნიშვნელობა მცენარის ონთოგე-
ნეზში მნიშვნელოვნად ცვალებადობს.

„კვების“ ცნება უნდა განვასხვავოთ „ორგანულ ნივთიერებათა
სინთეზის“ ცნებისაგან. საკუთრივ კვება, ამ სიტყვის სრული შინაარ-
სით, ესაა მზა ორგანული ნაერთებიდან პლაზმის ცოცხალ სტრუქ-
ტურულ ერთეულთა სინთეზი. ყველა უჯრედს მიკრობულს, ცხოვე-
ლურს და მცენარეულს ცოცხალი ნივთიერების შესაქმნელად მზა
ორგანული ნივთიერებები ესაჭიროება. მცენარეულ და ცხოველურ
ორგანიზმთა კვება განსხვავდება მხოლოდ იმით, რომ ცხოველური ორ-
განიზმის კვებისათვის მზა ორგანული ნივთიერებებია საჭირო, ხოლო
მცენარეულ ორგანიზმებს კვებისათვის ორგანულ ნივთიერებათა სინ-
თეზის უნარი აქვს.

ვ. ლიუბიმენკო მიუთითებს, რომ მცენარის კვება შედგება ორი
მომენტისაგან: 1) უმარტივესი მინერალური ნივთიერებებიდან ორგა-

მულ ნივთიერებათა სინთეზი. ეს პროცესი ე. წ. მოსამზადებელი ეტაპია და აუცილებელი არ არის კვების განსახორციელებლად და 2) საკუთრივ კვება ამ სიტყვის სრული მნიშვნელობით, ე. ი. ორგანული ნაერთების გამოყენების პროცესი ცოცხალი ნივთიერების შესაქმნელად. კვების მეორე ეტაპი თანაბარი ტიპისაა როგორც მცენარეულ, ისე ცხოველურ ორგანიზმებში.

4. ფესვებისა და მათი კვების შესწავლის მეთოდი

ფესვთა სისტემის შესწავლის საველე მეთოდებიდან ამჟამად ყველაზე მეტად გავრცელებულია კაჩინსკის და უივერის მეთოდი. კაჩინსკის მეთოდი მდგომარეობს ფესვთა სისტემის მთელი მასის აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაზე მიყვანის შემდეგ მისი წონის დადგენაში. აღნიშნული მეთოდით ხდება აგრეთვე ფესვების დაყოფა ფრაქციებად სისქის და ნიადაგის ჰორიზონტების მიხედვით. კაჩინსკის მეთოდი ითვლება რაოდენობრივ მეთოდად.

უივერის მეთოდი მდგომარეობს ნიადაგის ჰორიზონტების მიხედვით ფესვთა სისტემის თანდათან გათხრაში და მისი პროექციის ჩახატვაში მილიმეტრებიან ქაღალდზე გარკვეული მასშტაბით. ამის შედეგად ვლერებულობთ ფესვთა სისტემის მორფოლოგიურ აგებულებას, მისი გამოსახვა ციფრებით შეუძლებელია. ამიტომ აღნიშნული მეთოდი თვისებით მეთოდს წარმოადგენს. მისი გამოყენებისას ძნელდება სხვადასხვა ობიექტების ფესვთა სისტემის ურთიერთშედარება. უივერის მეთოდით ფესვთა სისტემის ჩანახატი არ იძლევა არავითარ წარმოდგენას ფესვების ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე. გაუგებარია, სად იწყება ან სად მთავრდება ნამდვილად ფესვთა სისტემის შემწოვი ან გამტარი ზონა. ფესვთა სისტემის მორფოლოგია მათ ფიზიოლოგიურ ფუნქციათა სხვადასხვაობაზე უნდა მიუთითებდეს, რისი შესწავლაც ზემოაღნიშნული მეთოდებით შეუძლებელია, გარდა ამისა, ეს მეთოდები მეტად შრომატევად პროცესს წარმოადგენს და იწვევს მცენარის დაღუპვას, რის შემდეგაც მკვლევარს საცდელ-ობიექტზე შემდეგი დაკვირვების საშუალება ესპობა. აღნიშნული მეთოდით ფესვთა სისტემის შესწავლა მრავალწლიან მერქნიან მცენარეებზე კიდევ უფრო გაძნელებულია. ამიტომ ბუნებრივი და გაჯაგებიცაა ტენდენცია ფესვთა სისტემის შესწავლის ახალი საველე მეთოდების ძიებისა. ერთ-ერთ ასეთ მეთოდთაგანს „ტირილის მეთოდი“ წარმოადგენს. გაზაფხულზე თბილი ამინდების დადგომისა და ნიადაგის შეთბობის შემდეგ „იღვიძებს“ ფესვთა სისტემა. ფესვის შემწოვი ბუსუსები იწყებს თავის მჭირხნ მოქმედებას და ძლიერდება წვენთა მოძრაობის ტემპი. თუ ამ

დროს მცენარეს კრილობას მივაყენებთ, გადანაჭერ ადგილას წვენი გამოდინდება, რაც კარგად არის გამოსახული ვაზში. გადანაჭერ რქებიდან წვენი იგი დიდი რაოდენობით ღვრის. აღნიშნულ პროცესს ხალხი „ვაზის ტირილს“ ეძახის.

ფიზიოლოგიურ, აგროქიმიურ, გეოქიმიურ და აგრონომიულ კვლევაში. მცენარის კვების რეჟიმის დასახსიათებლად და ამა თუ იმ ელემენტის მიმართ მოთხოვნილების დასადგენად ფართოდ იყენებენ სხვადასხვა ორგანოს ანალიზს (უმთავრესად ფოთლებისას). მარტო ფოთლების ანალიზით მცენარის კვების რეჟიმის დიაგნოსტიკება არ არის ვაპართლებული. ამგვარ სამუშაოებს წინ უნდა უსწრებდეს მეთოდური ხასიათის ანალიზები ინდიკატორული ორგანოს გამოსავლინებლად. ე. ი. იმის დასადგენად, თუ რომელ ორგანოს ანალიზი უპასუხებს ზუსტად ამა თუ იმ ელემენტზე მცენარის მოთხოვნილებას. უმეტეს შემთხვევებში საჭიროა ნიადაგისა და მცენარის ყველა ორგანოს ანალიზის ჩატარება. რაც ქვემოთ მოყვანილი მაგალითით მტკიცდება:

ქარაველი ფიზიოლოგების გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ რქაწითელის ჯიშის ვაზის ფოთლები უფრო მეტ რკინას შეიცავს, ვიდრე ფესვები, 5 ბბ კი პირიქით. რკინა ქლოროზიანი მცენარეების ფოთლებში უფრო მეტია, ვიდრე ნორმალურში, ფესვებში კი — პირიქით. ვ. ვასილევსკაიას გამოკვლევებიდან აღმოჩნდა, რომ სამგორში, სადაც ვაზი ქლოროზით არ ზიანდება, ფესვებში უფრო მეტი რკინაა ვიდრე ფოთლებში. მუხრანში ნორმალური მცენარის ფესვებსა და ფოთლებში რკინა თანაბარი რაოდენობითაა, ხოლო ქლოროზიანი მცენარის ფოთლებში რკინა მეტია, ფესვებში კი ნაკლები. ასევე „5 ბბ-ს“ ფოთლებსა და ფესვებში რკინის რაოდენობა თანაბარია, ხოლო 3309-ის ფოთლები 2,5-ჯერ უფრო მეტი რაოდენობის რკინას შეიცავს, ვიდრე ფესვები. თუ მარტო ფოთლის ანალიზების მიხედვით ვიმსჯელებთ. ქლოროზიანი მცენარე რკინის ნაკლებობას არ განიცდის და ქლოროზის გაქენაში რკინას არავითარი ბრალი არ მიუძღვის. სინამდვილეში კი რკინის მეტაბოლიზმი ქლოროზიან მცენარეებში დარღვეულია, რაც ფოთლებსა და ფესვებში რკინის შემცველობის გრადიენტიდან კარგად ჩანს.

ფრანგმა მკვლევარებმა ვაზის ფოთლის ფირფიტისა და ფოთლის ყუნწის ანალიზით დაადგინეს, რომ არაკარბონატულ ნიადაგებზე რკინა, მაგნიუმი, გოგირდი და ფოსფორი უფრო მეტია ფოთლის ფირფიტაში, ხოლო კალიუმი, ნატრიუმი და მაგნიუმი ყუნწში აკუმულირდება. ასეთ ნიადაგებზე ფოთლის ფირფიტაში რკინის შემცველობა კლებულობს, ხოლო მაგნიუმისა და გოგირდის რაოდენობა მატუ-

ლობს. კარბონატულ ნიადაგებზე კარბად შთანთქმული კალციუმი ფოთლის ყუნწში გროვდება, ამიტომ ფოთლის ფირფიტაში მისი შემცველობა თითქმის თანაბარია იმ მცენარეების ფოთლის ფირფიტებთან შედარებით, რომლებიც არაკარბონატულ ნიადაგებზე იზრდება. ახალგაზრდა ფოთლებში მაგნიუმის მოძრაობა ფოთლის ფირფიტამდე სწრაფად მიმდინარეობს, კალციუმი კი ყუნწში გროვდება და ფირფიტამდე არ აღწევს. ამიტომ ყუნწში კალციუმის შემცველობა სამჯერ უფრო მეტია, ვიდრე ფოთლის ფირფიტაში. ძველი ფოთლების ყუნწში მაგნიუმის შემცველობა მატულობს, ღოღო ფოთლის ფირფიტაში კალციუმის რაოდენობა იზრდება. მათი აზრით ყუნწი სათანადოდ უნდა არეგულირებდეს ფოთლის ფირფიტის კვებას მინერალური ნივთიერებებით.

აღნიშნული გამოკვლევა კიდევ ერთხელ მიუთითებს იმაზე, რომ მარტო ფოთლის ფირფიტების ანალიზით მცენარის კვების სხვადასხვა საკითხის შესწავლა სერიოზული შეცდომაა.

ფიზიოლოგიური კვლევისათვის საკმარისი არ არის ამა თუ იმ ელემენტის საერთო რაოდენობის განსაზღვრა. სასურველია ელემენტების სხვადასხვა ფორმის შესწავლა, რაც მკვლევარს მცენარეში მიმდინარე მეტაბოლიზმის ზუსტი კონტროლია საშუალებას მისცემს. გარდა ამისა, არც ერთ გამოკვლევაში. რომელიც მცენარის ორგანოებში მინერალურ ნივთიერებათა შემცველობას ეხება. მხედველობაში არაა მიღებული ისეთი მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური ფაქტორი, როგორცაა ატმოსფეროს ელექტროველი. უკანაქნელი დიდ გავლენას ახდენს და თავისებურ დაღს ასვამს მცენარის ქიმიურ შედგენილობას. ჩვენი რესპუბლიკის კლიმატურ-ნიადაგურ პირობების და რელიეფის მრავალფეროვნების გამო, ატმოსფეროს ელექტროველის და მაგნიტური ველის გავლენა მცენარის ქიმიურ შედგენილობაზე, მის კვებასა და მოსავალზე, კიდევ უფრო მეტი მნიშვნელობა ენიჭება.

ფიზიოლოგიური გამოკვლევებისათვის საცდელი მცენარეების მისაღებად გარკვეული ზონიდან ვენახში აპრილ ერთწლიან რქებს ქვიშაში აფესვიანებენ. მეორე წელს კარგად განვითარებულ დაფესვიანებულ ერთწლიან მცენარეებს წინასწარ მოპარაფინებულ 5 კილოგრამიანი ცილინდრული ფორმის თიხის სავეგეტაციო ქურჭლებში ჩავრგავთ. ქურჭლებს დრენაჟს გავუყუებთ და მოსარწყავად სპეციალურ მინის მილს გამოვიყენებთ. სავეგეტაციო ცდაში ქვიშის კულტურით, მერყეანიანის, უფრო ხშირად კი კნოპის საკვებ ხსნარს ვიყენებთ. მცენარეები სავეგეტაციო ქურჭლებში დარგვიდან მეორე წელს ცდილობის მზადაა. თუ ცდების ჩატარება ნამყენებზეა გათვალისწინებული

ლი, საკვირტე და საძირე მასალა დიდი სიფრთხილით უნდა შეირჩეს, ხოლო შემდეგ ჩატარდეს მყნობა და ნამყენის გამოყვანა ჩვეულებრივი წესით.

საკდელო მცენარეების მისაღებად განსაკუთრებული ყურადღება დასაფესვიანებელი კალმების შერჩევას უნდა მიექცეს. მხედველობაში მისაღები ის გარემოება, რომ ამერიკული საძირე ვაზები ჰიბრიდულ ფორმებს წარმოადგენს. მათთვის არამყარი მემკვიდრული ნიშანთვისებებია დამახასიათებელი და ხან მამისეულ, ხან კიდევ დედისეულ ნიშანთვისებებს ავლენენ. ამ გარემოებასთანაა დაკავშირებული ფიზიოლოგიურ და ბიოქიმიურ პროცესთა გარკვეული მერყეობა.

ვაზისათვის დამახასიათებელია პოლიგენური მემკვიდრეობა. სომატური მუტაციები ვეგეტატიური გამრავლების შემთხვევაში მემკვიდრეობით გადაეცემა. კვირტული სპონტანური მუტაგენეზის არსებობის გამო ვაზის ჭიშები სხვადასხვა კლონის კრებულს წარმოადგენს. ამიტომაც ამა თუ იმ ჭიშის ყოველი ვაზი ერთი მეორისაგან შესაძლოა როგორც გამძლეობით, ისე სხვა მაჩვენებლებითაც განსხვავდებოდეს. პ. თავაძის (1954) გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ ქვედა მუხლებიდან აღებული კალმების დაფესვიანება სუსტია, შემდეგ დაფესვიანების უნარი თანდათან ძლიერდება და მე-11 მუხლში მაქსიმუმს აღწევს.

თ. კეზელის (1958) გამოკვლევამ, რომელიც ორთოსტიქული პოლარობის საკითხს ეხებოდა, გვიჩვენა, რომ ღვედკეცისა და თუთის ყოველ მუხლში და ყოველ მუხლზე მჭდომ ფოთოლში ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების ინტენსივობა გარკვეული კანონზომიერებით მორიგეობს. სუსტ მუხლს (ფიზიოლოგიური პროცესების დაბალი ინტენსივობით) შედარებით უფრო ძლიერი მუხლი მოსდევს (ფიზიოლოგიური პროცესების მაღალი ინტენსივობით). შემდეგ მას ისევ შედარებით სუსტი მუხლი ცვლის, ამ სუსტ მუხლს ისევ ძლიერი მუხლი მოყვება და ა. შ. ასეთივე მორიგეობით იცვლება ფესვების რეგენერაციის უნარიც. სუსტი მუხლიდან აღებული კალმების დაფესვიანების ინტენსივობა და ამ კალმებიდან მიღებული მცენარეებაც უფრო სუსტი ზრდა-განვითარებით ხასიათდება, ვიდრე ძლიერი მუხლიდან აღებული კალმები.

ცდებმა, რომლებიც ვაზის ორგანოებში ფოსფორის (P^{32}) და ნახშირბადის (C^{14}) განაწილებას ეხებოდა, გვაჩვენა, რომ ეს ელემენტები მცენარეში ორთოსტიქული პოლარობის მიხედვით ნაწილდება. გარდა ამისა, ვაზის სხვადასხვა ჭიშის კალმების დაფესვიანებაზე ჩატარებული ცდებიდან გამოირკვა, რომ სხვადასხვა ზონის მუხლიდან მიღებული მცენარეები რეგენერაციის უნარით და განვითარების სიძლიერით ერთმეორისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან. კალმების რეგენე-

რაციის უნარი და მცენარეების განვითარების სიძლიერე ორთოსტიქული პოლარობის კანონს ემორჩილება. სუსტი მუხლებიდან მიღებული მცენარეები ფესვების სუსტი რეგენერაციით და ცუდი განვითარებით გამოირჩევა, ხოლო ძლიერი მუხლებიდან მიღებული მცენარეები — დაფესვიანების კარგი უნარით და ძლიერი განვითარებით. ამიტომ საცდელი მცენარეების მისაღებად დიდი ყურადღება ექცევა კალმების სათანადო შერჩევას. წინააღმდეგ შემთხვევაში, მცენარეებს არათანაბარი განვითარების გამო, ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური მაჩვენებლები ერთსა და იმავე ჯიშის ინდივიდში უფრო მეტად მერყეობს, ვიდრე სხვადასხვა ჯიშის მცენარეში. თუ მასალა სათანადოდ არ არის შერჩეული, ერთი და იმავე ჯიშის ცალკეული ინდივიდის განმეორებათა რიცხვის ზრდა ჯიშისათვის დამახასიათებელ ბიოქიმიურ და ფიზიოლოგიურ მაჩვენებელთა მიღებას ვერ უზრუნველყოფს. დასაფესვიანებელი კალმების სათანადო შერჩევით კი შესაძლოა ჯიშისათვის დამახასიათებელი ნორმალური მცენარეების მიღება და განმეორებათა მინიმუმამდე დაყვანა. ასეთი მცენარეები ჯიშისათვის დამახასიათებელი ბიოქიმიური და ფიზიოლოგიური მაჩვენებლებით ხასიათდება და სხვადასხვა ჯიშის ურთიერთშედარებისას მიღებული შედეგებიც უფრო თვალსაჩინო და სარწმუნოა.

დაუშვებელია გამოკვლევების ჩატარება მეურნეობების სანერგეებიდან შემთხვევით მიღებულ მცენარეებზე. ასეთი მასალა დიდი სიჭრელით ხასიათდება, არ არის სტანდარტული და ხშირად ნამყენები დაბალი ხარისხისაა.

აზოტის უთანბრება და გარდაჭენა

1. აზოტის ბალანსი

აზოტის განაკეთებელი და დიდი მნიშვნელობის ფიზიოლოგიური როლი იმაში მდგომარეობს, რომ იგი მონაწილეობს ორგანიზმისათვის აუცილებელ ყველა ცილოვან ნივთიერებათა ბიოსინთეზში. ატმოსფეროში თავისუფალი მოლეკულური აზოტი 80%-მდეა. ამ აზოტს უმადლესი მწვანე მცენარეები ვერ ითვისებს (პარკოსანი მცენარეების გარდა). სამაგიეროდ მცენარე კარგად ითვისებს ნიადაგში ამონიუმისა და ნიტრატული მარილების სახით წარმოდგენილ ბმულ აზოტს. მცენარე ვერ იყენებს ვერც ორგანული ფორმის აზოტს წარდოვანას, ასპარაგინისა და გლუტამინის გარდა. მცენარეს აზოტით კვებაში დიდ დანაშარებას უწევენ ნიადაგის ის მიკროორგანიზმები. რომლებიც ახდენს ორგანული ფორმის აზოტის მინერალიზაციას.

ადამიანის ინტენსიური სამეურნეო მოქმედების შედეგად, განუწყვეტლივ მიმდინარეობს ნიადაგიდან დიდი რაოდენობით აზოტის გაცანა. ნიადაგში მცხოვრები ატმოსფეროს თავისუფალი აზოტის ფიქსატორი მიკროორგანიზმები ამ დანაკლისს ვერ ავსებენ. ამიტომ საჭიროა ყოველ წელს მინერალური ფორმის აზოტოვანი სასუქებით ნიადაგის განოყიერება. სოფლის მეურნეობაში უმთავრესად იყენებენ ნიტრატული, ამონიაკური და ამიდური ფორმის მინერალურ სასუქებს.

ატმოსფეროდან სამრეწველო წესით აზოტოვანი სასუქების წარმოება დღითიდღე იზრდება. 1968 წელს ადამიანის მიერ ატმოსფეროდან ფიქსირებული იყო 30 მილიონი ტონა აზოტი. 2000 წლისათვის ეს ციფრი 1000 მილიონ ტონას მიაღწევს. ადრეულ წლებში როცა პარკოსან მცენარეთა ფართობები და აზოტოვანი სასუქების ხელოვნური წარმოება დიდ მასშტაბებს არ აღწევდა, ატმოსფეროში თავისუფალი მოლეკულური აზოტის დანაკლისს დენიტრიფიკაციის გამომწვევი მიკროორგანიზმები ავსებდა.

მე-19 საუკუნის მეცნიერთა აზრით დენიტრიფიკაციის გამომწვევი ბაქტერიები იწვევდა ნიადაგის ბმული აზოტით გაღარიბებას და ამიტომ დენიტრიფიკაცია სასოფლო სამეურნეო წარმოებისათვის მავ-

ნე პროცესად იყო მიჩნეული. ამჟამად ადამიანის ინტენსიური სამე-
ურნეო მოქმედების შედეგად სულ უფრო იზრდება აზოტის ბრუნვაში
წონასწორობის დარღვევის საშიშროება. ამასთან დაკავშირებით დიდი
ყურადღება უნდა მიექცეს ნიტრატების აღდგენის პროცესს, ვინაიდან
დენიტრიფიკაცია ატმოსფეროში თავისუფალი მოლეკულური აზოტის
დაბრუნების და მისი დანაკლისის შეესებნის წინაშეაღმდეგობა ბუნებრი-
ვი გზაა.

ნიადაგიდან მცენარის მიერ სხვადასხვა სახის აზოტოვანი ნაერ-
თების გამოყენება საბოლოოდ ამიაკის ასიმილაციების პროცესს უკავ-
შირდება. ამიაკი ორგანული ნაერთებში კეტომჟავების საშუალებით
იერთება. ეს პროცესი პირდაპირი ამინირების სახელწოდებითაა ცნო-
ბილი. მცენარეში პირდაპირი ამინირება უმთავრესად ორი გზით მიმ-
დინარეობს: პირველ შემთხვევაში α კეტომჟავის აღდგენითი ამინირე-
ბის შედეგად ამიაკი ამინური რადიკალად გარდაიქმნება, მეორე შემ-
თხვევის დროს ამიაკის აზოტი იერთება გლუტამინისა და ასპარაგინ-
ის ამიდურ ჯგუფში.

პირდაპირი ამინირების დროს გლუტამინის მჟავა სინთეზირდება.
ფერმენტი გლუტამატდეჰიდროგენაზა ამ პროცესს ააქტივებს. იგი
ლოკალიზებულია პლასტიდებში და მიტოქონდრიებში, სადაც კრებ-
ლის ციკლის მაკატალიზებელი ფერმენტებია თავმოყრილი. მიტოქონდ-
რიებში გლუტამინის მჟავას სინთეზი და მისი უანგვითი გადაამინირე-
ბის პროცესი დაუბრკოლებლად მიმდინარეობს. ამინომჟავების აზოტის
რეზერვად გადანახვა ამიდების გლუტამინისა და ასპარაგინის წარმო-
ქმნის საშუალებით წარმოებს. გლუტამინის სინთეზი გლუტამინსინთე-
ტასას მოქმედებით კატალიზდება. ამ ფერმენტის მოქმედებისათვის
საჭიროა მაგნიუმის, ან მანგანუმის და კობალტის იონების მონაწილე-
ობა. ასპარაგინ სინთეთაზასათვის ამინომჟავების უფრო მაღალი კონ-
ცენტრაციაა საჭირო და არეში მანგანუმის იონების არსებობა. ციტო-
პლაზმაში ორივე ფერმენტი ხსნადი თავისუფალი ფორმით იმყოფება.

მცენარეში სინთეზირებული პირველადი წარმოშობის აზოტოვანი
ნაერთები ამინომჟავათა გადაამინირების პროცესში სათანადოდ
გარდაიქმნება. გადაამინირების პროცესი სამი სახისაა: უანგვითი, აღ-
დგენითი და ჰიდროლიზური.

ამინომჟავების უანგვითი გადაამინირების დროს კეტომჟავები და
ამიაკი წარმოიქმნება. ზოგჯერ ამინომჟავას უანგვითი გადაამინირები-
სას ორგანული მჟავა ამიაკი და ნახშირორთქანი წარმოიქმნება. უანგ-
ვითი გადაამინირება შესაძლოა პოლიფენოლოქსიდაზური სისტემის
წევრულით მიმდინარეობდეს. აღდგენითი გადაამინირების დროს
ციმოვანი მჟავა და ამიაკი წარმოიქმნება. ამ რეაქციებში მონაწილე

ფერმენტული სისტემა სხვადასხვა დონორებისაგან სუბსტრატზე წყალბადის გადატანას აწარმოებს. ჰიდროლიზური გადაამინირებისას, რომელიც წყლის მოლეკულათა მიერთებით მიმდინარეობს, ოქსიმჟავები და ამიაკი წარმოიქმნება, ამიდებისა და ამინომჟავათა გარდაქმნის მეორადი რეაქციები ამიაკის და სხვადასხვა სახის აზოტოვანი და ნახშირბადოვან ნაერთთა წარმოქმნასთანაა დაკავშირებული. გლუტამინისა და ასპარაგინის მჟავას გარდა გადაამინირების პროცესში მონაწილეობს კრების ციკლის სხვა ამინომჟავები, კეტომჟავები და მათი კეტოანალოგები.

ვაზის მიერ აზოტის ასიმილაცია ნ. ნუცუბიძემ (1970) შეისწავლა. მან აღმოაჩინა, რომ ვაზში აზოტის ასიმილაციის დროს ერთწლიან კულტურებისაგან განსხვავებით, ძირითადად თავისუფალი ამინომჟავები გროვდება. მათ შორის ყველაზე მეტია ასპარაგინის და გლუტამინის მჟავა, ალანინი, არგინინი, ტიროზინი და სხვ. როგორც ცნობილია ერთწლიან მცენარეებში აზოტი უმთავრესად ამიდებში გლუტამინში და ასპარაგინში გროვდება. ვაზი, სხვა მცენარეებთან შედარებით. მდიდარია ორგანული მჟავებით, ამიტომ აზოტის აღდგენილ ფორმებს უკეთესად ითვისებს. ფესვები უფრო უკეთ ითვისებენ დაეხანული ფორმის აზოტს. ამონიაკის ძირითად აქცეპტორებს, რომელთა საშუალებითაც შეივსება ამინომჟავათა ძირითადი ფონდი, კეტოგლუტარატი, ოქსალაცეტატი და პირუვატი წარმოადგენს. ვაზი ამინომჟავათა სინთეზისათვის კრების ციკლში წარმოქმნილ კეტომჟავებს იყენებს. კეტომჟავები ნიადაგიდან შთანთქმულ ამიაკს იერთებენ და წარმოიქმნება სხვადასხვა სახის ამინომჟავა. თუ კრების ციკლი ამა თუ იმ მიზეზის გამო გადაიკეტა, მაშინ ამიაკის ასიმილირებისათვის კეტომჟავების წარმოქმნა გლიოქსალატურ და ფოტოსინთეზურ ციკლში წარმოებს. კრების ციკლში კეტომჟავათა ამინირების დამუხრუჭებისას, აქტიურდება ორნიტინული ციკლი და დიდი რაოდენობით არგინინი წარმოიქმნება.

ფოტოსინთეზის დროს ამინომჟავების და სხვა ორგანულ ნაერთთა სინთეზის პროცესი კარგად ჩანს ს. დურმიშიძის, ო. ხაჩიძის და თ. ბერიაშვილის (1960, 1966, 1967, 1968) ცდებიდან. რადიოაქტიური ნახშირბადის ატმოსფეროში ფოთლების ერთწლიანი ექსპოზიციის შემდეგ ფოტოსინთეზის შედეგად რადიოაქტიური 13 ამინომჟავა აღმოჩნდა. 90% რადიოაქტივობაა სერინზე, ასპარაგინისა და გლუტამინის მჟავაზე, ალანინზე და გლიცინზე მოდიოდა. 10 წუთიანი ექსპოზიციის შემდეგ რადიოაქტიური 14 ამინომჟავა აღმოჩნდა, ხოლო 30 წუთიანი ფოტოსინთეზის შედეგად 17 ამინომჟავა. ამინომჟავების სინთეზი მცენარის განვითარების ფაზაზე იყო დამოკიდებული. ავტო-

რების აზრით, ყ ამინოერბომეავასა და გლუტამინის სინთეზი უმთავრესად ფესვებში მიმდინარეობს, ხოლო სერინის — ფოთლებში. ასპარაგინის და გლუტამინის მეავას, ალანინის და მეთიონინის სინთეზი როგორც ფესვებში, ისე ფოთლებში წარმოებს.

ფოტოსინთეზის პროცესში რადიაქტიური ნახშირბადის ასიმილირება მტევნებშიც მიმდინარეობს. მტევნების ფოტოსინთეზის პროცესში C^{14} -ის ჩართვა ძირითადად ორგანულ მეავებში წარმოებს, ამინომეავების სინთეზი უფრო დაბალ დონეზეა. 5 წუთიანი ექსპოზიციის შემდეგ C^{14} -ის 56% ჩართული იყო ორგანულ მეავებში, ხოლო 33% ამინომეავებში. ამინომეავებიდან ყველაზე მეტი ასპარაგინის მეავა, ალანინი და სერინ-გლიცინი აღმოჩნდა. შაქრების სინთეზის ზრდა ექსპოზიციის გახანგრძლივების შემდეგაა აღნიშნული. ნაყოფების მომწიფებასთან დაკავშირებით C^{14} -ის ჩართვა ორგანულ და ამინომეავებში მცირდება, ხოლო შაქრებში მატულობს.

ასიმილაციების მოძრაობის გზების შესწავლასთან დაკავშირებით ფოტოსინთეზის პროცესში ამინომეავების სინთეზი დადგენილი იყო აგრეთვე შ. ჭანიშვილის (1964) ცდებშიც.

ა. მესხმა (1965, 1967) რქაწითელისა და მწვანეს ნაყოფებში ელექტროფორეზის მეთოდით ცილების განსაზღვრა ჩატარა. აღმოჩნდა, რომ ანალიზის შედეგად მიღებული ორი ძირითადი პროტეინული ფრაქცია გლობულარული ცილებია, რომლებიც ფოსფოგლუკოპროტეიდებს მიეკუთვნება.

სხვა სახის აზოტოვან ნაერთებთან ერთად ვაზში თავისუფალ პეპტიდებსაც ვხვდებით. ო. ხაჩიძის გამოკვლევებით აღმოჩნდა, რომ ვაზის ორგანოებიდან გამოყოფილი პეპტიდები ორიდან ათამდე ამინომეავას შეიცავს. პეპტიდებისაგან, რომლებიც თავისუფალი სახის ამინომეავებისაგან წარმოიქმნება, წარმოებს ცილის სინთეზი. წვენთა მოძრაობის დასაწყისში ფესვებიდან მიწისზედა ნაწილებს, სხვა ნაერთებთან ერთად, პეპტიდებიც გადაეცემა. ეს პეპტიდები სამი, ოთხი ან ხუთი ამინომეავასაგან შედგება. დიდი რაოდენობის პეპტიდური ფრაქციით ხასიათდება მტევანი. განსაკუთრებით ნაყოფის კანი და წვენი. სიმწიფის დასასრულს პეპტიდების რაოდენობა მაქსიმუმს აღწევს.

ფესვების მიერ აზოტის შთანთქმისა და ასიმილაციის პირველადი ეტაპი ნიტრატების აღდგენაა. ვაზის რიზოსფეროში ნიტრატების აღდგენის შესწავლასთან დაკავშირებით შემდეგი საკითხებია დამუშავებული:

1. ვაზის რიზოსფეროში ნიტრატების აღდგენაზე ყანგბადის კონცენტრაციის, pH-ისა და ტემპერატურის გავლენა. ნიტრატების აღდგენის სეზონური დინამიკა.

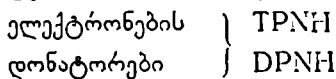
2. ნიტრატული და ამიაკური აზოტის ფონზე აერაციის სხვადასხვა პირობებში ვახის ფესვთა სისტემის მიერ რადიკატიური ფოსფორის (P^{32}) შთანთქმა.

3. ნიტრატული და ამიაკური აზოტის ფონზე სხვადასხვა აერაციის პირობებში, მინერალური ნივთიერებების ადსორბცია და C^{14} -ის გარდაქმნა.

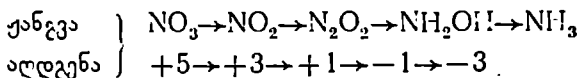
გასული საუკუნის ორმოცდაათიან წლებში (1850—1859) ჯერ კიდევ ბუსენგომ დაადგინა, რომ უმაღლესი მწვანე მცენარეებისათვის ნიტრატები აზოტოვანი კვების მთავარი წყაროა. შემდგომმა გამოკვლევებმა გამოავლინა, რომ მცენარეულ სამყაროში ფართოდაა წარმოდგენილი ნიტრატული აზოტის გამოყენება.

ფოთლებზე და ფესვებზე დასახლებული ეპიფიტური მიკროფლორის წარმომადგენლებს გააჩნიათ CO_2 -ისა და ნიტრატების აღდგენის უნარი. ფილოსფეროს მიკროორგანიზმთა მიერ ნახშირბადის და ნიტრატების შეთვისება ხელს უნდა უწყობდეს ფოტოსინთეზის პროცესს, რადგან ფოტორედუქცია ამცირებს ატმოსფეროში მავნე გაზების კონცენტრაციას და აძლიერებს აერობულ სუნთქვას. მიკროორგანიზმებს — ფოტორედუქტორებს გააჩნიათ მწვანე პიგმენტი ბაქტერიოვირიდინი და ყვითელი პიგმენტები, კაროტინოიდები. ცნობილია, რომ ქანგბადი ამცირებს ფოტოსინთეზს 20%-ით ე. ი. ამა თუ იმ რეაქციის პროდუქტთა დაგროვება ამცირებს მის სისწრაფეს. ვინაიდან ფოტორედუქციის შედეგად წარმოებს ნახშირბადის ისეთი ასიმილაცია, რომელიც O_2 -ის გამოყოფასთან არ არის დაკავშირებული, ამიტომ ფოტოსინთეზის პროცესს ფოტორედუქცია ხელს უნდა უწყობდეს. მაგალითად, გოგირდის ბაქტერიები იყენებენ სინათლის ენერგიას გოგირდწყალბადის გასახლეჩად. სინათლის ენერგია აქტივებს წყალბადს, რომელიც შემდეგში ნახშირორქანგს აღადგენს, ხოლო გოგირდი როგორც რეაქციის პროდუქტი გამოიყოფა თავისუფალი სახით. აქტივირებული ნახშირორქანგის აღდგენამდე ნახშირორქანგი კარბოქსილირების გზით უერთდება რომელიმე ორგანულ ნაერთს და ამის შემდეგ ხდება მისი აღდგენა აქტივირებული წყალბადით.

მოგვეყავს ნიტრატების აღდგენის ნიკოლასის სქემა:



კოფაქტორი FAD



მოთხოვნილება მეტალზე $Mo \rightarrow CuFeMg \rightarrow CuFeMg \rightarrow MgMn$

მოთხოვნილება ვიტამინზე პირიდოქსინი, პირიდოქსინი, პირიდოქსინი მოთხოვნილება ფოსფატზე P P P

მოთხოვნილება }
Si-I ჯგუფზე } →

1886 წელს ფრანგმა მეკვლევარებმა გეიონმა და დიუბტმა დენიტრიფიკაციის გამომწვევი მიკროორგანიზმები აღმოაჩინეს. ამავე პერიოდში დადგენილი იყო ნიტრატების აღდგენის შემდეგი სქემა: ნიტრატი — ნიტრიტი — ჰიპონიტრიტი — ჰიდროსქილაამინი ამიაკი. მეიერმა და შულცემ (1884), ჩიბნელმა (1939) ბახმა და პრიანიშკოვმა (1945) ეს სქემა შემდეგში კიდევ უფრო განავითარეს. ნიკოლასის მიერ შემუშავებული ნიტრატების აღდგენის სქემა, ამჟამად ყველაზე უფრო მთლიან და სრულყოფილ სქემად ითვლება (1959).

ფერმენტები, რომლებიც ნიტრატების აღდგენაში მონაწილეობს როგორც კატალიზატორები, მეტალოფლავოპროტეიდებს წარმოადგენს. მათი კოფაქტორებია ფლავინადენინდინუკლეოტიდი. ელექტრონთა დონატორებს წარმოადგენს ტრიფოსფორპირიდინუკლეოტიდი ან დიფოსფორპირიდინუკლეოტიდი. ნიტრატების აღმდგენელი ფერმენტები განსხვავდება მათში შემავალი მეტალის ბუნებით. ნიტრატრედუქტაზას შემადგენლობაში შედის მოლიბდენი, ნიტრიტრედუქტაზასა და ჰიპონიტრიტრედუქტაზას შემადგენლობაში — სპილენძი, რკინა ან მანგანუმი, ჰიდროსქილაამინრედუქტაზას შემადგენლობაში — მანგანუმი ან მაგნიუმი.

განურჩევლად იმისა, თუ რომელი ფერმენტული სისტემა იწვევს ნიტრატების აღდგენას, უკანასკნელის საბოლოო პროდუქტი ამიაკია. ამიაკი შედის რეაქციებში სხვადასხვა ორგანულ ნაერთთან, უმთავრესად კი ორგანულ მჟავებთან, ამინომჟავების და ბოლოს ცილოვანი ნივთიერებების წარმოქმნით. ნიტრატული და ამიაკური აზოტის ფორმები და მათი გარდაქმნის შუალედი პროდუქტების ეფექტურობა, გარდა გარეგანი ფაქტორებისა, მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მცენარის სახეობაზე, ჯიშზე და ორგანიზმის შინაგან ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე. აზოტის სწავდასხვა ფორმა დიდ გავლენას ახდენს წყლის რეჟიმზე, მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისებაზე, ორგანიზმში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ და ბიოქიმიურ პროცესებზე, მცენარის პროდუქტიულობაზე.

ანაერობულ პირობებში ნიტრატული ფორმის აზოტის თანაარსებობისას წყლის შეწოვადობა იზრდებოდა, ხოლო ამიაკური ფორმის აზოტის შემთხვევაში შეწოვადობა მცირდებოდა. კარგი აერაციის პირობებში აღნიშნული მოვლენა არ ყოფილა შემჩნეული. NO₃-ის იონები ტრანსპირაციის ინტენსივობას ზრდის, ხოლო NH₄-ის იონები კუთხული

ბი — ამცირებს. ანაერობულ პირობებში ნიტრატები წყალბადის აქცეპტორებს წარმოადგენს და ბიოლოგიური დაქანგვის დროს გამოყოფილი ენერგია წყლის შთანთქმასა და გადამოძრავებაზე გამოიყენება. ნიტრატების აღდგენა ნაწილობრივ ფესვებში წარმოებს. ნიტრატები უმთავრესად აღდგება ფესვებიდან ფოთლებისაკენ მათი მოძრაობის დროს. NH_4 მაღალი pH-ის პირობებში შთანთქმდება, ხოლო NO_3 -ის შთანთქმა ფესვების იზოელექტრულ წერტილზე დაბალი pH-ის პირობებში წარმოებს. ქანგბადის შთანთქმა უფრო ინტენსიურია NH_4 -ის გამოყენებისას, ვიდრე NO_3 -ის. აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობა უფრო მეტია NH_4 -ის გამოყენებისას, ხოლო მაგნიუმის, კალციუმისა და სილიციუმის NO_3 -ის გამოყენების დროს. მცენარეში ნიტრატების მაქსიმალური რაოდენობით წარმოქმნა საკვები არის 4pH-ის პირობებშია დადგენილი. რკინის სიმცირე ან დაზარდვილა აბრკოლებს ნიტრატების წარმოქმნას. ცილოვანი აზოტი, ასპარაგინი და გლუტამინის NN_4 -ის გამოყენებით უფრო იზრდება, ვიდრე NO_3 -ის გამოყენებით. NH_4 -ის გარდაქმნა ფესვის განაპირა ქსოვილშივე მიმდინარეობს. NH_4 -ის შთანთქმისათვის ქანგვითი ფოსფორილების დროს მიღებული გარკვეული რაოდენობის ენერგიაა საჭირო. NH_4 -ის შთანთქმა და გარდაქმნა დი- და ტრიკარბონილის მექავათა ციკლთანაა დაკავშირებული. NO_3 -ის 90% მიწისზედა ნაწილებამდე უცვლელად ადის. გლიკოლიზისა და დი- და ტრიკარბონილის მექავათა ციკლის ინგიბიტორები სუნთქვას და NO_3 -ის შთანთქმას ამცირებს.

სინათლეზე ნიტრატების, ნიტრიტებისა და ჰიდროქსილამინის გარდაქმნა როგორც ანაერობულ, ისე კარგი აერაციის დროს ძლიერდება. სიბნელეში აერობიოზის დროს უჯრედები ნიტრატებისა და ნიტრიტების აღდგენის უნარს კარგავს, ხოლო ჰიდროქსილამინის აღდგენა არ ბრკოლდება. ნიტრატები ნიტრიტები და ჰიდროქსილამინი აღდგება ქანგბადის გამოყოფით. ნიტრატების, ნიტრიტებისა და ჰიდროქსილამინის აღდგენა სინათლის უფრო დაბალი ინტენსივობის დროს მიმდინარეობს, ვიდრე ფოტოსინთეზი. ნიტრატების, ნიტრიტებისა და ჰიდროქსილამინის აღდგენის ფერმენტული სისტემები სათანადო სუბსტრატში ადაპტურად წარმოიქმნება. ჰიდროქსილამინი ნიტრატების აღდგენისა და ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციის საერთო შუალედ პროდუქტს წარმოადგენს. ჰიდროქსილამინის აღდგენას NH_4 -ის იონები აბრკოლებს.

ნიტრატების აღდგენის პროცესში მონაწილე ფერმენტების შემადგენლობაში შედის ზოგიერთი მეტალი (რკინა, მოლიბდენი, სპილენძი, მანგანუმი). აღნიშნული ელემენტების თანაარსებობა გარემო არეში დიდ გავლენას ახდენს ნიტრატების აღდგენის ინტენსივობაზე. ასე,

მაგალითად, თუ გარემო არეში რკინის ნაკლებობაა და საკვებ არეში ნიტრატული ფორმის აზოტია, მაშინ მცენარეს ქლოროზი ემართება. ქლოროზის ინტენსივობა NO_3 -ის კონცენტრაციის მატებასთან ერთად იზრდება. ამიაკური ფორმის აზოტის თანაარსებობისას აღნიშნული მოვლენა შემჩნეული არ ყოფილა.

აერაცია აძლიერებს წყლისა და NH_4 -ის შთანთქმას (სიმიონდი). NO_3 კომპენსირებს ანაერობულ პირობებს და ქანგბადის ნაკლებობისას ასტიმულირებს მცენარის ზრდას. იგი ამავე დროს, აძლიერებს ცილის სინთეზს, წყლის აქტიურ შთანთქმას და მცენარეში მის მოძრაობას. ანაერობულ პირობებში ამიაკური აზოტის ფონზე მანგანუმი და სპილენძი მცენარეების ზრდას აჩქარებს. აღნიშნული მიკროელემენტები ქანგვა-აღდგენით პროცესს აძლიერებს და ზრდის ხსნადი შაქრების რაოდენობას. ანაერობულ პირობებში მანგანუმი და სპილენძი ამიაკის შთანთქმის ინტენსივობასაც აძლიერებს.

ქვიშის კულტურაში 4-დან 8pH-მდე ამიაკური და ნიტრატული ფორმის აზოტის გავლენა ვაზის ზრდასა და ნოსავლიანობაზე ერთმანეთისაგან მნიშვნელოვნად არ განსხვავდება. წყლის კულტურაში ამიაკური აზოტის გამოყენებისას 6,7 და 8pH-ზე მცენარეების ზრდა ნორმალურად მიმდინარეობს. 4 და 5pH-ზე ზრდა სუსტდება, ფოთლებზე ყვითელი ლაქები ჩნდება, სპილენძის და მაგნიუმის რაოდენობა მცირდება, ხოლო რკინის შემცველობა იზრდება. ნიტრატული აზოტის ფონზე მყავე არის პირობებში (pH 4—5) მცენარეების ზრდა ნორმალურად მიმდინარეობს და ფოთლებში სპილენძისა და მაგნიუმის შემცველობა მატულობს. pH-ის მატება იწვევს რკინის შემცველობის შემცირებას. 8pH-ზე ფოთლების ჩამოცვენა ჩქარდება.

2. გარემო ფაქტორთა გავლენა ნიტრატების აღდგენაზე

ზემოთ აღნიშნული გამოკვლევები უმთავრესად ეხებოდა ნიტრატების აღდგენას ორგანიზმის შიგნით: ფოთლებში, ფესვებსა და სხვა ორგანოებში. ძლიერ მცირეა გამოკვლევები ნიტრატების რედუქციის შესახებ ორგანიზმის გარეთ. კერძოდ კი—ფესვის სისტემის ირგვლივ, რიზოსფეროში. ამ მხრივ აღსანიშნავია, ა. კუდრიავცევის (1924), ა. შმუკის (1925), ლუნდგორდის (1945) და ე. ბაზირინას (1950) გამოკვლევები. მათ აღმოაჩინეს ანაერობულ პირობებში ნიტრატების წარმოქმნა. ამ ურობებში არაა განხილული აღნიშნული ფაქტის მნიშვნელობა ცხოველმოქმედი ფესვის ფუნქციონირებისათვის და ეს პროცესი უარყოფით მოვლენად არის მიჩნეული.

ბრინჯის რიზოსფეროში ფესვების მიერ ნიტრატებისა და სამვალენტური რკინის ალდგენას და კალციუმის იონების აქტივაციის პროცესს სწავლობდა ე. ალიოშინი. აღმოჩნდა, რომ რიზოსფეროში, აღნიშნული ელემენტების შეთვისებამდე, მათი ინტენსიური გარდაქმნა მიმდინარეობს. ფესვებიდან გამოყოფილი ფერმენტები ან სხვა დაბალი რედოქსი — პოტენციალის მქონე ნივთიერებები იწვევს ნიტრატებისა და სამვალენტური რკინის ალდგენას და კალციუმის იონების აქტივაციას.

ი. დუბინინა (1965) სწავლობდა გოგრის, პომიდორის და იონჯის რიზოსფეროში ნიტრატების ალდგენას. ანაერობულ პირობებში ნიტრატული ტიპის სუნთქვის განვითარების გამო ნიტრატების ალდგენა ინტენსიურად მიმდინარეობს. სტერილურ პირობებში NO_3 -ის ალდგენა არ ბრკოლდება რაც ნიტრატული სუნთქვის განვითარებით აიხსნება. არასტერილურ პირობებში, ხანმოკლე ექსპოზიციის დროს, ნიტრატებს ალდგენენ მიკროორგანიზმები, ხოლო ექსპოზიციის გახანგრძლივებისას ფესვებში წარმოებს ნიტრატული სუნთქვის ინდუქცია, რაც თანდათანობით ძლიერდება ანაერობული პირობების გახანგრძლივებით.

ვაზის რიზოსფეროში ნიტრატების ალდგენა არ არის შესწავლილი. ამ საკითხის შესწავლის აუცილებლობა იმითაა გამოწვეული, რომ ვაზი კვების პროცესში მნიშვნელოვანი როლდენობით იყენებს ნიტრატული ფორმის აზოტს. პრაქტიკაშიც ფართოდაა გამოყენებული ნიტრატული ფორმის აზოტოვანი სასუქები. გამოკვლევით აღმოჩნდა, რომ ნიტრატების გარდაქმნა წარმოებს არა მარტო ფესვებში, ფოთლებში და მცენარის სხვა ორგანოებში, არამედ ის მიმდინარეობს აგრეთვე რიზოსფეროში. ფესვთა სისტემის ექტრაცელულარული ენზიმატური მოქმედების გამო. ამგვარად, ვაზი ფესვებიდან ნიტრატული ფორმის აზოტის გარდა, ნიტრატების ალდგენის შუალედ პროდუქტებსაც ითვისებს.

ფესვები უხვადაა დასახლებული სხვადასხვა სახის მიკროორგანიზმებით. მათ შორის ვხვდებით როგორც დენიტრიფიკატორებს, ისე ნიტრიფიკაციისა და ამონიფიკაციის გამომწვევ მიკროორგანიზმებს. ნიტრატების ალდგენა როგორც თვით ფესვის, ისე მასზე დასახლებული სხვადასხვა სახის დენიტრიფიკატორების მოქმედების შედეგია, როდესაც ფესვთა სისტემაზე ვლავარაკობთ, მხედველობაში გვაქვს მთლიანად ფესვი მასზე დასახლებული მიკროორგანიზმებით. თუ საქმე გვაქვს ხელოვნურ სტერილურ კულტურასთან, სადაც ფესვებზე მიკრობები არ არის, ირღვევა ნორმალური ფიზიოლოგიური მთლიანობა და ფესვთა სისტემის ცნებაც კარგავს თავის მნიშვნელობას. ამ

შემთხვევაში საქმე გვაქვს არა ფესვთა სისტემასთან, არამედ ფესვთან, რომელიც გარკვეულ მორფოლოგიურ ცნებას წარმოადგენს. ფესვთა სისტემა მორფოლოგიური ხასიათის ცნება არ არის. იგი უფრო ფიზიოლოგიური ხასიათის ცნებაა და დაკავშირებულია სიმბიოზურ კვებასთან. სიმბიოზი ფართოდ გავრცელებული მოვლენაა. ბუნებაში არ არსებობს სტერილური მცენარეები. ამიტომ უნდა ვერიდოთ სტერილური კულტურის მეთოდს. ამ დროს მცენარე ვარდება მისთვის უჩვეულო, არანორმალურ მდგომარეობაში, ირღვევა ფესვური კვების ბუნებრივი პროცესი და მკვლევარი დიდი შრომისა და ენერჯიის დახარჯვის შემდეგ, მხოლოდ უსარგებლო არტეფაქტებს ღებულობს. სტერილური კულტურის გამოყენება დასაშვებია მხოლოდ ზოგიერთ პრინციპული საკითხის გადასაჭრელად, ისიც მხოლოდ მწვავე ცდების პირობებში.

ამგვარად, როდესაც ვლაპარაკობთ ფესვთა სისტემის აღდგენით ან გამოყოფ მოქმედებაზე, მხედველობაში გვაქვს მთლიანი ფესვთა სისტემის მოქმედების შედეგი. სტერილური კულტურის მეთოდს იშვიათად, მხოლოდ მწვავე ცდებში, მივმართავთ. ხანგრძლივი მასობრივი დაკვირვების დროს ცდები ჩვეულებრივ პირობებში ტარდება. მიკროორგანიზმთა განვითარება და მათი მოქმედების ინტენსივობა სპეციფიური საკონტროლო ცდით მოწმდება.

ვაზის რიზოსფეროში ნიტრატების აღდგენა პირველად ანაერობულ პირობებში შეიმჩნევა. ფესვების სუნთქვის შესწავლის დროს ხანგრძლივი ექსპოზიციის გამოყენებისას, გარემო არეში უანგბადის კონცენტრაციის შემცირების მაგიერ შეინიშნება მისი ზრდა. ამ მოვლენას არ ექნება ადგილი იმ შემთხვევაში, თუ საკვები არიდან ნიტრატებია გამოთიშული ან შეცვლილია სხვა ფორმის აზოტით.

პირველ ცხრილში მოცემულია ცნობები 48 საათის განმავლობაში განუწყვეტელი ინტენსიური აერაციის გავლენის შესახებ ნიტრატების აღდგენაზე. ამ ცხრილიდან ირკვევა, რომ განუწყვეტელი აერაცია არ აბრკოლებს ნიტრატების აღდგენას. მაგრამ ანაერობულ პირობებში ნიტრატების აღდგენა უფრო თვალსაჩინოა და აღნიშნული პროცესის შედეგად უანგბადის შესამჩნევ დაგროვებას აქვს ადგილი. კარგი აერაციის დროს ნიტრატების ინტენსიური აღდგენა ფესვთა სისტემის გამოყოფი მოქმედებით განისაზღვრება. ცნობილია, რომ ნიტრატების აღდგენის პროცესში შაქრები და სხვადასხვა ორგანული მკვავა წყალბადის დონატორებს წარმოადგენს.

ბოლო ხანებში გამოირკვა ვიტამინების მონაწილეობა ნიტრატების აღდგენაში. ნიტრატების აღსადგენად რიზოფლავეინი ელექტრონების უფრო ეფექტური დონატორია, ვიდრე აღდგენილი პირიდინ-

ნუკლეოტიდი. ე. რატნერისა და ი. დობროხოტოვას (1958) გამოკვლევით აღმოჩნდა, რომ ვიტამინების გავლენით ფესვის სინთეზური ფუნქცია იზრდება იმ შემთხვევაში, თუ აზოტის წყაროდ ნიტრატული ფორმის აზოტია გამოყენებული. აღნიშნული მიუთითებს ვიტამინების გარკვეულ როლზე ნიტრატების აღდგენაში. მოლიბდენის ნაკლებობის დროს „ბ“ ჯგუფის ვიტამინების მოქმედებით ნიტრატრედუქტაზას აქტივობა იზრდება. ყველა ზემოთ დასახელებული მონაცემი მიუთითებს ვიტამინების გარკვეულ როლზე ნიტრატების აღდგენაში. კარგი აერაციის პირობებში ნიტრატების აღდგენის ინტენსივობის ზრდა ფესვთა სისტემის ექსკრეტორული ფუნქციის გაძლიერებით აიხსნება. როგორც გამოკვლევამ გვაჩვენა, ამ პერიოდში ფესვთა სისტემიდან ვიტამინები ინტენსიურად გამოიყოფა.

ფესვთა სისტემის გამონაყოფის გასაზრდელად საკვებ არეში გლუკოზას, ლიმონის მჟავას ან ფესვის გამონაწურების დამატება ნიტრატების აღდგენის ინტენსივობას ზრდის. ზემოთ აღნიშნული მიუთითებს ფესვური გამონაყოფების გარკვეულ როლზე იმ აღდგენით რეაქციებში, რომლებსაც ცხოველმოქმედი ფესვთა სისტემა ავითარებს გარემოდან სხვადასხვა ნივთიერების აღსორბციისა და შეთვისების პროცესში.

ცხრილი I

აერაციის გავლენა ნიტრატების აღდგენაზე O₂ და NO₂ მც-ობით
(48 საათიანი აერაცია)

ჯ ი შ ი	აერობული O ₂ >		ანაერობული O ₂ <	
	O ₂	NO ₂	O ₂	NO ₂
რიპარია X რუპესტრის 3309	5	72	+120	370
აღიგოტე 3309—ზე	51	კვალი	+101	312
ბერლანდიერი X რიპარია 5ბბ	17	"	+14	65
აღიგოტე 5 ბბ-ზე	24	19	+21	146
შასლა X ბერლანდიერი 41 ბ	24	38	+14	106
რუპესტრის დულა	24	42	0.1	146

ნიტრატების აღდგენა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული წყალბადიონთა კონცენტრაციაზე. დენიტრიფიკაციის მინიმუმი 5—6 pH-მდე მერყეობს, ოპტიმუმი 7—8 pH-მდე, ხოლო მაქსიმუმი 9 pH-ის დროს აღინიშნება. ნიტრატების დაგროვება მჟავე და ნეიტრალურ არეში აბრკოლებს დენიტრიფიკაციას. ვაზის ფესვები ძლიერი მჟავე

არეს პირობებში (pH 4—5) ნიტრატების აღდგენას არ ახდენენ. სუსტი მყავა რეაქცია (pH — 6,8) ნიტრატების აღდგენას არ აბრკოლებს. ტუტე არის პირობებში ნიტრატების აღდგენა ინტენსიურად მიმდინარეობს (ცხრილი 2).

ცხრილი 2

pH-ის გავლენა ნიტრატების აღდგენაზე NO₂-ში 100 გ-ზე

ჯ ი შ ი	pH-6.8	pH-4	pH-5	pH-8
საკონტროლო	0.024	0	0	0.017
5 ბბ	25.5	0	0	27
საკონტროლო	0.005	0	0	კვალი
3309	26.0	0	0	24

გამოირკვა, რომ ყველა ჯიშის ვაზის რიზოსფეროში ნიტრატების ინტენსიური აღდგენა დაბალი ტემპერატურის პირობებშიც კი მიმდინარეობს. 30°-ის პირობებში ნიტრატების უფრო მცირე რაოდენობით დაგროვება მიუთითებს იმაზე, რომ მაღალი ტემპერატურა არ აბრკოლებს ნიტრატების შემდგომ გარდაქმნას და ნიტრატების აღდგენის პროცესი ბოლომდე გრძელდება. ტემპერატურა რომ ფესვთა სისტემის აღდგენითი მოქმედების შემზღვეველი ფაქტორი არ არის, კარგად ჩანს ნიტრატების აღდგენის სეზონური დინამიკის შესწავლიდან (ცხრილი 3). სხვადასხვა ჯიშის ვაზის რიზოსფეროში ნიტრატების აღდგენის ინტენსიური პროცესი წლის ყველა დროშია აღნიშნული. ზამთარში მყარი სუბსტრატის ფესვური გამონაყოფები მაქსიმალურ რაოდენობას აღწევს და ამის გამო ეს პროცესი მნიშვნელოვანი ინტენსივობით მიმდინარეობს. გაზაფხულზე ფესვთა სისტემის ამოქმედების გამო ნიტრატების აღდგენის ინტენსივობა კიდევ უფრო იზრდება. მართალია არეში ნიტრატების უფრო მცირე რაოდენობაა, მაგრამ ამის მიზეზი მათი შემდგომი გარდაქმნებია და ფესვების შთანთქმითი უნარის ზრდა. ზაფხულში, მცენარის ინტენსიური ზრდისა და განვითარების ფაზაში, ფესვთა სისტემის შთანთქმითი მოქმედება კიდევ უფრო ძლიერდება და საკვებ არეში ნიტრატების კიდევ უფრო მცირე რაოდენობა გროვდება. ამ პერიოდისათვის ფესვთა სისტემის აღდგენითი უნარი კიდევ უფრო ძლიერდება და ნიტრატების აღდგენა ბოლომდე მიდის. იგივე ითქმის შემოდგომის იმ მონაკვეთზე, როდესაც აღნიშნულია ფესვთა სისტემის ზრდის მეორე მაქსიმუმი.

ნიტრატების აღდგენის სეზონური დინამიკა NO₂ მგ-ობით 100-გ-ზე

ქიმი	გაზაფხული				ზაფხული				შემოდგომა				ზამთარი			
	24 საათი		საშ.		24		საშ.		24		საშ.		24		საშ.	
	48	72	48	72	48	72	48	72	48	72	48	72	48	72	48	72
5 გგ	25	65	95	62	0	5	19	8	73	კვალი	29	34	262	38.4	39	113
აღვლები 5 გგ-ზე	46	146	115	102	9	62	43	38	78	37	71	62	121	48	217	142
3309	173	370	324	289	26	49	39	38	1	2	68	24	913	594	1663	1070
აღვლები 3309-ზე	149	312	324	262	2	91	86	60	39	10	51	47	338	163	414	318
41 გ	262	106	151	173	463	917	1408	949	24	4.3	155	61	252	99	338	229
რ. დულო	18	146	280	161	7	155	10	71	134	65	92	57	480	41	194	205

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ვაზის ფესვთა სისტემის მიერ აღდგენითი უნარის მოქმედებით ნიტრატების გარდაქმნა რიზოსფეროში ჟანგბადის კონცენტრაციის ზრდას იწვევს. ნიტრატების რედუქციის შედეგად გამოყოფილი ჟანგბადი შესაძლოა ფესვების სუნთქვას მოხმარდეს ან იმ მიკროორგანიზმების სუნთქვას, რომლებიც ფესვებზე უხვად არიან დასახლებული. თუ სუბსტრატში ნიტრატული ფორმის აზოტია, მცენარე ანაერობული პირობების გადატანას უფრო ადვილად შეძლებს, ვიდრე აღდგენილი ფორმის აზოტის არსებობისას. ამ თვალსაზრისით ნიტრატული ფორმის სასუქები შეიცავს არა მარტო მნიშვნელოვან საკვებ ელემენტს, — აზოტს, არამედ ჟანგბადსაც. მათი ნიადაგში შეტანა კი — აერაციის პირობებს მნიშვნელოვნად უნდა აუმჯობესებდეს. მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისება დიდადაა დამოკიდებული სუნთქვის პროცესზე, ხოლო ჟანგბადის არსებობა გარემოში აუცილებელია აერობული სუნთქვისათვის. ამიტომ ცდას, რომელიც ეხებოდა აერაციის სხვადასხვა პირობებში. ამიაკური და ნიტრატული აზოტის ფონზე, ვაზის ფესვის მიერ P 32-ის შეთვისების შესწავლას, არაპირდაპირი გზით უნდა გამოერკვია ნიტრატული სუნთქვის მონაწილეობის შესაძლებლობა ფესვების სუნთქვაში და მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისებაში.

ცდა ჩატარდა წყლის კულტურაში ვაზის ორ ჯიშზე 3309-სა და 5 ბბ-ზე. სქემა ასეთი იყო $\text{NO}_3 + \text{O}_2$; $\text{NO}_3 - \text{O}_2$; $\text{NO}_3 - \text{O}_2 + \text{MO}$ $\text{NH}_4 + \text{O}_2$; $\text{NH}_4 - \text{O}_2$. თითოეულ მცენარეს P^{32} 100 μCu -ის რაოდენობით ეძლეოდა. P^{32} -ის შეთვისების შემოწმება ხდებოდა ტორსული მთვლელის გამოყენებით „ბ“ დანადგარზე. აღმოჩნდა, რომ P^{32} -ის შეთვისება დასაწყისში მცირეა, ხოლო შემდეგ თანდათან მატულობს. ჯიშში 3309 ნიტრატული აზოტის ფონზე კარგი აერაციის პირობებში P^{32} -ს ინტენსიურად ითვისებს.

ჟანგბადის ნაკლებობა ამავე პირობებში მნიშვნელოვნად ამცირებს P^{32} -ის შეთვისებას. P^{32} -ის ყველაზე მცირე შეთვისება ანაერობულ პირობებში ამიაკური აზოტის ფონზეა აღნიშნული. ანაერობულ პირობებში იქ, სადაც ნიტრატული აზოტის ფონია, მოლობდენის მიმატება P^{32} -ის შეთვისების ზრდას იწვევდა. აღნიშნული მოვლენა გასაგები გახდება, თუ გავისხენებთ, რომ ნიტრატების აღდგენის პროცესში მონაწილე ფერმენტის ნიტრატაზის შემადგენლობაში შედის მიკროელემენტი მოლობდენი.

5 ბბ-ს, 3309-სთან შედარებით, ანაერობულ პირობებში როგორც ამიაკური, ისე ნიტრატული აზოტის ფონზე P³²-ის შეთვისება ნაკლებად უმცირდება. აღნიშნული ჯიში ანაერობულ პირობებში ნიტრატული აზოტის ფონზე P²²-ს უფრო მეტს ითვისებს, ვიდრე კარგი აერაციის პირობებში ამიაკური აზოტის ფონზე. მცენარე ანაერობულ პირობებს უკეთესად იტანს, თუ სუბსტრატში, ნიტრატული ფორმის აზოტთან ერთად, მოლიბდენია მიმატებული (ცხრილი 4).

საკვებ არეში ამიაკური ფორმის აზოტის არსებობისას საჭიროა გაძლიერებული აერაცია. აღნიშნული კარგად ჩანს ჯიშ 3309-ის მაგალითზე. იმის გადასაწყვეტად, თუ გარკვეულ კონკრეტულ პირობებში მცენარისათვის აზოტის რომელი ფორმა უკეთესი, საჭიროა გავითვალისწინოთ მცენარის სახეობა. მისი ფესვთა სისტემის აღდგენითი უნარი, გარემოში მინერალურ ნივთიერებათა რეჟიმი, მათი ფორმა, სხვა გარემო ფაქტორები, განსაკუთრებით კი აერაციის ის პირობები, რომელიც ცხოველმოქმედი ფესვის ირგვლივ გვხვდება.

აღსანიშნავია, რომ ანაერობული პირობები არა მარტო P³²-ის აღსორბციის შემცირებას იწვევს, არამედ მნიშვნელოვნად ამცირებს აგრეთვე ფესვებიდან ფოთლებში P³²-ის გადამოძრაების ინტენსივობას (ცხრილი 5). ფესვებიდან ფოთლებისაკენ P³²-ის გადამოძრაებას ინტენსივობა კიდევ უფრო მცირდება, თუ აზოტის წყაროდ ამონიაკური ფორმის აზოტია გამოყენებული. მოლიბდენის მიმატება P³²-ის მოძრაობის გაძლიერებას იწვევს. ყველა ვარიანტში წვრილი შემწოვი ფესვები უფრო მეტ რადიქტიურ ფოსფორს შეიცავს, ვიდრე მსხვილი გამტარი ფესვები. ღეროს აქტივობის განსაზღვრა გვიჩვენებს, რომ 3309-ს, თითქმის ყველა ვარიანტში, განსაკუთრებით კი ანაერობულ პირობებში, ამიაკური აზოტის ფონზე ძლიერ უმცირდება ფესვებიდან ღეროში რადიქტიური ფოსფორის გადამოძრაების ინტენსივობა. 5ბბ ანაერობულ პირობებში ნიტრატული აზოტის ფონზე ფესვებიდან ღეროსაკენ რადიქტიური ფოსფორის მოძრაობა უმნიშვნელოდ უმცირდება, ხოლო ამიაკური აზოტის ფონზე P³²-ის გადამოძრაების გაძლიერებაა დადგენილი (ცხრილი 5).

ამგვარად, აღნიშნულმა ცდამ გამოავლინა, რომ ვაზისათვის ნიტრატული ფორმის სასუქები არა მარტო აზოტის წყაროს, არამედ ჟანგბადის წყაროსაც წარმოადგენს. ნაწილობრივ მათ შეუძლიათ იმ ანაერობული პირობების კომპენსირება, რომელიც ბუნებრივ პირობებში წმინდად გვხვდება.

წინადაგში. მარილების რეჟიმი, მათი ფორმები და ურთიერთშეფარდება დიდ გავლენას ახდენს აერობულ თვისებებზე. უკანასკნელ-

ქაშის შეფუთვების დინამიკა იმპ /წ ათასობით

ვარიანტები	30/V		31/V		1/VI		2/VI		3/VI		4/VI		5/VI		6/VI	
	ლბ	3309	ლბ	3309	ლბ	3309	ლბ	3309	ლბ	3309	ლბ	3309	ლბ	3309	ლბ	3309
NO ₃ +O ₂	0.06	0.03	0.6	0.9	1.7	1.5	1.9	3.5	3.3	3.8	3.9	3.8	6.0	7.1	6.6	9.1
NO ₃ -O ₂	0.05	0.03	0.4	0.2	0.9	0.4	2.0	0.7	2.6	0.9	4.1	1.2	5.6	2.0	5.4	1.9
NO ₃ -O ₂ +Mo	0.08	0.08	0.5	0.4	0.8	1.1	1.4	1.6	1.6	1.2	2.6	2.4	3.1	3.1	3.3	3.5
NH ₄ -O ₂	0.02	0	0.3	0.05	0.4	0.2	1.1	0.2	0.7	0.4	1.8	0.7	1.7	1.0	2.1	0.9
NH ₄ -+O ₂	0.04	0.06	0.2	0.5	0.7	1.1	1.1	1.6	1.1	2.4	2.0	2.7	2.4	3.1	2.3	6.8

ფესვიდან ფოთლებში P32-ის გადამორეების ინტენსივობა იმპ/წ ათასობით

ზონები	სუფთა ხსნარზე ვალატანიდან 3 დღის შემდეგ											
	NO ₃ +O ₂		NO ₃ -O ₂		NO ₃ -O ₂ +Mo		NH ₄ -O ₂		NH ₄ +O ₂			
	5ბბ	3309	5ბბ	3309	5ბბ	8309	5ბბ	3309	5ბბ	3309		
ქველა	1.0	0.1	1.8	1.2	0.5	0.7	2.1	0.3	0.6	0.6		
შუა	1.3	-3.5	0.3	0.3	-0.08	0.5	1.2	0.2	0.8	0.8		
ზელა	-0.4	2.7	0.7	0.5	0.05	2.9	0.2	0.2	0.3	1.0		
კენწერო	2.1	-5.2	1.6	1.1	-2.7	4.3	1.7	0.6	0.05	+3		
საშ.	1.0	-0.2	1.1	0.8	-0.5	2.1	1.3	0.3	0.04	2.8		

სუფთა ხსნარზე ვალატანიდან, 6 დღის შემდეგ

ქველა	4,6	1,3	1,9	0,9	1,1	4,9	6,0	0,1	0,7	1,4
ზელა	1,4	2,1	0,3	0,8	1,3	8,5	0,3	0,7	0,8	1,2
შუა	4,3	7,1	1,5	1,7	0,3	6,8	1,1	0,3	1,7	6,7
კენწერო	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
საშ.	4,9	2,9	1,7	1,5	0,8	6,5	0,4	0,5	1,3	1,3

ზე კი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ფესვთა სისტემის ცხოველქმედების დონე. ნიადაგში მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები, განსაკუთრებით კი რიზოსფეროში მიმდინარე ბიოლოგიური ზასიათის ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ფესვური კვების პირობებსა და პროცესზე. ყველა საკვები ელემენტი ფესვებში მოხვედრამდე რიზოსფეროში მალიანად თუ არა, ნაწილობრივ მაინც განიცდის რთულ ბიოქიმიურ გარდაქმნას. ეს გარდაქმნა შედეგია როგორც თვით ფესვის ექსტრაცელულარული ენზიმატური მოქმედებისა, ისე იმ უამრავი სხვადასხვა სახეობის მიკროორგანიზმის ცხოველმოქმედებისა, რომლებიც ფესვებზე და რიზოსფეროში უხვად არიან დასახლებული.

ფესვური კვების შესწავლის თვალსაზრისით განსაკუთრებული ყურადღების ღირსია ის რთული ბიოქიმიური გარდაქმნები, რომელსაც ნიადაგში მიკროფლორა აწარმოებს. ფესვური კვება იწყება არა ელემენტების აღსორბციით ფესვებზე ან ფესვებში, არამედ მის ირგვლივ რიზოსფეროში. ამიტომ ფესვური კვების საკითხში რიზოსფეროს ქიმიისა და ბიოქიმიის შესწავლა ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს. ამ მხრივ განსაკუთრებით გასათვალისწინებელია ის მძლავრი ბიოლოგიური ფაქტორი, რასაც მიკროორგანიზმებს უწოდებენ. ეს უწვრილესი თვალთ უხილავი ორგანიზმები მცენარის ირგვლივ ნივთიერებათა ისეთ მნიშვნელოვან გარდაქმნას იწვევენ, რომ ზშირად თუ აღნიშნული პროცესი არ არის გათვალისწინებული, არასწორ დასკვნებთან და ჩვენთვის აუხსნელ მოვლენებთან გვაქვს საქმე. სხვადასხვა საკვებ ელემენტზე ჩატარებული უამრავი აგროქიმიური ანალიზი მცენარის კვების პირობების დასახასიათებლად სრულიად უსარგებლო გამოდგება თუ სათანადოდ არ იქნება გათვალისწინებული მიკროორგანიზმთა ინტენსიური ნუშაობის და ცხოველქმედების პროცესი, როგორც მნიშვნელოვანი და მძლავრი ბიოგენური ფაქტორი.

ფესვებიდან ფოსფატაზების და გადაამინირების გამომწვევი ფერმენტების გამოყოფა შეისწავლა ე. რატნერმა. გამოიკვია, რომ გარემოდან ზოგიერთი ამინომჟავას შეთვისება ფესვებიდან გამოყოფილი გადაამინირების გამომწვევი ფერმენტების მოქმედებითაა გამოწვეული. სიმინდის ფესვები გლიკოკოლს უფრო უკეთ ითვისებს, ვიდრე გლუტამინის მჟავას. ფესვის ჰომოგენატში გლიკოკოლის გადაამინირება ინტენსიურად მიმდინარეობს, ხოლო შეუთვისებელი ამინომჟავების (ვალინი, ფენილალანინი და ტიროზინი) გადაამინირება სრულებით არ წარმოებს. პარკოსან მცენარის ფესვებში, ამიდების სან-

თეზის გამომწვევე ფერმენტების მაღალი აქტივობის გამო, ტირილას წვეწვიში ამიაკი მცირე რაოდენობითაა, ამიღური აზოტი კი ბევრია. იზოტოპური აზოტის გამოყენებით დადგენილი იყო, რომ ამინომჟავების შეთვისება ფესვებში მათ გადაამინირებასთანაა დაკავშირებული. გადაამინირების დროს წარმოქმნილი ამიაკი ახალი ამინომჟავების, განსაკუთრებით ამიდების, სინთეზში გამოიყენება.

ამგვარად, ფესვებიდან სხვადასხვა ფერმენტის გამოყოფა რიზოსფეროში იწვევს აზოტოვანი, ფოსფოროვანი, გოგირდოვანი და სხვა ნაერთების გარდაქმნას.

4. აზოტის ფორმებისა და აერაციის გავლენა მინერალური ნივთიერების შეთვისებაზე და ნახშირბადის გარდაქმნაზე

პარაგრაფში განვიხილავთ ფესვური კვების სხვადასხვა პირობებში ფოთლებიდან მიწოდებული C^{14} -ის შთანთქმასა და მისი გარდაქმნას საკითხს. ნიტრატული და ამიაკური აზოტის ფონზე აერაციის სხვადასხვა პირობებში ფესვის მიერ C^{14} -ის შთანთქმას და მის გარდაქმნას კი შევებებით პარაგრაფში, სადაც მოცემული გვექნება მასალები ვაზის ფესვის მიერ ნიადაგიდან ნაწშირბადის შთანთქმისა და მისი შეთვისების შესახებ.

ცდამი მონაწილეობდა რქაწითელი, რომელიც წინასწარ ორი წლის განმავლობაში ქვიშის კულტურაში (მერყანიანის საკვები მარილების გამოყენებით) იზრდებოდა. ცდის დაყენების წინ მცენარეებს ბთლიანად იღებენ ქვიშიდან ფრთხილად ფესვთა სისტემის დაუზიანებლად. შემდეგ 48 საათით წყლის კულტურაში კნობის საკვებ ხსნარზე თავსდება. ფესვის ახალ პირობებთან შეგუების შემდეგ მცენარეები გადააქვთ ცილინდრული ფორმის მოპარაფინებულ თიხის ჭურჭელში, სუბსტრატად ერთ შემთხვევაში გამოყენებულია კნობის ხსნარი ნიტრატული ფორმის აზოტით, მეორე შემთხვევაში კი — ამიაკური ფორმის აზოტით. ანაერობულ ვარიანტებში აერაცია არ წარმოებს; ატმოსფეროს ჟანგბადის დიფუზიის ასაცილებლად ქილებზე ზემოდან ჰერმეტიკულად მორგებულია გაპარაფინებული სახურავები. აერობულ ვარიანტში საკვები ხსნარის ჟანგბადის კონცენტრაციის რეგულირება და მაღალი აერობული მდგომარეობის შენარჩუნება ამგვარად ხერხდება: საკვებ ხსნარში ჟანგბადის წვრილბუშტოვანი ნაკადი პერიოდულად ტარდება ბალონიდან სპეციალური გაზის პიპეტით. ასე გრძელდებოდა ათ დღეს. აღნიშნული პერიოდის განმავლობაში ფესვების სუნთქვასა და მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისებას ვსწავლობდით.

მე-6 ცხრილში მოცემულია მასალები ფესვების სუნთქვის, ინტენსივობისა და მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისების შესახებ. ცხრილიდან ჩანს, რომ საკვები ხსნარის კარგი აერაცია სუნთქვის ინტენსივობის ზრდას იწვევს. ამ პირობებში ფესვების ყველაზე ძლიერი სუნთქვა ამიაკური აზოტის ვარიანტშია აღნიშნული ანაერობულ პირობებში ფესვების სუნთქვა ძლიერ მცირდება. სუნთქვის ინტენსივობა ნიტრატული აზოტის ფონზე სამჯერ კლებულობს, ხოლო ამიაკური აზოტის ფონზე შეიძლება. თუ ანაერობულ პირობებში მოლიბდენის მიმატებული, მაშინ ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა, განსაკუთრებით ამიაკური აზოტის ფონზე, კიდევ უფრო მცირდება. მოლიბდენის შემოქმედებით ანაერობულ პირობებში, ნიტრატული აზოტის ფონზე, რამდენსამე შემთხვევაში იყო დადგენილი საკვებ არეში ქანგბადის გამოყოფა. ამ პირობებში სუნთქვის ინტენსივობა უმნიშვნელოდ მცირდება. ნიტრატების ინტენსიური შთანთქმა, მათი აღდგენა, ანაერობულ პირობებში, განსაკუთრებით მოლიბდენის გავლენითაა დადგენილი. ამასთან დაკავშირებით წარმოქმნილი ნიტრიტები კარგი აერაციის დროს მხოლოდ კვალის სახითაა, ხოლო ანაერობულ პირობებში, მოლიბდენის გავლენით ნიტრატების აღდგენის შემდეგ წარმოქმნილი ნიტრიტების რაოდენობა მატულობს. ამ ცდებში ნიტრატული აზოტის ფონზე საკვებ არეში ამიაკის იონები არ ყოფილა აღმოჩენილი. როგორც ჩანს, ნიტრატების აღდგენა ამიაკამდე არ მივიდა და მცენარემ შეითვისა ნიტრატების აღდგენის შუალედი პროდუქტები.

განსაკუთრებით საინტერესოა ანაერობულ პირობებში მოლიბდენის გავლენით ფოსფორის შთანთქმის გაძლიერება. მოლიბდენი, როგორც ნიტრატების აღდგენის კატალიზატორი მნიშვნელოვნად ზრდას ნიტრატების აღდგენის ინტენსივობას და მათ შემდგომ გარდაქმნებს. ნიტრატების აღდგენის პროცესში გამოყოფილი ქანგბადი ხმარდება ფესვების სუნთქვას. გარდა ამისა, ნიტრატების აღსადგენად საჭიროა ნახშირწყლებისა და იმ ფოსფატური კავშირების (ატმ) ენერგია რომლებიც შვის ენერჯის აკუმულაციის გზითაა შექმნილი. ამიტომაც მოლიბდენის გავლენა მკიდრო კავშირში მცენარის ფოსფორით კვების საკითხთან. ფოსფორითა და აზოტით კვებას შორის მკიდრო ურთიერთობის არსებობაზე, აგრეთვე ფოსფორისა და აზოტის მეტაბოლიზმში მიკროელემენტების გარკვეულ როლზე მრავალი მკვლევარი მიუთითებდა. აღსანიშნავია, რომ ანაერობულ პირობებში, მოლიბდენის გავლენით კალიუმის შთანთქმის ზრდაც ნიტრატების ინტენსიური აღდგენით უნდა აიხსნას. საკვები ხსნარის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ორივე ფორმის აზოტის ფონზე ფესვებიდან კალციუმი განიყოფა. კალ-

აზოტის ფორმების გავლენა რეაქტიულის ფეხების მიერ მინერალური მარილების შთანთქმვაზე

აზოტის წყარო	ფორმანტი	1 საათში 100 გ ფესვის მიერ შთანთქმული და გამოყოფილი ნივთიერებანი მგ-ობით						ფესვების სუნთქვა
		NO ₂	NH ₄	NO ₃	P ₂ O ₆	K	Ca	
NO ₃	+O ₂	კვალ	0	17,09	3,50	3,34	+0,56	9,0
	-O ₂	0,34	0	35,59	7,33	7,85	+7,33	3,0
	-O ₂ +Mo	0,73	0	85,98	12,25	5,16	+0,43	2,4
NH ₄	+O ₂	1,85	34,17	+13,01	3,66	2,44	+17,49	28,0
	-O ₂	3,99	18,93	0	4,05	6,75	+14,19	4,0
	-O ₂ +Mo	0,04	25,42	0	10,77	0,55	+6,91	1,6

ციუმის გამოყოფა ამიაკური აზოტის ფონზე უფრო მაღალია, ვიდრე ნიტრატული აზოტის ფონზე. ორივე შემთხვევაში მოლიბდენი ფესვებიდან კალციუმის გამოყოფას ამცირებს. ნიტრატული აზოტის ფონზე ანაერობულ პირობებში უფრო მეტი კალციუმი გამოიყოფა, ხოლო ამიაკური ფორმის აზოტის ფონზე კალციუმის გამოყოფას კარგი აერაცია აძლიერებს.

განსაკუთრებით საინტერესოა საკვებ არეში ამიაკური აზოტის ფონზე ნიტრატებისა და ნიტრიტების წარმოქმნის ფაქტი. როგორც ჩანს, ფესვთა სისტემის სათანადო ფერმენტული აპარატის ზემოქმედებით, აზოტის აღდგენილი ფორმის გარკვეული ნაწილი იქანგება ნიტრატებისა და ნიტრიტების წარმოქმნით. კარგი აერაციის პირობებში აღნიშნული პროცესი ინტენსიურად მიმდინარეობს. იმ ვარიანტში, სადაც საკვები არეს ინტენსიური აერაცია წარმოებდა, რიზოსფეროში, ამიაკური აზოტის ფონზე, ნიტრატების მნიშვნელოვანი დაგროვება დადგენილი. აღსანიშნავია, რომ მოლიბდენი საგრძნობლად ზრდის როგორც ამიაკის შთანთქმას და გარდაქმნას, ისე ამიაკური აზოტის ფონზე, ანაერობულ პირობებში, ფოსფორის შთანთქმას. საყურადღებოა ისიც, რომ ფოსფორის შთანთქმის ინტენსივობა ნიტრატული აზოტის ფონზე უფრო მაღალია, ვიდრე ამიაკური აზოტის ფონზე.

ამგვარად, აზოტოვანი საკვები მარილები რიზოსფეროში, ფესვთა სისტემის ენზიმატური ზემოქმედების გავლენით, რთულ ბიოქიმიურ გარდაქმნებს განიცდის. მცენარე მათი გარდაქმნის როგორც შუალედ, ისე საბოლოო პროდუქტებს ითვისებს. ნიტრატული ფორმის აზოტის თანაარსებობისას რიზოსფეროში მათი ინტენსიური აღდგენა მიმდინარეობს, ხოლო ამიაკური აზოტის თანაარსებობისას წარმოებს მათი დაქანგვა მთელი რიგი შუალედი პროდუქტების წარმოქმნით ნიტრატებამდე. აზოტოვანი ნაერთების ქანგვა-აღდგენის პროცესი რიზოსფეროში მეტწილად ერთდროულად მიმდინარეობს. ამ ქანგვა-აღდგენითი პროცესების მიმართულება და ინტენსივობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მცენარის კვების რეჟიმზე და მასში მიმდინარე შინაგან ფიზიოლოგიურ პროცესებზე.

ფესვური კვების პირობები განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს ისეთ მნიშვნელოვან პროცესზე, როგორცაა ფოტოსინთეზი. აღნიშნული საკითხისადმი მრავალი მკვლევარის შრომაა მიძღვნილი.

გამოკვლევა ფესვური კვების პირობების გავლენის შესახებ ფოტოსინთეზზე, ასიმილატების მოძრაობაზე და ფოტოსინთეზის პროდუქტთა გარდაქმნაზე იზოტოპური კვლევის მეთოდით იყო ჩატარებული. ნახშირბადს მცენარეში ფოტოსინთეზისათვის $C^{14}O_2$ -ის ფორ-

პით აწვდიან, ამისათვის ო. ზალენსკის, ო. სემიხატოვას და ვ. ვოზნენსკის მიერ (1955) დამუშავებულ მეთოდის იყენებენ. რადიოაქტიურ ნახშირბადთან ერთად, იონიტების და ქალაქის ქრომატოგრაფიული მეთოდის გამოყენება ფოტოსინთეზის ინტენსივობის ზუსტი განსაზღვრის საშუალებას იძლევა. ამასთან ერთად შესაძლებელია ასიმილაციის პროდუქტთა განსაზღვრა და მათი მოძრაობის დადგენა. იზოტოპური კვლევის მეთოდის დიდი სიზუსტის და მთელ რიგ უპირატესობათა გამო ფიზიოლოგიური კვლევის ექსპერიმენტში მან ფართო გამოყენება მოიპოვა.

ცდის ჩასატარებლად ორგანული მინის კამერაში ფოთლებს ვათავსებდით მცენარისაგან მოუწყვეტლად. კამერაში ცირკულირებს $C^{14}O_2$ 40—50 ლ/წ სისწრაფით. $C^{14}O_2$ -ით გამდიდრებული ჰაერის ნაკადის მოძრაობისათვის გამოყენებულია ორი 12-ლიტრიანი მინის დიდი ბოთლი. ბოთლები გაზგოლდერისა და ასპირატორის მოვალეობას ასრულებს. გაზგოლდერში CO_2 -ის კონცენტრაცია 1%-მდე აღწევს, ხოლო ზვედრითი რადიოაქტივობა ლიტრზე $10\mu Ci$ უდრის. იმ ცდებში, სადაც გათვალისწინებულია ასიმილაციის შედეგნილობის განსაზღვრა და რადიოაქტიური ნახშირბადის ჩართვის დადგენა სხვადასხვა ორგანულ ნაერთში, გაზგოლდერში CO_2 -ის რადიოაქტივობა $36\mu Ci$ 1 ლ-მდეა გაზრდილი. გაზგოლდერში თავსდება სინჯარა ჩვეულებრივი და რადიოაქტიური ნახშირბადაც ბარიუმის ნარევი. გაზგოლდერის CO_2 -ით დასატენად სინჯარას გარკვეული რაოდენობით 20%-იან მარილის მკვება ემატება. რადიოაქტიური ნახშირორქანგით ქემპარიტი ფოტოსინთეზის დასადგენად ფოთლების გამოკვების ხანგრძლივობა 5 წუთს უდრის, ხოლო ასიმილაციის ქიმიური შედეგნილობის გამოსარკვევად—3' წუთს. აღნიშნული ექსპერიმენტის გავლისას ფოთლები კამერიდან თავისუფლდება და მცენარეებს სხვადასხვა დროით (72, 12', 192 საათი) ჰაერზე სტოვებენ ასიმილაციის გადანაცვლებას დასადგენად. ამ ვადის შემდეგ მცენარე 105° -ის პირობებში ფიქსირდება. ფაქსაციის შემდეგ მასალა ქუცმაცდება, წმინდად იფქვება და სპეციალურ დისკოებზე მოთავსების შემდეგ რადიოაქტივობა იზომება „БФЛ — 25“ ტიპის ტორსული მთვლელით „ბ“ დანადგარზე.

გამოიჩვენა, რომ ფესვური კვების პირობები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ფოტოსინთეზის ინტენსივობაზე. ფოტოსინთეზის ინტენსივობა კარგი აერაციის პირობებში, განსაკუთრებით კი აპოკური აზოტის ფონზე მაღალია. ანაერობული პირობები ფოტოსინთეზის ინტენსივობას საერთოდ საგრძნობლად ამცირებს. ფოტოსინთეზის შემცირება ანაერობულ პირობებში უფრო მკვეთრად ამიკურთ აზოტის ფონზე აღნიშნული. განსაკუთრებით საინტერესოა ფოტოსინთე-

ზის გაძლიერება ანაერობულ პირობებში მოლიბდენის გავლენით. როგორც ამიაკური, ისე ნიტრატული აზოტის ფონზე ფოტოსინთეზის ინტენსივობის ყველაზე ძლიერი მატება მოლიბდენის ზეგავლენითაა გამოწვეული. გამოვლინდა CO₂-სა და NO₃-ს შორის კონკურენცია ფოტოჰიმიურ აღმდგენელისათვის. ამის გამო CO₂-ის ასიმილაცია ამიაკური აზოტის ფონზე 3-ჯერ უფრო მეტია ვიდრე ნიტრატულზე. მოლიბდენი აძლიერებს ნიტრატულ სუნთქვას, ხსნის ან ასუსტებს ფოტოჰიმიურ აღმდგენელისათვის დაქვანვევლების კონკურენციას და მნიშვნელოვნად ზრდის ფოტოსინთეზის ინტენსივობას.

ანაერობული პირობები ამცირებს ყლორტებისა და ფესვების ზრდას ორივე ფორმის აზოტის ფონზე. მაქსიმალური ზრდა ამიაკური და ნიტრატული აზოტის ფონზე კარგი აერაციის პირობებშია აღნიშნული. ანაერობულ პირობებში მოლიბდენი, ორივე ფორმის აზოტის ფონზე, მცენარეთა ზრდის პროცესს უმნიშვნელოდ აღუქმობეს. მცენარეთა ზრდის ინტენსივობა უმეტეს შემთხვევაში შეესაბამება ამავე პირობებში განსაზღვრულ ფოტოსინთეზის ინტენსივობას (ცხრილი 7).

ცხრილი 7

აერაციისა და აზოტის ფორმების გავლენა მცენარეთა ზრდის ინტენსივობაზე და ფოტოსინთეზზე

ვარიანტი	ყლორტების სტრამე სპ-ობით	ფესვების მშრალი წონა გ-ობით	შთანქმელი C ¹⁴ იმპ/წ 1გ-ზე
NO ₃ +O ₂	92	8,4	5108
NO ₃ -O ₂	62	3,0	3934
NO ₃ -O ₂ +Mo	67	4,0	16754
NH ₄ +O ₂	96	4,0	13894
NH ₄ -O ₂	18	2,0	3850
NH ₄ -O ₂ +Mo	63	5,0	17447

ასიმილაციების გადამოძრავება ფოთლებიდან ფესვებისაკენ ანაერობულ პირობებში ნიტრატული აზოტის ფონზე უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს. სხვადასხვა ფიზიოლოგიური პროცესის უზრუნველსაყოფად ასიმილაციების გადამოძრავების ინტენსიფიკაციას გარკვეული მნიშვნელობა აქვს არახელსაყრელ პირობებში მოხვედრილ ფესვთა სისტემისათვის. ანაერობულ პირობებში მოლიბდენის გავლენა

ნით ასიმილაციების მოძრაობა მიწისქვეშა ნაწილებისაკენ კიდევ უფრო მლოერდება. ამავე პირობებში ამიაკური აზოტის ფონზე ასიმილაციების მოძრაობის ზრდა მხოლოდ ხანგრძლივი ექსპოზიციის დროს (192 საათი) იყო შენიშნული. აქ ასიმილაციების მოძრაობას ფოთლებიდან ფესვებისაკენ მნიშვნელოვნად აძლიერებს მოლიბდენი. ამგვარად, გარდა იმისა, რომ მოლიბდენი როგორც ამიაკური, ისე ნიტრატული აზოტის ფონზე, საგრძნობლად ზრდის ფოტოსინთეზის ინტენსივობას, მნიშვნელოვნად აჩქარებს აგრეთვე ფოთლებიდან ფესვებისაკენ ასიმილაციების მოძრაობის ტემპს.

ცხრილი 8

სხვადასხვა სახის ასიმილატებში C¹⁴-ის ჩართვის ინტენსივობა (ექსპოზიცია 120 საათი) იმპ/წ

ნაერთები	NO ₃ +O ₂	NO ₃ -O ₂	NO ₃ -O ₂ +Mo	NH ₄ +O ₂	NH ₄ -O ₂	N ₄ -O ₂ +Mo
სპირტის ექსტრაქტის აქტივობა	7110	4700	4160	4910	1370	8050
ამინომჟავები	190	160	480	380	20	380
შაქრები	1680	1310	1320	1480	360	2110
ორგანული მჟავები	2590	2240	1460	2940	1070	2570

ღეროში ასიმილაციების მოძრაობა შესწავლილი იყო მთელ სიგრძეზე ყოველი მუხლის აქტივობის გაზომვით. ყლორტის მთელ სიგრძეზე ასიმილაციების განაწილების გარკვეული ტოპოგრაფიული სურათია დადგენილი. კერძოდ, ასიმილაციების მოძრაობა ორთოსტიკული პოლარობის კანონს ემორჩილება, შემჩნეულია გარკვეული კანონზომიერება ძლიერი და სუსტი მუხლების მორიგეობაში. ფოთლებიდან ასიმილაციების გადადენის ექსპოზიციის ხანგრძლივობა ღეროში გადასული ასიმილაციების რაოდენობას საგრძნობლად ზრდის. ყველა ექსპოზიციაზე ანაერობულ პირობებში, ნიტრატული აზოტის ფონზე, ფოთლებიდან ღეროში ასიმილაციები უფრო მეტი რაოდენობით გადადის, ვიდრე კარგი აერაციის პირობებში. აერობულ პირობებთან შედარებით მოლიბდენის მიმატებაც ფოთლებიდან ღეროში ასიმილაციების მოძრაობას აძლიერებს. ამიაკური აზოტის ფონზე ფოთლებიდან ღეროში ასიმილაციების მოძრაობა უმეტეს შემთხვევებში შედა-

რებით უფრო ინტენსიურია. აღნიშნული პროცესი ანაერობულ პირობებში უფრო ძლიერდება, ხოლო მოლიბდენის მიმატება, განსაკუთრებით ხანგრძლივი ექსპოზიციის გამოყენებისას (192 საათი) მნიშვნელოვნად აძლიერებს ფოთლებიდან ღეროში ასიმილაციების მოძრაობას (8ა).

ცხრილი 8ა

ფესვური კვების პირობების გავლენა ფოტოსინთეზზე და ასიმილაციების მოძრაობაზე (C¹⁴-ის განაწილება ორგანოებში იმპ/წ 1 გ-ზე)

ვარიანტი	ექსპოზიცია დღეებში	C ¹⁴ -ით გამოყვანილი ფოთლები	დანარჩენი ფოთლები	ფესვები	ღერო
NO ₃ +O ₂	3	3581	897	2205	—
	5	8121	1220	2398	1607
	8	1779	2408	11360	22132
NO ₃ -O ₂	3	792	1989	2400	—
	5	1674	1897	2931	4232
	8	8215	2855	33118	27292
NO ₃ -O ₂ +Mo	3	9952	6308	50.5	—
	5	3058	45.3	2971	2024
	8	1517	2134	2.32	2724
NH ₄ +O ₂	3	6745	4134	384	—
	5	1115	1831	318	2141
	8	26438	2972	8577	14305
NH ₄ -O ₂	3	4585	1574	10.6	—
	5	481	16.7	18.2	3460
	8	913	3480	21352	63020
NH ₄ -O ₂ +Mo	3	9451	3038	9823	—
	5	6658	15.3	3.18	2733
	8	1504	2402	14953	35664

მასალა ფესვური კვების პირობების გავლენაზე, ფოტოსინთეზის პროცესში წარმოქმნილ სხვადასხვა ორგანულ ნაერთში რადიოაქტიური ნახშირბადის (C¹⁴) ჩართვაზე მოცემულია მე-8 ცხრილში. ცხრილიდან ჩანს, რომ ფოტოსინთეზის პროცესში C¹⁴-ის ყველაზე ინტენსიური ჩართვა წარმოებს ორგანული მკვებების ფრაქციაში, შემდეგ შაქრების ფრაქციაში, ყველაზე სუსტად კი ამინომკვებების ფრაქციაში (ექსპოზიცია 120 საათი). კარგი აერაციის პირობებში როგორც ნიტრატული, ისე ამიაკური აზოტის ფონზე ძლიერდება C¹⁴-ის ჩარ-

თვა ორგანულ მეთავებსა და შაქრებში. სხვა ვარიანტებთან შედარებით აღნიშნულ პირობებში მაღალია აგრეთვე C¹⁴-ის ჩართვის ინტენსივობა ამინომჟავების ფრაქციაში. კარგი აერაციის პირობებში ამინომჟავებში C¹⁴ ამიაკური აზოტის ფონზე უფრო ინტენსიურად ირთება, ვიდრე ნიტრატული აზოტის ფონზე. ანაერობულ პირობებში ამიაკური აზოტით კვების ფონზე C¹⁴-ის ჩართვა ორგანულ მეთავებში, შაქრებში, განსაკუთრებით კი ამინომჟავებში ძლიერ მცირდება. ნიტრატული აზოტის ფონზე აღნიშნულ ნაერთებში C¹⁴-ის ჩართვის ამგვარ შესუსტებას ადგილი არ აქვს. ანაერობულ პირობებში ნიტრატული აზოტის ფონზე მოლიბდენის მიმატება C¹⁴-ის ჩართვას აძლიერებს მხოლოდ ამინომჟავების ფრაქციაში. ამიაკური აზოტის ფონზე საკვებ არეში მოლიბდენის მიმატებით C¹⁴-ის ჩართვა ასიმილატების ყველა ფრაქციაში ძლიერდება. გამოიკვავა, რომ ფესვური კვების პირობები გავლენას ახდენს არა მარტო ფოტოსინთეზის ინტენსივობაზე არამედ ფოტოსინთეზის ქიმიზმიც მნიშვნელოვნადაა დაპოკიდებული იმ პირობებზე, რომელშიაც ვაზის ცხოველმოქმედი ფესვებია.

ფესვური კვების პირობები მნიშვნელოვნად მოქმედებს აგრეთვე ფესვებისაკენ ფოტოსინთეზის პროცესში წარმოქმნილი ასიმილატების მოძრაობაზე. ფოთლებიდან ფესვებისაკენ ასიმილატები უმთავრესად ორგანული მეთავებისა და შაქრების სახით მოძრაობს. ანაერობულ პირობებში, ნიტრატული აზოტის ფონზე ძლიერდება ორგანული მეთავებისა და შაქრების მოძრაობა ფესვებში. აღნიშნულ პირობებში მოლიბდენი ფესვებში ამინომჟავების მოძრაობას მნიშვნელოვნად ზრდის. ანაერობულ პირობებში, ამიაკური აზოტის ფონზე, ორგანული მეთავებისა და ამინომჟავების მოძრაობა ფესვებისაკენ მცირდება, ხოლო შაქრების მოძრაობა მცირედ მატულობს. მოლიბდენის მიმატება მნიშვნელოვნად ზრდის ამინომჟავების მოძრაობას, ხოლო შაქრების მოძრაობას მკვეთრად ამცირებს. ფესვებისაკენ ასიმილატების ყველაზე სუსტი მოძრაობა კარგი აერაციის პირობებში ნიტრატული აზოტის ფონზეა დადგენილი. ანაერობული პირობები აძლიერებს ორგანული მეთავებისა და შაქრების მოძრაობას ფესვებისაკენ. არაწელსაყრელ პირობებში მოხვედრილი ფესვების ცხოველქმედებასათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ასიმილატების მოძრაობის გაძლიერებას მთელი მცენარის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის. კარგი აერაციის პირობებში, ამიაკური აზოტის ფონზე, მოლიბდენის მო-

ნაწილობით, ფესვებისაკენ ორგანული მკვებების მოძრაობის გაძლიერება ამინირების პროცესთან და ამინომჟავების სინთეზთანაა დაკავშირებული.

ამგვარად, ფესვური კვების პირობები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ფოტოსინთეზის ინტენსივობაზე, მის ქიმიზმზე და ფოთლებიდან ფესვებისაკენ ასიმილატების მოძრაობაზე. ვაზის ფოთლებში ფოტოსინთეზის პროცესზე, მის ქიმიზმზე და ასიმილატების მოძრაობაზე ზემოქმედება და ამა თუ იმ მიმართულებით მათი წარმართვა შესაძლებელია ფესვური კვების პირობების გარკვეული რეგულაციით.

ფოსფორის შთანთქმა, მისი მოძრაობა და განაწილება სხვადასხვა ორგანოში

1. ფოსფორის ფიზიოლოგიური როლი და მისი შთავსება

მცენარისათვის ფოსფორის ფიზიოლოგიური როლისა და კვების საქმეში მისი მნიშვნელობის შესახებ მრავალი მკვლევარის შრომა არსებობს. მცენარეულ ორგანიზმში ფოსფორი უმთავრესად ფოსფორის მჟავას მარილების სახით გვხვდება. მცენარე ნიადაგიდან უმეტესად ორთოფოსფორმჟავას მინერალურ მარილებს ითვისებს, ხოლო მცირე რაოდენობით ფიტინის შეთვისებაც შეუძლია. ბოლო ხანებში ე. რატნერმა და ს. სამოილოვმა (1955) გამოიკვლიეს, რომ სიმინდის ფესვებიდან გამოიყოფა ფოსფატაზები. რიზოსფეროში გამოყოფილი ფოსფატაზები ორგანული ფორმის ფოსფორს მინერალურ ფორმამდე შლის. რის შემდეგ მას მცენარე ითვისებს. ფოსფორის ორგანული ფორმებიდან ყველაზე უკეთესად ლეციტინისა და ფიტინის შეთვისება მიმდინარეობს.

ნიტრატებისა და სულფატების საწინააღმდეგოდ, რიზოსფეროში ფოსფატების აღდგენა არ წარმოებს. ამ მხრივ ფოსფატები მეტისმეტად ინერტული ნაერთებია და ყოველგვარ პირობებში ინარჩუნებს თავის დაუანგულ ფორმას. მცენარის მიერ შთანთქმული ფოსფორი სხვადასხვა ორგანულ ნაერთში შედის. მცენარეულ ორგანულ ფოსფორის ერთ-ერთი მთავარი წარმომადგენელია ფიტინი. ეს ნაერთი, კალციუმისა და მაგნიუმის მონაწილეობით, ფოსფორის მჟავასა და ექვსატომიანი ციკლური სპირტის, — ინოზიტის ურთიერთქმედების დროს წარმოიქმნება. ამგვარად, ფიტინი ექვსატომიანი ალკოჰოლის ფოსფორის ეთერს წარმოადგენს. მცენარეში ფიტინის შემცველობა დამოკიდებულია ფოსფორის კვების რეჟიმზე, მცენარის სახეობასა და სხვა გარემო ფაქტორებზე. მცენარეში ორგანული ფოსფორის ძირითადი მარაგი ფიტინის სახითაა წარმოდგენილი.

გარდა ფიტინისა, მცენარეში ორგანულ ფოსფორს სხვადასხვა ფოსფატის სახით (ლეციტინი, კეფალინი და სხვ.) ვხვდებით. ფოსფორით კარგი კვების დროს მცენარეში ფოსფატების დაგროვება ინტენ-

სიურად მიმდინარეობს. ფოსფორი შედის აგრეთვე ისეთ მნიშვნელოვან ნაერთებში, როგორცაა ნუკლეოპროტეიდები და ნუკლეინის მჟავები. უჯრედის ენერგეტიკის თვალსაზრისით განსაკუთრებული მნიშვნელობა ფოსფორის ისეთ ორგანულ ნაერთებს ენიჭება, როგორცაა: ადენოზინმონოფოსფატი, ადენოზინდიფოსფატი და ადენოზინტრიფოსფატი, ადენილის მჟავასთან ერთად ფოსფორი მაღალი ენერჯის მქონე ბმებს ქმნის. ადენოზინდიფოსფატს აქვს ერთი ამისთანა ბმა, ხოლო ადენოზინტრიფოსფატს—ორი. თითოეული ამ ბმებას გაწყვეტისას გამოიყოფა 1200 კალორია ენერჯია. ფოსფატური ბმების ენერჯია ფერმენტების საშუალებით სხვადასხვა სასიცოცხლო პროცესისათვის გამოიყენება. ფოსფორი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ნახშირწყლების მეტაბოლიზმში. ნახშირწყლების ნორმალური სინთეზი და ჰიდროლიზი ფოსფორის მონაწილეობით მიმდინარეობს. ფოსფორი ნახშირწყლებთან ეთეროვან ნაერთებს ქმნის. ჰექსოზოფოსფოროვანი ეთერები, როგორცაა ჰექსოზომონოფოსფატი და ფრუქტოზოდიფოსფატი მცენარეულ ორგანიზმში ყოველთვის მოიპოვება. ჰექსოზოფოსფატები ხელს უწყობს მონოსახარდებისა და სახაროზის სინთეზს. ფოსფორის შემკველი ფერმენტები შლის სახამებელსა და ინჟლინს სახაროზის წარმოქმნით.

ფოსფორი შედის აგრეთვე ზოგიერთი ვიტამინის შემადგენლობაში (B₁B₂B₆). მინერალური ფოსფორი, გარდა იმისა, რომ სხვადასხვა ორგანული ნაერთის წყაროს წარმოადგენს, არეგულირებს უჯრედის წვენი ბუფერულ თვისებებს და ხსნის ალუმინის ტოქსიკურ ზემოქმედებას. ინტენსიური ზრდის პერიოდში ფოსფორი ხელს უწყობს აზოტისა და გოგირდის შეთვისებას და აჩქარებს მცენარის მოშეფებას. ფოსფორი, კალიუმთან ერთად, აძლიერებს ცილებას სინთეზს. ფოსფორის ნაკლებობისას კი, ცილების სინთეზი ბრკოლდება და მათი დაშლის პროცესი ძლიერდება. თავის მხრივ ფოსფორიანი სასუქების ეფექტურობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული აზოტით კვებაზე. აზოტით კვების გაუარესება საგრძნობლად ამცირებს ფოსფორიანი სასუქების ეფექტურობას. ფესვის მიერ შთანთქმული ფოსფორი რთულ ბიოქიმიურ გარდაქმნებს განიცდის. იგი ფესვშივე ირთვება ნუკლეოპროტეიდებისა და ნუკლეინის მჟავების შემადგენლობაში.

ფოსფორით გამოკვება დადებითად მოქმედებს იმ შემთხვევაში, თუ ადრეულ პერიოდში აზოტითა და ფოსფორით მცენარეების კვება გაწონასწორებული რეჟიმით წარმოებდა. აზოტით ჭარბად კვების დროს, ფოსფორის შთანთქმის გაძლიერების მიუხედავად, ფოსფორის გამოყენება ფერხდება და გამოკვების ეფექტურობაც მცირდება. ფოს-

ფორით შიშვილი აზოტით უზრუნველყოფისას ან აზოტის მნიშვნელოვანი სიჭარბე ფოსფორზე, იწვევს ცილების მეტაბოლიზმის მოშლას.

ფოსფორის სიმცირე აფერხებს შაქრების ორგანულ მყავებად გარდაქმნას. ამის გამო შთანთქმული ამიაკი ორგანულ ნაერთებთან კავშირში შედის ისეთი ამიდების სახით, როგორცაა გუანიდინები და ურეიდები. აღნიშნული ნაერთები მოლეკულაში 2,3 და 4 ატომ აზოტს შეიცავს და NH_2 -ის ჯგუფის კონცენტრატებს წარმოადგენს. ისინი პროტეინების სინთეზში ცუდად გამოიყენება. ეს ნაერთები ფესვებიდან მთელ მცენარეში ვრცელდება და ხშირად ზრდის წერტილებსა და ახალგაზრდა ფოთლებს აზიანებს.

30 წანში შთანთქმული ფოსფორი ნუკლეოტიდების შემადგენლობაში შედის და ადენოზინტრიფოსფორის მყავაში კონცენტრირდება. შემდეგში ატმ-ში დაგროვილი ფოსფორი იხარჯება და ჰექსოზოფოსფატში, ნუკლეოპროტეიდებსა და ფოსფორპროტეიდებში გადადის შთანთქმული ფოსფორის. ჩართვის სისწრაფე ატმ-ში, აღნიშნული ნაერთიდან მისი დახარჯვის ინტენსივობა საკვები მარილების ფონზე უფრო მაღალია, ვიდრე სუფთა წყალზე. აღნიშნული იმაზე მიუთითებს, რომ ატმ-ის ხარჯვა მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისების პროცესთანაა დაკავშირებული. ყველაზე ინტენსიურად ატმ აზოტის შეთვისებაზე უნდა იხარჯებოდეს. ამგვარად, ფესვების მიერ აღსორბირებული ფოსფორი, პირველ რიგში, ნუკლეოტიდების შემადგენლობაში შედის (ატმ). აქედან მისი დახარჯვის ინტენსივობა ფესვთა სისტემის აღსორბციის უნარით განისაზღვრება.

ფოსფორის შთანთქმისა და მისი პირველადი ასიმილაციის სქემა შეიმუშავა ა. კურსანოვმა (1960). ფესვების მიერ აღსორბირებული არაორგანული ფოსფორი, გლიკოლიზისა და კრების ციკლის საშუალებით ადენოზინდიფოსფატში ირთვება და ენერგიით მდიდარ ადენოზინტრიფოსფატს წარმოქმნის (ატმ). გლიკოლიზი და კრების ციკლი შაქრების დაშლის ძირითადი გზაა. ამ გზით, არაორგანულ ფოსფორთან ერთად, ფესვებში განუწყვეტლივ იქმნება მაკროერგული ფოსფოროვანი შენაერთები. მაკროერგული ფოსფოროვანი ნაერთები (ატმ) სწრაფად იხარჯება ფესვებში მინერალურ ნივთიერებების შეთვისებაზე და ჰექსოზების აქტივაციისათვის. ჰექსოზების აქტივირება აუცილებელია გლიკოლიზისა და სუნთქვის პროცესთა ნორმალური მიმდინარეობისათვის. ატმ-ს ენერგია ამ შემთხვევაში ამიდების, პეპტიდური კავშირების, ნუკლეინის მყავათა სინთეზისა და სხვა რეაქციებისთვისაა საჭირო. ატმ-ს ენერგიის გამოყენება დაკავშირებულია აგრეთვე ფერმენტ ეპირაზას ზემოქმედებას-

თან, რომელიც ფოსფოროვან კავშირებს არღვევს. ეს ატმ-დან ენერჯიის დაკარგვასთანაა დაკავშირებული. ამ დროს ატმ და არაორგანული ფოსფორი წარმოიქმნება. შემდეგში ორივე ეს კომპონენტი, კრების ციკლის საშუალებით, ისევ ერთდება ატმ-ს წარმოქმნით. აღნიშნული ციკლი შესაძლებელია მრავალჯერ განმეორდეს, ანეკვარად პირველ ეტაპზე ასე უკავშირდება ერთმანეთს ფოსფოროვანი ცვლა და ფესვთა სისტემის შთანთქმითი მოქმედება.

ფოსფოროვანი ნაერთები, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ფოტოსინთეზზე. ფოსფორი უშუალოდ მონაწილეობს ფოტოსინთეზის პროცესში. იგი ფოტოსინთეზის მთელრიგ შუალედ პროდუქტებში შემადგენლობაში შედის. CO₂-ის აღდგენა სხვადასხვა ეტაპზე ფოსფორის შემცველ ნაერთებთან, ატმ-სა და პირიდინუკლეოტიდთანაა დაკავშირებული. ფოტოსინთეზის პირველად რეაქციებში ფოსფორირებული პროდუქტები ჩნდება. ერთ-ერთი ასეთი ნაერთია ფოსფორგლიცერინის მკაჟა. ფოტოსინთეზის პირველადი პროდუქტებიც ფოსფორს და რკინას შეიცავს.

დადგენილია ფოსფორის მოძრაობის დიდი სისწრაფე. ფოსფორის მოძრაობა სუნთქვის პროცესთანაა დაკავშირებული, ხოლო კალციუმის ნელი მოძრაობა იონთა ცვლასა და დიფუზიაზე. დადგინდა, რომ P³²-ის მაქსიმალურად შეთვისება ხდება შუალაპისას. ფოთლებიდან შეყვანილი P³² ფესვებისაკენ ფლოემის გზით მოძრაობს, დადგენილია P³²-ის ფოთლებიდან ქსილემში გადამოძრაება. რადიაქტიური ელემენტების მოძრაობა ზევიდან ქვედა მიმართულებით, როგორც ქსილემის, ისე ფლოემის გზით მიმდინარეობს.

ფოსფორის მოძრაობის გზა დამოკიდებულია კვების რეჟიმზე. თუ მცენარე ფოსფორის ნაკლებობას განიცდის, მაშინ ფოსფორის მოძრაობა უმთავრესად ფლოემის გზით მიმდინარეობს, ხოლო თუ მცენარე ჭარბად იკვებება ფოსფორით, მისი მოძრაობა ქსილემის გზითაც წარმოებს. დადგენილია ფოსფორის ინტენსიური ცვლა ფლოემასა და ქსილემას შორის. თუ მცენარეს ფოსფორი აკლია, მაშინ ფოსფორის მოძრაობა ფოთლებიდან ფესვებისაკენ ტრანსპირაციაზე არ არის დამოკიდებული და ის ქერქის ცოცხალი უჯრედების გზით მოძრაობს.

შ. ჭანიშვილისა და მ. დოლიძის (1965) მიერ ჩატარებულმა გამოკვლევამ გვაჩვენა, რომ ვაზში რადიაქტიური ფოსფორი როგორც ქსილემის, ისე ფლოემის გზით მოძრაობს. მინერალური ნივთიერებებით გაღარიბებულ მცენარეებში ფოსფორი უმთავრესად ქერქის გზით მოძრაობს, ხოლო მინერალური ნივთიერებებით უზრუნველყოფილ მცენარეებში — ქსილემის გზით. მათ ცდებში შემორკალურ ადგილზე რადიაქტიური ფოსფორის დაგროვება არ იყო აღნიშნული.

ტრანსპირაციის შესუსტება ან მცენარეების სიბნელეში მოთავსება ფოსფორის მოძრაობას ძლიერ ასუსტებს. შემორკალვა, ე. ი. ფლოემის გზის გადაკეტვა, ფოთლებიდან ფესვებისაკენ ფოსფორის მოძრაობას არ აბრკოლებს. აღნიშნულის მიზეზი ფლოემასა და ქსილემას შორის ფოსფორის ინტენსიური ცვლაა.

ვაზის მინერალური კვების პირობების დასახასიათებლად იზოტოპური მეთოდი გამოყენებული აქვთ აგრეთვე მოლდაველ მკვლევარებს. ამ მიმართულებით მათ მთელი რიგი საინტერესო გამოკვლევები აქვთ ჩატარებული. ვ. სიომინისა და ა. ფილიპის (1962) მიხედვით ვაზის ფესვები დეკემბერ-თებერვალში ფოსფორს მნიშვნელოვანი რაოდენობით ითვისებს. ფოსფორის ასვლა მიწის ზედა ნაწილებში არ წარმოებს. რაც მათ ღრმა მოსვენების პერიოდზე მიუთითებს. ამგვარად გამოირკვა, რომ ზამთარში ვაზის ფესვები აქტიურ მდგომარეობაშია, ხოლო მიწის ზედა ნაწილები — ღრმა მოსვენების ფაზაში. ვაზის კვირტებში ფოსფორის დაგროვება მხოლოდ თებერვლის შუა რიცხვებიდან იწყება.

რადიაქტიურ ფოსფორს იყენებდნენ აგრეთვე აფინიტეტის საკითხის გადასაწყვეტად. ამისათვის იზოტოპი შექმონდათ ნახერხში და სტრატეფიციკრების შემდეგ მყნობის ადგილში საზღვრავდნენ მისი დაგროვების ინტენსივობას. ფოსფორის მაქსიმალური რაოდენობით დაგროვება დადგენილი იყო თავისთავზე დამყნობილ ნაყენებში. ყველაზე მცირე რაოდენობით ფოსფორი გროვდებოდა იმ ნაყენებში, სადაც საძირედ 5 ბბ იყო გამოყენებული.

2. მანარეში ფოსფორის მოძრაობის სისწრაფე და ორპანოვაში განაწილების ხასიათი

ვაზის მინერალური კვების ზოგიერთი საკითხის შესასწავლად გამოყენებული იყო რადიაქტიური ფოსფორი (P^{32}) ნატრიუმის ფოსფატის სახით, რადიაქტიური გოგირდი (S^{35}) ნატრიუმის სულფატის სახით, რადიაქტიური კალციუმი (Ca^{45}) ქლორიანი კალციუმის სახით და რადიაქტიური ნახშირბადი (C^{14}) ნატრიუმის კარბონატის სახით.

ცლაში მონაწილეობდა ვაზის ექვსი საძირე: რუპესტრის დულო, რიპარია X რუპესტრის 3309, ბერლანდიერი X რიპარია 5 ბბ, შასლა X ბერლანდიერი 41 ბ, ბერლანდიერი X რიპარია 420 ა და რიპარია X რუპესტრის 101—14.

ქვიშის კულტურიდან ამოღებული საცდელი მცენარეები დაუზიანებელი ფესვთა სისტემით სამლიტრიან სავეგეტაციო ქურჭლებში გადაგვქონდა მერყანიანის საკვებ ხსნარზე. საკვებ ხსნარში დამატე-

ბული იყო რადიექტიური ფოსფორი Na_2HPO_4 -ის სახით. შეტანილი რადიექტიური ფოსფორის საერთო აქტივობა ერთ ჰურჯელზე $38 \mu\text{Ci}$ ან $100 \mu\text{Ci}$ უდრიდა. რადიოფოსფორის გადანაცვლების სისწრაფის დასადგენად პირველი სამი საათის განმავლობაში ყოველ საათში იზომებოდა სხვადასხვა ზონის ფოთლების აქტივობა გეიგერის ტორსული მთვლელით ТФЛ-25 მარკის. უკანასკნელი გაზომვის პირობების ზუსტი დაცვით სავსებით დამაკმაყოფილებელ შედეგებს იძლევა. შემდეგ მცენარეში P^{32} -ის დაგროვების დღელაური ხასიათის დასადგენად ყოველ ოთხ საათში სხვადასხვა ზონის ფოთლებში იზომებოდა რადიექტივობა. P^{32} -ის შეყვანიდან 12 დღის შემდეგ, სხვადასხვა ორგანოში მისი განაწილების დასადგენად, ფოთლებიდან აღებული გარკვეული ფართობის დისკოები იწონება და იზომება რადიექტივობა. ღეროსა და ფესვის ნიმუშები დაქუცმაცების შემდეგ იწონება და ნაწილდება იმავე ფართობის დისკოებზე, როგორც ფოთლების რადიექტივობის აღრიცხვისას გამოიყენება. ცალკეული სინჯების აქტივობის გადანგარიშება ხდება 10 მკ ცოცხალ წონაზე ან 1 გ-ზე.

P^{32} -ის გადანაცვლების მაქსიმალური სისწრაფე სხვადასხვა საძირეში 100—200 სმ საათში მერყეობს.

P^{32} -ის გადანაცვლების ყველაზე დიდი სისწრაფით 5 ბბ გამოირჩევა. სამი საძირის—3309, 101—14 და დიულოში ფოსფორის მოძრაობის სისწრაფე დაახლოებით თანაბარია. 420ა P^{32} -ს მოძრაობის მაქსიმალური და საშუალო სისწრაფე თანაბარი აქვს, ხოლო 41 ბ-ს P^{32} -ის მოძრაობის საშუალო სისწრაფე მაქსიმალური მოძრაობის 50%-ს უდრის (ცხრილი 9).

ცხრილი 9

მცენარეში P^{32} მოძრაობის სისწრაფე სმ/საათში

ჯ ი შ ი	მაქსიმალური	საშუალო
რიპარია X რუბესტრის 3309	132	33
ბერლანდიერი X რიპარია 5 ბბ	200	67
რიპარია X რუბესტრის 101—14	132	43
შასლა X ბერლანდიერი 41 ბ	120	60
ბერლანდიერი X რიპარია 420ა	100	100
რ. დულო	142	47

მცენარეში რადიაქტიური ფოსფორის მოძრაობის საშუალო და მაქსიმალურ სისწრაფეების განსაზღვრისას გამოირკვა, რომ შესუსტებული ტრანსპირაციის პირობებში ფოსფორის ქვევიდან ზევით მოძრაობის მაქსიმალური სისწრაფე 94—102 სმ/საათს უდრის. ფოსფორის მოძრაობის სისწრაფე ზევიდან ქვედა მიმართულებით 23 სმ/საათია. ინტენსიური ტრანსპირაციის დროს ფოსფორის მაქსიმალური მოძრაობის სისწრაფე ძლიერდება და 225 — 280 სმ/საათს შეადგენს. საშუალო სისწრაფე კი 135—109—125 სმ/საათს შეადგენს.

უნდა აღინიშნოს, რომ მცენარეში მინერალურ ნივთიერებათა მოძრაობის სისწრაფე მუდმივ სიდიდეს არ წარმოადგენს. იგი მნიშვნელოვნად მერყეობს გარეგანი ფაქტორების გავლენით, დამოკიდებულია მცენარის შინაგან ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე, მცენარის სახეობაზე, ჯიშზე, ასაკზე, კვების პირობებზე და სხვ.

დღელამის განმავლობაში რადიაქტიური ფოსფორის დაგროვება ვაზის ფოთლებში გარკვეული რიტმით წარმოებს. ფოსფორის რაოდენობა დღისით თანდათანობით მატულობს, 17 საათზე მაქსიმუმს აღწევს, საღამოს და ღამის საათებში მცირდება, დილს საათებში ისევ მატულობს. გამოირკვა, რომ P³²-ის საკვებ ხსნარში შეყვანიდან 12 დღის შემდეგ რადიაქტიური ფოსფორი მცენარის ორგანოებში არათანაბრად ნაწილდება (ცხრ. 10). ყველა საძირის ფოთლებში P³²-ის რაოდენობა ქვედა ზონიდან ზედა ზონისაკენ მატულობს და მაქსიმალურ მნიშვნელობას კენწეროებში აღწევს. აქტივობა უმთავრესად ქვევიდან ზედა ზონის მიმართულებით მატულობს. ღეროში რადიაქტიური ფოსფორის განსაზღვრამ გვაჩვენა, რომ ზედა ზონაში P³² უფრო მეტად გროვდება, ვიდრე შუა და ქვედა ზონაში. ამ მხრივ მცირეოდენი განსხვავებით გამოირჩევა შასლა X ბერლანდიური 41 ბ. ფოთლებსა და ღეროში P³²-ის განაწილების აღმავალი გრადიენტია დადგენილი. ფესვებში P³² გარკვეული კანონზომიერებით ნაწილდება: თეთრი წვრილი შენწოვი ფესვები ყოველთვის მეტ ფოსფორს შეიცავს, ვიდრე მსხვილი ფესვები (გამონაკლისია მხოლოდ ჯიში 3309). ფოსფორი ყველაზე ინტენსიურად ფოთლებში გროვდება. ამ მხრივ გამოირჩევა 420ა, 5 ბბ, 41-ბ და 101 — 14. მიწისზედა ნაწილების აქტივობა უფრო მაღალია, ვიდრე მიწისქვეშა ნაწილებისა. ფოსფორის ინტენსიური დაგროვებით გამოირჩევა 420ა, 5 ბბ და 101—14. ფოსფორის ყველაზე მცირე შეთვისებით 3309 ხასიათდება.

მცენარის მინერალური კვების სხვადასხვა საკითხის დამუშავებასთან დაკავშირებით, გარკვეული მნიშვნელობა ენიჭება ფოსფოროვანი კვების ზოგიერთი მხარის შესწავლას. ფოსფორით კვების რეჟიმში მნიშვნელოვნად მოქმედებს მინერალური ფოსფორის, ფოსფატიდე-

ბის. ნუკლეოპროტეიდების, ფიტინის და სხვა ორგანული ფორმის ფოსფოროვანი ნაერთების შემცველობაზე მცენარეში. ეს გარკვეულ გავლენას ახდენს მოსავლის რაოდენობასა და მის ხარისხზე. სხვადასხვა სახეობის მცენარე ერთნაირ მოთხოვნილებას არ უყენებს ფოსფორით კვებას. გარდა ამისა ფოსფორიანი სასუქებისადმი მცენარის მოთხოვნილება დამოკიდებულია მის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე, განვითარების ფაზაზე, ფოსფორის იმ მარაგის რაოდენობაზე, რომელიც მცენარეში არსებობს, გარემო ფაქტორებზე და სხვ.

მცენარის განვითარების სხვადასხვა ფაზაში ორგანოებში ფოსფორის განაწილების დასადგენად ცდა ჩატარებული იყო ორ ვადაში. ყლორტების ინტენსიური ზრდის ფაზაში და ვეგეტაციის დასრულების წინ. ეს ვადები შერჩეული იყო იმისათვის, რომ გამოვლინებულაყო ორგანიზმის სხვადასხვა ფიზიოლოგიური მდგომარეობის გავლენა ფოსფორის განაწილებაზე.

გამოირკვა, რომ ყლორტების ძლიერი ზრდის ფაზაში ფოსფორის შეთვისება ინტენსიურია. ამას ადასტურებს მცენარის ცალკეული ნაწილების დიდი აქტივობა. აქტიური ზრდის პერიოდში P^{32} უფრო მეტად მცენარის ახალგაზრდა ნაწილებში გროვდება. ქვედა ფოთლების აქტივობა უფრო ნაკლებია, ვიდრე ზედა ფოთლებისა. ასევე ღეროს ქვედა ზონა, შუა და ზედა ზონებთან შედარებით, მცირე აქტივობით ხასიათდება. ყველაზე დიდი აქტივობა წვრილ შემწოვ ფესვებს აღმოაჩნდა, შემდეგ კენწეროს, ნამხარსა და მთავარი ყლორტის ზედა ფოთლებს; ვახის სხვადასხვა ორგანოში P^{32} -ის ამგვარი განაწილება ერთნაირია ყველა ჩვენ მიერ შესწავლილი ჯიშისათვის. აქტივობას ვსაზღვრავდით აგრეთვე ყოველ მუხლზე მჯდომ ფოთოლზე და ღეროს ქვედა, შუა და ზედა ნაწილში. აღმოჩნდა, რომ ქვედა ფოთოლს შედარებით ნაკლები აქტივობა აქვს, შემდეგ ორთოსტიქიულად არის მეტნაკლებობით განლაგებული. ამასთან აღნიშნულია აქტივობის აღმავალი გრადიენტი ქვედა ძველ ნაწილებიდან ზედა ახალგაზრდა ნაწილებისაკენ (ცხრილი 11).

შემოდგომით, ვეგეტაციის დასასრულს, მცენარის სხვადასხვა ორგანოში P^{32} -ის განაწილების სურათი მკვეთრად იცვლება. ამ დროს მცენარის ორგანოების აქტივობა რამდენჯერმე ნაკლებია ყლორტების ინტენსიური ზრდის პერიოდში განსაზღვრულ აქტივობასთან შედარებით. ეს მიკვეთითებს შემოდგომაზე ფოსფორის შეთვისების დაბალ ინტენსივობაზე. შემოდგომაზე ფოსფორის დაგროვება მეტია ქვედა ზონის ფოთლებში, ღეროს ქვედა ნაწილში და საერთოდ ძველ ნაწილებში, ე. ი. აღნიშნება აქტივობის დაღმავალი გრადიენტი ღეროს ახალგაზრდა ნაწილებიდან ძველი ნაწილებისაკენ. ორთოსტიქული

პ32-ის განაწილება ვაზის ორგანოებში იმა/წ 1 გ ნედლ წონაზე (ზაფხული)

5 ბბ			3309			რუბ. ლეული		
ფოთილი	ლერი	ფესვი	ფოთილი	ლერი	ფესვი	ფოთილი	ლერი	ფესვი
15798	ქვედა ზონა	გამტარი	21079	ქვედა ზონა	გამტარი	48659	ქვედა ზონა	გამტარი
24380	15760	21670	17336	12017	15760	39991	35854	15760
22182			18912	შუა-ზონა	შემწოვი	45310	შუა-ზონა	შემწოვი
29628	შუა-ზონა	შემწოვი	17927	17533	236794	26393	53781	236794
20851	17533	271072	17139			33687		
23591			18124	ზედა-ზონა		29929	ზედა-ზონა	
16391	36445		20291	28171		33150	-48659	
23574			18715			ნაშარი		
22655			21276			16444		
28504			18867			29550		
31520			20685			34672		
55751			21276			33096		
7289			24034			ნაშარი		
59888			ნაშარი			79406		
			31520			61828		
			31520			87074		
46394			50038			110517		
45901			კენწერო			კენწერო		
კენწერო			37430			47130		
61220								

P32-ის განაწილება ვაზის ორგანოებში იმპ/შ 1 გ. ნედლ წონაზე (შემოდგომა)

5 ბბ				3309				რუბ. ლულო	
ფოთლო	ლერი	ფესვი	ფოთლო	ლერი	ფესვი	ფოთლო	ლერი	ფესვი	ფესვი
2047	ქველა ზონა 1557	გამტარი 2365	1489	ქველა ზონა 1146	გამტარი	11651	ქველა ზონა	გამტარი	გამტარი
2410			1302	შუა ზონა 930	7878	12952	2018	3272	3272
2282			1743	ზელა ზონა 734	შემწოვი	9325	შუა ზონა 1675	შემწოვი	შემწოვი
1459	შუა ზონა 1587	შემწოვი 4468	1018		6732	7388	ზელა ზონა		4644
1812	ზელა ზონა 450		600.00			10131			
1763			1567			5526			
1342			842			5830			
1312			1116			4409			
1420			1018			2841			
2214			1018			2141			
2067			600.00			3315			
1312			2135			446			
1263			891			600.00			
812			705			2615			
1214			606			3204			
812			744			2714			
1312			705						
842			636						
1026			82						
803			187						
			714						
			871						
			1038						
			753						
			1371						

პოლარობის მოვლენა ფოსფორის განაწილებაში, რაც დამახასიათებელია ულორტების ინტენსიური ზრდის ფაზისათვის შემოდგომით აღარ აღინიშნება (ცხრილი 12).

ვაზის ნამყენებში რადიაქტიური ფოსფორის შთანქმისა და განაწილების შესასწავლად ალიგოტეს სამწლიანი ნამყენები შეირჩა.

ცხრილი 13

P32-ის აღსორბციის დინამიკა იმპ/წუთში

საათები	ალიგოტე 5 ბბ-ზე			ალიგოტე 3303-ზე		
	ქველა ზონა	შუა ზონა	ზელა ზონა	ქველა ზონა	შუა ზონა	ზელა ზონა
30 ¹	0	0	0	0	0	0
60 ¹	0	0	0	0	0	0
2 საათი	50	67	26	28	30	16
3 "	62	94	39	35	39	17
4 "	71	104	42	49	38	16
9 "	141	157	71	60	53	22
22 "	169	171	228	94	56	20
33 "	841	674	511	228	251	103
44 "	1026	875	608	321	317	118
57 "	1470	1351	1070	650	485	233
69 "	1832	1479	1351	909	653	364
81 "	2507	2205	2029	1527	855	710
34 "	2523	2068	2104	1550	1170	700
106 "	3020	2406	2141	2014	1799	1235
130 "	4127	3287	2156	9508	2282	1277

მცენარეები ქვიშაში იზრდებოდა. ცდის წინ ისინი სამლიტრიან სავეგეტაციო კურობებში იყო გადატანილი კნოპის საკვებ ხსნარზე წყლის კულტურაში. რადიაქტიური ფოსფორი თითოეულ მცენარეს 100 μCu -ის რაოდენობით ეძლეოდა. ფოსფორის შეთვისების მომენტის დასაქერად აქტივობა ყოველ ნახევარ საათსა და ერთ საათში ისაზღვრებოდა ტორსული მთვლელის საშუალებით „ბ“ დანადგარზე. ჯიში ალიგოტე დამყნობილი იყო ორ საძირზე: ბერლანდიერი X რიპარია 5 ბბ-ზე და რიპარია X რუპესტრის 3309-ზე. საკვებ ხსნარში ფოსფორის შეტანიდან პირველ ნახევარ; ერთ საათს ფოსფორის შეთვისება არ არის აღნიშნული (ცხრილი 13). ორი საათის შემდეგ ყველა მცენარეში P³²-ის შეთვისების მომენტია დადგენილი. შემდეგ პერიოდებში

P³²-ის დაგროვების ინტენსივობა თანდათან მატულობს. აღსანიშნავია, რომ თუ საკუთარ ძირზე აღზრდილი მცენარის როგორც ლეროში, ისე ფოთლებში დადგენილი იყო P³²-ის განაწილების აღმავალი გრადიენტი, ნამყენებში აღნიშნულ გარემოებას ადგილი არ ჰქონია. 5 ბბ-ზე და 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს მცენარეებში რადიოაქტიური ფოს-

ცხრილი 14

P³²-ის განაწილება სხვადასხვა იარუსის ფოთლებში მპ/წ.

P ³² -ის შეტანიდან 24 საათის შემდეგ			P ³² შეტანიდან 7 დღის შემდეგ		
ქვევიდან ფოთლის რიგი	3309-ზე	5 ბბ	ქვევიდან ფოთლის რიგი	3309-ზე	5 ბბ
1	286	1078	1	2971	5123
2	325	1053	2	2919	3786
3	350	948	3	3293	4274
4	210	794	4	2793	3658
5	339	854	5	2677	4728
6	264	608	6	2474	4597
7	297	759	7	2311	3199
8	239	530	8	2054	2353
9	230	437	9	2626	2216
10	307	378	10	1674	2019
11	214	378	11	1186	1699
12	116	395	12	1223	2422
13	157	548	13	1460	1935
14	127	695	14	1251	2734
15	497	979	15	2019	2579
16	678	927	16	3309	2992
შენწ.	842	1050	17	2910	3065
			18	3099	2113
			19	3186	3997
			შენწ.	5831	5305

ფორი უფრო მეტი რაოდენობით ქვედა ზონაში გროვდება, ვიდრე შუა და, მით უმეტეს, ზედა ზონაში. ორივე ჯიშის შემთხვევაში ფოსფორის განაწილების დაღმავალი გრადიენტი დადგენილი. ამის მიზეზი ნამყენი ადგილის მიერ ფოსფორის მოძრაობის შეფერხებაა. როგორც გაზომვებმა გვიჩვენა, ნამყენ ადგილას რადიოაქტიური ფოსფორი დიდი რაოდენობით კონცენტრირდება.

გარდა ამისა, აღმოჩნდა, რომ ფოთლებში რადიოაქტიური ფოსფორი არათანაბრადაა განაწილებული. P³²-ის შეტანიდან 24 საათის

ცხრილი 14ა

სუფთა საკვებ ხსნარზე გაღატანის შემდეგ			ფესვებიდან ფოთლებში P ³² -ის გადამოძრაობის ინტენსივობა	
ფოთლის რიგი ქვევიდან	3309-ზე	5 ბბ	3309-ზე	5 ბბ
1	3672	6336	701	1213
2	3583	6327	564	2541
3	4622	6265	1329	1991
4	3453	6022	660	2364
5	3379	5851	702	1123
6	3349	5591	875	994
7	3168	5163	857	1964
8	2786	3857	732	1504
9	2496	2550	— 130	334
10	2252	2957	588	838
11	2059	2429	873	730
12	1722	2957	499	535
13	1879	2750	519	815
14	1791	3178	540	444
15	2581	3010	462	431
16	2433	2943	— 876	—49
17	2447	3016	— 469	—49
18	1131	2644	—2968	531
19	2234	3250	—952	—707
20	2776			
21	3280			
კანწ.	4281			

შემდეგ 5 ბბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს ფოთლებში ფოსფორის განაწილება უმთავრესად ორთოსტიქული პოლარობის კანონს ემორჩილება. ამ პერიოდისათვის 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეში აღნიშნული მოვლენა არ არის შემჩნეული. P³²-ის შეტანიდან მე-7 დღეს ფოთლების აქტივობა მნიშვნელოვნად იზრდება. ამ პერიოდში ორთოსტიქული პოლარობის მიხედვით ფოსფორის განაწილება ორივე ჯიშის ფოთლებში კიდევ უფრო თვალსაჩინოა. დიდი აქტივობით გამოირჩევა ზე-

და ახალგაზრდა ფოთლები და კენწეროები. 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტე ფოსფორის უფრო მეტი შეთვისების უნარით ხასიათდება ვიდრე 3309-ზე დამყნობილი. პირველს უფრო მეტი აქვს აგრეთვე ფესვებიდან. ფოთლებში ფოსფორის მოძრაობის ინტენსივობა, ორივე ჯიშს, ქვემოდან მე-16 მუხლზე მჭიდობარე ფოთლამდე, სუფთა საკვებ ხსნარზე გადატანის შემდეგ ფოთლებში ფესვებიდან გადადენილი რადიოფოსფორი უგროვდება. მე-16 მუხლიდან კი ზედა ფოთლებში რადიოაქტივობის მნიშვნელოვანი შემცირებაა აღნიშნული. ეს ზედა ფოთლებიდან ქვედა მიმართულებით P^{32} -ის გადადენით უნდა აიხსნას (ცხრილი .14).

8. გარემო ფაქტორების გავლენა ფოსფორის უმთავრესადაა

გარემო პირობები დიდ გავლენას ახდენს მცენარის მიერ მინერალური ნივთიერებების შეთვისებაზე. ამ მხრივ პირველ რიგში აღსანიშნავია ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, სხვადასხვა ტიპის ნიადაგის შთანთქმავი კომპლექსი და ნიადაგის ხსნარის ერთმანეთისაგან განსხვავდება არა მარტო ელემენტების აბსოლუტური რაოდენობით, არამედ მათი ურთიერთშეფარდებითაც. ნიადაგში არსებულ ელემენტთა სხვადასხვა ურთიერთშეფარდება აპირობებს ისეთ მოვლენებს, რომლებიც მცენარეთა ფიზიოლოგიაში ცნობილია იონთა ანტაგონიზმის, სინერგიზმისა და ადიტივიზმის სახელწოდებით. ვაზის ფესვის მიერ მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისებაზე გარემო ფაქტორთა ზეგავლენასთან დაკავშირებით, გამოკვლეულია კალიუმის კალციუმისა და სამვალენტის რკინის იონების გავლენა რადიოაქტიური ფოსფორის შეთვისებაზე.

საცდელად აღებული იყო ამერიკული საძირე ვაზის ჯიშები: რიპარია X რუპესტრის 3309 და ბერლანდიერი X რიპარია 5 ბბ. ცდა წყლის კულტურის პირობებში მიმდინარეობდა. დამზადდა კნოპის ხსნარის მიმართ KNO_3 -ის, $Ca(NO_3)_2$ -ის და $Fe(NO_3)_3$ -ის იზოტონური ხსნარები. აღნიშნულ ხსნარების ოსმოსური წნევის განსაზღვრისათვის გამოყენებული იყო კრიოსკოპული მეთოდი. მცენარეები კნოპის საკვებ ხსნარზე (საკონტროლო), KNO_3 -ის, $Ca(NO_3)_2$ -ის და $Fe(NO_3)_3$ -ის იზოტონურ ხსნარებზე იყო მოთავსებული. თითოეულ მცენარეს 300 μ Ca-ის რაოდენობით P^{32} ნატრიუმის ფოსფატის სახით ეძლეოდა. რადიოაქტიური ფოსფორის შეთვისების ინტენსივობა და სხვადასხვა ორგანოში განაწილება, მცენარის სხვადასხვა ორგანოს აქტივობის განსაზღვრით წარმოებდა. ამისათვის გამოყენებული იყო ტორსული მთვლეელი „ბ“ დანადგარით.

მე-15 ცხრილში მოცემულია P³²-ის ადსორბციის დინამიკა, საინადაც ჩანს, რომ ადსორბციის ინტენსივობა დასაწყისში მცირეა, შემდეგ კი თანდათან მატულობს. 5 ბბ ფოსფორის შეთვისების უფრო მეტი ინტენსივობით ხასიათდება, ვიდრე 3309. Ca-ის იონები ფოთლებში ფოსფორის დაგროვების შეფერხებას იწვევს, რაც უფრო მკვეთრად ჩანს 3309-ის მაგალითზე. მასში P³²-ის შეთვისების ინტენსივობა პრაქტიკულად ნულს უდრის. დასაწყისში K-ის იონები 3309-ის ფოთლებში ფოსფორის დაგროვების შემცირებას იწვევს, შემდეგ შეთვისების ინტენსივობა მატულობს, ბოლოს თითქმის უტოლდება კნობის ხსანარზე შეთვისებული ფოსფორის რაოდენობას. ცდის დასაწყისში K-ის იონები 5 ბბ-ს ფოთლებში ფოსფორის დაგროვებას უფრო ნაკლებად აფერხებს, ვიდრე Ca-ის იონები. მაგრამ 3309-თან შედარებით K-ის იონების უარყოფითი გავლენა ფოსფორის შეთვისებაზე 5 ბბ-ს უფრო მკვეთრად აქვს გამოსახული. Ca-ის იონების ფონზე 3309-ის ფოთლების აქტივობა თითქმის ნულს უდრის, ხოლო 5 ბბ-ს ფოთლების აქტივობა მნიშვნელოვან სიდიდეს აღწევს (920 იმპ/წ). ფესვებიდან ფოსფორის დესორბციის შესწავლის პერიოდში (მცენარეების ხსნარში გადატანიდან P³²-ის გამოთიშვით) ფოთლების აქტივობის განსაზღვრიდან ირკვევა, რომ ფესვებს მიერ ადრე ადსორბირებული და ფესვებში დაგროვილი P³²-ის მოძრაობა მიმდინარეობს მიწისზედა ნაწილისაკენ. K-ის იონები 3309-ში ფესვებიდან ყლორტებისაკენ P³²-ის მოძრაობის გაძლიერებას იწვევს. Ca-ის ვარიანტში 3309-ის ფოთლების სუსტი აქტივობა აღინიშნება P³²-ის მიწოდებიდან მხოლოდ ერთი კვირის შემდეგ. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ Ca-ის იონები არა მარტო ფოსფორის ადსორბციის შემცირებას იწვევს, არამედ საგრძნობლად აფერხებს აგრეთვე ფესვების მიერ ადსორბირებული ფოსფორის მოძრაობას ყლორტებისაკენ. Ca-ის იონები შედარებით ნაკლებად აფერხებს 5 ბბ-ს ფესვებიდან ფოსფორის მოძრაობას ყლორტებისაკენ, ხოლო K-ის იონების ზეგავლენით აღნიშნული პროცესი შეფერხებულია. ამის მიზეზი ის უნდა იყოს, რომ 5 ბბ-ს ფესვები მეტაბოლიზმის მაღალი დონით გამოირჩევა. კერძოდ, ფესვების მიერ შთანთქმული ფოსფორი იქვე ირთვება ენერგიით მდიდარ ფოსფატურ კავშირებში (ატმ-ში). K-ის იონები ფოსფორის გარდაქმნას ფესვებში ხელს უწყობს ნახშირწყლების გარდაქმნაში მონაწილეობის გზით. ამით ფესვებში ჰექსოზოდიფოსფატების წარმოქმნა არ ბრკოლდება და მეტაბოლიზმის სხვა რეაქციებიც (გლიკოლიზი, კრების ციკლი) ნორმალურად მიმდინარეობს.

ფოსფორი უმთავრესად კონცენტრირდება ახალგაზრდა ორგანოებში, ნამხარში, კენწეროში, ახალგაზრდა ყლორტებსა და ფოთლებ-

კალორის, კალციუმისა და რკინის იონების გვეუნა P32-ის შეთვისების დინამიკაზე

ჯგუფი	ზ. მ. მ.	16/VI				17/VI				18/VI				19/VI			
		ქმპი	KNO ₃	Ca (NO ₃) ₂	Fe (NO ₃) ₂	ქმპი	KNO ₃	Ca (NO ₃) ₂	Fe (NO ₃) ₂	ქმპი	KNO ₃	Ca (NO ₃) ₂	Fe (NO ₃) ₂	ქმპი	KNO ₃	Ca (NO ₃) ₂	Fe (NO ₃) ₂
3309	ქმპი	6	23	46	0	744	17	21	0	1606	671	13	0	2862	2420	6	0
		0	5	11	0	803	12	14	0	1766	517	16	0	2458	2757	9	0
		55	13	0	0	773	13	0	0	1632	42	9	0	2107	359	0	0
		19	2	0	0	459	11	0	0	1010	320	15	0	1506	550	0	0
3309	ზღა	65	7	2	0	394	163	0	0	888	432	0	0	1017	994	0	0
		84	43	8	0	342	246	6	0	718	591	0	0	814	1117	0	0
		9	31	4	0	56	44	1	0	1132	632	11	0	1030	3020	0	0
		კვწ.															
525	ქმპი	110	0	38	0	910	29	63	0	1409	106	42	0	1902	377	66	0
		51	18	57	0	580	7	81	0	399	91	581	0	1692	350	920	0
		218	10	28	0	1334	2	21	0	1541	419	155	0	3098	287	18	0
		267	3	24	0	1115	35	59	0	1924	651	281	0	2261	358	165	0
525	ზღა	248	26	13	0	1426	108	73	0	3746	1197	387	0	5034	1334	371	0
		228	0	10	0	369	103	59	0	4699	23	284	0	2609	993	469	0
		21	0	38	0	229	15	12	0	1715	21	27	0	413	106	39	0
		კვწ.															

ში. აღნიშნულ ცდაში შემჩნეულია მისი განაწილების პოლარული ხასიათი. ლეროს სხვადასხვა ქსოვილისა და ფესვების აქტივობის განსაზღვრიდან ირკვევა რომ (ცხრ. 16) ქერქში უფრო დიდი აქტივობაა ვიდრე მერქანში. მართალია მინერალური ნივთიერებანი აღმავალი მიმართულებით ძირითადად მერქნის გზით მოძრაობს, მაგრამ არსებობს მინერალურ ნივთიერებათა ქერქის გზით დაღმავალი დენიც. გარდა ამისა მერქანსა და ქერქის ცოცხალ უჯრედებს შორის მიმდინარეობს განუწყვეტელი და ინტენსიური ნივთიერებათა ცვლა. ამ ცდაში ქერქისა და მერქნის აქტივობა P^{32} -ის მიწოდებიდან მხოლოდ ორი კვირის შემდეგ აღირიცხა. ამიტომ შესაძლოა აღსორბირებული P^{32} -ის ნაწილმა მოასწრო ფოთლებში მოხვედრა და იქიდან ქერქის გზით ქვევით ჩამოსვლა. გარდა ამისა, მიმდინარეობდა აგრეთვე მისი გვერდითი დიფუზიური გავრცელება და მეტაბოლიური ცვლა მერქანსა და ქერქის ცოცხალ უჯრედებს შორის. შესაძლოა ამის გამოც იზრდებოდა თანდათანობით ქერქის აქტივობა P^{32} -ის დაგროვების შედეგად. არ არს გამორიცხული იმის შესაძლებლობა, რომ ფოსფორი აღმავალი მიმართულებით. ზოგიერთ შემთხვევაში მაინც. ძირითადად ქერქის ცოცხალი უჯრედების გზით მოძრაობდეს.

ცხრილი 16

ლეროში და ფესვში P^{32} -ის დაგროვების ინტენსიობა იმპ/წ

მცენარის ნაწილი	3309				5 ბბ			
	კნობი	KNO_3	$Ca (NO_3)_2$	$Fe (NO_3)_3$	კნობი	KNO_3	$Ca (NO_3)_2$	$Fe (NO_3)_3$
ქერქი	2464	7034	4000	23	3161	4931	63	44
მერქანი	1818	6194	3055	24	2591	3525	2489	29
შემწოვი ფესვები	27004	21489	32310	5760	9989	20801	15143	4879
გამტარი ფესვები	3669	12990	16130	1066	1226	8952	4302	961

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ჩვენს საცდელ მცენარეებზე სამეალენტრიანი რკინის იონების თავისებური მოქმედება.

P^{32} -ის შეტანიდან 30 წუთის შემდეგ კნობის ხსნარზე მყოფ 5 ბბ-ს მცენარეებში აღნიშნულია P^{32} -ის შეთვისება, 3309-ს მცენარეებში მი-

სი შეთვისება 6 საათით ბრკოლდება. 5 ბბ-ს ფოთლებში უფრო მეტი ფოსფორი გროვდება, ვიდრე 3309-ის ფოთლებში. ეს იმით აიხსნება, რომ 5 ბბ-ს ფესვების მიერ ადსორბირებული ფოსფორის მოძრაობა ფესვებიდან ფოთლებისაკენ უფრო ინტენსიურად წარმოებს, ვიდრე 3309-ის ფესვებიდან. ცხრილებიდან ჩანს, რომ სამვალენტიაანი რკინა მნიშვნელოვნად აბრკოლებს P^{32} -ის შეთვისებას. 5 ბბ-ს ფოთლებში ფოსფორის მცირეოდენი დაგროვება მხოლოდ მეშვიდე დღეს იყო დადგენილი. 3309-ის მცენარეებზე სამვალენტიაანი რკინის ტოქსიკური ზემოქმედება იყო შემჩნეული. სამვალენტიაანი რკინის ხსნარზე მოთავსებიდან მეორე დღეს 3309-ის მცენარეებს გაუჩნდა ნეკროზები და ტურგორი შეუმცირდა. მესამე დღეს ქვედა ფოთლები შეხმა, კენწე-როები გაშავდა და გახმა, ხოლო შუა ზონის ფოთლები შექცნა და ჩამოეკიდა. მეოთხე დღეს სამვალენტიაანი რკინის ხსნარზე მოთავსებული 3309-ის ყველა მცენარის ფოთლები მთლიანად შექცნა.

5 ბბ-ს მცენარეებზე სამვალენტიაანი რკინის ხსნარის ტოქსიკური მოქმედება შემჩნეული არ ყოფილა. ცდის ბოლომდე, რაც ორ კვირამდე გრძელდებოდა, 5 ბბ-ს მცენარეები თითქმის ნორმალურად გამოიყურებოდა. სამვალენტიაანი რკინის გავლენით 5 ბბ-ს მხოლოდ ფესვებიდან ფოთლებში P^{32} -ის მოძრაობა დაუბრკოლდა. ზემოთ აღწერილი ფაქტის მიზეზი, საკვლევ მცენარეთა ფესვებში მიერ სამვალენტიაანი რკინის აღდგენის სხვადასხვა უნარი აღმოჩნდა. გამოიჩვენა, რომ ისეთი ჯიშები (5 ბბ, რქაწითელი), რომლებიც ფესვებში პიგმენტების სინთეზის დიდი უნარით ხასიათდება, უფრო სწრაფად და მეტი რაოდენობით აღადგენს სამვალენტიაან რკინას, ვიდრე ისეთი მცენარეები (3309), რომელთა ფესვებშიც პიგმენტების სინთეზის დაბალი დონეა დადგენილი. მასალებს ვაზის ფესვებში პიგმენტების არსებობისა და მათი ფიზიოლოგიური როლის შესახებ განვიხილავთ მე-7 თავში.

გარდა ამისა უნდა აღინიშნოს, რომ მცენარის მიერ რკინის შთანთქმა და გამოყენება მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ტირილის წვენიში არსებულ ხელატირების რეაქციის გამოწვევ ნივთიერებებზე. შთანთქმული რკინა შედის ამ ნივთიერებებთან რეაქციაში და წარმოიქმნება რკინის შიდაკომპლექსური ნაერთები ე. წ. ხელატები. ასეთ შიდაკომპლექსური ნაერთებიდან გამტარი სისტემის კურკლუბის კედლებზე რკინის გამოლექვა და მისი ინერტულ ფორმაში გადასვლა არ წარმოებს. რკინის შიდაკომპლექსური ნივთიერებები ისეთი ნაერთებია, რომლებიც გამტარ სისტემაში ადვილად მოძრაობს, უნარჩუნებს რკინას აქტიურ მდგომარეობას და ხელს უწყობს რკინის მონაწილეობას სხვადასხვა ფიზიოლოგიურ პროცესში.

უნდა ვივარაუდოთ, რომ ქლოროზგამძლე მცენარეთა ფესვთა სისტემა შიდაკომპლექსური ნაერთების წარმომქმნელი ნივთიერებების ე. წ. ლიგანდების მაღალი სინთეზით ხასიათდება და ამიტომაც მათ რკინის გამოყენების უფრო მაღალი უნარი გააჩნიათ ვიდრე არა-ქლოროზგამძლე მცენარეებს.

ფოსფორის შეთვისებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს აერაციის პირობები. აქ მოცემული მასალები იმ ცდების გარკვეული ნაწილია, რომლებიც ამიაკური და ნიტრატული აზოტის ფონზე P³²-ის შეთვისებას ეხებოდა. ანაერობული პირობები ფოსფორის შეთვისებას მნიშვნელოვნად აბრკოლებს. ამიაკური აზოტის ფონზე ფოსფორის შეთვისების დაბრკოლება უფრო თვალსაჩინოა. ნიტრატული აზოტის ფონზე და მოლიბდენის მოქმედებით ფოსფორის შეთვისებაზე ანაერობული პირობების უარყოფითი გავლენა შერბილებულია, რაც ნიტრატული სუნთქვის განვითარებით უნდა აიხსნას. დადგენილია ჯიშობრივი განსხვავება. 3309 ანაერობული პირობებისადმი უფრო მგრძობიარე აღმოჩნდა, ვიდრე 5 ბბ. გარდა ამისა 3309 ჟანგბადის რეჟიმის ცვლილებებთან დაკავშირებით უფრო მკვეთრი რეაქციით ხასიათდება. შემჩნეულია ვაზის ფოთლებში P³²-ის პოლარული განაწილება. მკენარეების სუფთა საკვებ ხსნარზე გადატანიდან ერთი კვირის შემდეგ ფოთლების რადიოაქტივობის გაზომვამ გვაჩვენა, რომ ფესვების მიერ აღსორბირებული და მათში დაგროვილი P³²-ის მოძრაობა მიწისზედა ნაწილებისაკენ წარმოებს. ანაერობული პირობები აბკროლებს P³²-ის ფესვებიდან ფოთლებისაკენ მოძრაობას.

ღეროს აქტივობა განსაზღვრული იყო მთელ სიგრძეზე ყოველ მუხლში. ღეროში ფოსფორის დაგროვებას ანაერობული პირობები მნიშვნელოვნად აფერხებს. ფოსფორის დაგროვება ნიტრატული აზოტის ფონზე უფრო ინტენსიურია. მოლიბდენი აძლიერებს ნიტრატების რედუქციას რითაც ხელს უწყობს ანაერობულ პირობებში ღეროებში ფოსფორის დაგროვებას. დადგენილია ფოსფორის განაწილების ორთოსტიქული პოლარობის მოვლენა (ცხრილი 17).

ამგვარად, აერაცია მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მინერალური კვების რეჟიმზე. თავის მხრივ აერაციის ეფექტი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მინერალური კვების პირობებზე. ამ მხრივ ღიდი მნიშვნელობა ენიჭება კვების არეში მინერალურ ნივთიერებათა ჟანგვა-აღდგენის პროცესს. კერძოდ ვაზის რიზოსფეროში განსაკუთრებით აზოტის, გოგირდის და რკინის ჟანგვა-აღდგენის პროცესია აღსანიშნავი. ცხადია, რომ ნიადაგის მარილების რეჟიმი, მათი ფორმები და, რაც მთავარია, მათი ბიოგენური ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები თავი-

გოგირდის და კალციუმის შთანთქმა და მათი განაწილება მცენარის სხვადასხვა ორგანოში

1. გოგირდის ფიზიოლოგიური როლი და მისი გარდაქმნა

გოგირდი მცენარის კვებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს. იგი, ისევე როგორც აზოტი, მონაწილეობს ცილების ცვლაში. ნიადაგიდან მცენარე გოგირდს სულფატების სახით ითვისებს. შთანთქმული სულფატები, აზოტის მსგავსად, ორგანიზმში აღდგება. მათ აღდგენაში მონაწილეობს ნახშირწყლები. თუ მცენარე გოგირდის ნაკლებობას განიცდის, ნახშირწყლების ხარჯვა სუსტად მიმდინარეობს. მცენარეში გოგირდი სულფატების და სულფჰიდრული (SH) ჯგუფის სახით გვხვდება.

გლუტათიონი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ჟანგვა-აღდგენით პროცესში. ცისტეინი და ცისტინი ურთიერთგარდაქმნას აღვილად განიცდიან. ეს აპირობებს მათ მონაწილეობას სხვადასხვა ჟანგვა-აღდგენით რეაქციაში. შთანთქმული სულფატების აღდგენასთან ერთად, მცენარეულ ორგანიზმს უნარი აქვს გოგირდის აღდგენილი ფორმის ნაერთები ისევ სულფატებამდე დაეანგოს. მცენარეში სულფატებს ვხვდებით გოგირდმკვას ეთერების სახით. სულფატები შედის აგრეთვე ცილების მოლეკულისა და ზოგიერთი ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერების შემადგენლობაში (ბიოტინი, კოფერმენტი A, პენიცილინი და სხვ).

დ. ფეიერი და ნ. პოტაპოვი (1955, 1957) ზოგიერთი მცენარის ტირილის წვენიში გოგირდის ფორმებს იკვლევდნენ. მათ გოგირდის ნაერთთა მაქსიმალური რაოდენობა ყვავილობის ფაზაში დაადგინეს. სიმინდის ტირილის წვენი, ვეგეტაციის მთელ პერიოდში გლუტათიონს, მეთიონინს და პირიდოქსინს შეიცავდა. თიამინი ზრდის ფაზაში იპოვნეს. აღნიშნული მონაცემები ფესვებში გოგირდოვანი ნაერთების სინთეზზე მიუთითებს.

აზოტის ცვლაში გოგირდი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს. იგი ხელს უწყობს ცილების სინთეზს. გოგირდის უკმარობა ფოთლებში ქლოროფილის შემცირებას, უჯრედების დაყოფისა და მათი ზრდის

შეჩერებას, განაყოფიერების პროცესის შესუსტებას იწვევს. მდელის ბალახოვანი მცენარეები ფოსფორსა და გოგირდს თითქმის თანაბარი რაოდენობით შეიცავს, მაშინ როდესაც, პარკოსნებში ხშირად გოგირდი უფრო მეტია, ვიდრე ფოსფორი. გოგირდს დიდი რაოდენობით შეიცავს აგრეთვე მცენარეები ჯვაროსანთა ოჯახიდან. ამ მცენარეთა გოგირდით განოყიერება მათ ზრდა-განვითარებას მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს.

ვენახში გოგირდი, როგორც სასუქი, იშვიათად შეაქვთ. ბორდოს სითხის შესხურების დროს და ელემენტარული გოგირდის შეფრქვევისას, ვაზი საკვებად გოგირდის საკმარის რაოდენობას ყოველთვის ლებულობს. გოგირდი ვენახში უმთავრესად ტუტე ნიადაგის შესამავლებლად შეაქვთ. ჩაუზიტის (1960) ცდებში 200 კგ გოგირდის და 35 ტონა ნაქელის ერთდროული შეტანა მოსაავალს 25—27%-ით ზრდიდა, ხოლო მარტო გოგირდის შეტანა 19—33%-ით. აღსანიშნავია, რომ გოგირდით ნიადაგის შემყავებისას მიღებულ დადებით ეფექტს მიკოტროფული კვების პირობების გაუმჯობესებას აწერენ. კარბონატულ ნიადაგებზე ფიქვის მიკორიზა არ უვითარდება. ასეთი ნიადაგის გოგირდით შემყავება ფიქვის ფესვებზე მიკორიზის განვითარებას აძლიერებს და ქლოროზის ნიშნებიც ქრება. შეტანილი გოგირდის დოზები მიკორიზის ტიპსაც კი საზღვრავს მიკოტროფულ კვებას უფრო დეტალურად წიგნის მე-9 თავში განვიხილავთ.

2. გოგირდის უთანებება და მისი განაწილება მცენარის სხვადასხვა ორგანოში

გოგირდზე ჩატარებული სამუშაოებიდან განსაკუთრებით საინტერესოა ის გამოკვლევები, სადაც იზოტოპური მეთოდია გამოყენებული. დადგენილია, რომ რადიოაქტიური გოგირდი ახალგაზრდა ფოთლებში ძარღვებს შორის ნაწილდება. რადიოაქტიური გოგირდის შეტანიდან 5 საათის შემდეგ იგი ახალგაზრდა მცენარეთა ყველა ორგანოში აღმოჩნდა. ხნიერ მცენარეებში გოგირდის მოძრაობა ნელი ტემპით მიმდინარეობს. ახალგაზრდა მცენარეთა ფესვგარეშე გამოკვებისას რადიოაქტიური გოგირდის მოძრაობა ტრანსპირაციული დენის საწინააღმდეგო მიმართულებით იყო შემჩნეული. მეთიონინში რადიოაქტიური გოგირდის ჩართვა ინტენსიურია. ხოლო ცისტინსა და ანეკრინში მისი ჩართვის ინტენსივობა მცირდება. ფესვგარეშე გამოკვების დროს რადიოაქტიური გოგირდი ჯერ ქვედა მიმართულებით მოძრაობს, ხოლო შემდეგ ზევით ასვლა და ახალგაზრდა ორგანოებში დაგროვება აღინიშნება.

შაქრის ჰარხალი ფოთლებიდან უკეთესად მინერალური ფორმის გოგირდს ითვისებს, ხოლო ფესვებიდან—ორგანული ფორმისას (მეთიონინს, ცისტეინს); წიწიბურა და წიწაკა კი პირიქით.

ხორბლის, ქერისა და ჭვავის მიერ S^{35} -ის შთანთქმის შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ ფოთლების მიერ შთანთქმული გოგირდი მცენარეში სულფატების სახით მოძრაობს. ფესვებიდან მიწოდებული ნატრიუმის სულფატის მაქსიმალური რაოდენობა მიწოდებიდან მე-8—10 დღეს გროვდება. გოგირდის დაგროვების ინტენსივობა ფოთლებში უფრო მეტი აღმოჩნდა, ვიდრე ფესვებში. შემჩნეული იყო გოგირდის ფესვებიდან გამოყოფა. ვინაიდან სულფატების შთანთქმა სპეციალური გადამტანების არსებობასთანაა დაკავშირებული, ამიტომ გოგირდის შთანთქმის ინტენსივობა მის კონცენტრაციაზე არაა დამოკიდებული. გოგირდის შთანთქმის მაქსიმუმი 4 pH-ზე იყო დადგენილი. კალციუმში ხელს უწყობს გოგირდის შთანთქმის პროცესს. ლობიოს მცენარეებზე ჩატარებული ცდებიდან გამოიკვია, რომ ძველი ფოთლები უფრო მეტ გოგირდს აგროვებს, ვიდრე ყლორტები და ახალგაზრდა ფოთლები. გოგირდის გარკვეული ნაწილი მოძრავია და შეუძლია ერთი ორგანოდან მეორეში გადაადგილება. ფლოემის გზით გოგირდის მოძრაობის სიჩქარე დაახლოებით ფოსფორისა და სახაროზის მოძრაობის სიჩქარეს უდრის.

ნიადაგში შეტანილი ნატრიუმის სულფატიდან, გოგირდი (S^{35}) გოგირდის შემცველ ამინომჟავებში ირთვება. ხორბალში გოგირდის ყველაზე ინტენსიური დაგროვება ფესვებში ხდება. აღმოჩნდა, რომ შთანთქმული გოგირდი მესამე დღეს ცისტეინისა და მეთიონინის შემადგენლობაში შედის, ხოლო ერთი კვირის შემდეგ იგი ცილებში ირთვება. მცენარეში სულფატების გარდაქმნა შემდეგი სქემით მიდის: SO_4 —ციტინი (ციტეინი)—მეთიონინი—ცილა.

დაკვირვებებიდან ჩანს, რომ ნიტრატების მსგავსად, სულფატების აღდგენა და მათი სხვადასხვა სახის გარდაქმნები მარტო ორგანიზმის შიგნით არ მიმდინარეობს. გარემო არეში გამოყოფილი სულფატრედუქტაზები ფესვთა სისტემის ექსტრაცელულარული ენზიმატური მოქმედების საშუალებით, გოგირდის შემცველ ნაერთთა გარდაქმნებს უნდა აწარმოებდეს. არაერთხელ იყო შემჩნეული წყლის კულტურის პირობებში, ვაზის როზოსფეროში სულფატების აღდგენის პროცესი. სულფატების აღდგენა გოგირდწყალბადის წარმოქმნამდე, განსაკუთრებული ინტენსივობით ამიაკური ფორმის აზოტის ფავლენით მიმდინარეობს. როგორც ჩანს, სულფატების აღდგენაში ამიაკური აზოტი წყალბადის დონატორის როლს ასრულებს. აქვე ერთხელ კიდევ უნდა აღინიშნოს ვაზის როზოსფეროში ჟანგბადის

რეჟიმის მნიშვნელოვანი ცვლილებები გოგირდის სხვადასხვა ფორმის გავლენით. ვაზის რიზოსფეროში აზოტის, გოგირდის, რკინისა და სხვადასხვა სახის ნაერთის გარდაქმნები ფესვთა სისტემის მიერ განვითარებული უანგვა-აღდგენითი რეაქციების შედეგია. ყოველივე ეს ადასტურებს იმას, რომ ფესვური კვების (შესაძლოა ჰაერიდან კვებისა) ეპიფიტურ მიკროორგანიზმთა მონაწილეობით) პირველი ეტაპი, თვით ორგანიზმის აქტიური მოქმედებით, რიზოსფეროსა და „ფილოსფეროში“ მიმდინარეობს.

ვაზის მიერ გოგირდის შეთვისების შესასწავლად იყენებენ რადიოაქტიურ გოგირდს ნატრიუმის სულფატის სახით. გოგირდის შეთვისებაზე მცენარის შინაგანი ფიზიოლოგიური მდგომარეობის დასადგენად ცდა ორ ვადაში ჩატარდა ზაფხულში — ინტენსიური ზრდის ფაზაში, შემოდგომაზე — ზრდის შეჩერებისა და ფოთოლცვენის წინა პერიოდში. ცდაში მონაწილეობდა: ალიგოტე დამყნობილი რიპარია X რუპესტრის 3309-ზე, ალიგოტე დამყნობილი ბერლანდიერი X რიპარია 5 ბბ-ზე რიპარია X რუპესტრის 3309 და ბერლანდიერი X რიპარია 5 ბბ. ცდა ტარდებოდა წყლის კულტურაში კნოპის საკვები ხსნარის გამოყენებით. თითოეულ მცენარეს S^{35} 0,5 mCu, რაოდენობით ეძლეოდა. რადიოაქტიური გოგირდის ადსორბციის ინტენსივობა და სხვადასხვა ორგანოში განაწილება იმავე მეთოდით წარმოებდა. როგორც რადიოაქტიური ფოსფორის შემთხვევისათვის გვქონდა აღწერილი.

მე-18, მე-19, 20-ე ცხრილში ზაფხულის ცდის შედეგებია მოკვებული. რადიოაქტიური გოგირდის ადსორბცია, საკვებ ხსნარში მისი შეტანიდან 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტეს და 5 ბბ-ს მხოლოდ ბერვე დღეს ეწყება, 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტეს და 3309-ს კი მესამე დღეს. შემდეგ დღეებში გოგირდის ფოთლებში დაგროვება ძალიან ნელი ტემპით მატულობს. აქტივობა ორივე სახის ნამყენში უფრო მეტია, ვიდრე საძირებში (ცხრილი 18). გოგირდს მაქსიმალური რაოდენობით ფოთლები შეიცავს. მისი მინიმალური რაოდენობა ღეროებშია დადგენილი. მცირეა აგრეთვე გოგირდის შემცველობა ფესვებში. წვრილი შემწოვი ფესვები უფრო მაღალი აქტივობით. ხასიათდება, ვიდრე მსხვილი გამტარი ფესვები. აღსანიშნავია, რომ ნამყენების მიწისზედა ორგანოებში გოგირდის უფრო მეტი რაოდენობით მოძრაობის გამო, ფოთლებში მისი რაოდენობა უფრო მეტია ვიდრე ფესვებში. წყალსადენის სუფთა წყალზე მცენარეთა მოთავსება რადიოაქტიური გოგირდის შეთვისებას მნიშვნელოვნად ზრდის. საერთოდ, გოგირდის შეთვისება ფოსფორის შეთვისებასთან შედარებით გაცილებით დაბალი ინტენსივობით მიმდინარეობს (ცხრილი 19). კარგად გამოსა-

რადიოქტიური კოვირდის შეთვისების დინამიკა იმპ/წ (ზაფხული)

ქ ი შ ი	მტანინიან შემდეგ 24V 1 სათ	შემდეგ 24/5 2 სათის	4 სათის შემდეგ 24V	25/V	26	27	28	30	31	1/VI	2	3	4	6	7	8/VI
ალიგოტე 5 ბბ-ზე	0	0	0	0	0	0	0	237	257	263	493	355	295	515	450	535
5 ბბ	0	0	0	15	0	0	0	150	120	100	150	160	175	220	245	205
ალიგოტე 3309-ზე	0	0	0	200	215	310	310	245	345	310	335	445	370	490	450	300
3309	0	0	0	80	30	65	90	130	130	135	185	205	235	270	360	455
3309 წყალზე	—	—	—	—	—	—	—	—	0	85	85	95	125	396	425	730

ცხრილი 19

S35-ის განაწილება კაზის ორგანიზაცია იმპ/წ (ზაფხული)

ქ ი შ ი	ფესვები		ლ ე რ ო	ფ ო თ ო ლ ი
	შეწოვი	გამტარი		
ალიგოტე 5 ბბ-ზე	155	50	6	280
5 ბბ	280	80	24	270
ალიგოტე 3309-ზე	125	65	5	555
3309	100	40	0	535
3309 წყალზე	95	770	300	815

ხული ორთოსტიკული პოლარობის მოვლენა, რომელიც ადრე ფოსფორის განაწილებაში იყო დადგენილი, გოგირდის განაწილებაში არ აღინიშნება. ნამყენებში გოგირდის განაწილების აღმავალი გრადიენტი დადგენილი. გოგირდი უმთავრესად ზედა ახალგაზრდა ფოთლებში გროვდება. საძირეების ფოთლებში გოგირდის განაწილების დაღმავალი გრადიენტი დადგენილი. ამ მცენარეებში გოგირდი უფრო მეტი რაოდენობით ქვედა ძველ ფოთლებში გროვდება: 3309-ის ლეროში რადიოაქტიური გოგირდი სულ არ გროვდება. ლეროში იგი თითქმის არც ერთ ჯიშს არ უგროვდება (ცხრილი 20).

ცხრილი 20

S35-ის განაწილება ვახის ორგანოებში იმპ/წ 100-მგ. ნელ წონაზე (ზაფხულის ცდა)

№	5 ბბ-ზე		5ბბ		3303-ზე		3309		3309 წყალზე	
	ფოთო-ლი	ლერო	ფოთო-ლი	ლერო	ფოთო-ლი	ლერო	ფოთო-ლი	ლერო	ფოთო-ლი	ლერო
1	195	25	420	0	580	0	410	0	305	480
2	65	35	305	0	300	35	330	0	385	310
3	100	0	180	6	580	0	510	0	645	325
4	115	0	375	0	670	5	585	0	785	355
6	265	0	370	25	985	0	820	0	1180	230
7	295	0	190	0	640	0	395	0	2275	210
8	295	0	40	0	655	0	290	0	1220	255
9	315	0	30	95	550	0	290	0		
10	255	0	85	115	1105	0	265	0		
11	240	0								
12	840	0								
13	1310	40								
14	1100	0								
15	1270	0								

შემოდგომაზე გოგირდის შეთვისების დაწყება არ გვიანდება. ამ დროს სხვადასხვა ორგანოში მისი დაგროვებაც უფრო ინტენსიურია, ვიდრე ზაფხულში. 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტეს ფოთლები უფრო მეტ რადიოაქტიურ გოგირდს შეიცავს, ვიდრე 5 ბბ, ლეროს აქტივობა კი პირიქითაა. 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს გოგირდი ყველა ორგანოში უფრო მცირე რაოდენობით უგროვდება, ვიდრე 3309-ს, რადიოაქტიური გოგირდის შთანთქმის დინამიკიდან და მცენარის სხვადასხვა ორგანოს აქტივობის განსაზღვრიდან ჩანს, რომ ყველა საცდელ მცენარეს გოგირდის შეთვისების ინტენსივობა შემოდგომაზე უფრო მაღალი აქვს, ვიდრე ზაფხულში. საერთოდ, ფოსფორთან შედარებით, საცდელი მცე-

ნარეები როგორც ზაფხულში, ისე შემოდგომაზე გოგირდს გაცილებით უფრო ნაკლებად ითვისებს (ცხრილი 21, 22). ყოველი მუხლისა და ყველა ფოთლის აქტივობის განსაზღვრიდან ჩანს, რომ მცენარეში რადიქტიური გოგირდის განაწილება არათანაბარია და რაიმე კანონზომიერებას არ ემორჩილება (ცხრილი № 23).

ცხრილი 21

S35-ის შეთვისების დინამიკა იმპ/წ (შემოდგომა)

ჭ ი შ ი	14/IX	15	16	17	18	19	20	21	22	23/IX
ალიგოტე 5ბბ-ზე	80	200	125	260	230	200	305	240	400	345
5 ბბ	0	295	120	220	430	250	296	105	80	410
ალიგოტე 3309-ზე	75	430	80	445	360	470	425	550	520	535
3309	0	485	200	300	345	355	425	550	595	585

ცხრილი 22

S35-ის განაწილება ღეროში და ფოთლებში იმპ/წ (შემოდგომა)

ჭ ი შ ი	ფ ე ს კ ი		ფოთლი	ღერო
	შემწოვი	გამტარი		
ალიგოტე 5 ბბ-ზე	630	50	352	27
5 ბბ	60	20	266	66
ალიგოტე 3309-ზე	435	35	566	57
3309	205	180	1029	225

როგორც აღვნიშნეთ, ვენახის შეწამვლისას გოგირდის მნიშვნელოვანი ნაწილი ნიადაგზე, უმთავრესად კი მცენარის მიწისზედა ნაწილებზე ეცემა. ყლორტებსა და ფოთლებზე მოხვედრილი ნივთიერებანი შესაძლოა შთანთქას ორგანიზმმა და სხვადასხვა ფიზიოლოგიურ პროცესებს მოხმარდეს. ე. წ. ფესვგარეშე გამოკვების პრაქტიკული ეფექტურობა ფართოდაა ცნობილი. ბორდოს სითხით შეწამვლისას ფოთლებზე მოხვედრილი გოგირდის შეთვისების დასადასტურებლად ვაზს რადიქტიური გოგირდი ფოთლებიდან ეძლეოდა. ამისათვის შუა

535- ის განაწილება ღეროში და ფოთლებში იმპ/წ (შემოდგომა)

55 ბბ-ზე		5 ბბ		3309-ზე		3309	
ფოთოლი	ღერო	ფოთოლი	ღერო	ფოთოლი	ღერო	ფოთოლი	ღერო
275	45	0	25	700	80	775	30
375	70	350	65	575	70	1075	0
600	0	100	45	700	100	975	5
550	50	250	60	400	65	1575	50
450	20	275	50	675	70	775	0
250	5	500	65	900	205	1275	30
300	25	250	40	1250	50	1000	0
400	25	350	45	900	60	1175	0
300	15	425	50	960	40	0	15
425	0	250	50	500	45	975	0
75	50	50	130	375	35	1025	235
400	45	126	80	175	50	1100	265
175	5	400	120	350	65	450	55
		200		450	30	1575	525
				225	30	1250	545
				450	80	1200	880
				350	50	1300	1200
				400	35		
				550	65		
				700	55		

ზონის ფოთლებზე რადიექტიური ხსნარით გაულენთილი ბამბის ტამპონები თავსდებოდა. დროის გარკვეული ინტერვალების დაცვით, დარჩენილ დაუმუშავებელ ზედა და ქვედა ზონის ფოთლების აქტივობა იზომებოდა. აღმოჩნდა, რომ რადიექტიური გოგირდით გამოკვებილი ფოთლები ინტენსიურად ნთქავს ამ ელემენტს; უკანასკნელი შემდეგ მთელ მცენარეში ვრცელდება. დასაწყისში შთანთქმული გოგირდი ქვედა ფოთლებისაკენ ჩადის. ფოთლების მიერ შთანთქმული გოგირდი ძირითადად ღეროსა და ფესვებში გროვდება. ამასთან ერთად დადგენილია რადიექტიური გოგირდის ნამხარში და ერთი ყლორტიდან მეორეში გადასვლა. საერთოდ ფოთლებიდან მიწოდებული გოგირდი უფრო მოძრავია, ვიდრე ფესვებიდან მიწოდებული. თუ გავიხსენებთ იმას, რომ ვაზს კვებისათვის, ფოსფორსა და აზოტთან შედარებით, გაცილებით ნაკლები რაოდენობის გოგირდი სჭირდება, გავითვალისწინებთ იმასაც, რომ ბორდოს სითხით ვენახის შეწამვლისას მცენარე გოგირდს ისედაც მნიშვნელოვანი რაოდენობით ღებულობს ფესვგარეშე გამოკვების სახით, მაშინ გასაგები გახდება ნიადაგის გასანოყიერებლად მისი დამატებითი შეტანის მიზანშეუწონელობა. გარ-

და ამისა, ძირითადი სასუქები გოგირდის მინარევებს ყოველთვის შეიცავს. ამგვარად, თუ სპეციალურად არ არის გათვალისწინებული ნი-
ადაგის შემყავება, გოგირდის სასუქად გამოყენება იშვიათად ან სულ
არ უნდა ხდებოდეს.

8. კალციუმის ფიზიოლოგიური როლი და მისი შემთხვევა

მცენარის კვებისათვის კალციუმი ერთ-ერთი აუცილებელი ელემენტთაგანია. ბუნებრივ პირობებში მცენარე კალციუმის ნაკლებობას იშვიათად განიცდის. მთელი რიგი კულტურებისათვის, მათ შორის ვაზისათვისაც, ნიადაგის მოკირიანებით კალციუმის დამატებით მიწოდება მიზნად ისახავს მკავე ნიადაგების pH-ის გაზრდას და დაკავშირებული არ არის მცენარის კალციუმით გამოკვებასთან. ძირითადი სასუქები — სუპერფოსფატი, კალციუმის გვარჯილა და სხვ. კალციუმს მნიშვნელოვანი როლდენობით შეიცავს. ამიტომ მათი გამოყენება ნიადაგს კალციუმით კიდევ უფრო ამდიდრებს. ლიტერატურაში ვაზისათვის კალციუმით შემშილის სიმპტომები არ არის აღწერილი. როგორც ჩანს, ვაზი აღნიშნული ელემენტის ნაკლებობას იშვიათად განიცდის და თუ განიცდის ისიც მხოლოდ ფესვების ფუნქციონალური მოშლის შემთხვევაში K:Ca-ის ურთიერთშეფარდების დარღვევის დროს ან გარკვეული წონასწორობის დარღვევისას მაგნიუმთან, კალიუმსა და ბორთან. აღნიშნულ ელემენტებს შორის წონასწორობის დარღვევა, რომელიმე მათგანის სიჭარბით ან ნაკლებობით, მცენარეში არასასურველ ცვლილებებს იწვევს. კალციუმის სიჭარბის გარეგნული გამოვლინება ფაქტიურად, ზემოთ დასახელებული რომელიმე ერთი ელემენტის ან რამდენიმე ელემენტის ნაკლებობას უნდა ნიშნავდეს. ამიტომ. მცენარეში კალციუმის, ე. წ. სიჭარბე ამ ელემენტების დამატებითი მიწოდებით უნდა მოიხსნას და არა კალციუმის დოზების შემცირებით. აღნიშნულის მსგავსად კალიუმის, მაგნიუმის ან ბორის სიჭარბე შესაძლოა კალციუმის სიჭარბით ან სიმცირით იყოს განპირობებული.

კალციუმი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მცენარის მეტაბოლიზმში: ზრდის ცილებისა და ქლოროფილის სინთეზს, ხელს უწყობს ფესვების განვითარებას. მცენარეში კალციუმი არეგულირებს წყალბადიონთა კონცენტრაციას, ალუმინის, ამიაკისა და რკინის რაოდენობას. იგი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს პროტოპლაზმის კოლოიდურ თვისებებზე. კალიუმის საწინააღმდეგოდ, კალციუმი ამცირებს პროტოპლაზმის გაიყინების ზარისხს. კალციუმი კალიუმის ანტაგონისტია და მცენარეში კალიუმის შესვლას აფერხებს. კვების ნორმალური რე-

ქმისათვის ნიადაგის ხსნარში კალციუმისა და კალიუმის შეფარდება ოპტიმალურ ფარგლებში უნდა იყოს დაცული. ხორბლოვანებისათვის უკეთესია შეფარდება 6:1 ან 5:1, პარკოსანი მცენარეებისათვის—2:1 ან 2:3, ელემენტთა ოპტიმალური ურთიერთშეფარდება მცენარის სახეობაზედაცაა დამოკიდებული. მაგალითად, ცერცვისა და ბარდასათვის უკეთესია, როცა კალციუმისა და მაგნიუმის შეფარდება ერთს უდრის, ხოლო სიმინდი უკეთ იზრდება, თუ მაგნიუმი კალციუმს აჭარბებს. გარკვეული ანტაგონიზმი არსებობს კალციუმსა და ბორს შორის. ხშირად აღინიშნება ბორის ნაკლებობა კარბონატულ ნიადაგებზე. ეს გამოწვეულია არა მარტო ნიადაგში ბორის უხსნად ფორმაში გადასვლით, არამედ კალციუმის ქარბად შეთვისების გამო და, ბორის შეთვისების შემცირებასთან დაკავშირებით, მცენარეში ბორსა და კალციუმს შორის ნორმალური ურთიერთშეფარდების დარღვევით.

წყალბადის იონი კალციუმის შეთვისებას მნიშვნელოვნად აფერხებს. წყალბადის იონსა და კალციუმს შორის ანტაგონიზმის გამო მკავე ნიადაგზე, კალციუმის მოყვარული მცენარე ზოგჯერ მის ნაკლებობას განიცდის. ნიადაგის ხსნარში კალციუმის სიჭარბე რკინის შეთვისებას აფერხებს. ჩნდება, ე. წ. კალციუმიანი ქლოროზი. ქლოროზის ნიშნების შემცირება ან მთლიანად მოხსნა შესაძლებელია მცენარეში კალიუმისა და რკინის შეყვანით.

ვაზის ქლოროზოვან მოვლენებთან დაკავშირებით, კალციუმისა და კალიუმის ურთიერთშეფარდების მნიშვნელობაზე არაერთხელ მიუთითებდნენ. მცენარეში კალციუმი ირთვება ნივთიერებათა ცვლის პროცესში და მთელ რიგ ორგანულ ნაერთთა შექმნაში მონაწილეობს, შედის მათ შემადგენლობაში. საწინააღმდეგოდ კალიუმისა, იგი უმთავრესად ძველ ნაწილებშია ლოკალიზებული.

მცენარეში კალციუმის სამი სახის ნაერთებს არჩევენ: 1 წყალში ხსნად კალციუმს, 2) აღსორბირებულ კალციუმსა და 3) მკავეში ხსნად კალციუმს. პირველი ორი ფორმა პროტოპლაზმის შემადგენლობაში შედის. მას უმთავრესად ახალგაზრდა ცხოველმოქმედი ორგანოები შეიცავს. მკავეში ხსნადი კალციუმი უმთავრესად ქვედა ძველ ნაწილებშია. იგი უჭრდის წვენიში მკაუნმკავე კალციუმის კრისტალების სახითაა კონცენტრირებული. კალციუმის წყალში ხსნადი და აღსორბირებული ფორმა უფრო ლაბილური და ფიზიოლოგიურად აქტიურია. ამიტომ სრულიად შესაძლებელია მათი რეუტილიზაცია. კალციუმის მესამე ფორმა ფიზიოლოგიური თვალსაზრისით პასიურია და მცენარეში მოძრაობის უნარი არ გააჩნია.

კალციუმის კონცენტრაციის გრადიენტი ფოთლოვანი და წიწვოვანი მცენარეების ფესვებსა და ლეროში ბაზიპეტალურია, ხოლო ფოთ-

ლებში აკროპეტალური. ფოთლის ქსოვილთა ასაკის მატებასთან ერთად წყალში ხსნადი, ადვილად მოძრავი კალციუმის რაოდენობა მცირდება. ხოლო ძნელად მოძრავი, მკავეებში ხსნადი კალციუმი მატულობს.

ნ. ბურსტრემის (1954) აზრით, ხორბლის მცენარის ფესვთა ზრდის მიზეზი კალციუმის მოქმედებით გამოწვეული უჯრედთა კედლების ელასტიკურობის გადიდება და ნიტრატების შთანთქმის გაძლიერებაა.

აღმოჩნდა, რომ კალციუმის ადვილად ხსნადი მარილები (CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) მკავე არეს პირობებში ($\text{pH} = 4-6$) უფრო დაბალი კონცენტრაციის ხსნარებიდან შეითვისება; ცუდად ხსნადი მარილები კი (CaCO_3 , CaSO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) უფრო მაღალი კონცენტრაციის ხსნარებიდან— $6,6-7,6$ pH -ის პირობებში. კალციუმის მარილები ფესვებს წარმოქმნაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს. კალციუმის იონები ასტიმულირებს უჯრედების დაყოფის პროცესს.

მცენარე მოკირიანებული ნიადაგიდან უფრო მცირე რაოდენობის კალციუმს ითვისებს, ვიდრე მოუკირიანებელი ნიადაგიდან. მოუკირიანებელ ნიადაგზე Ca^{45} -ის მაღალი დოზები დამაზიანებლად მოქმედებს მცენარეზე. მცენარეში Ca^{45} -ის მოძრაობის შესწავლის დროს გამოიჩინა, რომ ფესვების მიერ აღსორბირებული კალციუმის ძალიან მცირე ნაწილი ნაყოფებსავე მოძრაობს. რადიოაქტიურ ხსნარში ნაყოფების მოთავსება იწვევს მათ მიერ კალციუმის ინტენსიურ შთანთქმას. ფესვებიდან ნაყოფში კალციუმი ფლოემის გზით არ მოძრაობს: ამიტომაც ფესვების მიერ აღსორბირებული კალციუმი ნაყოფში არ ხვდება.

კოვანო საგო და იკევაგა კენდზირო (1963) ჩაის მცენარეს რადიოაქტიური კალციუმით კვებავდნენ, 7 დღის შემდეგ კალციუმის მაქსიმალური რაოდენობა ფესვებში დაგროვდა, მინიმალური კი—ახალგაზრდა ფოთლებში. ახალგაზრდა ფოთლებში ძმრის მკავეში ხსნადი კალციუმის ფრაქცია სქარბობდა, ხოლო ფესვებსა და ძველ ფოთლებში კალციუმის უხსნადი ფორმა გროვდებოდა.

ვ. ლოპუშანსკიმ (1963) შეისწავლა პომიდორში კალციუმის მოძრაობა. მისი აზრით ტირილის წვენი უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავს კალციუმს, ვიდრე გარემო ხსნარი. ტირილის წვენი კალციუმი თავისუფალი იონის სახითაა. მცენარეში კალციუმის მოძრაობა აქტიურ ფიზიოლოგიურ პროცესს წარმოადგენს.

აღმოჩნდა, რომ ქლოროპლასტებში კალციუმი მნიშვნელოვანი რაოდენობით გროვდება, უჯრედთშორისებში არსებულ კირის ცისტოლისტებში—დრუზებში Ca^{45} ძლიერ გვიან ირთვება (29—საათში). ამავე ხნის განმავლობაში რადიოაქტივობას ლებულობს კალციუმის ოქსა-

ლატის დრუზებიც. უჯრედის მემბრანებსა და კირის შემცველ ბუსუსებში Ca^{45} უფრო ადრე გროვდება. ცისტოლისტების — დრუზების წარმოქმნა კალციუმის მეორადი ცვლის, რეუტილიზაციის შედეგია.

ფიქრობენ, რომ კალციუმით გამოწვეულ ნორმალურ კოორდინირებულ ზრდას შემდეგი მექანიზმი უდევს საფუძვლად: კალციუმი ილექება რა პეტინურ-ცელულოზურ მემბრანებში, ხურავს ფორებს, ბრკოლდება ნივთიერებათა ექსოსმოსი, რის გამო უჯრედების წვენიას ოსმოსური წნევაც მატულობს. მეორე მხრივ, კალციუმი ბირთვის ნივთიერების დაყოფას არეგულირებს და ამით კოორდინირებული ზრდის პროცესის გაძლიერებას იწვევს. კიბოს სიმსივნეები კალციუმს მცირე რაოდენობით შეიცავს. კანცეროგენული ნივთიერებები უჯრედის ბირთვიდან სდევნის კალციუმს, რაც უჯრედების უწესრიგო დაყოფას და მათ ზრდას იწვევს. სიმსივნეთა უჯრედები კალციუმის შთანქმისა და მისი შეკავების უნარს კარგავს, რაც მათი პათოლოგიური ზრდის მიზეზია.

მცენარეში კალციუმის მოძრაობა მათ ბიოლოგიურ თავისებურებებზეა დამოკიდებული. ორგანული მჟავებით მდიდარ მცენარეებში (წეკო) კალციუმის მოძრაობა არ წარმოებს. სამყურა ორგანულ მჟავებს მცირე რაოდენობით შეიცავს. სამყურას ორგანიზმში შემჩნეულია კალციუმის მნიშვნელოვანი რაოდენობით ამოძრავება ქვევიდან ზევით.

ა. პეტერბურგსკისა და ვ. სილოროვას (1955) გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ კალციუმის ამოძრავება ფესვის ერთი განშტოებიდან მეორეში ძალიან ნელი ტემპით მიმდინარეობს. ამიტომ კალციუმით კვების საკითხში მას დიდი მნიშვნელობა არ უნდა ჰქონდეს. ავტორები ვარაუდობენ, რომ მცენარეში კალციუმის რეუტილიზაცია ძლიერ შეზღუდული მასშტაბით წარმოებს.

4. კალციუმის შთანთქმა და მისი განაწილება მცენარის სხვადასხვა ორგანოში

ცნობებს ვაზის მიერ კალციუმის შთანთქმის, სხვადასხვა ორგანოში განაწილებისა და მისი რეუტილიზაციის შესახებ ლიტერატურაში არ ვხვდებით. კალციუმი იმ ელემენტთა ჯგუფშია, რომლებიც რეუტილიზაციას არ განიცდის. როგორც ზემოთ გვქონდა აღნიშნული, რადიქტიური Ca^{45} -ის გამოყენებამ საშუალება მისცა ზოგიერთ მკვლევარს (ერთწლიან მცენარეებზე) კალციუმის რეუტილიზაციის, ე. ი. მისი მეორადი გამოყენების, ფაქტი დაედგინა. ვაზის ნორმალური კვებისათვის კალციუმის იონთა გარკვეულ თანაშეფარდებას კალიუმთან

და სხვა ელემენტებთან, როგორც გარემო არეში, ისე ორგანიზმის შიგნით, გარკვეული მნიშვნელობა ენიჭება. გარდა ამისა კალციუმი ნივთიერებათა ცვლის პროცესში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს და ერთ-ერთ აუცილებელ საკვებ ელემენტს წარმოადგენს.

ვაზის ფესვური კვების ფიზიოლოგიის შესწავლასთან დაკავშირებით, ინტერესს მოკლებული არ იყო ჯიშობრივ ასპექტში იზოტოპური მეთოდის გამოყენებით, რადიაქტიური კალციუმის შეთვისებისა და სხვადასხვა ორგანოში მისი განაწილების შესწავლა. იმის გასარკვევად თუ რა გავლენას ახდენს მცენარის შინაგანი ფიზიოლოგიური მდგომარეობა კალციუმის შეთვისებაზე ცდები ჩატარდა განვითარების სხვადასხვა ფაზაში. გარდა ამისა, კალციუმის რეუტილიზაციის დონის დასადგენად მცენარეების რადიაქტიური კალციუმით გამოკვება ფესვებიდანაც და ფოთლებიდანაც წარმოებდა. ცდაში მონაწილეობდა ბერლანდიერ X რიპარია 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტე, რიპარია X რუპესტრის 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე, საკუთარ ფესვებზე გაზრდილი ბერლანდიერ X რიპარია 5 ბბ და რიპარია X რუპესტრის 3309. ცდა ტარდებოდა წყლის კულტურაში კნობის საკვები ხსნარის გამოყენებით. რადიაქტიური კალციუმი ქლორიანი კალციუმის სახით ($\text{Ca}^{45}\text{Cl}_2$) თითოეულ მცენარეს 0,5 μCa -ის რაოდენობით ეძლეოდა. რადიაქტიური კალციუმის მცენარის მიერ შეთვისება და სხვადასხვა ორგანოში განაწილება ირიცხებოდა ტორსული მთვლელით „ბ“ დანადგარზე. მცენარეთა ინტენსიური ზრდის პერიოდში ჩატარებულ დაკვირვებათა შედეგები მოცემულია 24-ე, 25-ე და 26-ე ცხრილებში. საკვებ ხსნარში Ca^{45} -ის შეტანიდან მთელი 8 დღის განმავლობაში მისი ფოთლებში დაგროვება არაა აღნიშნული. თითქმის ყველა ჯიშის ფოთლებში რადიაქტიუობა აღრიცხული იყო Ca^{45} -ის მიწოდებიდან 9 დღის გავლის შემდეგ, ხოლო 3309-ის ფოთლებში აქტივობა 10 დღის შემდეგ იყო დადგენილი. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ კალციუმის აღსორბცია უმთავრესად კი, მისი ამოძრავება ფესვებიდან ფოთლებისაკენ ძალიან ნელა მიმდინარეობს. ფოთლებში კალციუმის დაგროვება 5 ბბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს უფრო ნაკლები აქვს, ვიდრე 3309-ზე დამყნობილს. საკუთარ ძირზე გაზრდილ 3309-ს წყალსადენის სუფთა წყალში გადატანამდე, კალციუმი ყველაზე ინტენსიურად ფოთლებში უგროვდება. ფესვებიდან ფოთლებში კალციუმის ამოძრავების ტემპი 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს და საკუთარ ძირზე გაზრდილ 3309-ს გაცილებით უფრო მაღალი აქვს, ვიდრე 5 ბბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს, უმთავრესად კი, საკუთარ ძირზე გაზრდილ 5 ბბ-ს.

Ca45-ის შეფიქსების დინამიკა ფოთლების აქტივობა იმპ/წ ზაფხულის ცდა

ჯ ი შ ი	10/VI მტანინიან 2-ს შემდეგ	11/VI	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22/VI	ფესვიდან ფოთლებში Ca45-ის მიჩრაო- ბა
5 ბ-ზე დამკნობილი ალეგლები	0	0	0	0	0	0	0	0	40	65	7	11	18	59
5 ბ. ბ.	0	0	0	0	0	0	0	0	70	91	30	22	15	235
3309-ზე დამკნობილი ალეგლები	0	0	0	0	0	0	0	0	145	123	13	38	68	408
3309	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	77	44	25	375
3309 წყალზე	—	—	—	—	—	—	—	—	—	186	35	120	94	4

დასაწყისში თითქმის ყველა საცდელ მცენარეში რადიოაქტიური კალციუმი ზედა ახალგაზრდა ყლორტებში გროვდება. დაკვირვების შემდგომ ვადებში იგი შუა და ქვედა ზონის ფოთლებშიაც იყრის თავს. კალციუმის ყველაზე ინტენსიური დაგროვება ზედა ახალგაზრდა ფოთლებში, კენწუროში და, განსაკუთრებით, ნამხარშია აღნიშნული. ე. ი. Ca^{45} -ის განაწილების აღმავალი გრადიენტია დადგენილი, კალციუმი ყლორტებსა და ფესვებში უფრო ინტენსიურად გროვდება, ვიდრე ფოთლებში. მაგრამ იგი განსაკუთრებული ინტენსივობით ნამხარის ნორჩ ყლორტებში და წვრილ შემწოვ ფესვებში გროვდება. 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე ყლორტებში კალციუმის განაწილების აღმავალი გრადიენტი ხასიათდება, ხოლო საკუთარ ძირზე აღზრდილ 3309-ზე მისი განაწილების დაღმავალი გრადიენტია შემჩნეული. საკუთარ ძირზე გაზრდილ 5 ბბ-ს ყლორტებში კალციუმის განაწილების დაღმავალი გრადიენტი ახასიათებს. აღნიშნულ საძირზე ალიგოტეს მყნობის შემთხვევაში კი კალციუმის განაწილების აღმავალი გრადიენტია დადგენილი. ფოთლებში, ერთწლიან ყლორტებში, ფესვებში და სხვა ორგანოებში 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს და საკუთარ ფესვებზე გაზრდილ 3309-ს კალციუმი უფრო ინტენსიურად უგროვდება, ვიდრე 5 ბბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს და საკუთარ ძირზე გაზრდილ 5 ბბ-ს.

ახალგაზრდა ორგანოებში კალციუმის ინტენსიური დაგროვება ნიუთითებს იმაზე, რომ კალციუმი მეტაბოლიტური თვალსაზრისით ინერტული და ნაკლები მნიშვნელობის მქონე ელემენტი არ არის. სხვა ელემენტებთან შედარებით, მცენარეში მისი მოძრაობის სიჩქარე მეტისმეტად დაბალია, რაც აღნიშნული ელემენტის სპეციფიკური, მისთვის დამახასიათებელი ფიზიოლოგიური როლით უნდა აიხსნას. კალციუმის ის ფორმები, რომლებიც მცენარეში მოძრაობს და ე. წ. რეუტილიზაციას განიცდის ფიზიოლოგიური თვალსაზრისით უფრო საყურადღებო ნაერთებია. მცენარის ახალგაზრდა ნაწილებში კალციუმის ფიზიოლოგიურად აქტიური ნაერთების უფრო ინტენსიური დაგროვება იმაზე მიუთითებს, რომ იგი აქტიურ მონაწილეობას ღებულობს ორგანიზმში მიმდინარე სხვადასხვა ფიზიოლოგიურსა და ბიოქიმიურ პროცესში, რომ ის ერთ-ერთ აუცილებელ საკვებ ელემენტს წარმოადგენს. ცნობილია, რომ უჯრედში Ca -ის იონთა ინტენსიური დაგროვება ელემენტთა შორის ურთიერთშეფარდებას ნორმისაგან მნიშვნელოვნად ხრის. ეს უარყოფით დალს ასვამს მცენარეში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესებს.

შემოდგომაზე ჩატარებული ცდის შედეგები 29, 27 და 28-ე ცხრილებშია მოცემული. გამოირკვა რომ ამ დროს ფოთლებში Ca^{45} -ის დაგროვების დინამიკა მნიშვნელოვნად განსხვავდება ზაფხულში ჩა-

Ca⁴⁵-ის შეთვისების დინამიკა ფოთლების აქტივობა იმპ/წ შემოდგომა

ჯ ი შ ი	19/IX	20	21	22	23	24	25	26	27	28/IX	ფესვიდან ფაქტ. Ca-ის კად ნობი.
5 ბ-ზე დამყნობილი ალიგოტე	42	62	62	150	23	162	37	37	33	0	27
5 ბ ბ	123	62	82	8	15	87	266	73	0	20	268
3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე	210	127	25	132	0	43	33	30	0	16	156
3309	92	127	82	107	28	52	0	0	0	8	258

ტარებული ცდების შედეგებისაგან. ზაფხულში Ca-ის შეთვისება მისი მიწოდებიდან მხოლოდ 9—10 დღის შემდეგ იყო დადგენილი. შემოდგომით დაყენებული ცდიდან კი ირკვევა, რომ მცენარის მიერ Ca-ის შეთვისება არ ბრკოლდება და მისი ფოთლებში დაგროვებაც უფრო ინტენსიურია, ვიდრე ზაფხულში. 5 ბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს და საკუთარ ძირზე გაზრდილ 5 ბ-ს ფოთლებში, კალციუმში მაქსიმალური რაოდენობით მეექვსე — მეშვიდე დღეს უგროვდება. 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს და საკუთარ ძირზე გაზრდილ 3309-ს ფოთლებში Ca-ის დაგროვების მაქსიმუმი დაკვირვების პირველ დღეებშივეა დადგენილი. შემოდგომაზე ნაწყენებს, უმთავრესად 5 ბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს, ფესვიდან ფოთლებში კალციუმის მოძრაობა მნიშვნელოვნად უმცირდება.

დაკვირვების ყველა ვადაში Ca-ის ფოთლებში განაწილება არათანაბარია და რაიმე კანონზომიერებას არ ემორჩილება. ცდებში არ არის შემჩნეული შემოდგომით ქვედა ძველ ფოთლებში Ca-ის უფრო ინტენსიური დაგროვება. შემოდგომით ღეროებსა და ფესვებში კალციუმის დაგროვება გაცილებით უფრო მცირეა, ვიდრე ზაფხულში. მისი ყველაზე ინტენსიური დაგროვებით წვერილი შემწოვი ფესვები ხასიათდება. 5 ბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს ღეროში კალციუმის განაწილების აღმავალი გრადიენტია დადგენილი; საკუთარ ძირზე გაზრდილ 5 ბ-ს ღეროში კი — დაღმავალი გრადიენტი. ღეროში Ca-ის განაწი-

ვაზის ფოთლებში Ca⁴⁵-ის განაწილება იმპ წ (შემოღობა)

		5 ბბ.					ალეობები 3309-ბე					3309			
		ალეობები 5 ბბ-ზე													
20.IX	24.IX	26-XI	14-X	20-IX	24-IX	26-IX	14-IX	20 IX	24-IX	26-IX	14-IX	20-IX	24-IX	26-IX	14-X
0	475	0	0	25	0	385	0	125	0	0	50	25	75	0	300
175	26	0	0	100	0	0	300	75	25	0	800	175	100	0	0
0	125	75	0	200	300	0	50	650	75	0	425	50	25	0	25
75	0	150	200	25	150	275	505	25	25	0	100	0	0	0	575
0	200	175	0	0	175	0	725	150	275	0	0	0	0	0	200
0	175	0	0	250	285	725	0	225	0	0	75	0	0	0	225
100	250	25	150	50	0	150	0	0	0	0	125	625	0	0	250
0	125	0	175	25	0	0	125	0	0	0	0	475	0	0	250
0	125	25	20	75	125	0	975	100	0	0	50	25	0	0	400
125	275	0	0	20	25	0	0	175	0	250	75	200	25	0	350
0	25	0	0	175	100	400	900	100	0	0	0	200	50	0	300
275	150	0	0	0	75	50	325	175	75	0	0	200	0	0	425
				50	0	0	425	0	0	0	0	150	75	0	425
				50	0	50	225	0	0	0	0	25	250	0	75
				0	0	300	275	0	0	0	0	0	250	0	—
				0	225	0	075	0	0	0	0	0	250	0	—
				0	0	0	300	0	0	0	0	150	25	0	—
				75	25	0	600	0	0	0	0	150	25	0	—
				0	250	0	1100	0	0	0	0	0	0	0	—
				0	100	0	825	0	0	0	0	0	0	0	—
				25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—

CA15-ის განაწილება ვაზის ორგანოებში იმპ/წ 100 მგ. ნედლ წონაზე 14/X

3309		5 ბბ			ალოგოტე 3309-ზე			ალოგოტე 5 ბბ-ზე			
ფოთოლი	ლერი	ფესვი	ფოთოლი	ლერი	ფესვი	ფოთოლი	ლერი	ფესვი	ფოთოლი	ლერი	ფესვი
300	164	გამტარი	0	775	გამტარი	50	563	გამტარი	0	345	გამტარი
0	168	693	300	915	1176	600	409	4706	0	467	1026
25	147	შემწოვი	50	695	2996	425	376	4583	0		შემწოვი
375	179		505	800		100	448		200	473	
200	142	2173		634		0	427		0	559	
225	240		0	605		0	352		0	513	
250	325		725	339		75	266		150	583	
250	159		0	339		125	222		175	258	
400	331		0	577		350	522		250	226	
350	757		125	439		50	233		0	526	
300	218		975	329		75	280		0	773	
200	272		900	531		0	388		0	880	
425	226		175	618		0	216		0	464	
425	439		425	491		0	181				
75	374		225	756		0					
	226		225	113		0					
	350		275	128		0					
	203		675	794		0					
	125		300	147		0					
	469		1100	239		0					
			825	233		0					
			0	150							

ლების შებრუნებული სურათია იმ შემთხვევაში, როცა ალიგოტე და-
ყნობილია 3309-ზე, ამ დროს Ca-ის განაწილების დადმავალი გრადი-
ენტია, ხოლო საკუთარ ძირზე გაზრდილ 3309-ის ღეროში—აღმავალი
გრადიენტი.

იმისათვის, რომ გვეჩვენებინა მცენარეში კალციუმის მოძრაობისა
და მისი რეუტილიზაციის მოვლენა, ვაზს რადიაქტიურ კალციუმს ფოთ-
ლებიდანაც ვაწვდიდით. კალციუმი შედის ბორდოს სითხის შემადგენ-
ლობაში. მას მთელი ვეგეტაციის განმავლობაში ოთხჯერ, ხუთჯერ და
ზოგჯერ ექვსჯერაც კი ასხურებენ მცენარეებს. ფოთოლზე მოხვედრი-
ლი კალციუმის შეთვისების შესამოწმებლად ყველაზე საიმედო და
ზუსტია იზოტოპური მეთოდი. საცდელი მცენარეები ქვიშის კულტუ-
რაში იზრდებოდა. ფოთლებიდან მათ რადიაქტიური კალციუმით კვე-
ბავდნენ, ზაფხულში ინტენსიური ზრდის ფაზაში და შემოდგომით, —
ზრდის პროცესების შეჩერებისას. რადიაქტიური კალციუმის ხსნარს
($Ca^{45}Cl_2$) ბამბის ტამპონებით აწვეთებენ ფოთლებზე. შემდეგ რი-
ცხავენ კალციუმის განაწილებას და მის გადანაცვლებას სხვადასხვა
ორგანოში.

30-ე ცხრილში ზაფხულში ჩატარებული ცდის შედეგებია მოცე-
მული. ცხრილიდან ჩანს, რომ შუა ზონის ფოთლებზე დაწვეთებულ
 Ca^{45} -ს ნთქავს ფოთლები და გადინაცვლება როგორც ქვედა, ისე ზე-
და მიმართულებით. დასაწყისში ფოთლებიდან Ca-ის შეთვისება მცი-
რეა. ხოლო შემდგომ ვადებში თანდათანობით მატულობს. პირველ სამ
დღეს იგი უმთავრესად ქვედა ფოთლებში გროვდება, შემდეგ ვადებში
მეტწილად ზედა მიმართულებით მოძრაობს და ახალგაზრდა ფოთლებ-
ში გროვდება.

Ca-ის ინტენსიური დაგროვება ნამხარში, კენწეროსა და ახლად
წარმოქმნილ ფოთლებში წარმოებს. Ca-ის გარკვეული ნაწილი გადა-
დის ღეროში, მოძრაობს ქვედა მიმართულებით, ჩადის და ნაწილდება
ფესვებში. მისი უმნიშვნელო ნაწილი ფესვებიდან გარემო არეში გა-
მოიყოფა. მსხვილი გამტარი ფესვები უფრო მეტ რადიაქტიურ კალცი-
უმს შეიცავს, ვიდრე წვრილი შემწოვი ფესვები. აღნიშნული მონაცე-
მები იმაზე მიუთითებს, რომ ინტენსიური ზრდის ფაზაში ფოთოლი
ნთქავს მასზე მოხვედრილ კალციუმს, უკანასკნელი მოძრაობს მცენა-
რეში და ნაწილდება ისეთ ორგანოებში, სადაც მეტაბოლიტური
პროცესები მაღალ დონეს აღწევს. აღნიშნული გარემოება ერთხელ
კიდევ ცხადყოფს იმას, რომ კალციუმი მეტაბოლიტური თვალსაზრი-
სით ინერტული ელემენტი არ არის და მისი ზოგიერთი ფორმის მეო-

ფოთლებიდან Ca⁴⁵-ის შეთვისება იმპ/წუთში

ფოთლები									ლერო	ფესვები
15/VI	16/VI	17/VI	19/VI	20/VI	21/VI	22/VI	4/VII	3/VII		
0	0	0	0	0	9	65	20	240	410	გამტარი 261 შენწ. 65 ქემა 25
0	10	10	50	10	100	15	130	1030	35	
0	35	40	65	10	125	85	530	335	155	
0*	220	185	365	925	3824	3873	3805	3535	440	
0*	100	150	305	428	430	905	5653	4235	10	
0	25	20	0	105	370	70	325	370	455	
0	0	40	10	105	415	565	720	480	75	
0	0	0	10	0	180	245	220	395	10	
0	0	0	0	25	285	750	125	105	30	
0	0	0	0	0	150	280	265	65	ნაშ. 20ა	
				0	50	345	120	55	10	
				კენწე- რო 125	260	135	105	240	15	
					50	20	40	165	65	
					55	0	110	35	57	
				კენწე- რო	100	55	75	80	25	
						კენწე- რო	201	115	ნაშ. 525	
									88	
									210	
							კენწ.		2379	

*Ca⁴⁵-ით გამოკვებილი ფოთლები

რადი გამოყენება როგორც ფესვების, ისე ფესვგარეშე გამოკვების დროს სავსებით შესაძლებელია.

შემოდგომით ფოთლიდან მიწოდებული რადიქტიური კალციუმი უმთავრესად ქვედა მიმართულებით მოძრაობს, ქვედა ზონის ფოთლებსა და ღეროში ნაწილდება. როგორც ვხედავთ, Ca-ის განაწილების დადგენილი გრადიენტი დადგენილი. ამ პერიოდისათვის დადგენილია აგრეთვე Ca-ის გადასვლის ფაქტი ერთი ყლორტის ფოთლებიდან მეორე ყლორტში. იზოლირებული კვების მეთოდის გამოყენებით გამოირკვა, რომ ამ პერიოდში Ca-ის გადანაცვლება ფესვის ერთი ნაწილიდან მეორეში თითქმის არ მიმდინარეობს. აღნიშნული ცდის ხანგრძლივობა 25 დღეს შეადგენდა. მიუხედავად იმისა, რომ ფესვების ერთი ნაწილი Ca^{45} -ის მაღალი დოზით იკვებებოდა, მაინც არ ყოფილა შემჩნეული მისი გადანაცვლება ფესვების იმ ნაწილში, რომელაც Ca^{45} -ით არ იკვებებოდა (ცხრ. 31).

ცხრილი 31

ფოთლებიდან Ca^{45} -ის შეთვისება იმპ/წუთში

• Ca^{45} -ის გამოკვებილი ფოთლები

ფოთ.	19,IX	20,IX	21,IX	22,IX	23,IX	24,IX	26,IX	27,IX	28,IX	17 X	ღერო
ქვედა 1	70	80	25	85	55	80	40	40	80	190	51
2	30	50	60	65	60	45	50	60	65	185	
4*											
შუა 5*											
6	55	45	25	100	30	50	45	0	0	30	13
7	65	40	5	30	0	35	40	0	5	30	
ზედა 14	40	0	0	65	10	5	0	0	0	0	26
15	20	10	5	60	20	30	0	0	0	0	

ამგვარად, როგორც ფესვების, ისე ფესვგარეშე გამოკვების ცდებით, დამტკიცდა, რომ კალციუმი, როგორც ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკვები ელემენტი, მეტაბოლიზმური თვალსაზრისით ინერტულ და უძრავ ელემენტს არ წარმოადგენს. ფოსფორსა და გოგირდთან შე-

დარებით, მცენარეში კალციუმის ნელი ტემპით მოძრაობა აიხსნება მისი ფიზიოლოგიური როლის სპეციფიკურობით და იმით, რომ მას მეტაბოლიზმში თავისებური ადგილი უჭირავს. კალციუმის ნაერთებიდან ფიზიოლოგიური თვალსაზრისით ყველაზე საინტერესოა მისი აქტიური, უფრო მოძრავი და ლაბილური ფორმა. უკანასკნელი ენერგიულად ებმება მთელ რიგ ბიოქიმიურ რეაქციებში და მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სასიცოცხლო პროცესებზე.

ნახშირბადის (C¹⁴) შთავისებვა ფესვებიდან

1. ფესვებიდან ნახშირბადის შთავისებვის ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა.

მცენარის მიერ ნიადაგიდან ნახშირბადის გამოყენების საკითხი ადრევე იყო დასმული აგრონომიულ მეცნიერებაში. თეორიული და პრაქტიკული თვალსაზრისით ამ მეტად მნიშვნელოვანმა საკითხმა, თავისი ასახვა და განვითარება ჰუმუსოვანი კვების თეორიის სახით მიიღო. მცენარის მიერ ნიადაგიდან ნახშირბადის შთანთქმის უტყუარი ფაქტი არ ყოფილა დადგენილი. ამიტომ ჰუმუსოვანი კვების თეორეტიკოსები არაპირდაპირ პრაქტიკულ დაკვირვებებს და აპრიორული ხასიათის მოსაზრებებს ეყრდნობოდნენ. ბოლო ხანებში ფესვებიდან ნახშირბადის შეთვისების საკითხი ჩვენში გ. სამოხვალოვმა (1952) ხელახლა წამოჭრა. მის ცდებში ნაჩვენებია იყო მცენარის მიერ ნიადაგის ნახშირორჟანგისა და კარბონატების ნახშირბადის გამოყენება. ავტორი მცენარის კვების საკითხში ფესვებიდან ნახშირბადის შთანთქმას და მის გამოყენებას მნიშვნელოვან როლს ანიჭებს.

აღნიშნული საკითხის დამუშავებას და მის გაშუქებას ხელი შეუწყო იზოტოპური მეთოდის ფართოდ დანერგვამ ბიოლოგიაში, კერძოდ მცენარეთა ფიზიოლოგიაში. რადიოაქტიური ნახშირბადის (C¹⁴) გამოყენებით პირველად რუბენმა და კამენმა დაადგინეს ფესვების მიერ C¹⁴-ის ასიმილირება და კარბონატული იონის შთანთქმა. მათ ვერ დაადგინეს C¹⁴-ის სხვადასხვა ნაერთში ჩართვის ინტენსივობა, ვინაიდან აღნიშნული იზოტოპის ნახევრად დაშლის პერიოდი მეტად ხანმოკლეა (21 წუთი). ამჟამად, ანისათვის ხანგრძლივი ნახევრად დაშლის პერიოდის მქონე ნახშირბად C¹⁴ იყენებენ.

ა. კურსანოვისა და მისი თანამშრომლების (1951) გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ მცენარე ფესვებიდან როგორც გაზისებრ ნახშირბადს (C¹⁴O₂), ისე კარბონატების ნახშირბადს მნიშვნელოვანი რაოდენობით ნთქავს. მათ ცდებში ფესვებიდან შთანთქმული ნახშირბადის რაოდენობა 25%-მდე აღწევდა. ფესვებიდან შთანთქმული ნახშირბადის გარკვეული ნაწილი იქვე გადადიოდა ორგანულ ფორმაში. თუ მცენარის ღეროები ქლოროფილს შეიცავდა, ფესვებიდან ფოთლებისაყენ

მიმავალი ნახშირბადის სინთეზი ლეროებშივე წარმოებდა. ფესვების მიერ შთანთქმული ნახშირბადის გარკვეული ნაწილი ფოთლებამდე აღწევდა და იქ მისი ორგანულ ფორმაში გადასვლა მიმდინარეობდა. $\text{NaHC}^{14}\text{O}_3$ -დან და C^{14}O_2 -დან ნახშირბადის შთანთქმა ტრანსპირაციაზე არ იყო დამოკიდებული. კარბონატული იონიდან ნახშირბადის შთანთქმა სინათლეზე ძლიერდებოდა.

პ. ვლასიუკმა, ე. კასმატმა და ზ. კლიმოვიცკაიამ (1956) დაადგინეს, რომ მკავე ნიადაგიდან (pH-5.6) ფესვები ნახშირბადს (C^{14}) არ ნთქავს. ნიადაგის გატუტიანება (pH-8,4) კარბონატული იონის შთანთქმას მნიშვნელოვნად აძლიერებს. ავტორები ასკვნიან, რომ ფესვებიდან კარბონატების შესვლა მხოლოდ ნიადაგის ტუტე არის პირობებში მიმდინარეობს.

ფესვების მიერ ნიადაგის ნახშირბადის შეთვისებაზე არის რეაქციის მნიშვნელოვანი გავლენის შესახებ მიუთითებდნენ აგრეთვე სხვა ავტორები. ფესვების მიერ ნახშირბადის შეთვისება ფერმენტების საშუალებით მიმდინარეობს. კარბოქსილაზებისა და დეკარბოქსილაზების მოქმედებით, ფესვებიდან შთანთქმული ნახშირბადი ორგანული მკავეების შემადგენლობაში ირთვება. ფესვების რამდენიმე საათით $\text{NaHC}^{14}\text{O}_3$ -ის ხსნარში მოთავსების შემდეგ რადიოაქტიური ნახშირბადი შაქრებსა და ცილებში ირთვება. დადგენილია, რომ აღდგენითი კარბოქსილირების გამო ნიადაგიდან შთანთქმული ნახშირბადის ასიმილირება ფესვებშივე მიმდინარეობს. $\text{Na}_2\text{HC}^{14}\text{O}_3$ -ის ხსნარში მცენარეების 10 წუთით მოთავსების შემდეგ შთანთქმული ნახშირბადის 84,4% ორგანული მკავეების ფრაქციაში აღმოჩნდა. ნახშირბადის 4,4% ცილებში შემადგენლობაში იყო, ხოლო 8,3% შაქრების შემადგენლობაში შედიოდა. ექსპოზიციის გახანგრძლივება იწვევდა ცილებისა და შაქრებს ფრაქციის აქტივობის ზრდას. ამავე დროს, ორგანული მკავეების აქტივობა, ე. ი. მათ შემადგენლობაში C^{14} -ის ჩართვა, საკმაოდ მაღალ დონეზე რჩებოდა. ქაღალდზე ქრომატოგრაფიული მეთოდის გამოყენებით დაადგინეს, რომ ყველაზე ინტენსიურად C^{14} -ის ჩართვა ვაშლის მკავეში წარმოებს.

იზოტოპური და ქრომატოგრაფიული მეთოდის გამოყენებით გამოკვეულია, რომ $\text{NaHC}^{14}\text{O}_3$ -ის ხსნარიდან ფესვების მიერ შთანთქმული ნახშირბადის შეთვისების გამო რადიოაქტიური ნახშირბადი ვაშლის, ლიმონის, იზოლიმონის, ასპარაგინის ნაერთებშია, ასევე — გლუტამინის მკავეში, გლუტამინისა და ასპარაგინში. სერინს, ტიროზინს, — კეტოგლუტარის მკავეს და ალანინს შედარებით ნაკლები რადიოაქტივობა აქვს. ანაერობული პირობები ფესვებიდან ნახშირბადის შეთვისებას მნიშვნელოვნად აბრკოლებს. პოელის აზრით, ნიადაგიდან

შეთვისებული ნახშირბადის რაოდენობა იმდენად მცირეა, რომ მცენარის ნახშირბადით კვების საკითხში იგი მნიშვნელოვან როლს არ უნდა ასრულებდეს.

მცენარის კვების საკითხში ნიადაგიდან შეთვისებული ნახშირბადის ხვედრითი წონის შესახებ ლიტერატურაში განსხვავებულ მოსახრებებს ვხვდებით.

თუ ნიადაგიდან შეთვისებულ ნახშირბადს განვიხილავთ მხოლოდ როგორც მასალას ფოტოსინთეზის პროცესისათვის, მაშინ მას მცენარის ნახშირბადოვან კვებაზე შედარებით ნაკლები ზვედრითი წონა აღმოაჩნდება. მაგრამ ფესვებიდან შთანთქმული ნახშირბადის უმეტესი ნაწილი ფესვებშივე სინთეზირდება და ისეთი ორგანული ნაერთები წარმოიქმნება. რომლებიც NH_2 ჯგუფის და სხვადასხვა კათიონის აქცეფტორებს წარმოადგენს. ამიტომ ნიადაგიდან შეთვისებული ნახშირბადის როლი ფესვებისა და მთელი მცენარის მეტაბოლიზმში მეტად მნიშვნელოვანი უნდა იყოს.

ა. კურსანოვის (1954) სქემის მიხედვით, ფოტოსინთეზის პროცესში ფოთლებში წარმოქმნილი შაქრები ფლოემის გზით მიედინება ფესვებისაკენ და ყველაზე აქტიურ წვრილ შემწოვ ფესვებს აღწევს. ფესვებში შაქრები გლიკოლიზურ დაშლას განიცდის, რის გამო პიროყურძნის მჟავა წარმოიქმნება. აღნიშნული ნივთიერება სპეციფიკური ფერმენტის საშუალებით იქერს ფესვების მიერ აღსორბირებულ ნახშირბადს, რომელიც პიროყურძნის მჟავას კარბოქსილის საბით უერთდება და მას მჟაუნმჟავაძმრის მჟავად გარდაქმნის. მჟაუნმჟავაძმრის მჟავა აღდგება ვაშლის მჟავამდე, რომელიც ნიადაგის ნახშირბადის მატარებელი პირველი მყარი ნივთიერებაა. ფესვებში წარმოქმნილი ორგანული მჟავები იერთებს რა ნიადაგის ნახშირბადს, აღის ფოთლებში და იქ აღდგება ნახშირწყლებამდე. წარმოქმნილი შაქრების ნაწილი კვლავ ფესვებისაკენ მიედინება, ფესვებში გლიკოლიზურ დაშლას განიცდის და წარმოქმნილი ორგანული მჟავები ისევ ნიადაგის ნახშირბადს იერთებს.

აქ ერთხელ კიდევ უნდა აღინიშნოს ის მკიდრო კავშირი, რომელიც ნახშირმჟავას შეთვისებასა და ფოსფორით და აზოტით მცენარის კვებას შორის არსებობს. ამინომჟავების სინთეზი უმთავრესად ფესვებში მიმდინარეობს. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ ფესვი მნიშვნელოვან როლს უნდა ასრულებდეს ორგანიზმში მიმდინარე ცილოვან ნივთიერებათა მეტაბოლიზმში. ფოსფორით შიშილი იწვევს შაქრების ორგანულ მჟავებად დაშლის შესუსტებას და მათი ურთიერთგარდაქმნის პროცესი ირღვევა. ფოსფორის ნაკლებობისას ფესვებში ჩასული შა-

ქრები მთლიანად ვერ გადადის ორგანულ მყავებში, გამოუყენებელი რჩება და ისევ უკან ადის ფოთლებში. ორგანული მყავების წარმოქმნის შეფერხება იწვევს ამინომყავების შემცირებასაც მიუხედავად იმისა, რომ მცენარე აზოტით შიმშილს არ განიცდის.

ამგვარად, იზოტოპური კვლევის მეთოდმა დაადასტურა მცენარის მიერ ნიადაგიდან კარბონატების, ფაზისებრი ნახშირორჟანგისა და სხვა სახის ნახშირბადოვან ნაერთთა შეთვისება. აქედან გამომდინარე აღნიშნულ ფაქტს მცენარის კვების საკითხში მნიშვნელოვანი ყურადღება უნდა მიექცეს. ამასთან ერთად მხედველობაშია მისაღები ის, რომ ნიადაგიდან ნახშირბადის შეთვისება დამოკიდებულია მცენარის სახეობაზე. ჯიშზე, ორგანიზმის შინაგან ფიზიოლოგიურ მდგომარეობასა და გარეგან ფაქტორთა მთელ კომპლექსზე. განსაკუთრებით საყურადღებოა ის მოვლენა, რომ ფესვებიდან კარბონატული იონის შთანთქმა ხშირად დაკავშირებულია მცენარის ქლოროზით დაავადებასთან, რომელსაც კარბონატულ ნიადაგებზე არც თუ ისე იშვიათად ვხვდებით. გარდა ამისა, შესაძლოა ნიადაგის ჰაერში ნახშირორჟანგის მაღალმა კონცენტრაციამ ფესვებისა და რიზოსფეროს მიკროორგანიზმების ცხოველ ქმედებაზე უარყოფითი გავლენა მოახდინოს.

გამოიკვია, რომ თუ CO_2 -ის კონცენტრაცია 0.5%-ს აღწევს. ფესვების ზრდა სტიმულირდება. CO_2 -ის კონცენტრაციის 2%-მდე გადიდება ფესვების ზრდას 80%-ით ამცირებს, ხოლო CO_2 -ის კონცენტრაციის 6,5%-მდე გაზრდა ზრდის პროცესს მთლიანად წყვეტს. ლობიოს, ცერცვისა და მზესუმზირის ფესვები უფრო მგრძობიარე აღმოჩნდა CO_2 -ის მაღალი კონცენტრაციის მიმართ, ვიდრე შვრიისა და ქერის ფესვები. გამოიკვია, რომ ფესვების მიერ შთანთქმული C-ის რაოდენობა მეტად უმნიშვნელოა იმ CO_2 -თან შედარებით, რომელიც სუნთქვის დროს გამოიყოფა ფესვებიდან (ცერცვისათვის 6,2%, ქერისათვის 2,1%). ვინაიდან კულტურულ ნიადაგებში CO_2 -ის კონცენტრაცია ყოველთვის მაღალია და ოპტიმალურ საზღვარსაც კი სცილდება, ამიტომ ნიადაგების ბიკარბონატებით განოყიერება დადებით ეფექტს არ იძლევა.

საკვები არიდან ლობიო, სოია, ქერი, ავოკადო და ფორთოხალი კარბონატულ იონს ინტენსიურად ნთქავს. შთანთქმული C-ის 60—90% ფესვებში აღმოჩნდა. აქედან C-ს 70—90%-მდე ორგანული მყავების ფრაქციებში ახდეს. 2—11%-მდე ამინომყავების შემადგენლობაში იყო, 10—25%-მდე უხსნადი ნაერთების შემადგენლობაში შედიოდა, ხოლო დანარჩენ ნაერთებში 1%-მდე აღწევდა. თუ საკვები

არიდან გამოთიშული იყო რკინა, C-ის შთანთქმა იზრდებოდა და მისი ორგანულ მყავებში ჩართვა ძლიერდებოდა. ვაშლის მყავაში მესული C-ის რაოდენობა 58—81%—მდე აღწევდა. მის მნიშვნელოვან რაოდენობას ლიმონისა და მალონის მყავა შეიცავდა, ხოლო ყურძნის მყავაში, ქარვის მყავასა და ფუმარის მყავაში იგი ძლიერ სუსტად ირთვებოდა. კარბონატულ იონს ქლოროზისადმი არაგამძლე ლობიო და სოია უფრო ინტენსიურად ნთქავს, ვიდრე ქლოროზგამძლე ქერი. ქლოროზიან ლობიოს ფოთლებში ორგანული და ამინომყავების რაოდენობა იზრდება, რაც დაკავშირებულია სიბნელეში CO₂-ის ფიქსაციასთან. ნიადაგში CaCO₃-ის მაღალი შემცველობა CO₂-ით ამდიდრებს ნიადაგს. ლობიოს ფესვები მის ფიქსაციას აძლიერებს საკვები ხსნარიდან რკინის გამოთიშვით. ამით CO₂-ის ფიქსაციის სიბნელის რეაქცია ძლიერდება.

კარბონატულ არეზე CO₂-ის ფიქსაცია ადვილად შესათვისებელი რკინის რაოდენობას ამცირებს და ხელს უწყობს მცენარის ქლოროზით დაავადებას. ამ შემთხვევაში უკანასკნელის მიზეზი რკინის სიმცირე და სიბნელეში CO₂-ის ფიქსაციაა (კარბონატული იონის შთანთქმა). საკვებ არეში რკინის ნაკლებობა აძლიერებს HCl¹⁴O₃-ის შთანთქმას და მის ჩართვას სხვადასხვა ნაერთში. ამ შემთხვევაში C¹⁴-ის ჩართვის ინტენსივობა ლიმონის მყავაში ძლიერდება. ხოლო ვაშლის მყავაში კლებულობს. რკინით ნორმალურად ნომარაგებისას კი ვაშლის მყავა ყოველთვის მაღალი აქტივობით ხასიათდება. რკინის ნაკლებობისას ქერს შთანთქმული C¹⁴-ის უმეტესი ნაწილი ამინომყავებში უგროვდება. ხოლო ლობიოს—ორგანულ მყავებში.

2. pH-ის აბრადიის და აზოტოვანი ფორმების გავლენა ნახშირბადის შეთვისებაზე

მცენარის მიერ ნიადაგიდან ნახშირბადის შეთვისების შესახებ გამოკვლევათა უმეტესობა ერთწლიან ბალანსთან მცენარეებზეა ჩატარებული. მრავალწლიან მერქნიან მცენარეებზე. მათ შორის ვაზზედაც, მსგავსი სამუშაოები ლიტერატურაში არ გვხვდება. კარბონატულ ნიადაგზე ვაზის ქლოროზით დაავადების გავრცელებას ზოგიერთი მკვლევარი უკავშირებს არა მარტო არის არაბელსაყრელ რეაქციას. არამედ მცენარეზე კარბონატული იონის სპეციფიკურ უარყოფით ზემოქმედებას.

ვაზის ფესვური კვების შესწავლასთან დაკავშირებით გამოსარკვევი აღმოჩნდა ვაზის ფესვების მიერ ნიადაგიდან ნახშირბადის შეთვისების უნარის დადგენა. ამ სამუშაოს გარკვეული თეორიული და პრაქ-

ტიკული მნიშვნელობა აქვს. ანდენად აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს. ვაზის სხვადასხვა ჯიშის ქლოროზგამძლეობის არსის და, ნაწილობრივ, ქლოროზით დაავადებულ მექანიზმის ზოგიერთი მხარის გასარკვევად, საცდელად აღებულია: 5 ბბ, 3309, 101 — 14, რქაწითელი საკუთარ ძირზე და 3309-სა და 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტე. ცდის ძირითადი მიზანი იყო გამოურკვია: 1. ვაზის ფესვთა სისტემიდან ნახშირბადის შთანთქმის და მისი ასიმილირების შესაძლებლობა, 2. წყალბადიონთა კონცენტრაციის გავლენა ფესვების მიერ ნიადაგიდან ნახშირბადის შეთვისებაზე, 3. ფესვური კვების პირობების გავლენა ფესვებიდან ნახშირბადის შეთვისებაზე (აერაციის სხვადასხვა პირობა და აზოტის ფორმები). ცდები იზოტოპური მეთოდით და იონგაცვლითი ფისების გამოყენებით წარმოებდა.

ცდებს ვეგეტაციის სხვადასხვა პერიოდში ქვიშისა და წყლის კულტურის პირობებში ატარებენ. ქვიშის კულტურაში აღზრდილი ვაზის სამწლიანი მცენარეები სალი ფესვთა სისტემით, დუზიანებლად გადააქვთ წყლის კულტურაში, კნოპის საკვებ ხსნარში. ახალ პირობებთან მცენარეების შეგუების შემდეგ, სამლიტრიან სავეგეტაციო ქურქელში თითოეულ მცენარეს ფესვებიდან აწვდიან რადიოაქტიურ ნახშირბადს $\text{Na}_2\text{C}^{14}\text{O}_3$ -ის სახით 300 μCm -ის რაოდენობით: HC^{14}O_3 -ის შთანთქმისა და მისი გარდაქმნის ინტენსივობის დასადგენად მცენარეებს რადიოაქტიურ ხსნარში სხვადასხვა დროით ათავსებენ. რადიოაქტიურ ხსნარში მცენარეების გარკვეული ექსპოზიციის შემდეგ, მათი ფიქსაცია და შემდგომი დამუშავება იმავე მეთოდით და წესით წარმოებს, როგორც ეს მე-2 თავშია აღწერილი.

32-ე ცხრილში მოცემულია გაზაფხულზე, ტირილის ფაზაში და ზაფხულში, ყლორტების ინტენსიური ზრდის ფაზაში, ჩატარებული ცდის შედეგები. ცხრილიდან ჩანს, რომ ვაზის ფესვები ორივე ვადაში მნიშვნელოვანი რაოდენობით ნთქავს რადიოაქტიურ ნახშირბადს კარბონატული იონის სახით: ექსპოზიციის ხანგრძლივობის გაზრდასთან ერთად შთანთქმული რადიოაქტიური ნახშირბადის რაოდენობაც მატულობს. რადიოაქტიური ნახშირბადის კონცენტრირება, უმთავრესად, წვრილ შემწვავ ფესვებში წარმოებს. გაზაფხულზე ფესვები ღამიჯ უფრო ინტენსიურად ნთქავს ნახშირბადს, ვიდრე დღისით, ხოლო ზაფხულში პირიქით, დღის განმავლობაში შთანთქმული C-ის რაოდენობა, დამის განმავლობაში შთანთქმულ C-ის რაოდენობას მნიშვნელოვნად აჭარბებს. ორივე ვადაში ჩიპარია X რუპესტრის 101—14 უფრო ინტენსიურად ნთქავს კარბონატულ იონს, ვიდრე ბერლანდიური X ჩიპარია 5 ბბ. ზაფხულში ფესვების მიერ შთანთქმული C-ის გარკვეუ-

გაზაფხულზე და ზაფხულში კარბონატული იონის (HCO₃)⁻ შეფერვაობის ინტენსიობა იმპ/წ 1 კ-ზე (ფერების აქტიუობა) ათასობით

იონი	6 საათი			12 ს. ღამე			24 საათი			48 საათი			72 საათი			96 საათი					
	•ძენე	•ყეფე	•ღო	•ძენე	•ყეფე	•ღო	•ძენე	•ყეფე	•ღო	•ძენე	•ყეფე	•ღო	•ძენე	•ყეფე	•ღო	•ძენე	•ყეფე	•ღო			
101-14 იანვინი	1,8	1,1	1,5	3,1	0,9	2,0	3,7	1,1	2,5	6,3	1,6	3,9	8,2	4,3	6,3	7,5	2,4	4,9	15,7	4,9	3,3
	1,2	0,7	0,9	2,2	0,7	1,5	2,7	0,9	1,8	4,8	1,2	5,0	8,5	2,2	4,0	6,5	2,1	4,3	8,8	3,6	6,2
101-14 აპრელი	3 საათი	6 საათი	12 ს. ღამე	12 ს. ღამე	24 საათი	48 საათი	72 საათი	96 საათი	3 საათი	6 საათი	12 ს. ღამე	12 ს. ღამე	24 საათი	48 საათი	72 საათი	96 საათი	შეწო- ვი ფესე.	გამტარი ფესე.	ლერი	ფო- ლი	
	შეწოვი	შეწოვი	შეწოვი	შეწოვი	შეწოვი	შეწოვი	შეწოვი	შეწოვი	შეწოვი	შეწოვი	შეწოვი	შეწოვი	შეწოვი	შეწოვი	შეწოვი	შეწოვი	23,6	11,2	3,6	2,9	
5 კვ	3,1	4,3	6,0	5,1	6,7	11,0	6,2	2,1	0,9												

ლი ნაწილი მალა ადის და მცენარის სხვადასხვა ორგანოში ნაწილდება. შთანთქმულ რადიოაქტიურ ნახშირბადს ვხვდებით როგორც მსხვილ გამტარ ფესვებში, ისე ღეროში და სხვადასხვა ზონის ფოთლებში. ფესვების შემდეგ, უფრო მაღალი აქტივობით ღერო გამოირჩევა მერე—ფოთლები.

ფესვების მიერ შთანთქმული C-ის საერთო რაოდენობა მისი ასიმილაციის, ორგანულ ფორმაში გადასვლის ინტენსივობას არ გვიჩვენებს. მცენარის ფესვური კვების თვალსაზრისით აღნიშნული მაჩვენებელი უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე შთანთქმული კარბონატული იონის საერთო რაოდენობის ცოდნა. 10%-იანი მარილის მქავეთი რადიოაქტიური მასალის დამუშავების შემდეგ საანალიზო ნიმუშში მხოლოდ ორგანული ფორმის ნახშირბადოვანი ნაერთები რჩება. მქავეში დამუშავებამდე და დამუშავების შემდეგ საანალიზო მასალის რადიოაქტივობის განსაზღვრა, მცენარის მიერ ფესვებიდან შთანთქმული C-ის ორგანულ ფორმაში გადასვლის, ასიმილაციის, ინტენსივობას იძლევა.

33-ე ცხრილში მოცემულია მასალები ვაზის ფესვების მიერ შთანთქმული C-ის გარდაქმნის, მისი ორგანულ ფორმაში გადასვლის შეახებ. ცხრილიდან ჩანს, რომ 5 ბბ-ეს ფესვების მიერ შთანთქმული ნახშირბადის უმეტესი ნაწილი (99%-მდე) ორგანულ ფორმაშია. ამ ჯიშს ღეროსა და ფოთლებში დაგროვილი რადიოაქტიური ნახშირბადი მთლიანად ორგანულ ფორმაში აღმოაჩნდა. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ 55 ბ-ეს ფესვებს, ღეროსა და ფოთლებს ნიადაგიდან შთანთქმული ნახშირბადის ასიმილაციის მაღალი უნარი აქვს. ფესვური კვებისათვის, საერთოდ მცენარის ნორმალური კვებისათვის, ამ მოვლენას მეტად დიდი მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს. მეორე ჯიშში—101—14. კარბონატული იონის შთანთქმის უფრო მაღალი ინტენსივობით ხასიათდება, მაგრამ მას შთანთქმული C-ის ორგანულ ფორმაში გადასვლის ინტენსივობა ყველა ორგანოში, განსაკუთრებით კი ფესვებში, მეტად დაბალი აქვს. ამგვარად, აღნიშნული ჯიშში ფესვებიდან ინტენსიურად ნთქავს კარბონატულ იონს, მაგრამ მისი ასიმილაციის უნარი, 5 ბბ-ესთან შედარებით საგრძობლად დაბალია (ცხრილი 33).

ამ მოვლენასთან დაკავშირებით საინტერესოა გავიხსენოთ ის, რომ ბერლანდიერი X რიპარია 5 ბბ ქლოროზგამძლეა, ვიდრე რიპარია X რეპესტრის 101—14 და 3309. ეს მოწინააღმდეგეები ხანმოკლე ექსპოზიციის დროსაა მიღებული. ექსპოზიციის გახანგრძლივება ასეთ მკვეთრ ჯიშობრივ განსხვავებას არ იძლევა. ეს იმის ნიშანია, რომ აღნიშნული ჯიშები ერთმანეთისაგან ფესვების მიერ შთანთქმული ნახშირბადის ასიმილაციის სისწრაფით და C-ის გარდაქმნის ტემპითაც განსხვავდე-

ფესივებიდან შთანქმედი Cl_4 -ის (HClO_4) ორგანული ფორმაში გადასვლის ინ-
ტენსივობა იმპ/წ 1 გ-ზე

ჭ ი შ ი	Cl_4 -ის ფორმები	72 საათიანი ექსპოზიცია				ფოთლები
		შეწოვი ფესვები	გამტარი ფესვები	ლერი		
რიპარია X რეპეტრის 101-14	HCl-ით დაბეშვებამდე HCl-ის შემდეგ ორგანული ორგანული % -ობით	23638	11285	3640	2887	
ბერლანდიერი X რიპარია	HCl-ით დაბეშვებამდე HCl-ის შემდეგ-ორგანული ორგანული % -ობით	11208	6216	2130	970	
5 ბბ	HCl-ის შემდეგ-ორგანული ორგანული % -ობით	11185	6195	2130	970	
		90	89	100	100	

ბა. ფესვების მიერ შთანთქმული რადიოაქტიური ნახშირბადის სხვადასხვა ნაერთში ჩართვის დასადგენად ჩატარებული იყო უფრო დეტალური რადიოქიმიური ანალიზი. ორგანულ ნაერთთა სხვადასხვა ფრაქციის მისაღებად იონგაცვლითი ფისები გამოიყენება.

ანალიზის შედეგები 34-ე ცხრილშია მოცემული. აღმოჩნდა, რომ ექსპოზიციის გახანგრძლივება C-ის შთანთქმის გაზრდას იწვევს. კარბონატული იონი დღისით უფრო მეტი შთანთქმება, ვიდრე ღამით. სპირტის ექსტრაქტივი გადასული, ორგანული ფორმის ნახშირბადის რაოდენობა ექსპოზიციის გაზრდასთან ერთად მატულობს. ფესვების სპირტის ექსტრაქტის აქტივობა უფრო მაღალია, ვიდრე ფოთლებისა და ღეროსი. საინტერესოა, რომ თუ C-ის შთანთქმა დღისით უფრო ინტენსიურია, ვიდრე ღამით, სამაგიეროდ მისი გადასვლა ორგანულ ფორმაში, ე. ი. ჩართვა სპირტის ექსტრაქტის ფრაქციაში — შაქრებსა და ორგანულ მჟავებში ღამით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს, ვიდრე დღისით. ამინომჟავებში C-ის ჩართვა კი დღისით უფრო ინტენსიურია. დღისა და ღამის პერიოდული ცვლა ფესვებზე უშუალოდ არ მოქმედებს. ფესვებში მიმდინარე ნივთიერებათა დღეღამურ ცვლაზე სიბნელისა და სინათლის პერიოდული ცვლებადობის სიგნალები ფესვებს მიწისზედა ორგანოებით გადაეცემა. ფესვების მიერ შთანთქმული ნახშირბადი პირველ რიგში ორგანულ მჟავებში ირთვება, შემდეგ შაქრებში და ბოლოს ამინომჟავებში, შემწოვ ფესვებში C-ის ამინომჟავებში ინტენსიური ჩართვა უფრო ხანგრძლივი ექსპოზიციის დროსაა დადგენილი. მსხვილი გამტარი ფესვების, ღეროებისა და ფოთლების ამინომჟავათა ფრაქციაში C-ის ჩართვა თანაბარი სიდიდისაა და შედარებით უფრო დაბალი. ექსპოზიციის გახანგრძლივებისას ღეროში ნიშანდებული შაქრების რაოდენობა იზრდება, ხოლო ორგანული მჟავების რაოდენობა მცირდება. ეს იმაზე მიუთითებს რომ ფესვებიდან შთანთქმული ნახშირბადის გარკვეული ნაწილი იქვე გადადის ორგანულ ფორმაში და წარმოქმნილი შაქრები ღეროს გზით მიწისზედა ნაწილებისაკენ მიემართება. გამორიცხული არაა შესაძლებლობა ქლოროფილით ძლიერ მდიდარ ღეროში ნიადაგის ნახშირბადის ასიმილაციისა. რადიოაქტიური ნახშირბადის ორგანულ მჟავათა ფრაქციაში ჩართვა უპირველესად იმას ადასტურებს, რომ ეს ნაერთები ფესვების მიერ ნიადაგიდან შთანთქმული ნახშირბადის ერთ-ერთი პირველი აქცეფტორებია.

ფესვებიდან ნიადაგის ნახშირბადის შეთვისების ფაქტი კიდევ უფრო ზრდის ფესვთა სისტემის მნიშვნელობას მცენარის ცხოვრებაში. ამიტომ ფესვთა სისტემის ზრდა-განვითარებისა და მასში მიმდინარე მთელი რიგი შინაგანი ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების

C14-ის შეთვისების ინტენსივობა, ორგანულ ფორმში C14-ის გადასულა იმ/წ 1 გ-ზე (ზაფხული 1961 წ. ჰიმი „101—14“)

ექსპოზიცია	პრეპარატის აქტივობა	სპირტის ფკტ.	შეჭრები	ორგანული შეჭრები	ამინამეწეები
3 სათიანი შემწოვი ფესვები	8926	363	64	283	8
6 სათიანი, შემწოვი ფესვები	9719	897	109	135	7
12 სათიანი, შემწ. ფესვები	10817	1190	95	155	5
12 სათიანი, შემწ. ფესვ.	12722	1015	88	131	11
24 სათიანი, შემწოვი ფესვები	7967	1506	141	69	89
72 სათიანი, შემწოვი ფესვები	23638	—	110	100	800
72 სათიანი, გატარი ფესვი	11285	1030	65	80	125
72 სათიანი, ღერო	3640	755	175	14	118
72 სათიანი, ფოთლები	2887	1365	165	34	135
92 სათიანი, ფოთლები	4299	1870	195	37	123

შესწავლა მეტად აქტუალური საკითხია. ცნობილია, რომ საქართველოში გავრცელებული ფუნქციონალური ქლოროზი მკიდროდ უკავშირდება ნიადაგის არახელსაყრელ პირობებს. ამიტომაც აღნიშნული ტიპის ქლოროზს, აკად. ლ. ჯაფარიძის წინადადებით, ედაფიკური ქლოროზი ეწოდება. არახელსაყრელი ედაფიკური პირობები მცენარეზე, პირველ რიგში, ფესვთა სისტემის გზით მოქმედებს. ფესვები მცენარის ის ორგანოა; რომელიც არახელსაყრელი ნიადაგური პირობების უშუალო ზემოქმედებას განიცდის. აქედან გამომდინარე, გასაგები ხდება ედაფიკური ქლოროზის გამოკვლევისას ფესვთა სისტემის ფიზიოლოგიის შესწავლის აუცილებლობა.

ზოგიერთი მკვლევარი მცენარის ქლოროზით დაავადებას ნიადაგის კარბონატობას და არეს რეაქციას უკავშირებს. ამის მიხედვით გარკვეული ინტერესს წარმოადგენდა წყალბადიონის კონცენტრაციის გავლენის შესწავლა ვაზის სხვადასხვა ქლოროზგამძლე ჯიშის ფესვებიდან რადიაქტიური კარბონატული იონის (HC^{14}O_3) შეთვისებაზე. ცდა ჩატარდა ორ ვადაში—გაზაფხულზე, ტირილის ფაზაში და ზაფხულში — მცენარის ინტენსიური ზრდის ფაზაში. ცდაში მონაწილეობდა რიპირა X რეპესტრის 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე, ბერლანდიერი X რიპარია 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტე და საკუთარ ფესვებზე აღზრდილი რქაწითელი. ფესვებიდან მიწოდებული ნახშირბადის შეთვისება გაზაფხულზე ტირილის წვნის აქტივობის განსაზღვრით მოწმდებოდა გარდა ამისა ისაზღვრებოდა ფესვების აქტივობა და ვაზის ფესვთა სისტემიდან ნახშირბადის დესორბცია.

ტირილის წვენის აქტივობის განსაზღვრიდან ირკვევა, რომ (ცხრ. 35) კარბონატულ იონს ვაზის სამივე ჯიშში ნთქავს. ყველაზე ინტენსიურად კარბონატულ იონს ნთქავს 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე, შემდეგ საკუთარ ძირზე აღზრდილი რქაწითელი, ხოლო ყველაზე ნაკ-

ცხრილი 35

1 მლ. ტირილის წვენის აქტივობა იმპ/წ

ჯიში	2/IV	3/IV	4/IV	5/IV	6/IV	7/IV	8/IV	9/IV pH—8
ალიგოტე 3309-ზე	366	573	444	271	248	446	131	666
ალიგოტე 5-ბბ-ზე	56	204	170	128	197	342	66	205
რქაწითელი	159	279	412	139	241	227	232	158

ლებად — 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტე. საკვები არის გატუტიანება (pH=8) კარბონატული იონის შეთვისების გაზრდას იწვევს. არის რეაქციის გატუტიანებაზე ყველაზე მეტად რეაგირებს 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე. მასში კარბონატული იონის შთანქმეა თითქმის 18-ჯერ იზრდება. ფესვების რადიოაქტივობის შესწავლიდანაც ირკვევა, რომ კარბონატული იონის ყველაზე ძლიერი შთანქმით 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე ხასიათდება. კარბონატული იონის ინტენსიური დაგროვებით წვრილი შემწოვი ფესვები გამოირჩევა. ფესვების მიერ კარბონატული იონის შთანქმის დინამიკა გვიჩვენებს, რომ C-ის ადსორბციის ინტენსივობა მუდმივი არ არის და მისი სიდიდე პერიოდულ ცვლილებებს განიცდის. აღნიშნულია აგრეთვე ფესვებიდან C-ის გამოყოფის ფაქტი. ფესვებიდან კარბონატული იონის გამოყოფის ინტენსივობა 5 ბბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს უფრო მეტი აქვს, ვიდრე 3309-ზე დამყნობილს.

მცენარის ინტენსიური ზრდის ფაზაში ცდები ჩატარდა pH=5—7 და pH=8-ის პირობებში. საცდელად აღებულ იქნა ვაზის იგივე ჯიშები. კარბონატული იონის შთანქმის ინტენსივობა მოწმდებოდა ფოთლის, ღეროსა და ფესვების აქტივობის განსაზღვრით. ფოთლებისა და ღეროების აქტივობა იზომებოდა ზონების მიხედვით. გარდა ამისა ისაზღვრებოდა ყველა მუხლზე მჯდომი ფოთლისა და ღეროს ყოველი მუხლის აქტივობა (ცხრილი 36).

მეავე არეს პირობებში (pH=5) C¹⁴ ყველაზე ინტენსიურად 5 ბბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს უგროვდება ფოთლებში. მისი ქვედა ზონის ფოთლები უფრო მაღალი აქტივობით ხასიათდება, ვიდრე ზედა და შუა ზონის ფოთლები. 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს კი ზედა ზონის ფოთლებში უფრო ინტენსიურად უგროვდება C¹⁴, ვიდრე ქვედა და შუა ზონის ფოთლებში. მეავე არის პირობებში რეაქტივობის ფოთლებში რადიოაქტივობის დაბალი ნაჩვენებელია.

pH-ის გაზრდით შუა და ზედა ზონის ფოთლებში რადიოაქტივობა მატულობს. 7 pH-ზე რადიოაქტიური ნაწილობადის დაგროვების მაქსიმუმი 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს ფოთლებშია აღნიშნული. მაქსიმალური რაოდენობით C¹⁴ ქვედა ზონის ფოთლებში გროვდება.

მეავე არეში C¹⁴ უმთავრესად ღეროს ზედა ზონაში გროვდება, ნეიტრალურ არეში — ქვედა ზონაში, ხოლო ტუტე არეში — შუა ზონაში. pH-ის გაზრდა იწვევს ღეროში C¹⁴-ის დაგროვების ზრდას. 5 ბბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს, მეავე არის პირობებში C¹⁴ ყველაზე ინტენსიურად ღეროს შუა ზონაში უგროვდება. საერთოდ ღეროს ზედა ზონა ყველა pH-ზე უფრო დაბალი აქტივობით გამოირჩევა. ამ ჯიშის ღეროში C¹⁴-ის ინტენსიური დაგროვება მეავე არის პირობებშია

PH-ის გავლენა კარბონატული იონის შეთვისებაზე იმპ/წ 1 გ-ზე

ჯიშო	pH	ფთოლი	ღერო	ფესვები	მცენარის საშ. აქტივობა
რქაწითელი	5	592	578	20102	21272
	7	1049	3927	12015	16991
	8	2326	13496	29639	48461
ალიგოტე დამყნობილი 5-ბბ-ზე	5	7096	27822	15756	50674
	7	3198	2267	23743	29208
	8	3722	10817	20301	34840
ალიგოტე დამყნობილი 3309-ზე	5	3796	25011	15222	44029
	7	6869	28569	18309	54247
	8	3504	41544	40079	85125

აღნიშნული. pH-ის ზრდა მნიშვნელოვნად ამცირებს ღეროებში C¹⁴-ის დაგროვებას. 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს, მკავე არეში C¹⁴ ღეროში უფრო ნაკლებად უგროვდება. pH-ის ზრდა იწვევს ღეროში C¹⁴-ის ინტენსიურ დაგროვებას. C¹⁴-ის მაქსიმალური დაგროვება ტუტე არის (pH-8) პირობებში აღინიშნება.

აღმოჩნდა რომ მსხვილი გამტარი ფესვები C¹⁴-ის ინტენსიური დაგროვებით ხასიათდება წვრილ შემწოვ ფესვებთან შედარებით. ეს იმით აიხსნება, რომ ცდა ხანგრძლივი ექსპოზიციისა (ორი კვირა) იყო. ამის გამო წვრილი შემწოვი ფესვების მიერ შთანთქმულმა კარბონატულმა იონმა მოასწრო გადასვლა მსხვილ გამტარ ფესვებში, იქიდან კი, უფრო მაღლა, მიწისზედა ნაწილებისაკენ. აქ გამოჩნდა 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე. ვინაიდან ამ ჯიშის ფესვებს კარბონატული იონის შთანთქმის დიდი უნარი ახასიათებს, ამიტომ წვრილი შემწოვი ფესვების აქტივობა გაცილებით მეტია, ვიდრე მსხვილი გამტარი ფესვებისა. საკუთარ ძირზე გაზრდილ რქაწითელს ფესვებში მაქსიმალური რაოდენობით C¹⁴ ტუტე არის პირობებში უგროვდება (pH-8). C¹⁴-ის მინიმალური რაოდენობა 7pH-ზეა აღნიშნული. 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს ფესვებში მინიმალური რაოდენობით C¹⁴-მკავე არის პირობებში აქვს (pH-5). pH-ის ზრდასთან ერთად C¹⁴-

ის დაგროვების ინტენსივობა იზრდება. 5 ბბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს ფესვებში C^{14} -ის მინიმალური რაოდენობა ტუტე არის პირობებშია აღნიშნული. ეს იმაზე მოუთითებს, რომ ამ საძირის ფესვები ტუტე არეში (pH-8) კარბონატული იონის შთანთქმას მნიშვნელოვნად ამცირებს.

ამგვარად კარბონატულ იონს ყველაზე ინტენსიურად 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე ნთქავს. ეს ჯიში კარბონატულ იონს განსაკუთრებით მეტს ნთქავს საკვები არის რეაქციის ტუტიანობისაკენ გადახრისას. C^{14} -ის შთანთქმის მაქსიმუმი 8pH-ზეა აღნიშნული. იმავე ჯიშს, მხოლოდ ქლოროზგამძლე საძირე 5 ბბ-ზე დამყნობილს, კარბონატული იონის შთანთქმის მაქსიმუმი მეავე არის პირობებში (pH—5) აქვს აღნიშნული. ამ ნამყენს ტუტე არეში (pH-8) მნიშვნელოვნად უმცირდება კარბონატული იონის შთანთქმა. კარბონატული იონის მინიმალური რაოდენობით შთანთქმა ნეიტრალური არის (pH-7) დროსაა დადგენილი 7pH-ზე კარბონატული იონის შთანთქმის მინიმალური რაოდენობით ხასიათდება აგრეთვე საკუთარ ძირზე გაზრდილი რქაწითელი. მაგრამ არის რეაქციის ტუტიანობისაკენ გადახრით რქაწითლის ფესვები C^{14} -ს მეტი რაოდენობით ნთქავს. დადგენილია, რომ სხვადასხვა ჯიშს კარბონატული იონის შთანთქმის მაქსიმუმი წყალბადიონის სხვადასხვა კონცენტრაციის დროს აქვს. საკუთარ ძირზე გაზრდილ რქაწითელს და 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს შთანთქმის მაქსიმუმი ტუტე არის (pH-8) პირობებში აქვს აღნიშნული, ხოლო 5ბბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს — მეავე არის პირობებში (pH-5). რქაწითელი და 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტე კარბონატულ იონს მინიმალური რაოდენობით ნეიტრალური არის პირობებში (pH-7) ნთქავს, ხოლო 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე მეავე არის პირობებში (pH-5).

შთანთქმული $HC^{14}O_3$ -ის პოლარული განაწილების დასადგენად იზომება ყოველ მუხლზე მჯდომი ფოთლისა და მთელ ღეროზე ყოველი მუხლის აქტივობა. მასალები მოცემულია 37-ე და 38-ე ცხრილებში.

5 ბბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს ფოთლებში 5 pH-ზე შუა ზონამდე C^{14} -ის განაწილების დაღმავალი გრადიენტია, ხოლო შუა ზონიდან აღმავალი გრადიენტი. აღნიშნული ჯიში 7 და 8pH-ზე ფოთლებში C^{14} -ის განაწილების აღმავალი გრადიენტით ხასიათდება. მეავე არის პირობებში 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს ფოთლებში C^{14} -ის განაწილების აღმავალი გრადიენტია, ხოლო ტუტე და მეავე არის პირობებში უმთავრესად დაღმავალ გრადიენტს ვხვდებით. საკუთარ ძირზე აღზრდილი რქაწითელის ფოთლებში C^{14} -ის განაწილების გრადიენტი მეავე არის პირობებში დაღმავალია, ნეიტრალური და ტუტე არის

ფესვებიდან Cl^4 -ის (HCl^4O_3) შეთვისება, ფოთლების აქტივობა იმპ/წ 1 გ-ზე

№№	ალიგოტე 5 ბბ-ზე			ალიგოტე 3309-ზე			რკაწითელი		
	pH-5	pH-7	pH-8	pH-5	pH-7	pH-8	pH-5	pH-7	pH-8
1	8810	3551	2059	2511	5238	3798	—	354	1537
2	6372	2293	5740	7573	8684	2142	564	1070	1950
3	8010	2482	2622	3526	6447	3105	418	589	1547
4	8036	2033	3472	2499	2910	2905	998	1798	1897
5	7114	26115	1650	2448	8507	3072	544	806	1304
6	4551	4219	3487	3356	9659	2824	676	924	3042
7	7790	4489	4845	2812	7390	1619	372	1143	2281
8	7080	3704	3353	2796	6900	2683	914	1863	1830
9	5960	4673	4555	2131	8248	2003	631	1212	3154
10	7315	5195	4773	2445	5530	4447	720	1190	2598
11	9251	3039	8360	3027	5717	3642	621	1096	3840
12	7584	3035	5931	4521	4542	7099	316	1625	3560
13	8424	5508	8244	3045	6757	7702		650	6350
14	13328	13421		5508	6480			1440	
15	7372			5825	12496				
16	16297			6804	17594				

ფესვებიდან Cl^4 -ის (HCl^4O_3) შეთვისება, სხვადასხვა PH-ის პირობებში
 ყლორტების აქტივობა, იმპ. იმპ/წ 1 გ-ზე

№№	ალიგოტე 5 ბბ.-ზე			ალიგოტე 3309-ზე			რკაწითელი		
	pH-5	pH-7	pH-8	pH-5	pH-8	pH-7	pH-5	pH-7	pH-8
1	20468	1285	4108	12622	30271	18291	896	23385	52955
2	2920	752	3360	14068	132720	17035	117	10478	53420
3	17104	2283	5253	12037	168037	29535	101	6463	50865
4	18000	2539	4750	24600	51638	25630	305	2312	26048
5	61685	5796	5769	52483	56115	15667	147	1380	11770
6	66249	6630	7215	61955	37270	2.032	662	1369	7527
7	43700	6034	20753	58590	25384	26955	300	2480	6360
8	25334	2104	24432	44918	21188	47682	667	2035	6936
9	31402	1150	21492	19709	18900	61880	565	1260	6375
10	31390	745	17270	18181	19500	52439	729	2130	6116
11	19872		12800	14112	13837	33408	500	1224	3810
12	20860		11137	8280	14886	29845	740	932	
13	16693		11053		10895	22940	885	626	
14	16380				11032	16524	1117		

პირობებში — აღმავალი. გარდა ამისა ყველა ჯიშს ყოველ მუხლზე მკვდომი ფოთლის აქტივობა არათანაბარი აქვს და მისი სიდიდე გარკვეულ მერყეობას განიცდის. 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტე, 5 და 7 pH-ზე, C^{14} -ის განაწილების დაღმავალი გრადიენტით ხასიათდება, ხოლო ტუტე არის პირობებში აღმავალი გრადიენტით დადგენილი. განსხვავებული სურათია, როცა ალიგოტე დამყნობილია 3309-ზე. ამ ნაპყენის ღეროში C^{14} -ის განაწილების აღმავალი გრადიენტი მყავე არის პირობებშია შენიშნული, ხოლო ნეიტრალურ და ტუტე არის პირობებში დაღმავალი გრადიენტითა დადგენილი. რქაწითლის ღეროში C^{14} -ის პოლარული განაწილება, 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტეს ღეროში C^{14} -ის განაწილების მსგავსია. სამივე ჯიშის ღეროში მუხლები თანაბარი აქტივობით არ ხასიათდება და ისევე, როგორც ფოთლები, ყოველი მუხლის აქტივობის სიდიდე გარკვეულ მერყეობას განიცდის.

კარბონატული იონის შთანთქმისა და სხვადასხვა ორგანოებში მისი განაწილების გარდა შესწავლილია წყალბადიონთა კონცენტრაციის გავლენა შთანთქმული კარბონატული იონის შეთვისებაზე, მის ასიმილირებაზე. მასალები აღნიშნულ საკითხზე 39-ე ცხრილშია მოცემული. 5 ბბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს C^{14} -ის ასიმილაციის ინტენსივობა წვრილ შემწოვ ფესვებში მყავე და ნეიტრალურ არეში უფრო დაბალი აქვს, ვიდრე ტუტე არეში. ტუტე არეში C^{14} -ის შეთვისება ძლიერ მაღალია. იგი 99%-მდე აღწევს. ყველა pH-ზე მსხვილ გამტარ ფესვებში შთანთქმული ნახშირბადი მთლიანად ორგანულ ფორმაშია გადასული. 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს მყავე და ტუტე არეში შთანთქმული $HC^{14}O_3$ -ის ასიმილაციის ინტენსივობა უმცირდება, ხოლო ნეიტრალურ არეში წვრილი შემწოვი ფესვები C^{14} -ს მთლიანად ორგანული ფორმის სახით შეიცავს. აღნიშნული ჯიშის მსხვილი გამტარი ფესვები ტუტე არეში C^{14} -ის ასიმილაციის კიდევ უფრო ნაკლები უნარით ხასიათდება. რქაწითლის როგორც წვრილ შემწოვ, ისე მსხვილ გამტარ ფესვებში, pH-ის გაზრდასთან ერთად, განსაკუთრებით ტუტე არეში, შთანთქმული ნახშირბადის ასიმილაციის უნარი მცირდება. ამგვარად, ხანგრძლივი ექსპოზიციის გამოყენების მიუხედავად, გამოირკვა, რომ 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე და რქაწითელი ტუტე არეში არა მარტო კარბონატული იონის შთანთქმას აძლიერებს, არამედ მათ ფესვებში მნიშვნელოვნად სუსტდება მოკარბებული რაოდენობით შთანთქმული კარბონატული იონის ასიმილირება და ორგანულ ფორმაში გადასვლა. 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტე პირიქით, ტუტე არეში უფრო მცირე რაოდენობით ნთქავს კარბონატულ იონს. უკანასკნელი თითქმის მთლიანად ორგანულ ფორმაში გადადის.

ფესვებიდან ნახშირბადის შეთვისებაზე წყალბადიონთა კონცენტ-

C14-ის ორგანულ ფორმაში გოლასელის ინტენსივობა, HC¹⁴O₃-ის ასიმბლაცია

ობიექტი	ჯიში	ალივოტე 5 ბბ-ზე			ალივოტე 3309-ზე			რეკონსტრუქციული		
		pH-5	pH-7	pH-8	pH-5	pH-7	pH-8	pH-5	pH-7	pH-8
კარიონტი										
მინ. ფორმა		3710	5500	3875	3050	3435	7825	4200	2185	4045
ორგ. ფორმა		2800	4310	3850	2900	3435	7575	4050	2085	4135
ორგ. ფორმა %-ით		75	73	99	95	100	96	96	96	89
მინ. ფორმა		1750	1335	1235	900	1135	3025	3200	2475	2310
ორგ. ფორმა		1750	1335	1235	900	1100	2485	2700	2475	1760
ორგ. ფორმა %-ით		100	100	100	100	97	82	87	100	76

რადიის ზეგავლენის გარდა, შესწავლილია აერაციისა და აზოტის ფორმების გავლენა ვაზის ფესვის მიერ კარბონატული იონის შთანთქმასა და მის გარდაქმნაზე. ცდამი საკუთარ ძირზე აღზრდილი რქაწითელი მონაწილეობდა. ცდის სქემა იყო ასეთი: $\text{NO}_3 + \text{O}_2$; $\text{NO}_3 - \text{O}_2$; $\text{NO}_3 - \text{O}_2 + \text{MO}$; $\text{NH}_4 + \text{O}_2$; $\text{NH}_4 - \text{O}_2$; $\text{NH}_4 - \text{O}_2 + \text{MO}$. ცდა ჩატარდა წყლის კულტურაში კნობის საკვები ხსნარის გამოყენებით. ერთ შემთხვევაში კნობის ხსნარს ნიტრატული ფორმის აზოტს უმატებდნენ, ხოლო მეორე შემთხვევაში — ამიაკური ფორმის აზოტს. კულტურის აერაცია უნებადის ბალონიდან გაზისებრი უნებადის პერიოდული გატარებით წარმოებდა. ამგვარი აერირება ანაერობულ ვარიანტებში არ ხდებოდა. საცდელ მცენარეებს ასეთი პირობები ერთი კვირის განმავლობაში ჰქონდა. შემდეგ მათ თითოეულ ჭურჭელზე HC^{14}O_3 -ს მიეწოდებოდა $\text{Na}_2\text{C}^{14}\text{O}_3$ -ის სახით 300 μCu -ის რაოდენობით. რადიოაქტიურ ხსნარზე მცენარეთა გარკვეული ექსპოზიციის შემდეგ წარმოებდა მასალის ფიქსირება და სათანადო დამუშავება, რადიოქიმიური ანალიზისათვის. გამოიკვია, რომ (ცხრილი 40) ფესვების მიერ შთანთქმული კარბონატული იონის რაოდენობა ამიაკური აზოტის ფონზე როგორც ანაერობულ, ისე კარგი აერაციის პირობებში უფრო მეტია. ვიდრე ნიტრატული აზოტის ფონზე. ანაერობულ პირობებში ნიტრატული ფორმის აზოტის გავლენით C^{14} -ის შთანთქმის ინტენსივობა მეტ შემთხვევაში მცირდება. C^{14} -ის შთანთქმა ანაერობულ პირობებში, ამიაკური ფორმის აზოტის გავლენით, ხანგრძლივი ექსპოზიციის დროს ძლიერდება. ამავე პირობებში მოლიბდენი მნიშვნელოვნად ამცირებს C^{14} -ის შთანთქმას. ყველა ვარიანტში ფესვების მიერ დღის განმავლობაში შთანთქმული C^{14} -ის რაოდენობა უფრო მეტია, ვიდრე ღამის განმავლობაში შთანთქმული. ამავე ცხრილშია მოცემული ცნობები შთანთქმული C^{14} -ის ფოთლებში განაწილების შესახებ. ცხრილიდან ჩანს, რომ დღის განმავლობაში ფოთლებშიც გაცილებით უფრო მეტი C^{14} გროვდება ყოველთვის. ვიდრე ღამით. ანაერობულ პირობებში, ნიტრატული ფორმის აზოტის ფონზე, მოკლე ექსპოზიციის დროს შემჩნეულია C^{14} -ის ფოთლებში დაგროვების შემცირება. ხანგრძლივი ექსპოზიციის (96 ს.) გამოყენებისას კი, განსაკუთრებით მოლიბდენის გავლენით, C^{14} -ის ფოთლებში დაგროვება იზრდება. კარგი აერაციის პირობებში, ამიაკური აზოტის ფონზე, C^{14} -ის ფოთლებში დაგროვება ხანგრძლივი ექსპოზიციის დროს ძლიერდება. ანაერობულ პირობებში, ამიაკური აზოტის ფონზე, ფოთლებში C^{14} -ის დაგროვება მატულობს. ამავე პირობებში მოლიბდენი C^{14} -ის ფოთლებში დაგროვებას მნიშვნელოვნად ამცირებს.

კარბონატული იონის შთანთქმისა და მცენარის ორგანოებში მი-

აერაციისა და აზოტის ფორმების გავლენა კარბონატული იონის შთანთქმვაზე იმპ/წ.
1 გ-ზე

მცენარის ორგანო	ექსპოზიციის ხანგრძლი- ვობა	$\text{NO}_3 + \text{O}_2$	$\text{NO}_3 - \text{O}_2$	$\text{NO}_3 - \text{O}_2$ + M_0	$\text{NH}_4 + \text{O}_2$	$\text{NH}_4 - \text{O}_2$	$\text{NH}_4 -$ $-\text{O}_2 + \text{M}_0$
ფესვები	6 სათ.	13920	11557	10830	34063	21683	6566
	12 ს. დღე	16411	28136	17299	43498	39921	22557
	12 ს. ლაშე	11140	6513	7250	18636	37546	19263
	24 ს.	23396	7618	12002	28661	49340	25194
	96 სათი	22387	51661	38571	21638	88391	50782
ფოთლები	6 სათი	2546	1157	2475	1138	1652	1240
	12 ს. დღე	2106	1903	1281	1757	2186	680
	12 ს. ლაშე	711	908	856	1360	2086	1421
	24 ს.	1683	780	1253	5435	612	941
	96 სათი	1070	2148	3161	2370	5944	3050

სი განაწილების გარდა, ამ ცდაში ვსწავლობდით შთანთქმული C^{14} -ის ასიმილაციის ინტენსივობას, ორგანულ ფორმაში მის გარდაქმნას და C^{14} -ის სხვადასხვა ასიმილატში ჩართვის შესაძლებლობას. სპირტის ექსტრაქტის აქტივობა, ე. ი. C^{14} -ის ორგანულ ფორმაში ჩართვის ინტენსივობა, ყველა ვარიანტში დღისით უფრო მეტია. ვიდრე ღამით.

C^{14} -ის მონაწილეობა სხვადასხვა სახის ასიმილატების სინთეზში. ვარიანტების მიხედვით, განსხვავებულ სურათს იძლევა. პირველ რიგში უნდა აღინიშნოს, რომ ამიაკური აზოტის ფონზე როგორც ანაერობულ, ისე კარგი აერაციის პირობებში ფესვებისგან შთანთქმული კარბონატული იონის ასიმილაცია, მისი ორგანულ ფორმაში გარდაქმნა უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს, ვიდრე ნიტრატული აზოტის ფონზე. კარგი აერაციის პირობებში, ნიტრატული აზოტის ფონზე დღისით ამინომჟავების სინთეზი ძლიერდება, ხოლო ღამით რადიოაქტიური ნახშირბადი მეტწილად ორგანული მჟავების ფრაქციაში გროვდება. ანა-

ერობულ პირობებში, ამიაკური აზოტის ფონზე, C^{14} -ის ასიმილაციის ინტენსივობა კი არ მცირდება, არამედ მატულობს. ამ პირობებში დღისით რადიოაქტიური ნახშირბადი უმთავრესად ორგანული მკვებებს ფრაქციაში ირთვება, ხოლო ღამით — შაქრებისა და ამინომკვებების ფრაქციაში. ანაერობულ პირობებში, ნიტრატული აზოტის ფონზე, მოლიბდენის დამატება დღის განმავლობაში მნიშვნელოვნად ზრდის ფესვების მიერ C^{14} -ის ასიმილაციის ინტენსივობას. ამ პირობებში რადიოაქტიური ნახშირბადი ინტენსიურად ირთვება ამინომკვებებში, ორგანულ მკვებებსა და შაქრებში. ამიაკური აზოტის ფონზე მოლიბდენი ვაზის ფესვების მიერ კარბონატული იონის ასიმილაციაზე თითქმის არ აბდენს გავლენას (ცხრილი 41). ნიტრატული აზოტის ფონზე, ფეს-

ცხრილი 41

ფესვებში ორგანულ ფორმაში C^{14} -ის გადასვლის ინტენსივობა იმპ./წ 1 გ-ზე

ვარიანტი	სპირტის ექსტრაქტ. აქტივობა	ორგანული მკვებები	შაქრები	ამინომკვა	
NO_3+O_2	დღე	185	0	0	41
	ღამე	162	45	0	13
NO_3-O_2	დღე	155	100	7	7
	ღამე	138	86	5	15
NH_4+O_2	დღე	1229	578	25	25
	ღამე	402	252	8	40
NH_4-O_2	დღე	2217	1363	16	34
	ღამე	1464	389	42	138
NO_3-O_2+Mo	დღე	525	155	95	125
	ღამე	297	69	22	13
NH_4-O+Mo	დღე	785	402	51	140
	ღამე	626	103	21	17

ვების მიერ შთანთქმული კარბონატული იონის ასიმილაცია ძლიერდება. ასიმილაციებიდან ამ პირობებში, უმთავრესად ამინომკვებებისა და შაქრების სინთეზი მატულობს. აღნიშნული მოვლენის მიზეზი ანაერობულ პირობებში ნიტრატების აღდგენის გაძლიერებაა. ნიტრატების აღდგენის გამო წარმოქმნილი ჟანგბადი აძლიერებს ფესვების სუნთქვას და ამით ხელს უწყობს კარბონატული იონის შეთვისების პროცესს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ფესვებში კარბონატული იონის ასიმილაცია ანაერობულ პირობებში, ამიაკური აზოტის ფონზედაც მატულობს. ამ შემთხვევაში რადიაქტიური ნახშირბადი უმთავრესად ორგანული მჟავების ფრაქციაში ირთვება, ხოლო ამინომჟავების სინთეზი, ნიტრატული ფორმის აზოტთან შედარებით მნიშვნელოვნად ბრკოლდება. ხანგრძლივი ექსპოზიციის დროს ანაერობულ პირობებში, ამიაკური აზოტის ფონზე, ვაზის ფესვებში კარბონატული იონის ასიმილაციის გაძლიერება შესაძლოა კავშირში იყოს რიზოსფეროში ფესვთა სისტემის ექსტრაცელულარული ენზიმატური აქტივობის შედეგად აზოტის ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებთან. ეს ფესვების აზოტით და ნახშირბადით კვების მჭიდრო ურთიერთკავშირზე მიუთითებს.

ფესვთა სისტემიდან სხვადასხვა ნივთიერების გამოყოფა

1. ფესვაზიდან სხვადასხვა ნივთიერებათა გამოყოფა და
აქსარაფიის ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა

მცენარის ფესვები არა მარტო შთანთქმავს და გარდაქმნის მთელ რაგ ნაერთებს, არამედ კიდევაც გამოყოფს სხვადასხვა ნივთიერებას გარემო არეში. ნივთიერებათა შთანთქმა და გამოყოფა ერთდროული პროცესია, ერთი მეორეს აპირობებს, მათ შორის მკიდრო კავშირია და ერთი პროცესის. — ნივთიერებათა ცვლისა მცენარესა და გარემოს შორის, — ორ მხარეს წარმოადგენს. ამრიგად, ფესვებიდან სხვადასხვა ნივთიერების გამოყოფა, მათი ექსკრეტორული ფუნქცია, რაიმე კერძო პათოლოგიური მოვლენა არ არის. იგი მცენარის კვების პროცესში ნორმალურად მიმდინარე ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების ფუნქციონირების შედეგია. ექსკრეტორული ფუნქციის მეშვეობით ფესვებიდან რიზოსფეროში მცენარისათვის უსარგებლო ნივთიერებები გამოიყოფა. ამ პროცესს უმთავრესად გოლჯის აპარატი ანხორციელებს, რომელიც უკუპინოციტოზური ჯხით გარემო არეში მცენარისათვის ტოქსიკურ და მომშხამველ ნივთიერებებს გამოყოფს. ამ ნივთიერებების დეტოქსიკაციას ფესვებიდან გამოყოფილი ფერმენტები და მიკროორგანიზმები აწარმოებენ. აღნიშნულ პროცესს მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს ამა თუ იმ მეთოდით ნიადაგის კარგი აერაცია. მცენარეზე ნიადაგის აერაციის დადებითი ეფექტი რიზოსფეროში ფესვების სუნთქვისათვის, მარტო ჟანგბადის კონცენტრაციის გაზრდით არ განისაზღვრება, ნიადაგის კარგ ვენტილირებას დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე მიკროორგანიზმებისა და ფესვების ცხოველმოქმედების შედეგად გარემო არეში იმ ნივთიერებათა გარდაქმნისათვის და დაშლისათვის, რომლებიც ნიადაგის ე. წ. გადალას იწვევენ.

მრავალი დაკვირვებით დადგენილია, რომ ფესვთა სისტემა გამოყოფს როგორც კათიონებს, ისე ანიონებს, აგრეთვე სხვადასხვა სახის ორგანულ მჟავებს, შაქრებს, ამინომჟავებს, ვიტამინებს და სხვა ნაერთებს. საკვები არეს რეაქციის შეცვლას — მჟავე pH-ის ტუ-

ტეში გადასვლას — ფესვთა სისტემიდან კათიონების დესორბციით ხსნიან.

დადგენილია, რომ ფოსფორი ყველა სახის ფესვებიდან არ გამოყოფა. მაგალითად, ხორბლოვანი მცენარე ფოსფორს თითქმის არ გამოყოფს, სამაგიეროდ გამოყოფს კალიუმს. პარკოსნები მნიშვნელოვანი რაოდენობით გამოყოფს ფოსფორის მკაყას (შეთვისებული ფოსფორის 14—36%-ს). ფოსფორის გამოყოფა ყვავილობის ფაზის შემდეგ იწყება. დადგენილია აგრეთვე პარკოსან მცენარეთა ფესვების გამონაყოფებში ამინომჟავების ტიპის აზოტოვან ნივთიერებათა არსებობა.

საერთოდ, ახალგაზრდა მცენარის ფესვთა სისტემა უფრო მეტ ნივთიერებებს შთანთქავს, ვიდრე გამოყოფს, მობერებული მცენარე კი — პირიქით. ფესვთა სისტემის გამონაყოფთა არსებობით აიხსნება სწორედ ის ფაქტი, რომ რიზოსფეროში რამდენიმეჯერ მეტია მიკროორგანიზმების რაოდენობა, ვიდრე როზოსფეროს გარეშე. ვინაიდან ახალგაზრდა მცენარე უფრო ნაკლები რაოდენობით გამოყოფს ფესვებიდან სხვადასხვა ნაერთს, ვიდრე ხნიერი, ამიტომ მის ფესვებზე უფრო მცირე რაოდენობითაა დასახლებული მიკროორგანიზმები. მიკროორგანიზმები კვების პროცესში ფესვთა გამონაყოფებს ენერჯის ერთ-ერთ წყაროდ იყენებენ. მინერალურ ნივთიერებათა ბრუნვის საკითხში ფესვთა სისტემის გამომყოფ მოქმედებას გარკვეული ადგილი ენიჭება. ფესვებიდან გამოყოფილი მინერალური ნივთიერებები შესაძლოა გამოიყენოს მეზობლად მდგომმა მცენარემ ან იმავე მცენარემ, ანდა — მიკროორგანიზმებმა შეითვისონ. გამოყოფილმა ნივთიერებებმა შესაძლოა ნიადაგში მიგრაცია, განიცადოს და რიზოსფეროს მთლიანად გამოეთიშოს.

ფესვთა სისტემის გამონაყოფებში ფოსფორისა და სხვა ნაერთების არსებობის ფაქტები, ზუსტი მეთოდის უქონლობის გამო, ეპკს იწვევდა. იზოტოპური კვლევის ახალმა მეთოდმა აღნიშნულ საკითხს ნათელი მოჰფინა. ა. სოკოლოვმა, ა. ახრომეიკომ და ვ. შესტაკოვამ (1955) იზოტოპური კვლევის მეთოდის გამოყენებით, ფესვთა გამონაყოფებში ფოსფორის არსებობა დაადასტურეს. 24 საათში გამოყოფილი ფოსფორი შთანთქმული ფოსფორის 5,7—11,8%-მდე აღწევს.

იზოლირებული კვების მეთოდის გამოყენებით დადგენილი იყო, რომ სამყურას და სიმინდის ფესვებიდან რადიოაქტიური ფოსფორის გამოყოფა იმდენად მცირეა, რომ ვერ უზრუნველყოფს მეზობლად მდგომი მცენარეების კვებას.

რადიაქტიური გოგირდის გამოყენებით ზ. ფეშტეინმა და ს. ხენდრიკმა (1965) გამოიკვლიეს, რომ ფესვების გამონაყოფებში გოგირდის ანიონი უდაოდ არსებობს. ამ ავტორებმა საკუთარი გამოკვლევების საფუძველზე შეიმუშავეს ე. წ. იონთა აქტიური მოძრაობის თეორია. უკანასკნელი ძირითადად იზოტოპური კვლევის მეტოდით მიღებულ შედეგებს ეყრდნობა.

მინერალური ნივთიერებების გამოყოფა დიდადაა დამოკიდებული მცენარის განვითარების ფაზაზე, მის სახეობასა და ჭიშხე. დამტკიცდა, რომ რადიაქტიურ ფოსფორს ინტენსიურად გამოყოფს ცაცხვი და ფიქვი, ხოლო მცირედ მუხა და არყის ხე. სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში ფოსფორის შთანთქმა და გამოყოფა მცენარეებში არათანაბარია. ცაცხვის ფესვებიდან P-ის მაქსიმალური გამოყოფა ივნის-ივლისშია აღნიშნული. ოქტომბერში გამოყოფა მცირდება, ხოლო ნოემბერში ისევ მატულობს. არყის ხეს P მაქსიმალურად ივნისსა და ნოემბერში, ხოლო მინიმალურად ივლისში გამოეყოფა. მუხისათვის P-ის მაქსიმალურად შთანთქმის პერიოდი ემთხვევა ცაცხვის ფესვებიდან P-ის მაქსიმალურად გამოყოფის პერიოდს. ნაწილობრივ ამით აიხსნება მუხისა და ცაცხვის დადებითი ურთიერთგავლენა მეზობლობაში. ეს მათ კარგ ზრდა-განვითარებაში გამოიხატება.

ლ. ფედოროვსკი (1958) იკვლევდა სიმინდის ფესვთა სისტემიდან P^{32} -ის გამოყოფაზე სხვადასხვა ტიპის ნიადაგის გავლენას. ცდებით დადასტურდა ფესვებიდან ნიადაგში P^{32} -ის და Ca^{45} -ის გამოყოფის ფაქტი. გარემო არეში გამოიყოფა შეთვისებული P^{32} -ის 4—25%. P^{32} -ის გამოყოფაზე გავლენას ახდენს ასაკი და ამ ელემენტის შემცველობა მცენარეში. ნიადაგის სხვადასხვა ტიპი P^{32} -ის და Ca^{45} -ის გამოყოფაზე გავლენას არ ახდენს.

სიმინდისა და ჭარხალის რადიაქტიური ფოსფორით ფესვგარეშე გამოკვების დროს აღმოჩნდა, რომ ფოთოლზე მოხვედრილ რადიაქტიურ ფოსფორს მცენარე ითვისებს. შემდეგ ეს ელემენტი მოძრაობს ქვედა მიმართულებით და ჩადის ფესვებამდე, საიდანაც გარემოში გამოიყოფა. ვეგეტაციის სხვადასხვა პერიოდში სიმინდი შეთვისებული P^{32} -ის 10—20%-ს გამოყოფს, ხოლო შაქრის ჭარხალი — 30%-მდე. დადგენილია აგრეთვე, საცდელი მცენარეების ფესვთა სისტემის მიერ გამოყოფილი ფოსფორის ხელშეორედ შთანთქმის პროცესი.

ხორბლის ფესვებიდან P^{32} -ის გამოყოფის მაქსიმუმი მცენარეების სუფთა საკვებ ხსნარზე გადატანიდან 20—25 წუთის შემდეგ აღინიშნება. ხსნარში საკვები მარილების (ქლორიდების, ნიტრატების,

სულფატების) მომატებით P^{32} -ის გამოყოფა მცირდება. 2,4 დინიტროფენილისა და KCN-ის დამატება CO_2 -ის და O_2 -ის გატარება და მცენარეების სიბნელეში მოთავსება P^{32} -ის გამოყოფის გაზრდას იწვევს. გამოყოფილი რადიაქტიური ფოსფორი არაორგანული ფორმის სახითაა. საკვებ ხსნარში CO_2 -ის გატარებით ნივთიერებათა ცვლის დათრგუნვისას, P^{32} -ის გამოყოფა 12%-მდე აღწევს. მცირე თიხნარ ნიადაგებზე, სადაც CO_2 -ის კონცენტრაცია მაღალ დონეს აღწევს, შესაძლოა ფოსფორის გაძლიერებულ, პათოლოგიური ხასიათის გამოყოფას შევხვდეთ.

ლობოს ფესვებიდან რადიაქტიური ფოსფორის გამოყოფა სუფთა წყალსადენის წყალში მცენარეების გადატანით მნიშვნელოვნად ძლიერდება. P^{32} -ის გამოყოფის მაქსიმუმი ყველა შემთხვევაში პირველი 5 წუთის განმავლობაში აღინიშნება, შემდეგ გამოყოფა თანდათანობით მცირდება. საკვებ ხსნარში სტაბილური ფოსფორის შემცველობა გავლენას ახდენს P^{32} -ის გამოყოფის რაოდენობაზე, ხოლო P^{32} -ის გამოყოფის დინამიკის ხასიათს არ ცვლის. ატმოსფერული გვალვა და ნიადაგის მაღალი ტემპერატურა ფესვებიდან ფოსფორის, კალიუმისა და ამიაკის გამოყოფას ზრდის.

ანაერობული პირობები სიმინდისა და მზესუმზირას ფესვებიდან შაქრების, ამინომჟავებისა და ორგანული მჟავების გამოყოფას აძლიერებს. წყალში მოთავსებული ფესვები გარემოში შაქრებიდან გლუკოზას და ფრუქტოზას გამოყოფს, ამინომჟავებიდან — ალანინს. პროლინს, გლუტამინს, სერინს, ტრეონინს, ასპარაგინის მჟავას და ჰისტიდინს. ორგანული მჟავები ძირითადად მჟაუნას, ლიმონის, ვაშლის, ქარვისა და ფუმარის მჟავების სახითაა წარმოდგენილი.

ფესვთა სისტემის გამონაყოფთა შესწავლის ერთ-ერთი მეთოდი დამყარებულია პერმანგანატის ხსნარის უნარზე — აღდგეს გამონაყოფთა ზემოქმედებით. აღნიშნულ მეთოდს ჭარხლის ფესვთა სისტემის გამონაყოფთა შესასწავლად იყენებდა ი. გელერი (1954).

ეს მეთოდი, ვაზის ფესვთა სისტემის გამონაყოფთა აღსარიცხავად, თ. კეზელმა იხმარა. ამ ავტორის მიხედვით ქლოროზიანი მცენარის ფესვებიდან გამოყოფილი ორგანული ნივთიერებების რაოდენობა უფრო მცირეა, ვიდრე ნორმალური ვაზის ფესვებიდან გამოყოფილისა. რიპარია X რუპესტრის 3309-ის ფესვებიდან უფრო მცირე რაოდენობით გამოიყოფა ორგანული ნივთიერებები, ვიდრე ბერლანდიერი X რიპარია 5 ბბ-ის ფესვებიდან. კალიუმის იონები აძლიერებს ორგანულ ნივთიერებათა გამოყოფას, ხოლო კალციუმის იონები ამცირებს. დადგენილია სიმინდის ფესვებიდან შაქრების, ამინომჟავების, ვიტამინებისა და ფერმენტების გამოყოფა.

ფესვური კვების თვალსაზრისით. განსაკუთრებით საინტერესოა ფესვებიდან ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების, ვიტამინების, ზრდის ნივთიერებების და სხვადასხვა სახის ფერმენტების გამოყოფის ფაქტი. მცენარის ფესვურ გამოწყოფებში აღმოჩნდა შემდეგი ფერმენტები: კატალაზა, ტიროზინაზა, ასპარაგინაზა, ურეაზა, ამილაზა, ინვერტაზა, ცელულაზა. პროტეაზა და ლიპაზა.

ნ. კრასილნიკოვმა (1952) სიმინდის, ბარდისა და ხორბლის ფესვებიდან ამილაზას გამოყოფა დაადგინა. მისი აზრით, სახამებლის ინტენსიურ დაშლას ახალგაზრდა ხორბლის ფესვებიდან გამოყოფილი ამილაზა უფრო ინტენსიურად აწარმოებს, ვიდრე ბარდისა და სიმინდის ფესვებიდან გამოყოფილი.

ე. რატნერმა და მისმა თანამშრომლებმა (1955) გარემო არეში ფერმენტების დაგროვება შეამჩნიეს. უკანასკნელი ფესვთა სისტემის ექსტრაცელულარულ — ენზიმატური მოქმედების შედეგი აღმოჩნდა. გამოირკვა რომ სიმინდისა და მწესუმწივრას ფესვები გლიცროფოსფატისა და სახარონას დანშლელ ფერმენტებს გამოყოფს. ფერმენტების გამოყოფა მცენარის განვითარების ფაზაზე დამოკიდებული. გამოყოფილი ფერმენტები სახარონასა და რიბოზუკლინის მქავესაც შლის. რატნერის აზრით მცენარე, ფესვებიდან გამოყოფილი ფოსფატაზების საშუალებით. გარემოდან ორგანული ფორმის ფოსფორს ითვისებს. ფესვურ გამოწყოფებში აღმოაჩინეს ფოსფატიდები, ამინომქავეები. თიამინი. ბიოტინი. მეზონინიტი, პარამინობენზონის მქავე: ნახშირწყლები. ტანიინები და ალკალიიდები.

სხვადასხვა მცენარე სხვადასხვა სახის ნაერთებს გამოყოფს. აზოტოვანი ნაერთების ჭარბი გამოყოფით პარკოსნები ხასიათდება. ნახშირბადოვან ნაერთებს, შაქრებსა და ორგანულ მქავეებს კი მეტწილად ხორბლოვანი მცენარეები გამოყოფს. სელის ფესვის გამოწყოფებში ბიოტინი და თიამინი ნახეს, ხოლო სხვადასხვა სახის ხორბლოვან მცენარეებში — შაქრები.

შემჩნეული იყო, რომ ბარდი, ცერცვის, ლობოსა და ხანჭკოლას ფესვებიდან ნეიტრალური ან სუსტი ტუტე ბუნების ნაერთები გამოიყოფა, ხოლო სიმინდისა და ხორბლის ფესვებიდან — მქავე ბუნების ნაერთები.

ხანჭკოლა ფესვებიდან გამოყოფს მქავე ბუნების ნაერთებს, რითაც ძნელად ხსნად ფოსფატებს შლის და ადვილად შესათვისებელ ფორმაში გადაყავს. ვინაიდან წიწიბურას და მდოგვს ასეთი მქავე გამოწყოფები არ ახასიათებს, მათ არ შეუძლია ძნელად ხსნადი ფოსფატების გამოყენება.

მთელ რიგ მცენარეთა ფესვების მეხვე გამონაყოფები მარმარილოსაც კი შლის. ბაქტერიები მარმარილოს დაშლას აძლიერებენ.

ფესვებიდან სხვადასხვა ნაერთის გამოყოფა დამოკიდებულია გარემო პირობებზე. მცენარის ასაკზე, მის შინაგან ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე, სახეობასა და ჭიშზე, პარკოსანი მცენარეების დადებით გავლენას ხორბლოვანებზე მათი თანაცხოვრების დროს, პირველთა ფესვებიდან გამოყოფილი აზოტოვანი ნაერთების გავლენით ხსნიან. ფესვურ გამონაყოფებს მცენარეთა ურთიერთობის საკითხში. სხვადასხვა ტიპის ფიტოცენოზის ჩამოყალიბებაში მნიშვნელოვანი როლი ეკუთვნის.

რადიოაქტიური ნახშირბადის, კობალტის, სტრონციუმისა და ფოსფორის გამოყენებით გამოიკვლიეს, რომ მცენარეული საფარი, ფესვური გამონაყოფების საშუალებით, აქტიურად მონაწილეობს ფიტოცენოზის კომპონენტებს შორის აღნიშნული ელემენტების განაწილებაში. ალელოპათიის თვალსაზრისით ფესვურ გამონაყოფებს მთელი რიგი ავტორები სწავლობდნენ.

გარდა სხვადასხვა სახის ორგანული და მინერალური ნივთიერებისა, ფესვებიდან წყლის გამოყოფაც წარმოებს. დონორ-მცენარეების მორწყვიდან 4—5 საათის შემდეგ, რეცეპიენტ-მცენარის ტურგორი მთლიანად აღდგება. მცენარის ფესვებიდან გამოყოფილი წყლის რაოდენობა საკმარისია მეზობლად მდგომი მცენარის ტურგორის აღსადგენად. წყლის მოლეკულები ეელატინისებრი ნივთიერების გზით მოძრაობს. აღნიშნული ნივთიერება რიზოსფეროში, ფესვის წვერთან ახლო, მიკროორგანიზმთა ცხოველქმედებით წარმოიქმნება.

სიმინდის ფესვები არა მარტო ნთქავს წყალს, არამედ მშრალ ნიადაგში მას კიდევაც გამოყოფს. ფესვებიდან გამოყოფილ წყალს მეზობლად მდგომი მცენარე ითვისებს. ეს ფაქტი დამტკიცებული იყო მძიმე წყლის გამოყენებით. მძიმე წყლით 3 დღის მორწყვის შემდეგ დონორ-მცენარეებსა და აქცეპტორ-მცენარეებს შორის მძიმე წყლის კონცენტრაცია თანაბრად ნაწილდება. ფესვებიდან წყლის გამოყოფის ინტენსივობა მცენარის განვითარების ფაზაზეა დამოკიდებული. გამოყოფილ წყალს ახალგაზრდა აქცეპტორი მცენარე ინტენსიურად იყენებს. ფესვებიდან წყლის გამოყოფას გარკვეული დღელამური რიტმი ახასიათებს. წყლის მაქსიმალური რაოდენობით გამოყოფა 6—8 და 19—23 საათებში იყო დადგენილი. მცენარე ფესვებიდან წყლის გამოყოფის რიტმს ფაქტორისტატულ პირობებშიაც ინარჩუნებს.

ლიტერატურული მიმოხილვიდან ჩანს, რომ ფესვების გამომყოფი ფუნქციისადმი მიძღვნილ სამუშაოთა უმეტესობა ერთწლიან ბალახოვან მცენარეებზეა ჩატარებული. ამ მიმართებით, მრავალწლიან მერქნთან მცენარეებზე, მათ შორის ვაზზედაც, გამოკვლევები არასაკმარისი რაოდენობით მოგვეპოვება. ამავე დროს ცნობილია, რომ სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკაში (უმთავრესად შემჭიდროებული კულტურების პირობებში), მეტყვევებაში და სხვადასხვა ტიპის ბიოცენოზებში მცენარე იზოლირებულად არ ცხოვრობს. ორგანიზმში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის გამო, გარემოში გამოყოფილი ნაერთების საშუალებით, მცენარეთა შორის გარკვეული ურთიერთობა მყარდება. ბუნებაში სიმბიოზი და სიმბიოზური კვება გაბატონებული. სიმბიოზი არსებობს როგორც სხვადასხვა სახეობის მცენარეთა შორის, ისე უმაღლესი განვითარების მცენარეებსა და იმ მიკროორგანიზმებს შორის, რომლებიც მრავალფეროვანი გამონაყოფების მეხსობით მცენარის მიწისზედა და მიწისქვეშა ნაწილებზე უხვად სახლდებიან. რიზოსფეროში მიკრობისა და ბაქტერიის მოვლენა, მცენარის კვების შესწავლასთან დაკავშირებით, ყოველთვის აქტუალურ საკითხს წარმოადგენდა.

ვაზის ფესვური კვების შესწავლასთან დაკავშირებით, ფესვების მიერ სხვადასხვა ნივთიერების შთანთქმასთან ერთად, არანაკლები მნიშვნელობა ენიჭება ფესვებიდან სხვადასხვა ნაერთის გამოყოფას. ვაზის ფესვებიდან გამოყოფილი ნივთიერებების საშუალებით რიზოსფეროში მიკროორგანიზმთა განვითარებისა და ფესვური კვებისათვის ოპტიმალური პირობები იქმნება. გარდა ამისა ფესვური გამონაყოფები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს იმ ურთიერთობის საკითხში, რომელიც არსებობს ვაზსა და სარეველებს შორის, ვენახში შეთესილ ბალახოვან მცენარეებსა და ვაზს შორის, აგრეთვე სხვადასხვა ჯიშის ვაზებს შორის. აქედან გამომდინარე, ვაზის ფესვური კვების ფიზიოლოგიის შესწავლასთან დაკავშირებით, წლების მანძილზე, ისწავლებოდა ფესვებიდან სხვადასხვა ნივთიერების გამოყოფა. ფესვებიდან მინერალური ნივთიერებების გამოყოფას იზოტოპური მეთოდით იკვლევენ, გამოყოფილ ორგანულ ნივთიერებათა საერთო ჯამს — პერმანგანატით დატიტრირების მეთოდით. ვიტამინების გამოყოფას სწავლობენ ფესვების საკვებ ხსნარში გარკვეული ექსპოზიციით მოთავსების შემდეგ საკვები ხსნარის ანალიზით. მეთოდებზე უფრო დაწვრილებით ექსპერიმენტული ნაწილის განხილვის დროს შევიჩერდებით.

ფესვებიდან P^{32} -ის, S^{35} -ის, Ca^{45} -ის და C^{14} -ის გამოყოფის შესასწავლად გამოიყენება წყლის კულტურები. თითოეულ მცენარეს რადიოაქტიური ელემენტი $100 \mu C$ -ის რაოდენობით იძლევა. რადიოაქტიურ საკვებ ხსნარში მცენარეები 1—2 კვირის განმავლობაშია მოთავსებული. ამის შემდეგ ისინი სუფთა საკვებ ხსნარში გადააქვთ. უკანასკნელში გადატანის წინ ფესვთა სისტემა სუფთა საკვები ხსნარით კარგად ირეცხება. შემდეგ მცენარეებს ვათავსებთ ქურქლებში, რომლებშიაც სუფთა საკვები ხსნარია ჩასხმული. ამ ქურქლებში მათ ერთი საათით ვტოვებთ, ფესვთა სისტემიდან ზედაპირულად ადსორბირებული P^{32} -ის მოსაცილებლად, შემდეგ თითოეული მცენარე გადაგვაქვს სამლიტრიან ვეგეტაციურ ქურქელში, საიდანაც გარკვეული ინტერვალების დაცვით ვიღებთ 20—20 მლ. საკვებ ხსნარს და ვზომავთ მის აქტივობას ტორსული მთვლელით „ბ“ დანადგარზე. აქტივობის გაზომვის შემდეგ სავეგეტაციო ქურქლებიდან ამოღებულ საკვებ ხსნარს უკან სათანადო ქურქლებში ვასხამდით. გარკვეულ ინტერვალებში საკვები ხსნარის აქტივობის განსაზღვრით შევისწავლით ნიშანდებულ მცენარეებიდან P^{32} -ის, S^{35} -ის, Ca^{45} -ის და C^{14} -ის გამოყოფის დინამიკას.

ცნობები ვაზის ფესვთა სისტემიდან P^{32} -ის დესორბციის შესახებ 42-ე ცხრილშია მოცემული. ცხრილი გვიჩვენებს, რომ ხსნარის აქტივობა, ე. ი. დესორბციის ნიშნები, იწყება მცენარეების სუფთა საკვებ ხსნარში გადატანიდან 2—4 საათის შემდეგ. აქედან 3309-ის ფესვებიდან P^{32} -ის დესორბცია 2 საათის შემდეგ იწყება. 5 ბბ-სი და რუპესტრის — დულოს ფესვებიდან — 4 საათის შემდეგ. ყველა ჯიშის ფესვთა სისტემიდან პირველ საათებში გამოყოფილი ფოსფორის რაოდენობა ნულს უდრის, შემდეგ კი თანდათან მატულობს. რადიოაქტიურ ფოსფორს ყველაზე დიდი რაოდენობით 3309 გამოყოფს, შემდეგ დულო. 5 ბბ-ეს P^{32} -ის შედარებით უფრო ხანმოკლე და მცირე რაოდენობით გამოყოფა ახასიათებს.

43-ე ცხრილიდან ჩანს, რომ ერთ დღე-ღამეში 5 ბბ შთანთქმულ ფოსფორს 1%-მდე გარეთ გამოყოფს, 3309 — 5%-მდე, ხოლო დულო — 3%-მდე. 48 საათის შემდეგ 5 ბბ-ს ფესვებიდან გამოყოფილი ფოსფორი 3%-მდე აღწევს, 72 საათის შემდეგ — 5%-მდე, 96 საათის შემდეგ — 6%-მდე, 120 საათის შემდეგ — 8%-მდე და ამ სიდიდეზე რჩება დაკვირვების ბოლომდე. 3309-ის ფესვებიდან P^{32} -ის გამოყოფა ბოლომდე მატულობს და დაკვირვების დასასრულს 24%-მდე აღწევს. ასევე იზრდება P^{32} -ის გამოყოფის ინტენსივობა დულოს ფესვებიდან ცდის ბოლოს ის 19%-მდე აღწევს.

ფესვებიდან P³²-ის დესორბცია იპპ/წ 100 მლ. ხსნარზე

რიცხ.	აღრიცხვის დრო	5 ბბ	3309	რ. დულა
	P ³² -ის შეტ-დან 2 საათის შემდეგ	0	0	0
	P ³² -ის შეტან- 4 ს. შემდ.	0	0	0
	14 საათ. შემდეგ	30	75	39
	16 "	60	125	40
3/IX	19 საათზე	150	175	60
	21 საათზე	40	10	25
4/IX	10 "	125	270	175
	03 "	40	90	175
	06 "	125	205	235
	09 "	220	375	275
5/IX	12 "	230	390	300
	15 "	230	325	300
	08 "	280	285	380
	20 "	440	610	610
6/IX	10 "	520	965	785
7/IX	10 "	505	770	910
	17 "	695	880	940
8/IX	17 "	705	1040	1110
9/IX	17 "	720	900	990
10/IX	17 "	725	1150	1180

ამგვარად, ამ პირველმა ცდამ გამოავლინა, რომ ვაზის ფესვებიდან გარკვეული რაოდენობით გამოიყოფა P³².

შემდეგი გამოკვლევა მიმართული იყო მცენარის განვითარების ფაზების გავლენის დასადგენად ფესვებიდან რადიოაქტიური ფოსფორის, გოგირდისა და კალციუმის დესორბციაზე. ამ მიზნით ცდები ორ ვადაში იყო ჩატარებული: ზაფხულში — ყლორტების ინტენ-

ცხრილი 43

ფესვებიდან P³²-ის დესორბცია პროცენტობით

ჯიში	საათები							
	24	48	72	96	120	144	168	192
5 ბბ	1,4	2,7	5,1	6,1	8,3	8,3	8,5	8,5
3309	5,3	7,4	12,1	19,1	17,4	20,6	17,8	23,9
დულო	2,8	4,4	9,6	12,8	15,2	18,0	16	19,0

სიური ზრდის ფაზაში (ივნისში). შემოდგომით — ზრდის პროცესის შეჩერებისას და ფოთოლცვენის წინა დღეებში (ოქტომბერში). 44-ე ცხრილში ნაჩვენებია ფესვთა სისტემიდან P³²-ის დესორბციის დინამიკა ყლორტების ინტენსიური ზრდის ფაზაში. ამ დროს P-ის გამოყოფა ყველაზე ინტენსიურად დულოს ახასიათებს. P 3309-ის ფესვებიდან უფრო ინტენსიურად გამოიყოფა, ვიდრე 5 ბბ-ს ფესვებიდან. სამივე ჯიშის ფესვებიდან P-ის გამოყოფა თანაბარ დონეზე არ მიმდინარეობს. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ P-ის დესორბცია გარკვეული რითმით ხასიათდება და ამ პროცესთან ერთად მისი ხელახალი აღნორბციაც უნდა მიმდინარეობდეს. აღსანიშნავია, რომ ნარჩუნის ფესვებიდან P³²-ის დესორბცია უფრო ნაკლები ინტენსივობით მიმდინარეობს, ვიდრე საკუთარ ძირზე გაზრდილი მცენარეების ფესვებიდან. განსაკუთრებით ეს 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტეს ეხება.

45-ე ცხრილიდან ჩანს, რომ შემოდგომაზე სამივე ჯიშის ფესვებიდან P-ის დესორბცია უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს, ვიდრე ყლორტების ინტენსიური ზრდის ფაზაში. ამ შემთხვევაში დესორბციის ყველაზე მაღალი ინტენსივობით ჯიში 3309 ხასიათდება, შემდეგ 5 ბბ და ბოლოს რ. დულო. შემოდგომით P-ის დესორბციის ინტენსივობაში აღნიშნულ ჯიშებს შორის განსხვავება შედარებით უმნიშვნელოა.

ვაზის ფესვებიდან P-32-ის დესორბციის დინამიკა—იმპ/წ-ში 100 მლ ხსნარზე
(ზუბსულის ცლა)

ქ ი შ ი	შეტანიდან						17/VI		18/VI		19/VI		20/VI	21/VI	
	2.5 ს.		3.5		5		22		10		13		17		
	1.5	საათ.	0	45	100	168	236	178	161	255	291	597	381	432	
აღოვრე 5 ბბ-ზე	0	0	45	100	168	236	178	161	255	291	597	381	432	337	419
5 ბბ			344	611	611	773	1127	1620	1916	1780	1731	1928	1973	2089	2309
აღოვრე 3309-ზე	50	190	240	295	541	583	567	755	910	844	959	1083	1074	1041	1275
3309	—	—	892	1488	1559	1818	2562	2554	2188	3275	3387	3284	3914	3755	4072
რუპეტრის დულა	—	—	1010	2121	2265	2795	5078	2282	4416	5054	5740	5210	1643	5113	6286

ცხრილი 45

ვაზის ფესვებიდან P32-ის დესორბციის დინამიკა—იმპ/წ-ში 100 მლ ხსნარზე
(უმოდგომის ცლა)

ქ ი შ ი	13/X		14/V			15/X			16(X)			27/1	
	10 საათი		13		17		10		13		17		17
	5597	6834	861	6124	6555	6684	5961	5512	6820	6108	7860	7343	6356
5 ბბ	5597	6834	861	6124	6555	6684	5961	5512	6820	6108	7860	7343	6356
3309	6834	7339	6572	8609	8189	7279	8511	9291	8110	8753	8941	8142	7608
რ. დულა	3775	5557	6124	6039	6344	2085	4657	7443	6642	7296	7907	6967	6623

ამგვარად რადიოაქტიური ფოსფორის გამოყოფა ინტენსიური ზრდის ფაზაში უფრო სუსტია, ვიდრე შემოდგომით, როცა ზრდის პროცესი შეჩერებულია და მცენარე მოსვენების ფაზაში გადასასვლელად ემზადება.

თუ ზაფხულში 3309 — აღსორბირებულ ფოსფორს 16%-მდე გამოყოფს, შემოდგომით მისი რაოდენობა 37%-ს აღწევს. შესაბამისად 5 ბბ — 1,3—3,8% ფოსფორს გამოყოფს, დულო კი ზაფხულში 20%-ს, ხოლო შემოდგომით 39%-ს. აღსორბირებული P^{32} -ის რაოდენობა ზაფხულში და შემოდგომით ერთმანეთისაგან დიდად არ განსხვავდება. ხოლო დესორბცია, როგორც აღვნიშნეთ, შემოდგომით რამოდენიმეჯერ მეტია, ამის გამო მცენარეთა აქტივობა შემოდგომით უფრო ნაკლებია, ვიდრე ზაფხულში.

აზრიგად, ზაფხულში, როცა ახალი მასის დაგროვება — ზრდის პროცესები ინტენსიურად მიმდინარეობს, ფესვების მიერ აღსორბირებული P^{32} -ის დიდი ნაწილი, ნივთიერებათა ცვლის პროცესში ჩაბმის შედეგად გადადის ორგანულ ფორმაში. ამას ადასტურებს მცენარის ორგანოების მაღალი აქტივობა. შემოდგომით, როცა ზრდისა და ახალი მასის დაგროვების პროცესები ძლიერ შენელებულია ან სულ არაა აღნიშნული, P-ის აღსორბცია თუმცა იმავე ინტენსივობით მიმდინარეობს, მაგრამ მისი შეთვისება, ორგანულ ფორმაში გადასვლა, მნიშვნელოვნად მცირდება. ამის გამო აღსორბირებული P^{32} -ის დიდი ნაწილი, ფესვთა სისტემის გზით, გარემო არეში გამოიყოფა. ამას ადასტურებს შემოდგომაზე მცენარეების შედარებით დაბალი აქტივობა.

46-ე ცხრილში წარმოდგენილია ცნობები ფესვური კვების პირობათა გავლენის შესახებ ფესვებიდან P^{32} -ის დესორბციაზე. ცხრილიდან ჩანს, რომ კარგი აერაციის პირობებში, ნიტრატული ფორმის აზოტის ფონზე, 5 ბბ-ს ფესვებიდან P^{32} -ის გამოყოფა მცირდება, ხოლო მისი 3309-ის ფესვებიდან გამოყოფა იზრდება. ანაერობულ პირობებში, ნიტრატული ფორმის აზოტის ფონზე, 3309-ს P^{32} -ის გამოყოფა მნიშვნელოვნად უმცირდება, ხოლო 5 ბბ-ს ეზრდება. ანაერობულ პირობებში, ამიაკური აზოტის ფონზე, 3309-ს უფრო მეტად უმცირდება P^{32} -ის გამოყოფა. ვიდრე 5 ბბ-ს. საერთოდ ანაერობული პირობები, ორივე ფორმის აზოტის ფონზე, P^{32} -ის დესორბციას ამცირებს. ანაერობულ პირობებში P^{32} -ის დესორბცია მოლიბდენის გავლენით ცოტათი მატულობს. ამავე პირობებში 3309-ს კვლავ უფრო მეტად უმცირდება ფესვებიდან P-ის გამოყოფა, ვიდრე 5 ბბ-ს. ამგვარად, მცენარის სახეობის, განვითარების ფაზისა

P32-ის ღესორბციის ღინამიკა. 100 მლ. საკვები ხსნარის აქტიუობა იმპ/წ

დაკვირვების თარიღი	NO ₃ +O ₂		NO ₃ -O ₂		NO ₃ -O ₂ +Mo		NH ₄ -O ₂		NH ₄ +O ₂	
	5 ბბ	3309	5 ბბ	3309	5 ბბ	3309	5 ბბ	3309	5 ბბ	3309
	7/VI	1915	2455	1540	625	1190	1210	905	705	1755
8/VI	1634	2141	1743	701	1094	1078	1286	809	2072	1155
9/VI	1198	1449	1652	486	939	882	1296	591	2227	882
10/VI	1020	1539	1564	757	830	850	1312	680	2340	1020
11/VI	1260	1521	1638	676	1152	1035	1647	738	2421	999
12/VI	1197	1605	1890	598	1023	730	1786	788	3173	1035
13/VI	1000	1450	1820	620	810	1140	1410	840	3100	1230
საშ.	1322	1738	1685	634	1008	952	1244	736	2442	1135

და ასაკის გარდა ფესვებიდან მინერალური ნივთიერებების გამოყოფაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ფესვური კვების პირობები რიზოსფეროში.

ვაზის ფესვთა სისტემიდან გოგირდის გამოყოფის შესასწავლად რადიოაქტიური გოგირდი (S³⁵) გამოიყენება. S³⁵-ის ღესორბციის იმავე მეოდიით იკვლევენ. 47-ე ცხრილში მოცემულია ყლორტების ინტენსიური ზრდის ფაზაში (ივნისში) ჩატარებული ცდის შედეგები. ცხრილიდან ჩანს, რომ 5 ბბ, ფესვებიდან უფრო ინტენსიურად გამოყოფს რადიოაქტიურ გოგირდს, ვიდრე 3309. S-ის ყველაზე ძლიერი გამოყოფით 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე ხასიათდება. აღსანიშნავია, რომ სუფთა წყალსადენის წყალში გადატანილი 3309-ის ფესვებიდან S-ის გამოყოფა ძლიერ იზრდება. სავარაუდოა, რომ ამ პირობებში, ოსმოსური წონასწორობის დარღვევის გამო, ფესვებიდან გოგირდი და სხვა ნივთიერებანი ირეცხება. ამიტომ არ არის მიზანშეწონილი ფესვთა სისტემიდან სხვადასხვა ნივთიერების ღესორბციის შესწავლის დროს სუბსტრატად სუფთა წყლის გამოყენება.

48-ე ცხრილში შემოდგომით ჩატარებული დაკვირვების შედეგებია წარმოდგენილი. ცხრილიდან ჩანს, რომ ამ ფაზაში ყველა ჯიშს, როგორც ნამყენს, ისე საკუთარ ფესვებზე აღზრდილს ფესვებიდან S-ის გამოყოფა მნიშვნელოვნად უფრო მცირე აქვს, ვიდრე ზატხულში. აღნიშნულ ვადაშია 5 ბბ და მასზე დამყნობილი ალიგოტე უფრო მცირე რაოდენობის S გამოყოფს, ვიდრე 3309 და მასზე დამყნობილი ალიგოტე. 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტეს ფესვ-

ვაზის ფეკის სისტემიდან S35-ის დესობტოს ღინამიკა. იმპ/წ 100 მლ. ხნარზე
(ზაფხულის ცდა)

ქ ი შ ი	9/VI	10	11	13	14	15	16	17	18	20	21	22/VI
აღვ. 5 ბბ-ზე	750	1185	650	630	585	585	390	830	750	655	750	850
5 ბბ.	500	365	610	725	550	605	550	700	855	605	615	1150
აღვ. 3309-ზე	1125	515	960.	1345	1235	1125	835	1218	1070	1275	1135	1130
3309	360	305	455	510	565	415	480	340	650	615	310	950
3309 წყალზე	4400	3550	5110	6535	7385	8125	5010	9535	9105	18360	13305	13525

ვაზის ფეკის სისტემიდან S35-ის დესობტოს ღინამიკა. იმპ/წ 100 მლ. ხნარზე
(შემოდგომის ცდა)

ქ ი შ ი	24/IX	25	25	25	27	28	29	30/IX
აღვებე დამყნობილი 5 ბბ-ზე	125	135	290	290	295	70	480	235
ბერლანდური X რიპარ. 5 ბბ	215	175	220	300	300	200	110	295
აღვებე დამყნ. 3309-ზე	800	550	625	795	795	610	165	520
რიპარია X რუპეტუის 3309	750	525	620	630	630	510	300	625

ბიდან S-ის დესორბცია მცირდება, ხოლო 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტეს ფესვებიდან იგი იზრდება. S-ის გამოყოფა ყველა ჯიშის ფესვებიდან ორივე ვადაში თანაბარ ღონეზე არ მიმდინარეობს და მას გარკვეული მერყეობა ახასიათებს.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, რადიოაქტიურ კალციუმს (Ca^{45}) მცენარე უფრო ნელი ტემპით ითვისებს, მისი მოძრაობა მცენარეში დაბალი სიჩქარით ხასიათდება. ეს ელემენტი, როგორც თავისი მეტაბოლიტური მნიშვნელობით, ისე თავისებური განაწილებით მცენარის სხვადასხვა ორგანოში, ფოსფორისა და გოგირდისაგან მკვეთრად განსხვავდება. ამასთან დაკავშირებით გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენდა სხვადასხვა ჯიშის ვაზიდან კალციუმის დესორბციის შესწავლა.

Ca-ის გამოყოფის დინამიკა ყლორტების ინტენსიური ზრდის ფაზაში 40-ე ცხრილშია მოცემული. ცხრილიდან ჩანს, რომ 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტეს ფესვებიდან Ca-ის გამოყოფა მნიშვნელოვნად ძლიერდება, ხოლო 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე მცირდება. 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტე Ca-ის უფრო ინტენსიური დესორბციით ხასიათდება, ვიდრე 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე. ასევე საკუთარ ძირზე აღზრდილი 5 ბბ-ს ფესვებიდან Ca უფრო დიდი ინტენსივობით გამოიყოფა. ვიდრე 3309-ის ფესვებიდან, ისევე, როგორც S^{35} -ის შემთხვევაში, სუბსტრატად სუფთა წყლის გამოყენება ფესვებიდან Ca-ის დესორბციას მნიშვნელოვნად ზრდის. აღსანიშნავია, რომ შემოდგომით ყველა ჯიშის ვაზის ფესვებიდან Ca-ის გამოყოფა კიდევ უფრო ძლიერდება (ცხრ. 50). შემოდგომით Ca 5 ბბ-სა და 3309-ის ფესვებიდან უფრო ინტენსიურად გამოიყოფა, ვიდრე 5 ბბ-სა და 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს ფესვებიდან. 3309 უფრო ინტენსიურად გამოიყოფს Ca-ის ვიდრე 5 ბბ. ასევე 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტეს მეტწილ შემთხვევაში Ca-ის ინტენსიური დესორბციით ხასიათდება. ვიდრე 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტე. საერთოდ, რადიოაქტიური კალციუმი როგორც ზაფხულში, ისე შემოდგომით ვაზის ფესვებიდან უფრო დიდი რაოდენობით გამოიყოფა, ვიდრე ფოსფორი და გოგირდი.

3. ფესვებიდან ორგანულ ნივთიერებათა (ვიტამინები)

გამოყოფის დინამიკა

ნიადაგის ვიტამინების ერთ-ერთ წყაროს ფესვური გამონაყოფები წარმოადგენს. პ. ვესტმა (1939) დაადგინა თიამინისა და ბიოტინის გამოყოფა სელის აღმონაცენების ფესვებიდან. ფესვებიდან თიამი-

ვაზის ფესვის სისტემიდან C₄₅-ის ლესობების ღირებულება იმპ/წ 100 მლ ხსნარზე (ზაფხულის ცდა)

ჯიშის აღწერა	28/VI	29	30	1/VII	2	3	4	5	6	7/VII
ალოგოტე დაჰმ. 5 ბბ-ზე	2020	4800	6030	5785	6455	1720	2150	4885	5525	8465
ბერლანდიერი X ზიპარია 5ბბ	5440	7360	6530	7550	8160	2520	3025	6860	8145	7115
ალოგოტე დაჰმ. 3309-ზე	3605	4800	4685	4475	5655	1450	3075	5235	5590	4895
ზიპარია X რუბესტრის 3309	2200	3030	4100	3060	2045	1310	1795	3675	3930	3905
ზიპარია X რუბესტრის 3309 წყალზე	46720	47360	57720	60040	61740	20580	31435	27680	63825	6546

ვაზის ფესვიდან C₄₅-ის ლესობების ღირებულება იმპ/წ 100 მლ. ხსნარზე (შემოდგომის ცდა)

ჯიშის აღწერა	28, IX	29	30	1, X	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13, X
ალოგოტე 5 ბბ-ზე	10400	5825	6155	1332	56910	8005	7540	9025	12215	7820	7245	9635	7745	8285	7285
5 ბბ	10000	1232	12080	6820	12330	5835	12075	12270	12530	6205	8880	12110	5715	5840	8435
ალოგოტე 3309-ზე	8160	11250	9020	1068	12785	12550	11020	12030	10825	5805	8420	11030	10255	5855	8275
3309	11210	14690	1440	11520	13310	1524	514175	14085	13925	10395	7500	11610	10010	10320	5045

ნისა და ბიოტინის გამოყოფა დამოკიდებულია მცენარის საერთო მასაზე და მის სახეობაზე. ბარდის ფესვებიდან თიამინი და ბიოტინი უფრო მეტი რაოდენობით გამოიყოფა, ვიდრე სიმინდისა და ხორბლის ფესვებიდან.

მცენარის ფესვის გამონაყოფში თითქმის ყველა ის ნივთიერებაა, რასაც კი ცოცხალი უჯრედი შეიცავს. გამოყოფის ინტენსივობა ნიადაგის კარგი აერაციის დროს მაღალია. ფესვის ბუსუსის ირგვლივ შეინიშნება ლორწოვანი გამონაყოფი, რომელიც ორგანულ ნივთიერებებს შეიცავს და მიკროორგანიზმთა განვითარებას ასტიმულირებს.

ზინდერის ბარდის, სამყურასა და იონჯის ფესვების გამონაყოფებში ბიოტინი მნიშვნელოვანი რაოდენობით აღმოჩნდა. პანტოტენის მქაფა და თიამინი უფრო მცირე რაოდენობითაა, ხოლო რიბოფლავინი და პირიდოქსინი კვალის სახითაა, ან სულ არ არის: წარმოდგენილი, სინათლის მცირე ინტენსივობა და დაბალი ტემპერატურა, მეტ შემთხვევებში ზრდის ფესვებიდან ვიტამინების გამოყოფას. ვიტამინების გამოყოფა მატულობს აგრეთვე მცენარის კვების პირობების გაუმჯობესებით.

ფესვებიდან ვიტამინების გამოყოფა ხელს უწყობს მიკროორგანიზმების განვითარებას. სხვადასხვა მცენარის ფესვურ გამონაყოფებში აღმოჩნდა შემდეგი ვიტამინები: ბიოტინი, ინოზიტი, პირიდოქსინი, აგრეთვე ნიკოტინისა და პანტოტენის მქაფა.

გარემოში ვიტამინები მარტო ფესვების საშუალებით არ გამოიყოფა. ნ. ხოლოდნიმ (1950) დაადგინა, რომ გარემოში მცენარის მიწისზედა ნაწილებიც გამოყოფს ვიტამინებს. ამ ვიტამინებს მან ატმოვიტამინები უწოდა. ატმოვიტამინებს შეიცავს როგორც ატმოსფერო, ისე ნიადაგის ჰაერი. მისივე აზრით, ნიადაგის ნაწილაკები შთანთქმავს ატმოვიტამინებს. ზოგიერთი მიკროორგანიზმი ჰაერიდან ნთქავს თიაზოლს, ნიკოტინის მქაფას და პარამინობენზონის მქაფას. გარემოში გამოყოფილ ვიტამინებს მარტო მიკროორგანიზმები არ იყენებს. ნ. ხოლოდნის აზრით, მცენარის მოზარდი ფესვები სხვადასხვა მიზეზის გამო, ხშირად ვიტამინების ნაკლებობას განიცდის. ასეთ კრიტიკულ მომენტში, ფესვის მიერ გარემოდან ვიტამინების მთანთქმა მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ფესვებისა და მთელი მცენარის ზრდა-განვითარებას.

ქსოვილთა იზოლირებული კულტურის მეთოდის გამოყენებით ნაჩვენებია იყო, რომ მთელ რიგ მცენარეთა ფესვები საკვები არიდან ვიტამინებს ნთქავს. ტირილის წვეწმში ნანახი ვიტამინების რაოდენ-

ჩიბა ფესვების სინთეზური ფუნქციის უნარზე და ნიადაგიდან ფესვების მიერ ვიტამინების შთანთქმის უნარზეა დამოკიდებული.

ნ. ლვამიჩავამ (1965) დაადგინა, რომ პომიდორის, სიმინდის, სელისა და ვაზის ფესვები გამოყოფს თიამინს, ბიოტინს, პანტოტენს. ნიკოტინისა და ასკორბინის მქავეს. პომიდორის ფესვები უფრო მეტ ვიტამინებს გამოყოფს, ვიდრე ხორბლის ფესვები. ვიტამინების გამოყოფის ინტენსივობა მცენარის განვითარების ფაზაზეა დამოკიდებული. ფესვებიდან თიამინის მაქსიმალური რაოდენობით გამოყოფა... რიზოსფეროში მიკროორგანიზმების მაქსიმალურ რაოდენობასთანაა დაკავშირებული.

დაკვირვებები ფესვებიდან ვიტამინების გამოყოფის სეზონურ დინამიკაზე ვაზის სხვადასხვა ჯიშზე ჩატარდა. დაკვირვებანი მწვავე ცდის პირობებში მიმდინარეობდა. მცენარეები, დაუზიანებელი და სალი ფესვთა სისტემით, 48 საათის განმავლობაში კნობის საკვებ ხსნარში იყო მოთავსებული. აღნიშნული ვადის გავლის შემდეგ, საკვები ხსნარიდან იღებენ საანალიზო სინჯებს ვიტამინების განსასაზღვრავად. რიზოსფეროს მიკროორგანიზმთა ცხოველქმედების შესაფასებლად საანალიზო სინჯებს იღებენ, აგრეთვე, საკონტროლო ვარიანტიდან, ე. ი. რიზოსფეროს მიკროორგანიზმებით გამდიდრებული კნობის ხსნარიდან. ფესვთა სისტემის გამონაყოფებში თიამინსა და რიბოფლავინს ვ. დევიატინის (1948) ფლორიმეტრული მეთოდით საზღვრავენ. ნიკოტინის მქავეს (pp ვიტამინს) — ი. სვეტლოვას კლორიმეტრული მეთოდით და ლ. რამიშვილის (1953) მოდიფიკაციით, კაროტინს (პროვიტამინ A-ს) დ. საპოჟნიკოვის (1948) მეთოდით, ასკორბინის მქავეს (ვიტამინ C-ს) — ბ. ლავროვისა და ნ. იარუსოვის (1941) მიერ მოდიფიცირებული ტილმანის მეთოდით.

51-ე ცხრილში მოცემულია სხვადასხვა ჯიშის ვაზის ფესვებიდან ვიტამინების გამოყოფის სეზონური დინამიკა. ცხრილიდან ჩანს, რომ ყველა ჯიშის ვაზის ფესვებიდან თიამინი გაზაფხულზე, ზაფხულსა და ზამთარში თანაბარი რაოდენობით გამოიყოფა. B₁ ვიტამინი მაქსიმალური რაოდენობით შემოდგომაზე გამოიყოფა. ფესვებიდან B₂ ვიტამინი უფრო მცირე რაოდენობით გამოიყოფა, ვიდრე B₁ ვიტამინი. გაზაფხულზე, ზაფხულსა და ზამთარში რიბოფლავინი თანაბარი რაოდენობით გამოიყოფა. შემოდგომით ფესვებიდან რიბოფლავინის გამოყოფა მინიმუმამდე დადის და იგი გამონაყოფებში მხოლოდ კვალის სახითაა წარმოდგენილი. ისევე, როგორც რიბოფლავინი (B₂), ნიკოტინის მქავე (PP) მინიმალური რაოდენობით შემოდგომაზე გამოიყოფა. გაზაფხულზე და ზაფხულში იგი თანაბარი რაოდენობით გამოიყოფა, შემოდგომაზე მისი გამოყოფის ინ-

ვაზის ფესვებიდან ვიტამინების გამოყოფის სეზონური დინამიკა მგ. %-ობით

ჯიშო	გაზაფხული			ზაფხული			შემოდგომა			ზამთარი		
	B ₁	B ₂	PP	B ₁	B ₂	PP	B ₁	B ₂	PP	B ₁	B ₂	PP
ალიგოტე 5ბბ-ზე	0,25	0,03	0,35	0,25	0,03	0,36	0,45	კვალი	0,04	0,25	0,03	0,38
ალიგოტე 3309-ზე	0,25	0,03	0,30	0,25	0,03	0,32	0,45	"	0,04	0,025	0,03	0,29
5 ბბ	0,25	0,03	0,20	0,25	0,03	0,24	0,45	"	0,05	0,25	0,03	0,25
3309	0,25	0,03	0,22	0,25	0,03	0,22	0,45	"	0,03	0,25	0,03	0,30
41 ბ.	0,25	0,03	0,25	0,25	0,03	0,25	0,45	"	0,04	0,25	0,03	0,26
დ. დულო	0,25	0,03	0,25	0,25	0,03	0,25	0,45	"	0,04	0,25	0,03	0,29

ვაზის ფესვის ვიტამინური შეღვენილობა მგ. %-ით

ჯიშო	გაზაფხული			ზაფხული			შემოდგომა			ზამთარი		
	B ₁	B ₂	PP	B ₁	B ₂	PP	B ₁	B ₂	PP	B ₁	B ₂	PP
ალიგოტე 5ბბ-ზე	0,52	0,25	0,35	0,25	0,22	0,33	0,53	კვალი	0,01	0,4	0,30	0,39
„3309-ზე	0,52	0,26	0,32	0,20	0,20	0,30	0,56	"	0,04	0,4	0,35	0,35
5 ბბ	0,52	0,15	0,25	0,23	0,21	0,2	0,56	"	0,04	0,20	0,35	0,21
41 ბ.	0,52	0,15	0,25	0,23	0,20	0,25	0,53	"	0,01	0,20	0,35	0,25
რ. დულო	0,52	0,15	0,25	0,23	0,20	0,25	0,56	"	0,04	0,20	0,35	0,26
3309	0,52	0,15	0,25	0,21	0,20	0,23	0,53	"	0,04	0,20	0,35	0,23

ტენსივობა მცირდება, ხოლო ზამთარში ისევ მატულობს. ნიკოტინის მყავას მეტ შემთხვევაში ნამყენები უფრო მეტი რაოდენობით გამოყოფს. ვიდრე საკუთარ ძირზე გაზრდილი ვაზები. ფესვებში ვიტამინების შემცველობა შეესაბამება გარემო არეში მათი გამოყოფის ინტენსივობას.

ისევე, როგორც გამოყოფა, ფესვებში B₁ ვიტამინის შემცველობა მაქსიმუმს შემოდგომაზე აღწევს. გაზაფხულზე ფესვებში ვიტამინის შემცველობა მალალ დონეზეა. ამავე დროს მისი გამოყოფა გარემოში შედარებით უფრო მცირეა. აღნიშნული გარემოება იმით აიხსნება, რომ ამ პერიოდისათვის მცენარეში ძლიერდება ფიზიოლო-

გიურ პროცესთა აქტივობა და ორგანიზმის მოთხოვნილება ვიტამინებზე მატულობს. გაზაფხულზე მცენარეს ფოთლები ჯერ კიდევ არა აქვს გაშლილი და ორგანიზმში ვიტამინების სინთეზიც დაბალია. ამიტომ იგი იმ ვიტამინებს იყენებს, რომლებიც მარაგის სახით ადრევე ჰქონდა გადანახული. ამ დროს ორგანიზმის ვიტამინებით უზრუნველყოფის საკითხში გარკვეული მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ვარემოდან ფესვების მიერ ვიტამინების შთანთქმის ინტენსივობას. ამაზე ლაბარაკობს ტირილის წვენში ვიტამინების არსებობა და, როგორც ქვემოთ დავინახავთ, ფესვების მიერ B_1 ვიტამინის შთანთქმის ინტენსივობა.

B_2 და PP ვიტამინები ფესვებში მინიმალური რაოდენობით შემოდგომაზეა. ამ პერიოდში მათი გამოყოფაც შედარებით უფრო ნაკლებია. ფოთლები B_1 და B_2 ვიტამინებს დაკვირვების ყველა ვადაში ყველაზე მეტი რაოდენობით შეიცავს. ფოთლებში B_1 ვიტამინი მაქსიმალური რაოდენობით ზაფხულშია, მინიმალური რაოდენობა კი შემოდგომაზეა აღნიშნული. გაზაფხულზე და ზაფხულში B_2 და PP ვიტამინები თითქმის ყველა ჯიშის ფოთლებში თანაბარი რაოდენობითაა. შემოდგომისათვის ორივე ვიტამინის რაოდენობა მატულობს. მაგრამ მათ შორის B_2 ვიტამინისა უფრო მეტად, ვიდრე PP. PP ვიტამინის მაქსიმალური რაოდენობა შემოდგომით ვაზის რქებშია დადგენილი. ამ პერიოდისათვის ვაზის რქებში B_1 ვიტამინი კვალის სახითაა წარმოდგენილი. ვაზის რქებში B_1 და B_2 ვიტამინის რაოდენობა ზაფხულში უფრო მცირეა, ვიდრე ზამთარში, ხოლო ვიტამინ PP-ეს შემცველობა — პირიქით. როგორც აღვნიშნეთ, PP ვიტამინს მაქსიმალური რაოდენობით ვაზის რქები შემოდგომაზე შეიცავს.

ამგვარად, დაკვირვების ყველა ვადაში B_1 და B_2 ვიტამინს ფოთლები უფრო მეტს შეიცავს, ვიდრე დანარჩენი ორგანოები. PP ვიტამინს კი მაქსიმალური რაოდენობით შემოდგომაზე რქები შეიცავს. რქებში B_1 და B_2 ვიტამინის რაოდენობა ზამთრისათვის იზრდება. აღნიშნული, ფოთლებიდან რქებში და შემდეგ ფესვებში მათ მოძრაობაზე მიუთითებს. ვიტამინების სინთეზი და მათი გარდაქმნის უნარი, ფოთლების გარდა, ახალგაზრდა ყლორტებისა და ფესვების ცოცხალ ქსოვილებშია ცხადად წარმოებდეს.

ფესვური კვების პირობები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მცენარეში ვიტამინების შემცველობაზე. აღნიშნულ საკითხზე დაწვრილებითი ცნობები ოვაჩაროვის მონოგრაფიაშია მოცემული. გამოკვლევების შედეგები აზოტის სხვადასხვა ფორმის გავლენის შესახებ ვაზში ვიტამინების შემცველობაზე და გარემო არეში მათ გა-

მოყოფაზე 53-ე, 54-ე 55-ე და 56-ე ცხრილებშია მოცემული. 53-ე ცხრილიდან ჩანს, რომ აზოტის ფორმები, ფესვებში C ვიტამინის შემცველობაზე გავლენას არ ახდენს. 3309-ის ფოთლებსა და ლეროში C ვიტამინის რაოდენობა ამიაკური აზოტის ფონზე უფრო მეტია, ვიდრე ნიტრატული აზოტის ფონზე. ამიაკური აზოტის ფონზე 5 ბბ-ს ფოთლებშიაც უფრო მეტი C ვიტამინია. ლეროში კი პირიქით, ნიტრატული აზოტის ფონზე უფრო მეტი C ვიტამინი გროვდება, ვიდრე ამიაკური აზოტით კვების დროს, ფოთლებში B₁ ვიტამინი უფრო ინტენსიურად ამიაკური აზოტის ფონზე გროვდება. ლეროში B₁ ვიტამინის შემცველობაზე აზოტის ფორმები გავლენას არ ახდენს. 3309-ის ფესვებში ამიაკური აზოტის ფონზე B₁ ვიტამინის შემცველობა მცირდება, ხოლო 5 ბბ-ს ფესვებში იზრდება. 3309-ის ფოთლებში B₂ ვიტამინი ამიაკური აზოტით კვების შემთხვევაში მატულობს, ხოლო რქებში უმნიშვნელოდ მცირდება. ფოთლებში 5 ბბ დიდი რაოდენობით შეიცავს B₂ ვიტამინს ნიტრატული ფორმის აზოტის ფონზე, ორივე ჯიშის ფესვებში ნიტრატული ფორმის აზოტით კვების შემთხვევაში B₂ ვიტამინის შემცველობა მატულობს.

შესწავლილია აგრეთვე ამავე მცენარის ფესვებიდან ვიტამინების გამოყოფა. 54-ე ცხრილიდან ჩანს, რომ ორივე ჯიშის ვაზის ფესვებიდან C ვიტამინი ამიაკური აზოტის ფონზე უფრო მეტი რაოდენობით გამოიყოფა, ვიდრე ნიტრატული აზოტით კვების შემთხვევაში. აზოტის ფორმები B₁ და B₂ ვიტამინის გამოყოფის ინტენსივობაზე გავლენას არ ახდენს. ბენარჯზე 100 მკ დენის მოქმედება მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ფესვებიდან ვიტამინების გამოყოფაზე. პირდაპირი დენის (\pm) მოქმედების შემთხვევაში 3309-ს ამიაკური აზოტის ფონზე C ვიტამინის გამოყოფა უმცირდება, ხოლო ნიტრატული აზოტის ფონზე იზრდება. პირდაპირი დენი 5 ბბ-ს ფესვებიდან C ვიტამინის გამოყოფაზე გავლენას თითქმის არ ახდენს. ორივე ჯიშის ვაზის ფესვებიდან B₁ ვიტამინის გამოყოფა პირდაპირი დენის მოქმედებით იზრდება. აქედან 3309-ის ფესვებიდან უფრო მეტად, ვიდრე 5 ბბ-ს ფესვებიდან. პირდაპირი მიმართულების ელექტროდენი B₂ ვიტამინის გამოყოფაზე გავლენას თითქმის არ ახდენს. შებრუნებული მიმართულების დენით მოქმედების შემთხვევაში 3309-ს, ამიაკური ფორმის აზოტის ფონზე, C ვიტამინის გამოყოფა კვლავ უმცირდება, ხოლო ნიტრატული აზოტის ფონზე ისევე იზრდება. ამავე პირობებში 5 ბბ-ს ფესვებიდან C ვიტამინის გამოყოფა კლებულობს. ფესვებიდან B₁ ვიტამინის გამოყოფაზე შებრუნებული მიმართულების ელექტროდენის გავლენა არ ყოფილა შემ-

ჩნეული. ამავე პირობებში 5 ბზ-ს და 3309-ის ფესვებიდან B_2 ვიტამინის გამოყოფაზე ელექტროდენი (\pm) გავლენას თითქმის არ ახდენს.

ცნობილია, რომ ფესვების ცხოველუნარიანობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული აერაციის ინტენსივობაზე. გარემოში ნიტრატების თანაპოვნეობა გარკვეულ გავლენას ახდენს რიზოსფეროში ჟანგბადის რეჟიმზე. როგორც ზემოთ გვქონდა აღნიშნული ნიტრატების აღდგენის გამო ჟანგბადის კონცენტრაცია ფესვების ირგვლივ იზრდება და ნიტრატების ჟანგბადი ფესვების და ფესვებზე დასახლებული მიკროორგანიზმების სუნთქვას ხმარდება. აქედან გამომდინარე, ნიტრატული ჟანგბადის თავიდან ასაცილებლად, იმ ცდებში, რომლებიც ფესვების ცხოველქმედებაზე აერაციის გავლენას ეხებოდა, საკვებ არეს ამიაკური ფორმის აზოტის გამოყენებით ვამზადებდით.

55-ე ცხრილში მოცემულია მასალები აერაციის გავლენის შესახებ ფესვებიდან ვიტამინების გამოყოფაზე. ცხრილიდან ჩანს, რომ ანაერობულ პირობებში ორივე ჯიშის ვაზის ფესვებიდან C ვიტამინისა და თიამინის (B_1) გამოყოფა მცირდება, ხოლო B_2 ვიტამინის გამოყოფაზე აერაციის პირობები გავლენას არ ახდენს. ანაერობულ პირობებში C ვიტამინის გამოყოფა კიდევ უფრო მცირდება პირდაპირი დენის ზემოქმედების შემთხვევაში. 5 ბზ-ს ფესვებიდან, კარგი აერაციის დროს, დენის ზემოქმედება C ვიტამინის გამოყოფას აძლიერებს. ხოლო 3309-ის ფესვებიდან ამცირებს. აერაციის სხვადასხვა პირობებში ელექტროდენი B_1 ვიტამინის გამოყოფის ინტენსივობას თითქმის არ ცვლის, ხოლო B_2 ვიტამინის გამოყოფა უმნიშვნელოდ იზრდება. მცენარეზე შებრუნებული მიმართულების ელექტროდენის ზემოქმედება როგორც აერობულ, ისე ანაერობულ პირობებში ფესვებიდან ვიტამინის გამოყოფას კიდევ უფრო მეტად ამცირებს. ამავე პირობებში ორივე ჯიშის ვაზის ფესვებიდან B_1 და B_2 ვიტამინის გამოყოფა მატულობს. ორივე ვიტამინის გამოყოფა კარგი აერაციის პირობებში უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს.

გარდა აზოტის ფორმებისა და აერაციისა, ფესვებიდან ვიტამინების გამოყოფაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მცენარის მიწისზედა ნაწილების მდგომარეობა და საკვებ არეში კათიონების შემცველობა. (ცხრილი 56-ე). მცენარეების ორი კვირით სიბნელეში მოთავსების შემდეგ C ვიტამინის გამოყოფა ორივე ჯიშის ფესვებიდან გაძლიერდა. სიბნელეში 3309-ის ფესვებიდან C ვიტამინის გამოყოფას განსაკუთრებით აძლიერებს საკვებ არეში B_1 ვიტამინის შეტანა. საკვებ არეში B_1 ვიტამინი შევიტანეთ ამპულებიდან 10

ლიტრ საკვებ ხსნარზე 500 მგ-ის რაოდენობით. B₁ ვიტამინი და სინათლის პირობები ფესვებში C ვიტამინის შემცველობაზე გავლენას არ ახდენს. როგორც კალიუმის ნიტრატის, ისე ნატრიუმისა და კალციუმის ნიტრატის გამოყენების შემთხვევაში B₁ და B₂ ვიტამინი ორივე ჯიშის ვაზის ფესვებიდან სიბნელეში უფრო ინტენსიურად გამოიყოფა. ფესვებში B₁ და B₂ ვიტამინის შემცველობა სინათლის პირობებში უფრო მეტია, ვიდრე სიბნელეში. ეს აიხსნება აღნიშნული ვიტამინების სიბნელეში ინტენსიური გამოყოფით.

ცხრილი 53

აზოტის ფორმების გავლენა ვაზში ვიტამინების შემცველობაზე მგ. %-ობით

ვიტამინი	ჯიშის	აზოტის ფორმა	ფესვი		
			ფოთლო	ღერო	ფესვი
C	3309	NH ₄	55,9	71,1	28,9
	3309	NO ₃	88,7	57,8	28,8
	5 ბბ	NH ₄	71,2	50,1	28,9
	5 ბბ	NO ₃	57,6	65,4	28,8
B ₁	3309	NH ₄	0,650	0,620	0,306
	3309	NO ₃	0,637	0,620	0,324
	5 ბბ	NH ₄	0,700	0,657	0,339
	5 ბბ	NO ₃	0,657	0,657	0,318
B ₂	3309	NH ₄	0,600	0,40	0,200
	3309	N-O ₃	0,500	0,560	0,310
	5 ბბ	NH ₄	0,540	—	0,240
	5 ბბ	NO ₃	0,640	0,520	0,330

ცხრილი 54

ვაზის ფესვებიდან ვიტამინების გამოყოფა (მგ. %-ით)

ვიტამინი	ჯიშის	აზოტის ფორმა	საკონტროლო	პირდაპირი ღენით	შებრუნებულ ღენით
C	3309	NH ₄	10,1	8,0	9,0
	3309	NO ₃	8,0	9,0	9,0
	5 ბბ	NH ₄	6,4	6,8	6,0
	5 ბბ	NO ₃	4,0	3,7	2,4
B ₁	3309	NH ₄	0,08	0,08	0,05
	3309	N-O ₃	0,05	0,08	0,04
	5 ბბ	NH ₄	0,03	0,05	0,03
	5 ბბ	NO ₃	0,02	0,03	0,02
B ₂	3309	NH ₄	0,01	0,01	0,02
	3309	NO ₃	0,01	0,02	0,02
	5 ბბ	NH ₄	0,01	0,01	0,01

აერაციისა და ელექტროდენის გავლენა ვაზის ფესვებიდან ვიტამინების გამოყოფაზე (მგ. %)

ჯიშო	ცდის პირობები	საკონტროლო			პირდაპირი დენის±			შებრუნებული დენის±		
		C	B ₁	B ₂	C	B ₁	B ₂	C	B ₁	B ₂
33C9	აერობული	57,71	0,010	0,024	37,88	0,010	0,028	31,31	0,032	0,040
33C9	ანაერობული	37,88	0,007	0,024	31,31	0,008	0,028	27,96	0,032	0,030
5 ბბ	აერობული	41,22	0,011	0,024	48,68	0,008	0,028	31,31	0,035	0,040
"	ანაერობული	37,88	0,008	0,028	34,55	0,007	0,028	54,56	0,037	0,035

საკვები მარილებისა და სინათლის გავლენა ფესვებიდან ვიტამინების გამოყოფაზე

ვიტამინი	ჯიშო	ვარიანტი	ფესვებიდან გამოყოფილი ვიტამინების რაოდენობა მგ-%-ობით				ვიტამინ. შემცველობა ფესვში მგ-%-ობით
			Ca(NO ₃) ₂	NaNO ₃	KNO ₃	+B ₁	
C	5 ბბ	სინათლე	26,0	18,7	29,0	21,2	35,8
	"	სიბნელე	41,3	38,4	29,8	41,3	35,8
	3309	სინათლე	22,4	19,8	22,4	27,6	35,8
	"	სიბნელე	59,0	51,4	45,5	70,6	35,8
B ₁	5 ბბ	სინათლე	0,187	0,200	0,193	-12,5	3,31
	"	სიბნელე	0,118	0,326	0,307	-87,5	2,75
	33C9	სინათლე	0,192	0,211	0,205	-6,3	2,25
	"	სიბნელე	0,483	0,485	0,485	-7,0	2,06
B ₂	5 ბბ	სინათლე	0,066	0,072	0,056	0,066	0,300
	"	სიბნელე	0,105	0,115	0,105	0,056	0,280
	3309	სინათლე	0,070	0,070	0,076	0,064	0,290
	"	სიბნელე	0,161	0,161	0,191	0,147	0,280
PP	5 ბბ	სინათლე	1,15	1,51	0,78	1,50	0,126
	"	სიბნელე	1,16	1,25	1,56	1,94	0,123
	3309	სინათლე	1,38	2,01	1,35	1,01	0,112
	"	სიბნელე	3,04	3,29	2,22	2,92	0,191

სხვა ვიტამინების მსგავსად, სიბნელეში ფესვებიდან ნიკოტინის მჟავას (PP) გამოყოფა, განსაკუთრებით 3309-ის ფესვებიდან, მნიშვნელოვნად ძლიერდება. ამასთან დაკავშირებით PP ვიტამინი სინათლეზე გაზრდილი მცენარეების ფესვებში უფრო მეტია, ვიდრე სიბ-

ნელეში გაზრდილსა. 5 ბბ-ს ფესვებიდან სინათლეზე C ვიტამინის მაქსიმალური რაოდენობა KNO_3 -ის ფონზე გამოიყოფა, ხოლო სიბნელეში $Ca(NO_3)_2$ -ის ფონზე. სინათლეზე Ca-ის და K-ის ნიტრატის ფონზე 3309-ის ფესვებიდან C ვიტამინი თანაბარი რაოდენობით გამოიყოფა, ხოლო სიბნელეში იგი მაქსიმალური რაოდენობით Ca-ის ნიტრატის ფონზეა შენიშნული. ფესვებიდან B_1 და B_2 ვიტამინის მაქსიმალური რაოდენობით გამოიყოფა როგორც სიბნელეში, ისე სინათლეზე ნატრიუმისა და კალიუმის ნიტრატის ფონზეა აღნიშნული. სინათლეზე 5 ბბ-ეს ფესვებიდან PP — ვიტამინი მაქსიმალური რაოდენობით $NaNO_3$ -ის ფონზე გამოიყოფა, ხოლო სიბნელეში KNO_3 -ის ფონზე. 3309-ის ფესვებიდან როგორც სიბნელეში, ისე სინათლეზე PP ვიტამინი მაქსიმალური რაოდენობით $NaNO_3$ -ის ფონზე გამოიყოფა. კნოპის საკვებ ხსნარში დამატებულ B_1 ვიტამინს ორივე ჯიშის ვაზის ფესვები მნიშვნელოვანი რაოდენობით ითვისებს. 5 ბბ-ს ფესვები უფრო ინტენსიურად ნთქავს B_1 ვიტამინს, ვიდრე 3309-ის ფესვები. სიბნელეში მოთავსებული ორივე ჯიშის ვაზის ფესვები უფრო ინტენსიურად ნთქავს B_1 ვიტამინს, ვიდრე სინათლეზე მოთავსებული. მიუხედავად ამისა, სინათლეზე მცენარის ფესვებში უფრო მეტი B_1 ვიტამინი აღმოჩნდა. ეს ფაქტი იმით აიხსნება, რომ სინათლეზე მცენარეს შესაძლებლობა აქვს B_1 ვიტამინის სინთეზისა და ფესვებიდან მისი დესორბციის შეკავებისა.

ცხრილი 57

ნიშანდებული B_1 ვიტამინის აღსორბციის დინამიკა 1 მლ. ტირილის წვენის აქტივობა იმპ/წ

ჯიშის	7—IV	8—IV	9—IV	10—IV	11—IV	12—IV	13—IV	14—IV	15—IV
ალოტე									
5 ბბ-ზე	486	1135	450	395	180	325	535	890	1170
5 ბბ	0	50	0	15	40	225	245	120	100
3309	50	150	0	15	200	315	295	240	130

იზოტოპური კვლევის მეთოდით ჩატარებულმა ჩვენმა შემდგომმა გამოკვლევებმა დაადასტურა, რომ ვაზის ფესვები სუბსტრატებიდან ვიტამინებს ნთქავს და უკანვე გამოყოფს გარემო არეში. რადიოაქტიური B_1 ვიტამინი მცენარეებს მივაწოდეთ 5 აპრილს, ვაზის ტირილის ფაზაში, თითოეულს $1mCi$ -ის რაოდენობით. მოწმდებოდა ვიტამინის შთანთქმის ინტენსივობა ვაზის ტირილის დროს გამოყოფილი წვენის აქტივობის განსაზღვრით. 57-ე ცხრილში მოცემულია

ვაზის ფესვებიდან რადიოაქტიული B₁ ვიტამინის გამოყოფის დინამიკა იმპ/წ.
100 მლ საკვებ ხსნარზე

ჯიშო	18.IV	19.IV	20.IV	21.IV	22.IV	23.IV	24.IV	საშ.
ალიგოტე								
5 ბბ-ზე	20480	20588	15400	20521	20308	17796	19052	19169
5 ბბ	31744	22088	24976	27980	25712	28436	22336	26181
33C9	27648	20580	25712	27004	25744	28384	23376	25492

1 მლ ტირილის წვენი აქტივობა. ეს გვაჩვენებს B₁ ვიტამინის მოახლოების დინამიკას. ცხრილიდან ჩანს, რომ 5 ბბ-ზე უაქტიურობილი ალიგოტე ვიტამინის ყველაზე ინტენსიური შთანთქმით ხასიათდება. 3309, 5 ბბ-სთან შედარებით, B₁ ვიტამინს უფრო მეტი ინტენსივობით ნთქავს. ვაზის ტირილის დროს გამოყოფილი წვენი აქტივობა დინამიკაში მნიშვნელოვნად მერყეობს. ეს მიუთითებს ფესვის მშთანთქავი უნარის, აგრეთვე მასში მიმდინარე ფიზიოლოგიური და ბიოლოგიური პროცესების პერიოდულ ცვლილებაზე.

58-ე ცხრილში მოცემულია ცნობები ფესვებიდან რადიოაქტიური ვიტამინის გამოყოფის დინამიკის შესახებ. ცხრილიდან ჩანს, რომ სამივე ჯიშის ვაზის ფესვებიდან რადიოაქტიური B₁ ვიტამინის გამოყოფა ინტენსიურად მიმდინარეობს. ყველაზე მცირე რაოდენობით B₁ ვიტამინი 5 ბბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს ფესვებიდან გამოიყოფა. 5 ბბ უფრო მეტი რაოდენობით გამოყოფს B₁ ვიტამინს. ვიღრე 3309. რადიოაქტიური ვიტამინიც არ გამოიყოფა თანაბრად და მნიშვნელოვნად მერყეობს. აღნიშნული გარემოების მიზეზი გამოყოფილი ვიტამინის უკანვე შთანთქმვა, ან კიდევ თვით ფესვების მიერ B₁ ვიტამინის შეკავების უნარის პერიოდული ცვლილება.

ცდები რადიოაქტიური B₁ ვიტამინის გამოყენებით, ყლორტების ინტენსიური ზრდის ფაზაში, — ზაფხულშიც ჩატარდა. რადიოაქტიური ვიტამინი მცენარეებში 9 ივნისს შევიტანეთ. B₁ ვიტამინის შეთვისების ინტენსივობა მოწმდებოდა ვაზის სხვადასხვა ორგანოს აქტივობის განსაზღვრით.

მცენარის ორგანოებში რადიოაქტიური ვიტამინის განაწილების სურათი 59-ე ცხრილშია მოცემული. ცხრილიდან ჩანს, რომ ფესვების მიერ აღსორბირებული რადიოაქტიური B₁ ვიტამინი მიწის ზედა ნაწილებისაკენ მიემართება და, გარკვეული კანონზომიერებით, ღეროსა და სხვადასხვა ზონის ფოთლებში ნაწილდება. სამივე ჯი-

ვაზის ფესვის მიერ რადიოაქტიური B₁ ვიტამინის შთანთქმა და მისი განაწილება მცენარის ორგანოებში იმპ/წ 100 მგ ნედლ წონაზე

№№	ალიგოტე 5 ბბ-ზე			5 ბბ			3309		
	ფოთ- ლები	ღერო	ფესვი	ფოთ- ლები	ღერო	ფესვი	ფოთ- ლები	ღერო	ფესვი
1	1295	80	შემწოვი	820	0	შემწოვი	445	170	შემწოვი
2	1185	160	8862	1450	0	7527	640	210	6740
3	1350	50	გამტარი	1550	10	გამტარი	870	190	გამტარი
4	1280	105	5296	1515	0	2516	985	270	6208
5	1125	200		1850	0		1135	215	
6	1325	205		1670	5		1150	440	
7	585	50		1675	0		445	250	
8	830			1800	0		610	265	
9				420	40				

შის ვაზის ფოთლებში უფრო მეტი B₁ ვიტამინი გროვდება, ვიდრე ღეროში. 5 ბბ-ს ფოთლებში B₁ ვიტამინი ყველაზე მეტი რაოდენობითაა, ხოლო ღეროში მას ვიტამინი თითქმის არ უგროვდება. ღეროში B₁ ვიტამინი ყველაზე ინტენსიურად 3309-ს უგროვდება. საერთოდ რადიოაქტიური B₁ ვიტამინი წვრილ შემწოვ ფესვებში უფრო ინტენსიურად გროვდება, ვიდრე მსხვილ გამტარ ფესვებში.

ბოლო ხანებში დადგენილი იყო ვაზის ფესვებიდან რთული შაქრების, ე. წ. პოლიოზების, გამოყოფის ფაქტი. ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში იაპონიიდან შემოტანილი ბალახოვანი მცენარე Polygonium nuda იზრდება. ამ მცენარის საპაერო ფესვებზე აკად. ლ. ჭაფარიძემ კოლოიდური ბუნების წყლის პატარა პარკები შეამჩნია. ტრაუბეს სტალაგმომეტრით განვსაზღვრეთ ამ წვეთების სიბლანტე. იგი ძლიერ მაღალი აღმოჩნდა. მაღალი იყო აგრეთვე აღნიშნული ხსნარის ელექტროგამტარობა. შემდგომ გამოირკვა, რომ ფესვებზე მოხვედრილ წყალს კოლოიდურ თვისებებს ფესვთა სისტემიდან გამოყოფილი პექტინოვანი ნივთიერებები ანიჭებს. ამ ფაქტმა გვაფიქრებინა ვაზის ფესვებიდან პექტინოვან ნივთიერებათა გამოყოფა შეგვემოწმებია. დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ ხელის უბრალო შეხებითაც კი, ზრდის პროცესში მყოფი ცხოველმოქმედი ფესვის მოსრიალე ზედაპირი იგრძნობა. საკმარისია ამგვარი ფესვი რამდენიმე ხნით წყალში მოვათავსოთ, რომ გამოყოფილმა პექტინოვანმა ნივთიერებებმა შეკრას წყალი და მას კოლოიდური ბუნება მიანიჭოს.

ვაზის ფესვთა სისტემიდან გამოყოფილი პექტინოვანი ნივთიერებები წყლის რეჟიმში გარკვეულ როლს უნდა ასრულებდეს. კერძოდ, მშრალ, გვალვიან პირობებში ეს ნივთიერებები ფესვს გამოშრობისაგან იცავს, აფერხებს აგრეთვე წყლის შემდგომ მოძრაობას, ფოთლებში ასვლას და იქიდან, ტრანსპირაციის გზით, უსარგებლოდ დაკარგვას. მაშასადამე, პექტინოვანი ნივთიერებები არეგულირებს ტრანსპირაციას და წყლის დეფიციტის დროს ამცირებს მის უსარგებლო ხარჯვას. ამით მცენარე გამოშრობისაგან არის დაცული. გარდა ამისა, ფესვთა სისტემიდან გამოყოფილი ნივთიერებები მოზარდი ფესვის „თვითდაზეთვას“ აწარმოებს. ამ საშუალებით მოზარდი ფესვი მოსრიალე ზედაპირს იძენს. ამით მცირდება ნიადაგის ნაწილაკებზე წარმოშობილი წინააღმდეგობა ხახუნზე. აღნიშნული ხელს უწყობს ფესვის ზრდას და ნიადაგის მკვრივ ნაწილაკებს შორის მის მოძრაობას.

ლორწოსებრი ნივთიერებების გამოყოფა შემჩნეულია სხვადასხვა სახეობის ბალახოვანი მცენარეების ფესვებიდანაც.

გამოკვლევა ვაზის პექტინოვანი ნივთიერებების შესახებ ო. ხაჩიძემ ჩაატარა. მან დაადგინა, რომ ვაზის ფესვი ვეგეტაციის დასაწყისში პექტინოვან ნივთიერებათა მცირე რაოდენობას შეიცავს. ფესვში მათი შემცველობის მაქსიმუმი ყვავილობის პერიოდშია. შემდეგ ფაზებში პექტინოვან ნივთიერებათა რაოდენობა თანდათანობით მცირდება. ყველაზე მეტ პექტინოვან ნივთიერებებს თელავში აღებული ფესვი შეიცავდა (7—8%), შემდეგ ზესტაფონში (4—7%), მათი ძალიან მცირე რაოდენობა გუდაუთში აღებულ ფესვის ნიმუშებში აღმოჩნდა (2—3%). ფესვებში პექტინოვან ნივთიერებათა შემცველობის ამგვარი ცვალებადობა აღნიშნულ პუნქტებში წყლის რეჟიმის თავისებურებასთანაა დაკავშირებული. ყველაზე მშრალი პირობები თელავშია, ზესტაფონში ნალექების რაოდენობა უფრო მეტია; ხოლო გუდაუთი ჰარბი ნალექების რაიონია. რაც უფრო მცირეა ნიადაგში წყალი მით უფრო მეტი რაოდენობით წარმოიქმნება პექტინოვანი ნივთიერებანი მცენარეში.

შაქრის ჰარხლის წყლით ოპტიმალურად მომარაგების დროს გაცილებით უფრო ნაკლებად წარმოიქმნება პექტინოვანი ნივთიერებანი, ვიდრე წყლის დეფიციტის შემთხვევაში. გვალვა მცენარეში მნიშვნელოვნად ზრდის პექტინოვან ნივთიერებათა ბიოსინთეზს.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნული, მცენარის წყლის რეჟიმში პექტინოვან ნივთიერებათა მნიშვნელოვან როლზე მიუთითებს. ვაზის ფესვებიდან ლორწოსებრი პექტინოვანი ნივთიერებების გამოყოფა მეტად საინტერესო მოვლენაა. ფესვური კვების ფიზიოლოგიის შეს-

წავლასთან დაკავშირებით, საჭიროა მისი უფრო დეტალურად შესწავლა.

გარდა პექტინოვანი, ლორწოსებრი ნივთიერებებისა, შემჩნეულია ვაზის ფესვებიდან მთრიმლავი ნივთიერებების გამოყოფაც, ვაზსა და ღვინოში არსებული მთრიმლავი ნივთიერებანი და ანტოციანები დეტალურად შესწავლილი აქვს ს. ღურმიშიძეს. მისი გამოკვლევიდან ჩანს, რომ ნაყოფების შემდეგ, მთრიმლავი ნივთიერებების ყველაზე დიდ რაოდენობას ფესვები შეიცავს. მოსვენების პერიოდისა და დაწყებული. ფესვებში მთრიმლავი ნივთიერებების რაოდენობა თანდათანობით მატულობს, მაქსიმუმს ყვავილობის დასაწყისში აღწევს, ისვრილობის ფაზაში მკვეთრად ეცემა, ხოლო შემდეგ კვებულების ბოლომდე, თანდათანობით კიდევ უფრო მცირდება. საინტერესოა აღინიშნოს, რომ კატეხინების, ფლავონოლებისა და ფლავონონების ტიპის მთრიმლავი და საღებავი ნივთიერებები ფიზიოლოგიური თვალსაზრისით P ვიტამინის მსგავსი აქტივობით ხასიათდება.

ს. ღურმიშიძის მიხედვით ვაზში მთრიმლავი ნივთიერებებისა და ანტოციანების სინთეზი, ფოტოსინთეზთან არ არის დაკავშირებული. ყველა ორგანოში მთრიმლავ ნივთიერებათა ბიოსინთეზი პექტინოზების ვარდაქმნას უკავშირდება და შემდეგი სქემით მიმდინარეობს: შაქრები — მეზონოზიტი — ფლორგლუცინი — ტანიდი. მცენარეში მთრიმლავ ნივთიერებათა მეტაბოლიზმი მკიდროდ უკავშირდება სუნთქვის პროცესს. მთრიმლავი ნივთიერებები დაქანავის გზით გარდაიქმნება ტანიდურ და არატანიდურ ნივთიერებათა ტიპებად. დადგენილია, რომ ტუტეში ხსნადი ტანიდები წყალში ხსნად ტანიდებთან შედარებით, ფიზიოლოგიურად უფრო აქტიური ნაერთებია. მთრიმლავი ნივთიერებები და ანტოციანები მეტად მნიშვნელოვან მონაწილეობას ლებულობენ ორგანიზმში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის პროცესში.

ვაზის ფესვებიდან მთრიმლავი ნივთიერებების გამოყოფა საკუთარ ძირზე აღზრდილ რქაწითელზე იყო შემჩნეული. მათ განსასაზღვრავად გამოყენებულ იქნა ლოვენტალის მეთოდი. დაკვირვებამ გვაჩვენა, რომ სინათლეზე გადგმული ვაზის ფესვები უფრო მეტ მთრიმლავ ნივთიერებებს გამოყოფს, ვიდრე სიბნელეში მოთავსებული. 1 გ ფესვი სინათლეზე, საშუალოდ, 5,5 მგ მთრიმლავ ნივთიერებებს გამოყოფს, ხოლო სიბნელეში—3,7 მგ-ს. სინათლეზე დადგმულ ფესვებზე, უმთავრესად მერისტემულ და ფიზიოლოგიურად უფრო აქტიურ პიკემენტურ ზონაში, გამოყოფილი მთრიმლავი ნივთიერებები შავ აპკს ქმნის. ხელის უბრალო შეხებით აპკი ადვილ-

ლად სცილდება ფესვს, რომლის ქვეშ მომწვანო-მოყვითალო და თეთრი ფერის ფესვის ცოცხალი ქსოვილები ჩანს. როგორც ქვემოთ დავინახავთ, ფესვის ქლოროფილის და სხვა სახის პიგმენტების სინთეზი სიბნელეში მიმდინარეობს, სინათლის მალაღ ინტენსივობას ვერ უძლებს და იშლება. ამიტომ ფესვიდან გამოყოფილი და ფესვზედვე შემოხვეული მთრიმლავი ნივთიერებების მოშავო აკი სინათლის საწინააღმდეგო თავდაცვით რეაქციას წარმოადგენს. ვაზის სხვადასხვა ჯიშის ფესვთა სისტემიდან ორგანული მკვებების გამოყოფას, ფესვის პიგმენტების ფიზიოლოგიური როლის განხილვის დროს შევხებით.

ფესვური გამონაყოფების გამოსაკვლევად იყენებენ აგრეთვე ა. დუბროვის (1971) მიერ დამუშავებულ სპექტროფოტომეტრულ მეთოდს. ვაზის ფესვებიდან გამოყოფილი სხვადასხვა ნივთიერების აღსარიცხად გამოყენებული იყო ინგლისური სპექტროფოტომეტრი Unicam SP — 800. ამ ხელსაწყოსათვის დამახასიათებელია შთანთქმის ფართე სპექტრი. იგი ავტომატურად იღებს შთანთქმის სპექტრებს ელტრაიისფერ უბნიდან ინფრაწითელ უბნამდე (180--700 MMK). მიღებულ სპექტრებზე გამოკვლავნდა შთანთქმის რამდენიმე მაქსიმუმი 185, 220, 225 და 600 MMK-ზე შთანთქმის ასეთი სპექტრი ამინომკვებებისათვის და პოლიპეპტიდებისთვისაა დამახასიათებელი. ამგვარად გამოვლინდა, რომ ცხოველქმედი ვაზის ფესვები (რქაწითელი, 5 ბბ და 3309) გარემო არეში ამინომკვებებს და პოლიპეპტიდებსაც გამოყოფენ.

ფიტონცენოზში მცენარეთა ურთიერთობის შესწავლისათვის სხვა სახის გამონაყოფებთან ერთად, ფიტონციდური ბუნების აქროლად გამონაყოფთა გამოკვლევა დიდ ინტერესს წარმოადგენს. ფიტონციდები მონაწილეობენ აგრეთვე სხვადასხვა სახეობის მიკროორგანიზმთა და უმაღლეს მწვანე მცენარეთა ურთიერთობაშიც.

ფიტონციდური ბუნების გამონაყოფთა შესწავლისათვის ზოთუასი ტენიან სუბტროპიკულ ბაღში შემდეგი მცენარეები შეირჩა: ლიმონის ეკალიპტი, გიგანტური ეკალიპტი, მაკარტურის ეკალიპტი, ფორთოხალი, ლიმონი, მანდარინი, ჩაი, წყავი და ვაზი — იზაბელა. ფიტონციდიანობის შესწავლის გარდა, რომელიც ტოკინის მეთოდით ისაზღვრებოდა, გამოკვლევა ჩატარდა აგრეთვე ფოთლებზე დასახელებული ეპიფიტური მიკროორგანიზმებისა და მიკროორგანიზმთა საერთო რაოდენობის გასარკვევად.

ზემოთ აღნიშნული მცენარეთა ფიტონციდიანობა სხვა მკვლევართა მიერაცაა შესწავლილი. გამოკვლევა, რომელიც ბათუმის ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში ჩატარდა, მიზნად ისახავდა ფოთ-

ლები ფიტონციდიანობასა და მათზე დასახლებული მიკროორგანიზმთა განვითარების ინტენსივობას შორის კორელაციის დადგენას.

ეპიფიტური მიკროორგანიზმების ზრდა-განვითარების, მათი ფიზიოლოგიის და მცენარესთან ურთიერთ კავშირის შესწავლა გაკვეთილ ინტერესს წარმოადგენს არა მარტო თეორიული, არამედ პრაქტიკული თვალსაზრისითაც. ამ საკითხს დიდი მნიშვნელობა აქვს. ეპიფიტურ მიკროორგანიზმებს, როგორც მწვანე მცენარის სიმბიონტებს, ლენინგრადელი მიკრობიოლოგები სწავლობენ. დადგენილია რომ აღნიშნული მიკროორგანიზმები არ იჭრებიან მცენარის ქსოვილებში და პარაზიტებს არ წარმოადგენენ. ისინი იკვებებიან იმ გამოჩედილობით, რომელსაც გამოყოფს ფოთოლი ან ჭეხილობა ცხოველქველების პროცესში. გარდა ამისა უნდა ვივარაუდოთ, რომ მათ დამოუკიდებელი ავტოტროფული კვების უნარიც გააჩნიათ. საქმე იმაშია, რომ მიწის ზედა ნაწილებიდან სუფთა კულტურაში გამოყოფილი ეპიფიტურ მიკროორგანიზმთა კოლონიები სხვადასხვა სახის პიგმენტებს შეიცავენ, ხოლო ფესვებიდან გამოყოფილი ეპიფიტურ მიკროორგანიზმებს პიგმენტები არ გააჩნიათ.

აღნიშნული ფაქტი იმაზედ მიუთითებს, რომ ეპიფიტური მიკროორგანიზმები სინათლის ფაქტორის მიმართ ინერტულნი არ არიან. (ფოტორედუქცია). გარდა ამისა ფოთლებზე დასახლებულ ეპიფიტურ მიკროორგანიზმთა შორის ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციის უნარის მქონე მიკროორგანიზმებიც არსებობს. სწორედ ამით აიხსნება ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში მცენარეთა ინტენსიური ზრდა. მცენარის ინტენსიური ზრდას მარტო წყლის სიუხვე არ უზარუნველყოფს. ამისათვის აზოტის მნიშვნელოვანი რაოდენობაცაა საჭირო. ტენიანი სუბტროპიკული ზონის ნიადაგებში მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი აზოტი მცირე რაოდენობითაა. ნიადაგში მცხოვრები აზოტოფიქსატორებიც ვერ უზრუნველყოფენ მცენარეთა მოთხოვნილებას ამ ელემენტზე. მაშ საიდან ლებულობს მცენარე ცილას სინთეზისათვის, ე. ი. ზრდისათვის აზოტს? აზოტის დამატებითი წყარო ეპიფიტურ მიკროორგანიზმებს შორის უნდა ვეძიოთ ამიტომ ეპიფიტური მიკროორგანიზმებიდან აზოტოფიქსატორების გამოვლინებას, სუფთა კულტურაში გამოყოფას და მათ ბიოლოგიურ თავისებურებათა შესწავლას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. ამ გზით ჩვენ შეგვეძლება, ბაქტერიზაციის ჩატარების საშუალებით, მცენარის აზოტით კვების პროცესი ვარეგულიროდ და მივალწიოთ ბიომასის ზრდის სასურველ ეფექტს. ასეთი ტიპის გამოკვლევა მცენარის სიმბიოზური კვების პრობლემას ეხება და იგი უნ-

და ჩატარდეს ფიზიოლოგთა და ნიკრობიოლოგთა ერთობლივი მუშაობით.

სიმბიოზური კვების შესწავლის მიმართულებით ჩატარებულმა გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ მცენარეში (ვაშში) შეყვანილი რადიოაქტიური B_1 ვიტამინი და რადიოაქტიური ფოსფორი გამოიყოფა ფესვიდან და ფოთლებიდან. ამ გამოყოფილ ნივთიერებებს ეპიფიტური მიკროორგანიზმები ითვისებენ. მეორე ცდა მიზნად ისახავდა მწვანე მცენარის მიერ ეპიფიტურ მიკროორგანიზმებიდან გამოყოფილ ნივთიერებათა გამოყენების შესაძლებლობის დადგენას. ამ მიზნით B_1 ვიტამინით ნიშანდებული ეპიფიტთა რადიოაქტიული კოლონიები დასახლებული იყო ფოთლებზე. გამოირკვა, რომ რადიოაქტიული B_1 ვიტამინით დანიშნული ეპიფიტური მიკროორგანიზმები გადასცემენ თავიანთ აქტივობას ფოთლებს, ე. ი. მიკროორგანიზმთა მიერ გამოყოფილი ვიტამინი შთაინთქმება ფოთლების მიერ. ამგვარად კვლევის იზოტოპურმა მეთოდმა გამოავლინა, რომ მწვანე მცენარესა და ეპიფიტურ მიკროორგანიზმთა შორის არსებობს ნივთიერებათა გარკვეული ცვლა, რომელიც ამ ორგანიზმთა სიმბიოზური კვების და თანაარსებობის საფუძველს წარმოადგენს.

მცენარე აქროლადი სახის ფიტონციდური ბუნების გამონაყოფთა საშუალებით არეგულირებს მასზე დასახლებულ მიკროორგანიზმთა განვითარების ინტენსივობას. ამასთან დაკავშირებით გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენდა დადგენილიყო კავშირი ფიტონციდიანობის ინტენსივობასა და მცენარეზე დასახლებულ მიკროორგანიზმთა რაოდენობას შორის. ამ მიზნით ფიტონციდიანობის შესწავლის გარდა, გამოკვლევა ჩატარდა მიკროორგანიზმთა საერთო რაოდენობისა და ეპიფიტურ მიკროორგანიზმთა რაოდენობის გასარკვევად. მიკროორგანიზმების საერთო რაოდენობა ხორცპეტონიან აგარზე გამოყოფთ, ხოლო ეპიფიტური მიკროორგანიზმების რაოდენობა კომბოსტოს აგარის გამოყენებით შეისწავლება. მიკროორგანიზმთა რაოდენობის დადგენა წარმოებს მიკრობიოლოგიურ კვლევაში მიღებული განზავეების მეთოდით.

ექსპერიმენტული ნაწილის განხილვამდე შევჩერდებით ზოგიერთი ევკალიპტის ბიოლოგიურ და ბიოქიმიურ დახასიათებაზე. აღნიშნული სახეობის მცენარეები ფიტონციდური თვალსაზრისით საინტერესო ობიექტს წარმოადგენს და მედიცინაშიც ფართო გამოყენებას პოულობს.

ევკალიპტი ციტრეადორა (ლიმონის ევკალიპტი) ტროპიკული ზონის მცენარეს წარმოადგენს. ზამთარში ბათუმის სუბტროპიკულ

ზონაში მისი სათბურში შეტანაა საჭირო, რადგან დაბალ ტემპერატურას ვერ უძლებს. ეთერზეთების საერთო გამოსავლიანობა 0,8—1,8%-მდეა. ეთერზეთების მთავარი შემადგენელი ნაწილია (80—90%) ალდეჰიდი ციტრონელალი. ციტრონელალს მაღალი ბაქტერიოციდული მოქმედება ახასიათებს. ამ სახეობის ევკალიპტის ეთერზეთებში გვხვდება აგრეთვე გერანიოლი და არომადენდრალი. ფოთლები ვიტამინ C-ს დიდი რაოდენობით შეიცავს, ხოლო კაროტინოიდები მცირე რაოდენობითაა.

გიგანტური ევკალიპტის სამშობლოა ავსტრალია. იგი აღწევს 95 მ-ის სიმაღლეს, იძლევა კარგ საშენ მასალას, უძლებს 8—9° ცინვას. ყვავილობს ივლის-აგვისტოში. ეთერზეთების შემცველობის მაქსიმუმი აგვისტოშია, ხოლო მინიმალური რაოდენობა მარტში და ნოემბერში. ეთერზეთების გამოსავლიანობა მერყეობს 0,37%—1,72%-მდე. ალდეჰიდების საერთო რაოდენობა 20%-ს აღწევს. ახალგაზრდა ყლორტების და ფოთლების ზრდა იწვევს ძველ ფოთლებში ეთერზეთების შემცირებას. ეთერზეთებში ყველას სქარბობს არომადენდრალი. ფოთლებში ტანიდები მცირე რაოდენობითაა, მცირეა აგრეთვე ქლოროფილი. დიდი რაოდენობითაა ვიტამინი C, კაროტინიც ბევრია. ამ ევკალიპტს აორთქლების ძალა დაბალი აქვს (210 გ 1 მ²-ზე 24 საათში). აღნიშნული შესაძლოა იმით იყოს გამოწვეული, რომ გიგანტურ ევკალიპტს შედარებით სუსტი ფესვები აქვს, რომლებიც მალე ლებინან.

ევკალიპტი მაკარტურის ავსტრალიიდანაა. უძლებს 12°-მდე ცინვას. ყვავილობს ივნის-ივლისში. ეთერზეთების გამოსავლიანობა 0,64%-ია. ტანიდები 5,6%-დან 11,9%-მდეა. ბევრია აზოტი და მაღალია ნაცრიანობა, ქლოროფილის შემცველობა 0,2%-მდეა. კაროტინი 153 გამაა, ვიტამინი C 235. მაღალი აქვს წყლის აორთქლების უნარი 1040 გ 1 მ²-ზე დღე-ღამეში. ეთერზეთების მთავარი კომპონენტი (50—70%) გერანილ-აცეტატი, რომლის ბაქტერიოციდული ძალა თითქმის ნულს უდრის. 2% გერანიოლია და 16% ევდესმოლი. მაკარტურის საპარფუმერიო ღირებულებას განსაზღვრავს გერანილ-აცეტატი. მაკარტურის ეთერზეთები არ შეიცავენ ცინეოლს, ხოლო დანარჩენი თითქმის ყველა სახეობის ევკალიპტში ცინეოლი ყოველთვის გვხვდება. ცინეოლით განსაკუთრებით მდიდარია (30%) ევკალიპტი სმიტის ზეთები. უცვლელი სახით მაკარტურის ეთერზეთი სუსტი ანტისეპტიკია. გასაპნის რეაქციის შემდეგ კი თავისუფალი სახის გერანიოლის წარმოქმნის გამო იგი ღებულობს მაღალ ბაქტერიოციდულ თვისებებს. გერანიოლი წარმოადგენს ტერპენო-

ვან ალიფატურ პირველად ალკოჰოლს. გერანიოლი ბაქტერიოციდულ თვისებებთან ერთად თრგუნავს სოკოვანი ფლორის განვითარებას. 0.04% კონცენტრაციის ხმარების შემთხვევაში ობის სოკოების განვითარება ნივთიანად გამორიცხულია.

ეთერზეთების გამოსავლიანობის შემცირება და მასში ძვირფასი კომპონენტის გერანილ-აცეტატის შემცირება ფოთლების ასაკის ზრატე-ბასთან ერთად მცირდება. პარალელურად მატულობს მშრალი ნივთიერების რაოდენობა.

ეპიფიტების, მიკროორგანიზმთა საერთო რაოდენობის და ფიტონციდიანობის განსაზღვრამ გვიჩვენა, რომ ყველაზე დიდი რაოდენობით ეპიფიტური მიკროორგანიზმები მაკარტურის ევკალიპტზე დასახლებული, ხოლო საერთო რაოდენობა მიკროორგანიზმებისა კი მეტად მცირეა. 24 ეპიფიტურ მიკროორგანიზმზე მოდის 1 მიკროორგანიზმი განვითარებული ხორცკეპტონიან აგარზე. სხვა ევკალიპტებთან შედარებით ამ სახეობის ევკალიპტს დაბალი აქვს ფიტონციდიანობა. ფიტონციდური ბუნების ნივთიერებათა გამოყოფა ყველაზე ინტენსიურად ლიმონის ევკალიპტის ფოთლებიდან წარმოებს. ამ ევკალიპტის ფოთლებზე ეპიფიტთა რაოდენობა უფრო მცირეა ვიდრე ხმა-ზე განვითარებული მიკროორგანიზმთა რაოდენობა. მათი შეფარდება უდრის 1:3. იგივე ითქმის გიგანტურ ევკალიპტზე, რომელსაც ფიტონციდიანობა შედარებით ლიმონის ევკალიპტთან უფრო მცირე აქვს.

სხვა მცენარეებიდან მაღალი ფიტონციდიანობით და ეპიფიტურ მიკროორგანიზმთა ინტენსიური განვითარებით წყავი გამოირჩევა. ამ მცენარის ფოთლებზე 11 ეპიფიტურ მიკროორგანიზმზე მოდის ხმა-ზე განვითარებული მხოლოდ ერთი მიკროორგანიზმი. ასეთივე მაღალი ფიტონციდიანობით ხასიათდება იზაბელას ჯიშის ვაზი. ამ მცენარის ფოთლებზე შებრუნებითი სურათია. კერძოდ ხმა-ზე განვითარებული მიკროორგანიზმების რაოდენობა ბევრად აღემატება ეპიფიტურ მიკროფლორას. შეფარდება უდრის 1:48. გამოკვლეული მცენარეებიდან ყველაზე დაბალი ფიტონციდიანობა მანდარინს და ლიმონს აღმოაჩინდა, ჩაის კი შუალედი ადგილი უკავია. ცხრილში მოყვანილი მასალებიდან არ ჩანს რაიმე პირდაპირი კორელაცია ფიტონციდიანობის ინტენსივობასა და ორივე ჯგუფის მიკროორგანიზმთა განვითარების ინტენსივობას შორის (ცხრილი 60).

ცხრილიდან ირკვევა, რომ ლიმონის ევკალიპტის და გიგანტური ევკალიპტის ფოთლებიდან გამოყოფილი ფიტონციდური ბუნების ნაერთები უმთავრესად ეპიტური მიკროორგანიზმების განვითარებას თრგუნავენ, ხოლო მაკარტურის ფოთლებიდან გამოყოფილი ფი-

ფიტონცილიანობა და მიკროორგანიზმთა განვითარების ინტენსიუობა

პუნქტი და მცენარე	მ-ერ. რაოდ. 1 დმ ² -ზე მილიონობით		კა : ხპა	ფიტონცილიანობა
	კა	ხპა		
თბილისი				
იზაბელა	0,14	0,99	1 : 7	6 ¹
33:9	0,20	0,74	1 : 4	8 ¹
რქაწითელი	0,17	6,72	1 : 39	9 ¹
მუსკატი ალექსანდროული ბათუმი	0,71	7,40	1 : 10	10 ¹
ევკალიპტი ლიმონის	2,6	7,8	1 : 3	1 ¹
ევკალიპტი ვიგანტური	4,2	8,4	1 : 2	2 ¹
ევკალიპტი მაკარტურის	16,8	0,2	84 : 1	8 ¹
ფორთოხალი	9,2	1,4	6 : 1	7
ლიმონი	1,0	1,6	1 : 2	9
მანდარინი	0,4	8,0	1 : 20	11
ჩაი	2,8	1,6	2 : 1	7 ¹
წყავი	6,7	0,6	11 : 1	5 ¹
იზაბელა	0,1	4,8	1 : 48	4 ¹

ტონცილები აბრკოლებენ ხპა-ზე მოზარდ მიკროორგანიზმთა განვითარებას. ამგვარად ხორცპეპტონიან აგარზე მოზარდი მიკროორგანიზმების განვითარება ითრგუნება მაკარტურის ევკალიპტის, ფორთოხლის, ჩაის და წყავის ფოთლებიდან გამოყოფილი ფიტონცილებით. ეპიფიტურ მიკროორგანიზმთა განვითარებას კი თრგუნავენ ფიტონცილური ბუნების ის აქროლადი ნაერთები, რომლებიც გამოიყოფა ლიმონის ევკალიპტის, ვიგანტური ევკალიპტის, ლიმონის, მანდარინის და იზაბელას ფოთლებიდან. ასეთი განსხვავებული ერთმანეთის სრულიად საწინააღმდეგო ეფექტის მიზეზი, ფიტონცილური თვისებების მქონე აქროლად ნივთიერებათა ქიმიური ბუნების სხვადასხვაობით უნდა აიხსნას. საქმე იმაშია, რომ ფიტონცილები სხვადასხვა ქიმიურ ნაერთთა კრებულს წარმოადგენს. მცენარეში მათი ბიოსინთეზი დამოკიდებულია უამრავ როგორც გარეგან, ისე შინაგან ფაქტორებზე. ამიტომ ფიტონცილებში შემავალ კომპონენტთა ხვედრითი წონა და მათი ურთიერთშეფარდება სათანადო ცვლილებებით ხასიათდება. ამასთან დაკავშირებით ამ ნაერთთა ბაქტერიოციდური, ფუნგიციდური და ალულოპატიური ეფექტი მუდმივ სიდიდეს არ წარმოადგენს. ამგვარად მცენარის ფიტონცილური აქტიუობა სათანადო დინამიური ცვლილებებით ხასიათდება, და გარემო ფაქ-

ტორთა გარდა დამოკიდებულია მცენარის განვითარების ფაზაზე, ორგანიზმში მიმდინარე სხვადასხვა ფიზიოლოგიურ და ბიოქიმიურ პროცესთა ინტენსიუობაზე და მიმართულებაზე, რომლებიც საზღვრვენ მცენარის ცხოველქმედების დონეს და მის შინაგან ფიზიოლოგიურ მდგომარეობას.

ანალოგიური სამუშაო ჩატარებული იყო აგრეთვე თბილისშიც ვაზის შემდეგ ჯიშებზე: იზაბელა, რიპარია X რუპესტრის 3309, რქაწითელი და ალექსანდრიული მუსკატი. გამოირკვა რომ ხორცპეპტონიან აგარზე განვითარებული მიკროორგანიზმთა რაოდენობა ბევრად აქარბებს ეპიფიტური მიკროორგანიზმთა რაოდენობას. განსაკუთრებით ეს რქაწითელისა და ალექსანდრიული მუსკატის ფოთლებს შეეხება. ფიტონციდიანობა ყველაზე მაღალი იზაბელას აღმოაჩნდა, ხოლო შემდეგ 3309. აღსანიშნავია, რომ ბათუმის მიდამოებში იზაბელას უფრო მაღალი ფიტონციდიანობა ახასიათებს, ვიდრე თბილისში. აღნიშნული ჯიშის ვაზი გამძლეა სხვადასხვა სახის დაავადებათა მიმართ. ეს გარემოება დაკავშირებული უნდა იყოს ამ მცენარის მაღალ ფიტონციდურ აქტივობასთან, რაც ორგანიზმის ბუნებრივ იმუნიტეტს მნიშვნელოვნად აპირობებს.

ფიტონციდური აქტივობა მცენარეთა ფესვებშიც იყო განსაზღვრული. აღმოჩნდა, რომ ფიტონციდური ბუნების ნივთიერებები ფოთლებში უფრო მეტია ვიდრე ფესვებში. იმ მცენარეების ფოთლებს, რომელთა ფესვებიც მაღალი ფიტონციდური აქტივობით გამოირჩევა, სუსტი ფიტონციდიანობა ახასიათებთ.

გარდა კაკლისა, ნუშისა, ალუბლისა, და ატმისა, ფიტონციდური ბუნების ნივთიერებები ფოთლებში უფრო მეტია, ვიდრე ფესვებში. გამოკვლეული მცენარეებიდან ყველაზე მაღალი ფიტონციდური აქტივობით ხასიათდება მსხალის, იზაბელას, ატმის, კაკლის, აკაციის და ვაშლის ფოთლები.

ამგვარად, ფესვებიდან და მიწისზედა ორგანოებიდან სხვადასხვა ნივთიერებათა გამოყოფა, მცენარის ექსკრეტორული ფუნქცია, ორგანიზმში ნორმალურად მიმდინარე ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების ფუნქციონირების შედეგია. გამოყოფილ ნივთიერებათა მეშვეობით ყალიბდება რიზოსფერო და ფილოსფერო, სადაც იქმნება ოპტიმალური პირობები ავტოტროფული, ჰეტეროტროფული და სიმბიოზური კვების განსახორციელებლად.

ექსკრეტორული ფუნქციის საშუალებით მცენარე თავიდან იცილებს, ნივთიერებათა ცვლის შედეგად, ორგანიზმში წარმოქმნილ უსარგებლო. ტოქსიკურ, მომწამვლელ ნივთიერებებს.

ფესვებიდან ნივთიერებათა გამოყოფა აპრობებს, ფესვის გენერალური ფუნქციის, შთანთქმის განხორციელებას. ამაში იგულისხმება გაცვლითი ადსორბცია და რიზოსფეროში ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების, კერძოდ ფერმენტების გამოყოფა. ექსტრაცელულარული ენზიმატური მოქმედების წყალობით მიმდინარეობს საკვები ნივთიერებების ე. წ. კონტაქტური ანუ მემბრანული მონელება.

გამოყოფილ ნივთიერებათა მემვობით მცენარის ორგანოებზე ვითარდება სასარგებლო მიკროფლორა. ამით ხელი ეწყობა ფილოსფეროს, მიკორიზის და ბაქტერიოიზის განვითარებას და სიმბიოზურ კვებას.

ბაქტეროციდური ბუნების მქონე ე. წ. იმუნოგენური გამონაყოფების საშუალებით, რეგულირდება მცენარის ორგანოებზე დასახლებულ მიკროორგანიზმთა განვითარება. კარგად განვითარებულ მცენარეზე მიკროორგანიზმთა უფრო ნაკლები რაოდენობაა, რაც იმუნოგენურ გამონაყოფთა დამთრგუნველ მოქმედებით უნდა აიხსნას. ეს მოვლენა საერთო ბიოლოგიური მნიშვნელობისაა.

ფესვებიდან და მიწისზედა ნაწილებიდან სხვადასხვა ნერთების გამოყოფა მნიშვნელოვნად აპრობებს უმაღლეს მწვანე მცენარეთა ურთიერთობას და მათ ურთიერთობას მიკროორგანიზმებთან. გამოყოფილი ნივთიერებები ალელოპათური ეფექტით ხასიათდებიან და სათანადო მონაწილეობას ღებულობენ აგროცენოზებისა და ბუნებრივი ცენოზების ჩამოყალიბებაში.

რაც უფრო ფართო და მრავალფეროვანია ნივთიერებათა გამოყოფა, მით უკეთ და ნორმალურად მიმდინარეობს კვება, სხვადასხვა ნივთიერებების სინთეზი და მცენარის ზრდა-განვითარება.

ფესვთა სისტემის ფიზიოლოგიური მოზაიკა და გარემო ვაჭროების გავლენა ფესვების სუნთქვაზე

1. ფესვების ფიზიოლოგიური მოზაიკა

ფესვებში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესები დიდ გავლენას ახდენს მთელი ორგანიზმის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე, მის საერთო განვითარებასა და მცენარის პროდუქტიულობაზე. ამიტომაც აგროტექნიკურ ღონისძიებათა უმეტესი ნაწილი მიმართულია ფესვების განვითარების გაძლიერებისა და მათი ცხოველმოქმედებისათვის ოპტიმალური პირობების შექმნისაკენ. ფესვთა სისტემა რთულ და ძნელად შესასწავლ ორგანოს წარმოადგენს. მისი სხვადასხვა ზონა ფიზიოლოგიურად არასრულფასოვანია.

ფესვების ფიზიოლოგიური მოზაიკის შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს ფესვებში მიმდინარე მეტაბოლიტური პროცესების არსის დასადგენად.

ბ. პოტაპოვისა და მისი თანამშრომლების (1959) მუშაობის შედეგად ფესვების მიერ ნივთიერებათა შთანთქმის შემდეგი ტიპოგრაფიული სქემაა დადგენილი: ფესვის წვერის მერისტემული უჯრედები მინერალურ ნივთიერებებს შედარებით მცირე რაოდენობით ნთქავენ. შთანთქმული ნივთიერებები იქვე სინთეზურ პროცესებში გამოიყენება. მინერალურ ნივთიერებებს გაკიმვის სტადიაში მყოფი უჯრედები უფრო ინტენსიურად ითვისებს, ვიდრე მერისტემული, აღნიშნული ნივთიერებები ამ ზონაშიაც სინთეზურ პროცესებზე გამოიყენება. ზრდადამთავრებული უჯრედების ზონა მინერალურ ნივთიერებათა შთანთქმის ყველაზე მაღალი უნარით ხასიათდება. შთანთქმული ნივთიერებების უმეტესი ნაწილი ქსილემის გზით მიწისზედა ორგანოებისაკენ მიემართება, ხოლო მცირე ნაწილი ფლოემის გზით ზრდაში მყოფი უჯრედებისაკენ ჩადის.

მერისტემული ზონა შედგება წვრილი უჯრედებისაგან, რომლებიც წყალს შედარებით მცირე რაოდენობით შეიცავს. მშრალი ნივთიერების ნახევარზე მეტი ცილებია. ცილოვანი აზოტის შემცველობა 80—95%-ს უდრის. სუნთქვის ინტენსივობა შედარებით დაბალია. მერისტემაში დადგენილია ანაერობული სუნთქვა, რომელიც კარგი აერაციის პირობებში ქრება. სუნთქვა, უმთავრესად, ნარჩე-

ნი სუნთქვისა და მეტალის შემცველ ფერამენტთა მონაწილეობით მიმდინარეობს (ციტოქრომოქსიდაზა).

გაჭიმვის ზონა შედგება ვაკუოლიზირებული უჯრედებისაგან, რომლებშიაც წყლის შემცველობა საგრძნობლად იზრდება. მშრალი ნივთიერება აქ 2—3 ჯერ უფრო მეტია, ვიდრე მერისტემულ ზონაში. მშრალი ნივთიერების მნიშვნელოვან ნაწილს (30—50%-მდე) ცილა წარმოადგენს. აღნიშნულ ზონაში ცილისა და რნმ-ს შემცველობა უფრო მაღალია, ვიდრე მერისტემაში. ასევე მაღალია სუნთქვის ინტენსივობა და ციტოქრომოქსიდაზას აქტივობა.

ფესვის ბუსუსების ზონა ზრდადამთავრებული დიფერენცირებული უჯრედებისაგან შედგება. აღნიშნული უჯრედები შეიცავს ბევრ წყალს და მშრალ ნივთიერებას. უკანასკნელის უმეტესი ნაწილი (90%) არაცილოვანი ნივთიერებებია. ცილოვანი ნივთიერებები და რნმ აქ უფრო მცირეა, ვიდრე გაჭიმვის ზონაში. ძლიერ იზრდება არაცილოვანი აზოტის ფორმა. ცილის აზოტი მხოლოდ 30%-ს შეადგენს. ამ ზონაში ძლიერ მაღალია სუნთქვის ინტენსივობა და ციტოქრომოქსიდაზას აქტივობა. მოზარდ ფესვებში ყველა ზონა ერთმანეთში გადადის, რის გამოც ნივთიერებათა შთანთქავი აპარატის ფორმირებას მნიშვნელოვნად საზღვრავს ზრდის პროცესთა სისწრაფე.

ფესვის უჯრედების მოცულობა დაყოფის მომენტიდან ზრდის შეჩერებამდე 16—20 ჯერ იზრდება. პარალელურად უჯრედში ორგანულ ნივთიერებათა შემცველობა განუწყვეტლივ მატულობს. უჯრედების მოცულობის ზრდა უფრო მეტია, ვიდრე ორგანულ ნივთიერებათა დაგროვების ინტენსივობა. უჯრედის ზრდა 2/3-ით წყლის ხარჯზე მიმდინარეობს, ხოლო 1/3-ით — ორგანულ ნივთიერებათა ზრდის ხარჯზე. ცილისა და ნუკლეინის მჟავების სინთეზი გაჭიმვის ფაზის დამთავრებამდე იზრდება. დიფერენციაციის ზონაში უჯრედში უმთავრესად არაცილოვანი ნაერთების სინთეზი წარმოებს. ცილისა და ნუკლეინის მჟავების სინთეზის მატება დაკავშირებული აღმოჩნდა სუნთქვისა და ოქსიდაზების აქტივობის ზრდასთან.

ფესვის წვერის მერისტემული ქსოვილების სუნთქვის კოეფიციენტი უფრო მაღალია, ვიდრე მეზობელი ქსოვილებისა. აღნიშნული ფაქტი ინტრამოლეკულარული სუნთქვის არსებობაზე მიუთითებს. ფესვის წვერში, ე. წ. ანაერობული დუდილი კარგი აერაციის პირობებშიაც მიმდინარეობს. ინტრამოლეკულარული სუნთქვის მაღალი ინტენსივობა აღნიშნული იყო ფესვის წვერიდან 2—3 მმ-ზე. გარემოში O_2 -ის კონცენტრაციის მაქსიმუმამდე გაზრდა აერობულ დუდილს ამცირებს და სუნთქვის კოეფიციენტიც 1-მდე აღწევს.

ფესვის წვერის მერისტემაში ანაერობული დუღილის არსებობა ანატომიური აგებულების თავისებურებებით კი არ აიხსნება, არამედ აღნიშნულ ქსოვილში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის თავისებურებებით. უჯრედების ენერგიული ზრდა, ატმ-ს სწრაფ დაშლას, ადმ-ს და არაორგანული ფოსფორის წარმოქმნას იწვევს. აღნიშნული ნახშირწყლების დაშლის პირველადი ეტაპის აქტივაციას და ანაერობულ დუღილს აპირობებს.

შემჩნეული იყო, რომ NH_4 -ის იონი ფესვებიდან CO_2 -ის გამოყოფას აბრკოლებდა. CO_2 -ის გამოყოფის შემცირება გამოწვეული იყო გლუკოზის პიროყურძნის მკვავად გარდაქმნის შესუსტებით. პიროყურძნის მკვავას მიმატება CO_2 -ის გამოყოფას აძლიერებდა. ამგვარად პიროყურძნის მკვავა ფესვის უჯრედებისათვის უშუალოდ სუნთქვის სუბსტრატს წარმოადგენს.

უჯრედის სუნთქვა, დამყანგველი ფერმენტების მონაწილეობით მიმდინარეობს. დადგენილია, რომ ამა თუ იმ ფერმენტის მოქმედების აქტივობა მცენარის განვითარების ფაზაზე დამოკიდებული. ბრინჯის ერთ დღიან ნაზარდში ციტოქრომოქსიდაზას აქტივობა საერთო სუნთქვის 83,5% შეადგენს. ნაზარდის ზრდასთან ერთად, ციტოქრომოქსიდაზას აქტივობა იცვლება პოლიფენოლოქსიდაზას აქტივობით, რომელიც მაქსიმუმს მე-9 დღეს აღწევს. მე-9 დღის შემდეგ აღნიშნული ფერმენტიც თანდათან კარგავს აქტივობას და მას ფლავინის შემცველი ფერმენტები ცვლის. 18 დღიანი ბრინჯის ნაზარდი 84% უანგბადს ნარჩენი სუნთქვის ხარჯზე ნთქავს.

ნ. პოტაპოვი და ტ. სალამატოვა (1964) ხანჭკოლის ფესვის სხვადასხვა ზონაში სუნთქვას და ფერმენტების აქტივობას სწავლობდნენ. აღმოჩნდა, რომ მიტოქონდრიების რაოდენობა მერისტემულ ზონაში შედარებით მცირეა, ხოლო გაჭიმვისა და ფესვის ბუსუსთა ზონისკენ მათი რაოდენობა მატულობს. მერისტემულ ზონაში მიტოქონდრიების ციტოქრომოქსიდაზას და სუქცინატდეჰიდროგენაზას დაბალი აქტივობა ახასიათებს. გაჭიმვის ზონაში, მიტოქონდრიების ზრდასთან დაკავშირებით სუნთქვა და ფერმენტების აქტივობა მატულობს. ფესვის ბუსუსთა ზონაში სუნთქვისა და ფოსფორილირების მაღალი აქტივობაა დადგენილი. ანაერობული პირობები ფესვის სიგრძეში ზრდას აბრკოლებს, მერისტემულ და გაჭიმვის ზონაში მიტოქონდრიული ცილის რაოდენობას და სუქცინატდეჰიდროგენაზის აქტივობას ამცირებს. ქლოროზთან დაკავშირებით ვაზის ფესვების სუნთქვას და ფერმენტების აქტივობას მ. კრელაშვილი (1948—1952) სწავლობდა. აღმოჩნდა, რომ ქლოროზიანი მცენარეების ფესვების სუნთქვა უფრო ინტენსიურია, ვიდრე ნორმალური მცენარეებისა.

3309-ის ნორმალური მცენარეები უფრო ინტენსიურად სუნთქავდნენ, ვიდრე 5 ბბ-ის ნორმალური მცენარეები. 3309-ისა და ქლოროზით დაზიანებული მცენარის ფესვებში პეროქსიდაზას და, ზოგჯერ პოლიფენოლოქსიდაზას აქტივობაც, ნორმალურ მცენარეებთან შედარებით, უფრო მაღალი აღმოჩნდა.

ო. ხაჩიძემ და ც. ძოწენიძემ (1964) ვაზის ტირილის წვეწვში დამუხანგველი ფერმენტებიდან ციტოქრომოქსიდაზა, ასკორბინოქსიდაზა, პოლიფენოლოქსიდაზა, პეროქსიდაზა და კატალაზა შეისწავლეს. დადგინდა, რომ ციტოქრომოქსიდაზა, ასკორბინოქსიდაზას და კატალაზას აქტივობა მაღალია რქაწითლის წვეწვში, ხოლო პეროქსიდაზასა და პოლიფენოლოქსიდაზას აქტივობა 5 ბბ-ს წვეწვში სჭარბობს. ვეგეტაციის დასაწყისში ახალგაზრდა ფოთლებში ციტოქრომოქსიდაზას აქტივობა მაღალია, ხოლო ნაყოფების ზრდის ფაზაში მისი აქტივობა კლებულობს. ასკორბინოქსიდაზა მცენარის ყველა ორგანოში აღმოჩნდა. მისი აქტივობის მაქსიმუმი სიმწიფის ფაზაშია დადგენილი. მოსვენების ფაზაში ასკორბინოქსიდაზას მაღალი აქტივობა 5 ბბ-ეს ფესვებშია შემჩნეული. ქერქი, მერქანთან შედარებით, ასკორბინოქსიდაზას მაღალი აქტივობით გამოირჩევა.

ისევე, როგორც სუნთქვა და ფერმენტული აქტივობა, მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისება ფესვის სხვადასხვა ზონაში განსხვავებული ინტენსივობით მიმდინარეობს. ი. კოლოსოვის (1962) მიხედვით, ფესვის წვერი და ზედა სქელგარსიანი უჯრედების ზონა მინერალურ ნივთიერებებს არ შთანთქავს. შთანთქმის ინტენსივობა წვერიდან დაწყებული ფუძის მიმართულებით მცირდება. თუ ფესვებს ბუსუსები არ გააჩნია, მაშინ შთანთქმის ინტენსივობა გაჭიმვის ზონაშია აღნიშნული, ფესვთა სისტემის სხვადასხვა ნაწილში შთანთქმის ინტენსივობაში ასაკობრივი ცვალებადობაა დადგენილი. მინერალური ნივთიერებების შთანთქმის მაქსიმუმი ქვედა იარუსის ყველაზე ახალგაზრდა ფესვებშია შემჩნეული.

ამა თუ იმ ზონაში რომელიმე ელემენტის ინტენსიური დაგროვება ჭერ კიდევ არ ნიშნავს იმას, რომ აღნიშნული ზონა ინტენსიურად ნთქავს რომელიმე ელემენტს. მერისტემულ ზონაში ფოსფორის ინტენსიური დაგროვება, ამ ზონის აქტიური მეტაბოლიზმის ვარაუდა, განპირობებულია იმით, რომ მერისტემული ზონიდან არ ჰდება ამ ელემენტის სხვა ზონებში გადასვლა. პირიქით, ხშირია შემთხვევები ფესვის სხვა ზონებიდან მერისტემულ ზონაში ნივთიერებათა გადასვლისა.

ჩვენმა გამოკვლევებმა გვაჩვენა, რომ რადიოაქტიური ფოსფორი, გოგირდი, კალციუმი და ნახშირბადი ვაზის წვრილ შემწვრ ფესვებში

უფრო ინტენსიურად გროვდება, ვიდრე მსხვილ გამტარ ფესვებში. აღნიშნული ფაქტი წვრილი შემწოვი ფესვების მაღალ ფიზიოლოგიურ აქტივობაზე მიუთითებს.

სუნთქვის ინტენსივობა და ფერმენტატული აქტივობა ფესვთა სისტემის ცხოველქმედების დონის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია. სუნთქვის ინტენსივობა და ფერმენტთა აქტივობა დიდ გავლენას ახდენს ფესვის ისეთ მნიშვნელოვან ფუნქციაზე, როგორცაა წყლისა და მინერალურ ნივთიერებათა შთანთქმა და ნივთიერებათა ცვლის პროცესში მათი შემდგომი გარდაქმნა.

მერისტემულ ზონაში უჯრედების რაოდენობა უფრო ბევრია ვიდრე სხვა ზონებში, ამიტომ თუ სუნთქვის მონაცემებს ერთ უჯრედზე გადავიანგარიშებთ გამოგვივა, რომ მერისტემული ზონა, ე. ი. ზრდის კონუსი სუნთქვის უფრო დაბალი ინტენსივობით ხასიათდება, ვიდრე დანარჩენი ზონები, რაც არ იქნება სწორი. უნდა გავარჩიოთ ცალკეული ზონის თითოეულ უჯრედთა სუნთქვა მთელი ზონის სუნთქვის ინტენსივობისაგან. მართალია ყოველი ზონის სუნთქვა მასში შემავალი უჯრედების სუნთქვით განისაზღვრება, მაგრამ ცალკეული ზონის სიდიდე მართო უჯრედების რაოდენობაზე კი არა, უმთავრესად მათ მოცულობაზე და სიდიდეზეა დამოკიდებული, ამიტომ ზონების სუნთქვის დახასიათებისათვის მონაცემების ერთ უჯრედზე გადაანგარიშება არ იქნება სწორი. ასეთი მიდგომა მისაღებია ცალკეული უჯრედების სუნთქვის დახასიათებლად და არა მთელი ზონის. ზონების დახასიათებისათვის საჭიროა მონაცემების გადაანგარიშება მშრალ წონაზე, ან ყოველი ზონის მოცულობაზე.

ვაზის ფესვის ფიზიოლოგიური მოზაიკის შესწავლასთან დაკავშირებით, ფესვის სხვადასხვა ზონის სუნთქვის ინტენსივობის სეზონური დინამიკა და სუნთქვის ფერმენტთა აქტივობის დონეა შესწავლილი. ფესვები დაყოფილი იყო შემდეგ ზონებად: ზრდის კონუსი (მერისტემული ზონა), შემწოვი ფესვები და მსხვილი გამტარი ფესვები, სუნთქვის ინტენსივობა შეისწავლებოდა გაზომეტრული მეთოდით ვარბერგის აპარატზე. დაკვირვებები წარმოებდა გაზაფხულზე (მაისში), ზაფხულში (ივლისში), შემოდგომაზე (ოქტომბერში) და ზამთარში (იანვარში). დაკვირვება ფერმენტების აქტივობაზე მხოლოდ ერთ ვადაში, — ზაფხულში ჩატარდა პოლიფენოლოქსიდაზას, ასკორბინოქსილაზასა და ციტოქრომოქსიდაზას აქტიურობის განსაზღვრისათვის გამოყენებული იყო ვარბერგის აპარატი, კატალაზას განსაზღვრისათვის — ლიმკევიჩის მიერ მოდიფიცირებული გაზომეტრული მეთოდი, ხოლო პეროქსიდაზას აქტივობა ისაზღ-

ვრებოდა სუხოორუკოვის მიერ შემუშავებული კოლორიმეტრული მეთოდით.

61-ე ცხრილში მოცემულია ცნობები ვაზის ფესვის სხვადასხვა ზონაში სუნთქვის ინტენსივობის სეზონური დინამიკის შესახებ. საცდელ ობიექტს წარმოადგენდა ქვიშის კულტურაში აღზრდილი ვაზის 5-წლიანი ნამყენები. 1. ბერლანდიერი X რიპარია 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტე და 2. რიპარია X რუპესტრის 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე. ცხრილიდან ჩანს, რომ 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტეს ფესვის წვერის სუნთქვის ინტენსივობა ყველაზე მაღალია შემოდგომით, ხოლო ზამთარში მინიმუმამდე ეცემა. გაზაფხულზე ვეგეტაციისა და ზრდის პროცესთა დაწყებასთან დაკავშირებით ფესვის წვერის მერისტემული ზონის სუნთქვის ინტენსივობა მატულობს. ზაფხულში ზრდის პროცესების შენელება აღნიშნული ზონის სუნთქვის ინტენსივობის შესუსტებას იწვევს. ზამთარში ზრდის პროცესთა შეწყვეტა და ფესვის მერისტემული ზონის მოსვენების ფაზაში გადასვლა სუნთქვის ინტენსივობას მინიმუმამდე ამცირებს.

ცხრილი 61

ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა 1 გ. მშრ. წონაზე 1 საათში შთანთქმული O₂ (მლ-ობით)

წელიწადის დრო	5 ბბ-ზე დამყნ. ალიგოტე			3309-ზე დამყნ. ალიგოტე		
	ზრდის კონესი	წერილი შემწოვი ფესვი	მსხვილი გამტალი ფე-ვი	ზრდის კონესი	წერილი შემწოვი ფესვი	მსხვილი გამტალი ფესვი
გაზაფხული	19,3	3,1	1,3	7,5	3,9	2,6
ზაფხული	15,0	12,0	5,5	7,0	13,0	3,4
შემოდგომა	12,0	13,0	1,3	1,0	13,0	3,3
ზამთარი	0,84	2,6	0,35	1,3	3,8	1;2

მერისტემულ ზონასთან შედარებით. წერილი შემწოვი ფესვების სუნთქვა სუსტია. ამ ზონის სუნთქვის ინტენსივობა ზაფხულში და შემოდგომაზე უფრო მაღალია, ხოლო ზამთარში მცირდება. ამ ზონისათვის ზამთრის პერიოდში სუნთქვის ინტენსივობის ყველაზე მაღალი დონეა დამახასიათებელი. ეს უნდა მიუთითებდეს იმაზე, რომ ვაზის ფესვის სხვადასხვა ზონა თანაბრად არ გადადის მოსვენების პერიოდში. სახელდობრ, წერილი შემწოვი ფესვები ზამთარშიაც მაღალ ფიზიოლოგიურ აქტივობას ინარჩუნებს. სხვა ზონებთან შედარებით, ყველაზე დაბალი სუნთქვის ინტენსივობა მსხვილ გამტარ ფესვებს აღმოაჩნდა. აღნიშნულ ზონაში სუნთქვის ინტენსი-

ვობის მინიმუმი ზამთრის თვეებზე მოდის, ხოლო მაქსიმუმი ზაფხულშია დადგენილი.

5 ბბ-ზე დამყნობილ ალიგოტესთან შედარებით, 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს ფესვის წვერის სუნთქვის ინტენსივობა გაზაფხულზე სუსტი აქვს. ზაფხულში ის მნიშვნელოვნად ძლიერდება და თითქმის 3-ჯერ აკარბებს 5 ბბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს ფესვის წვერის სუნთქვის ინტენსივობას. შემოდგომა-ზამთრისათვის მერისტემული ზონის სუნთქვის ინტენსივობა მცირდება. ამ ჯიშის წერილი შემწოვი ფესვების სუნთქვის მაღალი დონე ზაფხულში და შემოდგომითაა აღნიშნული. ზამთარში სუნთქვის ინტენსივობა საერთოდ მცირდება. მაგრამ სხვა ზონებთან შედარებით, წერილი შემწოვი ფესვები ზამთარშიაც სუნთქვის მაღალ დონეს ინარჩუნებს. მსხვილი გამტარი ფესვების სუნთქვის ინტენსივობის მაქსიმუმი ზაფხულში და შემოდგომითაა. ზამთარში მინიმუმამდე ეცემა, ხოლო გაზაფხულისათვის კვლავ მატულობს.

ცხრილი 62

ფესვის ფერმენტების აქტივობა (1 გ. ნედლ წონაზე 1 საათში შთანთქმული O₂ მლ-ობით)

ჯიში	ფესვის ზონები	პოლიფენოლ-ოქსიდაზა	ასკორბინოქსიდაზა	ციტოქრომოქსიდაზა
5 ბბ	ფესვის წვერი	—	—	—
	შემწოვი ფესვები	0,61	0,42	0,22
	გამტარი ფესვები	0,44	0,05	0,04
ლულო	ფესვის წვერი	—	—	—
	შემწოვი ფესვები	0,80	0,22	0,24
	გამტარი ფესვები	0,12	0,01	0,13
101 — 14	ფესვის წვერი	0,66	0,53	0,23
	შემწოვი ფესვები	0,79	0,39	0,30
	გამტარი ფესვები	0,46	0,24	0,16
41 ბ	ფესვის წვერი	0,22	0,04	0,01
	შემწოვი ფესვები	0,12	0,02	0,03
	გამტარი ფესვები	0,05	0,02	0,2

ფესვის სხვადასხვა ზონაში ფერმენტების აქტივობის განსაზღვრისათვის აღებული იყო ამერიკული ვაზის შემდეგი საძირე ჯიშები: ბერლანდიერი X რიპარია 5 ბბ, რეპესტრის-ლულო, რიპარია X რუპესტრის 101—14 და 3309, შასალა ბერლანდიერი 41 ბ და ბერლანდიერი X რიპარია 420ა. ყველა მათგანს პოლიფენოლოქსიდაზას, ასკორბინოქსიდაზას და ციტოქრომოქსიდაზას აქტივობა წვირულ შემწოვ ფესვებში უფრო მაღალი აქვს, ვიდრე გამტარ ფესვებში. ას-

კორბინოქსიდაზასა და ციტოქრომოქსიდაზას მაღალი აქტივობა აღნიშნულია 101—14-ის ფესვის მერისტემულ ზონაში. ყველა ჯიშს როგორც შემწვოვ, ისე გამტარ ფესვებში ყველაზე მაღალი აქტივობა. პოლიფენოლოქსიდაზას შემდეგ აღმოაჩნდა ასკორბინოქსიდაზას, ბოლოს კი ციტოქრომოქსიდაზას (ცხრილი 62).

ცხრილი 63

ფესვის ფერმენტების აქტივობა (1 გ ნელ წონაზე 1 საათში შთანთქმული O₂ მლ-ობით)

ჯიში	ფესვის ზონები	პოლიფენოლოქსიდაზა	ასკორბინოქსიდაზა	პეროქსიდაზა	კატალაზა
3309	ფესვის წვერი	0,89	0,69	0,70	105
	შემწვოვი ფესვები	0,83	0,74	0,80	95
	გამტარი ფესვები	0,38	0,19	0,35	75
41 ბ	ფესვის წვერი	0,21	0,22	0,56	93
	შემწვოვი ფესვები	0,92	0,59	1,12	80
	გამტარი ფესვები	0,52	0,18	0,13	57
420—ა	ფესვის წვერი	0,84	0,34	0,17	81
	შემწვოვი ფესვები	—	—	—	—
	გამტარი ფესვები	0,57	0,22	0,47	84

დამყანგველი ფერმენტების აქტივობა შესწავლილი იყო აგრეთვე ქართული ვაზის ზოგიერთი ჯიშის ფესვებში, ამისათვის საცდელად აღებული იყო ჩინური, ციკქა და საფერავი. მიკროსკოპის დახმარებით აღნიშნული ჯიშების ფესვები დაიყო სამ ზონად: 1. ფესვის წვერი (მერისტემა), 2. გაკიმვის ზონა და 3. პირველადი განტოტვის ზონა. აღმოჩნდა, რომ პოლიფენოლოქსიდაზას აქტივობა ვაზის ფესვებში მეტად დაბალია. ციკქის ფესვს პოლიფენოლოქსიდაზა არც ერთ ზონაში არ აღმოაჩნდა. ჩინურის ფესვში მისი აქტივობის მაქსიმუმი გაკიმვის ზონას ახასიათებს, ხოლო პირველადი განტოტვის ზონაში აქტივობა ნულს უდრის. საფერავის ფესვის გაკიმვის ზონაში არც ერთი გამოკვლეული ფერმენტი არ აღმოჩნდა. ამ ჯიშის ფესვის დანარჩენი ზონებიც დამყანგველი ფერმენტების შედარებით დაბალი აქტივობით ხასიათდება. ყველა ჯიშის ფესვებში ციტოქრომოქსიდაზას მაღალი აქტივობა ფესვის წვერის მერისტემულ ზონაში იყო დადგენილი. ამ ფერმენტის მინიმალური აქტივობა გაკიმვის ზონაშია აღნიშნული. ჩინურის ფესვებში ასკორბინოქსიდაზას აქტივობის მაქსიმუმი პირველ ზონაშია, შემდეგ მესამეში და ბოლოს მეორეში. ასეთსავე სურათს ვხვდებით საფერავის ფესვებში.

ცეცის ფესვებში ასკორბინოქსიდაზას მაქსიმუმი მესამე ზონაში აღნიშნული. ხოლო მინიმუმი პირველში (ცხრილი 64).

ცხრილი 64

ფერმენტების აქტივობა ფესვის სხვადასხვა ზონებში შთანქმული O₂ მლ-ობით 1 საათში 1 გ-ზე

ჯიში	ფესვის ზონები	პოლიფენოლოქსიდაზა	ასკორბინოქსიდაზა	ციტოქრომოქსიდაზა
ჩინუბი	მერისტემის	0,29	0,52	0,66
	გაჭიმვის	0,11	0,34	0,03
	გამტარი	0	0,35	0,13
კოქა	მერისტემის	0	0,25	0,26
	გაჭიმვის	0	0,37	0,10
	გამტარი	0	0,57	0,20
საფეოვი	მერისტემის	0,01	0,43	0,38
	გაჭიმვის	0	0	0
	გამტარი	0,013	0,25	0,04

63-ე ცხრილი, ვაზის ფესვის სხვადასხვა ზონაში, პოლიფენოლოქსიდაზას, ასკორბინოქსიდაზას, პეროქსიდაზასა და კატალაზას აქტივობას გვიჩვენებს. 3309-ის ფესვებში პოლიფენოლოქსიდაზა და კატალაზა ყველაზე აქტიურია მერისტემულ ზონაში, შემდეგ კი წვრილ შემწვრ ფესვებში. პეროქსიდაზა და ასკორბინოქსიდაზა შემწვრ ზონაში უფრო მაღალი აქტივობით ხასიათდება, ვიდრე მერისტემასა და გამტარ ზონაში. განსხვავებული სურათია ფერმენტატული აპარატის აქტივობის მხრივ 41 ბ-ს ფესვების სხვადასხვა ზონაში. ფესვის წვერში მაღალი აქტივობა პეროქსიდაზას და კატალაზას აღმოაჩნდა. საერთოდ შემწვრი ზონა ფერმენტების ყველაზე მაღალი აქტივობით ხასიათდება. ფერმენტთა აქტივობის დაბალი დონე გამტარ ზონაშია დადგენილი.

ამგვარად, ვაზის ფესვთა სისტემის ფიზიოლოგიური მოზაიკის შესწავლასთან დაკავშირებით, ფესვის სუნთქვის ინტენსივობისა და ფერმენტატული აქტივობის გარკვეული გრადიენტია დადგენილი. სუნთქვის ინტენსივობის სეზონური დინამიკის შესწავლით გამოირკვა, რომ წვრილი შემწვრი ფესვები წლის ყველა დროში სუნთქვის ინტენსივობისა და ფერმენტთა აქტივობის მაღალ დონეს ინარჩუნებს. ეს მათ მაღალ ფიზიოლოგიურ აქტივობაზე მიუთითებს. ფესვის მერისტემულ ზონაში სუნთქვის ინტენსივობისა და ფერმენტატული აქტივობის დონე მაღალია მაშინ, როდესაც ზრდის პროცესები ინტენსიურად მიმდინარეობს. მერისტემულ ზონაში უჩრედების დაყო-

ჟისა და ზრდის პროცესების შენელება დაკავშირებულია ფესვის მერისტემული ზონის მოსვენების ფაზაში გადასვლასთან. ამ პერიოდისათვის სუნტქვის ინტენსივობისა და ფერმენტთა აქტივობის დაბალი დონით მსხვილი გამტარი ფესვები ხასიათდება.

ვაზის მთლიანი ფესვთა სისტემის სუნტქვა შესწავლილია ქვიშაში დაფესვიანებულ სამწლიან მცენარეებზე. ამისათვის ქოთნებიდან ფრთხილად იღებენ სპეციალურ თიხის სავეგეტაციო ჭურჭლებში გაზრდილ მცენარეებს და გადააქვთ კნოპის საკვებ ხსნარში. ამ ხსნარში მცენარეებს ახალ გარემოსთან შესაგუებლად 24 საათს აჩერებენ. ამის შემდეგ ისინი გადააქვთ 1 ლიტრიან მინის ქილებში, სადაც კნოპის ხსნარია მოთავსებული. ქილებში მცენარეების მოთავსებამდე, კნოპის ხსნარში ვინკლერის მეთოდით იზომება ქანგბადის კონცენტრაცია. კნოპის ხსნარში მცენარეებს სხვადასხვა ხანგრძლივობის ექსპოზიციის გამოყენებით აჩერებენ. გარკვეული ექსპოზიციის შემდეგ იღებენ საანალიზო სინჯს და იმავე მეთოდით საზღვრავენ ქანგბადის კონცენტრაციას. მცენარეთა კნოპის ხსნარში მოთავსებამდე ქანგბადის კონცენტრაციასა და ფესვების გარკვეული ექსპოზიციის შემდეგ ქანგბადის კონცენტრაციას შორის სხვაობით ისაზღვრება ფესვების სუნტქვის ინტენსივობა. პარალელურად, გამოყოფილი CO_2 -ის განსაზღვრით შეისწავლება ვაზის ფესვთა სისტემის სუნტქვის ინტენსივობა. ამისათვის საანალიზო სინჯები ფენოფტალეინის თანაარსებობისას, თავისუფალი ნახშირმჟავა 0.1 N-ის NaOH-ის ხსნარით მდგარ ვარდისფერ შეფერვამდე იტიტრება. ცდებს ატარებენ პოტომეტრის ბლოკის გამოყენებით ფაქტოროსტატულ პირობებში.

შთანთქმული ქანგბადის მიხედვით სუნტქვის ინტენსივობის დადგენა მხოლოდ ხანმოკლე ექსპოზიციის (2—4 საათი) გამოყენების შემთხვევაშია შესაძლებელი. უფრო ხანგრძლივი ექსპოზიციის დროს, რიზოსფეროში აღდგენითი რეაქციების გამო, ქანგბადის რეჟიმი მნიშვნელოვნად ცვალებადობს და სუბსტრატში ნიტრატების და, შესაძლოა სულფატების, აღდგენის შედეგად ქანგბადის დამატებითი წყარო გაჩნდეს. აღნიშნული გარემოება აფერხებს ვინკლერის მეთოდით ფესვების ქვემარტივი სუნტქვის დადგენას. ფესვთა სისტემის აღდგენითი მოქმედების შედეგად სუბსტრატში ქანგბადის წარმოქმნა უფრო დეტალურად წიგნის მე-2 თავშია განხილული.

ქიმიური ხასიათის მეთოდურ სახელმძღვანელოებში ვინკლერის მეთოდით ხსნარში გახსნილი ქანგბადის განსაზღვრისათვის ნატრიუმის აზიდის დამატებაა მითითებული. ცოცხალ ბიოლოგიურ ობიექტებზე ამ მეთოდის მექანიკური გამოყენება დაუშვებელია. ნატრიუმის აზიდის გამორიცხვის გარდა ამ მეთოდის ისეთი სათანადო მო-

დიფიცირება საჭირო, რომელსაც ვაზის ფესვების სუნთქვის შესწავლის დროს ვიყენებით.

საკვებ არეში ნატრიუმის აზიდის დამატება ვინკლერის მეთოდით ფესვების სუნთქვის შესწავლის დროს მიზანშეწონილი არ არის შემდეგი მიზეზით:

1. ჟანგბადის განსაზღვრას ნიტრატები კი არ უშლის ხელს, არამედ ნიტრატების აღდგენის შუალედი პროდუქტები. ამიტომ სპეციალური ცდით ისეთი ექსპოზიციის შერჩევა საჭირო, რომლის ხანგრძლივობაც ლიმიტირებას გაუწევს ნიტრატების აღდგენას.

2. აზიდი ძლიერი შხამია და მისი დამატება ტოქსიკურად იმოქმედებს ფესვებზე და რიზოსფეროს მიკროორგანიზმებზე.

3. თუ ნატრიუმის აზიდს ისეთ საკვებ არეს უმატებთ სადაც ნიტრატებია გამოთიშული, მაშინ ვკარგავთ ნიტრატული სუნთქვის განსაზღვრის შესაძლებლობას. გარდა ამისა არაა გამორიცხული ნატრიუმის აზიდის შესვლა რეაქციებში სხვა საკვებ მარილებთან. ამ გზით იზრდება არტეფაქტების მიღების საშიშროება.

4. საკვებ არეში ნატრიუმის აზიდის ან სხვა, რომელიმე შხამის მიმატება გავლენას მოახდენს სუნთქვის დროს გამოყოფილი ნახშირორჟანგის კონცენტრაციაზე. ამ უკანასკნელის აღრიცხვის საშუალებით იკარგება სუნთქვის ინტენსივობის განსაზღვრის საშუალება და დაუდგენელი რჩება სუნთქვის კოეფიციენტი.

5. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე უმჯობესია ექსპოზიციის ხანგრძლივობის მინიმუმამდე დაყვანა. თუ ნიტრატული და სულფატური სუნთქვაც გვინტერესებს, მაშინ ასეთი სუნთქვის ინდუქციისათვის ზოგიერთ ხერხთან ერთად სხვადასხვა ხანგრძლივობის ექსპოზიციები უნდა ვიხმაროთ. ცდის ვარიანტთა პარალელურად სპეციალური საკონტროლო ვარიანტი რიზოსფეროს მიკროორგანიზმთა სუნთქვის კონტროლის შესაძლებლობას მოგვცემს. ყოველივე ეს სათანადოთ უნდა აისახოს, გარკვეული შესწორების შეტანით „სუბთა“ ფესვების ჭეშმარიტი სუნთქვის მისაღებად.

გამოყოფილი CO₂-ის მიხედვით ფესვების სუნთქვის შესწავლისას მხედველობაშია მისაღები ის, რომ ფესვები არა მარტო გამოყოფს ნახშირორჟანგს, არამედ ზოგჯერ სუბსტრატთან მნიშვნელოვანი რაოდენობით კიდევაც ნთქავს (თავი VII) მას. ამის გამო სუბსტრატში ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის განსაზღვრით შეუძლებელი ჰდება სუნთქვის კოეფიციენტის დადგენაც. ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ფესვთა სისტემის სუნთქვის ინტენსივობაზე ჩვენ ვიმსჯელებთ 2 ან 4 საათიანი ექსპოზიციის დროს შთანთქმული ჟანგბადის რაოდენ-

ნობის მიხედვით. ცხრილებში მოცემული უფრო ხანგრძლივი ექსპოზიციები კი, სუბსტრატში ფესვების ზემოქმედებით გამოწვეულ ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის რეჟიმის გარკვეულ ცვლილებებს გვიჩვენებს.

65-ე ცხრილიდან ჩანს, რომ წლის ყველა სეზონში, გარდა შემოდგომისა, 3309-ის ფესვები უფრო ინტენსიურად ნთქავს ჟანგბადს, ვიდრე 5 ბბ-ეს ფესვები. ორივე ჯიშის ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა მაქსიმუმს შემოდგომაზე აღწევს. ზამთარში ორივე ჯიშის ფესვები სუნთქვის მაღალ დონეს ინარჩუნებს. უმთავრესად გაზაფხულზე და ზაფხულშია აღნიშნული ფესვების მიერ CO_2 -ის შთანთქმა. ხანგრძლივი ექსპოზიციების გამოყენებისას CO_2 -ის შთანთქმასთან ერთად, ჟანგბადის გამოყოფა დადგენილი: აღსანიშნავია, რომ ნამყენების ფესვების სუნთქვა შედარებით უფრო დაბალი ინტენსივობისაა. ამ შემთხვევაშიც წლის ყველა სეზონში, გარდა შემოდგომისა, 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტეს ფესვები უფრო ინტენსიურად სუნთქავს, ვიდრე 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტეს ფესვები. ფესვების სუნთქვის მაქსიმუმი შემოდგომაზეა აღნიშნული. ზამთარში ფესვების სუნთქვა შედარებით მცირდება, მაგრამ თავისი ინტენსივობით, ზოგჯერ არც ჩამოუვარდება ზაფხულში და გაზაფხულზე აღრიცხულ ფესვების სუნთქვას. ამ შემთხვევაშიც დადგენილია ორივე ნამყენის ფესვების მიერ CO_2 -ის შთანთქმა, რაც უმთავრესად გაზაფხულზე და ზაფხულშია აღნიშნული. ხანგრძლივი ექსპოზიციის შემთხვევაში წლის ყველა სეზონში შემჩნეულია აგრეთვე ჟანგბადის გამოყოფა (ცხრილი 66). ამგვარად, ვაზის ფესვების სუნთქვის ინტენსივობას წლის განმავლობაში სეზონების მიხედვით გარკვეული პერიოდულობა ახასიათებს. წვენთა მოძრაობის და მისი შედგენილობის პერიოდულ ცვლილებებზე ლაპარაკი გვექნება მე-11 თავში.

ვაზში წვენთა მოძრაობის და მისი შედგენილობის პერიოდული ცვლილებების გარდა, შესწავლილ იქნა ფესვების სუნთქვის რიტმიც. ამისათვის 24 საათის განმავლობაში, ყოველ სამ საათში ერთხელ, ფესვების სუნთქვის ინტენსივობას ვინკლერის მეთოდით ვიკვლევდით. დაკვირვებები წლის სხვადასხვა დროს ტარდებოდა. 67-ე ცხრილში ზაფხულში ჩატარებული ცდის შედეგებია მოცემული. ცხრილიდან ჩანს, რომ ვაზის ყველა შესწავლილი ჯიში სუნთქვის ინტენსივობის პერიოდული ცვლილებებით ხასიათდება. ივლისსა და აგვისტოში 3309-ის ფესვები უფრო ინტენსიურად სუნთქავს ვიდრე 5 ბბ-ეს ფესვები. ივნისში ორივე ჯიშის ვაზის ფესვები ღამით უფრო ინტენსიურად სუნთქავს, ვიდრე დღისით. აგვისტოში ყველა ჯიშის ფესვების სუნთქვა, გარდა 3309-ისა, დღისით ცოტათი უფრო ინტენსიურია, ვიდრე

ფეხვის სისტემის სუნთქვის სეზონური დინამიკა O₂ და CO₂—მგ.—მოთ 100 გ.
მშრალ ფესვებზე 1 საათში

ლაქირების კადა	ექს. ქიმი	2 საათი		4 საათი		24 საათი		48 საათი		72 საათი	
		O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
ვაზახული	5 ბბ	18,0	-70,0	6,0	-5	2,0	9,5	0,3	1,2	0,1	-2,0
	3309	40,0	-49,0	11,0	-12,2	+3,3	23,3	2,5	4,0	3,0	-0,7
ზახული	5 ბბ	21,4	94,3	33,0	-47,1	4,0	13,0	2,0	-1,3	0,43	-0,8
	3309	35,0	88	47,4	-26,4	1,4	-4,0	+2,5	9,0	+12,0	1,1
შემოდგომა	5 ბბ	68,0	181	36,0	12,3	+18,0	17,0	1,2	9,4	0,4	7,1
	3309	46,0	91,5	24,5	-4,5	1,1	9,1	8,2	4,0	+2,0	5,4
ზამთარი	5 ბბ	23,4	-165	25,4	41,2	3,2	19,4	0,6	18,3	0,1	7,0
	3309	35,0	-55	26,4	-	+11,4	37,0	+19,0	26,2	15,0	14,0

ვაზის ფესვის სისტემის სუნთქვის სეზონური დინამიკა O₂ და CO₂ მგ-ებში 100 გრ. ყვრალ ფესვებზე 1 საათში

დაკვირვების ვალა	ექსპოზ., ქიში	2 საათი		4 საათი		24 საათი		48 საათი		72 საათი	
		O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
გაზაფხული	55 ბბ-ზე	11,0	-102,0	2,2	5,1	+ 0,1	3,4	+0,7	1,2	0,2	0
	ალგ. 3309-ზე	22,0	- 85,0	8,5	16,0	+ 1,0	4,0	+2,1	-2,0	2,5	0
ზაფხული	55 ბბ-ზე	7,0	11,0	11,4	- 6,3	1,2	4,4	0,4	3,1	+ 0,4	2,0
	ალგ. 3309-ზე	10,1	56,0	18,1	-37,2	2,1	6,1	0,5	-0,8	+12,2	-0,5
შემოდგომა	55 ბბ-ზე	36,0	75,0	21,0	4,0	+ 0,3	7,5	+2,3	4,0	+ 3,3	4,2
	ალგ. 3309-ზე	32,0	65,0	18,2	6,5	+25,0	8,4	+0,0	+8,0	+ 3,1	4,0
ზამთარი	55 ბბ-ზე	11,0	6,0	2,1	44,0	+ 4,0	9,4	+1,0	9,4	2,1	2,0
	ალგ. 3309-ზე	15,0	- 20,0	8,2	55	+ 1,3	-10,0	0,4	12,0	3,2	5,2

ლამით. ცხრილიდან ჩანს, რომ მიუხედავად ფაქტოროსტატული პირობებისა, ვაზის ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა ყოველ სამ საათში იცვლება და გარკვეულად მერყეობს. შესწავლილი ყველა ჯიშის ვაზის ფესვებს 24 საათის განმავლობაში სუნთქვის გარკვეული მერყეობა ახასიათებს სამ სეზონში, სახელდობრ, მცენარეთა მოსვენების ფაზაში ახლად შესვლისას, ზამთარში — ღრმა მოსვენების პერიოდში და გაზაფხულზე — მოსვენების პერიოდიდან ახლად გამოსვლისას. ნოემბერში 5 ბბ-ეს ფესვები უფრო ინტენსიურად სუნთქავს, ვიდრე 3309-ის ფესვები. ორივე ჯიშის ვაზის ფესვების სუნთქვა დღისით უფრო ინტენსიურია, ვიდრე ღამით. თებერვლის ორივე ვადაში და გაზაფხულზე — მარტში, 3309-ის ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა მნიშვნელოვნად სჭარბობს 5 ბბ-ეს ფესვების სუნთქვის ინტენსივობას. ამ ვადებში ყველა ჯიშის სუნთქვის ინტენსივობა ღამით უფრო მაღალია, ვიდრე დღისით (ცხრილი 68-ე).

გ. ბიუნინგი (1961) აღნიშნავს, რომ ბევრი ფიზიოლოგიური პროცესის რიტმს ორგანიზმის შინაგანი თვისებები აპირობებს. ფაქტორისტატულ პირობებში ფიზიოლოგიური პროცესები გარკვეული დროის განმავლობაში პერიოდულ ცვლილებებს ინარჩუნებს. აღნიშნული ხასიათის რიტმებს მან ენდოგენური რიტმები უწოდა.

ცხრილი 67

სუნთქვის დღე-ღამური რიტმი

რიცხვი და საათები ჯიში	30 VIII									
	9-11	12-14	15-17	18-20	21-23	24-02	03-05	06-08	ღამ	ღამ
101—14	26	28	19	18	22	19	20	22	22,7	21,5
5—ბბ	32	33	22	21	29	22	15	25	27,0	25,0
რ. დულო	16	16	11	13	14	15	17	15	14,0	13,0
420ა	37	38	23	25	28	29	28	30	34,5	28,7
3309	36	41	25	29	34	34	34	34	32,7	34,0
30/VII										
5 ბბ	20,0	23,5	25,5	30,5	28,5	30,5	36,5	32,0	24,9	31,9
3309	41,0	54,0	44,0	47,0	38,0	52,0	68,0	85,0	46,5	60,2

ჩვენს მიერ დადგენილი სუნთქვის, წვეთა მოძრაობისა და მისი შედგენილობის პერიოდული ცვლილებები ენდოგენური ხასიათის რიტმებს წარმოადგენს.

ფესვების სუნთქვის რიტმი

ჯიშო	11—13 საათი	14—16	17—19	20—22	23—1	2—4	5—7	8—10	დღე	ღამე
8/II										
5 ბბ 3309	16,0 49,5	20,0 33,0	25,5 48,5	— —	18,5 26,5	27,5 34,5	19,5 37,5	— —	20,8 43,6	21,8 32,8
14—15/II										
5 ბბ 101—14	44,5 31,5	38,5 40,5	38,5 41,5	36,0 42,5	33,5 34,5	40,5 35,0	29,5 36,0	23,0 33,0	36,0 36,6	44,8 39,5
14—15/III										
420ა 3309	22,5 27,0	41,5 53,0	44,0 47,5	38,5 46,5	42,0 60,0	32,0 40,0	33,0 45,0	28,5 36,5	34,1 41,0	36,4 50,8
11—12 XI										
5 ბბ 3309	54,0 15,0	25,5 18,5	10,0 18,5	—	5 14,0	31,5 13,0	36,0 18,0	—	29,8 16,6	26,2 15,0

2. გარემო ფაქტორების გავლენა ფესვების სუნთქვაზე

გარემო ფაქტორები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ფესვების სუნთქვაზე. პირველ რიგში, აღაანიშნავია სუბსტრატში ჟანგბადის კონცენტრაცია, ე. ი. რიზოსფეროში აერაციის გარკვეული პირობები. 5 და 10 წუთის განმავლობაში გაზისებრი ჟანგბადით კნოპის საკვები ხსნარის აერირება ყველა ჯიშის ფესვების სუნთქვის ინტენსივობას მნიშვნელოვნად ზრდის. უფრო თვალსაჩინოდ ნამყენების ფესვთა სუნთქვა ძლიერდება. 10-წუთიანი აერაციის პირობებში ყველაზე ინტენსიურად 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტეს ფესვები სუნთქავს. აერაციის პირობებში ფესვების მიერ CO₂-ის შთანქმის შემთხვევებია აღნიშნული. სხვა ჯიშებთან შედარებით, ანაერობულ პირობებში უფრო ინტენსიური სუნთქვით დღეო, 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტეს ფესვები გამოირჩევა (ცხრილი 69).

ცდების შემდგომ სერიაში სუბსტრატი ჟანგბადით მდიდრდებოდა წყალბადის ზეჟანგის მიმატებით. სხვადასხვა რაოდენობით 3%-იანი წყალბადის ზეჟანგის დამატება, საკვებ ხსნარში ჟანგბადის რაოდენობას 1 ლიტრზე 8—30 მგ-მდე ზრდის. ჟანგბადის კონცენტრაციის მა-

ტება 8—11 მგ-მდე ფესვის სუნთქვის ინტენსივობის ზრდას იწვევს. ჟანგბადის კონცენტრაციის შემდგომი მატება 26—30 მგ-მდე, ფესვების სუნთქვის ინტენსივობას კიდევ უფრო აძლიერებს. აერაციის ყოველგვარ პირობებში, განსაკუთრებით კი სუბსტრატში ჟანგბადის მაღალი კონცენტრაციის დროს, რიპარია. X რუბესტრის ჰიბრიდები (101—14 და 3309) სუნთქვის უფრო მაღალი ინტენსივობით ხასიათდება, ვიდრე ბერლანდიერის ჰიბრიდები (5 ბბ და 420⁰. ცხრილი 70).

როგორც წესი, მცენარის სუნთქვა გარკვეულ ზღვრამდე ტემპერატურის მატებასთან ერთად იზრდება. ცნობილია, რომ ტემპერატურულ ფაქტორთან დაკავშირებით ქიმიურ რეაქციათა სისწრაფე ვანტპოფის კანონს ემორჩილება. ამ კანონის მიხედვით ტემპერატურის ყოველ 10⁰-ით მატება ქიმიური რეაქციის სისწრაფეს 2-ჯერ ზრდის. სუნთქვასთან დაკავშირებით ვანტპოფის ტემპერატურული კოეფიციენტი (Q₁₀), დაახლოებით 2-ს უდრის, მაგრამ კოეფიციენტის ამ სიდიდისაგან ხშირად მნიშვნელოვანი გადახრება შეიძლება.

ნ. ტურკოვას (1963) აზრით აღნიშნული მოვლენის მიზეზი ის არის, რომ ცოცხალი ქსოვილის უჯრედთა ცალკეული ორგანოიდები და სუნთქვის სისტემაში შემავალი ფერმენტები ტემპერატურის ცვლილებებზე განსხვავებულად რეაგირებს. ამის გამო, ტემპერატურას ზოგიერთ ინტერვალზე სუნთქვის ტემპერატურული კოეფიციენტის სიდიდე თეორიულად გამოთვლილი სუნთქვის კოეფიციენტისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდება. როგორც ავტორი აღნიშნავს, ჯერ კიდევ კ. პურივეიჩის ადრინდელ შრომაშია ნაჩვენები, რომ ტემპერატურის მატება CO₂-ის გამოყოფას უფრო აძლიერებს, ვიდრე O₂-ის შთანთქმას. ამის გამო ტემპერატურის მატებასთან ერთად, სუნთქვის კოეფიციენტი იზრდება. ტემპერატურის ზემოქმედებით O₂-ის შთანთქმის და CO₂-ის გამოყოფის სისწრაფე სხვადასხვა სიდიდით ცვალებადობს, რაც აღნიშნული პროცესების დამოუკიდებლობაზე მიუთითებს.

ნ. ტურკოვას მიხედვით, ტემპერატურის ზემოქმედებით სუნთქვის კოეფიციენტის ცვალებადობის მიზეზია ის, რომ ოქსიდაზები დაბალი ტემპერატურის მოქმედებაზე უფრო ნაკლებად რეაგირებს, ხოლო ტემპერატურის მატებისას მათი აქტივობა უფრო ნაკლებად იზრდება. კარბოქსილაზების აქტივობა ტემპერატურის მერყეობაზე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული. ტემპერატურის აწევა კარბოქსილაზების აქტივობას მკვეთრად ზრდის, ხოლო ტემპერატურის დაწევა მათ აქტივობას ასევე მკვეთრად სცემს.

სუნთქვის სხვადასხვა სისტემის დამოკიდებულება ტემპერატურულ ფაქტორთან, ე. არციხოვსკაიას და ბ. რუბინის (1955) შრომებშია კარგად ნაჩვენები. ბ. რუბინის აზრით, სუნთქვის ფერმენტთა მრავ-

ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა აერაციის სხვადასხვა პირობებში O₂ და CO₂ მგ-ით 1 გ მშრალ ფესვებზე ერთ საათში

ქ ი შ ი	5 წუთი აერაცია		10 წუთი აერაცია		ანაერობიოზი	
	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
5 ბბ	0,5	-0,8	0,7	3,4	0,3	3,0
ალეგოტე 5 ბბ-ზე	0,3	-0,4	1,0	0,6	0,2	0,8
3309	1,4	-2,0	0,9	-3,0	0,4	8,0
ალეგოტე 3309-ზე	0,8	-0,6	3,6	1,2	0,5	0,5
5 ბბ	1,2	-0,7	0,9	-0,8	0,3	1,6
რ. დულო	0,7	-1,6	0,9	-3,2	0,7	0,8

O₂-ის კონცენტრაციის გავლენა ფესვების სუნთქვაზე

ქ ი შ ი	ი ე ლ ი ს ი		ა გ ვ ი ს ტ ო	
	O ₂ = 8 მგ.	O ₂ = 30 მგ.	O ₂ = 11 მგ.	O ₂ = 26 მგ.
41 ბ	30	257	38	153
420ა	40	206	44	140
101—14	44	296	51	156
5 ბბ	32	554	—	—
3309	57	413	—	—
რ. დულო	—	—	—	—

ვალფეროვნებას ევოლუციური თვალსაზრისით დიდი მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს. აღნიშნული ფერმენტები, რომლებიც ქიმიური რეაქციის ერთსა და იმავე კატალიზს იწვევს, გარემო ფაქტორებს განსხვავებულ მოთხოვნილებას უყენებს. ამის გამო მცენარის სუნთქვა, სხვადასხვა გარემო ფაქტორის პირობებში, სხვადასხვა დამყანგველ ფერმენტთა სისტემის საშუალებით ხორციელდება. სუნთქვის ფერმენტებიდან, ანაერობულ პირობებში, მაქსიმალურ აქტივობას ციტოქრომოქსიდაზა ამჟღავნებს, ე. ი. ანაერობულ პირობებში სუნთქვა უმთავრესად ციტოქრომოქსიდაზას საშუალებით წარმოებს. აღნიშნულის საწინააღმდეგოდ, ფლავოპროტეინოქსიდაზების აქტივობა უანგბადის კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად მატულობს. ამ მხრივ პოლიფენო-

ლოქსიდაზას და ასკორბინოქსიდაზას შუალედი მდგომარეობა უკავია. ბ. რუბინისა და მისი თანამშრომლების მიერ დადგენილი იყო, რომ ნაყოფების კომპაქტურ ქსოვილთა ღრმა ფენებში, სადაც ჟანგბადის დაბალი კონცენტრაციაა, ციტოქრომოქსიდაზას აქტიურობა მეტად მაღალია.

ცხრილი 71

ტემპერატურის გავლენა ფესვების სუნთქვაზე

ჯიშე	ივლისი					აგვისტო			სექტემბერი				
	20°	30°	Q 10	40°	Q 10	20	30	Q 10	20°	30°	Q10°	40°	Q 10
420 ა	34	68	2,0	101	1,5	32	77	2,4	32	48	1,5	89	1,8
101—14	33	53	1,6	92	1,7	22	62	28	20	39	1,4	54	1,4
5 ბბ	—	—	—	—	—	—	—	—	35	50	1,4	72	1,4
3309	—	—	—	—	—	—	—	—	33	48	1,5	78	1,6

სხვა ავტორებს ფესვის მერისტემაში, რომელიც ჟანგბადის დაბალი კონცენტრაციით ხასიათდება, ციტოქრომოქსიდაზას მაღალი აქტივობა აქვთ შემჩნეული. ზემოთ დასახელებული ოქსიდაზები, ტემპერატურული ფაქტორისადმი სხვადასხვა დამოკიდებულებითაც მნიშვნელოვნად გამოირჩევა ერთმანეთისაგან. ასე, მაგალითად, ციტოქრომოქსიდაზას მაღალი ტემპერატურული კოეფიციენტები აბაჩიათებს (Q₁₀-4—6). ფლავოპროტეინების სუნთქვის კოეფიციენტი 2—3-ჯერ უფრო დაბალია. პოლიფენოლოქსიდაზების სუნთქვის ტემპერატურული კოეფიციენტიც მნიშვნელოვნად მცირეა. ვაშლის ნაყოფში პოლიფენოლოქსიდაზას ტემპერატურული კოეფიციენტი მხოლოდ 1-ს აღწევს.

ვაზის ფესვების სუნთქვაზე ტემპერატურის გავლენის შესახებ გამოკვლევის შედეგები 71-ე ცხრილშია მოცემული.

გამოირკვა, რომ ივლისში ფესვების არეში ტემპერატურის 20—30°-მდე აწევა 41 ბ-ს და 420 ა-ს ფესვების სუნთქვას ორჯერ ზრდის და ტემპერატურული კოეფიციენტი Q₁₀-2. 101—14-ის ტემპერატურული კოეფიციენტი შედარებით უფრო დაბალია და 1,6 უდრის. ტემპერატურის შემდგომი მატებით 40°-მდე სუნთქვის ინტენსივობა იზრდება, ხოლო ტემპერატურული კოეფიციენტი მცირდება. აგვისტოში ჩატარებული დაკვირვებებიდან ჩანს, რომ ტემპერატურის აწევა 20—30°-მდე 41 ბ-ს და 420 ა-ს ფესვების სუნთქვას 2-ჯერ ზრდის, ხოლო

ტემპერატურის გავლენა ვაზების სუნთქვაზე

t°	ექსპოზი- ცი-ში	2 საათი		4 საათი		24 საათი		48 საათი		72 საათი	
		O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
+7	5 ბბ	26,0	-112,0	16,0	-242,0	7,5	-11,0	2,0	-6,1	6,0	5,0
	3309	13,0	-100,0	7,0	40,0	3,3	-2,0	1,2	-0,8	0,6	3,2
	41 ბ	23,3	-110,0	15,0	91,0	6,1	35	2,1	-11,0	1,1	6,0
	რ-დულს	19,3	-600,0	8,0	12,0	4,0	-3,1	4,5	-20,3	0,6	-9,0
+30	5 ბბ	64,2	220,0	40,0	66,0	6,0	7,4	2,2	2,0	1,1	-28,0
	3309	35,5	160,0	19,0	20,0	2,5	13,2	1,0	7,0	0,5	7,1
	41 ბ	46,0	146,0	30,1	128,3	4,1	9,1	2,0	7,1	0,8	6,0
	რ-დულს	46,0	98,0	23,3	24,4	3,2	12,2	1,1	3,2	0,5	2,0

101—14-ის ფესვებისას თითქმის 3-ჯერ. სექტემბერში ტემპერატურის 30°-მდე აწევით ტემპერატურული კოეფიციენტი მცირდება. იგი ყველა ჯიშს თითქმის თანაბარი აქვს და Q₁₀ 1,4 — 1,5 უდრის. ტემპერატურის 40°-ზე აწევით სუნთქვა მატულობს, მაგრამ ტემპერატურული კოეფიციენტი მნიშვნელოვნად არ იზრდება და არც ერთი ჯიშის ფესვებში იგი 2-მდე არ აღწევს.

ფესვების სუნთქვის სეზონური დინამიკის შესწავლიდან გამოიკვავა. რომ ზამთარში, მოსვენების ფაზაში, ფესვების სუნთქვა მნიშვნელოვანი ინტენსივობით მიმდინარეობს. ამასთან დაკავშირებით გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენდა მოსვენების ფაზაში მყოფი მცენარის ფესვების სუნთქვის შესწავლა დაბალი (+7°-ზე) და მაღალი (+30°-ზე) ტემპერატურის პირობებში. ცდა თებერვალში, ფოთლებჩამოცვენილ, მოსვენების ფაზაში მყოფ მცენარეებზე ჩატარდა. გამოიკვავა, რომ ხანგრძლივი ექსპოზიციების გამოყენებისას შთანთქმული ჟანგბადის რაოდენობის მიხედვით სუნთქვის ინტენსივობაზე მსჯელობა, რიზოსფეროში აღდგენითი რეაქციების განვითარებასთან დაკავშირებით, შეუძლებელი ხდება. ამის გამო დაბალ და მაღალ ტემპერატურაზე შთანთქმული ჟანგბადის რაოდენობაც თითქმის არ განსხვავდება ერთიმეორისაგან. დაბალ ტემპერატურაზე როგორც ხანმოკლე, ისე ხანგრძლივი ექსპოზიციების დროს შემჩნეულია ფესვების მიერ CO₂-ის მნიშვნელოვანი რაოდენობით შთანთქმა. ტემპერატურის გავლენა ფესვების სუნთქვის ინტენსიობაზე კარგად ჩანს ჟანგბადის შთანთქმიდან ხანმოკლე ექსპოზიციებზე. ტემპერატურის 7°—30°-მდე აწევით;

5 ბბ-ეს ფესვების სუნთქვა 2,5-ჯერ იზრდება, 3309-ის—თითქმის 3 ჯერ. 41 ბ-ეს ფესვების სუნთქვა — ორჯერ, ხოლო დულოსი 2,5-ჯერ. უნდა აღინიშნოს, რომ სუნთქვის ტემპერატურული კოეფიციენტი (Q_{10}) მოსვენების პერიოდში მნიშვნელოვნად უფრო დაბალია, ვიდრე ის ტემპერატურული კოეფიციენტები, რომლებიც მცენარის ვეგეტაციის ფაზაში იყო დადგენილი (ცხრილი 72).

მინერალური კვების პირობები დიდ გავლენას ახდენს სუნთქვის პროცესზე. როგორც გამოიჩვენა, თავის მხრივ თვით მინერალური ნივთიერებების შეთვისება მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მცენარის საერთო მეტაბოლიზმზე, უმთავრესად კი სუნთქვის ინტენსივობაზე. ნ. ტურკოვას გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ კალიუმის ზემოქმედებით ხორბლის ნაზარდების სუნთქვა თვალსაჩინოდ კლებულობს. CO_2 -ის გამოყოფა უფრო მეტად მცირდება, ვიდრე O_2 -ის შთანთქმა, რის გამოც სუნთქვის კოეფიციენტიც, კლებულობს. ერთი რომელიმე კატიონის დეფიციტისა და მეორე კატიონის სიჭარბის შემთხვევაში სუნთქვის ინტენსივობა იზრდება. კალიუმის დეფიციტის დროს სუნთქვის აქტივაციის მიზეზი აზოტოვანი ცვლის დარღვევაა. ამინ-პუტრესცინით ქსოვილების ინტოქსიკაციის გამო სუნთქვის აქტივირება წარმოებს.

სუნთქვის ინტენსივობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს აზოტის ფორმები. ა. ოკანენკოსა და ლ. ოსტროვსკაიას ცდებიდან ირკვევა, რომ ნიტრატები შაქრის ჭარხლის სუნთქვის ინტენსივობას ამცირებს. ნიტრატები მცენარეში ენერგიული დამყანველის როლს ასრულებს. ლ. ოსტროვსკაია (1961) აღნიშნავს, რომ ამიაკური ფორმის აზოტით კვების შემთხვევაში მცენარეს სინთეზური პროცესებისათვის ენერგიის ერთ-ერთი წყარო აკლდება (NO_3). ამის გამო მცენარის ფერმენტულ სისტემაში მთელი რიგი ცვლილებებიც მიმდინარეობს. ეს ცვლილებები ნიტრატის აქტიური ეანგზადის კომპენსირებისაკენაა მიმართული.

წყლის კულტურის პირობებში შვრიაზე ჩატარებული ცდებით დ. არნონმა (1937) შენიშნა, რომ ანაერობული პირობებ ამიაკური აზოტის ფონზე უფრო ცუდ გავლენას ახდენს მცენარის ზრდა-განვითარებაზე, ვიდრე ნიტრატული აზოტის ფონზე. სპილენძის დამატება ამიაკური აზოტის ფონზე უფრო თვალსაჩინოდ აუმჯობესებს მცენარეების მდგომარეობას, ვიდრე ნიტრატული აზოტის ფონზე.

მინერალური ნივთიერებების ზემოქმედებით მცენარის სუნთქვის ცვალებადობა მცენარის სახეობაზეა დამოკიდებული. ლ. ოსტროვსკაიას ცდებიდან ირკვევა, რომ სპილენძის ნაკლებობა შაქრის ჭარხლის ფესვების სუნთქვას ამცირებს. სპილენძის დეფიციტის შემთხვევაში კოქსაგიზის ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა მნიშვნელოვნად მატულობს.

მინერალური ნივთიერებების შეთვისებაში სუნთქვისა და სუნთქვის ფერმენტთა როლი ლიტერატურაში ფართოდაა გაშუქებული. ხოლო სუნთქვაზე მინერალური ნივთიერებების გავლენის საკითხს შედარებით ნაკლები ყურადღება აქვს დათმობილი. ეს საკითხი მრავალწლიან მერქნიან მცენარეებზე, მათ შორის ვაზზედაც, თითქმის შეუსწავლელია. ვაზის ფესვთა სისტემის ფიზიოლოგიის შესწავლასთან დაკავშირებით, ფესვების სუნთქვაზე მინერალურ ნივთიერებათა გავლენის საკითხი თეორიული და პრაქტიკული თვალსაზრისით გარკვეულ ინტერესს იწვევს, ამიტომ კვლევის პროცესში მას სათანადო ყურადღება ექცეოდა.

ცდები პოტომეტრის ბლოკში წყლის კულტურის პირობებში წარმოებდა. ცდის პროცესში სამუშაო ტემპერატურა 30^o-ს უდრიდა. საკონტროლოდ აღებული იყო ფესვების სუნთქვა ჩვეულებრივ კნობის ხსნარზე. სუნთქვაზე ამიაკური აზოტის ზეგავლენის შესწავლის დროს, კნობის ხსნარს ნიტრატული ფორმის აზოტის მაგიერ ამიაკური ფორმის აზოტი ემატება ეკვივალენტური რაოდენობით. ფესვების სუნთქვაზე სხვა იონების გავლენის შესწავლის დროსაც კნობის ხსნარს ასეთივე წესით ემატება სათანადო მარილები. ცდა ორ ვადაში ჩატარდა — ზაფხულში და გვიან შემოდგომაზე.

როგორც გამოირკვა, სულფიდური (Na_2S) ფორმის გოგირდი ფესვების სუნთქვას მნიშვნელოვნად აძლიერებს. 41ბ-ს ფესვების სუნთქვა თითქმის 2-ჯერ იზრდება. ამ იონის შემდგომი მოქმედებისა სუნთქვა ისევ მცირდება, მაგრამ საკონტროლოსთან შედარებით, უფრო მაღალი რჩება. 3309-ის ფესვების სუნთქვაც ძლიერდება, მაგრამ ამ ჯიშზე აღნიშნული იონის შემდგომი მოქმედების დროს სუნთქვა, საკონტროლოსთან შედარებით კლებულობს. მცენარეზე სულფიტური (Na_2SO_3) ფორმის გოგირდის ზემოქმედების შემთხვევაში ფესვების სუნთქვას ინტენსივობა მცირდება. 41 ბ-ს ფესვების სუნთქვა SO_3 -ის მოქმედებით უფრო მცირედ კლებულობს. ამ იონის შემდგომი მოქმედებით სუნთქვის მატება აღნიშნული, მაგრამ საკონტროლო ვარიანტის სუნთქვის დონემდე მაინც ვერ აღწევს. აღნიშნული იონის ზემოქმედებით 3309-ის ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა კიდევ უფრო მცირდება და მისი შემდგომი მოქმედების შემთხვევაშიაც ვერ აღწევს საკონტროლოს სუნთქვის ინტენსივობის დონეს. ამიაკური ფორმის აზოტი ორივე ჯიშის ფესვების სუნთქვის ინტენსივობას აძლიერებს. ამ იონის მოქმედების შეწყვეტის შემდეგ 41 ბ-ს, საკონტროლოსთან შედარებით, სუნთქვა უმცირდება, ხოლო 3309-ის ფესვების სუნთქვა უდრის საკონტროლო ვარიანტის ფესვების სუნთქვას.

ფესვების სუნთქვის ინტენსივობის გაძლიერება ნიტრატული (NaNO_2) ფორმის აზოტის ზემოქმედებითაცაა აღნიშნული. ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა NO_2 -ის გავლენით ორივე ჭიშის ვაზის ფესვებს უძლიერდება. ამ იონის მოქმედების შეწყვეტისას 3309-ის ფესვებს, საკონტროლოსთან შედარებით, სუნთქვა უმცირდება, ხოლო 41 ბ-ს ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა ოდნავ მატულობს. სულფიდურ გოგირდსა (Na_2S) და ამიაკური ფორმის აზოტთან შედარებით, ნიტრატული ფორმის აზოტის გავლენით ფესვების სუნთქვის გაძლიერება უფრო დაბალი ინტენსივობით მიმდინარეობს (ცხრილი 73). აღსა-

ცხრილი 73

სხვადასხვა მარილის გავლენა ფესვების სუნთქვაზე (ზაფხული)

ჭიშ	41-ბ			3309		
ზემოქმედი მარილი	საკონტრ.	იონთა მოქმედება	იონთა შემდეგი მოქმედება	საკონტრ.	იონთა მოქმედ.	იონთა შემდეგი მოქმედ.
Na_2S	20,5	54,2	22,5	22,2	54,3	20,1
NH_4Cl	20,5	33,4	18,1	32,2	35,5	22,4
Na_2SO_3	20,5	14,5	16,7	22,2	11,8	20,4
NaNO_2	20,5	27,6	21,3	22,2	24,8	20,3

ცხრილი 74

(შემოდგომა)

ზემოქმედი მარილი	41 ბ		3309	
	საკონტროლო კნობას ხსნ	იონთა მოქმედება	საკონტროლო კნობ. ხსნარ.	იონთა მოქმედება
Na_2S	3,5	6,2	4,5	9,3
NH_4Cl	3,5	1,8	4,5	1,0
NaNO_2	3,5	1,4	4,5	3,1
Na_2SO_3	3,5	0,5	4,5	40

ნიშნავია, რომ გვიან შემოდგომით ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა თვალსაჩინოდ კლებულობს. ამ პერიოდში მკვეთრადაა განსხვავებული აგრეთვე სუნთქვაზე ზემოქმედი იონების გავლენის ხასიათი. გარდა სულფიდური ფორმის (Na_2S) გოგირდისა. ყველა იონი სუნთქვის ინტენსივობას მნიშვნელოვნად ამცირებს. თუ ზაფხულში ამიაკური და ნიტრატული ფორმის აზოტი ვაზის ფესვების სუნთქვას აძლიერ-

რებს, გვიან შემოდგომით ამცირებს. ფესვების სუნთქვის შემცირება კანსაკუთრებით სულფიტური (Na_2SO_3) გოგირდის ზემოქმედების ღროსაა თვალსაჩინო. ამგვარად, სუნთქვაზე მოქმედი იონის გავლენის ხასიათი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მცენარის შინაგან ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე (ცხრილი 74).

ცხრილი 75

აზოტით კვების სხვადასხვა ფონზე მიკროელემენტების გავლენა ფესვების სუნთქვაზე. შთანთქმული O_2 მგ 100 გ მშრ. ფესვებზე

ვარიანტი	NO_3	NH_4
1. საკონტროლო	30,0	65,3
2. Na_2MoO_4	52,4	48,1
3. MnSO_4	50,8	59,9
4. FeSO_4	54,2	66,6
5. CuSO_4	49,5	61,8

75-ე ცხრილი გვიჩვენებს, რომ ამიაკური აზოტით კვების ფონზე ვაზის ფესვების სუნთქვა (3309-ზე დამყნობილი ალიგოტე) უფრო ინტენსიურია, ვიდრე ნიტრატული აზოტით კვების შემთხვევაში. მცენარის რეაქცია მიკროელემენტების მოქმედებაზე აზოტის ფორმებზეა დამოკიდებული. ორვალენტიანი რკინა ფესვების სუნთქვას აძლიერებს როგორც ნიტრატული, ისე ამიაკური აზოტის ფონზე. მანგანუმის, სპილენძის და, განსაკუთრებით, მოლიბდენის გავლენით ვაზის ფესვების სუნთქვა ამიაკური აზოტის ფონზე მცირდება. ნიტრატული აზოტის ფონზე ეს მიკროელემენტები ვაზის ფესვების სუნთქვას მნიშვნელოვნად აძლიერებს. ფესვების სუნთქვის გაძლიერება ნიტრატების აღდგენასა და მათ შემდგომ გარდაქმნაში მოლიბდენის, მანგანუმის, რკინისა და სპილენძის მონაწილეობით აიხსნება. როგორც ცნობილია, აღნიშნული მიკროელემენტები იმ ფერმენტთა შემადგენლობაში შედის, რომლებიც ნიტრატების აღდგენა-გარდაქმნის კატალიზს იწვევს. ამგვარად, მიკროელემენტებზე მცენარის მოთხოვნილებას მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს გარემოში აზოტოვან ნივთიერებათა ფორმები.

ცნობილია, რომ სხვადასხვა სახის საკვები ხსნარები, მათში შემავალი მარილების შედგენილობისა და მათი ფორმების მიხედვით, ერთიმეორისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან. არსებობს მთელ რიგ ავტორთა ცდები. ცალკეული კულტურებისათვის სპეციალური საკვები ხსნარის შენეშავენისა. ამ საკითხის შესახებ დაწერილებითი ცნობები ე. ზიუიტის (1960) მონოგრაფიაშია კარგად მოცემული.

ჩვენში ვაზის კულტურისათვის ა. მერჯანიანმა შეიმუშავა სპეციალური საკვები ხსნარი. უკანასკნელი კნობის ხსნარისაგან მხოლოდ იმით განსხვავდება, რომ მის შედგენილობაში, სხვა მარილებთან ერთად, თაბაშირია. ცხადა, იმის მიხედვით; თუ როგორ უპასუხებს ესა თუ ის საკვები არე მცენარის მოთხოვნილებას, სხვადასხვა საკვებ არეზე ფესვთა სისტემის ცხოველქმედების დონეც განსხვავებული იქნება. სხვადასხვა საკვებ არეზე ვაზის ფესვთა სისტემის სუნთქვის შესასწავლად შევარჩიეთ კნობის, გილტნერის, პრიანიშნიკოვის, ცინცადის, მოლიშის და მერჯანიანის საკვები არეები. მოცემული გვაქვს მათი ქიმიური შედგენილობა.

კნობის ხსნარი pH—6,0

1. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ —1 გ
2. KH_2PO_4 —0,25 გ.
3. KCl —0,125 "
4. MgSO_4 —0,25 "
5. FeCl_3 —კვალი

გილტნერის ხსნარი pH—6,2

1. NH_4NO_3 — 0,50 გ.
2. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —0, 50 "
3. KH_2PO_4 —0,25 "
4. $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$ —0,25 "
5. MgSO_4 —0,50 "

პრიანიშნიკოვის ხსნარი pH—6,5

1. NH_4NO_3 —0,240 გ.
2. KCl — 0,150 "
3. CaSO_4 —0,344 "
4. CaHPO_4 —0,170 "
5. MgSO_4 —0,600 "
6. FeCl_3 —0,025 "

ცინცადის ხსნარი pH—5,5

1. KNO_3 — 0,160 გ.
2. KCl — 0,614 "
3. NH_4NO_3 —0,334 "
4. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ —0,700 "
5. CaSO_4 —0,250 "
6. MgSO_4 —0,500 "

მოლიშის ხსნარი pH—5

1. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ —0,8 გ.
2. CaHPO_4 —0,4 "
3. CaSO_4 —0,4 "
4. KH_2PO_4 —0,4 "
5. FeSO_4 —0,002 "

მერჯანიანის ხსნარი pH—6,8

1. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ —0,25 გ.
2. KNO_3 —1,00 "
3. KH_2PO_4 —0,25 "
4. MgSO_4 —0,50 "
5. CaSO_4 —0,50 "
6. FeCl_3 —1—2 წვეთი

როგორც ჩანს, საკვები არეების შედგენილობა აზოტის, ფოსფორის, კალიუმის, რკინის ფორმებისა და რაოდენობის მიხედვით ერთმეორისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდება. განსხვავებულია საკვებ ხსნარებში წყალბადიონთა კონცენტრაციაც. ზემოთ აღნიშნულ საკვებ არეებზე ვსწავლობდით სხვადასხვა ჯიშის ვაზის ფესვთა სისტემის სუნთქვის ინტენსივობას. გამოირკვა, რომ სუნთქვის მიხედვით სხვა-

დასხვა ჯიში სხვადასხვა საკვები არის მომართ განსხვავებულ დამოკიდებულებას ამჟღავნებს. შთანთქმული ჟანგბადის რაოდენობის მიხედვით 41 ბ-ს ფესვების სუნთქვის ინტენსივობის მაქსიმუმი მერყიანიანის არეზეა აღნიშნული. ამ ჯიშს სუნთქვის ინტენსივობის მინიმუმი პრიანიშნიკოვის საკვებ არეზე აღმოაჩნდა. დანარჩენ საკვებ არეებზე სუნთქვის ინტენსივობა თითქმის თანაბარ დონეზე მიმდინარეობს. 101—14-ის ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა მაქსიმუმს პრიანიშნიკოვის საკვებ ხსნარზე აღწევს. ამ ჯიშს ყველაზე სუსტი სუნთქვა ცინცადის საკვებ ხსნარზე. აღმოაჩნდა. სხვა საკვებ არეებზედაც 101—14-ის ფესვების სუნთქვის დონე შედარებით დაბალია. მერყიანიანის საკვებ არეზე 5 ბბ-ს ფესვების სუნთქვა ძლიერ დაბალია. სხვა საკვებ არეებზე მისი ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა მნიშვნელოვნად მატულობს და ყველა საკვებ არეზე თითქმის ერთ დონეზე მიმდინარეობს (ცხრილი 76).

ცხრილი 76

ვაზის ფესვის სისტემის სუნთქვა სხვადასხვა საკვებ არეზე

ჯიში	pH-6,10 კნობი		pH-3,2 ვილტენი		pH 6,5 პრიანიშნიკოვი		pH-5,5 ცინცაძე		pH-5,6 მოლივი		pH-6,8 მერყიანიანი	
	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
41 ბ	9,5	25,2	8,7	15,4	6,0	30,3	9,2	0	9,6	20,2	33,1	20,2
101—14	8,3	20,4	9,2	71,4	60,2	0	6,1	5,1	10,1	40,8	12,0	20,0
5 ბბ	38,3	19,1	29,3	15,1	33,1	56,0	35,2	0	36,6	153,4	7,4	57,5

ამგვარად, სხვადასხვა ჯიშის ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა, მათი ცხოველქმედების დონე, სხვადასხვა საკვებ არეზე ერთნაირი არ არის, ეს საკვები არეების სპეციფიკური ქიმიური შემადგენლობით უნდა აიხსნას. საკვები არეები არა მარტო ცალკეული კულტურებისათვის უნდა იყოს შედგენილი, არამედ ჯიშების მიხედვითაც მნიშვნელოვან დაზუსტებას მოითხოვს. უნდა აღინიშნოს, რომ მიზანშეუწონელი და შეუძლებელია რომელიმე ცალკეული კულტურის ან ჯიშისათვის საკვები არის საბოლოო რეცეპტის ზუსტი დადგენა. კვების პროცესი რთული ბიოლოგიური პროცესია, რომელიც დამოკიდებულია არა მარტო მცენარის სახეობასა და ჯიშზე, არამედ თვით ინდივიდზე, მის შინაგან ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე და გარემო ფაქტორთა მთელ კრებულზე. კვების პროცესი მეტისმეტად დინამიურია, რადგან მცე-

ნარის მოთხოვნილება ამა თუ იმ ელემენტის მიმართ ხშირად მოკლე ხნის მანძილზედაც კი ცვალებადობს. ამას ადასტურებს მრავალი დაკვირვება მცენარის განვითარების ფაზების მიხედვით, კვების პერიოდულობის შესწავლა, მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისების წუთობრივი, საათობრივი, დღელამური და სეზონური რიტმი და სხვა.

აქედან გამომდინარე, მცენარის მოთხოვნილების შესაბამისად, საკვები არის შედგენილობაც სათანადოდ ხშირ დინამიკურ ცვლილებებს უნდა განიცდიდეს. პრაქტიკულად ძნელია საკვები არეების ხშირი ცვლა, მაგრამ პირველ ხანებში საჭიროა საკვები არის შედგენილობა ღამისა და დღისათვის მაინც დადგინდეს ცალ-ცალკე წლის დროისა და მცენარის განვითარების ფაზების გათვალისწინებით. ეს მეტად რთულსა და შრომატევად საქმეს წარმოადგენს. იგი მთელი ლაბორატორიის დაძაბულ მრავალწლიან შრომას მოითხოვს. მას დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, ამიტომ ამ საქმისათვის ენერჯისა და მატერიალური სახსრების დაზოგვა გაუმართლებელია.

77-ე ცხრილში სხვადასხვა საკვებ არეზე რიპარია X რეპესტრის 3309-ის ფესვთა სუნთქვის ინტენსივობაა მოცემული. ცხრილიდან ჩანს, რომ ცდის პირველ დღეს ფესვების სუნთქვის მაქსიმუმი მერჯანიანის ხსნარზეა აღნიშნული. სუნთქვის მინიმალური ინტენსივობა ცინცადის, შემდეგ მოლიშისა და პრიანიშნიკოვის საკვებ ხსნარზეა, ხოლო კნოპისა და გილტნერის საკვებ არეზე ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა თანაბარ დონეზე მიმდინარეობს. ცდის შემდგომ დღეებში აღნიშნული კანონზომიერება არ ირღვევა და ბოლომდე თავის პირვანდელ სახეს ინარჩუნებს. ნახშირორჟანგის გამოყოფასთან ერთად, კნოპის, პრიანიშნიკოვისა და ცინცადის საკვებ არეებზე ფესვების მიერ CO₂-ის შთანთქმვა შემჩნეული. მთელ მცენარეებზე სუნთქვის შესწავლის შემდეგ ყველა მათგანს სეკატორით მიწისზედა ნაწილები შევაჭვრით (ყლორტები ფოთლებიანად). ღეროგადაჭრილ მცენარეთა ფესვების სუნთქვას იმავე მეთოდით და ცდის იმავე სქემით ვსწავლობდით.

ცხრილიდან ჩანს, რომ მიწისზედა ნაწილების შეჭვრის პირველ დღეს ყველა საკვებ არეზე, მთელი მცენარეების სუნთქვასთან შედარებით, ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა თვალსაჩინოდ ძლიერდება. ეს კრილობით მიყენებული გალიზიანებით უნდა აიხსნას, ამ შემთხვევაშიც სუნთქვის მაქსიმუმი მერჯანიანის საკვები არის გამოყენების დროსაა აღნიშნული, სუნთქვის მინიმუმი, ცინცადის შემდეგ, მოლიშისა და პრიანიშნიკოვის საკვებ არეზეა, ხოლო კნოპისა და გილტნერის საკვებ არეზე ფესვების სუნთქვა თანაბარი ინტენსივობით მიმდინარეობს. მიწისზედა ნაწილების შეჭვრიდან მეორე დღეს, გალიზიანების რეაქციის გავლის შემდეგ, მცენარის სუნთქვის ინტენსივობა მკვეთრად

ბიპრობა X რუბესტროს 3309-ის ფესვების სუნოქვა სხვადასხვა საკვებ არეებზე

საკვები ხსნარი	მთელი პეუნარეები										ღერიო კვლავილები					
	2-VI		3-VI		4-VI		5-VI		8-VI		9-VI		10-VI		11-VI	
	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
ქნობი	40,3	40,3	38,5	60,1	34,6	105,0	35,0	435,4	45,0	-19,1	31,0	30,0	26,0	30	29,5	45,1
ვილტნობი	40,4	61,1	36,5	20,3	36,1	45,8	33,3	122,3	7,5	20,3	32,2	46,0	29,0	-30,5	32,0	168,3
კოპანობი	36,1	33,1	35,8	330,0	29,7	49,7	25,9	25,0	41,5	83,0	26,5	12,4	23,5	0	26,4	2
ცინცაბე	16,0	17,0	15,2	-161,0	13,0	31,7	12,3	0,1	9,0	59,2	15,4	25,4	15,0	0	11,0	0
პოლოში	30,2	13,4	31,2	80,6	24,2	20,1	25,0	50,4	37,3	40,3	24,3	-20,1	23,5	20,1	24,0	40,3
მეჭკა- ხიანი	2,3	79,1	58,0	140,3	46,7	21,0	47,6	0,5	0,5	54,0	10,2	59,1	37,5	-138,4	38,3	-99,0

ეცემა და შემდგომ დღეებშიაც დაბალი ინტენსივობით მიმდინარეობს. ღეროგადაჭრილ ვაზებზე CO₂-ის შთანთქმის უფრო ხშირი შემთხვევებია დადგენილი. ღეროგადაჭრილ მცენარეთა ფესვების სუნთქვის შესუსტებასთან დაკავშირებით, აღსანიშნავია, რომ წყლის კულტურაში ანაერობული პირობების დროს მიწისზედა ნაწილების მოცილებას შემდეგ, წვენთა მოძრაობის შეჩერების გამო, ვაზის ტირილის პროცესი წყდება.

ზემოთ აღნიშნული ფაქტების ახსნასთან დაკავშირებით, აქ სასარგებლოა გავიხსენოთ იმ მკვლევართა შრომები, რომლებიც ფესვების სუნთქვაში ფოთლებისა და სხვა მიწისზედა ნაწილების როლს ეხებოდნენ. ს. სალდატენკოვისა და მისი თანამშრომლების (1961) მიხედვით, სიმინდისა და ლობიოს ფოთლები ფესვებს ანაერობული პირობებისაგან იცავს. მათი აზრით, ფოთლები მცენარის ფილტვებს წარმოადგენს. ქაობისა და წყლის მცენარეების გამძლეობა ანაერობული პირობებისადმი იმით აიხსნება, რომ ჰაერიდან ფოთლების მიერ შთანთქმული ჟანგბადი, მცენარის გამტარი სისტემის გზით ფესვებამდე ჩადის და ფესვებში წარმოქმნილ ანაერობულ პირობებს ხსნის.

ნ. ნეიდის (1964) ცდებით ნაჩვენებია იყო, რომ ანაერობულ პირობებში მოქცეული მცენარის ფესვები ჟანგბადის სიმცირეს თავიდან იცილებს იმ ჟანგბადით, რომელიც უჯრედშორისების გზით მიწისზედა ნაწილებიდან ფესვებში ჩადის.

ვ. უილიამსი და დ. ბარბერი (1964) აერენქიმის ფუნქციონალური მნიშვნელობის განხილვისას ასახელებენ ზროუნის მიერ გოგრაზე ჩატარებული ცდის შედეგებს. ამ ცდებით ნაჩვენებია იყო, რომ მცენარის მოთავსებისას ისეთ კამერაში, რომლის ზედა ნაწილში ჰაერია, ხოლო ქვედა ნაწილში — ფესვებისაკენ — აზოტი, შემჩნეულია ჟანგბადის ფესვებისაკენ გადასაცვლება ღეროს გზით. ჟანგბადის მოძრაობა დადგენილი იყო აგრეთვე ფესვებიდან ზედა მიმართულებით — ფოთლებისაკენ. როდესაც კამერის ქვედა ნაწილში ჰაერია, ხოლო ზედა ნაწილში — აზოტი, მცენარისათვის მიწისზედა ნაწილების მოცილება ჟანგბადის დიფუზიას უჯრედშორისების გზით როგორც ზედა, ისე ქვედა მიმართულებით აჩერებს.

ივენსისა და ებერტის მიერ რადიაქტიური ჟანგბადის გამოყენებით ნაჩვენებია იყო, რომ რადიაქტიური ჟანგბადის (O₂¹⁵) ატმოსფეროში მოთავსებული ლობიოს მცენარე ჰაერიდან ნთქავს მას და ფესვებისაკენ გადასცემს. ჟანგბადის მოძრაობის სისწრაფე ფოთლებიდან ფესვებისაკენ რადიაქტიური ფოსფორის (P³²) მოძრაობის სისწრაფეზე უფრო მაღალია და სავსებით აკმაყოფილებს ჟანგბადზე ფესვის გაკიმვის ზონის მოთხოვნილებას.

მიწისზედა ნაწილების მიერ შთანთქმული რადიაქტიური ქანგბადი ფესვებში ჩადის. რადიაქტიური ქანგბადის ფესვებისაკენ მოძრაობის სისწრაფე ბრინჯს უფრო მაღალი აღმოაჩნდა, ვიდრე შერიას. ბრინჯის ფესვებიდან გარემოში ქანგბადის გამოყოფაც იყო შემჩნეული. ბრინჯისა და შერიის მცენარეებში ქანგბადის მოძრაობის სხვადასხვა სისწრაფე უჯრედშორისების (რომელშიაც ქანგბადი მოძრაობს) სხვადასხვა სტრუქტურით, კერძოდ, განიკვეთის ფართით, უნდა აიხსნას.

ამგვარად, იზოტოპური მეთოდის გამოყენებით დამტკიცებულა, რომ მცენარის მიწისზედა ნაწილები (ფოთლები) მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ანაერობულ პირობებში მოხვედრილი ფესვების ქანგბადით მომარაგების საკითხში. ყველა ზემოთ დასახელებული დაკვირვება ერთწლიან ბალახოვან მცენარეებზე იყო ჩატარებული. ეს საკითხი მისი დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობის გამო, მრავალწლიანი — მცენარეების, მათ შორის ვაზისთვისაც, სპეციალურ გამოკვლევას საჭიროებს.

8. ფასვის პიგმენტები და მათი ფიზიოლოგიური როლი

უკანასკნელმა გამოკვლევებმა გამოავლინა მცენარის ფესვთა სისტემაში მიმდინარე მრავალი ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური რეაქცია. ეს რეაქციები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მცენარის საერთო მეტაბოლიზმში. ფესვებში მიმდინარე სინთეზური პროცესების შედეგად წარმოქმნილი მრავალი ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერება დიდ გავლენას ახდენს მიწისზედა ორგანოების მეტაბოლიზმზე.

გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ ფოთლებში ქლოროფილისა და სხვა პიგმენტთა სინთეზი მკვიდროდაა დაკავშირებული იმ რეაქციებთან, რომლებიც ფესვთა სისტემაში მიმდინარეობს. აღმოჩნდა, რომ ცალკეული მცენარის ფესვთა სისტემის მოქმედების სპეციფიკასა და მათი პიგმენტური აპარატის, აღნაგობის თავისებურებათა შორის გარკვეულ კორელაციური კავშირი არსებობს. უკანასკნელი მრავალრიცხოვან შემთხვევას ხსნის საძირისა და სანამყენის ურთიერთობაში.

სინათლის ზემოქმედებით ფესვების გამწვანების ფაქტი დიდი ხანია რაც ცნობილია. მ. რუბინისა და ვ. გერმანოვას (1959, 1964) გამოკვლევებმა გამოავლინა ის კავშირი, რომელიც არსებობს სინათლეზე ფესვების გამწვანების ინტენსივობასა და ფოთლებში პიგმენტების შემადგენლობას შორის. ავტორებმა დაკვირვების ობიექტად ცერცვა, ვიხესლშიზირა და ნასტურცია გამოიყენეს. ეს მცენარეები ერთმანეთისაგან განსხვავდება ფოთლებში ყვითელი და მწვანე პიგმენტების შემცველობით.

აღმოჩნდა, რომ სინათლეზე ფესვების მიერ პიგმენტთა სინთეზის ინტენსივობა ფოთლებში მათი სინთეზის უნარის ანალოგიურია. მწვანე პიგმენტების სინთეზი ცერცვის ფესვებში უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს. ცერცვი გამოირჩევა ფოთლებში ქლოროფილის მაღალი შემცველობით. მზესუმზირა ფესვებში კაროტინოიდებს უფრო მეტს შეიცავს, ვიდრე ქლოროფილს. ასეთივე სურათია მის ფოთლებში, ნატიურად კი ფესვებში ქლოროფილს კვალის სახით შეიცავს. გარკვეული დამოკიდებულებაა ფესვთა ქსოვილების მიერ პიგმენტთა სინთეზის უნარსა და მათში ციტოქრომოქსიდაზისა და კატალიზის აქტივობას შორის. ფესვებში მწვანე პიგმენტთა წარმოქმნა შესაძლოა განისაზღვროს მათი ქსოვილების მიერ პორფირინების სინთეზის საერთო უნარით.

ორგანოთა წარმოქმნის პროცესში, ორგანოგენეზში, რეგენერაცი-აში პლასტიდების მონაწილეობაზე მიუთითებს ის, რომ ქსოვილთა ზელოვნურ კულტურაში სტაფილოს კულტივირება მხოლოდ მაშინაა შესაძლებელი, თუ სათანადო საკვები არის გარდა, სტაფილოს ქსოვილთა ნაჭრები მეორადი ფლოემის მახლობლადაა აღებული. ე. ი. იკეთი ადგილებიდან, სადაც ქლოროპლასტებია კონცენტრირებული. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ვაზის ფესვთა ზელოვნურ საკვებ არეში კულტივირება, მრავალი ხერხის მიუხედავად, ვერ იქნა მიღწეული, სანამ ა. მესხმა (1962) ფესვთან ერთად, პლასტიდებით მდიდარი ღეროს მწვანე ნაწილი არ აიღო.

მრავალი შრომა არსებობს ვაზის ფოთლებში ფიტოქრომების შემცველობაზე, ხოლო ფოთლოვარევე პიგმენტები მხოლოდ ერთწლიან რქებშია აღნიშნული. ქ. ილურიძეს (1942) გამოკვლევებიდან ირკვევა, რომ არსებობს გარკვეული კავშირი ქლოროფილის შემცველობასა და ამერიკული საძირის — 420-ას დაფესვიანების უნარს შორის. ქლოროფილის დაბალი შემცველობის დროს დაფესვიანება 25%-ს აღწევს, ხოლო ქლოროფილის მაღალი შემცველობა მას 90%-ით ზრდის.

ე. კეცხოველმა (1958) ამ მიმართულებით მრავალ ქართულ ვაზის ჯიშზე ჩაატარა გამოკვლევები და გამოავლინა, რომ სათბურის პირობებში რქების დაფესვიანების დროს ფიტოქრომების მთელი კომპლექსი განიცდის რთულ ბიოქიმიურ გარდაქმნებს. ასე, მაგალითად, ქლოროფილის რაოდენობა მცირდება ერთნახევარჯერ, კაროტინისა — ორჯერ, ხოლო ქსანთოფილი უმნიშვნელოდ ცვალებადობს. იმ მცენარეებს, რომლებიც ქლოროფილის ინტენსიური ხარჯვით ხასიათდება, რეგენერაციის უფრო მაღალი უნარი აღმოაჩნდა მათთან შედარებით, რომლებსაც ქლოროფილის შემცირება სათბურში გამოყვანის დროს მცირე სიდიდით ჰქონდა გამოსახული.

სინათლეზე ფესვების გამწვანება ხშირადაა შემჩნეული, მაგრამ სიბნელეში ფესვებში ქლოროფილის და სხვა ფიტოქრომების წარმოქმნის მოვლენა ლიტერატურაში ცნობილი არ არის. ვაზის ფესვთა სისტემის შესწავლასთან დაკავშირებით გათხრების წარმოების დროს შემჩნეულია, რომ ფესვების უწვრილესი დაბოლოებანი, ფესვების წვერები, მომწვანო-მოყვითალო შეფერვით ხასიათდება. აღნიშნული მოვლენა უფრო მკვეთრად იყო გამოსახული საკუთარ ძირზე დარგულ ვაზებზე და ნამყენებში. ამერიკელი საძირეების ფესვთა წვერების შეფერვა კი უფრო მკრთალად იყო გამოსახული. ეს მოვლენა სავეგეტაციო ცდაშიაც შევამჩნიეთ ქვიშის კულტურებზე.

სინათლე იწვევს ფესვის წვერის პიგმენტაციის გაქრობას. სინათლის ზემოქმედებით ფესვის წვერის გახუნება ძლიერ სწრაფად მიმდინარეობს. გახუნების პროცესი კარგად ჩანს მიკროსკოპში მცირე გადიდებაზე. ფესვის წვერის პიგმენტური ნაწილის განივ განაკვეთზე, პირველადს ქერქში, ეპიბლემის უჯრედების შემდეგ, ეგზოდერმაში ჩანს პიგმენტების შემცველი უჯრედების ვიწრო შრე. ზოგჯერ პირველად ქერქში ვხვდებით ქლოროფილის შემცველ ცალკეულ უჯრედებს, რომლებიც ცენტრალურ ცილინდრამდე აღწევს. ეს უჯრედები დასაწყისში მომწვანო-მოყვითალოა, შემდეგ კაშკაშა სინათლის მოქმედებით თანდათან კარგავს მწვანე ფერს, რამდენიმე ხანს ყვითელ ფერს ინარჩუნებს, ბოლოს ძირითადად უფერული ხდება.

ცნობილია, რომ სიბნელეში ქლოროფილის სინთეზი ახასიათებს ზოგიერთ წიწვიან მცენარეს, წყალმცენარეებს, ხახუბსა და გვიმრებს. იმ წიწვიანებს, რომლებსაც სიბნელეში ქლოროფილის სინთეზის უნარი გააჩნია, ფერმენტების მაღალი აქტივობა ახასიათებს. ამ მცენარეებში მაღალია ციტოქრომოქსიდაზას, პეროქსიდაზასა და პიდროგენაზას აქტივობა, და უფრო მეტია სულფჰიდრული ჯგუფისა და C ვიტამინის შემცველობა. ასუნთქვა გლიკოლიზისა და კრების ციკლის გზით სიბნელეში ქლოროფილის სინთეზს მკიდროდ უკავშირდება.

სინათლის დაბალ ინტენსივობაზე წარმოქმნილი ქლოროფილის გახუნება კაშკაშა სინათლის გავლენით. მრავალი მკვლევარის მიერაა აღნიშნული. ცნობილია, რომ ჩრდილის ან ჩრდილში გაზრდილი მცენარეების ფოთლები უფრო მეტი შეფერვით ხასიათდება. ამ მცენარეთა მზის პირდაპირი სხივების ქვეშ დადგმა ქლოროფილის დაშლას და ფოთლების გახუნებას იწვევს.

ქლოროფილის 5—7% პირველ ორ წუთში ხუნდება სწრაფად, შემდეგში გახუნების პროცესი სუსტდება ან სულ ქრება. თუ მცენარე სიბნელეშია აღზრდილი, ფოთლებში სწრაფი ტემპით გახუნებული ქლოროფილის რაოდენობა 14%-მდე იზრდება.

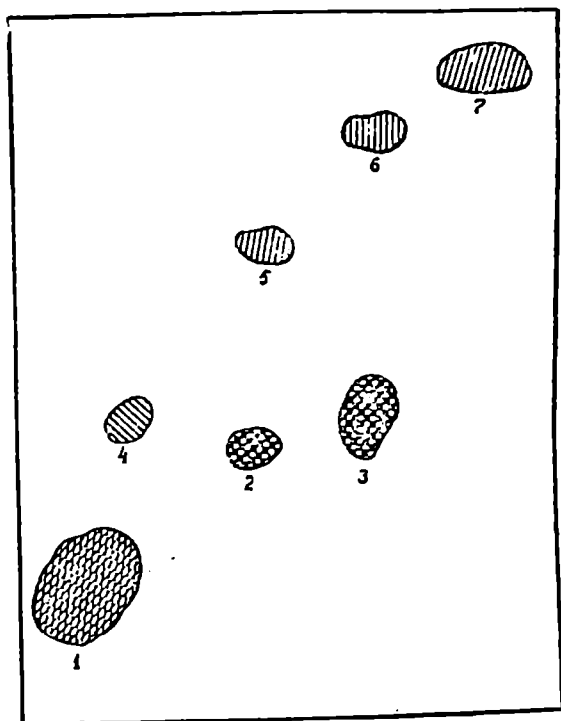
რადგან სინათლე ვაზის ფესვში არსებულ ქლოროფილზე და ყვითელ პიგმენტებზე უარყოფით გავლენას ახდენს, ამიტომ ის სამუშაოები, რომლებიც სხვადასხვა ჯიშის ვაზის ფესვებში ფიტოქრომების შესწავლას ეხებოდა, სიბნელეში ან მწვანე სინათლეზე მიმდინარეობდა დაბალი ტემპერატურის (10—15°) გამოყენებით. ვაზის ფესვის წვერებში და ფესვთა ჩისტემის სხვა ზონებში ფიტოქრომების განსაზღვრისათვის გამოიყენება დ. საპოყნიკოვის მიერ დამუშავებული ქალაქის ქრომატოგრაფიული მეთოდი. ფიტოქრომების გამოყოფა წარმოებდა № 2 ქრომატოგრაფიულ ქალაქზე. გამხსნელებად პირველი მიმართულებისათვის იხმარებოდა ბენზოლისა და ბენზინის ნარევი 3:1 შეფარდებით, ხოლო მეორე მიმართულებისათვის—ბენზინი, 9%-იანი ეთილის სპირტით.

მიღებული შედეგების საილუსტრაციოდ წარმოდგენილია ქრომატოგრამა. ქრომატოგრამაზე მოცემულია რქაწითელის ფესვის წვერის ფიტოქრომული შედგენილობა. აქედან ჩანს, რომ საკუთარ ძირზე დარგული რქაწითელის ფესვის წვერი შეიცავს შემდეგ ფიტოქრომებს: ქლოროფილ „ა“ და „ბ“-ს, კაროტინს, ლუტეინს, ვიოლქსანტინს და ნეოქსანტინს. მცენარის ფესვის სხვა ზონები მწვანე პიგმენტებს არ შეიცავს. ფესვის შემწოვ ზონაში ყველა ყვითელი პიგმენტი აღნიშნული, ხოლო გამტარ მსხვილ ფესვებში მხოლოდ კაროტინი და ლუტეინი გვხვდება. ანალოგიური სურათია რუპესტრის დულოს, რიპარია X რუპესტრის 3309 და 101—14-ის ფესვის სხვადასხვა ზონებში. 5 ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტეს ფესვის წვერი შეიცავს შემდეგ პიგმენტებს: კაროტინს, ლუტეინს, ვიოლოქსანტინს და ქლოროფილ „ა“-ს და „ბ“-ს. 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტეს ფესვის წვერში გვხვდება: ქლოროფილი კვალის სახით, ყვითელი პიგმენტები — კაროტინი, ლუტეინი და ვიოლოქსანტინი.

ამგვარად, ვაზის ფესვის ფიტოქრომები თვისობრივი შედგენილობით არ განსხვავდება ფოთლისა და რქის პიგმენტთა შედგენილობისაგან. განსხვავება მხოლოდ რაოდენობრივია. ფესვის ფიტოქრომებისათვის დამახასიათებელი უნდა იყოს ის, რომ ფესვში პლასტიდური პიგმენტები ყოველთვის არ გვხვდება, ანდა მათი არსებობა შესაძლოა დაკავშირებული იყოს მცენარის განვითარების გარკვეულ პერიოდთან. საგარაუდოა, რომ ფესვის უჭრედებში ქლოროფილი და სხვა პიგმენტები ლიპოიდებთან და ცილებთან მჭიდროდ არ არის დაკავშირებული. შესაძლოა ამ მიზეზით იყოს გამოწვეული სინათლეზე ფესვის ქლოროფილის არამდგრადობა. მისი სწრაფი დაშლა და გახუნება.

ამგვარად, ვაზის ფესვები ყველა იმ პიგმენტს შეიცავს, რომლე-

ბიკ ფოთლებში გვხვდება. ქაღალდის ქრომატოგრაფიული მეთოდის გამოყენებით ჩატარებულმა ანალიზმა გვაჩვენა, რომ ფიზიოლოგიურად აქტიური, ნორმალური ვაზის ფესვები შეიცავს „ა“ და „ბ“ ქლოროფილს, კაროტინს, ლუტეინს, ვიოლაქსანტინსა და ნეოქსანტინს. პიგმენტური ზონის შემდგომმა მიკროსკოპულმა ანალიზმა უჩვენებდა ის ორგანოიდები (პლასტიდები) გამოავლინა, რომლებიც აღნიშნული პიგმენტების მატარებელი აღმოჩნდა.



სურ. 1. ქრომატოგრამა. № 1. რქაწითელის ფესვის წვერის პიგმენტები: 1) გამოსავალი ლ:ქა, 2) ქლოროფილი „ა“, 3) ქლოროფილი „ბ“, 4) ნეოქსანტინი, 5) ვიოლაქსანტინი, 6) ლუტეინი, 7) კაროტინი.

სიბნელეში წარმოქმნილი ფესვის ქლოროფილი სინათლის ზემოქმედებას და მაღალ ტემპერატურას ვერ უძლებს, ის იშლება და ხუნდება. ასეთსავე მოვლენას აქვს ადგილი, როდესაც ფესვები ანაერობულ პირობებშია მოქცეული. ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ფესვებ-

13. კეკელიძე

ში პიგმენტების სინთეზის უნარზე გარემო ფაქტორთა გავლენის შესწავლის საკითხი დაისვა. აღნიშნული საკითხი აქტუალურია და მას გარკვეული პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. საღ, ნორმალურად განვითარებულ ვაზის ფესვებში ჭიშისათვის დამახასიათებელი პიგმენტების მაქსიმალური რაოდენობა გვხვდება. ამა თუ იმ არახელსაყრელი გარემო ფაქტორების გავლენით ფესვის პიგმენტები იშლება და მათი ნორმალური სინთეზი ბრკოლდება. ეს გარემოება იწვევს ფესვების ფიზიოლოგიური ფუნქციების ინაქტივირებას, უკანასკნელი შემდგომ მიწისზედა ორგანოების მდგომარეობაზე და მთელი მცენარის ნორმალურ ზრდა-განვითარებაზე ახდენს გავლენას.

ფესვთა სისტემის ფიზიოლოგიური მოზაიკის, მისი სხვადასხვა ზონის განსხვავებული აქტივობის, ფუნქციათა განაწილებისა და ფიზიოლოგიური დიფერენცირების გათვალისწინებით ფესვთა სისტემის მთლიანი ზრდის ზონა დაიყო სამ ქვეზონად: 1. ფესვის წვერი (მერისტემა), 2. გაჭიმვის ზონა და 3. პირველადი განტოტვის ზონა. ამ ზონებში პიგმენტები ისაზღვრებოდა რაოდენობრივად სპექტროფოტომეტრის გამოყენებით.

78-ე ცხრილში მოცემულია ცნობები რქაწითელის, გორულასა და ჩინურის ფესვების სხვადასხვა ზონაში კაროტინის, „ა“ და „ბ“ ქლოროფილის რაოდენობის შესახებ. ცხრილიდან ჩანს, რომ პიგმენტების მაქსიმალური რაოდენობა პირველ ზონაშია. სხვა ზონებში როგორც კაროტინოიდების, ისე „ა“ და „ბ“ ქლოროფილის რაოდენობა მცირდება. რქაწითელისა და ჩინურის ფესვების ბოლო ზონაში ქლოროფილები არ აღმოჩნდა. ეს გამოწვეული უნდა იყოს ხელოვნურად შექმნილი არახელსაყრელი გარემო პირობებით (მაღალი ტემპერატურა და სინათლის დიდი ინტენსივობა). ამ პირობებში შესუსტდა ფესვის ზრდის ინტენსივობა და მესამე ზონის განვითარება. რქაწითელისა და გორულას ფესვებში პიგმენტების სინთეზზე უარყოფითად მოქმედებს მაღალი ტემპერატურა და სინათლე. „ა“ და „ბ“ ქლოროფილის ყველაზე მაღალი შემცველობა აღნიშნულია 20⁰-ზე სიბნელის პირობებში, ხოლო კაროტინის მაქსიმალური შემცველობა სინათლეზე ტემპერატურის იმავე პირობებშია დადგენილი. სინათლე „ა“ და „ბ“ ქლოროფილის სინთეზზე ჩინურის ფესვებში უფრო უარყოფითად მოქმედებს, ვიდრე მაღალი ტემპერატურა.

აღსანიშნავია, რომ ფესვებში „ა“ და „ბ“ ქლოროფილის რაოდენობა და მათი ურთიერთშეფარდება მკვეთრად განსხვავდება ფოთოლში არსებული ქლოროფილის რაოდენობისა და ურთიერთშეფარდებისაგან. ფესვის პიგმენტური ზონის ყველა ქვეზონაში „ა“ და „ბ“ ქლოროფილი თანაბარი რაოდენობითაა ან კიდევ ზოგჯერ „ბ“ ქლოროფი-

ტემპერატურისა და სინათლის გაცუნა ვაზის ფესვის სხედასხვა ზონებში
პიკეტაჟების შემცველობაზე მგ % -ით ნედლ წონაზე

ჯიშის დანიშნულება	სიბნელე + 30°						+ 20° სიბნელე						+ 20° სინათლე											
	ა		ბ		ა+ბ		ა		ბ		ა+ბ		ა		ბ		ა+ბ		ა		ბ		ა+ბ	
	კგ	როტ.	კგ	როტ.	კგ	როტ.	კგ	როტ.	კგ	როტ.	კგ	როტ.	კგ	როტ.	კგ	როტ.	კგ	როტ.	კგ	როტ.	კგ	როტ.	კგ	როტ.
რკაწითელი	1	0,020	0,20	0,10	1	0,26	0,053	0,100	0,153	0,5	0,41	0,021	0,36	0,06	0,12	1	0,25							
	2	0,020	0,30	0,050	0,7	0,08	0,021	0,010	0,061	0,5	0,13	0,016	0,010	0,026	1,6	0,16								
	3	კვალი	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0,12	0	0	0	0	0,15								
გორული	1	0,04	კვალი	0,01	—	0,17	0,03	0,08	0,11	0,4	0,18	0,06	0,06	0,12	1	0,25								
	2	0,02	0,01	0,03	2	0,20	0,04	0,11	0,15	0,4	0,07	0	0	0	0	0,10								
	3	0,01	0,007	0,017	1,4	0,07	0,03	0,11	0,14	0,3	0,05	0,01	0,02	0,03	0,5	0,11								
ჩინური	1	0,09	0,13	0,22	0,7	0,18	0,05	0,02	0,07	2,5	0,40	0,04	0,07	0,11	0,6	0,26								
	2	0,02	0,06	0,08	0,3	0,09	0,02	0,03	0,05	0,7	0,11	0,03	0,03	0,06	1	0,11								
	3	0	0	0	0	0,10	0,05	0,06	0,11	0,8	0,14	0	0	0	0	0,09								

ლი ცოტათი ძეგია. ძალალი ტემპერატურა და სინათლე „ბ“ ქლოროფილის სინთეზზე უფრო უარყოფითად მოქმედებს, ვიდრე „ა“ ქლოროფილის სინთეზზე.

ვინაიდან ფესვები უმთავრესად წყლისა და მინერალურ ნივთიერებათა შთანთქმისა და მათი პირველადი გარდაქმნის ადგილს წარმოადგენს. ბუნებრივია, რომ გარემო საკვები ხსნარის იონური შემადგენლობა გარკვეულ გავლენას მოახდენს ფესვებში პიგმენტების შემცველობასა და მათ ფიზიოლოგიურ აქტივობაზე. აქედან გამომდინარე, ფესვებში პიგმენტების სინთეზზე გარემო ფაქტორების გავლენის შესწავლისას, გათვალისწინებული იყო სხვადასხვა შემადგენლობის საკვებ არეებზე ფესვის პიგმენტების სინთეზის უნარის გარკვევა. ამისათვის პირველ ხანებში ცდისათვის აღებული იყო ორი საკვები ხსნარი: 1. კნოპის ხსნარი, სადაც აზოტი კალციუმის ნიტრატის ფორმითაა წარმოდგენილი და 2. იგივე კნოპის ხსნარი, სადაც აზოტი ქლორიანი ამიაკის სახითაა. საკონტროლოდ აღებული იყო იმავე პირობებში მხოლოდ სუფთა წყალსადენის წყლის გამოყენებით დაფესვიანებული მცენარეები. ფესვებში პიგმენტების სინთეზზე ზემოთ აღნიშნული ორი ფორმის აზოტის გავლენის შესწავლა იმით იყო გამოწვეული, რომ ადრე დადგენილი გვქონდა ფესვებში პიგმენტების რაოდენობის მჭიდრო კავშირი იმ აღდგენით რეაქციებთან, რომლებსაც ფესვი ავითარებს ცხოველქმედების პროცესში. ასეთი აღდგენითი რეაქციებიდან პირველ რიგში უნდა აღინიშნოს ნიტრატების და იმ ნახშირბადის აღდგენა, რომელსაც ფესვი გარემო არედან შთანთქავს.

წყლის კულტურის პირობებში დაკალმებული რქაწითელის მცენარე საკვები ხსნარის შედგენილობის მიხედვით, ფესვებში განსხვავებული შემცველობის პიგმენტებით ხასიათდება. ორივე ფორმის აზოტი ხელს უწყობს ფესვებში პიგმენტების სინთეზს. ნიტრატული ფორმის აზოტის გავლენით „ა“ და „ბ“ ქლოროფილისა და კაროტინის რაოდენობა მნიშვნელოვნად იზრდება. ასევე იზრდება პიგმენტების რაოდენობა ამიაკური აზოტის გავლენით. აღსანიშნავია, რომ ამიაკური აზოტის გავლენით უმთავრესად „ა“ ქლოროფილის რაოდენობა მატულობს, ხოლო ნიტრატული აზოტის გავლენით ორივე ფორმის ქლოროფილის რაოდენობა იზრდება. პიგმენტებს მაქსიმალური რაოდენობით ფესვის წვერი შეიცავს, შემდეგ პირველადი განტოტვის ფესვების ზონა, ხოლო გაჭიმვის ზონაში პიგმენტების რაოდენობა მცირდება ან კვალის სახითაა წარმოდგენილი. ამ ზონაში ქლოროფილი „ბ“ სულ აღარ გვხვდება. აღნიშნული არ ეხება სუფთა წყალსადენის წყალში დაფესვიანებულ მცენარეებს. ამ ვარიანტში „ბ“ ქლოროფი-

ლის რაოდენობა ყველა ზონაში მნიშვნელოვნად სჭარბობს „ა“ ქლოროფილის რაოდენობას. ამგვარად, საკვები მარილები ხელს უწყობს ფესვებში პიგმენტების სინთეზს (ცხრილი 79).

ცხრილი 79

აზოტის ფორმების გავლენა ვაზის ფესვებში პიგმენტების შემცველობაზე

ჯიში	ფესვების ზონები	მგრ. %%-ობით ნელ წონაზე				
		ა	ბ	ა+ბ	ა:ბ	კაროტ.
რქაწითელი NO ₂	1	0,035	0,012	0,077	0,8	0,32
	2	0,024	0	0,024	—	0,17
	3	0,036	0,01	0,076	0,9	0,13
რქაწითელი NH ₄	1	0,075	0,040	0,115	1,8	0,50
	2	0,034	0	0,034	—	0,13
	3	0,03	0	0,03	—	0,20
რქაწითელი H ₂ O	1	0,03	0,03	0,06	1,0	0,21
	2	0,012	0,021	0,033	0,6	0,16
	3	0,025	0,034	0,057	0,7	0,19

ნიტრატული და ამიაკური ფორმის აზოტის გავლენის გასარკვევად ცდა ჩატარდა რქაწითელზე, რომელიც ქვიშის კულტურის პირობებში დაფესვიანდა და აიზარდა. ამ შემთხვევაშიც ცდა სამი ვარიანტისაგან შედგებოდა. მცენარეთა ერთი ჯგუფი ამიაკური ფორმის აზოტით იკვებებოდა, მეორე — ნიტრატული ფორმის აზოტით, ხოლო მესამე, საკონტროლო ვარიანტი, მხოლოდ სუფთა წყალსადენის წყლით ირწყვებოდა. მე-80 ცხრილიდან ჩანს, რომ ორივე ფორმის აზოტი ფესვის წვერის მერისტემულ ზონაში, პიგმენტების სინთეზს მნიშვნელოვნად ზრდის. როგორც ნიტრატული, ისე განსაკუთრებით ამიაკური ფორმის აზოტის გავლენით ორივე ფორმის ქლოროფილის რაოდენობა და კაროტინი მკვეთრად მატულობს. აღსანიშნავია, რომ აზოტის ფორმები გავლენას ახდენს პიგმენტების სინთეზზე არა მარტო ფესვებში, არამედ მათი გავლენა მთელ მცენარეზედაც ვრცელდება. ამიაკური ფორმის აზოტის გავლენით ფოთლებში ქლოროფილის შემცველობა მნიშვნელოვნად იზრდება. ნიტრატული ფორმის აზოტის გავლენით კი ქლოროფილების და კაროტინის მკვეთრ მატებას აქვს ადგილი ყლორტებსა და კენწეროში (ცხრ. 81).

ნ. ვოსკრესენსკაიას (1949) ცდებიდან ირკვევა, რომ აზოტის დოზების გადიდება ქლოროფილის რაოდენობას ზრდის. აზოტის კარბი დოზები და დაჩრდილვა პიგმენტების შემცველობაზე თანაბრად მოქ-

აზოტის ფორმების გავლენა რქაწითელის ფესვის სხვადასხვა ზონებში პიგმენტების შემცველობაზე მგ/%-ობით ნედლ წონაზე

კვების პირობები	ფესვის ზონები	ა	ბ	ა + ბ	ა : ბ	კაროტინი
H ₂ O	1	0,014	0,013	0,027	1,0	0,2
	2	0,012	0,013	0,025	1,1	0,14
	3	0	0	0	0	0,4
NH ₄	1	0,14	0,10	0,24	1,4	0,43
	2	0,01	0,030	0,076	1,1	0,21
	3	0,018	0	0,018	—	0,19
NO ₃	1	0,014	0,061	0,105	1,4	0,51
	2	0	0	0	—	0,33
	3	კვალი	კვალი	კვალი	0	0,7

აზოტის ფორმების გავლენა ვაზში პიგმენტების შემცველობაზე (რქაწითელი) მგ/%-ობით ნედლ წონაზე.

კვების პირობები	ობიექტი	ა	ბ	ა + ბ	ა : ბ	კაროტინი
H ₂ O	ფოთლები	43,2	19,2	62,9	2,2	24,8
	კენწერო	76,0	36,6	112,6	2,1	44,3
	ყლორტი	11,2	4,32	15,6	2,5	6,5
NH ₄	ფოთლები	58,3	24,4	82,7	2,4	12,7
	კენწერო	56,6	19,2	75,8	2,9	35,6
	ყლორტი	9,6	6,0	15,61	1,9	4,7
NO ₃	ფოთლები	15,4	9,1	24,5	1,7	15,5
	კენწერო	101,3	86,4	187,7	1,2	74,6
	ყლორტი	77,5	41,7	119,2	1,6	86,6

მედებს, კერძოდ „ა“ და „ბ“ ქლოროფილის ურთიერთმეფარდება მცირდება. გამოირკვა, რომ აზოტის დოზის გადიდებით ფოტოსინთეზის მატების მიზეზი პიგმენტების საერთო რაოდენობის ზრდაა. სინათლის დაბალ ინტენსივობაზე ფოტოსინთეზის გაზრდა აზოტის მაღალი დოზებითაა გამოწვეული.

საინტერესოა აღინიშნოს ი. ლიაშჩენკოს (1957) ცდები. მან შეამჩნია, რომ მზესუმზირას ალბინოსური ფორმები მწვანდებოდა, თუ გარშემო მზესუმზირას მწვანე ფორმები იყო დარგული. ასეთსავე ეფექტს ღებულობდნენ წყლის კულტურის პირობებში, როდესაც 15 დღის განმავლობაში მზესუმზირას მწვანე ფორმები იზრდებოდა, ხოლო

შემდეგ ამ ხსნარში ალბინოსური ფორმები გადაჰქონდათ. ავტორების აზრით, ალბინოსების გამწვანება მწვანე მცენარეთა ფესვებიდან გამოყოფილი რომელიღაც ნივთიერების ზეგავლენით ხდება. ეს მონაცემები მიუთითებს ფესვების გარკვეულ როლზე ქლოროფილის წარმოქმნაში.

მომავლისათვის გასათვალისწინებელია სხვადასხვა ფორმის მაკრო და მიკროელემენტების გავლენის უფრო დეტალური შესწავლა ფესვებში პიგმენტების სინთეზის უნარზე. აღნიშნულ საკითხს ფესვეური კვების ფიზიოლოგიის შესწავლაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. დადგენილია, რომ ფოთლებში ქლოროფილისა და სხვა პიგმენტებას სინთეზი მკვიდროდაა დაკავშირებული იმ რეაქციებთან, რომლებიც ფესვთა სისტემაში მიმდინარეობს. ის მცენარე, რომელიც ფესვებში ქლოროფილს დიდი რაოდენობით შეიცავს, გამოირჩევა ფოთლებში ქლოროფილის მაღალი შემცველობით. გარდა ამისა აღმოჩნდა, რომ იმ მცენარის ტირილის წვენო, რომელიც ფესვებში პიგმენტების მაღალი სინთეზის უნარით ხასიათდება, შეიცავს რაღაც სპეციფიკურ ნივთიერებებს, რომლებიც ხელს უწყობს ფესვებში პიგმენტების სინთეზის პროცესს.

შემდგომ ცდებში გამოსაკვლევად აღებულ იქნა ამერიკული ვაზის ორი ჯიში: რიპარია X რუჰესტრის 3309; როგორც არაქლოროზგამძლე ჯიში და ბერლანდიერი X რიპარია 5 ბბ, როგორც შედარებით უფრო ქლოროზგამძლე. ჯიში 3309, 5 ბბ-თან შედარებით ფესვებში ქლოროფილის დაბალი შემცველობით ხასიათდება. ამის შესაბამისად 3309 ქლოროფილს ფოთლებშიც უფრო მცირე რაოდენობით შეიცავს, ვიდრე 5 ბბ (ცხრილი 82). ასეთივე სურათი მეორდება მცენარეების მყნობის შემთხვევაში. 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს ფესვებსა და ფოთლებში ქლოროფილის უფრო მცირე რაოდენობაა, ვიდრე შედარებით ქლოროზგამძლე საძირე — 5 ბბ-ზე მყნობისას. ამასთან დაკავშირებით, საინტერესოა აღინიშნოს ადრე დადგენილი ფაქტი, — ვაზის ტირილის წვენში სხვადასხვა საკვები ორგანული და მინერალური ნივთიერებების გარდა, ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების, კერძოდ — ზრდის ნივთიერებებისა და ვიტამინების არსებობა (თავი 11). აღმოჩნდა, რომ ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებია უფრო მეტი რაოდენობით ქლოროზგამძლე ვაზის ჯიშების წვენშია, ე. ი. იმ მცენარეთა ქსილემის წვენში, რომლებიც ფესვებში პიგმენტების მაღალი სინთეზის უნარით ხასიათდება. შესაძლოა ფესვებში არსებული სპეციფიკური, ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები, სხვა ფუნქციების გარდა, ხელს უწყობს ფესვებსა და ფოთლებში ქლოროფი-

5-ბბ—ეს და 3309-ის ფესვებში და ფოთლებში პიგმენტების შემცველობა

ჯიში		ფესვის ზონები	მგ. %%-ობით ნედლ წონაზე				
			ა	ბ	ა+ბ	ა:ბ	კაროტინი
3309		1	0,014	0,015	0,029	1	0,18
		2	0	0	0	0,6	0,22
		3	0,010	0,020	0,030	0,5	0,28
5 ბბ	ფესვები	1	0,018	0,052	0,70	0,3	0,22
		2	0,006	0,006	0,012	1	0,08
		3	0,012	0,01	0,052	0,3	0,22
3309	ფოთლები	—	14,5	5,6	20,1	2,6	14,2
		5 ბბ	18,1	6,3	24,7	2,8	16,0

ლების. აგრეთვე სხვა ფიტოქრომების სინთეზს. ამ გზით ეს ნივთიერებები მნიშვნელოვნად აპირობებს იმ რეაქციებს, რომლებიც ფესვებსა და მიწისზედა ორგანოებში მიმდინარეობს.

ფოთლებში ქლოროფილის წარმოქმნისათვის ფესვების ნორმალური ფუნქციონირების აუცილებლობაზე ი. კოლოსოვიც (1956) მიუთითებდა. მან შეამჩნია, რომ სტერილიზაციის შედეგად ფესვების დაზიანება იწვევს ქლოროფილის დაშლას ფოთლებში. ახალი ფესვების რეგენერაციის შემდეგ კი ფოთლების ხელახალი გამწვანება შეინიშნა.

ფოსფოროვანი კვების არანორმალური რეჟიმი, ფესვებში ნივთიერებათა ცვლის დარღვევას იწვევს. ამის გამო ფოთლებში პიგმენტების წარმოქმნა ბრკოლდება და ფოთლები მკრთალ შეფერვას ღებულობს. ყველა ზემოთ აღნიშნული მიუთითებს ფესვთა სისტემის გარკვეულ სპეციფიკურ როლზე ფოთლებში პიგმენტების სინთეზის საქმეში.

დადგენილია, რომ აუქსინების ბიოსინთეზი დაკავშირებულია ფლოემისა და ქსილების ქლოროპლასტების ფუნქციონირებასთან. ე. ი. შიდა ქსოვილებში არსებული ქლოროფილით მდიდარი პლასტიდები, რომლებიც CO₂-ის ასიმილირების შესაძლებლობას მოკლებულია, ფიზიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა ბიოსინთეზს აწარმოებენ. აღნიშნული შეეხება ფესვის ქლოროპლასტებსა და მათ პიგმენტებსაც.

რეგენერაციის პროცესში ვაზის რქაში არსებული პიგმენტების გარდაქმნათა გამოსარკვევად, რქაწითელის ერთწლიანი რქები სამ-

ზონად დაიყო: ქვედა ზონა პირველი მუხლით და მუხლშორისით, შუა-ზონა — ყველაზე კარგად განვითარებული მუხლთაშორისითა და მუხლებით და ზედა ზონა. კალმები ჩვეულებრივი წესით სათბურში დაფუძვნიანდა. კალმების ერთ ნაწილში ქერქსა და მერქანში პიგმენტები ისაზღვრებოდა სათბურში მოთავსებამდე. სათბურში კალმების დაფესვიანების შემდეგ პიგმენტები ხელმეორედ ისაზღვრებოდა ისევ მერქანში, ქერქსა და ახლად წარმოქმნილი ფესვების სხვადასხვა ზონაში.

მე-2 სურათზე ნაჩვენებია სათბურში სხვადასხვა ზონის კალმების განვითარების ინტენსივობა. სურათიდან ნათლად ჩანს, რომ შუა ზონის კალმები მიწისზედა ნაწილების და ფესვების ყველაზე ინტენსიური რეგენერაციით ხასიათდება. ქვედა და ზედა ზონის კალმებს კი როგორც ყლორტების, ისე ფესვების რეგენერაციის უნარი მეტად დაბალი აქვს. სათბურში შეტანამდე როგორც მერქანში, ისე ქერქში ზედა და ქვედა ზონის კალმებში „ა“ და „ბ“ ქლოროფილის რაოდენობა უფრო მეტია, ვიდრე შუა ზონის კალმებში. იგივე ითქმის კაროტინის შემცველობაზე. კალმების სათბურში სტრათიფიკაციის დროს პიგმენტური სისტემა მონაწილეობს რეგენერაციის პროცესებში და გარკვეულ რაოდენობრივ ცვლილებებს განიცდის. ქვედა და ზედა ზონის კალმების მერქანსა და ქერქში „ა“ და „ბ“ ქლოროფილი და კაროტინი სტრათიფიკაციის დროს მნიშვნელოვნად მცირდება. პიგმენტების შედარებით უმნიშვნელო შემცირებას აქვს ადგილი შუა ზონის კალმების ქერქში, ხოლო მერქანში სტრათიფიკაცია პიგმენტების შემცველობაზე გავლენას არ ახდენს.

ამგვარად, არც პიგმენტების აბსოლუტური შემცველობა რქებში, არც სტრათიფიკაციის პროცესში პიგმენტური სისტემის შემცველობის ცვალებადობა არ წარმოადგენს რეგენერაციის უნარის მაჩვენებელს. სტრათიფიკაციის პროცესში პიგმენტური სისტემის გარკვეული ცვალებადობა მიუთითებს პიგმენტების მონაწილეობაზე იმ რთულ ფიზიოლოგიურსა და ბიოქიმიურ პროცესებში, რომლებიც ორგანოთა რეგენერაციას აპირობებს (ცხრ. 83-ე).

84-ე ცხრილში მოცემულია ცნობები სხვადასხვა ზონის რქებიდან დაკალმებული მცენარის ფესვებში პიგმენტების შემცველობის შესახებ. ცხრილიდან ჩანს, რომ ქვედა ზონის რქების ფესვებში პიგმენტების შემცველობის მაქსიმუმი ფესვის წვერშია დადგენილი. გაქიფვის ზონაში მხოლოდ კაროტინს ვხვდებით. ზოლო მესამე ზონაში „ა“ და „ბ“ ქლოროფილის რაოდენობა შედარებით უფრო მცირეა. შუა ზო-

ვაზის რქებში პიგმენტების შემცველობის ცვალებადობა მგ%-ობით ნელ წონაზე

ჯიში	ღერო	ზონები	დაფესვიანებამდე					დაფესვიანების შემდეგ				
			ა	ბ	ა+ბ	ა:ბ	კარო-ტი.	ა	ბ	ა+ბ	ა:ბ	კაროტი.
რქაწითელი	ქერქი	ქველა	11,5	6,0	17,2	1,8	11,8	4,0	3,1	7,1	1,3	4,5
		შუა	9,7	5,8	15,2	1,6	7,2	11,9	3,0	7,22	1,3	5,6
	ზელა	16,6	9,8	27,7	1,6	10,4	6,0	5,3	11,3	1,1	5,6	
	მერქანი	ქველა	15,4	9,0	24,4	1,7	10,1	4,0	3,0	7,0	1,3	3,2
შუა		7,8	4,5	12,3	1,7	5,2	7,6	5,0	12,0	1,5	5,0	
		ზელა	15,4	8,4	23,8	1,8	10,7	10,7	8,8	18,8	1,2	8,7

რქის სხვადასხვა ზონიდან დაფესვიანებული კალმების ფესვებში პიგმენტების შემცველობა მგ. %-ით ნელ წონაზე

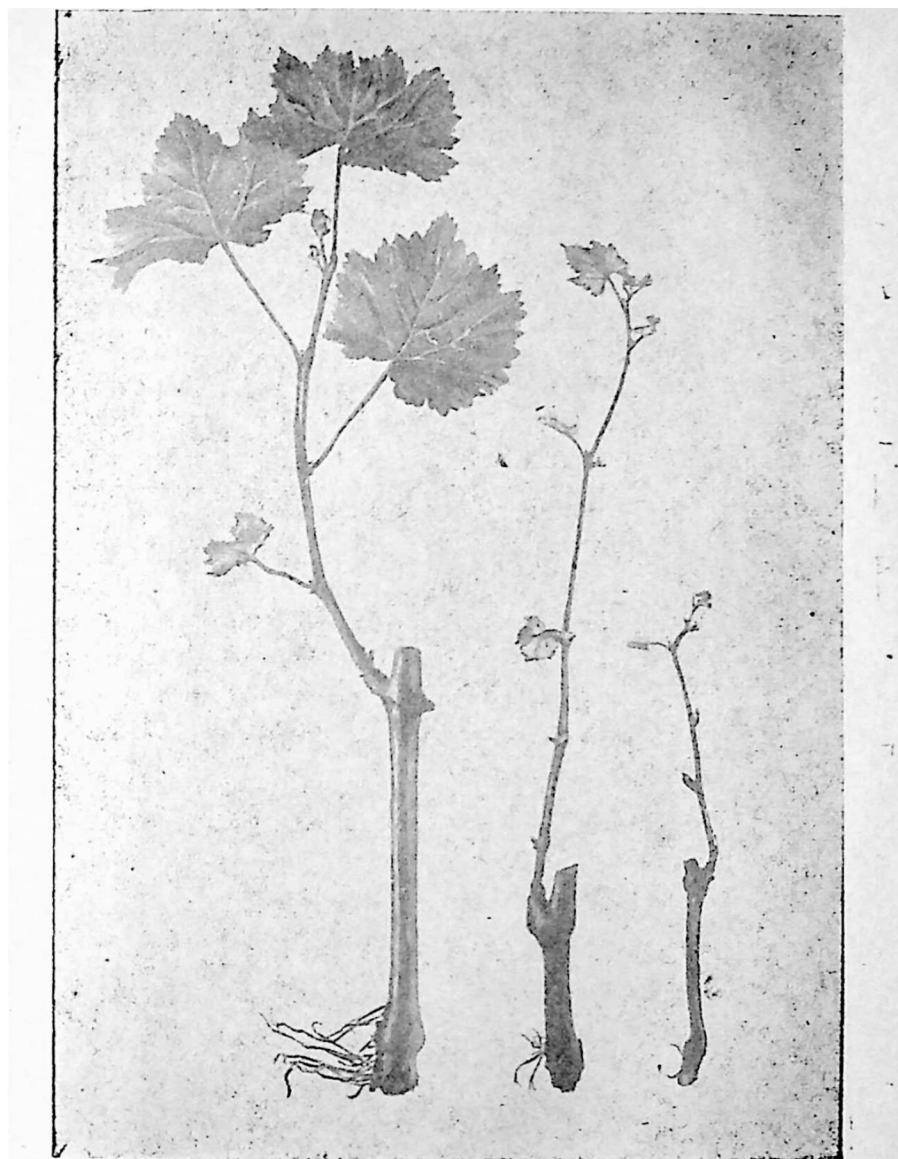
პიგმენტები	ქველა ზონა			შუა ზონა			ზელა ზონა		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ა	0,25	0	0,03	0,10	0,014	0	0,004	0,002	0
ბ	0,19	0	0,05	0,11	0,014	0	0,007	0,0022	0
ა+ბ	0,44	0	0,08	0,21	0,028	0	0,011	0,0042	0
ა:ბ	1,3	0	1,6	1,1	1	0	1,7	1,1	0
კაროტინი	0,48	0,38	0,34	0,38	0,34	0	0,48	0,38	0,35

1—ფესვის წვერი

2—გაჭიმვის ზონა

3—პირველი განტოტვის ზონა

მის ფესვებში პიგმენტების შემცველობის მაქსიმუმი პირველ ზონაშია დადგენილი. შემდეგ — მეორე ზონაში, ხოლო მესამე ზონაში, მისი განუფითარებლობის გამო, პიგმენტები არ არის ნანახი. ასეთივე სურათია ზედა ზონის რქებიდან დაკალმებული მცენარეების ფესვებში. აღსანიშნავია, რომ ფესვებში პიგმენტების მაღალი შემცველობა ქველა ზონის რქებიდან აღებული კალმების ფესვებშია დადგენილი.



სურ. 2. სხედასხვა ზონის კალმების განვითარების ინტენსივობა.

ამგვარად, ვაზის ფესვის ფიზიოლოგიის შესწავლასთან დაკავშირებით, გამოკვლევამ გამოავლინა, რომ ფესვის გარკვეული ზონებში პიგმენტებს შეიცავს. შესწავლილია ჯიშობრივი სხვაობა ფესვებში

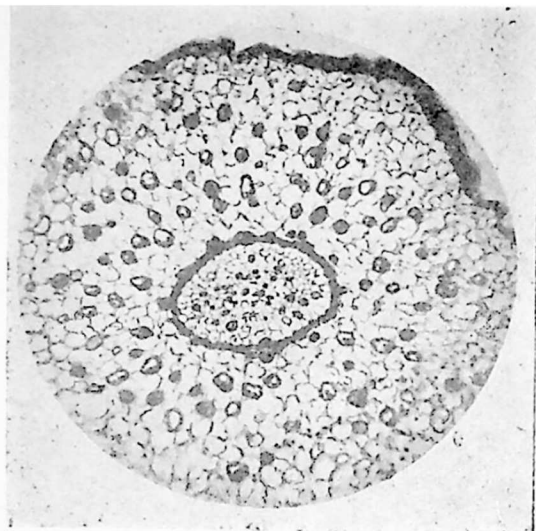


Fig. 30

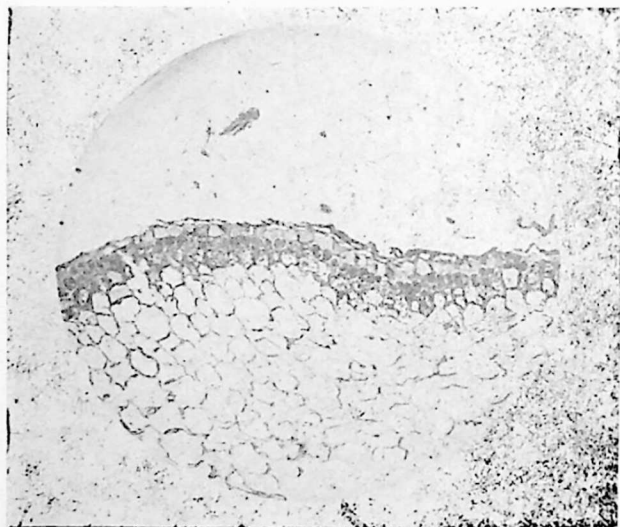
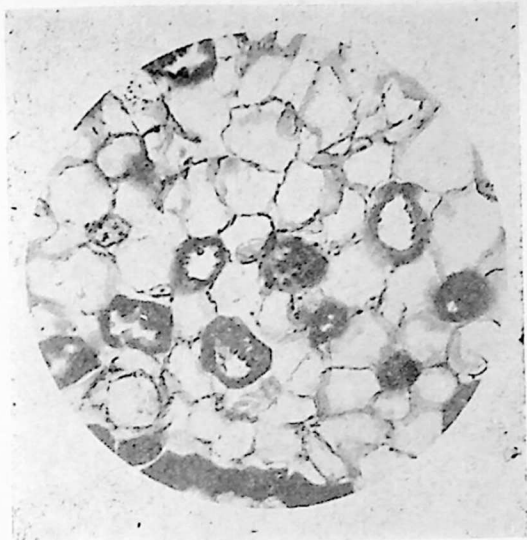


Fig. 33



სურ. 3 ბ

პიგმენტების შემცველობის მზრივ და გარემო ფაქტორების (ტემპერატურის, სინათლის, აერაციის, მინერალური კვების) გავლენა ფესვებში პიგმენტების სინთეზის უნარზე. პიგმენტების უმეტესობა კონცენტრირებული აღმოჩნდა ფესვის წვერში; ზევითკენ მათი რაოდენობა კლებულობს. გაქვიმვის ზონაში პიგმენტების შემცველობა მინიმალურია. კვლავ იზრდება პიგმენტების რაოდენობა პირველადი განტოტვის ზონაში. აქ ჩნდება ახალი ზრდის წერტილები. რომლებიც საწყისს აძლევს ახალ წვრილ შემწვოვ ფესვებს. პიგმენტური ზონა, ფესვის განვითარების სიძლიერის მიხედვით, ფესვის წვერიდან 6—10 მმ-მდე აღწევს. ფესვის ქლოროპლასტების აღმოსაჩენად რეგოს ფიქსატორი გამოიყენება, ხოლო პრეპარატების შეღებვა. პაიდენჰაინის მიხედვით ჰემატოქსილინით წარმოებს.

მიკროსკოპიდან გადაღებულ სურათებზე (3, ა, ბ, გ) ჩანს, რომ პიგმენტური ზონის განივ განაკვეთზე, პირველად ქერქში, ეპიბლემის უჯრედების შემდეგ, ევზოდერმაში პიგმენტების შემცველი უჯრედების ვიწრო შრეა, მასზე კარგად ჩანს ქლოროპლასტები. ქლოროპლასტებს ვხვდებით აგრეთვე პირველადი ქერქის ზოგიერთ მსხვილ უჯრედში, რომლებიც ცენტრალურ ცილინდრამდე აღწევს. პლასტიდების მატარებელ უჯრედთა შრის სისქე დამოკიდებულია მათ ტოპოგრაფიულ განლაგებაზე. ფესვის წვერთან ახლოს აღ-

ნიშნული პიგმენტური შრე რამდენიმე წყება უჭრედებისაგან შედგება. გაქიძვის ზონისაკენ ქლოროპლასტების შემცველი უჭრედების შრე ვიწროვდება, აღწევს უჭრედთა 2 ან 1 ფენას და ბოლოს სულ ქრება ან, იშვიათად, მხოლოდ თითო ოროლა ქლოროპლასტების მატარებელ უჭრედებს ვხვდებით. ელექტრონული მიკროსკოპით ჩატარებულმა დაკვირვებამ გვაჩვენა, რომ ფესვის ქლოროპლასტებს გრანულარული სტრუქტურა ახასიათებს. მიკროსკოპში კარგად მოჩანს გრანება, ოსმოფილური გრანულები და სტრომა.

ფესვის პლასტიდებისა და მათში არსებული ფიტოქრომების ფიზიოლოგიური როლის შესახებ ლიტერატურაში ცნობები თითქმის არ მოგვეპოვება. ბ. რუბინისა და მისი თანამშრომლების (1964) გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ მცენარის მიერ რკინის გამოყენება პიგმენტების რაოდენობრივ ცვლილებებთანაა დაკავშირებული. მათ სინათლის მოქმედებით გარკვეული კავშირი დაადგინეს ფესვებში ქლოროფილის წარმოქმნასა და რკინის პორფირინების აქტივობას შორის. ქლოროფილის წარმოქმნა ყოველთვის რკინის გამოყენებასთანაა დაკავშირებული.

ი. ბროუნის აზრით, მცენარეში რკინის მოძრაობა უანგვით ფოსფორილირებაზეა დამოკიდებული. რკინის მოძრაობა მცენარეში მოიცავს მის აღდგენას ორვალენტოვან ფორმამდე და ხელატირების რეაქციებთანაა დაკავშირებული.

ლ. ბიორნალის (1963) გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ ფესვებში პროტოქლოროფილის შემცველობა გაცილებით უფრო მცირეა, ვიდრე ფოთლებში. ფესვებში პროტოქლოროფილი სიბნელეში ინაქტივირებულ ფორმაშია. ის უმთავრესად ფესვის წვერშია კონცენტრირებული. „ა“ ქლოროფილი ფესვებში პროტოქლოროფილისაგან სინათლეში ან, შესაძლოა, სიბნელეშიც წარმოიქმნას. ავტორის აზრით, „ბ“ ქლოროფილი ფესვებში არ წარმოიქმნება.

სხვადასხვა მცენარის ფესვებში სინათლეზე პიგმენტების სინთეზს და ქლოროპლასტების წარმოქმნას ა. ფეიდლი (1962) სწავლობდა. ხელის ფესვებში სინათლეზე წარმოქმნილი ქლოროფილი CO_2 -ის ასიმილირებას აწარმოებს. აღნიშნული პროცესი სინათლის დაბალი ინტენსივობის დროსაც მიმდინარეობს (7500 ლქ). ნედლ წონაზე გადაანგარიშებისას ფესვებში ფოტოსინთეზის ინტენსივობა შედარებით მცირეა, მაგრამ ქლოროფილის რაოდენობაზე გადაანგარიშებისას იგი მწვანე ფოთლებში მიმდინარე ინტენსიურ ფოტოსინთეზს უდრის. უფერული ქსოვილების მიერ სუნთქვის შედეგად გამოყოფილი CO_2 -ის ასიმილირებას ის უჭრედები აწარმოებს, რომლებიც ქლოროფილს

შეიცავს. უფერულ ქსოვილთა სუნთქვის ლიმიტირებას ქლოროფილის შემცველი უჭრედების ფოტოსინთეზის ინტენსივობა ახდენს.

ვინაიდან პიგმენტებს ვაზის ფესვში ისეთ ზონებში ვხვდებით, სადაც მაღალი ფიზიოლოგიური აქტივობა და გაძლიერებული ცხოველქმედებაა აღნიშნული; ცხადია, ფესვის ქლოროპლასტებს ფესვების და მთელი მცენარის მეტაბოლიზმში მნიშვნელოვანი როლი უნდა ეკუთვნოდეს.

ჩვენ მიერ დადგენილია, რომ ქლოროზგამძლე ვაზის ჯიშები ფესვებში პიგმენტებს უფრო მაღალი სინთეზის უნარით ხასიათდება, ვიდრე არაქლოროზგამძლე ჯიშები. რადიაქტიური ნახშირბადის (C^{14}) გამოყენებით ჩატარებულმა დაკვირვებამ გვაჩვენა, რომ არაქლოროზგამძლე საძირებზე (3309-ზე) დამყნობილი ალიგოტე ნახშირბადის უფრო ინტენსიური აღსორბტით ხასიათდება, ვიდრე ქლოროზგამძლე საძირებზე (5 ბბ-ზე) დამყნობილი ალიგოტე. C^{14} -ის შეთვისების ინტენსივობა, ე. ი. მისი ასიმილირება, ორგანულ ფორმაში გადასვლა, 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს უფრო დაბალი აქვს, ვიდრე 5 ბბ-ზე დამყნობილ ალიგოტეს.

აღნიშნულმა დაკვირვებამ დაგვარწმუნა, რომ ფესვის ქლოროპლასტების და მათში არსებული ფიტოქრომების ერთ-ერთ ფიზიოლოგიურ როლს ნიადაგიდან აღსორბირებული ნახშირბადის გარდაქმნა, მისი ასიმილირება, ორგანულ ფორმაში გადაყვანა წარმოადგენს.

ფესვების მიერ შთანთქმული ნახშირბადის გარდაქმნაში ფესვებში არსებული ქლოროპლასტების მონაწილეობის გასარკვევად ჩატარდა შემდეგი ცდა. რქაწითელის მცენარეები ორ ჯგუფად დაიყო. მცენარეთა ერთი ჯგუფის ფესვებში პიგმენტები ხელოვნურად იყო დაშლილი, ხოლო მეორე ჯგუფს ნორმალური პიგმენტიანი ფესვები ჰქონდა, ორივე ჯგუფის მცენარეები რადიაქტიურ ნახშირბადიან (C^{14}) საკვებ ხსნარში იყო მოთავსებული. C^{14} -ის მიწოდებიდან ოთხი საათის შემდეგ პიგმენტიან ფესვებზე C^{14} -ის აღსორბტიაა აღნიშნული, ხოლო უპიგმენტო ფესვებზე C^{14} -ის აღსორბტია დაბრკოლებულია. 24 საათის შემდეგ C^{14} -ის ასიმილირებაში ფესვის პიგმენტების მონაწილეობა კარგად ჩანს ფრაქციების მიხედვით C^{14} -ის განაწილებიდან. აღმოჩნდა, რომ ფესვების მიერ აღსორბირებული ნახშირბადი პირველ რიგში ორგანული მჟავებისა და შაქრების შემადგენლობაში შედის. იმ მცენარეთა ფესვებში სადაც პიგმენტები იყო დაშლილი, ფესვების მიერ აღსორბირებული C^{14} -ის ჩართვა ორგანულ მჟავებში, შაქრებსა და ამინომჟავებში მნიშვნელოვნად ბრკოლდებოდა. აღნიშნული ფაქტი მიუთითებს ფესვის ქრომოპლასტების მონაწილეობის აუცილებლობაზე შთანთქმული ნახშირბადის გარდაქმნაში (ცხრ. 85).

ექსპოზიცია	ვარიანტი	პრეპარა- ტის	სპორტის ექს- ტრაქტი		ორგანული მეყეუბი		შაქრები		ამინომეა- ვები		
		აქტიუობა	იპ.წ	%-ობით	იპ.წ	%-ობით	იპ.წ.	%-ობით	იპ.წ	%-ობით	
4 საათი	პიგმენტით უპიგმენტოდ	315 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24 საათი	პიგმენტით უპიგმენტოდ	88.4±0 111.1±26	7045 ⁴ 16800	7.8 9.7	2830 996	40.0 9.2	172 105	2.4 0.9	445 283	6.3 2.6	
48 საათი	პიგმენტით უპიგმენტოდ	13.973 23.243	1486 2900	6.0 12.0	632 465	43.0 16.0	37 50	2.5 1.7	910 315	61.0 10.8	

ირკვევა, რომ ფესვის ქლოროპლასტების და მათში მყოფი პიგმენტების ერთ-ერთი ფიზიოლოგიური როლი სამვალენტიანი რკინის აღდგენაა. აღნიშნულს კარგად ადასტურებს რადიოაქტიური ფოსფორის (P³²) გამოყენებით ჩატარებული შემდეგი ცდა: მცენარეების ერთი ჯგუფი მოთავსებული იყო კნობის საკვებ ხსნარში, ხოლო მეორე — სამვალენტიანი რკინის ნიტრატის იზოტონურ ხსნარში. ცდაში მონაწილეობდა ორი ჯიშის ამერიკული ვაზის საძირები. შედარებით ქლოროზგამძლე ბერლანდიერი X რიპარია 5 ბბ და არა ქლოროზგამძლე რიპარია X რუპესტრის 3309. საკვებ ხსნარებში P³²-ის შეტანიდან გარკვეული ინტერვალების დაცვით თვალყურს ვადევნებდით მისი შეთვისების დინამიკას. P³²-ის შეტანიდან 30 წუთის შემდეგ კნობის ხსნარში მყოფ 5 ბბ-ეს მცენარეებში აღნიშნულია მისი შეთვისება. 3309-ის მცენარეებში P³²-ის შეთვისება 6 საათით ბრკოლდება. შემდეგ ვადებში P³²-ის შეთვისება თანდათან იზრდება. 5 ბბ-ს ფოთლებში უფრო მეტი P³² გროვდება, ვიდრე 3309-ის ფოთლებში. ამ მოკლენის მიზეზი ის არის, რომ 5 ბბ-ს ფესვებს მიერ აღსორბირებული P³²-ის გადამოდრავება ფესვებიდან ფოთლებისაკენ უფრო ინტენსიურად წარმოებს, ვიდრე 3309-ის ფესვებიდან.

სამვალენტიანი რკინა მნიშვნელოვნად აბრკოლებს P³²-ის შეთვისებას. 5 ბბ-ს ფოთლებში P³²-ის მცირეოდენი დაგროვება მხოლოდ მეშვიდე დღეს იყო დადგენილი. 3309-ის მცენარეებზე სამვალენტიანი რკინის ტოქსიკური მოქმედება იყო შემჩნეული. სამვალენტიანი რკი-

ნის ხსნარში მოთავსებიდან მეორე დღეს 3309-ის მცენარეებს ნეკროზები გაუჩნდა და ტურგორი შეუშლიდა. მესამე დღეს ქვედა ფოთლები შეხმა, კენწერო გაშავდა და გახმა, ხოლო შუა ზონის ფოთლები შექცნა და ჩამოეკიდა. მეოთხე დღეს სამვალენტიანი რკინის ხსნარში მოთავსებული 3309-ის ყველა მცენარე მთლიანად გახმა. ქლოროზგამძლე 5 ბბ-ს მცენარეებზე სამვალენტიანი რკინის ხსნარის ტოქსიკური მოქმედება შემჩნეული არ ყოფილა. ცდის ბოლომდე, რომელიც ორ კვირამდე გრძელდებოდა, 5 ბბ-ს მცენარეები თითქმის ნორმალურად გამოიყურებოდა. სამვალენტიანი რკინის გავლენით 5 ბბ-ს მხოლოდ P³²-ის ფესვებიდან ფოთლებში გადასვლა დაუბრკოლდა (ცხრილი 86). ზემოთ დასახელებული ფაქტის მიზეზი საკვლევ მცენარეთა ფესვების მიერ სამვალენტიანი რკინის აღდგენის სხვადასხვა უნარი აღმოჩნდა. გამოიჩვენა, რომ ისეთი ჯიში (5 ბბ, რქაწითელი), რომელიც ფესვებში პიგმენტების სინთეზის მაღალი უნარით ხასიათდება, უფრო სწრაფად და დიდი რაოდენობით აღადგენს სამვალენტიანი რკინას, ვიდრე ისეთი მცენარე (3309), რომლის ფესვებშიაც პიგმენტების სინთეზის დაბალი დონეა დადგენილი. ამგვარად დამტკიცდა, რომ ვაზის ფესვებში ნახუ-ლი ქლოროპლასტების ერთ-ერთი ფიზიოლოგიური დანიშნულება სამვალენტიანი რკინის აღდგენაა, ჩვენი ლაბორატორიისა და ნ. ნაკაიძის გამოკვლევით ნორმალური და ქლოროზგამძლე ვაზის ფესვები უფრო მეტი რაოდენობით გამრყოფს სხვადასხვა მქაეას ვიდრე ქლოროზიანი და ნაკლებ ქლოროზგამძლე ჯიშები.

ვაზის ფესვებიდან მქაური თვისებების მქონე სხვადასხვა ნივთიერების გამოყოფა, როზოსფეროში სამვალენტიანი რკინის აღდგენას და ზოგიერთი ძნელად შესათვისებელი ნაერთის ხსნად ფორმაში გადაყვანას მნიშვნელოვნად უნდა აპირობებდეს.

საინტერესოა აღინიშნოს, რომ ნამყენის საძირის ფესვში პიგმენტების სინთეზის უნარი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ფოთლებში პიგმენტების შემცველობაზე, მათ ცვლასა და განახლებაზე. ასე, მაგალითად, 5-ბბ-ზე დამყნობილი ალიგოტეს ფოთლები პიგმენტებს უფრო მეტს შეიცავს, რაც მთავარია, ამ საძირებზე დამყნობილ ალიგოტეს ფოთლებს მათოტოსინთეზირებელი აპარატი შედარებით მდგრადი აქვს, პიგმენტების დაშლაც სხვადასხვა არახელსაყრელი ფაქტორის გავლენით უფრო ნაკლებად ხდება, ვიდრე ალიგოტეს იმ მცენარეებში, რომლებიც ნაკლებად ქლოროზგამძლე (3309-ის) საძირებზეა დამყნობილი. უკანასკნელის ფესვები პიგმენტების დაბალი სინთეზის უნარით ხასიათდება. შესაძლოა, ფესვებში გამომუშავდეს რომელიმე სპეციფიკური ნივთიერება, რომელიც მათოტოსინთეზირებელი აპარატის შექმნაში მონაწილეობს და მის ნორმალურ მუშაობას აპირობებს.

სამეაღმართიანი რეინის (Fe...) გველენა P32-ის შეთვისებაზე. ფოთლების აქტივობა
იპპ/წ

ჯიშის ზედა	15/VII		16/VII		17/VII		18/VII		19/VII		22/VII		20/VII		25/VII	
	ქმობა	Fe...	ქმობა	Fe...	ქმობა	Fe...	ქმობა	Fe...	ქმობა	Fe...	ქმობა	Fe...	ქმობა	Fe...	ქმობა	Fe...
3309 ქვედა პეუ ზედა	10	0	0	0	770	0	1086	0	2660	0	4552	0	5230	0	5619	0
	0	0	37	0	616	0	1321	0	1806	0	3190	0	3743	0	4031	0
	24	0	65	0	308	0	803	0	925	0	1855	0	2327	0	2553	0
588 ქვედა პეუ ზედა	23	0	80	0	745	0	804	0	1797	0	3424	65	3233	56	5555	69
	22	0	242	0	1224	0	1738	0	2679	0	4527	67	4943	23	5554	71
	20	0	238	0	857	0	4222	0	3821	0	6411	18	6786	37	7055	75

ვ. გავრილენკო და მ. რუბინი (1964) მიწისზედა და მიწისქვეშა ორგანოთა შორის ნივთიერებათა ცვლას საკითხში დიდ ყურადღებას აქცევენ ფესვების მონაწილეობას რკინისა და მაგნიუმის შემცველ პორფირინების სინთეზში. ზემოთ აღნიშნული ფაქტები ნათლად გვიჩვენებს, თუ რა დიდ გავლენას ახდენს ფესვები მიწისზედა ორგანობის ცხოველქმედებაზე, უკანასკნელზე, თავის მხრივ, ფესვების ნორმალური ფუნქციონირებაა დამოკიდებული. ამიტომ იზოლირებულად, ცალ-ცალკე ფესური კვების ან ფოთლებიდან კვების შესწავლა, ამ ორი მეტად მნიშვნელოვანი პროცესის ურთიერთკავშირის გარეშე, სრულიად მიზანშეუწონელია.

ვაზის რიზოსფეროში ნიტრატების აღდგენის პროცესი შეისწავლებოდა წლების მანძილზე. ნიტრატების აღდგენა ფესვების ექსკრეტორული ფუნქციის და ფესვებზე დასახლებული მიკროორგანიზმთა მოქმედების შედეგია. გამოირკვა, რომ ქლოროფაგამლე ვაზის ჯიშებს, რომლებიც ფესვებში პიგმენტების მაღალი სინთეზის უნარით და ფესვური გამონაყოფების სიუხვით გამოირჩევა, ნიტრატების ინტენსიური აღდგენა ახასიათებს. ამ ფაქტმა გვაფიქრებინა, რომ ფესვის ქლოროპლასტების ერთ-ერთი ფიზიოლოგიური როლი ნიტრატების აღდგენაში მათი მონაწილეობაა. აღნიშნული დადასტურდა სტერილურ პირობებში ჩატარებული ცდით. ადრე გაზაფხულზე ვენახში, სტერილური პირობების დაცვით, რქაწითლის ერთწლიანი რქები ავჭერიოთ. კალმების დამუშავების შემდეგ წყალბადის ზეჟანგისა (10%) და ფენოლის (5%) ხსნარში, რქები დაფესვიანებული იყო სტერილურად სრული სიბნელის პირობებში. დაფესვიანების შემდეგ მცენარეები ორ ჯგუფად დაიყო. ერთ ჯგუფს სინათლის მაღალი ინტენსივობის და ანაერობული პირობების ზეგავლენით ფესვებში პიგმენტები დაშლილი ჰქონდა, ხოლო მეორე ჯგუფის ფესვებში პიგმენტების ნორმალური შემცველობა იყო დატოვებული. ნიტრატების აღდგენის ინტენსივობის შესამოწმებლად მცენარეები კნობის საკვებ ხსნარში იყო გადატანილი.

გამოკვლევამ აჩვენა, რომ სტერილურ პირობებში ნიტრატების აღდგენა უფრო სუსტია, ვიდრე არასტერილურ პირობებში (ცხრ. 87).

აღნიშნული მიუთითებს რიზოსფეროს მიკროორგანიზმთა გარკვეულ მონაწილეობაზე ნიტრატების აღდგენაში. გარდა ამისა აღმოჩნდა, რომ სტერილურ მცენარეთა იმ ვარიანტში, რომელიც ფესვებში პიგმენტებს არ შეიცავდა, ნიტრატების აღდგენის მოვლენა რიზოსფეროში შემჩნეული არ ყოფილა. პიგმენტიანი ფესვები სტერილურ პირობებშიაც ნიტრატების აღდგენის გარკვეული ინტენსივობით ხასიათდება. ცდა გვიჩვენებს, რომ ფესვის ქლოროპლასტები გარკვეულ მონაწილეობას ღებულობს რიზოსფეროსა და ფესვებში აზოტოვან ნივთი-

NO₂ და O₂ მგ-ობით 100 გ-ზე

უღის პირობები	ვარიანტი	NO ₂	O ₂
არასტერილური	პიგმენტისანი	20,2	+7,7
	უპიგმენტო	8,3	+2,2
სტერილური	პიგმენტისანი	12,2	+5,3
	უპიგმენტო	0	1,5

ერებათა გარდაქმნაში. ამგვარად, ფესვის პლასტიდები, მათში არსებული პიგმენტებისა და ფერმენტული აპარატის მეშვეობით, მონაწილეობს ნიადაგიდან შთანთქმული ნახშირბადის შეთვისებაში, სამვალენტისანი რკინისა და ნიტრატების აღდგენაში.

ვაზისა და ზოგიერთი სხვა მცენარის ფესვებში პიგმენტების არსებობა გარკვეულ გავლენას სუნთქვის პროცესზეც უნდა ახდენდეს. ცნობილია, რომ მერისტემული ზონის თავისებური ანატომიური სტრუქტურის გამო მისი აერირება დაბალ დონეზეა. ხშირად ამ ზონაში ანაერობული სუნთქვის შედეგად სპირტის დაგროვება შეიმჩნევა. ა. ფეიდელის აზრით, ის უჯრედები, რომლებიც პიგმენტებს შეიცავენ უფერული უჯრედების სუნთქვის შედეგად გამოყოფილ CO₂-ის ასიმილაციას აწარმოებენ და ამ გზით ალიმტირებენ მათ სუნთქვას.

ფესვში არსებული ქლოროპლასტებისა და მაკროერგული ფაოსფატური კავშირების მონაწილეობით ვაზის ფესვის აქტიურ ზონაში მიმდინარეობს ხილის რეაქციის მსგავსი პროცესები თავისუფალი ენდოგენური ქანგბადის წარმოქმნით. ფესვების სუნთქვა მნიშვნელოვნად უნდა იყოს დამოკიდებული ენდოგენური ქანგბადის რაოდენობაზე, მისი მეტაბოლიზაციის უნარზე.

ქლოროზისადმი არაგამძლე ვაზების აერაციისადმი მაღალი მგრძობიარობის ერთ-ერთი მიზეზი უნდა იყოს ის, რომ მათ არ შესწევთ უნარი განავითარონ საკმარისი სიძლიერით ნიტრატული და სულფატური სუნთქვა. გარდა ამისა ფესვებში პიგმენტების სიმცირის გამო ენდოგენური ქანგბადის წარმოქმნის უნარიც დაქვეითებულია. აღსანიშნავია ის, რომ ფესვების სუნთქვის შესწავლა რიზოსფეროში მარტო ქანგბადისა და ნახშირორჟანგის განსაზღვრით სრულ წარმოდგენას ვერ იძლევა სუნთქვის ინტენსივობაზე. ფესვების სუნთქვის მთლიანი და ჭეშმარიტი სურათის მისაღებად საჭიროა განისაზღვროს ფესვების მიერ ქანგბადის დამატებითი წყაროების მიღებისა და მო-

პოვების უნარი. ასეთებია ნიტრატული და სულფატური სუნთქვა, ე. წ. ენდოგენური ჟანგბადის წარმოქმნის უნარი და მისი გამოყენება სუნთქვაში და სხვა ჟანგვით პროცესებში. უნდა ვივარაუდოთ, რომ ფესვების სუნთქვაში ეგზოგენური და ენდოგენური ჟანგბადის მონაწილეობის ხვედრითი წონა და მნიშვნელობა დამოკიდებულია როგორც გარეგან ისე შინაგან ფაქტორებზე; ყველა ზემოთ აღნიშნული მხედველობაშია მისაღები ფესვების სუნთქვისა და საერთოდ ფესვური კვების ფიზიოლოგიის შესწავლის დროს.

ამჟამად დადგენილია, რომ ქლოროპლასტებსა და მიტოქონდრიებთან ერთად, ჟანგბადის მეტაბოლიზმში პეროქსისომებიც მონაწილეობენ. ამ ორგანოიდთა მთავარი ფიზიოლოგიური ფუნქციაა უჯრედში არსებულ სხვადასხვა შენაერთების დაცვა თავისუფალი მოლეკულური ჟანგბადის დამშლელ ზემოქმედებისაგან. ენდოგენური ჟანგბადის მეტაბოლიზმისა და სუნთქვაში მისი მონაწილეობის ხვედრითი წონის დასადგენად განსაკუთრებით საყურადღებოა უჯრედში პეროქსისომების წარმოქმნის, მათი რაოდენობის განლაგების და ფერმენტული აპარატის ფუნქციონირების დონის შესწავლა.

დადგენილია, რომ ატმოსფეროს ჟანგბადი უშუალოდ სუნთქვას არ ხმარდება მცენარისათვის ეგზოგენური ჟანგბადი საჭიროა. როგორც წყალბადის აქცეპტორი. ამ გზით ორგანიზმში ენდოგენური წყალი წარმოიქმნება. თუ მცენარეს წყალბადის აქცეპტორად მოეპოვება სხვა რომელიმე ნაერთი, მაშინ მისი მოთხოვნილება, ეგზოგენურ ჟანგბადზე იცვლება. ამასთან დაკავშირებით აერაციის ეფექტაც დამოკიდებული იქნება მცენარის შინაგან ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე, ანუ ორგანიზმში არსებულ წყალბადის აქცეპტორთა ფონდზე.

შაქრები და სხვა ნაერთები სუნთქვის პროცესში იჟანგებიან წყლის ფოტოლიზის შედეგად წარმოქმნილი ჟანგბადით, ე. ი. უშუალოდ სუნთქვაში ენდოგენური ჟანგბადი მონაწილეობს. მისი წყარო ორგანიზმში არსებული წყალია. ამიტომ ხილისა და სხვა ბიოქიმიური რეაქციების დროს გამოყოფილი ჟანგბადის წარმოქმნის პირობებს, როგორც გარეგანს ისე შინაგანს, სათანადო ყურადღება უნდა მიექცეს (ფოტოსუნთქვა). ორგანიზმში არსებული წყლიდან სუნთქვისათვის საჭირო ჟანგბადის წარმოსაქმნელად აუცილებელი არ არის სინათლის ენერგია. ეს პროცესი სიბნელეშიც მიმდინარეობს. ამ შემთხვევაში წყლის დაშლა მაკროერგულ ფოსფატურ კავშირებში არსებული ენერგიის ხარჯზე წარმოებს. სუნთქვის შესწავლის დროს გასათვალისწინებელია ისიც, რომ არსებობს მნიშვნელოვანი განსხვავება გარემო არეში არსებულ ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის რაოდენ-

ნობასა და მცენარის ქსოვილებში ამ გაზების რაოდენობას შორის. გარემოში ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის ცვალებადობა ყოველთვის არ ახდენს სათანადო გავლენას მცენარის ქსოვილებში ამ გაზების რაოდენობაზე. ამიტომ ორგანოთა, განსაკუთრებით შიდა ქსოვილების სუნთქვა ხშირად ისეთ არეში მიმდინარეობს, რომელიც თავისი გაზების კონცენტრაციით და შედგენილობით მნიშვნელოვნად განსხვავდება გარემოში არსებული ჟანგბადის, ნახშირორჟანგისა და სხვა გაზების რაოდენობისა და შედგენილობისაგან.

აღსანიშნავია აგრეთვე კაროტინოიდების მონაწილეობა სუნთქვის პროცესში. აღმოჩნდა, რომ კაროტინოიდები ჟანგბადის დეპოს როლს ასრულებენ და ამიტომ გასათვალისწინებელია მათი მონაწილეობაც ენდოგენურ სუნთქვაში.

რიზოსფაროს მიკროორგანიზმები და მცენარის კვება

1. მიკრობია და ბაქტერიოზია, ქლოროფიანი მცენარის მიკროფლორა

მცენარის ფესვებში, ფესვებზე და ფესვების ირგვლივ, ე. წ. რიზოსფეროში, მრავალი სხვადასხვა სახის მიკროორგანიზმია დასახლებული. მიკროორგანიზმების ზრდა-განვითარებას და მათი ცხოველქმედების ინტენსივობას მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს ფესვებიდან გამოყოფილი ნივთიერებები. ფესვური გამონაყოფების გამო, ფესვები და რიზოსფერო უფრო უზვადაა დასახლებული სხვადასხვა სახის მიკროორგანიზმებით, ვიდრე ცალკე ნიადაგი. ფესვის მიკროორგანიზმები მჭიდროდ არიან დაკავშირებული მცენარესთან და, ფიზიოლოგიური თვალსაზრისით, ერთ მთლიან სისტემას ქმნიან. ბუნებრივ პირობებში ფესვური კვება წარმოდგენილია მიკროორგანიზმთა მონაწილეობის გარეშე.

რიზოსფეროში, მიკროორგანიზმთა ცხოველქმედების შედეგად, მიმდინარეობს მთელ რიგ ნივთიერებათა გარდაქმნები, ამის მეოხებით მცენარისათვის ძნელად შესათვისებელი ნივთიერება ადვილად შესათვისებელ ფორმაში გადადის. მიკრობთა მეტაბოლიზმის პროდუქტებს, რომელთაგან ბევრი ფიზიოლოგიურად აქტიურ ნაერთს წარმოადგენს, მცენარის ფესვები ინტენსიურად ნთქავს, შთანთქმული ნივთიერებები, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მცენარეში მიმდინარე სხვადასხვა ბიოქიმიურ და ფიზიოლოგიურ პროცესზე, ასევე მის ზრდა-განვითარებაზე. ბუნებაში მიკორიზისა და ბაქტერიორიზის მოვლენა ფართოდაა გავრცელებული. ამიტომ, კვების სხვადასხვა სახეებთან, ერთად, სიმბიოზური კვების ფიზიოლოგიის შესწავლას სათანადო ყურადღება უნდა მიექცეს.

უნდა აღინიშნოს, რომ მიწისზედა ორგანიზმებზე დასახლებულ მიკროორგანიზმებს, მცენარის კვების საკითხში, სათანადო ყურადღება არ ექცევა.

სხვადასხვა სახეობის მცენარის ფოთლები უხვადაა დასახლებული ეპიფიტური მიკროორგანიზმებით, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ პიგმენტებს, აქვთ სინათლის ენერჯიის გამოყენების უნარი და სხვადასხვა ნივთიერებათა ბიოსინთეზს აწარმოებენ. ნაჩვენები იყო, რომ ვაზის ფოთლებზე დასახლებული ეპიფიტური მიკროფლორის მიერ სინთეზირებული ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები (B₁C) გადადის ფოთლებში და იქ სათანადო გავლენას ახდენს ფიზიოლოგიურ პროცესებზე. დადგენილი იყო ისიც, რომ ეპიფიტური მიკროორგანიზმები ითვისებენ და იყენებენ ფოთლების მიერ გამოყოფილ სხვადასხვა ნაერთს (ა. ბერიძე, 1966).

ფოთლებზე დასახლებულ ეპიფიტური მიკროფლორის ზოგიერთ წარმომადგენელს უნდა ჰქონდეს ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციის დიდი უნარი. ნაწილობრივ ამით აიხსნება ტენიან ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ზონაში მცენარეთა ინტენსიური ზრდა. ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ზონაში ეპიფიტური მიკროორგანიზმების კარგ განვითარებას, ფოთლებიდან გამოყოფილი ნივთიერებების გარდა, ხელს უწყობს ტენიანობის, ტემპერატურისა და განათების ოპტიმალური პირობები.

მცენარის მიწისზედა ორგანოებზე დასახლებული ეპიფიტური მიკროორგანიზმებიდან სუფთა კულტურაში აზოტოფიქსატორების და სხვა სასარგებლო თვისებების მქონე მიკროორგანიზმთა გამოყოფას და მათ შესწავლას, გარდა თეორიულია, დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. ეს საკითხი სიმბიოზური კვების შესწავლასთან დაკავშირებით მომავალი კვლევის ამოცანად უნდა დაისახოს.

ვაზი მიკოტროფულ მცენარეთა ჯგუფს ეკუთვნის. პირველად ვაზის ფესვებში მიკოროზის არსებობა დაადგინა პეტრიმ (1907). მისი გამოკვლევის თანახმად ფესვების ფილოქსერით დაზიანება ხელს უწყობს მიკოროზის განვითარებას. თუმცა სოკო ფილოქსერით დაზიანებულ ფესვებზედაც კარგად სახლდებოდა.

მიკოროზა პირველადი აგებულების მქონე ვაზის ახალგაზრდა ფესვებშია. მისი ჰიფები ცენტრალურ ცილინდრამდე აღწევს და ენდოდერმას არ სცილდება. სოკოს მიცელიუმი უფრო ხშირად უჯრედშორისებშია და უჯრედში იშვიათად იჭრება. უჯრედში შეჭრილი მიცელიუმი ავითარებს საწოვრებს, არბუსკულებს. ვეგეტაციის ბოლოს შემჩნეულია, ე. წ. ვეზიკულები, რომლებიც უჯრედში შეჭრილი ჰიფის დაბოლოების გამსხვილებული ნაწილებია. ვეზიკულებში ცხიმის წვეთები იყო შემჩნეული. ვეზიკულები არ მოიპოვებოდა იმ უჯრედებში, სადაც კალციუმის ოქსალატი იყო. ვაზის ენდოტროფული მიკო-

რიზა რივმა შეისწავლა 3309-ზე, 101—14-ზე, დომეი არამონზე, მარასტელსა და ზეიბელზე.

გამორჩევა, რომ რაც უფრო ძლიერაა განვითარებული ვაზები, მით უფრო ინტენსიურად ვითარდება მიკორიზა მათ ფესვებზე. მიკორიზა ნამის ფესვებზედაც უფრო ინტენსიურად ვითარდება, ვიდრე მთავარ მაგისტრალურ ფესვებზე. მიკორიზის ძირითადი გავრცელებინ სიღრმე 50—60 სმ-ია. უფრო ქვედა ფენებში გავრცელებულ ფესვებზე მისი რაოდენობა კლებულობს. მიკორიზას ქლოროზიანი ვაზის ფესვები უფრო მცირე რაოდენობით შეიცავს, ვიდრე ნორმალური ვაზის ფესვები. ორგანული სასუქები და სუპერფოსფატი ვაზის ფესვებში მიკორიზის რაოდენობას ზრდის.

სოკოების განვითარებისათვის მყავე არეა საჭირო. ნეიტრალურ და სუსტ ტუტე არეში მათი განვითარება შეზღუდულია. ასეთ შემთხვევაში მიკოტროფული კვების პირობები დარღვეულია, რაც ვაზის ქლოროზის ერთ-ერთ გამომწვევ ფაქტორად უნდა ჩაითვალოს.

ა. ველის (1952) თავის მონოგრაფიაში მოცემული აქვს რეინერის ცნობა იმის შესახებ, რომ კირანარ ნიადაგზე ფიჭვის ქლოროზი თავიდან იყო აცილებული ნიადაგის გოგირდით შემყავების საშუალებით. ამ ღონისძიების გამო ფიჭვის ფესვებზე მიკორიზა კარგად ვითარდებოდა და მცენარე ნორმალურ მდგომარეობას უბრუნდებოდა.

კირანარ ნიადაგებზე ქლოროზიანი ვაზის ფესვებში ენდოფიტური მიკორიზის სუსტი განვითარებაა დადგენილი. აღნიშნული ფაქტი მიკოტროფული კვების რეჟიმის დარღვევაზე მიუთითებს.

ბუნებაში მიკორიზის წარმომქმნელი სპეციფიკური სოკოები არ არსებობს. შესაძლოა ყველა სახის სოკო უმაღლესი მწვანე მცენარას არაპათოგენური სიმბიონტი აღმოჩნდეს. თუ კვების პროცესში დაირღვა გარკვეული წონასწორობა სოკოსა და უმაღლეს მწვანე მცენარეს შორის, მიკორიზის წარმომქმნელი არაპათოგენური სოკო პათოგენურ ფორმაში გადადის და მცენარეს ზიანს აყენებს. ამგვარად, მიკორიზა პოტენციაში პარაზიტულ მოვლენასაც წარმოადგენს.

აღმოჩნდა, რომ შუა აზიაში ვაზის ქლოროზს სოკო ფუზარიუმი იწვევს. ფუზარიუმი ნორმალური, კარგად განვითარებული მცენარას ფესვის ქერქში ვითარდება. იგი მცენარეს საგრძნობ ზიანს არ აყენებს. როდესაც ვაზი ამა თუ იმ მიზეზის გამო დასუსტებულია, ფუზარიუმი მცენარეში უფრო ღრმად იჭრება, ძლიერ ვითარდება, გამოყოფილი ანტიბიოტიკებით აზიანებს მას და ქლოროზს იწვევს. ცხელ მშრალ პერიოდში (ივლისში, აგვისტოში) ფუზარიუმის განვითარება ბრკოლდება და ვირულენტობაც ეკარგება. ამ პერიოდისათვის მცენარეთა დროებითი გამწვანებაა შემჩნეული. რეკომენდებულია ქლოროზიან ვე-

ნახში ხორბლოვნებისა და პარკოსანთა ნარევის გამოთესვა. ეს ღონისძიება ხელს უწყობს ნიადაგში აქტივობის განვითარებას, რომლებიც ფუნჯარიუმების ანტიგონისტებს წარმოადგენენ.

ქლოროზთან დაკავშირებით ნიადაგის მიკროფლორას ი. კანიკეცი (1951) სწავლობდა. მან ვაზის რიზოსფეროდან ტრიხოდერმის, პენიცილიუმისა და ფუნჯარიუმების ზოგიერთი შტამი გამოყო, რომლებიც მცენარის ზრდა-განვითარებას და მის საერთო მდგომარეობას მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს.

ჩვენს პირობებში ქლოროზთან დაკავშირებით ვაზის რიზოსფეროს მიკროორგანიზმებს აკად. ლ. ყანჩაველის ხელმძღვანელობით იკვლევდნენ ე. ერისთავი, ს. ისარლიშვილი და ლ. ლაბახუა (1957, 1961). მათი გამოკვლევების მიხედვით მიკროორგანიზმთა სხვადასხვა სახეობა უმთავრესად 40—60 სმ-ის სიღრმეშია კონცენტრირებული. მათი ყველაზე მცირე რაოდენობა 150 სმ-ის სიღრმეზეა დადგენილი. ქლოროზიანი ვაზის რიზოსფეროში ასპერგილები და ფუნჯარიუმები სჭარბობს, ხოლო ახალგაზრდა ნორმალურ მცენარეებში — პენიცილიუმები. ტრიხოდერმა ლიგნორუმი უფრო ხშირად ნორმალური ვაზის ფესვებზეა შემჩნეული, ვიდრე ქლოროზიანზე. გაზაფხულზე ახალგაზრდა ვაზის ფესვები უფრო მდიდარია სხვადასხვა სახის მიკროორგანიზმებით, ვიდრე მობერებული ვაზის ფესვები. რიგთშორისებში შეთესილი ორწლიანი იონჯა ვაზის რიზოსფეროში სხვადასხვა სახის მიკროორგანიზმების რაოდენობას ზრდის, მესამე წელს კი მათი რაოდენობა მკვეთრად მცირდება. 420ა ჯიშის ფესვები ტრიხოდერმა ლიგნორუმით და სხვა სახის მიკროორგანიზმებით უფრო უხვადაა დასახლებული, ვიდრე 3309-ის ფესვები. ნიადაგში ტრიხოდერმა ლიგნორუმის ხელოვნური შეტანა ვაზის ქლოროზით დაზიანების ინტენსივობას ამცირებს და მცენარის საერთო მდგომარეობას და განვითარებას მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს.

პროფ. ე. ერისთავის (1961) აზრით, საქართველოს პირობებში სხვადასხვა სახის ფუნჯარიუმები და სხვა მიკროორგანიზმები ვაზის ქლოროზით დაზიანების პირველად მიზეზს არ წარმოადგენს. ავტორი მიუთითებს ქლოროზის რთულ ბუნებაზე და აღნიშნავს, რომ ნიადაგის სხვა თვისებებთან ერთად, ვაზის რიზოსფეროს მიუძღვის გარკვეული წვლილი ქლოროზის შესუსტება-გაძლიერებაში. ცალკეული მიკროორგანიზმები ქლოროზის გამომწვევი პირველადი მიზეზი არ არის და საქართველოში ვენახების ქლოროზით მასობრივად დაზიანებას არ იწვევს.

პროფ. მ. მაქავარიანის მიერ მიკრობიოლოგიური ანალიზისათვის ნიმუშები აღებული იყო მუხრანში რიპარია X რუბესტრის 3309-ზე

დამყნობილი ალიგოტედან, საკუთარ ფესვებზე აღზრდილი რქაწითლი-დან და ბერლანდიერი X რიპარია 5 ბბ-დან. შესწავლილ იქნა 3309-ზე დამყნობილი ალიგოტეს, რქაწითლისა და 5 ბბ-ეს ფესვის მიკროფლორა. შემწოვი და მსხვილი გამტარი გამერქნებული ფესვებიდან მნიშვნელოვანი რაოდენობით გამოიყო სოკოვანი და ბაქტერიული კულტურები..

ვაზის შემწოვ ფესვებში უმთავრესად გვხვდება ლორწოვანი არასპოროვანი ბაქტერიები, ხოლო იშვიათად — სოკოები. ახალ, ჯერ კიდევ გაუმერქნებელ ფესვებში უფრო ხშირად გვხვდება სოკოები არასპოროვანი ბაქტერიების ფონზე, ვიდრე შეწოვ ფესვებში. სოკოები ყველაზე მეტი რაოდენობითაა მსხვილ გამერქნებულ ფესვებში ლორწოვანი არასპოროვანი და სპოროვანი ბაქტერიების ფონზე.

ბაქტერიული კულტურებიდან გამოიყო არასპოროვანი ფსევდომონას გვარიდან, როგორცაა *Ps. mycolitica*, *Ps. mycophagae* და მიკობაქტერიები — *M. album*, *M. hylinum*, *M. rubrum*, *M. Convolutum*, *M. floum*, *M. citreum*, *M. nigrum* მცირე რაოდენობითაა სპოროვანი ბაქტერიები: *Bac. subtilis*, *mesentericus*, *Bac. meqaterium* *Bac. mycoides*, *cereus* და სხვ.

ცდებიდან გამოირკვა, რომ ფესვის მიკროფლორის შტამები სხვადასხვანაირად მოქმედებს ვაზზე. ბაქტერიული და სოკოვანი შტამების ნაწილი ვაზის ზრდა-განვითარებაზე მოქმედებს, როგორც სტიმულატორი და სხვადასხვა პირობებში მნიშვნელოვნად ზრდის მის მოსავალს. ზოგიერთი შტამი მცენარეზე არავითარ გავლენას არ აქვს, გამოყოფილი შტამების მნიშვნელოვან ნაწილს ტოქსიკური თვისებები აღმოაჩნდა. გამოვლინებულია ძლიერი, საშუალო და სუსტი ტოქსიკურობის მქონე შტამები. ბაქტერიულ სოკოვან შტამებს სხვადასხვა ტოქსიკაციის ხასიათი აქვს. ყოველ შტამს ახასიათებს მცენარეზე ინდივიდუალური ტოქსიკური მოქმედება. ზოგიერთი მათგანი ვაზის ქლოროზს იწვევს.

აღნიშნული მდგომარეობა გვაფიქრებინებს, რომ ქლოროზიან კერებში არახელსაყრელი ნიადაგური პირობები უარყოფითად მოქმედებს არა მარტო უმაღლეს მცენარეზე, კერძოდ ვაზზე, არამედ უმაღლეს მცენარეებზედაც — მიკროფლორაზე. ნიადაგის არახელსაყრელი პირობების გამო ზოგიერთი მიკროორგანიზმი ტოქსიკურ თვისებებს იძენს და თავის მხრივ მოქმედებს მცენარეზე.

გამოვლინებულია ვაზზე ანტაგონისტების მოქმედების ხასიათი. ამ მიზნით დაფესვიანებული ვაზის კალმები დამუშავდა ანტიბიოტიკური თვისებების მქონე შტამებით. დადგენილია, რომ ანტიმიკრობული თვისებების მქონე ზოგიერთი ანტაგონისტი ვაზის ზრდა-განვითარება-

ზე მოქმედებს როგორც სტიმულატორი და ზრდის მის მოსავალს. ზოგიერთი შტამი კი ამჟღავნებს ტოქსიკურ მოქმედებას და იწვევს ვაზის ქლოროზს. მიზანშეწონილია ვენახის გაშენებისას სარგავი მასალის ბაქტერიზაცია სტიმულატორებით. უმჯობესია ბაქტერიული და სოკოვანი შტამები, სტიმულატორები პერიოდულად შევიტანოთ ვაზის რიზოსფეროში.

გარდა ვაზის ფესვებში შეჭრილი და ფესვებზე დასახლებული მიკროორგანიზმებისა, გარკვეულ ინტერესს იწვევდა ქლოროზიანი და ნორმალური ვაზის რიზოსფეროს მიკროფლორის სეზონური დინამიკის შესწავლა. ეს სამუშაო მუხრანში ბოტანიკის ინსტიტუტის სტაციონარის ბაზაზე ტარდებოდა. ნიადაგის ნიმუშები აღებულ იქნა 3309-ზე დამყნობილ ალიგოტეს ქლოროზიანი და ნორმალური მცენარეების რიზოსფეროდან სხვადასხვა სიღრმეზე. ამონიფიკატორების განააზღვრა ცილოვან საკვებ არეზე წარმოებდა (ხბბ), სპოროვანი ბაქტერიებისას — მიშუსტინის საკვებ არეზე, ნიტრიფიკატორებისა — ვინოგრადსკის საკვებ არეზე, აქტინომიცეტებისა და სოკოებისა — ჩაპეკის საკვებ არეზე, ხოლო აზოტობაქტერისა — ეშბის საკვებ არეზე, ნიადაგში მისი პროცენტული რაოდენობის აღრიცხვით.

მუხრანში ვაზის რიზოსფეროში დასახლებულია *Az. choococcum*. იგი როგორც ქლოროზიანი, ისე ნორმალურ ვაზის რიზოსფეროში 100%-ით არის განვითარებული. ქლოროზიანი და ნორმალური ვაზების რიზოსფეროდან გამოყოფილი აზოტობაქტერი მხოლოდ ზრდის ინტენსივობით განსხვავდება ერთიმეორისაგან. ნორმალური ვაზის რიზოსფეროდან გამოყოფილი აზოტობაქტერი უფრო ინტენსიურად იზრდება, უფრო მეტი ლორწოვანი მასა და პიგმენტაცია ახასიათებს. ქლოროზიანი ვაზის აზოტობაქტერი ნელა იზრდება, აქვს მცირე ლორწოვანი მასა და სუსტი პიგმენტაცია. შემჩნეულია აგრეთვე უჯრედების დეგენერაცია. ნიადაგის ქვედა ფენებში აზოტობაქტერს ლორწოვანი მასის წარმოქმნისა და პიგმენტაციის უნარი ეკარგება. ეს უფრო მკვეთრად ქლოროზიანი ვაზის რიზოსფეროდან გამოყოფილ აზოტობაქტერზეა შესამჩნევი.

თითქმის ყოველ სეზონში ამონიფიკატორები როგორც ქლოროზიანი, ისე ნორმალური ვაზის რიზოსფეროში უფრო მეტი რაოდენობით ზედა ფენაში აღმოჩნდა (ცხ. 88). აღნიშნული ბაქტერიები ზოგიერთ შემთხვევაში 40—60 სმ-ის სიღრმეზე უფრო მეტია, ვიდრე ზედა ფენებში. მაგალითად, გაზაფხულზე მათი რაოდენობა ნორმალური მცენარის რიზოსფეროში 40—60 სმ-ის სიღრმეზე 18,824 მილიონს აღწევს, ხოლო ზედა ფენაში მცირეა. ზაფხულში ქლოროზიანი ვაზის რიზოსფეროში 40—60 სმ-ის სიღრმეზე უფრო მეტი ამონიფიკატო-

რები, ვიდრე ზედა ფენაში. საერთოდ, გარდა ზამთრის სეზონისა, ქლოროზიანი ვაზის რიზოსფერო უფრო უხვადაა დასახლებული ამონიფიკატორებით, ვიდრე ნორმალური ვაზის რიზოსფერო, სპოროვანი ბაქტერიები ქლოროზიანი ვაზის რიზოსფეროში უფრო მეტი რაოდენობით გვხვდება, ვიდრე ნორმალურში, განსხვავებულია მათი სეზონური განვითარების დინამიკაც. უმთავრესად გვხვდება სპოროვანი ბაქტერიების შემდეგი წარმომადგენლები: *Bac. megatherium* და *Bac. mesenteicus*, უფრო იშვიათად—*Bac. mycoides*, *Bac. cereus* და *Bac. idosus*.

ვაზის რიზოსფერო დასახლებულია აგრეთვე ნიტროფიკატორებით (ცხრილი 89). ქვედა ფენებში მათი რაოდენობა შემცირებულია. 80—100 სმ-ის და 180—200 სმ-ის სიღრმეზე მათი განვითარების დათრგუნვაა შემჩნეული. კოლონიები უფრო წვრილია და მკვეთრად არ არის გამოსახული. საერთოდ ნიტროფიკატორები ქლოროზიანი ვაზის რიზოსფეროში უფრო მეტი რაოდენობითაა, ვიდრე ნორმალური ვაზის რიზოსფეროში. 90-ე ცხრილიდან ჩანს, რომ ნიტრატების რაოდენობა ქლოროზიანი ვაზის რიზოსფეროში უფრო მეტია, ვიდრე ნორმალურის რიზოსფეროში. ნორმალური ვაზის ქვეშ 0—20 სმ-ის შემდეგ ნიტრატები აღარ გვხვდება, ხოლო ქლოროზიანი ვაზის რიზოსფეროში ისინი ქვედა ფენებშიაც აღმოჩნდა. ნიტროფიკატორების სეზონური დინამიკა ორივე ვარიანტში თანაბარია. მათი განვითარების მაქსიმუმი შემოდგომითაა აღნიშნული, ხოლო მინიმუმი ზაფხულშია დადგენილი.

91-ე ცხრილში ვაზის რიზოსფეროში აქტინომიცეტების განვითარების სეზონური დინამიკაა მოცემული. ცხრილიდან ჩანს, რომ აქტინომიცეტები ნიადაგის ქვედა ფენაში უფრო მცირეა, ვიდრე ზევით. ქვედა ფენებში მათი რაოდენობა მკვეთრად ეცემა. წლის ყველა სეზონში ქლოროზიანი ვაზის რიზოსფეროში უფრო მეტია აქტინომიცეტები, ვიდრე ნორმალურში. მათი განვითარების სეზონური დინამიკა ორივე ვარიანტში თანაბარია, მაქსიმუმი აღნიშნულია ზაფხულში, ხოლო მინიმუმი შემოდგომითაა დადგენილი.

92-ე ცხრილში ვაზის რიზოსფეროში სოკოების განვითარების სეზონური დინამიკაა წარმოდგენილი. სოკოების რაოდენობა ნორმალური მცენარის რიზოსფეროში უფრო მეტი აღმოჩნდა, მათი განვითარების დინამიკა ორივე ვარიანტში თანაბარია და მაქსიმუმს შემოდგომით აღწევს. ვაზის რიზოსფეროდან გამოყოფილი იყო შემდეგი მიკროსკოპული სოკოები: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* *Trichoderma* და *gladosporium*. აქედან დომინანტობენ პენიცილიუმები, შემდეგ ასპერგილები, ფუზარიუმები, გლადოსპირიუმები და ზოგიერთ შემ-

ამონოფიკატორების სეზონური დინამიკა

ქობის პარაზიტები	ნიღბადების სიღბმე სმ-ში	ზამთარი			გზაფხული			ზაფხული			შემოდგომა			
		იფენედაყარა	იფენე -ნაყარა	მარაყ აბაყარა	იფენედაყარა	იფენე -ნაყარა	მარაყ აბაყარა	იფენედაყარა	იფენე -ნაყარა	მარაყ აბაყარა	იფენედაყარა	იფენე -ნაყარა	მარაყ აბაყარა	
საღ მეცნარე	0-20	0,510	58,122	58,632	7,059	6,588	13,647	24,120	2,048	2,048	26,168	5,650	1,980	7,630
	40-60	3,061	12,214	15,275	2,353	16,470	18,824	2,206	0,688	2,507	0,780	2,100	2,880	
	80-100	0,319	3,211	3,530	0,471	7,294	7,765	0,222	3,222	3,444	0,850	0,550	1,500	
	180-200	0,319	1,482	1,808	0	0,930	0,930	0,241	0,241	0,482	0,250	0	0,250	
ქობობინ მეცნარე	0-20	4,081	0	4,081	35,714	119,040	154,755	4,167	18,571	22,738	30,400	3,300	33,700	
	40-60	1,644	1,31	2,775	6,585	60,98	12,683	24,020	88,955	113,022	0,900	1,200	2,100	
	80-100	0,101	0,406	0,507	1,882	14,550	16,476	0,557	1,141	1,706	0,300	1,300	1,600	
	180-200	0,102	0,727	0,829	0,217	2,826	3,040	0	0,238	0,238	0,100	0,150	0,250	

ნიტრიფიკატორების რაოდენობა 1 გ. რიზოსფეროს ნიადაგში ათასობით

ცდის ვარიანტი	ნიადაგის სიღრმე სმ-ში	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა
სალი მცენარე	0—20	180	180	90	200
	40—60	35	45	15	200
	80—100	15	10	15	100
	180—200	5	0	5	100
ქლოროზიანი მცენარე	0—20	95	285	175	300
	40—60	205	310	160	500
	80—100	115	100	85	200
	180—200	50	5	25	100

ნიტრატების რაოდენობა 100 გ. ნიადაგში მგ-ობით

ცდის ვარიანტები	ნიადაგის სიღრმე სმ-ში	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა
სალი მცენარე	0—20	0,8	2,43	0,5	კვალი
	40—60	0	1,12	0	კვალი
	80—100	0	0	0	0
	180—200	0	0	0	0
ქლოროზიანი მცენარე	0—20	11,1		11,1	1,1
	40—60	5,9	16,6	0,55	8,0
	80—100	5,2	4,6	0,47	2,0
	180—200	0	0,9	0,34	1,5

აქტინომიცეტების რაოდენობა 1-გ. ნიადაგში მილიონობით

ცდის ვარიანტები	ნიადაგის სიღრმე	ზამთარი	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა
ნორმალური მცენარე	0—20	1,000	0,400	2,700	0,300
	40—60	0,30	0,200	0,600	0,300
	80—100	0,300	0	0,300	0,100
	180—200	0	0	0,100	0
ქლოროზიანი მც.	0—20	1,400	0,600	3,200	0,500
	40—60	0,300	0,400	2,800	0,500
	80—100	0	0,200	0,400	0,300
	180—200	0	0	0,400	0,300

სოკოების რაოდენობა 1 გ. ნიადაგში მილიონობით

ცდის ვარიანტები	ნიადაგის სიღრმე სმ-ში	ზამთარი	ვაზთხელი	ზაფხული	შემოდგომა
ნორმალური მცენარე	0—20	4,000	0,400	0,500	0,900
	40—60	1,000	0,400	0,300	0,500
	80—100	0,90	0,200	0,200	0,600
	180—200	0,100	0,400	0,100	0,100
ქლოროზიანი მცენარე	0—20	4,100	0,200	0,400	0,700
	40—60	0,800	0,200	0,200	0,400
	80—100	0,300	0,600	0,100	0,400
	180—200	0,100	0,400	0,100	0,100

თხევებაში — ტრიხოდერმა. აღსანიშნავია, რომ ტრიხოდერმა მხოლოდ ნორმალური ვაზის რიზოსფეროში გვხვდება.

ამგვარად, ქლოროზიანი ვაზის რიზოსფერო უფრო მდიდარია ამონოფიტორებით, სპოროვანი ბაქტერიებით, ნიტრიფიკატორებით და აქტინომიცეტებით. სოკოების საერთო რაოდენობა შედარებით მცირე აღმოჩნდა ქლოროზიანი ვაზის რიზოსფეროში, ვიდრე ნორმალურში. ნიტრატები უფრო მეტი რაოდენობით და უფრო ღრმა ფენებში ქლოროზიანი ვაზის რიზოსფეროშია. აზოტობაქტერი თავისი ზრდა-განვითარებისათვის უკეთეს პირობებს ნორმალური ვაზის რიზოსფეროში პოულობს. ქლოროზიანი ვაზის რიზოსფეროს მიკრობული შედგენილობა რამდენადმე განსხვავდება ფესვის მიკროფლორისაგან. ქლოროზიანი ვაზის ფესვებში დიდი რაოდენობით ვხვდებით სხვადასხვა სახის ფუზარიუმებს, ხოლო აქტინომიცეტები მცირე რაოდენობითაა, რიზოსფეროს ნიადაგში კი ფუზარიუმები ნაკლებად გვხვდება, ხოლო აქტინომიცეტები უხვადაა წარმოდგენილი.

2. მიაკრობიოლოგიური მეთოდით ფსავარი კვების პირობების დიაგნოსტიკა

ვაზის რიზოსფეროს შესწავლისას ჩვენი შემდგომი მუშაობა ეკოლოგიური მიკრობიოლოგიის მიმართულებით განვითარდა. ეკოლოგიური მიკრობიოლოგიას ჩვენში საფუძველი კოსტიჩევმა ჩაუყარა. ეკოლოგიური მიკრობიოლოგიის მიხედვით მცენარის ფესვური კვება მკაფირო ურთიერთკავშირშია ნიადაგის მოძრავ რეაქტიულ ნაწილთან. ნიადაგის ბიოორგანომინერალურ კომპლექსთან. ორგანულ ნივთიერებათა დაშლისა და სინთეზის პროცესი მთავარი პროცესია, რომელიც ბიოორგანომინერალური კომპლექსის ჩარჩოებში მიმდინარე-

ობს. ნიადაგში ორგანულ ნივთიერებათა დაშლისა და სინთეზის პროცესი პერიოდულობით წარმოებს და მასში მიკროორგანიზმთა გარკვეული ასოციაციები ერთმანეთს თანმიმდევრობით ცვლის. ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზისა და დაშლის სხვადასხვა სტადიაზე მცენარის ფესვური კვების პირობები მნიშვნელოვნად ცვალებადობს. აქედან გამომდინარე, იმ მიკრობიოლოგიური რეაქციების ცოდნა, რომლებიც ორგანულ ნივთიერებათა დაშლისა და სინთეზის სხვადასხვა საფეხურზე წარმოებს, ფესვური კვების პირობათა დიაგნოსტიკების საშუალებას იძლევა.

მთავარი ტიპები სისტემისა ორგანიზმი-გარემო, რომლებიც ბიო-ორგანომინერალურ კომპლექსში შედის, შემდეგია:

1. ზომოგენური მიკროფლორა — ვითარდება იმ შემთხვევაში, თუ ნიადაგში ცილოვანი ნივთიერებებით მდიდარი ორგანული ნაერთებია, აღნიშნული სისტემის შეფარდებითი სიდიდე სხვადასხვა ნიადაგის ბიოორგანომინერალურ კომპლექსში შედარებით მცირეა.

2. ბიოორგანომინერალური კომპლექსის მეორე სისტემა ვითარდება იმ შემთხვევაში, როდესაც ნიადაგი შეიცავს ცილოვანი ნივთიერებებით ღარიბ და ცელულოზითა და ლიგნინით მდიდარ მცენარეულ ნარჩენებს. აღნიშნულ სუბსტრატზე ვითარდება მიკროორგანიზმთა უკვე სულ სხვა ასოციაცია, რომელსაც ავტოხტონური მიკროფლორა „ა“ ეწოდება. ამ ჯგუფში შედის სოკოები და კოკიები ფორმის ბაქტერიები. აღნიშნული სისტემის მოქმედების შედეგად, გარემოში აზოტით მდიდარი, მუქად შეფერილი მკავე ჰუმუსი გროვდება. უმთავრესად ამ ჯგუფში შემავალი სოკოების მოქმედებით წარმოიქმნება ტოქსინები, რომლებიც სხვა მიკროორგანიზმთა განვითარებას აბრკოლებს. გარემოში მიკრობული მეტაბოლიტების დაგროვება თანდათანობით აბრკოლებს მათ განვითარებას და ბოლოს მიკროორგანიზმთა სიკვდილს იწვევს. მიკროორგანიზმთა ავტოლიზის შედეგად წარმოქმნილი აზოტოვანი ნივთიერებები უერთდება ჰუმუსოვან მკავეებს და ამ გზით აზოტით მდიდარი ჰუმუსოვანი კომპლექსი წარმოიქმნება. აზოტით მდიდარ ჰუმუსოვან კომპლექსს α-ჰუმატებს უწოდებენ. ნიადაგიდან α-ჰუმატებს ტუტეების ზემოქმედებით იღებენ. თუ ნიადაგში მიკროორგანიზმთა მე-3 ასოციაციის მიერ α-ჰუმატების შემდგომი დაშლა არ მიმდინარეობს, მაშინ ავტოხტონური მიკროფლორა „ა“-ს მოქმედების შესუსტების გამო, ჰუმუსოვან ნივთიერებათა შემდგომი წარმოქმნა ბრკოლდება. ასეთი შემთხვევები დაქაობებულ ნიადაგებზეა შემჩნეული. α-ჰუმატების რაოდენობის აღრიცხვით შესაძლებელია მე-2 სისტემის სიდიდის დადგენა.

ა-ჰუმატებს შემდგომ გარდაქმნის მიკროორგანიზმთა მე-3 ეკოლოგიური ჯგუფი, აღნიშნული ჯგუფი — ავტონტონურ მიკროფლორა „ბ“-დაა წოდებული. ამ ჯგუფში შედიან ჰუმუსის დამშლელი მიკროორგანიზმები, ნიტრიფიკატორები, ცელულოზა დამშლელი აერობული ბაქტერიები, აზოტობაქტერი, გოგირდის დამჟანგველი ბაქტერიები, ორგანული ფოსფორის გარდაქმნელი ბაქტერიები, ამინოფიკატორები, დენიტრიფიკატორები და სხვა. ამ ჯგუფის მიკროორგანიზმთა მოქმედების შედეგად ნიადაგში მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი მთელი რიგი ნივთიერებები წარმოიქმნება. ამიტომ მე-3 სისტემის განვითარებისა და სიდიდის დადგენას ფესვური კვების პირობების დიაგნოსტიკისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება.

ბიოორგანომინერალური კომპლექსის მეოთხე სისტემა ვითარდება ამ შემთხვევაში, თუ ნიადაგში კალციუმის დიდი რაოდენობა და ანაერობული პირობებია. აღნიშნულ პირობებში ა-ჰუმატების ცილოვანი ნაწილი სწრაფად იხარჯება, ჰუმატური ნაწილი კი კალციუმს უერთდება და კალციუმის ჰუმატები წარმოიქმნება. ამ პირობებში მიკროორგანიზმთა ცხოველქმედება შეფერხებულია და ჰუმუსოვან ნივთიერებათა კონსერვაცია მიმდინარეობს (შავმიწა და შავმიწისებრი ნიადაგები). ამ სისტემის ჰუმუსი, ე. წ. β-ჰუმატები, შეიცავს მხოლოდ კონსტიტუციურ აზოტს, რომელიც უშუალოდ ჰუმუსოვანი ნივთიერებს შემადგენლობაში შედის. ამიტომ ავტონტონური მიკროფლორა „ბ“-ს სისტემის მიკროორგანიზმები β-ჰუმატებს ვერ ითვისებენ. აღნიშნულ პირობებში ამ ჯგუფში შემაჯალი ისეთი მიკროორგანიზმები ვითარდებიან, რომლებიც აზოტოფიქსაციის უნარით ხასიათდებიან. კერძოდ, აზოტოფიქსატორების ასეთი ტიპური წარმომადგენელია აზოტობაქტერი. აზოტობაქტერი არეს აზოტით ამდიდრებს და ამით ხელს უწყობს ჰუმუსის დამშლელ მიკროორგანიზმებს β-ჰუმატების მინერალიზირებაში.

ყველა ზემოთ აღნიშნული ბიოორგანომინერალური კომპლექსის სისტემების შესწავლა მცენარის ფესვური კვების პირობათა შესწავლისა და მისი დიაგნოსტიკის ერთ-ერთი საშუალებაა. ამისათვის სასოფლო-სამეურნეო მიკრობიოლოგიის ინსტიტუტის ნიადაგის მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიაში, ნ. ლაზარევის ხელმძღვანელობით, კვლევის სპეციალური მეთოდებია შემუშავებული. ეს მეთოდები ორ ჯგუფად იყოფა: 1. კვლევის მიკრობიოლოგიური მეთოდი და 2. ბიოორგანომინერალური კომპლექსის განმსაზღვრელი კვლევის ქიმიური მეთოდი.

კვლევის მიკრობიოლოგიური მეთოდი მოიცავს რიზოსფეროში სხვადასხვა ფიზიოლოგიური ჯგუფის მიკროორგანიზმთა განსაზღვრას.

ავტონტონურ მიკროორგანიზმთა „ა“ სისტემა შემდეგ საკვებ არეზე ისაზღვრება:

1. სოკოები — ჩაპეკის საკვებ არეზე
2. ერბომეყვა ბაქტერიები — კარტოფილის აგარზე
3. *Ceostrium pasterianum* ვინოგრადსკის საკვებ არეზე
4. ცელულოზას დამშლელი ანაერობები — იმშენეცის საკვებ არეზე.
5. ამონიფიკატორები — პეპტონიან წყალზე.

ავტონტონური მიკროფლორა „ბ“ შემდეგ საკვებ არეებზე ისაზღვრება:

1. ნიტროფიკატორები — ვინოგრადსკის საკვებ არეზე
2. ცელულოზის დამშლელი აერობები — გედჩისონის საკვებ არეზე
3. აზოტობაქტერი — უაზოტო აგარზე
4. ჰუმუსის დამშლელი მიკრობები — α -ჰუმატურ არეზე
5. დენტრიფიკატორები — გილტას საკვებ არეზე
6. სპოროვანი ამონიფიკატორები — მიშუსტინის მიხედვით
7. აქტინომიცეტები — ამონიაკურ და სახამებლიან არეზე
8. მიკროორგანიზმთა საერთო რაოდენობა — ზორც-პეპტონიან აგარზე.

გარდა ამისა, მე-3 სისტემის აბსოლუტურსა და შეფარდებითს სიდიდეს ნიტროფიკაციის ინტენსივობის მასალებით სწავლობენ. ამისათვის ნიტრატების დაგროვებაში ჯერ კონსტიტუციურ (R_1) და საერთო წინალობას (R) იგებენ. კონსტიტუციური წინალობის გასარკვევად საერთო აზოტის რაოდენობას ყოფენ ხანჰკოლას ან ამონიუმის მარილით კომპოსტირებულ ნიმუშში დაგროვებული ნიტრატების რაოდენობაზე, ხოლო საერთო წინალობის დასადგენად საერთო აზოტის რაოდენობას წყლით კომპოსტირებულ ნიმუშში დაგროვებული ნიტრატების რაოდენობაზე. მაგალითად, თუ საერთო აზოტის რაოდენობა 170 მგ-ს უდრის, ხოლო ხანჰკოლას ფქვილით კომპოსტირების შემდეგ 36 მგ

NO_3 დაგროვდა, მაშინ კონსტიტუციური წინააღმდეგობა $R_1 = \frac{170}{36} = 4,72$.

მე-3 სისტემის აბსოლუტური სიდიდის დასადგენად შემდეგ ფორმულას ხმარობენ: $x = \frac{100}{\sqrt[3]{R_1}}$, ჩვენი მაგალითისათვის იქნება $x = \frac{100}{\sqrt[3]{4,72}} = \frac{100}{1,675} = 59,6\%$. ეს ციფრი (59,6%) ბიოორგანომინერალური

კომპლექსის შედგენილობაში შემაჯავლი მე-3 სისტემის აბსოლუტური სიდიდის მაჩვენებელს წარმოადგენს. მე-2 სისტემის ეფექტური სიდიდის დასადგენად ნიტრატების დაგროვებაში ჯერ საერთო წინაღობის (R_1) სიდიდეს გებულობენ. ამისათვის აზოტის საერთო რაოდენობას ყოფენ წყლით კომპოსტირების შემდეგ დაგროვებული ნიტრატების რაოდენობაზე. ჩვენი მაგალითისათვის საერთო აზოტის რაოდენობა 170 მგ-ს უდრის. წყლით კომპოსტირების შემდეგ დაგროვდა 1,25 მგ NO_3 , აქედან $R = \frac{170}{1,25} = 135,0$ ეფექტური სიდიდის გასაგებად იხმარება

შემდეგი ფორმულა: $x = \frac{100}{\sqrt[3]{R}}$ ჩავსვამთ სათანადო მნიშვნელობებს და ვპოულობთ $x = \frac{100}{\sqrt[3]{135}} = \frac{100}{5,14} = 19,5\%$. ამგვარად, 19,5% მე-3 სისტემის ეფექტური სიდიდეა.

ქიმიური მეთოდით ბიოორგანომინერალური კომპლექსის შესწავლა შემდეგ ანალიზებს მოიცავს: 1. ბიოორგანომინერალური კომპლექსის სიდიდის განსაზღვრას, 2. ბიოორგანომინერალური კომპლექსის ტიპისა და მე-3 სისტემის სიდიდის განსაზღვრას, 3. ბიოორგანომინერალური კომპლექსის მე-4 სისტემის სიდიდის დადგენას.

ბიოორგანომინერალური კომპლექსის შეფარდებით სიდიდეს გებულობენ საერთო აზოტის რაოდენობის განსაზღვრით 1 გ ნიადაგში. აზოტის საერთო რაოდენობას კელდალის მეთოდით საზღვრავენ.

მე-3 სისტემის სიდიდის დასადგენად ნიადაგის ფრაქციულ ანალიზს მკვებებით და ტუტეებით აწარმოებენ. ჯერ აზოტის რაოდენობას ნიადაგის მკვებათი გამონაწურში საზღვრავენ, შემდეგ — ტუტით გამონაწურში, ბოლოს კი ნარჩენ აზოტს საზღვრავენ. მკვებას, ტუტესა და ნარჩენ აზოტს იმავე კელდალის მეთოდით საზღვრავენ, ამ მეთოდით მე-3 სისტემის შეფარდებით სიდიდეს შემდეგი ფორმულის საშუალებით გებულობენ: $\frac{70 - (მ + ტ\%) }{0,61}$.

ბიოორგანომინერალური კომპლექსის მე-4 სისტემა უმთავრესად კარბონატებით მდიდარ შავმიწა, შავმიწისებრ და ნეშომპალა კარბონატულ ნიადაგებშია წარმოდგენილი. ეს სისტემა β-ჰუმატების შემცველობით ხასიათდება. ბიოორგანომინერალური კომპლექსის მე-4 სისტემა β-ჰუმატებში შემაჯავლი აზოტის რაოდენობით განისაზღვრება. ნიადაგის NaCl -ით დეკალცინირების შემდეგ β-ჰუმანატები ადვილად გადადის წყალში, სადაც ემატება ნატრიუმის ტუტე ჰუმინის

დასაღეკად. 0,1 N-ის NaOH-ით ორჯერ გარეცხვის შემდეგ ფილტრატში β -ჰუმატების შედგენილობაში შემავალი აზოტი კელდალს მეთოდით ისაზღვრება.

ზემოდ დასახელებული ანალიზები უფრო დეტალურად სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ნიადაგის მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიის სპეციალურ კრებულშია აღწერილი და ამიტომ ჩვენ მათ აქ დაწვრილებით არ განვიხილავთ.

ვაზის ფესვური კვების ნიადაგური— მიკრობიოლოგიური პირობების შესასწავლად შეირჩა ეკოლოგიურად ერთიმეორისაგან მკვეთრად განსხვავებული პუნქტები. დასავლეთ საქართველოში ნიადაგის ნიმუშები საქარის საცდელი სადგურის ვენახიდან იქნა აღებული, ქართლში — მუხრანის პუნქტიდან, თბილისის მახლობლად — დიღმისა და სამგორის პუნქტებიდან, ხოლო კახეთში — ხირსის პუნქტიდან, აღსანიშნავია, რომ საქარაში, სამგორსა და დიღომში ვაზი ქლოროზით არ ზიანდება, ხოლო მუხრანისა და ხირსის პუნქტები ქლოროზის კერას წარმოადგენს.

მიკრობიოლოგიური ანალიზისა და ზემოთ აღწერილი მეთოდებით ბიოორგანომინერალური კომპლექსის შესწავლის გარდა, ვაზის რიზოსფეროში, ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის დასადგენად შესწავლილია ფერმენტების აქტივობა.

შილებული შედეგების განხილვამდე შოკლედ დავახასიათებთ ჩვენი საცდელი პუნქტების ნიადაგებსა და კლიმატურ პირობებს.

დიღომი. დიღმის მეურნეობას უკირავს სოფელ დიღმის ჩრდილო-აღმოსავლეთით მდებარე ტერიტორია. ზღვის დონიდან 435 მ. სიმაღლეზე.

საკვლევი ტერიტორიის კლიმატზე გავლენას ახდენს რელიეფის ფორმათა ხასიათი. აქ ერთმანეთს ხვდება სტეპისა და ტყისათვის დამახასიათებელი კლიმატური არეები.

ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა დიღმის საბჭოთა მეურნეობის ტერიტორიაზე 0,6—0,8 გრადუსით უფრო დაბალია თბილისის საშუალო წლიურ ტემპერატურასთან შედარებით.

დიღომში ყველაზე ცივი თვე იანვარია. ამ თვის საშუალო ტემპერატურა უარყოფითია. ყველაზე ცხელი თვე ივლისია.

წლიური ნალექების ჯამი 450 მმ-ს უდრის. ნალექების მთავარი მაქსიმუმი მაისშია (79 მმ). ყველაზე მშრალი თვე იანვარია. ამ დროს ნალექების რაოდენობა 10—26 მმ შორის მერყეობს.

დიღმის ველზე მთელი წლის განმავლობაში ჩრდილო-დასავლეთის ქარებია გაბატონებული, შედარებით უფრო ნაკლებად სამხრეთ-აღმოსავლეთის ქარები ქრის. წლის თბილ პერიოდში გაბატონებულია

აგრეთვე მთახეობათა ქარები, რომლებიც დღისით ქვემოლან ზემოთ ქრის, ხოლო ღამით პირიქით.

აქ ძირითადად წარმოდგენილია თიხა — ფიქალებისა და ქვიშა-ქვების გამოფიტვის პროდუქტებზე გავრცელებული ყავისფერი ნიადაგები. ტყის ყავისფერი ნიადაგები უნდა წარმოვიდგინოთ, როგორც ყომალი ნიადაგების ველის ნიადაგებისაკენ გადასვლის სტადია. ისინი ნიადაგწარმოქმნის შემდგომ ეტაპზე წაბლა შავმიწა ნიადაგებში გადადიან. განხილულ ტერიტორიაზე შედარებით მცირე ფართობი წაბლა ნიადაგებს უჭირავს.

ხირსა. ხირსის საბჭოთა მეურნეობის ტერიტორია მოქცეულია წინამხარის ქვერათონში ანუ ალაზნის ვაკის მარჯვენა მხარის აღმოსავლეთ ნაწილში. ხასიათდება მაღალი თერმული რეჟიმით. ჰაერის წლიური საშუალო ტემპერატურა 13,2 გრადუსს უდრის. ყველაზე თბილი თვე ივლისია, რომლის საშუალო ტემპერატურა 23 გრადუსია. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 236—250 დღეს უდრის. ყინვიან დღეთა რიცხვი, სხვა რაიონებთან შედარებით მცირეა. მიუხედავად ამისა გაზაფხულის უკანასკნელი ყინვები აპრილის ბოლო რიცხვებშიაც არის მოსალოდნელი. შემოდგომის ყინვები კი შეიძლება ოქტომბრის მეორე დეკადაში დაიწყოს.

სეტყვიანობა გაცილებით ნაკლებია მეზობელ რაიონებთან შედარებით.

თანახმად მ. საბაშვილის მიერ შედგენილი ნიადაგების რუკისა, საკვლევ ტერიტორიაზე წარმოდგენილია მდელოს მლაშობი და დამლაშებული მძიმე თიხნარი ნიადაგები, რომლებიც განვითარებულია დამლაშებულ ლიოსისებრ და თიხნარ ნალექებზე. აქვე, შედარებით შემადლებულ ადგილებზე, გვხვდება მდელოს შავმიწები, რომლებიც თიხნარი შედგენილობისაა, ალაგ-ალაგ დამლაშებული. ზოგან გვხვდება ტყის ყავისფერი ნიადაგები.

საქარა. საკვლევ რაიონის ტერიტორია წარმოადგენს ქვემო იმერეთის გავრძელებას აღმოსავლეთით. სავსებით ღია დასავლეთიდან, ტერიტორია მოქცეულია ზომიერად ტენიან ქვეზონაში, ხასიათდება შედარებით მშრალი ზაფხულით და ზომიერად ცივი ზამთრით. წლის ყველაზე ცივი თვის, იანვრის საშუალო ტემპერატურა 1,5—3 გრადუსამდეა. ყველაზე თბილი თვეებისა (ივლისი — აგვისტო) — 23 — 24 გრადუსამდე. საშუალო წლიური ტემპერატურა რაიონში 13—14 გრადუსის ფარგლებში მერყეობს. ზამთარში გაბატონებულია ჩრდილო-აღმოსავლეთის, ზაფხულში სამხრეთ-დასავლეთისა და დასავლეთის ქარები. აღმოსავლეთისა და ჩრდილო-აღმოსავლეთის ქარები უმეტესად ფიონური ხასიათისაა და დიდი სიჩქარით ხასიათდება.

ნალექების წლიური რაოდენობა 1160 მმ-ს უდრის. ნალექების ყველაზე მეტი რაოდენობა ზამთარში მოდის. ამ სეზონში თვიური მაქსიმუმი საშუალოდ 135 მმ-ს აღწევს, უმცირესი აგვისტოშია და საშუალო 61 მმ-ს უდრის.

ტერიტორიაზე ტყის ყომრალი ნიადაგები ქარბობს. მათ შორის გაეწერებულ სახესხვაობებს უჭირავს დიდი ადგილი. კირქვებზე. კირნარ-ქვიშებსა და სხვა კარბონატულ ქანებზე გავრცელებულია ნეშომპალა კარბონატული ნიადაგები.

სამგორი. სამგორის დაბლობი თბილისის საგარეუბნო რაიონშია და მდინარე მტკვარსა და ივრის შუა წელს შორის მდებარეობს. სამგორის დაბლობის ეკოლოგიურ-კლიმატური თავისებურებათაგან ყველაზე არახელსაყრელი ფაქტორი ძლიერი ქარია.

ყველაზე ცივი თვის — იანვრის საშუალო ტემპერატურა 0—0,5 გრადუსამდე მერყეობს. ყველაზე თბილი თვე ივლისი და აგვისტოა. საშუალო წლიური ტემპერატურა 11,6 და 13,0 გრადუსს შორისაა.

სამგორის რაიონში შემოდგომა უფრო თბილია, ვიდრე გაზაფხული. ნალექების წლიური ჯამი უდრის საშუალოდ 683 მმ. ნალექების მინიმუმი ივლის-აგვისტოშია. გვალვიანობის ალბათობა აგვისტოში 52%-ს უდრის. ჩვენს საცდელ ნაკვეთზე ნეშომპალა სულფატური ნიადაგებია ქვეშ ფენილი გაჭით, საკმაო რაოდენობით შეიცავს ჰუმუსსა და აზოტს. მავნე მარილებისაგან თავისუფალია, გაჭის რაოდენობა 85—95% უდრის.

მუხრანი. ზღვის დონიდან 680 მ-ის სიმაღლეზე მდებარეობს. ქართლის ბარის ამ ნაწილში კონტინენტური მშრალი კლიმატია. წელიწადის პირველი ნახევარი უფრო ცივია, ვიდრე მეორე ნახევარი. ტენიანობის მიხედვით მუხრანი ტყე-ტრაპალის ზონას განეკუთვნება. მუხრანის მეურნეობის ტერიტორიის 70%-ზე გავრცელებულია ღრმა ყავისფერი მდელოს თიხნარი კარბონატული ნიადაგები.

პირველი გამოკვლევა, სხვადასხვა ნიადაგზე ვაზის რიზოსფეროს ბიოორგანომინერალური კომპლექსების შესწავლასთან დაკავშირებით, ჩატარდა 1959 წელს.

93-ე ცხრილში აზოტის ფონდის ფრაქციული ანალიზია მოცემული. ცხრილგდან ჩანს, რომ საერთო აზოტის მაქსიმალური რაოდენობა მუხრანის ნიადაგში 10—20 სმ-ის სიღრმეზეა და მისი შემცველობა 60 სმ-ის სიღრმემდე დიდ მერყეობას არ განიცდის. სამგორის ნიადაგში აზოტის საერთო რაოდენობა 0—40 სმ-მდე დაახლოებით თანაბარია. 40—60 სმ-ის ზონაში ის უფრო მეტი აღმოჩნდა, ვიდრე მუხრანის ნიადაგში.

მუხრანის და სამგორის ნიადაგში სხვადასხვა ფორმის აზოტის შემცველობა

პუნქტი	ნიადაგის სიღრმე სმ-ებით	საერთო აზოტი	მკევაში ხსნადი N		ტუტეში ხსნადი N		ნარჩენი N	
			მგ-ობით	%-ობით	მგ-ობით	%-ობით	მგ-ობით	%-ობით
სამგორი	0—10	170	5,6	3,2	36,7	22	87,0	51
	10—20	173	11,5	6,8	49,3	28	109,0	63
	20—40	173	11,4	5,8	37,5	22	147,0	84
	40—60	135	11,4	8,4	22,4	16	100,0	74
მუხრანი	0—10	185	0	0	51,5	28	102	55
	10—20	210	3,9	1,7	41,2	20	161	77
	20—40	142	0	0	30,1	21	92	65
	40—60	137	0	0	23,0	13	135	78

განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს აზოტის სხვადასხვა ფორმის შემცველობა რიზოსფეროში. ცხრილიდან ჩანს, რომ მუხრანის ნიადავი ადვილად შესათვისებელ მკევაში ხსნად აზოტს თითქმის არ შეიცავს. მისი ძლიერ მცირე რაოდენობა მხოლოდ 10—20 სმ-ის სიღრმეზეა დადგენილი. აღნიშნულ ფენაში მკევაში ხსნადი აზოტი საერთო აზოტის მხოლოდ 1,7%-ს აღწევს. სამაგიეროდ, ტუტეში ხსნადი ძნელად შესათვისებელი აზოტი მუხრანის ნიადაგში საგრძნობი რაოდენობით აღმოჩნდა. საერთო აზოტში მისი რაოდენობა 28%-მდეა და ფენების მიხედვით გარკვეულ მერყეობას განიცდის. საერთო აზოტში ყველაზე დიდი ხვედრითი წილი ნარჩენ აზოტს უკავია. მისი რაოდენობა 80%-მდე აღწევს. სამგორისა და მუხრანის ნიადაგები მკევაში ხსნადი აზოტით ერთიმეორისაგან თვალსაჩინოდ განსხვავდება. ამ ფორმის აზოტი სამგორის ნიადაგის ყველა ფენაში მნიშვნელოვანი რაოდენობითაა წარმოდგენილი, მაშინ როცა მუხრანის ნიადაგში იგი თითქმის სულ არ გვხვდება.

ამგვარად, რიზოსფეროში აზოტის საერთო რაოდენობა (ან რონელიმე სხვა საკვები ელემენტისა), აზოტით კვების პირობების განმსაზღვრელი არ არის. აზოტის სხვადასხვა ფორმის რაოდენობას და მათ ურთიერთშეფარდებას რიზოსფეროში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების ინტენსივობა და მიმართულება საზღვრავს. სწორედ ამიტომაა აუცილებელი ფსევტური კვების პირობების დიაგნოსტიკებისათვის სხვა სახის ანალიზებთან ერთად, რიზოსფეროში მიმდინარე მიკრობიოლოგიური პროცესების შესწავლა.

სამგორის ნიადაგში ნიტრატების რაოდენობა უფრო მცირეა, ვიდრე მუხრანისაში, მისი მაქსიმალური შემცველობა 20—40 სმ-ის სისქის ფენაშია, ხოლო 40 სმ-ის ქვემოთ კლებულობს. მუხრანის ნიადაგში ნიტრატების მაქსიმალური რაოდენობა 40—60 სმ-ის სიღრმეზეა დადგენილი. ორი კვირის განმავლობაში ნიადაგის ნიმუშების წყლით კომპოსტირება ნიტრატების მნიშვნელოვან დაგროვებას იწვევს. ორივე ნიადაგის ყველა ფენაში ნიტრიფიკაციის ინტენსივობა კიდევ უფრო იზრდება ნიმუშებში ამონიუმის მარილისა და ხანკოლას ფქვილის მიმატებით. ხანკოლას ფქვილით კომპოსტირება უფრო მეტად ზრდის ნიტრიფიკაციის ინტენსივობას, ვიდრე ამონიუმის მარილით კომპოსტირება. საერთოდ აღნიშნულ ნიადაგებს ნიტრიფიკაციის მაღალი უნარი აღმოაჩნდა (ცხრილი 94).

ცხრილი 94

მუხრანის და სამგორის ნიადაგის ნიტრიფიკაციის ინტენსივობა NO_3 მგ-ობით 100 გ-ზე

პუნქტი	ნიადაგის სიღრმე სმ-ობით	NO_3 კომპოსტირებაშე	NO_3 კომპოსტირების შემდეგ		
			წყლით	ხანკოლით	ამონიუმის მარილით
სამგორი	0—10	0,3	1,2	36,0	34,0
	10—20	0,6	1,7	42,4	39,0
	20—40	1,1	2,0	35,0	33,0
	40—50	0,4	0,9	39,6	33,0
მუხრანი	0—10	0,8	2,5	38,3	29,3
	10—20	1,3	2,6	35,4	14,0
	29—40	1,5	2,6	38,5	28,5
	40—50	3,2	4,0	37,0	31,0

95-ე ცხრილში მოცემულია სამგორის ნეშომპალა სულფატური ნიადაგისა (ქვეშფენილი, გაჯით) და მუხრანის ტყის ყავისფერი თიხნარი კარბონატული ნიადაგის ბიოორგანომინერალური კომპლექსის, აგრეთვე მე-3 სისტემის აბსოლუტური და ეფექტური სიდიდეები. ბიოორგანომინერალური კომპლექსის სიდიდე სამგორის ნიადაგების ზედა სამ ფენაში თანაბარია და 1,7-ს უდრის. 40—60 სმ-ის სიღრმეზე მისი სიდიდე 1,3-მდე მცირდება. ქიმიური და ბიოდინამიკური ანალიზის მასალების მიხედვით მე-3 სისტემის განვითარება თითქმის ყველა ფენაში თანაბარია. იგი დაახლოებით 60%-ს უდრის. აღნიშნულ ნიადაგში ნიადაგურ-მიკრობიოლოგიური პირობები ხელს უწყობს ავტოხტონურ მიკროფლორა „ბ“-ს კარგ განვითარებას (ცხრილი 96). ამ ნიადაგში

პიორგანომინერალური კომპლექსის (ბომკ-ის) და III სისტემის სილიდე %-ობით

პუნქტები	ნიადაგის სი- ღრმე სმ-ებით	ბომკ-ის სიღრ- ლე	III სისტემის სილიდე ქი- მიური ანა- ლიზი	III სისტემის სილიდე ბიო- დინამური მ:ჩვენებლებით.	
				აბსოლუტური	ეფექტური
სამგორი	0—10	1,7	61	60	19
	10—20	1,7	56	62	21
	20—40	1,7	74	59	22
	40—60	1,3	73	66	19
მუხრანი	0—10	1,8	59	59	24
	10—20	2,1	80	55	23
	20—40	1,4	74	64	26
	40—60	1,7	90	67	28

არ არის საკმარისად ის ნივთიერებები, რომელთა გადამუშავებასაც ზემოთ აღნიშნული მიკროორგანიზმთა ასოციაცია აწარმოებს. ამიტომაც მე-3 სისტემის აბსოლუტური სილიდე ბიოდინამიკური მაჩვენებლებით (ნიტრიფიკაციის მასალებით) სამჯერ უფრო მეტია ეფექტურ სილიდეზე.

საერთოდ მუხრანის ნიადაგის ბიორგანომინერალური კომპლექსის სილიდე უფრო მეტია, ვიდრე სამგორის ნიადაგისა. ზედა ორ ფენაში მისი სილიდე მაქსიმალურია, 20—40 სმ-ის სიღრმეზე მცირდება, 40—60 სმ-ზე ისევ მატულობს. აქ, ქიმიური ანალიზის მიხედვით მე-3 სისტემის სილიდეც უფრო მაღალია, ვიდრე სამგორში. მისი აბსოლუტური სილიდე ეფექტურ სილიდეს მნიშვნელოვნად აჭარბებს და, დაახლოვებით, 60%-ს უდრის. კარგადაა განვითარებული ავტოზოტურ მიკროფლორა „ბ“. განსაკუთრებით ინტენსიურად ვითარდება აზოტობაქტერი. კარბონატობისა და მიკროორგანიზმთა განვითარების მაღალ ფონზე ვაზის ფესვური კვების პირობების გასაუმჯობესებლად აღნიშნულ ნიადაგში შესაძლოა პერსპექტიული მეთავე ორგანიკის შეტანა აღმოჩნდეს (ტორფი).

გაზაფხულზე, ტემპერატურის მატებასთან დაკავშირებით, მიკროორგანიზმთა ცხოველქმედება ძლიერდება. ამ პერიოდში ნიადაგში ტენის ოპტიმალური რაოდენობით შემცველობა და მცენარეული ნარჩენების არსებობა მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს მიკრობიოლოგიური პროცესების განვითარებას. მიკროორგანიზმთა ცხოველქმედებას უაძლიერება ნივთიერებათა მთელ რიგ გარდაქმნებს იწვევს რიზოსფეროში. ეს გარემოება მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ბიორგანოპი-

მიკროორგანიზმთა განვითარების ინტენსიობა სამგორის და მუხრანის ნიადაგში

პუნქტი	ნიადაგის სიღრმე სმ-ობით	ბაქტერიების საერთო რაოდენობა სპა-ზე	ობის სოკოები	ამონიფიკატორები	ერბომევა ბაქტერიები	Cl Paster.	დენიტრიფიკატორები	აზოტობაქტერიები
საგორი	0—10	2,10 ⁷	4,10 ⁴	10 ⁷	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁵	3,10 ¹
	10—20	7,10 ⁶	8,10 ⁶	10 ⁷	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁶	2,10 ²
	20—40	6,10 ⁶	3,10 ⁴	10 ⁷	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁵	7,10 ¹
მუხრანი	0—10	2,10 ⁷	8,10 ³	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁵	10 ⁵	1,10 ³
	10—20	2,10 ⁷	2,10 ³	10 ⁷	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁶	1,5·10 ³
	20—40	2,10 ⁷	10 ¹	10 ⁷	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁵	1,2·10 ³
40—60	2,10 ⁶	10 ⁴	10 ⁷	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁵	0	
	2,10 ⁶	10 ⁴	10 ⁷	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁵	0	
	2,10 ⁶	10 ⁴	10 ⁷	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁵	0	

ნერალურ კომპლექსში შემავალი სხვადასხვა სისტემის ზიდიდებზე და მცენარის ფესვური კვების პირობებზე. აქედან გამომდინარე, ჩვენს შემდგომ გამოკვლევას სხვადასხვა ნიადაგში ვაზის რიზოსფეროს ბიოორგანიზმინერალური კომპლექსისა და ფესვური კვების პირობების შესასწავლად გაზაფხულზე (მაისში) ვაწარმოებდით.

97-ე და 98-ე ცხრილებში წარმოდგენილია ცნობები სხვადასხვა პუნქტის ნიადაგში აზოტის ფრაქციული ანალიზის შედეგების შესა-

სხვადასხვა ნიადაგებში აზოტის ფორმების შემცველობა

	ნიადაგის სიღრმე სმ-ობით	საერთო აზოტი მგ-ობით	მყავაში ხსნადი		ტუტეში ხსნადი		ნარჩენი	
			მგ-ობით	%-ობით	მგ-ობით	%-ობით	მგ-ობით	%-ობით
ხირსა	0—10	244,7	21,5	8,8	57,6	23,5	165,6	67,7
	0—20	232,8	20,9	9,0	56,2	24,1	155,7	66,9
	20—40	178,0	17,4	9,8	50,2	28,2	110,4	62,0
	40—60	114,7	14,8	12,9	23,3	20,4	76,3	66,7
	60—80	123,5	14,7	11,9	21,3	17,2	87,5	70,9
	80—100	191,5	15,4	15,2	19,0	18,7	67,1	56,1
ღიღობი	0—10	215,0	19,6	9,1	64,6	29,9	131,4	61,0
	10—20	184,5	17,3	9,4	59,2	32,1	108,0	58,5
	20—40	132,7	12,8	9,6	43,5	32,8	76,4	57,6
	40—60	170,6	16,7	9,8	33,4	19,6	120,5	70,6
	60—80	134,2	11,9	8,9	26,3	19,6	96,0	71,5
	80—100	97,4	12,7	23,0	21,2	21,8	63,5	65,2

სხვადასხვა ნიადაგებში აზოტის ფორმების შემცველობა

პუნქტები	ნიადაგის სიღრმე სმ-ობით	საერთო აზოტი %-ობით	მეავაში ხსნადი		ტუტეში ხსნადი		ნარჩენი	
			მგ-ობით	%-ობით	მგ-ობით	%-ობით	მგ-ობით	%-ობით
საქარა	0—10	74,5	12,7	17,1	14,8	19,9	47,0	63,0
	10—20	65,4	11,2	17,1	16,4	25,1	37,8	37,0
	20—40	70,4	9,0	12,7	15,7	22,2	46,0	65,0
	40—60	59,7	0	0	14,6	21,4	45,1	75,5
	60—80	55,1	0	0	13,9	25,2	41,2	47,7
	80—100	58,0	0	0	12,1	20,9	45,9	79,0
სამკორი	0—10	195,7	18,7	9,5	34,3	17,5	142,7	73,0
	10—20	146,9	15,8	10,7	51,6	21,5	99,5	67,8
	20—40	195,1	14,8	7,6	41,2	22,6	136,1	69,8
	40—60	92,2	14,9	16,2	24,3	26,4	53,0	57,4
	60—80	80,4	12,5	15,5	19,4	24,1	48,5	80,4
	80—100	62,4	11,0	17,6	12,2	19,5	39,2	62,9
მუხრანის	0—10	239,9	18,9	7,8	53,7	22,4	167,3	69,8
	10—20	229,5	17,3	7,5	52,4	22,8	159,8	69,7
	20—40	235,7	15,6	7,0	50,7	21,5	188,4	71,5
	40—60	228,4	14,9	6,5	37,2	16,3	176,3	77,2
	60—80	150,7	14,0	9,3	28,0	18,6	108,7	72,1
	80—100	125,9	13,4	10,6	25,6	20,3	86,9	69,1

ხედავთ, ცხრილებიდან ჩანს, რომ ხირსის ნიადაგის ზედა ფენებში აზოტის საერთო რაოდენობა, სხვა პუნქტებთან შედარებით, ყველაზე მეტია. ხირსის შემდეგ საერთო აზოტის მეტი რაოდენობით მუხრანის ნიადაგი გამოირჩევა. საქარის ნიადაგში აზოტის ყველაზე მცირე რაოდენობაა. ნიადაგის სიღრმის მატებასთან ერთად, მისი რაოდენობაც კლებულობს. ყველა პუნქტში მეავაში ხსნადი, ადვილად მოძრავი აზოტი უფრო მცირეა, ვიდრე სხვა ფორმისა. გარდა საქარის პუნქტისა, სადაც ქვედა ფენებში მეავაში ხსნადი აზოტი სულ არ გვხვდებოდა, ნიადაგის სიღრმის მატებასთან ერთად, მისი რაოდენობა იზრდება. ტუტეში ხსნადი და ნარჩენი აზოტი, პირიქით, ზედა ფენებში უფრო მეტია, ვიდრე ქვედაში.

აღნიშნული იმით აიხსნება, რომ მეავაში ხსნადი, ადვილად მოძრავი აზოტი ქვედა ფენებში ირეცხება, ხოლო ტუტეში ხსნადი და ნარჩენი აზოტი, როგორც ნაკლებად მოძრავი, ზედა ფენებში რჩება. მეავაში ხსნადი აზოტის შემცველობის მხრივ ხირსისა და დიღმის ნიადაგები ერთიმეორისაგან დიდად არ განსხვავდება. ტუტეში ხსნად აზოტს კი დიღმის ნიადაგი უფრო მეტს შეიცავს, ვიდრე ხირსისა. საქარის ნიადაგში საერთოდ აზოტი მცირე რაოდენობითაა, მაგრამ სხვა

პუნქტებთან შედარებით, საერთო აზოტში ყველაზე მეტი ხვედრითი წილი ადვილად შესათვისებელ მჟავაში ხსნად აზოტს უჭირავს. განსაკუთრებით აღსანიშნავია, რომ თუ ზამთარში მუხრანის ნიადაგში მჟავაში ხსნადი აზოტი თითქმის სულ არ გვხვდებოდა. გაზაფხულზე ის მნიშვნელოვანი რაოდენობით გროვდება (7-დან 10%-მდე). ამ პუნქტში, სხვა პუნქტებთან შედარებით, ადვილად შესათვისებელი, მჟავაში ხსნადი აზოტი მცირე რაოდენობითაა. გაზაფხულზე მუხრანის ნიადაგში მჟავაში ხსნადი ადვილად მოძრავი აზოტის წარმოქმნა ვაზის რიზოსფეროში ბიოქიმიური და მიკრობიოლოგიური პროცესების გაძლიერებასთანაა დაკავშირებული. აზოტით მცენარის კვება ზამთარშიაც მიმდინარეობს (შედარებით ნაკლები ინტენსივობით), მაგრამ ვინაიდან ფესვების აქტივობა ამ დროს შედარებით დაბალია, რიზოსფეროში ადვილად შესათვისებელი აზოტის არსებობას დიდი მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს მცენარის კვებისათვის. მაშასადამე, მუხრანის ნიადაგში ზამთარში ვაზი აზოტით არანორმალურად იკვებება, რაც მის შემდგომ ზრდა-განვითარებას თავისებურ უარყოფით დასს ასვამს. გაზაფხულზე, მიკრობიოლოგიური პროცესების გაძლიერებასთან დაკავშირებით, მჟავაში ხსნადი, ადვილად შესათვისებელი აზოტის რაოდენობა მატულობს. პარალელურად ძლიერდება მცენარის მიერ მისი მოხმარების ტემპი და იგი მკვეთრად მცირდება ან სულ ქრება. აღნიშნული პერიოდის დადგენა მეტად მნიშვნელოვანია და იგი მცენარის აზოტოვანი სასუქებით გამოკვებას უნდა უკავშირდებოდეს.

გაზაფხულზე თითქმის ყველა ნიადაგი (გარდა საქარისა) ნიტრიფიკაციის მაღალი უნარით ხასიათდება. ქვედა ფენებში ნიტრიფიკაციის უნარი კლებულობს. ზედა ფენებში, ლობიოს ფქვილისა და ამონიუმის მარილის მიმატებით, ნიტრიფიკაციის ინტენსივობა მნიშვნელოვნად მატულობს. ნიტრიფიკაციის ყველაზე მაღალი ინტენსივობით მუხრანის ნიადაგი გამოირჩევა, შემდეგ სამგორის, დიდმისა და ხირსის ნიადაგი. ნიტრიფიკაციის ყველაზე სუსტი ინტენსივობა ახასიათებს საქარის ნიადაგს (ცხრილი 99).

მე-100 და 101-ე ცხრილებში მოცემულია ცნობები ნიტრიფიკაციის, საერთო და კონსტიტუციური წინაღობის, ბიოორგანომინერალური კომპლექსის სიდიდისა და მე-3 სისტემის სიდიდის შესახებ. ცხრილებიდან ჩანს, რომ ყველა პუნქტში, იშვიათი გამონაკლისის გარდა, ნიტრიფიკაციის საერთო წინაღობა (R) ყოველთვის მეტია კონსტიტუციურ წინაღობაზე (R_1). ეს გარემოება იმაზე მიუთითებს, რომ აღნიშნულ ნიადაგებს ნიტრიფიკაციის პროცესისათვის გადასამუშავებელი მასალა აქლია. ბიოორგანომინერალური კომპლექსის (ბომკ-ის) სიდიდე ზედა ფენებში უფრო მეტია, ვიდრე ქვედაში. ბომკ-ის მაღალი მაჩვენებლით

სხვადასხვა ნიადაგის ნიტრიფიკაციის ინტენსივობა. ნიტრატების შემცველობა მგ. %-ობი

ნიადაგის სიღრმე სმ-ობით	კომპოსტირებადლე	კომპოსტირებული			პუნქტები
		წყლით	(NH ₄) ₂ SO ₄	ლობოს ფქვილით	
0—10	2,33	22,50	80,00	73,33	მუხრანი
10—20	6,02	25,00	22,50	37,75	
20—40	9,15	36,66	40,00	23,75	
40—60	2,98	23,00	38,33	2,86	
60—80	2,13	15,00	3,33	2,50	
80—100	0,29	12,50	2,75	1,66	
0—10	1,50	40,00	260,00	54,0	სამგორი
10—20	0,95	38,75	70,00	15,71	
20—40	0,80	28,75	30,00	11,66	
40—60	0,45	8,00	2,50	3,33	
60—80	0,55	5,00	3,75	2,85	
80—100	0,36	1,87	2,20	2,14	
0—10	3,3	25,00	490,00	220,0	დიღომი
10—20	2,1	28,75	330,0	32,86	
20—40	1,50	10,00	15,0	2,50	
40—60	4,37	7,86	15,0	0,83	
60—80	2,50	17,50	10,0	0,83	
80—100	2,85	40,00	115,0	6,66	
0—10	4,30	16,00	85,0	40,0	ხირსა
10—20	5,71	19,25	105,0	50,0	
20—40	2,50	13,33	28,33	15,71	
40—60	2,14	7,14	13,75	7,50	
60—80	1,87	2,77	3,75	3,0	
80—100	1,11	1,66	2,78	2,5	
0—10	1,43	5,55	15,00	3,46	საქარა
10—20	2,14	7,14	20,00	13,54	
20—40	2,14	1,41	16,11	2,5	
40—60	1,25	6,25	10,0	1,43	
60—80	0,66	2,85	1,54	0,71	
80—100	1,25	5,83	12,0	2,50	

ხირსისა და მუხრანის ნიადაგები გამოირჩევა. სამგორის ნიადაგში ზომკ-ის სიდიდე ქვედა ფენებში მკვეთრად ეცემა და 40 სმ-ის ქვემოთ 0,6-მდე დადის. ზომკ-ის ყველაზე დაბალი მაჩვენებლით საქარის ნიადაგი ხასიათდება. ზედა ფენებში მისი სიდიდე მხოლოდ 0,7 აღწევს, ქვედა ფენაში 0,5-მდე დადის. ამავე დროს ხირსისა და მუხრანის ნიადაგებში ზომკ-ის სიდიდე 2,5 — 1,3-მდე მერყეობს.

ამგვარად, ზომჯ-ის სიდიდე, რომელიც ნიადაგის ნაყოფიერების ერთ-ერთი მაჩვენებელია, ვაზის ქლოროზის გავრცელების პუნქტებში უფრო მეტია, ვიდრე იქ, სადაც ვაზი ქლოროზით არ ზიანდება. აღნიშნული გარემოება, კიდევ ერთხელ ადასტურებს პროფ. ლ. ჯაფარიძის მოსაზრებას იმის შესახებ, რომ ვაზის ქლოროზის პირველად მიზეზს კვების პირობების გაუარესება და ნიადაგის ნაყოფიერება არ წარმოადგენს.

ცხრილი 100

ნიტროფიკაციის საერთო და კონსტიტუციური წინააღმდეგობა და III სისტემის სიდიდე

პუნქტი	ნიადაგის სიღრმე სმ-ით	საერთო წინააღმდეგობა R	კონსტიტუციური წინააღმდეგობა R ₁	$\sqrt[3]{R}$	$\sqrt[3]{R_1}$	ბოჭვის სიღრმე	III სისტ. სიდიდე	
							აბსოლუტური	ეფექტური
დიდობი	0—10	8,64	0,44	2,05	0,76	2,15	131,5	48,7
	10—20	6,4	0,56	1,85	0,82	1,84	120,0	54,0
	20—10	13,3	8,8	2,36	2,07	1,33	48,3	42,3
	40—60	2,13	11,4	2,72	2,25	1,71	44,4	36,7
	60—80	7,9	13,4	1,59	2,36	1,34	42,3	50,3
	80—100	2,4	0,85	1,34	0,96	0,97	105,1	75,3
ხირსა	0—10	15,3	2,88	2,48	1,42	2,45	70,4	40,3
	10—20	12,07	2,22	2,29	1,31	2,33	76,3	43,6
	20—10	13,3	3,47	2,36	1,51	1,80	66,2	42,3
	40—60	16,1	8,40	2,53	2,03	1,15	48,7	39,5
	60—80	44,1	33,3	3,53	3,22	1,23	31,0	28,3
	80—100	59,7	36,2	3,92	3,31	1,01	30,1	25,5

მე-3 სისტემის აბსოლუტური სიდიდე ეფექტურ სიდიდეზე თითქმის ყოველთვის უფრო მაღალია. როგორც ჩანს, გაზაფხულზე მე-3 სისტემის აბსოლუტურსა და ეფექტურ სიდიდეებს შორის დიდი სხვაობა არ არსებობს. ზამთარში სამგორისა და მუხრანის ნიადაგებში მე-3 სისტემის აბსოლუტური სიდიდე ეფექტურ სიდიდეს 2—3-ჯერ აჭარბებდა. გაზაფხულზე მიკრობიოლოგიური პროცესების გაძლიერებასთან დაკავშირებით, ავტოხტონური მიკროფლორა „ბ“ ჯგუფის ინტენსიურად გამრავლება და მათი აქტივაცია მე-3 სისტემის აბსოლუტურსა და ეფექტურ სიდიდეებს შორის სხვაობის შემცირებას იწვევს. ხირსის ნიადაგში მე-3 სისტემის აბსოლუტური სიდიდე ზედა ფენაში 70—76% -ს აღწევს, ხოლო ქვედა ფენაში 30%-მდე მცირდება. ეფექტური სიდიდე 40—43% — 25%-მდე მერყეობს. მუხრანის ნიადაგის სულ ზედა ფენაში აბსოლუტური სიდიდე 70%-ს აღწევს, ხოლო ქვედა ფენაში

ნიტრიფიკაციის საერთო და კონსტიტუციური წინააღმდეგობა და III სისტემის სიდიდე

პუნქტები	ნიადაგის სიღრმე სმ-ობით	საერთო წინააღმდეგობა R	კონსტიტუციური წინააღმდეგობა R ₁	$\sqrt[3]{R}$	$\sqrt[3]{R_1}$	ბოჟის სიდიდე	III სისტემის სიდიდე	
							აბსოლუტური	ეფექტური
საქარა	0—10	12,5	5,0	2,33	1,71	0,74	58,5	42,9
	10—20	9,1	3,2	2,09	1,47	0,65	68,0	47,8
	20—40	16,1	4,4	2,53	1,63	6,71	61,3	39,5
	40—60	9,5	6,0	2,12	1,82	0,60	55,0	47,1
	60—80	19,7	36,7	2,77	3,32	0,55	31,0	36,4
	80—100	10,0	4,8	2,15	1,68	0,58	59,5	46,5
სამგობი	0—10	4,9	0,75	1,69	0,91	1,96	109,8	59,1
	10—20	3,77	2,1	1,55	1,28	1,47	78,1	64,5
	20—40	6,72	6,5	1,88	1,86	1,95	53,7	53,1
	40—60	11,5	30,6	2,25	3,19	0,92	31,0	44,4
	60—80	16,0	20,0	2,52	2,71	0,80	36,5	39,6
	80—100	32,0	31,0	3,14	3,14	0,62	31,8	31,8
მუხრანი	0—10	10,17	2,9	2,17	1,43	2,40	70,0	46,0
	10—20	9,20	10,0	2,10	2,15	2,30	46,5	47,6
	20—40	6,38	5,90	1,86	1,81	2,40	55,2	54,0
	40—60	9,9	6,0	2,15	1,82	2,30	55,0	46,5
	60—80	10,6	50,3	2,2	3,69	1,51	27,3	45,4
	80—100	9,7	42,0	2,13	3,48	1,30	28,3	46,9

ნაში 28%-მდე ეცემა. ამ ნიადაგში ეფექტური სიდიდე ფენების მიხედვით ნაკლებად მერყეობს და საშუალოდ 46%-ს უდრის. სამგობის ნიადაგში მე-3 სისტემის აბსოლუტური სიდიდე ზედა ფენაში მაღალია, ხოლო ქვევით მნიშვნელოვნად ეცემა (32%-მდე). იგივე ითქმის ეფექტურ სიდიდეზე. საქარის ნიადაგი მე-3 სისტემის როგორც აბსოლუტური, ისე ეფექტური სიდიდის კარგი განვითარებით ხასიათდება. აბსოლუტური სიდიდე 68%—31%-მდე მერყეობს, ხოლო ეფექტური სიდიდე 48%—36%-მდე. საერთოდ, ყველა ჩვენ მიერ შესწავლილი ნიადაგი ბიოლოგიკურად კომპლექსის და მე-3 სისტემაში შემავალი მიკროორგანიზმთა ასოციაციის კარგი განვითარებით ხასიათდება (ცხრილი 102).

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მიკროორგანიზმთა გარკვეული ასოციაცია, ავტოხტონური მიკროფლორა „ა“ (ამა), მცენარეული ნარჩენების გარდაქმნას აწარმოებს რიზოსფეროში. მცენარეული ნარჩენების გარდაქმნის შედეგად ნეშომპალა წარმოიქმნება. ნეშომპალას შედგენილობაში, ჰუმუსოვანი ნივთიერებების გარდა, ცილოვანი და ცილების მსგავსი ნივთიერებები შედის. ამგვარ ნეშომპალას α-ჰუმა-

ტურ ნეშომპალას უწოდებენ. მის შედგენილობაში ჰუმინი, ჰუმინას მჟავა, ფულვომჟავები, ცილოვანი და ცილის მსგავსი ნივთიერებებია. α -ჰუმატურ ნეშომპალას გარდაქმნას მიკროორგანიზმთა გარკვეული ასოციაცია, ე. წ. ავტობტონური მიკროფლორა „ბ“ აწარმოებს. თუ ნიადაგში აერაცია და ტენიანობა ოპტიმალურია, მაშინ α -ჰუმატური ნეშომპალას სრული მინერალიზაცია წარმოებს. მაგრამ, თუ ნიადაგში ანაერობული პირობებია და წყლის რეჟიმი დარღვეულია, მაშინ მიკროორგანიზმები მხოლოდ ცილოვან ნივთიერებებს გარდაქმნის, ხოლო ჰუმუსოვან ნივთიერებებს თითქმის ხელუხლებლად ტოვებს. ამის გამო α -ჰუმატური ნეშომპალა ცილოვანი ნივთიერებებით და ფულვომჟავებით ღარიბდება. ამგვარ ნეშომპალას (ცილოვანი ნივთიერებებით გაღარიბებულს) β -ჰუმატურ ნეშომპალას უწოდებენ. კვების თვალსაზრისით β -ჰუმატური ნეშომპალა არასრულფასოვანია და მას მიკროორგანიზმები სუსტად გარდაქმნიან. შავმიწა და შავმიწისებური ნიადაგი უმთავრესად β -ჰუმატურ ნეშომპალას შეიცავს. ამით აიხსნება შავმიწების შედარებით დაბალი ბიოლოგიური აქტივობა და მათი სიძუნწე მცენარის საკვებად იმ უამრავი რეზერვის დათმობაში, რასაც ისინი ფლობენ.

სხვა მაჩვენებლებთან ერთად, ჰუმუსის ფორმების ცოდნა მცენარის ფესვური კვების პირობების დიაგნოსტიკებისა და ჰეტეროტროფული კვების პირობების დასახასიათებლად და საჭირო. აქედან გამომდინარე, სხვადასხვა ნიადაგის ბიოორგანიზმინერალური კომპლექსის შესწავლასთან დაკავშირებით, ვაზის რიზოსფეროში ჰუმუსის სხვადასხვა ფორმაც შეისწავლება.

სხვადასხვა ნიადაგში ჰუმუსის ფორმების შემცველობა და II და IV სისტემის სიდიდე

ნიადაგის სიღრმე 1 სმ-ში	ხირსა				დილომი			
	α ჰუმატური აზოტი მგ. %-ობით	II სისტემის შფვ. სიდიდე	β -ჰუმატური აზოტი მგ. %-ობით	IV სისტემის შფვ. სიდიდე	α -ჰუმატური აზოტი მგ. %-ობით	II სისტემის შფვ. სიდიდე	β -ჰუმატური აზოტი მგ. %-ობით	IV სისტემის შფვ. სიდიდე
0-10	114,9	1,15	57,6	0,58	77,6	0,78	28,4	0,28
10-20	101,9	1,05	62,3	0,62	71,3	0,71	26,7	0,27
20-40	91,5	0,94	57,8	0,58	63,9	0,64	27,7	0,28
40-60	61,8	0,62	43,3	0,43	60,7	0,6	28,5	0,28
60-80	50,5	0,50	41,8	0,42	50,7	0,51	31,0	0,31
80-100	45,3	0,45	40,2	0,40	23,8	0,24	21,7	0,77

სხვადასხვა ნიადაგში ჰუმუსის ფორმების შემცველობა და II და IV სისტემის სიდიდე

ნიადაგის სიღრმე სმ-ში	საქარა				სამგორი				მუხრანი			
	ა-ჰუმატული N მგ. %-ბით.	II სისტემის შუფ. სიდიდე	ბ-ჰუმატული N მგ. %-ბით	IV სისტემის შუფ. სიდიდე	ა-ჰუმატული N მგ. %-ბით.	II სისტემის შუფ. სიდიდე	ბ-ჰუმატული N მგ. %-ბით	IV სისტემის შუფ. სიდიდე	ა-ჰუმატული N მგ. %-ბით	II სისტემის შუფ. სიდიდე	ბ-ჰუმატული N მგ. %-ბით.	IV სისტემის შუფ. სიდიდე
0—10	21,8	0,22	29,7	0,20	88,6	0,89	29,2	0,29	103,7	1,04	32,5	0,32
10—20	25,4	0,25	18,3	0,18	81,3	0,84	25,7	0,26	94,3	0,94	31,6	0,32
20—40	23,9	0,24	21,2	0,21	88,5	0,88	27,9	0,28	92,4	0,92	30,3	0,30
40—60	21,3	0,21	15,2	0,15	34,7	0,35	28,5	0,28	88,5	0,88	25,8	0,26
60—80	21,2	0,21	13,4	0,13	17,2	0,17	26,0	0,26	73,5	0,73	23,9	0,24
80—100	20,5	0,20	22,1	0,22	36,1	0,36	25,7	0,26	71,4	0,71	20,7	0,21

ხირსის ნიადაგში, რომელიც შევამიწისებრ ნიადაგის ტიპს ეკუთვნის, ა-და ბ-ჰუმატების შემცველობა ყველაზე მეტია. ორივე ფორმის ჰუმუსი სიღრმეში მცირდება. ხირსის ნიადაგში განსაკუთრებით ბ-ჰუმატების მაღალი შემცველობაა თვალსაჩინო. ეს ბიოორგანომინერალური კომპლექსის მე-4 სისტემის დიდ განვითარებას შეესაბამება. დიდმის ნიადაგში, განსაკუთრებით ბ-ჰუმუსის რაოდენობა ორჯერ უფრო მცირეა, ვიდრე ხირსის ნიადაგში. ამის გამო მე-4 სისტემის განვითარებაც უფრო სუსტია. ორივე ფორმის ჰუმუსს მცირე რაოდენობით განსაკუთრებით საქარის ნიადაგი შეიცავს. ამ ნიადაგში ა-ჰუმუსი 5—4-ჯერ უფრო მცირეა, ვიდრე ხირსისაში. ბ-ჰუმუსს კი ის 2—3-ჯერ უფრო მცირე რაოდენობით შეიცავს. სამგორის ნიადაგი 40 სმ-ის სიღრმემდე ა-ჰუმატებს მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავს. ხოლო უფრო ქვევით მისი შემცველობა მკვეთრად ეცემა. აღნიშნულ ნიადაგში ბ-ჰუმატები ა-ჰუმატებზე 3-ჯერ უფრო მცირეა და ზღირმის მიხედვით დიდ მერყეობას არ განიცდის. ხირსის ნიადაგის შემდეგ ა-და ბ-ჰუმატების მაღალი შემცველობით მუხრანის ნიადაგი გამოირჩევა. ამის გამო მე-2 და მე-4 სისტემის სიდიდე აღნიშნულ ნიადაგში კარგადაა განვითარებული.

ამგვარად, ხირსისა და მუხრანის ნიადაგები ბომკ-ის მე-2 და მე-4 სისტემის კარგი განვითარებით ხასიათდება. დიდმისა და სამგორის ნიადაგებში მე-2 სისტემა უფრო უკეთაა განვითარებული. საქარის ნიადაგი, სხვა პუნქტებთან შედარებით, ბომკ-ის ორივე სისტემის სუსტი განვითარებით ხასიათდება.

8. ნიადაგის ფარმენტები და მისი ბიოლოგიური აქტივობა

ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობისა და მისი ნაყოფიერების ერთ-ერთ მაჩვენებლად ფერმენტების აქტივობა ითვლება. ნიადაგის ფერმენტების წყაროა ფესვებიდან გამოყოფილი ფერმენტები, მცენარეული და ცხოველური ნარჩენები, უმთავრესად კი, ნიადაგის მიკროორგანიზმები. მცენარეული და ცხოველური ნარჩენებისაგან თავისუფალ ნიადაგში მხოლოდ მიკრობული წარმოშობის ფერმენტებს ვხვდებით.

ნიადაგის ფერმენტების აქტივობა ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობისა და მისი ნაყოფიერების კარგი მაჩვენებელია.

ნიადაგის ფერმენტების შესწავლას დასაბამი მისცა ე. კუბრევიჩის გამოკვლევებმა. ამჟამად ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის შესასწავლად ფერმენტების აქტივობის განსაზღვრას სულ უფრო ხშირად მიმართავენ. რაც უფრო მეტია მიკროორგანიზმთა რაოდენობა, მით უფრო ინტენსიურია კატალაზისა და ინვერტაზის აქტივობა. მინერალური სასუქების ნიადაგში შეტანა ფერმენტების აქტივობას ზრდის. ნიადაგში ფერმენტების მაღალ აქტივობას მოსავლის მაღალი რაოდენობა შეესაბამება. აღნიშნული იმაზე მიუთითებს, რომ ფერმენტების აქტივობის განსაზღვრით შესაძლებელია ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობისა და მისი ნაყოფიერების დადგენა.

ერთი და იმავე კლიმატური ზონის ფარგლებში კატალაზის აქტივობის განსაზღვრით შესაძლებელია ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობისა და მისი ნაყოფიერების დადგენა. სხვადასხვა კლიმატურ ზონაში კი, მიკროორგანიზმების, ფერმენტებისა და ნიადაგის ქიმიური შედგენილობის ცოდნაცაა საჭირო. მლაშე ნიადაგში, სადაც მცენარე ცუდად ვითარდება, ხოლო მიკროორგანიზმები — შედარებით უკეთესად, მართო კატალაზის აქტივობა არ არის ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობისა და მისი ნაყოფიერების მაჩვენებელი.

სხვადასხვა ტიპის ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის განსაზღვრავად ჰიდროლაზების, ოქსიდაზებისა და სუნთქვის განსაზღვრაა საჭირო. ერთი და იმავე ტიპის ნიადაგში საკმარისია მხოლოდ ერთი ჯგუფის ფერმენტებისა და სუნთქვის განსაზღვრა. ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის განსაზღვრის გარდა, ფერმენტების აქტივობით და სუნთქვის განსაზღვრითაც შესაძლებელია ნიადაგწარმოქმნის პროცესის შესწავლა.

მცენარეული საფარი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნიადაგში ფერმენტების შემცველობაზე. კატალაზის აქტივობა ფოთლოვანი ტყის ქვეშ უფრო მაღალია ვიდრე მარად მწვანე წიწვიანი ტყის ქვეშ. საერთოდ მცენარეული საფარის ქვეშ კატალაზას აქტივობა იზარდ-

ბა. ტყის ქვეშ ნიადაგსა და მკვდარ საფარში კატალაზას აქტივობა შემოდგომისათვის მატულობს. კატალაზას აქტივობასა და მიკროორგანიზმთა განვითარების ინტენსივობას შორის პირდაპირი პროპორციული კავშირია დადგენილი.

ნიადაგში ფერმენტები დიდი ხნის განმავლობაში ინარჩუნებს აქტივობას. ნიადაგში ფერმენტები კრისტალურ მდგომარეობაშიაც არსებობს. კრისტალური ენზიმები კი ბაქტერიებისა და სოკოების პროტეოლიტური და დამჟანგველი ფერმენტების მიმართ უფრო მეტი გამძლეობით ხასიათდება. აღსორბციის მოვლენები გარკვეულ გავლენას ახდენს ნიადაგში ფერმენტების მდგომარეობაზე. დადგენილია, რომ ნიადაგში ფერმენტები აღსორბირებულია ნიადაგის კოლოიდების მიერ. ენზიმები აღსორბირებულ მდგომარეობაში ინარჩუნებს კატალიზურ თვისებებს და ონაქტივაციას არ განიცდის.

სხვადასხვა ნიადაგის ბიოორგანომინერალური კომპლექსის (ბომკ-ის) შესწავლასთან დაკავშირებით, გამოკვლევები ვაზის რიზოსფეროში ფერმენტების აქტივობის დადგენასაც ეხებოდა. ვაზის რიზოსფეროში საანალიზო ნიმუშები სხვადასხვა სიღრმიდან იყო აღებული. ფერმენტის განსასაზღვრავად ჰაერმშრალ მდგომარეობამდე დაყვანილი ნიადაგის ნიმუში იწმინდებოდა სხვადასხვა მინარევისაგან და 2 მმ დიამეტრის საცერში ტარდებოდა. კატალაზა შაროვის მიერ სახეშეცვლილი გაზომეტრული მეთოდით იყო განსაზღვრული, ინვერტაზა-ურეაზა და ფოსფატაზა — ჰოფმანის მეთოდით.

კატალაზა ფართოდ გავრცელებული და მაღალი აქტივობის ფერმენტია. ნიადაგის კატალაზას წარმოშობის წყარო უმთავრესად სოკოებია. კატალაზას უმაღლესი მწვანე მცენარეთა ფესვებიც გამოყოფს. ფიქრობენ, რომ კატალაზას აქტივობა შესაძლოა ნიადაგის ნაყოფიერების საორიენტაციო მაჩვენებლად გამოდგეს. კატალაზა კარბონატულ ნიადაგებში მაღალი აქტივობით ხასიათდება. ეს ნიადაგის მაღალ მიკრობიოლოგიურ აქტივობასთანაა დაკავშირებული. კატალაზას ყველაზე მცირე აქტივობა გამოტუტულ შავმიწა ნიადაგებს აღმოაჩნდა.

ფერმენტი ინვერტაზაც ფართოდაა გავრცელებული სხვადასხვა ნიადაგში. მიკროორგანიზმთა უმეტესობა აღნიშნული ფერმენტის მაღალი აქტივობით ხასიათდება. ისევე როგორც კატალაზას, ინვერტაზას აქტივობაც ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობისა და მისი ნაყოფიერების მაჩვენებლად მიჩნეული.

ორგანული ფოსფორის დაშლის პროცესში აქტიურ მონაწილეობას ღებულობს ფერმენტი ფოსფატაზა. განსაზღვრულ პირობებში ფოსფატაზის აქტივობა ნიადაგის ნაყოფიერების მაჩვენებელია.

ნიადაგში ფერმენტ ურეაზას წყაროა მცენარეული ნარჩენები და მიკროორგანიზმები. ურეაზა ნიადაგში არსებულ შარღოვანას შლის ამონიაკამდე და ნახშირორჟანგამდე. შარღოვანა ნანახია სხვადასხვა მცენარეთა ორგანოებში. ეს ნივთიერება ჰსპარაგრნსა და გლუტამინთან ერთად ორგანული ფორმის აზოტის რეზერვს წარმოადგენს. შარღოვანა მცენარეებში დიდი რაოდენობით არ გვხვდება. შარღოვანას მეტაბოლიზმი ორგანიზმში ორი გზით მიმდინარეობს — ფერმენტ ურეაზას მონაწილეობით, ე. წ. ურეაზული გზა და შარღოვანას აზოტის გამოყენების ჟანგვითი გზა. 104-ე ცხრილიდან ჩანს, რომ დიდმის, ხირსის და საქარის ნიადაგში ფერმენტი ურეაზა არ აღმოჩნდა, ურეაზა გვხვდება მუხრანისა და სამგორის ნიადაგების ზედა ფენებში.

უნდა აღინიშნოს რომ მაღალი pH-ის პირობებში და ქვიშნარ ნიადაგებზე შარღოვანას ზედაპირულად შეტანა, უარყოფით გავლენას ახდენს მცენარეებზე. ამ შემთხვევაში მცენარე შარღოვანას დაშლის შედეგად გამოყოფილი ამონიაკით ზიანდება. ასეთი უარყოფითი ეფექტი განსაკუთრებით მოსალოდნელია ვაზის შარღოვანათი ფესვგარეშე გამოკვების შემთხვევაში. ვაზი ბევრ ორგანულ მკავას და სხვადასხვა შენაერთებს შეიცავს. ამიტომ ამა თუ იმ ნივთიერების შესწურება გავლენას მოახდენს არა მარტო ფოთლების ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე, არამედ მნიშვნელოვნად შეცვლის შესწურებული ნივთიერების ქიმიურ ბუნებას. გარდა ამისა ფოთლებიდან გამოყოფილი ნაერთები და ფოთლებზე დასახლებულ ეპიფიტურ მიკროორგანიზმთა ცხოველქმედების შედეგად წარმოქმნილი ნივთიერებები შევლენ რეაქციაში შესხურებულ ნივთიერებებთან და წარმოიქმნება ჩვენთვის სრულიად უცნობი ნაერთები. ამიტომ თუ შარღოვანას ვასხურებთ ამ ნივთიერების ეფექტთან კი არა, არამედ რომელიღაც X ნივთიერების ეფექტთან გვაქვს საქმე. დასადგენია აგრეთვე სტომატოსპექტრი და შესხურების გავლენა ბაგეების მდგომარეობაზე. თუ შესხურებისას ბაგეები დაიხურა ან შესხურება შუადღეს ან საღამოს საათებშია, მაშინ ნივთიერება კუტიკულის გზით შევა ფოთოლში და უფრო მეტ ქიმიურ ჯარდაქმნებს გადაიტანს ვიდრე ბაგეებიდან შეღწევისას. შესხურების ეფექტი დამოკიდებული იქნება აგრეთვე ფოთლების ასაკზე, ასიმილაციებით გადატვირთვის ხარისხზე, მათ შემადგენლობაზე და ფოთლის ანატომიურ აგებულებაზე.

ნიადაგში კატალაზის, ინვერტაზას, ფოსფატაზას და სხვა ფერმენტთა შემცველობა, რიზოსფეროში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების, ბიოლოგიური აქტივობის და, შესაძლოა გარკვეულ ფარგლებში, ნიადაგის ნაყოფიერების მაჩვენებელი იყოს. აქედან გამომდინარე, სხვა-

დასხვა ნიადაგის ზომის შესწავლასთან დაკავშირებით, სხვა მაჩვენებლებთან ერთად, გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს ვაზის რიზოსფეროში ფერმენტების აქტივობის შესწავლა.

ცხრილი 104

სხვადასხვა ნიადაგში ფერმენტების აქტივობა

ნიმუშის აღების ადგილი	ნიადაგის სიღრმე სმ-ში	კატალაზა	ინვერტაზა	ფოსფატაზა	ურეაზა
მუხრანი	0—10	14,3	275,0	11,5	0,2
	10—20	13	119,0	14,4	0,3
	20—40	14	166,6	11,0	0
	40—60	10	18,0	11,0	0
	60—80	9	9,7	10,0	0,1
	80—100	7	9,0	9,0	0
დიღომი	0—10	11	147,2	13,7	0
	10—20	7	194,4	13,5	0
	20—40	5,7	184,7	11,8	0
	40—60	7	166,6	11,5	0
	60—80	6,2	147,2	8,0	0
	80—100	2	147,2	5,2	0
სამგორი	0—10	12	166,6	6,4	1,3
	10—20	3,8	48,6	7,2	0
	20—40	3	69,4	6,8	0
	40—60	0,4	69,4	3,0	1,7
	60—80	0	19,07	2,0	0
	80—100	0	10,04	1,5	0
ხირსა	0—10	16,0	157,2	9,4	0
	10—20	11,8	184,7	11,7	0
	20—40	9,8	111,1	10,0	0
	40—60	8	59,7	9,0	0
	60—80	7	48,6	8,0	0
	80—100	0	48,6	9,0	0
საქარა	0—10	3	18,0	8,3	0
	10—20	2,6	5,55	5,3	0
	20—40	10	5,55	8,3	0
	40—60	4	18,0	0	0
	60—80	4	9,7	0	0
	80—100	3	2,72	0	0

104-ე ცხრილიდან ჩანს, რომ კატალაზას მაღალი აქტივობით მუხრანის, ხირსისა და დიღომის ნიადაგები ხასიათდება. საქარის ნიადაგში კატალაზას დაბალი აქტივობა აღმოაჩნდა. სამგორის ნიადაგში კატალაზას მაღალი აქტივობა მხოლოდ 10 სმ-ის სიღრმემდეა, შემდეგ მისი აქტივობა მკვეთრად ეცემა და სულ ქვედა ფენებში აღარ შეიმჩნევა. საერთოდ ფერმენტების აქტივობა სიღრმის მატებასთან ერთად კლებუ-

ლობს. ყველა ფერმენტი უმთავრესად 0—60 სმ-ის სისქის ფენაში კონცენტრირდება. დიღმის ნიადაგი ინვერტაზას შედარებით დიდი რაოდენობით შეიცავს და ფენების მიხედვით მისი შემცველობა დიდად არ მერყეობს. მუხრანის ნიადაგის ყველაზე ზედა ფენა ინვერტაზას ძლიერ მაღალი აქტივობით გამოირჩევა, სიღრმეში კი მისი აქტივობა თანდათან კლებულობს და სულ ქვედა ფენაში მნიშვნელოვნადაა შემცირებული. ხირსის ნიადაგის ზედა ფენებსაც ინვერტაზის მაღალი აქტივობა ახასიათებს, 1 მ-ის სიღრმეზე კი მისი აქტივობა 3-ჯერ კლებულობს. სამგორის ნიადაგის ქვედა ფენებში ინვერტაზას აქტივობა ასევე მკვეთრად ეცემა. ისევე, როგორც კატალაზის აქტივობა, საქარის ნიადაგში ინვერტაზას აქტივობა ყველა ფენაში დაბალია. ფოსფატაზას მაღალი აქტივობით ხასიათდება დიღმის, მუხრანისა და ხირსის ნიადაგები. სამგორის ნიადაგში, განსაკუთრებით ქვედა ფენებში, აღნიშნული ფერმენტის აქტივობა მეტად დაბალია. ფოსფატაზას დაბალი აქტივობით ხასიათდება აგრეთვე საქარის ნიადაგი. ამ ნიადაგის ქვედა ფენებში ფოსფატაზას აქტივობა სულ არ აღინიშნება.

ამგვარად, გამორკვეული ნიადაგებიდან ფერმენტების მაღალი აქტივობით დიღმის, მუხრანისა და ხირსის ნიადაგები გამოირჩევა. ყველაზე მცირე რაოდენობით ფერმენტებს საქარისა და სამგორის ნიადაგების ქვედა ფენები შეიცავს. სიღრმის მიხედვით ფერმენტების აქტივობა და მიკროორგანიზმების რაოდენობა კლებულობს. დიღმის, მუხრანისა და ხირსის ნიადაგებში ფერმენტების მაღალი აქტივობა, საქარისა და სამგორის ნიადაგებთან შედარებით, მათი მაღალი ნაყოფიერების მაჩვენებელია.

აღნიშნული მონაცემების მიხედვით ერთხელ კიდევ დასტურდება, რომ ვაზის ქლოროზით დაზიანება ნიადაგის ნაყოფიერებასთან არ არის დაკავშირებული, ედაფონური ქლოროზით დაზიანებისას ორგანიზმის ფუნქციონალური მოშლილობის მიზეზი ნიადაგის ცუდი ნაყოფიერება კი არ არის, არამედ იგი დაკავშირებულია ნიადაგის ისეთ სპეციფიკურ თვისებებთან, როგორიცაა ქვედა ფენებში ანაერობული პირობები, ცუდი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, ნიადაგის ტოქსინები, რიზოსფეროში ბიოქიმიური და მიკრობიოლოგიური პროცესების არანორმალური მსვლელობა და სხვ., რასაც პროფ. ლ. ი. ჭაფარიძემ ქლოროზოგენური ფაქტორები უწოდა. ქლოროზოგენური ფაქტორების შემოქმედებით ფესვთა სისტემის ინაქტივირება მცენარის ნორმალური კვების პროცესს არღვევს და ამით კიდევ უფრო ზრდის ვაზის ქლოროზით დაზიანების ინტენსივობას. აქედან გამომდინარე იმ ვენახებში, სადაც ვაზი ქლოროზით ზიანდება, მცენარეების წყლით ნორმალურად

მომარაგების გარდა, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს სპეციალური ე. წ. „დიეტური“, კვების რეჟიმის შემუშავებას.

აღსანიშნავია, რომ სავეგეტაციო ცდის მეთოდმა ცალკეული საკვები ელემენტების გამოვლინებაში და მათი მნიშვნელობის დადგენაში სათანადო როლი შეასრულა, ამ მეთოდის გამოყენებით წარმატებით დამუშავდა მცენარის კვების ზოგიერთი საკითხი.

სავეგეტაციო ცდის მეთოდის ერთ-ერთი უარყოფითი მხარე იმაში მდგომარეობს, რომ სავეგეტაციო ქურჭლებში მოთავსებული მცენარეები იზოლირებულია და მათი ზრდა-განვითარება ოდნავადაც არ უახლოვდება ბუნებრივ პირობებს. განსაკუთრებით ეს ეხება ბიოგენური ფაქტორების გაუთვალისწინებლობას. როგორც ზემოდ აღვნიშნეთ ბუნებრივ პირობებში არცერთი სახეობის მცენარე მარტო, იზოლირებულად არ ცხოვრობს. მიკროორგანიზმების გარდა ის მჭიდრო ურთიერთობაშია სხვადასხვა სახეობის უმაღლეს მცენარესთან თუ საქმე გვაქვს სასოფლო-სამეურნეო კულტურასთან, მაგალითად ვაზთან. ამ შემთხვევაშიც ხაზგასმულია ის, რომ ვენახში ვაზი მონოკულტურის სახით არ გვევლინება. ხშირად ვენახის რიგშორისებში პარკოსან მცენარეებს ან სხვა ბალახოვან მცენარეებს თესავენ. გარდა ამისა ყველა ჯიშის ვაზს, ან რომელიმე სხვა კულტურულ მცენარეს, ყოველთვის თან ახლავს ბუნებრივი თანამგზავრები, ე. წ. სარეველები. სარეველა მცენარეები პარაზიტებს არ წარმოადგენენ. ისინი უმაღლესი განვითარების მწვანე ავტოტროფული მცენარეებია. ზოგჯერ უხარისხო და არასწორი აგროტექნიკის გამო ირღვევა წონასწორობა და სარეველები კონკურენტის უწევენ კულტურულ მცენარეებს წყალზე და საკვებ ნივთიერებებზე, კულტურული მიწათმოქმედების ერთ-ერთი მთავარი ამოცანაა სარეველა მცენარეებსა და კულტურულ მცენარეთა შორის წონასწორობის დადგენა და რაც მთავრია ამ წონასწორობის შენარჩუნება.

აღსანიშნავია აგრეთვე ის გარემოება, რომ მარტო ერთი რძემედიმე ჯიშისაგან შემდგარი მასივის სახით ვენახის გაშენება ხშირ შემთხვევაში მიზანშეწონილი არ არის. მაღალხარისხოვანი საღვინე მასალის მისაღებად, ე. წ. „კუპაის“ ხერხი, რომელსაც მეღვინეები ფართოდ მიმართავენ, ნაკვეთშივე უნდა ჩატარდეს. ვენახში ერთმანეთთან შეზრდილ და შეგუებულ სხვადასხვა ჯიშის მცენარეებიდან უკეთესი ხარისხის პროდუქცია მიიღება. ასეთი ბუნებრივი კუპაისათვის ჯიშების შერჩევა, ნაკვეთში მათი პროცენტული შედგენილობის დადგენა, განლაგება, წყლისა და კვების რეჟიმის შემუშავება, გარემო ფაქტორთა გათვალისწინების გარდა, სხვადასხვა ჯიშის ვაზებს შორის ურთიერთობის შესწავლას მოითხოვს. ასეთი საკითხების გადაჭრა ამჟამად

არსებული სავეგეტაციო ან საველე ცდის მეთოდის სათანადო შეცვლის გარეშე შეუძლებელია. ჩვენი მეცნიერების განვითარების დღევანდელ ეტაპზე საჭიროა სავეგეტაციო ცდის ისეთი მოდიფიცირება, რომელიც მოგვცემს შესაძლებლობას საჭირო სავეგეტაციო ცდა ბუნებრივი ბიოცენოზის ან აგრობიოცენოზის სათანადო მოდელირებით, მთლიანად დაუახლოვოთ ბუნებრივ პირობებს, ასეთი მიდგომა ბიოცენოზში კომპონენტებს შორის საკვებ ნივთიერებათა ბრუნვის შესწავლა ხელს შეუწყობს ოპტიმალური კვების რეჟიმის შემუშავებას.

ამჟამად კვების ფიზიოლოგიის შესასწავლად აუცილებელია სავეგეტაციო ცდის მეთოდის შეცვლა. ცალკეული კონკრეტული მეთოდური საკითხები: ამა თუ იმ ბიოცენოზის ან აგრობიოცენოზის მოდელირებისათვის სავეგეტაციო ჭურჭლების შერჩევა, სუბსტრატი, სისტემის კომპონენტები, შემქმნელობელი კულტურისათვის კომპონენტთა შერჩევა, საკვებ ნივთიერებათა დოზები და ფორმები, ყოველ კონკრეტულ შემთხვევისათვის ცალკეა გადასაჭრელი. ამ საკითხთა სწორად გადაწყვეტა დიდათაა დამოკიდებული ექსპერიმენტატორის გამოცდილებაზე, ცოდნის დონესა და ინტელიციაზე.

ვენახის განოქმირება

1. სასუქების ფორმები, ღოჯები და შეთანის ვადები

სოფლის მეურნეობაში მოსავლიანობის ზრდის ერთ-ერთი მძლავრი ღონისძიებაა ნიადაგში სხვადასხვა სახის სასუქების შეტანა. რასაც მეურნე უხსოვარი ღრვიდან მიმართავდა. მეცნიერებამ შეისწავლა და დაადგინა მცენარისათვის აუცილებელი ძირითადი საკვები ელემენტები, გაარკვია ცალკეული ელემენტების როლი კვებაში და შეიმუშავა აზრი ფესვური კვების პირობებსა და მექანიზმზე. ამ გარემოებამ ხელი შეუწყო სხვადასხვა სახის მინერალური და ორგანული სასუქების რაციონალურად გამოყენებას.

მევენახეობაში მოსავლის ზრდისა და მისი ხარისხის გაუმჯობესებისათვის ხშირად მიმართავენ ნიადაგის განოქმირებას. ამისათვის იყენებენ როგორც ორგანულ, ისე არაორგანულ სასუქებს. ორგანული სასუქებიდან აღსანიშნავია ნაკელი, სხვადასხვა სახის კომპოსტი, ფრინველის პატივი, ტორფი, მწვანე სასუქები და სხვა. ორგანული სასუქები უფრო სრულფასოვანია და მცენარისათვის აუცილებელ ყველა საკვებ ელემენტს შეიცავს. გარდა ამისა მასში არის მაღალი ფიზიოლოგიური აქტივობის ორგანული ნაერთები, ფერმენტები, ზრდის ნივთიერებანი, ვიტამინები და სხვ. ყველა ისინი, მიკრობული წარმოშობის სხვა მეტაბოლიტებთან ერთად, დადებით გავლენას ახდენენ მცენარის კვების რეჟიმსა და მის ზრდა-განვითარებაზე.

მინერალურ სასუქებს ყოფენ პირდაპირ და არაპირდაპირ მოქმედ სასუქებად. პირდაპირ მოქმედ სასუქებს აზოტის, ფოსფორის, კალიუმის და სხვა ელემენტების შემცველი სასუქები განეკუთვნება. არაპირდაპირად მოქმედი სასუქები უმთავრესად ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს აღმჯობესებს და ამ გზით დადებითად მოქმედებს მცენარის ზრდა-განვითარებაზე; ამ სასუქებს განსაკუთრებით მელიორაციული მნიშვნელობა აქვს. ასეთი სასუქებია კირი, თაბაშირი და სხვ.

მევენახეობაში, მოსავლის გაზრდის თვალსაზრისით, განსაკუთრებით ეფექტურია სხვადასხვა სახის მინერალური სასუქების გამოყენება. ამ ღონისძიების დროული და წესიერი ჩატარებით მოწინავე მევენახე აგრონომები ხშირად რეკორდულ მაღალხარისხოვან მოსავალს ღებულობენ. მიუხედავად მრავალი გამოკვლევისა, მინერალური სასუქების გამოყენებისას დიდი სიფრთხილეა საჭირო. კონკრეტული პირო-

ბებისათვის შესატანი სასუქების ფორმები, მათი დოზები, შეტანის წესი და ვადები არა მარტო ყოველი კულტურისათვის, არამედ ცალკეული ჯიშის მიხედვითაც საჭიროებს სპეციალური ცდით დაზუსტებას.

ობისათვის, რომ მაქსიმალურად გავზარდოთ ყურძნის მოსავალი, ავამაღლოთ მისი ხარისხი და ეკონომიურად დავხარჯოთ სასუქები, უკანასკნელი დიფერენცირებული დოზებით უნდა გამოვიყენოთ ნიადაგის. ვაზის ჯიშისა და სხვა სახის თავისებურებათა მიხედვით, ზ. ბაღდასარაშვილის ცნობით (1965) სიღნაღის, წითელწყაროს და სხვა ნოყიერ ნიადაგებზე სასუქები ეფექტს ვერ ახდენს. სასუქები დადებით შედეგს იძლევა გორის რაიონში, სადაც ჰექტარზე 100 კგ NPK შეაქვთ. ახალციხისა და ასპინძის რაიონში სასუქის მაღალი დოზები კარგ შედეგს იძლევა (ჰექტარზე 200 კგ). სოხუმის რაიონში დადებითად მოქმედებს ჰექტარზე 150 კგ აზოტი. გულაუთის რაიონში მათი გამოყენება გაუმართლებელია ნიადაგის მაღალი ნაყოფიერების გამო.

ვინიდან ვაზი დიდ მოთხოვნილებას უყენებს არეს რეაქციას, ამიტომ სასუქები იმგვარად უნდა შეირჩეს, რომ კვების რეჟიმის გაუმჯობესებასთან ერთად, რიზოსფეროში წყალბადიონთა კონცენტრაცია ვაზისათვის ოპტიმალური სიდიდის ფარგლებში დარჩეს. მკავე ნიადაგების მელიორაციისათვის მიმართავენ მოკირიანებას. ტუტე ნიადაგების შემჟავება შესაძლებელია ელემენტარული გოგირდით, ხოლო მლაშე ნიადაგებზე კვების პირობების გასაუმჯობესებლად თაბაშირს ხმარობენ.

სასუქების ეფექტურობა დიდადაა დამოკიდებული გამოყენების ვადაზე. ორგანული სასუქების ყველა ფორმა შემოდგომაზე შეაქვთ. ფოსფოროვანი და კალიუმის მინერალური სასუქების შეტანის ოპტიმალური ვადაც შემოდგომაა. ფოსფორისა და კალიუმის მაღალი შთანთქმის უნარის მქონე ნიადაგებში ადვილად ხსნადი ფორმების შეტანა უმჯობესია დამარცვლული სახით. ამგვარ პირობებში კარგ შედეგს იძლევა ვაზის გამოკვება ვეგეტაციის დროს, განსაკუთრებით შესხურებით. ნიტრატული და ამონიუმის ფორმის სასუქები გაზაფხულზე შეაქვთ. კიდევ უფრო უკეთესია ზაფხულში გამოკვება. შედარებით ნაყოფიერ ნიადაგებში უპირატესობა ფესვვარეშე გამოკვებას ეძლევა. გამოკვება საჭიროა იმ ფაზებში, როდესაც ვაზი საკვების მიმართ მაქსიმალურ მოთხოვნილებას აყენებს. ვენახში სასუქების ზედპირული შეტანა უმჯობესია ორ წელიწადში ერთხელ, ღრმად შეტანა—სამ-ოთხ წელიწადში ერთხელ, შუალედ წლებში კი — უნდა წარმოებდეს გამოკვება.

გარკვეული მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე შესატანი სასუქების ფორმებსაც. ზირსაში აზოტმკავე ამონიუმის შეტანამ უარყოფითი შე-

დეგი გამოიღო, ხოლო გოგირდმყავა ამონიუმმა — დადებითი.

ზ. ბაღდასარაშვილმა დაადგინა, რომ ხირსის შავმიწისებრ ნიადაგებში სასუქები (NPK) ქლოროზის გაძლიერებას იწვევს. ქლოროზის გავრცელების კერაში ნიადაგი მაღალი ბიოლოგიური აქტივობით და ინტენსიური ნიტრიფიკაციით ხასიათდება. მისი ცნობით, რაც უფრო მაღალია ნიტრატების შემცველობა ნიადაგში, მით უფრო ინტენსიურია ქლოროზით დაზიანების ხარისხი. ნიტრატები ხელს უწყობს მცენარეში ზოგიერთი კათიონის დაგროვებას, ცვლის მათ ნორმალურ ურთიერთშეფარდებას და იწვევს ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების დარღვევას. მცენარის ორგანოებში ნიტრატების აღდგენა იწვევს ჟანგბადის ქარბი რაოდენობით დაგროვებას. აღნიშნული მოვლენა მცენარის სიცოცხლისათვის არახელსაყრელ პირობებს ქმნის.

ა. სანიკიძემ (1954) გამოიკვლია კახეთის ზოგიერთი ნიადაგის მიერ ფოსფორისა და კალიუმის მინერალური სასუქების შთანთქმის ინტენსივობა. დაადგინა, რომ ტყის მუქი ყავისფერი ნიადაგები ბოჭავს შეტანილი ფოსფორის 78—80%-ს, ხოლო ნეშომპალა კარბონატული ნიადაგები — 55—33%-ს. მუქყავისფერ ნიადაგებში შებოჭილი ფოსფორის უმეტესი ნაწილი ორგანული ფორმით, შემდეგ — კალციუმის, ბოლოს რკინისა და ალუმინის ფოსფატებითაა წარმოდგენილი. ნეშომპალა კარბონატულ ნიადაგებში უმეტესად კალციუმის ფოსფატებია, შემდეგ კი ორგანული ფორმის ფოსფორი. მთელ სიღრმეზე მნიშვნელოვანი რაოდენობით ნახევარჯანგეულების ფოსფატებს ვხვდებით. აღნიშნული ნიადაგების მიერ ფოსფორის დიდი რაოდენობით შთანთქმა მათი მძიმე მექანიკური თვისებებით, კოლოიდების სიმდიდრით, რკინისა და ალუმინის სიჭარბით აიხსნება. ამ მიზეზებს კარბონატულ ნიადაგებში ემატება ხსნარის ტუტე რეაქცია და კირის დიდი შემცველობა. ამ ნიადაგებში დიდი იყო აგრეთვე კალიუმის შებოჭვის ინტენსივობა. ტყის მუქ ყავისფერ ნიადაგებში იგი 31—75,7%-ს უდრიდა, ხოლო ნეშომპალა კარბონატულ ნიადაგებში 43—56%-მდე აღწევდა.

თუ ნიადაგში ფოსფორი და კალიუმი კერების სახით ღრმად შეაქვთ, მაშინ აღინიშნება მცენარის მიერ მათი შეთვისების ზრდა, ნაკე-ლი ხელს უწყობს მცენარის მიერ ფოსფორისა და კალიუმის შეთვისებას. ნიადაგში ზედაპირულად შეტანილ სასუქებს ვაზი ცუდად, ან სულ არ იყენებს. დადგენილია, რომ კახეთის პირობებში ფესვთა სისტემის მთავარი მასა 30—70 სმ-ის სიღრმეზე ვრცელდება. ამის მიხედვით შემუშავებულია სასუქების შეტანის ოპტიმალური სიღრმე (25—35—45 სმ) ამისათვის კონსტრუირებულია ნიადაგში სასუქების ღრმად შემეტანი სპეციალური მანქანა. ამ მანქანის მეშვეობით ნიადაგში სა-

სუქების შეტანამ მოსავლიანობა 29—40%-ით გაზარდა.

საქართველოს ზოგიერთ მევენახეობის რაიონში მინერალური სასუქების დოზების, შეტანის ვადების და მათი რაციონალურად გამოყენების წესების შესახებ მნიშვნელოვანი გამოკვლევა აქვთ ჩატარებული მეხილეობის, მევენახეობისა და მეღვინეობის ინსტიტუტს, მრავალწლიანი დაკვირვებებით დადგინდა, რომ ურწყავ პირობებში ტყის ყავისფერ ნიადაგში (ყურღღლაური) სრული მინერალური სასუქების მცირე დოზებით გამოყენება ყურძნის მოსავალს 17—21%-მდე ზრდის. დადებითია აგრეთვე სრული მინერალური სასუქებისა და ნაკელის ერთობლივი მოქმედება. ფოსფატკალიუმის სასუქების გამოყენება უშედეგოა. სამ წელიწადში ერთხელ 3ა-ზე 40 ტონა ნაკელის შეტანა, ყურძნის მოსავლის გადიდებასთან ერთად, ნიადაგის საერთო თვისებების გაუმჯობესებას იწვევს. დაუპატრებელია, რომ ნაფარეულის არაკარბონატული ალუვიური ნიადაგები დიდი ნაყოფიერების გამო არ საჭიროებს სასუქების ყოველწლიურ შეტანას. სუსტი ეწერი ტიპის ნიადაგებში სასუქების სისტემატური გამოყენებით უმჯობესდება კვების რეჟიმი და იზრდება მოსავალი. მოკირიანებას ფონზე განსაკუთრებით ეფექტური აღმოჩნდა მინერალური და ორგანული სასუქების ერთობლივი მოქმედება. ტყის ყომრალი ტიპის ნიადაგში კარგ შედეგს იძლევა (ვაქევის მეურნეობა) სრული მინერალური სასუქები. უკანასკნელი ყოველ წელს შეაქვთ, უკეთესია მცირე დოზების აღება. აღსანიშნავია, რომ არ ყოფილა შემჩნეული სასუქების გამოყენების გამო ყურძნის ხარისხის გაუარესება. მიღებული ღვინო-მასალა ყოველთვის საუკეთესო ხარისხის იყო გ. აბესაძე 1948.

სარწყავ პირობებში და კარბტენიან სუბტროპიკულ ზონაში, სადაც ვაზი ძლიერი ზრდით ხასიათდება, უნდა ავიღოთ სასუქების დიდი დოზები (200—250 კგ). ურწყავ და ზომიერად ტენიან ადგილებში კი სასუქების დოზები სათანადოდ უნდა შემცირდეს (150—200 კგ.) ნ. ახვლედიანი 1957.

დასავლეთ საქართველოში მიკროელემენტების შესატრებამ დადებითი შედეგი გამოიღო. ყვავილობის დაწყების წინ და ისერილობის პერიოდში ვაზის აზოტით გამოკვება (50 კგ 3ა-ზე) ყვავილცვენის ინტენსივობასა და გამონასკვის პროცესზე უარყოფითად არ მოქმედებს. აზოტის სასუქების მთლიანი დოზის (50 კგ 3ა-ზე) შეტანა წვენიან მოძრაობის პერიოდში აღიღებს შაქრიანობას, უარყოფითად არ მოქმედებს ევროპული და შამპანური ტიპის ღვინის ხარისხზე. ი. ვაშაძე, 1962.

სასუქების რაციონალურად გამოყენების საკითხში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება იმას თუ რა მოთხოვნილებას აყენებს მცენარე ამა თუ

იმ ელემენტის მიმართ. წლის განმავლობაში დაგროვილი აზოტის მთელი რაოდენობის 80%-ს ვაზი ვეგეტაციის პირველ ნახევარში, ისვრის-მობის ფაზამდე ითვისებს. ვაზი მტევნების ფორმირებასა და მათში შაქრიანობის დაგროვებასთან დაკავშირებით, ფოსფორსა და კალიუმს 50—60%-ის რაოდენობით ვეგეტაციის მეორე ნახევარში იყენებს. ამიტომ აზოტოვანი სასუქების შეტანა უმჯობესია ვეგეტაციის პირველ ნახევარში. ხოლო ფოსფორ-კალიუმიანი სასუქებისა — ვეგეტაციის მეორე ნახევარში. პ. თავაძე, 1950.

ვაზის მიერ ნიადაგიდან საკვები ნივთიერებების გამოტანა, ეკოლოგიური პირობების გარდა, მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული საძირის ჯიშზე. ძლიერი ზრდის მქონე საძირეზე (420ა) მცნობის შემთხვევაში ვაზი კარგი ზრდა-განვითარებით ხასიათდება, მაღალი მოსავალი და მცენარეში საკვებ მინერალურ ნივთიერებათა შემცველობაც. ნ. ახვლედიანი 1971.

ვენაპების განოციერების საქმეში, თეორიული და პრაქტიკული თვალსაზრისით საინტერესო სამუშაოები აქვს ჩატარებული თბილისის სასოფლო სამეურნეო ინსტიტუტის ტორფის ლაბორატორიას, რომელსაც პროფ. ა. მენაღარაშვილი ხელმძღვანელობს. ამ ლაბორატორიაში შემუშავებულია სპეციალური ტექნოლოგიით, ადგილობრივი ტორფიდან (ფოთის ტორფის ქარხანა) და ახალციხის საბადოს მურა ნახშირიდან დამზადებულია ტორფ-მინერალურ-ამონიაკიანი სასუქი (ტმპა-ი), კონცენტრირებული ორგანულ-მინერალური სასუქი (კომსი-ი) და ჰუმინის სასუქი. ამ სასუქების ეფექტიანობის გამოსავლინებლად ცდები ჩატარდა მუხრანში და დიღომში.

ცდებმა გამოავლინეს მინერალური სასუქების დაბალი ეფექტიანობა ორგანულ სასუქებთან შედარებით. მაგალითად ჰა-ზე 150 კგ რაოდენობით შეტანილმა აზოტმა მხოლოდ 3,7 ც-ით ანუ 4,6%-ით გააღიდა ყურძნის მოსავალი, ხოლო ნაკელის აზოტის ამავე დოზამ 17,5 ც-ით ანუ 19,2%-ით. ნაკელთან შედარებით კიდევ უფრო მაღალი ეფექტიანობა გამოქვანდა ტმას-ისა და კომს-ის მოქმედებით. პირველ შემთხვევაში ყურძნის მოსავალი ჰა-ზე გაიზარდა 50,2 ც-ით, ანუ 55,2%-ით, ხოლო მეორე შემთხვევაში 63,1 ც-ით, ანუ 69,3%. კიდევ უფრო იზრდება ორგანულ სასუქთა ეფექტიანობა მიკროელემენტების დამატებით. ბორის დამატებით მოსავალი 15—17%-ით იზრდება. მარგანეცი მოსავალს 11—12%-ით ზრდის, ხოლო ცინკუმი 9—10%-ით. ყურძნის მოსავალზე და მის ხარისხზე ზემოდ აღნიშნული ორგანული სასუქების დადებითი ზემოქმედება შემდგომ წლებშიცაა აღნიშნული.

ბიბროპონიკური კულტურის პირობებში ვაზის მიერ სხვადასხვა საკვები მინერალური ნივთიერების მიმართ მოთხოვნილების შესახებ

საინტერესო სამუშაო აქვს ჩატარებული მ. დროზოგლავს (1964). მან დაადგინა საკვებ ხსნარში აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის შემდეგი ოპტიმალური შედგენილობა $N = 151:P = 62:K = 109$ მგ/ლ ანუ 3:1:2. ამ პირობებში მცენარე მაქსიმალურად გაიზარდა, დიდი ზომის ფოთლები განავითარა და მსხმოიარობაში დარგვიდან მეორე წელს შევიდა. ჰილ-როპონიკური კულტურაში, ინერტულ მასალად დამტკრეული შებენის გამოყენება მოსახერხებელი მეთოდია, ვაზის ფესვური კვების შესასწავლად.

ვენახის ნიადაგის ჭანოყიერება და სათანადო კვების რეჟიმის შემუშავება ძირითადად ფიზიოლოგიური და აგროქიმიური ხასიათის ცდას უნდა ემყარებოდეს. ეს გამოკვლევა, ყოველი კონკრეტული პირობებისათვის, როგორც სავეგეტაციო, ისე მიწდვრის ცდის დროს სათანადო ელიტურ მასალაზე უნდა ჩატარდეს.

2. მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენება მცენარის

ფუნქციონალური დაზიანების შემთხვევაში

მცენარის ინფექციური ან ფუნქციონალური დაზიანების შემთხვევაში გარკვეული მნიშვნელობა ენიჭება კვების სათანადო რეჟიმის შემუშავებას. ამ შემთხვევაში აგრონომი, ისევე როგორც ექიმი, ვალდებულია ფიზიოლოგიური, ბიოქიმიური, აგროქიმიური და მიკრობიოლოგიური ლაბორატორიების ანალიზის საფუძველზე შეიმუშაოს, ე. წ. „დიეტური“ კვების გარკვეული რეჟიმი და სპეციალური დიფერენციალური აგროტექნიკის საფუძველზე გააუმჯობესოს ფესვური კვების რეჟიმი და ფესვური კვების პირობები.

ცნობილია, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს ზოგიერთ რაიონში გავრცელებულია ვაზის ფუნქციონალური ქლოროზი. იგი მნიშვნელოვან ზარალს აყენებს ჩვენს მევენახეობას. ამიტომ, ქლოროზთან დაკავშირებით, ფესვური კვების პირობებისა და ფესვური კვების რეჟიმის შესწავლას სათანადო ყურადღება ექცევა. ჩვენში ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი გამოკვლევები ჩატარა საქართველოს მეზღვევის, მევენახეობის და მეღვინეობის ინსტიტუტმა, მცენარეთა დაცვისა და ბოტანიკის ინსტიტუტებმა.

ხირსის საბჭოთა მეურნეობაში ქლოროზის შესწავლისას, გამოირკვა, რომ კირნარევ ნიადაგში ქლოროზს უშუალოდ კირი კი არ იწვევს, არამედ ქიმიური გარდაქმნების გამო მისგან წარმოშობილი ტუტიანობა და ბიკარბონატების კარბი რაოდენობა. მათი ზემოქმედებით მცენარისათვის საკუთრო ელემენტების ნაწილი ძნელად ხსნად ფორმაში გადადის, ხოლო ზოგიერთ ელემენტს მცენარე ქარბად ითვისებს. შ. ბაღდასარაშვილი აღნიშნავს, რომ რკინის გამოუყენებელ

ვორმაში გადასვლას უმთავრესად ნიადაგის ტუტე რეაქცია და ქლოროზიანი ფოთლის დაბალი მქავეიანობა უწყობს ხელს. ყოველივე ამას რკინა ძირითადად უხსნად შენაერთში გადაჰყავს. რკინისა და სხვა მარილების ტუტე ბუნება გარდა იმისა, რომ გამოუყენებელს ხდის თვით რკინას, ანეიტრალებს მცენარის ისედაც დაბალ მქავეიანობას. ამის გამო მცენარეში ბრკოლდება სასიცოცხლო პროცესები და ის ქლოროზით ზიანდება.

იმავე ავტორის გამოკვლევით აღმოჩნდა, რომ ქლოროზით დაზიანების მატებასთან ერთად ბორის რაოდენობა ფოთლებში მცირდება, ხოლო მანგანუმის და რკინის მნიშვნელოვნად იზრდება. მის ცდებში მიკროელემენტების შეტანა ნიადაგში, უმთავრესად კი მათი შესხურების წესით მიწოდება, ქლოროზის შემცირებას და მოსავლის მატებას იწვევს. ამიტომ, ქლოროზის წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებათა დადგენისას, სათანადო ყურადღება უნდა მიექცეს მიკროელემენტების შესხურების წესით გამოყენებას ბორდოს სითხესთან ერთად.

ხირსის ნიადაგში ნაკელისა და ძირითადი მინერალური სასუქების შეტანა ხელს უწყობს ქლოროზის განვითარებას. ქარბი აერაციით გამოწვეული მაღალი ნიტრიფიკაცია დაკავშირებულია ნიადაგში ჟანგვითი პროცესების გაძლიერებასთან. ეს კი იწვევს კვების რეჟიმის გაუარესებას. აქედან გამომდინარე საჭიროა აერაციის საწინააღმდეგო ღონისძიებათა ჩატარება (წყლით დატბორება, სიდერატების თესვა და სხვა).

ქლოროზიანი და ქლოროზისაგან თავისუფალი მიკრორაიონების ნიადაგური პირობების შესწავლის შემდეგ მიღებულია შემდეგი დასკვნა: ნიადაგის კარბონატობა და, ამის შესაბამისად, ნიადაგის ტუტე რეაქცია, თუმცა ქლოროზის აუცილებელი პირობაა, მაგრამ გადამწყვეტი არ არის, ქლოროზის მოვლენები მტკიცედ უკავშირდება ნიადაგის მარილების რეჟიმს. ქლოროზის განვითარება შეპირობებულია ნიადაგის ტუტე მიწების (კალციუმი, მაგნიუმი) და ამავე მნიშვნელობის საერთო ტუტიანობის არსებობით, სულფატების მონაწილეობის გარეშე. ქლოროზის მოვლენებს ადგილი არა აქვს, თუ ნიადაგის ხსნარის შემადგენლობაში ტუტე მიწების კარბონატებსა და ბიკარბონატებთან ერთად სულფატებიც მონაწილეობს. ვ. მაჭარაშვილის ცდებით ირკვევა, რომ ნიადაგში შეტანილი სულფატები მკვეთრ ცვლილებებს იწვევს. ეს განსაკუთრებით აღსანიშნავია ტუტემიწა კარბონატებისა და ადვილად ხსნადი რკინის მიმართ. სულფატების გავლენით, ნიადაგში კარბონატების საერთო რაოდენობის შემცირებასთან ერთად, ხსნადი რკინის შემცველობა იზრდება. ასეთსავე შედეგს იძლევა იგივე ავტორი მოლდავეთის ქლოროზიანი ვენახების გამოკვლევისას. ქლო-

როზის მოვლენას ადგილი აქვს ნიადაგში ტუტე მიწების მხოლოდ კარბონატულ ფორმაში არსებობის დროს. იმ შემთხვევაში კი, თუ ტუტე მიწა კატიონები კარბონატებთან ერთად სულფატების სახითაა წარმოდგენილი, ქლოროზის მოვლენას ადგილი არა აქვს.

ვაზის ქლოროზის შესწავლისას მთავარი ყურადღება ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებზე მახვილდება. რიზოსფეროში ნორმალური კვების რეჟიმისა და ვაზის ფესვების ცხოველუნარიანობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ფიზიკურ თვისებებს. ამიტომ მნიშვნელოვანი ყურადღება უნდა მიექცეს ედაფურ ქლოროზთან დაკავშირებით ნიადაგის ფიზიკური თვისებების შესწავლას. დადგენილია, რომ მუხრანის მდელის ყავისფერი, მძიმე თიხნარი, დაწილული კარბონატული ნიადაგების ძირითადი უარყოფითი თვისებებია მძიმე მექანიკური შედგენილობა, ცუდი სტრუქტურა, მაღალი სიმკვრივე დაწილულ ფენებში, მაღალი მოცულობითი და ხვედრითი წონა, ცუდი ფილტრაცია.

აღნიშნული მოვლენა ამცირებს აერაციას ნიადაგში. გაზაფხულზე ქარბი ნალექებია და ვენახების არაწესიერი მორწყვისაგან წყალი დიდი რაოდენობით გროვდება შემწოვ ფესვთა სისტემის ზონაში. ეს იწვევს ფესვების დაზიანებას აერაციის შეფერხების გამო და მცენარეში საკვებ ნივთიერებათა შესვლის შეფერხებას. ამის გამო, ვაზი ქლოროზით ზიანდება. ნიადაგში გოგირდისა და გოგირდმქავეს შეტანა აუპრობესებს ნიადაგის მთელ რიგ ფიზიკურ თვისებებს, კვების რეჟიმს და მცენარეთა ქლოროზით დაზიანებას ამცირდება.

ი. ნაკაიძის აზრით, მუხრანის მეურნეობის მდელის ყავისფერი, დაწილული ნიადაგის პირობებში ვაზის ქლოროზის გამომწვევი პირველადი მიზეზია დაწილული ფენების არსებობა. ამით გაპირობებულია ცუდი წყალგამტარობა, რის გამო გარკვეულ პერიოდში წყალი ქარბი რაოდენობით გროვდება ვაზის ფესვთა სისტემის ზონაში. ამით იქმნება ანაერობული პირობები — ქანგბადის ნაკლებობა, რისგანაც ძირითადი ფესვები ზიანდება. ამავე პირობებში ვაზის ქლოროზს იწვევს კონგლომერატული ფენის არსებობა, რომელიც დაწილული ფენის მსგავსად, ფესვებს აზიანებს.

მოდლავეთში ქლოროზის შესწავლისას გამოირკვა, რომ დაავადების წამყვანი ფაქტორი არა რომელიმე მიკროელემენტის დეფიციტია, არამედ ფესვთა ნორმალური ცხოველმყოფელობისათვის საჭირო პირობების უქონლობა. უკანასკნელი იწვევს ფესვთა ინაქტივაციას და ფუნქციონალურ მოშლილობას.

ამა თუ იმ არახელსაყრელი ნიადაგობრივი პირობებით გამოწვეულ ფესვთა სისტემის ინაქტივაციას შეუძლია წარმოშვას მცენარეში რო-

მელიმე მიკროელემენტის ან ძირითადი ელემენტის დეფიციტი. წარმოებაში შემჩნეული რომელიმე მიკროელემენტის დეფიციტით გამოწვეული ფუნქციონალური დაავადება შესაძლოა მხოლოდ კერძო ხასიათისა იყოს. შემჩნეულია, რომ ციტრუსოვან მცენარეებში ფუნქციონალური დაავადება რამდენიმე მიკროელემენტის დეფიციტით წარმოიშობოდა. ეს გამოწვეული იყო ფესვთა სისტემის ცუდი აერობული პირობებით და ნივთიერებათა ნორმალური ცვლის დარღვევით.

მცენარის ფესვთა სისტემას ფოთლებში მიმდინარე ქანგვა-ადგენითი პროცესებს რეგულაცია ახასიათებს. რომელიმე არახელსაყრელი ნიადაგობრივი პირობებით გამოწვეული ფესვთა სისტემის ინაქტივაცია ამ ფუნქციას ასუსტებს, ფოთლებსა და სხვა მიწისზედა ნაწილებში ქანგბადის პოტენციალი ეცემა, ირღვევა ნივთიერებათა ცვლის ნორმალური პროცესი. ეს, თავის მხრივ, ფიზიოლოგიურ პროცესთა ღრმა ცვლილებებს განაპირობებს. ფუნქციონალურ მოშლილობათა ხასიათის შესწავლამ საშუალება მოგვცა დაგვედგინა, რომ ფიზიოლოგიური დაავადებები გამოწვეულია ფესვთა სისტემასა და ფოთლებს შორის ურთიერთკავშირის დარღვევით. ფოთლებსა და ფესვებს შორის ნივთიერებათა ცვლის დარღვევის მიზეზია არახელსაყრელი პირობები (ნიადაგის ცუდი აერაცია, არასაკმარისი ან ცალმხრივი მინერალური კვება, ნიადაგში ტოქსიკურად მოქმედ ნივთიერებათა არსებობა და სხვ.), რომლებიც ფესვთა სისტემის ინაქტივაციას იწვევს. გარდა ამისა, ფესვთა სისტემის არასაკმარისი აქტივობა შეიძლება შედეგი იყოს საძირე-სანამყენეს ცუდი შერჩევითა, ანდა საძირის სუსტი გამძლეობისა ნიადაგის არახელსაყრელი პირობებისადმი.

ვაშლის ნორმალური მცენარე რკინას ყველაზე დიდი რაოდენობით ფესვებში, შემდეგ ფოთლებში და ბოლოს მერქანში შეიცავს. ფესვებში, ფოთლებსა და მერქანში უფრო მეტად რკინის უხსნადი ფორმაა, ხოლო მერქანში ხსნადი ფორმა სჭარბობს. ქლოროზით დაზიანების შემთხვევაში, განსაკუთრებით ფესვებსა და მერქანში, ბმული რკინის რაოდენობა იზრდება. დაზიანების დასაწყისში ფოთლებში რკინის საერთო რაოდენობა დიდდება, ხოლო ხსნადი რკინის რაოდენობა მნიშვნელოვნად მცირდება. ძლიერი დაზიანების დროს კი ფოთლებში ხსნადი რკინის რაოდენობა მატულობს. ამის მიზეზი ქლოროზით ძლიერ დაზიანების გამო ფიზიოლოგიურ პროცესთა მკვეთრი დარღვევაა. ეს ხსნადი რკინის გამოყენების შეფერხებას იწვევს. გარკვეული კავშირი უჭრედის წვენის pH-სა და რკინის ბმულ ფორმაში გადასვლას შორის არ არის დადგენილი. ცდებიდან ჩანს, რომ pH-ის ზრდა ქლოროზიანი მცენარისათვის დამახასიათებელ ნივთიერებათა ცვლას იწვევს. ამის გამო ფოთლებში ხსნადი რკინის რაოდენობა მცირდება, რაც და-

კავშირებულია ფესვებში რკინის რაოდენობის ზრდასთან. ამ დროს ფიზიოლოგიურ პროცესთა ცვლილებები ქლოროზიანი მცენარისათვის დამახასიათებელი მხრისკენაა გადახრილი.

ვაშლის ქლოროზით დაზიანებასთან დაკავშირებით გამოკვლევა ჩაატარა ს. ივანოვმა (1963) მცენარეში ხსნადი და ბმული რკინის შემცველობაზე. მისი გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ მცენარეში ყველა ძირითადი საკვები ელემენტი ცალ-ცალკე იწვევს რკინის ხსნადი ფორმის შემცირებას. ყველაზე მეტად რკინის ხსნადი ფორმა ფოსფორის ზემოქმედებით მცირდება. ხსნადი რკინის მაქსიმალური შემცველობა აღინიშნება ფოსფორისა და კალიუმის ერთობლივი მოქმედებით. რკინის ხსნადი ფორმის ზრდის ან შემცირების მიზეზი, უჯრედის წვენის რეაქცია არ არის. მისი აზრით რკინის ფორმების ცვალებადობა უჯრედის წვენის pH-ზე კი არაა დამოკიდებული, არამედ ნივთიერებათა ცვლაზე და პროტოპლაზმის თვისობრივ მდგომარეობაზეა დამყარებული. ამგვარად გამოიჩვენა, რომ ძირითადი საკვები მინერალური ნივთიერებების გარკვეული რეგულაციით, შესხურების წესით მათი მიწოდებით როგორც ფესვებიდან, ისე ფოთლებიდან შესაძლებელია რკინის შთანთქმის ინტენსივობის გაძლიერება და მცენარეში მისი ხსნადი ფორმის გაზრდა, თუ მინერალურ ნივთიერებათა გამოყენება მცენარის მოთხოვნილებების შეუსაბამოდ წარმოებს, მაშინ, პირიქით, რკინის შთანთქმის ინტენსივობა მცირდება და მცენარეში მისი უხსნადი ფორმა გროვდება. აღნიშნული გარემოება ქლოროზოვანი მოვლენის განვითარების საწინდარია.

ქლოროზიანი ფოთლების ანალიზის საფუძველზე ირკვევა, რომ ბორდოს სითხის შესხურება იწვევს რკინის მიმართ სპილენძის იონების მოძალებას. ამის გამო ქლოროზიან ფოთლებში ირღვევა რკინისა და მანგანუმის შეფარდებითი ოდენობა. შეფარდება მანგანუმსა და რკინას შორის მიუთითებს პირველის უკმარობაზე. ეს ხელს უნდა უწყობდეს დაავადების გაძლიერებას. ფოთოლში დიდი რაოდენობით სპილენძის შედარებით გამო, უჯრედის ხსნარში იქმნება პირობები იონთა არახელსაყრელ შეფარდებათა დასამყარებლად. ამის წინააღმდეგ, სპილენძთან ერთად, ორგანიზმს უნდა მივაწოდოთ მიკროელემენტები. ისინი სპილენძს ანტაგონიზმს გაუწევენ და ამით უჯრედის ხსნარის გაწონასწორებას შეუწყობენ ხელს. (ბ. გერასიმოვი 1959).

ფოსფორის შემცველობის მატება ქლოროზიან მცენარეთა ფოთლებში შემოდგომითაა აღნიშნული. ვეგეტაციის დასაწყისშივე არაქლოროზგამძლე საძირეები (3309, 101/14) კალიუმის მაღალი შემცველობით ხასიათდება. ქლოროზგამძლე საძირეები (5 ბბ, 420 ა) ელფი-

ური პირობების გაუარესების დროსაც კი კალიუმის დაბალი შემცველობით გამოირჩევა. ამის გამო შეფარდება K/Ca შორის ოპტიმალურ დონეს უახლოვდება, გარდა ამისა, ქლოროზიან მცენარეებში ფოსფორის ქარბი რაოდენობა იწვევს P/Fe შეფარდების დარღვევას. ამ დროს წარმოიქმნება რკინა ფოსფატის უხსნადი ნაერთი, მცენარეში არსებული რკინის მნიშვნელოვანი ნაწილი კარგავს აქტივობას და გამოუყენებელი რჩება. ქლოროზისადმი სუსტად გამძლე საძირე 3309-ში K/Ca და P/Fe შორის შეფარდება ყოველთვის გადიდებულია კალიუმისა და ფოსფორის სასარგებლოდ. ქლოროზიან მცენარეებში ასევე გადიდებულია ამ ელემენტებს შორის ურთიერთშეფარდება.

ქლოროზიან მცენარეთა ფოთლებში მიკროელემენტებიდან უფრო მეტია ბორი და ცინკი, ვიდრე ნორმალურებში. მანგანუმი კი პირიქით. უნდა აღინიშნოს, რომ მანგანუმის რაოდენობა შემცირებულია ქლოროზიან მცენარეთა ფოთლებში, წვრილ ფესვებში, შტამბში და მტევანში, ხოლო მაგისტრალურ ფესვებში ერთწლიან და მრავალწლიან ღეროებში მისი რაოდენობა უფრო მეტია.

ვენახში იონჯის შეთესვა თავისებურ გავლენას ახდენს ვაზის ორგანოებში მანგანუმის განაწილებაზე. მცირდება ამ ელემენტის რაოდენობა ნორმალური მცენარის ფოთლებში, მრავალწლიან ღეროში, მაგისტრალურ და წვრილ ფესვებში. მანგანუმის უფრო მეტი შემცველობით გამოირჩევა ქლოროზიანი მცენარის ფოთლები, მრავალწლიანი ღერო, მაგისტრალური და წვრილი ფესვები. ეს მონაცემები კიდევ ერთხელ მიუთითებს იმაზე, რომ მარტო ფოთლის ფირფიტის ანალიზი საჭმარისი არ არის ამა თუ იმ ელემენტით მცენარის კვების უზრუნველყოფის დახასიათებისათვის (ვ. ვასილევსკაია, 1956, ნ. ჭიჭინაძე, 1958)..

ქლოროზიანი ვაზის ორგანოებში ნაცროვანი ელემენტების ზემოთ აღნიშნული შემცველობა არახელსაყრელი ელფიური პირობებით გამოწვეული ფესვთა სისტემის ფუნქციონალურ დაზიანებაზე მიუთითებს, რის შედეგადაც ირღვევა მათი ნორმალური ცხოველქმედება და სხვა პროცესებთან ერთად მცენარის ფესვებს უქვეითდება ნაცროვანი ელემენტების მიმართ შერჩევითობის უნარი.

ბოტანიკის ინსტიტუტის მცენარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის განყოფილებაში ჩამოყალიბდა აგროქიმიური ჯგუფი (1947), რომელიც სწავლობდა ვაზის ქლოროზზე ძირითადი სასუქებისა და მიკროელემენტების გავლენას. პირველი ცდები ვ. მაჰარაშვილმა 1947 წელს ჩაატარა მუხრანის მეურნეობაში, შემდეგი სქემის მიხედვით:

ა. ძირითადი სასუქები

1. საკონტროლო
2. N 100 კგ/ჰა-ზე სულფატამონიუმი
3. P „ „ სუპერფოსფატი
4. K კგ/ჰა-ზე 40% კალიუმის მარილი
5. NP „
6. NPK „
7. ნაკელი 40 ტონა ჰა-ზე
8. ფაჭი — 400 გ. 1 ძირზე
9. გოგირდი 500 გ 1 ძირზე (ელემენტარული გოგირდი)
10. Mg — 400 გ 1 ძირზე (დანაყილი დოლომიტი 20%)

ბ. მიკროელემენტები

1. საკონტროლო
2. FeSO_4 400 გ 1 ძირზე
(რკინის ძალა)
3. ნაკელი + FeSO_4
4. Mn — 400 გ 1 ძირზე
(ჭიათურის მანგანუმის შლამი)
5. H_3BO_3 — 30 კგ ჰა-ზე

აგროქიმიური ცდის ფონზე დაკვირვება წარმოებდა სასუქების გავლენის შესახებ ვაზის ქლოროზით დაზიანების მიმართ. შესწავლილი იქნა ქლოროზით დაზიანების დინამიკა, მკენარეთა ზრდა (ანასხლავის რაოდენობის აღრიცხვით) და მოსავლის რაოდენობა. ცდას ოთხი განმეორება ჰქონდა. სააღრიცხვო ვაზების რაოდენობა 3800 ცალს უდრიდა. ყოველ დანაყოფზე 70—80 ვაზი იყო. ცდა მიმდინარეობდა როგორც ძველ ვენახში 20 წლიან ვაზებზე, ისე ახლად გაშენებულში დღიდან მისი დარგვისა. ორივე ნაკვეთზე გაშენებული იყო ალიგოტე დამცნობილი რიპარია X რუპესტრის 3309-ზე.

მრავალი წლის დაკვირვების შემდეგ გამოირკვა, რომ როგორც ძველ, ისე ახლად გაშენებულ ვენახში ქლოროზის შესუსტებაზე, მკენარის ზრდასა და მოსავლის მატებაზე დადებითად მოქმედებს გოგირდის, გაჭის, ნაკელისა და იონჯის ვარიანტები. სხვა საკვები ელემენტები ან არავითარ გავლენას არ ახდენს, ან ზოგჯერ კიდევაც ზრდის ქლოროზით დაზიანების ინტენსივობას (ცხრილი 105). ამგვარად, საცდელი ნაკვეთი ელემენტების სიმცირით არ ხასიათდება, რის გამო გო-

გირდის, გაჯის, ნაკელისა და იონჯის დადებითი მოქმედება მათი მე-
ლიორაციული ეფექტით უნდა აიხსნას.

მრავალწლიური საშუალო მონაცემების მიხედვით (1951—55 წწ) ქლოროზის შემცირებაზე დადებით გავლენას ახდენს გოგირდის ნია-
დაგში შეტანა. ქლოროზის გაძლიერების პერიოდში — დადებითი გავ-
ლენა აღნიშნულია გოგირდის, რკინისა და ნაკელის გამოყენებით. ივ-
ლისში თვალსაჩინო გაუმჯობესება გოგირდის, NPK+S-ის და ნაკელის
მოქმედებითაა დადგენილი. აგვისტოში ქლოროზის ინტენსივობა ყვე-
ლა ვარიანტში შემცირებულია. ამ თვეში ქლოროზი უფრო მეტად
გოგირდის, NPK+S-ის და ნაკელის მოქმედებით მცირდება. ამგვარად,
უმთავრესად გოგირდის, ნაკელის, რკინის, ნაწილობრივ მანგანუმის
და, როგორც ქვემოთ დავინახავთ, იონჯის წესიერი გამოყენებით მნი-
შვნელოვნად მცირდება ქლოროზით დაზიანებული მცენარეების რაო-
დენობა ძველსა და ახლად გაშენებულ ვენახში.

ცხრილი 105

ახალ ვენახში ქლოროზით დაზიანების დინამიკა %-ობით (1951—1955 წწ. საშ.)

№№	ვარიანტი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო
1	საკონტროლო (უსასუქოდ)	2,3	17,6	16,7	6,2
2	ნაკელი	2,2	13,1	9,9	4,4
3	NPK	6,0	30,5	12,2	5,4
4	გოგირდი	1,2	8,6	3,0	3,4
5	რკინა	2,9	10,6	10,6	5,9
6	გაჯი	2,6	18,4	11,3	5,4
7	NPK+S	2,2	9,5	7,0	3,8
8	NPK+B	2,6	12,2	14,3	6,6
9	NPK+Mn	3,2	15,9	12,8	5,0

მთავარი ყურადღება უნდა მიექცეს გოგირდის, ნაკელის მაღალი
დოზების გამოყენებას და იონჯის შეთესვას. ვინაიდან ელემენტარულა
გოგირდის შეტანა ნიადაგში მელიორაციული თვალსაზრისით ეკონო-
მიურად გაუმართლებელია, ამიტომ ტუტე რეაქციის მქონე კარბონა-
ტულ ნიადაგებზე გოგირდი შეიძლება შეიცვალოს მჟავე ტორფით ან
მჟავე ტორფისაგან დაზიანებული სათაწადო კომპოსტებით. ცდების
დროს ნიადაგში ნაკელი შეტანილ იქნა მხოლოდ ერთხელ დიდი დო-
ზით, ვენახის დარგვის მომენტში. მათი დადებითი მოქმედება საკმაოდ
თვალსაჩინო იყო 5 წლის განმავლობაში. უფრო მეტი ეფექტის მისა-

ლებად ნაკელის მაღალი დოზების გამოყენება საკიროთა ყოველ 2 — 3 წელიწადში ერთხელ.

ქლოროზის განვითარების დინამიკა იმ ნაკვეთში, სადაც მხოლოდ აგროწესებით გათვალისწინებული ღონისძიებანი ტარდებოდა, 106 ცხრილშია მოცემული. დასაკვირვებელ ობიექტს წარმოადგენდა ალიგოტე რიპარია X რუბესტრის 3309-ზე დამყნობილი. დარგვიდან (1949 წ.) პირველ ორ წელს ქლოროზის ნიშნები თითქმის არ ყოფილა შემჩნეული, იგი მცირე რაოდენობით გაჩნდა (2%) დარგვიდან მესამე წელს. მომდევნო წლებში თანდათან იმატა და მაქსიმუმს დარგვიდან მეხუთე წელს მიაღწია. შემდგომ წლებში აღნიშნული იყო ქლოროზის ინტენსივობის ისევე დაკლება, ხოლო დაკვირვების უკანასკნელ წელს ქლოროზის დაზიანების ინტენსივობის მაქსიმუმი აღინიშნა.

ცხრილი 106

ახლად გაშენებულ ვენახში ქლოროზით დაზიანების დინამიკა წლების მიხედვით (1949 წელი გაშენების თარიღია)

თვეები	ქლოროზით დაზიანება %-ობით									ქლოროზისაგან გამძვარი მცენარეები	
	1949 წ.	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	წლები	%-ობით
მაისი	0	0	0,2	3	8	3	1	4	47	1951	0
ივნისი	0	0	0,5	10	54	20	5	57	50	1952	3
ივლისი	0	0	7,0	12	31	19	5	12	85	1953	10
აგვისტო	0	0	0	7	12	7	5	9	85	1954	7
სამ.	0	0	2	8	26	12	4	30,5	77	1955	2

ქლოროზის ინტენსივობის შემცირება მარტო ქლოროზის გამომწვევ ფაქტორთა ზემოქმედების შეწყვეტაში არ მდგომარეობს. ამის ერთ-ერთი მიზეზი ის უნდა იყოს, რომ ვენახის გასაშენებლად აღებულ სარგავი მასალა თავისი გამძლეობით არახელსაყრელი ნივთიერებებისაა და ილუპება სუსტი ინდივიდები. დროთა განმავლობაში ქლოროზის გამომწვევ უარყოფით ფაქტორთა ზემოქმედებით ყველა არაგამძლე მცენარე ილუპება. ნაკვეთზე რჩება შედარებით გამძლე. სალი ინდივიდები, რომლებიც ქლოროზით უფრო ნაკლებად ზიანდება.

8. გარემო ფაქტორების გავლენა ქლოროზით დაზიანების ინტენსივობაზე

დადგენილია, რომ ედაფური ქლოროზი მასობრივად უმთავრესად ვენახის დარგვიდან მე-4—5 წელს ჩნდება. ამ მოვლენის მიზეზი ის არის, რომ 4—5 წლიანი ვაზის ფესვთა სისტემის მთავარი აქტიური მასა ნიადაგის იმ ზონას აღწევს, სადაც ქლოროზის გამომწვევი არახელსაყრელი ფაქტორები მოქმედებს:

არახელსაყრელ პირობებში მოხვედრილი ფესვთა სისტემა ცდილობს განვითარდეს ისეთ ზონაში, სადაც დაბალი იქნება ნიადაგის ტოქსიკური ზემოქმედება. შესაძლოა, ნიადაგში ფესვების მოძრაობა ერთ-ერთი მიზეზი იყოს ქლოროზის ინტენსივობის შემცირებისა. ამ თვალსაზრისით სათანადო ყურადღება უნდა მიექცეს ფესვთა სისტემის რეგენერაციის უნარს. ჯიში, რომელსაც დაზიანებულ ფესვთა რეგენერაციის დიდი უნარი აქვს, ხასიათდება რეპროდუქციული რეგენერაციით, ნაკლებად განიცდის არახელსაყრელი ფაქტორების ზემოქმედებას და ნაკლებადაც ზიანდება ქლოროზით.

ქლოროზის დინამიკაზე ჩატარებული დაკვირვებები გვაფიქრებინებს, რომ მცენარე ქლოროზით დაზიანებას ყველაზე მეტად მაშინ უნდა განიცდიდეს, როდესაც იგი ყველაზე უფრო მგრძობიარეა ქლოროზის გამომწვევი არახელსაყრელი პირობებისადმი. მცენარის მგრძობიარობას ამა თუ იმ არახელსაყრელი ფაქტორის მიმართ უმთავრესად მის ორგანიზმში მიმდინარე ფიზიოლოგიური პროცესების მიმართულება და ინტენსივობა აპირობებს. ქლოროზით დაზიანების ინტენსივობის ხასიათი დიდადაა დამოკიდებული იმაზე, თუ მცენარე განვითარების რომელ ფაზაში იმყოფება. გაზაფხულიდან, მცენარის ვეგეტაციის დაწყებისას, ქლოროზის გარეგანი გამოვლენების ნიშნები თანდათან მატულობს და მაქსიმუმს ივნის-ივლისში აღწევს (ყვავილობისა და ისერილობის ფაზებში). ვეგეტაციის მეორე პერიოდში (აგვისტო-სექტემბერში), სასიცოცხლო პროცესების მიმართულებისა და ინტენსივობის შეცვლის გამო, ორგანიზმი უფრო ნაკლებ მგრძობიარე ხდება ქლოროზის გამომწვევი არახელსაყრელი პირობებისადმი. ამის გამო მცირდება ქლოროზით დაზიანების ინტენსივობის ხასიათი.

ედაფური ქლოროზის შემთხვევაში დაზიანების ხასიათს უმთავრესად მცენარის შინაგანი ფიზიოლოგიური მდგომარეობა აპირობებს. თუ მხედველობაში მივიღებთ იმას, რომ ედაფური ქლოროზის გამომწვევი მიზეზები ძირითადად ნიადაგშია, ცხადი გახდება, რომ ეს არახელსაყრელი პირობები ფესვთა სისტემის გზით განუწყვეტელ ზემოქმედებას ახდენს მცენარეზე. სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში მცენარე მნიშვნელოვან შინაგან ფიზიოლოგიურ ცვლილებებს განიც-

დის. ამის გამო ორგანიზმის რეაგირება და მისი გამძლეობა ქლოროზის გამოწვევი არახელსაყრელი პირობებისაღმი განვითარების სხვადასხვა პერიოდში სხვადასხვაგვარია.

როგორც ქვემოთ დავინახავთ, კლამატური ფაქტორი ქლოროზის დინამიკის საერთო კანონზომიერებაზე უშუალო გავლენას არ ახდენს. ვფიქრობთ, რომ ეს ფაქტორი უშუალოდ მცენარის განვითარების ხასიათზე მოქმედებს. ამაზე კი დიდადაა დამოკიდებული ქლოროზით დაზიანების ინტენსივობა.

ქლოროზის დინამიკაზე სხვადასხვა ფაქტორის ზეგავლენის განხილვისას მხედველობაშია მისაღები ის, რომ მცენარე მათ ზემოქმედებაზე უმაღლეს არ პასუხობს და მასში მიმდინარე სხვადასხვა ფიზიოლოგიურ და ბიოქიმიურ პროცესს გარკვეული ავტონომიურობა ახასიათებს. ამგვარად, ორგანიზმის შინაგანი ფიზიოლოგიური მდგომარეობა, საბუნებრივად ის, თუ განვითარების რომელ ფაზაში იმყოფება მცენარე, მნიშვნელოვნად აპირობებს მის მგრძობიარობას ქლოროზის გამოწვევი არახელსაყრელი პირობებისაღმი. აღნიშნული გარემოება უნდა განსაზღვრავდეს ძირითადად ქლოროზით დაზიანების ინტენსივობის ხასიათსაც. გარდა ამისა, მხედველობაშია მისაღები ედაფური ქლოროზის გამოწვევი უარყოფითი ფაქტორების ზემოქმედების დინამიკური ცვალებადობა.

ქვემოთ მოცემულ გამოკვლევაში ქლოროზის დინამიკა დაკავშირებულია სელიანინოვოს მიხედვით გამოყვანილ ჰიდროთერმულ კოეფიციენტთან. ის სავეგეტაციო პერიოდში ტენიან უზრუნველყოფის სურათს იძლევა.

ქლოროზის ინტენსივობა უკუპროპორციულ კავშირშია ჰიდროთერმული კოეფიციენტის სიდიდესთან. რაც უფრო მეტია ჰიდროთერმული კოეფიციენტი, მით ნაკლებია ქლოროზით დაზიანების ხარისხი. იგი მიუთითებს ატმოსფერული გვალვების ხელშემწყობ ხასიათზე ქლოროზის განვითარების საქმეში. მაგრამ აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ უარყოფითი კორელაციური კავშირის არსებობა ქლოროზის განვითარებასა და ჰიდროთერმულ კოეფიციენტს შორის ყოველთვის არაა აღნიშნული. კორელაციური კავშირის ნიშანი უარყოფითიდან დადებითისაკენ ხშირად იცვლება წლებისა და ჯიშის მიხედვით.

სელიანინოვოს ჰიდროთერმულ კოეფიციენტს და ქლოროზის განვითარებას შორის ურთიერთობის დასადგენად გამოანგარიშებულია კორელაციის კოეფიციენტი. აღმოჩნდა, რომ 1947 და 1949 წლებში ჯიშ გორულასათვის არ არსებობდა კორელაცია ჰიდროთერმულ კოეფიციენტსა და ქლოროზის განვითარებას შორის. 1948 წელს კორელაცია უარყოფითი იყო, ხოლო 1950 წელს — დადებითი. იგივე ითქმის.

პინოზე. 1947—1949 წლებში კორელაცია არც აქ ყოფილა. 1948 წელს იგი უარყოფითი იყო, 1950 წელს კი დადებითი. საფერავისათვის კორელაცია ჰიდროთერმულ კოეფიციენტსა და ქლოროზის განვითარებას შორის 1948—1949 წლებში უარყოფითია, ხოლო 1947-სა და 1950 წელს არ არის აღნიშნული. რქაწითელი 1948 წელს უარყოფითი კორელაციით ხასიათდება, ხოლო 1949—50 წლებში კორელაცია არ არის აღნიშნული. სამი წლის მანძილზე (1947, 1948, 1949 წწ.) კორელაცია ჰიდროთერმულ კოეფიციენტსა და ქლოროზის განვითარებას შორის ალიგოტესათვის არ არის აღნიშნული. 1950 წელს კი იგი დადებითია და საგრძნობლად მაღალი (ცხრილი 107).

ამრიგად, ჰიდროთერმულ კოეფიციენტსა და ქლოროზის განვითარებას შორის უკუპროპორციული კავშირი ყოველთვის არ არსებობს და კორელაცია მეტ წილ შემთხვევაში არ არის აღნიშნული. გარდა ამისა, კორელაციის კოეფიციენტის აბსოლუტური სიდიდე წლების მიხედვით მერყეობს. წლების მიხედვით იცვლება კორელაციის კოეფიციენტის ხარისხიც. უკანასკნელი დამოკიდებულია აგრეთვე ვაზის ჭიშურ შემადგენლობაზე. ასე, მაგალითად, გორულას, ალიგოტეს, პინოს, რქაწითელისა და საფერავის კორელაციის კოეფიციენტები ცალკეული წლების მიხედვით საგრძნობლად მერყეობს, კორელაციის ხასიათი ჰიდროთერმულ კოეფიციენტსა და ქლოროზის განვითარებას შორის მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ვაზის ჭიშურ შემადგენლობაზე. საწარმოო ჭიშებიდან მუხრანის პირობებში ედაფური ქლოროზისადმი ყველაზე მეტ გამძლეობას გორულა იჩენს, შემდეგ რქაწითელი, ალიგოტე, საფერავი და ბოლოს პინო. ყველა ეს ჭიში არაგამძლე საძირე რიპარია X, რუპესტრის 3309-ზეა დამყნობილი. აღსანიშნავია, რომ ქლოროზით დაზიანების მაქსიმუმი სხვადასხვა ჭიშს სხვადასხვა დროს აქვს. მაგალითად, გორულას დაზიანების მაქსიმუმი 1948 წელს ჰქონდა, რქაწითელს — 1949 წელს, საფერავს — 1947 წელს, ხოლო ალიგოტესა და პინოს 1950 წელს (ცხრილი 108).

ამგვარად, ქლოროზგამძლეობის თვალსაზრისით მნიშვნელობა აქვს არა მარტო საძირეს. არამედ სანამყენესაც. გამოირკვა, რომ ძლიერი ზრდის ჭიში ნაკლებად ზიანდება ქლოროზით, ხოლო სუსტი და საშუალო ზრდის ჭიშები — ძლიერ. ამიტომ აღნიშნული ჭიშებისათვის საძირედ უმჯობესია ბერლანდიერის ჰიბრიდების გამოყენება (41—ბ და 420*).

პიდროთერმული კოეფიციენტი და ქლოროზით დაზიანების ინტენსივობა

ქიმი	წლები	მაისი		ივნისი		ივლისი		აგვისტო		r ± m
		პიდროტ. კოეფ.	ქლოროზი %-ობით	პიდროტ. კოეფ.	ქლოროზი %-ობით	პიდროტ. კოეფ.	ქლოროზი %-ობით	პიდროტ. კოეფ.	ქლოროზი %-ობით	
გორელა	მრავალწლიური საშ. 1922—37 წ.წ.	1,2	—	1,2	—	0,3	—	0,5	—	—
	1947	1,6	—	0,3	14	0,4	11	0,4	14	+0,9 ± 0,2
	1948	1,5	3	1,2	3	0,3	44	0,5	54	-0,9 ± 0,06
	1949	0,8	8	1,0	6,2	0,02	14	1,5	4	+0,2 ± 0,2
	1950	1,8	6,5	1,8	10	0,3	4	0,1	5	+0,7 ± 0,13
საფერავი	მრავალწლიური საშ. 1922—37 წ.წ.	1,2	—	1,2	—	0,3	—	0,5	—	—
	1947	1,6	—	0,3	45	0,4	71	0,4	94	-0,05 ± 0,3
	1948	1,5	1	1,2	56	0,3	69	0,5	65	-0,8 ± 0,06
	1949	0,8	—	1,0	65	0,02	71	1,5	46	-0,8 ± 0,06
	1940	1,8	30	1,8	38	0,3	49	0,1	35	-0,5 ± 0,2
პინო	მრავალწლიური საშ. 1922—37 წ.წ.	1,2	—	1,2	—	0,3	—	0,5	—	—
	1947	1,6	—	0,3	22	0,4	37	0,4	71	+0,08 ± 0,3
	1948	1,5	7	1,2	35	0,3	59	0,5	69	-0,4 ± 0,06
	1949	0,8	—	1,0	67	0,02	75	1,5	94	+0,4 ± 0,2
	1950	1,8	88	1,8	58	0,3	90	0,1	85	+0,7 ± 0,13
ალეკობე	მრავალწლიური საშ. 1922—37 წ.წ.	1,2	—	1,2	—	0,3	—	0,5	—	—
	1947	1,6	—	0,3	67	0,4	68	0,4	85	+0,03 ± 0,2
	1948	1,5	7	1,2	30	0,3	38	0,5	63	-0,3 ± 0,2
	1949	0,8	26	1,0	66	0,02	51	1,5	61	+0,2 ± 0,2
	1950	1,8	89	1,8	93	0,3	73	0,1	62	± 0,5 ± 0,06
რეკაფთელი	მრავალწლიური საშ. 1922—37 წ.წ.	1,2	—	1,2	—	0,3	—	0,5	—	—
	1947	1,6	—	0,3	—	0,4	—	0,4	—	—
	1948	1,5	0,1	1,2	25	0,3	78	0,5	62	-0,9 ± 0,06
	1949	0,8	—	1,0	86	0,02	82	1,5	55	-0,5 ± 0,2
	1950	1,8	39	1,8	46	0,3	58	0,1	34	-0,1 ± 0,3

ქლოროზით დაზიანება %-ობით

ჯიში	1947	1948	1949	1950	1951	1952	საშ. 1947—52
გორჯულა	13,2	26,4	22,0	6,0	13,5	2,8	14
ოქაწით.	—	41,1	71,2	44,1	43,0	6,0	42
საფერავი	70,3	47,8	60,3	38,1	—	—	54
ალეგატე	73,4	34,7	50,8	75,3	55,1	9,5	47
პინო	43,5	42,1	79,0	50,4	51,7	23,8	56

4. ვენახში შეთესილი პარკოსნების გავლენა მცენარის ზრდა-

ბანვითარებასა და მოსავალზე

რივთაშორისებში იონჯის შეთესვაზე დაყენებულმა ცდებმა როგორც ახლად გაშენებულ ვენახში, ისე ძველ ქლოროზიან ნაკვეთზე დადებითი შედეგი მოგვცა. აღნიშნულ საკითხზე საველე და საეგვიტაციო ცდებით მიღებულ შედეგებს დაწვრილებით განვიხილავთ, ვინაიდან მას გარკვეული პრაქტიკული ღირებულება აქვს.

ცნობილია, რომ იონჯა, ისევე როგორც სხვა პარკოსანი მცენარეები, აუმჯობესებს ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს, ამდიდრებს მას ორგანული ნივთიერებებით და ხელს უწყობს სასარგებლო მიკროორგანიზმების განვითარებას. ყოველივე ამით უმჯობესდება ნიადაგის ბიოლოგიური თვისებები და იზრდება მისი ნაყოფიერება. იონჯის მწვანე მასა შეიცავს 20% პროტეინს (ცილას — 15%), 3% ცხიმს, 26% უჯრედანას, 41% უაზოტო ექსტრაქტულ ნივთიერებებს და 10% ნაცარს. მის თივაში ყველაზე მეტი კალიუმი (2,2%) და კალციუმი (2,1%), ფოსფორი არის 0,25%, ნატრიუმი — 0,28%. მაგნიუმი — 0,2%, რკინა — 0,1%, გოგირდი — 0,23%, ქლორი — 0,25%. იონჯა უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავს ცილას, ცხიმს, უაზოტო ექსტრაქტულ ნივთიერებებს, კალციუმსა და ფოსფორს, ვიდრე სხვა ერთწლიანი საკვები ბალახები. იგი ჰა ფართობზე ნიადაგში ტოვებს 50 — 70 ც ფესვს. 2—3 წლის განმავლობაში იმდენი ფესვი გროვდება, რომ დაახლოებით 40—60 ტ ნაკელს უდრის. აქედან გასაგებია იონჯის დადებითი გავლენა ნიადაგის ნაყოფიერების ზრდაზე.

გარდა ამისა, ამ მცენარეს მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის მელიორაციისათვის. იგი ნიადაგში გავლენას ახდენს წყლის, მარილებისა და სითბურ რეჟიმზე, ჩრდილავს ნიადაგის ზედაპირს და ამცირებს მისი ზედა ფენების ტემპერატურას. ზრდის ჰაერის შეფარდებით ტენიანობას. იონჯის ფესვთა სისტემა ნიადაგის ღრმა ფენების წყალს იყენებს, რის გამო წყდება ნიადაგში წყლის აღმავალი დენი და არ წარმოებს

ქვედა ფენებიდან მარილების ზევით ატანა. გარდა ამისა, იონჯა აუმჯობესებს ნიადაგის ჰიგიენურ მდგომარეობას. დადგენილია, რომ იგი რიზოსფეროში ხელს უწყობს მიკოლიზური ბაქტერიების გამრავლებას, რომლებიც ახდენენ ბამბის მცენარის ქნობის გამომწვევი ბაქტერიების ლიზოსს. როგორც ირკვევა, იონჯის ფესვთა სისტემიდან გამოიყოფა ისეთი ნივთიერებები, რომლებსაც ბაქტეროციდური მოქმედება ახასიათებს.

საქართველოს მეცნ. აკად. ბოტანიკის ინსტიტუტმა გაითვალისწინა იონჯის ბიოლოგიური თავისებურებებიდან გამომდინარე მთელი რიგი დადებითი თვისებები და ქლოროზის წინააღმდეგ ბრძოლის სხვა ღონისძიებებთან ერთად. შეისწავლა მისი გავლენა ელფური პირობებით გამოწვეულ ვაზის ქლოროზოვან მოვლენებზე. ცდები მუხრანის სასწავლო-საცდელ მეურნეობაში წარმოებდა როგორც ახლად გაშენებულ ვენახში, ისე ძველ. 20 წლიან ვაზებზე.

ახლად გაშენებულ ვენახში ქლოროზის დინამიკაზე იონჯის გავლენის სურათი 105-ე ცხრილშია წარმოდგენილი. ვენახი 1949 წელს იყო გაშენებული. დარგული იყო რიპარია X რუპესტრის 3309-ზე დამყნობილი ალივოტე და რქაწითელი საკუთარ ძირზე. ცხრილიდან ჩანს, რომ იონჯის დათესვიდან პირველ ორ წელს (1952—1953), საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით, ქლოროზით დაზიანებული მცენარეების რაოდენობა საგრძნობლად მცირეა. მე-3—4 წელს სურათი მკვეთრად იცვლება. ამ დროისათვის იონჯის ვარიანტში მცენარეების ქლოროზით დაზიანება საკონტროლო ვარიანტს რამდენიმეჯერ აღემატება. იონჯის ერთ ადგილზე ხანგრძლივად დატოვების გამო მისი უარყოფითი მოქმედება ორივე ჯიშს თანაბრად ეხება. ამავე ცხრილშია მოცემული ძველ, 20-წლიან ვაზებზე ჩატარებულ დაკვირვებათა შედეგები. ამ შემთხვევაშიც იონჯის შეთესვის გამო პირველ ორ წელს ქლოროზი საგრძნობლად შემცირებული. მაგრამ აქაც მისი ორ წელზე მეტხანს დატოვება უარყოფით მოქმედებას იწვევს. იზრდება ქლოროზით დაზიანების პროცენტი, მცირდება მოსავალი და ერთწლიანი ნაზარდის (ანასხლავის) რაოდენობა.

110-ე ცხრილში მოცემულია ცნობები იონჯის გავლენის შეახებ მოსავალზე და ერთწლიან ნაზარდზე. ცხრილიდან ჩანს, რომ იონჯის დათესვიდან პირველ ორ წელს მისი დადებითი მოქმედება აღნიშნული. შემდგომ წლებში კი უარყოფით მოვლენას აქვს ადგილი. გარდა ქლოროზით დაზიანების მატებისა, მცირდება მოსავალი და ანასხლავის რაოდენობა. ალაიანში ჩატარებულ ცდებში იონჯას უარყოფითი გავლენა არ ჰქონია. აქ საცდელ ნაკვეთზე იონჯა 1955 წლის გაზაფხულზე დაითესა და მეურნეობამ იგი დროზე გადახნა (1956 წლის

იონჯის გავლენა ვაზის ქლოროზით დაზიანებაზე

ვარიანტი	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955
რქაწითელი საკონტროლო	0	0	$\frac{0-1}{0,5}$	$\frac{0,2-2}{1}$	$\frac{0-20}{6}$	$\frac{0-0}{0}$	$\frac{0-6}{3,5}$
რქაწითელი იონჯით	0	0	$\frac{0-5}{3}$	$\frac{0-0}{0}$	$\frac{0-4}{1}$	$\frac{0-14}{16}$	$\frac{0-12}{5}$
ალიგოტე საკონტროლო	0	0	$\frac{0-7}{2}$	$\frac{3-12}{8}$	$\frac{8-54}{26}$	$\frac{3-20}{20}$	$\frac{1-5}{4}$
ალიგოტე იონჯით			$\frac{0-6}{2}$	$\frac{8-1}{97}$	$\frac{0-17}{7}$	$\frac{2-58}{38}$	$\frac{15-55}{40}$
ალიგოტე ძველი საკონტროლო	—	—	$\frac{15-41}{30}$	$\frac{5,35}{18}$	$\frac{6-19}{13}$	$\frac{7-20}{15}$	—
ალიგოტე ძველი	—	—	$\frac{4-26}{16}$	$\frac{2-9}{6}$	$\frac{0-12}{5}$	$\frac{9-32}{20}$	—
იონჯით							

შემოდგომამზე). ამის გამო იონჯის დადებითი მოქმედება პირველ ორ წელს მკვეთრად გამოისახა და გადახვნის შემდეგ მომდევნო წლებშიც შესამჩნევი იყო.

ისიც უნდა ითქვას, რომ იონჯის შეთესვის გამო მოსავლისა და ანასხლავის რაოდენობა უმნიშვნელოდ შემცირდა. ამის მიზეზი უმთავრესად ორი გარემოებაა:

მუხრანი. იონჯის გავლენა ვაზის მოსავალზე და ნაზარღზე

ვარიანტი	1952		1953		1954		1955	
	1 ვაზის მოსავალი გ-ობით	1 ვაზის ანასხლავი გ-ობით	1 ვაზის მოსავალი გ-ობით	1 ვაზის ანასხლავი გ-ობით	1 ვაზის მოსავალი გ-ობით	1 ვაზის ანასხლავი გ-ობით	1 ვაზის მოსავალი გ-ობით	1 ვაზის ანასხლავი გ-ობით
რქაწითელი საკონტროლო	626	228	599	277	1584	280	1402	302
რქაწითელი იონჯით	452	181	697	221	1531	218	850	274
ალიგოტე საკონტროლო	645	116	569	106	840	105	1346	131
ალიგოტე იონჯით	694	148	814	87	751	65	912	112

იონჯა ივითარებს მძლავრ, ნიადაგის ღრმა ფენებში მიმავალ ფესვთა სისტემას და ბევრ წყალს ხარჯავს. სარწყავ პირობებში იონჯის ეს შიოლოგიური თავისებურება უნდა იქნეს გათვალისწინებული და სათანადოდ გადიდდეს რწყვის ნორმები. ამით თავიდან იქნება აცილებული წყლისთვის კონკურენცია ვაზსა და იონჯას შორის.

ცნობილია, რომ იონჯა მნიშვნელოვანი რაოდენობით ითვისებს ნიადაგიდან მინერალურ ნივთიერებებს, განსაკუთრებით კალიუმს, კალციუმსა და ფოსფორს. ამიტომ გარდა აგროწესებით ვაზისათვის მანკუთენილი სასუქების რაოდენობისა, იონჯის საკვებად დამატებით უნდა იქნეს შეტანილი მინერალური სასუქები. აღნიშნული ღონისძიება უზრუნველყოფს კონკურენციის მინიმუმამდე დაყვანას ვაზსა და იონჯას შორის საკვები ნივთიერებისათვის.

ცხრილი 11:

ფესვური გამონაყოფების რაოდენობა 0.01/n $KMnO_4$ -მლ-ობით 100 მლ-ზე

ჯიში	14 ივნისი		5 ივლისი	
	აღსორბირებული	აღდგენილი	აღსორბირებული	აღდგენილი
რიპარია X რუბესტრის 101—14	30	600	190	1140
ბერლანდიერი X რიპარია 420ა	40	1020	430	1760
რუბესტრი დულო ბერლანდიერი X რიპარია 5 ბბ	30	620	160	1320
იონჯა	—	—	550	2080

პირველ ორ წელს იონჯის დადებითი მოქმედება ქლოროზის შემცირების მხრივ იმით აიხსნება, რომ იონჯა აუმჯობესებს ნიადაგის ნაყოფიერებას, ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს, აერაციას, სითბურ რეჟიმს და სხვ. გარდა ამისა, იონჯის ფესვთა სისტემა ვითარდება ნიადაგის ღრმა ფენებში და იქიდან იწოვს ხარბად წყალს, ვაზის ფესვთა სისტემას არ აძლევს საშუალებას განვითარდეს აღნიშნულ ფენებში და იქიდან შეიწოვოს წყალი. ამის გამო ვაზის ფესვები ვითარდება ნიადაგის უფრო ზედა ფენებში, სადაც ქლოროზის გამომწვევი უარყოფითი ფაქტორები შედარებით სუსტად ან ნაწილობრივ მოქმედებს. გარდა იმისა, რომ იონჯა არეგულირებს ნიადაგში ვაზის ფესვთა სისტემას განვითარებას, იგი თავისი ფესვური გამონაყოფებით ვაზის რიზოსფ-

როში სპეციფიკურ მიკროარეებს უნდა ქმნიდეს. ეს კი ხელს უნდა უწყობდეს ვაზის შემწვოვ ფესვთა ნორმალურ მუშაობას.

იონჯისა და ვაზის ზოგიერთი ჯიშის ფესვებიდან სხვადასხვა ორგანული ნივთიერების გამოყოფის შესასწავლად ჩატარებული იყო ცდები. 111-ე ცხრილი გვიჩვენებს, რომ სხვადასხვა პერიოდში განსაზღვრული ორგანული გამონაყოფები სხვადასხვა რაოდენობითაა ფესვებიდან დესორბირებული. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ ფესვებიდან ნივთიერებათა გამოყოფა მუდმივ სიდიდეს არ წარმოადგენს. იგი მკენარის განვითარების ფაზების მიხედვით ცვალებადობს. ყველაზე დიდი რაოდენობის ორგანული გამონაყოფით იონჯის ფესვთა სისტემა ხასიათდება. ამის გამო ახალგაზრდა იონჯის ფესვთა სისტემის ირგვლივ ვითარდება სპეციალური სასარგებლო მიკროფლორა: უკანასკნელი, ფესვურ გამონაყოფებთან ერთად, რიზოსფეროში ქმნის ვაზის ფესვთა სისტემის ნორმალური მოქმედებისათვის ხელსაყრელ მიკროარეებს.

მთელი რიგი მკვლევარების მიერ აღნიშნულია 3—4 წლიანი იონჯის ფესვებიდან ტოქსინების გამოყოფა. იონჯის ფესვებიდან გამოყოფა ბაქტერიოციდული ნივთიერებები. მათი რაოდენობა მე-3 წელს ძლიერ მატულობს. ამასთან დაკავშირებით ფესვებზე კოჩერებისა და კოჩრის ბაქტერიების რაოდენობა ძლიერ მცირდება. მამასადაამე, იონჯას მესამე წლიდან მკვეთრად უმცირდება ჰაერის აზოტის ფიქსაციის უნარი.

აღნიშნულია 3—4 წლიანი იონჯის უარყოფითი მოქმედება ბამბის მკენარის ზრდა-განვითარებაზე. ამის მიზეზია იონჯის ფესვებიდან ტოქსინების გამოყოფა. გამოყოფილი ტოქსინები უარყოფითად მოქმედებენ არა მარტო ბამბის მკენარეზე, არამედ ნიადაგის მიკროფლორის განვითარებასაც აფერხებენ. დადგინდა, რომ 3—4 წლიანი იონჯის ფესვებიდან საპონინები გამოიყოფა, რაც უარყოფით გავლენას ახდენს ბამბის მკენარის ნაზარდებზე. ამის საფუძველზე მიზანშეწონილი არ არის 2—3 წელზე მეტხანს იონჯის ერთ ადგილზე დატოვება.

იონჯის უარყოფითი მოქმედების მიზეზი ერთ ადგილზე ხანგრძლივად დატოვებისას იმაში მდგომარეობს, რომ სამი წლის შემდეგ მისი ბიოლოგია მკვეთრად იცვლება. ამის შემდეგ ის აღარ ახდენს ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციას, რადგან მის ფესვთა სისტემიდან გამოიყოფა ბაქტერიოციდული ტოქსინები, უკანასკნელი იწვევს კოჩრის ბაქტერიების ინაქტივირებას, შეზღუდვას და მოსპობას. ფესვთა სისტემიდან გამოყოფილი გლუკოზიდები, კერძოდ საპონინი, უარყოფით გავლენას ახდენს და თრგუნავს ნიადაგის მიკროფლორას.

მრავალწლიანი იონჯის ფესვებიდან გამოყოფილი ტოქსინები უარყოფით გავლენას უნდა ახდენდეს ვაზის ფესვთა სისტემის მუშაობაზე. აღნიშნული გარემოება თავის მხრივ ადიდებს ვაზის ქლოროზით დაზიანებას, ამცირებს მოსავალს და ანასხლავს. ამიტომ იონჯის გამოყენებისას ქლოროზის წინააღმდეგ საჭიროა სიფრთხილე და მთელი რიგი პირობების დაცვა.

აკად. ლ. ჯაფარიძის (1959) რჩევით ქლოროზის წინააღმდეგ იონჯის, როგორც ცოცხალი ბიოლოგიური რეაქტივის, გამოყენებისას დაცული უნდა იყოს შემდეგი წესები: ვენახში ორი წლის ვადით იონჯა რიგგამოშვებით უნდა დაითესოს. ორი წლის შემდეგ ის რიგები, სადაც იონჯა ეთესა, კარგად უნდა გადაიხნას, ხოლო იონჯისაგან თავისუფალ რიგებში, ნიადაგის კარგად მომზადების შემდეგ, ორი წლით ისევ იონჯა დაითესოს. ამ ვადის გასვლისას იონჯა კვლავ ძველ ადგილზე ითესება და ა. შ. ამგვარი მორიგეობა არავითარ შემთხვევაში არ უნდა დაირღვეს, რადგან, როგორც ზემოთ დავინახეთ, ერთ ადგილზე გადაბერებული იონჯის დატოვებით ვაზი ზრდაში ჩამორჩება. მოსავალი კლებულობს და ქლოროზის საწინააღმდეგო ეფექტიც მცირდება. იონჯის გამოყენება უნდა ხდებოდეს აგროტექნიკის მაღალ ფონზე.

ქლოროზით დაზიანების ინტენსივობის შემცირების თვალსაზრისით, დადებითი შედეგის მომცემია აგრეთვე ვენახში ნიადაგის გაკორღება.

ჩატარებულმა გამოკვლევამ ქლოროზიანი და ნორმალური მცენარის ფესვთა სისტემის მორფოლოგიის შესასწავლად, გვიჩვენა, რომ ვინაიდან ნიადაგის გაკორღებისას სხვადასხვა აგროტექნიკური ღონისძიება (მოხვნა, დაბარვა, თოხნა, კულტივაცია) არ ტარდება, ზედა ფესვები არ ზიანდება და მცენარე ორიარუსიან ფესვთა სისტემას ივითარებს. ზედა იარუსის ფესვები კარგად ვითარდება, იზრდება ნიადაგის ზედა ფენებში და მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ორგანიზმის კვების საქმეში. ამის გამო მცენარე უმთავრესად ნიადაგის ღრმა ფენებში არსებულ ქლოროზის გამომწვევ პირობებს მთლიანად ან ნაწილობრივ იცილებს თავიდან.

გარდა ამისა ცნობილია, რომ ევროპული ვაზის ჯიშები შედარებით უფრო გამძლენი არიან ქლოროზის მიმართ, ვიდრე ამერიკული. კარგად განვითარებული სანამყენეს ფესვები უფრო მდგრადია ნიადაგში არსებული ქლოროზის გამომწვევ ფაქტორთა მიმართ, ვიდრე ას ამერიკული საძირე, რომელზედაც ევროპული ჯიშის ვაზია დამყნობილი.

აღნიშნული გარემოება მხედველობაშია მისაღები ქლოროზის წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებათა კომპლექსის შემუშავების დროს.

ქლოროზიანი რაიონებისათვის სპეციფიკური აგროტექნიკის შემუშავებისას ის გამოყენებული უნდა იყოს, როგორც მნიშვნელოვანი ელემენტი აგროლონისძიებათა მთელ სისტემაში.

ამგვარად, იონჯის შეთესვის გამო ვაზის ზრდაში ჩამორჩენა და მოსავლის შემცირება იონჯის მიერ წყლისა და საკვები მარილების ინტენსიური ხარჯვაა. ამიტომ ვაზსა და იონჯას შორის წყლისა და საკვები მინერალური ნივთიერებებისათვის კონკურენციის მინიმუმამდე დასაყვანად საჭიროა სათანადო კორექტივის შეტანა მცენარეებისათვის შათი მიწოდების საქმეში.

უნდა აღინიშნოს, რომ ე. წ. ქლოროზოგენული ფაქტორები მართო ნიადაგის ღრმა ფენებში არ უნდა გვხვდებოდეს. მაშინ რით უნდა აიხსნას ის, რომ ვენახში გავრცელებული ზოგიერთი ბალახოვანი სარეველა მცენარე, რომელთაც ფესვები დაახლოებით 20—30 სმ სიღრმეზე აქვს განვითარებული, ქლოროზით ზიანდება. ან რითი აიხსნება ქლოროზით დაზიანების თავისებური დინამიკა სავეგეტაციო პერიოდის მანძილზე. ცნობილია, რომ ქლოროზით დაზიანების მაქსიმუმი ივნის-ივლისშია. აგვისტო-სექტემბრისათვის ქლოროზით დაზიანების ინტენსივობა კლებულობს. ზოგიერთი ქლოროზიანი მცენარე ამ პერიოდისათვის მთლიანად მწვანდება. რამ გამოიწვია ქლოროზით დაზიანების შესუსტება? ღრმა ფენებში ქლოროზოგენული ფაქტორები ასე მოკლე ხნის განმავლობაში ვერ გაქრებოდა. ვერც ფესვები ამოვიდოდა ზევით. ამა თუ იმ ტიპის ნიადაგში ქლოროზოგენული ფაქტორების ჩამოყალიბება ერთი და ორი წლის შედეგი არ არის. ასეთი შედეგი ალამიანის ხანგრძლივი არასწორი სამეურნეო მოქმედებაა. ნიადაგის ბუნებრივი ნაყოფიერების აღდგენა და ქლოროზოგენული ფაქტორების მოხსნა დიდ დროს და საფუძვლიან მელიორაციულ ღონისძიებებს მოითხოვს.

ნიადაგის ზედა ფენების მონაწილეობის გარეშე, ღრმა ფენებში ქლოროზოგენული ფაქტორები ვერ ჩამოყალიბდება. უნდა ვივარაუდოთ, რომ ქლოროზოგენული ფაქტორები ძირითადად ბიოგენური წარმოშობისაა. ამ მოსაზრებას ადასტურებს მიკრობიოლოგიური ანალიზი და ვენახის გაკორდება ან ნათესბალახიანი სისტემის დანერგვა. აღნიშნული ღონისძიების გონივრული გამოყენება ხელს უწყობს ისეთ ნივთიერებათა დეტოქსიკაციის პროცესს, რომლებიც ნიადაგის გადაღლას იწვევენ. ხანგრძლივი არასწორი ექსპლოატაციის შედეგად ასეთ გადაღლილ ნიადაგებში საკვები მინერალური ნივთიერებების შეტანა დადებით ეფექტს არ იძლევა. ამისათვის ისეთი აგროლონისძიებების შემუშავებაა საჭირო, რომლებიც ნიადაგს პირვანდელ ბუნებრივ მდგომარეობას დაუბრუნებენ.

როგორც ზემოთ დავინახეთ, ვაზის, კისევე; როგორც სხვა მცენარე-
ების, ფესვებიდან სხვადასხვა სახის ნაერთი გამოიყოფა. აღსანიშ-
ნავია, რომ თუ ვაზის ახლოს რომელიმე სხვა სახეობის მცენარეა, იგი
მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მის ექსკრეტორულ ფუნქციაზე.

დადგინდა, რომ ვაზთან ახლოს შეთესილი იონჯა ვაზის ფესვებ-
იდან რადიოაქტიური ფოსფორის გამოყოფას აჩქარებს და აძლიერებს.
გარემო არეში ვაზის მიერ გამოყოფილ რადიოაქტიურ ფოსფორს იონჯა
ინტენსიურად ითვისებს. ქოთანში დარგულ ვაზს, რომელსაც გამოთე-
სილი ჰქონდა იონჯა, ტამპონების საშუალებით ფოთლებიდან რადი-
აქტიური ფოსფორი ეძლეოდა. რადიოაქტიური ფოსფორის განაწილება
და მისი მოძრაობა შეტანის ადგილიდან როგორც ზედა, ისე ქვედა მი-
ჯართულებით მიმდინარეობს. რადიოაქტიური ფოსფორი ჩადის ფესვე-
ში და იქიდან გარემო არეში გამოიყოფა, რომლის ადსორბციაც შე-
უძლია მის მეზობლად არსებულ მცენარეს. აღმოჩნდა, რომ იმ მცენა-
რეებს, რომლებსაც იონჯა ჰქონდათ გამოთესილი, ფესვებიდან რადი-
აქტიური ფოსფორის გამოყოფა უძლიერდებოდა. რადიოაქტიური ფოს-
ფორის მიწოდებიდან უკვე 6 — 10 საათის შემდეგ რადიოაქტივობის
ნიშნები იონჯის მცენარეებში იყო დადგენილი. იონჯაში რადიოაქტიუ-
რი ფოსფორის დაგროვება შემდეგში თანდათან ძლიერდებოდა. ამგ-
ვარად, ფესვებიდან გამოყოფილი სხვადასხვა სახის ნივთიერებათა სა-
შუალებით იონჯა ვაზზე აქტიურ ალელოპათიურ ზემოქმედებას ახდენს.

ჩატარებული მუშაობიდან ირკვევა, რომ ნიადაგში შეტანილი ძი-
რითადი სასუქები — NPK და დამატებითი ელემენტები — რკინა,
მაგნიუმი, მანგანუმი, ბორი და სხვ., ხნიერ ვაზებზე ქლოროზის შემცი-
რების თვალსაზრისით მნიშვნელოვან ეფექტს არ იძლევა. ახლად გა-
შენებულ ვენახში შედარებით უფრო თვალსაჩინო ეფექტი მკლავნდე-
ბა. გოგირდის, ნაკელის, გაჯისა და იონჯის გავლენით. იონჯის შეთეს-
ვით ქლოროზი მცირდება, ზოგ შემთხვევაში კი მთლიანად ქრება არა
შარტო ახლად გაშენებულ ვენახში, არამედ ძველ ვენახშიაც.

კ. კეზელის აზრით (1964) იონჯის გავლენით ქლოროზის შემცი-
რება, პირველ რიგში, უნდა აიხსნას იმ ბიოქიმიური ცვლილებებით,
რაც ქლოროზიანი ვაზის ორგანიზმში მიმდინარეობს. მან დაადგინა,
რომ იონჯის გავლენით მცირდება სუნთქვა, ასკორბინის მჟავა და გლუ-
ტათიონი, ხოლო თიამინი, რიბოფლავინი, ნიკოტინის მჟავა და კარო-
ტინი მნიშვნელოვნად იზრდება, რაც ნორმალური მცენარეებისთვის
სააღმავსაზრისათებელი ამასთანავე იონჯის შეთესვა იწვევს ნიადაგში
ვიტამინების ზრდას, რითაც მისი ბიოლოგიური აქტივობა უმჯობეს-
დება.

ვ. ქანთარია (1964) ქლოროზიან პირობებში დიფერენციალური აკროტექნიკის შეაბამუშაებლად შემდეგი ღონისძიებები აქვს დასახუ-
ლი: 1. ვენახის გაშენებამდე 2—3 წლის განმავლობაში ნიადაგის ნა-
ყოფიერების აღდგენა ბალახების გამოყენებით ორგანული სასუქე-
ბის ჩახენით. გაკორდებით და სხვა. 2. რწყვის სისტემის დაზუსტება.
3. ნიადაგის ზედაპირული გაფხვიერება და ნათესი ბალახების ნათი-
ბის გამოყენება მულჩის სახით. 4. მინერალური სასუქების გამოყენე-
ბა მხოლოდ ორგანულთან ერთად. 5. ვაზის სხვლა ისეთი დატვირთვით,
რომ გაიზარდოს საეეგეტაციო ძალა. 6. ძლიერი ზრდის ჯიშების
დანერგვა. 7. სუსტი და საშუალო ზრდის ჯიშებისათვის საძირედ 41
ბ-ს და 420-ა-ს გამოყენება.

მრავალწლიანი იონჯა რომ მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნია-
დაგის ბიოლოგიურ თვისებებზე, კარგად ჩანს შემდეგი დაკვირვები-
დან. 1963 წლის 3 ივლისს ნატახტარის სასელექციო საცდელი სადგუ-
რის სხვადასხვა ასაკის იონჯის ნაკვეთებიდან აღებულ იქნა ნიადაგის
ნიმუშები. ნიადაგის ტოქსიკურობის განსაზღვრისათვის მ. გროდზინს-
კის მეთოდით ვლებულობდით ნიადაგის გამონაწურებს. პეტრის ფიჯ-
ნებში მოთავსებულ ფილტრის ქაღალდზე შვრიის თესლებს ვალივებ-
დით. ნიადაგის ტოქსიკურობის გასაგებად, შვრიის ნაზარდზე სხვადა-
სხვა ასაკის იონჯის ქვეშ აღებული ნიადაგის გამონაწურით ვმოქმედ-
ბდით. აღმოჩნდა, რომ საკონტროლოსთან შედარებით, ერთწლიანი
იონჯის რიზოსფეროდან აღებული ნიადაგის გამონაწური შვრიის
ზრდაზე მასტიმულირებლად მოქმედებს. ორწლიანი იონჯის რიზოს-
ფეროდან ნიადაგის გამონაწური შვრიის ზრდაზე უარყოფითად მოქ-
მედებს. ცდაში შვრიის ზრდაზე ყველაზე ტოქსიკური ზემოქმედება
სამწლიანი იონჯის რიზოსფეროდან აღებულ ნიადაგს აღმოაჩნდა. ოთხ-
წლიანი იონჯის რიზოსფეროდან აღებულ ნიადაგს გაცილებით ნაკლები
ტოქსიკურობა ჰქონდა. ეს მოვლენა იმით აიხსნება, რომ იონჯის, ან
სხვა რომელიმე მცენარის, ფესვებიდან გამოყოფილი ტოქსინები, ნია-
დაგში მიმდინარე სხვადასხვა ბიოქიმიური რეაქციების გამო, დაშლას
განიცდის და ნიადაგს ტოქსიკურობაც თანდათან ეკარგება. ნიადაგის
ტოქსიკურობის მოხსნის სისწრაფე დამოკიდებულია ნიადაგის ტიპზე,
ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებაზე, მის ბიოლოგიურ აქტივობასა და გარე-
შედეგად ფაქტორთა მთელ რიგ კომპლექსზე. აქედან გამომდინარე, ნიადა-
გის მაქსიმალური ტოქსიკურობა შესაძლოა სხვადასხვა ასაკის იონ-
ჯის რიზოსფეროში აღმოჩნდეს. ამ ცდებში ნიადაგის მაქსიმალური
ტოქსიკურობა სამ-ოთხწლიანი იონჯის რიზოსფეროში აღმოჩნდა.

ზოგიერთი მკვლევარი მცენარის ზრდა-განვითარებაზე ბალახოვა-
ნი საფარის დადებით გავლენას აღნიშნავს. მაგრამ მკვლევართა უმე-

ტესობა ვენახში ბალახოვანი საფარის თუნდ დროებით არსებობის წინააღმდეგეც კი არის.

ბერი—სმიტის (1958) აზრით ვენახში მინერალური სასუქების შეტანა პარკოსანი მცენარეების გამოსაკვებად უნდა წარმოებდეს. მთაგორიან ადგილებში, სადაც ნიადაგის ეროზიაა მოსალოდნელი, ბალახის განვითარებისათვის მინერალური სასუქები შემოდგომაზე, უნდა შეიტანონ. ბალახი ბოკავს საკვებ ნივთიერებებს, ხელს უშლის მათ ჩარეცხვას და ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების მარაგს ჭმნის. მისი აზრით, თუ ამა თუ იმ მიზეზის გამო ვენახში პარკოსანი მცენარეების თესვა მიზანშეუწონელია, მაშინ სარეველების კარგი განვითარებისათვის უნდა შეიტანონ სპეციალურად მინერალური სასუქები. ვენახში ნიადაგის დამუშავება მინიმუმამდე უნდა იქნეს დაყვანილი. დამუშავდეს იმდენად, რამდენადაც ეს მხოლოდ სარეველებსა და ვაზს შორის კონკურენციის მოსასპობად არის საჭირო. ნიადაგის ხშირი დამუშავება ჰუმუსის შემცირებას იწვევს: ნიადაგის ყოველთვის ფხვიერ მდგომარეობაში შენარჩუნება მის ნაყოფიერებას ამცირებს. არაა სასურველი ყველა მეთოდის განურჩეველი გამოყენებით მკაცრი ბრძოლა სარეველების მოსასპობად. უკეთესია გვექონდეს ნაყოფიერი ნიადაგი მცირეოდენი სარეველებით, ვიდრე სარეველებისაგან აბოლოტურად გაუფთავებული და კარგად დამუშავებული უნაყოფო ნიადაგი.

ლენც-პოზერის (1961) დაკვირვებით ვენახში ბალახების თესვა და ნიადაგის გაკორდება მაღალი შტამბის მქონე და ძლიერ მზარდ ვაზებზე დადებით გავლენას ახდენს. გაკორდება ეფექტურობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ნიადაგის ტიპზე, მის ნაყოფიერებასა და ნალექების რაოდენობაზე. ავტორის ცდებით ირკვევა, რომ ფერდობების გაკორდება დიდ ეკონომიურ ეფექტს იძლევა. ბალახების თესვით ნიადაგის ნაყოფიერება და მოსავალი საგრძნობლად იზრდება.

ვენახის გაშენებამდე, ასევე მისი ექსპლოატაციის დროს, ბალახების სპეციალურად თესვის და ვენახში ნიადაგის პერიოდული გაკორდების საკითხი ცალკეული კონკრეტული პირობებისათვის ჭერ კიდევ შესწავლას და დაზუსტებას მოითხოვს. პრაქტიკოსების მიერ შემჩნეულია, რომ ვენახში გავრცელებული სარეველები ვაზზე ყოველთვის უარყოფითად არ მოქმედებს. განვითარების გარკვეულ ეტაპზე ვაზზე

სარეველების დადებითი მოქმედებაც კია აღნიშნული. გარდა ამისა, სხვადასხვა სახეობის სარეველა კულტურულ მცენარეებზე განსხვავებული ზემოქმედებით ხასიათდება. ამ თვალსაზრისით ვაზსა და ვენახში ზელოვნურად გამოთესილ ბალახებს შორის, ანუ ბუნებრივად გამრავლებულ სარეველებს შორის, ურთიერთობის შესწავლას გარკვეული პრაქტიკული და თეორიული მნიშვნელობა აქვს. აღნიშნული საკითხი სიმბიოზური კვების ფიზიოლოგიის ერთი მეტად მნიშვნელოვანი საკითხთაგანია. მისი ღრმად შესწავლა საგრძნობლად შეუწყობს ხელს ვაზის რაციონალური კვების სისტემის გამომუშავებას.

გარემო ფაქტორების გავლენა ფესვების შეფორვადობის უნარზე

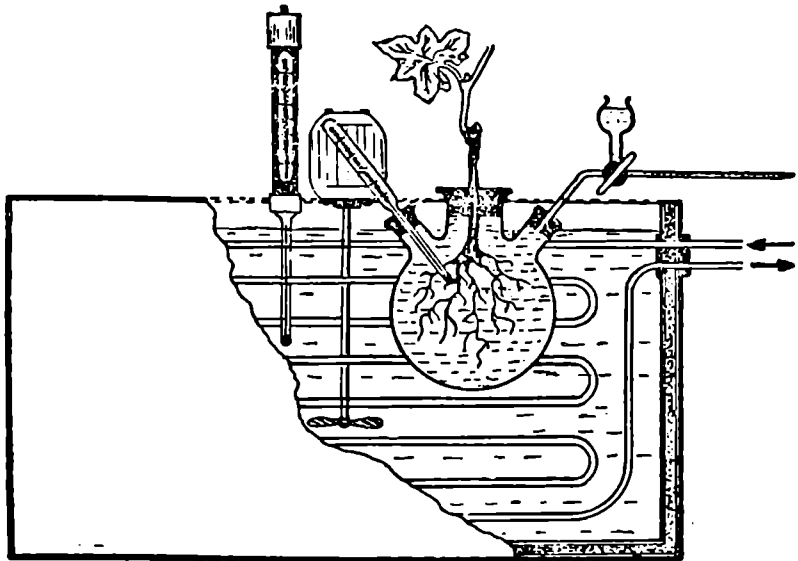
1. შეფორვადობის შესწავლის მეთოდი

გარემო ფაქტორების გავლენის შესასწავლად ვაზის ფესვთა შეფორვადობის უნარზე სამუშაო ლაბორატორიულ და სავეგეტაციო ცდის პირობებში ტარდება. ამისათვის გამოიყენება აკად. ლ. ჯაფარიძის მიერ კონსტრუირებული, სპეციალური პოტომეტრების ბლოკი, მასზე ისაზღვრება ფაქტოროსტატულ პირობებში ფესვების მიერ შეწოვილი წყალი.

პოტომეტრის ბლოკის სამუშაო მდგომარეობაში მოყვანის შემდეგ მცენარეებს საცდელად ვამზადებთ. ამისათვის თიხის სავეგეტაციო ჭურჭელზე ჩაქუჩის ფრთხილი დარტყმით ვამტკრევთ მას და კვერცხის ნაჭუჭის მსგავსად ნამტკრევებს ფრთხილად ვაცლით. აღნიშნულ ოპერაციას წყლის ქვეშ ვაწარმოებთ. ვინაიდან სავეგეტაციო ჭურჭელი წინასწარ კარგად უნდა იყოს მოპარათინებული და მის კედლებს მოსრიალე გლუვი ზედაპირი უნდა ჰქონდეს, ასეთ შემთხვევაში ფესვები არ ეკრობა და ადვილად, დაუზიანებლად სცილდება მას. სავეგეტაციო ჭურჭლიდან მცენარე დაუზიანებელი ფესვთა სისტემით საკვებ ხსნარში გადაგვაქვს. აქ ის 24—48 საათის განმავლობაში ახალ პირობებს ეგუება. აღნიშნული ვადის გავლის შემდეგ, მცენარის პოტომეტრის სამყელიან ქილაში გადატანამდე, შტამბზე ვაკუმსაგოზავს ვუსვამთ, შემდეგ საიზოლაციო ლენტს ვახვევთ და ზემოდან ისევ ვაკუმსაგოზავს ვუსვამთ. ამგვარად მომზადებულ მცენარეს სპეციალურ საცობს ვუკეთებთ. უკანასკნელის საშუალებით მთლიან დაუზიანებელ მცენარეს პოტომეტრის ბლოკის სამყელიან ქილაში ვათავსებთ.

პოტომეტრის ქილის ტევადობა 2 ლიტრს უდრიდა. ქილის შუა, განიერ ყელში რეზინის საცობის საშუალებით მცენარეს ვათავსებთ. ერთ ვიწრო ყელში საკონტროლო თერმომეტრს ვამაგრებთ, ხოლო ნეორეში — დანაყოფებიან კაპილარს სამსავალიანი მინის ონკანით. მთელ ამ სისტემაში ჰერმეტიულობაა დაცული. ფესვების მიერ წყლას შეწოვა, კაპილარში წყლის მენისკის უკან დახევას იწვევს. მენისკის მოძრაობის სისწრაფე სეკუნდომომის საშუალებით იზომება.

მთლიანად პოტომეტრის ბლოკი სამი ნაწილისაგან — ულტრა-თერმოსტატის, მაცივრისა და 153 ლიტრი ტევადობის წყლის აბაზანისაგან შედგება (სურ. № 4). წყლის აბაზანა სასურველ ტემპერატურამდე ელექტროენერგიის საშუალებით თბება. მუდმივი ტემპერატურის დაცვა, წყლის აბაზანაში მოწყობილი თეთის მილების ხვეულში ულტრათერმოსტატიდან ცხელი წყლის ან სპირტის გატარებით წარმოებს. აბაზანის ცენტრალურ ნაწილში მოწყობილია ფრთიანი ღერძი, რომლის საშუალებითაც წყლის მუდმივი მოძრაობით აბაზანის ყველა ნაწილში ტემპერატურა თანაბრდება. თვით ფრთიანი ღერძი ელექტრომობტორის საშუალებით მოძრაობს იმ შემთხვევაში, როდესაც



სურ. 4.

აბაზანაში წყლის ტემპერატურის სასურველ დონემდე დაწევას საჭირო, ულტრათერმოსტატი უერთდება მაცივარს და თეთის მილების სვეულში გარკვეულ ტემპერატურამდე გაცივებული წყალი მოძრაობს. წყლის აბაზანის ცალ მხარეს მთელ სიგრძეზე მოწყობილია სპეციალური სადგამი, რომელზედაც ოთხი პოტომეტრის ქილა თავსდება. პოტომეტრის ქილები სადგამზე თითბრის სალტეებით მაგრდება. აბაზანის მეორე მხარეს, ორი დიდი ზომის და ოთხი უფრო მცირე ზომის სარეაქტივო ქილებისათვის 6 სადგამია მოწყობილი. როდესაც პო-

ტომეტრის ხსნარისა და აბაზანის წყლის ტემპერატურა გათანაბრდება ვიწყებთ ფესვების შეწოვადობის უნარის განსაზღვრას. შეწოვადობაზე დაკვირვებათა განმეორება 100-მდე აღწევს.

პოტომეტრის ბლოკში ერთდროულად ოთხ მცენარეზე დაკვირვებაა შესაძლებელი. ამიტომ ფესვის ფიზიოლოგიურ ფუნქციებზე გარემო ფაქტორთა ზეგავლენის შესწავლის დროს ჯერ ერთი ჯიშის ოთხ მცენარეს ვცდით, შემდეგ კი მეორე ჯიშზე ვაწარმოებთ ანალიზურ დაკვირვებებს. დაკვირვებების დამთავრების შემდეგ ფესვების მასას და ფოთლების ფართობს ვრეცხავთ. წყლის შეწოვადობის ინტენსივობა მოცემულია მლ-ობით 1 საათის განმავლობაში ფესვების მშრალ წონაზე და ფოთლების გარკვეულ ფართობზე გადაანგარიშებით.

2. ბეჰარაბურის გავლენა ვაზის ფესვთა შეწოვადობის უნარზე

სხვადასხვა ტემპერატურული პირობები, რომლებზედაც სარეველი იყო ვაზის ფესვთა შეწოვადობის უნარის შესწავლა, მეხილეობის, მევენახეობისა და მეღვინეობის ინსტიტუტიდან მიღებული ცნობების საფუძველზე იყო დადგენილი. ინსტიტუტს ნიადაგის ტემპერატურული პირობები 20—40 სმ-ის სიღრმეზე ჰქონდა შესწავლილი. გამოიკვია, რომ ივნისში 40 სმ-ის სიღრმეზე ტემპერატურა 20—25°-მდე მერყეობს, ივლისში 24 — 28°-მდე, აგვისტოს 1 — 15-მდე, 20 — 26°-მდე.

ტემპერატურის აწევა 20° — 30°-მდე ვაზის ფესვთა შეწოვადობის გაძლიერებას იწვევს. ამიტომ 30°-ის პირობები უკეთესია ფესვთა სისტემის შეწოვადობისათვის, ვიდრე 20—25° (გ. შანშიაშვილი).

ამ ცდებში 30°-ზე შეწოვადობის მაქსიმუმი იყო დადგენილი. მაგრამ შეწოვადობის მაქსიმალური ტემპერატურა შეწოვადობის ოპტიმალურ ტემპერატურას არ წარმოადგენს, ამიტომ სხვა მონაცემების განხილვა დაგვანახვებს, რომ 30°-დან ტემპერატურის 40°-მდე აწევა კიდევ უფრო ზრდის შეწოვადობის ინტენსივობას. მაგრამ ეს სრულებით არ ნიშნავს იმას, რომ წყლის შეწოვადობისათვის უკეთესია ნიადაგის მაღალი ტემპერატურა (30—40°), ვიდრე შედარებით დაბალი ტემპერატურა (18—20°). ეს ცდები მოკლე ხნის, ე. წ. მწვავე ცდებია. ამიტომ მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით ჩვენ საპასუხო რეაქციის პირველ ფაზასთან, გაღიზიანებული მცენარის აგზნებულ მდგომარეობასთან გვაქვს საქმე. ზემოქმედების პირველ ეტაპზე ფესვების აგზნებული მდგომარეობა წყლის შეწოვადობის გაძლიერებას იწვევს. მაგრამ გამაღიზიანებელი აგენტის (მაღალი ტემპერატურა) ხანგრძლივად მოქ-

შედება, უკვე ფესვების მოქმედების ინაქტივაციას გამოიწვევს და დაზიანების მეორე ფაზაში საქმე გვექნება შეწოვადობის შემცირებასთან.

როდესაც ნიადაგის ტემპერატურა 18—20^o-ია, უფრო მეტია ვაზის ტირილის დროს გამოყოფილი წვენი, ვიდრე 29—30^o-ის პირობებში. ე. ი. ნიადაგის ტემპერატურის 30^o-მდე ხანგრძლივად აწევა იწვევს წყლის შეწოვადობის შემცირებას. აქედან გამომდინარე აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებისათვის, სადაც ნიადაგის ტემპერატურა ხშირად მაღალია, სასარგებლო ბუჩქის სპეციალური ფორმირება და ნარგავების სიხშირის გაზრდა ნიადაგის დასაჩრდილავად. (პ. თავაძე).

როგორც ცნობილია, ტემპერატურული პირობები დიდ გავლენას ახდენს მცენარის ზრდა-განვითარებაზე. ვაზის განვითარების ბიოლოგიური ფაზების ხანგრძლივობა დიდადაა დამოკიდებული ტემპერატურის სიდიდეზე. კვირტების გაშლისათვის 11 — 20^o-ია საჭირო. ყვავილობის ფაზისათვის ტემპერატურა 15^o-ზე მაღალი უნდა იყოს. სიმწიფის ფაზაში 20^o-ზე მაღალი ტემპერატურაა საჭირო. ოპტიმალური ტემპერატურის პირობებში ზრდის პროცესები წყდება. თუ ნიადაგის ტემპერატურა 8 — 10^o-ზე დაბალია, მაშინ ფესვების ზრდის ტემპი ნიშნულზე დაბლა ეცემა. ტემპერატურის დაბლა ბიოლოგიურ ნულს ქვევით (8^o) ზრდის შეჩერებას. იწვევს, მაგრამ არ წყდება ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესები, შეწოვადობა, სუნთქვა, სხვადასხვა ნივთიერების გარდაქმნა და გადამოძრავება, ერთწლიანი ყლორტების მომწიფება, წყლის აორთქლება და სხვა.

ანაპაში ევროპული ვაზის სხვადასხვა ჯიშს გაზაფხულზე ვეგეტაციის დასაწყისი დაახლოებით ჰაერის ერთნაირ ტემპერატურაზე ეწეება. ტირილის მასობრივი დაწყება 7—8,9^o-ის პირობებში აღინიშნება, ხოლო კვირტების გაშლა 12,1^o — 13,4^o-ზე წარმოებს. ვაზის ამერიკულ ჯიშებზე ტირილის მასობრივი დაწყება ჰაერის ტემპერატურის 6,8^o — 8,0^o-ის დროს იყო დადგენილი, ხოლო კვირტების მასობრივი გაშლა 11,4^o — 11,7^o-ის პირობებში იყო აღნიშნული.

ტირილის ფაზის დასაწყისში და მთელი ამ ფაზის განმავლობაში ახალი შემწოვი ფესვების წარმოქმნა არ მიმდინარეობს; გაზაფხულზე წყალი წინა წელს წარმოქმნილი შემწოვი ფესვებით შეიწოვება. ფესვის წვერის წაჭრა (4—5 მმ) წყლის შეწოვადობის დაბრკოლებას იწვევს. წყალს უხვად აღნიშნული ზომა ნთქავს. ევროპულ-ამერიკული ვაზის ჯიშებს ტირილი ნიადაგის ტემპერატურის 4—4,5^o-ზე ეწყება, ვინიფერასა და ლაბრუსკას ჰიბრიდებს 5—5,5^o-ზე („ნაგარადა“, რუსული კონკორდი), ხოლო ვინიფერას ჯიშებს — 6,5^o-ზე (ტამბოვეური ვარდისფერი, ტამბოვეური მწვანე, მალენგერის ნათესარი). გაზაფხულზე ფესვების ზრდა, მათი განახლება ნიადაგის უფრო მაღალი

ტემპერატურის დროს ხდება. ასე მაგალითად, ევროპულ-ამურულის ჰიბრიდების — 8—10°-ზე, ვინიფერა ლაბრუსკას ჰიბრიდების—10—12°-ზე, და ვინიფერას ჯიშების — 12—14°-ზე. ახალი ფესვების წარმოქმნა კვირტების გაშლის ფაზას ემთხვევა.

დადგენილია, რომ დაბალი ტემპერატურა აფერხებს წყლის შეწოვის უნარს. სითბოსმოყვარული მცენარეები ამ მხრივ უფრო მგრძობიარე აღმოჩნდნენ, ვიდრე ჩრდილის ამტანნი. არახელსაყრელ ტემპერატურულ პირობებში, როცა წყლის შეთვისებას ბევრად სჭარბობს ტრანსპირაცია, მცენარეში წყლის დეფიციტის მოვლენები აღინიშნება. დაბალი ტემპერატურის პირობებში წყლის შეთვისების შემცირების მიზეზია ფესვების ფიზიოლოგიური აქტივობის შესუსტება, წყლის სიბლანტის ზრდა, პროტოპლაზმის სიბლანტის მატება, წყლისათვის პროტოპლაზმის გამჭოლადობის შემცირება და სხვა. ტემპერატურის თანდათანობითი ზრდა გარკვეულ ზღვრამდე წყლის შეწოვის მატებას იწვევს. ამის შემდეგ უკვე წყლის შეწოვადობის შემცირება აღინიშნული.

დაკვირვებებიდან ჩანს, რომ გაზაფხულზე ვაზის მიერ წყლის შეთვისების ინტენსივობა ნიადაგის ტემპერატურის მატებასთან ერთად თანდათანობით იზრდება. როცა ნიადაგის ტემპერატურა 6—7°-ს მიაღწევს. ფესვური წნევა იმდენად ძლიერდება, რომ ჰრილობის მიყენებისას მცენარიდან წვენი გამოყოფა იწყება. ეს ვაზის ტირილის სახელწოდებითაა ცნობილი.

პოტომეტრული გამოკვლევები წყლის შეწოვადობაზე ტემპერატურის ზეგავლენის მიხედვით მოცემული გვაქვს ცხრილები საბით (ცხრილი № 112, 113, 114). ცხრილებიდან ჩანს, რომ ტემპერატურის მატება ყოველ 10°-ზე, 10° — 30°-მდე ყველა ჯიშის წყლის შეწოვადობას ორჯერ ზრდის, ე. ი. ტემპერატურული კოეფიციენტი Q_{10} -2 3309 და 101—14 წყლის შეწოვადობა უფრო მეტად ეზრდება, ვიდრე 5 ბბ-ს.

ცხრილებიდან ჩანს, რომ დაკვირვების პირველ ვადაში ტემპერატურის 10°-ით აწევა შეწოვადობის ინტენსივობას ორჯერ ზრდის. ხოლო დაკვირვების შემდეგ ვადაში შეწოვადობის უფრო ინტენსიური ზრდაა აღინიშნული; ტემპერატურული კოეფიციენტი (Q_{10}) ორზე მაღალია. ეს გარემოება იმაზე მიუთითებს, რომ მცენარის რეაქცია გარეგან გაღიზიანებაზე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული აგრეთვე მის შინაგან ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე და ტემპერატურული კოეფიციენტი მუდმივ სიდიდეს არ წარმოადგენს. ტემპერატურის 40°-მდე აწევა კიდევ უფრო ზრდის შეწოვადობის აბსოლუტურ ოდენობას, მაგ-

რამ ვანტპოფის ტემპერატურული კოეფიციენტი ორზე ბევრად ნაკლებია. ეს გარემოება იმაზე მიუთითებს, რომ ფესვის ფიზიოლოგიურ ფუნქციებზე, კერძოდ შეწოვადობაზე, მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედება დამაზიანებელია.

8. ჯანჯაღის კონცენტრაციის გავლენა წყლის შეწოვადობის უნარზე

მცენარის ცხოველქმედებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს აერაცია. ცუდი აერაციის პირობებში ფესვები მუქ ფერს ღებულობს. მატულობს მათი სისქე, გვერდითი ფესვებისა და ფესვის ბუსუსთა წარმოქმნის ინტენსივობა სუსტდება. გარდა ზრდა-განვითარებისა და მორფოლოგიური ცვლილებებისა, ანაერობული პირობები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ფესვებში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესებზე. მეტ წილ შემთხვევაში ანაერობული პირობები წყლისა და მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისების შეფერხებას იწვევს. ცუდი აერაციის პირობებში ხშირადაა აღნიშნული მცენარის ჰკნობა. ანაერობული პირობები აუარესებს წყლის რეჟიმს. ლიტერატურაში მცირეა ცნობები იმის შესახებ, თუ რა გავლენას ახდენს ჟანგბადის სიმცირე უშუალოდ ფესვთა სისტემის შეწოვადობაზე.

უიტნის (1942) ცდებით აღმოჩნდა, რომ ჟანგბადის დაბალი კონცენტრაცია თამბაქოს მცენარის ტრანსპირაციას 70%-მდე ამცირებს. ანაერობულ პირობებში პომიდორის ტრანსპირაცია პირველ დღეს 10%-მდე მცირდება, ხოლო შემდეგ დღეებში უკანასკნელი კიდევ უფრო მეტ სიღრმეს აღწევს. ასეთსავე პირობებში სიმინდის ტრანსპირაცია 40%-მდე მცირდება.

წყლის კულტურის პირობებში სიმინდის, პომიდორისა და კიტრის მიერ წყლისა და მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისების შემცირებაა შემჩნეული ცდების იმ სერიაში, სადაც კულტურების აერაცია არ წარმოებს. პარკოსან მცენარეებს სუბსტრატში ჟანგბადის უფრო მაღალი კონცენტრაცია სჭირდება, ვიდრე მარცვლოვანებს. ანაერობული პირობები, მცენარის მეტაბოლიტური აქტივობის შეცვლის გზით მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს წყლის რეჟიმზე, ანაერობულ პირობებში წყლის შეწოვადობა და ტრანსპირაცია მკვეთრად ეცემა. მზესუმზირა წყლის შეწოვას 26%-ით ამცირებს, ხოლო სიმინდი — 41%-ით. ანაერობული პირობების მიმართ სიმინდი უფრო გამძლე აღმოჩნდა, ვიდრე მზესუმზირა. სიმინდი ნორმალური პირობების შექმნისას მისთვის დამახასიათებელ წყლის გარკვეულ რეჟიმს და სუნთქვის ინტენსივობას სწრაფად აღიდგენს. ნიადაგის წყლით დატბორებისას

აერაციის გაუარესება იწვევს ფიქვის მიერ აზოტის, ფოსფორის, კალციუმისა და წყლის შთანთქმის მნიშვნელოვან შემცირებას.

ლიტერატურიდან ირკვევა, რომ ვაზის ფესვი დიდი პლასტიკურობით ხასიათდება. ამის გამო მას სხვადასხვა ტიპისა და სახის ნიადაგზე კარგად შეუძლია განვითარება. ამავე დროს აერაციის მიმართ ვაზის ფესვთა სისტემა მგრძობიარეა. ამიტომაც მისი მთავარი მასა უმთავრესად ნიადაგის ზედაფენებში ვითარდება (20—60 და 30—70 სმ). ერთეული ფესვები იშვიათად 2—4 მ-მდე აღწევს.

ნიადაგის ჰაერში ქანგბადის ნაკლებობა ფესვების დატოტვის შემცირებას იწვევს. ამის გამო ვაზის ფესვის აღსორბციული ზონა მცირდება და მისი შეწოვითი უნარიც ეცემა.

წყლის შეწოვადობის უნარზე სუბსტრატში ქანგბადის კონცენტრაციის გავლენის დასადგენად გამოიყენება პოტომეტრების ბლოკი, რომელზედაც ფაქტოროსტატულ პირობებში მცენარის მიერ შეწოვილი წყალი ისაზღვრება, საცდელად ვიღებთ ამერიკული ვაზის შემდეგ ჯიშებს: ბერლანდიერი რიპარია 5 ბბ და 420 ა, რიპარია X რუპესტროს 3309 და 101—14, მასალა X ბერლანდიერი 41 ბ და რუპესტროს — დულო. დაკვირვება სავეგეტაციო სეზონის სხვადასხვა პერიოდში ტარდება. ცდის ორივე ვადაში ქანგბადის კონცენტრაციის შემცირება 5 მგ-მდე, ფესვის შეწოვადობის უნარის მკვეთრ დაცემას იწვევს. პირველ ვადაში 3309-ის შეწოვადობა 73%-ით მცირდება, ხოლო 5 ბბ-სი 58%-ით. ცდის მეორე ვადაში ქანგბადის კონცენტრაციის სიმცირეს 3309-ის ფესვების შეწოვადობა ნულამდე დაჰყავს, ხოლო 5 ბბ-ს შეწოვადობა 70%-მდე. საკვებ არეში ქანგბადის კონცენტრაციის 9 მგ-მდე ზრდა ორივე ჯიშის ვაზის ფესვების შეწოვადობის გადიდებას იწვევს. 3309-ის ფესვების შეწოვადობა 85%-ით იზრდება, ხოლო 5 ბბ-სი 70%-ით.

ქანგბადის კონცენტრაციის შემცირება ჯიშ 101—14-ის ფესვების შეწოვადობას 64%-ით ამცირებს. ხოლო 5 ბბ-სას—58%-ით. ქანგბადის კონცენტრაციის მატება ფესვების შეწოვადობის უნარს საგრძნობლად ზრდის. 101—14-ის ფესვების შეწოვადობა 60%-ით იზრდება, ხოლო 5 ბბ-სი 82%-ით. ცდის მეორე ვადიდან ირკვევა, რომ ანაერობულ პირობებში 3309-ის ფესვების შეწოვადობა 45%-ით მცირდება, ხოლო 5 ბბ-სი — 17%-ით.

115-ე ცხრილში მოცემული მასალები გვიჩვენებს, რომ ცდის პირველ ვადაში საკვებ არეში ქანგბადის ნაკლებობა ყველა ჯიშის შეწოვადობას ძლიერ ამცირებს. 41 ბ-ს შეწოვადობა 73%-ით მცირდება, 420ა-სი—96%-ით, დულოსი—90%-ით, ხოლო 101—14-ს წყლის შე-

ტემპერატურის გავლენა შეწოვადობის უნარზე მლ-ობით 1 საათში

ჯიშო	10/VI			29/VII		
	20°	30°	მატება %-ობით	20°	30°	მატება %-ობით
5 ბბ	19	25	132	19	57	300
3309	—	—	—	6	41	683
101—14	15	33	220	—	—	—

ჯიშო	20/VII			21/III		
	20°	30°	მატება %-ობით	20°	30°	მატება %-ობით
41 ბ	34	60	176	9	17	188
420 ა	25	50	200	16	38	237
რ. დულა	10	20	200	7	28	400
101—14	12	23	191	19	76	400

ტემპერატურის გავლენა ფესვების შეწოვადობაზე მლ-ობით 1 საათში

ჯიშო	10°	20°	Q—10	30°	Q—10	40°	Q—10
5 ბბ	4	8	2	16	2	24	1,5
3309	5	10	2	21	2	23	1,2
რ. დულა	5	10	2	20	2	24	1,2
41 ბ	8	16	2	32	2	42	1,3

აერაციის გავლენა შეწოვადობაზე

ჯიშო	10/VIII					21/VIII				
	O ₂ 7 მგ	O ₂ 9 მგ	O ₂ 5 მგ	შეწოვა		O ₂ 7 მგ	O ₂ 9 მგ	O ₂ 5 მგ	შეწოვა	
				%-ობით	%-ობით				%-ობით	%-ობით
1	11	1	11	1	11	1	11	1	11	
41	61	100	16	27	67	17	27	8	47	159
420 ა	50	60	2	4	120	38	49	3	8	130
დულა	20	25	2	10	125	28	38	12	43	136
101—14	23	24	0	0	105	76	80	10	13	105

წყალბადის ზეჟანგის გავლენა შეწოვადობაზე

ჟიშო	ჩვეულებრივი კნოპის ხსნარი O ₂ —7 მგ	O ₂ -ით ლარობა კნოპი O ₂ 5 მგ		O ₂ -ით მდიდარი კნოპი მომტეხულია 6% O ₂ 25 მგ	
		შეწოვადობა		შეწოვადობა	
		მლ-ობით	%-ობით	მლ-ობით	%-ობით
5 ბბ	14	13	90	9	64
3309	10	5	50	0	0
დულო	11	5	46	0	0
41 ბ	20	16	80	4	20
420 ა	7	8	114	4	57
101—14	4	2	50	5	75

წოვადობის უნარი მთლიანად ეკარგება. აღნიშნულ ცდაშიც ჟანგბადის კონცენტრაციის მატება შეწოვადობის გაძლიერებასთანაა დაკავშირებული. ყველაზე მეტად შეწოვადობა 41 ბ-ს უძლიერდება, შემდეგ დულოს და 420ა-ს, ხოლო 101—14-სა ძლიერ მცირედ იზრდება. იგივე სურათია მიღებული ცდის მეორე ვადაში.

ზემოთ აღწერილ ცდებში საკვები არის ჟანგბადით გამდიდრება ხდება ჟანგბადის ბალონიდან საკვებ ხსნარში ჟანგბადის გაზის გატარებით. ჟანგბადის კონცენტრაციის შემცირება წარმოებს წყალში ჰაერის ძლიერი ნაკადის გატარებით. ამ წესით ჟანგბადით გაღარიბებულ წყალზე მზადდება საკვები ხსნარი, სადაც ჟანგბადის კონცენტრაცია 1 ლ-ზე 4—5 მგ-ს უდრის. ჩვეულებრივი წყალსადენის წყალზე გამზადებული კნოპის ხსნარში ჟანგბადი 7 მგ; ხოლო ჟანგბადით გამდიდრებული კნოპის ხსნარში 9 მგ ლიტრზე.

ცდების შემდგომ სერიებში საკვებ ხსნარში ჟანგბადის რაოდენობის გასაზრდელად ჯერ 6%-იანი, შემდეგ 3%-იანი წყალბადის ზეჟანი გამოიყენეს.

116-ე ცხრილიდან ჩანს, რომ ჟანგბადის შემცირების მიმართ მგრძობიარეა 3309, 101—14 და დულო, ხოლო ქლოროზგამძლე 5 ბბ, 41 ბ და 420ა ანაერობულ პირობებში წყლის შეწოვას შედარებით ნაკლებად ამცირებს. ამავე ცხრილიდან ირკვევა, რომ საკვებ არეში წყალბადის ზეჟანგის მიმატება 3,0 მლ 1 ლიტრზე, ჟანგბადის კონცენტრაციას 25 მგ-მდე ზრდის. ეს იწვევს ყველა ჟიშის შეწოვადობის მკვეთრ დაცემას.

აქედან 3309 და დულოს შეწოვადობა ნულამდე ეცემა. ჟანგბადის კონცენტრაციის ზრდით გამოწვეული შეწოვადობის ეს შემცირება გვაფიქრებინებს, რომ ამის მიზეზი ჟანგბადის მაღალი კონცენტრაცია

კი არაა, არამედ წყალბადის ზეჟანგის სპეციფიკური უარყოფითი მოქმედება.

აღნიშნული მოსაზრების შესამოწმებლად ჩატარდა ცდა, რომლის მიზანი იყო სხვადასხვა კონცენტრაციისა და რაოდენობის წყალბადის ზეჟანგის გავლენის შესწავლა ვაზის ფესვის შეწოვადობის უნარზე. გამოიკვია, რომ ანაერობულ პირობებში შეწოვადობა ყველაზე ძლიერ 101—14-ის ფესვებში მცირდება (58%). 41 ბ-ს შეწოვადობა 34%-ით მცირდება, ხოლო 420ა-ს 25%-ით. სხვადასხვა რაოდენობით 6%-იანი წყალბადის ზეჟანგის მიმატება, რაც საკვებ არეში ჟანგბადის კონცენტრაციას 16-დან 12 მგ-მდე ზრდის, ყველა ჯიშის ფესვთა შეწოვადობას მკვეთრად ამცირებს.

ცდის მეორე სერიაში იმავე რაოდენობით 3%-იანი წყალბადის ზეჟანგი იყო გამოყენებული. ამ შემთხვევაში ჟანგბადის კონცენტრაცია საკვებ არეში 14-დან 11 მგ-მდე მერყეობდა. ამ ცდაშიაც შეწოვადობის შემცირებაა აღნიშნული, მხოლოდ უფრო ნაკლები რაოდენობით, ვიდრე 6%-იანი წყალბადის ზეჟანგის მიმატებისას. 3%-იანი წყალბადის ზეჟანგის მიმატება 1 ლიტრზე 0,5 მლ-ის რაოდენობით, რაც ჟანგბადის კონცენტრაციას მხოლოდ 11 მგ-მდე ზრდის, ფესვის შეწოვადობის შემცირებას იწვევს. ამავე დროს საკვებ არეში გაზისებრი ჟანგბადის საშუალებით ჟანგბადის კონცენტრაციის თითქმის იმავე რაოდენობით გადიდება, ყველა ჯიშის შეწოვადობის უნარს 60—80%-მდე ზრდის.

ეს ფაქტი იმაზე მიუთითებს, რომ წყალბადის ზეჟანგის მიმატებისას ფესვის შეწოვადობის შემცირების მიზეზი ჟანგბადის მაღალი კონცენტრაცია კი არაა, არამედ თვით წყალბადის ზეჟანგის სპეციფიკური უარყოფითი მოქმედებაა ფესვის შემწოვ უჭრედებზე. ამის გამო სავეგეტაციო ცდებში უნდა ვერიდოთ ჟანგბადის წყაროდ წყალბადის ზეჟანგის გამოყენებას. წყლის კულტურების გამოყენებისას უკეთესია ქურქლების აერირება გაზისებრი ჟანგბადით ან ჰაერის სუსტი ნაკადით.

ცნობილია, რომ ფესვების მკირხნი მოქმედებით მცენარე გარემო არიდან წყალს აქტიურად ითვისებს. აღნიშნულ პროცესი დიდადაა დამოკიდებული სუნთქვისა და ნივთიერებათა ცვლის შედეგად გამოყოფილ ენერგიაზე. წყლის მოპოვების მთელი პროცესი აერობულ პირობებს საჭიროებს იმ ენერგიის მოსაპოვებლად, რომელიც ხელს უწყობს წყლის აქტიურ შეწოვადობას. თუ მცენარის ფესვები ჟანგბადის ნაკლებობას განიცდის, მაშინ მცირდება ფესვის სუნთქვის ინტენსივობა. სუნთქვის შედეგად გამოყოფილი ენერგიის რაოდენობა და

ამის გამო მცენარეს წყლის აქტიური შეწოვის უნარი ან ძლიერ უმცირდება ან სულ ეკარგება.

ვინკლერის მეთოდით ვაზის ფესვთა სისტემის სუნთქვის შესწავლისას ფესვები თუ ხანგრძლივად იყო მოთავსებული კნოპის ხსნარში და აერაცია არ წარმოებდა, მაშინ სუბსტრატში ჩნდებოდა ზედმეტი ჟანგბადი, რომლის წყაროსაც ნიტრატები წარმოადგენს. გამოირკვა, რომ ფესვთა სისტემის ექსტრაცელულარული ენზიმატური მოქმედების შედეგად წარმოებს ნიტრატების ნიტრიტებად აღდგენა, რის შედეგად გამოყოფილი ჟანგბადი შესაძლოა ფესვების სუნთქვას მოხმარდეს. თუ საკვები არიდან გამოთიშულია ნიტრატები ან სუბსტრატატად წყალსადენის სუფთა წყალია აღებული, მაშინ რიზოსფეროში ჟანგბადის გამოყოფის მოვლენა არ არის აღნიშნული. გარდა ფესვის ექსტრაცელულარული ენზიმატური მოქმედებისა ნიტრატების აღდგენას ფესვებზე უხვად დასახელებული დენიტრიფიკაციის გამომწვევი ბაქტერიებიც აწარმოებენ. ეს დენიტრიფიკატორების ერთ-ერთ მეტად საგულისხმოდ და სასარგებლო როლზე მიუთითებს. კერძოდ, დენიტრიფიკატორები ჟანგბადის დონატორებს უნდა წარმოადგენდნენ და ანაერობულ პირობებში ნიტრატების თანაპოვნეობისას ფესვების სუნთქვას მნიშვნელოვნად უწყობენ ხელს.

4. pH-ის გავლენა ვაზის ფესვთა უფროვადობის უნარზე.

მცენარეული უჯრედის რეაქციას დიდი მნიშვნელობა აქვს მასში მიმდინარე მთელ რიგ სასიცოცხლო პროცესთა ნორმალური მსვლელობისათვის. უჯრედის წვნის რეაქცია მეტ წილად მჟავეა. მისი ტუტე რეაქციაში გადასვლა უჯრედის მობერებასთან ან მის ფუნქციონალურ მოშლასთან არის დაკავშირებული. უჯრედის წვნის რეაქცია დიდ გავლენას ახდენს პლაზმის დისპერსობის ხარისხზე, რაზედაც დიდადაა დამოკიდებული უჯრედში ნივთიერებათა ცვლის ნორმალური მსვლელობა. ე. სტემალ-ნილოსონის გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ უჯრედში მოხვედრილი წყალბადის იონები სუნთქვის გაძლიერებას იწვევს, ხოლო პიდროქსილიონები სუნთქვის ინტენსივობას მნიშვნელოვნად ამცირებს. პლაზმის ბუფერული თვისებების ამოქმედების შედეგად უჯრედის წვენში წყალბადიონთა კონცენტრაცია და სუნთქვაც ნორმალურ მდგომარეობას უბრუნდება.

კოსტიუკის (1956) გამოკვლევებით ირკვევა, რომ pH-ის სიდიდე საგრძნობლად მერყეობს ვაზის სხვადასხვა ორგანოში და მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მცენარის შინაგან ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე. მოსვენების ფაზაში pH-ის მომატებაა აღნიშნული, ხოლო ზრდის პროცესთა დაწყება მჟავიანობის გაზრდას იწვევს.

მცენარის ფესვები მათთვის არახელსაყრელ pH-ის პირობებში მოხვედრისას. არის რეაქციას მათთვის სასურველ pH-მდე ცვლიან. საკვები არის რეაქცია დიდ გავლენას ახდენს არა მარტო მინერალური ნივთიერებების მცენარეში შესვლაზე და მათ შემდგომ გარდაქმნაზე, არამედ იგი მოქმედებს მასში მიმდინარე მთელ რიგ სასიცოცხლო პროცესებზე. არახელსაყრელი pH-ის პირობებში ცილებისა და რთული ნაერთების სინთეზი ირღვევა. საკვები არის შემყავება ანიონების შთანქმას აძლიერებს, ხოლო გატუტიანება კატიონების შთანქმის ზრდას იწვევს.

კულტურულ მცენარეთა დამოკიდებულება არის რეაქციისადმი ნიადაგის მთელ რიგ თვისებებზე და დამოკიდებული. მცენარე სხვადასხვა ტიპის ნიადაგზე ერთი და იმავე სიღიდის pH-ის პირობებში განსხვავებულ რეაქციას ამჟღავნებს. თუ ნიადაგში კალციუმი დიდი რაოდენობითაა, კალციუმისა და წყალბადის იონების ანტაგონიზმის გამო მცენარე მეავე არეს უკეთ იტანს. მეავე არეში ფერხდება კალციუმის, ნაწილობრივ მოლიბდენისა და მაგნიუმის შეთვისება. განსაკუთრებით აღსანიშნავია მეავე არის პირობებში მცენარეზე მოძრავი ალუმინისა და მანგანუმის ტოქსიკური მოქმედება, მეავე არის პირობებში ფოსფოროვანი კვების რეჟიმიც ირღვევა, რადგან ალუმინისა და რკინის იონები ფოსფორთან რეაქციაში შედის და იგი უხსნად ფორმაში გადაჰყავს.

რეაქცია მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მცენარეთა სასიცოცხლო პროცესებზე. არახელსაყრელი pH-ის პირობებში ირღვევა ცილების სინთეზი, რთული შაქრების (დიასახარიდების) ცვლა და სხვ. მოლიბდენი მეავე არეში მცენარისათვის მიუწვდომელ ფორმაშია, რაც განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს პარკოსან მცენარეთა ზრდა-განვითარებაზე.

მცენარის უჯრედის წვნის რეაქცია დიდად არაა დამოკიდებული გარემო არის რეაქციაზე. ეს უჯრედის წვნის მაღალი ბუფერული თვისებითაა გამოწვეული. უჯრედის წვნის ბუფერობა მასში არსებული ორგანული მეავეებისა და მათი მარილების არსებობითაა განპირობებული. უჯრედის წვნის pH-ის სიდიდე მასში ამილური და ამიაკური აზოტის ურთიერთშეფარდებაზე და დამოკიდებული. გადაამინირება უჯრედის წვნის გატუტიანებას იწვევს.

მცენარეზე არის რეაქციის ზემოქმედება მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული გარემო პირობებზე, მის ხასიათზე, სიდიდესა და ურთიერთშეფარდებაზე. მცენარის განვითარებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს pH-ის სიდიდეს უშუალოდ ფესვების მახლობლად. სწორედ ამით აიხსნება მცენარეზე pH-ის მკვეთრი გავლენა ისეთ ნიადაგებზე, რომლებიც დაბალი ბუფერობით ხასიათდება.

სხვადასხვა მცენარეზე არეს რეაქციის (მჟავიანობის) ზემოქმედების შედეგების განხილვისას, განსაკუთრებული ყურადღება მახვილდება საკვებ არეში კალციუმის მაღალ შემცველობაზე. ამ დროს მცენარე უკეთ იტანს მჟავე რეაქციას. გარემოში ალუმინისა და რკინის არსებობა მჟავე არის უარყოფით მოქმედებას აძლიერებს.

არის რეაქციის გატუტიანება მიკროელემენტების შეთვისების შეფერხებას იწვევს. უურბიციკის მონოგრაფიაში მოყვანილია ჩებანოვის მონაცემები, რომელთა მიხედვითაც არეს გატუტიანობა აფერხებს ბორის შეთვისებას. გარდა ამისა, ტუტე არეში რკინისა და მანგანუმის შეთვისების შემცირება მცენარეში ქლოროზს იწვევს. ამავე არეს რეაქცია 5,0—6,0 pH-მდე საკვები ელემენტების შეთვისების პროცესს არ აფერხებს.

ალსანიშნავია, რომ 5 pH-ზე ქვევით ორგანული ნივთიერებით და რიბ ნიადაგებში ფოსფატების ქიმიური შებოქვა წარმოებს, რის გამოც მათი შეთვისების პროცესი ბრკოლდება. ორგანიკით მდიდარ ნიადაგებზე ამ მოვლენას ნაკლებად ვხვდებით. ასეთ ნიადაგებში ტუტე არეს პირობები მაგნიუმის შეთვისებას აფერხებს. მსგავსი მოვლენა ორგანიკით ლარიბ ნიადაგებზე არ ყოფილა დადგენილი. ტუტე რეაქცია ორგანიკით მდიდარ ან ლარიბ ნიადაგებზე მოლიბდენის შეთვისების პროცესს არ აფერხებს. ამა თუ იმ მცენარისათვის pH-ის ოპტიმალური სიდიდე მუდმივი და მყარი არ არის. იგი იცვლება მცენარის სახეობის მიხედვით, გარემო პირობების გავლენით და სხვა. ერთი და იმავე მცენარისათვის pH-ის ოპტიმუმი იცვლება იმის მიხედვით, თუ ზრდის რომელი ფაქტორი ახდენს გადაწყვეტ ზემოქმედებას მცენარის განვითარებაზე.

წყალბადიონთა გამძლეობის მიხედვით კულტურული მცენარეები მნიშვნელოვნად განირჩევა ერთიმეორისაგან. ბოსტნეულ კულტურებზე ჩატარებულ ცდებით დადგინდა, რომ მჟავე არის მიმართ გამძლე აღმოჩნდა ოხრახუში და კარტოფილი. ვერ უძლებდა მჟავე არეს თალგამურა და კოლრაბი, ხოლო სტაფილო, ნიორი და პომიდორი მჟავე არეს უძლებდა, მაგრამ არეს გატუტიანებას ვერ იტანდა.

ვაზის სხვადასხვა საძირე ჯიშის ფესვთა სისტემის შეწოვადობის უნარზე წყალბადიონთა კონცენტრაციის გავლენის სურათი მოცემულია 117-ე და 118-ე ცხრილებში.

ცხრილებიდან ჩანს, რომ ძლიერ მჟავე რეაქცია (pH-3 ყველა ჯიშის შეწოვადობის უნარს ამცირებს. შეწოვის ინტენსივობა 5 pH-ზედაც იმავე კანონზომიერებით მცირდება, მხოლოდ უფრო ნაკლები ინტენსივობითაა გამოსახული. ნეიტრალური რეაქცია 5 ბბ-ს შეწოვადობას 28%-ით ზრდის, ხოლო 3309-ისა და 101—14-ისას უმნიშვნელოდ

pH-ის გავლენა ვაზის ფესვთა შეწოვადობის უნარზე

ჯიშის ჩვენებელი პის ხარისხი	pH 6.5	pH—3		pH—4		pH—7		pH—8		pH—9	
		შეწოვა- დობა		შეწოვა- დობა		შეწოვა- დობა		შეწოვადობა		შეწოვადობა	
		მლ-ობით	%-ობით	მლ-ობით	%-ობით	მლ-ობით	%-ობით	მლ-ობით	%-ობით	მლ-ობით	%-ობით
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5 ბბ	25	15	60	20	80	32	128	26	104	23	92
3309	35	20	54	25	71	33	94	18	54	15	43
101—14	33	12	36	22	66	30	91	15	45	15	45

pH-ის გავლენა ვაზის ფესვთა შეწოვადობის უნარზე

ჯიშის ჩვენებელი	10/VI ქრომის ხსნა- რი —6.5	10/VI				21/VII					
		pH—4		pH—8		pH—4		pH—8			
		მლ-ობით	%-ობით	მლ-ობით	%-ობით	მლ-ობით	%-ობით	მლ-ობით	%-ობით		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
41 ბ	60	80	133	45	75	17	26	153	13	50	
420 ა	50	32	64	12	24	38	19	50	17	90	
დულოს	20	13	65	3	15	28	34	121	30	88	
101—14	23	35	152	15	65	76	38	50	33	87	

ამცირებს (პირველს 6%-ით, მეორეს კი 9%-ით). ტუტე რეაქცია (pH-8) 5 ბბ-ს შეწოვადობას ცოტათი ზრდის (5%-ით) ხოლო 3309 და 101—14-ისას ძლიერ ამცირებს (თითქმის 50%-ით). ძლიერ ტუტე რეაქციის პირობებში ყველა ჯიშის შეწოვადობა მცირდება, აქედან 5 ბბ-სი 8%-ით, 3309—57%-ით, ხოლო 101—14-ისა 55%-ით.

მცენარის შინაგანი ფიზიოლოგიური მდგომარეობა გარკვეულ გავლენას ახდენს შეწოვადობის უნარზე. დულოს 10 ივნისისათვის 4 pH-ზე შეწოვადობა 35%-ით აქვს შემცირებული, ხოლო 21 აგვისტოსათვის 21%-ით გაზრდილი. 101—14-ის ცდის პირველ ვადაში შეწოვადობა 4pH-ზე 52%-ით ეზრდება, ხოლო ცდის მეორე ვადაში იმავე სიდიდით შეწოვადობის შემცირებაა აღნიშნული.

ამგვარად გამოირკვა, რომ ძლიერ მეავე და ძლიერ ტუტე არეში ვაზის ყველა ჯიშის წყლის შეწოვადობის უნარი მცირდება. ვაზის ქლოროზგამძლე საძირეებს — 5 ბბ და 420-ს ტუტე არის პირობებში (pH-8) შეწოვადობის ინტენსივობაც კი ეზრდება მაშინ, როცა ქლოროზის არაგამძლე საძირეების — 3309 და 101—14-ის შეწოვადობა საგრძნობლად მცირდება. მიღებული მასალებიდან ირკვევა, რომ მცენარის რეაქცია pH-ის ცვლილებებზე, გარდა ჯიშობრივი თავისებურებებისა, მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული აგრეთვე მის შინაგან ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე.

5. ელემენტარული ფაქტორები ფისვებში მიმდინარე ფიზიოლოგიური პროცესებზე

მცენარეზე გარემო ფაქტორთა ზეგავლენის შესწავლისას, ეკოლოგიური, ფიზიოლოგიური და აგრონომიული ხასიათის გამოკვლევებში ძირითადად ყურადღებას აქცევენ სითბოს, სინათლის, ტენიისა და ედაფური პირობების გავლენას მცენარის ზრდა-განვითარებაზე. აღნიშნული ფაქტორები მნიშვნელოვან და გადამწყვეტ გავლენას ახდენს მცენარეთა ზრდა-განვითარებაზე, მათ გავრცელებაზე. სპეციფიკური ლანდშაფტებისა და ეკოტიპების შექმნაზე, გარკვეული ტიპის ბიოცენოზების ჩამოყალიბებაზე და სხვ. ზემოთ ჩამოთვლილი ე. წ. ძირითადი კლასიკური ეკოლოგიური ფაქტორები სოფლის მეურნეობაში მემცენარეობის სხვადასხვა დარგის განვითარებას აპირობებს. საქართველოს რესპუბლიკა კლიმატური და ნიადაგური პირობების მრავალფეროვნებით გამოირჩევა. ჩვენში სპეციფიკური რელიეფის, გეოლოგიური, ნიადაგური და კლიმატური პირობების სიჭრელის გამო, ტერიტორიის მცირე ფართობზე სხვადასხვა ტიპის ჰავას ვხვდებით, ეს გარემოება ძირითადად ჩვენი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გაადგილებას და მათ დარაიონებას საზღვრავს. ამ საკითხის შესახებ ლიტერატურაში მოგვეპოვება ნ. კეცხოველის მეტად მნიშვნელოვანი და საინტერესო მონოგრაფია, ის ჩვენს რესპუბლიკაში კულტურულ მცენარეთა ზონებს ეხება. აღსანიშნავია აგრეთვე დავითაიას მონოგრაფია ვაზის კლიმატური ზონების შესახებ, ტ. ტაბიძის მონოგრაფია ვაზის კულტურის ვერტიკალური ზონალობის შესახებ. მ. საბაშვილისა და დ. გედევანიშვილის გამოკვლევები მევენახეობის რაიონების ნიადაგების შესახებ და სხვ.

ატმოსფეროს ელექტრობა კლიმატის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ელემენტია. მისი შესწავლის ისტორია შედარებით მოკლე პერიოდით განისაზღვრება. ამის მიზეზი ატმოსფეროს ელექტრობის განსაზღვრის

სპეციალური მეთოდისა და სათანადო აპარატურის უქონლობა იყო. ამჟამად, როგორც ჩვენში, ისე საზღვარგარეთ ძალიან მცირეა ისეთი მეტეოროლოგიური სადგურები, სადაც ატმოსფერული ელექტრობის რეგისტრირება ხდებოდა. ჩვენს რესპუბლიკაში ამ მიმართულებით მეტად მნიშვნელოვან და საინტერესო გამოკვლევებს აწარმოებს თბილისის ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტი (ე. დვალი). გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ თბილისში ელექტროველის პოტენციალის გრადიენტი დღეღამური მერყეობით ხასიათდება. თბილისში იანვარ-დეკემბერში მაქსიმუმი 16—17 საათზეა, ხოლო მინიმუმი 3—4 საათზე. სხვა თვეებში აღნიშნულია ორი მაქსიმუმი 6—10 და 19—22 საათზე, ასევე — ორი მინიმუმი 2—5 და 14—18 საათზე. დუშეთში ყოველ თვეში დღე-ღამეში ორი მაქსიმუმი (16—22 და 7—10 საათზე) და ორი მინიმუმი (2—6 და 12—14 საათზე) აღნიშნული.

ატმოსფეროს ელექტროველზე მეტეოროლოგიური ფაქტორებიდან მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ღრუბლიანობა, ნალექები, ჰაერის მასების მოძრაობა და სხვ. თოვლის ცვენის დროს ატმოსფეროს ელექტროველი ნაკლებად ცვალებადობს. წვიმის დროს ელექტროველი მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდის. ხშირად ერთ საათში დადებითი მუხტი უარყოფითად იცვლება და ისეთ მაღალ სიდიდეს აღწევს (2000—4000 ვ/მ), რომ ხელსაწყოსაც კი უჭირს მისი რეგისტრირება. თუ წვიმა კოკისპირულია, მაშინ ატმოსფეროს ელექტროველის პოტენციალი კიდევ უფრო ძლიერდება და მუხტის უარყოფითი ნიშანი დადებითად იცვლება. ამ დროს ატმოსფეროს ელექტროველის სიდიდე რამდენიმე ათასს ვ/მ-ს აღწევს. ელექტროველის პოტენციალის სიდიდესა და ნალექების რაოდენობას შორის პირდაპირი დამოკიდებულება არ არსებობს. აღსანიშნავია ისიც, რომ ნალექების მოსვლამდე საწვიმარი ღრუბლების არსებობა ელექტროპოტენციალის სიდიდესა და მუხტის ნიშანს მნიშვნელოვნად ცვლის.

ხშირად ატმოსფერო ჭარბი დადებითი მუხტითაა დამუხტული, ხოლო დედამიწა უარყოფით მუხტს ატარებს. მუხტის ცვლა ატმოსფეროსა და დედამიწას შორის ატმოსფეროს ელექტროველს ქმნის. მისი სიდიდე ყოველი ერთი მეტრის სიმაღლეზე 130 ვოლტით იზრდება. ატმოსფეროს ელექტროველი მცენარეზე მუდმივად მოქმედ ეკოლოგიურ ფაქტორს წარმოადგენს. მისი მიმართულება და სიძლიერე ხშირად იცვლება. მცენარე ფესვებით ტენიან ნიადაგთანაა დაკავშირებული. ამის გამო მის ტანში ყოველთვის გადის ამა თუ იმ მიმართულებისა და სიძლიერის ელექტროდენი, რომელიც მცენარეზე გარკვეულ გავლენას ახდენს. მეხის დროს ხშირადაა აღნიშნული მერქნიან ხე-მცენარეთა დაზიანება. ბალახოვანი მცენარე მეხისაგან არ ზიანდება. ატ-

მოსფეროს ელექტრობის მაღალი სიდიდე ყველა ხე-მცენარესაც არ აზიანებს თანაბრად. ნახშირწყლებით მდიდარი, თხელქერქიანი ჭიშები ადვილად ატარებს ელექტროობას, რის გამო უფრო ნაკლებად ზიანდება, ვიდრე ცხიმით მდიდარი და სქელქერქოვანი ჭიშები. მეხისაგან ყველაზე მეტად ალვის ხე და მუხა ზიანდება, ნაკლებად—სოჭი, ფიჭვი და ნაძვი, მცირედ — წიფელი, ცაცხვი და არყი. აღნიშნულია თელის, იფნის, აკაციისა და ტირიფის დაზიანება. მეხისაგან ყველაზე ნაკლებად ახალგაზრდა ხე-მცენარეები ზიანდება. (ვ. გულისაშვილი).

მცენარე განუწყვეტლივ ატმოსფეროს ელექტროველისა და მაგნიტური ველის ზეგავლენის ქვეშაა. ლიტერატურაში საკმარისი რაოდენობით არ მოგვეპოვება შრომები, რომლებიც აღნიშნული ფაქტორის ზეგავლენას ეხებოდეს, მცენარეში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესებზე. მარინესკომ დაადგინა ტრანსპირაციის გაძლიერება პირდაპირი დენის ზემოქმედებით (\pm). დენის გაძლიერების ან მისი მიმართულების (\pm). შეცვლის შემთხვევაში ტრანსპირაცია მცირდებოდა.

თვითონ მცენარე ელექტრონეიტრალურ ორგანიზმს არ წარმოადგენს. მისი ორგანოები სხვადასხვა სიდიდის ელექტრომუხტს ატარებს. მერქანში ელექტროდენი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ჰიდროლინამიკურ პროცესებზე. მერქნის სხვადასხვა უბანი ელექტროდენის გამტარიანობის უნარით ერთმანეთისაგან საგრძნობლად განსხვავდება. არყის ხეში დადგენილი იყო ელექტრული დენის არსებობა, რომელიც ფესვებიდან კრონისაკენ მიემართებოდა. ელექტროგამტარობის თვალსაზრისით მერქანი წააგავს კაბელს, რომელიც რამდენიმე დამოუკიდებელი ძარღვისაგან შედგება ეს ძარღვები ერთმანეთისაგან მთლიანად არ არიან იზოლირებული .

ფესვის მერისტემული ზონა დადებითი პოტენციალით ხასიათდება, ხოლო პერიციკლის წარმოქმნის ზონაში უარყოფითი პოტენციალია. დადგენილი იყო გაზაფხულზე მცენარის ბიოელექტრული აქტივობის ინტენსიური ზრდა, რაც ბიოპოტენციალთა რითმულ მერყეობაში გამოიხატებოდა. განსაკუთრებით ტრადენსკანციას აქვს კარგად გამოსახული ბიოპოტენციალთა მერყეობა, რომელიც ხანდახან 1 საათში 10—20 მილივოლტს 100 პერიოდის სიხშირით აღწევს. დაადგინდა აგრეთვე ბიოპოტენციალთა დღელამური მერყეობა. ბიოპოტენციალთა რითმი 11 საათზე იწყებოდა და 13 საათამდე გრძელდებოდა. 18 საათიდან ბიოპოტენციალთა რითმული ცვლილებები კვლავ იჩენდა თავს და 23 საათამდე გრძელდებოდა. ბიოპოტენციალთა რითმული ცვლილებები, მცენარეში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესებთან, კერძოდ ფერმენტების აქტივობასთანაა დაკავშირებული.

გარემო ფაქტორთა ზემოქმედებით პოტენციალები მნიშვნელო-

ვან ცვლილებებს განიცდის. არეს რეაქციის მერყეობით ფესვის მუხტის ნიშანი დადებითიდან უარყოფითისაკენ იცვლება. როცა $pH < 5,5$ ფესვის პოტენციალი $+17$ მლ/ვ უდრიდა, ხოლო როცა $pH > 5,5$ პოტენციალი — 11 მლ/ვ შეადგენდა.

შესწავლილია ელექტროდენის გავლენა მინერალური ნივთიერებების შეთვისებაზე. ცდებიდან ჩანს, რომ ხორბალში ელექტროდენის ზემოქმედებით (20 ვ და 300 მა) მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისება ძლიერდება. მცენარეზე დადებითი მუხტის ზემოქმედებით ან უარყოფითი მუხტის შემცირებით ძლიერდება ანიონების შეთვისების ინტენსივობა, ხოლო კათიონების შეთვისება მცირდება. იმ შემთხვევაში, როცა მცენარეზე უარყოფითი მუხტით წარმოებდა ზემოქმედება, კათიონების შეთვისების გაძლიერება იყო შემჩნეული.

ატმოსფეროს ელექტროდენის ზეგავლენას მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისებაზე ჟურბიციცი სწავლობდა. მისი დაკვირვებებიდან ჩანს, რომ ატმოსფეროში დადებითი მუხტის არსებობისას ფოსფორის ანიონების შთანთქმა 120% -ით იზრდება, ხოლო კალციუმის შთანთქმა 47% -მდე მცირდება. იმ შემთხვევაში კი, როცა ატმოსფერო უარყოფითი მუხტით იყო დატვირთული, კათიონების შთანთქმის გაძლიერება, ხოლო ანიონთა შთანთქმის შესუსტება იყო აღნიშნული. ჟურბიციცი პომიდორის მცენარეებს ზემოდან ბადეებს აფარებდა. ბადე გარკვეული ნიშნის მუხტით იტვირთებოდა, ხოლო საკვები ხსნარები დამიწებული იყო. აღნიშნულ ცდებშიაც კათიონებისა და ანიონების შთანთქმის ინტენსივობა იმ მუხტის ნიშანზე იყო დამოკიდებული, რომელიც ბადეს ეძლეოდა, კერძოდ, დადებითი მუხტის სიჭარბის დროს ანიონების შთანთქმა ძლიერდებოდა, ხოლო უარყოფითი მუხტის დროს — კათიონების შთანთქმა. ჟურბიციცის აზრით მცენარეში მინერალურ ნივთიერებათა მოძრაობის დიდი სისწრაფე და ფესვებიდან მათი გამოყოფის პროცესი ატმოსფეროს ელექტროდენის ზემოქმედებითაა გამოწვეული. ავტორი აღნიშნავს, რომ სხვადასხვა სახის მცენარეების ქიმიური შედგენილობა ნაწილობრივ ატმოსფეროს ელექტროდენის ზეგავლენით აიხსნება. ვინაიდან ატმოსფერო მეტ წილად დადებითადაა დამუხტული, ამიტომ მაღალი, ანტენისებრი აგებულების მცენარეები უფრო მეტ ანიონებს უნდა შეიცავდეს, ვიდრე დაბალი ტანის მცენარეები. მაგალითად, ხორბალსა და სიმინდში ანიონები უფრო მეტად სჭარბობს კათიონებს, ვიდრე ჭარხალში, სტაფილოსა და სამყურაში.

მთაგორიან რაიონებში ატმოსფეროს ელექტროველის დაძაბულობა ხშირად მნიშვნელოვან სიდიდეს აღწევს. პროფ. ს. გუნიამ ამიერკავკასიის მასშტაბით ელექტური პროცესების გამოკვლევა ჩაატარა.

მან დაადგინა, რომ ელქექიან დღეთა რაოდენობა აღმოსავლეთ საქართველოს მთიან რაიონებში 50—60 დღეს აღწევს. დაბლობ რაიონებში კი ელქექიან დღეთა რაოდენობა 20—30 დღეს არ აღემატება. პროფ. ს. გუნიას, პროფ. ნ. ჩხენკელის და თ. ქლენტიის მიერ დადგენილია გარკვეული კავშირი ატმოსფერულ ელქექურ განმუხტვებსა და მარცვლოვანი კულტურების ზრდაგანვითარებას შორის. გამოირკვა, რომ ელქექი ხელს უწყობს მოსავლიანობის ზრდას და სავეგეტაციო პერიოდს 10 — 26 დღით ამცირებს.

საქართველოს რესპუბლიკის კლიმატურ-ნიადაგური პირობების და რელიეფის მრავალფეროვნების გამო ატმოსფეროს ელექტროველის გავლენას მცენარის სასიცოცხლო პროცესებზე, მის ქიმიურ შედგენილობაზე, კვებაზე და მოსავალზე კიდევ უფრო დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. ამიტომ ვაზის ფესვებში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესებზე გარემო ფაქტორთა შესწავლის დროს, სათანადო ყურადღება ექცეოდა იმას, თუ რა გავლენას ახდენს ელექტროდენი ვაზის ფესვებში მიმდინარე ისეთ მნიშვნელოვან ფიზიოლოგიურ პროცესებზე, როგორცაა სუნთქვა, წყლის შეწოვა და სხვადასხვა მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისება. გათვალისწინებული იყო ის გარემოება, რომ ნიადაგი რთული ჰეტეროგენული სისტემა, სადაც ვაზისა და ქიმიური რეჟიმი არა მარტო სხვადასხვა, არამედ ერთი და იმავე სახის ნიადაგზედაც ხშირად ცვალებადობს, ცდები ელექტროდენის ზეგავლენის გამოსარკვევად კვების რეჟიმის სხვადასხვა ფონზე ჩატარდა. ცდები პოტომეტრის ბლოკის გამოყენებით წარმოებდა. პოტომეტრის ბლოკში მცენარეების მონტაჟის შემდეგ, სამყელიანი კოლბის ერთ ვიწრო ყელში, რეზინის საცობის საშუალებით, ფესვებთან ახლოს, ქლორიტრებული ვერცხლის ქვედა ელექტროდი თავსდება. მეორე ელექტროდი მცენარის ლეროს მეოთხე ან მეხუთე მუხლთაშორისზე იყო დამაგრებული. ზედა ელექტროდის ჰურქელი დამზადებული იყო ორგანული მინისაგან. ის ცილინდრული ფორმისა იყო და ერთ კედელზე ქლორიტრებული ვერცხლის ელექტროდი ჰქონდა მიჩილული. ზედა ელექტროდის ჰურქელს იმავე კონცენტრაციის საკვები ხსნარით ივსებოდა, რომელიც ცდაში იყო გამოყენებული. ყველა ცდაში ზედა და ქვედა ელექტროდებს შორის მანძილი მუდმივი რჩებოდა. ელექტროდენის მექანიკური გამასწორებლის საშუალებით, მცენარეზე ზემოქმედება სხვადასხვა სიძლიერის ელექტროდენით წარმოებდა. ცდის პროცესში დენის მიმართულებაც იცვლებოდა. როდესაც ზედა ელექტროდს დადებითი პოლუსი უერთდებოდა, ხოლო ქვედას — უარყოფითი, მაშინ ელექტროდენის აღნიშნული მიმართულება პირდაპირ მიმართულებად ითვლებოდა (\pm). იმ შემთხვევაში, როცა მცენარის

ზედა ნაწილზე უარყოფითი მუხტით მოქმედებდნენ, ფესვებზე კი — დადებითი მუხტით, მიიღებოდა დენის შებრუნებული მიმართულება ცდის სპეციფიკურობიდან გამომდინარე, მცენარეზე ელექტროდენის ზემოქმედების ხანგრძლივობა 3, 24, 48 საათს უდრიდა. ცდის პროცესში წყლის შეწოვადობის უნარზე დაკვირვება წარმოებდა პოტომეტრით, ფესვების სუნთქვის ინტენსივობაზე — ვინკლერის მეთოდით. ნიტრატული აზოტის შეთვისება დისულფოფენოლის მექავას საშუალებით ისაზღვრებოდა, ამიაკური აზოტი — ნესლერის რეაქტივით, ნიტრიტული ფორმის აზოტი — გრისის რეაქტივით, კალიუმი და კალციუმი — ალის ფოტომეტრით, ხოლო ფოსფორი დენიფე-ლევიცის მიხედვით.

119-ე ცხრილში წარმოდგენილია ცნობები შეწოვადობის უნარზე 48 საათის განმავლობაში 50 მა-ს სიძლიერის ელექტროდენის გავლენის შესახებ. საკონტროლო ვარიანტში წყლის შეწოვადობის უნარი ორივე ჯიშს დაკვირვების პირველ დღეს შედარებით მაღალი აქვს, ხოლო მეორე დღეს შეწოვადობის შემცირებაა აღნიშნული. პირდაპირი მიმართულების ელექტროდენის ზემოქმედებით პირველ დღეს 3309-ის შეწოვადობა უმნიშვნელოდაა შემცირებული, ხოლო 5 ბბ-ს შეწოვადობა გაზრდილია. ელექტროდენის ზემოქმედების მეორე დღისათვის, ორივე ჯიშის ვახებს წყლის შეწოვადობის ინტენსივობა მნიშვნელოვნად აქვს გაზრდილი. იმავე სიძლიერის შებრუნებული მიმართულების ელექტროდენის ზემოქმედებით პირველ საათებშივე იზრდება ორივე ჯიშის შეწოვადობის ინტენსივობა. მეორე დღეს შეწოვადობის ზრდა კიდევ უფრო მკვეთრი და თვალსაჩინოა. ყველა ვარიანტში 3309 წყლის შთანთქმის დიდი ინტენსივობით გამოირჩევა.

120-ე ცხრილში მოცემულია ცნობები ელექტროდენის გავლენის შესახებ წყლის შეწოვადობაზე აერაციისა და წყალბადიონთა კონცენტრაციის სხვადასხვა პირობებში. აღნიშნულ ცდაში დენის ძალა 200 მა-მდე იყო გაზრდილი, ელექტროდენით ზემოქმედების ხანგრძლივობა კი სამ საათს უდრიდა. აღმოჩნდა, რომ კარგი აერაციის პირობებში პირდაპირი მიმართულების ელექტროდენი 5 ბბ-ს შეწოვადობას უმნიშვნელოდ ზრდის, ხოლო შებრუნებული მიმართულების ელექტროდენი მას ამცირებს. კარგი აერაციის პირობებში ელექტროდენის გავლენით 3309-ის ფესვების შეწოვადობა მნიშვნელოვნად მცირდება. შეწოვადობის შემცირება უფრო მეტად შებრუნებული მიმართულების ელექტროდენის ზემოქმედებითაა გამოწვეული. ელექტროდენის ზემოქმედება ანაერობულ პირობებში ორივე ჯიშის ფესვების შეწოვადობის უნარს ზრდის. შეწოვადობის ზრდა პირდაპირი მიმართულების ელექტროდენის ზემოქმედებით უფრო ინტენსიურია.

ისევე, როგორც ანაერობულ პირობებში, მეავე არეში შეწოვა-
დობა საერთოდ შემცირებულია. ამ შემთხვევაში ელექტროდენის ზე-
გავლენით ორივე ჯიშს შეწოვადობის ინტენსივობა ეზრდება. შეწოვა-
დობის ინტენსივობის უფრო ძლიერი ზრდა პირდაპირი მიმართულე-
ბის ელექტროდენის მოქმედების შედეგადაა დადგენილი.

ცხრილი 119

ელექტროდენის გავლენა შეწოვადობაზე. ელექტროდენი — 50 მა 48 საათში

ჯიშის	საათები	საკონტროლო		დენი ±		დენი F	
		დაკვირვების დღეები		დაკვირვების დღეები		დაკვირვების დღეები	
		1	11	1	11	1	11
3309	1	50,1	37,7	47,5	129,1	76,0	90,1
	2	67,6	54,2	65,0	122,1	87,8	91,0
	3	64,8	42,8	49,2	85,9	85,3	77,2
	4	62,7	—	58,2	—	78,3	—
	5	59,6	—	65,9	—	70,7	—
	საშ.	60,9	44,9	57,2	112,4	79,6	86,5
5 ბბ	1	22,1	10,1	30,6	99,0	25,4	43,4
	2	29,4	10,7	42,8	46,0	33,6	36,8
	3	28,7	11,8	44,9	38,2	31,0	36,1
	4	26,5	—	43,5	—	31,0	—
	5	26,2	—	29,0	—	26,2	—
	საშ.	26,6	10,9	38,2	61,1	29,6	38,8

ცხრილი 120

ელექტროდენის გავლენა შეწოვადობაზე. ელექტროდენი — 200 მა 3 საათში

ვარიანტი	საათები	O ₂ — > 9 მკგ		O ₂ — < 5 მკგ		pH—4		pH—8	
		5 ბბ	3309	5 ბბ	3309	5 ბბ	3309	5 ბბ	3309
		საკონტროლო	1	30,1	39,8	19,5	25,0	10	12
	2	28,9	46,8	18,8	27,2	18,6	14,6	22,1	15,4
	3	34,9	62,8	26,6	40,4	18,7	19,0	27,0	18,8
	საშ.	31,3	49,8	18,3	30,9	12,4	11,2	26,2	16,3
პირდაპირი დენი ±	1	40,6	40,0	38,7	85,6	35,7	38,6	58,9	17,2
	2	36,6	28,5	26,6	53,4	23,8	22,8	21,6	23,4
	3	20,3	35,7	18,5	36,6	20,9	13,2	38,4	32,2
		32,5	34,7	27,9	58,5	26,8	24,9	39,6	24,2
შებრუნებული დენი F	1	15,3	18,8	18,1	29,8	21,2	0	43,8	52,2
	2	18,1	30,8	21,9	43,6	22,2	29,8	17,9	22,1
	3	16,9	32,0	23,9	43,6	25,2	31,0	18,2	24,0
	საშ.	17,0	27,2	21,3	39,0	22,9	207,0	27,0	32,8

ტუტე არეში 3309-ის წყლის შეწოვადობის ინტენსივობა მცირდება. ამავ პირობებში 5 ბბ-ს ფესვების შეწოვადობის ინტენსივობა შედარებით ნაკლებ ცვლილებებს განიცდის. ტუტე არის პირობებში ელექტროდენის ზემოქმედების გავლენით ორივე ჯიშს წყლის შეწოვადობის უნარი მნიშვნელოვნად ეზრდება. ამგვარად, არახელსაყრელი გარემო პირობებით გამოწვეული წყლის რეჟიმის გაუარესება შესაძლოა ელექტროდენის ზემოქმედების საშუალებით გაუმჯობესდეს. პირდაპირი მიმართულების ელექტროდენი, ანაერობულ პირობებში და არახელსაყრელი არის რეაქციის ფონზე, უფრო მეტად ზრდის წყლის შეწოვადობის უნარს, ვიდრე შებრუნებული მიმართულების ელექტროდენი.

121-ე ცხრილში მოცემულია ცნობები ფესვების სუნთქვაზე სხვადასხვა სიძლიერისა და მიმართულების ელექტროდენის გავლენის შესახებ. აღნიშნულ ცდაში დენის ზემოქმედების ხანგრძლივობა 48 საათს უდრიდა. ცხრილიდან ჩანს, რომ ფესვების სუნთქვის ინტენსივობაზე პირდაპირი მიმართულების 50 მა სიძლიერის ელექტროდენის მოქმედება გავლენას თითქმის არ ახდენს. იმავე სიძლიერის, მხოლოდ შებრუნებული მიმართულების, ელექტროდენის ზემოქმედება კი ორივე ჯიშის ფესვების სუნთქვის ინტენსივობას მნიშვნელოვნად ამცირებს.

ელექტროდენის ძალის 100 მა-მდე გაზრდა ფესვების სუნთქვის ინტენსივობას ასუსტებს. 100 მა-ის სიძლიერის ელექტროდენის გავლენით ფესვების სუნთქვის ინტენსივობის შესუსტება 3309-ს უფრო

ცხრილი 121

ელექტროდენის გავლენა ფესვების სუნთქვაზე. ელექტროდენის ზემოქმედება—48 საათი

ჯ ი შ ი	50 მა			100 მა	
	სკონ-ტროლო	±	∓	±	∓
რიპარია X რუბესტრის 3309	47,5	46,8	41,3	21,4	23,1
ბურლანდიერი X რიპარია 5 ბბ	57,4	36,4	31,5	25,9	28,5

მკვეთრად აქვს გამოსახული, ვიდრე 5 ბბ-ს. ამ შემთხვევაში უკუმიმართულების ელექტროდენი ქანგბადის უფრო გაძლიერებულ შთანთქმას იწვევს, ვიდრე პირდაპირი მიმართულებისა.

122-ე ცხრილში მოცემულია ცნობები ელექტროდენის ზეგავლენის შესახებ ფესვების სუნთქვაზე აერაციისა და წყალბადიონთა კონცენტრაციის შესახებ.

ელექტროდენის გავლენა სუნთქვაზე, 200 მა 3 საათში

ვარიანტი	ჩ ი შ ი							
	O ₂ -ით <		O ₂ -ით >		pH—5		pH—8	
	5 ბბ	3309	5 ბბ	3309	5 ბბ	3309	5 ბბ	3309
საკონტროლო	28,65	23,58	45,96	32,07	28,27	18,68	31,73	28,30
პირდაპირი დენი ±	35,19	24,90	36,35	24,72	29,42	20,00	27,50	25,28
შებრუნებული დენი ∓	31,73	24,34	31,15	13,77	29,42	20,75	22,50	20,94

ცენტრაციის სხვადასხვა პირობებში. აღნიშნულ ცდაში დენის ძალა 200 მა-ს უდრიდა. ვინაიდან დენის ძალა მნიშვნელოვანი სიდიდით იყო გაზრდილი, სამუშაო მწვავე ცდის პირობებში მიმდინარეობდა და მცენარეზე ელექტროდენის ზემოქმედების ხანგრძლივობა სამ საათს არ აღემატებოდა. გამოიჩვენა, რომ ელექტროდენის ზემოქმედებით ანაერობულ პირობებში ორივე ჯიშის ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა იზრდება. ელექტროდენის ზემოქმედებით 5 ბბ-ს ფესვების სუნთქვა უფრო მეტად ძლიერდება, ვიდრე 3309-ის ფესვებისა. ფესვების სუნთქვა უფრო მეტად პირდაპირი დენის ზემოქმედებით მატულობს. ფესვების სუნთქვაზე ელექტროდენის ზემოქმედება კარგი აერაციის პირობებში სრულიად საწინააღმდეგო რეაქციას იწვევს. ორივე ჯიშის ფესვების (განსაკუთრებით 3309-ისა) სუნთქვის ინტენსივობა ელექტროდენის ზემოქმედებით მნიშვნელოვნად მცირდება. სუნთქვის კიდევ უფრო მეტი შემცირება შებრუნებული ელექტროდენის ზეგავლენის შემთხვევაშია აღნიშნული.

მეყვე არის პირობებში როგორც პირდაპირი, ისე შებრუნებული ელექტროდენის ზემოქმედება ორივე ჯიშის ფესვების სუნთქვის ინტენსივობას ზრდის. საწინააღმდეგო სურათია მაშინ, როცა საკვები არის რეაქცია ტუტეა. ამ შემთხვევაში ორივე ჯიშის ფესვთა სუნთქვის ინტენსივობა ელექტროდენის ზეგავლენით მნიშვნელოვნად მცირდება. ჟანგბადის შთანთქმა შებრუნებული მიმართულების ელექტროდენის ზემოქმედებით უფრო კლებულობს.

ამგვარად, ფესვების სუნთქვის ინტენსივობაზე ელექტროდენის ზეგავლენის ხასიათი დამოკიდებულია არა მარტო დენის სიძლიერეზე, მის მიმართულებასა და ზემოქმედების ხანგრძლივობაზე, არამედ იმ გარემო პირობებზედაც, რომლებიც ცხოველქმედი ფესვის ირგვლივაა.

ფესვების სუნთქვაზე ელექტროდენის ზეგავლენა აზოტით კვების სხვადასხვა პირობებშიცაა შესწავლილი (ცხრილი № 123). გამოიკვია, რომ ორივე ჯიშის ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა ამონიაკური ფორმის აზოტით კვების ფონზე უფრო მაღალია, ვიდრე ნიტრატული აზოტით კვების შემთხვევაში. გარდა ამისა, ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა ნიტრატული ფორმის აზოტის ფონზე 3309-ს უფრო მაღალი აქვს, ვიდრე 5 ბბ-ს. 5 ბბ ფესვების სუნთქვის მაღალი ინტენსივობით ამონიაკური ფორმის აზოტის ფონზე გამოირჩევა. პირდაპირი დენის ზემოქმედებით 5 ბბ-ს ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა უმნიშვნელოდ იცვლება, ხოლო შებრუნებული დენი სუნთქვის ზრდას იწვევს. დენის ზემოქმედება ამონიაკური ფორმის აზოტის ფონზე, განსაკუთრებით პირდაპირი მიმართულების ელექტროდენისა, 5 ბბ-ს ფესვების სუნთქვას ასუსტებს. ორივე ფორმის აზოტის ფონზე 3309-ის ფესვების სუნთქვა შებრუნებული დენის ზემოქმედებით მკვეთრად ძლიერდება. 3309-ის ფესვები ამონიაკური აზოტის ფონზე შებრუნებული ელექტროდენის ზემოქმედების შემთხვევაში ჟანგბადის ყველაზე ინტენსიური შთანთქმით გამოირჩევა.

ც ხ რ ი ლ ი 123

ელექტროდენის გავლენა ფესვების სუნთქვაზე 100 მა 24 საათში

ვარიანტი	5 ბბ		3309	
	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄
საკონტროლო	11.9	37.0	20.2	26.2
პირდაპირი დენი ±	10.4	20.14	30.0	24.7
შებრუნებული დენი ∓	17.2	36.1	36.5	42.8

ამგვარად, ფესვების სუნთქვის ინტენსივობა, ე. ი. ფესვების მოთხოვნილება ჟანგბადზე, მნიშვნელოვნად იცვლება იმის მიხედვით, თუ როგორი სიძლიერისა და რა ნიშნის მუხტი მოქმედებს მცენარეზე, აგრეთვე იმის მიხედვით, თუ მინერალური კვების როგორი პირობებია გარემო არეში.

50 მა სიძლიერის ელექტროდენი ნიტრატების შეთვისებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს. პირდაპირი მიმართულების ელექტროდენის ზემოქმედებით ნიტრატების შეთვისების ინტენსივობა 5 ბბ-ს ეზრდება, ხოლო 3309-ს უმცირდება. შებრუნებული მიმართულების ელექტროდენი ორივე ჯიშის ფესვების მიერ ნიტრატების შეთვისების ინტენსივობას მნიშვნელოვნად ზრდის. დენის სიძლიერის ზრდა 100

მა-მდე (განსაკუთრებით შებრუნებული ელექტროდენის ზემოქმედების შემთხვევაში) ნიტრატების შეთვისების ინტენსივობას 0-მდე აქვეითებს. 3309-ის ფესვებიდან ნიტრატების გამოყოფის ფაქტიცაა დადგენილი (ცხრილი 124).

ცხრილი 124

ელექტროდენის გავლენა ფესვების მიერ ნიტრატების აღსორბცისა, დესორბციაზე NO₃ მგ-ობით 100 გ მშრ. ფესვებზე

ვარიანტი	ჯ ი შ ი	50 მა		100 მა	
		აღსორბ-ცია	დესორბ-ცია	აღსორბ-ცია	დესორბ-ცია
საკონტროლო	5 ბბ 3309	27,1 60,2	0 0	48,9 30,6	0 0
პირდაპირი დენი ±	5 ბბ 3309	67,0 50,6	0 0	38,6 41,6	0 0
შებრუნებული დენი	5 ბბ 3309	62,2 76,6	0 0	0 0	0 42,1

ანაერობულ პირობებში სამი საათის განმავლობაში 200 მა-ის სიძლიერის დენის მოქმედება ნიტრატების შეთვისების ინტენსივობას მნიშვნელოვნად ზრდის. ანაერობულ პირობებში ნიტრატების შეთვისების პროცესი მათ ინტენსიურ აღდგენასთანაა დაკავშირებული. კარგი აერაციის პირობებში ფესვებიდან ნიტრატების გამოყოფა დადგენილი. შებრუნებული დენის ზემოქმედებით ნიტრატების გამოყოფა მცირდება. პირდაპირი დენის მოქმედებით მხოლოდ 5 ბბ-ს ფესვებიდან იზრდება ნიტრატების დესორბცია.

ფესვებიდან ნიტრატების გამოყოფა მყავე არეს პირობებშიცაა შემჩნეული. მყავე არეში როგორც პირდაპირი, ისე შებრუნებული მიმართულების ელექტროდენი ფესვებიდან ნიტრატების დესორბციის შესუსტებას იწვევს. ტუტე არეში პირდაპირი მიმართულების ელექტროდენის ზეგავლენით ნიტრატების აღსორბციის ინტენსიური პროცესია დადგენილი.

ამგვარად, დადგენილია, რომ ელექტროდენი გარკვეულ გავლენას ახდენს ვაზის ფესვებში მიმდინარე ისეთ მნიშვნელოვან სასიცოცხლო პროცესებზე, როგორიცაა წყლის შეწოვადობა, სუნთქვა და მინერალურ ნივთიერებათა შთანთქმა. ელექტროდენის ზემოქმედებაზე მცენარის პასუხი დამოკიდებულია ელექტროდენის, როგორც გამაღიზიანებელი აგენტის, სიძლიერეზე. მისი ზემოქმედების ხანგრძლივობა-სა და დენის მიმართულებაზე. გარდა ამისა, ელექტროდენის.

ზემოქმედებაზე მცენარის რეაქციას მნიშვნელოვნად აპირობებს მისი შინაგანი ფიზიოლოგიური მდგომარეობა, უმთავრესად კი ბიოპოტენციალთა შინაგანი განაწილება. სასურველია, ცდებს ელექტროსტიმულაციაზე თან ახლდეს გამოკვლევები მცენარეში ბიოპოტენციალთა მდგომარეობის შესახებ.

ვინაიდან ატმოსფეროს ელექტროველი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მცენარის სასიცოცხლო პროცესებზე, ფიზიოლოგიური, ეკოლოგიური და აგრონომიული გამოკვლევების დროს მას სათანადო ყურადღება უნდა მიექცეს. გარდა ამისა, დადგენილია, რომ ატმოსფეროს ელექტროველი მცენარის ქიმიურ შედგენილობას მნიშვნელოვნად აპირობებს. ამიტომ ისეთი სახის გამოკვლევები, რომლებიც მცენარის ორგანოთა ანალიზის საშუალებით კვების საკითხების შესწავლას ემყარება, ატმოსფეროში მიმდინარე ელექტრული და მაგნიტური შოვლენების აუცილებელ შესწავლას საჭიროებს.

მცენარის ტირილი როგორც ფესვის ცხოველქმედებისა და ფიზიოლოგიური აქტივობის ერთ-ერთი მაჩვენებელი

1. ტირილის ინტენსივობა და გარემო ფაქტორების გავლენა წვეთა მოძრაობაზე

ცნობილია, რომ ტირილი ფესვის ცხოველქმედების და მისი აქტივობის კარგი მაჩვენებელია. ამასთან დაკავშირებით ფესვური კვების ფიზიოლოგიის შესწავლისათვის ტირილის მეთოდი ფართოდ უნდა იყოს გამოყენებული, ამ მეთოდით შეიძლება კვების საკითხების წარმატებით დამუშავება, როგორც ბუნებრივ, ისე სპეციალურ და ლაბორატორიული ცდის პირობებში.

ვაზის ტირილის შესწავლას დიდი ხნის ისტორია აქვს. ამ მოვლენის შესწავლის დასაწყისი ემთხვევა მცენარეთა ფიზიოლოგიის, როგორც დამოუკიდებელი დისციპლინის წარმოშობის თარიღს. პირველი ფიზიოლოგიური ხასიათის ცდა, რომელიც 1727 წელს დააყენა ჰელსმა. ვაზის ტირილის შესწავლას ეხებოდა. შემდეგში ვაზის ტირილს სწავლობდნენ დიუტროშე (1837), ჰოფმაისტერი (1837), ჰანშტეინი (1874), გიუნონი (1904), სტოევი (1959) და სხვები. ყირიმში ვაზის ტირალს მერყანიანი (1916) და ცელუიკო (1969) იკვლევდნენ, ხოლო საქართველოში თავაძე (1949), ღურმიშიძე და ხაჩიძე (1959).

საბინინისა და მისი თანამშრომლების გამოკვლევების შემდეგ ტირილის მეთოდი, კვებისა და ფესვის ფიზიოლოგიის სხვადასხვა საკითხების შესწავლაში სულ უფრო ფართო გამოყენებას პოულობს. ვაზის ტირილი ფესვთა სისტემის აქტიური მოქმედების და მისი ცხოველუნარიანობის ერთ-ერთი მაჩვენებელია. ვაზის ტირილის ღინამიკის შესწავლით შესაძლებელი ხდება ფესვთა სისტემის განვითარებისა და მისი ცხოველქმედების დონის დადგენა. გარდა ამისა გამოყოფილი წვენის ანალიზით შესაძლებელია ფესვური კვების სხვადასხვა საკითხის შესწავლა, ტირილის მეთოდის გამოყენებას განსაკუთრებით დიდი წარმატება ექნება ისეთი მცენარეების მიწერალური კვებისა და ორგანიზმში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესთა არსის დასადგენად, რომლებსაც ტირილის ან გუტაციის მოვლენა ბუნებრივ პირობებში კარგად აქვს გამოსახული. როგორც ცნობილია, ვაზი ამგვარ

მცენარეთა ჯგუფს ეკუთვნის. ამიტომ ტირილისას გადმონადენი წვე-
ნის ანალიზი ვაზის ფესვური კვების სხვადასხვა საკითხის შესწავლისას
ფართოდ უნდა იყოს გამოყენებული. მეტწილ შემთხვევაში მცენარის
ცალკეული ორგანოს ან ქსოვილის ანალიზი ორგანიზმში მიმდინარე
ფიზიოლოგიურ პროცესთა ნამდვილ სურათს არ იძლევა. ისევე, რო-
გორც ექიმში სისხლის ანალიზის მიხედვით მსჯელობს, ორგანიზმში
მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესთა ხასიათზე, ფიზიოლოგიც ტი-
რილის დროს გამოყოფილი წვენის ანალიზის შედეგებს უნდა იქნებ-
დეს ფართოდ ფესვებში და მთელ ორგანიზმში მიმდინარე სხვადასხვა
მეტაბოლიტური პროცესის არსის დასადგენად.

ჩვეულებრივ ტირილის დასაწყისს მცენარის გამოღვიძებასა და
ვეგეტაციის დაწყებას უკავშირებენ. უნდა აღინიშნოს, რომ ტირილის
პროცესის დაკავშირება ვეგეტაციის დაწყებასთან არ არის სწორი.
მცენარის ტირილი გაზაფხულის წვენის მოძრაობის ერთ-ერთი მხარეა.
ჩვენ შეგვიძლია გაზაფხულის წვენის მოძრაობის მთელი პროცესი ორ
ფაზად დავყოთ:

1. პირველი ფაზის მანძილზე მცენარეში წვენის მოძრაობა ძლიერ
სუსტად მიმდინარეობს და უბრალო თვალთ ძნელი შესამჩნევია, ამი-
ტომ წვენის მოძრაობის პირველი ფაზის დაწყების დასადგენად საკმა-
რისი არ არის მცენარისათვის მარტო ჰრილობის მიყენება. ამისათვის
ზამთრიდანვე, როდესაც მცენარე შედარებით ღრმა მოსვენების პერი-
ოდშია, გარემო ფაქტორთა გათვალისწინებით, საჭიროა ვაზის მრავალ-
წლიან და ერთწლიან ტოტებზე ტენიანობის დინამიკის პერიოდულად
შესწავლა. ის მომენტი, როდესაც მცენარეში ტენი მყარსა და თვალ-
საჩინო მატებას დაიწყებს, გაზაფხულის წვენთა მოძრაობის პირველი
ფაზის დაწყების მომენტად უნდა ჩაითვალოს. აღნიშნული მეთოდით
მუშაობის წარმოება შედარებით უფრო ნათელ წარმოდგენას მოგვ-
ცემს გაზაფხულის წვენის მოძრაობის პირველ ფაზაზე.

2. გაზაფხულის წვენის მოძრაობის მეორე ეტაპია ტირილის ფა-
ზა. ნიადაგის შეთბობისა და მთელი ფესვთა სისტემის ამუშავების გა-
მო ძლიერდება წვენთა მოძრაობის ტემპი, იზრდება ფესვური წნევა.
თუ ამ დროს მცენარეს ჰრილობას მივყენებთ, იქიდან წვენი გადმო-
დინდება და შესაძლებელი გახდება მისი შეგროვება — აღრიცხვა.

ცხრილში წარმოდგენილია ვაზის სხვადასხვა ჯიშისათვის წვენის
მოძრაობის პირველი ორი ფაზის ხანგრძლივობა დღეების მიხედვით.
ცხრილიდან ჩანს, რომ მეორე ფაზის ხანგრძლივობა ყოველთვის მე-
ტია პირველთან შედარებით. ეს არ შეეხება ვაზის ჯიშს „გორულას“,
რომელსაც პირველი ფაზის ხანგრძლივობა 4 დღით მეტი აღმოაჩნდა
მეორესთან შედარებით. ალიგოტეს ჯიშის ვაზის ნორმალურ და მცი-

რეკლამოროზიან მცენარეებს გაზაფხულის წვენის მოძრაობის ფაზათა ხანგრძლივობა თანაბარი აქვს. მთლიანად ორივე ფაზის ხანგრძლივობა 53 დღეს უდრის. საშუალო და ძლიერქლოროზიან მცენარეებს ორივე ფაზა, მათთან შედარებით, მოკლე აქვს, პირველი — 16 დღით, მეორე — 5 — 8 დღით. პირველი ფაზა ყველაზე ხანგრძლივია გორელასა და რქაწითელში. ასევე ხანგრძლივი აქვს ორივე ფაზა საძირე 41 ბ-ზე დამყნობილ პინოს საძირე 3309-ზე დამყნობილთან შედარებით (ცხრილი 125).

ცხრილი 125

წვენის მოძრაობის პირველი და მეორე ფაზის ხანგრძლივობა

ჯ ი შ ი	წვენის მოძრაობის დასაწყისი	წვენის მოძრაობის დასასრული	I ფაზის ხანგრძლივობა დღეების მიხედვით	ტირილის დასაწყისი	ტირილის დასასრული	II ფაზის ხანგრძლივობა დღეების მიხედვით	I და II ფაზის ხანგრძლივობა დღეების მიხედვით
ნორმალური ალიგოტე	29.II	25.III	25	25.III	23.IV	28	53
მცირექლოროზიანი ალიგოტე	29.II	25.III	25	25.III	23.IV	28	53
საშუალოქლოროზ. ალიგოტე	16.III	25.III	9	25.III	17.IV	23	32
ძლიერქლოროზიანი ალიგოტე	16.III	25.III	9	25.III	15.IV	20	29
გ ო რ უ ლ ა	29.II	26.III	26	26.III	17.IV	22	48
რქაწითელი	29.II	29.III	29	25.III	5.IV	37	66
3309-ზე დამყნობილი პინო	16.III	25.III	9	25.III	25.IV	29	38
41 ბ-ზე დამყნობილი პინო	16.III	29.III	13	29.III	7.V	38	51

126-ე ცხრილში მოცემულია ალიგოტეს ჯიშის ვაზის ტირილის ფაზის დინამიკა. როგორც ცხრილიდან ჩანს, ტირილის პროცესი ყველა შემთხვევაში პირველად სუსტადაა გამოსახული, შემდეგ თანდათან მატულობს, 25 მარტს მაქსიმუმს აღწევს, შემდეგ თანდათან კლებულობს და ბოლოს სულ წყდება. წვენის მოძრაობის ყველაზე მეტი ინტენსივობით, ნორმალურ მცენარეებთან შედარებით, მცირექლოროზიანი მცენარეები ხასიათდება. წვენის სუსტი დინებით ხასიათდება საშუალოქლოროზიანი მცენარეები, რომლებსაც ტირილის პროცესი შემოკლებული აქვს. წვენის დინება ყველაზე სუსტია ძლიერქლოროზიან მცენარეებში, რომლებსაც აღნიშნული ფაზაც ყველაზე მოკლე აქვს.

ტირილის დინამიკის ამგვარი ხასიათი დაკავშირებული უნდა იყოს უშუალოდ ფესვთა სისტემის განვითარების და მის ცხოველქმედებასთან. როგორც ლიტერატურიდან ჩანს, ტირილის პროცესის დიდი

ერთი ვაზის მიერ გადმოღვრილი წვენის რაოდენობა მლ-ობით

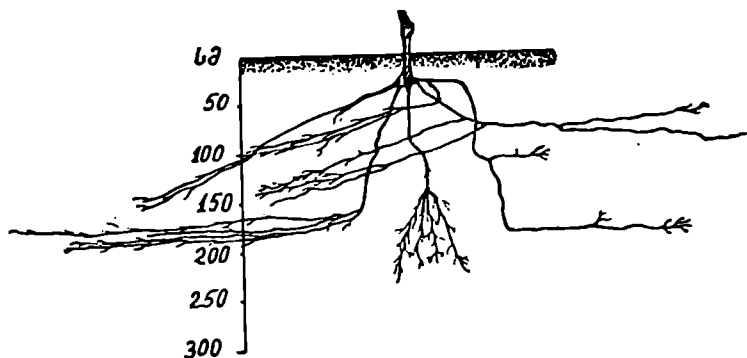
წვენის შეროვების ღრუ	ქლოროზით დაზიანების ხარისხი			
	ნორმა- ლური	მცირე- ქლორო- ზიანი	საშუალო- ქლორო- ზიანი	ძლიერ- ქლორო- ზიანი
15.III	21,7	15,3	4,3	
17.III	61,4	34,2	15,2	
19.III	111,2	97,5	32,5	9,2
21.III	134,0	137,2	44,4	19,3
23.III	148,2	189,5	56,5	26,2
25.III	159,5	211,3	64,3	35,0
27.III	121,4	157,5	43,5	26,3
29.III	78,5	81,3	32,4	18,2
31.III	69,3	58,2	27,5	16,0
2.IV	58,5	36,5	13,0	12,3
4.IV	40,5	24,4	6,3	3,0
6.IV	23,4	17,5	6,5	
9.IV	17,3	19,3	2,0	
11.IV	10,5	7,5		
13.IV	8,3	2,2		
15.IV	5,2	0,7		

ინტენსივობა იმ მცენარეებს ახასიათებს, რომლებსაც ფესვთა სისტემა ყველაზე მძლავრად აქვს განვითარებული. არსებობს აგრეთვე გარკვეული კორელაცია მიწისზედა და მიწისქვედა ნაწილებს შორის. მცენარეებს, რომლებსაც მიწისზედა ნაწილები კარგად აქვს განვითარებული, მათ ფესვთა სისტემაც ასევე კარგად ექნება განვითარებული.

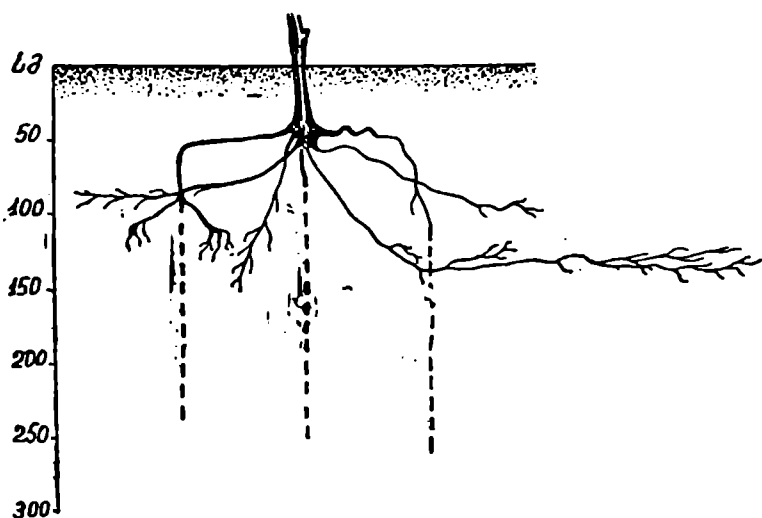
ფესვთა სისტემის განვითარების შესასწავლად ნორმალური და ძლიერქლოროზიანი ვაზები იყო გათხრილი. მცენარეების ფოტოსურათებიდან ჩანს, რომ ნორმალური მცენარის ფესვთა სისტემა თავისი განვითარებით ბევრად აღემატება ძლიერქლოროზიანი მცენარის ფესვთა სისტემას. იგივე ითქმის მიწისზედა ნაწილებზედაც. მთავარი ფესვების დიამეტრთა ურთიერთდაპირისპირება მოწმობს, რომ ნორმალური და მცირექლოროზიანი მცენარეების ფესვთა სისტემა თანაბარი განვითარებისაა. ფესვთა სისტემა უფრო სუსტად აქვს განვითარებული საშუალოქლოროზიან მცენარეებს, ხოლო ძლიერქლოროზიანი მცენარეების ფესვთა სისტემა ყველაზე უფრო დაკნინებულია.

ზემოთ დასახელებული ფაქტები უფლებას გვაძლევს ტირილის დინამიკა შემდეგნაირად განვიხილოთ: რადგან დროის ერთეულში გადმოღვრილი წვენის რაოდენობა დამოკიდებულია ფესვთა სისტემის შემწოვი ზედაპირის საერთო განვითარებასა და მისი უჯრედების ცხო-

ველქმედებაზე. ცხადია, მცენარეს, რომელსაც ფესვთა სისტემა დაკნინებული და განუვითარებელი აქვს (ჩვენს ცდაში საშუალო და ძლიერქლოროზიანი მცენარეები), ტირილი უფრო სუსტად და ხანმოკლედ ექნება გამოსახული, ვიდრე ნორმალური ფესვთა სისტემის მქონეს



სურ. 5. ნორმალური ვაზი



სურ. 6. ძლიერ ქლოროზიანი ვაზი

(ჩვენს ცდაში სალი და მცირექლოროზიანი მცენარეები). ნორმალურთან შედარებით მცირექლოროზიან მცენარის უფრო ინტენსიური ტირილის პროცესი უნდა აიხსნას იმით, რომ მასში ქლოროზით სუსტად

კონტრაქტის კოეფიციენტი ტირილის დინამიკასა და გარემო ფაქტორთა შორის

კლამატური ფაქტორები	I ± III							
	აღოვლებ		გორულა		რკაწითელი		პინო	
	წვენი მოძრ. აღმაკლდა	წვენი მოძრ. შესუსტება	წვენი მოძრ. აღმაკლდა	წვენი მოძრ. შესუსტება	წვენი მოძრ. აღმაკლდა	წვენი მოძრ. შესუსტება	წვენი მოძრ. აღმაკლდა	წვენი მოძრ. შესუსტება
პერის ც	+0,7±0,13	+0,7±0,06	+0,6±0,13	+0,8±0,06	+0,6±0,2	+0,1±0,2	+0,6±0,13	+0,03±0,2
ნადავის ტ	+0,7±0,13	+0,5±0,13	+0,8±0,06	+0,9±0,005	+0,8±0,06	+0,8±0,06	+0,9±0,06	+0,9±0,06
პერის შუფარდ- ბითი ტენიანობა	+0,1±0,2	-0,5±0,13	+0,1±0,2	-0,5±0,13	+0,4±0,2	+0,2±0,2	+0,3±0,2	+0,1±0,2
ნადავის ტენიანობა	-0,3±0,2	-0,8±0,06	+0,03±0,2	-0,4±0,13	-0,1±0,2	-0,9±0,06	-0,9±0,06	-0,9±0,06

დაზიანების გამო, ყველა ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესი „ავზნებულ“ მდგომარეობაშია. მცენარის ასეთი ერთგვარი გაღიზიანება, ქლოროზით დაავადების დასაწყისში, გაზაფხულზე წვენის მოძრაობის გაძლიერებას იწვევს. ამას ხელს უწყობს აგრეთვე, ფესვთა სისტემის ნორმალური განვითარება.

დადგენილია, რომ ტირილის ფაზის განმავლობაში მეტეოროლოგიურ ფაქტორთა გავლენა ტირილის დინამიკაზე არ არის თანაბარი. მათი გავლენა უფრო მკვეთრი, თვალსაჩინო და კანონზომიერი ტირილის ფაზის პირველ პერიოდში, როდესაც მრუდს აღმავალი ხასიათი აქვს. დაცემისას, ე. ი. ტირილის ფაზის მეორე პერიოდში, ეს გავლენა ან სულ არ ჩანს, ანდა ნაკლებად (ცხრილი № 127).

2. ტირილის დროს გამოყოფილი წვენის ქიმიური შედგენილობა

ვაზის ტირილის დროს გამოყოფილი წვენის ქიმიურმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ტირილის ფაზის დასაწყისში ყველა ჯგუფის მცენარეებისათვის ორგანული ნივთიერებები რამდენჯერმე აკრებებს მინერალურს. ნორმალურ მცენარეებში მათი შეფარდება 3:1 უახლოვდება, ხოლო ქლოროზიან მცენარეებში — 2:1. ტირილის ფაზის შემდეგ ვადებში ორგანული ნივთიერებები მცირდება, მინერალური მატულობს; მათი შეფარდება თითქმის უდრის 1:1. ანალიზები გვიჩვენებს, რომ მუხრანის პირობებში ტირილის დროს გამოყოფილ წვენში ორგანული ნივთიერება სკარბობს მინერალურს მხოლოდ ტირილის დასაწყისში (ცხრილი 128).

ნორმალურ და სხვადასხვა ხარისხის ქლოროზიან ალიგოტეს წვენში მშრალი ნივთიერება და შაქრები ტირილის ფაზის დასაწყის პერიოდში ან სულ არ არის, ან მეტად უმნიშვნელოა. წვენში მშრალი ნივთიერება და შაქრები რამდენიმე ხნის შემდეგ ჩნდება, თანდათან მატულობს, ფაზის ბოლოსათვის მცირდება და ბოლოს სულ ქრება. ქლოროზი წვენში მშრალი ნივთიერების და შაქრების შემცირებას იწვევს. რაც უფრო მეტია ქლოროზით დაავადების ხარისხი, მით ნაკლებია წვენში მშრალი ნივთიერების და შაქრების შემცველობა. მშრალი ნივთიერება და შაქრები შემცირებულია აგრეთვე ქლოროზის ნაკლებად გამძლე საძირეზე (3309) დამყნობილ პინოდან შეგროვილ წვენში უფრო ქლოროზგამძლე საძირეზე (41 ბ) დამყნობილ პინოსთან შედარებით. თითქმის ყველა ჯგუფის მცენარეიდან ღამით გამოყოფილი წვენი უფრო მეტ მშრალ ნივთიერებას და შაქრებს შეიცავს (ცხრ. 129), ვიდრე დღისით გამოყოფილი.

ტირილის წვეწვი ორგანული და მინერალური ნივთიერებების ურთიერთ შეფარდება

	ნორმალური მც.			სუსტქლორიზით						საშუალო ქლორიზით		ძლიერი ქლორიზით	
	21.III	27.III	2.IV	6.IV	15.III	25.III	31.III	4.IV	6.IV	17.III	19.III	23.III	29.II
წვეწვის უკვრივე-ბის იარილი		41	45	48	33	44	45	44	46	31	44	37	33
ნაცარი % % -ში		59	55	52	67	56	55	56	54	69	56	63	67
ორგანული ნივთ. % % -ში	3:1	1:1	1:1	1:1	2:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:2	1:1	1:2	2:1
შეფარდება													

ტირილის წვეწვი მშრალი ნივთიერებების და შაქრების რაოდენობა

ჭ ი შ ი	წვეწვის შვე- როვების თარიღი	მშრ. ნივთ. 1 ლ. წვე- წვი გ-ით ლვე	მონოსახარილები % %-ში		მშრ. ნივთ. 1 ლ. წვეწ- ვი გ-ით ლაშე	დისახარი- ლები %-ში	
			ლვე	ლაშე		ლვე	ლაშე
ალვობე ნორმალური	1-5.IV	0,9975	0,63	0,45	1,5420	1,08	1,84
	6-10.IV	1,1000	0,80	0,80	1,3182	0,84	1,00
	11-15.IV	1,0188	0,72	0,66	1,2455	1,41	1,84
	16-29.IV	0,5254	0,23	0,23	0,5254	1,76	1,76
	საშ.	0,9104	0,59	0,53	1,1562	1,27	1,61
ალვობე ესტეკლო- როზ.	1-5.IV	1,5731	0,30	0,16	1,6635	0,48	0,48
	6-10.IV	0,9002	0,50	0,31	1,1947	0,56	0,92
	11-15.IV	1,0255	1,70	0,52	1,1964	0,48	0,64
	16-23.IV	0,3544	0,39	0,39	0,3544	0,92	0,92
	საშ.	0,9633	0,72	0,34	1,1022	0,59	0,60
ალვობე საშ. კლო- როზ.	1-5.IV	1,0577	0,12	0,10	0,3357	2,0	1,84
	6-10.IV	0,8164	0,46	0,89	0,9060	1,16	1,20
	11-15.IV	0,2901	0,37	0,34	0,2363	0,88	0,80
	16-15.IV	0,3144	0,25	0,25	0,3144	1,44	1,44
	საშ.	0,5971	0,30	0,40	0,4461	1,34	1,32
ალვობე კლო- როზ.	—	—	—	—	—	—	—
	11-15.IV	0,4222	0,23	0,39	1,0700	0,48	0,64
	16-23.IV	0,2662	0,31	0,35	0,1277	0,40	0,60
	საშ.	0,3442	0,27	0,37	0,5988	0,44	0,62

შემდგომი ანალიზებით გამოირკვა, რომ ვაზის ტირილის დროს გამოყოფილი წვეწვი შეიცავს ფიზიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს: ზრდის ნივთიერებებიდან აუქსინს და ბიოსს, ხოლო ვიტამინებიდან თიამინს და რიბოფლავინს. ვაზის კლოროზით დაზიანების ხარისხის მატება წვეწვი ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცირებას იწვევს (ცხრილი 130, 131). თიამინი დღისით გამოყოფილ წვეწვი უფრო მეტია, ვიდრე ღამით გამოყოფილში. რიბოფლავინის შემცველობა მეტად მერყევია და თითქმის ყოველ ორ საათში განიცდის ცვლილებებს. წინააღმდეგ თიამინისა, რიბოფლავინი ღამით გამოყოფილ წვეწვი უფრო მეტი აღმოჩნდა, ვიდრე დღისით გამოყოფილში.

ტირილის დროს გამოყოფილი წვენის ელექტროგამტარობის შესწავლამ გვაჩვენა, რომ ქლოროზი იწვევს ელექტროგამტარობის შემცირებას, რაც უფრო მეტია ქლოროზით დაავადების ხარისხი, მით ნაკლებია წვენის ელექტროგამტარობა. ელექტროგამტარობა შემცირებულია აგრეთვე ქლოროზის ნაკლებად გამძლე საძირეზე (3309) დამყნობილ პინოში, უფრო ქლოროზგამძლე საძირეზე (41 ბ) დამყნობილ პინოსთან შედარებით. ღამის საათებში გამოყოფილი წვენის ელექტროგამტარობა უფრო დიდია, ვიდრე დღისით გამოყოფილი წვენისა. ელექტროლიტების შესვლა მცენარეში ტირილის ფაზის განმავლობაში არათანაბარია და მნიშვნელოვნად ცვალებადობს. წვენში ღამე უფრო მეტი ელექტროლიტები გვხვდება, ვიდრე დღე. აღნიშნული არ შეეხება მხოლოდ ქლოროზით ძლიერ დაზიანებულ ალიგოტეს და რქაწითელს. (ცხრილი 132).

ცხრილი 130

ტირილის წვენში ზრდის ნივთიერებების რაოდენობა

წვენის შეგროვების თარიღი	ალიგოტე ნორმალ.		სუსტქლოროზიანი		საშ. ქლოროზიანი		ძლიერქლოროზიანი	
	აუქსინი	ბიოსი	აუქსინი	ბიოსი	აუქსინი	ბიოსი	აუქსინი	ბიოსი
	15. III—27. III	12,6	358	14,3	417	14,3	325	9,8
23. III—29. III	12,6	295	8,5	388	11,0	279	7,6	230
31. III—6. IV	16,4	272	16,1	563	17,8	279	8,0	419
9. IV—15. IV	14,3	254	6,1	273	—	—	—	—
2—4 დიქლორფენო— —10— ^გ	35,0	—	—	—	—	—	—	—
ოქსი ძმარმეავის 10- ^გ ხსნარი 10- ^გ	22,0	517	—	—	—	—	—	—
წყალი	14,0	—	—	—	—	—	—	—
საშ.	5,0	—	—	—	—	—	—	—
	14,0	339	11,2	410	14,3	294	8,5	307

ცხრილი 131

ტირილის წვენში ვიტამინების რაოდენობა

წვენის შეგროვების თარიღი	ნორმალური მცენარე		სუსტქლოროზიანი		საშ. ქლოროზიანი		ძლიერქლოროზიანი	
	ანეკრინი	რიბოფლავინი	ანეკრინი	რიბოფლავინი	ანეკრინი	რიბოფლავინი	ანეკრინი	რიბოფლავინი
	15—21. III	0,11	0,13	0,07	0,09	0,09	0,11	0,08
23—29. III	0,15	0,19	0,10	0,14	0,09	0,11	0,03	0,12
31. III—6. IV	0,05	0,08	0,13	0,14	0,10	0,08	0,06	0,06
9—15. IV	0,05	0,09	0,09	0,09	0,05	0,09	0,04	0,08
საშ.	0,09	0,12	0,097	0,11	0,08	0,09	0,05	0,09

ტირისის დროს შებენილი წვენის ელექტროგამტარობა

ჯიშე	ცდის პერიოდები და წვენის შებენილი დრო	ხვედრ. ელექტროგამტარობა		ჯიშე	ცდის პერიოდები და წვენის შებენილი დრო	ხვედრ. ელექტროგამტარობა	
		ლევ	ლავე			ლევ	ლავე
ნორმალური ალიგატე	I 25—27.III	1570	1650	საშუალოქლოროზიანი ალიგატე	I 25—27.III	1050	1100
	II 28—39.III	1650	1830		II 28—30.III	1180	1410
	III 31—2.IV	1500	1650		III 31—2.IV	1320	1740
	IV 3—5.IV	1650	1670		IV 3—5.IV	1320	1500
	V 6—8.IV	1650	1600		V 6—8.IV	1270	1320
	VI 9—12.IV	1370	1400		VI 9—19.IV	1050	1060
	VII 13—16.IV	824	824		VII 13—16.IV	825	846
	VIII 21—23.IV	824	860		VIII 21—23.IV	825	1030
	IX 24—27.IV	959	985		IX 24—27.IV	924	1180
	საშ.	1337	1387		საშ.	1088	1243
მეორეკლოროზ. ალიგატე	I 25—27.III	1320	1500	ძლიერქლოროზიანი ალიგატე	I 25—27.III	1180	970
	II 28—30.III	2200	2360		II 28—30.III	1100	1180
	III 31—2.IV	1940	1830		III 31—2.IV	1030	569
	IV 3—5.IV	1690	1650		IV 3—5.IV	1140	999
	V 6—8.IV	1740	1430		V 6—8.IV	1030	942
	VI 9—12.IV	1030	959		VI 9—12.IV	846	785
	VII 13—16.IV	764	868		VII 13—16.IV	673	584
	VIII 21—26.IV	1060	1320		საშ.	999	861
	IX 24—27.IV	1970	1270				
	საშ.	1413	1474				

ნაცრიანობა, კალციუმი და კალიუმი ქლოროზიანი ვაზების წვენში უფრო მეტია, ვიდრე ნორმალურში. რკინა და გოგირდი ამ მხრივ რაიმე გარკვეულ სურათს არ გვიჩვენებენ. ფოსფორის რაოდენობა ნორმალური მცენარეების წვენში ყოველთვის მეტია, ვიდრე ქლოროზიანში (ცხრილი 133.).

ტირისის წვენში ნაცრისა და ნაცრის ელემენტების რაოდენობა

ჯიშე	ნაცრიანობა % -ში		Ca		Fe ₂ O ₃		P ₂ O ₅		SO ₄		K
	1950	1951	1950	1951	1950	1951	1950	1951	1950	1951	1950
ალიგატე ნორმალური	40	37,7	31,6	23,4	0,62	1,43	3,68	3,65	13,0	8,1	26,2
■ სუსტქლოროზიანი	48,3	36,4	32,5	26,5	0,55	0,66	2,47	2,76	9,0	9,8	27,7
■ საშუალო ქლოროზიანი	48,6	51,1	32,1	32,8	0,60	0,40	—	2,96	9,9	8,5	27,3
■ ძლიერქლოროზიანი	—	50,0	—	29,2	—	0,40	—	2,86	—	12,0	—

როგორც ცნობილია, ფოსფორის მქავე აუცილებელი მონაწილეა ნახშირწყლების მეტაბოლიზმში. კურსანოვისა და მისი თანამშრომლების ცდებით ირკვევა, რომ მცენარეში ფოსფორის ნაკლებობა ორგანული მქავეების გარდაქმნათა შეფერხებას იწვევს. ფოსფოროვანი კვების გაუარესებისას ფესვებში მოხვედრილი შაქრები ვერ გადადის მთლიანად ორგანულ მქავეებში და მათი ნაწილი გამოუყენებლად უბრუნდება მიწისზედა ორგანობებს. ფოსფორის ნაკლებობისას მცირდება ტირილის დროს გამოყოფილი წვენი რაოდენობა, რაც, თავის მხრივ კიდევ უფრო ამცირებს ფესვთა სისტემიდან მიწისზედა ნაწილებში მოხვედრილი ორგანული მქავეების აბსოლუტურ რაოდენობას.

კურსანოვისა და მისი თანამშრომლების მიერ მიღებულ შედეგებს კარგად ეთანხმება ჩვენი მონაცემები. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული ქლოროზიან მცენარეს, რომელიც ფოსფორის ნაკლებობას განიცდის, შემცირებული აქვს მქავეიანობა, დარღვეულია ნახშირწყლების ნორმალური ცვლა და წვენი გაცილებით უფრო მცირე დინება ახასიათებს. წვენი ელექტროგამტარობისა და ნაცროვანი ელემენტების შესწავლა გვიჩვენებს, რომ ქლოროზიან მცენარეში მინერალურ ნივთიერებათა შესვლისა და გადამუშავების ნორმალური პროცესი იორღვევა, თავის მხრივ, უარყოფით გავლენას ახდენს მცენარეში მიმდინარე სხვადასხვა ნივთიერების მეტაბოლიზმზე და ორგანიზმის დასუბტებადაკინებებს იწვევს.

ნაცროვანი ელემენტები ვაზის ტირილის წვენში გამოკვლეული იყო აგრეთვე სპექტრალური ანალიზის გამოყენებით.

ანალიზისათვის გამოყენებული იყო ИСП-58 მარკის სპექტროგრაფი. მცენარის განვითარების სხვადასხვა ფაზაში ვაზის ფესვებიდან შეგროვილი იყო ტირილის წვენი. წვენი ფაიფურის ჯამებში წყლის აბაზანაზე ორთქლდებოდა. ორთქლების შემდეგ დარჩენილი მშრალი ნალექი ტიგლებში გადაიტანებოდა და მუფელში იდგმებოდა დასაწვავად. დანაცვრის შემდეგ მასალა სპექტრალური ანალიზისათვის პერგამენტის პაკეტებში ინახებოდა.

გამოსაკვლევად აღებული იყო ალიგოტეს 25-წლიანი ქლოროზიანი და ნორმალური და მისივე 5-წლიანი ნორმალური მცენარეები.

134-ე ცხრილიდან ჩანს, რომ ბარიუმი ქლოროზიანი და სორმალური ვაზის წვენში, ვეგეტაციის პირველ ნახევარში თანაბარი რაოდენობითაა, ხოლო ვეგეტაციის მეორე ნახევარში ნორმალური მცენარის წვენში უფრო მეტია, ვიდრე ქლოროზიანში. ტიტანი პთელი ვეგეტაციის განმავლობაში ქლოროზიანი და ნორმალური ვაზის წვენში თანაბარი რაოდენობითაა. ეს ელემენტი ვეგეტაციის პირველ ნახევარ-

ში უფრო მეტია, ვიდრე მეორეში. ვეგეტაციის პირველ ნახევარში ნორმალური მცენარის წვენში უფრო მეტია ალუმინა, მაგნიუმი, მანგანუმი, ქრომი, რკინა და სტრონციუმი. ამ პერიოდში ქლოროზიან მცენარეებში უფრო მეტი რაოდენობითაა ტყვია, ნიკელი, მოლიბდენი და სპილენძი. ვეგეტაციის მეორე ნახევარში ნორმალური მცენარეებში სჭარბობს ბარიუმი, მანგანუმი და რკინა. თანაბარი რაოდენობითაა ტიტანი, ალუმინი, მაგნიუმი, სპილენძი, ნატრიუმი და სტრონციუმი. ვეგეტაციის მეორე ნახევარში განსაკუთრებით თვალსაჩინოა ტყვიის დიდი შემცველობა ქლოროზიანი მცენარეების ქსილემის წვენში. ამ დროს ქლოროზიანი მცენარეების წვენში არ აღმოჩნდა ნიკელი, ბისმუტი და ცირკონიუმი, ხოლო ნორმალური მცენარეების წვენში — ქრომი, ნიკელი, ბისმუტი, მოლიბდენი და ცირკონიუმი. ამგვარად, ვეგეტაციის პირველ ნახევარში ქლოროზიანი მცენარეებისათვის დამახასიათებელია ალუმინის, მაგნიუმისა, მანგანუმის, ქრომის, რკინისა და სტრონციუმის მცირე შემცველობა. ჰარბი რაოდენობით შეიცავს ტყვიას, ნიკელს, მოლიბდენსა და ნატრიუმს. ვეგეტაციის მეორე ნახევარში ქლოროზიან მცენარეებში მცირე რაოდენობითაა ბარიუმი. მანგანუმი და რკინა. ამ პერიოდში განსაკუთრებით თვალსაჩინოა ქლოროზიანი მცენარის ქსილემის წვენში ტყვიის ჰარბი რაოდენობა.

ალიგოტეს 5-წლიანი მცენარეების ქსილემის წვენში (ცხრილი № 135) ვეგეტაციის პირველ ნახევარში ბარიუმი, ტყვია, ნიკელი, ბისმუტი და ცირკონიუმი არ აღმოჩნდა. 25 წლიანი მცენარეების ქსილემის წვენის შედგენილობასთან შედარებით, უფრო მცირე რაოდენობითაა მაგნიუმი, მანგანუმი, რკინა და სტრონციუმი. ვეგეტაციის მეორე ნახევარში 5 — წლიანი მცენარეების ქსილემის წვენი კვლევა გამოკვლეულ ელემენტს შეიცავს. ამ პერიოდში 25 წლიან მცენარეთა ქსილემის წვენში ქრომი, ნიკელი, ბისმუტი, მოლიბდენი და ცირკონიუმი არ აღმოჩნდა. 5-წლიანი მცენარე უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავს მაგნიუმს, მანგანუმს, რკინას, სპილენძს, სტრონციუმს, ტიტანს და ტყვიას. მთელი ვეგეტაციის განმავლობაში ასაკობრივი განსხვავება ალუმინისა და ნატრიუმის შემცველობაში არ ყოფილა დადგენილი.

ამგვარად, ძირითადი მინერალური საკვები ელემენტების გარდა, ვაზის ტირილის წვენი მიკროელემენტებს და ისეთ იშვიათ ელემენტებს შეიცავს როგორცაა: ბარიუმი, ტიტანი, ტყვია, ქრომი, ბისმუტი და ცირკონიუმი. აღნიშნული ელემენტების შემცველობა ვეგეტაციის განმავლობაში გარკვეულ დინამიკას განიცდის. მათი შემცველობა ცვალებადობს ასაკსა და მცენარის შინაგან ფიზიოლოგიურ მდგომარეობასთან დაკავშირებით. ყოველივე ეს მიუთითებს მათ გარკვეულ მონაწი-

ლეობაზე მცენარეში მიმდინარე სხვადასხვა ბიოქიმიურ და ფიზიოლოგიურ პროცესში. მომავალში ზემოთ ჩამოთვლილი იშვიათი, ე. წ. ულტრამიკროელემენტების ფიზიოლოგიური როლის დადგენა მცენარის მეტაბოლიზმში როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული თვალსაზრისით, მეტად მნიშვნელოვან და აქტუალურ ამოცანად უნდა დაისაზოს.

8. წვენთა მოძრაობის და მისი ქიმიური უაღვანელოების რიგში

ტირილის დინამიკის გულდასმითმა შესწავლამ გამოავლინა, რომ ამ მოვლენას რიტმული ცვალებადობა ახასიათებს. წვენთა დინების რიტმი პირველად ჰელსმა შეამჩნია. ჰელსი და ბრიუეე ამ მოვლენის მიზეზს ტემპერატურის გავლენაში ხედავდნენ. ბოზეს ცდებმა გვაჩვენა, რომ მცენარეში ტირილის პერიოდული ცვალებადობა მჭიდრო კავშირშია ტემპერატურის პერიოდულ ცვალებადობასთან. ბარანეცკის (1872) მიხედვით ბალახოვან მცენარეთათვის წვენთა მოძრაობის რიტმულობის მიზეზი დღისა და ღამის პერიოდული ცვლაა. თანდათან გროვდებოდა აღნიშნული გამოკვლევების პარალელურად წვენთა მოძრაობის რიტმულ ცვალებადობაზე გარემო ფაქტორთა გავლენის უარყოფელი ფაქტები.

ჰოფმაისტერის დაკვირვებებიდან ჩანს, რომ წვენთა მოძრაობის რიტმული ცვალებადობა არც ბალახოვან და არც მერქნიან მცენარეებში გარემო პირობებზე არ არის დამოკიდებული. მას ავტონომიური ხასიათი აქვს.

გროსენბაჰერმა უცვლელ გარემო ფაქტორთა პირობებში აღნიშნული ტირილის პროცესის დღელამური რიტმი მცენარის ისტორიული განვითარების პირობებით განმარტა.

წვენთა მოძრაობის რიტმული ცვალებადობის გარდა მცენარეს მთელი რიგი ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების რიტმული ცვალებადობა ახასიათებს. ასეთია მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისების პროცესი, გლუციდების ფერმენტთა მუშაობის პერიოდული ცვალებადობა, სუნთქვის, ზრდის, ტრანსპირაციის პროცესები და სხვა. ფიზიოლოგიური პროცესებიდან საინტერესოა აღინიშნოს ა. არციხოვსკის (1931) მიერ დადგენილი, გარემო ფაქტორებისაგან დამოუკიდებლად მიმდინარე, მერქნის შეწოვითი ძალის პერიოდული ცვალებადობა. მერქნის შეწოვითი ძალის ამგვარი ავტონომიური ხასიათი აიხსნება იმით, რომ მერქანი, რომელსაც გამტარ ქსოვილებში დიდი უარყოფითი წნევა ახასიათებს, პოტენციურ ენერგიას შეიცავს მნიშვნელოვანი რაოდენობით. მისი აზრით აღნიშნული ენერგიის პერიოდული ხარჯვა შესაძლოა მიზეზი იყოს, გარემო პირობებისაგან დამოუკიდებ-

ზლად მიმდინარე, მერქნის შეწოვითი ძალის პერიოდული ცვალებადობისა.

გარემო ფაქტორებისაგან დამოუკიდებლად მიმდინარე ტრანსპირაციის პერიოდული რყევის ფაქტები ხშირია. ტრანსპირაციის ამგვარი ავტონომიური რყევადობის მიზეზს შინაგანი ფიზიოლოგიური ფაქტორები წარმოადგენს. კარგი მზიანი ამინდის პირობებში აღინიშნება ფოტოსინთეზის პერიოდული შეჩერების ფაქტები, ტრანსპირაციისა და ასიმილაციის არაწესიერი რყევადობის მიზეზი ბაგეთა აპარატის ავტონომიური გახსნა-დახურვაა.

პარკოსან მცენარეებში გამოყოფილი წვენი რაოდენობა დღელამეში 8—10-ჯერ იცვლებოდა. K-ის, Ca-ის და ამიდური აზოტის შემცველობა გამოყოფილი წვენი რაოდენობასთან კორელაციაში აღმოჩნდა. წვენი მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავს: არიგინს, ასპარაგინის მჟავას, გლუტამინს, გომოსერინს, გლუტამინის მჟავას, ვალინსა და ლეიციინიზოლეიცინს.

ტაროს ფესვების მოქმედებაზე დაკვირვების მიხედვით. ტირილის მაქსიმუმი დღის საათებზე მოდის (9—18), ხოლო მინიმუმი ღამეა აღნიშნული. კალიუმის სიმცირისას გამოყოფილი წვენი რაოდენობა იზრდება. წვენში აზოტის მაქსიმალური რაოდენობა 9—13 საათამდეა აღნიშნული. კალიუმით ჭარბად კვების დროს წვენში საერთო აზოტის რაოდენობა უფრო მაღალია, ვიდრე კალიუმის დეფიციტის დროს. კალიუმით კვებისას წვენში ნიტრატული აზოტი 79 — 85%-ია, ამინური — 6 — 13%, ხოლო პეპტიდური 3 — 10% შეადგენს. კალანზოესა და ამარანტუსის ტირილის რიტმზე გამოკვლევამ დაადასტურა, რომ სინათლისა და სიბნელის მორიგეობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ტირილის რიტმზე. ტირილის მაქსიმუმი განათების დასაწყისშია. განუწყვეტელი განათება ტირილის პერიოდის ხანგრძლიობას 28 საათამდე ზრდის. 24—საათიანი სიბნელე რითმს აქრობს.

ფესვებში სხვადასხვა ფიზიოლოგიური პროცესის კვლევის დროს გამოირკვა, რომ დღისით გამოყოფილ წვენში ამინომჟავები უფრო მეტია, ვიდრე ღამით გამოყოფილში, არაცილოვანი აზოტი კი პირიქით, ღამით უფრო მეტია, ვიდრე დღისით. ამინომჟავათა გამოყოფის რითნი ფესვებში მათ დღელამურ შემცველობას შეესაბამება. ღამე ამინომჟავათა სინთეზი ფესვებში სუსტდება. ნორმალური მცენარის ფესვებს, ფუნქციათა დღელამური რიტმი ახასიათებს. ფიზიოლოგიურ პროცესთა დღის აგზნებული მდგომარეობა ღამით შედარებითი მოსვენებით, შეკავებით იცვლება. დღისით აგზნებული მდგომარეობის დროს მომხდარ ცვლილებათა აღსადგენად ღამით სათანადო რეაქციე-

ბი მიმდინარეობს. მცენარის ფუნქციური მდგომარეობის ცვალებადობა დღელამის განმავლობაში, საფუძვლად უდევს ფესვებში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესთა ისეთ დღელამურ რიტმებს, როგორცაა ამინომჟავათა სინთეზის რიტმი, ფესვური წნევის რიტმი და, ტირილის დროს გამოყოფილ წვეთთან ერთად ორგანულ და მინერალურ ნივთიერებათა გამოყოფის რიტმი.

რიტმები რამდენიმე საათის ინტერვალებით, გარემო ფაქტორთა ზემოქმედებით ვერ აიხსნება, რადგან არც ერთი გარემო ფაქტორი ასეთი პერიოდულობით არ იცვლება. რიტმები გარეგან ან შინაგან გალიზიანებაზე მცენარის გარკვეული პასუხია აგზნება—შეკავების გზით. აგზნების პროცესი კანონზომიერად იცვლება შეკავებით. ამის გამო ფიზიოლოგიური პროცესი პულსაციის სახეს ღებულობს. დადგენილია 2—4 საათის ინტერვალების ფარგლებში P^{32} -ის, S^{35} -ის, NO_3 -ის, K -ის და Ca -ის შეთვისებისა და გამოყოფის რიტმი. ტირილის დროს გამოყოფილ წვეთში ფოსფატებისა და სულფატების შემცველობა, დღელამური პერიოდულობის გარდა, 30—60 წუთიანი რიტმული პულსაციით ხასიათდება. შემჩნეული იყო აგრეთვე ტირილის პროცესის პულსირება ყოველ 15 წუთში. ფესვების მოქმედების რიტმი გარემო ფაქტორების გავლენით ვერ აიხსნება. გარემო ფაქტორები მხოლოდ რიტმების ამპლიტუდაზე და რიტმების პერიოდთა ხანგრძლივობაზე მოქმედებს. ფიზიოლოგიურ პროცესთა რიტმული ცვლილებების მიზეზი, ქსოვილთა ფუნქციური მდგომარეობის ცვალებადობაა, მათი გარკვეული უნარი გამლიზიანებელ აგენტს აგზნება — შეკავებით უპასუხონ (რ. გუნარი, ე. კრასტინა, 1959).

ფიზიოლოგიურ პროცესთა რიტმი როგორც გარეგან, ისე შინაგან ფაქტორებზეა დამოკიდებული. გარეგანი ფაქტორებიდან სინათლისა და ტემპერატურის დღელამური ცვლაა აღსანიშნავი. შინაგანი ფაქტორებიდან დიდი მნიშვნელობა ფილოგენეზში შემუშავებული დროის გაზომვის ფიზიოლოგიურ პროცესს ენიჭება. ე. ბიუნინგმა მას „ფიზიოლოგიური საათი“ უწოდა. პომიდორის ფესვური წნევის რყევა შინაგანი ფაქტორებითაა განპირობებული, ხოლო მთელი მცენარის ყველა ფიზიოლოგიური პროცესის რიტმი უფრო მეტად გარემო ფაქტორებზეა დამოკიდებული. გარემო ფაქტორებს შეუძლია იმოქმედოს „ფიზიოლოგიურ საათზე“ და ამით ფიზიოლოგიურ პროცესთა რიტმულობა შეცვალოს. აღნიშნულ ავტორთა გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ კათიონების შეთვისება დღელამური რიტმით ხასიათდება (მაქსიმუმი დღისით, მინიმუმი ღამით). თუ დღელამური ხანგრძლივობა 6:6 შეადგენს, მით უფრო სწრაფად იცვლება კატიონების შეთვისების რითმი,

რაც უფრო ახალგაზრდაა მცენარე. ხნიერ მცენარეში ამგვარი ზემოქმედების დიდი ხანგრძლივობაც კი არ ცვლის შინაგანი ფაქტორით. („ფიზიოლოგიური საათით“) გამოწვეულ და უკვე კარგად დამაგრებულ შინაგან ფიზიოლოგიურ პროცესთა ენდოგენურ რიტმს. მცენარის განვითარების ყველა პერიოდში ფესვური წნევა ენდოგენურ რიტმს ინარჩუნებს და გარემო ფაქტორთა ზეგავლენას არ ექვემდებარება. მცენარეების 12:12 ან 6:6 განათების რეჟიმზე გადაყვანა ჭერ იონების შეთვისების რიტმის ახალ პირობებთან შეგუებას იწვევს, ხოლო შემდეგ იონთა შეთვისების დღელამური რიტმის აღდგენა ხდება, ე. ი. შეთვისების რიტმზე ჭერ გარემო ფაქტორების, ხოლო შემდეგ შინაგან ფაქტორთა გავლენა სქარბობს.

დადგენილია, რომ ამა თუ იმ ფიზიოლოგიურ პროცესისათვის არახელსაყრელ გარემო ფაქტორთა პირობებში დღე-ღამური ენდოგენური რიტმი ირღვევა. მცენარის მოთავსება ხანგრძლივად ფაქტოროსტატულ პირობებში, ე. ი. დროის გარკვეული მაჩვენებლის გარეშე, დღელამურ ენდოგენურ რიტმს აქრობს. ფიზიოლოგიურ საათში დროის ერთ-ერთი მაჩვენებელი, რომელიც დღელამურ რიტმს არეგულირებს, სინათლეა. თუ მცენარეს სინათლე დღისა და ღამის გარკვეული მორიგეობით ეძლევა, მაშინ ფიზიოლოგიურ პროცესთა დღელამური რიტმი არ ირღვევა. მზესუმზირას ფაქტოროსტატულ პირობებში ფესვური წნევის დღელამური რიტმი თანდათან უქრება. მიწის ზედა ნაწილის მოცილება ან ჭრილობის განახლება რიტმს აღადგენს, ე. ი. ენდოგენური დღელამური რიტმი არა მარტო სინათლის, არამედ ჭრილობის მიყენებით, ტემპერატურით და სხვა გამაღიზიანებელი ფაქტორების მოქმედებითაც აღდგება (ე. კრასტინა, 1965).

ფიზიოლოგიურ პროცესთა უმეტესობა როგორც მერყევ, ისე რიტმულ ხასიათს ატარებს. პერიოდთა ხანგრძლიობა ერთ წელს, 24 საათს, რამდენიმე წუთს და, ზოგჯერ, რამდენიმე წამსაც შეადგენს. რიტმი: ორგანიზმის შინაგანი თვისობრივი მდგომარეობაა, რაც ციტოპლაზმის ფერმენტთა აქტივობისა და დეპრესიის პერიოდული ცვალებადობითაა განპირობებული. ფიზიოლოგიური პროცესების რყევადობა კი გარემო ფაქტორთა ზეგავლენის შედეგია (წლის დროთა შეცვლა, დღისა და ღამის პერიოდული ცვლა, მზის ლაქების აქტივობის ცვალებადობა და სხვა).

დადგენილია ტირილის დროს გამოყოფილი წვნის რიტმული ცვალებადობის დიდი სტაბილობა. მცენარეების ხანგრძლივად სიბნელეში მოთავსება და ასიმილაციების დენის გადასაკეტად ღეროს შემორგოლვა წვენთა მოძრაობის რიტმს არ ცვლის. მკვლევართა აზრით, წვენთა მოძრაობის დღელამური რიტმის მიზეზი ფესვების პერიოდული ზრდა და მისი ცხოველქმედების პერიოდული ცვლაა.

მცენარეების ფოსფორით შიმშილისაგან წვენთა მოძრაობა სუსტდება, მაგრამ მათთვის დამახასიათებელი წვენთა მოძრაობის რიტმი არ ქრება. ფოსფორით გამოკვება წვენთა მოძრაობის ინტენსივობას ზრდის. ფოსფორით გამოკვებისას წვენთა მოძრაობის გაძლიერების მიზეზი სუნთქვის გაძლიერება და პლაზმის სტრუქტურის შეცვლაა, რაც აღიღებს წყლის მოძრაობას და ფესვის ჭურჭლებში მის გამოყოფას.

გამოკვლევით პომიდორის ტირილის დროს გამოყოფილ წვენში ამინომჟავების დღედამური რიტმია დადგენილი. ამინომჟავების შემცველობის მაქსიმუმი 11—13 საათზეა, მინიმუმი კი ღამეა აღნიშნული.

ცდებიდან ირკვევა, რომ სიბნელეში გაზრდილი სიმინდის მცენარეს განათების შემდეგ გუტაცია ძლიერ ეზრდება. დადგენილია, რომ ყოველი შეცვლა სინათლისა სიბნელით გუტაციას ამცირებს, ხოლო სიბნელის შეცვლა სინათლით — ზრდის. გუტაციის პერიოდული ცვალებადობა, წყლის მიმართ პროტოპლაზმის გამჭოლადობის პერიოდული ცვალებადობით აიხსნება.

თუთის ხის ტირილის ინტენსივობის რიტმი, ფესვებში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესთა პერიოდული ცვალებადობისაგანაა გამოწვეული.

ორანჟერეის პირობებში ვაზს ზრდა-განვითარების რიტმი ახასიათებს. უკანასკნელი არაა დამოკიდებული წელიწადის დროთა ცვლავზე და მოსვენების პერიოდი ხანდახან ზაფხულშიაც აღინიშნება.

ალსანიშნავია ვაზის ტირილის დროს გამოყოფილი წვენის შედგენილობის რიტმული ცვალებადობა. დადგენილია შაქრებისა და ამინომჟავების ცვალებადობის დღედამური რიტმი. მაქსიმუმი 8—14 საათამდე იყო აღნიშნული, ხოლო მინიმუმი 20 საათზე მოდიოდა. ღამე შაქრებისა და ამინომჟავების რაოდენობა კვლავ იზრდება და მაქსიმუმს დღის 8 საათზე აღწევს.

გამოკვლევამ გამოავლინა, რომ წვენთა მოძრაობას გარკვეული დღედამური პერიოდულობა ახასიათებს, თუმცა მთელი ფაზის განმავლობაში ღამე გამოყოფილი წვენი ყოველთვის მეტი არ არის დღის განმავლობაში გამოყოფილ წვენზე. ყველა ჯიშს ტირილის ფაზის დასაწყისში, როდესაც წვენის დინების მრუდე აღმავალია, ღამით გამოყოფილი წვენი მეტია დღისით გამოყოფილ წვენზე. წვენის დინების შემცირებისას კი, ე. ი. მრუდის დაცემის პერიოდში, ღამით გამოყოფილი წვენი უფრო ნაკლებია დღისით გამოყოფილ წვენზე ან კიდევ, ორივე შემთხვევაში გამოყოფილი წვენი თანაბარი რაოდენობითაა.

ალსანიშნავია, რომ წვენთა მოძრაობის დღედამური რიტმი ვაზის განვითარების ყველა ფაზისათვისაა დამახასიათებელი. ვაზის განვი-

თარების ფაზების მიხედვით ტირილის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ (ცხ. 136) როგორც ტირილის ფაზაში, ასევე ყვავილობის, ისერიზობისა და ფიზიოლოგიური სიმწიფის ფაზებში ღამით გამოყოფილი წვენი უფრო მეტია დღისით გამოყოფილ წვენზე. მცენარის ასაკი ან ქლოროზით დაზიანება წვენთა მოძრაობისათვის დამახასიათებელ დღელამურ რიტმს არ ცვლის.

წვენის დინების რიტმულობისა და მასზე გარემო ფაქტორთა ზემოქმედების უფრო დეტალურად შესასწავლად 3 დღის განმავლობაში ტირილის დროს გამოყოფილ წვენს ყოველ ორ საათში ვსაზღვრავდით. აღმოჩნდა, რომ 10 საათიდან ტირილის ინტენსივობა თანდათან მატულობს და მაქსიმუმს ღამის საათებში აღწევს. 22 საათისათვის მრუდი ეცემა და მთელი ღამის განმავლობაში უმნიშვნელოდ ცვალებადობს. მეტეოროლოგიური ფაქტორები — ნიადაგისა და ჰაერის ტემპერატურა ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობა და ნიადაგის ტენიანობა რაიმე გარკვეულ გავლენას არ ახდენს ტირილის დინამიკაზე.

11 აპრილს ჩატარებული დაკვირვებების მიხედვით ტირილის აღმავლობა 10 საათიდან იწყება, შემდეგ თანდათან მატულობს და მაქსიმუმს 24 საათზე აღწევს. ამის შემდეგ მრუდი ეცემა. მერმე ისევ მატულობს და დღის 10 საათამდე თანდათან ძირს ეშვება. ზემოთ განხილული მასალებიდან ჩანს, რომ მეტეოროლოგიური ფაქტორები გავლენას არ ახდენს ტირილის დინამიკის პერიოდულ ცვალებადობაზე და მათ შორის არავითარი კორელაციური დამოკიდებულება არ არის აღნიშნული.

ფაქტოროსტატულ პირობებში ვაზის ფესვთა სისტემის მიერ წყლის შეწოვადობაზე გარემო ფაქტორთა გავლენის შესწავლისას დადგენილი იყო წყლის შეწოვადობის რიტმი ყოველ 5 წუთში; ხან 2

ცხრილი 136

ალიგოტეს ფესვებიდან გამოყოფილი წვენი მლ-ობით 1 საათის განმავლობაში

ასაკი და მცენარის მდგომარეობა	დრო	ტირილის ფაზა	ყვავილობის ფაზა	ისერიზობის ფაზა	ფიზიოლოგიური სიმწიფის ფაზა
ნორმალური 25-წლიანი	დღე ღამე	45 74	22 27	51 82	72 120
ქლოროზიანი 25-წლიანი	დღე ღამე	15 27	7 12	11 12	7 12
ნორმალური 5-წლიანი	დღე ღამე	61 98	19 14	23 29	12 18

წუთში, ზოგჯერ 1 წუთშიაც. პერიოდების ხანგრძლივობა დამოკიდებული იყო შეწოვადობის სიძლიერეზე.

შინაგანი ფაქტორებით გამოწვეული შეწოვადობის ამგვარი პულსირება შესაძლოა აიხსნას მცენარის გარკვეული პასუხით გარეგან ან შინაგან გაღიზიანებაზე აგზნება-შეკავებით, რის შედეგადაც ფიზიოლოგიური პროცესი პულსაციის სახეს ღებულობს.

მე-137 ცხრილში მოცემულია ყოველი ორი საათის ინტერვალებით 24 საათის განმავლობაში შეგროვილი წვენის ანალიზის შედეგები. ცხრილიდან ჩანს, რომ პიკნომეტრის საშუალებით განსაზღვრული ხვედრითი წონა დღელამის განმავლობაში საგრძნობლად ცვალებადობს. ღამით გამოყოფილი წვენის ხვედრითი წონა საშუალოდ უფრო მეტია, ვიდრე დღისით გამოყოფილისა. ეს უნდა მიუთითებდეს მასზე, რომ ღამის საათებში წვენში მოხვედრილი ნივთიერებანი უფრო მეტია, ვიდრე დღისით. აღნიშნულს ადასტურებს წვენის ხვედრითი ელექტროგამტარობის მაჩვენებლებიც, რაც ამავე ცხრილშია წარმოდგენილი. წვენის ხვედრითი ელექტროგამტარობა დღის საათებში შედარებით მცირეა. მერე თანდათან მატულობს და მაქსიმუმს 22 საათისათვის აღწევს. მეორე მაქსიმუმი აღნიშნულია ორი საათისათვის, ხოლო ამის შემდეგ წვენის ელექტროგამტარობა ისევ ეცემა. წვენის pH სუსტი მჟავეა. მასაც 24 საათში გარკვეული ცვალებადობა ახასიათებს. ღამე გამოყოფილი წვენის რეაქცია საშუალოდ უფრო მჟავეა ვიდრე დღის. განსაკუთრებით მკვეთრი რიტმული ცვალებადობა ახასიათებს წვენში აუქსინის შემცველობას. ეს მაჩვენებელი მეტად მერყეობს და თითქმის ყოველ ორ საათში განიცდის ცვლილებებს. აუქსინის შემცველობის მაქსიმუმები 18 საათზე, 24 საათზე და 4 საათზე მოდის. ღამით და დღისით გამოყოფილ წვენში აუქსინი საშუალოდ თანაბარი შემცველობითაა. ამ მხრივ უფრო განსხვავებულ სურათს იძლევა ბიოსის შემცველობა. ბიოსი მხოლოდ 10 საათისათვის ჩნდება, შემდეგ თანდათანობით მატულობს და მაქსიმუმს 16 საათისათვის აღწევს. ამ დროიდან მისი შემცველობა თანდათანობით კლებულობს და 24 საათისათვის ქრება. ბიოსი ისიც მცირე რაოდენობით, მხოლოდ 4 საათისათვის ჩნდება, შემდეგ ქრება და მხოლოდ 10 საათისათვის ჩნდება კვლავ. ისევე, როგორც სხვა მაჩვენებლები, თიამინისა და, განსაკუთრებით, რიბოფლავინის შემცველობა წვენში 24 საათის განმავლობაში რიტმულ ცვალებადობას განიცდის. დღისით გამოყოფილ წვენში თიამინი ცოტათი მეტია, ვიდრე ღამით, რიბოფლავინი კი — პირიქით.

ვაზის ტირილის დროს განვითარებულ ფესვურ წნევას ჩვენს ცდებში კრიოსკოპული მეთოდით ვსაზღვრავდით. როგორც ცნობილია, ამ მეთოდის ერთადერთი ნაკლი გაყინვის ტემპერატურის განსასაზღვ-

რავად საჭირო წვენის მიღების სხვადასხვა ხერხია. ასეთია მაღალი ან დაბალი ტემპერატურით ქსოვილის მოკვლა, წვენის გამოსაწურავად პიდრაველიკური წნეხის ხმარება და სხვა. მაგრამ რადგან ჩვენ ვაზის ტირილის დროს გამოყოფილი წვენის ოსმოსურ წნევას ვსაზღვრავდით, ამიტომ ცდებში ეს უკანასკნელი ერთადერთი ნაკლიც ავიცილეთ თავიდან.

მონაცემები წვენის ოსმოსურ წნევაზე უპირველეს ყოვლისა გვიჩვენებს, რომ ვაზის მიერ განვითარებული ფესვური წნევა შედარებით უფრო მაღალია, ვიდრე ეს დღემდე იყო აღნიშნული. ცნობილია, რომ მანომეტრით განსაზღვრული ოსმოსური წნევის სიდიდე 1,5 ატმოსფეროს უჩვენებდა, ხოლო ჩვენ მიერ მიღებული 2-ს და უფრო მეტსაც უდრის.

ცხრილში მოცემული ციფრები გვაჩვენებს, რომ 24 საათის განმავლობაში ოსმოსური წნევა მუდმივი არ არის და დღელამის მანძილზე ის საგრძნობლად ირყევა. თუ დავუპირისპირებთ ერთმანეთს წვენის ოსმოსურ წნევასა და წვენის დინების მრუდს, დავინახავთ, რომ წვენის მოძრაობა შედარებით შესუსტებულია 6-დან 10 საათის მონაკვეთში: ამავე პერიოდში განსაზღვრული წვენის ოსმოსური წნევაც შედარებით მცირეა. წვენის ოსმოსური წნევის ზრდასთან ერთად ძლიერდება წვენის მოძრაობის პროცესიც, მაგრამ შემდგომ პერიოდებში ოსმოსური წნევის სიდიდესა და გამოყოფილი წვენის რაოდენობას შორის სრული პარალელიზმი არ არსებობს. აღნიშნული ფაქტი მასზე უნდა მიუთითებდეს, რომ მცენარეში წყლის შესვლის პროცესი, გარდა ოსმოსური კანონებისა, სხვა, ჭერ კიდევ კარგად შეუსწავლელ, ფიზიოლოგიურ პროცესებს ემორჩილება. ეს პროცესები სუნთქვისა და ნივთიერებათა ცვლისას მიღებული ენერჯის საშუალებით აპირობებს მცენარის ფესვთა სისტემის ცოცხალი უჯრედების მიერ წყლის აქტიურ მოპოვებას.

ამგვარად, ვაზისათვის დამახასიათებელია ავტონომიურად მიმდინარე გაზაფხულის წვენის მოძრაობის რიტმული ცვალებადობა. აღნიშნული რიტმი შესაძლოა კავშირში იყოს ფესვთა სისტემაში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის რიტმთან, კერძოდ კი სუნთქვის პროცესის რიტმთან და მასთან დაკავშირებულ ენერჯის ხარჯვასთან. ამასთანავე აღსანიშნავია არა მარტო მეტეოროლოგიური ფაქტორებისაგან დამოუკიდებელი წვენის მოძრაობის რიტმული ცვალებადობა, არამედ თვით წვენის შედგენილობის რიტმული ცვალებადობაც. ეს უკანასკნელი უნდა მიუთითებდეს ფესვთა სისტემაში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის რიტმზე და მისი ინტენსივობის სხვადასხვა დონეზე.

მცენარის ტირილი წყლის აქტიური მოპოვების ერთ-ერთი გარე-

განი გამოვლინებაა. აღნიშნული პროცესის განსახორციელებლად მცენარეს გარკვეული რაოდენობის ენერჯის დახარჯვა სჭირდება. ამ ენერჯიას იგი სუნთქვისა და ნივთიერებათა ცვლის პროცესების შედეგად ლებულობს.

პომიდორში წვენის მოძრაობის რიტმი კავშირში აღმოჩნდა მხოლოდ სუნთქვის დღეღამურ რიტმთან. მიუხედავად იმისა, რომ პირდაპირი ხანმოკლე დაკვირვებები წვენის მოძრაობის რიტმსა და გარემო პირობებს შორის რაიმე გარკვეულ კორელაციას არ გვაჩვენებს, მაინც არ შეიძლება ტირილის პროცესის რიტმზე გარემო პირობების გავლენის მთლიანად უარყოფა. ტირილის დინამიკაზე უფრო დიდი ინტერვალებით (1—2 დღე) ხანგრძლივი დაკვირვების ჩატარებამ გვაჩვენა, რომ ჰაერისა და ნიადაგის ტემპერატურა გარკვეულ გავლენას ახდენს წვენის მოძრაობაზე; დაკვირვების პირველ პერიოდში, როდესაც მრუდი აღმავალია, აღნიშნულია პირდაპირი დადებითი კორელაცია. მოკლე ვადებში ორ-ორი საათის ინტერვალების დაცვით ჩატარებული დაკვირვების მიხედვით წვენის მოძრაობის რიტმზე გარემო პირობების გავლენა თითქოს ქრება და არ არის შესამჩნევი. შესაძლოა ეს წვენის დინების რიტმზე გარემო პირობების არაპირდაპირ ზეგავლენაზე მიუთითებდეს. უდავოა, რომ საერთოდ კლიმატური პირობები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მცენარეში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის პროცესზე; მცენარის განვითარების ერთი ბიოლოგიური ფაზიდან მეორე ფაზაში გადასვლას ძირითადად ამით საზღვრავენ. გარემო პირობებზე დამოკიდებული ფესვთა სისტემის ცოცხალ უჯრედებში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის ხასიათი კი, თავის მხრივ, წვენის მოძრაობის რიტმულ ცვალებადობაზე ახდენს გავლენას.

ამგვარად, გარემო პირობების გავლენა წვენის ორძაობის რიტმზე, მოკლე ხნის დაკვირვებათა წარმოების დროს, არაპირდაპირია, თითქოს შენიღბულია და არაა თვალსაჩინო. გარდა ამისა, წვენის დინების ავტონომიური რიტმი შესაძლოა იმაზე მიუთითებდეს, რომ ნიადაგის ტემპერატურის ან სხვა რომელიმე ფაქტორის შეცვლაზე მცენარე უმაღვე არ პასუხობს. მასში მიმდინარე თითქმის ყველა ფიზიოლოგიური პროცესი გარკვეული ავტონომიურობით ხასიათდება და მხოლოდ შინაგანი ფიზიოლოგიური ფაქტორებით რეგულირდება. ხანგრძლივი პერიოდის მქონე რიტმების (დღე-ღამური, სეზონური და სხვა) ასახსნელად საჭიროა გამოვიყენოთ ისტორიზმის პრინციპი.

ხანგრძლივი პერიოდის მქონე რიტმები (დღე-ღამური, სეზონური და სხვა) უმთავრესად გარემო ფაქტორთა ზემოქმედებას ექვემდებარება. ეს რიტმები ეგზოგენური რიტმების სახელწოდებითაა ცნობი-

ლი. მოკლე პერიოდის (დღე-ღამური, რამდენიმე საათიანი, წუთიანი და წამიანი), ე. წ. ენდოგენური რიტმების მიზეზი მცენარეში მუდმივად მოქმედი გამაღიზიანებელი აგენტების რიტმული მოქმედებაა.

ჩვენ მიერ განხილული ვაზის ტირილის, წვენის შედგენილობის, წყლის შეწოვადობის და ფესვების სუნთქვის რიტმი ენდოგენური ხასიათის რიტმებს წარმოადგენენ. აღნიშნულ ფიზიოლოგიურ მაჩვენებლებს ხანმოკლე პერიოდის მქონე ენდოგენური რიტმების გარდა, ხანგრძლივ პერიოდიანი ეგზენური რიტმულობაც ახასიათებს (სეზონურ დინამიკაში).

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Б ю н и н г Э. Ритмичность физиологических процессов. М., 1961.
2. Ва х м и с т р о в Д. Б. Накопление ионов растениями и клеточные мембраны, М., 1969.
3. В о т ч а л Е. Ф. К вопросу о составе и роли пасоки. Сборник посвящ. К. А. Тимирязеву. 1916.
4. Г р о д з и н с к и й А. М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев, 1965.
5. Г у л и с а ш в и л и В. З. Экология растений Тбилиси, 1960.
6. К е з е л и Т. А. Витамины в растениях Грузии Тбилиси 1966.
7. Д ж а п а р и д з е Л. И. Пол у растений. Изд. АН ГССР, Тбилиси. 1953, 1965.
8. Д у р м и ш и д з е С. В. Дубильные вещества и антоцианы виноградной лозы и вина, М., 1955.
9. Ж у р б и ц к и й З. И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрения. М., 1963.
10. И в а н о в Л. А. Свет и влага в жизни наших древесных пород, М., 1946.
11. И в а н о в В. П. Корневые выделения растений и их значение в жизни фитоценозов. М., 1972.
12. И в а н о в В. Б. Рост и размножение клеток в меристеме корня, М., 1971.
13. К у р с а н о в А. Л. Бот. журн., т. 38, № 5. 1969 Изв. АН ГССР № 11, 1952.
14. К о л о с о в И. И. Поглотительная деятельность корневых систем растений, М., 1962.
15. К е л л и А. Микотрофия у растений, М., 1952.
16. К р а с и л ь н и к о в Н. А. Микроорганизмы почвы и высшие растения, М., 1958.
- 16а. К у р с а н о в А. Л. Взаимосвязь физиологических процессов в растениях, М., 1960.
17. К р а ф т с А., К а р р и е р Х., С т о к и н г, Вода и ее значение в жизни растений, М., 1951.
18. Л а з а р е в Н. М. Биоорганические комплексы почв и возможности повышения агрономической эффективности известкования, М., 1939.
19. М о л о т к о в с к и й Т. Х. Полярность развития растений. Львов, 1961.
20. Н у ц у б и д з е Н. Н. Ассимиляция азота виноградной лозой. Тб., 1970.
21. О в ч а р о в К. Е. Витамины растений. М., 1964.
22. О с т р о в с к а я А. К. Физиологическая роль меди и основы применения медных удобрений. Киев, 1961.
23. О б р у ч е в а Н. В. Физиологическая характеристика зон роста корня, М., 1962.
24. П о т а п о в Н. Г. Закономерности передвижения веществ в корневой системе. Изв. АН СССР, 7, 1962.

- 24а. Прянишников Д. Н. 1945, Азот в жизни растений и земледелии, М., 1945.
25. Пенве Я. В. Биохимия почвы, М., 1961.
26. Петербургский А. В. Обменное поглощение в почве и усвоение растениями питательных веществ, М., 1959.
27. Ратнер Е. И. 1958. Питание растений и жизнедеятельность их корневых систем, М., 1958.
28. Саляев Р. К. Поглощение веществ растительной клеткой, М., «Наука», М., 1969.
29. Сантклифф Д. Ф. Поглощение минеральных солей растениями, «Мир», М., 1964.
30. Сабинин Д. А. Физиологические основы питания растений, М., 1955.
31. Сабинин Д. А. О корневой системе, как осмотическом аппарате, Пермь 1925.
32. Сападзе Г. А. Выделение растениями летучих органических веществ. Тбл. 1961.
33. Тавадзе П. Г. Водный режим, минеральное и воздушное питание виноградной лозы в зависимости от формирования густоты стояния кустов. М., 1954.
34. Туева О. Ф. Поглощение и использование фосфора растением, М., 1961.
35. Трубецкова О. М. Журн. Физиология растений, т. 12, № 15, 1965.
36. Туркова Н. С. Дыхание растений, М., 1963.
37. Уайт Ф. Р. Культура растительных тканей. М., 1949.
38. Физиология сельскохозяйственных растений. Изд. т. 9. МГУ, 1970.
39. Хюнт Э. Песчаные и водные культуры в изучении питания растений, М., 1960.
40. Холодный Н. Г. Биологическое значение фитогенных органических веществ атмосферы. Изб. тр. т. 3. М., 1957.
41. Чаншвили Ш. Ш. Передвижение ассимилятов в виноградной лозе, Тб., 1964.

ს ა რ ჩ ე ვ ი

თ ა ვ ი I

ავტორისაგან	2
1. მეცნიერული უჯრედი და ნივთიერებათა შთანთქმის მექანიზმი	3
2. უჯრედის მიერ საკვებ ნივთიერებათა შთანთქმის მექანიზმი	11
3. უჯრედის მიერ წყლის შთანთქმის მექანიზმი	15
4. ფესვებისა და მათი კვების შესწავლის მეთოდი	23

თ ა ვ ი II

აზოტის შთანთქმა და გარდაქმნა	28
1. აზოტის მეტაბოლიზმი	28
2. გარემო ფაქტორთა გავლენა ნიტრატების აღდგენაზე	35
3. ნიტრატული და ამიაკური აზოტის ფონზე აერაციის სხვადასხვა პირობებში P32-ის შთანთქმა	41
4. აზოტის ფორმების და აერაციის გავლენა მინერალური ნივთიერებების შეთვისებაზე და ნახშირბადის (C ¹⁴) გარდაქმნაზე	45

თ ა ვ ი III

ფოსფორის შთანთქმა, მისი გადამოქრავება და განაწილება მცენარის ორგანოში	56
1. ფოსფორის ფიზიოლოგიური როლი და მისი შეთვისება	56
2. მცენარეში ფოსფორის მოძრაობის სისწრაფე და ორგანოებში განაწილების ხასიათი	60
3. გარემო ფაქტორების გავლენა ფოსფორის შეთვისებაზე	70

თ ა ვ ი IV

გოგირდისა და კალციუმის შთანთქმა და მათი განაწილება მცენარის სხვადასხვა ორგანოში	77
1. გოგირდის ფიზიოლოგიური როლი და მისი გარდაქმნა	77
2. გოგირდის შთანთქმა და მისი განაწილება მცენარის სხვადასხვა ორგანოში	78
3. კალციუმის ფიზიოლოგიური როლი და მისი შეთვისება	85
4. კალციუმის შთანთქმა და მისი განაწილება მცენარის სხვადასხვა ორგანოში	88

თ ა ვ ი V

ფესვებიდან ნახშირბადის (C ¹⁴) შეთვისება	
1. ფესვებიდან ნახშირბადის შეთვისების ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა	101
2. pH-ის, აერაციის და აზოტის ფორმების გავლენა C ¹⁴ -ის შეთვისებაზე	105

თ ა ვ ი VI

ფესვთა სისტემიდან სხვადასხვა ნივთიერებათა გამოყოფა	123
1. ფესვებიდან სხვადასხვა ნივთიერებათა გამოყოფა და ექსკრეციის ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა	123
2. ფესვებიდან მინერალურ ნივთიერებათა გამოყოფის დინამიკა	129
3. ფესვებიდან ორგანულ ნივთიერებათა გამოყოფის დინამიკა (ვიტამინები)	137

VII თ ა ვ ი

ფესვთა სისტემის ფიზიოლოგიური მოზაიკა და გარემო ფაქტორების გავლენა ფესვების სუნთქვაზე	160
1. ფესვების ფიზიოლოგიური მოზაიკა	160
2. გარემო ფაქტორების გავლენა ფესვების სუნთქვაზე	178
3. ფესვის პიგმენტები და მათი ფიზიოლოგიური როლი	189

თ ა ვ ი VIII

რიზოსფეროს მიკროორგანიზმები და მცენარის კვება	215
1. მიკრობა და ბაქტერიოზა, ქლოროზიანი მცენარის მიკროფლორა	215
2. მიკრობიოლოგიური მეთოდით ფესვური კვების პირობების დიაგნოსტიკა	224
3. ნიადაგის ფერმენტები და მათი ბიოლოგიური აქტივობა	243

თ ა ვ ი IX

ვენახის განოციერება	250
1. სასუქების ფორმები, დოზები და შეტანის ვადები	250
2. მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენება მცენარის ფუნქციონალური დაზიანების შემთხვევაში	255
3. გარემო ფაქტორთა გავლენა ქლოროზით დაზიანების ინტენსივობაზე	264
4. ვენახში შეთესილი პარკოსნების გავლენა მცენარის ზრდა-განვითარებაზე და მოსავალზე	268

თ ა ვ ი X

გარემო ფაქტორების გავლენა ფესვების შეწოვადობის უნარზე	279
1. შეწოვადობის შესწავლის მეთოდი	279
2. ტემპერატურის გავლენა ვაზის ფესვთა შეწოვადობის უნარზე	281
3. ჟანგბადის კონცენტრაციის გავლენა წყლის შეწოვადობის უნარზე	284
4. pH-ის გავლენა ვაზის ფესვთა შეწოვადობის უნარზე	289
5. ელექტროდენის გავლენა ფესვებში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესებზე	293

თ ა ვ ი XI

მცენარის ტირილი როგორც ფესვის ცხოველქმედებისა და ფიზიოლოგიური აქტივობის ერთ-ერთი მაჩვენებელი	305
1. ტირილის ინტენსივობა და გარემო ფაქტორების გავლენა წვეთთა მოძრაობაზე	305
2. ტირილის დროს გამოყოფილი წვეთის ქიმიური შედგენილობა	311
3. წვეთთა მოძრაობისა და მისი ქიმიური შედგენილობის რიტმი	320
გამოყენებული ლიტერატურა	331

რეცენზენტები: პროფ. ა. მენაღარაშვილი
დოც. გ. შანშიაშვილი

რედაქტორი დოც. ნ. ყანჩაველი
გამომც. რედაქტორი მ. ძნელაძე
მხატვრული რედაქტორი ს. ბოტკოველი
ტექნიკური რედაქტორი ნ. კუიძე
კორექტორი პ. დგებუაძე
გამომშვები ნ. დოგუზაშვილი

გადაეცა წარმოებას 24/XII—73 წ. ხელმოწერილია დასაბუქდად
25/VII—74 წ. ქალაქი № 2. ქალაქის ზომა 60×90¹/₁₆.
ნაბეჭდი თაბახი 21. საარტიტვო-საგამომცემლო თაბახი 19,55.

ტირაჟი 2000 შუკვ. № 180

ფასი 97 კაპ.

გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, მარჯანიშვილის 5.
Издательство «Ганатлеба», Тбилиси, ул. Марджанишвили, 5.

1974

საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი, 380060, კერუზოვის ქ. № 19
Тип. АН Груз. ССР, Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19