გოგოლა მარგველაშვილი
სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი.
საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის
აკადემიკოსი.

თინათინ ძაძამია
სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი.

აგროქიმიის პრაქტიკუმი

აკადემიკოს გოგოლა მარგველაშვილის
საერთო რედაქციით.

წიგნი წარმოადგენს სასწავლო სახელმძღვანელოს
საქართველოს უნივერსიტეტებში არსებული აგრარული
ფაკულტეტების სამივე საფეხურის (ბაკალავრიატი,
მაგისტრატურა, დოქტორანტურა) სტუდენტებისთვის.

თბილისი 2021

UDC (უაკ) 63:54 (076.5)
მ-342

„აგროქიმიის პრაქტიკუმი“.

ნაშრომი აღიარებულია სახელმძღვანელოდ:
1. აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგრარული ფაკულტეტის საბჭოს სხდომის მიერ (ოქმი №10; 08.06; 2021 წ.)
2. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის საბჭოს სხდომის მიერ (ოქმი №104; 08. 06; 2021 წ.)

სახელმძღვანელოში აღწერილია ნიადაგის, მცენარის, მინერალური და ორგანული სასუქების ანალიზის, აგროქიმიური კვლევის და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის შესწავლის ფართოდ გამოყენებული კლასიკური და ახალი, თანამედროვე მეთოდები, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება სოფლის მეურნეობის აგროქიმიური მომსახურების სისტემაში და როგორც საქართველოს, ისე საზღვარგარეთის ქვეყნების სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებში. სახელმძღვანელოში დეტალურად არის აღწერილი სასუქებზე მინდვრის ცდის შედეგების ციფრობრივი მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების დისპერსიული ანალიზის მეთოდი; კორელაციის და რეგრესიის კოეფიციენტების გამოთვლის მეთოდები.

რედაქტორი: **ვალერიან ცანავა,** სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი.

რეცენზენტები:

როლანდ კოპალიანი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი.

ზაურ ჩანქსელიანი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი.

გიორგი ქვარცხავა, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის დეკანი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის სტიპენდიანტი, ქიმიის აკადემიური დოქტორი.

ISBN 978-9941-9747-7-9

gogolamargvelashvili@yahoo.com; tina.dzadzamia@gmail.com;

რ ე ც ე ნ ზ ი ა

გოგოლა მარგველაშვილის და თინათინ ძაძამიას სახელმძღვანელოზე „აგროქიმიის პრაქტიკუმი“.

ნაშრომი ეხება ნიადაგის, მცენარის, სასუქების ანალიზს, აგროქიმიური კვლევის და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის შესწავლის კლასიკურ და თანამედროვე მეთოდებს, რომელთა ცოდნა და მიზანმიმართული გამოყენება უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გადიდების, პროდუქციის ხარისხის ამაღლების და ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესების საქმეში.

სახელმძღვანელოში მაღალმეცნიერულ დონეზე, სტუდენტებისა და ახალგაზრდა სპეციალისტებისათვის გასაგებ ენაზე, სრულყოფილადაა წარმოდგენილი ნიადაგის კვლევის აგროქიმიური მეთოდები, ნიადაგში მიმდინარე ბიოლოგიური პროცესების განსაზღვრის მეთოდები, ნიადაგის ფერმენტული აქტივობა, მცენარის ანალიზი ნიმუშის აღებიდან დაწყებული ყველა მნიშვნელოვანი მაკრო- მიკროელემენტების, ასევე ორგანული ნაერთების ანალიზით დამთარებული. ნაშრომში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ანალიზს სხვადასხვა მეთოდებით, ნიადაგის ქიმიური მელიორაციის მეთოდებს, ორგანული სასუქებისა და ტორფის ანალიზს. წიგნის ბოლო თავები დათმობილი აქვს აგროქიმიის გამოყენებით ასპექტებს და აგროქიმიური კვლევის მეთოდებს - დისპერსიული ანალიზის მეთოდი და კორელაციის და რეგრესიის კოეფიციენტების გამოანგარიშება და სხვა.

სახელმძღვანელოში მასალის გადმოცემა და გაფორმება სრულად შეესაბამება ასეთი ტიპის ნაშრომისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს. იგი დაწერილია მკითხველისათვის გასაგები ენითა და მაღალი სტილისტური წესით.

ამდენად, ერთმნიშვნელოვნად შეიძლება ითქვას, რომ გოგოლა მარგველაშვილის და თინათინ ძაძამიას სახელმძღვანელო

„აგროქიმიის პრაქტიკუმი“ წარმოადგენს აგრარული მიმართულების სპეციალობების სამივე საფეხურის სტუდენტებისათვის მეტად საინტერესო და საჭირო ნაშრომს, ასევე იგი დიდ დახმარებას გაუწევს სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულებების მკვლევარებს და სოფლის მეურნეობის აგროქიმიური მომსახურების სისტემის თანამშრომლებს, რის გამოც მისი სტამბური წესით დაბეჭდვა მიგვაჩნია მიზანშეწონილად.

სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი,
პროფესორი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის
მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი **რ. კოპალიანი.**

რ ე ც ე ნ ზ ი ა

წიგნზე „აგროქიმიის პრაქტიკუმი“, რომელიც არის სასწავლო სახელმძღვანელო საქართველოს უნივერსიტეტებში არსებული აგრარული ფაკულტეტების სამივე საფეხურის (ბაკალავრიატი, მაგისტრატურა, დოქტორანტურა) სტუდენტებისთვის.

ავტორები: გოგოლა მარგველაშვილი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი.

თინათინ ძაძამია, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი.

წიგნი ,,აგროქიმიის პრაქტიკუმი“ დაიბეჭდება აკადემიკოს გოგოლა მარგველაშვილის საერთო რედაქციით.

სახელმძღვანელოში აღწერილია ნიადაგის, მცენარის, მინერალური და ორგანული სასუქების ანალიზის, აგროქიმიური კვლევის და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის შესწავლის ფართოდ გამოყენებული კლასიკური და ახალი, თანამედროვე მეთოდები, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება ნიადაგების აგროქიმიური გამოკვლევების ლაბორატორიებსა და კვლევით ცენტრებში, როგორც ჩვენს ქვეყანაში, ისე ევროპისა და სხვა ქვეყნებში.

სახელმძღვანელოში მოცემულია ჩატარებული მინდვრის ცდის შედეგად მიღებული მონაცემების სტატისტიკურ-გამოთვლითი მეთოდით დამუშავება.

მიგვაჩნია, რომ სარეცენზიო სახელმძღვანელო - „აგროქიმიის პრაქტიკუმი“ - იმსახურებს დადებით შეფასებას და აუცილებელია გამოიცეს სტამბური წესით.

ზაურ ჩანქსელიანი, სოფლის მეურნეობის
მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი,
საქართველოს სოფლის მეურნეობის
მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი.

რ ე ც ე ნ ზ ი ა
ნაშრომზე „აგროქიმიის პრაქტიკუმი“

პროფესორების გოგოლა მარგველაშვილის და თინათინ ძაძამიას მიერ წარმოდგენილი ნაშრომი ,,აგროქიმიის პრაქტიკუმი“ განკუთვნილია უმაღლესი სასწავლებლების სტუდენტებისთვის, რომლებიც სასწავლო პროგრამით გადიან აგრარულ ტექნოლოგიებს, აგროინჟინერიას, აგრონომიას, ნიადაგისა და წყლის რესურსების ინჟინერიას. სახელმძღვანელო დიდ დახმარებას გაუწევს სამივე საფეხურის სტუდენტებს და ასევე ამ სფეროში მოღვაწე სხვა სპეციალისტებსაც.

გავეცანი წარმოდგენილ სარეცენზიო ნაშრომს და ვფიქრობ:

- ნაშრომში წარმოდგენილია ნიადაგის, მცენარის, მინერალური და ორგანული სასუქების ანალიზის ფართო სპექტრი, როგორც კლასიკური ასევე თანამედროვე მეთოდები.
- ჩამოყალიბებულია თუ რამდენად მნიშვნელოვანია ნიადაგის ქიმიური ანალიზი ნაყოფიერების გასაუმჯობესებლად.
- ავტორებს მოყვანილი აქვთ განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდი, რაც სტუდენტს საშუალებას აძლევს შეარჩიოს მისთვის მისაღები.
- ნაშრომში ცალკე თავი აქვს დათმობილი მინდვრის ცდის შედეგად მიღებული მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების დისპერსიული ანალიზის მეთოდს, რაც მნიშვნელოვან დახმარებას გაუწევს სტუდენტს.
- სახელმძღვანელოში ასევე მოცემულია ხსნარების დამზადების მეთოდები.
- სახელმძღვანელო დაწერილია მარტივი გასაგები ენით.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე სარეცენზიო ,,აგროქიმიის პრაქტიკუმი“ წარმოადგენს სახელმძღვანელოს, სადაც განხილული საკითხები სრულყოფილად არის წარმოდგენილი და იმსახურებს დაიბეჭდოს სტამბური წესით.

სტუ აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების
ინჟინერინგის ფაკულტეტის დეკანი,
ქიმიის აკადემიური დოქტორი
გიორგი ქვარცხავა.

ავტორებისაგან

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების პროდუქტიულობის გადიდებისათვის, მათი ხარისხის ამაღლებისა და ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესებისათვის აუცილებელია, ნიადაგში საკვები ნივთიერებების გარდაქმნის პროცესების, მცენარეში მათი შესვლის და აღნიშნულ პროცესებზე ზემოქმედების ღონისძიებების რეგულირების შესწავლა. აუცილებელია ვისწავლოთ ქიმიური ელემენტების წრებრუნვის მართვა, დამუშავდეს მეცნიერულად დასაბუთებული რეკომენდაციები ქვეყნის მიწათმოქმედებაში მათი ბალანსის გასაუმჯობესებლად – გარემო არის დაცვის პრობლემის გათვალისწინებით.ჯ

მიწათმოქმედების გარდაუვალი შედეგია ნიადაგიდან საკვები ნივთიერებების გატანა მიღებული მოსავლით და ნიადაგის ორგანული ნივთიერების გარკვეული ნაწილის დაშლით. ამიტომ, თუკი მოსავლით გატანილი საკვები ნივთიერებები ისევ არ დაბრუნდა, მცირდება ნიადაგის ნაყოფიერების დონე რასაც ადგილი ჰქონდა არც თუ ისე შორეულ წარსულში.

მდგომარეობა მკვეთრად შეიცვალა მინერალური სასუქების გამოყენებით, რომელთა შექმნა კაცობრიობის უდიდესი მონაპოვარია. მხოლოდ სასუქების შეტანითაა შესაძლებელი ნივთიერებათა წრებრუნვაში ჩარევა მიწათმოქმედებაში, მოსავლის მკვეთრად გადიდება და ნიადაგის პროდუქტიულობის ამაღლება იმაზე უფრო მეტად, ვიდრე ნიადაგწარმოქმნის ბუნებრივი პროცესებითაა განპირობებული.

საერთაშორისო ორგანიზაციების მონაცემებით 2018 წელს მსოფლიოში დამზადებული სასუქების მოცულობამ 203 მილიონი ტონა მოქმედი ნივთიერება შეადგინა. მაშინ როდესაც, მინერალურ სასუქებზე მოთხოვნა 300 მილიონ ტონაზე მეტია და იგი ყოველწლიურად იზრდება.

მინერალური და ორგანული სასუქების თვისებების შესწავლა, კირის, თაბაშირის მოქმედების დადგენა აუცილებელია მრავალი ისეთი საკითხის გადასაწყვეტად, რომელიც დაკავშირებულია ს/ს კულტურების მოსავლის გადიდებასთან, მცენარეული

პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებასთან, ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებასთან და გარემო არის დაცვასთან.

ნიადაგი ცოცხალი სისტემაა, რომელიც მჭიდროდ არის დასახლებული ორგანიზმებით, განსაკუთრებით კი მიკროფლორით. ნიადაგში მიმდინარე პროცესები განსაზღვრავენ არა მხოლოდ მის ბუნებრივ ნაყოფიერებას, არამედ მასში შეტანილი სასუქების სრულად გამოყენების შესაძლებლობას. ამიტომ, აგროტექნიკის, მელიორაციის და ქიმიზაციის საკითხები უნდა გადაწყდეს ნიადაგის ბიოლოგიურ პროცესებზე მათი ზემოქმედების გათვალისწინებით. სასურველი მიკროფლორის ფორმირებისათვის და მიკრობიოლოგიური პროცესების რეგულირების ბიოლოგიური კრიტერიუმების დასადგენად, პირველ რიგში აუცილებელი ხდება ნიადაგის ბიოლოგიური მდგომარეობის დიაგნოსტირება.

სწორედ ამიტომ, ნიადაგის სხვადასხვა ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესწავლის მეთოდებთან ერთად, აუცილებლად მივიჩნიეთ წარმოგვედგინა ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის ძირითადი მახასიათებლების კვლევის მეთოდიკა, რომელიც ეყრდნობა ზოგიერთი მიკრობიოლოგიური და ბიოქიმიური (ფერმენტები) პროცესების განსაზღვრას ნიადაგში.

მცენარის, ნიადაგის, მიკროორგანიზმების და სასუქების ურთიერთდამოკიდებულების ახსნისათვის საჭიროა ღრმა აგროქიმიური გამოკვლევების ჩატარება. აღნიშნული ურთიერთ დამოკიდებულების ახსნისათვის ნიადაგის აგროქიმიური ანალიზის მეთოდი ითვლება სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვან ელემენტად ქვეყნის სოფლის მეურნეობაში.

„აგროქიმიის პრაქტიკუმი“ ქართულ ენაზე (ავტორები - ი.სარიშვილი, ა.მენაღარიშვილი და ბ.გერასიმოვი) 1972 წლის შემდეგ არ გამოცემულა.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული სასწავლო სახელმძღვანელო - „აგროქიმიის პრაქტიკუმი“ გამოდის მნიშვნელოვნად გადამუშავებული და შევსებული სახით. მოიცავს ნიადაგის, მცენარის, მინერალური და ორგანული სასუქების ანალიზის, აგროქიმიური კვლევის და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის შესწავლის

ფართოდ გამოყენებულ კლასიკურ და ახალ, თანამედროვე მეთოდებს. სახელმძღვანელოში დეტალურად არის აღწერილი სასუქებზე მინდვრის ცდის ციფრობრივი მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების დისპერსიული ანალიზის მეთოდი, კორელაციის და რეგრესიის კოეფიციენტების გამოთვლის მეთოდები.

ავტორები გულითად მადლობას უხდიან წიგნის რედაქტორს და ოფიციალურ რეცენზენტებს, რომლებმაც აქტიური მონაწილეობა მიიღეს აღნიშნული სახელმძღვანელოს სრულყოფაში.

თავი I.

I.1. უსაფრთხოების ტექნიკა აგროქიმიურ ლაბორატორიაში მუშაობისას

აგროქიმიურ ლაბორატორიაში უნდა იყოს უსაფრთხო მუშაობის პირობები. არ დაიშვება მუშაობა სპეციალური ტანსაცმლის გარეშე. ლაბორატორიაში იკრძალება საკვების მიღება, საკვები პროდუქტების შენახვა, მოწევა, ხმამაღალი საუბარი, რადიოხელსაწყოებით სარგებლობა. მუშაობისას საჭიროა დაცული იქნეს სისუფთავე და წესრიგი, გასასვლელები არ უნდა გადაიტვირთოს ავეჯით და უსარგებლო საგნებით; აუცილებელია, დაცული იქნეს უსაფრთხოების წესები, რადგან უწესრიგობა, ხშირად იწვევს უბედურ შემთხვევებს მძიმე შედეგებით.

ლაბორატორიში სტუდენტები მუშაობენ ქიმიური რეაქტივებით. მრავალი მათგანი მავნე ზეგავლენას ახდენს ადამიანის ორგანიზმზე (მჟავები, ტუტეები, ფეთქებადსაშიში საწვავი და მომწამვლელი ნივთიერებები), სარგებლობენ ელექტრო მოწყობილობებით. აგროქიმიურ ლაბორატორიაში ყველა თანამშრომელი მდმივად უნდა აქცევდეს სერიოზულ ყურადღებას უსაფრთხოების წესების დაცვას.

ვიდრე დაიწყებდნენ მუშაობას ქიმიური რეაქტივების გამოყენებით, აუცილებელია, კარგად გაეცნონ მათ თვისებებს; განსაკუთრებული ყურადღება მიაქციონ მათ ხანძარუსაფრთხოებას, მომწამვლელობას და სხვა ნივთიერებებთან ფეთქებადი ნარევების წარმოქმნის შესაძლებლობას. რეაქტივებით სარგებლობა შეიძლება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუკი შეფუთვაზე გარკვევით არის წარწერა ნივთიერების დასახელების და დახასიათების შესახებ. ყველა ქიმიური რეაქტივი უნდა ინახებოდეს შესაბამის ჭურჭელში სათანადო ეტიკეტით.

სტუდენტებს ეკრძალებათ მუშაობის დაწყება პედაგოგის თანხმობის გარეშე. აირით, წყლით და ელექტრომოწყობილობით სარგებლობის დამთავრების შემდეგ აუცილებელია დაიკეტოს

ონკანი, გამოირთოს ელექტრომოწყობილობები. ლაბორატორი-იდან გასვლისას გამორთონ ელექტროქსელი, აცნობონ ლა-ბორანტს მუშაობის დამთავრების შესახებ.

მომწამვლელი და არასასიამოვნო სუნის მქონე ნივთიერე-ბებით მუშაობა აუცილებლად უნდა ჩატარდეს გამწოვ კარადაში. არ უნდა ისუნთქონ სუნიანი ნივთიერებებით, მათ შორის გამო-ყოფილი აირით. ნივთიერების სუნის შემჩნევის შემთხვევაში ხე-ლის მოძრაობით უნდა ავიცილოთ იგი.

კატეგორიულად დაუშვებელია ლაბორატორიაში არსებული ნებისმიერი ქიმიური ნივთიერების გემოს გასინჯვა. დაუშვებე-ლია მომწამვლელი ნივთიერების და მწვავე სითხის პიპეტკის დახმარებით პირით ამოღება.

აუცილებელია დავიცვათ რეაქტივები დაბინძურებისაგან; ფხვიერი ნივთიერება არ შეიძლება დავაბრუნოთ უკან ჭურ-ჭელში, იგი უნდა შეგროვდეს ცალკე ჭურჭელში და გაიგზავნოს გადასამუშავებლად. არ შეიძლება ერთად იქნეს შენახული ნივთიერებები, რომლებსაც შეუძლიათ ერთმანეთთან ურთიერთ-მოქმედება. განსაკუთრებით საფრთხეს წარმოადგენს აზოტის, ქლორის და გოგირდის მჟავების ორგანულ ნივთიერებებთან ერ-თად შენახვა. რეაქტივები, რომლებიც იცვლებიან სინათლის მოქ-მედებით, უნდა ინახებოდეს მუქი ფერის მინის ჭურჭელში.

საშიში ნივთიერებების ნარჩენები, ასევე, იშვიათი და ძვირ-ფასი მეტალების შენაერთები არ შეიძლება გადაიყაროს სანაგვე ყუთებში ან საკანალიზაციო მილში, ისინი უნდა მოთავსდეს განსაკუთრებულ ქილებში.

ქიმიური ჭურჭლით უსაფრთხოდ მუშაობის ძირითადი წესები.

მინის ბასრ ნამტვრევებს, ასევე, მაღალ ტემპერატურამდე გაცხელებულ მინის ჭურჭლის ნაწილს, აპარატებს და ხელსაწყ-ოებს შეუძლიათ არაფრთხილი გამოყენების შემთხვევაში გამოი-წვიონ ხელის ტრამვა.

რეაქციისთვის განკუთვნილი ნარევის შერევა მინის ჭურ-ჭელში წკირით ან შპატელით საჭიროა ჩატარდეს დიდი სიფრ-თხილით, არ უნდა დაუშვან ჭურჭლის გატეხვა. ამ შემთხვევაში ჭურჭელი უნდა გვეჭიროს მისი ყელის ნაწილში.

ჭურჭელი, რომელშიც მოთავსებულია ცხელი სითხე გადა-ტანისას უნდა დავიჭიროთ ორი ხელით: ერთი ხელი - ძირზე, მეორე – ყელთან, ამ დროს ხელის თითების დამწვრობის თავიდან ასაცილებლად გამოყენებული უნდა იქნეს ქსოვილის ნაჭერი. გაცხელებულ ჭურჭელს არ შეიძლება დავახუროთ მილესილი საცობი, სანამ იგი არ გაცივდება.

გაცხელების საჭიროების შემთხვევაში უნდა ვისარგებლოთ ჭურჭლით, რომელსაც აქვს შესაბამისი მარკირება.

მინით გაჭრის შემთხვევაში პირველ რიგში ყურადღებით უნდა დავათვალიეროთ ჭრილობა და ამოღებული იქნეს ნამსხვ-რევები (თუ კი ისინი არიან), შემდეგ კი გაჭრილი ადგილი მოი-ბანოს კალიუმის პერმანგანატის 2%-იანი ხსნარით, წაესვას იოდი და შეხვეულ იქნეს ბინტით.

ტუტეებთან უსაფრთხო მუშაობის ძირითადი წესები.

ტუტეებთან მუშაობისას აუცილებელია გამოყენებული იქ-ნეს: რეზინის ხელთათმანები, დამცავი სათვალე ან ნიღაბი. ტუ-ტეების ხსნარების მომზადებისას საჭიროა ტუტის მცირე ზომის ნაწილაკები ძალიან ნელა იქნეს ჩაშვებული წყალში და დაუ-ყოვნებლივ შეერიოს ხსნარი. ტუტის მსხვილი გოროხები საჭიროა დაქუცმაცდეს მცირე ზომის ნაწილაკებად მხოლოდ სპეცია-ლურად გამოყოფილ ადგილზე, რომელიც წინასაწარ დაფარულია სქელი მკვრივი ქსოვილით. ნატრიუმის ტუტის წყალში გახსნისას ადგილი აქვს ძლიერ გაცხელებას, ამიტომ ეს პროცესი უნდა შეს-რულდეს ცეცხლგამძლე ჭურჭელში. ჭურჭელი, რომელშიც ინახება მყარი ტუტეები და მათი ხსნარები არ შეიძლება დახუ-რული იყოს მინის მილესილი საცობით.

ამიაკის კონცენტრირებული ხსნარით (25%-იანი) მუშაობა მიზანშეწონილია გამწოვ კარადაში, რადგან გამოყოფილი აირ-ოვანი ამიაკი იწვევს ზედა სასუნთქი გზების, თვალის გაღიზია-ნებას; შეიძლება წარმოიქმნას კანზე ბუშტულები.

ტუტეების კონცენტრირებული ხსნარების დაღვრისას მას აყრიან ქვიშას ან ხის ნახერხს. მათი მოცილების შემდეგ ზედაპირს ამუშავებენ ძმარმჟავას სუსტი ხსნარით.

მჟავებთან უსაფრთხო მუშაობის ძირითადი წესები.

მჟავების კონცენტრირებული ხსნარები ხანგრძლივი სარ-გებლობისთვის შენახული უნდა იქნეს არა უმეტეს 1-2 ლიტრი ტევადობის ჭურჭელში.

აზოტის და მარილის მჟავების (მჟავები, რომლებიც ბო-ლავენ) გამოყენებისას უნდა გავიკეთოთ აირწინაღი ან რესპი-რატორი, ან დავიფაროთ ტუჩი და ცხვირი ნატრიუმის კარ-ბონატის 2-3%-იანი ხსნარით დასველებული ქსოვილის ნაჭრით. კონცენტრირებული მჟავებით მუშაობისას დამცველი სათვალისა და ხელთათმანის გარეშე მუშაობა აკრძალულია.

გოგირდის ან აზოტის მჟავების ხსნარების მომზადებისთვის მჟავა უნდა დაემატოს წყალში ძალიან მცირე ნაკადით მუდმივი შერევის პირობებში და არა პირიქით. ძლიერი გაცხელების გამო განზავებისთვის საჭიროა გამოყენებულ იქნეს ჭურჭელი, რომე-ლიც დამზადებულია ფაიფურისგან ან ცეცხლგამძლე მინისგან.

კონცენტრირებული აზოტის მჟავის გამოყენებით ქიმიური რეაქციები უნდა ჩატარდეს გამწოვ კარადაში, რადგანაც ამ დროს ხდება აზოტის მომწამვლელი ოქსიდების გამოყოფა.

კონცენტრირებული მარილის მჟავით მუშაობა ასევე უნდა ჩატარდეს გამწოვ კარადაში., რადგანაც მისი ორთქლი მაღალი კონცენტრაციის პირობებში იწვევს ლორწოვანი გარსის გაღი-ზიანებას, ხველებას, ცემინებას. განსაკუთრებული სიფრთხილეა საჭირო ფტორწყალბად მჟავას გამოყენებით მუშაობისას, რად-განაც მისი ხსნარები და ორთქლი ძალზე ტოქსიკურია.

თუკი შემთხვევით დაიღვარა მჟავა, პირველ რიგში აყრიან ქვიშას, რათა მან შეიწოვოს მჟავა, შემდეგ ქვიშას აცილებენ და ამ ადგილს აყრიან კირს ან სოდას, ამის შემდეგ რეცხავენ წყლით და წმენდენ გამშრალებამდე.

ფეთქებად საშიში რეაქტივებით უსაფრთხო მუშაობის ძირითადი წესები.

საშიშია სუფთა კალიუმის ქლორდის (ბერთოლეს მარილის) გაშრობა და გასრესა სანაყში, რადგან იგი ფეთქებად საშიშია. მასთან მუშაობის შემდეგ საჭიროა მიმოფანტული კრისტალების ზედმიწევნით ყურადღებით შეგროვება და ხელის დაბანა, რადგან კალიუმის ქლორიდი ითვლება სისხლის მომწამვლელ ნივთიერებად. ადვილად დამჟანგველ ნივთიერებებთან (გოგირდი, ფოსფორი, შაქარი, ალუმინის ფხვნილი) კალიუმის ქლორიდის ნარევი დარტყმისას ფეთქდება, ხოლო, მანგანუმის (IV), ქრომის (III), სპილენძის (II) ოქსიდებთან ნარევში კალიუმის ქლორიდი 200^0 C-ზე ლღვება (ოქსიდები აჩქარებენ მის გალღობას).

სუფთა ამონიუმის ნიტრატი არ არის დარტყმისადმი მგრძნობიარე, მაგრამ ფეთქდება დეტონატორისაგან და დახურულ ჭურჭელში შენახვისას დაგროვილი გამოლექილი პროდუქტების კატალიზური გავლენის შედეგად. განსაკუთრებით საშიშია ამონიუმის ნიტრატის ნარევი საწვავ ნივთიერებებთან და ფხვნილისებრ მეტალებთან.

მეტალების (რკინის, მაგნიუმის, ალუმინის) ძალიან წმინდა ფხვნილი ხასიათდება თვითაალებით, ამიტომ არ შეიძლება მათი დაყრა გამაცხელებელ ხელსაწყოებთან ახლოს. განსაკუთრებით ცეცხლსაშიშია მეტალების ფხვნილის ნარევი ზოგიერთ დამჟანგველთან.

ზეჟანგური შენაერთები ითვლება ფეთქებად და ცეცხლსაშიშ ნივთიერებებად. ისინი მგრძნობიარენი არიან დარტყმისადმი, ბიძგისადმი, რყევისადმი, სინათლისა და ტემპერატურისადმი. ზეჟანგი უნდა ინახებოდეს მუქი ფერის მინის ან პოლიეთილენის ჭურჭელში მათი დაშლის ტემპერატურის გათვალისწინებით.

მძიმე მეტალების კვალიც კი ითვლება ზეჟანგების დაშლის კატალიზატორებად. იკრძალება ზეჟანგიანი ჭურჭლის მაგარი საცობით დახურვა.

ცეცხლმოკიდებულ ზეჟანგს აქრობენ ქვიშით ან ნახშირმჟავიანი ცეცხლსაქრობლებით. დაღვრილ თხევად ზეჟანგს დაუყოვნებლივ, სასწრაფოდ შთანთქავენ ქვიშით, ამ დროს არ შეიძლება საწმენდი ჩვარის ან მსგავსი მასალის გამოყენება.

კალიუმის პერმანგანატით უსაფრთხო მუშაობის ძირითადი წესები.

კალიუმის პერმანგანატის ($KMnO_4$) გადმოყრა ჭურჭლიდან ან მისი კრისტალების გასრესა უნდა მოხდეს გამწოვ კარადაში, რადგამ ამ დროს წარმოქმნილი მტვერი ძლიერ აღიზიანებს სასუნთქი გზების და თვალის ლორწოვან გარსს. კატეგორიულად იკრძალება კონცენტრირებული გოგირდის მჟავას დასხმა კალიუმის პერმანგანატის კრისტალებზე, რადგანაც ამ შემთხვევაში შეიძლება მოხდეს აფეთქება. კალიუმის პერმანგანატის რეაქცია მარილის მჟავასთან უნდა ჩატარდეს გამწოვ კარადაში, რადგან ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება ქლორი.

ცეცხლსაშიში ნივთიერებებით უსაფრთხო მუშაობის ძირითადი წესები.

ცეცხლსაშიში ნივთიერებების (ბენზინის, აცეტონის, ბენზოლის, თხევადი ნახშირწყალბადების და სხვა) შენახვა ლაბორატორიაში შეიძლება მხოლოდ მცირე რაოდენობით, რადგან ისინი ორთქლდებიან და ადვილად ალდებიან. გარდა ამისა, მათ ორთქლს ჰაერთან შეუძლიათ წარმოქმნან ფეთქებადსაშიში ნარევები. ადვილად აალებადი და საწვავი სითხეები შენახული უნდა იქნეს სქელკედლიან მინის ჭურჭელში მილესილი საცობით. მინის ჭურჭელს ათავსებენ სპეციალური მეტალის ყუთში სახურავით, რომლის ძირი გამოფენილი უნდა იყოს აზბესტით (ცეცხლგამძლე მასალა). ყუთი უნდა მოთავსდეს გასასვლელ - შემოსასვლელისგან მნიშვნელოვანი დაშორებით, ისე რომ მასთან

მისვლა მოსახერხებელი იყოს. ლაბორატორიაში შენახული ცეცხლსაშიში სითხეების საერთო რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 5 ლიტრს.

ადვილადალებადი სითხეების გამოყენებით ყველანაირი სამუშაო უნდა ჩატარდეს გამწოვ კარადაში, რომელშიც კარგად მუშაობს ვენტილაცია და არ არსებობს ღია ცეცხლი.

ჭურჭელი რომელშიც ჩატარდა სამუშაო საწვავი სითხეების გამოყენებით, მუშაობის დამთავრებისთანავე ზედმიწევნით კარგად უნდა გაირეცხოს. იკრძალება საწვავი სითხის ჩაღვრა ნიჟარაში, ისინი უნდა შეგროვდეს სპეციალურ ჰერმეტულად დახურულ ჭურჭელში, რომელსაც, სამუშაო დღის ბოლოს გაიტანენ ლაბორატორიიდან სპეციალურად გამოყოფილ ადგილზე. წყალში უხსნადი ნივთიერებების წვისას არ შეიძლება მათ ჩასაქრობად წყლის გამოყენება, რადგან ხანძარი არა თუ ლიკვიდირებული, არამედ, პირიქით, შეიძლება კიდევ უფრო გაძლიერებული იქნეს. რაც უფრო მეტი წყალი იქნება გამოყენებული, მით უფრო გაძლიერდება ხანძარი. წყალში უხსნადი ორგანული ნივთიერებები, აგრეთვე, მრავალი არაორგანული ნივთიერება, რომლებიც რეაგირებენ წყალთან, საჭიროა ჩაქრობილ იქნეს ქვიშით ან დაიფაროს აზბესტით. თუკი ცეცხლმოკიდებული ნივთიერება წყალში ხსნადია, მათი ჩაქრობა შეიძლება წყლით.

ელექტროხელსაწყოებით უსაფრთხო მუშაობის ძირითადი წესები.

აგროქიმიური ლაბორატორიები, ელექტროდენით ხანძრის გაჩენის ხარისხის მიხედვით, მიეკუთვნებიან მომეტებულად ან განსაკუთრებით საშიშ შენობათა რიცხვს. ამიტომ, ელექტროხელსაწყოების გამოყენებასთან დაკავშირებული ყველა სამუშაო უნდა ჩატარდეს მასწავლებლის (ლაბორანტის) მეთვალყურეობის ქვეშ.

ყველა ელექტროხელსაწყო, რომელიც იკვებება ქსელიდან უნდა იყოს დამიწებული. უნდა გვახსოვდეს, რომ 220 და 127 ვოლტი ძაბვა შეიძლება სასიკვდილო აღმოჩნდეს ადამიანისთვის.

ხელსაწყოს ჩართვამდე უნდა დავრწმუნდეთ, რომ ის გამართულია, უნდა დათვალიერდეს მავთული, იზოლაცია. გასწორდეს გადაგრეხილი, გადაღუნული ადგილები. ელექტროხელსაწყოს ჩართვა უნდა მოხდეს მხოლოდ მშრალი ხელით. სველი კანი კარგი ელექტროგამტარია.

წყლის აბაზანით მუშაობისას არ შეიძლება წყლის გაცხელების ხარისხის შემოწმება ხელით.

ნებისმიერი ელექტროხელსაწყოს ჩართვის თანმიმდევრობა უნდა იყოს შემდეგი: პირველ რიგში ხდება მავთულის (შნურის) მიერთება ხელსაწყოსთან, შემდეგ კი – ქსელში; ხელსაწყოს გამორთვა კი ხდება შებრუნებული წესით. აღნიშნული წესის დარღვევამ შეიძლება გამოიწვიოს ტრამვა.

ხელსაწყოს რაიმე სახის დაზიანების აღმოჩენის შემთხვევაში დაუყოვნებლივ უნდა გამოირთოს იგი ქსელიდან და დაზიანების აღმოსაფხვრელად გამოძახებული იქნეს სპეციალისტი. ხელსაწყოს თვითნებურად შეკეთება აკრძალულია.

ხანძრის გაჩენის შემთხვევაში, მთელ ლაბორატორიაში დაუყოვნებლივ უნდა გამოირთოს აირი (გაზი) და ელექტროხელსაწყოები. გატანილ იქნეს ყოველგვარი საწვავი ნივთიერება ხანძრიდან მოშორებით, ხანძრის გაჩენის კერას დაეყაროს ქვიშა, ან დაიფაროს სველი შალის ადეალით ან აზბესტით. დიდი ალი ჩაქრობილ იქნეს ცეცხლსაქრობის დახმარებით (უმჯობესია ნახშირმჟავიანი ცეცხლსაქრობის გამოყენება).

ცეცხლმოკიდებული მავთულის ჩაქრობა არ შეიძლება წყლით. უმჯობესია პირველ რიგში გამოირთოს ქსელი და შემდეგ დავიწყოთ ხანძრის კერის ჩაქრობა.

პირველადი დახმარება დამწვრობისა და მოწამვლის შემთხვევაში.

კანის ზედაპირზე ღია ცეცხლის მოქმედებისას, თუკი მასზე არ მოხვედრილა არავითარი ქიმიური ნივთიერება, ე.ი. თერმული დამწვრობის შემთხვევაში, აუცილებელია:

ა) პირველი ხარისხის დამწვრობის შემთხვევაში (გაწითლება) – დავიდოთ ეთილის სპირტით დასველებული ბამბა, დასველება პერიოდულად გავიმეოროთ.

ბ) მეორე ხარისხის დამწვრობის შემთხვევაში (ბუშტულების წარმოქმნა) გავიკეთოთ ეთილის სპირტით დასველებული სახვევი, დასველება გავიმეოროთ. ანალოგიურად შეიძლება გამოვიყენოთ კალიუმის პერმანგანატის 3-5%-იანი ხსნარი.

გ) მე-3 ხარისხის დამწვრობის შემთხვევაში (ქსოვილის დაშლა) – ჭრილობა უნდა დაიფაროს სტერილური სახვევით და გამოძახებული იქნეს სასწრაფო დახმარების ბრიგადა, ან, დაზარალებული გადაყვანილი იქნეს უახლოეს საავადმყოფოში.

ქიმიური დამწვრობის შემთხვევაში პირველადი დახმარება დამოკიდებულია დამწვრობის გამომწვევ რეაქტივზე. კანის ზედაპირზე მჟავას მოხვედრისას დამწვარი ადგილი უნდა ჩამოიბანოს დიდი რაოდენობით წყლით და შემდეგ დამუშავდეს ნეიტრალური ნივთიერებებით, მაგალითად, ნატრიუმის ბიკარბონატის ან ამონიუმის კარბონატის 2-5%-იანი ხსნარით.

კანის ზედაპირზე ტუტის მოხვედრისას უნდა ჩამოიბანოს იგი წყლის უხვი რაოდენობით 10 წუთის განმავლობაში, შემდეგ კი დაზიანებულ ადგილს დაფარავენ ძმრის ან ლიმონის მჟავას 5%-იან ხსნარში დასველებული ბინტით.

მჟავას ან ტუტის თვალში მოხვედრისას საჭიროა სასწრაფოდ წყლით ზედმიწევნით კარგად ჩამობანა 10-30 წუთის განმავლობაში, შემდეგ ნოვოკაინის 2%-იანი ხსნარის ჩაწვეთება და ექიმთან მიმართვა.

კანის ზედაპირზე ბრომის მოხვდრისას, სასწრაფოდ უნდა ჩამოიბანოს იგი ეთილის სპირტით ან წყლით და წასმული იქნეს ნატრიუმის ბიკარბონატის ან ამონიუმის კარბონატის მალამო.

კანის ზედაპირზე ფენოლის მოხვედრისას საჭიროა დამწვრობის ადგილის სპირტით ჩამობანა.

აგროქიმიურ ლაბორატორიაში უნდა იყოს პირველადი დახმარების აფთიაქი:

- სამედიცინო მარლის ბინტი არასტერილური და სტერილური 5 X 10 სმ;

- ბამბა არასტერილური;
- კალიუმის პერმანგანატის ($KMnO_4$) ნაჯერი ხსნარი;
- ბორის მჟავას (H_3BO_3) 2%-იანი ხსნარი;
- ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის ($NaHCO_3$) 5%-იანი ხსნარი;
- ამიაკის (NH_4OH) 10%-იანი ხსნარი;
- ძმარმჟავას (CH_3COOH) 5%-იანი ხსნარი;
- ვალერიანის ნაყენი;
- დაყალიბებული ჭიქა;
- ჭურჭელი თვალის ჩამობანისთვის;
- სისხლდენის შემაჩერებელი რეზინის დამჭერი.

საკონტროლო კითხვები 1.1. ქვეთავთან.

1. რა წესები უნდა დაიცვას სტუდენტმა ლაბორატორიაში უსაფრთხოდ მუშაობისთვის?
2. დაასახელეთ ქიმიური ჭურჭლით უსაფრთხოდ მუშაობის ძირითადი წესები.
3. როგორია ტუტეებთან უსაფრთხო მუშაობის ძირითადი წესები?
4. როგორ ვიმუშაოთ მჟავებთან უსაფრთხოდ?
5. როგორია ფეთქებად საშიში რეაქტივებით უსაფრთხო მუშაობის ძირითადი წესები?
6. როგორ ვიმუშაოთ უსაფრთხოდ კალიუმის პერმანგანატით?
7. მოგვიყევით ცეცხლსაშიში ნივთიერებებით უსაფრთხო მუშაობის ძირითადი წესები.
8. როგორია ელექტროხელსაწყოებით უსაფრთხო მუშაობის ძირითადი წესები?
9. პირველადი დახმარება დამწვრობისა და მოწამვლის შემთხვევაში.
10. რა საშუალებები ინახება პირველადი დახმარების აფთიაქში?

I.2. ხსნარების მომზადება.

ნაჯერი ხსნარების მომზადება.

ნაჯერი ხსნარების მომზადება შედარებით იშვიათად ხდება. აღნიშნული ხსნარების მომზადებისას თავდაპირველად უნდა გავიგოთ ჩვეულებრივი ტემპერატურის პირობებში მოცემული ნივთიერების ხსნადობა, რის შემდეგ მას ვწონით და წყალს ვუმატებთ შესაბამისი რაოდენობით. მაგ. საჭიროა ამონიუმის ქლორიდის ნაჯერი ხსნარის მომზადება, ამისათვის წინასწარ ვგებულობთ მის ხსნადობას ჩვეულებრივი ტემპერატურის პირობებში. ხსნადობა 20^0 პირობებში უდრის 27,3 გ.; ტექნიკურ-ქიმიურ სასწორზე ავწონით აღნიშნულ რაოდენობას, ჩავყრით წყალში, რომლის მოცულობა დაახლოებით უნდა უდრიდეს 73 მლ და ვხსნით გაცხელების პირობებში. გაცივებისას ვღებულობთ ამონიუმის ქლორიდის ნაჯერ ხსნარს.

პროცენტული ხსნარების მომზადება

ზემოთ აღნიშნული ხსნარების მომზადების დროს არ არის საჭირო ისეთი სიზუსტის დაცვა, როგორც ტიტრული ხსნარების მომზადებისას, რადგანაც ჩვეულებრივად, ქიმიური პროცესების ჩასატარებლად (დალექვა, გახსნა და სხვა) მათი დამატება ხდება ჭარბი რაოდენობით (რასაკვირველია გარკვეული რაოდენობის ფარგლებში). პროცენტული ხსნარების დამზადების არსებული ხერხებიდან ჩვენ განვიხილავთ მხოლოდ ერთს, რომელიც თავისი სიმარტივის გამო ფართოდაა გავრცელებული ლაბორატორიულ პრაქტიკაში. არსებობს ხსნარების დამზადების ორი შემთხვევა:

1. ნივთიერება არის მყარ მდგომარეობაში (მაგ. $K_2Cr_2O_7$ და სხვა).

2. როდესაც ნივთიერება თხევად ან ხსნად მდგომარეობაშია (მაგ. HCl, H_2SO_4, NH_4OH, $NaOH$), თხევადი (ალკოჰოლი, ქლოროფორმი და სხვა).

განვიხილოთ ჯერ პირველი, ე.ი. როდესაც ნივთიერება მყარია. დავუშვათ, საჭიროა 10 %-იანი კალიუმის კარბონატის (K_2CO_3) ხსნარის მომზადება ერთი ლიტრის რაოდენობით.

10 %-იანი ნიშნავს, რომ ყოველი 100 მლ ხსნარი შეიცავს 10 გრამ ნივთიერებას, ამიტომ გაანგარიშებას ვაწარმოებთ შემდეგნაირად:

თუკი 100 მლ	შეიცავს	10 გრამს
მაშინ 1000 მლ	„--“	X

$$X = (10 \cdot 1000) : 100 = 100 \text{ გ.}$$

ტექნიკურ-ქიმიურ სასწორზე ვწონით 100 გრამ კალიუმის კარბონატს, ვყრით საზომ ცილინდრში (ან საზომ კოლბში) ვამატებთ ნახევარ ლიტრამდე წყალს, ვანჯღრევთ კრისტალების სწრაფად გახსნისათვის და ამის შემდეგ წყლით შევავსებთ ნიშანხაზამდე, ე.ი. ერთ ლიტრ მოცულობამდე.

თუკი მარილები შეიცავენ საკრისტალიზაციო წყალს, მაშინ ხალასი ნივთიერების წონას უნდა დაემატოს საკრისტალიზაციო წყლის წონითი რაოდენობაც. მაგალითად, 5 %-იანი 500 მლ სოდის ხსნარის დასამზადებლად ჯერ ანგარიშობენ უწყლო სოდის იმ რაოდენობას გრამობით, რომელიც საჭიროა 500 მლ 5 %-იანი ხსნარის მოსამზადებლად:

100 მლ ხსნარი	შეიცავს	5 გრამ მარილს
500 მლ ,,	„-- “	X

$$X = (5 \cdot 500) : 100 = 25 \text{ გ.}$$

ამრიგად, სოდას რომ არ ქონდეს საკრისტალიზაციო წყალი, საკმარისი იქნებოდა 25 გრამის აღება. სინამდვილეში სოდა შეიცავს 10 მოლეკულა საკრისტალიზაციო წყალს (**$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$**) ამიტომ საჭიროა გავიანგარიშოთ კრისტალიზაციური წყლის ის რაოდენობა, რომელიც შეესაბამება სოდის (Na_2CO_3) 25 გრამს; უწყლო სოდის გრამ-მოლეკულა = 106 გრამს; წყალთან დაკრისტალებული სოდის გრამ-მოლეკულა = 286 გრამს; აქედან,

თუ 106 გრამ უწყლო სოდას შეესაბამება 286 გრამი წყალთან დაკრისტალებული სოდა, მაშინ 25 გრამს შეესაბამება X.

$$X = (286 \cdot 25) : 106 = 67{,}45 \text{ გრამი.}$$

ე.ი., 67,45 გ **$NNa_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$** შეიცავს 25 გრამ უწყლო სოდას.

მაშასადამე, 10 მოლეკულა წყალთან დაკრისტალებული სოდის 5 %-იანი ხსნარი რომ დავამზადოთ 500 მლ მოცულობით, საჭიროა აღნიშნული მარილი ავწონოთ 67,5 (დამრგვალებით) გრამი, მოვათავსოთ საზომ კოლბში, გავხსნათ ჯერ მცირე რაოდენობით წყალში და შემდეგ შევავსოთ წყლით ნიშანხაზამდე.

განვიხილოთ მეორე შემთხვევა, ესეიგი როცა ნივთიერება არის სითხის ან ხსნარის სახით.

ა) თუ ნივთიერება წარმოადგენს ხსნარს (HCl, HNO_3, H_2SO_4, NH_4OH და სხვა), მისი პროცენტული ხსნარის დასამზადებლად პირველ რიგში საჭიროა საწყისი ხსნარის კუთრი წონის განსაზღვრა არეომეტრის საშუალებით. მაგალითად, საჭიროა 15 %-იანი გოგირდმჟავას ხსნარის მომზადება ორი ლიტრის რაოდენობით.

უპირველეს ყოვლისა უნდა გავიანგარიშოთ მჟავას ის რაოდენობა, რომელიც გახსნილი იქნება სასურველ მოცულობაში, ესეიგი ამ შემთხვევაში ორ ლიტრში. გაანგარიშებას ვაწარმოებთ შემდეგნაირად:

თუ 100 მლ 15 %-იანი გოგირდმჟავას ხსნარი შეიცავს 15 გ საწყის ნივთიერებას

მაშინ 2000 მლ ,, ,, ,, X ,,

$$X = (15 \cdot 2000) : 100 = 300 \text{ გ.}$$

დავუშვათ, საწყისი გოგირდმჟავას კუთრი წონა ტოლია 1,83 (არეომეტრის ჩვენება); აღნიშნულ კუთრ წონას შესაბამისი ცხრილის მიხედვით შეესაბამება 92 %, რაც იმას ნიშნავს, რომ გოგირდმჟავას ყოველი 100 გ შეიცავს 92 გ სუფთა გოგირდმჟავას. ორი ლიტრი 15 %-იანი გოგირდმჟავას დასამზადებლად საჭიროა 300 გრამი. შევადგენთ შემდეგ პროპორციას:

100 გ შეიცავს 92 გ

X გ ,, 300 გ

$$X = (300 \cdot 100) : 92 = 326{,}1 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, გოგირდმჟავას 326,1 გ შეიცავს 300 გ სუფთა მჟავას. ამ რაოდენობის აწონა უხერხულია, ამიტომ უმჯობესია

წონითი რაოდენობა გადავიყვანოთ მოცულობაში, რასაც ვაღ-წევთ 326,1 გ მჟავას მისივე კუთრ წონაზე გაყოფით

326,1 : 1,83 = 178 მლ, ესეიგი საწყისი გოგირდმჟავას 178 მლ შეიცავს 300 გრამ სუფთა მჟავას, რომელიც საჭიროა ორი ლიტრი 15 %-იანი გოგირდმჟავას დასამზადებლად. ვიღებთ ამ მოცულობას (178 მლ), ვასხამთ 2 ლიტრიან საზომ კოლბში (საზომ ცილინდრში), რომელშიც წინასწარ ჩასხმულია 300–500 მლ წყალი, კარგად ავურევთ და წყლით შევავსებთ ნიშანხაზამდე (ყოველთვის წყალში ვასხამთ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას და არა პირიქით).

ბ) თხევადი ნივთიერება (პირიდინი, ეთერი, ქლოროფორმი, ალკოჰოლი და სხვა).

დავუშვათ, საჭიროა 10 %-იანი პირიდინის ხსნარის მომ-ზადება 1,5 ლიტრის რაოდენობით, რისთვისაც საკმარისია 150 გრამი პირიდინი. მისი კუთრი წონა – 0,982. აქედან ადვილია მისი მოცულობის გაგება, რომელშიც იქნება 150 გრამი სუფთა ნივთიერება:

150 : 0,982 = 152,8 მლ

მაშასადამე, პირიდინის 153 მლ (დამრგვალებით) ვათავსებთ სათანადო ჭურჭელში და წყლით შევავსებთ ნიშანხაზამდე (1,5 ლიტრამდე).

ტიტრული ხსნარების მომზადება.

რეაქციები, რომლებიც მოცულობითი ანალიზის დროს გამოიყენება სხვადასხვა ტიპისაა და ამის შესაბამისად არჩევენ სამ ძირითად მეთოდს:

1. ნეიტრალიზაციის,
2. დალექვის და
3. ჟანგვა-აღდგენის.

მოცულობითი ანალიზის ყველა ამოცანის გადაწყვეტა ხდება ტიტრული ხსნარების საშუალებით.

ნივთიერების ხსნარს, რომლის კონცენტრაცია ზუსტადაა ცნობილი **ტიტრული ხსნარი** ეწოდება.

ტიტრი გამოსახავს ნივთიერების რაოდენობას გრამობით 1 მლ ხსნარში. ტიტრული ხსნარების კონცენტრაციას ჩვეულებრივ გამოსახავენ ნორმალობით.

ნორმალური ხსნარი წარმოადგენს ისეთ ხსნარს, რომლის 1 ლიტრი შეიცავს ნივთიერების ერთ გრამ-ექვივალენტს და აღინიშნება n-ით.

გრამ-ექვივალენტი არის გრამობით გამოსახული ნივთიერების ის რაოდენობა, რომელიც მოცემულ რეაქციაში შეესაბამება წყალბადის 1 გრამ ატომს ან ჰიდროქსილის 17 გ, ან საერთოდ ერთვალენტიანი იონის – 1 გ იონს.

ამიტომ, ნივთიერების გრამ-ექვივალენტი არ წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეს და დამოკიდებულია იმ რეაქციაზე, რომელშიც გამოიყენება აღნიშნული რეაქტივი. ნეიტრალიზაციის და დალექვის რეაქციების შემთხვევაში ნივთიერების გრამ-ექვივალენტის დასადგენად საჭიროა დავწეროთ რეაქციის განტოლება და გამოვარკვიოოთ ის, თუ მოცემული ნივთიერების რამდენი გრამი შეესაბამება წყალბადის 1 გ ატომს, ან 1 გ იონს.

მჟავები:

1. $HCl + NaOH = NaCl + H_2O$
2. $H_2SO_4 + 2\ NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O$

პირველ რეაქციაში HCl -ის გრამ-ექვივალენტი უდრის მის გრამ-მოლს ე.ი. 36,5 გ.

მეორე შემთხვევაში გოგოგირდმჟავას (H_2SO_4) ორივე წყალბადიონი მონაწილეობს რეაქციაში. აქედან ცხადია, რომ H_2SO_4 გრამ-ექვივალენტი უდრის 1/2 გრამ-მოლს, ე.ი.

98,08 : 2 = 49,04 გ.

მაშასადამე, **ყოველგვარი მჟავას გრამ-ექვივალენტი უდრის მის გრამ-მოლს გაყოფილს რეაქციაში მონაწილე წყალბად (H^+) იონთა რიცხვზე.**

ტუტეები

1. $KOH + H_2SO_4 = KHSO_4 + H_2O$
2. $2\ Al(OH)_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O$

პირველ შემთხვევაში KOH-ის გრამ-ექვივალენტი უდრის მის გრამ-მოლს, მეორე რეაქციაში $Al(OH)_3$ გრამ-ექვივალენტი შეესაბამება მისი გრამ-მოლის 1/3.

მაშასადამე, ყოველგვარი ტუტის გრამ-ექვივალენტი უდრის მის გრამმოლს გაყოფილს რეაქციაში მონაწილე ჰიდროქსილ (OH^-) იონთა რიცხვზე.

მარილები.

და, ბოლოს, **ყოველგვარი მარილის გრამ-ექვივალენტი უდრის მის გრამ-მოლს გაყოფილს რეაქციაში მონაწილე კათიონების რიცხვსა და მის ვალენტობაზე:**

მაგალითად: გრამ-ექვივალენტი

$Al_2(SO_4)_3$ = $Al_2(SO_4)_3$ გრამმოლი : 3; ან კიდევ $AlCl_3$ = $AlCl_3$ გრამმოლი : 3 და ა.შ.

ჟანგვა-აღდგენის რეაქციების შემთხვევაში ნივთიერებათა გრამექვივალენტის განსაზღვრა წარმოებს სხვა წესით, ვიდრე ის იყო ნაჩვენები ნეიტრალიზაციისა და დალექვის მეთოდებში.

ჟანგვა-აღდგენის რეაქციების არსი მდგომარეობს მორეაგირე ნივთიერებათა იონებს (ატომებს) შორის ელექტრონების გადანაწილებაში. **ნივთიერებას, რომელიც გასცემს ელექტრონებს აღმდგენელი ეწოდება, ხოლო ნივთიერებას, რომელიც იძენს – მჟანგველი.** მაგ., კალიუმის პერმანგანატი ($KMnO_4$) მჟანგველია, რადგან მისი ერთ-ერთი შემადგენელი ელემენტი, სახელდობრ, შვიდვალენტოვანი მანგანუმი რეაქციის მიმდინარეობისას მჟავე არეში ორვალენტოვან იონად გადადის. ამრიგად, იძენს 5 ელექტრონს, ე.ი. იმდენს, რამდენის შეძენა შეუძლია 5 წყალბადიონს.

მაგალითად:

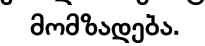
$$2\ KMn^{7+}O_4 + 10\ FeSO_4 + 8\ H_2SO_4 = 2\ Mn^{2+}SO_4 + K_2SO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O.$$

ცხადია, რომ $KMnO_4$-ის გრამ-ექვივალენტი აღნიშნულ რეაქციაში უნდა უდრიდეს მისი გრამ-მოლის 1/5-ს.

საერთოდ, **ჟანგვა-აღდგენის რეაქციებში, ნივთიერებათა გრამ-ექვივალენტი უდრის მის გრამ-მოლს გაყოფილს ელექტრონთა რიცხვზე, რომელსაც იძენს ან გასცემს აღნიშნული ნივთიერების მოლეკულა.**

ნეიტრალიზაციის მეთოდისათვის ტიტრული ხსნარების მომზადება.

აღნიშნულ მეთოდებს ვიყენებთ მჟავებისა და ტუტეების განსაზღვრის დროს. განსაზღვრას ვაწარმოებთ შემდეგი ზოგადი რეაქციის საფუძველზე:



$$H^+ + OH^- = H_2O.$$

ამ რეაქციიდან ნათელი ხდება, რომ მჟავების განსაზღვრისათვის საჭიროა ტუტის ტიტრული ხსნარი, ხოლო, თუ ტუტე წარმოადგენს გამოსაკვლევ ობიექტს, მაშინ მჟავას ტიტრული ხსნარის გამოყენებაა საჭირო.

განსაზღვრის პროცესში, ე.ი. გამოსაკვლევ ხსნარში რეაქტივის დამატების დროს, რასაც ტიტრაციას უწოდებენ, რეაქციის დამთავრების მაჩვენებელია განსაკუთრებული რეაქტივები, ცნობილი ინდიკატორების სახელწოდებით. ინდიკატორი რეაქციის დამთავრებისას იცვლის თავის ფერს ან წარმოქმნის სიმღვრივეს და სხვა, რითაც ,,ატყობინებს" მკვლევარს პროცესის დამთავრების შესახებ. სხვადასხვა ნივთიერების განსაზღვრისას იყენებენ შესაბამის ინდიკატორს.

თავდაპირველად შევეხებით მჟავას ტიტრული ხსნარის დამზადებისა და ტიტრის დაყენების საკითხს. წმინდა სახით მჟავების მიღება მეტად ძნელია, ამიტომ ვამზადებთ ჯერ დაახლოებით სასურველი კონცენტრაციის ხსნარს, შემდეგ კი ზუსტად ვაყენებთ მის ტიტრს, რომელიმე ერთ-ერთი გამოსავალი ნივთიერების საშუალებით. ჩვეულებრივად ლაბორატორიაში იხმარება 0,1 n გოგირდის ან მარილის მჟავა, ან უფრო ნაკლები კონცენტრაციის.

0,1 n გოგირდის მჟავას ხსნარის მომზადება.

აღნიშნულ ტიტრულ ხსნარს ამზადებენ კონცენტრირებული გოგირდმჟავას წყლით სათანადო განზავებით. ამისათვის ჯერ არეომეტრით საზღვრავენ მის კუთრ წონას, შემდეგ სათანადო ცხრილების საშუალებით იგებენ კონცენტრაციას პროცენტობით და ამის საფუძველზე ანგარიშობენ მჟავას რაოდენობას, რომელიც საჭიროა გარკვეული რაოდენობით ტიტრული ხსნარის დასამზადებლად.

დავუშვათ, საჭიროა ერთი ლიტრის რაოდენობით 0,1 n ხსნარის მომზადება და კონცენტრირებული მჟავას კუთრი წონა = 1,82, ესეიგი 90 %-იანია.

გრამ-ექვივალენტი უდრის 98,08 : 2 = 49,04 გრამს;

გრამ-ექვივალენტის 0,1 კი = 4,9 (დამრგვალებით). აქედან:

100 გ – 90

X ,, – 4,9

$$X = (4,9 \cdot 100) : 90 = 5,44 \text{ გ.}$$

ე.ი. დამრგვალებით 5,5 გ,; აღნიშნული კონცენტრირებული გოგირდმჟავა შეიცავს 4,9 გ სუფთა მჟავას.

რადგანაც, საერთოდ, კონცენტრირებული მჟავას ხსნარის აწონა უხერხულია, ამიტომ იგებენ მჟავას რამდენი მილილიტრი შეიცავს 5,5 გრამს, რისთვისაც აღნიშნულ 5,5 ყოფენ კუთრ წონაზე 5,5 : 1,82 =3,02 მლ, მაშასადამე კონცენტრირებული H_2SO_4-ის 3,02 მლ შეიცავს 4,9 გ სუფთა მჟავას.

აღნიშნული მჟავას 3 მლ ჩაასხამენ ერთ ლიტრიან საზომ კოლბში, რომელშიც წინასწარ მოთავსებულია 100-200 მლ წყალი და შეავსებენ წყლით ნიშანხაზამდე. ახურავენ საცობს და კოლბის რამდენჯერმე გადაბრუნება-გადმობრუნებით აღწევენ შერევას, ამ წესით, მომზადებული 0,1 n მჟავას ტიტრს აყენებენ ერთ-ერთი გამოსავალი ნივთიერებით.

მჟავების ტიტრის დასაყენებლად იყენებენ მრავალ გამოსავალ ნივთიერებას, ხშირ შემთხვევაში - ბორაქსს და სოდას, რომლებიც როგორც გამოსავალი ნივთიერება, მთლიანად აკმაყოფილებენ მათდამი წაყენებულ მოთხოვნებს.

ს უ ფ თ ა ბ ო რ ა ქ ს ი ს მ ი ღ ე ბ ა. სუფთა ბორაქსის ერთადერთი უარყოფითი მხარეა მისი შედარებით ნაკლები ხსნადობა. ცდის შედეგად გაირკვა, რომ ბორაქსის 0,25 n-ზე მეტი კონცენტრაციის ხსნარი არ შეგვიძლია მივიღოთ, მაგრამ აღნიშნული ნაკლი არ შეიძლება სერიოზულ ნაკლად ჩაითვალოს გამოსავალი ნივთიერებისათვის, რადგან რაოდენობითი ანალიზის ჩატარების დროს ჩვეულებრივად ხმარობენ 0,25 n-ზე უფრო ნაკლები კონცენტრაციის ტიტრულ ხსნარებს.

სუფთა, 10 მოლეკულა წყალთან დაკრისტალებული ბორაქსი რომ მიიღონ, ბორაქსს წყალში ხსნიან მანამ, სანამ არ მიიღებენ ნაჯერ ხსნარს 50-60^0 ტემპერატურის პირობებში (თუ ხსნარს მეტად გააცხელებენ გამოკრისტალდება 5 მოლეკულა წყალთან დაკრისტალებული $Na_2B_4O_7$. $5H_2O$ მარილი), ნაჯერ ხსნარს ფილტრავენ და ტოვებენ მანამ, სანამ ტემპერატურა არ შემცირდება 25-30^0-მდე, შემდეგ ხსნარს ჭურჭლიანად ათავსებენ ცივ წყალში და ენერგიულად ურევენ მინის წკირით. ასეთ პირობებში გამოიყოფა 10 მოლეკულა წყალთან დაკრისტალებული ბორაქსის წვრილი კრისტალები. ამ უკანასკნელს ჩარეცხავენ ფილტრზე ცივი წყლით და აშრობენ ქაღალდის ფილტრებს შორის, სანამ ცალკეული კრისტალები არ მოცილდება მინის წკირს. თუ ბორაქსი მეტად ჭუჭყიანია, გადაკრისტალებას აწარმოებენ 2-3-ჯერ.

ტიტრული ხსნარების მომზადება ფიქსონალების საშუალებით.

იმ შემთხვევაში, როცა საჭიროა რაიმე ტიტრული ხსნარის სასწრაფოდ მომზადება, ხშირად ვიყენებთ ე.წ. ფიქსონალებს. ფიქსონალები წარმოადგენენ მინის ამპულებს, რომლებშიც მოთავსებულია გარკვეული რაოდენობის ნივთიერება, რაც საკმარისია ერთი ლიტრი ტიტრული ხსნარის დასამზადებლად.

ამპულაში მოთავსებული ხსნარი, გადატანილი ერთ ლიტრიან საზომ კოლბში, გახსნილი და შევსებული წყლით ნიშან-

ხაზამდე, იძლევა ზუსტ 0,1 n ხსნარს. სხვა კონცენტრაციის ხსნარის საჭიროების შემთხვევაში ამპულაში მოთავსებულ ხსნარს ვხსნით სხვა მოცულობის საზომ კოლბში.

0,1 n ტიტრული ხსნარის მომზადების ხერხი.

ამპულას ორთავე ბოლოზე აქვს ორი ჩაღრმავებული ადგილი. ამპულას ხელში ვიჭერთ ისეთნაირად, რომ ერთი ბოლო ჩაღრმავებული ნაწილით ზემოთ იყოს აღმართული და წვეტიანი მინის სატეხის ნელი დარტყმით მეორე ჩაღრმავებულ ნაწილზე ჩავტეხავთ მინას, ამპულას დავიჭერთ ლიტრიან საზომ კოლბზე, რომელშიც წინასწარ ჩადგმულია 9-10 სმ დიამეტრის ძაბრი, მინას ჩავტეხავთ მეორე ჩაღრმავებულ ადგილზე და დავაცდით შიგ მოთავსებული ხსნარის ჩამოსვლას, შემდეგ ჩამრეცხი კოლბის საშუალებით გამოხდილი წყლით კარგად ვასუფთავებთ ამპულას და საზომ კოლბს შევავსებთ ნიშანხაზამდე, ვანჯღრევთ და 0,1 n ხსნარი მზად არის გამოსაყენებლად.

ინდიკატორების მომზადება.

ფენოლფტალეინი. 1 გ რეაქტივს ხსნიან 100 მლ 96 %-იან ეთილის სპირტში. თუკი ხსნარი მღვრიეა, მას ფილტრავენ. მჟავე ხსნარებთან ფენოლფტალეინი არ იძლევა შეფერვას, ტუტის უმნიშვნელო სიჭარბის დროს კი ხსნარი ღებულობს წითელ ფერს.

მეთილორანჟი. 0,05 გ მეთილორანჟს ხსნიან 100 მლ წყალში. თუკი ხსნარი მღვრივეა, მას ფილტრავენ. ტუტე ხსნარები მეთილორანჟით იღებებიან ყვითლად, ხოლო, მჟავას უმნიშვნელო სიჭარბისას – ყვითელ-ორანჟისფრად.

მეთილროტი. 0,2 გ რეაქტივს ხსნიან 100 მლ ცხელ გამოხდილ წყალში. ტუტე და ნეიტრალურ ხსნარებში მეთილროტი იძლევა ღია-ყვითელ ფერს, რომელიც მჟავას უმნიშვნელო სიჭარბისას მკვეთრად გადადის ლილისფერ-წითელში.

ინდიკატორი გროაკა. (მეთილის წითელი + მეთილენის ლურჯი). 1 მოცულობა მეთილის წითელის 0,4 %-იან სპირტულ ხსნარს

ურევენ 1 მოცულობა მეთილენის ლურჯის 0,2 %-იან სპირტულ ხსნართან, ინახავენ ფერად ჭურჭელში.

მარილების გადაკრისტალება.

მოლიბდენმჟავა ამონიუმი. 250-300 გ მოლიბდენმჟავა ამონიუმის მარილს გაცხელებით ხსნიან 500 მლ გამოხდილ წყალში. ხსნარის ტემპერატურა არ უნდა იყოს 50-60^0-ზე მაღალი. ხსნარში ამატებენ ამიაკს მძაფრი სუნის მიღებამდე. ცხელ მდგომარეობაში ფილტრავენ კრისტალიზატორში და რამდენიმე დღის განმავლობაში ტოვებენ მოსვენებულ მდგომარეობაში. მოლიბდენმჟავა ამონიუმის გამოყოფილ კრისტალებს დააცილებენ ხსნარიდან და აშრობენ ჰაერზე ფილტრის ქაღალდებს შორის.

კალიუმის ქლორიდი (KCl). 100 გრამ კალიუმის ქლორიდს ხსნიან 200 მლ ცხელ გამოხდილ წყალში, ფილტრავენ, აორთქლებენ კრისტალური ფენის გამოყოფამდე და აცივებენ. გაცივების შემდეგ გამოყოფილ კრისტალებს დააცილებენ ხსნარს ბიუხნერის ძაბრზე. მიღებულ კრისტალებს კვლავ გახსნიან ცხელ წყალში (ერთი წონითი ნაწილი კრისტალები, ორი წილი წყალი), ფილტრავენ, აორთქლებენ ხსნარის თხელი კრისტალური ფენის გამოყოფამდე. მიღებული კრისტალები გადააქვთ ბიუხნერის ძაბრზე, აცლიან ხსნარს და შემდეგ აშრობენ ჰაერზე. დასასრულს, აშრობენ თერმოსტატში 100^0 ტემპერატურაზე მუდმივი წონის მიღებამდე.

კალიუმის ფოსფატი (KH_2PO_4). გაყიდვაში არსებულ მარილს რეცხავენ ეთილის სპირტით, რომელშიც არ იხსნება კალიუმის ერთჩანაცვლებული ფოსფატი. თუკი რეაქტივი შეიცავს კალიუმის ორჩანაცვლებულ ფოსფატს, ის სპირტში კარგად ხსნადია. სპირტით გარეცხილ მარილს ორჯერ გადააკრისტალებენ წყლისაგან. ამისათვის 100 გრამ მარილს ათავსებენ ფაიფურის ჯამში, დაასხამენ 195 მლ ცხელ წყალს, მიიყვანენ ადუღებამდე, ამ დროს მთელი მარილი გადადის ხსნარში. შემდეგ, ჯამს სწრაფად აცივებენ ყინულის დახმარებით. გამოყოფილ მარილის ნალექს ხსნარიდან დააშორებენ ბიუხნერის ძაბრზე. გადაკრისტალების

ოპერაციას იმეორებენ კიდევ ერთხელ, რის შემდეგ მარილს (ბიუხნერის ძაბრზე ხსნარის მოცილების შემდეგ) ჯერ აშრობენ ფილტრის ქაღალდებს შორის, შემდეგ კი თერმოსტატში 110^0 ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე მიყვანამდე.

სტანდარტული ხსნარების მომზადება.

ძირითადი სტანდარტული ხსნარების სახით იყენებენ სახელმწიფო სტანდარტულ ნიმუშებს (სსნ) **(ფიქსონალებს)** ელემენტების ან ელემენტთა კომპლექსების გარანტირებული კონცენტრაციით - 1000 მკგ/მლ (1 მგ/მლ).

სტანდარტული ხსნარების მომზადება შესაძლებელია ჟანგეულებისგან ან მეტალთა მარილებისაგან.

<u>თუთიის სტანდარტული ხსნარი..</u> მეტალური თუთიის 1,0 გრამს ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ჭიქაში და ამატებენ 20 მლ აზოტმჟავას ხსნარს (1:1). გახსნილ თუთიას გადაიტანენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში და აზოტმჟავას 1%-იანი ხსნარით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე. მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია შეადგენს 1000 მკგ/მლ (1 მგ/მლ) თუთიას.

<u>მანგანუმი.</u> 4,388 გრამ გოგირდმჟავა მანგანუმს ($MnSO_4 \cdot 5H_2O$) ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ჭიქაში, გახსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში და შემდეგ მთლიანად გადაიტანენ 1,0 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში. კოლბში ჩაასხამენ დაახლოებით 500 მლ-მდე ორმაგ გამოხდილ წყალს, ამატებენ 82 მლ კონცენტრირებულ მარილმჟავას და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია შეადგენს 1000 მკგ/მლ ანუ 1 მგ / მლ მანგანუმს.

<u>სპილენძი.</u> 3, 798 გრამ სპილენძის ნიტრატს $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$ ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ჭიქაში, გახსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში და შემდეგ მთლიანად გადაიტანენ 1,0 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში. ამატებენ 30 მლ აზოტის მჟავას ხსნარს (1:1) და 1%-იანი აზოტმჟავას ხსნარით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია შეადგენს 1000 მკგ/მლ ანუ 1 მგ / მლ სპილენძს.

ტყვია. 1,0 გრამ მეტალურ ტყვიას ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ჭიქაში, გახსნიან 30 მლ აზოტის მჟავაში (1:1) და შემდეგ მთლიანად გადაიტანენ 1,0 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში. 1%-იანი აზოტმჟავას ხსნარით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია შეადგენს 1000 მკგ/მლ ანუ 1 მგ/მლ ტყვიას.

კადმიუმი. 1,142 გრამ კადმიუმის ოქსიდს (CdO) ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ჭიქაში, ხსნიან 20 მლ აზოტის მჟავაში (1:1) და შემდეგ მთლიანად გადაიტანენ 1,0 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში. 1%-იანი აზოტმჟავას ხსნარით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია შეადგენს 1000 მკგ/მლ ანუ 1 მგ / მლ კადმიუმს.

ნიკელი. 4,953 გრამ ნიკელის ნიტრატს $Ni(NO_3)_2$ ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ჭიქაში, გახსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში და შემდეგ მთლიანად გადაიტანენ 1,0 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში. 1%-იანი აზოტმჟავას ხსნარით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია შეადგენს 1000 მკგ/მლ ანუ 1 მგ / მლ ნიკელს.

კობალტი. 4,769 გრამ გოგირდმჟავა კობალტს $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ჭიქაში, გახსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში და შემდეგ მთლიანად გადაიტანენ 1,0 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში. ამატებენ 50 მლ აზოტის მჟავას (1:1) და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია შეადგენს 1000 მკგ/მლ ანუ 1 მგ / მლ კობალტს.

რკინა. 8,635 გრამ რკინაამონიუმის შაბს $FeNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ჭიქაში, გახსნიან 50 მლ გოგირდმჟავას 8%-იან ხსნარში, მთლიანად გადაიტანენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია შეადგენს 1000 მკგ/მლ ანუ 1 მგ / მლ რკინას.

ქრომი. 3,734 გრამ კალიუმის ქრომატს (K_2CrO_4) ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ჭიქაში, გახსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში

და შემდეგ მთლიანად გადაიტანენ 1,0 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში და 1%- იანი მარილის მჟავას ხსნარით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია შეადგენს 1000 მკგ/მლ ანუ 1 მგ / მლ ქრომს.

ძირითად სტანდარტულ ხსნარებს ინახავენ მინის ჰერმეტულ ჭურჭელში სინათლისაგან დაცულ ადგილზე. შენახვის გარანტირებული ვადა 1 წელია.

ელემენტების შუალედურ სტანდარტულ ხსნარებს ამზადებენ ძირითადი სტანდარტული ხსნარების 1%-იანი აზოტის მჟავით 10-ჯერ ან 100-ჯერ განზავებით. აღნიშნულ ხსნარებს ჰერმეტულად ინახავენ არა უმეტეს ერთი წლის ვადით.

შესადარებელ სტანდარტულ ხსნარებს (სამუშაო ხსნარები) ამზადებენ შუალედური სტანდარტული ხსნარების განზავებით, იგივე მჟავების ხსნარების გამოყენებით. მძიმე მეტალების შემცველობა არ უნდა გამოდიოდეს სამუშაო კონცენტრაციების შემდეგი დიაპაზონის ფარგლებიდან: რკინისათვის, თუთიისა და მანგანუმისთვის - 0,1-10; სპილენძისთვის - 0,05-5; ქრომის, ნიკელისა და ტყვიისათვის - 0,1-0,5; კადმიუმისთვის - 0,02-1 მკგ/მლ; სამუშაო დიაპაზონებში აუცილებელია იყოს 3-4 შესადარებელი სტანდარტული ხსნარი. შესადარებელი სტანდარტული ხსნარები შეიძლება იყოს როგორც შერეული ისე მონოელემენტური. ხსნარებს მეტალების კონცენტრაციით 1-დან 10 მკგ/მლ-მდე ინახავენ ჰერმეტულ ჭურჭელში არა უმეტეს ერთი თვის განმვლობაში, ხსნარები 1 მკგ/მლ-ზე ნაკლები კონცენტრაციით უნდა იყოს ახლად მომზადებული.

ნულოვანი სტანდარტის სახით იყენებენ აზოტის ან მარილმჟავას 1%-იან ხსნარებს ე.ი. ხსნარებს, რომლებიც გამოყენებული იყო ნიმუშების გახსნისათვის და ხსნარების განზავებისთვის.

აპარატურა, რეაქტივები, მასალები.

1. სახელმწიფო სტანდარტული ნიმუშები (შერეული ან მონოელემენტური) კონცენტრაციით ყოველი ელემენტი 1000 მკგ/მლ **(ფიქსონალები),** ან:

თუთია გრანულირებული; **მანგანუმის** სულფატი ხუთი მოლეკულა წყლით. აზოტმჟავა **სპილენძი** სამი მოლეკულა წყლით; **ტყვია** მეტალური; **კადმიუმის** ოქსიდი; აზოტმჟავა **ნიკელი** ექვსი მოლეკულა წყლით; გოგირდმჟავა **კობალტი;** ქრომმჟავა **კალიუმი;**

2. საზომი კოლბები 1 ლ მოცულობის;

3. ჭიქები 100 მლ მოცულობის;

4. აზოტის მჟავა „განსაკუთრებით სუფთა“; ორმაგ გამოხდილ წყალში 1:1 მოცულობის შეფარდებით.

5. აზოტის მჟავა „განსაკუთრებით სუფთა“; ორმაგ გამოხდილ წყალში 1%-იანი კონცენტრაციით.

6. მარილის მაჟავა „განსაკუთრებით სუფთა“; ორმაგ გამოხდილ წყალში 1%-იანი კონცენტრაციით.

7. გოგირდის მჟავა „განსაკუთრებით სუფთა“ ან „ქიმიურად სუფთა“; ორმაგ გამოხდილ წყალში 8%-იანი კონცენტრაციით.

საკონტროლო კითხვები 1.2. ქვეთავთან.

1. რა უნდა ვიცოდეთ ნაჯერი ხსნარის მოსამზადებლად?

2. როგორ მზადდება პროცენტული ხსანარები, როდესაც: **ა)** - ნივთიერება არის მყარ მდგომარეობაში (მაგ. $K_2Cr_2O_7$ და სხვა) და **ბ)** როდესაც ნივთიერება თხევად ან ხსნად მდგომარეობაშია (მაგ. HCl, H_2SO_4, NH_4OH, NaOH), თხევადი (ალკოჰოლი, ქლოროფორმი და სხვა).

3. როგორ ხსნარს ეწოდება ტიტრული? რას გვიჩვენებს ტიტრი?

4. როგორია ნორმალური ხსნარი? რას ეწოდება ნივთიერების გრამ-ექვივალენტი?

5. მოიყვანეთ მჟავების, ტუტეების და მარილების გრამ-ექვივალენტის ანგარიშის მაგალითები.

6. როგორ ისაზღვრება ჟანგვა-აღდგენის რეაქციების შემთხვევაში ნივთიერებათა გრამ-ექვივალენტი?

7. როგორ მზადდება 0,1 n გოგირდის მჟავას ხსნარი?

8. აღწერეთ ტიტრული ხსნარის მომზადება ფიქსონალით (მაგალითის მოყვანით).

9. მოიყვანეთ რამდენიმე ინდიკატორის მომზადების მაგალითი (ფენოლფტალეინის. გროაკას და ა.შ.);

10. მოიყვანეთ მარილების გადაკრისტალების რამდენიმე მაგალითი.

თავი II.

ნიადაგის კვლევის აგროქიმიური მეთოდები

მიწათმოქმედებაში სასუქების ფართოდ გამოყენების დაწყებასთან ერთად მნიშვნელოვანი გახდა ნიადაგში საკვები ნივთიერებების რაოდენობის ცოდნა. პირველ რიგში ისაზღვრება მცენარისათვის აუცილებელი ძირითადი საკვები ელემენტები: აზოტი (N), ფოსფორი (P) და კალიუმი (K), რომლებიც მარაგდებიან სასუქების გამოყენებით. ნიადაგის ტიპებისაგან დამოკიდებულების მიხედვით, ზოგიერთ რეგიონში ასევე ტარდება ტესტი მეორად საკვებ ნივთიერებებზე, როგორიცაა: კალციუმი (Ca), მაგნიუმი (Mg), გოგირდი (S). შედარებით უფრო მშრალ რეგიონებში ხშირად ისაზღვრება მიკროელემენტები – რკინა (Fe), თუთია (Zn), მანგანუმი (Mn), სპილენძი (Cu), ბორი (B), მოლიბდენი (Mo), კობალტი (Co) – აღნიშნული ელემენტების ნაკლებობა ყველაზე ხშირად გვხვდება კირიან ნიადაგებში. ისიც მნიშვნელოვანია, რომ ასეთ რეგიონებში შეიძლება იყოს ზოგიერთი ელემენტის ჭარბი ან მომწამვლელი დონე – მაგალითად ბორის (B) და ნატრიუმის (Na).

რამდენადაც საკვები ნივთიერებების ქცევა ნიადაგში განისაზღვრება ნიადაგის თვისებებით და გარემო არის პირობებით, საჭიროა ნიადაგის ისეთი თვისებების დადგენა, როგორიცაა: pH, დამლაშება, ორგანული შედგენილობა, კალციუმის კარბონატები ($CaCO_3$); მშრალ რეგიონებში თაბაშირი ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) და სხვა.

II.1. ნიადაგის ნიმუშის აღება და საანალიზოდ მომზადება

II.1.1. ნიადაგის ნიმუშის აღება

ნიადაგის ტესტირება ითვლება თანამედროვე სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთ ძირითად დამახასიათებელ ნაწილად. სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის დაწყებისას აუცილებელია ნიადაგის

ნაყოფიერების შეფასება, რადგან ნიადაგის თვისებები განსაზღვრავს ცალკეული სასოფლო-სამეურნეო კულტურის მოყვანის შესაძლებლობას მოცემულ ნიადაგზე.

ნიადაგის ნაყოფიერების შეფასება ხორციელდება შერჩეულ სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის ნაკვეთზე ნიადაგის კვლევის ჩატარების გზით. ასეთ შემთხვევაში იგეგმება ნიადაგის აგროქიმიური კვლევა, რაც გულისხმობს ნიადაგის იმ თვისებების შესწავლას, რომელიც ყველაზე მნიშვნელოვანია აგრონომიული თვალსაზრისით. ნიადაგის ნაყოფიერების შეფასების მიზნით საკვლევი ფართობიდან საჭიროა ნიადაგის ნიმუშების აღება, ლაბორატორიული კვლევის ჩატარება და მიღებული შედეგების საფუძველზე ნიადაგის ნაყოფიერების დონის განსაზღვრა. კვლევის ძირითად მიმართულებას წარმოადგენს ყოველი დასამუშავებელი მინდვრისათვის რეკომენდაციის შემუშავება ელემენტარული ნაკვეთის დონეზე.

ნიადაგის აგროქიმიური კვლევა იწყება ბუნებრივ პირობებში მინდვრის დათვალიერებით – მინდვრის ბუნებრივ-სამეურნეო მდგომარეობაზე ინფორმაციის შეგროვებით და ნიადაგის ნიმუშების აღებით.

ნიადაგის ნიმუშის აღება შესასწავლი ობიექტის შეფასებისთვის ძალზე მნიშვნელოვანი, საპასუხისმგებლო სამუშაოა და სერიოზულ ყურადღებას საჭიროებს. კარგი ანალიზი – კარგად მომზადებული ნიმუშით იწყება. ნიადაგის ნიმუშების არასწორად აღების შემთხვევაში, ანალიზის შედეგები, რაგინდ მაღალი სიზუსტით არ უნდა იყოს იგი ჩატარებული, ვერ ასახავს ნიადაგის ბუნებრივ მდგომარეობას და შეიძლება გაკეთდეს არასწორი დასკვნები. ნიმუშები უნდა ავიღოთ ისე, რომ ობიექტურად, სწორად ახასიათებდეს საკვლევ ნიადაგს.

ნიმუშების აღებისას აუცილებელია გათვალისწინებული იქნეს ორი ძირითადი მოთხოვნა: **1.** ნიმუში თავისი შედგენილობით უნდა შეესაბამებოდეს საკვლევი ობიექტის საშუალო შედგენილობას. **2**. აღებული მასალის რაოდენობა საკმარისი უნდა იყოს ანალიზისთვის.

აგროქიმიური კვლევის დაწყების წინ ფერმერული მეურ-ნეობის მიწათსარგებლობის გეგმაზე, ელემენტარული ნაკვეთე-ბის მიხედვით, დაიტანება ნიადაგის ტიპი, ქვეტიპი და მექა-ნიკური შედგენილობა. გამოყოფენ ცალკე დასამუშავებელ უბ-ნებს (ელემენტარულ ნაკვეთებს), რომელიც დამახასიათებელია ერთი ტიპის ან ქვეტიპის და მსგავსი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგისთვის. შერეული ნიმუში იღება იმ ნიადაგურ ქვეტიპზე, რომლის ფართობი საერთო ფართობის 60-70 %-ს შეადგენს და ამ უბანს რჩება ამ ქვეტიპის დასახელება. თუ, ელემენტალური ნაკვეთის ფარგლებში გვხვდება თანაბარი ფართობის ნიადაგური სახესხვაობები, მაშინ შერეული ნიმუშების აღება ხდება თითო-ეულისათვის ცალ-ცალკე.

ელემენტარული ნაკვეთის (ცალკე დასამუშავებელი უბნის) ფართობი დამოკიდებულია სასოფლო-სამეურნეო სავარგულზე, რელიეფზე, დაქანებასა და ექსპოზიციაზე, ნიადაგურ სიჭრელეზე (ტიპი, ქვეტიპი, მექანიკური შედგენილობა) და საწარმოო კულტურაზე.

თუ გავითვალისწინებთ ზემოთ აღნიშნულ ფაქტორებს, ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებს, საწარმოო სასოფლო-სამეურ-ნეო კულტურების ბიოლოგიურ თავისებურებებს, ფერმერული და საკარმიდამო მეურნეობების პრაქტიკულ შესაძლებლობებს ელემენტარული ნაკვეთის ფართობი შეიძლება იყოს 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; და 10 ჰა-ზე მეტი. ყველა ზონის რეკულტივირებულ ნია-დაგზე ელემენტარული ნაკვეთის ზომა არ უნდა აღემატებოდეს 1 ჰა-ს.

გარდა ამისა, ნიადაგის შესახებ დამატებითი ინფორმაციის მიღების მიზნით ყოველ ელემენტარულ ნაკვეთზე (ცალკე და-სამუშავებელ უბანზე) სასურველია ღრმა ნიადაგური ჭრილის გაკეთება, რაც გულისხმობს 1-დან 2,0 მეტრამდე სიღრმის ორ-მოს გაჭრას და საველე მორფოლოგიური კვლევის ჩატარებას ამ უბნისათვის დამახასიათებელ ადგილზე. მსგავსი კვლევა საშუა-ლებას იძლევა შეფასდეს ნიადაგის ღრმა ფენები და იქ მიმდინარე პროცესები, რომლებმაც შეიძლება ხელი შეუშალონ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნორმალურ ზრდა-განვითარებას.

ნიადაგური ჭრილი ხეხილის ნარგავებში კეთდება ხის შტამბიდან 2 მეტრის, ხოლო, ციტრუსოვნებში – 1 მ-ის დაშორებით. ვენახის და ჩაის პლანტაციებში კი – რიგთაშორისებში. ჭრილის აღწერა იწყება გენეზისური ჰორიზონტების მორფოლოგიური აღწერით. ჰორიზონტების მიხედვით იღებენ ნიადაგის ნიმუშებს. ნიადაგის მძიმე მეტალებით ან სხვა დაბინძურების შემთხვევაში ნიმუშებს იღებენ დედაქანიდანაც.

ნიადაგის ნიმუშების ასაღებად იყენებენ ბარს, თუმცა უმჯობესია სპეციალური ბურღის გამოყენება, რომელიც საშუალებას იძლევა ავიღოთ ნიმუში საჭირო სიღრმიდან თანაბრად ყველა ჰორიზონტით.

ანალიზისთვის ნიადაგის ნიმუში აღებული უნდა იქნეს ფესვთა სისტემის განვითარების ყველაზე აქტიური ზონიდან. მინდვრის და ბოსტნეული კულტურების კლასიკური ტექნოლოგიებით გაშენებისათვის ეს არის სახნავი ფენა - 25-35 სმ - დამოკიდებულია სახნავ სიღრმეზე; სათიბებში და საძოვრებზე - ჰუმუსიანი ჰორიზონტის სიღრმეზე - დაახლოებით 10 სმ; მაგრამ, მაგალითად, No-till ტექნოლოგიის გამოყენების შემთხვევაში ფესვთა სისტემა ყალიბდება ნიადაგის შედარებით ზედა ფენებში და ნიმუშის აღება ხდება 15 სმ სიღრმეზე.

როგორც წესი, ერთწლოვანი კულტურების ქვეშ ერთი შერეული ნიმუშის აღება წარმოებს ცალკეულ ფენებად: ორ - 0-20 და 20-40 სმ სიღრმეზე. მრავალწლოვანი კულტურების ქვეშ - სამ - 0-20, 20-40 და 40-60 სმ სიღრმეზე, ასევე დასაშვებია 0-30 და 30-60 სმ-ზე აღება. (ბაღებისათვის და ვენახისათვის ნიმუშებს იღებენ 100 და 150 სმ სიღრმიდანაც კი, რისთვისაც სპეციალური ბურღებით აკეთენ ჭაბურღილებს და ნიადაგის ნიმუშებს იღებენ ფენებად - 0-20, 20-40, 40-60 და ა.შ.).

ყოველ ჯერზე, როცა ნიადაგის ნიმუში ამოგვაქვს ბურღით, ჩვენ ვიღებთ არა მთელი ნაკვეთისათვის დამახასიათებელ ნიმუშს, არამედ, კონკრეტული ერთი წერტილიდან აღებულ ინდივიდუალურ ნიმუშს, რომელიც შეიძლება არატიპიური იყოს

მთლიანი ნაკვეთისათვის. ამიტომ, ყოველი ელემენტალური ნაკვეთიდან იღებენ რამდენიმე ინდივიდუალურ ნიმუშს, ურევენ მათ და ამგვარად ღებულობენ შერეულ საშუალო ნიმუშს.

აღებულ ინდივიდუალურ ნიმუშებს ათავსებენ ცალ-ცალკე პოლიეთილენის პარკებში. ყველა წერტილიდან აღებულ ნიადაგის ყველა 0-20 სმ-იან ფენას ათავსებენ ერთ პარკში, 20-40 სმ-იან ფენას მეორე პარკში და 40-60 სმ-იან ფენას მესამე პარკში. შერეულ ნიმუშებს უკეთებენ სათანადო ეტიკეტებს.

დიდი ფართობი, რომელიც შედგება ორზე მეტი ელემენტარული ნაკვეთისაგან, ნიმუშის აღებამდე საჭიროა საკადასტრო რუკის გამოყენებით დაიყოს ელემენტარულ ნაკვეთებად, დაინომროს, შემდეგ კი ზემოთ აღნიშნული წესით იქნეს აღებული ნიმუშები.

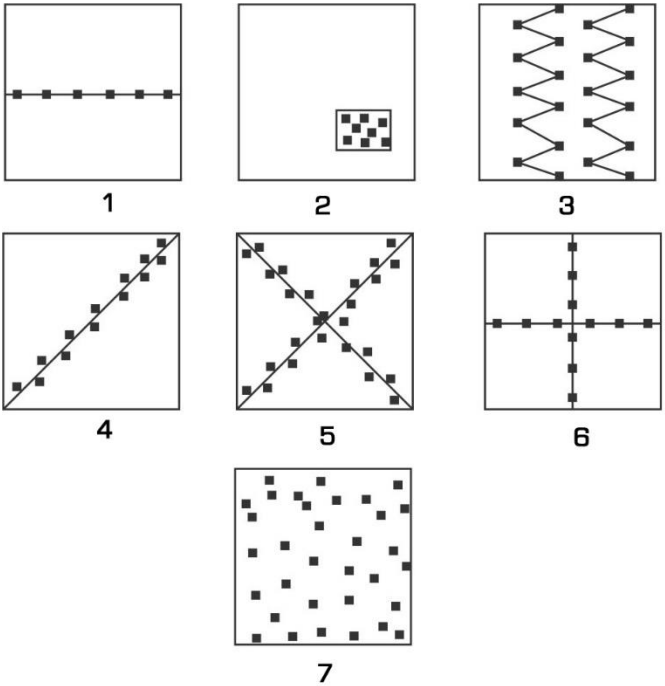
ელემენტარულ ნაკვეთზე ნიადაგის ინდივიდუალური ნიმუშების აღების სიხშირე და მეთოდი დამოკიდებულია ფართობის სიდიდეზე, ნიადაგის სიჭრელეზე და შეტანილი სასუქების რაოდენობაზე. ყოველი ელემენტარული ნაკვეთისათვის კეთდება ერთი შერეული ნიმუში, რომელიც შედგება ელემენტარულ ნაკვეთებზე თანაბარზომიერად განაწილებული წერტილებიდან აღებული რამდენიმე ინდივიდუალური ნიმუშისაგან.

ინდივიდუალური ნიმუშების აღების რამდენიმე მეთოდი ნაჩვენებია პირველ ნახაზზე.

იმ შემთხვევაში, თუ მეურნეობაში ელემენტარული ნაკვეთის ფართობი 1 ჰა-ზე ნაკლებია, შერეული ნიმუშის აღებისას რეკომენდებულია ნიადაგის ინდივიდუალური ნიმუშების დიაგონალურად 5 წერტილიდან აღება სახნავი ფენის სიღრმეზე. ახალი ღონისძიების ჩატარებისას (მაგალითად, ახალი სასუქების გამოყენებისას ან მინდვრის ცდის დაყენების წინ) ნაკვეთზე (1 ჰა) ინდივიდუალური ნიმუშები აიღება დიაგონალურად 25 წერტილიდან სახნავი ფენის სიღრმეზე. ანალიზის შედეგების ვარიაციულ-სტატისტიკური მეთოდით დამუშავება განსაზღვრავს ნიადაგის ერთგვაროვნებას.

დიდ ფართობზე შერეული ნიმუშების შედგენისათვის რეკომენდებულია მარშრუტული სვლებით ინდივიდუალური ნიმუ-

შების აღება, რომელიც საკმაო სიზუსტით ხასიათდება. სამარ-შრუტო ხაზი გაყავთ თითოეული ელემენტარული ნაკვეთის შუაზე მისი გრძელი მხარის მიმართულებით. თუ სამარშრუტო ხაზი 500 მეტრზე მეტია ორიენტირებისათვის იყენებენ კოლებს. გრძელ ეროდირებულ ფერდობებზე სამარშრუტო ხაზი გაყავთ ფერდობის გასწვრივ, ხოლო, მოკლე ფერდობზე - ფერდობის გარდიგარდმო. ყოველ ელემენტარულ ნაკვეთზე იღებენ ერთ შერეულ ნიმუშს, შემდგარს 20-25 ინდივიდუალური ნიმუშისაგან, რომელიც აღებულია უბანზე სამარშრუტო სვლით.



ნახაზი 1. ინდივიდუალური ნიმუშების ერთგვაროვან მინდორზე აღების წერტილების მონიშვნის მაგალითები.

1. ნიმუშების განივად აღება; 2. საცდელი დანაყოფი; 3. ნიმუშების ზიგზაგისებრი აღების მეთოდი; 4. ნიმუშების დიაგონალზე აღება; 5. ნიმუშების ორმხრივ დიაგონალზე აღება; 6. ორმხრივი განივი აღება; 7. ნიმუშების იდეალური აღება (შემთხვევითი არჩევის მეთოდი).

ნიადაგის ნიმუშების აღების ზუსტად განსაზღვრული დრო არ არსებობს. ნიმუშების აღება შეიძლება ნებისმიერ დროს, თუკი ამის საშუალებას ნიადაგური პირობები იძლევა. მაკრო და მიკროელემენტებზე ერთობლივი აგროქიმიური გამოკვლევისას საქართველოს პირობებში რეკომენდებულია ნიმუშების აღება გაზაფხულზე ან შემოდგომით, როცა ნიადაგში მიმდინარე ბიოლოგიური აქტივობა შესუსტებულია. თუმცა, გამორიცხული არ არის ნიმუშების აღება მოხდეს მცენარის მთელი სავეგეტაციო პერიოდის მანძილზე, მაგრამ არა უახლოეს 2-3 თვისა სასუქების შეტანის დღიდან.

ნიმუშის აღების ოპტიმალური დროა – წინა მოსავლის აღების შემდეგ მალევე, მაგრამ სასურველია მოხვნამდე, რადგან სასუქების უმეტესობა შეაქვთ მოხვნამდე (გარდა საირიგაციო წვეთოვანი სისტემის მოწყობისა, სადაც საკვები ელემენტების ძირითადი რაოდენობა შედის სარწყავ წყალთან ერთად). ერთ ელემენტარულ ნაკვეთზე აღებული ინდივიდუალური ნიადაგური ნიმუშები, თითოეული 100-150 გრამის ოდენობით, იყრება ტილოს ტოპრაკში, აირევა და შემდეგ იღებენ საშუალო ნიმუშს 600-800 გრამის ოდენობით, ათავსებენ პოლიეთილენის პარკში ან ყუთში ეტიკეტთან ერთად.

ეტიკეტზე მითითებული უნდა იყოს: ორგანიზაციის დასახელება ვინაც ჩაატარა ნიადაგის გამოკვლევა, მუნიციპალიტეტი, სოფელი, ნაკვეთის სახელწოდება, ნიმუშის ნომერი, მისი სიღრმე, აღების თარიღი, ამღების გვარი.

აღებულ შერეულ ნიმუშებს აშრობენ ღია პარკებში ან ყუთებში მშრალ განიავებულ შენობაში. მეურნეობაში შერეული ნიმუშების აღების დამთავრების შემდეგ ადგენენ თანმხლებ უწყისს ორ ეგზემპლარად და აგზავნიან ლაბორატორიაში ანალიზისთვის. უწყისის ერთი ეგზემპლარი თან ახლავს ნიმუშებს, მეორე კი რჩება სპეციალისტთან, რომელმაც ჩაატარა აგროქიმიური გამოკვლევა (დანართი №1).

მოწყობილობა და მასალები:

ბარი ან ნიადაგის ბურღი, დანა, სანტიმეტრიანი ზონარი, პოლიეთილენის დასაფენი ნიმუშების შესარევად, ტოპრაკები ან

მუყაოს ყუთები ნიადაგის ნიმუშებისთვის, ეტიკეტები, ნიადაგის ჟურნალი, უბრალო ფანქარი, ტომარა ან ზურგჩანთა ნიმუშების ტრანსპორტირებისათვის.

II.1.2. ნიადაგის ნიმუშის საანალიზოდ მომზადება.

აგროქიმიური ანალიზების უმეტესობას ჰაერმშრალ ნიადაგის ნიმუშებში ატარებენ, ზოგიერთს კი ახლად აღებულ ტენიან ნიადაგში (ნიტრიტები, ნიტრატები და სხვა). ტენიანი ნიადაგის შენახვა დაუშვებელია, რადგან შენახვისას შესაძლებელია, სხვადასხვა მიკრობიოლოგიური პროცესების მოქმედებით მოხდეს ნიადაგის ქიმიური თვისებების ცვლილებები. ამიტომ, ლაბორატორიაში შემოსული ნიადაგის ნიმუშები საჭიროა გაიფინოს მკვრივ ქაღალდზე 2 სმ ფენის სისქით და 3-5 დღის განმავლობაში მიყვანილ იქნეს ჰაერმშრალ მდგომარეობამდე (დახურულ ოთახში). გაშრობის დასაჩქარებლად საჭიროა ხანგამოშვებით ნიადაგის ნიმუშების არევა. გაშრობა შესაძლებელია მოხდეს აგრეთვე სპეციალურ საშრობ ოთახში ან საშრობ კარადებში 30^0 ტემპერატურაზე. მიზანშეუწონელია ნიმუშების გაშრობა მზეზე.

ნიმუშების გასაშრობი შენობა უნდა იყოს მშრალი, კარგად განიავებული და დაცული მჟავების ორთქლის, ამონიაკისა და სხვა აირებისაგან.

საშუალო სინჯის აღება. გაშრობის შემდეგ ნიადაგის ნიმუშიდან იღებენ საშუალო სინჯს. ამისათვის ნიადაგს გულდასმით ურევენ და შლიან ქაღალდზე კვადრატის ფორმით. ნიადაგიდან არჩევენ გარეშე მინარევებს და მცენარეულ ნარჩენებს. მსხვილ კოშტებს აქუცმაცებენ ხელით. კვადრატს დიაგონალების მიხედვით ყოფენ ოთხ ნაწილად. ორ მოწინააღმდეგო ნაწილს ათავსებენ მინის ქილაში ან მუყაოს კოლოფში, უკეთებენ ეტიკეტს და ინახავენ განმეორებითი ანალიზისთვის. ნიადაგის დარჩენილ ნაწილს ფქვავენ სპეციალურ წისქვილში ან ფაიფურის სანაყში. გარდა ნიადაგის მთლიანი ანალიზის, ჰუმუსის და საერთო აზოტის განსაზღვრისა, ნიადაგი იცრება 1 მმ დიამეტრის მქონე

ნასვრეტებიან საცერში. ნიადაგის დაქუცმაცება გრძელდება მანამ, სანამ საცერზე არ დარჩება მხოლოდ ქანის ნამსხვრევები. დაფქვილი ნიადაგი ინახება მილესილსაცობიან მინის ქილაში, მუყაოს ყუთში ან პერგამენტის პარკში და უკეთდება ეტიკეტი.

ჰუმუსის და საერთო აზოტის განსაზღვრისათვის ნიადაგის სინჯის მომზადება. ნიადაგის საშუალო სინჯიდან იღებენ 50 გრამს. ათავსებენ მინაზე, რომლის ქვეშაც დაფენილია თეთრი ქაღალდი. ნიადაგს გულმოდგინედ ასუფთავებენ მცენარეული და ცხოველური მინარევებისაგან. მსხვილ კოშტებს აქუცმაცებენ რეზინის ბოლოიანი სანაყით. შემდეგ ნიადაგს აქუცმაცებენ და ატარებენ 1 მმ-იან საცერში. აქედან იღებენ 5 გ ნიადაგს, რომელსაც ათავსებენ პერგამენტის ან კალკის ქაღალდზე და ებონიტის ჯოხით ახდენენ მისგან მცენარეული ნარჩენების მოცილებას. ებონიტის ჯოხი ენერგიული ხახუნით იწმინდება შალის ნაჭრით და 10 სმ-ის სიმაღლეზე სწრაფად ტარდება ნიადაგის ზედაპირზე. დაელექტროებული ებონიტის ჯოხი ნიადაგიდან იზიდავს მცენარეულ მინარევებს. ეს ოპერაცია გრძელდება მანამ, სანამ ებონიტის ჯოხზე მცენარეული ნარჩენები აღარ აეკვრება. დროგამოშვებით ხდება ნიადაგის არევა. ებონიტის ჯოხის გატარება ნიადაგის ზედაპირთან ახლოს არ შეიძლება, რადგან მცენარეულ ნარჩენებთან ერთად ნიადაგის წვრილი ნაწილაკებიც ეკვრება მასზე. გაწმენდილი ნიადაგი კვლავ მუშავდება აგატის სანაყში და მთლიანად ტარდება 0.25 მმ-იან საცერში.

ნიადაგის საერთო ანალიზისათვის სინჯის მომზადება. 1 მმ-იან საცერში გაცრილი ნიადაგიდან იღებენ საშუალო სინჯს - 5 გ-ს; ნიადაგს ნაწილ-ნაწილ 1-2 გრამის რაოდენობით ათავსებენ აგატის სანაყში და ფქვავენ 0,2 მიკრონი ზომის ნაწილაკებამდე. დაფქვა დამთავრებულია თუ მისი ხელით გასრესისას კანს არ ფხაჭნის ნიადაგის ფქვილი. მეორე მაჩვენებელია ფქვილის შეწებება ფირფიტისმაგვარ აგრეგატებად, რადგან 0,2 მიკრონიან ნაწილაკებს მაღალი შეჭიდების უნარი აქვთ.

II.2. ტენის განსაზღვრა ნიადაგში.

ნიადაგის ტენის განსაზღვრის მრავალი მეთოდი არსებობს: გამოშრობით, პიკნომეტრული, სპირტული და სხვა.

ტენის განსაზღვრა გამოშრობით.

მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს ნიადაგის მიერ შთანთქმული წყლის აორთქლება ნიადაგის წონაკის 105^0 ტემპერატურაზე გაცხელების პირობებში. ნიადაგის უფრო მაღალ ტემპერატურაზე გამოშრობამ შეიძლება გამოიწვიოს ორგანული ნივთიერებების დანახშირება და აორთქლებულ ტენთან ერთად მათი წონის დაკლება, რაც გამოიწვევს ცდომილებას ანალიზის შედეგებში.

ანალიზის მსვლელობა. საველე პირობებში ნიადაგში ტენის განსაზღვრის დროს საჭიროა ვიქონიოთ წინასწარ 105^0 ტემპერატურის პირობებში გამომშრალი და გამოწონილი, სპეციალურ ყუთში ჩაწყობილი მინის ან ალუმინის საშრობი ჭიქები (ბიუქსები). მინდვრად აღებულ ნიადაგის ნიმუშს მოაშორებენ ფესვებს, კენჭებს და სხვა მექანიკურ მინარევებს, რის შემდეგ ნიმუშს თხელ ფენად გაშლიან მუყაოზე, დაყოფენ რამდენიმე პატარა ოთხკუთხედად, თითოეული მათგანიდან კოვზით იღებენ წონაკს, შეურევენ და ათავსებენ ბიუქსებში. მინის ან ალუმინის საშრობ ჭიქაში ნიადაგი უნდა მოთავსდეს ჭიქის მოცულობის ნახევარზე ცოტა მეტი. საშრობ ჭიქაში მოთავსებული ნიადაგი ტენის განსაზღვრისათვის უნდა გაიგზავნოს ლაბორატორიაში. როგორც ავღნიშნეთ ცარიელი საშრობი ჭიქების წონა ცნობილია. ლაბორატორიაში იგებენ საშრობი ჭიქისა და მასში საანალიზოდ მოთავსებული ნიადაგის წონას. თავღია საშრობ ჭიქას ათავსებენ საშრობ კარადაში ზუსტად 105^0 C ტემპერატურაზე, სადაც ოთხიხუთი საათის განმავლობაში აწარმოებენ ნიადაგის გამოშრობას. ამის შემდეგ საშრობ ჭიქებს გამოიტანენ საშრობი კარადიდან და თავდახურულს, 20-30 წუთის განმავლობაში, ათავსებენ გასაცივებლად ექსიკატორში, რის შემდეგ მას ამოიღებენ და წონიან. ანალიზის სიზუსტეში დარწმუნებისათვის თავღია საშრობ ჭიქას განმეორებით გამოაშრობენ საშრობ კარადაში 105^0 ტემპერატურაზე 1/2-1 საათის განმავლობაში. შემდეგ თავდახურულს

გადაიტანენ ექსიკატორში გასაცივებლად 20-30 - წუთს, რის შემდეგ წონიან. თუ გამოშრობის შემდეგ პირველი და მეორე წონა დაახლოებით თანაბარია, მაშინ გამოშრობას დამთავრებულად თვლიან. თუ პირველ და მეორე წონას შორის სხვაობა გრამის მეასედ ფარგლებშია, მაშინ კვლავ განაგრძობენ ნიადაგის გამოშრობას; ნიადაგში ტენის განსაზღვრის მიმდინარეობას ქვემოთ მოტანილი ფორმის მიხედვით ჩაიწერენ;

ტენის პროცენტს ანგარიშობენ შემდეგნაირად: პირველად იგებენ საანალიზოდ აღებული ნიადაგის წონას, რისთვისაც ჭიქისა და ნიადაგის წონას აკლებენ ჭიქის წონას. მაგალითად, ჩაწერის ფორმაში მოტანილი მონაცემების მიხედვით

23 გ – 17,55 გ = 5,45 გ;

შემდეგ იგებენ საანალიზოდ აღებულ წონაკში წყლის რაოდენობას, რისთვისაც საშრობი ჭიქისა და სველი ნიადაგის წონას აკლებენ საშრობი ჭიქისა და მშრალი ნიადაგის წონას: 23,0 გ – 21,21 გ= 1,79 გ

მაშასადამე, 5,45 გ საანალიზოდ აღებულ ტენიან ნიადაგში წყალი ყოფილა 1,79 გ. ამის შემდეგ ანგარიშობენ ნიადაგში ტენის (წყლის) პროცენტულ შემცველობას შემდეგი პროპორციის მიხედვით:

5,45 გ საანალიზოდ აღებული ნიადაგი შეიცავს 1,79 გ ტენს
100 გ „ „ „ „ X

X = (100 · 1,79) : 5,45 = 32,8% ;

შედეგების ჩაწერის ფორმა

ნიმუშის №	საშრობი ჭიქის №	საშრობი ჭიქის წონა, გ	საშრობი ჭიქის და ნიადაგის წონა, გ	საანალიზო ნიადაგი, გ	საშრობი ჭიქის და ნიადაგის წონა პირველი გამოშრობის შემდეგ, გ	საშრობი ჭიქის და ნიადაგის წონა მეორე გამოშრობის შემდეგ, გ	ტენი აღებულ წონაკში, გ	ტენი, %-ში
10	10	17,55	23,0	5,45	21,22	21,21	1,79	32,8

ამრიგად, საანალიზოდ აღებულ ნიადაგში ტენი ყოფილა 32,8%.

II.3. ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრა ნიადაგში.

აგროქიმიური ანალიზების ჩატარებისას საჭიროა ნიადაგში განისაზღვროს ჰიგროსკოპული წყალი, რათა შესაძლებელი გახდეს ანალიზის შედეგების გადაანგარიშება 100 გ აბსოლუტურად მშრალ ნიადაგზე.

წყლის იმ რაოდენობას, რომელიც შთანთქნულია ნიადაგის მიერ ჰაერიდან მოცემული ტემპერატურის და ტენიანობის პირობებში და გაწონასწორებულია ჰაერში მყოფ წყლის ორთქლთან, ნიადაგის ჰიგროსკოპული წყალი ეწოდება. ნიადაგს, რომელიც შეიცავს ჰიგროსკოპულ წყალს, ჰაერმშრალი ნიადაგი ეწოდება. ნიადაგის ჰიგროსკოპულობა დამოკიდებულია ნიადაგის თავისებურებაზე და იმ არის ტემპერატურასა და ტენიანობაზე, რომელშიც ნიადაგის ნიმუში იმყოფება. ნიადაგის შედგენილობა დიდ გავლენას ახდენს მის ჰიგროსკოპულობაზე. თიხით მდიდარი ნიადაგები, სილიან ნიადაგებთან შედარებით უფრო მაღალი ჰიგროსკოპულობით ხასიათდებიან; ასევე, ჰუმუსის რაოდენობის ზრდა იწვევს ჰიგროსკოპულობის გადიდებას. ნიადაგები, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ Na-ს მაღალი ჰიგროსკოპულობით ხასიათდებიან.

ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრის ყველაზე უფრო მარტივი და მისაღები მეთოდია ჰაერმშრალი ნიადაგის გამოშრობა 100-105^0 C ტემპერატურის პირობებში.

ანალიზის მსვლელობა.

მინის მილესილსაცობიან საშრობ ჭიქას (შესაძლებელია ალუმინის საშრობი ჭიქის გამოყენებაც) კარგად გარეცხავენ, გამოაშრობენ საშრობ კარადაში 105^0 ტემპერატურაზე 1/2-1 საათის განმავლობაში, შემდეგ აცივებენ ექსიკატორში. 20 წუთის შემდეგ საშრობ ჭიქას წონიან ანალიზურ სასწორზე. მასში ათავსებენ 4-5 გრამ ჰაერმშრალ ნიადაგს. საშრობ ჭიქას ნიადაგით (თავღია) ათავსებენ საშრობ კარადაში 100-105^0 C ტემპერატურაზე და აშრობენ მუდმივ წონამდე. სამი საათის შემდეგ გამოიღებენ და თავდახურულს ჩადგამენ ექსიკატორში გასაცივებლად. 30 წუთის

შემდეგ წონიან ანალიზურ სასწორზე და დაკარგული წყლის რაოდენობით ანგარიშობენ ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობას ნიადაგში პროცენტობით. ჩანაწერებს აწარმოებენ შემდეგნაირად:

შედეგების ჩაწერის ფორმა

ნიმუშის №	საშრობი ჭიქის №	საშრობი ჭიქის წონა, გ	საშრობი ჭიქის და ნიადაგის წონა, გ	ნიადაგის წონა, გ	საშრობი ჭიქის და ნიადაგის წონა პირველი გამოშრო-ბის შემდეგ, გ	საშრობი ჭიქის და ნიადაგის წონა მეორე გამოშრობის შემდეგ, გ	ჰიგროსკოპ. წყლის რაოდ. აღებულ წონაში, გ	ჰიგროსკოპ. წყალი, %-ში
10	10	8,5	13,5	5	13,0	13,0	0,5	10

ჰიგროსკოპული წყლის გამოანგარიშების მაგალითი: საშრობი ჭიქისა და ნიადაგის წონას გამოშრობამდე, გამოვაკლებთ საშრობი ჭიქის წონას და გავიგებთ საანალიზოდ აღებული ჰაერმშრალი ნიადაგის წონას. მაგალითად, 13,5 გ – 8,5 გ =5 გ; შემდეგ, საშრობი ჭიქისა და ნიადაგის წონას გამოშრობამდე გამოვაკლებთ მათ უმცირეს წონას გამოშრობის შემდეგ და მივიღებთ ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობას საანალიზოდ აღებულ ნიადაგში: მაგალითად, 13,5 გ – 13,0 გ = 0,5 გ; ამრიგად, 5 გ ნიადაგში ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობა არის 0,5 გ;

ჰიგროსკოპული წყლის პროცენტული რაოდენობის გაანგარიშება წარმოებს შემდეგი პროპორციით:

5 გ საანალიზოდ აღებული ნიადაგი შეიცავს 0,5 გ ჰიგროსკოპულ წყალს

100 გ ,, ,, ,, ,, X ,, ,, ,,

$$X = (0,5 \cdot 100) : 5 = 10\ \%;$$

მაშასადამე, ჩვენს მიერ საანალიზოდ აღებულ ნიადაგის ნიმუშში ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობა არის 10%.

ჰაერმშრალ ნიადაგის ნიმუშში განსაზღვრულ ამა თუ იმ ნივთიერებათა რაოდენობას ამრავლებენ ჰიგროსკოპულობის კოეფიციენტზე და იგებენ საკვლევ ნივთიერებათა რაოდენობას 100

გ აბსოლუტურად მშრალ ნიადაგში. ჰიგროსკოპულობის კოეფიციენტის გამოანგარიშება ხდება შემდეგნაირად:

$$K = 100 : (100 - X) = 100 : (100 - 10) = 100 : 90 = 1,11;$$

სადაც K არის ჰიგროსკოპულობის კოეფიციენტი.

X - ჰიგროსკოპული წყალი პროცენტობით;

მაგალითად, ჰაერმშრალ ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობა 5 %-ია, ჰიგროსკოპული წყალი კი 10%. აბსოლუტურად მშრალ ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობა პროცენტობით რომ გავიანგარიშოთ, საჭიროა ჰაერმშრალ ნიადაგში არსებული ჰუმუსის პროცენტული შემცველობა გავამრავლოთ ჰიგროსკოპულობის კოეფიციენტზე – ჩვენს შემთხვევაში: **5 · 1,11 = 5,55;** მაშასადამე, საანალიზოდ აღებულ აბსოლუტურად მშრალ ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობა უდრის 5,55%.

II.4. ნიადაგის მჟავიანობა.

არჩევენ ნიადაგის მჟავიანობის შემდეგ სახეებს: აქტუალურ (აქტიურ) მჟავიანობას და პოტენციალურ (ფარულ) მჟავიანობას, რომელიც თავის მხრივ იყოფა გაცვლით და ჰიდროლიზურ მჟავიანობად. აქტუალური მჟავიანობა ნიადაგის ხსნარის მჟავიანობაა.

ნიადაგის აქტიური მჟავიანობა – pH ითვლება ერთ-ერთ ყველაზე გაზომვად პარამეტრად ლაბორატორიაში. აღნიშნული პარამეტრი მიუთითებს ითვლება თუ არა ნიადაგი მჟავე, ნეიტრალურ თუ ტუტე რეაქციის მატარებლად.

pH-ის მნიშვნელოვანი როლი მდგომარეობს მის ზემოქმედებაში ნიადაგში არსებული საკვები ელემენტების შესათვისებლობაზე, ტოქსიკური ელემენტების ხსნადობაზე, კათიონური გაცვლის უნარზე და ბიოლოგიურ აქტივობაზე.

ნიადაგის ხსნარის რეაქცია ბუნებრივ პირობებში მერყეობს pH 3-3,5-დან 9-10-მდე, მაგრამ უფრო ხშირად იგი არ გამოდის pH 4-8-ის საზღვრებიდან. ტუტე რეაქცია გააჩნია მშრალი სტეპის

ნიადაგებს; სამხრეთ შავმიწებსა და წაბლა ნიადაგებს – pH 7,5; რუხ ნიადაგებს – pH 8,5-მდე და ბიცობებს – pH 9-მდე და მეტი.

ნეიტრალურთან ახლო რეაქცია (pH 6,5-7) გააჩნია ჩვეულებრივ და ძლიერ შავმიწებს; ტყის რუხ ნიადაგებს აქვთ სუსტი მჟავე (pH 5,5-6,5), ხოლო, კორდიან-ეწერ და ზოგიერთ ტორფიან ნიადაგს – მჟავე ან ძლიერ მჟავე (pH 4-5 და დაბალი) რეაქცია.

სასოფლო-სამეურნეო მიწის დაახლოებით 11% (330 ათასი ჰა) საქართველოში **მჟავე** ნიადაგებს (წითელმიწა, ყვითელმიწა, სუბტროპიკული ეწერი და სხვ.) უკავიათ. ძლიერ მჟავე ნიადაგების ფართობმა დასავლეთ საქართველოში 37 ათას ჰა-ს მიაღწია, სადაც ეკონომიკურად ღირებული მოსავლის მიღება პრაქტიკულად შეუძლებელია. აღნიშნული ნიადაგების მჟავიანობა დაკავშირებულია ნიადაგის ხსნარში და ნიადაგის შთანთქმით კომპლექსში წყალბადისა და ალუმინის იონების არსებობასთან.

ნიადაგის მჟავიანობა უარყოფით გავლენას ახდენს უმეტესობა სასოფლო სამეურნეო კულტურების განვითარებაზე და ნიადაგის მრავალ სასარგებლო მიკროორგანიზმზე. წყალბადის იონი ადაბლებს ფუძეებით ნიადაგის მაძღრობას, ამცირებს მცენარისათვის შესათვისებელი საკვები ელემენტების რაოდენობას. აღნიშნული ფაქტორები გავლენას ახდენენ ნიადაგის საერთო ნაყოფიერებაზე, რასაც მივყავართ მოსავლის შემცირებისაკენ და პროდუქციის ხარისხის გაუარესებისაკენ.

II.4.1. pH-ის (აქტიური მჟავიანობის) განსაზღვრა ნიადაგში.

ელექტრომეტრული მეთოდების გამოყენება pH-ის განსაზღვრისათვის.

წყალბადის იონების კონცენტრაციის (pH) ელექტრომეტრული მეთოდით განსაზღვრის წინ აუცილებელია დადგინდეს გაზომვის პირობები, როგორიცაა: საანალიზოდ ნიადაგის მომზადება, ელექტროდის და გამზომი ხელსაწყოს არჩევა.

ნიადაგის არეს რეაქციის – pH-ის განსაზღვრა წყლით გამონაწურში (წყლის სუსპენზია).

მჟავიანობის ეს ფორმა განპირობებულია წყალბადის თავისუფალი იონების შემცველობით ნიადაგის ხსნარში. ნიადაგის მჟავიანობის აღნიშნული ფორმის განსაზღვრისათვის წყალბადის იონების კონცენტრაციას გამოსახავენ პირობით ერთეულებში, რომელსაც გამოხატავენ pH სიმბოლოთი. აღნიშნული სიმბოლო წარმოადგენს ხსნარში არსებული წყალბადის იონების კონცენტრაციის უარყოფით ლოგარითმს და მიღებულია შემდეგნაირად. სუფთა წყალი დისოცირდება H^+ და OH^- იონებად:

$$H_2O = H^+ + OH^-$$

მოქმედ მასათა კანონის მიხედვით წყლის დისოციაციის კონსტანტა K ტოლია:

$$\mathbf{K= \{ [H^+] \cdot [OH^-] \} : [H_2O] \text{ , ან } K\,[H_2O] = [H^+] \cdot [OH^-];}$$

მაგრამ სუფთა წყლის დისოციაციის კონსტანტა ძალზე მაღალია და ტოლია:

$$\mathbf{1 \cdot 10^{-14}; \text{ ე.ი. } 1 \cdot 10^{-14} = [H^+] \cdot [OH^-];}$$

წყლის ნეიტრალური რეაქციის დროს $\mathbf{[H^+] = [OH^-] = 1 \cdot 10^{-7}}$**, ე.ი. 0,0000001 ექვ. წყალბადს 1 ლ-ში;**

უფრო მოსახერხებელი რომ იყოს აღნიშნულ სიდიდეს გამოსახავენ ლოგარითმით $\mathbf{lg[H^+] = -7}$**,** ხოლო წყალბადის იონის უარყოფითი ლოგარითმი $\mathbf{-lg[H^+] = 7}$**,** ანუ pH **7** ნეიტრალურ არეში. pH-ის სიდიდისაგან დამოკიდებულების მიხედვით ნიადაგები ეკუთვნიან მჟავეს **(pH < 7)** და ტუტეს **(pH > 7)**;

ნიადაგის აქტუალური მჟავიანობის განსაზღვრა აუცილებელია, რათა ახსნილი იქნეს სასუქების სხვადასხვა დოზების, ფორმების და შეთანაწყობის შესაძლო გავლენა ნიადაგზე, აგრეთვე, თესლბრუნვებში კულტურების შესარჩევად.

ანალიზის მსვლელობა.

ტექნიკურ სასწორზე წონიან მშრალ, 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 20 გრამ ნიადგს, ათავსებენ

100-150 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ცილინდრით ამატებენ 50 მლ გამოხდილ წყალს, რომლის pH 6,7-6,8-ია. კარგად ანჯღრევენ 1 წუთის განმავლობაში და აყოვნებენ დღე-ღამის განმავლობაში; ანალიზის წინ სუსპენზიას შეანჯღრევენ, გადაიტანენ მცირე ზომის ჭიქებში, pH-მეტრის ელექტროდებს ათავსებენ სუსპენზიაში და ხელსაწყოზე აითვლიან pH-ის მაჩვენებელს.

სუსპენზიაში ელექტროდების დაყოვნების დრო ჩაშვების მომენტიდან ანათვალის აღებამდე სხვადასხვა ნიადაგისათვის სხვადასხვაა. მჟავე ნიადაგების გამონაწურში პოტენციალთა სხვაობა მყარდება უფრო ადრე, ვიდრე ნეიტრალური და ტუტე ნიადაგების გამონაწურში.

პრაქტიკულად დადგენილია, რომ მჟავე ნიადაგების გამონაწურში pH-ის საბოლოო მაჩვენებლის მისაღებად საჭიროა დაახლოებით 30 წმ - 1 წთ; ნეიტრალურთან ახლოს მდგომ, ნეიტრალურ და ტუტე გამონაწურებში კი დაახლოებით 1-2 წთ. ამიტომ, pH-ის მასიური განსაზღვრისას რეკომენდებულია დაყოვნების დრო 1,5 წთ – ელექტროდების ხსნარში ჩაშვების მომენტიდან შედეგის ჩაწერის მომენტამდე.

სამი ბუფერული ხსნარით – pH-ით 4,01; 6,86 და 9,18, pH-მეტრის ან იონომეტრის აწყობის (გამართვის) შემდეგ, ელექტროდებს ჩატვირთავენ სუსპენზიაში და ზომავენ pH-ის სიდიდეს. გაზომვის შერულების პროცესში აუცილებელია, ყურადღება მივაქციოთ, რომ ელექტროდები ჩატვირთული იყოს სითხეში ისე, რომ არ ეხებოდეს ჭიქის კედლებს და ჭიქის ფსკერზე დამჯდარ ნიადაგს.

გაზომვის დამთავრების შემდეგ ელექტროდებს იღებენ სითხიდან, გარეცხავენ გამოხდილი წყლით და ამშრალებენ ფილტრის ქაღალდით.

შედეგების ჩაწერის ფორმა:

ჭრილი,ჰორიზონტი, სიღრმე, სმ;	ჭიქის №	წონა, გ;	H_2O-ს მოცულობა, მლ	აპარატის ჩვენება
A_1A_2 (5-15)	2	20	50	5,8

რეაქტივები: გამოხდილი H_2O, pH-ით 6,7-6,8;

pH-ის განსაზღვრა მარილის ხსნარში.

pH – წყლის სუსპენზიაში – არამდგრადი სიდიდეა, ხშირად ცვალებადია სხვადასხვა ფაქტორების გავლენით ერთი სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაშიც კი. ამიტომ, პრაქტიკაში, ნიადაგის pH-ის განსაზღვრას აწარმოებენ არა მარტო წყლის, არამედ მარილის გამონაწურშიც. თუ ნიადაგს ახასიათებს გაცვლითი მჟავიანობა, მარილის გამონაწურშიც აღმოჩნდება მაღალი მჟავიანობა, რის გამოც pH-ის მაჩვენებელი მარილის გამონაწურში უფრო დაბალია, ვიდრე წყლის სუსპენზიაში.

მეთოდის არსი მდგომარეობს ნიადაგის ხსნართან 1 : 2,5 შეფარდების პირობებში KCl-ის 1,0 ნორმალობის ხსნარით ნიადაგის გამონაწურში pH-ის პოტენციომეტრული განსაზღვრა.

ანალიზის მსვლელობა.

ტექნიკურ სასწორზე წონიან მშრალ, 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 20 გრამ ნიადგს, ათავსებენ 100-150 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 50 მლ KCl-ის 1,0 ნორმალობის ხსნარს. კარგად ანჯღრევენ 1 წუთის განმავლობაში და აყოვნებენ 18-24 საათის განმავლობაში. რის შემდეგ სუსპენზიას შეანჯღრევენ და გადაიტანენ მცირე ზომის ჭიქებში.

სამი ბუფერული ხსნარით – pH-ით 4,01; 6,86 და 9,18 – pH-მეტრის ან იონომეტრის გამართვის შემდეგ, ელექტროდებს ჩატვირთავენ სუსპენზიაში და ზომავენ pH-ის სიდიდეს. აპარატზე ანათვალს იღებენ სუსპენზიაში ელექტროდების ჩატვირთვის მომენტიდან 1-1,5 წუთის შემდეგ.

მუშაობის პროცესში აპარატის გამართულობას პერიოდულად აკონტროლებენ ბუფერული ხსნარის გამოყენებით რომლის pH 4,01-ია.

შედეგების ჩაწერის ფორმა:

ჭრილი,ჰორიზონტი, სიღრმე, სმ;	ჭიქის №	წონა, გ;	1n KCl–ის მოცულობა	აპარატის ჩვენება
A_2 (15-25)	2	20	50	4,6

რეაქტივები: 1 n KCl-ის ხსნარი. 74,56 გრამ KCl ხსნიან გამოხდილ წყალში, გადააქვთ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში და მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

pH-ის განსაზღვრის კოლორიმეტრული მეთოდი.

კოლორიმეტრული მეთოდები (ალიამოვსკის, მიხაელისის და სხვ.) დაფუძნებულია ზოგიერთი ორგანული ნივთიერების თვისებაზე შეიცვალონ შეფერილობა წყალბადის იონების კონცენტრაციის მიხედვით, კომბინირებული ან უნივერსალური ინდიკატორების დახმარებით, რომლებიც თან ახლავს ხელსაწყოს. შეფერადებული საკვლევი ხსნარების შედარება ხდება სტანდარტულ სკალასთან.

ანალიზის მსვლელობა. კალკის ან პერგამენტის ქაღალდზე შპატელით ათავსებენ ნიადაგის საშუალო ნიმუშს და ტექნიკურ სასწორზე წონიან 20 გრამს, გადაიტანენ 150-200 მლ მოცულობის კოლბში. წონაკს ამატებენ ცილინდრით 50 მლ გამოხდილ წყალს (წყლის სუსპენზია) ან 50 მლ 1,0 n KCl ხსნარს (მარილის სუსპენზია). ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში. სინჯარაში გადააქვთ დაყოვნებული სითხის 3 მლ (უმჯობესია არ გაიფილტროს). ამატებენ პიპეტით 0,15 მლ ინდიკატორს, ანჯღრევენ. სინჯარას ათავსებენ შესაბამის მოწყობილობაში და ადარებენ სტანდარტულ სკალას.

სხვადასხვა ავტორის მიერ ჩატარებული ხანგრძლივი და მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტის საფუძველზე შემოთავაზებული რეკომენდაციების შეჯერების საფუძველზე დადგენილ იქნა:

pH-ის ელექტრომეტრული მეთოდით განსაზღვრისათვის შემდეგი სტანდარტული პირობები: საანალიზოდ იღებენ ჰაერმშრალი ნიადაგის ნიმუშს, დაფქვის შემდეგ ატარებენ 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში. ნიადაგის წონაკს ასხამენ წყალს ან 1,0 n KCl-ის ხსნარს ისეთი მოცულობით, რომ ნიადაგი : ხსნარის შეფარდებამ შეადგინოს 1 : 2,5; კოლბს ნარევით ახურავენ საცობს და ანჯღრევენ როტატორზე 5 წუთის განმავლობაში; შემდეგ, თუკი საზღვრავენ pH წყლის გამონაწურში, სუსპენზია

გადააქვთ ცენტრიფუგის სინჯარებში და აცენტრიფუგირებენ 15 წუთის განმავლობაში 6000 ბრუნის სიჩქარით. მარილის ხსნარის შემთხვევაში სუსპენზიას უბრალოდ დააყოვნებენ და pH-ის განსაზღვრისათვის იღებენ დაულექავი სითხის ნაწილს. გამონაწურის მომზადებისთვის იყენებენ მხოლოდ ორმაგ გამოხდილ წყალს გადადუღებულს CO_2-ის მოცილებისათვის და შენახულს ატმოსფეროს ჰაერისგან იზოლირებულად.

მჟავე ნიადაგების გამონაწურში pH-ის საბოლოო მაჩვენებლის მისაღებად საჭიროა დაახლოებით 30 წამი – 1 წუთი; ნეიტრალურთან ახლოს მდგომ, ნეიტრალურ და ტუტე გამონაწურებში კი დაახლოებით 1-2 წუთი; ამიტომ, pH-ის მასიური განსაზღვრისას რეკომენდებულია დაყოვნების დრო 1,5 წუთი – ელექტროდების ხსნარში ჩაშვების მომენტიდან შედეგის ჩაწერის მომენტამდე. pH-ის გამზომი ხელსაწყოს არჩევანი დამოკიდებულია გამოყენებული ელექტროდების თავისებურებებზე.

pH-ის განსაზღვრა ნიადაგში ჯონ რაიანის, ჯორჯ ესტეფანის და სხვ. მიხედვით (ИКАРДА).*

pH-ის განსაზღვრისათვის ნიადაგის სუსპენზიაში 1 : 1 (ნიადაგი : წყალი) შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ანალიზი, რომელიც გვიჩვენებს ნიადაგი მჟავეა, ნეიტრალური თუ ტუტე რეაქციის.

ანალიზის მსვლელობა. წონიან 50 გრამ ჰაერმშრალ, 2 მმ-მდე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ ნიადაგს, ათავსებენ 100 მლ მოცულობის მინის მენზურაში. დანაყოფებიანი ცილინდრით, ან 50 მლ მოცულობის კოლბით ამატებენ 50 მლ წყალს; კარგად შეურევენ მინის წკირით და ტოვებენ 30 წუთით. ამ დროის განმავლობაში სუსპენზიას შეურევენ ყოველ 10 წუთში. დაყოვნებას აგრძელებენ 1 საათამდე და შემდეგ კვლავ კარგად შეურევენ.

---

* **(Руководство,, Анализ растений и почвы”, Джон Райан, Джорж Эстефан и др, (ИКАРДА) რუს.ენაზე. 2002;**
,,ИКАРДА“ – მშრალ რეგიონებში სოფლის მეურნეობის კვლევების საერთაშორისო ცენტრი.

სუსპენზიაში ათავსებენ კომბინირებულ ელექტროდს (3 სმ-ის სიღრმეზე), 30 წამის შემდეგ ახდენენ გაზომვას.

გაზომვის შემდეგ ელექტროდს იღებენ სუსპენზიიდან, გარეცხავენ დეიონიზირებული წყლით ცალკე მენზურაში და გაამშრალებენ მასზე დარჩენილი წყლისაგან.

შენიშვნა. 1. კომბინირებული ელექტროდის გამოყენების შემთხვევაში, უნდა დავრწმუნდეთ, რომ იგი შეიცავს KCl-ის ნაჯერ ხსნარს და რაღაც რაოდენობით მყარ KCl.

2. ჩატარდეს pH-ის გამზომი ხელსაწყოს დაყალიბება (შემოწმება) pH-ის სხვადასხვა მნიშვნელობის მქონე სამი ბუფერული ხსნარით: ჩვეულებრივ 4,01; 7,0 და 9,0; პირველ რიგში ზომავენ ხსნარის ტემპერატურას და არეგულირებენ კორექტორით ,,ტემპერატურა". ჩატვირთავენ ელექტროდს ბუფერულ ხსნარში რომლის pH – შეადგენს 4,01; ამოწმებენ ფაქტიურ მაჩვენებელს აღნიშნული ტემპერატურის პირობებში და საჭიროების შემთხვევაში არეგულირებენ კორექტორით ,,ბუფერული ხსნარი"; იმ შემთხვევაში, თუკი ხელსაწყო იძლევა pH-ის ისეთ მაჩვენებელს, რომელიც 0,04 pH-ით მეტია ბუფერის pH-ის მაჩვენებელზე მაშინ დარეგულირება ხდება კორექტორით ,,ბუფერული ხსნარი", ხოლო, თუ ეს გადახრა 0,04 pH-ზე ნაკლებია, ხელსაწყოს გასწორება საჭირო არ არის. ელექტროდებს გულდასმით ჩარეცხავენ გამოხდილი წყლით. ჭიქაში ასხამენ სხვა pH-ის მქონე ბუფერს და იღებენ ანათვალს ხელსაწყოზე. ასე თანმიმდევრობით ამოწმებენ ყველა ბუფერული ხსნარის pH-ს კორექტორით ,,ბეფერული ხსნარი" და კორექტორით ,,მგრძნობელობა". მოქმედებას იმეორებენ მანამ, სანამ სამივე ბუფერული ხსნარი არ მოგვცემს სწორ მაჩვენებელს.

3. ИКАРДА-ში pH-ს ზომავენ 1 : 1 (ნიადაგი : წყალი) სუსპენზიაში. სპეციალური მიზნებისათვის pH შეიძლება გაიზომოს ნაჯერ ნიადაგურ პასტაში ან უფრო თხევად სუსპენზიებში. ზოგიერთ ლაბორატორიაში pH საზღვრავენ ნიადაგი : წყალი სუს-

პენზიაში და 1 n KCl ან 0,01 M $CaCO_2$ სუსპენზიაში; მარილის ხსნარში pH-ის განსაზღვრის მთავარი უპირატესობა ეს არის – ტენდენცია, აცილებულ იქნეს სუსპენზიის ეფექტით გამოწვეული და მარილების შეცვლილი შემცველობის, (მაგალითად სასუქების ნარჩენების) ხელშემშლელი გავლენა.

4. ჰაერმშრალი ნიადაგი შეიძლება შენახულ იქნეს რამდენიმე თვის განმავლობაში დახურულ ყუთში, რაც არ ახდენს გავლენას pH-ის განსაზღვრაზე.

5. ორგანული ნივთიერების მაღალი შემცველობის ნიადაგებისათვის საჭიროა გამოყენებულ იქნეს პროპორცია – ნიადაგი: წყალი 1 : 2 ან 1 : 4;

6. თუკი pH-ის გამზომი ხელსაწყო და ელექტროდები არ გამოიყენება ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, აუცილებელია ხელსაწყოს თანმხლები ქარხნული ინსტრუქციის მიხედვით მათი შენახვა.

რეაქტივები : 1. KCl-ის 1,0 n ხსნარი. 74,6 გ ქ.ს. KCl ხსნიან 1 ლ გამოხდილ წყალში, რეაქტივის pH 5,6-6,0 (შემოწმდეს ანალიზის დაყენების წინ; აუცილებლობის შემთხვევაში უნდა დაყენდეს pH-ის საჭირო მნიშვნელობა KOH ან KCl-ის სუსტი სნარებით).

2.კომბინირებული ინდიკატორი.

3. ფერადი სკალა, დამზადებული მინერალური მარილებისგან ნ.ი.ალიამოვსკის რეცეპტის მიხედვით.

4. დეიონიზირებული წყალი.

5. ბუფერული ხსნარები pH-ით 4,01; 7,0; 9,0;

II.4.2. პოტენციალური (ფარული) მჟავიანობა.

ნიადაგის მჟავიანობის ეს ფორმა დამოკიდებულია ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსში წყალბადისა და ალუმინის იონების არსებობაზე. რომელთაც გააჩნიათ სხვა იონებზე გაცვლის უნარი. პოტენციალური მჟავიანობის განსაზღვრაში შედის გაცვლითი და ჰიდროლიზური მჟავიანობის განსაზღვრა.

II.4.2.1. გაცვლითი მჟავიანობის განსაზღვრა დაიკუხარას მეთოდით.

გაცვლით მჟავიანობას გამოსახავენ წყალბადიონების იმ რაოდენობით, რომელიც გამოიდევნება ნიადაგის მშთანთქმელი კოპლექსიდან ნეიტრალური მარილის ხსნარით ნიადაგის დამუშავების შედეგად:

$$[\text{ნშკ}]^{*}\ \begin{matrix} H^{+} \\ H^{+} \end{matrix} + 3\,KCl = [\text{ნშკ}]\ \begin{matrix} K^{+} \\ K \end{matrix} + 3\,HCl.$$

სხვა შემთხვევაში ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსში შეიძლება ჭარბობდეს ალუმინის იონები, მაშინ:

$$[\text{ნშკ}]\ Al^{3+} + 3\,KCl = [\text{ნშკ}]\ \begin{matrix} K^{+} \\ K^{+} \end{matrix} + 3AlCl_3.$$

მიღებული მარილი ადვილად ჰიდროლიზდება ნიადაგში HCl-ის წარმოქმნით:

$$AlCl_3 + 3H_2O = Al(OH)_3 + 3HCl$$

ამრიგად, KCl-ის 1 n ხსნარით ნიადაგის დამუშავებისას მშთანთქმელი კომპლექსის მიერ შთაინთქმება კალიუმი, მის ნაცვლად მშთანთქმელი კომპლექსიდან გამოიდევნება წყალბადის და ალუმინის იონები, რის შედეგადაც ნიადაგის გამონაწურში წარმოიშვება მარილის მჟავა HCl, რომლის რაოდენობას გებულობენ 0,1 n NaOH-ის ხსნარით ფილტრატის დატიტვრით და ამრიგად საზღვრავენ ნიადაგის გაცვლით მჟავიანობას.

გაცვლითი მჟავიანობის გადიდება შეიძლება იყოს სასუქების ფიზიოლოგიურად მჟავე ფორმების ნიადაგში სისტემატური შეტანის ან ამაღლებული დოზებით მათი ერთჯერადი შეტანის შედეგი, რაც დამღუპველ გავლენას ახდენს არეს მჟაგე რეაქციისადმი მგრძნობიარე მცენარეებზე,

---

* ,,ნშკ – ნიადაგის მშთანთქმელი (შთანთქმითი) კომპლექსი.

ანალიზის მსვლელობა. 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 80 გრამ ნიადაგს ათავსებენ 500 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 200 მლ KCl-ის 1 n ხსნარს, რომლის pH დაახლოებით 5,6-6,0 უნდა იყოს; ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში და ფილტრავენ 11-12,5 სმ დიამეტრის უნაცრო ფილტრით (თეთრი ზონარით). ფილტრატის პირველ ულუფას (10-12 მლ) გადაღვრიან. ხსნარს გაფილტრავენ მთლიანად და მხოლოდ ამის შემდეგ იწყებენ დატიტვრას.

მასიური ანალიზების შემთხვევაში ხანგრძლივ ნჯღრევას ცვლიან 3 წუთიანი ნჯღრევით, შემდეგში ერთი ღამის განმავლობაში დაყოვნებით. ამ შემთხვევაში გაფილტვრა შეიძლება არ ჩატარდეს; დასატიტრად პირდაპირ იღებენ დაყოვნებულ გამჭვირვალე ხსნარს.

გამჭვირვალე ფილტრატის 50 მლ-ს ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. ამატებენ 2-3 წვეთ ფენოლფტალეინს* და ტიტრავენ ცივ მდგომარეობაში NaOH-ის 0,1 n ხსნარით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე, რომელიც მდგრადია 1 წუთი. მრავალი ავტორის მიერ რეკომენდებულია დატიტვრის წინ ხსნარის გაცხელება. მაგრამ, შემოწმებისას, გაცხელებით და ცივ მდგომარეობაში დატიტვრამ ერთნაირი შედეგი აჩვენა.

დატიტვრაზე დახარჯული NaOH-ის 0,1 n ხსნარის რაოდენობის მიხედვით ანგარიშობენ გაცვლით მჟავიანობას მილიგრამ-ექვივალენტებში 100 გრამ ნიადაგზე.

გამოანგარიშების მაგალითი. დავუშვათ, 50 მლ მარილის ხსნარის დატიტვრაზე დაიხარჯა 1,2 მლ 0,1015 n NaOH-ის ხსნარი. რადგან 50 მლ ხსნარი შეესაბამება 20 გრამ ნიადაგს, 100 გრამ ჰაერმშრალ ნიადაგზე გადასაანგარიშებლად ტუტის მითითებული რაოდენობა უნდა გამრავლდეს 5-ზე. შემდეგ კი მრავლდება 0,1-ზე (1 მლ 0,1 n ხსნარი შეესაბამება 0,1 მგ-ექვივალენტს).

---

* დატიტვრა შეიძლება ჩატარდეს ინდიკატორ ბრომტიმოლ ლურჯის გამოყენებით ცისფერ შეფერვამდე.

(ან რაც იგივეა, ვყოფთ 10-ზე). ამრიგად, გაცვლითი მჟავიანობის გამოსაანგარიშებლად იყენებენ ფორმულას:

X= (a · T · 5) : 10,

სადაც, **X -** არის გაცვლითი მჟავიანობა;

a – დატიტვრაზე დახარჯული 0,1 n NaOH-ის ხსნარის რაოდენობა.

T – 0,1 n NaOH-ის ტიტრის შესწორების კოეფიციენტი.

5 – 100 გრამ ნიადაგზე გადასაყვანი რიცხვი;

10 – მგ.ექვივალენტებში გამომსახველი რიცხვი.

ექსპერიმენტული მონაცემებით დამტკიცებულია, რომ მთლიანი გაცვლითი მჟავიანობა 1,5-2-ჯერ მეტია ვიდრე გაცვლითი მჟავიანობა განსაზღვრული ზემოთ აღნიშნული წესით. ნეიტრალური მარილის ხსნარით ნიადაგის ერთჯერადი დამუშავებისას ნიადაგიდან გამოიდევნება გაცვლითი წყალბადის არა მთლიანი რაოდენობა, არამედ მისი ნაწილი, ამიტომ ე.წ. სრულ გაცვლით მჟავიანობაზე გადასაანგარიშებლად იყენებენ პირობით კოეფიციენტს – 1,75; [(1,5 +2) : 2 = 1,75] და მასზე ამრავლებენ გაცვლითი მჟავიანობის მიღებულ სიდიდეს.

რეაქტივები:

1. KCl-ის 1,0 n ხსნარი pH 5,6 – 6,0; წონიან 75 გრამ KCl და ხსნიან დაახლოებით 300 - 400 მლ წყალში. ფილტრავენ საზომ კოლბში და ხსნარის მოცულობა წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ხსნარს გადაიტანენ მინის სუფთა ჭურჭელში, კარგად შეურევენ. იღებენ 5-10 მლ ხსნარს და ამოწმებენ მის pH-ს. თუკი pH – 5,6 – ზე ნაკლებია ხსნარს ამატებენ რამდენიმე წვეთ ტუტეს. თუკი pH – 6,0-ზე მეტია შეამჟავებენ მარილის მჟავით და ასეთი გზით pH მიჰყავთ სასურველ სიდიდემდე,

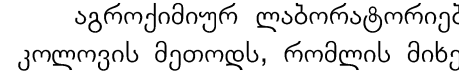
2. NaOH-ის 0,1 n ხსნარი. ხსნარს ამზადებენ ფიქსონალიდან ან წონიან 4 გ ქიმიურად სუფთა NaOH–ს და ხსნიან CO_2 მოცილებულ წყალში, შემდეგ კი ხსნარის მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ხსნარის ნორმალობას ადგენენ H_2SO_4-ის ფიქსონალით ან გადაკრისტალებული ქარვის მჟავით.

3.ფენოლფტალეინის 1%-იანი ხსნარი 60 %-იან სპირტში ან ბრომტიმოლ ლურჯის 0,1%-იანი ხსნარი 20%-იან სპირტში.

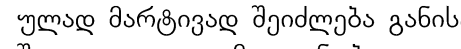
II.4.2.2. pH- ის, გაცვლითი მჟავიანობის და ალუმინის განსაზღვრა სოკოლოვის მეთოდით.

აგროქიმიურ ლაბორატორიებში ფართოდ იყენებენ ა.ბ.სოკოლოვის მეთოდს, რომლის მიხედვით ერთ წონაკში ერთდროულად მარტივად შეიძლება განისაზღვროს **pH-** მარილის ხსნარში, გაცვლითი მჟავიანობა და ალუმინის მოძრავი ფორმების შემცველობა.

მეთოდის საფუძველია წყალბადისა და ალუმინის გამოძევება ნიადაგის მშთანთქმელი კომპლექსიდან KCl-ის 1,0 n ხსნარით.

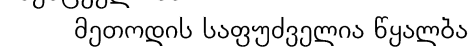


$$[\text{ნშკ}]^{H+}_{Al} + KCl = [\text{ნშკ}]^{K+}_{K+} + HCl + AlCl_3 ,$$



$$AlCl_3 + 3\,H_2O = Al(OH)_3 + 3HCl;$$

წარმოქმნილი მჟავას დატიტვრის შემდეგ ანგარიშობენ გაცვლითი მჟავიანობის სიდიდეს, რომელიც გამოწვეულია წყალბადისა და ალუმინის იონების ჯამით. ეს უკანასკნელნი შეიძლება გამოილექონ ნატრიუმის ფტორიდის 3,5%-იანი ხსნარით ნეიტრალური მარილის – კრიოლიტის წარმოქმნით:



$$AlCl_3 + 6NaF = Na_3AlF_6 + 3NaCl$$

განმეორებითი დატიტვრა საშუალებას იძლევა განისაზღვროს მჟავიანობა, რომელიც გამოწვეულია მხოლოდ წყალბადის იონებით. მიღებული მონაცემების სხვაობით ადვილად იანგარიშება ალუმინის შემცველობა.

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე აწონილ 80 გ ნიადაგის ნიმუშს ათავსებენ 300-500 მლ მოცულობის კოლბში. ცილინდრით ასხამენ 200 მლ KCl-ის 1,0 n ხსნარს (pH 5,6 - 6,0); ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათი (ან 15 წუთი და აყოვნებენ მთელი ღამით). გაფილტრავენ ძაბრის გამოყენებით ქაღალდის

ფილტრით (თეთრი ან ვარდისფერი ზოლით), ფილტრატის პირველი ულუფის გადაღვრით. ფილტრატში საზღვრავენ pH-ის მნიშვნელობას ზემოთ აღწერილი რომელიმე მეთოდით. გაცვლითი მჟავიანობის განსაზღვრისათვის პიპეტით იღებენ 50 მლ ფილტრატს და ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ერლენმეიერის კოლბში. ელექტროქურაზე (ან სხვა რომელიმე გამაცხელებელზე) ადუღებენ ფილტრატს 5 წუთი ნახშირმჟავა აირის მოცილებისთვის. ცხელ ხსნარს დატიტრავენ ზუსტად დადგენილი 0,1 n ტუტის ხსნარით (KOH ან NaOH) ფენოლფტალეინის გამოყენებით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე, რომელიც მდგრადია 1 წუთის განმავლობაში. ერლენმეიერის სხვა კოლბში პიპეტით იღებენ ასევე 50 მლ ფილტრატს, ადუღებენ 5 წუთი; აცივებენ კოლბის ცივ წყალში მოთავსებით ოთახის ტემპერატურამდე. გაცივებულ ფილტრატში პიპეტით ამატებენ 3 მლ NaF 3,5%-იან ხსნარს. ასეთ მომზადებულ ხსნარს ტიტრავენ 0,1 n ტუტის ხსნარით (KOH ან NaOH) ფენოლფტალეინის მიხედვით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე.

მჟავიანობის სხვადასხვა ფორმის ანგარიშს შემდეგნაირად აწარმოებენ:

1. გაცვლითი მჟავიანობა, განპირობებული H^+ და Al^{3+} იონებით (მგ.ექვ/100 გ ნიადაგზე):

$$\mathbf{X = (a \cdot T \cdot 5) : 10,}$$

სადაც, **X -** არის გაცვლითი მჟავიანობა;

a – დატიტვრაზე დახარჯული 0,1 n NaOH-ის ხსნარის რაოდენობა.

T – 0,1 n NaOH-ის ტიტრის შესწორების კოეფიციენტი.

5 – 100 გრამ ჰაერმშრალ ნიადაგზე გადასაყვანი რიცხვი;

10 – მგ.ექვივალენტებში გამომსახველი რიცხვი.

2. **H^+ იონებით** გამოწვეული მჟავიანობის ანგარიში, ალუმინის დალექვის შემდეგ, მეორე დატიტვრის შედეგების მიხედვით ანგარიში იგივენაირად.

3. **Al^{3+} იონების** შემცველობის ანგარიში:

$(H^+ + Al^{3+}) - H^+ = Al$ მგ.ექვ/100 გ ნიადაგზე.

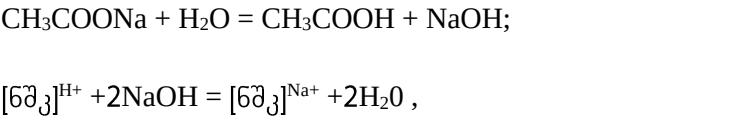
მიღებული მნიშვნელობის გამრავლებით 9-ზე (ექვივალენტი Al), გავიგებთ ალუმინის რაოდენობას მგ/100 გ ნიადაგზე.

რეაქტივები:

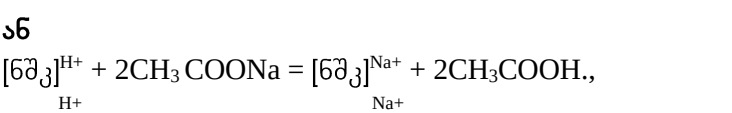
1. KCl 1,0 n ხსნარი;
2. ფენოლფტალეინი;
3. KOH ან NaOH - ის 0,1 n ხსნარი.
4. ნატრიუმის ფტორიდის 3,5%-იანი ხსნარი, მომზადებული გამოხდილ წყალზე CO_2-ის გარეშე(გამოხდილ წყალს ადუღებენ საწყისი მოცულობის 1/3-მდე).

II. 4. 2..3. ნიადაგის ჰიდროლიზური მჟავიანობის განსაზღვრა კაპენის მეთოდით

ნიადაგის მჟავიანობის ეს ფორმა განპირობებულია წყალბადის იონებით, რომლებიც უფრო მჭიდროდ არიან შეკავშირებულნი ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსში და გამოძევდებიან ჰიდროლიზური ტუტე მარილის ხსნარებთან ან ტუტესთან ნიადაგის ურთიერთმოქმედებით. რეაქცია შეიძლება მიმდინარეობდეს ორ სტადიაში:

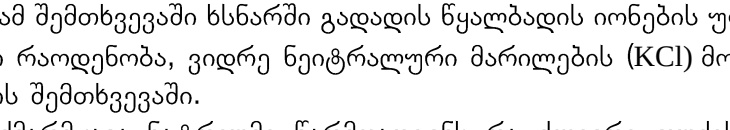


$$CH_3COONa + H_2O = CH_3COOH + NaOH;$$



$$[\text{ნშკ}]^{H+}_{H+} + 2NaOH = [\text{ნშკ}]^{Na+}_{Na+} + 2H_20\ ,$$

ან



$$[\text{ნშკ}]^{H+}_{H+} + 2CH_3COONa = [\text{ნშკ}]^{Na+}_{Na+} + 2CH_3COOH.,$$

ამ შემთხვევაში ხსნარში გადადის წყალბადის იონების უფრო მეტი რაოდენობა, ვიდრე ნეიტრალური მარილების (KCl) მოქმედების შემთხვევაში.

ძმარმჟავა ნატრიუმი წარმოადგენს რა ძლიერი ფუძის და სუსტი მჟავას მარილს, წყალხსნარში ჰიდროლიზდება OH-ის

წარმოქმნით, რის შედეგად ხსნარს აქვს ტუტე რეაქცია. ტუტე არის პირობებში ხსნარში გადმოდიან არა მარტო გაცვლითი მჟავიანობის გამომწვევი წყალბადიონები, არამედ აგრეთვე, ნიადაგის კოლოიდურ კომპლექსთან უფრო მჭიდროდ შეკავშირებული H – იონები. ამიტომ, ჰიდროლიზური მჟავიანობა უფრო მეტია, ვიდრე გაცვლითი მჟავიანობა და წარმოადგენს აქტუალური და პოტენციალური მჟავიანობის ჯამს. აღნიშნული მაჩვენებელი გამოიყენება პრაქტიკაში მჟავე ნიადაგებზე კირის დოზების ანგარიშისათვის

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე წონიან საანალიზოდ მომზადებული ნიადაგის 40 გრამს. წონაკი გადააქვთ 250–300 მლ მოცულობის კოლბში. ცილინდრით ამატებენ 100 მლ ძმარმჟავა ნატრიუმის 1,0 n ხსნარს (pH 8,5); კოლბს ახურავენ საცობს და ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათი (ან 3 წუთი და ღამის განმავლობაში დაყოვნებით, პერიოდულად 4-5 ჯერ შენჯღრევით). ფილტრავენ 8-10 სმ დიამეტრის ჩვეულებრივი ქაღალდის ფილტრით (უკეთესია თეთრ სახვევიანი). ფილტრატის პირველ ულუფას გადაღვრიან. 50 მლ ფილტრატს პიპეტით გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის ერლენმეიერის კოლბში, ამატებენ 2-3 წვეთ ფენოლფტალეინს და ტიტრავენ (წინასწარი ადუღების გარეშე) NaOH-ის 0,1 n ხსნარით განეიტრალებამდე, ე.ი. ხსნარის სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე, რომელიც მდგრადია 1 წუთს. თუკი ფილტრატი ყვითელი ფერისაა, დატიტვრას აწარმოებენ საკონტროლო ცდით. დატიტვრაზე დახარჯული ტუტის რაოდენობის მიხედვით ანგარიშობენ ჰიდროლიზური მჟავიანობის სიდიდეს მგ.ექვ/100 გ ნიადაგზე.

ჰიდროლიზურ მჟავიანობას მგ.ექვ/100 გ ჰაერმშრალ ნიადაგზე ანგარიშობენ ფორმულით:

$$X = (a \cdot T \cdot 5 \cdot 1{,}75) : 10,$$

სადაც, **X** – არის ჰიდროლიზური მჟავიანობა. a – დატიტვრაზე დახარჯული 0,1 n NaOH-ის ხსნარის რაოდენობა. T – 0,1 n NaOH-ის ტიტრის შესწორების კოეფიციენტი. 5 – 100 გრამ ნიადაგზე

გადასაყვანი რიცხვი; 10 – მგ.ექვივალენტებში გამომსახველი რიცხვი. **1,75 -** მთლიან ჰიდროლიზურ მჟავიანობაზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

რეაქტივები:

1. **CH_3COONa-ის** 1 n ხსნარი. იღებენ 136,09 გ $CH_3COONa \cdot 3H_2O$, ხსნიან 1 ლ გამოხდილ წყალში. აღნიშნული ხსნარის 20 მლ-ზე ერთი წვეთი ფენოლფტალეინის დამატებამ უნდა გამოიწვიოს ხსნარის სუსტი ვარდისფერი შეფერვა. წინააღმდეგ შემთხვევაში საჭიროა დაემატოს მას წვეთობით NaOH-ის 1 n ხსნარი მანამ, სანამ მივიღებთ CH_3COONa-ის ხსნარის სუსტ ვარდისფერ შეფერვას, ხოლო, თუ 20 მლ CH_3COONa-ის 1 n ხსნარზე ერთი წვეთი ფენოლფტალეინის მიმატებამ გამოიწვია ხსნარის ინტენსიური ვარდისფერი შეფერვა, მაშინ ასეთ ხსნარს უნდა დავუმატოთ წვეთობით ძმარმჟავას 10%-იანი ხსნარი, მანამ, სანამ არ მივიღებთ ხსნარის სუსტ ვარდისფერ შეფერვას. მარილის ხსნარი უნდა მომზადდეს ანალიზის დაწყების წინ.
2. **NaOH** –ის 0,1 n ხსნარი.
3. **ინდიკატორი ფენოლფტალეინი**.

კირის დოზების განსაზღვრა (ტ/ჰა) ჰიდროლიზური მჟავიანობის მიხედვით.

დადგენილია, რომ 1 მგ.ექვ. 100 გ ნიადაგზე წყალბადის ნეიტრალიზაციისათვის საჭიროა 50 მგ $CaCO_3$; ნიადაგის სახნავი ფენის წონა ერთ ჰექტარზე ტოლია 3 000 ტონის; აქედან გამომდინარეობს:

თუ 50 მგ $CaCO_3$ ანეიტრალებს – 1 მგ.ექვ. წყალბადს 100 გ, ნიადაგში,

მაშინ X რაოდენობის $CaCO_3$-ია საჭირო – 3 000 ტ. ნიადაგის გასანეიტრალებლად

X = (50 მგ · 3 000 ტ) : 100

მონაცემების ერთ ერთეულამდე მიყვანით, არითმეტიკული გაანგარიშების შედეგად მივიღებთ სიდიდეს X= 1,5 ტ.; ჰიდროლიზური მჟავიანობის შედეგებზე გამრავლებით, მივიღებთ კირის რაოდენობას ტონობით ჰექტარზე, რომელიც საჭიროა აღნიშნულ ნიადაგზე მჟავიანობის განეიტრალებისათვის. მაგალითად, ჰიდროლიზური მჟავიანობა ტოლია 5,23 მგ.ექვ/100 გ ნიადაგზე:

5,23 x 1,5 = 7,8 ტ/ჰა $CaCO_3$

შედეგების ჩანაწერის ფორმა

ცდის ვარიანტი	კოლბის №	ნიადაგის წონა, გ	100 გ ნიადაგზე გადასა-ყვანი რიცხვი	n. NaOH	NaOH, მლ	H, მგ.ექვ/100 გ ნიადაგზე	$CaCO_3$-ის დოზა, ტ/ჰა

II.5. შთანთქმული ფუძეების ჯამის (S) განსაზღვრა კაპენ–გილკოვიცის მეთოდით.

ნიადაგის შთანთქმის უნარს ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის კვებისათვის და ნიადაგსა და შეტანილ სასუქებს შორის ურთიერთმოქმედებისათვის. შთანთქმული ფუძეები განსაზღვრავენ ნიადაგის ხსნარის რეაქციასაც და ნიადაგის კვების რეჟიმსაც მთლიანობაში.

ნიადაგის ხსნარში სხვადასხვა მარილების არსებობა განაპირობებს გაცვლით რეაქციებს მაგარ და თხევად ფაზებს შორის. ასე მაგალითად, ნიადაგის შთანთქმითი კომპლექსიდან შეიძლება გამოძევდეს და გაცვლით რეაქციაში მიიღოს მონაწილეობა Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, NH_4^{+}, Na^{+} და სხვ.; დადგენილია, რომ ერთვალენტიანი კათიონები ნაკლებად კავდება ნიადაგით და უფრო მისაწვდომია მცენარისათვის, ვიდრე ორვალენტიანები. ანიონებსაც ასევე შეუძლიათ მონაწილეობა გაცვლით რეაქციებში.

სხვადასხვა ტიპის ნიდაგები განსხვავებული შთანთქმის უნარით, ხასიათდებიან, რასაც მხედველობაში ღებულობენ სასუქების ფორმების შერჩევისას. აღნიშნულიდან გამომდინარე, არ

შეიძლება სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებისათვის იყოს ერთიანი მეთოდი გაცვლითი კათიონების ჯამის განსზღვრისათვის. ასე მაგალითად, კარბონატული და მოკირიანებული ნიადაგებისათვის იყენებენ კ.კ.გედროიცის, პ.ვ.ზახარჩუკის მეთოდებს, რომელთა მიხედვით მშთანმთქმელ კომპლექსში არსებული გაცვლითი კათიონების გამოსაძევებლად იყენებენ HCl-ის 0,05 n ხსნარს. კ.კ.გედროიცის გამოკვლევებით ნაჩვენები იყო, რომ მჟავას ასეთი ხსნარი არ შლის ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსს, მაგრამ აძევებს გაცვლით კათიონებს.

არაკარბონატული ნიადაგებისათვის იყენებენ **ბობკოსა და ასკინაზის მეთოდს ალიოშინის** მოდიფიკაციით, სადაც გამოსაძევებლად იყენებენ ბარიუმის ქლორიდის ხსნარს. მჟავე ნიადაგებისათვის თავაზობენ **კაპენ-გილკოვიცის მეთოდს HCl-ის 0,1 n ხსნარის გამოყენებით.** აღნიშნული მეთოდის პრინციპია ნიადაგის დამუშავება მარილის მჟავას განსაზღვრული რაოდენობით, რომლის კონცენტრაცია ზუსტად არის დადგენილი. მჟავას ნაწილი მიდის შთანთქმული კათიონების გამოძევებაზე, ხოლო, დარჩენილი ნაწილი იტიტრება განსაზღვრული კონცენტრაციის ტუტით.

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე წონიან 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 20 გრამ ნიადაგს და ათავსებენ 200-300 მლ მოცულობის კოლბში, ბიურეტიდან ასხამენ 100 მლ HCl-ის 0,1 n ხსნარს ზუსტად დადგენილი კონცენტრაციით. ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათი და ტოვებენ დღე-ღამის განმავლობაში. ფილტრავენ ძაბრის გამოყენებით ქაღალდის ფილტრით მშრალ ჭურჭელში. ფილტრატის პირველ ულუფას გადაღვრიან ან ხელმეორედ გადაფილტრავენ. პიპეტით იღებენ 50 მლ ფილტრატს, ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ერლენმეიერის კოლბში. ელექტროქურაზე ან სხვა რომელიმე გამაცხელებელზე ფილტრატს ადუღებენ 3 წუთს. დარჩენილ მჟავას ტიტრავენ ცხელ მდგომარეობაში ფენოლფტალეინის მიხედვით ზუსტად დადგენილი 0,1 n ტუტის ხსნარით მდგრად სუსტ ვარდისფერ შეფერილობამდე.

შთანთქმული ფუძეების ჯამს – მგ.ექვ/100 გ აბსოლუტურად მშრალ ნიადაგზე ანგარიშობენ ფორმულით:

$$S = [\,(\text{მლ } HCl \cdot n \cdot HCl - \text{მლ } KOH \cdot n \cdot KOH) \cdot 100 \cdot K \cdot p] : н$$

სადაც, p არის განზავება 100 : 50;

K – ნიადაგის ტენის კოეფიციენტი.;

n - ნიადაგის წონა, გ;

რეაქტივები:

HCl 0,1 n ხსნარი (კონცენტრაცია ზუსტად უნდა დაყენდეს). შეიძლება მომზადდეს ფიქსონალისგან ან აღებული იქნეს 8,2 მლ კონცენტრირებული HCl სიმკვრივით (d) 1,19 (გაიზომოს არეომეტრით) 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, რომელშიც წინასწარ მოთავსებულია 50 მლ გამოხდილი წყალი. მიჰყავთ წყლით ნიშანხაზამდე, კარგად შეურევენ და ადგენენ ნორმალობას ტუტით, რომლის ნორმალობა ცნობილია.

მ ა გ ა ლ ი თ ი. პიპეტით იღებენ 10 მლ მომზადებულ მჟავას ხსნარს და ტიტრავენ ფენოლფტალეინის მიხედვით ბიურეტიდან ტუტის 0,1 ნორმალობის ხსნარით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე. მჟავის და ტუტის მოცულობათა შეფარდება (V) მათი კონცენტრაციის (C) უკუ პროპორციულია.

$$V_1 : V_2 = C_2 : C_1$$

ჩანაწერის ფორმა

ცდის ვარიანტი	კოლბის №	წონა, გ	n.KOH	KOH, მლ	n.HCl	HCl, მლ	K	S, მგ.ექვ/100 გ ნიადაგზე

ნიადაგის ფუძეებით მაძღრობის ხარისხის ანგარიში.

ნიადაგის ჰიდროლიზური მჟავიანობის და შთანთქმული ფუძეების ჯამის მონაცემების არსებობის შემთხვევაში, შეიძლება გაანგარიშებული იქნეს ფარდობით სიდიდეებში (პროცენტობით) ფუძეებით ნიადაგის მაძღრობის ხარისხი::

$$V\ \% = (S \cdot 100) : T,$$

სადაც T – არის ჰიდროლიზური მჟავიანობა + შთანთქმული ფუძეების ჯამი, მგ.ექვ/100 გ ნიადაზე;

S – შთანთქმული ფუძეების ჯამი.

აღნიშნული ფაქტორით სარგებლობა მიღებულია ისეთი ღონისძიებების დასაბუთებისათვის, როგორიცაა მჟავე ნიადაგების მოკირიანება და ნიადაგში სხვადასხვა ფორმის ფოსფორიანი სასუქების შეტანა. კირის შეტანას უფრო მეტად საჭიროებს ის ნიადაგები, რომლებშიც ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი დაბალია.

II.6. გაცვლითი (შთანთქმული) კათიონების განსაზღვრა ნიადაგში.

ნიადაგის მშთანმთქმელი კომპლექსიდან გაცვლითი (შთანთქმული) კათიონების გამოსაძევებლად იყენებენ ამონიუმის ქლორიდის, ნატრიუმის ქლორიდის, კალიუმის ქლორიდის და ძმარმჟავა ამონიუმის ხსნარებს.

ყველაზე სუსტ გამომძევებლად ითვლება ამონიუმის აცეტატი. მჟავე, ფუძეებით არამაძღარ ნიადაგებთან მისი ურთიერთმოქმედებისას წარმოიქმნება ძმარმჟავა, რომელიც მიეკუთვნება სუსტ მჟავებს და არ ახდენს ძლიერ დამშლელ მოქმედებას ნიადაგზე. გაცვლითი კათიონების გამოსაძევებლად ამონიუმის, ნატრიუმის და კალიუმის ქლორიდების გამოყენების შემთხვევაში წარმოიქმნება მარილმჟავა, რომელიც მიეკუთვნება ძლიერ მჟავათა ჯგუფს და აქვს უნარი გადაიყვანოს ხსნარში კათიონების გაუცვლელი ფორმები და ერთნახევარი ჟანგეულების მნიშვნელოვანი რაოდენობა.

ამონიუმის აცეტატის გამონაწურის ნაკლად ითვლება ის, რომ გაცვლითი Ca და Mg-ის კომპლექსონომეტრული განსაზღვრის დროს აუცილებელია აცეტატ-იონის და იმ ორგანული ნივთიერებების წინასწარი დაშლა, რომლებიც გადავიდნენ გამონაწურში. მაგრამ, ატომურ-აბსორბციული მეთოდით Ca და Mg - ის განსაზღვრისას, ასევე, ალოვანი ფოტომეტრის მეთოდით კალიუმის და ნატრიუმის განსაზღვრისას, აცეტატ-იონების დაშლა საჭირო არ არის.

გაცვლითი კათიონების განსაზღვრა CH_3COONH_4-ის გამონაწურში.

ანალიზის მსვლელობა. წონიან 2-10 გრამ ჰაერმშრალ ნიადაგს და ათავსებენ 200-250 მლ მოცულობი მინის ჭურჭელში, ამატებენ ძმარმჟავა ამონიუმის 1,0 n ხსნარს (pH 7,0) და ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში. სუსპენზიას ფილტრავენ უნაცრო მკვრივ ფილტრში.

მიღებულ გამონაწურში შეიძლება ჩატარდეს გაცვლითი კალიუმის და ნატრიუმის განსაზღვრა ალოვან ფოტომეტრზე, ხოლო კალციუმის და მაგნიუმის ტრილონომეტრული მეთოდით.

რეაქტივები:

1. **CH_3COONH_4-ის 1,0 n ხსნარი pH-ით 7,0** : რამდენადაც კრისტალური ამონიუმის აცეტატი ჰიგროსკოპულია და შეიძლება დაბინძურებული იყოს კალციუმის მარილებით, საჭიროა რეაქტივი მომზადდეს ძმარმჟავისა და ამიაკის შერევით. ამისათვის საზომი ცილინდრით ზომავენ 57 მლ ყინულოვან ძმარმჟავას (სიმკვ. 1,05); გამოხდილი წყლით განაზავებენ საზომ ჭიქაში 800 მლ-მდე, ანეიტრალებენ ამიაკის 25%-იანი ხსნარით pH–7,0-მდე (pH– მეტრის მიხედვით), შემდეგ მიჰყავთ წყლით ნიშანხაზამდე და შეურევენ. რეაქტივი დიდხანს არ ინახება, იგი უნდა მომზადდეს ანალიზის ჩატარების წინ.

2. **HCl-ის !0%-იანი ხსნარი:** აღნიშნული კონცენტრაციის ხსნარის 1 ლიტრის მოსამზადებლად იხარჯება 236,4 მლ კონცენ-ტრირებული HCl (d 1,19).

II.6.1. კალციუმის და მაგნიუმის ტრილონომეტრული განსაზღვრა.

კალციუმის განსაზღვრის მეთოდის საფუძველია ეთილენ-დიამინტეტრაძმარმჟავასა **„ედტა”** და კათიონ კალციუმს შორის რეაქცია, რომლის შედეგად წარმოიქმნება მდგრადი კომპლექსი 1 : 1 შემადგენლობით; ინდიკატორის სახით გამოიყენება მურექსიდი, რომელიც ტუტე არეში კალციუმთან რეაგირებისას, წარმოქმნის ვარდისფრად შეფერილ კომპლექსს (თავისუფალ ინდიკატორს აქვს იისფერი შეფერილობა). რადგან კალციუმ – ,,**ედტა”** კომპლექსის მდგრადობის კონსტანტა უფრო მაღალია, ვიდრე კალციუმ – ინდიკატორის, ამიტომ დატიტვრის დროს მიმდინარეობს ,,**ედტა”**-სთან კომპლექსის წარმოქმნა და ინდიკა-ტორის გამონთავისუფლება. დატიტვრა დამთავრებულად ითვ-ლება როცა ინდიკატორის ვარდისფერი გადავა იისფერში.

მაგნიუმის კომპლექსონომეტრული განსაზღვრის საფუძვე-ლია **„ედტა”** – ს უნარი გამოაძევოს Mg ინდიკატორ ქრომოგენ შავთან მისი შეფერილი კომპლექსიდან. მომენტში, როცა ინდი-კატორთან კომპლექსიდან Mg^{2+}-ის ყველა იონი იქნება გამოძევე-ბული, ხსნარის შეფერვა ალუბლისფერ-წითელიდან გადავა ლურჯ ფერში. რეაქცია მიმდინარეობს ტუტე არეში (pH 10,0).

რადგან კალციუმიც წარმოქმნის კომპლექსურ შენაერთს ქრომოგენ შავთან, ამიტომ, მაგნიუმის განსაზღვრა ტარდება და-ტიტვრის შედეგებს შორის სხვაობით: კალციუმისა და მაგნიუმის ჯამის დატიტვრის შედეგებს აკლებენ კალციუმის დატიტვრის შედეგებს.

ამონიუმის აცეტატის გამონაწურში კალციუმის და მაგნი-უმის კომპლექსონომეტრული განსაზღვრისათვის საჭიროა წინას-წარ დაიშალოს აცეტატ-იონი და ის ორგანული ნივთიერებები,

რიმლებიც გადავიდნენ გამონაწურში. ამ მიზნით იღებენ ხსნარის ალიქვოტურ ნაწილს (50-100 მლ), ათავსებენ ფაიფურის ჯამში და აორთქლებენ ამოშრობამდე წყლის აბაზანაზე, შემდეგ მიღებულ ნაშთს (ნარჩენს) აწრთობენ მუფელში 400^0 ტემპერატურაზე. მიღებულ ნალექს ხსნიან 10 მლ 10%-იან HCl-ში, განაზავებენ ცხელი წყლით და გადაფილტრავენ 200 მლ მოცულობის საზომ კოლბში.

გაცვლითი კალციუმის განსაზღვრა.

ანალიზის მსვლელობა. 50 მლ საანალიზო ხსნარს ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში და ასხამენ 100 მლ-მდე გამოხდილ წყალს. მანგანუმის იონების მავნე გავლენის ასაცილებლად ამატებენ 2 მლ მარილმჟავა ჰიდროქსილამინის 5 %-იან წყალხსნარს; შემდეგ, ამატებენ ნატრიუმის დიეთილდიტიოკარბამატის რამდენიმე კრისტალს (მძიმე მეტალების შებოჭვისათვის). ხსნარს კარგად შეურევენ. ცილინდრით ამატებენ 10 მლ NaOH-ის 20%-იან ხსნარს, რათა არის pH გახდეს 12,5; ამატებენ 20-30 მგ ინდიკატორ მურექსიდს, შეურევენ ხსნარს წრიული მოძრაობით და ტიტრავენ 0,01 – 0,025 M ტრილონ Б-ს ხსნარით (**„ედტა”**-ს ნატრიუმის მარილი) ენერგიული შერევით ხსნარის ვარდისფერიდან იისფერში გადასვლამდე.

დატიტვრა დამთავრებულად ითვლება, თუკი იისფერი შეფერვა არ იცვლის თავის ინტენსივობას 1-2 ზედმეტი წვეთი ტრილონ Б-ს დამატებით. დატიტვრა ტარდება საკონტროლო (,,მოწმე”) ანალიზთან ერთად – წინასწარ შეგნებულად გადატიტრული ხსნარის სინჯის გამოყენებით.

გაცვლითი კალციუმის შემცველობას (მგ.ექვ/100 გ ნიადაგზე) ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$\mathbf{Ca = (a \cdot M \cdot p \cdot 100) : н}$$

სადაც, **а** – არის დატიტვრაზე დახარჯული ტრილონ Б-ს რაოდენობა, მლ;

М – ტრილონ Б – ს მოლარობა; **Р** –განზავება; **н** – ნიადაგის წონა.

ჩანაწერის ფორმა

ნიმუშის ლაბო-რატორიული ნომერი	ნიადაგის წონა, g	გამონაწურის დასამზადე-ბლად CH_3COONH_4 მლ	საანალიზოდ აღებული ხსნარის მოცულობა, მლ	დატიტვრაზე დახარჯული ტრილონ Б მლ	ტრილონ Б–ს მოლარობა	დატიტვრაზე დახარჯული ტრილონ Б შესწო-რებით, მლ	$Ca^{\cdot\cdot}$ (მგ.ექვ. 100g ნია-დაგზე)

კალციუმის და მაგნიუმის ჯამის განსაზღვრა.

ანალიზის მსვლელობა. 50 მლ საანალიზო ხსნარს ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. ანზავებენ წყლით 100 მლ-მდე. ამატებენ 1-2 მლ მარილმჟავა ჰიდროქსილამინის 5 %-იან ხსნარს და ნატრიუმის დიეთილდიტიოკარბამატის რამდენიმე კრისტალს. ტუტე არის შექმნისათვის ამატებენ 5 მლ ქლორი-დულ-ამიაკურ ბუფერს. შეაქვთ 10-15 მგ ინდიკატორი ქრომოგენ შავი. ტიტრავენ 0,01-0,025 **M** – ტრილონ Б-ს ხსნარით ენერ-გიული შერევით ალუბლიფერ-წითელის შემდეგ გარდამავალი იისფერ-ლურჯის სუფთა-ცისფერში გადასვლამდე (ხსნარი ფერს იცვლის ექვივალენტურ წერტილში).

ტრილონ ნ-ს ხსნარის 1-2 დამატებითი წვეთის მიმატებით ხსნარის შეფერვა არ უნდა შეიცვალოს. დატიტვრა რეკომენდე-ბულია ჩატარდეს ,,საკონტროლო სინჯით" – რომელიც შეგნე-ბულად წინასწარ არის გადატიტრული.

კალციუმისა და მაგნიუმი ჯამის (მგ.ექვ/100 გ ნიადაგზე) ანგარიშს აწარმოებენ შემდეგი ფორმულით:

$$Ca + Mg = (a \cdot M \cdot p \cdot 100) : н$$

სადაც, **a** – არის დატიტვრაზე დახარჯული ტრილონ Б – ს რაოდენობა, მლ;

M – ტრილონ Б – ს ხსნარის მოლარობა; **P** – განზავება; **н** – ნიადაგის წონა.

მიღებულ სიდიდესა და კალციუმის რაოდენობას შორის სხვაობით ანგარიშობენ მაგნიუმის რაოდენობას ნიადაგში.

ჩანაწერის ფორმა

ნიმუშის ლაბორა-ტორიული ნომერი	ნიადაგის წონა, გ	გამონაწურის დასამზა-დებლად აღებული CH_3COONH_4-მლ	საანალიზოდ აღებული ხსნარის მოცულობა, მლ	დატიტვრაზე დახარჯული ტრილონ Б–ს რაოდენობა, მლ;	ტრილონ Б–ს მოლარობა	დატიტვრაზე დახარჯული ტრილონ Б – შესწორებით, მლ	Ca+Mg (მგ.ექვ. 100გ ნიადაგზე).

რეაქტივები:

1. ტრილონ Б-ს 0,1 M ხსნარი: 9,3 გრამ ტრილონ Б-ს ხსნიან 1 ლ გამოხდილ წყალში. ტიტრს ადგენენ გოგირდმჟავა მაგნიუმის ხსნარით, რომელიც მომზადებულია ფიქსონალისგან. ტრილონის ტიტრის შემოწმებისთვის გოგირდმჟავა მაგნიუმის მომზადებული ხსნარის 20 მლ პიპეტით გადააქვთ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 100 მლ გამოხდილ წყალს, 5 მლ ამიაკურ ბუფერს, 10-15 მგ ქრომოგენ შავს და ტიტრავენ ტრილონ Б-ს ხსნარით ალუბლისფერ წითელის ცისფერში გადასვლამდე.

2. ბუფერული ხსნარი: 70 გ NH_4Cl-ს ხსნიან გამოხდილ წყალში, ამატებენ 570 მლ NNH_4OH-ის 25%-იან ხსნარს და მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე.

3. ინდიკატორები: ქრომოგენ შავი და მურექსიდი: როდინში გასრესენ 5 გრამ ინდიკატორს 95 გრამ NaCl ან KCl-თან ერთად ერთგვაროვანი შეფერადების მდგომარეობამდე. ინდიკატორებს ინახავენ მუქი ფერის ქილაში მილესილი საცობით.

4. მარილმჟავა ჰიდროქსილამინის 5 %-იანი ხსნარი: 50 გრამ მარილმჟავა ჰიდროქსილამინს ხსნიან 950 მლ გამოხდილ წყალში.

II.6.2. გაცვლითი კათიონების გამოძევება ნიადაგიდან ნატრიუმის ქლორიდით და ამონიუმის ქლორიდით.

გაცვლითი კათიონების (Ca, Mg, K, Na) გამოძევება ამონიუმის ქლორიდის 1,0 n ხსნარით, pH-ით 6,5 ან ნატრიუმის ქლორიდის 1,0 n ხსნარით, pH-ით 7,0 **შესაძლებლობას იძლევა განისაზღვროს კალციუმი და მაგნიუმი ტრილონომეტრული მეთოდით ხსნარის სპეციალური მომზადების გარეშე** (ნატრიუმის ქლორიდის გამოყენების შემთხვევაში არ შეიძლება ნატრიუმის იონის განსაზღვრა).

ანალიზის მსვლელობა. წონიან 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 5 გრამ ჰაერმშრალ ნიადაგს და ათავსებენ 200 – 250 მლ მოცულობის მინის ჭურჭელში, ამატებენ ამონიუმის ან ნატრიუმის ქლორიდის 1,0 n ხსნარს და ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში. სუსპენზიას ფილტრავენ უნაცრო მკვრივ ფილტრში.

ფილტრატიდან იღებენ ორ ალიქვოტს, თითოეულს 50 მლ რაოდენობით, ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლ-ბებში, ანზავებენ წყლით 100 მლ-მდე და საზღვრავენ ტრილო-ნომეტრული მეთოდით ერთში – Ca-ს, ხოლო მეორეში – Ca-ის და Mg-ის ჯამს, ისე როგორც ეს აღწერილია ამონიუმის აცეტატ-ში მათი განსაზღვრის დროს.

განსაზღვრის შედეგებს გამოსახავენ გაცვლითი კალციუმის და მაგნიუმის მგ.ექვივალენტობით 100 გრამ ნიადაგზე.

II.6.2.1. გაცვლითი ნატრიუმის განსაზღვრა.

გაცვლითი ნატრიუმის განსაზღვრა ტარდება ამონიუმის აცეტატის ან ამონიუმის ქლორიდის გამონაწურებში ალოვან ფოტომეტრზე.

გაცვლითი ნატრიუმის რაოდენობას ანგარიშობენ (მგ/100 გ ნიადაგზე) შემდეგი ფორმულით:

$$Na_2O = (a \cdot p \cdot 100) : (н \cdot 23),$$

სადაც **a** არის ნატრიუმის რაოდენობა განსაზღვრული ალოვან ფოტომეტრზე, მგ;

p – განზავება; **н** – ნიადაგის წონა გრამებში; **23** – ნატრიუმის ექვივალენტი;

რეაქტივები: 1. ძირითადი ეტალონური ხსნარი **Na** 1 მგ/მლ შემცველობით: 2,5222 გრამ ქიმიურად სუფთა NaCl, 105^0 ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე გამომშრალს, ათავსებენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, ხსნიან 400 – 500 მლ გამოხდილ წყალში, მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და შეურევენ.

2. სამუშაო ეტალონური ხსნარების სერია: ბიურეტიდან ზომავენ ძირითად ეტალონურ ხსნარს 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბებში შემდეგი რაოდენობით:

- ძირითადი ეტალონური ხსნარის რაოდენობა, მლ: 5; 10; 25; 50; 75; 100;
- შემცველობა Na_2O, მგ/ლ 5; 10; 25; 50; 75; 100;

ამატებენ გამოხდილ წყალს ნიშანხაზამდე, კარგად შეურევენ, გადააქვთ მინის ჭურჭელში და ინახავენ.

II.6.2.2. გაცვლითი წყალბადის განსაზღვრა გედროიცის მეთოდით.

ფუძეებით არამაძღარ ნიადაგებში გაცვლითი წყალბადის განსაზღვრის წინ აუცილებელია განისაზღვროს ამ ნიადაგების pH, რათა ვიცოდეთ მათი მჟავიანობის ხარისხი. აღნიშნული ანალიზი შეიძლება ჩატარდეს ისეთ ნიადაგებში, რომელთა pH 5,5-ზე ნაკლებია.

გაცვლითი წყალბადის შემცველობის განსაზღვრას ატარებენ ოთახში, რომელშიც ჰაერი თავისუფალია მჟავებისა და ამიაკის ორთქლისაგან. ყველა ჭურჭელი უნდა იყოს ახლად გარეცხილი და გამშრალი.

გაცვლით წყალბადს ნიადაგიდან გამოყოფენ **$BaCl_2 \cdot 2H_2O$ -ის 1,0 n** ხსნარით, რომლის pH 6,5-ია. თუკი გასაყიდ რეაქტივს აქვს უფრო მჟავე რეაქცია, მაშინ 1-2 წვეთი ბარიტული წყლის

დამატებით pH მიჰყავთ საჭირო სიდიდემდე. ხოლო, თუ რეაქ-ტივი ტუტეა, მაშინ ხსნარს შეამჟავებენ (სასურველ pH მდე) 1-2 წვეთი მარილის მჟავას 10 %-იანი ხსნარით. ბარიუმის ქლორიდის ხსნარის დამზადება რეკომენდებულია ერთბაშად 10-20 ლ რაო-დენობით. 1 ლიტრ წყალზე იღებენ 122 გ $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ (ანალი-ზისთვის სუფთა რეაქტივი).

1-10 გრამ ნიადაგს (დამოკიდებულია მის მჟავიანობაზე) ამუშავებენ 100 მლ მოცულობის ჭიქაში ბარიუმის ქლორიდის ხსნარით და ფილტრავენ. ფილტრატს აგროვებენ 500 მლ მოცუ-ლობის კონუსურ კოლბში. 300-400 მლ შეგროვების შემდეგ აწარმოებენ ფილტრატის დატიტვრას. ფილტრატის ღამით დაუ-ტიტრავად დატოვება არ შეიძლება. შეგროვილ ფილტრატს მთლიანად ტიტრავენ მწვავე ნატრის 0,02 n ხსნარით 10-15 წვეთი ბრომტიმოლ ლურჯის* თანაარსებობისას ლურჯი ფერის მიღე-ბამდე. ეს შეფერვა სწრაფად ქრება. კონტროლისათვის ამატებენ 1-2 წვეთ მწვავე ნატრის ხსნარს და როცა კვლავ გაჩნდება ლურჯი შეფერვა, დატიტვრას დამთავრებულად თვლიან. თუკი, ფილტრატის დატიტვრაზე დაიხარჯა 1 მლ-ზე მეტი მწვავე ნატ-რის 0,02 n ხსნარი, ფილტრზე ნიადაგის ჩარეცხვას აგრძელებენ იგივე ხსნარით და იგივე კოლბში, რომლიდანაც გადაღვრილია დატიტრული ხსნარი და კოლბს ორჯერ აქვს გამოვლებული ბარიუმის ქლორიდის ხსნარი.

300-400 მლ ფილტრატის შეგროვების შემდეგ მას კვლავ ტიტრავენ იგივე წესით. ასე იქცევიან მანამ, სანამ ბოლო დატი-ტვრაზე არ დაიხარჯება 1 მლ-მდე 0,02 n მწვავე ნატრის ხსნარი. ფილტრატის ცალკეულ ულუფებზე დახარჯული მწვავე ნატრის 0,02 n ხსნარის მილილიტრების რაოდენობას აჯამებენ.

---

* **ბრომტიმოლ ლურჯის მომზადება.** ინდიკატორის 0,1 გრამ ფხვნილს გასრესენ აგატის როდინში 3,2 მლ 0,05 n მწვავე ნატრის ხსნართან ერთად ფხვნილის სრულ გახსნამდე. პიპეტით ამატებენ 10-15 მლ წყალს, შეურევენ, გადაიტანენ 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. დასატიტრად იღებენ 10-15 წვეთ ინდიკატორს.

მაგალითი.

დავუშვათ, 5 გრამ ნიადაგზე ფილტრატის პირველი დატიტვრისას დაიხარჯა 10 მლ მწვავე ნატრის ხსნარი, მეორე დატიტვრისას 3 და მესამე დატიტვრისას 0,8 მლ; სულ საანალიზოდ აღებულ ნიადაგის დატიტვრაზე დაიხარჯა 13,8 მლ მწვავე ნატრის ხსნარი.

დავუშვათ, რომ 0,02 n ხსნარის ტიტრის შესწორების კოეფიციენტი ტოლია 1,008; გაცვლითი წყალბადის რაოდენობა პროცენტებში შეადგენს

13,8 x 1,008 x 0,00002 x 20 K, სადაც

K – არის 105^0 C ტემპერატურაზე გამომშრალ ნიადაგზე გადასაყვანი კოეფიციენტი.

მიღებულ რიცხვს ამრავლებენ 1000-ზე და ღებულობენ გაცვლითი წყალბადის რაოდენობას მილიგრამ – ექვივალენტობით 100 გრამ ნიადაგზე (წყალბადის ექვივალენტური წონა 1-ის ტოლია).

II.7. თაბაშირის განსაზღვრა.

წონიან 0,25 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 1-5 გრამ ნიადაგს (დამოკიდებულია თაბაშირის შემცველობაზე), ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში და ამატებენ 0,25 n მარილმჟავას ხსნარს, კარგად შეურევენ და ტოვებენ ღამის განმავლობაში. მეორე დღეს, ნიადაგს ამავე მჟავით რამდენჯერმე რეცხავენ დეკანტაციით, SO_4^{2-}-ზე რეაქციის შეწყვეტამდე ფილტრატში (სინჯი $BaCl_2$-თან); ფილტრატს აგროვებენ ჭიქაში, რომელშიც გათვალისწინებულია SO_4^{2-} ის დალექვა, ხსნარს აორთქლებენ 150-200 მლ-მდე; ჭარბ მარილმჟავას ანეიტრალებენ NH_4OH-ის 10%-იანი ხსნარით. ფილტრატს შეამჟავებენ HCl-ის 10 %-იანი ხსნარით მკვეთრ მჟავე რეაქციამდე, აცხელებენ ადუღებამდე და დალექავენ SO_4^{2-}-ს 10 მლ $BaCl_2$-ის 10%-იანი ცხელი ხსნარით, ადუღებენ რამდენიმე წუთს.

ნალექს 4 საათით ტოვებენ თბილ ადგილას. მეორე დღეს, სრულ-ყოფილად დალექვის შემოწმების შემდეგ, ნალექს ფილტრავენ 7-9 სმ დიამეტრის მქონე ლურჯ ზოლიანი ფილტრის გამოყენებით, ჩარეცხავენ ცხელი წყლით, რომელიც შემჟავებულია რამდენიმე წვეთი მარილმჟავას 10%-იანი ხსნარით. რეცხვას აგრძელებენ Ba^{2+}-ზე რეაქციის შეწყვეტამდე (სინჯი H_2SO_4-ის 10%-იან ხსნა-რით). ნალექის გარეცხვისას უმჯობესია ძაბრის ქვეშ დაიდგას 100 მლ მოცულობის ჭიქა და გამჭვირვალე ფილტრატი გადა-ტანილი იქნეს მისი დაგროვების მიხედვით.

თუკი გარეცხვისას $BaSO_4$-ის ნალექი იწყებს ფილტრში გასვლას, მაშინ საჭიროა ფილტრატი კვლავ გადაიფილტროს. ფილტრი ნალექით გადააქვთ გამოწონილ ტიგელში, აწრთობენ 500^0 ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე და წონიან. $BaSO_4$-ის მიღებულ წონას ამრავლებენ კოეფიციენტზე – 0,4114 და, ამრიგად საზღვრავენ SO_4^{2-}-ს წონას გრამობით ნიადაგის მო-ცემულ წონაკში. ბოლოს, SO_4^2-ის შემცველობას გადაიანგა-რიშებენ 105^0 ტემპერატურაზე გამომშრალ 100 გრამ ნიადაგზე.

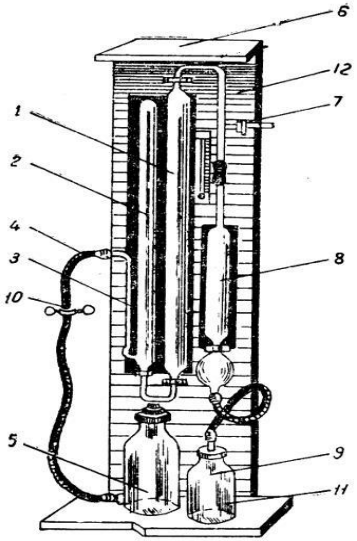
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$-ს სახით თაბაშირის შემცველობის გამოსახა-ტავად, $BaSO_4$-ის მიღებულ რაოდენობას ამრავლებენ 0,737-ზე, შემდეგ კი გადაიანგარიშებენ 105^0 ტემპერატურაზე გამომშრალ 100 გრამ ნიადაგზე.

იმისათვის, რომ სწორი წარმოდგენა გვქონდეს ნიადაგში თაბაშირის რაოდენობაზე, აუცილებელია SO_4^2-ის მიღებულ რაო-დენობას გამოვაკლოთ SO_4^2-ის ის რაოდენობა, რომელსაც შეიცავს წყლის გამონაწური.

II.8. კარბონატების განსაზღვრა მოცულობითი მეთოდით.

მოცულობითი მეთოდით კარბონატების განსაზღვრას აწარ-მოებენ კალციმეტრით. გავრცელებულია შეიბლერის, გოლუ-ბევის და გეისლერ-მაქსიმიუკის სისტემის კალციმეტრები.

ქვემოთ აღვწერთ შეიბლერის სისტემის კალციმეტრს (სურათი 1.) და ამ კალციმეტრით კარბონატების განსაზღვრის ხერხს.



სურათი 1. კალციმეტრი.

შეიბლერის სისტემის კალციმეტრი ჩვეულებრივ დამაგრებულია სპეციალურ ხის სადგამზე. ვერტიკალურ (12) დაფაზე დამაგრებულია ხელსაწყოს შემდეგი ძირითადი ნაწილები: მინის დანაყოფებიანი მილი (1) 30 მმ დიამეტრით და 0,5 მლ დანაყოფით. მისი მოცულობა 300 მლ-ია. იგი თავისი ბოლო ნაწილით ,,U''-ს მაგვარი მილის საშუალებით შეერთებულია მის პარალელურად მდებარე იმავე დიამეტრის მქონე თავღია მინის (2) მილთან. (მტვერისაგან დასაფარავად მილს აცობენ ბამბით). მისი ქვედა ნაწილიდან გამოდის მინის მოხრილი მილი (3). ეს უკანასკნელი რეზინის მილით (4), რომელსაც აქვს მომჭერი (10), უერთდება ტუბუსიან ქილას (5). რეზინის მილს უნდა ჰქონდეს ისეთი სიგრძე, რომ ეს ქილა თავისუფლად დაიდგას ხის შტატივის ზედა თაროზე (6). დანაყოფებიანი მინის მილის (1) ზემო ნაწილი ონკანისა (7) და რეზინის მილის საშუალებით შეერთებულია მინის რეზერვუართან (8). მინის რეზერვუარის ბოლო ნაწილი რეზინის მილის საშუალებით შეერთებულია 250-

300 მლ მოცულობის ქილასთან (9). ქილა მჭიდროდ იხურება ნაჩვრეტებიანი საცობით. უკანასკნელში ჩადის მოკლე მინის მილი, რომელსაც ზემოთ აქვს ონკანი. ქილის (9) ფსკერზე დამაგრებულია პატარა ჭიქა (11) – მარილმჟავას ჩასასხმელად.

ანალიზის მსვლელობა. საანალიზოდ მომზადებული ნიადაგიდან აწონიან 0,5-1 გრამ ნიმუშს (1 გრამს, როცა კარბონატები ცოტაა) და ათავსებენ სუფთა ქილაში (9).

10%-იან HCl-ს 10 მლ-ის რაოდენობით ჩაასხამენ (9) ქილის ფსკერზე დამაგრებულ პატარა ჭიქაში (11). შემდეგ ქილას მჭიდროდ დაუცობენ თავს რეზინის საცობით, რომელიც მინისა და რეზინის მილით შეერთებულია (8) რეზერვუართან.

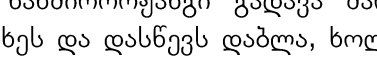
ამ პროცესის ჩატარების დროს მარილმჟავა არ უნდა შეეხოს ნიადაგს. წინააღმდეგ შემთხვევაში მოხდება CO_2-ის ნაწილობრივი გამოყოფა, მისი დაკარგვა და ანალიზის არაზუსტად ჩატარება.

მეორე ქილაში (5) ასხამენ 700 მლ ნახშირის მჟავით გაჯერებულ (მაძღარ) შეფერილ წყალს და დგამენ ზედა თაროზე.

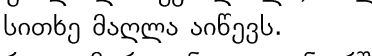
ხსნიან (10) მომჭერს და ორივე მინის მილს ავსებენ ხსნარით. კუთხის ონკანი (7) ამ დროს უნდა იყოს ღია. (10) მომჭერის საშუალებით ხსნარის რეგულირებას აწარმოებენ მანამ, სანამ ხსნარის მენისკი დანაყოფებიან მინის მილში არ დადგება ნულზე. შემდეგ დახურავენ (7) ონკანს, რითაც განამხოლოებენ (8) რეზერვუარს და (9) კოლბში არსებულ ატმოსფეროს. ჩამოდგამენ წყლიან ქილას და ხელმეორედ გახსნიან (10) მომჭერს, რომელსაც ღიად ტოვებენ მანამ, სანამ მინის ღია (2) მილიდან ქილაში არ გადმოვა დაახლოებით 200 მლ წყალი. ერთდროულად მიმდინარეობს (1) მინის მილში მენისკის ქვემოთ ჩამოწევა. ვინაიდან დანაყოფებიან (1) მილში ჰაერი წყლის ზედაპირზე იზოლირებულია, ატმოსფეროდან წნევა მარჯვენა მილში მცირდება და ამიტომ წყლის სვეტის სიმაღლე ამ მილში იქნება ცოტა მეტი (მაღლა), ვიდრე მარცხენა ღია მილში. შემდეგ ხელმეორედ კეტავენ (10) მომჭერს. აკვირდებიან ხსნარის სიმაღლეს ორივე მინის მილში და ამით ამოწმებენ აპარატის ჰერმეტულობას. იმ შემთხვევაში თუ აპარატი კარგად მუშაობს, ხსნარის სიმაღლე

ორივე მილში მომჭერის გაღების შემდეგ არ უნდა შეიცვალოს. ამრიგად, ორივე მილში ერთ დონეზე დააყენებენ წყალს. შემდეგ კეტავენ ონკანს და მომჭერს და ქილას შტატივის თაროდან ჩამოდგამენ ძირს.

დაგრადუირებულ მილზე აითვლიან წყლის დონის სიმაღლეს (ჩაიწერენ), გახსნიან ონკანს და ქილის (9) გადატრიალებით ნიადაგს გადაასხამენ მარილმჟავას. კოლბს ნელ-ნელა შეანჯღრევენ, რათა ნიადაგს მჟავა კარგად შეერიოს. მარილმჟავასა და კარბონატიან ნიადაგს შორის მოხდება შემდეგი რეაქცია:



$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2CO_3$$



$$H_2CO_3 = H_2O + CO_2.$$

ნახშირორჟანგი გადავა მარჯვენა დიდ მილში, დააწვება სითხეს და დასწევს დაბლა, ხოლო მარცხენა ცილინდრში პირიქით სითხე მაღლა აიწევს.

როცა მარჯვენა ცილინდრში სითხის დაბლა დაწევა შეწყდება, მაშინ ონკანს დაკეტავენ და დაგრადუირებულ მილზე სითხის დონის სიმაღლეს აითვლიან. პირველ და მეორე ანათვალს შორის სხვაობა გამოსახავს საანალიზო წონაკის კარბონატების დაშლის შედეგად გამოყოფილ CO_2 რაოდენობას მილილიტრობით.

$CaCO_3$-ის პროცენტული რაოდენობის გამოანგარიშება გამოყოფილი CO_2 - ის მოცულობის მიხედვით.

გამოყოფილი CO_2-ის მოცულობის მიხედვით $CaCO_3$-ის პროცენტული რაოდენობის გამოანგარიშებისათვის საჭიროა მოცემული წნევისა და ტემპერატურის პირობებში 1 მლ CO_2-ის წონის ცოდნა.

№ 1 ცხრილში, სხვადასხვა წნევისა და ტემპერატურის პირობებში, მოცემულია 1 მლ CO_2-ის წონა მილიგრამობით.

გაანგარიშება შემდეგნაირად წარმოებს: ცხრილის მიხედვით, 20^0 ტემპერატურისა და 760 მმ ვერცხლისწყლის სვეტის წნევის დროს 1 მლ CO_2–იწონის 1,878 მგ-ს. კალციმეტრით განსაზღვრის შედეგად მიღებული CO_2-ის მლ-ების რაოდენობის წონით ერთეულებში გადაყვანისათვის საჭიროა ანალიზის ჩატარების მომენტში წნევისა და ტემპერატურის ცოდნა. ამის მიხედვით გაანგარიშებას შემდეგნაირად აწარმოებენ:

დავუშვათ, ანალიზი ჩატარდა 20^0 ტემპერატურის და 747 მმ ვერცხლის წყლის სვეტის წნევის პირობებში და გამოყოფილი CO_2-ის რაოდენობა უდრის 30 მლ-ს, ცხრილში იპოვნიან 747 მმ ვერცხლისწყლის სვეტის წნევას და 20^0 ტემპერატურას. მათი გადაკვეთის წერტილში დაწერილი ციფრი 1,841 გვიჩვენებს ამ ტემპერატურის და წნევის პირობებში 1 მლ CO_2-ის წონას – 1,841 მილიგრამს.

გამოანგარიშება:

თუ 1 მლ CO_2-ის წონა არის 1,841 მგ
მაშინ 30 მლ CO_2-ის წონა იქნება– X

X = **30 · 1,841 = 55,230 მგ= 0,055230 გ.**

ცნობილია, რომ : 44 გრამ CO_2-ს შეესაბამება 100 გ $CaCO_3$
მაშინ 0,055230 გ ,, ,, ,, X ,,

X = (0,055230 · 100) : 44 = 0,1255

მიღებული რიცხვი გვიჩვენებს (ჩვენს შემთხვევაში) 1 გ ნიადაგიდან გამოყოფილი CO_2-ის (30 მლ) შესაბამის $CaCO_3$-ის რაოდენობას გრამობით. შემდეგ კი ვანგარიშობთ %-ობით.

1 – 0,1255
100 – X

X = (100 · 0,1255) : 1 = 12,55%;

ანალიზის დროს ნიადაგიდან გამოყოფილი CO_2-ის წონა იანგარიშება ფორმულით:

$$\mathbf{B = X \cdot V,}$$ სადაც,

B - საანალიზო წონაკიდან გამოყოფილი CO_2-ის წონა მილიგრამობით.

X – მოცემული ტემპერატურის და წნევის პირობებში 1 მლ CO_2-ის წონა;

V – გამოყოფილი CO_2-ის რაოდენობა მილილიტრობით.

$CaCO_3$ - ის რაოდენობა ნიადაგში იანგარიშება ფორმულით:

$$A = (B \cdot 2{,}272 \cdot 100 \cdot K \cdot 0{,}001) : r$$

სადაც **A** – არის ნიადაგში $CaCO_3$ - ის შემცველობა %-ობით;

2,272 – CO_2-ის $CaCO_3$ - ში გადამყვანი კოეფიციენტი.

B - საანალიზო წონაკიდან გამოყოფილი მთელი CO_2-ის წონა მილიგრამობით.

100 – %-ობით გამოსახატავი რიცხვი;

K – აბსოლუტურად მშრალ წონაკზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი;

0,001 – გრამებში გადამყვანი კოეფიციენტი;

r – ჰაერმშრალი ნიადაგის წონა, გ;

გამოყოფილი CO_2-ის მიხედვით $CaCO_3$-ის მილიგრამებში გამოსახვისათვის სარგებლობენ № 2 ცხრილით. აღნიშნულ ცხრილში წნევისა და ტემპერატურის გადაკვეთის წერტილებში დაწერილი ციფრები გვიჩვენებენ ერთი მილილიტრი მოცულობის CO_2-ის შესაბამისი $CaCO_3$ - ის წონას მილიგრამებში. ამიტომ, თუ ჩვენ ანალიზის შედეგად მიღებულ CO_2-ის მილილიტრების რაოდენობას გავამრავლებთ ანალიზის ჩატარების ტემპერატურისა და ბარომეტრული წნევის გადაკვეთის წერტილში დაწერილ ციფრზე, მივიღებთ საანალიზო წონაკიდან გამოყოფილ CO_2-ის შესაბამის $CaCO_3$-ის წონით რაოდენობას (მილიგრამობით), რომლის მიხედვითაც შემდეგ გავიანგარიშებთ ამ ნივთიერების შემცველობას ნიადაგში %-ობით;

II.9. ორგანული ნახშირბადის განსაზღვრა ნიადაგში.

ორგანული ნახშირბადის დაგროვება ნიადაგში ნეშომპალას (ჰუმუსის) სახით განპირობებულია უმდაბლესი და უმაღლესი მცენარეების მოქმედებით და ასევე ორგანული სასუქების შეტანით.

სწორი მიწათმოქმედების ამოცანაა მეურნეობის ისე წარმართვა, რომ ნიადაგში ძლიერდებოდეს როგორც ორგანული ნივთიერების დაგროვების, ისე მისი მინერალიზაციის პროცესი, პირველის უპირატესობით.

ნიადაგის ჰუმუსის კვლევა ტარდება ნიადაგის ნაყოფიერების შესაფასებლად შემდეგი ძირითადი მაჩვენებლების მიხედვით: მისი პროცენტული შემცველობით, საერთო მარაგით, პროფილის მიხედვით განაწილებით.

ნიადაგის ნაყოფიერების უფრო სრულყოფილად შესწავლისათვის, ნიადაგის თვისებებზე მინერალური სასუქებისა და ქიმიური მელიორანტების გავლენის დადგენისათვის, ასევე ისწავლება ჰუმუსის ფრაქციული შედგენილობა.

ჰუმუსის შემცველობასთან და შედგენილობასთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული ნიადაგის მორფოლოგიური ნიშნები, ფიზიკური და ქიმიური თვისებები: შეფერილობა, სტრუქტურული მდგომარეობა, წყალშეკავების უნარი, სითბოტევადობა და სითბოგამტარობა. ჰუმუსიან ჰორიზონტში აზოტის დაახლოებით 90% ორგანული შენაერთების ფორმაშია; ასეთივე ფორმებით არის ხშირად წარმოდგენილი ფოსფორის, გოგირდის, მიკროელემენტების დიდი ნაწილი;

მნიშვნელოვანია ჰუმუსის როლი ნიადაგზე სხვადასხვა ფაქტორებისა და განსაკუთრებით ნიადაგის მჟავიანობის გავლენის მიმართ ბუფერობის ჩამოყალიბებაში. ჰუმუსის მაღალი შემცველობის ნიადაგები ხასიათდებიან შთანთქმის მაღალი ტევადობით. შთანთქმის მაღალი ტევადობა და ჰუმუსოვანი მჟავების სუსტი მჟავა თვისება განაპირობებს ნიადაგზე მოქმედი მჟავურ-ფუძოვან ფაქტორების მიმართ ბუფერობის ამაღლებას.

ცხრილი № 1

1 მლ CO_2-ის წონა მოლიგრამობით სხვადასხვა ტემპერატურისა და წნევის დროს (ფინკლერის მიხედვით).

ტემპერატურა C^0	ბარომეტრის ვერცხლისწყლის სვეტის ჩვენება მმ-ობით														
	742	744,5	747	749	751	753,5	756	758	760	762,5	765	767	769	771	774
28	1,778	1,784	1,791	1,797	1,804	1,810	1,817	1,823	1,828	1,833	1,837	1,842	1,847	1,852	1,856
27	1,784	1,790	1,797	1,803	1,810	1,816	1,823	1,829	1,834	1,839	1,843	1,848	1,853	1,858	1,863
26	1,791	1,797	1,803	1,809	1,816	1,822	1,829	1,835	1,840	1,845	1,849	1,854	1,859	1,864	1,869
25	1,797	1,803	1,810	1,816	1,823	1,829	1,836	1,842	1,847	1,852	1,856	1,861	1,866	1,871	1,876
24	1,803	1,809	1,816	1,822	1,829	1,835	1,842	1,848	1,853	1,858	1,862	1,867	1,872	1,877	1,882
23	1,809	1,815	1,822	1,828	1,835	1,841	1,848	1,854	1,859	1,864	1,868	1,873	1,878	1,883	1,888
22	1,815	1,821	1,828	1,834	1,841	1,847	1,854	1,860	1,865	1,870	1,875	1,880	1,885	1,890	1,895
21	1,822	1,828	1,835	1,841	1,848	1,854	1,861	1,867	1,872	1,877	1,882	1,887	1,892	1,897	1,902
20	1,828	1,834	1,841	1,847	1,854	1,860	1,867	1,873	1,878	1,883	1,888	1,893	1,898	1,903	1,908
19	1,834	1,840	1,847	1,853	1,860	1,866	1,873	1,879	1,884	1,889	1,894	1,899	1,904	1,909	1,914
18	1,840	1,846	1,853	1,859	1,866	1,872	1,879	1,885	1,890	1,895	1,900	1,905	1,910	1,915	1,920
17	1,846	1,853	1,860	1,866	1,873	1,879	1,886	1,892	1,897	1,902	1,907	1,912	1,917	1,922	1,927
16	1,853	1,860	1,866	1,973	1,879	1,886	1,892	1,898	1,903	1,908	1,913	1,918	1,923	1,928	1,933
15	1,859	1,866	1,872	1,879	1,886	1,892	1,899	1,905	1,910	1,925	1,920	1,925	1,930	1,935	1,940
14	1,865	1,872	1,878	1,885	1,892	1,899	1,906	1,912	1,917	1,922	1,927	1,932	1,937	1,942	1,947
13	1,872	1,878	1,885	1,892	1,899	1,906	1,913	1,919	1,924	1,929	1,934	1,939	1,944	1,949	1,954
12	1,879	1,885	1,892	1,899	1,906	1,912	1,919	1,925	1,930	1,935	1,940	1,945	1,950	1,955	1,960
11	1,885	1,892	1,899	1,906	1,913	1,919	1,926	1,932	1,937	1,942	1,947	1,952	1,957	1,962	1,967
10	1,892	1,899	1,906	1,913	1,920	1,926	1,993	1,939	1,944	1,949	1,954	1,959	1,964	1,969	1,974

ცხრილი № 2

$CaCO_3$-ის რაოდენობა (მილიგრამობით), რომელიც შეესაბამება 1 მლ CO_2 სხვადასხვა ტემპერატურისა და წნევის პირობებში (ფინკლერის მოხედვით).

ტემ-პერ. C⁰;	ბარომეტრის ვერცხლისწყლის სვეტის ჩვენება მმ-ობით														
	742	744,5	747	749	751	753,5	756	758	760	762,5	765	767	769	771	774
28	4,041	4,056	4,070	4,085	4,099	4,114	4,128	4,143	4,155	4,166	4,177	4,187	4,197	4,208	4,218
27	4,055	4,070	4,085	4,099	4,114	4,129	4,143	4,158	4,169	4,179	4,190	4,200	4,211	4,222	4,232
26	4,069	4,084	4,099	4,114	4,129	4,144	4,158	4,172	4,183	4,193	4,204	4,214	4,225	4,236	4,252
25	4,083	4,098	4,113	4,128	4,143	4,158	4,172	4,186	4,197	4,208	4,219	4,230	4,241	4,255	4,262
24	4,097	4,112	4,127	4,142	4,157	4,172	4,186	4,200	4,211	4,222	4,233	4,244	4,259	4,266	4,277
23	4,111	4,126	4,141	4,156	4,171	4,186	4,200	4,214	4,226	4,237	4,248	4,263	4,270	4,281	4,292
22	4,125	4,140	4,155	4,170	4,185	4,200	4,214	4,228	4,240	4,252	4,267	4,274	4,285	4,296	4,307
21	4,139	4,154	4,169	4,184	4,199	4,214	4,229	4,243	4,255	4,269	4,279	4,290	4,301	4,312	4,314
20	4,153	4,169	4,184	4,199	4,214	4,229	4,243	4,257	4,272	4,284	4,292	4,303	4,314	4,325	4,336
19	4,168	4,183	4,198	4,213	4,228	4,243	4,258	4,272	4,284	4,296	4,307	4,318	4,329	4,340	4,351
18	4,182	4,198	4,213	4,228	4,243	4,258	4,272	4,286	4,298	4,310	4,321`	4,332	4,343	4,354	4,365
17	4,197	4,212	4,227	4,242	4,257	4,272	4,286	4,300	4,312	4,324	4,333	4,346	4,357	4,368	4,379
16	4,211	4,226	4,241	4,256	4,271	4,286	4,300	4,314	4,326	4,334	4,349	4,360	4,371	4,382	4,393
15	4,225	4,241	4,256	4,271	4,286	4,301	4,315	4,329	4,341	4,353	4,364	4,375	4,386	4,397	4,408
14	4,240	4,256	4,271	4,286	4,301	4,316	4,331	4,345	4,355	4,368	4,379	4,390	4,401	4,412	4,423
13	4,255	4,271	4,286	4,301	4,316	4,331	4,346	4,361	4,373	4,384	4,395	4,406	4,417	4,428	4,439
12	4,270	4,286	4,301	4,316	4,331	4,346	4,361	4,376	4,388	4,399	4,410	4,421	4,432	4,443	4,454
11	4,285	4,301	4,316	4,331	4,346	4,361	4,376	4,391	4,403	4,415	4,426	4,437	4,448	4,459	4,470
10	4,300	4,316	4,332	4,348	4,364	4,378	4,394	4,407	4,419	4,430	4,441	4,453	4,464	4,475	4,485

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ეს სოფლის მეურნეობის ინტენსიური ქიმიზაციის დროს, ფიზიოლოგიურად მჟავე მინერალური სასუქების მაღალი დოზების გამოყენების შემთხვევაში. ჰუმუსოვანი ნივთიერებები ბოჭავენ და არააქტიურ მდგომარეობაში გადაჰყავთ მრავალი ელემენტი, რომლებიც ტოქსიკურ ზემოქმედებას ახდენენ მცენარის ზრდაზე და აუარესებენ მათ ხარისხს. ასეთ ელემენტებს მიეკუთვნებიან მძიმე მეტალები, რომლებიც ნიადაგში ხვდებიან ტექნოგენური დაბინძურების გზით.

ნიადაგის ორგანული ნივთიერება წარმოდგენილია სპეციფიკური (ჰუმუსოვანი) და არასპეციფიკური შენაერთების რთული სისტემით, რომლებიც იმყოფებიან თავისუფალ მდგომარეობაში ან ნიადაგის მინერალურ კომპონენტებთან კავშირში.

ამჟამად არსებობს ნიადაგში ორგანული ნახშირბადის განსაზღვრის რამდენიმე მეთოდი:

1. – ორგანული ნახშირბადის მშრალი დანაცვრის მეთოდი, დამუშავებული გ.გ.გუსტავსონის მიერ. თანამედროვე პერიოდში აღნიშნული მეთოდის გამოყენება ხდება უსრულყოფილესი ხელსაწყოების გამოყენებით.

2. – ნიადაგის ორგანული ნივთიერების სველი დაწვის მეთოდები – ტიურინის მეთოდი და კნოპი-საბინინის მეთოდი. აღნიშნულ მეთოდებს საფუძვლად უდევს ორგანული ნივთიერებების დაჟანგვა ქრომის მჟავით. ტიურინის მეთოდით სრული დაჟანგვა შეადგენს მშრალი დაჟანგვის სიდიდის 85-90%-ს. ტიურინის მეთოდის ნაკლად ითვლება ტემპერატურის არასტაბილურობა ორგანული ნივთიერების დაჟანგვისას, რომელიც ტარდება ელექტროქურაზე გაცხელებით.

– ბ.ა. ნიკიტინმა შემოგვთავაზა ჰუმუსის საშრობ კარადაში დაწვა 150^0 ტემპერატურაზე 20 წუთის განმავლობაში (ტემპერატურის აღნიშნულ დონემდე მიღწევის მომენტიდან), რამაც აამაღლა მეთოდის სიზუსტე, მაგრამ, ნიკიტინის მოდიფიკაციაც ვერ უზრუნველყოფს არსებული ორიგინალის ზუსტად ამსახველი

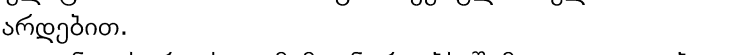
შედეგების მიღებას, რადგან 150^0-მდე გაცხელების ხანგრძლივობა კოლბებს განსხვავებული აქვთ და დამოკიდებულია გაცხელების ინტენსივობაზე.

– პ. ანტონოვამ, ვ.დ. სკალბიანმა და ლ.გ. სუჩილკინამ (1984) შემოგვთავაზეს ორგანული ნივთიერების დაჟანგვა ჩავატაროთ 20^0 ტემპერატურაზე 24 საათის განმავლობაში. ორგანული ნივთიერების დაჟანგვის ეს მოდიფიკაცია მაღალი სიზუსტის შედეგებს იძლევა.

II.9.1. ჰუმუსის განსაზღვრა ი.ვ.ტიურინის მეთოდით.

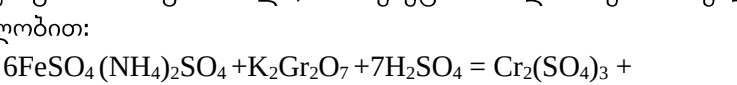
ტიურინის მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაჟანგვა ქრომის მჟავით ნახშირმჟავების წარმოქმნამდე. ორგანული ნახშირბადის დაჟანგვაზე დახარჯული ჟანგბადის რაოდენობას საზღვრავენ სხვაობით, რომელიც მიღებულია დაჟანგვისათვის აღებული ქრომის მჟავას რაოდენობასა და მის იმ რაოდენობას შორის, რომელიც დაჟანგვის შემდეგ დარჩა დაუხარჯავი. დამჟანგველის სახით იყენებენ $K_2Cr_2O_7$-ის 0,4 ნორმალობის ხსნარს გოგირდის მჟავაში, რომელიც წინასწარ არის განზავებული წყლით 1 : 1-თან შეფარდებით.

დაჟანგვის რეაქცია მიმდინარეობს შემდეგი ტოლობით:



$2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 + 3\ C$ (ჰუმუსის) $= 2Cr_2(SO_4)_3 + 2K_2SO_4 + 8H_2O + 3\ CO_2$.

დაჟანგვაზე დაუხარჯავი ქრომის მჟავას ნაშთს ტიტრავენ 0,1 ნორმალობის მორის მარილის ხსნარით ინდიკატორ დიფენილამინის გამოყენებით. მორის მარილით (მორის მარილი წარმოადგენს გოგირდმჟავა ამონიუმის და გოგირდმჟავა რკინის ქვეჟანგის ორმაგ მარილს) – რეაქცია მიმდინარეობს შემდეგი ტოლობით:



$6FeSO_4\ (NH_4)_2SO_4 + K_2Gr_2O_7 + 7H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 +$

$+ 3\ Fe_2(SO_4)_3 + 6\ (NH_4)_2SO_4 + K_2SO_4 + 7H_2O.$

აღნიშნული მეთოდით არ შეიძლება ჰუმუსის განსაზღვრა ქლორიდებით ძლიერ დამლაშებულ, ასევე რკინის ქვეჟანგის და

მანგანუმის დიდი რაოდენობით შემცველობის ნიადაგებში (მიიღება ამაღლებული შედეგები). კარბონატების არსებობა ნიადაგებში არ უშლის ჰუმუსის განსაზღვრას.

საიმედო შედეგების მიღებისათვის აუცილებელია განსაკუთრებული ყურადღება მივაქციოთ: 1) საანალიზოდ ნიადაგის კარგად მომზადებას და 2) ორგანული ნივთიერების დაჟანგვისას დუღილის ხანგრძლივობის ზუსტად დაცვას. თვით დუღილი კი უნდა მიმდინარეობდეს წყნარად.

მეთოდი იძლევა კარგ დამთხვევას პარალელებს შორის, სწრაფია, არ საჭიროებს სპეციალურ მოწყობილობას (რის გამოც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ექსპედიციის პირობებშიც) და თანამედროვე პირობებში ითვლება საერთოდ მიღებულ მეთოდად, განსაკუთრებით მასიური ანალიზების ჩატარებისას.

ნიადაგის მომზადება ანალიზისთვის.

ჰუმუსის განსაზღვრისათვის ნიადაგის მომზადებისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ნიადაგიდან ფესვების, მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის სხვადასხვა ორგანული ნარჩენების მოშორებას.

მინდორში აღებული და ჰაერმშრალ მდგომარეობამდე მიყვანილი ნიადაგის ნიმუშიდან იღებენ საშუალო სინჯს 50 გრამის რაოდენობით, პინცეტით ამოკრეფენ ფესვებს და თვალით დასანახ ორგანულ ნარჩენებს, ნიადაგის გოროხებს მსუბუქად დაამტვრევენ და კვლავ ამოკრეფენ ფესვებს; ამ შემთხვევაში იყენებენ ლუპას.

ნიადაგს გასრესენ აგატის ან ფაიფურის როდინში და ატარებენ 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში, რის შემდეგ მისგან კვლავ იღებენ საშუალო სინჯს 5 გრამის რაოდენობით და იმეორებენ ფესვების ამოკრეფას. ამ შემთხვევაში იყენებენ შემდეგ ხერხს. მშრალ ებონიტის ჯოხს დააელექტროებენ მაუდის ან შალის ქსოვილზე ხახუნით და სწრაფად გადაატარებენ თხელ ფენად გაშლილ ნიადაგის ზედაპირზე 5-10 სმ სიმაღლეზე.

წვრილი, ნამცეცა ფესვები და ნახევრადდაშლილი მცენარეული ნარჩენები, რომელთა ამოკრეფა არ მოხერხდა ლუპით და

პინცეტით (მათი ძალიან მცირე ზომის გამო), მიეკვრიან დაელექ-ტროებული ებონიტის ჯოხის ზედაპირზე და ამრიგად გამოიტა-ნება ნიადაგიდან. მათ აცლიან ჯოხიდან მისი განმეორებით გაწმენდით. არ შეიძლება, ნიადაგის ზედაპირთან ჯოხის უფრო ახლო გატარება, რადგან ამ შემთხვევაში ორგანულ ნარჩენებთან ერთად გაიტანება თვით ნიადაგის წვრილი ნაწილაკებიც.

ფესვების ამოკრეფის შემდეგ ნიადაგს კვლავ გასრესენ ფაიფურის ან აგატის როდინში და ატარებენ 0,25 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში. ზემოთ აღწერილი წესით უნდა მომზადდეს მთელი ნიმუში – 5 გრამი.

ნიადაგის ნიმუში ინახება პერგამენტის ქაღალდისგან მომზა-დებულ პაკეტში ან საცობიან სინჯარაში.

ანალიზის მსვლელობა. ნიადაგის წონაკს იღებენ ანალიზურ სასწორზე. წონაკის რაოდენობა დამოკიდებულია ჰუმუსის მოსა-ლოდნელ შემცველობაზე; ამავე დროს მხედველობაში მიიღება ნიადაგის ტიპი (შავმიწა, ეწერი და ა.შ.) და ნიმუშის აღების სიღრ-მე. ავტორის მიერ რეკომენდებულია ნიადაგის შემდეგი წონაკები:

ჰუმუსის შემცველობა, %	წონა, გ
>10	0,1
10–5	0,2
5–1	0,3
1,0–0,5	0,4
< 0,5	0,5

ქვიშნარი ნიადაგების შემთხვევაში ჰუმუსის მცირე რაოდე-ნობით შემცველობისას წონაკი შეიძლება გადიდდეს 1 გრამამდე.

ჰუმუსის ძლიერ მაღალი შემცველობისას (15–20%-ზე მეტი) მისი განსაზღვრა ტიურინის მეთოდით არასაიმედოა, რადგან არ ხდება სრული დაჟანგვა.

ნიადაგის ზუსტი წონაკის ასაღებად შეიძლება ვისარგებლოთ 2,5–3 სმ დიამეტრის მქონე საათის მინით, რომლის წონა წი-ნასწარ ცნობილია. მისგან წონაკს მთლიანად გადაიტანენ კოლ-ბაში პატარა შპატელის და ფუნჯის დახმარებით. ტიურინის მე-თოდით ჰუმუსის განსაზღვრა შეიძლება ერთდროულად ჩატარდეს 20-30 წონაკში.

წონაკს ათავსებენ 100 მლ მოცულობის მშრალი კონუსური კოლბის ფსკერზე და ბიურეტიდან ამატებენ 10 მლ კალიუმის ბიქრომატის 0,4 n ხსნარს, გახსნილს გოგირდის მჟავაში. კოლბს ახურვენ 4 სმ დიამეტრის ძაბრს, რომელიც შებრუნებული მაცივრის როლს ასრულებს. კოლბის შიგთავსს ფრთხილად შეურევენ წრიული მოძრაობით (ნიადაგი არ უნდა დარჩეს კოლბის კედლებზე) რის შემდეგ კოლბებს დგამენ ცხელ ეტერნიტის, სილის ელექტროქურაზე, ან აზბესტის ბადით დაფარულ ღია ელექტროქურაზე, შეიძლება ვისარგებლოთ აგრეთვე გაზქურით;

კოლბის შიგთავსი მიჰყავთ ადუღებამდე და ადუღებენ ზუსტად 5 წუთს. აუცილებელია ზუსტად აღინიშნოს ხსნარის დუღილის დასაწყისი, ის არ უნდა აგვერიოს გაცხელების დასაწყისში ჰაერის მცირე ბუშტუკების წარმოქმნაში. დუღილი უნდა იყოს თანაბარი და ზომიერი. ორთქლის გამოყოფა ძაბრიდან დაუშვებელია. ძლიერ დუღილს უნდა ვერიდოთ, რათა არ შეიცვალოს გოგირდის მჟავას კონცენტრაცია, რომლის გადიდებამ შეიძლება გამოიწვიოს ქრომის მჟავას დაშლა და აღნიშნულიდან გამომდინარე ანალიზის არასწორი შედეგების მიღება.

5 წუთი დუღილის შემდეგ კოლბს გადმოიღებენ ქურიდან, აყოვნებენ გასაცივებლად, გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ ძაბრს კოლბში როგორც გარეთა, ისე შიდა მხრიდან და კოლბის შიგთავსი მთლიანად გადააქვთ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, რამდენჯერმე კარგად გამოავლებენ კოლბს, რომელშიც ჩატარდა დაჟანგვა. 250 მლ-იან კოლბში გადატანის შემდეგ ხსნარის მოცულობა უნდა შეადგენდეს 100-150 მლ-ს. ხსნარის ფერი – ნარინჯისფერ-ყვითელი ან ოდნავ მომწვანო-ყვითელია. სითხის გამწვანება მიუთითებს დამჟანგველის უკმარისობაზე. ამ შემთხვევაში ანალიზი აუცილებლად უნდა განმეორდეს, შემცირდეს წონაკი. ხსნარში ამატებენ 8 წვეთ დიფენილამინის ხსნარს (ინდიკატორი) და ტიტრავენ ორგანული ნივთიერების დაჟანგვის შემდეგ დაუხარჯავ ქრომის მჟავას, მორის მარილის 0,1 ნორმალობის ხსნარით. ინდიკატორი შეტანილი უნდა იქნეს უშუალოდ დატიტვრის წინ. დატიტვრას აწარმოებენ ცივ მდგომარეობაში. მორის მარილის ხსნარს ამატებენ თითო

წვეთობით და წრიული მოძრაობით კარგად შეურევენ კოლბის შიგთავსს. დატიტვრა დამთავრებულია მაშინ, როცა ხსნარის ჭუჭყიანი-იისფერი შეფერვა ბოლო ერთი წვეთის დამატებით გადავა ჭუჭყიან მწვანე ფერში. დატიტვრისას ნათელი მწვანე ფერის წარმოქმნა მიუთითებს მორის მარილის სიჭარბეზე ე.ი. იმაზე, რომ ხსნარი გადატიტრულია. ამ შემთხვევაში საჭიროა ანალიზის განმეორება.

სამვალენტოვანი რკინის იონების გავლენის ასაცილებლად (ის ჟანგავს ინდიკატორს და იწვევს ხსნარის ფერის ნაადრევად შეცვლას) იყენებენ 85%-იან ორთოფოსფორის მჟავას. იგი შეაქვთ კოლბში დატიტვრის წინ 2,5 მლ-ის რაოდენობით; ფოსფორის მჟავას პირობებში, დატიტვრის ბოლოს, ხსნარის ფერის შეცვლა ძალზე მკვეთრია და გამოწვეულია მორის მარილის ხსნარის 1-2 წვეთით.

II.9.2. ფენილანტრალინის მჟავას, როგორც ინდიკატორის გამოყენება ტიურინის მეთოდით ჰუმუსის განსაზღვრის დროს

პროფესორმა ვ.ნ. სიმაკოვმა შემოგვთავაზა წინადადება მორის მარილის ხსნარით ქრომის ნარევის დატიტვრის დროს ინდიკატორის სახით დიფენილამინის ნაცვლად გამოყენებული ყოფილიყო ფენილანტრალინის მჟავა.

მრავალრიცხოვანმა განსაზღვრებმა უჩვენეს, რომ ფენილ-ანტრალინის მჟავით დატიტვრის შედეგები სავსებით ემთხვევა დიფენილამინის გამოყენებით დატიტვრის შედეგებს. ამავე დროს ფენილანტრალინის მჟავას გამოყენებას დიდი უპირატესობა აქვს დიფენილამინთან შედარებით.

ასე მაგალითად, ფენილანტრალინის მჟავას თანაარსებობისას მორის მარილის ხსნარით კალიუმის ბიქრომატის დატიტვრის დამთავრების დროს ხსნარის ფერის შეცვლა უფრო მკვეთრად არის გამოსახული, ვიდრე დიფენილამინის გამოყენების შემთხვევაში და როგორც ავტორი მიუთითებს, ხსნარის ფერის შეცვლას ადგილი აქვს ერთი ჭარბი წვეთი მორის მარილის ისეთი

ძლიერი განზავებული ხსნარით, როგორიც არის 0,02 n, რაც მიუთითებს ინდიკატორის მაღალ მგრძნობელობაზე და საშუალებას იძლევა დიდი სიზუსტით ჩატარდეს ჰუმუსის მცირე რაოდენობის განსაზღვრა (მაგალითად, წყლით გამონაწურების და ბუნებრივი წყლის ანალიზის დროს).

გოგირდის მჟავას კონცენტრაცია დასატიტრ ხსნარში 15-20 n უნდა იყოს, ამიტომ, ხსნარს წყლით მცირედ ანზავებენ და იგივე კოლბში ტიტრავენ, რომელშიც ჩატარდა დაჟანგვა.

ანალიზის მსვლელობა: ნიადაგის წონაკში ორგანული ნივთიერების დაჟანგვას აწარმოებენ ტიურინის მეთოდით 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბებში იგივე რეაქტივებით, ისე, როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი. კოლბის შიგთავსი მიჰყავთ ადუღებამდე და ადუღებენ 5 წუთს, გადმოდგამენ ცეცხლიდან, აცივებენ. ძაბრებს ჩარეცხავენ გამოხდილი წყლის მინიმალური რაოდენობით. ხსნარს ამატებენ 3-5 წვეთ ფენილანტრალინის მჟავას 0,2 %-იან ხსნარს. ტიტრავენ მორის მარილის 0,1 n ხსნარით მწვანე ფერის მიღებამდე. რადგან ხსნარის ფერის შეცვლა ძალიან მკვეთრია, დატიტვრის დამთავრებისას საჭიროა მორის მარილის ხსნარის დამატება წვეთობით.

ძირითად ანალიზებთან ერთად, იგივე თანმიმდევრობით ატარებენ საკონტროლო (სამჯერადი განმეორებით) ცდას; საკონტროლო ცდაში, კოლბში ხსნარის თანაბარი დუღილისათვის, ქრომის მჟავას დამატების წინ, აუცილებლად შეაქვთ დაახლოებით 0,1-0,2 გ ფხვნილისებრი გამომწვარი პემზა ან ნიადაგი. წინააღმდეგ შემთხვევაში, სუფთა ხსნარის დუღილისას ადგილი ექნება ამოწვას, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს ქრომის მჟავას დაშლა. დანარჩენი პროცესები კი ისეთივეა, როგორც ეს აღწერილია ანალიზის მსვლელობისას.

ანალიზის შედეგების გამოანგარიშება. დატიტვრაზე დახარჯული მორის მარილის ხსნარის მილილიტრების რაოდენობა შეესაბამება ქრომის მჟავას იმ რაოდენობას, რომელიც დაჟანგვის პროცესში დარჩა დაუხარჯავი.

მორის მარილის იმ რაოდენობას, რომელიც შეესაბამება ნიმუშში ჰუმუსის დაჟანგვაზე დახარჯული ქრომის მჟავას რაოდენობას, ანგარიშობენ საკონტროლო და საანალიზო დატიტვრის შედეგებს შორის სხვაობით.

ორგანული ნახშირბადისა და ჰუმუსის შემცველობის ანგარიშისას მიღებულია შემდეგი სიდიდეები: 0,1 ნორმალობის მარილის ხსნარის 1 მლ შეესაბამება 0,0003 გ ორგანულ ნახშირბადს ან 0,000517 გ ჰუმუსს, (1 გ ნახშირბადი შეესაბამება 1, 724 გ ჰუმუსს).

თუკი მორის მარილის ხსნარი არ არის ზუსტად 0,1 ნორმალობის, მაშინ შეაქვთ შესაბამისი შესწორებები.

მაგალითად: მორის მარილის ხსნარის ტიტრია – 0,1050 n, მაშასადამე, ამ ხსნარის 1 მლ შეესაბამება:

(0,0003 · 0,1050) : 0,1 = 0,000315 გ ნახშირბადი.

ან **(0,000517 · 0,1050) : 0,1 = 0,000543 გ ჰუმუსი.**

ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობას (%-ობით) ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

ჰუმუსი, % (ჰაერმშრალ ნიადაგში) = [(a – b) · K · 0,000517 · 100] : н

სადაც – a არის მორის მარილის ხსნარის რაოდენობა მლ-ობით, რომელიც დაიხარჯა 10 მლ 0,4 n $K_2Cr_2O_7$-ის ხსნარის დატიტვრაზე საკონტროლო ანალიზის დროს.

b – მორის მარილის რაოდენობა მლ-ობით, რომელიც დაიხარჯა ჰუმუსის დაჟანგვის შემდეგ ხსნარის დატიტვრაზე;

(a – b) - 0,1 n მორის მარილის ხსნარის რაოდენობა, რომელიც შეესაბამება ჰუმუსის დაჟანგვაზე დახარჯული ქრომის მჟავას რაოდენობას, მლ;

K – მორის მარილის ხსნარის ტიტრის შესწორების კოეფიციენტი.

0,000517 – ჰუმუსის რაოდენობა გრამებში, რომელიც შეესაბამება 0,1 n მორის მარილის ხსნარის 1 მლ-ს; (თუკი შედეგები

გამოიანგარიშება ნახშირბადზე, მაშინ 0,000517-ის ნაცვლად ფორმულაში ჩაისმება 0,0003 გ C);

100 - % - ში გამოსახვისთვის.

н – ჰაერმშრალი ნიადაგის წონა, გრამობით.

თუკი საჭიროა ჰუმუსის პროცენტული შემცველობა გამოანგარიშებული იქნეს 105^0 – t-ზე გამომშრალ ნიადაგში (აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგი), მაშინ, საჭიროა, ცალკე წონაკში განსაზღვრული იქნეს ნიადაგის ჰიგროსკოპული ტენი და გამოანგარიშებაში შეტანილ იქნეს შესაბამისი კოეფიციენტი.

საჭირო რეაქტივები: 1. 0,4 ნორმალობის კალიუმის ბიქრომატის ხსნარი (დამჟანგველი). 40 გ $K_2Cr_2O_7$ (წვრილად დაფქვილს როდინში) ხსნიან გამოხდილ წყალში, ფილტრავენ ქაღალდის ფილტრით 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, მიჰყავთ წყლით ნიშანხაზამდე, რის შემდეგ გადაქვთ 3-5 ლ მოცულობის ცეცხლგამძლე კოლბში ან დიდ ფაიფურის ჯამში, სადაც ურევენ 1 ლ H_2SO_4-თან (კუთ.წ. 1,84). გოგირდის მჟავასთან შერევისას ადგილი აქვს ხსნარის ძლიერ გაცხელებას, ამიტომ საჭიროა $K_2Cr_2O_7$-ის წყალხსნარს გოგირდმჟავა დაემატოს მცირე ულუფებით, 15-20 წუთის ინტერვალებით და ფრთხილი შერევით. ნარევს აყოვნებენ გასაცივებლად, კვლავ შეურევენ კარგად და გადააქვთ შესანახად მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში.

2. 0,1 ნორმალობის მორის მარილის ხსნარი. 40 გრამ მორის მარილს – $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6\ H_2O$ იღებენ 1 ლიტრ წყალზე, რომელიც შეიცავს 20 მლ გოგირდის მჟავას (კუთ.წ. 1,84).

მორის მარილის აღებულ წონაკს გახსნიან გამოხდილი წყლის გარკვეულ რაოდენობაში და ფილტრავენ დაკეცილ ფილტრში. ფილტრატს ამატებენ შესაბამისი რაოდენობით საჭირო გოგირდის მჟავას, გამოხდილი წყლით ხსნარი მიჰყავთ გათვალისწინებულ მოცულობამდე, რის შემდეგ კარგად შეურევენ.

ჰაერის ჟანგბადი იწვევს მორის მარილის დაჟანგვას, ამიტომ ხსნარს ინახავენ კარგად თავდაცულ მინის ჭურჭელში, რომელსაც აქვს სიფონი მინის ონკანით, საიდანაც წარმოებს ხსნარის

გადატანა ბიურეტში. კარგია აგრეთვე ხსნარის შენახვა ტიშჩენ-კოს ჭურჭელში, რომელშიც დამცველად გამოყენებულია პიროგალოლის ტუტე ხსნარი.

მორის მარილის ხსნარის ტიტრს ადგენენ 0,1 ნორმალობის $KMnO_4$-ის ხსნარით. ამისათვის, 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში ათავსებენ 1 მლ H_2SO_4 (კუთ.წ. 1,84), შემდეგ ბიურე-ტიდან ამატებენ 10 მლ მორის მარილის ხსნარს, კოლბის შიგ-თავსს გამოხდილი წყლით აზავებენ 30–40 მლ-მდე და მაშინვე ტიტრავენ $KMnO_4$-ის 0,1 n ხსნარით სუსტი ვარდისფერის მიღე-ბამდე, რომელიც არ ქრება 1 წუთის განმავლობაში. დახარჯული პერმანგანატის რაოდენობის მიხედვით ანგარიშობენ მორის მარილის ხსნარის ტიტრს (შესწორებას).

გამოანგარიშების მაგალითი: დავუშვათ 10 მლ მორის მარი-ლის ხსნარის დატიტვრაზე დაიხარჯა 10,5 მლ $KMnO_4$-ის 0,1 n ხსნარი, რომლის შესწორების კოეფიციენტი K = 0,9830, მაშასა-დამე, 10 მლ მორის მარილის ხსნარის დატიტვრაზე დახარჯულია ზუსტად 10,3 მლ 0,1 n $KMnO_4$-ის ხსნარი **(10,5 · 0,9830 = 10,3).** აქედან გამომდინარე 0,1 n მორის მარილის ხსნარის ტიტრის შესწორება ტოლია 10,3:10= 1,03;

მორის მარილის ხსნარის ტიტრი არამდგრადია, რადგანაც მარილის შემადგენლობაში შედის რკინის ქვეჟანგი, ამიტომ, ტიტრი აუცილებლად უნდა შემოწმდეს ხსნარის გამოყენების წინ.

3. პიროგალოლის ხსნარი (მორის მარილის ხსნარის დამც-ველი ჰაერის ჟანგბადით დაჟანგვისაგან). 12 გრამ პიროგალოლს ხსნიან 50 მლ წყალში; 180 გრამ KOH ხსნიან 300 მლ წყალში. ორთავე ხსნარს შეურევენ, ათავსებენ ტიშჩენკოს ჭურჭელში და რეზინის და მინის მილით აერთებენ მორის მარილის ხსნარიან ჭურჭელთან.

4. დიფენილამინის ხსნარი (ინდიკატორი). 0,5 გ დიფენილამინს ხსნიან 100 მლ H_2SO_4-ში (კუთ.წ. 1,84). ხსნარს თანდათანობით დიდი სიფრთხილით შეურევენ 20 მლ გამოხდილ წყალთან.

5. ფენილანტრალინის მჟავა (ინდიკატორი): ფენილანტრა-ლინის მჟავას ხსნარს ამზადებენ შემდეგნაირად: აღნიშნულ

მჟავას წონიან 0,2 გ რაოდენობით და ხსნიან 100 მლ Na_2CO_3-ის 0,2%-იან წყალხსნარში; ფენილანტრალინის მჟავას ფხვნილის უკეთ დასველების მიზნით, აღებულ წონაკს წინასწარ ათავსებენ ფაიფურის ჯამში, ამატებენ წვეთობით 0,2%-იან სოდის ხსნარს და კარგად გასრესენ მინის წკირით არაჟნის მაგვარ მდგომარეობამდე და მხოლოდ ამის შემდეგ ამატებენ სოდის ხსნარის დარჩენილ რაოდენობას კარგად შერევით.

6. გოგირდმჟავა ვერცხლი (კატალიზატორი). იყენებენ ფხვნილისებრ მდგომარეობაში. Ag_2SO_4-ის თანაარსებობისას დამჟანგველი ნარევის დულილის ტემპერატურა იმატებს და ამით აღწევენ ჰუმუსის უფრო სრულ დაჟანგვას. მასიურ ანალიზებში, ტიურინის მეთოდით ჰუმუსის განსაზღვრა შეიძლება ჩატარდეს გოგირდმჟავა ვერცხლის გარეშე.

7. $KMnO_4$-ის 0,1 ნორმალობის ხსნარი (მორის მარილის ხსნარის ტიტრის დასადგენად). ხსნარს ამზადებენ ჩვეულებრივი წესით; მის ტიტრს ადგენენ გადაკრისტალებული მჟაუნმჟავა ნატრიუმის ($Na_2C_2O_4$) 0,1 n ხსნარით.

8. გამომწვარი პემზა, ქვიშა ან ნიადაგი (საკონტროლო ანალიზებში დამჟანგველი ნარევის თანაბარი დუღილისათვის). მცირე ჰუმუსიან ნიადაგს, წვრილ ქვიშას ან პემზას გასრესენ ფაიფურის როდინში, ატარებენ 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში, ათავსებენ ფაიფურის ჯამში და გამოწვავენ მუფელში წითლად გავარვარებამდე, 1-1,5 საათის განმავლობაში, პერიოდული შერევით;

9. 85%-იანი ორთოფოსფორის მჟავა (ქიმიურად სუფთა). იყენებენ რკინის ჟანგის იონის გავლენის თავიდან ასაცილებლად, ინდიკატორ დიფენილამინის გამოყენებისას.

II.9.3. ჰუმუსის განსაზღვრა ნიადაგში ნიკიტინის მეთოდით.

მეთოდი დაფუძნებულია ძლიერ მჟავე არეში ქრომის ნარევით ($K_2Cr_2O_7$) ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაჟანგვაზე, 150^0 ტემპერატურაზე გაცხელებით საშრობ კარადაში.

ნახშირბადი განისაზღვრება ოპტიკური სიმკვრივის მიხედვით 590 მმკ სიგრძის ტალღაზე.

ანალიზის მსვლელობა. ანალიზურ სასწორზე წონიან 0,1–0,5 გრამ ნიადაგს (მეოთხე ნიშნამდე სიზუსტით) 100 მლ მოცულობის კოლბში. ბიურეტიდან ამატებენ 20 მლ $K_2Cr_2O_7$–ის 0,4 n ხსნარს, კოლბს ახურავენ ძაბრს და ფრთხილად შეურევენ. შემდეგ, ათავსებენ 20 წუთით საშრობ კარადაში, რომელიც წინასწარ არის გაცხელებული 150^0-მდე (გაცხელების დროის ათვლას იწყებენ ტემპერატურის 150^0-მდე მიღწევის მომენტიდან). კოლბებს საშრობ კარადაში ათავსებენ კედლიდან 3-4 სმ-ის დაშორებით – თანაბარზომიერი გაცხელების უზრუნველსაყოფად. დროის გასვლის შემდეგ კოლბებს გამოიტანენ კარადიდან და აცივებენ. ნალექის ზემოთ ხსნარს ფრთხილად გადაიტანენ სინჯარაში და ტოვებენ დღე-ღამის განმავლობაში, რის შემდეგ ახდენენ ფოტომეტრირებას 5 მლ-იან კიუვეტში 590 მმკ სიგრძის ტალღაზე. შედარებისთვის იყენებენ ნულოვან ხსნარს, რისთვისაც საშრობ კარადაში ერთდროულად საკვლევ კოლბებთან ერთად დგამენ ორ კოლბას 20 მლ ქრომის ნარევით.

ნახშირბადის შემცველობას გებულობენ დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით.

დაყალიბებული გრაფიკის აგება. ანალიზურ სასწორზე წონიან 2,5022 გ გლუკოზას ან 2,3771 საქაროზას და ხსნიან გამოხდილ წყალში 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში. ასეთი ხსნარის 1 მლ შეიცავს 1 მგ ნახშირბადს. 5 კოლბში თანმიმდევრობით ათავსებენ 2,5; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0 მლ გლუკოზის ან საქაროზის ხსნარს. კოლბებს დგამენ წყლის აბაზანაზე და აორთქლებენ ამოშრობამდე (1 წვეთამდე), ამატებენ 20 მლ ქრომის ნარევს. ერთდროულად ამზადებენ ნულოვან ხსნარს. ყველა კოლბას ათავსებენ საშრობ კარადაში. დაწვის შემდეგ ანზავებენ 50 მლ-მდე წყლით და ერთი დღე-ღამის შემდეგ აკოლორიმეტრირებენ. ოპტიკური სიმკვრივის მაჩვენებლებისა და ნახშირბადის ცნობილი შემცველობის მიხედვით აგებენ დაყალიბებულ გრაფიკს.

ნახშირბადის შემცველობას (%-ში) ანგარიშობენ ფორმულით:

$$C = (a : н) \cdot 100,$$

სადაც a - არის ნახშირბადის რაოდენობა გრაფიკის მიხედვით, მგ;

н - ნიადაგის წონა, გ;

ჰუმუსში გადასაყვანად ნახშირბადის პროცენტს ამრავლებენ კოეფიციენტზე 1,724; (1 გ ნახშირბადი შეესაბამება 1, 724 გ ჰუმუსს).

რეაქტივები: კალიუმის ბიქრომატის 0,4 n ხსნარი: 40 გრამ კარგად დაქუცმაცებულ ორქრომიან კალიუმს ($K_2Cr_2O_7$) ხსნიან 600 მლ გამოხდილ წყალში, გადააქვთ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ხსნარი საზომი კოლბიდან გადააქვთ 2 ლიტრიან კოლბში ან 2 ლ მოცულობის ფაიფურის ჭიქაში, ამატებენ 1 ლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას (კუთ.წ. 1,84); გოგირდის მჟავა აუცილებელია დაემატოს ძალზე ფრთხილად, მცირე ულუფებით – 50-100 მლ-ებით, 10-15 წუთის ინტერვალებით. როდესაც გოგირდმჟავას მთლიანად დამატება დასრულდება, ხსნარს აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე და გადააქვთ მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში (მინის საცობით)

II.9.4. ჰუმუსის განსაზღვრა ანტონოვას, სკალაბიანის და სუჩილკინას მოდიფიკაციით.

ანალიზის მსვლელობა. ანალიზურ სასწორზე წონიან 0,5 გრამ ნიადაგს. გადაიტანენ 100 მლ-იან კოლბში და ასხამენ 20 მლ 0,4 ნორმალობის ორქრომიან კალიუმს ($K_2Cr_2O_7$) , აყოვნებენ 18 - 20^0 ტემპერატურაზე 24 საათის განმავლობაში. შემდეგ ჰუმუსს საზღვრავენ ან ტიურინის მიხედვით მორის მარილის ხსნარით დატიტვრით (იხ. გვ. 88), ან კოლორიმეტრულად ნიკიტინის მიხედვით და ანგარიშობენ ფორმულით (%-ში):

$$C = [(V_1 – V_2) : н] \cdot n \cdot 0,003 \cdot 100,$$

სადაც, V_1 – არის მორის მარილის ხსნარის მოცულობა, რომელიც დაიხარჯა კალიუმის ბიქრომატის (გოგირდის მჟავაში) ხსნარის

დატიტვრაზე, ნიადაგის წონაკთან მისი ურთიერთმოქმედების გარეშე, მლ;

V_2 – არის იგივე, მაგრამ, ნიადაგის წონაკთან 24 საათის განმავლობაში 18–20^0 ტემპერატურაზე ურთიერთმოქმედების შემდეგ, მლ;

n – მორის მარილის ხსნარის ნორმალობა;

0,003 – ჰუმუსი გრამებში, მგ-ექვ;

н – ნიადაგის წონა, გ;

II.10. ნიადაგში აზოტის შენაერთების განსაზღვრის მეთოდები.

აზოტის საერთო რაოდენობა ნიადაგში მერყეობს ფართო ფარგლებში და დამოკიდებულია ნიადაგის ჰუმუსით სიმდიდრის ხარისხზე. ძლიერ შავმიწებში საერთო აზოტის შემცველობა 0,5%-მდე აღწევს, ხოლო ღარიბ ქვიშნარ ნიადაგებში ის ეცემა 0,03%-მდე.

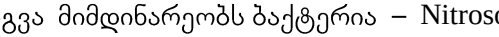
ძირითადად, აზოტი ნიადაგში წარმოდგენილია ორგანული შენაერთების სახით, რომელიც შედის ჰუმუსის შედგენილობაში და მხოლოდ, მისი უმნიშვნელო ნაწილი (კვალიდან – 5%-მდე) გვხვდება არაორგანული შენაერთების სახით – ნიტრატული და ამონიაკური მარილების სახით. ჰუმუსის ორგანული აზოტი უშუალოდ არ შეითვისება მცენარის მიერ, მაგრამ ნიადაგის მიკროორგანიზმების გავლენით ის თანდათან განიცდის მინერალიზაციას და გადადის მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმაში.

ორგანული აზოტის მინერალიზაციის ინტენსივობა დამოკიდებულია როგორც თვით ორგანული ნივთიერების ბუნებაზე, ბიოლოგიური ფაქტორების ზემოქმედების მიმართ მისი მდგრადობის ხარისხზე, ისე არეს პირობებზე, როგორიცაა: ტენი, ტემპერატურა, აერაცია, ნიადაგის მჟავიანობა და ა.შ.;

ნიადაგის ორგანული აზოტის მინერალიზაცია ხორციელდება ბაქტერიების, აქტინომიცეტების, ობის სოკოების მიერ, რომელნიც ორგანულ ნივთიერებას იყენებენ როგორც ენერგიის წყაროს. ამ ორგანიზმების ზემოქმედების შედეგად, ორგანული

აზოტი გარდაიქმნება ამიაკში. ნიტრატების წარმოქმნა ნიადაგში განპირობებულია ნიტრიფიკაციის ბაქტერიებით, რომელნიც ამიაკს ჟანგავენ აზოტოვან და აზოტის მჟავამდე, ხოლო ამ დროს გამოყოფილ ენერგიას იყენებენ ორგანული ნივთიერების სინთეზისათვის ნახშირმჟავა მარილების ნახშირბადის ხარჯზე.

ამიაკის დაჟანგვა აზოტოვან მჟავამდე შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს შემდეგი ტოლობით:



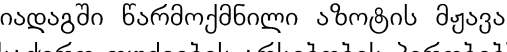
$$2NH_3+3O_2=2HNO_2+2H_2O+172 \text{ კ.კალ.}$$

ეს დაჟანგვა მიმდინარეობს ბაქტერია – Nitrosomonas ზემოქმედებით. აზოტოვანი მჟავას დაჟანგვა აზოტის მჟავამდე კი მიმდინარეობს ბაქტერია Nitrobacter-ის მონაწილეობით შემდეგი სქემით:

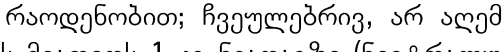
$$2HNO_2 +O_2= 2HNO_3 +26 \text{ კ.კალ.}$$

ნიტრიფიკაციის ბაქტერიების ნორმალური მოქმედება შესაძლებელია მხოლოდ კარგი აერაციის, ნიადაგის საკმაო ტენიანობისა და ნიადაგში წარმოქმნილი აზოტის მჟავას განეიტრალებისათვის საჭირო ფუძეების არსებობის პირობებში.

ნიტრიტები, რომელნიც წარმოადგენენ ამიაკის დაჟანგვის პირველ სტადიას, ნიადაგში გვხვდება ძალზე იშვიათად და ისიც უმნიშვნელო რაოდენობით; ჩვეულებრივ, არ აღემატება მილიგრამი აზოტის მეათედს 1 კგ ნიადაგზე (ნეიტრალურ და კარბონატულ ნიადაგებში). მჟავე ნიადაგებში ნიტრიტები არამდგრადია, რამდენიმე წუთის განმავლობაში ისინი იშლებიან სუფთა ქიმიური გზით:



H–ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსი + KNO_2 = K– შთანთქმის კომპლექსი + HNO_2. ეს რეაქცია შეუქცევადია, რადგანაც წარმოქმნილი აზოტოვანი მჟავა იშლება:



$$3HNO_2 = HNO_3+ 2NO+H_2O.$$

ფუძეებით არამაძღარ ნიადაგში ნიტრიტების სწრაფი დაშლის მიუხედავად, ნიტრიფიკაციის პროცესი ამ ნიადაგებში აზოტის შესამჩნევი დანაკარგით არ მიმდინარეობს. ეს, როგორც

ჩანს, განპირობებულია, ამიაკის აზოტოვან მჟავამდე დამჟანგველ ბაქტერიებსა და აზოტოვანი მჟავას აზოტის მჟავამდე დამჟანგველ ბაქტერიებს შორის მჭიდრო კავშირით.

აზოტის მინერალური შენაერთებიდან ნიადაგში ჩვეულებრივ გვხვდება მხოლოდ ამონიაკური და ნიტრატული მარილები. ნიტრატები ხასიათდება საკმაოდ მაღალი მობილობით ნიადაგში. ისინი ადვილად გადაინაცვლებენ ნიადაგის პროფილის მიხედვით; წვიმის წყლის გავლენით ჩადიან ნიადაგის ქვედა ფენებში და მშრალ, თბილ ამინდში კი ამოდიან ნიადაგის ზედაპირულ ფენაში. შედარებით ნაკლებად მოძრავია ნიადაგში ამონიაკური აზოტი, რადგან ამონიუმის იონები შედიან გაცვლით რეაქციაში ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსის კათიონებთან. წყალხსნადი და გაცვლითი ამონიუმის აზოტი, ზუსტი ექსპერიმენტული მონაცემების თანახმად, რომელნიც ჩატარებულია იზოტოპ N 15-ის გამოყენებით, დაახლოებით ისევე მისაწვდომია მცენარისათვის, როგორც ნიტრატული აზოტი. მცენარისათვის უშუალოდ შესათვისებელი აზოტის ამ ფორმების დაგროვება ნიადაგში, ბუნებრივ პირობებში დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე – ნიადაგის ქიმიურ შედგენილობაზე, ნიადაგის ტემპერატურასა და ტენიანობაზე, ნიადაგის ფიზიკურ მდგომარეობაზე, დამუშავების პირობებზე და ა.შ.; ბუნებრივია, რომ აზოტის მოძრავი ფორმების მიხედვით ნიადაგის შედგენილობის ასეთი ცვალებადობის პირობებში, ყველა ჩვენი მსჯელობა, შესათვისებელი აზოტით ნიადაგის უზრუნველყოფის ხარისხზე ატარებს პირობით ხასიათს, რადგან ნიადაგში არსებული აზოტი მეტად დინამიურია და ერთხელ აღებულ ნიადაგის ნიმუშში მეტად ძნელია სწორედ იმ აზოტის განსაზღვრა, რომელსაც ითვისებს მცენარე მთელ სავეგეტაციო პერიოდში.

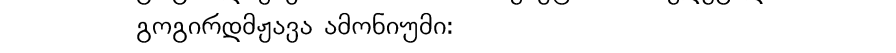
იმისათვის, რომ ნათელი წარმოდგენა გვქონდეს, თუ რამდენად შეუძლია უზრუნველყოს ნიადაგმა მცენარის მოთხოვნილების დაკმაყოფილება აზოტით მთელ სავეგეტაციო პერიოდში, საჭიროა ვიცოდეთ ნიადაგში როგორც წყალხსნადი NH_3 და NO_3, ისე შთანთქმული და ადვილად ჰიდროლიზებული აზოტის

რაოდენობაც, რომლის განსაზღვრის მეთოდებზე ქვემოთ შევჩერდებით.

გარდა გაცვლითი ამონიუმისა ნიადაგში არსებობს გაუცვლელი ანუ ფიქსირებული ამონიუმი. ამონიუმის გაუცვლელი ფიქსაცია განპირობებულია იმით, რომ NH_4-ის იონები დაკავშირებულნი არიან ნიადაგის თიხა მინერალების კრისტალური მესერის შიგნით. ამონიუმის გაუცვლელი ფიქსაცია ყველაზე უფრო მკაფიოდ არის გამოხატული ჰუმუსით ღარიბ ნიადაგებში.

II.10.1. საერთო აზოტის განსაზღვრა კელდალის მეთოდით.

მეთოდის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაში ნიადაგის დუღილის დროს ადგილი აქვს ჰუმუსის ნახშირბადის დაჟანგვას ნახშირორჟანგამდე და ამინური აზოტის გადასვლას ამონიაკურ ფორმაში. ამ უკანასკნელსა და გოგირდმჟავას შორის რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება გოგირდმჟავა ამონიუმი:



$$2CH_3CHNH_2COOH+13H_2SO_4=(NH_4)_2SO_4+ 6CO_2+16H_2O+12SO_2$$

ალანინი

ამონიუმის სულფატი გოგირდმჟავას დუღილის პირობებში (მჟავე რეაქცია) მყარი ნაერთია – არ ქროლავს; ამონიაკის გამოსაყოფად არეს 50% NaOH-ის ხსნარის დამატებით ატუტიანებენ, რის შედეგადაც წარმოქმნილ NH_3-ს გაატარებენ 0,1 n-ის გოგირდმჟავაში. ამ დროს NH_3 უერთდება გოგირდმჟავას და $(NH_4)_2SO_4$-ს წარმოქმნის, რის გამოც მცირდება 0,1 n H_2SO_4-ის კონცენტრაცია. დარჩენილი თავისუფალი 0,1 n H_2SO_4-ის რაოდენობის გასაგებად ხსნარს ტიტრავენ 0,1 n NaOH-ის ან KOH-ის ხსნარით ინდიკატორ კონგო წითელის დამატებით. ამონიაკის შესაბოჭად დახარჯული 0,1 n H_2SO_4-ის რაოდენობით გებულობენ ნიადაგში აზოტის რაოდენობას %-ობით.

ანალიზის მსვლელობა: წინასწარ, სპეციალურად მომზადებულ ნიადაგის ნიმუშიდან ანალიზურ სასწორზე, მშრალ სუფთა სინჯარაში წონიან ნიადაგს 0,8-2,5 გ რაოდენობით. (რაც მეტია

ნიადაგში ჰუმუსი, მით უფრო მცირე წონაკია საჭირო და პირიქით).

აიღებენ 250 მლ მოცულობის კელდალის სუფთა მშრალ კოლბს, დაიჭერენ დახრილ მდგომარეობაში და სინჯარას შეიტანენ შიგნით რაც შეიძლება ღრმად, შემდეგ ორივეს გადმობრუნებით ფრთხილად ჩაყრიან ნიადაგს სინჯარიდან კოლბში.

აწონიან ცარიელ სინჯარას. პირველი წონისა (ნიადაგითურთ) და მეორე წონის (ცარიელის) სხვაობა იძლევა კოლბში მოთავსებული საანალიზო ნიადაგის ნიმუშის წონაკს.

ნიადაგის წონაკის დაწვა გოგირდის მჟავით.

კელდალის კოლბში მოთავსებულ ნიადაგის წონაკს კატალიზატორის სახით ამატებენ მეტალური სელენის 1-2 მარცვალს (0,05 გრამამდე), ან თუ ეს არ არის 1 გრამ შაბიამანს და 15 გ კრისტალურ კალიუმის სულფატს, რის შემდეგ საზომი ცილინდრით ამატებენ 10 მლ H_2SO_4 (კუთ.წ. 1,84) იმგვარად, რომ მჟავამ ჩარეცხოს კოლბის კედლებზე დარჩენილი ნიადაგის ნაწილაკები.

კოლბს მცირე ხნით გააჩერებენ უძრავად (რათა მჟავა გაუჯდეს ნიადაგს), რის შემდეგ კოლბის ფრთხილი და ნელი ბრუნვით შიგთავსს ერთი მეორეში კარგად აურევენ. ამის შემდეგ კოლბს ახურავენ მინის სპეციალურ საცობს (SO_2-ის გამოყოფის ასაცილებლად) და ამწოვ კარადაში მოათავსებენ ცეცხლზე დასაწვავად.

კონცენტრირებული გოგირდის მჟავა დუღს 338^0 ტემპერატურაზე, ამიტომ კელდალის კოლბებს ამზადებენ ცეცხლგამძლე მინისაგან. გაცხელებას აწარმოებენ შიშველ ალზე, მაგრამ ყურადღება უნდა მივაქციოთ, რომ ალი არ მოხვდეს კოლბის იმ ნაწილს, რომელიც მჟავით არ არის დაფარული.

გაცხელებას იწყებენ სუსტ ალზე, როცა დაიწყება თეთრი ბოლის უხვი გამოყოფა ალს აძლიერებენ და კოლბის შიგთავსი მიჰყავთ სუსტ დუღილამდე. კოლბის გრძელი ყელის ზედა ნაწილი ცივი უნდა იყოს, რათა უზრუნველყოს მჟავას ორთქლის კონდენსირება.

გოგირდის მჟავას დულილი ყოველთვის უნდა იყოს სუსტი. ძლიერი დულილი იწვევს აზოტის დანაკარგს, რადგან ადგილი აქვს სულფატამონიუმის ნაწილობრივ დაშლას.

დაწვის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ნიადაგის ორგანული ნივთიერების შედგენილობაზე. დაწვა დამთავრებულად ითვლება, როცა ხსნარი გაუფერულდება, ხოლო კოლბის ფსკერზე მინერალური ნარჩენები გათეთრდება. ამის შემდეგ ადუღებას აგრძელებენ კიდევ 20-30 წუთს. პარალელურად იყენებენ საკონტროლო ცდას, გამოყენებული რეაქტივების სისუფთავეზე.

წვის დასრულების შემდეგ კოლბს იღებენ ცეცხლიდან და აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე. გაცივების შემდეგ მოხსნიან საცობს, რომელსაც ჩარეცხავენ უამიაკო გამოხდილი წყლით, კარგად ჩარეცხავენ აგრეთვე კოლბის ყელს. შიგთავსს აზავებენ წყლით კოლბის მოცულობის ნახევრამდე. თუ იმავე დღეს არ ხერხდება ამონიაკის გადადენა, მაშინ კოლბს თავს დაახურავენ კაუჩუკის საცობით და ინახავენ მეორე დღისათვის.

ამიაკის გადადენა. განზავებული ხსნარი კელდალის კოლბიდან გადააქვთ 750 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან გადასადენ კოლბში, რომელიც დამზადებულია ცეცხლგამძლე მინისაგან. კელდალის კოლბს რამდენჯერმე გამოავლებენ გამოხდილ წყალს, რომელიც თანდათან გადააქვთ გადასადენ კოლბში. ასე აგრძელებენ მანამ, სანამ გადასადენ კოლბში არ დაგროვდება 300-400 მლ ხსნარი, ე.ი. კოლბის მოცულობის ნახევარი.

საზომი ცილინდრით იღებენ 40%-იანი ტუტის (NaOH ან KOH) ხსნარს 4-ჯერ მეტი რაოდენობით, ვიდრე დასაწვავად აღებული იყო გოგირდის მჟავა, დახრიან გადასადენ კოლბს და ფრთხილად მის კედელზე ჩაყოლებით ჩაასხამენ ტუტის ხსნარს. ტუტე, როგორც მძიმე ხსნარი ჩაეშვება კოლბის ფსკერზე მჟავის შრის ქვეშ.

შემდეგ ამატებენ 2-3 წვეთ ფენოლფტალეინს და გრანულირებული თუთიის პატარა ნაჭერს გადადენის პროცესში ხსნარის წყნარი დულილისათვის. კოლბს უკეთებენ რეზინის საცობს, შეუერთებენ მაცივარს და დგამენ გადასადენი აპარატის შტატივზე.

მიმღებს ამზადებენ შედეგნაირად: იღებენ 250-500 მლ მოცულობის სუფთა ქიმიურ ჭიქას ან კონუსურ კოლბს და ბიურეტიდან მასში ათავსებენ 20-25 მლ 0,1–0,05–0,02 ნორმალობის (დამოკიდებულია აზოტის შემცველობაზე) გოგირდის ან მარილის მჟავას.

მიმღებში ამატებენ 1-2 წვეთ გროაკის ნარევს (კონგო წითელს, მეთილროტს, ან მეთილორანჟს), რომელიც ხსნარს შეღებავს მოწითალო-იისფრად. კელდალის გადასადენ აპარატს მიმღებ კოლბს ისე უდგამენ, რომ მაცივრის ბოლომოხრილი მილი მიმღები კოლბის ხსნარში ჩაიძიროს. მიმღებ კოლბს ათავსებენ პატარა სადგამზე; მას შემდეგ, რაც მიმღებში მოხვდება გადასადენი ხსნარის რამდენიმე წვეთი, მიმღებ კოლბს ჩამოდგამენ სადგამიდან და მაცივრის მილს ათავისუფლებენ მჟავასაგან.

მაცივარში უშვებენ წყალს, გადასადენი კოლბის შიგთავსს ენერგიულად ურევენ წრიული ბრუნვით, რათა მჟავა განეიტრალდეს და შეიქმნას ტუტე არე, რომელიც აუცილებელია ამონიუმის სულფატისაგან ამიაკის გამოსაყოფად. ფენოლფტალეინისაგან მიღებული ჟოლოსფერი მიუთითებს, რომ გადასადენ კოლბში ხსნარს აქვს ტუტე რეაქცია.

შერევის შემდეგ კოლბს მაშინვე დგამენ ცეცხლზე და ხსნარი მიჰყავთ ადუღებამდე. გაცხელებას აწარმოებენ ისე, რომ დუღილი იყოს წყნარი.

უკვე, შერევის პროცესშივე ტუტით მჟავის განეიტრალებისას ხსნარი ცხელდება და ადგილი აქვს ამიაკის გამოყოფას აიროვან მდგომარეობაში. გადასადენი კოლბის გაცხელების შემდეგ ამიაკის გამოყოფა ძლიერდება. რადგან ამიაკი შთაინთქმება მჟავით, გადასადენი კოლბის შიგნით წნევა იკლებს და ადგილი აქვს მიმღებიდან ხსნარის შეწოვას მაცივრის მილში.

როგორი ძლიერიც არ უნდა იყოს შეწოვა, სატიტრო მჟავიდან მილის ამოღება მანამ არ შეიძლება, სანამ გადასადენ კოლბში ხსნარი არ ადუღდება. წინააღმდეგ შემთხვევაში ამიაკის ნაწილი დაიკარგება. ხსნარის დუღილისას ამიაკთან ერთად გამოიყოფა წყლის ორთქლი, რომელიც კონდენსირდება მაცივარში და

შთანთქავს აიროვან ამიაკს, ამის შედეგად ამიაკი მიმღებში ხვდება NaOH-ის წყალხსნარის სახით.

ხსნარის დუღილის დაწყებიდან 6-8 წუთის შემდეგ, მიმღების ქვეშ სადგამს იღებენ და მიმღებ კოლბს დასწევენ ქვევით. ამის შემდეგ მილი აღმოჩნდება ხსნარს ზემოთ და თავიდან არის აცილებული ხსნარის უკან დაბრუნება გადასადენ კოლბში, რომელსაც თან სდევს ხოლმე საშიში აფეთქება.

გადასადენ კოლბში ხსნარს ადუღებენ მანამ, სანამ არ გადაიდენება მისი ნახევარი (დაახლოებით 150-200 მლ). გადადენის დამთავრებას ამოწმებენ ნესლერის რეაქტივით. ამისათვის მიმღებში ჩაშვებულ მილს კარგად ჩარეცხავენ წყლით, რათა მოცილდეს სატიტრო მჟავას ხსნარი შთანთქმული ამიაკით. ჩარეცხვის შემდეგ, აგროვებენ გადადენილი ხსნარის რამოდენიმე წვეთს ფაიფურის ჯამზე და ამატებენ ნესლერის რეაქტივის 1 წვეთს. ხსნარი უნდა დარჩეს უფერო ან სუსტი ყვითელი ფერის, როგორც თვითონ ნესლერის რეაქტივს აქვს.

მიმღებ ხსნარში ამიაკის შემცველობის განსაზღვრა. გადადენის დამთავრების შემდეგ წყვეტენ ხსნარის გაცხელებას და გამორთავენ მაცივარს. გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ მიმღების კედლებს, რის შემდეგ კოლბის ხსნარს დატიტრავენ იგივე ნორმალობის ტუტით, როგორი ნორმალობისაც იყო ამიაკის შესაბოჭად გამოყენებული გოგირდის მჟავა. ამის მიხედვით გაიანგარიშება ამონიაკის შეერთებაზე დახარჯული გოგირდმჟავას რაოდენობა. ამ უკანასკნელის მიხედვით კი განისაზღვრება აზოტის რაოდენობა ნიადაგში.

აზოტის პროცენტულ შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\{(a \cdot H_1 - b \cdot H_2) \cdot 0{,}014 \cdot 100\} : r = N\%,$$

სადაც **a** - არის მიმღებში მოთავსებული H_2SO_4-ის რაოდენობა, მლ;

H_1 – მიმღებში მოთავსებული H_2SO4-ის ნორმალობა.

b – NaOH-ის ხსნარის რაოდენობა მლ, რომელიც დაიხარჯა მიმღებში ჭარბი მჟავას დატიტრვაზე.

H_2 -დატიტვრისათვის გამოყენებული NaOH-ის ნორმალობა.

0,014 –აზოტის მგ.ექვ. სიდიდე გ-ში.

r - 100-105^0 გამშრალი ნიადაგის წონაკი

გაანგარიშების მაგალითი. ჰაერმშრალი ნიადაგის წონა 100-105^0 ტემპერატურაზე გამომშრალზე გადაანგარიშებით ტოლია 2,4265 გ; მიმღებში შეტანილია 20,0 მლ 0,05048 n H_2SO_4-ის ხსნარი. მიმღებში H_2SO_4-ის ჭარბი რაოდენობის დატიტვრაზე დახარჯულია 14,2 მლ 0.05175 n NaOH-ის ხსნარი:

{(0,05048 ·20,0) – (0,05175·14,2) ·0,014 ·100 } : 2,4265 = N 6,1%;

მიღებულ სიდიდეს აკლებენ აზოტის იმ რაოდენობას, რომელიც მიღებულია რეაქტივების სისუფთავეზე საკონტროლო ცდის შემთხვევაში.

საჭირო რეაქტივები:

1. H_2SO_4 (კუთ.წ. 1,84). მჟავა არ უნდა შეიცავდეს ამონიუმის მარილებს. შემოწმებას ახდენენ შემეგნაირად: იღებენ 2 მლ H_2SO_4 და ასხამენ 30 მლ გამოხდილ წყალში, ამატებენ 10% NaOH ან KOH ტუტე რეაქციამდე, შემდეგ შეაქვთ 10-15 წვეთი ნესლერის რეაქტივი. დასაშვებია მხოლოდ სუსტი ყვითელი, არავითარ შემთხვევაში წითელი ფერის მიღება. არ უნდა გამოიყოს აგრეთვე ნალექი, რომელსაც ადგილი აქვს ხოლმე NH_4^+-ის დიდი რაოდენობით შემცველობის შემთხვევაში.

2. მეტალური სელენი, დაფქვილი წვრილმარცვლოვან ფხვნილამდე. შეიძლება გამოყენებულ იქნეს აგრეთვე სელენის ანჰიდრიდი ან სელენის მჟავა.

3. NaOH ან KOH 40%-იანი ხსნარი.

წონიან 400 გ ტუტეს, ათავსებენ ფაიფურის ჭიქაში და ამატებენ 600 მლ გამოხდილ წყალს, მინის წკირით კარგად ურევენ. ტუტის გახსნა მიმდინარეობს ძლიერი გაცხელებით. მორევას აწარმოებენ ტუტის სრულ გახსნამდე წყალში. ხსნარს აფარებენ ქაღალდს და ტოვებენ გაცივებამდე. ცივი ხსნარი გადააქვთ ლიტრიან საზომ კოლბში და წყლით მიყავთ ნიშანხაზამდე.

4. H_2SO_4 ან HCl-ის სატიტრო ხსნარი. რადგან საანალიზოდ აღებული ნიადაგის წონაკი მცირეა და მასში აზოტის შემცველობაც დიდი არ არის, იყენებენ აღნიშნული მჟავების 0,02–0,05–0,1 n ხსნარებს.

5. NaOH ან KOH სატიტრო ხსნარები.

6. გროაკის შერეული ინდიკატორი. იგი წარმოადგენს ინდიკატორ მეთილროტის და მეთილენის ლურჯის საღებავის ნარევს. ამ ინდიკატორის მომზადების ყველაზე მარტივი წესი შემდეგია: მეთილროტის მაძღარი სპირტული ხსნარის 100 მლ ურევენ 4 მლ 1%-იან მეთილენის ლურჯის წყალხსნარს.

სხვა წესის შემთხვევაში 1 მოცულობა 0,4% მეთილროტის სპირტულ ხსნარს ურევენ 1 მოცულობა 0,2% მეთილენის ლურჯის სპირტულ ხსნართან. ორთავე შემთხვევაში შერეული ინდიკატორის ხსნარს ინახავენ ფერად ბოთლში.

გროაკის ინდიკატორის შეფერვა იცვლება pH 5,2-5,6 ინტერვალში. მჟავე არეში ინდიკატორი ღებულობს მოწითალო-იისფერს, ტუტე არეში მწვანეს. დატიტვრის მაჩვენებელი pH 5,4. ფერის შეცვლა ძალიან მკვეთრია, ამიტომ ამ ინდიკატორით აზოტის განსაზღვრის სიზუსტე მაღალია.

II. 10. 2. ნიადაგში აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის საერთო შემცველობის განსაზღვრის დაჩქარებული მეთოდი. (გოგირდისა და ქლორის მჟავას ნარევით ნიადაგის ნიმუშის დაწვის დაჩქარებული მეთოდი. კ.ე.გინზბურგი და სხვ;).

(იხ. გვ. 149).

II.10.3. ნიადაგში მოძრავი აზოტის განსაზღვრის მეთოდები.

II.10. 3. 1. ადვილად ჰიდროლიზებადი აზოტის განსაზღვრა ნიადაგში ტიურინისა და კონონოვას მეთოდით.

აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით შეიძლება ამა თუ იმ ზომით დავახასიათოთ ნიადაგის პოტენციური უზრუნველყოფა მცენარისათვის მისაწვდომი აზოტით.

როგორც ზემოთ მივუთითებდით, ნიადაგში აზოტი უმეტესად წარმოდგენილია ორგანული ფორმით. ბუნებრივ პირობებში, ნიადაგში ორგანული ნივთიერების დაშლა პირველ სტადიებში მიმდინარეობს ჰიდროლიზის გზით. ამიტომ, ამ მეთოდის ავტორები აზოტის მოძრავი ფორმების განსაზღვრისათვის გვთავაზობენ ნიადაგის ორგანული ნივთიერების ჰიდროლიზს H_2SO_4-ის 0,5 ნორმალობის ხსნარით. რეაქციას ატარებენ ცივ მდგომარეობაში. ამ შემთხვევაში, ხსნარში გადადის ამონიუმის, ნიტრატის და აზოტშემცველი ორგანული ნივთიერების (ამინომჟავები, ამიდები) აზოტი.

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე წონიან 1 მმ ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 20 გრამ ჰაერმშრალ ნიადაგს, რომელიც წინასწარ, კარგად იყო გასუფთავებული მექანიკური მინარევებისაგან. ნიადაგის წონაკს ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, რომელშიც ამატებენ 100 მლ H_2SO_4-ის 0,5 ნორმალობის ხსნარს, ანჯღრევენ 3 წუთის განმავლობაში და აყოვნებენ 16-18 საათს, რის შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ მშრალი ქაღალდის ფილტრში.

ფილტრატიდან იღებენ 25-50 მლ-ს და გადააქვთ 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. ამატებენ 0,5 გრამ თუთიის მტვრის ნარევს აღდგენილ რკინასთან (9 წონითი ნაწილი თუთიის მტვერი და 1 წილი რკინა), ახურავენ ძაბრს და ადუღებენ დამატებული ნარევის სრულ გაუფერულებამდე. შემდეგ კოლბს შიგთავსით აცივებენ, ამატებენ 5 მლ H_2SO_4 (კუთ.წ. 1,84) და აორთქლებენ ხსნარს სუსტი გაცხელებით SO_2-ის ორთქლის გამოყოფამდე და ნაშთის გამუქებამდე. ხსნარის აორთქლების

შემდეგ, აუცილებელია, იმავე დღეს მოვახდინოთ ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაწვა ქრომის ნარევით. ამისათვის, კოლბში ამატებენ 2 მლ ქრომის ანჰიდრიდის (CrO_3) 20%-იან ხსნარს ან 2,5 მლ კალიუმის ბიქრომატის 12%-იან ხსნარს (მაძღარი). ეს უკანასკნელი რეაქტივი ნაკლებად სასურველია, რადგან ხსნარის გაცხელებისას ადგილი აქვს ძლიერ ბიძგებს (გაშხეფვას). კოლბს ახურავენ ძაბრს და თანაბრად ადუღებენ 10 წუთს, სითხის სრულ გამწვანებამდე. გაცივების შემდეგ ხსნარი გადააქვთ გადასადენ კოლბში და გადადენიან ამიაკს ტიურინის ან სხვა მეთოდით. ტიურინის მეთოდით ამიაკის გადადენისას კოლბში მოთავსებული ხსნარი გადააქვთ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, წყლით მიჰყავთ 100 მლ მოცულობამდე და კარგად შეურევენ. თანაბარი დუღილისთვის ამატებენ ცოტა-ოდენ გამომწვარ პემზას (ან მინის კაპილარებს) და იჭერენ რა კოლბს დახრილ მდგომარეობაში, კედელზე ჩაყოლებით ამატებენ 20 მლ NaOH-ის 50%-იან ხსნარს. კოლბს მიუერთებენ გადასადენ აპარატთან და მხოლოდ ამის შემდეგ კარგად შეურევენ კოლბის შიგთავსს.

გადასადენი მოწყობილობა შედგება მცირე ზომის წვეთდამ-ჭერისაგან (d=5-6 სმ) და მინის მილისაგან, რომელსაც აქვს წაგრძელებული ბოლო და ბურთისებრი დამცველი. მილს ჩაძირავენ სითხეში (0,02 ნორმალობის გოგირდმჟავას სატიტრო ხსნარით, რომელიც მოთავსებულია 100 მლ მოცულობის კონუ-სურ კოლბში). გოგირდის მჟავა აღებულ უნდა იქნეს ზუსტად 10-15 მლ; მჟავას ამატებენ 3 წვეთ მეთილროტის 0,2%-იან სპირტულ ხსნარს ან გროაკას ინდიკატორს. მიმღებ კონუსურ კოლბს ამიაკის გადადენის პროცესში ჩადგამენ ცივი წყლით ავსებულ ჭიქაში ან კრისტალიზატორში. მასიური ანალიზების დროს, ამ მიზნისათვის კარგია გამოყენებული იქნეს მრავალბუდიანი წყლის აბაზანა. მიმღებში მიღებულ ცხელ ხსნარს ტიტრავენ NaOH-ის 0,02 ნორმალობის ხსნარით. თუკი გამოყენებულია მეთილროტი, მაშინ დატიტვრას აწარმოებენ ხსნარის ვარდის-ფერის გადასვლამდე ღია ყვითელ ფერში. ხოლო, გროაკას

ინდიკატორის გამოყენებისას მოწითალო-იისფერი გადადის მწვანეში. ამიაკის გადადენა გრძელდება დაახლოებით 30 წუთს.

მოძრავი აზოტის მცირე რაოდენობით შემცველობისას, ამიაკი გადადენილ ხსნარში შეიძლება განისაზღვროს არა მოცულობითი (დატიტვრით), არამედ კოლორიმეტრული მეთოდით.

აზოტის განსაზღვრის პარალელურად აუცილებელია ჩატარდეს საკონტროლო ანალიზი რეაქტივების სისუფთავეზე. ადვილადჰიდროლიზებადი აზოტის განსაზღვრის შედეგებს გამოსახავენ მილიგრამებში 1 კგ ჰაერმშრალ ნიადაგზე.

ანალიზის შედეგების გამოანგარიშების მაგალითი. ადვილადჰიდროლიზებადი აზოტის განსაზღვრისათვის აღებულია 25 მლ ხსნარი, რაც შეესაბამება 5 გრამ ნიადაგს. ამიაკის შთანთქმისათვის მიმღებში მოთავსებულია 10 მლ 0,0210 ნორმალობის H_2SO_4 –ის ხსნარი ე.ი. 0,0210 x 10 = 0,21 მგ. ექვ., თავისუფალი გოგირდის მჟავას (გოგირდის მჟავას ის რაოდენობა, რომელიც არ დახარჯულა ამიაკის შებოჭვაზე) დატიტვრაზე (საკონტროლო ცდის მაჩვენებლის გამოკლებით) წავიდა 7,2 მლ 0,0230 ნორმალობის NaOH- ის ხსნარი, რაც შეადგენს 0,17 მგ.ექვ.; ამიაკით შებოჭილი მჟავას რაოდენობა ტოლია 0,21 – 0,17 = 0,04 მგ.ექვ., რაც შეესაბამება 0,04 x 14 = 0,56 მგ აზოტს 5 გრამ ნიადაგზე. 1 კგ ნიადაგზე გადაანგარიშებით კი აზოტის ადვილადჰიდროლიზებადი შენაერთების რაოდენობა შეადგენს

0,56 x 200 = 112 მგ/კგ-ს.

საჭირო რეაქტივები:

1. გოგირდის მჟავა (კუთ.წ. 1,84), რომელიც შემოწმებულია ნიტრატების შემცველობაზე.
2. 0,5 ნორმალობის გოგირდის მჟავას ხსნარი.
3. CrO_3-ის 20%-იანი ხსნარი ან $K_2Cr_2O_7$ -ის მაძღარი ხსნარი.
4. H_2SO_4-ის 0,02 ნორმალობის ხსნარი.
5. NaOH- ის 0,02 ნორმალობის ხსნარი.
6. 50%-იანი NaOH;
7. მეთილროტის 0,2 %-იანი სპირტული ხსნარი, ან ინდიკატორი გროაკა (მეთილროტი + მეთილენის ლურჯი). 1 მოცულობა

მეთილროტის 0,4%-იან ხსნარს შეურევენ 1 მოცულობა მეთილენის ლურჯის 0,2 %-იან სპირტულ ხსნართან. ინახავენ ბნელ ადგილას.

8. გამომწვარი პემზა ან მინის კაპილარები.

II.10. 3. 2. ჰიდროლიზური აზოტის განსაზღვრა კარბონატულ ნიადაგებში.

ნიადაგში CO_2-ის 2%-ზე მეტი შემცველობისას საჭიროა ნიადაგის კარბონატების განეიტრალება.

კარბონატულ ნიადაგებში ადვილადჰიდროლიზებადი აზოტის განსაზღვრისათვის ზ.ი. შლავიცკაიამ (ж. ,,Агрохимия,, 1967, №9) წამოაყენა დამზადებული იქნეს ორნაირი კონცენტრაციის გოგირდის მჟავა – 2 და 0,5 ნორმალობის; კარბონატებს შლიან 2 n H_2SO_4-ით და 100 მლ-მდე მიჰყავთ 0,5 n H_2SO_4-ით.

კარბონატების განეიტრალებისათვის აუცილებელი 2 n H_2SO_4-ის მოცულობის (მლ-ში) განსაზღვრისათვის და ამავე მოცულობაში H_2SO_4- ის 0,5 n-ის შექმნისათვის შემოთავაზებულია შემდეგი ფორმულა: $w = 6,1 \cdot a$, სადაც w – არის 2 n H_2SO_4-ის მოცულობა მლ-ში; a – ნიადაგის CO_2 %- ში; 6,1 – მუდმივი კოეფიციენტი.

ანალიზის მსვლელობა. 20 გრამ ჰაერმშრალ ნიადაგს ათავსებენ სოქსლეტის ჭურჭელში (წინასწარ დაყალიბებული 200 მლ + 20 გრამი ნიადაგი მოცულობაზე), ამატებენ 2 n H_2SO_4-ს $w = 6,1 \cdot a$ ანგარიშით, სადაც a – არის ნიადაგში CO_2 - ის შემცველობა %-ში; CO_2–ის ძლიერი გამოყოფის შეწყვეტის შემდეგ ნიშანხაზამდე ამატებენ H_2SO_4- ის 0,5 n-ის ხსნარს და ანჯღრევენ 4-5 წუთს. განმეორებით ანჯღრევენ 2-3 –ჯერ 1-2 წუთით 6 საათის განმავლობაში.

6 საათის შემდეგ კიდევ ერთხელ ანჯღრევენ და ტოვებენ 18-20 საათით (ჭურჭელს წინასწარ ახურავენ საცობს); დაყოვნების შემდეგ იღებენ 30-40 მლ ფილტრატს, ათავსებენ 200-250 მლ

მოცულობის კელდალის კოლბში ან ერლენმეიერის ცეცხლგამ-ძლე კოლბში, ამატებენ აღდგენილი რკინის და თუთიის მტვერს (1 : 9) 0,5 გრამ ნარევს.

ნარევის სრული გახსნისათვის, ხსნარს აცხელებენ ადუღე-ბამდე და აორთქლებენ 8-10 მლ-მდე. გაცივების შემდეგ ამა-ტებენ 5 მლ ქიმიურად სუფთა H_2SO_4-ს (კუთ.წ. 1,84) და სამ წვეთ 42%-იან ქლორის მჟავას. კოლბს ახურავენ ძაბრს და შიგთავსს წვავენ ალექტროაბაზანაზე სინჯის სრულ გაუფერულებამდე. ქლორის მჟავას ნაცვლად, დაწვა შეიძლება ჩატარდეს სელენით ან მისი მარილებით.

ამიაკს გადადენიან იმავე კოლბიდან, რომელშიც ჩატარდა დაწვა. მიმღებ კოლბში ათავსებენ 10-15 მლ 4%-იან ბორის მჟავას, რის შემდეგ ამიაკს ტიტრავენ 0,02 n H_2SO_4-ით ნარევი ინდიკატორის თანაარსებობისას.

საჭირო რეაქტივები: 1. გოგირდის მჟავა; 0,02 n, 0,5 n და 2 n ხსნარები.

2. ქიმიურად სუფთა გოგირდის მჟავა, კუთ.წ. 1,84;
3. აღდგენილი რკინის და თუთიის ნარევი 1 : 9 შეფარდებით.
4. 42%-იანი ქლორის მჟავა.
5. 4 %-იანი ბორის მჟავა;
6. ნარევი ინდიკატორი;

II.10. 3. 3. მოძრავი აზოტის განსაზღვრა კორნფილდის მეთოდით

მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ტუტე ჰიდრო-ლიზის შედეგად ნიადაგიდან გამოიყოფა ამიაკი, რომელიც შეი-ბოჭება ბორის მჟავით და შემდეგ იტიტრება გოგირდის მჟავით. ანალიზი დაყვანილია მარტივ ოპერაციამდე. გაფილტვრა არ არის საჭირო. ღებულობენ ხსნარს და აწარმოებენ დატიტვრას ერთსა და იმავე ჯამზე.

ანალიზის მსვლელობა. 2 გრამ ჰაერმშრალ ნიადაგს ათავ-სებენ ჯამის გარეთა განყოფილებაში. ჯამის შიგა ნაწილში ასხამენ 2 მლ ბორის მჟავას 2%-იან ხსნარს და 2 წვეთ გროაკის ინდიკატორს. შემდეგ ჯამის გარეთა ნაწილში ამატებენ 5 მლ 1,0

ნორმალობის ტუტის ხსნარს, ისე, რომ ნიადაგი არ დასველდეს. ეს ადვილად კეთდება გამყოფის –,,C”-ის საშუალებით. ჯამი უნდა დავიჭიროთ გამყოფისაკენ ოდნავ დახრილ მდგომარეობაში. ჯამის მდგომარეობის შეუცვლელად, აფარებენ მას სახურავს (რომლის კიდეებზე წასმულია ვაზელინი) და 1 წუთის განმავლობაში ჯამის ფრთხილი შენჯღრევით აღწევენ ნიადაგის შერევას ტუტესთან, რის შემდეგ ჯამს დგამენ თერმოსტატში 28^0 ტემპერატურის პირობებში 48 საათის განმავლობაში. 48 საათის შემდეგ ჯამს გამოიტანენ, ააცლიან სახურავს და ტიტრავენ ბორის მჟავას მიერ შთანთქმულ ამიაკს. დატიტვრას აწარმოაბენ მიკრობიურეტიდან H_2SO_4-ის 0,02 ნორმალობის ხსნარით ინდიკატორის მწვანე ფერის ჟოლოსფერში გადასვლამდე. ჩაწერენ დატიტვრაზე დახარჯულ მჟავას რაოდენობას და ანგარიშობენ ნიადაგიდან გამოყოფილი ამიაკური აზოტის რაოდენობას. ანალიზის შედეგებს გამოსახავენ N მილიგრამებში 1 კგ ნიადაგზე და ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$X = (a \cdot n \cdot 14 \cdot 100) : r,$$

სადაც, **X** - არის N მგ 1 კგ ნიადაგზე.

a – დატიტვრაზე დახარჯული H_2SO_4-ის ხსნარის რაოდენობა.

n - დატიტვრისათვის გამოყენებული H_2SO_4-ის ხსნარის ნორმალობა შესწორების გათვალისწინებით.

r – საანალიზოდ აღებული ნიადაგის წონაკი.

14 – N-ის მილიგრამ ექვივალენტის მილიგრამებზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

100 – 1 კგ ნიადაგზე გადასაანგარიშებელი რიცხვი.

ს ა ჭ ი რ ო ჭურჭელი და რეაქტივები:

1. კონვეის ჯამი, მოდიფიცირებული ბრეშნერის და შოუს მიერ.
2. ჯამის სახურავი მილესილი კიდეებით.
3. დაბალტემპერატურიანი თერმოსტატი.
4. 2,5 მლ-იანი პიპეტები.
5. მიკრობიურეტი 5 მლ-იანი.
6. H_2SO_4-ის 0,02 ნორმალობის სატიტრო ხსნარი.

7. NaOH-ის 1,0 ნორმალობის ხსნარი.

8. ბორის მჟავას 2%-იანი ხნარი. (20 გ ბორის მჟავას ხსნიან 1 ლ წყალში).

9. გროაკის კომბინირებული ინდიკატორი. (იხ. გვ. 109).

10. კონვეის ჯამი (სურათი იხ, გვ. 317).

II.10.3.4. წყალხსნადი ამიაკის განსაზღვრა ნიადაგში ნესლერის რეაქტივით.

ცნობილია აზოტის პირველხარისხოვანი როლი მცენარის კვებაში. საერთო აზოტის შემცველობის განსაზღვრა ნიადაგში არასაკმარისია აზოტიანი სასუქების შეტანის აუცილებლობის განსაზღვრისათვის. აზოტის მოძრავ ფორმებს უპირველესად ეკუთვნიან ამიაკისა და ნიტრატების მარილები.

ამიაკური აზოტი შეიძლება იყოს როგორც ნიადაგის ხსნარში, ისე შთანთქმულ მდგომარეობაში, ნიტრატული კი – მხოლოდ ნიადაგის ხსნარში. ორთავე ფორმის აზოტის რაოდენობა ნიადაგში ძალზე ცვალებადია და დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე: მიკრობიოლოგიურ პროცესებზე (ამონიფიკაცია, ნიტრიფიკაცია, დენიტრიფიკაცია, აზოტფიქსაცია და სხვ,), ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობაზე, მის ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებზე, ამინდის პირობებზე, მცენარის განვითარებაზე, კულტურის სახეზე და ა.შ.; აღნიშნულიდან გამომდინარე აზოტის მოძრავ ფორმებს ნიადაგში საზღვრავენ დინამიკაში, ე.ი. რამდენიმეჯერ სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში, რათა ახსნილი იქნეს ნიადაგისა და სასუქების აზოტოვანი შენაერთების ფორმების გარდაქმნის კანონზომიერებები, მათი შეღწევა მცენარეში განვითარების ფაზების მიხედვით.

ნესლერის რეაქტივი – K_2HgJ_4 – ტუტე არეში იძლევა ყვითელ შეფერადებას. ხსნარის შეფერვის ინტენსივობა დამოკიდებულია მასში არსებული ამონიუმის რაოდენობაზე.

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე წონიან 20 გრამ ახლადაღებულ სველი ნიადაგის ნიმუშს, ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 100 მლ გამოხდილ უამიაკო

წყალს, ანჯღრევენ 3 წუთის განმავლობაში, მიღებულ სუსპენ-ზიას ფილტრავენ მკვრივ, უნაცრო ქაღალდის ფილტრში. გამ-ჭვირვალე ფილტრატის მისაღებად საჭიროა რაც შეიძლება მეტი ნიადაგი იქნეს გადატანილი ძაბრზე, რათა იგი კარგად გაუჯდეს ფილტრის ფორებში. ფილტრატის პირველ მღვრიე ულუფას გადაღვრიან. თუ ამის შემდეგ ფილტრატი მაინც მღვრიეა, მაშინ მას აბრუნებენ უკან ძაბრზე და ასე იმეორებენ მანამ, სანამ არ მიიღებენ გამჭვირვალე ფილტრატს.

გამჭვირვალე ფილტრატიდან იღებენ 25 მლ-ს, გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და ხსნარის მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 40 მლ-მდე, ამატებენ 2 მილილიტრ სეგნეტის მარილის 50%-იან ხსნარს, შეანჯღრევენ, ამატებენ 2 მილილიტრ ნესლერის რეაქტივს, გამოხდილი წყლით შეავსებენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეანჯღრევენ. ხსნარი შეიფერება ყვითლად. 5 წუთის შემდეგ ყვითლად შეფერადებული ხსნარის ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე 10 მმ სისქის კიუვეტში 400-425 მმკ ტალღის სიგრძეზე. შესა-დარებელ ხსნარად გამოყენებულია წყალი. აპარატზე ანათვალის აღების შემდეგ NH_4-ის შემცველობას ანგარიშობენ წინასწარ აგებული საყალიბო მრუდის (გრაფიკის) მიხედვით.

გრაფიკის ასაგებად იღებენ ქიმიურად სუფთა გადაკრის-ტალებულ 0,7405 გ NH_4Cl, ხსნიან 1 ლ გამოხდილ წყალში და კარგად შეურევენ. აღნიშნული ხსნარიდან იღებენ 20 მლ-ს, გადაიტანენ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში, გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. მიღებული სანიმუშო ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,005 მილიგრამ NH_4-ს, ან 0,0047 მგ NH_3-ს ან 0,0039 მგ N-ს.

ასეთი წესით მომზადებული სანიმუშო ხსნარიდან გრაფიკის ასაგებად იღებენ: 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 მილილიტრს, გადააქვთ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში, რომელთაც შეესაბამება შესაბამისად ამონიუმის (NH_4) 0; 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,10 მგ; ამატებენ 40 მლ-მდე გამოხდილ

წყალს, 2 მილილიტრ სეგნეტის მარილის 50%-იან ხსნარს, შეანჯღრევენ, ამატებენ 2 მლ ნესლერის რეაქტივს. კოლბს შეავსებენ ნიშანხაზამდე გამოხდილი წყლით, კარგად შეანჯღრევენ და აკოლორიმეტრირებენ. მიღებული მონაცემების საფუძველზე აგებენ საყალიბო მრუდს (გრაფიკს).

აპარატზე ანათვალისა და მრუდის საშუალებით პოულობენ ხსნარის მოცემულ მოცულობაში ამიაკის შესაბამის კონცენტრაციას. ამის შემდეგ კი ანგარიშობენ NH_4-ის რაოდენობას მგ-ობით 100 გრამ ნიადაგზე შემდეგი ფორმულით:

$$X = (a \cdot V_0 \cdot 100) : (V_1 \cdot н)$$

სადაც, **X** – არის NH_4-ის რაოდენობა მგ-ობით 100 გრამ ნიადაგზე.

a - NH_4-ის შემცველობა გრაფიკის მიხედვით, მგ.

$\mathbf{V_0}$ - საწყისი ხსნარის მოცულობა, მლ;

$\mathbf{V_1}$ – საანალიზოდ აღებული ხსნარის მოცულობა, მლ;

н - საანალიზოდ აღებული ნიადაგის წონაკი;

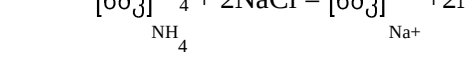
100 - 100 გრამ ნიადაგზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი;

რეაქტივები: – ნესლერის რეაქტივი K_2HgJ_4;

– სეგნეტის მარილი – 50 გრამ მარილს ხსნიან 100 მლ გამოხდილ წყალში;

II.10.3.5. შთანთქმული ამიაკის განსაზღვრა ნესლერის რეაქტივით

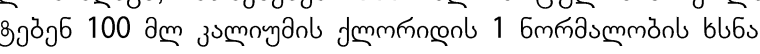
ნიადაგში შთანთქმული ამიაკის შემცველობა ისაზღვრება მარილის ხსნარში, რადგან იგი ადვილად გამოძევდება სხვა კათიონებით, მაგალითად ნატრიუმით და კალიუმით:



$$[\text{ნშკ}]^{NH_4}_{NH_4} + 2NaCl = [\text{ნშკ}]^{Na+}_{Na+} + 2NH_4Cl ,$$

წარმოქმნილი ამონიუმის ქლორიდის ურთიერთმოქმედებით ნესლერის რეაქტივთან ტუტე არეში წარმოიქმნება ყვითელი

ფერის კომპლექსური შენაერთი. მიღებული შეფერილობის ინტენსივობა ხსნარში ამიაკის შემცველობის პირდაპირ პროპორციულია:



$$NH_4Cl + 2K_2HgJ_4 + 4KOH = NH_2Hg_2OJ + 7KJ + 3\,H_2O + KCl$$

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე წონიან 20 გრამ სველ ნიადაგს, ათავსებენ 500 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 100 მლ კალიუმის ქლორიდის 1 ნორმალობის ხსნარს. ამასთან ერთად, წონიან 5-7 გრამ ნიადაგს, ათავსებენ ალუმინის ბიუქსში და ტენის განსაზღვრისათვის აშრობენ 6-8 საათის განმავლობაში 100-105^0 ტემპერატურაზე.*

კოლბს ანჯღრევენ 1 საათის განმავლობაში. შემდეგ კი სუსპენზიას მკვრივი დაკეცილი ფილტრით ფილტრავენ 200-250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში.

სუსპენზიის მთელი რაოდენობის ჩაფილტვრის შემდეგ, კოლბში ასხამენ 20 მლ-მდე კალიუმის ქლორიდის 1 ნორმალობის ხსნარს და გადაიტანენ ფილტრზე. უნდა ვეცადოთ, რომ რაც შეიძლება მთლიანად იქნეს გადატანილი ნიადაგი კოლბიდან ფილტრზე. ამ უკანასკნელ ოპერაციას იმეორებენ 4-5 ჯერ,

ამასთან, მნიშვნელოვანია, მხედველობაში მივიღოთ, რომ ყოველ ახალ ულუფას კოლბიდან ამატებენ ფილტრზე მხოლოდ მას შემდეგ, როცა წინა ულუფა მთლიანად იქნება ჩაფილტრული. KCl-ის ხსნარით ჩარეცხვას აგრძელებენ მანამ, სანამ შთანთქმული კომპლექსიდან მთლიანად არ გამოიდევნება ამიაკი, რასაც ამოწმებენ ნესლერის რეაქტივის საშუალებით. ამ მიზნით იღებენ სუფთა სინჯარას, ასხამენ მასში 3-4 წვეთ ნესლერის რეაქტივს. შემდეგ იმავე სინჯარაში ამატებენ ძაბრიდან ჩამოდენილი ფილტრატის რამდენიმე წვეთს. თუ ხსნარი სინჯარაში ყვითლად

---

* **NH_3-ის განსაზღვრისათვის იღებენ ახლად აღებული ნიადაგის ნიმუშის სველ წონაკს, ამიტომ პარალელურად, ნიმუშში საზღვრავენ ტენს, რის შემდეგ ანალიზის შედეგებს გადაიანგარიშებენ აბსოლუტურად მშრალ ნიადაგზე.**

შეიფერა, ეს იმას ნიშნავს, რომ ამიაკის გამოძევება ჯერ კიდევ არ დამთავრებულა და ნიადაგს კვლავ ესაჭიროება KCl-ის ხსნარით ჩარეცხვა. როდესაც შთანთქმული კომპლექსიდან ამიაკის გამოძევება დამთავრდება, კოლბის შიგთავსი კალიუმის ქლორიდის იგივე ხსნარით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, ახურავენ საცობს და კრგად შეურევენ.

გამჭვირვალე გამონაწურიდან იღებენ 25 - 50 მლ ფილტრატს (დამოკიდებულია მასში ამონიაკის რაოდენობაზე) და გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ხსნარის მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ დაახლოებით 80 მლ-მდე, რომელიც არ შეიცავს ამონიაკს. კოლბში მოთავსებულ ხსნარს კარგად შეურევენ, ამატებენ 4 მლ სეგნეტის მარილის ხსნარს, ხელმეორედ შეანჯღრევენ, ამატებენ 4 მლ ნესლერის რეაქტივს და წყლის მიმატებით კოლბს შეავსებენ ნიშანხაზამდე. კოლბს ახურავენ საცობს და მასში მოთავსებულ ხსნარს შეანჯღრევენ, ხსნარი ყვითლად შეიფერება.

გამოსაკვლევი ხსნარის პარალელურად აწარმოებენ სანიმუშო ხსნარის შეფერვას, რისთვისაც 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში იღებენ 5, 10, 15, 20, 25, 30 მლ სანიმუშო ხსნარს. კოლბს გამოხდილი წყლით ავსებენ დაახლოებით 80 მლ-მდე, ხსნარს კარგად შეანჯღრევენ, შემდეგ დაამატებენ 4 მლ სეგნეტის მარილს, 4 მლ ნესლერის რეაქტივს, ხსნარს გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. ამრიგად, როგორც სანიმუშო, ისე გამოსაკვლევი ხსნარი შეფერილია და 5-7 წუთის შემდეგ ატარებენ კოლორიმეტრირებას ფოტოელექტროკოლორიმეტრის საშუალებით ლურჯი შუქფილტრით 400-425 მმკ ტალღის სიგრძეზე 10 მმ სისქის კიუვეტით. ფოტოელექტროკოლორიმეტრის საშუალებით ხსნარების ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვის შემდეგ, სანიმუშო ხსნარების კონცენტრაციისა და ოპტიკური სიმკვრივის საფუძველზე აგებენ დაყალიბებულ მრუდს, რომლის საშუალებითაც ანგარიშობენ საკვლევ ხსნარში NH_4-ის რაოდენობას მგ-ობით 100 გრამ ნიადაგზე შემდეგი ფორმულით:

$$X = (a \cdot V_0 \cdot 100) : (V_1 \cdot н)$$

სადაც, **X** – არის NH_4-ის რაოდენობა მგ-ობით 100 გრამ ნიადაგზე.

a - NH_4-ის შემცველობა გრაფიკის მიხედვით, მგ.

V_0 - საწყისი ხსნარის მოცულობა, მლ;

V_1 – საანალიზოდ აღებული ხსნარის მოცულობა, მლ;

н - საანალიზოდ აღებული ნიადაგის წონაკი;

100 - 100 გრამ ნიადაგზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენ-ტი;

რეაქტივები: – გამოხდილი წყალი, რომელიც არ შეიცავს ამიაკს.

– KCl-ის 1 ნორმალობის ხსნარი; წონიან ქიმიურად სუფთა KCl-ს 174,56 გ. რაოდენობით, ხსნიან 500 მლ წყალში, ხსნარს ფილტრავენ ლიტრიან კოლბში და გამოხდილი წყლით შეავსებენ 1 ლიტრამდე. ხსნარის pH უნდა იყოს დაახლოებით 6,0-6,5; თუ ხსნარის pH მეტია ან ნაკლები, მას უმატებენ რამდენიმე წვეთ 10%-იან HCl-ს ან KOH-ის ხსნარს სასურველ pH-მდე.

– ნესლერის რეაქტივი K_2HgJ_4;

– სეგნეტის მარილი – 50 გრამ მარილს ხსნიან 100 მლ გამოხდილ წყალში;

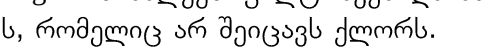
II.10. 3. 6. ნიტრატული აზოტის განსაზღვრა დისულფოფენოლის მჟავას გამოყენებით (გრანდვალ-ლიაჟუს მეთოდი).

ნიტრატული აზოტის განსაზღვრისათვის ამზადებენ ნია-დაგის წყლით გამონაწურს. ჩვეულებრივ, ნიადაგის შეფარდება წყალთან 1:5. ნიტრატები წყალში ადვილად იხსნებიან. ამიტომ, მათი ხსნარში გადასაყვანად საკმარისია 3 წუთი ნჯღრევა. გაფილტვრას აწარმოებენ დაკეცილ ფილტრის ქაღალდში. უნდა ვეცადოთ, რომ ფილტრზე გადატანილი იქნეს ხსნარი, რაც შეიძლება მეტ ნიადაგთან ერთად, რადაგანაც, ნიადაგის ფენა ფილტრზე მნიშვნელოვნად აკავებს კოლოიდურ მინერალურ ნაწილაკებს.

ნიტრატების შემცველ ხსნარზე დისულფოფენოლის მჟავას მიმატებით, ტუტე არეში ვღებულობთ ყვითლად შფერილ ხსნარს. შეფერვის ინტენსივობა ამ შემთხვევშიც დამოკიდებულია ხსნარში ნიტრატების რაოდენობაზე.

ანალიზის მსვლელობა. იღებენ 50 გრამ სველ ნიადაგს. ათავსებენ 500 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 250 მლ გამოხდილ წყალს, ანჯღრევენ 3 წუთის განმავლობაში და ფილტრავენ.

გამჭვირვალე ფილტრატიდან იღებენ 25-50 მლ (დამოკიდებულია ნიტრატების მოსალოდნელ შემცველობაზე) და ათავსებენ ფაიფურის ჯამზე. სანიმუშო ხსნარიდან იღებენ 5, 10, 20, 30, 40, 50 მლ ხსნარს და ათავსებენ ფაიფურის ჯამებზე. შემდეგ, როგორც საკვლევ, ისე სანიმუშო ხსნარიან ფაიფურის ჯამებს დგამენ ადუღებული წყლის აბაზანაზე და ხსნარს მთლიანად აორთქლებენ. თუ ფილტრატში დიდი რაოდენობითაა ქლორიდები, მაშინ ადგილი აქვს აზოტის მჟავას დანაკარგებს:

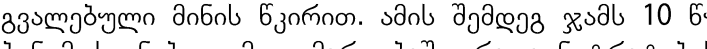


$$4HNO_3+8HCI=2NO_2CI+2NOCI+2CI_2+6H_2O$$

ამიტომ, ასეთ შემთხვევაში (ქლორიდების დიდი რაოდენობით შემცველობისას) საჭიროა წინასწარ მათი დალექვა. ამ მიზნით ფილტრატს ამატებენ გოგირდმჟავა ვერცხლის ხსნარს, წარმოშობილ AgCI-ის ნალექს ფილტრავენ და ამრიგად, ღებულობენ ხსნარს, რომელიც არ შეიცავს ქლორს.

ხსნარის მთლიანად აორთქლების შემდეგ, ჯამს გადმოიღებენ წყლის აბაზანიდან და აცივებენ. ფაიფურის ჯამზე დარჩენილ ნაშთს ამატებენ 1 მლ დისულფოფენოლის მჟავას. მარილების გახსნის მიზნით მშრალ ნაშთს კარგად სრესენ ბოლომომრგვალებული მინის წკირით. ამის შემდეგ ჯამს 10 წუთით ტოვებენ მოსვენებულ მდგომარეობაში, რათა ნიტრატებისა და დისულფოფენოლის მჟავას შორის მოხდეს მთლიანი ურთიერთმოქმედება.

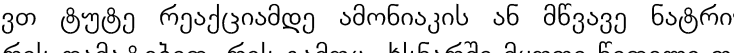
ნიტრატებსა და დისულფოფენოლის მჟავას შორის მიმდინარე რეაქცია შეგვიძლია შემდეგნაირად წარმოვიდგინოთ:



$$C_6H_3OH(HSO_3)_2+3HNO_3=C_6H_2OH(NO_2)_3+2H_2SO_4+H_2O.$$

დისულფოფენოლის მჟავა ტრინიტროფენოლი

10 წუთის შემდეგ ჯამში არსებულ ხსნარს ამატებენ 15 მლ წყალს და ხსნარს კარგად ურევენ მინის წკირით. ხსნარში ჩაუშვებენ ლაკმუსის ქაღალდის პატარა ნაჭერს და ხსნარი მიყავთ ტუტე რეაქციამდე ამონიაკის ან მწვავე ნატრიუმის ხსნარის დამატებით, რის გამოც, ხსნარში მყოფი წითელი ფერის ლაკმუსის ქაღალდი მიიღებს ლურჯ ფერს, რაც ხსნარის ტუტე რეაქციის მაჩვენებელია. ამ დროს ხსნარში ადგილი აქვს შემდეგ რეაქციას:



$$C_6H_2OH(NO_2)_3 + NH_3 = C_6H_2(NO_2)_3ONH_4$$

ტრინიტროფენოლი ყვითელი ნიტროპროდუქტი

ამრიგად, მიღებული $C_6H_2(NO_2)_3ONH_4$-ის ხსნარი შეფერილია ყვითლად. ყოველივე ამის შემდეგ ხსნარი გადააქვთ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და წყლის დამატებით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. კოლბს ახურავენ საცობს და კარგად შეურევენ. 5 წუთის შემდეგ ფოტოელექტროკოლორიმეტრში ლურჯი შუქ-ფილტრით, 400-425 მმკ ტალღის სიგრძეზე ადარებენ გამო-საკვლევი და სანიმუშო ხსნარების შეფერვათა ინტენსივობას. სანიმუშო ხსნარების კონცენტრაციისა და ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვის საფუძველზე აგებენ მრუდს, რომლის საშუალებით ანგარიშობენ საკვლევ ხსნარში NO_3-ის რაოდენობას მგ-ობით 100 გ ნიადაგზე შემდეგი ფორმულით:

$$\mathbf{X = (a \cdot V_0 \cdot 100) : (V_1 \cdot н)}$$

სადაც, **X** – არის NO_3-ის რაოდენობა მგ-ობით 100 გრამ ნიადაგზე.

a - NO_3-ის შემცველობა გრაფიკის მიხედვით, მგ.

$\mathbf{V_0}$ - საწყისი ხსნარის მოცულობა, მლ;

$\mathbf{V_1}$ – საანალიზოდ აღებული ხსნარის მოცულობა, მლ;

н - საანალიზოდ აღებული ნიადაგის წონაკი;

100 - 100 გრამ ნიადაგზე გადასაანგარიშებელი კოეფი-ციენტი;

საჭირო რეაქტივები: 1. დისულფოფენოლის მჟავა. იღებენ 3 გრამ სუფთა, კრისტალურ ფენოლს, რომელსაც გახსნიან 37 გრამ (20,1 მლ) გოგირდის მჟავაში (კუთ.წ. 1,84). ფენოლსა და გოგირდის მჟავას კარგად ურევენ ერთმანეთში და გადააქვთ კოლბში. კოლბს ახურავენ საცობს, რომელშიც გატარებულია მოხრილი გრძელი მინის მილი. კოლბს დგამენ ადუღებული წყლის აბაზანაში 6 საათის განმავლობაში. ჩვეულებრივად, პარალელურად ამზადებენ ნახევარ ლიტრ დისულფოფენოლის მჟავას. ასეთნაირად მომზადებული რეაქტივი შეიძლება გამოკრისტალდეს განსაკუთრებით ცივ პერიოდში. ხსნარში მის გადასაყვანად მიმართავენ გაცხელებას. წყლის დამატება არ შეიძლება.

2. NaOH-ის ან KOH-ის 20%-იანი ხსნარი, ან 10 %-იანი ამიაკი. (იღებენ კონცენტრირებულ ამონიაკს, რომლის კუთრი წონაა 0,9 და ორჯერ განაზავებენ).

3. ნიტრატის სანიმუშო ხსნარი. ანალიზურ სასწორზე წონიან 0,1631 გრამ ქიმიურად სუფთა, გადაკრისტალებულ მშრალ KNO_3-ს და ხსნიან 1 ლიტრ გამოხდილ წყალში. მისგან იღებენ 100 მლ ხსნარს და გამოხდილი წყლით აზავებენ 1 ლიტრამდე. ასეთი წესით მომზადებული სანიმუშო ხსნარის ერთი მილილიტრი შეიცავს 0,01 მილიგრამ NO_3-ს.

II.11. ნიადაგში ფოსფორის განსაზღვრის მეთოდები.

ნიადაგში მოიპოვება ფოსფორშემცველი სხვადასხვა მინერალები, რომელთაგან განსაკუთრებით აღსანიშნავია ჰიდროქსილ და ფტორაპატიტი. ფოსფორი ნიადაგში გვხვდება აგრეთვე სხვადასხვა შენაერთების სახით, ასეთებია: ერთნახევარი ჟანგეულებისა და კალციუმის ფოსფატები, ფოსფორის ორგანული შენაერთები და სხვადასხვა რთული შენაერთები, რომლებიც წარმოიქმნებიან ნიადაგის კოლოიდების მიერ ფოსფატების შთანთქმის შედეგად. სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში ჭარბობს ფოსფორშემცველი სხვადასხვა მინერალები.

მცირე ჰუმუსიან ნიადაგებში, რომელთაც მჟავე რეაქცია ახასიათებთ, ფართოდ არის წარმოდგენილი ერთნახევარი ჯანგეულების ფოსფატები; აგრეთვე, ფოსფორის შენაერთები ნიადაგის მინერალურ და ორგანომინერალურ კოლოიდებთან, რომელნიც შეიცავენ რკინისა და ალუმინის დიდ რაოდენობას. ფოსფორის ეს ფორმები გამოირჩევა მცირე ხსნადობით და მცენარისათვის უმნიშვნელო შესათვისებლობით.

ნეიტრალური, ფუძეებით მაძღარი ნიადაგები კი შეიცავენ მეორად კალციუმიან ფოსფატებს, უფრო შესათვისებელს, ვიდრე რკინისა და ალუმინის ფოსფატები.

მცენარეთა მიერ ფოსფორის შენაერთების შეთვისება დამოკიდებულია მათი კვების პირობებზე, ნიადაგის ხსნარის რეაქციაზე, მასში სხვადასხვა კათიონების და ანიონების არსებობაზე, აგრეთვე გავრცელებული მცენარის სახეზე. მცენარის ფოსფორით კვების პირობების დასადგენად, უნდა ვიცოდეთ არა მარტო ფოსფორის ადვილად მოძრავი შენაერთების შემცველობა ნიადაგში, არამედ, აგრეთვე, მისი ის რაოდენობაც, რომელიც სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში შეიძლება გადავიდეს მოძრავ შენაერთებში.

ნიადაგში ფოსფორის საერთო რაოდენობის განსაზღვრას აწარმოებენ წონითი, მოცულობითი, კოლორიმეტრული და ნეფელომეტრული ანალიზის მეთოდებით. საერთო ფოსფორის განსაზღვრა წარმოდგენას გვაძლევს ფოსფორის იმ რეზერვებზე, რომელიც შეიძლება თანდათან მობილიზებული იყოს ნიადაგში. მისი განსაზღვრა აუცილებელია ფოსფორის ბალანსის დასადგენად ნიადაგში სასუქებით სხვადასხვა ხანგრძლივი ცდების პირობებში, ნიადაგის გენეზისის შესწავლისას და საერთოდ, ისეთი საკითხების შესწავლისას, რომელნიც დაკავშირებულია ნიადაგში საკვები ელემენტების რაოდენობრივ ცვლილებებთან, რასაც შეიძლება ადგილი ქონდეს რიგი წლების განმავლობაში.

II.11.1.ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრა ნიადაგში.

,,ფოსფორის მოძრავი შენაერთების" სახელწოდების ქვეშ იგულისხმება არა მარტო ნიადაგის ის ფოსფატები, რომელნიც უშუალოდ შესათვისებელია მცენარის მიერ, არამედ აგრეთვე მათი ის ფორმებიც, რომელნიც შედარებით მოკლე დროში გადავლენ ნიადაგის მყარი ფაზიდან ხსნარში.

ქვემოთ მოყვანილია ნიადაგში ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრის სხვადასხვა წესი. მრავალი მათგანი უკვე ფართოდ და წარმატებით გამოიყენება სოფლის მეურნეობის პრაქტიკული საკითხების გადასაჭრელად.

ნიადაგში მოძრავი ფოსფორის განსაზღვრა შედგება ორი ძირითადი ოპერაციისაგან:

1. მოძრავი ფოსფორის გამოდევნა ნიადაგიდან – გამონაწურის (ექსტრაქტის) მომზადება.

2. მიღებულ გამონაწურში (ექსტრაქტში) ფოსფორის განსაზღვრა.

ნიადაგში ფოსფორის მოძრავი ფორმების განსაზღვრისათვის არსებობს სხვადასხვა მეთოდი, რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდებიან ძირითადად გამონაწურის მომზადების წესით (განსხვავებული რეაქტივი გამონაწურის მოსამზადებლად, მისი კონცენტრაცია, ნიადაგის რაოდენობისა და ხსნარის მოცულობის შეფარდება, ურთიერთმოქმედების დრო). მეთოდის არჩევისას მნიშვნელოვან კრიტერიუმად ითვლება გამოყენებული ხელსაწყოს მგრძნობელობა, წარმადობა, ანალიზის ჩატარების შრომატევადობა, ანალიზის ხანგრძლივობა.

ხსნარში გადმოსული მოძრავი P_2O_5-ის რაოდენობა ყველა შემთხვევაში დიდად არის დამოკიდებული ტემპერატურაზე. გამონაწური მომზადებული უნდა იქნეს 24 ± 2^0 C ტემპერატურის პირობებში.

თანამედროვე პერიოდში აგროქიმიურ და ნიადაგურ გამოკვლევებში ფოსფორის განსაზღვრისათვის გამოიყენება ფოტომეტრული მეთოდი. ნიადაგის გამონაწურში ფოსფორის (PO_4^{3-})

განსაზღვრის ფოტომეტრული მეთოდებიდან აღსანიშნავია **დენიჟეს** მეთოდის სხვადასხვა მოდიფიკაციები, რომელთა საფუძველია მჟავე არეში კომპლექსური შენაერთის – ფოსფორ-მოლიბდენის ჰეტეროპოლიმჟავას $H_3[P(Mo_3O_{10})_4]$ წარმოქმნა, რომელიც მიიღება ფოსფორის შემცველ ხსნარზე მოლიბდენმჟავა ამონიუმის დამატებით. აღნიშნულ ხსნარში აღმდგენელის დამატებით, ექვსვალენტოვანი მოლიბდენი, რომელიც შედის ფოსფორმოლიბდენმჟავას შედგენილობაში, აღდგება ხუთვალენტოვნამდე კომპლექსური შენაერთის – ფოსფორმოლიბდენის ლურჯის წარმოქმნით და ხსნარი ღებულობს ლურჯ ფერს. შეფერვის ინტენსივობის მიხედვით განისაზღვრება ფოსფორის შემცველობა საკვლევ ხსნარში.

არსებობს **დენიჟეს** მეთოდის მრავალი ვარიანტი. მათგან ფართო გამოყენება აქვს იმ ვარიანტებს, რომლებშიც აღმდგენელის სახით გამოიყენება ქლორიანი კალა. ასეთია – ტრუოგმეიერის, ლევიცკის, მალიუგინა და ხრენოვას ვარიანტი. ნიადაგის გამონაწურში ფოსფორის ფოტომეტრული განსაზღვრისათვის ამ მეთოდების გამოყენება შემოწმებულია მრავალწლიანი პრაქტიკით და რეკომენდებულია ფოსფორის განსაზღვრისათვის ნიადაგში.

ფოტომეტრული მეთოდით ფოსფორის განსაზღვრისას, გაზომვის საფუძველს წარმოადგენს საკვლევი ხსნარების შეფერვის შედარება იმ ხსნარების შეფერვასთან, რომელშიც წინასწარ ცნობილია ფოსფორის რაოდენობა. ამ უკანასკნელთ სანიმუშო ან სტანდარტულ ხსნარებს უწოდებენ.

ჩვეულებრივად, სტანდარტული ხსნარების დამზადებისას პირველად ამზადებენ ფოსფატების შედარებით კონცენტრირებულ ხსნარებს. მათგან განზავების გზით ღებულობენ უფრო სუსტ სამუშაო ხსნარებს (ერთს ან რამდენიმეს) და ამ უკანასკნელის რამდენჯერმე განზავებით კი ამზადებენ სანიმუშო ხსნარების სერიას (სანიმუშო სკალას), რომელთაც იყენებენ საკვლევ ხსნარებთან შესადარებლად.

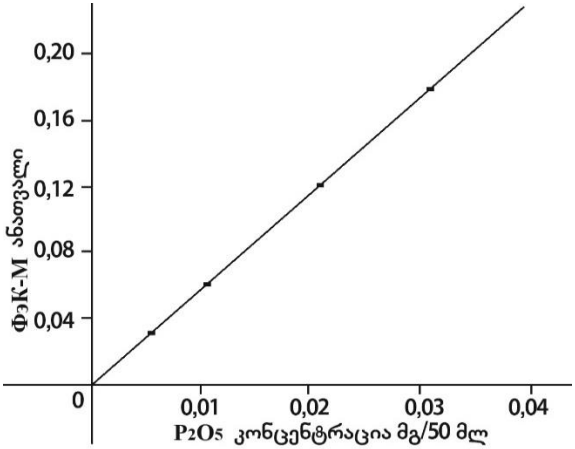
ამ მიზნით, რამდენიმე საზომ კოლბში (50 ან 100 მლ მოცულობის), შეაქვთ KH_2PO_4-ის სანიმუშო ხსნარის სხვადასხვა რაოდენობა, რომელიც შეიცავს P_2O_5-ს 0,005-დან 0,06 მგ-მდე 50 მლ მოცულობაზე ანგარიშით. კოლბის შიგთავსს შეაფერადებენ ლაბორატორიაში გამოყენებული მეთოდის მიხედვით და გაატარებენ ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე.

ნიადაგის გამონაწურში ფოსფორის ფოტომეტრული მეთოდით განსაზღვრისას, ხსნარის შეფერვის ინტენსივობის გასაზომად ფართოდ არის გამოყენებული ფოტოელექტროკოლორიმეტრები, რომელნიც საშუალებას იძლევიან გაზომვა ჩატარდეს დიდი სიზუსტით და მაღალი წარმადობით. ხსნარების ლურჯი შეფერვის სინათლის შთანთქმის მაქსიმუმი სპექტრის ხილულ ნაწილში შეესაბამება 725 მმკ (მილიმიკრონი) ტალღის სიგრძეს. ამასთან დაკავშირებით, ხსნარების გატარებისას ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე, რომელშიც სინათლის მონოქრომატიზაცია წარმოებს შუქფილტრების დახმარებით, ისინი აუცილებელია შერჩეული იქნეს იმ ანგარიშით, რომ სპექტრის ამ არეში მათ ჰქონდეთ ყველაზე მეტი გატარება.

ფოტოელექტროკოლორიმეტრით მუშაობისას სანიმუშო ხსნარების ინტენსივობის გაზომვისას მიღებული მონაცემების საფუძველზე აგებენ საყალიბო მრუდს (გრაფიკს) – აბსცისთა ღერძზე გადათვლიან ფოსფორის კონცენტრაციას, ორდინატთა ღერძზე – აპარატზე მიღებულ ანათვალს, მათი საშუალებით გადაკვეთის წერტილებში, გრაფიკზე გაივლება მრუდი ან სწორი ხაზი (**ნახაზი 2**) (დამოკიდებულია ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე). ფოტოელექტროკოლორიმეტრში საკვლევი ხსნარების გატარებისას მიღებული ანათვალისა და მრუდის საშუალებით პოულობენ ხსნარის მოცემულ მოცულობაში ფოსფორის შესაბამის კონცენტრაციას. ამის შემდეგ კი ანგარიშობენ მოძრავი P_2O_5-ის რაოდენობას მგ-ობით 100 გრამ ნიადაგზე შემდეგი ფორმულით:

$$\mathbf{X = (a \cdot p \cdot 100) : r}$$

სადაც, **X** არის P_2O_5-ის რაოდენობა მგ-ობით 100 გ ნიადაგზე. **a** – მრუდზე მიღებული ანათვალი (ე.ი. ხსნარის მოცემულ მოცულობაში P_2O_5-ის კონცენტრაცია – მგ/50 მლ-ზე, თუ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბებს ვიყენებთ. ან მგ/100 მლ-ზე, როცა 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბებს ვიყენებთ). **p** - ხსნარის განზავების რიცხვი. **r** – აღებული ნიადაგის წონაკი. **100** – 100 გრამ ნიადაგზე გადასაანგარიშებელი რიცხვი.



ნახაზი 2.

გამოანგარიშების მაგალითი. დავუშვათ საანალიზოდ აღებული გვაქვს 0,8 გრამი ნიადაგი, რომელიც დავამუშავეთ 40 მლ ხსნარით. ფილტრატიდან საანალიზოდ ამოვიღეთ 5 მლ. ამ შემთხვევაში განზავების რიცხვი = 40 : 5=8;

მრუდზე ანათვალი a = 0,01185; მაშასადამე P_2O_5 - მგ-ობით 100 გ ნიადაგზე = (0,01185 x 8 x 100) : 0,8 = 18,5;

ფოსფორის განსაზღვრა ნიადაგის ექსტრაქტში.

II.11. 1. 1. დენიჟეს მეთოდის ტრუოგ-მეიერის ვარიანტი.

100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ათავსებენ საკვლევი ხსნარის განსაზღვრულ რაოდენობას, ანეიტრალებენ ბეტა-

დინიტროფენოლის მიხედვით ამიაკის (ან სოდის) 10%-იანი ხსნარით ყვითელი ფერის მიღებამდე, რომელსაც აქრობენ H_2SO_4 ან HCl-ის 10%-იანი ხსნარის 1 წვეთის დამატებით. შემდეგ გამოხდილი წყლით ხსნარი მიჰყავთ 90 მლ-მდე, ამატებენ 4 მლ მოლიბდენმჟავა ამონიუმს (რეაქტივი 1), გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე, შეურევენ, ამატებენ ქლორიანი კალას ხსნარის 6 წვეთს და კვლავ შეურევენ კარგად. 5-10 წუთის შემდეგ (არა უგვიანეს 15 წუთისა) შეფერილ ხსნარს ატარებენ აპარატში ისე რომ ყველა კოლბა გატარებული იქნეს კალას დამატებიდან ზუსტად ერთსა და იმავე დროში. მუშაობის პროცესში შეიძლება გამოყენებული იქნეს სხვა საზომი კოლბები: მაგალითად, 50 მლ მოცულობის. ამ შემთხვევაში დასამატებელი რეაქტივების რაოდენობა ნახევრდება.

საჭირო რეაქტივები: 1. 25 გრამ მოლიბდენმჟავა ამონიუმს ხსნიან წინასწარ 60^0-მდე გაცხელებულ 200 მლ წყალში და ფილტრავენ. 280 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 (კუთ.წ. 1,84) გამოხდილი წყლით აზავებენ 800 მლ-მდე. ორთავე ხსნარის გაცივების შემდეგ, გოგირდის მჟავაში მუდმივი შერევით, ფრთხილად გადაიტანენ მოლიბდენმჟავა ამონიუმის ხსნარს. გაცივების შემდეგ ხსნარის საერთო მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ხსნარს ინახავენ ფერადი მინის ჭურჭელში. რეაქტივი შეიძლება შევინახოთ 1 წლის განმავლობაში.

2. 25 გრამ $SnCl_2 \cdot 2\ H_2O$ წყლის აბაზანაზე ხსნიან 1 ლ 10%-იან HCl-ის ხსნარში. ინახავენ სიფონიან ან ტუბუსიან ჭურჭელში, რომელსაც გაკეთებული აქვს მინის ონკანი ხსნარის წვეთობით ჩამოშვებისათვის. ჰაერის ზემოქმედებისაგან დასაცავად ხსნარის ზედაპირზე ამატებენ 5 მილიმეტრი სისქის მანქანის თეთრ ზეთს.

უმჯობესია 0,25 გ $SnCl_2 . 2\ H_2O$ გავხსნათ 10 მლ 10%-იან HCl-ში და ყოველი განსაზღვრის დროს დამზადდეს ახალი ხსნარი.

3. ფოსფორის სანიმუშო ხსნარი. ანალიზურ სასწორზე წონიან 0,1917 გრამ ქიმიურად სუფთა, გადაკრისტალებულ, ერთჩანაცვლებულ კალიუმის ფოსფატს – KH_2PO_4, გახსნიან ცოტაოდენ

გამოხდილ წყალში და მიიყვანენ 1 ლიტრ მოცულობამდე. ღებულობენ ფოსფატის ძირითად სტანდარტულ ხსნარს, რომლის 1 მლ შეიცავს 0,1 მგ P_2O_5-ს. აღნიშნული ძირითადი სანიმუშო ხსნარიდან ამზადებენ ფოსფატის სამუშაო ხსნარს, რისთვისაც 100 მლ ძირითად ხსნარს აზავებენ 1 ლიტრ გამოხდილ წყალში. მიღებული სამუშაო სანიმუშო ხსნარი შეიცავს 0,01 მგ P_2O_5-ს 1 მლ-ში. ფოსფატის სამუშაო სანიმუშო ხსნარი შეიძლება დამზადდეს აგრეთვე სხვა კონცენტრაციით. მაგალითად, ძირითადი ხსნარის 20 მლ-ს გამოხდილი წყლით აზავებენ 1 ლიტრ მოცულობამდე. მიღებული სამუშაო ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,002 მგ P_2O_5.

II. 11. 1. 2. დენიჟეს მეთოდის ცინცაძის ვარიანტი.

50 მლ-იან საზომ კოლბში ათავსებენ საკვლევი ხსნარის განსაზღვრულ რაოდენობას 0,003-დან 0,06 მგ-მდე P_2O_5-ის შემცველობით და ანეიტრალებენ 2-3 წვეთი ბეტა-დინიტროფენოლის თანაარსებობით, ისე როგორც ეს მითითებულია წინა გვერდზე. ამატებენ 2 მლ რეაქტივ MoO_3, მიჰყავთ წყლით 50 მლ-მდე და ანჯღრევენ. შემდეგ ამატებენ 0,5 მლ ქლორიან კალას და 5 წუთის შემდეგ ატარებენ აპარატში.

საჭირო რეაქტივები: 1. MoO_3-ის რეაქტივი. ფაიფურის ჯამზე ან კელდალის კოლბში ათავსებენ 75 მლ გოგირდის მჟავას (კუთ.წ. 1,785), ამატებენ 3,762 გ MoO_3 (ან 4,232 გ H_2MoO_4), ადუღებენ (სუსტად) მუდმივი მორევით MoO_3-ის სრულ გახსნამდე და ნჯღრევით გადააქვთ კოლბში, რომელშიც წინასწარ მოთავსებულია 300 მლ წყალი. აცივებენ და წყლით მიიყვანენ 500 მლ-მდე. რეაქტივს ინახავენ ბნელ ადგილას.

2. ქლორიანი კალას ხსნარი. 0,25 გ $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ ხსნიან 10 მლ 10%-იან HCl-ში წყლის აბაზანაზე გაცხელებით. უნდა დამზადდეს უშუალოდ გამოყენების წინ.

3. სანიმუშო ხსნარი მზადდება ისე, როგორც ტრუოგის ვარიანტის შემთხვევაში.

4. ბეტა-დინიტროფენოლის ნაჯერი ხსნარი.

შენიშვნა: თუ არ აქვთ MoO_3, ის შეიძლება მომზადდეს მოლიბდენმჟავა ამონიუმის გამოწვით მუფელში 2-3 საათის განმავლობაში 400^0 ტემპერატურის პირობებში. წყლისა და ამიაკის მოცილების შემდეგ MoO_3 აქვს ნაზი ყვითელი ფერის ფხვნილის სახე.

II.11. 2. მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრა წითელმიწა ნიადაგში.

11.2.1. არენიუსის მეთოდის გინზბურგის ვარიანტი.

არენიუსმა ადვილად ხსნადი ფოსფორის განსაზღვრისათვის გამოიყენა ლიმონის მჟავას 1%-იანი ხსნარი, pH 2,3; აღნიშნული მეთოდის ფუძემდებლად ითვლება დაიერი. მან გამოიკვლია მრავალი მცენარის ფესვების გამონაყოფის მჟავიანობა და მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ ეს მჟავიანობა ახლოა 1%-იან ლიმონის მჟავასთან. ყოველივე ამის საფუძველზე ნიადაგიდან შესათვისებელი ფოსფორის გამოსაყოფად არენიუსმა შემოგვთავაზა ლიმონის მჟავას გამოყენება. შემდგომში მეთოდმა განიცადა ცვლილებები. წამოყენებულ იქნა ამ მეთოდის მრავალი მოდიფიკაცია. ჩვენ ამ წიგნში არენიუსის მეთოდი მოცემული გვაქვს გინზბურგის ვარიანტით. ნიადაგის შეფარდება ხსნართან შეადგენს 1:10; ნჯღრევა 4 საათი; დაყოვნება 18-20 საათის განმავლობაში 25 ± 2^0C ტემპერატურის პირობებში.

მეთოდი გამოიყენება მოძრავი ფოსფატების განსაზღვრისათვის სუბტროპიკულ ნიადაგებში (წითელმიწებში, ყვითელმიწებში) და არაკარბონატულ მთის ნიადაგებში.

ანალიზის მსვლელობა.

წონიან 1 მმ-იან საცერში გატარებულ 5 გრამ ნიადაგს, ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან კოლბში, ამატებენ 50 მლ 1%-იან ლიმონის მჟავას ხსნარს და ანჯღრევენ 2 საათის განმავლობაში, აყოვნებენ 18-20 საათით, რის შემდეგ ხსნარს ხელახლა შეანჯღრევენ და ფილტრავენ მკვრივ, უანაცრო ფილტრში.

გამჭვირვალე ფილტრატიდან იღებენ 10 მლ-ს და გადაიტანენ 50-100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 3 მლ

კონცენტრირებულ HCI და 6 მლ $KMnO_4$-ის 5%-იან ხსნარს. კოლბის შიგთავსს ფრთხილად შეანჯღრევენ და 30 წუთით დაყოვნების შემდეგ დგამენ ცხელ ეტერნიტულ ქურაზე. დროთა განმავლობაში შეურევენ.

გაცხელებას აწარმოებენ კალიუმის პერმანგანატის მღვრიე ნალექის სრულ გაქრობამდე (პერიოდული შენჯღრევით), რის შემდეგ კვლავ განაგრძობენ კოლბის გაცხელებას 15-20 წუთის განმალობაში, რათა აორთქლდეს ხსნარის მცირე რაოდენობა. გაცივების შემდეგ შემჟავებული ხსნარი გადააქვთ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

ამ საზომი კოლბიდან პიპეტით იღებენ 5-25 მლ ხსნარს (დამოკიდებულია ფოსფორის მოსალოდნელ შემცველობაზე) და გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ ცოტა-ოდენ წყალს, 1-2 წვეთ ბეტა-დინიტროფელის ხსნარს და ტიტრავენ NH_4OH-ის 20%-იანი ხსნარით ყვითელი ფერის მიღებამდე. ხსნარის ყვითელ შეფერვას აქრობენ 1-2 წვეთი გოგირდმჟავას 20%-იანი ხსნარის დამატებით. შემდეგ ხსნარს ამატებენ 2 მლ მოლიბდენმჟავა ამონიუმის 2,5%-იან ხსნარს გოგირდმჟავაში და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ამატებენ 3 წვეთ ქლორიანი კალას ხსნარს, შეურევენ კარგად და 7-10 წუთის შემდეგ ატარებენ აპარატზე.

საჭირო რეაქტივები:

1. **ლიმონის მჟავას 1%-იანი ხსნარი.**
2. **კონცენტრირებული HCI (კუთ.წ. 1.19).**
3. **კალიუმის პერმანგანატის 5%-იანი ხსნარი** (50 გ $KMnO_4$-ს ხსნიან 1 ლ წყალში).
4. **ბეტა-დინიტროფენოლის ხსნარი** (ნაჯერი ხსნარია. 0,2 გ $C_6H_4N_2O_5$ 100 მლ წყალში)
5. **ამიაკის 20%-იანი ხსნარი.** [814,0 მლ NH_4OH (კუთ.წ. 0,91) 1 ლ გამოხდილ წყალში].
6. **გოგირდის მჟავას 20%-იანი ხსნარი** [129,9 მლ H_2SO_4 (კუთ.წ. 1,84) 1 ლ გამოხდილ წყალზე].

7. მოლიბდენმჟავა ამონიუმის 2,5%-იანი ხსნარი გოგირდის მჟავაში.

25 გრამ მოლიბდენმჟავა ამონიუმს ხსნიან 200 მლ გამოხდილ წყალში (60^0 -მდე გაცხელებამდე) და მექანიკური მინარევებით დანაგვიანების შემთხვევაში ფილტრავენ უნაცრო ფილტრში.

ცალკე ამზადებენ გოგირდის მჟავას ხსნარს. ამისათვის 280 მლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას (კუთ.წ. 1,84) მცირე ულუფებით ასხამენ 520 მლ გამოხდილ წყალში. ოთახის ტემპერატურამდე გაცივების შემდეგ ამ ორ ხსნარს ურევენ ერთმანეთში და ცივი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ხსნარს ინახავენ ფერადი მინის ჭურჭელში კარგად თავდაცულ მდგომარეობაში.

8. ქლორიანი კალას ხსნარი. 0,25 გ $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ ხსნიან 10 მლ 10%-იან HCI-ის ხსნარში წყლის აბაზანაზე გაცხელებით. ფოსფორის ყოველი განსაზღვრისას საჭიროა ახალი ხსნარი. კალას ხსნარის დასამზადებლად იყენებენ აგრეთვე მეტალურ კალას. ამ შემთხვევაში 0,1 გრამ მეტალურ კალას ათავსებენ სინჯარაში, რომელიც დაცულია ბუნზენის სარქველით (საცობში გატარებულია მინის მილი, რომელიც ბოლოვდება რეზინის მილით). ამატებენ მას 2 მლ კონცენტრირებულ მარილმჟავას, 1-2 წვეთ 4%-იან $CuSO_4 \cdot 5H_2O$-ს და დგამენ ადუღებული წყლის აბაზანაზე, მანამ სანამ მეტალური კალა მთლიანად არ გაიხსნება ხსნარში. გადმოდგამენ და გაცივების შემდეგ გამოხდილი წყლით შეავსებენ 10 მლ-მდე.

11.2.2. ა.ე.ბერიძის მოდიფიკაცია.

წონიან 1 მმ-იან საცერში გატარებულ 5 გრამ ნიადაგს და ათავსებენ 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. ამატებენ 50 მლ ლიმონის მჟავას 1%-იან ხსნარს. კოლბის შიგთავსს ანჯღრევენ 1 წუთის განმავლობაში და დგამენ ცხელ ეტერნიტულ ქურაზე, აცხელებენ ძლიერ ადუღებამდე, ხოლო, შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ მკვრივ უნაცრო ფილტრში. იღებენ 2-10 მლ ფილტრატს (დამოკიდებულია P_2O_5-ის მოსალოდნელ შემცველობაზე). გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში და

ლიმონის მჟავას დაჟანგვისათვის ამატებენ 2 მლ 30 პროცენტიან გოგირდის მჟავას და 20 მლ პერმანგანატის 0,5 ნორმალობის ხსნარს. კოლბს ანჯღრევენ და დგამენ ეტერნიტულ ქურაზე, ხსნარი მიჰყავთ ადუღებამდე და აგრძელებენ დუღილს 5 წუთის განმავლობაში; შემდეგ კოლბში ამატებენ 5 მლ გლუკოზის 10%-იან ხსნარს და აცხელებენ მანგანუმის ორჟანგის მუქი ფერის ნალექის გაქრობამდე. გაცივების შემდეგ ხსნარს გადაიტანენ საზომ კოლბში და ამზადებენ აპარატზე გასატარებლად ლაბორატორიაში მიღებული რომელიმე წესით.

11.2.3. ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრა მჟავე ნიადაგებში ო.ონიანის მეთოდით.

ავტორი რეკომენდაციას იძლევა ფოსფორისა და კალიუმის მოძრავი ფორმები განისაზღვროს ერთ გამონაწურში, რომელიც მიღებულია ნიადაგზე 0,1 ნორმალობის გოგირდმჟავას დამატებით, მისი ხანმოკლე ურთიერთმოქმედებით ნიადაგთან. ამასთან, ანალიზის ჩატარებისას არ არის საჭირო ფილტრატის წინასწარი დამუშავება (დაჟანგვა, ნეიტრალიზაცია). 0,1 ნორმალობის გოგირდმჟავას ხსნარში ნიადაგიდან გადასული რკინის იონების რაოდენობა არ უშლის ფოსფორის კოლორიმეტრულ განაზღვრას. ანალიზის ხანგრძლივობა 3-4 საათია. ყველა ეს თავისებურებები აღნიშნულ მეთოდს უპირატესობას ანიჭებს წინათ არსებულ მეთოდებთან შედარებით.

ანალიზის მსვლელობა. წონიან 1 მმ-იან საცერში გატარებულ 4 გრამ ნიადაგს, ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კოლბში. ამატებენ 100 მლ 0,1 ნორმალობის გოგირდმჟავას ხსნარს და ანჯღრევენ 3 წუთს. მიღებულ სუსპენზიას ფილტრავენ უნაცრო (დაკეცილ) ფილტრში. გამჭვირვალე ფილტრატიდან იღებენ 1 - 5 მლ ხსნარს. ათავსებენ 100 მლ-იან საზომ კოლბში და ამზადებენ კოლორიმეტრირებისათვის. ავტორს მიზანშეწონილად მიაჩნია კოლორიმეტრირებისათვის მომზადება ჩატარდეს ტრუოგ-მეიერის მოდიფიკაციით. ამავე გამონაწურში შეიძლება განისაზღვროს მოძრავი კალიუმი (უმჯობესია ალოვან ფოტომეტრზე).

ტრუოგ-მეიერის მოდიფიკაციით კოლორიმეტრირებისათვის მომზადებას შედეგნაირად აწარმოებენ. 100 მლ საზომ კოლბში გადატანილ 1-5 მლ ხსნარს ამატებენ (ინდიკატორად) რამდენიმე წვეთ ბეტადინიტიროფენოლს და ანეიტრალებენ 10%-იანი ამიაკით ან 10%-იანი სოდის ხსნარით ყვითელი ფერის მიღებამდე (ყვითელი ფერის გაქრობისათვის წვეთ-წვეთობით ფრთხილად ამატებენ გოგირდმჟავას ან მარილმჟავას სუსტ ხსნარს), კოლბში ხსნარს განაზავებენ გამოხდილი წყლით 90-95 მილილიტრამდე, ამატებენ 4 მლ 2,5%-იან მოლიბდენმჟავა ამონიუმს დამზადებულს გოგირდმჟავაზე და კოლბის წრიული მოძრაობით ხსნარს კარგად შეურევენ; შემდეგ დაამატებენ 6 წვეთ ორქლორიან კალას $SnCl_2 \cdot 2\ H_2O$, გამოხდილი წყლით ზუსტად შეავსებენ ნიშანხაზამდე და კარგად ანჯღრევენ. აპარატზე ატარებენ ორქლორიანი კალას დამატებიდან 3 წუთის გასვლის შემდეგ.

პარალელურად ამზადებენ სანიმუშო ხსნარს.* სანიმუშო ხსნარის 1, 2, 3, 4, 5 მლ ცალ-ცალკე ათავსებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში. ანზავებენ გამოხდილი წყლით 90-95 მლ-მდე, ამატებენ 4 მლ მოლიბდენმჟავა ამონიუმის ხსნარს, 6 წვეთ ორქლორიან კალას. ავსებენ წყლით ნიშანხაზამდე და კარგად ანჯღრევენ.

კოლორიმეტრირება უნდა ჩატარდეს 10-12 წუთის განმავლობაში, რადგან აღნიშნული დროის გასვლის შემდეგ ხსნარი იცვლის შეფერილობის ინტენსივობას. შეფერვის განახლებისთვის საჭიროა ყოველ კოლბს ჩაუმატოთ ოქლორიანი კალას თითო წვეთი, რაც ხსნარის შეფერვის მდგრადობას კიდევ 10-12 წუთით გაახანგრძლივებს.

რეაქტივები:

1. **0,1 ნორმალობის H_2SO_4 ხსნარი.**

---

* **სანიმუშო ხსნარის მომზადება: 0,1917 გ ქიმიურად სუფთა (გადაკრისტალებულ) KH_2PO_4 გამოხდილი წყლით ხსნიან 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში. კოლბს შეავსებენ ნიშანხაზამდე და ანჯღრევენ. მიღებული ხსნარიდან იღებენ 50 მილილიტრს და გამოხდილი წყლით ანზავებენ 500 მლ-მდე. ასეთი ხსნარის ყოველი 1 მლ შეიცავს 0,01 მგ P_2O_5-ს.**

2. **10%-იანი სოდის ან 10%-იანი ამონიაკის წყალხსნარი;**

3. **ბეტა-დინიტროფენოლი.**

4. მოლიბდენმჟავა ამონიუმის 2,5%-იანი ხსნარი. (25 გ ქიმიურად სუფთა მოლიბდენმჟავა ამონიუმს ხსნიან 200 მლ გამოხდილ წყალში. აცხელებენ 60^0-მდე და ფილტრავენ).

280 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას (კუთ.წ. 1.84) ნელ-ნელა ასხამენ 520 მლ გამოხდილ წყალში და ფრთხილად ურევენ.

გაცივების შემდეგ ორივე ხსნარს ურევენ ერთმანეთში (მოლიბდენმჟავა ამონიუმს ფრთხილად ასხამენ გოგირდმჟავაში); ოთახის ტემპერატურამდე გაცივების შემდეგ ხსნარს ზუსტად ავსებენ ერთ ლიტრამდე.

5. ორქლორიანი კალას ხსნარი – $SnCl_2 \cdot 2\ H_2O$; 0,25 გ ორქლორიან კალას ხსნიან 10 მლ 10%-იან HCI-ში.

თანამედროვე პერიოდში მეთოდი გამოიყენება საქართველოს წითელმიწა, ყვითელმიწა და სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებზე; ჩატარებული მრავალრიცხოვანი გამოკვლევების საფუძველზე ავტორის მიერ რეკომენდებულია ფოსფორით უზრუნველყოფის შემდეგი ინდექსები:

1. **8 მგ-ზე ნაკლები P_2O_5 100 გ ნიადაგზე – ფოსფორით ძლიერ ღარიბი ნიადაგი.**

2. **8-15 მგ P_2O_5 100 გ ნიადაგზე – ფოსფორით ღარიბი ნიადაგი.**

3. **15-30 მგ P_2O_5 100 გ ნიადაგზე – ფოსფორით საშუალოდ უზრუნველყოფილი.**

4. **30-45 მგ P_2O_5 100 გ ნიადაგზე – ფოსფორის ამაღლებული შემცველობით.**

5. **45-60 მგ P_2O_5 100 გ ნიადაგზე – ფოსფორის მაღალი შემცველობით.**

6. **60-ზე ზევით მგ P_2O_5 100 გ ნიადაგზე – ფოსფორის ძლიერ მაღალი შემცველობის ნიადაგი**

II.11.3. ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრა კარბონატულ ნიადაგებში.

კარბონატულ ნიადაგებში ფოსფორის მოძრავი შენაერთების გამოყოფას და განსაზღვრას ახასიათებს მთელი რიგი თავისებურებანი, რაც გამომდინარეობს ამ ნიადაგებისათვის დამახასიათებელი თვისებებიდან: კარბონატების მაღალი შემცველობა (20-30% და უფრო მეტი), შთანთქმის კომპლექსის მაძღრობა კალციუმის იონებით, მაღალი ბუფერობა, სუსტი ტუტე ან ტუტე რეაქცია, საერთო ფოსფორის საკმაოდ მაღალი შემცველობა. ყველა ეს თვისება განაპირობებს ამ ნიადაგების რამდენადმე განსხვავებულ ხასიათს და შედგენილობას.

ფოსფორი კარბონატულ ნიადაგებში გვხვდება ძირითადად ჰიდროქსილ და ფტორაპატიტის ფორმით, რომელიც ძნელად ხსნადია კალციუმის იონის თანაარსებობისას. ამიტომ, მიუხედავად საერთო ფოსფორის დიდი რაოდენობით შემცველობისა ამ ნიადაგებში ფოსფატების მოძრავი შენაერთები მცირეა და მათი განსაზღვრის მეთოდებს უნდა მოვეკიდოთ დიდი მომთხოვნელობით.

კარბონატულ ნიადაგებში ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრისათვის არ შეიძლება ვისარგებლოთ ჩვეულებრივი სუსტი მჟავე ხსნარებით, რადგანაც დამატებული მჟავები დახარჯული იქნება კარბონატებთან რეაქციაზე და არა ფოსფატების გახსნაზე. ამიტომ კარბონატულ ნიადაგებში ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრისათვის იყენებენ ისეთ გამხსნელებს, როგორიცაა:

1. ნახშირმჟავით გაჯერებული წყალი (მაჩიგინი).
2. ნახშირმჟავა კალიუმის ხსნარი (დასი, შაფიბეკოვი, გუსეინოვი);
3. ნახშირმჟავა ამონიუმის ხსნარი (მაჩიგინი);
4. ნატრიუმის ბიკარბონატის ხსნარი (ოლსენი).

კარბონატულ ნიადაგებში ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრისათვის ამჟამად ძირითადად გამოყენებულია მაჩიგინის (ნახშირმჟავა ამონიუმის გამონაწურით) და ოლსენის მეთოდი. ქვემოთ მოცემულია ორივე მეთოდის აღწერა.

II.11.3.1. მაჩიგინის მეთოდი ნახშირმჟავა ამონიუმის გამონაწურით.

მეთოდის პრინციპი. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, კარბონატულ ნიადაგებში მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფატების გახსნისათვის სუსტი მჟავების გამოყენება არ შეიძლება, რადგან ადგილი აქვს დამატებული მჟავას კონცენტრაციის შემცირებას კარბონატების მოქმედებით.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩატარებული ცდების საფუძველზე, **დასმა** მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრისათვის გამოიყენა 1 %-იანი K_2CO_3-ის ხსნარი, რადგანაც ეს უკანასკნელი არ ხსნის ნიადაგის კარბონატებს. მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს კარბონატული ნიადაგებიდან რკინის ფოსფატების და ფოსფორის ორგანული შენაერთების გამოყოფა, რომლებიც იხსნება 1 %-იანი K_2CO_3-ის ხსნარში. ეს მეთოდი ყოველმხრივ შემოწმებული იყო მაჩიგინის მიერ, რომელმაც მიზანშეწონილად სცნო 1 %-იანი K_2CO_3 შეეცვალა 1 %-იანი ნახშირმჟავა ამონიუმის ხსნარით, რომელიც მართალია ნიადაგიდან გამოდევნის დაახლოებით იგივე რაოდენობით ფოსფორს (ე.ი. რამდენსაც 1 %-იანი K_2CO_3), მაგრამ მნიშვნელოვნად ნაკლები რაოდენობით ხსნის ორგანულ ნივთიერებას, რაც აადვილებს ფოსფორის განსაზღვრისას ყველა შემდგომ ოპერაციებს.

ანალიზის მსვლელობა. იღებენ 1 მილიმეტრიან საცერში გატარებულ ჰაერმშრალ ნიადაგს 5 გრამის რაოდენობით, ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 100 მლ ნახშირმჟავა ამონიუმის 1 %-იან ხსნარს.

კოლბში მოთავსებულ ნიადაგსა და ხსნარს ანჟღრევენ 5 წუთის განმავლობაში და 18-20 საათის განმავლობაში ტოვებენ

მოსვენებულ მდგომარეობაში. დაყოვნების შემდეგ კვლავ ანჯღ-რევენ 5 წუთის განმავლობაში და ფილტრავენ მკვრივ უნაცრო ფილტრში. თუ ფილტრატი შეფერილია, საჭიროა მისი გაუ-ფერულება, რასაც შემდეგნაირად აწარმოებენ: 5-20 მლ შეფერა-დებულ ხსნარს ამატებენ 2 მლ განზავებულ გოგირდის მჟავას (150 მლ კონცენტრირებულ მჟავას კუთ.წ. - 1,84 ანზავებენ წყლით 1 ლიტრამდე), 4 მლ 0,5 ნორმალობის $KMnO_4$-ის ხსნარს და ადუღებენ 2-3 წუთის განმავლობაში. შემდეგ ადუღებულ ხსნარს ამატებენ 1 მლ 10%-იან გლუკოზის ხსნარს ჭარბი პერ-მანგანატის გაუფერულებისათვის. ხსნარს აცივებენ; გაცივებულ ხსნარს ამატებენ 2 წვეთ ბეტა-დინიტროფენოლის მაძღარ ხსნარს და ტიტრავენ 10%-იანი სოდის - Na_2CO_3 ან ამიაკის ხსნარით სუს-ტი ყვითელი ფერის მიღებამდე, რომელსაც აქრობენ რამდენიმე წვეთი H_2SO_4-ის 20%-იანი ხსნარის დამატებით. იმ შემთხვევაში, თუ ფილტრატი შეფერილი არ არის და გამჭვირვალეა, მაშინ ხსნარის გაუფერულებას არ აწარმოებენ. ამ დროს საჭიროა მხოლოდ $(NH_4)_2CO_3$-ის განეიტრალება მასზე H_2SO_4-ის ხსნარის მიმატებით, რისთვისაც გამოსაკვლევ ხსნარს ამატებენ 2-3 წვეთ ბეტა-დინიტროფენოლს და ტიტრავენ 10%-იანი H_2SO_4-ის ხსნა-რით სუსტ ყვითელ შეფერვამდე.

ამრიგად გამჭვირვალე და განეიტრალებული ფილტრატი გადააქვთ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 2 მლ მოლიბდენმჟავა ამონიუმის ხსნარს, გამოხდილი წყლის დამა-ტებით კოლბის შიგთავსი მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. შემდეგ ამატებენ 3 წვეთ ქლორიანი კალას ხსნარს და კვლავ შეურევენ. ამ დროს ხსნარი მიიღებს ლურჯ შეფერვას.

გამოსაკვლევი ხსნარის შეფერადების პარალელურად აწარ-მოებენ სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარის შეფერვას, რისთვი-საც სპეციალურად მომზადებული სანიმუშო ხსნარის სხვადასხვა რაოდენობას (0,5; 1; 2; 3; 4; 5; მლ) ათავსებენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში, ამატებენ 2 წვეთ ბეტა-დინიტროფენოლს და ტიტრავენ 10 %-იანი გოგირდის მჟავას ხსნარით სუსტი ყვითელი

ფერის მიღებამდე. ამის შემდეგ ამატებენ გამოხდილ წყალს დაახ-ლოებით 40 მლ-მდე, ხსნარს კარგად შეურევენ და ამატებენ 2 მლ მოლიბდენმჟავა ამონიუმს; გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშან-ხაზამდე, დაამატებენ 3 წვეთ ქლორიანი კალას ხსნარს, შეურევენ და 5 წუთის შემდეგ გამოსაკვლევი და სანიმუშო ხსნარის შეფერ-ვათა ინტენსივობას ადარებენ კოლორიმეტრის საშუალებით.

მაჩიგინის მეთოდისთვის რეკომენდებულია შემდეგი ციფრო-ბრივი ლიმიტები:

1. 0 – 3,0 მგ P_2O_5 100 გ ნიადაგზე – ფოსფორით ღარიბი ნიადაგი.

2. 3,0 – დან 6,0 მგ-მდე P_2O_5 100 გ ნიადაგზე – ფოსფორით საშუალოდ უზრუნველყოფილი ნიადაგი.

3. 6,0 მგ-ზე მეტი P_2O_5 100 გ ნიადაგზე – ფოსფორით კარგად უზრუნველყოფილი ნიადაგი.

საჭირო რეაქტივები:

1. ($NH_4)_2CO_3$. H_2O 1 %-იანი ხსნარი*, pH მიყვანილია 7,5–8-მდე; 10 გრამ მარილს ხსნიან 1 ლიტრ წყალში.

2. გოგირდის მჟავა, განზავებული (150 მლ კონცენტრი-რებული H_2SO_4, კუთ.წ. 1,84 გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტ-რამდე).

3. 0,5 ნორმალობის $KMnO_4$; (15,81გ. $KMnO_4$ – სხსნიან გამოხდილ წყალში და ხსნარი მიჰყავთ 1 ლიტრამდე).

4. 10%-იანი გლუკოზის ხსნარი. 10 გრამ გლუკოზას ხსნიან 100 მლ გამოხდილ წყალში.

5. $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$ 10%-იანი ხსნარი. 100 გრამ სოდას ხსნიან 1 ლიტრ წყალში.

6. ბეტა-დინიტროფენოლის მაძღარი ხსნარი. იღებენ 0,2 გრამ ბეტა-დინიტროფენოლს ($C_6H_4N_2O_5$) ხსნიან 100 მლ წყალში.

*** ჩვეულებრივად ნახშირმჟავა ამონიუმი ჰაერზე გამოყოფს ამიაკს და ამიტომ ქიმიური შედგენილობის მიხედვით არ შეესაბამება ფორმულას $(NH_4)_2CO_3$, არამედ ითვლება $(NH_4)_2CO_3$-ის და NH_4HCO_3-ის ნარევად. ამონიუმის კარბონატის მინარევისაგან გათავისუფლება შეიძლება ხსნა-რის გაცხელებით 60-70^0 ტემპერატურაზე.**

7. მოლიბდენის ხსნარი. ფაიფურის ჯამზე ასხამენ 75 მლ გოგირდის მჟავას (კუთ.წ. 1.785) და ამატებენ 3,762 გრამ MoO_3 ან 4,232 გ H_2MoO_4, აცხელებენ, თან ურევენ მანამ, სანამ მთლიანად არ გაიხსნება, კარგად შეანჯღრევენ, გადაიტანენ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, რომელშიც მოთავსებულია 300 მლ-მდე წყალი. გაცივების შემდეგ გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და შეანჯღრევენ. ასეთი წესით მომზადებულ რეაქტივს ინახავენ ფერად, მილესილ საცობიან ბოთლში ბნელ ადგილას.

8. ფოსფორის სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარი მზადდება ისევე, როგორც ეს არის აღწერილი ტრუოგის მეთოდით ფოსფორის განსაზღვრისას.

9. ქლორიანი კალა. 0,25 გრამ $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ ხსნიან 10 მლ 10%-იან მარილის მჟავაში.

10. გოგირდის მჟავას 10 %-იანი ხსნარი.

11.3.2. ოლსენის მეთოდი.

კარბონატულ ნიადაგებში მოძრავი ფოსფატების განსაზღვრისათვის ოლსენმა გამოიყენა 0,5 ნორმალობის $NaHCO_3$ – ხსნარი (ხსნარის pH – 8,3). შეფარდება ნიადაგი: ხსნარი 1 : 20, ურთიერთმოქმედების დრო 30 წუთი. უფერული ხსნარის მიღებისათვის ავტორი რეკომენდაციას იძლევა ნჯღრევის წინ ნიადაგის წონაკს დაემატოს 2-3 გრამი გააქტივებული ნახშირი.

ანალიზის მსვლელობა. 5 გრამ ნიადაგს ამატებენ 100 მლ 0,5 ნორმალობის $NaHCO_3$-ის ხსნარს და ანჯღრევენ როტატორზე 30 წუთის განმავლობაში. ფილტრატიდან იღებენ 5-10 მლ და გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 2 მლ H_2SO_4 (150 მლ განზავებულია 1 ლიტრ წყალში), 4 მლ 0.5 ნორმალობის $KMnO_4$ და ადუღებენ 2 წუთის განმავლობაში; ელექტროქურიდან ჩამოღებისთანავე სწრაფად ამატებენ 1 მლ 10%-იან გლუკოზის ხსნარს, გაცივების შემდეგ უფერულ გამჭვირვალე ხსნარს ამატებენ ცოტაოდენ წყალს, 2 წვეთ ბეტა-დინიტროფენოლს, ტიტრავენ 10%-იანი სოდის ან ამიაკის ხსნარით სუსტ

ყვითელ შეფერვამდე, რომელსაც აქრობენ 1 წვეთი 10%-იანი H_2SO_4 დამატებით.

განეიტრალებულ ხსნარს ამატებენ 2 მლ მოლიბდენმჟავა ამონიუმის ხსნარს (ტრუოგით დამზადებულს), გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. შემდეგ ამატებენ 3 წვეთ ქლორიან კალას და შეურევენ, ხსნარი ღებულობს ლურჯ ფერს. 5-7 წუთის შემდეგ მიმართავენ კოლორიმეტრირებას.

საჭირო რეაქტივები:

1. **0,5 ნორმალობის $NaHCO_3$-ის ხსნარი;** წონიან 21 გრამ $NaHCO_3$ (ზუსტად კი 20,99) და ხსნიან 1 ლიტრ წყალში;
2. **0,5 ნორმალობის $KMnO_4$;**
3. **H_2SO_4 – 27%-იანი** (150 მლ კონცენტრირებული H_2SO_4 კუთრი წონა 1,84 – 1 ლიტრ წყალში).
4. **10 % -იანი გლუკოზა.**
5. **10%- იანი სოდა ან ამიაკი; 10%-იანი H_2SO_4;**
6. **ბეტა – დინიტროფენოლი;**
7. **მოლიბდენმჟავა ამონიუმის ხსნარი (ტრუოგით);**
8. **ქლორიანი კალას ხსნარი;**
9. **ფოსფორის სანიმუშო ხსნარი**, მომზადებული ტრუოგის მიხედვით.

11. 4. ე. ტრუოგის მეთოდით (სუსტ მჟავე და ნეიტრალურ ნიადაგებზე).

მეთოდით მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრა წარმოებს ნიადაგზე 0,002 ნორმალობის გოგირდმჟავას ხსნარის მოქმედებით. ამ რეაქტივს ამზადებენ ამონიუმის სულფატის დამატებით, რაც განაპირობებს ბუფერული ხსნარის წარმოქმნას pH – 3-მდე.

ანალიზის მსვლელობა. წონიან 1 მმ ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ ჰაერმშრალ ნიადაგს 2 გრამის რაოდენობით, ათავსებენ 750 მლ მოცულობის კოლბში და ამატებენ 400 მლ 0,002 ნორმალობის H_2SO_4-ის ხსნარს, ახურავენ საცობს და ანჯღრევენ

30 წუთის განმავლობაში, რის შემდეგ ფილტრავენ მკვრივ უნაცრო ფილტრში, ფილტრატის პირველ ჩამონადენს გადაღვრიან.

25-50 მლ გამჭვირვალე ფილტრატს ათავსებენ 100 მლ-იან საზომ კოლბში და აწარმოებენ მასში ფოსფორის განსაზღვრას კოლორიმეტრული მეთოდით ე.ტრუოგ-მეიერის მოდიფიკაციით, ე.ი. საზომ კოლბში გადატანილ ფილტრატს ანეიტრალებენ ბეტა-დინიტროფენოლის მიხედვით (როგორც ეს აღწერილია მაჩიგინის და ოლსენის მეთოდებში), გამოხდილი წყლით მიიყვანენ დაახლოებით 90 მლ-მდე, შეანჯღრევენ და ამატებენ 4 მლ მოლიბდენმჟავა ამონიუმს გახსნილს გოგირდმჟავაში. ხსნარს ხელმეორედ შეურევენ, გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე, ამატებენ 6 წვეთ $SnCl_2$-ის ხსნარს და კარგად შეურევენ. ამ დროს ხსნარი მიიღებს ლურჯ შეფერვას. შეფერვის ინტენსივობა დამოკიდებულია ხსნარში ფოსფორის რაოდენობაზე. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ტრუოგის მეთოდით ადვილადხსნადი ფოსფორის განსაზღვრის დროს მიღებული შეფერვა არამდგრადია და დროის მიხედვით იცვლება. ამიტომ საჭიროა გამოსაკვლევი და სანიმუშო ხსნარების შეფერვათა ინტენსივობის შედარება ვაწარმოოთ ხსნარის შეფერადებიდან 5-15 წუთის განმავლობაში, რადგან 15 წუთის შემდეგ შეფერვის ინტენსივობა იკლებს. თუ ხსნარების შეფერვათა ინტენსივობის შედარება გადასცდა 15 წუთს, მაშინ გამოსაკვლევ და სანიმუშო ხსნარებს მათი შედარების წინ ამატებენ თითო წვეთ $SnCl_2$ ხსნარს და კარგად ანჯღრევენ.

ტრუოგის მეთოდი თავისუფლად შეიძლება იქნეს გამოყენებული ნიადაგის ფოსფორიან სასუქებზე მოთხოვნილების განსაზღვრისათვის. თუ აღნიშნული მეთოდით განსაზღვრული ფოსფორი 2,5 მგ-მდეა 100 გ ნიადაგში, მაშინ ასეთი ნიადაგი ძალიან საჭიროებს ფოსფორიან სასუქების შეტანას; თუ აღნიშნული მეთოდით ნიადაგში ადვლადხსნადი ფოსფორი 2,5 – 10 მგ-მდეა 100 გ ნიადაგში, მაშინ ასეთი ნიადაგი საშუალოდ საჭიროებს ფოსფორიან სასუქებს, ხოლო თუ ნიადაგში ადვილად ხსნადი ფოსფორი 10 მგ-ზე მეტია 100 გრამ ნიადაგში, მაშინ ასეთ ნიადაგებში ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება საჭირო არ არის.

საჭირო რეაქტივები:

1. H_2SO_4- ის 0,002 ნორმალობის ხსნარი; იღებენ H_2SO_4-ის 0,1 ნორმალობის 20 მლ ხსნარს 1 ლიტრიან საზომ კოლბში და გამოხდილი წყლით ავსებენ ნიშანხაზამდე. ბუფერული ხსნარის მიღების მიზნით 1 ლიტრ H_2SO_4-ის 0,002 ნორმალობის ხსნარს ამატებენ 3 გრამ $(NH_4)_2SO_4$. ასეთი წესით მომზადებული H_2SO_4-ის ხსნარის pH=3,0;

2. მოლიბდენმჟავა ამონიუმის ხსნარი გოგირდის მჟავაში. 25 გრამ კრისტალურ მოლიბდენმჟავა ამონიუმის მარილს ხსნიან 200 მლ წყალში, აცხელებენ 60^0-მდე და ფილტრავენ; 280 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას (კუთ.წ. 1,84) ანზავებენ წყლით 800 მლ-მდე (გოგირდის მჟავა არ უნდა შეიცავდეს ფოს-ფორს და დარიშხანს) და როცა პირველი და მეორე ხსნარი გაცივდება, მათ ერთმანეთში ურევენ (მოლიბდენმჟავა ამონიუმის ხსნარს ამატებენ გოგირდმჟავას ხსნარში). გაცივებული ხსნარის მოცულობას გამოხდილი წყლით მიიყვანენ 1 ლიტრამდე.

3. კალას ქლორიდის ხსნარი მარილმჟავაში. 0,25 გრამ $SnCI_2$, $2H_2O$ ხსნიან 10 მლ 10 %-იან HCI-ის ხსნარში. მისი მომზადება საჭიროა ყოველდღიურად ანალიზის ჩატარები წინ.

4. ფოსფორის სანიმუშო ხსნარი. გადაკრისტალებულ, ალკო-ჰოლით გარეცხილ და გამშრალ 0,1917 გრამ KH_2PO_4-ს ხსნიან 1 ლიტრ გამოხდილ წყალში. ამრიგად მომზადებული სანიმუშო ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,1 გ P_2O_5-ს. ასეთი წესით მომზადებული ხსნარიდან იღებენ 100 მლ, გადააქვთ იგი 1 ლიტრიან საზომ კოლბში, მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ასეთი ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,01 მგ P_2O_5.

11.5. ბურიელის და ჰერნანდოს მეთოდი.

მეთოდი პირველად გამოიყენეს ესპანეთში ნიადაგიდან მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის გამოსაყოფად. გამო-ყენებული იყო ხსნარი, რომელიც შეიცავს Ca, Mg, SO_4 და CO_2 ისეთი შეფარდებით, რომელიც ავტორთა აზრით შეესაბამება ამ იონების შეფარდებას ნიადაგი–მცენარის სისტემაში.

მეთოდის ავტორები თვლიან, რომ ეს ხსნარი გამოსაყენებელია (მისი ბუფერობის გამო) აგრეთვე მოძრავი ფოსფორის განსაზღვრისათვის კარბონატულ ნიადაგებზე. მეთოდი ძალიან მარტივია. საქართველოში, სომხეთში და დოკუჩაევის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტში აღნიშნული მეთოდის გამოცდისას მიღებული იყო დამაკმაყოფილებელი შედეგები.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე, მეთოდი მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნეს იმ შემთხვევაში, როცა მეურნეს გააჩნია სხვადასხვა ტიპის ნიადაგები, აგრეთვე, როცა აუცილებელია ნიადაგის გამოკვლევა პროფილის მიხედვით მასში ფოსფატების შემცველობაზე.

ანალიზის მსვლელობა. წონიან 1 გრამ ნიადაგს და ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 100 მლ გამხსნელ ხსნარს და ანჯღრევენ როტატორზე 5 წუთის განმავლობაში (60-70 ბრუნი წუთში სიჩქარით). შემდეგ სუსპენზიას ფილტრავენ და ფილტრატში P_2O_5-ს საზღვრავენ კოლორიმეტრული წესით, დენიჟეს მეთოდის რომელიმე ვარიანტით, რომელიც მიღებულია მოცემულ ლაბორატორიაში. ავტორები – ბურიელი და ჰერნანდო – აღნიშნულ მეთოდს თვლიან როგორც უნივერსალურს და რეკომენდაციას იძლევიან გამოყენებულ იქნეს მსუბუქ და მძიმე ნიადაგებზე, როგორც მჟავე, ისე ნეიტრალური და სუსტი ტუტე რეაქციის პირობებში.

საქართველოში მ.საბაშვილის ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიის და მელიორაციიის ინსტიტუტში 1970 - 1990 წლებში ბურიელ-ჰერნანდოს მეთოდი ისწავლებოდა სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე სხვადასხვა კულტურებზე დაყენებული მინდვრის ცდების ბაზაზე.

აღნიშნული მეთოდით საშუალო და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებისათვის, pH 6,5 –7,8 პირობებში რეკომენდირებულია ფოსფორით უზრუნველყოფის შემდეგი ინდექსები:

1. < 6,0 მგ P_2O_5 100 გ ნიადაგზე – ფოსფორით ღარიბი ნიადაგი.

2. 7,0-დან 15,0 მგ-მდე P_2O_5 100 გ ნიადაგზე – ფოსფორით საშუალოდ უზრუნველყოფილი ნიადაგი.

3. > 15 მგ P_2O_5 100 გ ნიადაგზე – ფოსფორით კარგად უზრუნველყოფილი ნიადაგი.

საჭირო რეაქტივები:

გამხსნელი ხსნარი: წონიან 0,1 გრამ $CaCO_3$ და 0,088 გრამ $MgCO_3$, გადაიტანენ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში, რომელშიც წინასწარ მოთავსებულია 700 მლ-მდე გამოხდილი წყალი, ანჯღრევენ კარგად კარბონატების სრულ გახსნამდე. ამის შემდეგ, ამატებენ კოლბში 0,5 მლ 20%-იან გოგირდის მჟავას და 2,45 მლ 98 %-იან ძმარმჟავას, კოლბის შიგთავსი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და შეურევენ. დამზადებული ხსნარის pH უნდა იყოს დაახლოებით 3,25.

11.6. წყალხსნადი ფოსფატების განსაზღვრა.

აგროქიმიურ გმოკვლევებში ნიადაგში წყალხსნადი ფოსფატების რაოდენობის განსაზღვრისათვის იყენებენ წყლით გამონაწურს, თუმცა წყლით გამოძევებული ფოსფატების ძალიან მცირე რაოდენობა, უმეტეს შემთხვევაში ეჭვის ქვეშ აყენებს მიღებული მონაცემების სიზუსტეს. წყალხსნადი ფოსფატების რაოდენობა დიდად არის დამოკიდებული ნიადაგსა და წყალს შორის შეფარდების სიდიდეზე. რაც უფრო მეტი წყალია აღებული 1 გ ნიადაგზე, მით მეტი ფოსფატები გადავა ნიადაგიდან ხსნარში, მაგრამ იმავე დროს, მით ნაკლები იქნება მათი კონცენტრაცია ხსნარში.

მაშასადამე, ნიადაგსა და წყალს შორის განსაზღვრული შეფარდების დადგენას არსებითი მნიშვნელობა აქვს წყლით გამონაწურით მუშაობისას. ჩვეულებრივად იყენებენ ისეთ გამონაწურს, რომელიც მიღებულია ნიადაგის წყალთან 1:5 შეფარდების პირობებში. სუსპენზიას ანჯღრევენ 3-5 წუთის განმავლობაში.

სავსებით გამჭვირვალე და უფერული წყლით გამონაწურის მიღება ნიადაგიდან უმეტეს შემთხვევაში საკმაოდ ძნელია.

საჭიროა ფილტრზე გადატანილი იქნეს რაც შეიძლება დიდი რაოდენობით ნიადაგის სუსპენზია. ფილტრატის პირველ ჩამონადენს გადაღვრიან. თუკი ფილტრატი მღვრიეა, საჭიროა მისი ცენტრიფუგირება მაღალი ბრუნვითი რიცხვის პირობებში.

ორგანული ნივთიერებებით შეფერადებული ხსნარების გასაუფერულებლად, საჭიროა ორგანული ნივთიერებების დაჟანგვა პერმანგანატით ან ხსნარის გაუფერულება გააქტივებული ნახშირით. $KMnO_4$-ით დაჟანგვა წარმოებს გაცხელებით მჟავე არეში (H_2SO_4 ან HCI-ის დამატებით).

ცხელ ხსნარს ტიტრავენ მჟაუნის მჟავით სრულ გაუფერულებამდე და MnO_2-ის ნალექის გახსნამდე. ჭარბ მჟაუნის მჟავას შლიან $KMnO_4$-ის ხსნარით და ამ დროს $KMnO_4$-ის მცირე სიჭარბით გამოწვეულ სუსტ ვარდისფერს აქრობენ 0,05 ნორმალობის მჟაუნმჟავას ხსნარის წვეთით. ხსნარს უნაცრო ფილტრის საშუალებით გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და აწარმოებენ განსაზღვრას. (საჭიროა ვერიდოთ მჟაუნის მჟავას სიჭარბეს, რადგანაც ის გავლენას ახდენს მოლიბდენის ლურჯის შეფერვის ინტენსივობაზე).

გააქტივებული ნახშირით გამონაწურის გაუფერულებისას, ნახშირის დამატებამდე საჭიროა ხსნარის შემჟავება მარილის, გოგირდის ან აზოტის მჟავით დაახლოებით 0,1% კონცენტრაციამდე, ამისათვის ხსნარის განსაზღვრულ რაოდენობას (50-90 მლ) ათავსებენ კოლბში, შეამჟავებენ და ამატებენ 0,1 გ გააქტივებულ, წინასწარ გასუფთავებულ ნახშირს, შეანჯღრევენ და ფილტრავენ უნაცრო ფილტრით 100 მლ მოცულობის კოლბში, ფილტრზე დარჩენილ ნახშირს ჩარეცხავენ რამდენიმე ულუფა 0,1 %-იანი მჟავას ცხელი ხსნარით (იგივე ხსნარია, რომელიც გამოყენებული იყო ხსნარის შესამჟავებლად). გამჭვირვალე გაუფერულებელი ფილტრატის ალიქვოტურ ნაწილში წყალხსნად ფოსფატებს საზღვრავენ დენიჟეს მეთოდის რომელიმე ერთი ვარიანტით, რომელიც გამოყენებულია ლაბორატორიაში (მაგ. ტრუოგ-მეიერის ვარიანტი).

II.11.7. ნიადაგში აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის საერთო შემცველობის განსაზღვრის დაჩქარებული მეთოდი. (კ.ე.გინზბურგის, ვ.მ.შჩეგლოვას და ე.ა.ვულფიუსის მიხედვით).

ხსნარის მომზადება. 1-4 გრამ ნიადაგს ათავსებენ ცეცხლგამძლე მინისაგან დამზადებულ 100 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან კოლბში (ან კელდალის კოლბში), ასველებენ 1–3 მლ გამოხდილი წყლით, ამატებენ 10-20 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 და აყოვნებენ 30-60 წუთის განმავლობაში (ან ტოვებენ მთელი ღამის განმავლობაში) ისე, რომ ნიადაგის მთელი წონაკი დასველებული იყოს მჟავით და კარგად გაიჟღენთოს. შემდეგ ნარევს ამატებენ 1 წვეთ 50–72 %-იან $HClO_4$ ან 0,025 გრამ კალიუმის ქლორატს. თუკი ნიადაგი მდიდარია ორგანული ნივთიერებით და გოგირდის მჟავას დამატების შემდეგ ხსნარი შეიფერება მუქ-ყავისფრად, მაშინ ნარევს შეიძლება მაშინვე დაემატოს 2-3 წვეთი $HClO_4$ ან 0,05 გ $KClO_4$. კოლბს ახურავენ პატარა მინის ძაბრს და მიჰყავთ ადუღებამდე ეტერნიტის ან აზბესტით დახურულ ჩვეულებრივ ელექტროქურაზე. თუკი 5-7 წუთი დუღილის განმავლობაში ნარევი გაუფერულდა, მაშინ საჭიროა გაცხელება გავაგრძელოთ კიდევ 15-20 წუთს, რის შემდეგ დაწვას შეწყვეტენ და კოლბს ჩამოიღებენ ქურიდან. ხოლო, თუკი ნარევის ადუღებიდან 5-7 წუთის განმავლობაში ხსნარი არ გაუფერულდება, მაშინ საჭიროა დაემატოს კიდევ 1 წვეთი $HClO_4$ ან 0,025 გ $KClO_4$ და ხელახლა დგამენ კოლბს ქურაზე. კოლბის გაცხელების ამ პროცედურას $HClO_4$-ის (წვეთებით) ან 0,025 გ $KClO_4$ დამატებით იმეორებენ ნარევის სრულ გაუფერულებამდე.

საანალიზო ნიადაგის ქიმიური შედგენილობისგან დამოკიდებულებით მისი სრული დაშლის შემდეგ ნარევის ფერი შეიძლება იყოს მონაცრისფრო ან მოყვითალო. ერთი ნიმუშის დაწვა გრძელდება 20-40 წუთი. დაწვის შემდეგ ნარევს ანზავებენ 20-30 მლ გამოხდილი წყლით, გადაიტანენ 200-250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ამ დროს კარგად ჩარეცხავენ ძაბრს, კოლბის

ყელს და კედლებს. ხსნარს აცივებენ, წყლით მიიყვანენ ნიშან-ხაზამდე და კარგად შეურევენ. დაყოვნების შემდეგ ხსნარში ფოს-ფორთან ერთად შეიძლება განისაზღვროს აზოტი* და კალიუმი.

თუკი ნიადაგში ისაზღვრება მარტო ფოსფორის საერთო შემ-ცველობა, მაშინ ნიადაგის დაწვა შეიძლება ჩატარდეს ქლორის-მჟავასა და კალიუმის ქლორატის დამატებასთან დაკავშირებული ზემოთაღნიშნული სიფრთხილის დაცვის გარეშე.ამ დროს ნიადა-გის დაწვა წარმოებს შემდეგნაირად: 0,5 გრამ ნიადაგს ათავსებენ 100 მლ მოცულობის ცეცხლგამძლე მინის ბრტყელძირიან კოლბ-ში (ან კელდალის კოლბში), ამატებენ რამდენიმე წვეთ წყალს, რათა დასველდეს ნიადაგის აღებული წონაკი, ამატებენ 8 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 და 0,5 მლ $HClO_4$ (50-72%) ან 0,1-0,2 გრამ კალიუმის ქლორატს, ახურავენ კოლბს პატარა ძაბრს და ტოვებენ 30-60 წუთის განმავლობაში (ან მთელი ღამით), რათა კარგად გაიჟღინთოს ნიადაგის წონაკი. ამის შემდეგ ნარევს აცხელებენ (ადუღებენ) ხსნარის სრულ გაუფერულებამდე, გა-დააქვთ საზომ კოლბში (100-200-250 მლ), მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, შეურევენ და ტოვებენ ნიადაგის ნაშთის სრულ დალექვამდე ან ფილტრავენ.

პირველი ან მეორე ვარიანტით ნიადაგის დაწვის შემდეგ მიღებული გამჭვირვალე ხსნარის 10-20 მლ გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, რომელშიც რკინას დალექავენ უორენისა და პიუს მეთოდით: საანალიზო ხსნარის აღნიშნულ რაოდენობას მუდმივი შერევით ამატებენ 6 მლ 10%-იან $K_4Fe(CN)_6$ ხსნარს და შემდეგ 5 მლ $MnSO_4$- ის 10%-იან ხსნარს ჭარბი $K_4Fe(CN)_6$- ის შესაბოჭად. რამოდენიმე წუთით დაყოვნების შემდეგ ნარევს ტიტრავენ ამიაკის 10%-იანი ხსნარით ლურჯი ფერის გადასვლამდე მოწითალო ლილისფერში, ამ დროს ხსნარის pH არის 6,8-6,9 და რკინის და მანგანუმის კომპლექსური შენაერ-თები დაკავებულია ნალექში. იმასთან დაკავშირებით, რომ ამ შემთხვევაში ილექება აგრეთვე ფოსფორი, მისი გახსნისათვის

---

* **მიღებული ხსნარის 50–100 მლ-ში საზღვრავენ აზოტს კელდალის (მაკრო ან მიკრო) მიხედვით.**

საჭიროა დაემატოს 3,5 მლ 2,0 ნორმალობის H_2SO_4-ის ხსნარი. კოლბის შიგთავსი მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და ფილტრავენ მკვრივ ფილტრში.

რკინის დალექვის შემდეგ იღებენ 5-20 მლ გამჭვირვალე ფილტრატს და გადაიტანენ 50-100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ფოსფორის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის დენიჟეს მეთოდის რომელიმე ვარიანტით ან ლაბორატორიაში მიღებული რომელიმე ნებისმიერი მეთოდით.

II. 12. ნიადაგში კალიუმის განსაზღვრის მეთოდები.

კალიუმის შემცველობა ნიადაგში ძირითადად დამოკიდებულია ნიადაგის მინერალურ შედგენილობაზე. სახელდობრ, კალიუმის შემცველი მინერალების, მინდვრის შპატის და სხვათა შემცველობაზე. კალიუმის შემცველი მინერალების განაწილება ნიადაგის სხვადასხვა გრანულომეტრულ ფრაქციაში სხვადასხვაა. ისინი მცირე რაოდენობითაა სილის და მსხვილი მტვერის შედგენილობაში. ყველაზე დიდი რაოდენობითაა წვრილი მტვერის და ლექის შედგენილობაში. ამიტომ, როგორც წესი, ქვიშნარ ნიადაგებში საერთო კალიუმის შემცველობა რამდენჯერმე ნაკლებია, ვიდრე თიხნარ ნიადაგებში. ნიადაგის ქიმიურ შედგენილობაში ასეთი მერყეობა განპირობებულია აგრეთვე სხვა მიზეზებით: ნიადაგწარმომქმნელი ქანის შედგენილობით, ნიადაგის ასაკით, ნიადაგწარმოქმნის ხასიათით და ა.შ.;

კალიუმის ყველა ფორმა ნიადაგში დაკავშირებულია ერთმანეთთან და იმყოფებიან მოძრავი წონასწორობის მდგომარეობაში. მცენარე კვების პროცესში პირველ რიგში ითვისებს შედარებით უფრო მოძრავ ფორმებს, ხოლო, შემდეგ (განვითარების მიხედვით) საშუალოდ მოძრავ (გაცვლითი) და მცირედ მოძრავ (გაუცვლელი) ფორმებს. ამიტომ, კალიუმის მიხედვით ნიადაგის დახასიათებისას, საჭიროა აღირიცხოს არა მარტო ნიადაგის ხსნარში არსებული და გაცვლითი კალიუმი, არამედ, უნდა ვეცადოთ, დავახასიათოთ ნიადაგი გაუცვლელი კალიუმის მხრივაც.

II.12.1. კალიუმის საერთო შემცველობის განსაზღვრა ნიადაგში.

კ.ე. გინზბურგის და სხვ. მეთოდით ნიადაგის ნიმუშის დაწვის შემდეგ მომზადებულ ხსნარში (იხილეთ გვ. 149) კალიუმის საერთო შემცველობა ისაზღვრება ალოვან ფოტომეტრზე.

II.12.2. კალიუმის სხვადასხვა ფორმის განსაზღვრა ნიადაგში.

ნიადაგში კალიუმის შემცველობის განსაზღვრამდე, მისი შენაერთების ფორმების მიუხედავად, აუცილებელია, იგი პირველ რიგში გადაყვანილი იქნეს ხსნარში (წყლის, მარილის, მჟავას). ხსნარში გადასული კალიუმი ისაზღვრება ქიმიური მეთოდებით ან ფიზიკურით: პოტენციომეტრულით, ალოვანი ფოტომეტრით, ატომური აბსორბციით და სხვ.;

12.2. 1. წყალხსნადი კალიუმის განსაზღვრა.

ნიადაგში წყალხსნადი კალიუმი, ჩვეულებრივ, ისაზღვრება ნიადაგის ხსნარში კალიუმის რაოდენობრივი დახასიათებისათვის. მაგრამ, ცნობილია, რომ ნიადაგის ხსნარის კალიუმი და წყალხსნადი კალიუმი სრულებით არ არის ერთიდაიგივე. **ნიადაგის ხსნარის კალიუმი** – ძირითადად ეს არის კალიუმი, რომელიც შედის მარტივი მარილების შედგენილობაში (ქლორიდები, სულფატები, ნიტრატები და სხვ.), იმყოფება ხსნარში ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში, ე.ი. ნიადაგი : ხსნარის ძალიან ვიწრო შეფარდების პირობებში; **წყალხსნადი კალიუმი** – ეს არის იგივე მარტივი მარილების კალიუმი და, გარდა ამისა, რთული მარილების – სილიკატების და ალუმოსილიკატების კალიუმი, რომლებიც გადადიან წყლის გამონაწურში (წყალი : ნიადაგი ფართო შეფარდების პირობებში) აღნიშნული შენაერთების წყალში ჰიდროლიზის შედეგად.

წყალხსნადი კალიუმის შემცველობა არადამლაშებულ ნიადაგებში უმნიშვნელოა – ჩვეულებრივ 1 მგ-ზე ნაკლები 100 გ ნიადაგზე და იგი არ ახასიათებს ნიადაგის ნაყოფიერებას კალიუმის მიხედვით. თუმცა, ეს ანალიზი ფართოდ გამოიყენება

ნიადაგში კალიუმის შენაერთების ფორმების კვლევისას და ნიადაგში კალიუმის დინამიკის, გაკულტურების და განოყიერების ხარისხის შესწავლისას.

ანალიზის მსვლელობა. 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 50 გრამ ჰაერმშრალ ნიადაგს ათავსებენ კონუსურ კოლბში ან 0,5 ლიტრი მოცულობის ნებისმიერ მინის ჭურჭელში, ამატებენ 250 მლ გამოხდილ წყალს, ახურავენ საცობს და ანჯღრევენ 3 წუთის განმავლობაში. წყალი თავისუფალი უნდა იყოს ნახშირმჟავებისგან, რასაც აღწევენ წინასწარ 30-40 წუთის განმავლობაში წყლის დუღილით.

ნიადაგის სუსპენზიას ფილტრავენ უნაცრო დაკეცილი ფილტრით. გაფილტვრის წინ ჭურჭლის შიგთავსს ენერგიულად შეანჯღრევენ და სუსპენზია სწრაფად გადააქვთ ფილტრზე. თუკი ფილტრატის პირველი ულუფები მღვრივეა, მას უკანვე აბრუნებენ ნიადაგიან ფილტრზე. უმჯობესია გაფილტვრის პირველ წუთებში ძაბრი (ნიადაგით) დავდგათ იგივე ჭურჭელზე, რომელშიც ჩატარდა ნჯღრევა. მას შემდეგ, რაც დავრწმუნდებით, რომ იფილტრება გამჭვირვალე სითხე ძაბრს გადავიტანთ სუფთა კოლბზე (მიმღები). ძლიერ ნელი ფილტრაციის შემთხვევაში წყლის აორთქლებისაგან დასაცავად ძაბრს ახურავენ საათის მინას.

კალიუმის კონცენტრაცია წყლის გამონაწურში ჩვეულებრივად იმდენად დაბალია, რომ მისი განსაზღვრისათვის საჭიროა წინასწარი კონცენტრირება 5-10-ჯერ; 100-200 მლ გამჭვირვალე ფილტრატი გადააქვთ დიდ ფაიფურის ჯამში და დგამენ წყლის აბაზანაზე. ხსნარს მთლიანად აორთქლებენ. ალოვან ფოტომეტრზე განსაზღვრისას მშრალ ნაშთს ამატებენ 10-20 მლ 0,1 ნორმალობის HCI-ს; ხოლო, ქიმიური მეთოდებით კალიუმის განსაზღვრისათვის (კობალტნიტრიტით, ტეტრაფენილბორატით) – ამატებენ 10-20 მლ ფორმალინის 2%-იან ხსნარს.

ფაიფურის ჯამზე არსებულ მშრალ ნაშთს გასრესენ მინის წკირით (მრგვალი დაბოლოებით). კარგად ჩარეცხავენ ჯამის კედლებს (ალოვან ფოტომეტრზე განსაზღვრისას 10-20 მლ 0,1

ნორმალობის HCI-ით) და ფილტრავენ პატარა უნაცრო ფილტ-რით. ხსნარში საზღვრავენ კალიუმს.

ანალიზის სიზუსტის ძალზე მაღალი მოთხოვნის პირობებში (ქიმიური მეთოდებით) რეკომენდებულია წყლით გამონაწური აორთქლებამდე გატარდეს სვეტში CI – ანიონიტით, რათა მოცი-ლებული იქნეს ხსნარიდან SO_4^{2-} და PO_4^{3-} ანიონები.

12.2.2. გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრა ნიადაგში.

კალიუმით ნიადაგის უზრუნველოფის განსაზღვრისათვის და კალიუმიანი სასუქების დოზების დადგენისათვის შესაფასებელ მაჩვენებლად ფართოდ გამოიყენება გაცვლითი კალიუმის სიდიდე.

ა.ა. მასლოვას მეთოდი.

გაცვლით კალიუმს ნიადაგიდან აძევებენ 1,0 ნორმალობის ძმარმჟავა ამონიუმის ხსნარით, ნიადაგის : ხსნართან 1 : 10 შეფარდების პირობებში და 1 საათიანი ნჯღრევით. როგორც ჩატარებულმა გამოკვლევებმა უჩვენეს 1,0 ნორმალობის ძმარ-მჟავა ამონიუმის ხსნარი ითვლება უნივერსალურად და რეკო-მენდებულია გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრისათვის როგორც არაკარბონატულ ისე კარბონატულ ნიადაგებზე. აღნიშნული მეთოდით ნიადაგიდან გამოძევებული გაცვლითი კალიუმი საერთო კალიუმის რაოდენობის 75%-ს შეადგენს.

ანალიზის მსვლელობა. წონიან 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 5 გრამ ნიადაგს, ამატებენ 50 მლ 1,0 ნორმალობის ძმარმჟავა ამონიუმის ხსნარს (pH – 7,0) და დგამენ როტატორზე. 1 საათიანი ნჯღრევის შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ და გამჭვირვალე ფილტრატში კალიუმს საზღვრავენ ალოვან ფოტომეტრზე.

12.2.3. კალიუმის რაოდენობის განსაზღვრა ალოვანი ფოტომეტრით.

კალიუმის რაოდენობა მგ-ობით 100 გრამ ნიადაგზე გამოითვლება საყალიბო მრუდის მიხედვით. მის ასაგებად აუცილებელია შესაბამისი მონაცემები, რომელიც მიიღება წინასწარ ცნობილი კალიუმის შემცველობის სანიმუშო ხსნარებისაგან, რომლებიც საკვლევი ხსნარების მსგავსად შეჰყავთ აპარატის ალში და თითოეული ხსნარისათვის გალვანომეტრის სკალიდან ღებულობენ მაჩვენებელს.

სანიმუშო ხსნარების გასინჯვა უმჯობესია საკვლევი ხსნარების გასინჯვის დაწყებამდე. ასევე, ყოველი 10 ცალი საკვლევი ხსნარის გასინჯვის შემდეგ, საჭიროა სანიმუშო ხსნარების ნაწილის, კერძოდ, უმცირესი, საშუალო და უმაღლესი შემცველობის მქონე ხსნარების გასინჯვა და თუ აღმოჩნდა სერიოზული გადახრა ძირითადი გასინჯვისას მიღებულ მაჩვენებლებიდან, მაშინ აუცილებელია საყალიბო მრუდის ასაგებად მონაცემების კვლავ აღება.

სანიმუშო ხსნარების მოსამზადებლად პირველ რიგში საჭიროა ძირითადი (კონცენტრირებული) ხსნარის მომზადება, რისთვისაც 0,7915 გ ორჯერ გადაკრისტალებული KCl გადააქვთ მშრალ 1 000 მლ-იან საზომ კოლბში და ამატებენ იმ ხსნარს, რომელსაც ხმარობენ ნიადაგიდან კალიუმის გამოსაძევებლად (ამ კონკრეტულ შემთხვევაში ვისარგებლებთ მასლოვას მეთოდით, რომლის მიხედვით ნიადაგიდან კალიუმს აძევებენ 1 н ძმარმჟავა ამონიუმით). აღებულ KCl-ის წონაკს ხსნიან აღნიშნულ ხსნარში და კოლბს იმავე ხსნარით შეავსებენ ნიშანხაზამდე. მიღებული ძირითადი ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,5 მგ K_2O-ს.

მასლოვას მეთოდის მიხედვით ნიადაგის შეფარდება ხსნართან ტოლია 1:10, ე.ი. 5 გ ნიადაგს ამატებენ 50 მლ 1 н CH_3COONH_4 – ს. საჭიროა დადგინდეს 100 გ ნიადაგს რამდენი მლ სანიმუშო ხსნარი შეესაბამება:

5 გ – 50 მლ

100 გ – X

$$X = (100 \cdot 50) : 5 = 1\ 000 \text{ მლ};$$

თუ ძირითადი ხსნარიდან 250 მლ-იან საზომ კოლბში ჩავასხამთ 0,5 მლ-ს, მაშინ 1 ლ ხსნარში იქნება კალიუმის შემდეგი რაოდენობა:

0,25 მგ – 250 მლ – ში

X მგ – 1 000 მლ-ში

$$X = (0{,}25 \cdot 1\ 000) : 250 = 1 \text{ მგ}.$$

ზემოთ აღნიშნულის მსგავსად 250 მლ-იან საზომ კოლბებში ძირითადი ხსნარის – 0,5; 1; 2; 4; 5; 10; 20; 40; 50 მლ-ის მოთავსებით, რომელსაც შეავსებენ ნიშანხაზამდე, შესაბამისად გვექნება:

1; 2; 4; 8; 10; 20; 40; 80 და 100 მგ, რაც შეესაბამება K_2O –ს მგ-ობით 100 გ ნიადაგში.

თუ ალოვანი ფოტომეტრის ალში სანიმუშო ხსნარების (მგ, ლ) 1; 2; 4; 8; 10; 20; 40; შეყვანისას გალვანომეტრმა გვიჩვენა: 4; 8; 17; 34; 45; 92; 184 და ორდინატის ღერძზე გადავზომავთ სტანდარტული ხსნარების კონცენტრაციის მნიშვნელობებს, ხოლო აბსცისის ღერძზე გალვანომეტრის ჩვენებას, საყალიბო გრაფიკი შემდეგ სახეს მიიღებს (ნახაზი 3).

აღნიშნულ გრაფიკს თუ შევუფარდებთ საკვლევი ხსნარის ალში შეყვანის შემდეგ გალვანომეტრის ჩვენებებს, მივიღებთ კალიუმის შემცველობას (მგ) 100 გ ნიადაგში.

დავუშვათ, რომ საკვლევი ნიადაგის გამონაწურმა (საკვლევ-მა ხსნარებმა) გალვანომეტრზე მოგვცა შემდეგი ჩვენებები:

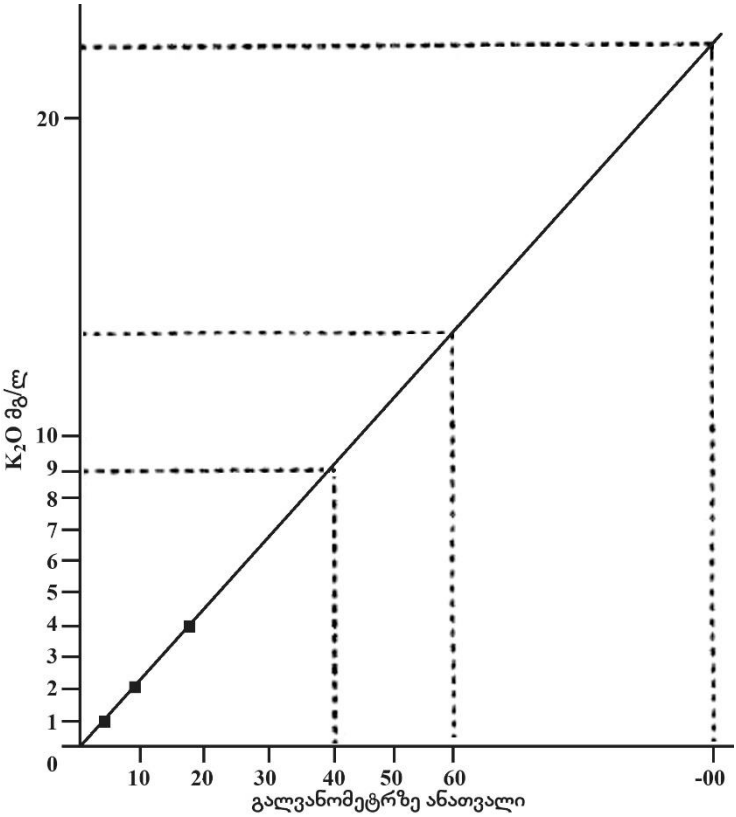
№ 1 – 40; **№ 2** – 60; **№ 3** – 100 და სხვა.

მოცემული გრაფიკის მიხედვით 100 გ ნიადაგში K_2O-ს შემცველობა (მგ) ტოლია შემდეგი მაჩვენებლების:

№ 1 – 9,0 **№ 2** – 13,0 **№ 3** – 22,0

ალოვანი ფოტომეტრის არქონის შემთხვევაში, ანალიზს ატა-რებენ ავტორის მიერ შემოთავაზებული მეთოდის მიხედვით. ჰაერმშრალ 20 გრამ ნიადაგს ათავსებენ 400-500 მლ მოცულობის მინის ჭურჭელში, ამატებენ 200 მლ CH_3COONH_4-ის 1,0 ნორმა-ლობის ხსნარს, რომლის pH - 7,0-ია. ჭურჭელს ახურავენ რეზინის

საცობს და ანჟღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში. მიღებულ სუსპენზიას ფილტრავენ. 50-100 მლ გამჭვირვალე ფილტრატს ათავსებენ ფაიფურის ჯამში და აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე. აორთქლების შემდეგ ჯამში დარჩენილ ნალექს ამატებენ 2 მლ 30%-იან წყალბადის ზეჟანგს და 2 მლ 10 %-იან HNO_3 ორგანული ნივთიერების დაშლისათვის და ფრთხილად აშრობენ ეტერნიტის ქურაზე. ამის შემდეგ ჯამს ათავსებენ მუფელის ღუმელში 400-500^0 ტემპერატურის პირობებში (ორგანული ნივთიერების სრულ დაშლამდე და ამონიუმის მარილების სრულ გაქრობამდე). ამ დროს ნალექი ღებულობს ფერფლის ფერს.



ნახაზი 3.

ჟანგეულების გადასაყვანად ქლორიდებში ჯამში ამატებენ 2-3 წვეთ 25%-იან HCI-ს. ჯამის შიგთავსს რეცხავენ ცხელი გამოხდილი წყლით, გადაიტანენ პატარა ფილტრზე და ფილტრავენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. კალიუმის განსაზღვრას აწარმოებენ კობალტნიტრიტის მოცულობითი ან სხვა ქიმიური მეთოდის გამოყენებით.

რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი:

1. ნორმალობის ძმარმჟავა ამონიუმი. 77,1 გრამ CH_3COONH_4-ს ხსნიან 900-950 მლ გამოხდილ წყალში, შეანჯღრევენ და საზღვრავენ pH-ს. ჩვეულებრივ ხსნარის რეაქცია არის სუსტი მჟავე. ამატებენ წვეთ-წვეთობით 10%-იან ამიაკს, ხსნარის რეაქცია მიჰყავთ pH-7,0-მდე. ხსნარის მოცულობა წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე და კარგად შეანჯღრევენ.

2. 10%-იანი HNO_3; 115 მლ კონცენტრირებული HNO_3 1 ლ გამოხდილ წყალში.

3. 30%-იანი წყალბადის ზეჟანგი;

4. 25%-იანი HCI; 634,8 მლ კონცენტრირებული HCI 1 ლ გამოხდილ წყალში

12. 2.5. გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრა ეწერ ნიადაგებში პეივეს მეთოდით.

მეთოდის პრინციპი. გაცვლით კალიუმს ნიადაგიდან გამოდევნიან NaCI-ის 1,0 ნორმალობის ხსნარით. ნიადაგის ხსნართან შეფარდება უდრის 1 : 2. ნჯღრევის დრო 5 წუთია. ხსნარში გადმოსული კალიუმი ისაზღვრება მასზე მშრალი ნატრიუმის კობალტნიტრიტის დამატებით.

პეივეს მეთოდით კალიუმის ანალიზური განსაზღვრის საფუძველია კალიუმის უმცირესი კონცენტრაციის პრინციპი, რომლის დროსაც მოცემულ პირობებში წარმოებს ნატრიუმის კობალტნიტრიტით ნალექის გამოყოფა. რადგანაც ხსნარში კალიუმის უმცირესი კონცენტრაცია განსაზღვრული ტემპერატურის პირობებში პრაქტიკულად მუდმივია, ამიტომ საანალიზო ხსნარის რამდენჯერმე განზავების გზით შეიძლება ვიპოვოთ ეს უმცირესი

კონცენტრაცია, ხოლო, განზავების რიცხვის აღრიცხვით გამოვიანგარიშოთ კალიუმის შემცველობა ხსნარში. ავტორის მიერ დადგენილია, რომ აღნიშნული ანალიზის ჩატარებისთვის საუკეთესოა 12-დან 24^0-მდე ტემპერატურის ინტერვალი.

ანალიზის მსვლელობა. 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 25 გრამ ნიადაგს ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კოლბში. ამატებენ 50 მლ NaCI-ის 1,0 ნორმალობის ხსნარს და ანჯღრევენ როტატორზე ან ხელით 5 წუთის განმავლობაში. ხსნარს ფილტრავენ მკვრივი ფილტრის გამოყენებით.

წინასწარ შეარჩევენ 10 ცალ ერთნაირი მოცულობის სინჯარას. აყალიბებენ მათ 5 მლ მოცულობაზე და ნომრავენ. გამჭვირვალე ფილტრატიდან დანაყოფებიანი ზუსტი პიპეტის საშუალებით იღებენ ხსნარს და ათავსებენ სინჯარებში ქვემოთ მითითებული რაოდენობით:

სინჯარის №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ხსნარი, მლ	5	4	3	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1.0	0

ყველა სინჯარაში (გარდა პირველისა) ხსნარს შეავსებენ ნიშანხაზამდე (5 მლ-მდე) NaCI-ის 1,0 ნორმალობის ხსნარის დამატებით, შეანჯღრევენ და ამატებენ ქიმიურად სუფთა (წყალში გახსნისას არ უნდა იძლეოდეს სიმღვრივეს) 0,1 გრამ მშრალ ნატრიუმის კობალტნიტრიტს. შეანჯღრევენ და აყოვნებენ 30 წუთის განმავლობაში. მე-10 სინჯარაში ათავსებენ NaCI-ის 1,0 ნორმალობის ხსნარს და ჩადებენ თერმომეტრს, რათა გაირკვეს თუ რა ტემპერატურაზე მიმდინარეობს კალიუმის დალექვა. ნახევარი საათის შემდეგ აკვირდებიან ნალექის გამოყოფას (მზიან ამინდში ფანჯარასთან, მოღრუბლულ დღეს კი ნათურასთან) ჩაიწერენ იმ პირველი სინჯარის ნომერს, რომელშიც არ წარმოშობილა არც ნალექი და არც სიმღვრივე. ამ სინჯარაში ხსნარს აქვს კალიუმ-ნატრიუმ კობალტნიტრიტის ზღვრული კონცენტრაცია, რომლის დროსაც არ შეიძლება კიდევ მოხდეს დალექვა მოცემულ პირობებში.

თუ ნიადაგში დიდი რაოდენობით არის კალიუმი და თვით ბოლო სინჯარაშიც კი (მე-9 სინჯარა) რომელშიც მოთავსებულია

1 მლ ხსნარი, წარმოიქმნება სიმღვრივე, მაშინ ასეთ ხსნარს განაზავებენ 2-ჯერ და ხელახლა ატარებენ ანალიზს. საბოლოო შედეგს გადაამრავლებენ 2-ზე.

კალიუმის რაოდენობას მგ-ობით 100 გ ნიადაგზე პოულობენ ქვემოთ მოყვანილი სპეციალური ცხრილით.

ცხრილი 3

K_2O-ს შემცველობის გამოანგარიშება (მგ/100 გ ნიადაგზე) პეივეს მეთოდის მიხედვით.

ხსნარის ტემპერა-ტურა C^0	K_2O-ს შემცვე გობა, მგ/ლ	სინჯარის ნომერი და საანალიზოდ აღებული ფილტრატის რაოდენობა, მლ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0
		K_2O-ს რაოდენობა მგ-ით 100 გ ნიადაგზე								
24	24	4,8	6,0	8,0	9,6	12,0	3,5	15,8	20,0	24,0
23	23	4,6	5,7	7,7	9,2	11,5	12,8	15,2	19,1	23,0
22	22	4,4	5,5	7,3	8,8	11,0	12,2	14,6	18,3	22,0
21	21	4,2	5,2	7,0	8,4	10,5	11,6	14,0	17,5	21,0
20	20	4,0	5,0	6,7	8,0	10,0	11,1	13,3	16,7	20,0
19	19	3,8	4,7	6,3	7,6	9,5	10,5	12,6	15,8	19,0
18	18	3,6	4,5	6,0	7,2	9,0	10,0	12,0	15,0	18,0
17	17	3,4	4,2	5,7	6,7	8,5	9,4	11,3	14,4	17,0
16	16	3,2	4,0	5,3	6,4	8,0	8,9	10,7	13,3	16,0
15	15	3,0	3,7	5,0	6,0	7,5	8,3	10,0	12,5	15,0
14	14	2,8	3,5	4,7	5,6	7,0	7,8	9,3	11,7	14,0
13	13	2,6	3,2	4,3	5,2	6,5	7,2	8,6	10,8	13,0
12	12	2,4	3,0	4,0	4,8	6,0	6,7	8,0	10,0	12,0

დავუშვათ, მაგალითად, რომ ნალექი არ გამოიყო (სიმღვრივე არ წარმოიქმნა) მეშვიდე სინჯარაში, რომელშიც მოთავსებული იყო 1,5 მლ ფილტრატი; ხსნარის ტემპერატურა იყო 18^0 C. ცხრილში ვიპოვით პირველ სვეტში 18^0-ს; 18^0-ის ხაზის გაყოლებით მეშვიდე სინჯარის სვეტთან გადაკვეთის წერტილში ვპოულობთ რიცხვს 12,0-ს. მაშასადამე, საანალიზო ნიმუშში K_2O-ს რაოდენობა ტოლია 12,0 მგ K_2O 100 გ ნიადაგზე.

პეივეს მეთოდით განსაზღვრის შემთხვევაში კალიუმით უზრუნველყოფის ხარისხის მიხედვით ეწერი ნიადაგები იყოფა შემდეგ ჯგუფებად:

ცხრილი 4

კალიუმით უზრუნველყოფის ხარისხის მიხედვით ეწერი ნიადაგების კლასიფიკაცია

კალიუმით ნიადაგის უზრუნველყოფის ხარისხი	K_2O-ს შემცველობა მგ/100 გ ნიადაგზე
ძლიერ ღარიბი	<5
ღარიბი	5 – 7
საშუალო	7 - 10
მდიდარი	10 - 15
ძლიერ მდიდარი	> 15

თავისი სიმარტივით და მისაწვდომობით პეივეს მეთოდმა ფართო გავრცელება ჰპოვა ყოფილ საბჭოთა სივრცეში. მეთოდის ძირითად ნაკლად ითვლება (ძალიან მცირე მწარმოებლობა (10-12 ანალიზი დღეში).

ს ა ჭ ი რ ო რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი: 1. გაყიდვაში არსებობს მზა ნატრიუმის კობალტნიტრიტის მარილი, რომელიც მშრალ მდგომარეობაში გასრესის შემდეგ გამოიყენება უშუალოდ.

2. ნატრიუმის ქლორიდის 1,0 ნორმალობის ხსნარი. 58,5 გრამ NaCI-ს ხსნიან 1 ლიტრ გამოხდილ წყალში. ამოწმებენ NaCI-ის და ნატრიუმის კობალტნიტრიტის რეაქტივების სისუფთავეს: 5 მლ 1 ნორმალობის NaCI-ის ხსნარზე 0,1 გ $Na_3CO(NO_2)_6$ დამატების შედეგად სიმღვრივე არ უნდა წარმოიქმნას.

12. 2. 6. გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრა კარბონატულ ნიადაგებში 1%-იანი ნახშირმჟავა ამონიუმის გამოყენებით.

მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს კალიუმის გამოძევება ნიადაგიდან 1 %-იანი ნახშირმჟავა ამონიუმის ხსნარით. ნიადაგის შეფარდება ხსნართან ტოლია 1:20. 1%-იანი ნახშირმჟავა ამონიუმის ხსნარის და ნიადაგის გამონაწურის მომზადება მოცემულია

მაჩიგინის მეთოდით ფოსფორის განსაზღვრის მეთოდის აღწერისას (იხ. გვ. 139). გამონაწურში კალიუმს საზღვრავენ ალოვან ფოტომეტრზე. სამუშაო სანიმუშო ხსნარებს ამზადებენ 1%-იანი ნახშირმჟავა ამონიუმის გამოყენებით.

12. 2. 7. ო.გ.ონიანის მეთოდი მჟავე ნიადაგებისათვის

მეთოდის საფუძველია კალიუმის განსაზღვრა გოგირდმჟავა გამონაწურში, რომელშიც ერთდროულად ისაზღვრება მოძრავი ფოსფორი.

წონიან 1 მმ დიამეტრის ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 4 გრამ ნიადაგს, ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 100 მლ 0,1 ნორმალობის H_2SO_4- ის ხსნარს, ანჯღრევენ ხელით ან როტატორზე 3 წუთის განმავლობაში და ფილტრავენ მკვრივ უნაცრო ფილტრში.

ფილტრატში კალიუმს საზღვრავენ ალოვან ფოტომეტრზე. ჩატარებული მრავალრიცხოვანი გამოკვლევების საფუძველზე ავტორის მიერ რეკომენდებულია კალიუმით უზრუნველყოფის შემდეგი ინდექსები:

1. 5 მგ-ზე ნაკლები K_2O 100 გ ნიადაგზე –კალიუმით ძლიერ ღარიბი ნიადაგი.
2. 5-10 მგ K_2O 100 გ ნიადაგზე – კალიუმით ღარიბი ნიადაგი.
3. 10-15 მგ K_2O 100 გ ნიადაგზე – კალიუმით საშუალოდ უზრუნველყოფილი.
4. 15-20 მგ K_2O 100 გ ნიადაგზე – კალიუმის ამაღლებული შემცველობით.
5. 20-25 მგ K_2O 100 გ ნიადაგზე – კალიუმის მაღალი შემცველობით.
6. 25-ზე მაღლა მგ K_2O 100 გ ნიადაგზე – კალიუმის ძლიერ მაღალი შემცველობის ნიადაგი.

12. 2. 8. გაუცვლელი კალიუმის განსაზღვრა ნიადაგში.

მცენარის კვებისათვის ყველაზე ადვილად მისაწვდომია წყალხსნადი და გაცვლითი კალიუმი. კალიუმის აღნიშნული მოძრავი ფორმების მარაგი მცენარის მიერ მათი გამოყენების ზომის მიხედვით შეიძლება შეივსოს გაუცვლელი ფორმების ხარჯზე. მცენარის კვებისათვის კალიუმის უახლოესი სათადარიგო, სამარაგო ფორმაა გაუცვლელი კალიუმი.

გაუცვლელი, მაგრამ მცენარისათვის მისაწვდომი კალიუმის მარაგის დასახასიათებლად ხშირად სარგებლობენ სხვადასხვა სახის მჟავე ხსნარებით.

გაუცვლელი კალიუმის განსაზღვრა 2,0 ნორმალობის HCI-ის ხსნარში პჩოლკინას მეთოდით.

მეთოდი ეფუძნება კალიუმის შემცველი პირველადი მინერალების სხვადასხვა ხარისხით ხსნადობას მჟავებში: ადვილად იხსნებიან ქარსები (ბიოტიტი, მუსკოვიტი), ძნელად – ჰიდროქარსები, ნეფელინი და ძნელადხსნადი მინდვრის შპატები. ნიადაგის კალიუმის მოძრაობის ხარისხის მაჩვენებლად ავტორმა შემოგვთავაზა სხვაობა 2,0 ნორმალობის HCI-ის ხსნარში გადასული კალიუმის რაოდენობასა და გაცვლითი კალიუმის რაოდენობას შორის. რაც უფრო დიდია სხვაობა აღნიშნულ რაოდენობებს შორის, მით უფრო დიდია ნიადაგის კალიუმის მობილიზაციის შესაძლებლობა.

ანალიზის მსვლელობა. წონიან 1 მმ დიამეტრის ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 2 გრამ ჰაერმშრალ ნიადაგს და ათავსებენ 200 მლ მოცულობის მინის ჭურჭელში, ამატებენ 50 მლ 2,0 ნორმალობის HCI-ს და ანჯღრევენ როტატორზე 1 საათის განმავლობაში.

მინის ჭურჭელს ახურავენ პატარა ძაბრებს და 48 საათის განმავლობაში ათავსებენ თერმოსტატში 24^0 C ტემპერატურაზე. ამას შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ.

25 მლ ფილტრატი გადააქვთ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, მიჰყავთ წყლით ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

კალიუმის შემცველობას ხსნარში საზღვრავენ ალოვან ფოტომეტრზე.

დაყალიბებული მრუდის ასაგებად სანიმუშო ხსნარების სერიას ამზადებენ 0,5 ნორმალობის HCI-ით.

იგივე ნიადაგში ერთდროულად ისაზღვრება გაცვლითი კალიუმი. 2,0 ნორმალობის HCI-ის ხსნარში კალიუმის შემცველობასა და გაცვლითი კალიუმის (1,0 ნორმალობის ძმარმჟავა ამონიუმის გამონაწურში) რაოდენობას შორის მიღებული სხვაობით ანგარიშობენ გაუცვლელი კალიუმის რაოდენობას.

საკონტროლო კითხვები მე- II თავთან.

1. რა მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ტესტირებას თანამედროვე სოფლის მეურნეობაში?

2. რა ძირითადი მოთხოვნები უნდა იყოს გათვალისწინებული ნიადაგის ნიმუშების აღებისას?

3. რას ეწოდება ელემენტარული ნაკვეთი, რა ზომის შეიძლება იყოს მისი ფართობი? როგორ კეთდება ღრმა ნიადაგური ჭრილი ელემენტარულ ნაკვეთზე? (ხეხილში, ციტრუსებში, ვენახში, ჩაის პლანტაციებში)?

4. რა განსხვავებაა ნიადაგის ინდივიდუალურ და შერეულ ნიმუშებს შორის? აღწერეთ ინდივიდუალური და შერეული ნიმუშების აღების წესი.

5. აღწერეთ ნიადაგის ნიმუშის საანალიზოდ მომზადების წესი.

6. რა უდევს საფუძვლად ნიადაგის ტენის „გამოშრობით“ განსაზღვრის მეთოდს?

7. რას ეწოდება ნიადაგის ჰიგროსკოპული წყალი და როგორ ისაზღვრება იგი?

8. რა განაპირობებს ნიადაგის აქტუალურ მჟავიანობას?

9. რომელ ნიადაგებს ახასიათებთ ნიადაგის ხსნარის მჟავე, ნეიტრალური და ტუტე რეაქცია.

10. დაასახელეთ აქტუალური მჟავიანობის განსაზღვრის მეთოდები.

11. რა იგულისხმება გაცვლითი მჟავიანობის ქვეშ? დაასახელეთ მისი განსაზღვრის მეთოდი.

12. რა განაპირობებს ნიადაგის ჰიდროლიზურ მჟავიანობას? დაასახელეთ მისი განსაზღვრის მეთოდი.

13. გადმოეცით კირის დოზების გაანგარიშების წესი ჰიდროლი-ზური მჟავიანობის მიხედვით.

14. რა იგულისხმება შთანთქმული ფუძეების ჯამის ქვეშ?

15. რაზეა დამოკიდებული შთანთქმული ფუძეების ჯამის სიდიდე ნიადაგში?

16. რომელ ნიადაგებს ახასიათებთ გაცვლითი კათიონების ჯამის მაღალი მაჩვენებელი?

17. რომელი მეთოდით და ხელსაწყოთი საზღვრავენ ნიადაგში კარბონატებს (CaCO3)?

18. დაახასიათეთ ტიურინის სველი დაწვის წესით ჰუმუსის განსაზღვრის მეთოდის არსი.

19. რაზეა დამოკიდებული ჰუმუსის შემცველობა სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში?

20. რომელი ფაზის შედგენილობაშია აზოტი ნიადაგში?

21. როგორი შენაერთების სახით არის წარმოდგენილი აზოტი ნიადაგში?

22. რას წარმოადგენს აზოტის ამიაკური ფორმა და როგორ ისაზღვრება იგი?

23. დაახასიათეთ დისულფოფენოლის მეთოდით ნიტრატული აზო-ტის განსაზღვრის არსი.

24. ადვილად ჰიდროლიზებადი აზოტის განსაზღვრის ტიურინისა და კონონოვას მეთოდის პრინციპი.

25. აღნიშნეთ ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ამიაკური და ნიტრატული აზოტის რაოდენობაზე ნიადაგში.

26. რა არის ნიადაგში მცენარისათვის ფოსფორით კვების წყარო?

27. როგორი შენაერთების სახით არის წარმოდგენილი ფოსფატები მჟავე, ნეიტრალურ და ფუძეებით მაძღარ ნიადაგებში?

28. რას ეწოდება „ფოსფორის მოძრავი შენაერთები“?

29. ნიადაგში მოძრავი ფოსფორის განსაზღვრა შედგება ორი ძირი-თადი ოპერაციისაგან. დაასახელეთ ისინი.

30. რაში მდგომარეობს ფოტომეტრული მეთოდით ფოსფორის განსაზღვრის საფუძველი?

31. რომელი მეთოდები გამოიყენება მჟავე სუბტროპიკულ ნიადა-გებში (მაგ. წითელმიწა) მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრისათვის?

32. რომელი მეთოდები გამოიყენება კარონატულ ნიადაგებში მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრისათვის?

33. რომელ ნიადაგებზე გამოიყენება მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი ფოსფატების განსაზღვრის ე.ტრუოგის მეთოდი? ბურიელ-ჰერნანდოს მეთოდი?

34. დაასახელეთ - „ნიადაგში აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის საერთო შემცველობის განსაზღვრის დაჩქარებული მეთოდის“ ავტორები.

35. რაზეა დამოკიდებული კალიუმის შემცველობის დონე ნიადაგში?

36. როგორი ფორმებითაა წარმოდგენილი კალიუმი ნიადაგში?

37. კალიუმის რომელი ფორმა ითვლება მცენარის კვების უშუალო წყაროდ ნიადაგში?

38. რა როლს ასრულებს ნიადაგში არსებული გაუცვლელი კალიუმი მცენარის კვებაში?

39. დაასახელეთ მჟავე და კარბონატულ ნიადაგებში გაცვლითი და გაუცვლელი კალიუმის განსაზღვრის მეთოდები. მოკლედ აღწერეთ თითოეული მეთოდის გამოყენების ძირითადი პრინციპი.

40. რომელ სასუქებს იყენებენ ნიადაგში აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის შემცველობის ამაღლებისთვის ნიადაგში?

თავი III

ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა

ყოველგვარი ზემოქმედება მცენარეულ სამყაროზე ნიადაგის საშუალებით ხორციელდება და ადამიანის საწარმოო ჩარევის შედეგად მეტნაკლებად იცვლება ნიადაგში მიმდინარე ბიოლოგიური პროცესების ინტენსივობა და მიმართულება.

მიკროორგანიზმების ენერგიის წყარო, ჰუმუსის შექმნის პირობა და აქედან გამომდინარე, ნიადაგის ბიოლოგიური ნაყოფიერების ამაღლების საფუძველი არის ორგანული ნივთიერება, რომელსაც ძირითადად მხოლოდ უმაღლესი მცენარეები წარმოქმნიან და რომლის გარდაქმნაშიც ლომის წილი მიკროორგანიზმებს ეკუთვნით. ნიადაგში მიმდინარე მიკრობიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების შესწავლის გარეშე შეუძლებელია განისაზღვროს სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარების ამოცანები, რომელიც ითვალისწინებს არამარტო ხანგრძლივი დროით მოსახლეობის მომარაგებას ეკოლოგიურად სუფთა სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციით, არამედ გარემოს დაცვას, მის შენარჩუნებას და აუცილებელ განვითარებას.

ბუნებრივ ლანდშაფტებში ორგანული ნივთიერება თითქმის მთლიანად ხვდება ნიადაგში, ხოლო მიწათმოქმედების ზონაში ორგანული ნივთიერების უდიდესი ნაწილი მოსავალთან ერთად გამოიტანება. დგება ენერგეტიკული მასალის დეფიციტი, რის გამოც იზრდება ორგანული ნივთიერების მოხმარება და იწყება ნიადაგის დეჰუმიფიკაცია. ჰუმიფიკაციის ინტენსივობის გაძლიერებისათვის ნიადაგში, სასურველი მიკროფლორის ფორმირებისათვის და მიკრობიოლოგიური პროცესების რეგულირების ბიოლოგიური კრიტერიუმების დასადგენად, პირველ რიგში, აუცილებელი ხდება ნიადაგის ბიოლოგიური მდგომარეობის დიაგნოსტირება, რადგან ბიოლოგიური აქტივობა განიხილება ნიადაგის ნაყოფიერების ხარისხის განმსაზღვრელ ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ტაქსონომიურ ერთეულად. თვით ნიადაგის ბიოლო-

გიური აქტივობა წარმოადგენს ნიადაგსა და მცენარეში მიმდინარე იმ მიკრობიოლოგიური და ბიოქიმიური გარდაქმნების ერთობლიობას, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ბიოლოგიური პარამეტრების მიხედვით შევაფასოთ ნიადაგის აგროეკოლოგიური მდგომარეობა, განვსაზღვროთ მიკროორგანიზმების როლი და მნიშვნელობა ნიადაგის ბიოლოგიური პროდუქტიულობის ამაღლებაში და მაღალნაყოფიერი ნიადაგების ფორმირებაში.

III.I. ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის კვლევის პრაქტიკული მეთოდები

III.I.1. ნიადაგის სუნთქვის ინტენსივობის განსაზღვრის მეთოდები

ნიადაგის ჰაერს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მცენარეთა ზრდა-განვითარებისა და ნიადაგური პროცესების მართვაში. იგი აქტიურად მონაწილეობს ნიადაგში მიმდინარე ქიმიურ და ბიოქიმიურ პროცესებში, გავლენას ახდენს ნიადაგის არის რეაქციაზე (pH), ჟანგვა-აღდგენით პოტენციალზე და ნიადაგში არსებული ქიმიური კომპონენტების ხსნადობაზე. ნიადაგის ჰაერი მცენარეთა ნახშირბადოვანი კვების მნიშვნელოვანი ფაქტორია, რადგან სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის ფორმირებისას დახარჯული ნახშირორჟანგის ნახევარზე მეტს მცენარეები ნიადაგიდან ითვისებენ.

ჰაერის შედგენილობა პერიოდულად ცვლილებებს განიცდის ატმოსფერული და სეზონური მოვლენების გამო, ნიადაგის პროფილის მიხედვით და დამოკიდებულია მინერალური და ორგანული სასუქების შეტანაზე, მცენარის სახეობაზე, ნიადაგის ბიოქიმიურ ქმედითუნარიანობაზე, ჰიდროთერმულ პირობებზე და ა.შ.

ბიოლოგიური პროცესებიდან გამომდინარე, ნიადაგში შთაინთქმება ჟანგბადი და გამოიყოფა ნახშირორჟანგი, რომელიც ხმარდება უაზოტო ორგანული ნაერთების - ნახშირწყლების შექმნას.

$$6CO_2 + 6H_2O + 674\text{კკალ} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

ნახშირორჟანგის გამოყოფა ნიადაგიდან ატმოსფეროში დიფუზიის პროცესში, დამოკიდებულია ნიადაგის მიერ ნახშირორჟანგის პროდუცირებაზე, მის ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებზე, ჰიდროთერმული გარემოს ცვალებადობაზე, მაგრამ გადამწყვეტი როლი ნიადაგის მიერ ნახშირორჟანგის ფორმირებაში ბიოლოგიურ ფაქტორებს ეკუთვნის, ამიტომ CO_2-ის გამოყოფის მიხედვით შეიძლება დავახასიათოთ ნიადაგში მიმდინარე პროცესების ინტენსივობა.

ნიადაგის აიროვანი (გაზური) რეჟიმი შემდეგი მახასიათებლებიდან იქმნება: ნიადაგში ჰაერის შემცველობა, მისი შედგენილობა, აერაცია და გაზების (CO_2, N_2O, NO_2, NH_3) გამოყოფის ინტენსივობა.

კვლევის მიზანდასახულობიდან გამომდინარე, ნებისმიერ სეზონში ნიადაგის სუნთქვის განსაზღვრას აწარმოებენ ყოველ 15 დღეში ან მცენარეთა განვითარების ფაზებს მიუსადაგებენ. ერთდროულად მიმდინარეობს დაკვირვება ჰაერის წნევასა და ტემპერატურაზე, ისევე როგორც ტენიანობასა და ტემპერატურაზე ჰაერშიც და ნიადაგშიც.

ნიადაგის სუნთქვის განსაზღვრის ყველა მეთოდი შეიძლება 3 ჯგუფად დაიყოს:

1. CO_2-ის დაგროვების მეთოდები იზოლირებულ მოწყობილობაში - ზარში. (ზარი ჰქვია იმიტომ, რომ აქვს ზარის ფორმა მინის ან სხვა მასალის ჭურჭელს): ისაზღვრება CO_2-ის საწყისი და საბოლოო კონცენტრაცია იზოლატორის ჰაერში, თვით იზოლატორი დაყენებულია ნიადაგის ზედაპირზე.

2. განიავების (ჰაერის გაწმენდის, გასუფთავების) მეთოდები: ჰაერის ჭავლი მიეწოდება ნიადაგის ზედაპირზე დაყენებულ იზოლატორს (ზარი, ცილინდრი) და ნახშირორჟანგი შთაინთქმება შეუჩერებლად.

3. აბსორბციის მეთოდები: იზოლატორის ქვეშ, ნიადაგის ზედაპირზე, თავსდება ჭურჭელი ტუტით, რომელიც განუწყვეტლივ აწარმოებს ნახშირორჟანგის ადსორბციას.

ნიადაგის სუნთქვის ინტენსივობის განსაზღვრის გამარტივებული მეთოდები დამყარებულია გარემომცველ ჰაერში ნახშირორჟანგის რაოდენობრივი ცვლილებების აღრიცხვაზე, ფართოყელიანი კონუსური კოლბის გამოყენებით.

„კოლბის“ მეთოდს გააჩნია ნაკლოვანებები, რადგან ნიადაგის სუნთქვის განსაზღვრა მიმდინარეობს დახშულ სივრცეში, რაც იწვევს კოლბის შიგნით ჟანგბადის პარციალური წნევის შემცირებას და აირცვლის დარღვევას.

ამ ნაკლოვანების თავიდან ასაცილებლად, ა.შ. გალსტიანის მიერ შემოთავაზებული იქნა კოლბის მოდიფიკაცია. კოლბა, რომელშიც მიმდინარეობდა ნიადაგის სუნთქვის შესწავლა, მიუერთეს გარეთა ჰაერს, მილის საშუალებით, რომელშიც ათავსებენ ნატრონკირს.

ნიადაგიდან გამოყოფილი ნახშირორჟანგის განსაზღვრის ადსორბციული მეთოდი საშუალებას გვაძლევს ვაწარმოოთ დაკვირვება უშუალოდ მინდორში, ერთდროულად ცდის რამდენიმე ვარიანტზე. ეს მეთოდი შემოთავაზებულია შტატნოვის, მინას და კარპაჩევსკის მიერ.

შტატნოვის და მინას მეთოდის გამოყენებადი ვარიანტების ნაკლი მდგომარეობს იმაში, რომ მათი მეთოდები არ ითვალისწინებენ ორ ფაქტორს, რომლებიც გავლენას ახდენენ განსაზღვრის შედეგებზე.

1. როდესაც არ ხდება შთანმთქმელში სითხის არევა, CO_2-ის სორბცია ტუტით მალე დაცხრება და შეწყდება.

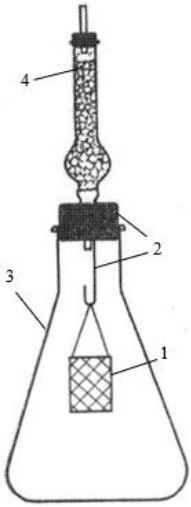
2. ნახშირორჟანგის შთანთქმა დამოკიდებულია შთანმთქმელის ფართობზე. შტატნოვის ადსორბციულ მეთოდში გაანგარიშება წარმოებს იზოლირებულ ფართობზე. რაც უფრო მცირეა შთანმთქმელის ფართობი, CO_2-ის გამოყოფის უფრო დაბალი ინტენსივობა მიიღება. მინა რეკომენდაციას უწევდა შთანმთქმელის ფართობად აეღოთ მასთან ახლოს მდებარე ნიადაგის იზოლირებული ზედაპირი, თუმცა ნიადაგიდან CO_2-ის გამოყოფის გამოთვლამ აჩვენა, რომ შთანთქმა არ არის დამოკიდებული იზო-

ლაციის ფართობზე, არამედ მხოლოდ შთანმთქმელის ფართობზეა დამოკიდებული. კარპაჩევსკიმ წამოაყენა მოსაზრება, რომ გათვალისწინებული უნდა იყოს მხოლოდ შთანმთქმელის ფართობი და განსაზღვრა აწარმოონ უშუალოდ მინდორში საველე პირობებში.

ნიადაგიდან ნახშირორჟანგის გამოყოფის ინტენსივობის განსაზღვრა (გალსტიანის მეთოდი)

მეთოდს საფუძვლად უდევს სუნთქვის ინტენსივობის განსაზღვრა ნახშირორჟანგის რაოდენობრივი ცვლილებების აღრიცხვით ნიადაგის ატმოსფეროში, ფართოყელიანი კონუსური კოლბის დახმარებით (სურ. 2).

ანალიზის მსვლელობა. ახლადაღებული ნიადაგის 10 გ-ს მოათავსებენ მარლის პატარა პარკში და ჩამოკიდებენ კოლბის საცობში ჩამაგრებულ კაუჭზე (ტენიანი ნიადაგის ანალიზის შემთხვევაში იყენებენ ლითონის პატარა კალათებს).



სურ. 2. ხელსაწყო ნიადაგის სუნთქვის განსაზღვრისათვის
1-მარლის პარკი ნიადაგით; 2-საცობი ლითონის საკიდით;
3-განიერყელიანი კოლბა 250 მლ; 4-მილაკი ნატრონკირით.

250 მლ-იან ბრტყელძირიან კოლბაში ასხამენ 25 მლ 0,025 M-ის ბარიუმჰიდროჟანგის (იგივე ბარიუმის ტუტე) ხსნარს, დაახურავენ საცობს, რომელზეც ნიადაგიანი მარლის პარკია დაკიდული და 24 საათით შედგამენ თერმოსტატში 28-30°C ტემპერატურაზე. საანალიზო კოლბებთან ერთად თერმოსტატში ათავსებენ საკონტროლო კოლბას ბარიუმის ტუტის ხსნარით, ოღონდ ნიადაგის გარეშე, კოლბაში არსებული ჰაერის ნახშირორჟანგის რაოდენობის აღრიცხვისათვის. ინკუბაციის მიმდინარეობის დროს კოლბებს პერიოდულად ანჯღრევენ ძალიან ფრთხილად იმისთვის, რომ დაშალონ ბარიუმის კარბონატის აპკი, რომელიც წარმოიქმნება ბარიუმის ტუტის ზედაპირზე.

ექსპოზიციის შემდეგ ბარიუმჰიდროჟანგის ხსნარს, როგორც საანალიზო ნიმუშებში, ისე საკონტროლო კოლბაში ტიტრავენ 0,05 M HCl-ის ხსნარით ინდიკატორ ფენოლფტალეინის გამოყენებით.

საცდელი და საკონტროლო ნიმუშების გატიტვრებს შორის არსებული სხვაობის მიხედვით საზღვრავენ ნიადაგიდან გამოყოფილი ნახშირორჟანგის რაოდენობას. განსაზღვრას აწარმოებენ ორ განმეორებაში.

ნახშირორჟანგის პროდუცირების ინტენსივობას გამოსახავენ მილიგრამობით CO_2 100 გ ნიადაგზე 24 საათის განმავლობაში.

რეაქტივები

1. 0,05 M-ის $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$: 15,8 გ ბარიუმის ტუტეს გახსნიან 1 ლ გამოხდილ წყალში.
2. 0,05 M-ის HCl: 4,1 მლ HCl (d = 1,19) გახსნიან 1 ლ გამოხდილ წყალში.
3. ფენოლფტალეინი - 1%-იანი სპირტის ხსნარი.

გამოყოფილი CO_2-ის შემცველობის განსაზღვრა კარპაჩევსკის მეთოდით

აღნიშნული მეთოდი საშუალებას იძლევა ნიადაგიდან გამოყოფილი ნახშირორჟანგი განისაზღვროს უშუალოდ საველე პირობებში.

ანალიზის მსვლელობა. 50 მლ-იან მინის ჭიქებს, 4-6 სმ დიამეტრით, გაზომავენ მიკრომეტრით, რომ შემდგომში მიღებული ანათვალი გამოიყენონ სითხის ზედაპირის ფართობის გამოსაანგარიშებლად. ჭიქებში პიპეტით ჩაასხამენ 2 მლ (იგივეა რაც სმ^3) 0,1 M-ის KOH-ის ხსნარს, მათგან 2 ჭიქას დატოვებენ საკონტროლოდ, ხოლო საანალიზო ჭიქებს დადგამენ საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის ზედაპირზე ორ განმეორებაში.

წამმზომზე მოინიშნავენ ცდის დაწყების დროს და 20 წუთის შემდეგ ჭიქებში არსებულ ხსნარს მიკრობიურეტიდან გატიტრავენ 0,05 M-ის H_2SO_4-ით ინდიკატორ ფენოლფტალეინის გამოყენებით.

ნახშირორჟანგის გამოთვლას (კგ/ჰა-ზე) აწარმოებენ შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$CO_2 = \frac{(a - b) \cdot M \cdot 0{,}22 \cdot 10^8 \cdot 60}{S \cdot 10^3 \cdot 20} = \frac{(a - b) \cdot M \cdot 66}{S},$$

სადაც a – H_2SO_4-ის რაოდენობა, დახარჯული საკონტროლოს გატიტვრაზე (2 მლ^3 ტუტე), მლ; b – მჟავის რაოდენობა, დახარჯული საცდელი ნიმუშის გატიტვრაზე, მლ; M – გოგირდმჟავის მოლარობა; S - შთანმთქმელის ფართობი, სმ^2; 0,22- CO_2-ის რაოდენობა, რომლის 1 მლ 0,01M-ის მჟავის ექვივალენტურია; 20-ექსპოზიციის დრო, წთ; 60 – 1 საათზე გადასაყვანი; 10^8-ფართობის 1 ჰა-ზე გადასაანგარიშებელი; 10^3-კგ-ში გადასაყვანი;

რეაქტივები

1. 0,1M KOH: 5,6 გ კალიუმის ტუტეს გახსნიან გამოხდილ წყალში, შეავსებენ 1 ლიტრამდე.

2. 0,1M H_2SO_4: 2,8 მლ H_2SO_4 (d=1,84) ჩაასხამენ 500 მლ გამოხდილ წყალში, შეავსებენ 1 ლიტრამდე, აურევენ.

3. ფენოლფტალეინის 1%-იანი სპირტის ხსნარი.

III.I.2. ნიადაგში აზოტფიქსაციის შესწავლის მეთოდები

მოლეკულური აზოტის ფიქსაცია - არის მიკროორგანიზმების ერთ-ერთი მთავარი ფუნქცია დედამიწის ბიოსფეროში. მისი წყალობით შეიქმნა და დღესაც მხარდაჭერილია ყველა მიწისზედა და წყლის ეკოსისტემების აზოტოვანი სტატუსი. მიუხედავად მინერალური აზოტიანი სასუქების წარმოების დიდი წარმატებებისა, კაცობრიობა აზოტზე თავისი მოთხოვნილების 2/3-ზე მეტს ფარავს მისი ბიოლოგიური წყაროების ხარჯზე.

აზოტფიქსაციის ინტენსივობის განსაზღვრა აზოტფიქსატორი მიკროორგანიზმების (დიაზოტროფების) კონკრეტულ ადგილსამყოფელში, „ბიოლოგიური აზოტის“ დაგროვების ხარისხის გარკვევა სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებისათვის, წარმოადგენს ნიადაგის მიკრობიოლოგიის პირველხარისხოვან ამოცანას.

აზოტფიქსაციის აქტივობა არის ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის ერთ-ერთი ინტეგრალური მაჩვენებელი, ამიტომაც ფართოდ გამოიყენება ისეთი მნიშვნელოვანი პროცესების ადრეული დიაგნოსტირებისათვის, როგორიცაა ნიადაგის დაბინძურება მძიმე მეტალებით, შხამქიმიკატებით, ქსენობიოტიკებით, სხვადასხვა ტოქსიკური ნივთიერებებით. ეს მაჩვენებელი შეიძლება იყოს ინფორმატიული ნიადაგების არაერთგვაროვნების (სიჭრელის) შეფასებისას, რაც უკავშირდება მიკრობული მოსახლეობის რეაქციას ნიადაგში მინერალური და ორგანული სასუქების შეტანაზე, ნიადაგის დამუშავების სხვადასხვა ხერხების გამოყენებაზე, აგროტექნიკური და აგრომელიორაციული ღონისძიებების გატარებაზე და სხვ.

აზოტფიქსაციის უნარი მხოლოდ ბაქტერიებს გააჩნიათ. მიკროორგანიზმებს - ეუკარიოტებს (სოკოები, საფუვრები, წყალმცენარეები), ასევე მცენარეებსა და ცხოველებს მოლეკულური აზოტის ფიქსაცია არ შეუძლიათ.

მიუხედავად ამისა, ისინი თავისი მოქმედებით ქმნიან აზოტფიქსაციისთვის ხელსაყრელ პირობებს: ამარაგებენ ბაქტერიებს ადვილად შესათვისებელი საკვები წყაროებით, ამცირებენ მათ გარშემო ჟანგბადის O_2-ის კონცენტრაციას, სწრაფად უკეთებენ

უტილიზაციას მათ მიერ შებოჭილ აზოტს. ამის გამო, როგორც წესი, აზოტფიქსაცია მიმდინარეობს პროკარიოტული და ეუკარიოტული ორგანიზმების სისტემებში და სწორედ ესენი წარმოადგენენ კვლავ ძირითად ობიექტებს აზოტფიქსაციის შესწავლისას ნიადაგში. ამასთანავე საჭიროა ერთმანეთისგან გაიმიჯნოს ნიადაგში აზოტფიქსაციის აქტუალური (მინდვრის) და პოტენციური აქტივობა.

აქტუალური აქტივობა იზომება შესასწავლი სისტემისათვის ეკოლოგიური ფაქტორების კონკრეტული შეთანაწყობის პირობებში და ასახავს პროცესის რეალურ ინტენსივობას დროის გარკვეულ მომენტში.

პოტენციური აქტივობა იზომება ტენიანობისა და ტემპერატურის ოპტიმუმის, მოჭარბებული კვების წყაროს პირობებში, რის შედეგადაც წარმოადგენს მაჩვენებელს, რომელიც აღნიშნული სისტემის აზოტფიქსაციის დონის მაქსიმალურ შესაძლებლობას ავლენს.

აცეტილენის მეთოდი

ნიტროგენაზა - დიაზოტროფული ბაქტერიების აზოტმაფიქსირებელი ფერმენტული კომპლექსია, რომელსაც შეუძლია აღადგინოს ამიაკამდე არა მარტო მოლეკულური აზოტი, არამედ მთელი რიგი სხვა ნაერთებიც, რომელსაც მოლეკულაში სამმაგი კავშირი გააჩნია, კერძოდ კი, აცეტილენი.

ნიტროგენაზის მიერ კატალიზებული მოლეკულური აზოტის აღდგენის რეაქციას შემდეგი განტოლებით გამოსახავენ:

$$N_2 + 6H^+ + 6e \rightarrow 2NH_3$$

სუბსტრატის სახით ნიტროგენაზისათვის აცეტილენის გამოყენების განსაკუთრებით მნიშვნელოვან უპირატესობას წარმოადგენს ის, რომ რეაქციის ერთადერთი საბოლოო პროდუქტი არის ეთილენი:

$$C_2H_2 + 2H^+ + 2e \rightarrow C_2H_4$$

მიხაელისის კონსტანტა (K_m) აცეტილენის აღდგენის რეაქციისათვის დაახლოებით 10-ჯერ უფრო დაბალია, ვიდრე N_2-ის რედუქციისათვის, ხოლო C_2H_2-ის ხსნადობა 60-ჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე აზოტის (20^0C ტემპერატურაზე და 1 ატმ. წნევაზე 1 ლ წყალში იხსნება 1000 სმ^3-მდე C_2H_2 და მხოლოდ 15 სმ^3 N_2). აქედან გამომდინარე, გაზურ ფაზაში, თუნდაც 5% აცეტილენის არსებობისას, მოლეკულური აზოტის აღდგენა სრულიად არის შეჩერებული და მიმდინარეობს მხოლოდ ეთილენის წარმოქმნა.

როგორც ზემოთ მოყვანილი განტოლებებიდან ჩანს, 1 მოლეკულა აზოტის ფიქსაციას შეესაბამება 3 მოლეკულა ეთილენის წარმოქმნა და მაშასადამე, C_2H_2- რედუქციიდან N_2- ფიქსაციაზე გადასვლის კოეფიციენტი უდრის 3-ს.

ეთილენის ანალიზს გაზურ ქრომატოგრაფზე აწარმოებენ. ამასთანავე, ნიტროგენაზის გამოვლენის მგრძნობელობა შეადგენს 10^{-12} M, რაც 10^6-ით უფრო მაღალია კელდალის მეთოდთან შედარებით და 10^3-ით აღემატება იზოტოპურ (^{15}N) მეთოდს.

აცეტილენის მეთოდის თავისებურებანი

ინკუბაციაში აცეტილენთან ერთად აუცილებელ პირობად იგულისხმება გაზების სწრაფი და თანაბარზომიერი გადაადგილება საკვლევ სისტემაში. ეს უკანასკნელი (საკვლევი სისტემა) შეიძლება იყოს ნიადაგის ნიმუში, დარღვეული სტრუქტურის (დაშლილი) ან ბუნებრივი (მონოლითური) აგებულების, მიწის ნაკვეთი ცნობილი ფართობით, სავეგეტაციო ჭურჭელი მცენარით და სხვ. აცეტილენის წყალში კარგად ხსნადობის წყალობით, ზემოაღნიშნული პირობები ადვილად შესრულებადია წყლის კულტურებისა და ქვიშიანი ნიადაგის მცენარეებისთვის, ასევე, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებისთვის. გაცილებით რთულად მიმდინარეობს აირცვლა მძიმე მექანიკური შედგენილობის და ჭარბტენიან ნიადაგებში, რაც აზოტფიქსაციის

ინტენსივობის რეალური მაჩვენებლის შეფასებას აფერხებს. აირ-ცვლის გაძლიერების ერთ-ერთ ხერხად მიჩნეულია აცეტილენის იძულებითი მიწოდება ნიადაგის ნიმუშის სიღრმეში (შუაგულში).

აზოტფიქსაციის განსაზღვრის შედეგებზე დიდ გავლენას ახდენს აცეტილენით ინკუბაციის ხანგრძლივობა. მაგალითად, ხანგრძლივი (2 საათზე მეტი) ინკუბაციის პირობებში შეიმჩნევა გადათვლის კოეფიციენტის მნიშვნელოვანი გადახრა თეორიული გათვლებიდან. ყველაზე მეტად გავრცელებული შეცდომა აცეტი-ლენის მეთოდის გამოყენებისას, არის აცეტილენის ატმოსფე-როში ინკუბაციის დროის თვითნებური გაზრდა. უფრო ხშირად ასეთ მეთოდს მიმართავენ იმ მიზნით, რომ აამაღლონ ეთილენის გამოვლენის მგრძნობელობა, განსაკუთრებით აზოტფიქსაციის დაბალი ინტენსივობის პირობებში. არც თუ იშვიათად, ნიმუშების ინკუბაციას 12-24 საათს და მეტსაც აგრძელებენ. საინკუბაციო დროის გაზრდის სხვა მიზეზი უკავშირდება სურვილს, აწარმოონ ეთილენოგენეზის გაზომვა აცეტილენრედუქციის ხაზოვანი ზრდადობის არეში, რომელიც ჩნდება თავისებური ლაგ-ფაზის შემდეგ 6-24 საათიანი ხანგრძლივობით. დროის ამ მონაკვეთში მიმდინარეობს აზოტფიქსატორი ბაქტერიების პოპულაციების „სახეცვლა“, ფორმირდება მათი ახალი საზოგადოება, რომელიც საწყისი ნიმუშისთვის დამახასიათებელი არ არის.

ხანგრძლივი ინკუბაცია აცეტილენთან ერთად, მთელ რიგ განსხვავებულ ზემოქმედებასაც ახდენს აზოტმაფიქსირებელ სისტემაზე. იგი ვლინდება მცენარეების და მიკროორგანიზმების მეორადი რეაქციის ფორმით, საინკუბაციო კამერის დახშულ სივრცეში ტემპერატურის ცვალებადობისა და CO_2-ის კონცენ-ტრაციის ზრდის გამო (სათბურის ეფექტი). ყველაზე უფრო მნი-შვნელოვანია ეს მოვლენა აზოტფიქსაციის შესწავლისას სის-ტემაში ნიადაგი-მცენარე, რადგან ხანგრძლივი ინკუბაციისას იქმნება პირობები, რომელიც აძლიერებს მიკრობულ აქტივობას. მათი სტიმულაცია დაკავშირებულია როგორც მცენარეებისა და მიკროორგანიზმების პათოლოგიურ რეაქციასთან აცეტილენისა და ეთილენის მიმართ, ასევე წარმოადგენს ფოტოსინთეზის აქტივიზაციის შედეგსაც.

აქედან გამომდინარე, პირველი ზოგადი წესი აცეტილენის მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში, არის აზოტმაფიქსირებელი სისტემის აცეტილენის ატმოსფეროში ყოფნის საინკუბაციო დროის მინიმუმამდე დაყვანა: კვლევის კონკრეტული ამოცანებიდან გამომდინარე, ინკუბაციის დრო შეიძლება მერყეობდეს 15-30 წუთიდან 1-1,5 საათამდე და არ უნდა აღემატებოდეს 2 საათს. მეორე პირობას წარმოადგენს კონტროლი ეთილენის არასპეციფიურ წარმოქმნაზე. ეთილენის წარმოქმნა შეუძლიათ ნიადაგის სოკოებსა და ბაქტერიებს, გამოიყოფა აგრეთვე მცენარეების მიერ და ასევე, მუდმივად არსებობს ტექნიკურ აცეტილენში. ხშირად მას ლაბორატორიული შენობების ჰაერში აღმოაჩენენ ხოლმე, სადაც ეთილენის წყარო არის სპირტქურების და გაზის სანათურების ალი, აგრეთვე სინათლისგან და გაცხელებისგან დაშლილი რეზინი და პოლიეთილენი.

არასპეციფიური ეთილენოგენეზის ინტენსივობა ნიადაგში უშუალოდ მის თვისებებს უკავშირდება. ორგანული ნივთიერებებით მდიდარი ნიადაგები ეთილენს დიდი რაოდენობით გამოყოფენ. ეთილენის წარმოქმნის მატებას ხელს უწყობს აგრეთვე ტენიანობის სიჭარბე, ხოლო აზოტიანი სასუქები, რკინისა და მანგანუმის შენაერთები, პირიქით, ამუხრუჭებენ ეთილენწარმოქმნას ნიადაგში.

ეთილენის წარმოქმნასთან ერთად ნიადაგში მუდმივად მიმდინარეობს მისი შთანთქმა ადსორბციის გზით და ძირითადად, მაინც ეთილენის დაჟანგვის ხარჯზე მიკროორგანიზმების მიერ, რომელთა უმრავლესობას გააჩნია უნარი ეთილენი გამოიყენოს ენერგიის ერთადერთ წყაროდ. საგულისხმოა ის გარემოება, რომ ნიადაგის აირის ფაზაში აცეტილენის არსებობის შემთხვევაში ასეთი მიკროორგანიზმების მოქმედება მკვეთრად იზღუდება და ეთილენის დაჟანგვა მთლიანად წყდება C_2H_2-ის 0,0001 ატმ. შემცველობისას. აქედან გამომდინარე, აცეტილენის მეთოდის გამოყენების დროს ეთილენის დაჟანგვა შეიძლება საერთოდ იყოს უგულებელყოფილი, რადგან მიხაელისის კონსტანტა C_2H_2-რედუქციისთვის აზოტფიქსატორ ბაქტერიებში

მერყეობს 0,1-დან 0,75 ატმ-მდე, რაც თავისთავად გამორიცხავს ზემოთხსენებული კონცენტრაციის დამთრგუნველ მოქმედებას.

მაშასადამე, მეორე ზოგადი წესი სარწმუნო ინფორმაციის მისაღებად აცეტილენის მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში, ეყრდნობა ნიადაგში არასპეციფიური ეთილენოგენეზისა და ადსორბციის ზუსტ შეფასებას. ეს უკანასკნელი აუცილებლად უნდა იქნას გათვალისწინებული ჰუმუსის მაღალი შემცველობისა და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგების კვლევისას.

სხვა მიზეზებს შორის, რომელიც გავლენას ახდენს მიღებული შედეგების სიზუსტეზე აცეტილენის მეთოდით სარგებლობის დროს, გამოიყოფა შემდეგი:

1. ეთილენს, როგორც მცენარეების ძლიერ ჰორმონს, შეუძლია შეცვალოს მათი მეტაბოლიზმი, რომელიც, თავის მხრივ, გავლენას მოახდენს მიკროორგანიზმების აზოტფიქსაციის აქტივობაზე.

2. „უკუკავშირის“ მექანიზმის არარსებობა აცეტილენის გამოყენებისას ნიტროგენაზისათვის სუბსტრატის სახით, შეიძლება გახდეს აზოტფიქსაციის რეალური ინტენსივობის მომატების მიზეზი.

3. მოლეკულური აზოტით ნიადაგის მუდმივად მაღალი გაჯერება უკვე წინასწარ გულისხმობს, რომ ნიტროგენაზის სუბსტრატის დეფიციტის გამო, აზოტფიქსაციის დამუხრუჭება ან შეკავება გამორიცხულია. ამავე დროს, ნიადაგის მიკროზონებში აცეტილენის შეღწევის გაძნელება, შეიძლება აზოტფიქსაციის რეალური ინტენსივობის სათანადოდ ვერ შეფასების მიზეზი გახდეს.

გაზოქრომატოგრაფიული ანალიზის ჩატარება შესაძლებელია ნებისმიერი კონსტრუქციის ქრომატოგრაფზე, რომელიც ალოვან-იონიზაციური დეტექტორით არის აღჭურვილი.

აირ-მატარებლის სახით იყენებენ აზოტს, მარკით „განსაკუთრებით სუფთა“ ან იგივე მარკის არგონს. ალოვან-იონიზაციური დეტექტორის კვებისათვის აუცლებელია მტვრისაგან სა-

გულდაგულოდ გაწმენდილი წყალბადისა H_2 და ჰაერის გამოყენება. წყალბადის მიღება შესაძლებელია სხვადასხვა ტიპის წყალბადის გენერატორებიდან.

ხელსაწყოს ქრომატოგრაფიული სვეტი უნდა უზრუნველყოფდეს მკვეთრად დაყოფას (განცალკევებას) და პიკების „ხაზოვნებას“ შემდეგი გაზებისათვის: CH_4 (მეთანი), C_3H_8 (პროპანი), C_2H_2 (აცეტილენი) და C_2H_4 (ეთილენი). მეთანი არცთუ იშვიათად გვხვდება ნიადაგურ ჰაერში, ხოლო პროპანი გამოიყენება შიდა სტანდარტის სახით.

გაზოადსორბციული ქრომატოგრაფიის მეთოდით ანალიზის დროს, სვეტების შესავსებად იყენებენ სილიკაგელს, სფეროსილს და სხვ. გაზურთხევადი ქრომატოგრაფირების დროს მყარი მატარებლები შეიძლება იყოს სილიკაგელი, კიზელგური, ბენტონიტი, ხოლო სტაციონარული ფაზის სახით - მაღალმადუღარი ეთერები.

სამუშაოს დაწყების წინ ხდება ხელსაწყოს ეტალონირება სუფთა ეთილენით სხვადასხვა გაზავებებში, პროპანის ეტალონირებასაც იგივე გაზავებებში აკეთებენ, ხოლო შემდეგ იყენებენ მათ ნარევს განსაზღვრული პროპორციებით. აწარმოებენ თითოეული გაზის შეკავების, შეჩერების პროცესის ქრონომეტრირებას, ზომავენ ქრომატოგრაფიული პიკების სიმაღლეს (უფრო ზუსტად - ფართობს) და გამოითვლიან ხელსაწყოს „დანაყოფის ფასს“. იმავდროულად ფიქსირდება ქრომატოგრაფის სამუშაო პარამეტრები: თერმოსტატისა და შესაფრქვევი კამერის ტემპერატურების სიდიდეები, წნევა და მიწოდების სიჩქარე აირ-მატარებლის, წყალბადისა და ჰაერის - ყველა ეს მონაცემი უნდა დარჩეს მუდმივად უცვლელი ხელსაწყოს მომდევნო ჩართვების დროსაც.

ხელსაწყოში შესაყვანი აირის სინჯების მოცულობა ჩვეულებრივად შეადგენს 0,5-1,0 სმ^3-ს. ყველაზე ხშირად გაზის შესაყვანად 0,5-1,0 სმ^3-იან სამედიცინო შპრიცებს იყენებენ (ტუბერკულინური ან ინსულინის) სილიკონის შემამჭიდროვებელი რგოლებით დგუშზე. სპეციალურად გაზო-ქრომატოგრაფიული ანალიზისათვის აგრეთვე აწარმოებენ და უშვებენ მიკროშპრიცებს,

რადგან ზემოთჩამოთვლილების გარდა, სხვა ტიპის შპრიცები ნაკლებად საიმედოა და ვერ უზრუნველყოფენ საჭირო ჰერმეტულობას სინჯის აირ-მატარებლის ნაკადში შეყვანის მომენტში, რომელიც ამ დროს საკმაოდ მაღალი (3-5 ატმ) წნევის ქვეშ იმყოფება. შესაფრქვევ კამერაში სინჯის სრულად შეყვანის უზრუნველსაყოფად, აუცილებელია ყურადღება მიექცეს ელასტიური მემბრანის მდგომარეობას, რომლის გავლითაც შედის სინჯი კამერაში.

ეთილენისა და პროპანის რაოდენობის განსაზღვრას სინჯში აწარმოებენ მათი პიკების სიმაღლის გაზომვის გზით თვითჩამწერ ლენტზე ან ინტეგრატორის მაჩვენებლების მიხედვით, თუ, რასაკვირველია, გაზური ქრომატოგრაფი აღჭურვილია ინტეგრატორით. ასეთ შემთხვევაში მიიღწევა მაღალი სიზუსტე, რადგანაც ინტეგრატორი განსაზღვრავს ყოველი პიკის მიერ შემოხაზული მრუდის ფართობს. თუმცა ინტეგრატორი დიდ შეცდომებს უშვებს დაბალი სიმაღლის პიკების გაზომვისა და ხელსაწყოს მაქსიმალური მგრძნობელობის შემთხვევაში.

პიკების სიმაღლის გაზომვის დროს, ზოგადად, ხერხდება თავის დაცვა დიდი შეცდომებისგან ისეთი სამუშაო რეჟიმის შერჩევის გზით, როცა პიკები „გადაგვარდებიან“ სწორ ხაზებად.

საბოლოო გამოანგარიშებას აწარმოებენ ხელსაწყოს მგრძნობელობის გათვალისწინებით ეთილენისა და პროპანის მიმართ, შეყვანილი სინჯის მოცულობის, საინკუბაციო კამერის მოცულობის (თუ იგი მუდმივია) და ეთილენიდან აზოტზე გადათვლის კოეფიციენტის მიხედვით.

ანალიზის ყველაზე საპასუხისმგებლო ფაზა გულისხმობს მიღებული შედეგების სწორ ექსტრაპოლაციას დროსა და სივრცეში, რადგანაც შესაძლებელია ანალიზის დროს დაშვებული შეცდომების მრავალჯერადად გაზრდა. არც თუ იშვიათად, აზოტფიქსაციის პროდუქტიულობის გამოთვლას აწარმოებენ არაპრეზენტატული ამორჩევის საფუძველზე, როცა არ ითვალისწინებენ პროცესის დროით დინამიკას და მის სივრცით არაერთგვაროვნებას.

რეაქტივები

1. აცეტილენი ტექნიკური, ბალონებში;
2. ეთილენი და პროპანი ქრომატოგრაფიულად სუფთა, ხელსაწყოს ეტალონებისათვის;
3. კალციუმის კარბიდი CaC_2.

მოწყობილობა

1. გაზური ქრომატოგრაფი ალოვან-იონიზაციური დეტექტორით;
2. არგონი, წყალბადი ბალონებში ან წყალბადის გენერატორი;
3. შეკუმშული ჰაერი რესივერიანი კომპრესორიდან ან ბალონიდან;
4. შპრიცები სამედიცინო ტუბერკულინის ან ინსულინის 0,5-1,0 სმ^3 და 15-20 სმ^3 მოცულობებით;
5. პენიცილინის ფლაკონები საცობებით და მათი დამჭერებით;
6. ერთჯერადი ალუმინის ხუფები და შემოსაგრაგნი მანქანა;
7. ხელსაწყოები აზოტფიქსაციის განსაზღვრისათვის მინდვრის პირობებში.

აზოტფიქსაციის პოტენციური აქტივობის განსაზღვრა

ანალიზის მსვლელობა: აზოტფიქსაციის პოტენციურ აქტივობას საზღვრავენ ახლადაღებული ან ჰაერმშრალი ნიადაგის ნიმუშებში. ამ მიზნით იყენებენ ფესვებისგან გასუფთავებულ და 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გაცრილ 5 გ ნიადაგს და გადაიტანენ პენიცილინის ფლაკონში, დაამატებენ 2% გლუკოზას (აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის მასის მიხედვით) და დაატენიანებენ გასტერილებული ონკანის წყლით, ნიადაგის სრული ტენტევადობის დაახლოებით 80%-მდე. წყალსა და ნიადაგს ერთმანეთში კარგად აურევენ ერთგვაროვანი მასის მიღებამდე. ფლაკონს ბამბის საცობით დაკეტავენ და ერთი დღის მანძილზე შედგამენ საინკუბაციოდ 28^0 C ტემპერატურაზე.

აზოტფიქსაციის პოტენციური აქტივობის განსაზღვრისა-თვის, ნიადაგის თითოეული ნიმუშიდან აიღებენ არანაკლებ 3 წონაკს. ერთდღიანი ინკუბაციის დასრულების შემდეგ ფლაკონს თერმოსტატშივე დაახურავენ რეზინის საცობს. თავისი დამჭე-რებით და მასში შპრიცით შეიტანენ დაახლოებით 0,5 სმ^3 აცეტილენს, რის შემდეგაც ისევ დატოვებენ თერმოსტატში 1 საათით, ხოლო ამ ვადის გასვლის შემდეგ ფლაკონიდან შპრიცით ამოიღებენ გაზის ნარევის ზუსტად 1 სმ^3 სინჯს და შეიყვანენ გაზურ ქრომატოგრაფში. ასევე ზომავენ ეთილენის შემცველობას ორ სხვა ფლაკონშიც.

- გარდა ამისა, დამატებით წონაკში აწარმოებენ ეთილენის არასპეციფიური გამონაყოფის საკონტროლო განსაზღვრას, რის-თვისაც ნიადაგიან ფლაკონს საინკუბაციოდ ათავსებენ თერ-მოსტატში აცეტილენის გარეშე.
- ისაზღვრება აგრეთვე ეთილენის შემცველობა თვით აცეტილენში. ეთილენის არასპეციფიური წარმონაქმნის სიდიდეს და მის შემცველობას აცეტილენში ითვალისწინებენ საბოლოო გაანგარიშების დროს.

აზოტფიქსაციის აქტივობის გასაშუალებული მნიშვნელობა სამი პარალელური სინჯიდან, წარმოადგენს საკვლევ ნიადაგში აზოტფიქსაციის პოტენციალური აქტივობის მახასიათებელს. მას გამოსახავენ - ფიქსირებული აზოტი - მილიგრამებში ან მიკრო-გრამებში 1 დმ^2 (100 სმ^2) ნიადაგზე 1 საათის განმავლობაში (მგ/დმ^2/სთ).

ფილოსფეროში აზოტფიქსაციის პოტენციალური აქტივობის განსაზღვრის მიზნით, მოჭრილ ფოთლებს და ღეროებს ათავ-სებენ ჰერმეტულ 15-20 სმ^3 მოცულობის ფლაკონებში, რომლებ-შიც შეტანილია 3-3 სმ^3-ის ოდენობის ეშბის არე ნახშირწყლების შერეული ნაკრებით (გლუკოზა, მალტოზა, მანიტი, ვაშლის მჟა-ვა), რომელიც თითქმის შეესაბამება ფოთლების ექსტრაქტის შედგენილობას. ინკუბაცია ტარდება 28°C ტემპერატურაზე 2 საათის განმავლობაში, რის შემდეგაც ფლაკონებში შეყავთ 0,5-

1,0 სმ^3-ის ოდენობის აცეტილენი და ინკუბაციას 1 საათით აგრძელებენ. ისევე, როგორც ნიადაგის ნიმუშების კვლევისას, განსაზღვრას აწარმოებენ სამ პარალელურად აღებულ სინჯში. ითვალისწინებენ აგრეთვე ეთილენის შემცველობას აცეტილენში და არასპეციფიურ ეთილენოგენეზს.

საბოლოო გაანგარიშებას აწარმოებენ სამი ნიმუშისათვის. აზოტფიქსაციის პოტენციალურ აქტივობას ფილოსფეროში გამოსახავენ - ფიქსირებული აზოტი მილიგრამებში ან მიკროგრამებში ნიადაგის კვადრატულ დეციმეტრზე ერთი საათის განმავლობაში (მგ/დმ^2/სთ). ამიტომ ერთი ნიმუშისთვის პლანიმეტრის დახმარებით ან მილიმეტრული ქაღალდის (მასზე აწყობენ აღებული სინჯის ფოთლებსა და ღეროებს) გამოყენებით გამოითვლიან ფოთლების ან ღეროების ზედაპირის საშუალო სიდიდეს. აზოტფიქსაციის აქტივობის გაანგარიშება ნიმუშის მასის მიხედვით არაზუსტია, რადგან არ ითვალისწინებს ფოთლებისა და ღეროების აგებულების ხასიათს სხვადასხვა სახეობის მცენარეებისთვის.

აღნიშნული მეთოდი ვარგისია აგრეთვე აზოტფიქსაციის პოტენციალური აქტივობის განსაზღვრისათვის მცენარეთა რიზოსფეროში. ასეთ შემთხვევაში ნიმუშებად წარმოდგენილია საგულდაგულოდ გარეცხილი, პატარა ზომებად დაჭრილი ფესვები. ფესვის ნაჭრების ინკუბირება გრძელდება 2 საათი 28°C ტემპერატურაზე ეშბის არეში ნახშირწყლების შერეულ ნაკრებთან ერთად, რის შემდეგაც შეყავთ აცეტილენი 1 საათით. რეზულტატებს გამოსახავენ - ფიქსირებული აზოტი მგ-ში ფესვების მასის ერთეულზე 1 საათის განმავლობაში.

III.I.3. ნიადაგში დენიტრიფიკაციის შესწავლის მეთოდები

დენიტრიფიკაცია არის მიკრობიოლოგიური პროცესი, რომელიც მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ნიადაგის აზოტის ბალანსში. ნიადაგში დენიტრიფიკაციის აქტივობის განსაზღვრის ფართოდ გავრცელებულ ხერხს წარმოადგენს საბალანსო გაანგა-

რიშების მეთოდი აზოტის კონცენტრაციის განსაზღვრასთან ერთად ნიადაგის ინკუბაციის დაწყების წინ და მისი დამთავრების შემდეგ. ამ მიზნით იყენებენ ნიადაგში აზოტის განსაზღვრის ტრადიციულ, კელდალის მეთოდს, რაც განსაზღვრას შრომატევადს, არამწარმოებლურს ხდის და მასიური ანალიზებისთვის ნაკლებად გამოსადეგია.

ნიადაგის დენიტრიფიკაციის აქტივობის განსაზღვრის ხერხი ნიტრატების კონცენტრაციის გაზომვის გზით, რომელსაც იონსელექტიური ელექტროდების დახმარებით ახორციელებენ, მწარმოებლური, მაგრამ ნაკლებად მგრძნობიარე მეთოდია, რის გამოც ნიადაგში დენიტრიფიკაციის აქტივობის განსაზღვრის შედეგები არაზუსტია. ამ მიზნით იზოტოპის ^{15}N გამოყენება მოითხოვს სპეციალური ტექნიკის არსებობას მისი ფრაქციონირებისათვის, რაც ხშირად ხელმისაწვდომი არ არის. ამიტომ მიკრობიოლოგიური კვლევის პრაქტიკაში გაზქრომატოგრაფიული მეთოდების დანერგვამ დენიტრიფიკაციის აქტივობის განსაზღვრაში ფართო გამოყენება ჰპოვა, რასაც ნიადაგიდან დენიტრიფიკაციის გაზისებრი პროდუქტების ემისიის სიჩქარის მიხედვით იკვლევენ.

ყველაზე გავრცელებული ხერხი ნიადაგის მიკროორგანიზმების დენიტრიფიკაციის აქტივობის შესაფასებლად არის მეთოდი, რომელიც ეყრდნობა აცეტილენის გამოყენებას აზოტის ქვეჟანგის რედუქტაზის ინჰიბიტორად, რაც საშუალებას იძლევა პროცესის აქტივობაზე ვიმსჯელოთ გაზურ (აიროვან) ფაზაში აზოტის ქვეჟანგის დაგროვების მიხედვით:

$$NO_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow NO \rightarrow N_2O \xrightarrow{C_2H_2} N_2$$

ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს დენიტრიფიკაციის აქტივობა მიკროორგანიზმების სუფთა კულტურებში და ნიადაგში.

დენიტრიფიკაციის პოტენციური აქტივობის განსაზღვრა

ანალიზის მსვლელობა. უცხო ნარჩენებისგან წინასწარ კარგად გაწმენდილი ნიადაგის წონაკს 5 გ-ის ოდენობით, ათავსებენ 15 სმ^3 მოცულობის ფლაკონებში. ნიადაგის ნიმუშს ატენიანებენ 6 მლ გლუკოზის წყალხსნარით და კალიუმის ნიტრატით, რომლებიც გადანაწილებულია შემდეგნაირად: 2,5 მგ გლუკოზა 1 გ ნიადაგზე და 0,3 მგ კალიუმის ნიტრატის აზოტი, ასევე 1 გ ნიადაგზე. ფლაკონებს დაკეტავენ რეზინის საცობებით, დააფიქსირებენ ფოლადის დამჭერებით და გარეცხავენ ინერტული გაზით (არგონი ან ჰელიუმი; P = 1 ატმ) 30 წამის განმავლობაში.

თითოეულ ფლაკონში შეყავთ 1,5 სმ^3 აცეტილენი, რომლებიდანაც წინასწარ ამოიღებენ გაზის ადექვატურ რაოდენობას. ფლაკონებს აცეტილენით ანჯღრევენ 30-60 წამის მანძილზე, გადააბრუნებენ საცობით ძირს და შედგამენ საინკუბაციოდ თერმოსტატში 28°C ტემპერატურაზე 24 საათით. ამ დროის ამოწურვის შემდეგ ატარებენ ფლაკონებიდან ამოღებული გაზის (აირის) სინჯის ანალიზს გაზურ ქრომატოგრაფზე.

- ანალიზის დაწყების წინ ფლაკონებს კარგად ანჯღრევენ.

რეაქტივები

1. აზოტის ქვეჟანგი ბალონში ხელსაწყოს ეტალონირებისათვის;
2. გლუკოზა;
3. კალიუმის ნიტრატი.

მოწყობილობა

1. გაზური ქრომატოგრაფი თბოგამტარობის დეტექტორით ან ელექტრონული სატაცით;
2. ჰელიუმი ბალონებში;
3. შპრიცები გაზური ქრომატოგრაფირებისათვის;
4. ფლაკონები მოცულობით 250 და 15 სმ^3.

III.I.4. ნიადაგის ნიტრიფიკაციური აქტივობის განსაზღვრა

ნიტრიფიკაციის მიმდინარეობის აქტივობა ნიადაგის მიკრობიოლოგიური მდგომარეობის მნიშვნელოვან მაჩვენებელს წარმოადგენს. ნიტრიფიკაციის მაღალი აქტივობა გაკულტურებულ ნიდაგებს ახასიათებთ, რომლებშიც საკმაოდ მაღალია აზოტის შემცველობა, გააჩნიათ კარგი აერაცია და ნიადაგის არის რეაქცია, pH ნეიტრალურს უახლოვდება. ასეთი პირობები სასურველია მრავალი სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებისთვის, ამიტომ ნიტრიფიკაციის ინტენსივობა ნიადაგის გაკულტურების მაღალი ხარისხის მაჩვენებელია. მაგრამ ამასთანავე, ნიტრიფიკაციის აქტიური მიმდინარეობა ნიადაგში უკიდურესად არასასურველია, რადგან მას ნიტრატული ფორმის აზოტის დანაკარგამდე მივყავართ, რომელიც წყალში კარგად ხსნადობის გამო ირეცხება ნიადაგიდან გრუნტის წყლებში, გაზისმაგვარ შენაერთებში და სოფლის მეურნეობის პროდუქციაში ნიტრატების შემცველობის მომატებას იწვევს.

ნიტრიფიკაციის პროცესის შესწავლის მიმართ ერთ-ერთი მიდგომა ნიადაგის კომპოსტირებაში და წარმოქმნილი ნიტრატების რაოდენობის გაზომვაში მდგომარეობს. ნიტრიფიკაციის უნარის განსაზღვრისათვის ნიადაგში, კომპოსტირების მეთოდის მრავალნაირი მოდიფიკაცია არსებობს.

აქ წარმოდგენილ მეთოდიკაში დაზუსტებულია ზოგიერთი პარამეტრი (შეტანილი აზოტის რაოდენობა, ინკუბაციის ხანგრძლივობა), ის საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ავტოტროფული და ჰეტეროტროფული ნიტრიფიკატორი მიკროორგანიზმების წვლილი ნიტრატების წარმოქმნაში და შეისწავლოს გაზური ფაზა ნიადაგის ზედაპირზე.

(მეთოდის გამოყენება შესაძლებელია მასობრივი ანალიზების ჩასატარებლად).

ანალიზის მსვლელობა. ამზადებენ ნიადაგის შერეულ ნიმუშს (გასაშუალებული სინჯები), ცრიან 2 მმ დიამეტრის ნასვრეტების მქონე საცერში. შემდეგ კი 4-5 გ-ის ოდენობის ნიადაგის წონაკს პენიცილინის ფლაკონებში ათავსებენ, ატენიანებენ ნიადაგის

სრული ტენტევადობის 60-80%-მდე (იხ. გვ. 208) და ინკუბირებისათვის შედგამენ ტენიან კამერაში 26-28^{0}C ტემპერატურაზე 18-21 დღის მანძილზე (ტენიანობა კონტროლდება ფლაკონების პერიოდულად აწონვის გზით).

ნიტრიფიკაციის პოტენციალური აქტივობის განსაზღვრისათვის ფლაკონების ერთ ნაწილში დატენიანებასთან ერთად შეაქვთ ამონიუმის სულფატი კონცენტრაციით 100-200 მკგ $N-NH_4$/გ ნიადაგზე, ხოლო ფლაკონების მეორე ნაწილში ამატებენ პეპტონს კონცენტრაციით 10-30 მგ/გ ნიადაგზე. ნიადაგსა და სუბსტრატს კარგად აურევენ ერთმანეთში.

ავტოტროფული და ჰეტეროტროფული ნიტრიფიკაციის ინტენსივობის შესაფასებლად, ნიმუშებში დამატებით შეაქვთ და ასევე საგულდაგულოდ შეურევენ 4-ამინო, 1,2,4-ტრიაზოლს 20-200 მკგ/გ ნიადაგზე ან 2-ქლორ-6-ტრიქლორმეთილპირიდინს (ნიტრაპირინი) 10-30 მკგ/გ ნიადაგზე.

ცდის დაყენების სქემა: 1) ნიადაგი; 2) ნიადაგი+ამონიუმის სულფატი; 3) ნიადაგი+პეპტონი; 4) ნიადაგი+ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორი (ამინოტრიაზოლი ან ნიტრაპირინი; 5) ნიადაგი+ამონიუმის სულფატი+ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორი; 6) ნიადაგი+პეპტონი+ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორი.

ნიტრატებისა და ამონიუმის რაოდენობას საწყის ნიადაგში ზომავენ მე-3-6, მე-9-12 და მე-18-21 დღეს იონსელექტიური ელექტროდებით, წინასწარ მომზადებულ ნიადაგის სუსპენზიაში ან ცენტრიფუგირებულ ნიადაგის გამონაწურში.

ფლაკონებში ასხამენ 0,5n მაგნიუმის აცეტატის სხნარს 5 მლ-ის ოდენობით, ანჯღრევენ როტატორზე 30 წუთის განმავლობაში. მიღებულ გამონაწურს უკეთებენ ცენტრიფუგირებას რეჟიმით: 2500 ბრუნი/წუთში 15 წუთის მანძილზე და ცენტრიფუგატში საზღვრავენ ნიტრატისა და ამონიუმის იონების შემცველობას, ხოლო შემდეგ აწარმოებენ შესაბამის გამოთვლებს ნიადაგისათვის.

თუ სურთ მხოლოდ ნიტრატების გაზომვა, ასეთ შემთხვევაში შეიძლება გამოყენებული იქნას წყლით გამონაწური.

ცდის ყოველ ვარიანტს აყენებენ არანაკლებ 9 ფლაკონში, გაზომვების სამჯერად განმეორებაში და სამ ვადაში ჩასატარებლად.

ჰეტეროტროფული ნიტრიფიკაციის ინტენსივობას (სიჩქარე და მასშტაბები) ნიადაგის ნიმუშებში ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორებით, ადგენენ - ნიტრატების დაგროვების მიხედვით განსაზღვრული დროის მანძილზე, ხოლო ავტოტროფული ნიტრიფიკაციის ინტენსივობას საზღვრავენ სხვაობით ნიადაგის ნიმუშებში ნიტრატების რაოდენობის მიხედვით, ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორების გარეშე და ინჰიბიტორებთან ერთად.

გაზური (აიროვანი) ფაზის შესასწავლად ფლაკონებს პერიოდულად კეტავენ დამჭერებიანი რეზინის საცობებით გაზისებრი პროდუქტების მოსაპოვებლად და ანალიზებს ქრომატოგრაფზე ატარებენ (ნახშირორჟანგი, ჟანგბადი, აზოტის ჟანგეულები).

აგროქიმიურ კვლევებში ამონიუმიანი სასუქის აზოტის ნიტრიფიკაციის ხარისხს ნიადაგში შემდეგი ფორმულით ანგარიშობენ:

$$H = \frac{N - NO_3}{N - NO_3 + N - NH_4} \cdot 100\%$$

სადაც $N - NO_3$ - ნიტრატული აზოტის შემცველობა (მკგ/გ), ნიტრატული აზოტის გამოკლებით ნიადაგის უსასუქო ვარიანტში;

$N - NH_4$ - ამონიუმის აზოტის შემცველობა (მკგ/გ), ამონიუმის აზოტის გამოკლებით ნიადაგის უსასუქო ვარიანტში.

სხვადასხვა პრეპარატების ნიტროფიციდური აქტივობის შეფასებისას შეიძლება გამოვიყენოთ მათი მოქმედების ეფექტურობის მაჩვენებელი (W)

$$W = \frac{Hy - Hw}{Hy} \cdot 100\%$$

სადაც - Hy არის აზოტის ნიტროფიკაციის ხარისხი სასუქიან ვარიანტზე; Hw - აზოტის ნიტრიფიკაციის ხარისხი ნიტრიფიკაციის ინჰიბიტორიან ვარიანტზე.

ნიადაგის ნიტრიფიკაციის უნარის განსაზღვრა კრავკოვის მიხედვით

ნიადაგის აზოტი თითქმის მთლიანად ორგანული ნივთიერებების ფორმითაა წარმოდგენილი, როგორიცაა ნეშომპალა, ცოცხალი ორგანიზმები, ბაქტერიები, ფესვები და მცენარეული ნარჩენები, ნიადაგის აზოტის საერთო რაოდენობიდან მინერალური აზოტის წილი 1-3 %-ს არ აღემატება.

დაჟანგული ან შებოჭილი აზოტი, ამიაკის სახით, ნიადაგში ხვდება ატმოსფერული ნალექებიდან, სასუქებიდან, მიკროორგანიზმების მიერ ფიქსირებული და ა.შ. ამ პროცესების პარალელურად, გარკვეულ პირობებში მიმდინარეობს ნიადაგში აზოტშემცველი ორგანული ნაერთების მინერალიზაციის პროცესი. აზოტის გამოცალკევება ორგანული ნაერთებიდან მინერალური აზოტის ფორმით, მხოლოდ მიკროორგანიზმების უშუალო მონაწილეობით ხორციელდება.

როგორც ცნობილია, ორგანული ნივთიერების დაშლის პროცესს სოკოებისა და ბაქტერიების ზემოქმედებით, რასაც თან ახლავს აზოტის გამოყოფა ორგანული ნივთიერებიდან ამიაკის სახით, ეწოდება ამონიფიკაცია.

ამონიუმი ნიადაგში ხშირად შთანთქმულ მდგომარეობაში იმყოფება. მისი წილი ნიადაგის შთანმთქავ კომპლექსში დიდი არ არის და კათიონური ცვლის საერთო ტევადობაზეა დამოკიდებული.

ნიადაგში არსებული ამიაკი, ნიტრიფიკატორი ბაქტერიების დახმარებით, შეიძლება გარდაიქმნას ჯერ აზოტოვან, შემდეგ აზოტმჟავად. ეს არის ნიტრიფიკაციის პროცესი. დაგროვილი აზოტმჟავა განეიტრალების შემდეგ, ნიადაგში წარმოქმნის გვარჯილას (ანუ აზოტმჟავა მარილებს - ნიტრატებს).

ამიაკისგან განსხვავებით, ნიტრატები ნიადაგის მიერ ადსორბირებას არ ექვემდებარებიან და არც ქიმიურად კავშირდებიან, რის გამოც ადვილად გადადიან წყალში. მცენარეების და მიკროორგანიზმების მიერ შეუთვისებელი ნიტრატული აზოტი წყალს გადააქვს ნიადაგის ღრმა ფენებში ან წყალსაცავებში.

ბაქტერიები ნიტრატულ აზოტს საკუთარი სხეულის ცილის შექმნის დროს იყენებენ, რის გამოც ხდება მისი იმობილიზაცია, ე.ი. მცენარისათვის მიუწვდომელ ფორმაში გადასვლა. მიკრობთა კვდომის შემდეგ, მათი სხეული განიცდის მინერალიზაციას ამონიფიკატორი მიკროორგანიზმების მიერ, რაც აზოტშემცველი ცილოვანი ნაერთებიდან ამიაკის გამოყოფით მთავრდება. ეს უკანასკნელი კი შემდგომში შესაძლებელია ისევ ახალი ნიტ-რიფიკაციის პროცესის დასაწყისი გახდეს.

ნიადაგის მაღალი ტენიანობის პირობებში და ახალი ორგანული ნივთიერებების სიჭარბის შემთხვევაში, თუ მას თან ერთვის ჟანგბადის ნაკლებობა და ნიადაგის ტუტე რეაქცია, მოსალოდნელია მოხდეს ნიტრატების ბიოლოგიური აღდგენა მოლეკულურ აზოტამდე, რომელიც ჰაერში გაიფანტება. ეს უარყოფითი პროცესია და მას დენიტრიფიკაცია ეწოდება, თუმცა ზემოთჩამოთვლილი პირობები ასეთი შეთანაწყობით, ბუნებაში ხშირად არ გვხვდება.

ნიადაგის ნიტრიფიკაციის უნარის განსაზღვრის მეთოდის პრინციპი. ნიადაგის ნიტრატების დაგროვების ენერგიის შესას-წავლად იყენებენ ნიადაგის კომპოსტირების მეთოდს, რისთვისაც ნიადაგის ნიმუშს გარკვეული დროით (12-15 დღე) ათავსებენ ნიტრიფიკაციის პროცესის წარმართვისათვის საუკეთესო პირო-ბებში: ოპტიმალური ტემპერატურა - 28°C, ტენიანობა - ნიადაგის სრული ტენტევადობის 60% და ჟანგბადზე თავისუფალი წვდომა.

მინდორში აზოტის მობილიზებული წილის განსაზღვრი-სათვის საჭირო პირობებს მხოლოდ დაუთესავ ანეულზე შეიძ-ლება შევხვდეთ, სადაც ნიტრატები საკმაოდ დიდი რაოდენობით გროვდება. თუმცა, ცნობილია ისიც, რომ ნიტრიფიკაცია მცე-ნარეთა საფარქვეშაც მიმდინარეობს, მაგრამ იქ ნიტრატების აზოტი სწრაფად შთაინთქმება მცენარის ფესვთა სისტემის მიერ.

თერმოსტატში ნიტრიფიკაციისათვის ოპტიმალური პირობე-ბის შექმნის შემთხვევაში, გაცილებით მოკლე ვადებში შეიძლება ამ პროცესის ინტენსივობის განსაზღვრა, ნიტრიფიკაციის პო-ტენციური შესაძლებლობების დადგენა და შესაბამისად, მოსავ-ლის უზრუნველყოფა აზოტით თვით ნიადაგის მიერ.

ნიადაგის ნიტრიფიკაციის უნარი აუცილებლად ბუნებრივ მდგომარეობასთან მიახლოებულ პირობებში უნდა განისაზღვროს, რისთვისაც მასში შეაქვთ სუბსტრატი ნიტრიფიკატორებისთვის, სასუქი - 0,14 მგ ამონიუმის სულფატი, რომელიც 30 მგ აზოტს შეესაბამება და ზედმეტი მჟავიანობის მოსაცილებლად, რომელიც ნიტრიფიკაციის პროცესის შედეგად წარმოიქმნება, იყენებენ 0,5 გ კირს.

ანალიზის მსვლელობა. ნიადაგის ერთი ნიმუშის ნიტრიფიკაციის უნარის განსაზღვრისათვის სქემის მიხედვით აუცილებელია 3 ჭიქის მომზადება. თითოეული ჭიქის ფსკერზე დრენაჟისათვის ათავსებენ მინის ნამსხვრევების პატარა გროვას, რომელზედაც დგამენ მინის მილაკს.

ტექნიკურ სასწორზე აწონიან ცალ-ცალკე სამივე ჭიქას ყველა გამოყენებულ ტარასთან ერთად (ჭიქა, მინის ნატეხები, მილი) და თითოეულ მათგანს დააწერენ შესაბამის წონას.

იმავე სასწორზე აწონიან ნიადაგის 100 გ-იან 3 ცალ ნიმუშს. სამივე წონაკი წარმოადგენს საანალიზო ნიადაგის გასაშუალოებულ სინჯს, გაცრილს 3 მმ-იანი ნასვრეტების მქონე საცერში. კომპოსტირებისთვის სასურველია ნიადაგის ნიმუშები აღებული იქნას მინდვრიდან ცდის დაყენების დღეს.

იმავდროულად, გასაშუალოებული სინჯიდან აწონიან 10 გ ნიადაგს ტენიანობის განსაზღვრის მიზნით (იხ. გვ. 44).

პირველი, საანალიზო 100 გ-იანი ნიადაგის წონაკი გადააქვთ ზემოთ აღწერილი წესით წინასწარ მომზადებულ ჭიქაში და მსუბუქად ჩატკეპნიან პლასტმასის ან მინის ფართოძირიანი წკირით.

ნიადაგის მეორე, 100 გ-იან წონაკს მოათავსებენ ფაიფურის მოზრდილ ჯამში, დაუმატებენ 0,14 გ $(NH_4)_2SO_4$-ს, შესაბამისად, 30 მგ N-ს, საგულდაგულოდ აურევენ შპატელით ან კოვზით და გადააქვთ მეორე, ასევე წინასწარ მომზადებულ ჭიქაში და მსუბუქად ჩატკეპნიან.

მესამე, საანალიზო 100 გ-იანი წონაკიც გადააქვთ სხვა, სუფთა ფაიფურის ჯამში, შეაქვთ მასში 0,14 გ $(NH_4)_2SO_4$ და 0,5

გ $CaCO_3$, კარგად აურევენ და გადააქვთ შესაბამისად მომზადებულ მესამე ჭიქაში. ამ ნიმუშსაც მსუბუქად ჩატკეპნიან პლასტმასის, ან მინის წკირით.

საკვლევი ნიადაგის ტენიანობის განსაზღვრისათვის აღებულ ნიადაგის ნიმუშს ათავსებენ საშრობ კარადაში 105°C ტემპერატურაზე და მუდმივ წონამდე გამომშრალი ნიადაგის ნიმუშის მიხედვით ანგარიშობენ ტენიანობას %-ში.

უკვე დაანგარიშებული და დადგენილი ტენიანობის მიხედვით გამოითვლიან საანალიზო ნიადაგის ტენტევადობას (ნიადაგის სრული ტენტევადობის 60%) და დასამატებელი წყლის შესაბამის საკონტროლო წონას ნიადაგის სამივე ნიმუშისათვის დააფიქსირებენ ჭიქაზე. ჭიქებს ნიადაგით დადგამენ ტექნიკურ სასწორზე და თითოეულის წონის გათვალისწინებით, პიპეტით უმატებენ გამოხდილ წყალს საკონტროლო წონამდე. ჭიქებს დგამენ თერმოსტატში 28°C ტემპერატურაზე. პერიოდულად, მთელი კომპოსტირების მანძილზე (12-15 დღე) წონის მიხედვით ამატებენ წყალს. აუცილებელია, რომ ტენიანობა ჭიქებში (ნიადაგის სრული ტენტევადობის 60%) მუდმივად იყოს შენარჩუნებული კომპოსტირების დასრულებამდე.

შენიშვნა. კომპოსტირებისთვის ნიადაგის მომზადების პარალელურად, აიღებენ გარკვეულ წონაკს და განსაზღვრავენ ნიადაგში ნიტრატების საწყის რაოდენობას.

12 დღიანი კომპოსტირების შემდეგ საზღვრავენ ნიტრატების შემცველობას უშუალოდ კომპოსტებში.

რეაქტივები.

1. $(NH_4)_2SO_4$
2. $CaCO_3$

ნიტრატების განსაზღვრა კომპოსტებში

ანალიზის მსვლელობა. კომპოსტიდან აიღებენ ნიადაგს და ტექნიკურ სასწორზე აწონიან 50 გ-ს. ნიადაგს ჩაყრიან 250-300 მლ-იან კოლბებში და დაუმატებენ 0,5 გ წმინდად დასრესილ გააქტივებულ ნახშირს. კოლბებში ცილინდრით ჩაასხამენ 250 მლ დისტილატს და მაშინვე იწყებენ ნჯღრევას 5 წუთის განმავლობაში. შემდეგ მშრალ ჭურჭელში ჩადგამენ ძაბრს 3-5 ცალი ნაკეციანი ფილტრით. კომპოსტების წყალხსნარს გადაიტანენ ფილტრზე ისე, რომ ხსნარი ძაბრში გადავიდეს ნიადაგთან ერთად. ფილტრატის პირველ ულუფებს ისევ აბრუნებენ ძაბრზე, რითაც ცდილობენ ფილტრატი გამჭვირვალე გახდეს. თუ ფილტრატი მაინც მღვრიეა, მისი გაღიავება შეიძლება ალუმინის სულფატით, რომელსაც ასე ამზადებენ: 13 გ ალუმინის სულფატს გახსნიან 100 მლ წყალში და ამ ხსნარის 2 მლ-ს ჩაასხამენ 100 მლ ფილტრატში.

ბიცობნარი ნიადაგების ძლიერ შეღებილი გამონაწურების გასაუფერულებლად იყენებენ კალციუმის ქლორიდს ან ალუმოკალიუმის შაბს და მარილმჟავას, დაახლოებით შემდეგი კონცენტრაციების მიღებამდე, შესაბამისად ყოველი ნაერთისათვის: 0,01 და 0,02%; 0,05 და 0,005 M ხსნარები.

ნიტრატების განსაზღვრას და შემცველობის გაანგარიშებას აწარმოებენ გრანდვალ-ლიაჟუს მეთოდით.

ნიტრატების ანალიზისათვის 25-50 მლ (ნიტრატების მოსალოდნელი შემცველობის მიხედვით), გამჭვირვალე ფილტრატს ამოიღებენ პიპეტით, ჩაასხამენ ფაიფურის ჯამში, სანიმუშო ხსნარიდან აიღებენ 5, 10, 20, 30, 40, 50 მლ სინჯებს, მათაც ფაიფურის ჯამებში მოათავსებენ და ყველა ჯამს წყლის აბაზანაზე აორთქლებენ. აორთქლებულ ნალექს უკვე გაცივებულ ჯამებზე, დაასხამენ 1 მლ დისულფოფენოლის მჟავას და საგულდაგულოდ ჩამოფხეკენ ჯამის კედლებიდან მშრალ ნალექს მინის წკირით. დისულფოფენოლის დამატებიდან 10 წუთის შემდეგ, ჯამში ჩაასხამენ 15-20 მლ გამოხდილ წყალს, კარგად აურევენ

და გაანეიტრალებენ 20%-იანი ტუტის ან 20% ამიაკის ხსნარით ლაკმუსის ქაღალდის გამოყენებით.

ნეიტრალიზაციის დასრულებისას, თუ საანალიზო ხსნარი შეიცავს ნიტრატებს, იგი ყვითლად შეიღებება, რომელიც მინის წკირით მორევის შემდეგაც არ ქრება. ასეთ შემთხვევაში ხსნარში ჩაამატებენ კიდევ 1 წვეთ ტუტეს და ამით დაასრულებენ ნეიტრალიზაციას.

ყვითელი შეფერილობის მიზეზი არის ნიტროშენაერთი, რომელიც ამ რეაქციისას წარმოიქმნება

$$C_6H_6(HSO_3)_2OH + 3HNO_3 = C_6H_2(OH)(NO_2)_3 + 2H_2SO_4 + H_2O;$$

დისულფოფენოლის მჟავა ტრინიტროფენოლი

$$C_6H_2(OH)(NO_2)_3 + NH_3 = C_6H_2(NO_2)_3ONH_4$$

ყვითელი ნიტროშენაერთი

შეღებილი ხსნარები ჯამიდან გადააქვთ 100 მლ-იან საზომ კოლბებში. ჯამებს 3-5-ჯერ გამოავლებენ გამოხდილ წყალს და ყველა კოლბას ნიშნულამდე შეავსებენ.

კოლორიმეტრული განსაზღვრებისათვის განსხვავება შეფერილობაში საცდელ და სანიმუშო ხსნარებს შორის ძალიან მცირე უნდა იყოს. თუკი საცდელი ხსნარის შეფერილობა უფრო ინტენსიურია, ვიდრე სანიმუშო ხსნარის, მას წყლით გააზავებენ. გაზავების ხარისხი უნდა ჩაინიშნოს და გაანგარიშების დროს გათვალისწინებული უნდა იქნეს.

კოლორიმეტრირება ტარდება ლურჯი შუქფილტრით (ტალღის სიგრძე 400-500 ნმ), 5 მმ-იანი კიუვეტის გამოყენებით.

ნიტრიფიკაციის უნარი გამოისახება NO_3 მილიგრამებში 100 გ ნიადაგზე კომპოსტირების 12 დღის მანძილზე.

თუ ხსნარის გაღიავება და გაუფერულება ხდებოდა აორთქლების წინ, მაშინ აუცილებელია შევიტანოთ შესწორება ჩატარებულ გაზავებაზე. ხსნარში წარმოქმნილი ნალექი გავფილტროთ და ასაორთქლებლად ავიღოთ 50 მლ ხსნარი. მაშინ შესწორება მიაღწევს 2%-ს. ამ შესწორების გასათვალისწინებლად, ანალიზის შედეგები უნდა გავზარდოთ 2%-ით.

რეაქტივები

1. დისულფოფენოლის მჟავა: 30 გ სუფთა ფენოლს ცეცხლგამძლე, 500 მლ მოცულობის კოლბაში მოათავსებენ და შეურევენ 201 მლ H_2SO_4-ში (d=1.84). კოლბას, რომელშიც რეაქცია მიმდინარეობს, დააფარებენ საცობს, შეერთებულს შებრუნებულ ჰაერის მაცივართან (მინის გრძელი მილი) და 6 საათის მანძილზე აცხელებენ 100°C ტემპერატურაზე, რისთვისაც არამჭიდროდ დახურულ ცეცხლგამძლე ქიმიურ ჭურჭელს ნარევთან ერთად ათავსებენ მდუღარე წყალში. ასე მომზადებული დისულფოფენოლის მჟავა გაცივების შემდეგ ავტომატური პიპეტით უნდა ამოვიღოთ, გადავიტანოთ მილესილსაცობიან შუშის მუქ ჭურჭელში და ბნელ ადგილას შევინახოთ. დისულფოფენოლის მჟავა ბლანტი, მოყვითალო-მოყავისფრო სითხეა. რეაქტივი შეიძლება გამოკრისტალდეს, განსაკუთრებით სიცივეში. მის თხევად მდგომარეობაში გადასაყვანად ისევ გათბობის ხერხს მიმართავენ, წყლის დამატება არ შეიძლება.

2. 20%-იანი KOH-ის ან NaOH-ის ხსნარი. 20 გ მშრალ რეაქტივს გახსნიან 80 მლ წყალში.

3. ნიტრატის სანიმუშო ხსნარი: ანალიზურ სასწორზე აწონიან 0,722 გ ქიმიურად სუფთა KNO_3-ს, გადაიტანენ 1ლ-იან საზომ კოლბაში, გახსნიან გამოხდილ წყალში და მის მოცულობას ნიშნულამდე შეავსებენ.

სამუშაო ხსნარს ამზადებენ სანიმუშო ხსნარის 50-ჯერ გაზავებით. სამუშაო ხსნარი შეიცავს 0,002 მგ $N\text{-}NO_3$-ს 1 მლ-ში. მას შკალის მოსამზადებლად იყენებენ.

III.I.5. აპლიკაციური მეთოდები

აპლიკაციური მეთოდები შემუშავებულია და რეკომენდებულია ფართო მოხმარებისათვის, რადგან ეს მეთოდები გამოიყენება ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის განსაზღვრისათვის და საანალიზო ნიმუშების მახასიათებლების გამოკვლევისათვის მინერალური და ორგანული სასუქების შეტანის, მოკირიანების,

ნიადაგის დამუშავების ხერხების, თესლბრუნვების და სხვა ფაქტორების ფონზე.

მცენარეულ ნარჩენებთან ერთად ნიადაგში გროვდება ცელულოზის მნიშვნელოვანი რაოდენობა და ნიადაგის მიკროორგანიზმები (ძირითადად სოკოები) შლიან მათ.

III.I.5.1. ცელულოზის დაშლის ინტენსივობის განსაზღვრა

აპლიკაციური მეთოდით ცელულოზის დაშლის ინტენსივობას სელის ან ბამბის ქსოვილის გამოყენებით აფიქსირებენ. რაც მეტია ნიადაგში აზოტისა და კვების სხვა ელემენტების შემცველობა, მით უფრო აქტიურად მიმდინარეობს უჯრედისის დაშლის პროცესი. ცელულოზის დამშლელი მიკროორგანიზმები შლიან უჯრედისს, აწარმოებენ ამინომჟავების სინთეზს და ნაწილობრივ გამოყოფენ მათ სუბსტრატში, რაც საშუალებას იძლევა 0,5%-იანი (გახსნილი აცეტონში) ნინჰიდრინის ხსნარით გამოვავლინოთ მიკრობების აქტიური განვითარების ადგილები ქსოვილზე, რომელიც ამინომჟავებთან რეაქციისას იისფერ ლაქებს ტოვებს.

ანალიზის მსვლელობა. გასტერილებული სელის თხელ ქსოვილს მიაკერებენ პოლიმერის ან კარგად გარეცხილი და გასტერილებული მინის ფირფიტაზე. პოლიმერის ან ფირფიტის განი 10 სმ უნდა იყოს, ხოლო სიგრძე დამოკიდებულია ნიადაგის საკვლევი ჰორიზონტების სიმაღლეზე. სახნავი ფენის ზედა ჰორიზონტისათვის ფირფიტის სიგრძე 20-25 სმ-ს შეადგენს, ხოლო მთლიანი სახნავი ფენის გამოსაკვლევად პოლიმერის და მინის სიგრძეს 50 სმ-მდე ზრდიან. პოლიმერის ფირფიტას სპირტით ასტერილებენ, მინას და ქსოვილს — ავტოკლავში. სტერილიზაციის შემდეგ ქსოვილს აშრობენ და აუთოვებენ. მას შემდეგ, რაც ფირფიტებს ქსოვილს გადააკრავენ, იწყებენ ნიადაგური ჭრილის გაკეთებას.

სტერილური ნიჩბით და დანით ამოიღებენ 55 სმ-ის სიღრმის ორმოს, რომლის ერთი გვერდის ზედაპირი, რამდენადაც შესაძლებელია, სწორი უნდა იყოს.

ასეთ სწორ, ვერტიკალურ კედელზე, ნიადაგის პროფილის გათვალისწინებით, მჭიდროდ მიაკრავენ ფირფიტას ქსოვილის ზედაპირის მხრიდან. მოპირდაპირე გვერდიდან ფირფიტას მიაყრიან მიწას, ფრთხილად ჩატკეპნიან ისე, რომ ქსოვილი სრულად ეხებოდეს ნიადაგს. ორმოს ამოავსებენ მიწით და ქსოვილის ზედა ნაწილსაც 3-5 სმ-ით ჩაფლავენ მიწაში. იმ ადგილას, სადაც ფირფიტაა ჩადებული, აუცილებელია ეტიკეტის გაკეთება. ცდის განმეორება 3-5-ჯერადია.

თუ მხოლოდ ნიადაგის ზედა ფენაა შესასწავლი ცელულოზის დაშლის ინტენსივობის გამოსავლენად, მაშინ ნიადაგში აკეთებენ ახალ ჭრილს 25-30 სმ-ის სიღრმეზე და იგივე წესით ათავსებენ მასში შესაბამისად მომზადებულ ფირფიტას.

20-30 დღიანი ექსპოზიციის შემდეგ ფირფიტას ამოთხრიან, ნიადაგის კედლიდან ფრთხილად მოაშორებენ, გააშრობენ ქსოვილიან ფირფიტას ოთახის ტემპერატურაზე, რბილი ჯაგრისით ჩამოფერთხავენ მისგან მიწის ნარჩენებს და მტვერს და მხოლოდ შემდეგ, ფირფიტიდან მოჭრიან ქსოვილის გამოსაკვლევ ნაწილს, იმ ნაწილს, რომელიც ნიადაგის ვერტიკალურ კედელზე იყო მიკრული.

ცელულოზის დამშლელი მიკროორგანიზმების გამრავლების და ცხოველმოქმედების შედეგად ზიანდება და იშლება ქსოვილის გარკვეული უბნები. ამ დანაკარგის გამოსავლენად, გამშრალ და მტვრისაგან გასუფთავებულ ქსოვილს გარეცხავენ, გააშრობენ და აწონიან. საკონტროლო ვარიანტიდან აღებული იმავე ზომის ქსოვილის ნაჭერსაც აწონიან და წონაში სხვაობის მიხედვით ადგენენ ცელულოზის დაშლის ინტენსივობას %-ში.

თუკი კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე, ანალიზს აწარმოებენ ნიადაგის ჰორიზონტების შესაბამისად, მაშინ ჰორიზონტის სიღრმის გათვალისწინებით, მოჭრიან ქსოვილის გარკვეულ ფართობს, წყალში გარეცხავენ დაჭრილ ნაწილებს, გააშრობენ და ნარჩენებს აწონიან. ასეთივე ფართობს ამოჭრიან საკონტროლო ქსოვილიდან და წონის მიხედვით დაადგენენ ქსოვილის დაშლის ხარისხს ცალკეული ჰორიზონტისათვის.

პროცესის დინამიკის განსაზღვრისათვის პარალელური (განმეორებები) ცდების ქსოვილიანი ფირფიტები ნიადაგიდან ამოაქვთ თანმიმდევრობით დროის გარკვეული ინტერვალის შემდეგ (2-3 თვის მანძილზე). დაკლებული წონის მიხედვით მსჯელობენ უჯრედისის დაშლის პროცესის ხანგრძლივობასა და ინტენსივობაზე.

ქსოვილის საწყის წონას აზუსტებენ 25 სმ^2 ქსოვილის საშუალო წონის განსაზღვრის გზით ან შესაბამისი სიღრმის ჰორიზონტისათვის გამოყენებული ქსოვილის წონის მიხედვით.

ცელულოზის დაშლის ინტენსივობაზე ბევრი ფაქტორი ახდენს გავლენას, მათ შორის ფირფიტის ნიადაგიდან ამოღების დრო. რაც უფრო ხანგრძლივია ექსპოზიციის ვადა, მით უფრო მაღალია უჯრედისის დაშლის ხარისხი, განსაკუთრებით, ეს ეხებათ იმ ვარიანტებს, რომლებშიც ცელულოზის დაშლის ინტენსივობა დინამიკაში ისაზღვრება, რაც საშუალებას იძლევა უფრო ზუსტად იქნეს შესწავლილი ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი დიაგნოსტიკური მახასიათებელი - ცელულოზის დაშლის ინტენსივობა და მისი ხანგძლივობა წელიწადის სხვადასხვა პერიოდების მიხედვით, თუმცა ამ პროცესების შესწავლას ძირითადად გაზაფხულზე და შემოდგომაზე ახორციელებენ.

ცელულოზის დაშლის ინტენსივობის განსაზღვრისათვის ზვიაგინცევის მიერ შემოთავაზებულია შემდეგი შკალა %-ში.

ძალიან სუსტი	<10
სუსტი	10-30
საშუალო	30-50
ძლიერი	50-80
ძალიან ძლიერი	>80.

აღნიშნული მეთოდი ფართოდ გამოიყენება აგრონომიულ პრაქტიკაში, არამარტო ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის შესაფასებლად, არამედ იმის დასადგენადაც, სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში რა სიღრმეზეა მიკროორგანიზმთა განვითარების აქტიური ზონა, როგორია ცელულოზის დაშლის ინტენსივობა და

ხანგრძლივობა, რა გავლენა აქვს ჰიდროთერმულ რეჟიმს უჯრედისის დაშლისათვის ოპტიმალური პირობების შექმნაზე, როგორია განსხვავებული მცენარეული საფარის ზემოქმედება ამ პროცესების მიმდინარეობაზე და ა.შ.

III.I.5.2. თავისუფალი ამინომჟავების დაგროვების ინტენსივობის განსაზღვრა ნიადაგში

თავისუფალი ამინომჟავები აზოტშემცველი ცილოვანი ნაერთების დაშლის შუალედური პროდუქტებია. მათი აკუმულირება ნიადაგში სხვადასხვა ჯგუფის მიკროორგანიზმების უშუალო მონაწილეობით მიმდინარეობს.

თავისუფალი ამინომჟავების რაოდენობა ნიადაგში - ეს არის სინთეზის და დაშლის პროცესების დინამიური წონასწორობის შედეგი. მათ დაგროვებას ნიადაგში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება, რადგან ამინომჟავების უდიდესი ნაწილი მთლიანად ექვემდებარება მინერალიზაციას. მინერალიზაციის პროცესების ხარისხი და დაშლის სიჩქარე დამოკიდებულია ამინომჟავების ქიმიურ ბუნებაზე, ნიადაგის ტიპზე და მათში მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობის დონეზე.

ამინომჟავების მინერალიზაციის შედეგად წარმოქმნილი ამიაკი წარმოადგენს მცენარისათვის შესათვისებელი აზოტის ფორმას, რაც ხელს უწყობს მცენარეთა ზრდა-განვითარებას და პროდუქტიულობას.

აქედან გამომდინარე, თავისუფალ ამინომჟავათა დაგროვების ინტენსივობის განსაზღვრა მნიშვნელოვანი აქტია, რამდენადაც ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის ერთ-ერთი დიაგნოსტიკურ მაჩვენებელს წარმოადგენს.

ანალიზის მსვლელობა. მინის ფირფიტას ზომით 10×30 სმ, შემოვაკეროთ 33-35 სმ-ის სიგრძის ბამბის ქსოვილის ნაჭერი, ისე, რომ ნაკერი მინის ფირფიტის ერთ-ერთ ჰორიზონტალურ მხარეს მოექცეს და არა გვერდზე, რათა საკვლევ მხარეს მხოლოდ კარგად გადაჭიმული ბამბის ქსოვილის ნაჭერი აღმოჩნდეს. მინებს ქაღალდში გაახვევენ და გაასტერილებენ ავტოკლავში

115°C ტემპერატურაზე 20 წუთით, 0,5 ატმოსფერული წნევის ქვეშ (ყველა პროცედურის ჩატარებისას სასურველია რეზინის ხელთათმანის ხმარება, რათა ქსოვილზე არ გადავიდეს ხელებიდან ცილები ან ამინომჟავები). ქსოვილი მოწმდება ცდის დაწყებამდე და თუ მასზე აღმოჩნდება ამინომჟავების ან ცილის ნიშნები, მას 70%-იან სპირტში გარეცხავენ, გააშრობენ და ისე შემოაკერებენ.

სტერილური ინსტრუმენტებით გააკეთებენ 30 სმ-ის სიმაღლის ნიადაგურ ჭრილს, რომლის ერთ-ერთი ვერტიკალური კედელი მაქსიმალურად სწორი უნდა იყოს. ამ კედელზე მჭიდროდ მიაკრავენ ფირფიტას ქსოვილის მხრიდან, მოპირდაპირე გვერდიდან ფირფიტას მიაყრიან მიწას, ჩატკეპნიან მაგრად, ხოლო ქსოვილის ზედა ნაწილს 3-5 სმ-ის სიმაღლეზე მიაყრიან მიწას. აუცილებლად გასათვალისწინებელია ისიც, რომ მინის ფირფიტის ზედა მხარე ნიადაგის ზედაპირს უნდა უსწორდებოდეს. თითოეულ ნიადაგურ ჭრილთან გააკეთებენ ეტიკეტს. ცდა, სულ მცირე, 3 პარალელური განმეორებით უნდა ჩატარდეს.

თავისუფალი ამინომჟავების დაგროვების ინტენსივობაზე ცდებს აპლიკაციური მეთოდით, ძირითადად, გაზაფხულზე აყენებენ, რადგან ამ პერიოდში მაღალია ნიადაგის მიკროფლორის სიცოცხლისუნარიანობა და ცხოველმყოფელობა.

ექსპოზიციის ხანგრძლივობა 10-30 დღე გრძელდება, იმის გათვალისწინებით, თუ როგორია ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა და კვლევის მიზანი. ნაყოფიერი ნიადაგებისათვის ექსპოზიციის ვადა შეიძლება 10-12 დღე იყოს, ხოლო ეროდირებული და გამოფიტული ნიადაგებისათვის უფრო მეტი. ამასთანავე, თუ აინტერესებთ მიმდინარე პროცესების დინამიკაში შესწავლა, პარალელურ სინჯებს ნიადაგიდან ამოიღებენ გარკვეული თანმიმდევრობით დროის განსაზღვრულ მონაკვეთში.

ჭრილში მოთავსების შემდეგ ქსოვილის იმ ადგილებში, სადაც იწყება ცელულოზის დაშლა, ვითარდება მიკროფლორა, რომელიც ამინომჟავების მნიშვნელოვან რაოდენობას აგროვებს. უნდა აღინიშნოს, რომ ამინომჟავების არსებობა ბამბის ქსოვილზე ფიქსირდება გაცილებით ადრე, ვიდრე ხილული გახდება

ქსოვილის მექანიკური დაზიანება. თუმცა ერთ თვეზე მეტი დროის გასვლის შემდეგ, ცელულოზის დამშლელი მიკროორგანიზმების მოქმედებით, შეიძლება დაირღვეს ქსოვილის მთლიანობა, რაც გამორიცხავს ასეთ მდგომარეობაში თავისუფალი ამინომჟავების დაგროვების ინტენსივობის განსაზღვრას.

ნიადაგიდან ამოღებულ ფირფიტას ჰაერზე აშრობენ ოთახის ტემპერატურაზე. შემდეგ ძალიან ფრთხილად ჯაგრისით მოაშორებენ მიწის ნარჩენებს და პულვერიზატორის დახმარებით შეასხურებენ აცეტონში გახსნილ 0,5%-იან ნინჰიდრინის ხსნარს. ქსოვილს 24 საათით დატოვებენ ოთახის ტემპერატურაზე გასაშრობად, რაც უზრუნველყოფს ფერადი ლაქების გაჩენას ქსოვილზე.

მას შემდეგ, რაც სრულად გამჟღავნდა ამინომჟავების ლაქები, ქსოვილის ამ ნაწილს ფირფიტას შემოაჭრიან და აწონიან. თუ აუცილებელია ნიადაგური ჭრილის შესწავლა 0-10, 10-20 და 20-30 სმ-ის ფენების მიხედვით, მაშინ ქსოვილს დაჭრიან შესაბამის ზომებად და თითოეულ ნაჭერს გამოიკვლევენ ისევე, როგორც მინის ფირფიტიდან მოხსნილი ქსოვილის მთლიან ნაწილს.

10-10 სანტიმეტრებად დაჭრილი ქსოვილის თითოეული ნაწილის გამოკვლევისას, ცალკეულ ნაჭერს დაჭრიან კვადრატებად, ზომით 5×5 სმ. შემდეგ მაკრატლით დააქუცმაცებენ ამ კვადრატებს ნაკუწებად არაუმეტეს 0,25×1 სმ-ის ზომაზე. ნაკუწებს შეაგროვებენ და ჩაყრიან 50 მლ მოცულობის მილესილსაცობიან კოლბაში, მასში ცილინდრით ჩაასხამენ 20 მლ 75%-იან ეთანოლს და 10 წუთის განმავლობაში ანჯღრევენ როტატორზე.

ქსოვილიდან საღებავი ნივთიერების გამოწვლილვისას აწარმოებენ 96%-იანი ეთილის სპირტით, რომელიც შეიცავს $CuSO_4$-ის 0,005%-ს. ამისათვის იმავე კოლბაში ჩაასხამენ აღნიშნული ხსნარის 20 მლ-ს. ექსტრაქცია გრძელდება სიბნელეში 30 წუთის მანძილზე. აღნიშნული დროის გასვლის შემდეგ ექსტრაქტს გადაიტანენ 50 მლ-იან საზომ კოლბაში, ხოლო ქსოვილის ნაკუწებს დაასხამენ საექსტრაქციო ხსნარის 20 მლ-ს და დააყოვნებენ კვლავ 30 წუთით სიბნელეში. ექსტრაქტს ისევ საზომ კოლბაში

გადაიტანენ და პროცედურას მესამეჯერაც გაიმეორებენ. სამ-ჯერადი ექსტრაქციის დასრულების შემდეგ 50 მლ-იან საზომ კოლბაში შეგროვილ ხსნარს სპირტით შეავსებენ ნიშნულამდე, დაახურავენ საცობს და აწარმოებენ კოლორიმეტრირებას 5 მმ-იანი სიგანის კიუვეტში მწვანე შუქფილტრის გამოყენებით (ტალღის სიგრძე 500-600 ნმ).

თავისუფალი ამინომჟავების დაგროვების ინტენსივობას ითვლიან ქსოვილის 1 სმ^2-ზე. რაც შეეხება მთლიან (დაუჭრელ) საანალიზო ქსოვილზე ნინჰიდრინით გამჟღავნებული ამინომჟა-ვების რაოდენობის განსაზღვრას, ქსოვილს აწონიან და შემდეგ აწარმოებენ საღებავი ნივთიერების ექსტრაქციას 75%-იანი ეთა-ნოლით, რომელიც $CuSO_4$-ს შეიცავს. ექსტრაქტის მისაღებად 1 გ ქსოვილზე იყენებენ 20 მლ ეთილის სპირტს. ექსტრაქცია მიმ-დინარეობს სიბნელეში 30 წუთის განმავლობაში. ამ შემთხვევა-შიც ექსტრაქცია სამჯერადად ტარდება, ხოლო მიღებული ხსნა-რის შეფერილობის ინტენსივობას ადგენენ კოლორიმეტრული მეთოდის გამოყენებით იმავე რეჟიმში, რაც ზემოთაა აღწერილი.

შედეგებს გამოსახავენ ლეიცინის მიკროგრამობით 1 გ ბამბის ქსოვილზე.

შენიშვნა. ორივე შემთხვევაში საცდელი ნიმუშების შეფერი-ლობის ინტენსივობას ადარებენ სტანდარტული ხსნარების შეფე-რილობას, ხოლო სტანდარტულ ხსნარად იყენებენ ნინჰიდრინით შეღებილი რომელიმე ამინომჟავის სპირტიანი ხსნარის მრავალ-ჯერადი გაზავებით შედგენილ მრუდს. უმჯობესია, როცა სტან-დარტული ხსნარი მზადდება საკვლევი ნიადაგისათვის დომინან-ტური ამინომჟავით, თუმცა ყველაზე ხშირად ლეიცინის გაზა-ვებით მიღებული მრუდი გამოიყენება.

თუ საჭიროება მოითხოვს, შესაძლებელია ქსოვილიდან ექსტ-რაგირებული ამინომჟავების ხსნარიდან თითოეული მათგანის რაოდენობა განისაზღვროს (მაგალითად, ქრომატოგრაფირების მეთოდით).

III.I.5.3. ჯამური ტოქსიკურობის განსაზღვრა ნიადაგსა და მცენარეულ პროდუქციაში ბიოტესტირებით

აღნიშნული მეთოდი მოდიფიცირებული და აპრობირებულია მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგროქიმიის კათედრაზე.

მეთოდი დაფუძნებულია თვის ბოლოკის თესლების გაღივების პროცესში მაღალი მგრძნობელობის გამოვლენაზე ტოქსიკური ნივთიერებების მიმართ. გაანგარიშებას აწარმოებენ ნიადაგების საანალიზო ნიმუშიდან მიღებული გამონაწურის პრეპარატიან ხსნარებში მოთავსებული თესლების აღმონაცენის ფესვების სიგრძის შემცირების და ფესვთა სისტემის წვენის განსაზღვრის გზით, ხოლო სრულდება საბოლოო პროდუქციის შედარებით საკონტროლოსთან, რომელსაც პროცენტებში გამოსახავენ. საველე პირობებში ჯამური ტოქსიკურობის განსაზღვრის შემთხვევაში, საკონტროლოდ ითვლება ის ნიმუში, რომელიც შერჩეულია ცდის იმ ვარიანტიდან, სადაც არ არის გამოყენებული მცენარეთა დაცვის ქიმიური საშუალებები.

სინჯების შერჩევა ანალიზისათვის

ნიადაგის ნიმუში უნდა შეირჩეს საცდელი ნაკვეთის არანაკლებ 15 ადგილიდან. ყველა სინჯი, რომელსაც აიღებენ საცდელი ნაკვეთიდან, ერთმანეთში კარგად უნდა გადაურიონ. გასაშუალოებული საანალიზო ნიმუში, 100 გრამის ოდენობით თითოეული საცდელი ნაკვეთიდან, უნდა მოთავსდეს ცელოფანის პატარა პარკებში, შეგროვდეს ერთად და ექსპერიმენტის ჩატარებამდე ინახება და ტრანსპორტირდება ასეთ პირობებში. ანალიზი ტარდება ახალ, ტენიან მასალაში.

მცენარეული ნიმუშების შერჩევასაც განსაკუთრებული წესით აწარმოებენ. მცენარეული მასალის გასაშუალოებულ ნიმუშად უნდა იყოს წარმოდგენილი არანაკლებ 10 მცენარე ან ძირხვენა და საგულდაგულოდ გასაშუალოებული. ანალიზი აუცილებლად უნდა ჩაუტარდეს ახლად მომზადებულ მასალას. ნიმუშებს აქუცმაცებენ ჰომოგენიზატორის დახმარებით ან უჟანგავი ფოლადის სახეხის გამოყენებით, რაც უზრუნველყოფს ერთგვაროვანი მასის მიღებას.

როდესაც ექსპერიმენტი ტარდება მარცვალზე, როგორც წესი, უნდა იყოს დაცული ყველა ის მოთხოვნა, რომელიც უკავშირდება მარცვლოვანი კულტურების საანალიზოდ მომზადების პროცესს. ჰაერმშრალი ნიმუშები კი აუცილებლად უნდა დააქუცმაცონ.

ანალიზისათვის მომზადება

თითოეული ნიმუშისათვის წინასწარ მომზადებული სათესლე მასალიდან გადაარჩევენ ვიზუალურად საუკეთესო და ჯანსაღ თესლებს 215 ცალის ოდენობით და მოათავსებენ მინის ჭიქაში. ასეთივე წესით მომზადებული თესლებიანი ჭიქების რაოდენობა უნდა შეესაბამებოდეს საანალიზო ნიმუშების რიცხოვნობას.

გარდა ზემოთაღნიშნული ქმედებისა, თესლების აღმოცენების უნარის დასადგენად, ყველა სათესლე მასალიდან წინასწარ შეარჩევენ ვიზუალურად საუკეთესო თესლებს, რომელთა აღმოცენების უნარი დაახლოებით 90-95%-ის ტოლი უნდა იყოს. საანალიზოდ ასევე უნდა მომზადდეს ონკანის წყალი, ადუღებიდან 10-15 წუთის შემდეგ, წყალს გადმოდგამენ ცეცხლიდან, ჭურჭელს დახურავენ ბამბის საცობით და გააგრილებენ.

ანალიზის მსვლელობა

ნიადაგის ახლადაღებული ნიმუშიდან აწონიან ზუსტად 100 გ ნიადაგს (სასწორის ცდომილება არაუმეტეს 0,1გ), გადაიტანენ 250 მლ - იან კოლბაში, დაუმატებენ 100 მლ ონკანის წყალს და ანჯღრევენ 2,5 საათის განმავლობაში.

მიღებულ სუსპენზიას გაფილტრავენ და ფილტრატიდან საზომი პიპეტის გამოყენებით აიღებენ 4 მლ ხსნარს, რომელსაც ჭიქაში მომზადებულ შესაბამის თესლებს დაასხამენ.

ნედლი ჰომოგენიზირებული მცენარეული მასალის ნიმუშს გაწურავენ მრავალფენიან მარლაში ან თეთრ სინთეტიკურ ქსოვილში და სითხიდან საზომი პიპეტით ამოიღებენ 4 მლ ალიქვოტას, რომელსაც ჭიქაში მოთავსებულ თესლებს დაასხამენ.

მშრალად დაფქვილი მცენარეული მასალის ნიმუშს დაასხამენ წყალს შეფარდებით 2:1-თან, ანჯღრევენ 2,5 საათის მანძილზე და შემდეგ მოათავსებენ ცენტრიფუგაში 0°C ტემპერატურაზე 30 წუთის განმავლობაში, ბრუნვის სიჩქარე უნდა იყოს 6000

ბრ/წთ-ში. ცენტრიფუგატიდან ამოიღებენ 4 მლ სითხეს და დაასხამენ ბიოტესტის თესლებზე. 24 საათის შემდეგ თესლებს ჭიქიდან გადაანაწილებენ წინასწარ მომზადებულ პეტრის ჯამებში. ერთ პეტრის ჯამზე აუცილებლად უნდა მოთავსდეს ჭიქიდან ამოღებული თესლის 50 საღი მარცვალი. ასეთი გზით ერთი ჭიქიდან მიიღება ცდის ოთხჯერადი განმეორების შესაძლებლობა, რაც სავალდებულოა მიღებული შედეგების სანდოობის შეფასების დროს. დაზიანებულ ან გამოუყენებელ თესლებს ისევ ჭიქაში ჩატოვებენ, რადგან სწორედ ამისთვის იყო განკუთვნილი ჭიქაში მოთავსებული 15 ცალი დამატებითი თესლი.

საანალიზოდ პეტრის ჯამები შემდეგი სახით უნდა მომზადდეს: თითოეული ჯამის ფსკერზე, მისი ზომის შესაბამისად, დააფენენ 3 ცალ ქაღალდის ფილტრს, რომელსაც დაასველებენ 5 მლ ონკანის წყლით (ადუღების და გაცივების შემდეგ), ხოლო ფილტრის ზედაპირს აკურატულად და კარგად მოასწორებენ მინის ან პლასტიკური შპატელით.

ერთი ჭიქიდან ამოღებულ, ე.ი. ცდის ერთი ვარიანტისთვის განკუთვნილ ოთხ მზა პეტრის ჯამში მოთავსებული ფილტრის ქაღალდის ზედაპირზე თანაბრად გადაანაწილებენ 50-50 ცალ თესლს. საბოლოოდ კი ყველა საანალიზო ნიმუში წარმოდგენილი იქნება 4 განმეორებაში. ჩათესილ ჯამებს, როგორც წესი, ათავსებენ ბიოთერმოსტატში 25°C ტემპერატურაზე 48 საათით. ორი დღის შემდეგ, მესამე (72სთ) დღეს, ჯამებს გამოიღებენ თერმოსტატიდან და საზომი სახაზავით ყველა საანალიზო პეტრის ჯამზე, ზომავენ აღმონაცენების (ფესვების) საერთო სიგრძეს. ამავდროულად, ითვლიან თითოეულ ჯამზე გაუღივებელი თესლების რაოდენობასაც, რაც ფესვების განვითარების შეკავებას ნიშნავს.

ჯამური ტოქსიკურობის გაანგარიშება საკვლევ ნიმუშებში

სათითაოდ ყველა პეტრის ჯამზე უნდა განისაზღვროს აღმონაცენის ფესვების საშუალო სიგრძე. ამისათვის აღმონაცენების ფესვების საერთო სიგრძეს გაყოფენ პეტრის ჯამში გაზრდილი თესლების რაოდენობაზე.

შემდეგ, 4 განმეორებიდან მიღებული შედეგების მიხედვით, გამოიყვანენ საშუალო არითმეტიკულს ცდის ყველა ვარიანტისათვის.

აღმონაცენის სიგრძის საშუალო არითმეტიკული სიდიდე, რომელსაც საკონტროლო ვარიანზე მიიღებენ (ცდის ვარიანტი პესტიციდების გამოყენების გარეშე), შეესაბამება 100%-ს, ხოლო სხვა ვარიანტებზე მიღებულ შედეგებს საკონტროლოსთან (%-ში) შედარებით ანგარიშობენ.

განსხვავება საცდელი ნიმუშებისათვის დადგენილ პროცენტულ სიდიდეებსა და საკონტროლო ვარიანტს შორის, შეესაბამება ჯამური ტოქსიკურობის განსაზღვრულ მაჩვენებლებს.

ცხრილი 5

ნიადაგების კლასიფიკაცია ტოქსიკურობის დაჯამებული მონაცემების მიხედვით

საფრთხეების კლასი	დახასიათება	ფესვების განვითარების შეკავების ეფექტი
1	განსაკუთრებით ტოქსიკური	>75%
2	მაღალტოქსიკური	50-75%
3	ზომიერად ტოქსიკური	20-50%
4	მცირეტოქსიკური	<20%

ჭურჭელი

1. მინის კოლბები მოცულობით 250 მლ.
2. მინის ჭიქები მოცულობით 75 მლ.
3. ძაბრები.
4. პეტრის ჯამები.
5. პლასტიკური ან მინის შპატელი.

6. საზომი პიპეტები.

მასალები, რეაქტივები, აპარატურა

1. ბოლოკის თესლები.
2. ფილტრის ქაღალდები ან ქაღალდის ფილტრები.
3. წყალი (დისტილირებული).
4. ონკანის წყალი (10-15 წუთიანი დუღილის შემდეგ).
5. წისქვილი ნიმუშების დასაფქვავად.
6. სასწორი (ცდომილება არაუმეტეს 0,1გ).
7. სანჯღრევი.
8. ჰომოგენიზატორი, სახეხი ან სხვა მოწყობილობები ნედლი მცენარეული ნიმუშების დასაქუცმაცებლად.
9. ცენტრიფუგა.
10. ბიოთერმოსტატი.

III.I.5.4. ნიადაგის სრული ტენტევადობის განსაზღვრა

სრული ტენტევადობის განსაზღვრისათვის იყენებენ ლითონის ცილინდრს, რომლის დიამეტრი 4 სმ, ხოლო სიმაღლე 20 სმ-ს შეადგენს. ცილინდრის ერთი ბოლო ლითონის ბადითაა დაფარული, რომელზეც ანალიზის დაწყების წინ აფენენ დატენიანებულ ორმაგ ფილტრის ქაღალდს. ცილინდრის მაგიერ ხშირად იყენებენ იგივე ზომის მინის მილს, რომლის ბოლოზე შემოხვეული უნდა იყოს 2-3 ფენა მარლა, შიგ მოთავსებული ფსკერზე მიკრული ორმაგი ფილტრის ქაღალდით. მარლა და ფილტრი წინასწარ წყლით უნდა დატენიანდეს.

ზუსტად აწონილი ნიადაგის 100 გ ან 50 გ წონაკს ჩაყრიან ცილინდრში, დააფარებენ სახურავს, აწონიან და ჩაუშვებენ წყლიან ჭურჭელში. წყლის დონე ჭურჭელში ისეთივე უნდა იყოს, როგორც ცილინდრში მოთავსებული ნიადაგის დონე. რამოდენიმე საათის შემდეგ, ან უმჯობესია მეორე დღეს, ცილინდრს წყლიანი ჭურჭლიდან ამოიღებენ, დაწრიტავენ ზედმეტი წყლისგან და აწონიან. მომატებული წონა არის ნიადაგის ტენტევადობა, ხოლო ნიადაგის სრული ტენტევადობა წარმოადგენს ნიადაგში

არსებული წყლისა და წყლის იმ რაოდენობის ჯამს, რომელიც ნიადაგმა შთანთქა.

ნიადაგის სრული ტენტევადობის გაანგარიშება: დავუშვათ, რომ სრული ტენტევადობის განსაზღვრისათვის აღებული იყო 100 გ ნიადაგი, რომლის ტენიანობა არის 25%. ამ შემთხვევაში, 100 გ ტენიანი ნიადაგი უდრის 80 გ აბსოლუტურად მშრალს. ე.ი. 80 გ აბსოლუტურად მშრალმა ნიადაგმა შთანთქა 20 გ + 30 გ = 50 გ წყალი.

სრულ ტენტევადობას ანგარიშობენ 100 გ აბსოლუტურად მშრალ ნიადაგზე, მაშინ აღნიშნული საკვლევი ნიადაგის სრული ტენტევადობა იქნება:

(50 · 100) : 80 = 62,5 %.

საკონტროლო კითხვები III.I. ქვეთავთან დაკავშირებით

1. ჩამოთვალეთ ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის განმსაზღვრელი მეთოდები
2. დაასახელეთ სუნთქვის ინტენსივობის განსაზღვრის მეთოდები, აღნიშნეთ მისი დადებითი და უარყოფითი მხარეები
3. რა უდევს საფუძვლად გალსტიანის მეთოდს ნიადაგიდან ნახშირორჟანგის გამოყოფის ინტენსივობის განსაზღვრისას
4. რაში გამოიხატება კარპაჩევსკის მეთოდის უპირატესობა ნიადაგიდან გამოყოფილი ნახშირორჟანგის შემცველობის განსაზღვრის დროს
5. რომელ მეთოდს ენიჭება უპირატესობა აზოტფიქსაციის შესწავლის მეთოდებს შორის
6. აღწერეთ აცეტილენის მეთოდის თავისებურებანი
7. როგორ ისაზღვრება აზოტფიქსაციის პოტენციური აქტივობა
8. რა მეთოდით საზღვრავენ დენიტრიფიკაციის პოტენციურ აქტივობას
9. რა მეთოდებით საზღვრავენ ნიადაგის ნიტრიფიკაციურ აქტივობას
10. რა პრინციპს ეფუძნება ნიტრიფიკაციის უნარის განსაზღვრის მეთოდი
11. როგორ საზღვრავენ ნიტრატებს კომპოსტებში

12. რა პრინციპი უდევს საფუძვლად აპლიკაციური მეთოდების გამოყენებას
13. როგორ ისაზღვრება ნიადაგში ცელულოზის დაშლის ინტენსივობა
14. დაახასიათეთ თავისუფალ ამინომჟავათა დაგროვების ინტენსივობა, როგორც ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის ინდიკატორი
15. რას წარმოადგენს თავისუფალ ამინომჟავათა ინტენსივობის განსაზღვრის მეთოდიკა
16. რა არის ჯამური ტოქსიკურობა და რა იწვევს მას
17. ახსენით ჯამური ტოქსიკურობის გაანგარიშების მეთოდი
18. რა იგულისხმება ნიადაგისა და მცენარეული პროდუქციის ჯამური ტოქსიკურობის განსაზღვრის ქვეშ
19. როგორ საზღვრავენ ჯამურ ტოქსიკურობას ნიადაგსა და მცენარეულ პროდუქციაში ბიოტესტირების მეთოდის გამოყენებით
20. რა არის ნიადაგის სრული ტენტევადობა და როგორ საზღვრავენ მას.

III.II. ნიადაგების ფერმენტული აქტივობა

ფერმენტები წარმოადგენენ ცილოვანი ბუნების ბიოლოგიურ კატალიზატორებს, რომელსაც ცოცხალი ორგანიზმები ქმნიან. მათ ახასიათებთ მოქმედების სპეციფიკურობა, სიძლიერე და ლაბილურობა. უმნიშვნელოვანესია ფერმენტების როლი ნივთიერებათა ცვლაში, ისინი უზრუნველყოფენ უჯრედში ბიოქიმიური პროცესების სიჩქარეს და მიმართულებას. ნიადაგი შეიცავს მრავალ ეგზო- და ენდოფერმენტს, რომლებიც მცენარეული ნარჩენებისა და მიკრობული უჯრედების ლიზისის (გახრწნის) შედეგად გამოთავისუფლდებიან.

ნიადაგის ფერმენტები აქტივობას საკმაოდ დიდხანს ინარჩუნებენ. ისინი ძირითადად ნიადაგის ლამისებრ და მტვრისებრ ფრაქციებში ფიქსირდებიან და მათი გადანაწილება ნიადაგის მექანიკური ფრაქციების მიხედვით მჭიდროდ არის დაკავშირებული ორგანული ნივთიერებების არსებობასთან. ნიადაგის ფერმენტული აქტივობა განაპირობებს ბიოქიმიური პროცესების ინტენ-

სივობასა და მიმართულებას, ამიტომ ის წარმოადგენს მნიშვნელოვან ბიოლოგიურ მაჩვენებელს, რომელიც ნიადაგის ნაყოფიერებას განსაზღვრავს. ფერმენტების აქტივობაზე მრავალი ფაქტორი ახდენს გავლენას, ზოგი მათგანი თრგუნავს მის აქტივობას, ზოგიერთი კი, პირიქით, ააქტიურებს მის მოქმედებას. მათი აქტივობა დამოკიდებულია ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე, როგორიცაა pH, დამლაშება, კარბონატობა, გაკულტურება, სასუქების შეტანა, მოთაბაშირება და ა.შ. ჩამოთვლილი ფაქტორების ზემოქმედებით ერთმანეთისგან განსხვავებული ფერმენტების აქტივობა იცვლება სხვადასხვა ხარისხით. ფერმენტის ინაქტივაცია მიმდინარეობს უფრო სწრაფად, როცა მეტია განსხვავება ნიადაგის pH-სა და განსაზღვრული ფერმენტის მოქმედების ოპტიმალურ pH-ს შორის.

ნიადაგის ფერმენტულ აქტივობას საზღვრავენ ტრადიციული ქიმიური მეთოდების გამოყენებით.

კატალიზური პროცესების ხასიათის მიხედვით ფერმენტები ექვს კლასად იყოფიან: ოქსირედუქტაზები, ჰიდროლაზები, ლიაზები, ტრანსფერაზები, იზომერაზები და სინთეტაზები. აგროქიმიური თვალსაზრისით განსაკუთრებით საინტერესოა პირველი ორი ჯგუფი. აქედან გამომდინარე, შედარებით კარგადაა შესწავლილი ნიადაგის ის ფერმენტები, რომლებიც მიეკუთვნებიან ოქსირედუქტაზების და ჰიდროლაზების კლასებს, ამიტომაც, ძირითადად სწორედ მათთვისაა შემუშავებული ამ კლასის სხვადასხვა ფერმენტების განსაზღვრის მეთოდები.

ოქსირედუქტაზები

კატალაზა

ასკორბინატოქსიდაზა

პოლიფენოლოქსიდაზა

პეროქსიდაზა

დეჰიდროგენაზა

ნიტრატრედუქტაზა

ჰიდროლაზები

პეპტიდჰიდროლაზები

პროტეაზა

ამიდოჰიდროლაზები

ასპარაგინაზა

ურეაზა

ფოსფოჰიდროლაზები

ნიტრიტრედუქტაზა
ფერირედუქტაზა
სულფატრედუქტაზა
MnO_2- რედუქტაზა

ადენოზინტრიფოსფატაზა
ფოსფატაზა
გლუკოზიდჰიდროლაზები
ინვერტაზა
ამილაზა
ცელულაზა

ფერმენტის აქტივობის ერთეულად მიიჩნევა ის რაოდენობრივი განსხვავება, რომელიც სუბსტრატში ფერმენტის მონაწილეობით ხორციელდება დროის გარკვეულ მონაკვეთში, მკაცრად განსაზღვრული პირობების დაცვით - სუბსტრატის კონცენტრაცია, pH, ტემპერატურა და სხვ. არსებობს შკალა ნიადაგების ფერმენტებით უზრუნველყოფის ხარისხის შესაფასებლად, რომელიც შემუშავებულია დ. გ. ზვიაგინცევის მიერ.

ცხრილი 6

ნიადაგის ფერმენტებით უზრუნველყოფის ხარისხის შეფასების შკალა

ნიადაგის უზრუნველყოფის ხარისხი	კატალაზა, სმ³ O_2 1 გ ნიადაგზე 1 წთ-ში	დეჰიდროგენაზა, ტფფ მგ 10 გ ნიადაგზე 24 სთ-ში	ინვერტაზა, გლუკოზა მგ 1გ ნიადაგზე 24 სთ-ში	ურეაზა, NH_4 მგ 10 გ ნიადაგზე 24 სთ-ში	ფოსფატაზა, P_2O_5 მგ 10 გ ნიადაგზე 24 სთ-ში
ძალიან ღარიბი	<1	<1	<5	<3	<0.5
ღარიბი	1-3	1-3	5-15	3-10	0,5-1,5
საშუალოდ გამდიდრებული	3-10	3-10	15-50	10-30	1,5-5,0
მდიდარი	10-30	10-30	50-150	30-100	5,0-15
ძალიან მდიდარი	>30	>30	>150	>100	>15

ნიადაგის მომზადება ფერმენტების განსაზღვრისათვის

ფერმენტების განსაზღვრისათვის მშრალ ნიადაგში ნიმუშებს აწყობენ ოთახის ტემპერატურაზე, ვიდრე ჰაერმშრალ მდგომარეობამდე არ მიიყვანენ. შემდეგ საგულდაგულოდ ასუფთავებენ ფესვებისგან და ცრიან 0,25 მმ დიამეტრის ნასვრეტების მქონე საცერში. ხილულ ფესვებსა თუ სხვა ჩანართებს პინცეტით იღებენ, ხოლო ძალიან წვრილი, თითქმის უხილავი ნაწილაკების მოსაცილებლად იყენებენ სტატიკური ელექტრობით დამუხტულ მინის ჯოხს, გაწმენდილს აბრეშუმის ქსოვილით ან შალის ქსოვილით გაწმენდილ ებონიტის ფირფიტას. თუ ფერმენტის განსაზღვრას აწარმოებენ ახლადაღებული ნიადაგის ნიმუშში, ისიც აუცილებლად უნდა გათავისუფლდეს ფესვებისგან, გაიცრას და მაშინვე გაიგზავნოს საანალიზოდ.

ფერმენტული აქტივობის განსაზღვრის დროს მიღებული შედეგების ზუსტად ასახვისა და გაანალიზებისათვის აუცილებელია საკვლევი ნიმუშების პარალელურად ცდები ჩატარდეს საკონტროლო ვარიანტშიც. საკონტროლოდ იღებენ შემდეგ ვარიანტებს: ა) 180°C-ზე 3 საათის განმავლობაში მშრალად გასტერილებული ნიადაგი ფერმენტის სუბსტრატთან ერთად; ბ) არასტერილური ნიადაგი სუბსტრატის გარეშე (მას ცვლიან თანაბარი მოცულობის წყლით); გ) სუბსტრატი ნიადაგის გარეშე და განსაზღვრისათვის საჭირო ყველა რეაქტივი.

III.II.1. ოქსირედუქტაზები

ფერმენტები, რომლებიც ოქსირედუქტაზების კლასს მიეკუთვნებიან, ახდენენ ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციების კატალიზს. მათ წამყვანი როლი ეკისრებათ ბიოქიმიური პროცესების წარმართვაში ცოცხალი ორგანიზმის უჯრედებსა და ნიადაგში.

ჟანგვა-აღდგენითი ფერმენტების აქტივობა პირდაპირ კორელაციურ კავშირშია ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებთან, მიკრობიოლოგიური პროცესების მიმდინარეობასთან, ნიტრიფიკაციასთან, სულფოფიკაციასთან და ა.შ.

III.II.1. 1. კატალაზა

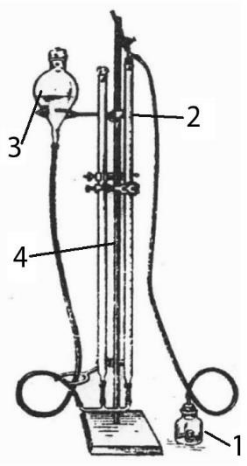
ფერმენტი კატალაზა აწარმოებს წყალბადის ზეჟანგის დაშლის რეაქციის კატალიზს წყლად და მოლეკულურ ჟანგბადად:

$$2H_2O_2 \xrightarrow{\text{კატალაზა}} 2H_2O + O_2$$

წყალბადის ზეჟანგი ნიადაგში გროვდება მცენარეთა სუნთქვის პროცესში ორგანულ ნივთიერებათა ჟანგვის ბიოქიმიური რეაქციების შედეგად.

ფერმენტ კატალაზას დადებითი როლი იმაში მდგომარეობს, რომ ის შლის მცენარეთათვის მომწამვლელ წყალბადის ზეჟანგს.

ნიადაგის კატალაზური აქტივობის განსაზღვრის მეთოდი ემყარება ნიადაგთან ურთიერთშეხებისას წყალბადის ზეჟანგის დაშლის სიჩქარის გაზომვას. გამოყოფილი ჟანგბადის მოცულობის მიხედვით დგინდება კატალაზის აქტივობა გაზომეტრული მეთოდით, რაც კატალაზის ხელსაწყოს (სურ. 3) დახმარებით ხორციელდება. აღნიშნულ მეთოდი ფართოდაა დანერგილი პრაქტიკაში, რადგან საკმაოდ ზუსტია, სწრაფი და არ საჭიროებს რთული აპარატურის გამოყენებას.



1 - კოლბა ნიადაგით და პატარა ჭიქით ფსკერზე

2 - კაუჩუკის შლანგი და ჩამკეტი

3 - მსხლის ფორმის ჭურჭელი

4 - ბიურეტი

სურ. 3. ხელსაწყო კატალაზის აქტივობის განსაზღვრისათვის

კატალაზის აქტივობის განსაზღვრა გაზომეტრული მეთოდით

ანალიზის მსვლელობა. გაცრილი ნიადაგის წონაკს 1 გ-ის ოდენობით ჩაყრიან 100 მლ მოცულობის სქელკედლიან კოლბაში, დაამატებენ 0,5გ $CaCO_3$, შეანჯღრევენ ნიადაგისა და ცარცის ერთმანეთთან შერევის მიზნით და შემდეგ კოლბის ფსკერზე პინცეტით ფრთხილად დგამენ პატარა ჭიქას, რომელშიც ასხია 5 მლ 3%-იანი წყალბადის ზეჟანგის ხსნარი. კოლბას მჭიდროდ ხურავენ კაუჩუკის საცობით, რომელშიც მილია გაყრილი. მილი გადაკეტილია ჩამკეტით ან ონკანით და შეერთებულია შტატივზე დამაგრებულ კატალაზის ხელსაწყოს ბიურეტთან. ეს უკანასკ-ნელი მიერთებულია მსხლის ფორმის მინის ჭურჭელთან. ბიუ-რეტს და მსხალს ავსებენ წყლით, აწონასწორებენ მათში წყლის დონეს და მსხალს შტატივზე გარკვეულ სიმაღლეზე ამაგრებენ. კეტავენ ონკანს, რათა გამოირიცხოს ხელსაწყოს კავშირი გარემოსთან.

ცდის დაწყება წამმზომზე აითვლება იმ მომენტიდან, როცა კოლბაში წყალბადის ზეჟანგიან ჭიქას წამოაქცევენ, გახსნიან ონკანს ან ჩამკეტს და კოლბას შიგთავსით შეანჯღრევენ. კოლბის შენჯღრევა ცდის დასრულებამდე უნდა გაგრძელდეს, ოღონდ ისე, რომ მხოლოდ კოლბის ყელს შეეხოთ და არა კოლბას, რათა შეძლებისდაგვარად დაცული იყოს ტემპერატურული რეჟიმი. გამოყოფილი ჟანგბადი გამოდევნის ბიურეტიდან წყალს, რომ-ლის დონე მაშინვე უნდა მოინიშნოს. ათვლას აწარმოებენ ყოველ 0,5 წუთში 2 წუთის მანძილზე. საკონტროლოდ იღებენ 180°C-ზე 3 საათის განმავლობაში მშრალად გასტერილებულ ნიადაგს.

კატალაზის აქტივობა გამოისახება ნიადაგიდან გამოყოფილი ჟანგბადის მოცულობის მიხედვით - ჟანგბადი O_2 სმ^3-ში 1 გ ნიადაგზე დროის გარკვეულ მონაკვეთში (1 წთ).

გამოყოფილი ჟანგბადის რაოდენობა უნდა განისაზღვროს აუცილებლად 18-20°C ტემპერატურის პირობებში, რადგან ფერმენტი კატალაზა მხოლოდ ამ ფარგლებში მოქმედებს. თუ ტემპერატურა უფრო მაღალია, ამ შემთხვევაში სქელკედლიან

კოლბას პატარა ჭიქით დგამენ ცივ წყალში შესაბამის ტემ-პერატურაზე.

კატალაზის აქტივობის განსაზღვრის ჯონსონისა და ტემპლეს პერმანგანატომეტრული მეთოდი

ანალიზის მსვლელობა. 125 სმ^3 მოცულობის კონუსურ კოლბაში ათავსებენ 2 გ ნიადაგს, უმატებენ 40 მლ გამოხდილ წყალს და 5 მლ 0,3%-იან წყალბადის ზეჟანგს. კოლბას ანჯღ-რევენ როტატორზე 20 წუთის განმავლობაში. ზეჟანგის გაუხლე-ჩავი ნაწილის სტაბილიზაციის მიზნით ამატებენ 5 მლ 1,5 M გო-გორდმჟავის ხსნარს. შიგთავსს ფილტრავენ მკვრივი ფილტრის გამოყენებით. ფილტრატიდან აიღებენ 25 მლ ხსნარს და ტიტრავენ 0,1 M $KMnO_4$-ით სუსტი ვარდისფერი შეფერილობის მიღებამდე. გამოყენებული წყალბადის ზეჟანგის ზუსტი საწყისი კონცენტრაციის დასადგენად აწარმოებენ გატიტვრას პერმანგა-ნატით მჟავე არეში. ამისათვის 5 მლ 0,3%-იან წყალბადის ზეჟანგს შეურევენ 40 მლ წყალს და 5 მლ 1,5 M გოგირდმჟავას. ამ ნარევის 25 მლ-ს ტიტრავენ 0,1 M კალიუმის პერმანგანატის ხსნარით.

პერმანგანატის რაოდენობას, რომელიც დაიხარჯა საწყისი წყალბადის ზეჟანგის გატიტვრაზე (A) აკლდება პერმანგანატის რაოდენობა, დახარჯული ფილტრატის გატიტვრაზე (B). ეს სხვაობა, პერმანგანატის ტიტრის შესწორების გათვალისწინებით (T), წარმოადგენს ნიადაგის კატალაზურ აქტივობას, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით: $(A - B) \cdot T$.

კატალაზის აქტივობას გამოსახავენ სმ^3-ში 0,1 M $KMnO_4$ 1 გ ნიადაგზე 20 წუთის განმავლობაში.

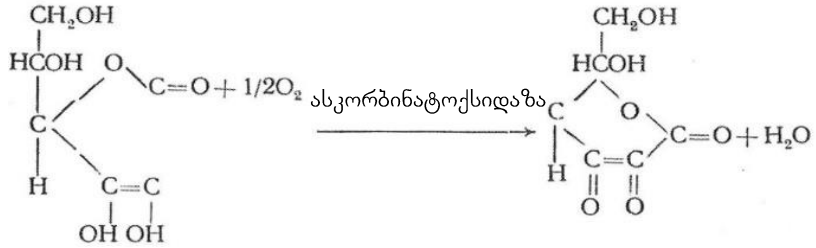
რეაქტივები:

1. 0,3%-იანი წყალბადის ზეჟანგი: 30%-იან ხსნარს აზავებენ წყლით, შეფარდება 1:100;
2. 1,5 M გოგირდის მჟავა;

3. 0,1 M-ის კალიუმის პერმანგანატის ხსნარი, რომლის ტიტრსაც ადგენენ ნატრიუმის ოქსალატის მიხედვით.

III.II.1. 2. ასკორბინატოქსიდაზა

ეს ფერმენტი ასკორბინის მჟავის დაჟანგვის კატალიზატორია. ასკორბინმჟავის (ვიტამინი C) წყაროს ნიადაგში წარმოადგენენ მცენარეები და მიკროორგანიზმები. ასკორბინატოქსიდაზის მოქმედების შედეგად იგი გარდაიქმნება დეჰიდროასკორბინის მჟავად.



ასკორბინის მჟავა დეჰიდროასკორბინის მჟავა

მეთოდს საფუძვლად უდევს ასკორბინის მჟავის აღდგენითი თვისებების გამოყენება. ასკორბინატოქსიდაზის აქტივობის განსაზღვრის მეთოდი ეყრდნობა ასკორბინის მჟავის ნარჩენი რაოდენობის დადგენას, რომელიც წარმოიქმნება ნიადაგის სუბსტრატთან ურთიერთქმედების დროს. სხვაობა ნიადაგში შეტანილი ასკორბინმჟავას რაოდენობასა და ნიადაგთან ერთად ინკუბირების შემდეგ დარჩენილ გამოუყენებელ ნაწილს შორის, ამ რეაქციისას შექმნილი დეჰიდროასკორბინმჟავის რაოდენობის ექვივალენტურია.

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე ათავსებენ ნიადაგის 1 გ წონაკს, რომელიც გატარებულია 0,25 მმ-იანი დიამეტრის ნასვრეტებიან საცერში. წონაკი გადააქვთ 50 მლ-იან ბრტყელძირიან ერლენმეიერის კოლბაში, პიპეტით ამატებენ 1 მლ 1%-იანი ასკორბინის მჟავის ხსნარს და ასევე 1 მლ დისტილირებულ წყალს. კოლბას შეანჯღრევენ, დაკეტავენ კორპის

საცობით და შედგამენ თერმოსტატში 1 საათით 37°C ტემპერატურაზე. ინკუბაციის დასრულების შემდეგ კოლბაში საზომი ცილინდრით ასხამენ 28 მლ 1%-იან მარილმჟავას ხსნარს და ანჯღრევენ როტატორზე 5 წუთის განმავლობაში. ნარევს ფილტრავენ თეთრსახვევიანი თხელი ფილტრის ქაღალდის გამოყენებით.

ერლენმეიერის 250 მლ-იან კოლბაში ჩაასხამენ 45 მლ გამოხდილ წყალს, პიპეტით დაუმატებენ 5 მლ ფილტრატს და იწყებენ გატიტვრას 0,001 M-ის ინდიკატორ 2,6 – დიქლორფენოლინდოფენოლის ხსნარით (მეთილენის ლურჯი) ვარდისფერ შეფერილობამდე, რომელიც არ გაქრება 1 წუთის მანძილზე.

საკონტროლო ნიმუში - ნიადაგი, გასტერილებული ავტოკლავში, 1,5 ატმოსფერული წნევის ქვეშ 1 სთ-ის განმავლობაში 127°C ტემპერატურაზე.

ასკორბინატოქსიდაზის აქტივობას (X) გამოსახავენ დეჰიდროასკორბინის მჟავის მილიგრამებში 100 გ ნიადაგზე 1 სთ-ში იმის გათვალისწინებით, რომ ასკორბინის მჟავის რაოდენობა წარმოქმნილი დეჰიდროასკორბინის მჟავის ექვივალენტურია.

$$X = \frac{(a - b) \cdot M \cdot p \cdot 100}{e},$$

სადაც a — 0,001 M-ის 2,6-დიქლორფენოლინდოფენოლის რაოდენობა მლ-ში (მეთილენის ლურჯი), რომელიც სუბსტრატის სახით გამოყენებული 1 მლ ასკორბინის მჟავის გატიტვრაზე დაიხარჯა, მლ; b - საცდელ ვარიანტზე დახარჯული, მლ; M - მეთილენის ლურჯის 0,001 M ხსნარის მოლარობა, ტიტრთან შესწორების გათვალისწინებით; p - ხსნარის გაზავება; e — ნიადაგის წონაკი გ-ით; 100 - გადასაყვანი 100 გ ნიადაგზე.

რეაქტივები

1. 0,001 M 2,6-დიქლორფენოლინდოფენოლის (მეთილენის ლურჯი) ხსნარი: 200 მგ საღებავს გახსნიან წყალში, მიიყვანენ 1 ლ-მდე. გაფილტრულ ხსნარს დანის წვერით ამატებენ $NaHCO_3$. საღებავის ტიტრს ასკორბინის მჟავის მიმართ ადგენენ უშუალოდ

ცდის ჩატარების წინ. ამისათვის 50 მლ-იან საზომ კოლბაში გახსნიან ასკორბინის მჟავის რამდენიმე კრისტალს (1-1,5 მგ) 2%-იან H_2SO_4-ის ხსნარში. ორ კონუსურ კოლბაში ასხამენ მომზადებულ ხსნარს 5-5 მლ-ის ოდენობით, უმატებენ Kl-ის კრისტალებს (5-10 მგ) და 5 წვეთ 1%-იანი სახამებლის ხსნარს. ტიტრავენ ერთ კოლბაში ინდიკატორით (მეთილენის ლურჯი), მეორეში ზუსტად 0,001M-ს KIO_3-ის ხსნარით.

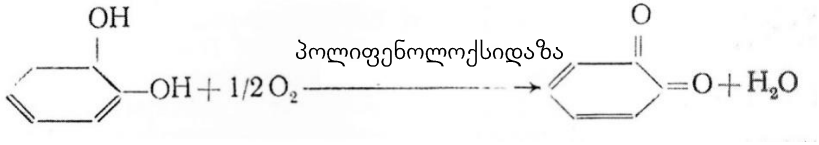
ტიტრის გაანგარიშება:

$$T = \frac{0{,}088 \cdot a}{b},$$

სადაც T - ასკორბინის მჟავის რაოდენობა მილიგრამებში, რომელიც 1 მლ საღებავს შეესაბამება.; 0,088 - ასკორბინმჟავას რაოდენობა მილიგრამებში, რომელიც 1 მლ 0,001 M -ის კალიუმის იოდატის ხსნარს შეესაბამებს; a – 0,001M-ის კალიუმის იოდატის ხსნარის მოცულობა, რომელიც ასკორბინის მჟავის გატიტვრაზე დაიხარჯა, მლ; b - გატიტვრაზე დახარჯული საღებავის ხსნარის რაოდენობა, მლ.

III.II.1. 3. პოლიფენოლოქსიდაზა

პოლიფენოლოქსიდაზა მონაწილეობს ნიადაგში არსებული არომატული რიგის იმ ორგანული ნივთიერებების გარდაქმნაში, რომლებიც ჰუმუსის კომპონენტებს წარმოადგენენ. ეს ფერმენტი აწარმოებს მონო-, დი-, ტრიფენოლების დაჟანგვის კატალიზს ქინონებამდე ჰაერის ჟანგბადის არსებობის პირობებში. ამინომჟავების და პეპტიდების კონდენსაციისას ქინონებს შეუძლიათ მონაწილეობა მიიღონ ჰუმინის მჟავების პირველადი მოლეკულების წარმოქმნაში. ჟანგვა შემდეგი სქემით მიმდინარეობს:



პოლიფენოლოქსიდაზის აქტივობა ისაზღვრება პიროგალოლიდან პურპუროგალინის გამოყოფის გზით, ისევე როგორც პეროქსიდაზის აქტივობა, ოღონდ წყალბადის ზეჟანგის გარეშე.

ანალიზის მსვლელობა. 1 გ ნიადაგის წონაკს ათავსებენ 50 მლ-იან მილესილსაცობიან საზომ კოლბაში, პიპეტით ამატებენ 10 მლ 1%-იანი 1,2,3-პიროგალოლის ხსნარს, ანჯღრევენ და დგამენ თერმოსტატში 30°C ტემპერატურაზე 30 წუთის განმავლობაში.

საკონტროლოდ იღებენ ნიადაგს სუბსტრატის გარეშე, წყლით. ექსპოზიციის ვადის გასვლის შემდეგ რეაქციას ხელოვნურად წყვეტენ 5 მლ 20%-იანი გოგირდმჟავის დამატებით.

წარმოქმნილ პურპუროგალინს გამოაცალკევებენ გოგირდის ეთერის გამოყენებით. ეთერს საზომ კოლბაშივე ამატებენ ნიშნულამდე და კოლბას საცობით კეტავენ. სუბსტრატს კარგად აურევენ და 10 წუთის შემდეგ აწარმოებენ ეთერიანი ფენის კოლორიმეტრირებას ელექტროფოტოკოლორიმეტრით 5 მმ-იანი სიგანის კიუვეტში 430 ნმ ტალღის სიგრძის მწვანე შუქფილტრით. სტანდარტად გამოიყენება კალიუმის ბიქრომატის ხსნარი.

პოლიფენოლოქსიდაზის აქტივობას (X) გამოსახავენ — პურპუროგალინი მილიგრამებში 100 გ ნიადაგზე 30 წუთის განმავლობაში.

$$X = \frac{a \cdot 100}{e}$$

სადაც a - მგ პურპუროგალინი დაკალიბრებული გრაფიკის მიხედვით; e - ნიადაგის წონაკი, გ; 100 - გადასაყვანი 100 გ ნიადაგზე.

რეაქტივები

1. გოგირდმჟავის 20%-იანი ხსნარი. 129,9 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4-ს ფრთხილად ასხამენ 500-800 მლ წყალში და მოცულობა 1 ლ-მდე მიყავთ.

2. კალიუმის ბიქრომატის სტანდარტული ხსნარი: 0,75 გ $K_2Cr_2O_7$ გაიხსნება 1ლ 0,5 M HCl-ში (რაც შეესაბამება 5 მგ პურპუროგალინს 50 მლ გოგირდის ეთერში).

3. 0,5 M HCl: გამოხდილ წყალში ასხამენ 41 მლ კონცენ-ტრირებულ HCl (d=1,19) და შეავსებენ 1 ლიტრამდე.

4. 1%-იანი 1,2,3-პიროგალოლის ხსნარი.

5. გოგირდის ეთერი.

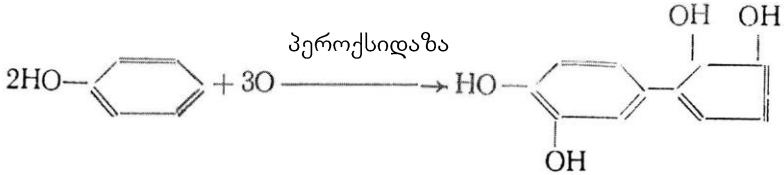
III.II.1. 4. პეროქსიდაზა

პეროქსიდაზა ჩართულია ნივთიერებათა კონდენსაციის რეაქციებში ჰუმინის მჟავის წარმოქმნის დროს, ასევე მონაწილეობას იღებს ნიადაგში მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში.

აღნიშნული ფერმენტი აჩქარებს პოლიფენოლების ჟანგვის რეაქციებს სუბსტრატში წყალბადის ზეჟანგის ან ორგანული ზეჟანგების არსებობის შემთხვევაში, რადგანაც თვითონ ზეჟანგები გამოირჩევიან შედარებით დაბალი დამჟანგველი ზემოქმედებით ფენოლებზე.

პეროქსიდაზა მოქმედებს ფენოლებზე და არომატულ ამინებზე, როგორიცაა პიროგალოლი, ჰიდროქინონი, პიროკატეხინი, ორთოკრეზოლი და სხვები.

პიროგალოლიდან პურპუროგალინის წარმოქმნის რეაქცია შემდეგი სქემით მიმდინარეობს:



პეროქსიდაზის აქტივობის ოპტიმალური pH მდებარეობს ინტერვალში ნეიტრალურსა და სუსტ ტუტე რეაქციას შორის, თუმცა შეიძლება ნაწილობრივ შეიცვალოს სხვადასხვა სუბსტრატებთან დაკავშირებით.

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე წონიან 1 გ ნიადაგს 50 მლ-იან საზომ კოლბაში მილესილი საცობით. პიპეტით უმატებენ 10 მლ 1%-იან 1, 2, 3-პიროგალოლის ხსნარს, 2 მლ 0,5%-იან წყალბადის ზეჟანგს და 0,5 მლ ტოლუოლს.

კოლბას მოარგებენ საცობს, შეანჯღრევენ და 30 წუთით შედგამენ თერმოსტატში 30°C ტემპერატურაზე. მონიშნული დროის გასვლის შემდეგ რეაქციას ხელოვნურად წყვეტენ კოლბაში 5 მლ 2%-იანი H_2SO_4-ის დამატებით.

წარმოქმნილ პურპუროგალინს ხსნარიდან გამოაცალკევებენ გოგირდის ეთერის გამოყენებით. ნაერთს ანჯღრევენ მცირე რაოდენობის ეთერთან ერთად მრავალჯერადად და ყოველი გამონაწური გადააქვთ გამყოფ ძაბრში, სანამ ხსნარი არ გაუფერულდება.

ეთერის ფენას ასხამენ საზომ კოლბაში, შეავსებენ ეთერით ნიშნულამდე და გასინჯავენ კოლორიმეტრზე, რისთვისაც გამოიყენება მწვანე შუქფილტრი (430 ნმ) და 1 სმ სიგანის კიუვეტი.

კოლორიმეტრირებისას სტანდარტად იღებენ კალიუმის ბიქრომატის წყალხსნარს (0,75 გ მარილს გახსნიან 1ლ 0,5 M HCl-ში) ან კრისტალური პურპუროგალინის ეთერის ხსნარს (5 მგ პურპუროგალინი 50 მლ ეთერში).

საანალიზო გამონაწური არ უნდა შეიცავდეს 2 მგ-ზე ნაკლებ პურპუროგალინს.

პეროქსიდაზის აქტივობას გამოსახავენ: პურპუროგალინი მილიგრამობით 100 გ ნიადაგზე 30 წუთის განმავლობაში.

$$X = \frac{a \cdot 100}{e}$$

სადაც a - მგ პურპუროგალინი (ან კალიუმის ბიქრომატი) დაკალიბრებული გრაფიკის მიხედვით; e - ნიადაგის წონაკი, გ; 100-გადასაყვანი 100 გ ნიადაგზე.

რეაქტივები

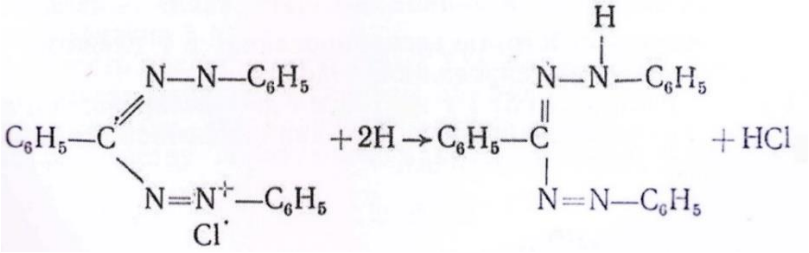
1. გოგირდმჟავის 20%-იანი ხსნარი (იხ. პოლიფენოლოქსიდაზა).
2. 1%-იანი 1,2,3-პიროგალოლის ხსნარი.
3. გოგირდის ეთერი.
4. 0,5%-იანი წყალბადის ზეჟანგი.
5. ტოლუოლი.

III.II.1. 5. დეჰიდროგენაზები

დეჰიდროგენაზები ანუ დეჰიდრაზები სუნთქვისა და ჟანგვის პროცესში მონაწილე ფერმენტებია. მათი მოქმედების არსია წაართვან წყალბადი ერთ შენაერთს და გადაიტანონ ის მეორეზე. იმის მიხედვით, თუ რა არის წყალბადის უშუალო აქცეპტორი, დეჰიდრაზები იყოფა აერობებად და ანაერობებად. აერობებს შეუძლიათ წყალბადის გადატანა უშუალოდ მოლეკულურ ჟანგბადზე, ანაერობებს კი მხოლოდ რომელიმე აქცეპტორზე, მაგალითად, უჯრედის ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტებზე. დეჰიდროგენაზები ახდენენ ორგანული ნივთიერებების დეჰიდრირების კატალიზს და ასრულებენ წყალბადის შუალედური გადამტანის ფუნქციას. ამასთანავე, დეჰიდრირების სუბსტრატი შეიძლება იყოს სხვადასხვა ნახშირწყლები, ორგანული მჟავები, ამინომჟავები, ჰუმინის მჟავები და ა.შ. ნიადაგში აქტიურად მოქმედებენ ნახშირწყლებისა და ორგანული მჟავების დეჰიდროგენაზები. მათ აქტივობას მეცნიერები განიხილავენ როგორც მიკროორგანიზმთა ცხოველმყოფელობის მაჩვენებელს და იმ ჰუმუსოვანი ნაერთების რაოდენობას, რომელიც მიკრობთა მიერ გახრწნას ანუ ლიზისს ექვემდებარება.

დეჰიდროგენაზის აქტივობის განსაზღვრა ვაკუუმის კოლბაში

დეჰიდროგენაზების აქტივობის განსაზღვრისას წყალბადის აქცეპტორად გამოიყენება 2,3,5-ტრიფენილტეტრაზოლქლორიდის მარილი. ამ შემთხვევაში ტეტრაზოლის უფერული მარილები აღდგებიან ტრიფენილფორმაზანის (ტფფ) წითელ შენაერთებად მოცემული ფორმულის შესაბამისად:



ანალიზის მსვლელობა. ჰაერმშრალი ნიადაგის 1 გ-ს ძაბრის გამოყენებით ათავსებენ 50 მლ მოცულობის მინის მილესილ-საცობიან ვაკუუმის კოლბაში (სურ. 4) დაუმატებენ 10 მგ $CaCO_3$-ს და კარგად აურევენ. შემდეგ კოლბაში შეაქვთ 1 მლ 10%-იანი გლუკოზის და 1 მლ 1%-იანი 2,3,5-ტრიფენილტეტრაზოლ-ქლორიდის ხსნარი.

დეჰიდროგენაზის განსაზღვრას აწარმოებენ ანაერობულ პირობებში, ამიტომ კოლბიდან ამოტუმბავენ ჰაერს ვერცხ-ლისწყლის სვეტის 10-12 მმ-მდე 2-3 წუთის განმავლობაში.

ამისათვის კოლბის ყელთან გამოშვერილ მილს აერთებენ ტუმბოსთან და საცობს მოაბრუნებენ მილის მიმართულებით ისე, რომ მილისა და საცობის ნასვრეტები დაემთხვეს ერთმანეთს. ამოტუმბვა გრძელდება მანამდე, სანამ კოლბაში ჰაერის ბუშტუკები არ გაქრება (უჰაერო სივრცის უკეთ შენარჩუნების მიზნით, საცობს წინასწარ უსვამენ ვაკუუმის საცხს).

სურ. 4. ვაკუუმის კოლბა

ამოტუმბვის დამთავრებისთანავე კოლბებს ფრთხილად შე-ანჯღრევენ და დგამენ თერმოსტატში 37°C ტემპერატურაზე 24 საათის განმავლობაში. საკონტროლოდ იღებენ 180°C-ზე 3 საა-თის განმავლობაში გასტერილებულ ნიადაგს და სუბსტრატს ნიადაგის გარეშე.

საინკუბაციო პერიოდის გასვლის შემდეგ კოლბებში ასხამენ 25 მლ ეთილის სპირტს-რექტიფიკატს და 5 წუთის განმავლობაში ანჯღრევენ. კოლბის შიგთავსს ფილტრავენ. ფილტრატი ტრიფენილფორმაზანის შეღებილი ხსნარია, რომელსაც ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე ატარებენ. ამისათვის იყენებენ 5 მმ სიგანის კიუვეტს და შუქფილტრს ტალღის სიგრძით 500-600 ნმ.

ფორმაზანის რაოდენობა მილიგრამებში, რომელიც შესაბამისობაშია საცდელი ხსნარის ოპტიკურ სიმკვრივესთან, გამოითვლება დაკალიბრებული სტანდარტული გრაფიკის მიხედვით.

დაკალიბრებული სტანდარტული მრუდის შესადგენად ამზადებენ ფორმაზანის სტანდარტულ ხსნარს ეთილის სპირტზე (რექტიფიკატი) 0,1 მგ 1 მლ-ში. ამ პროპორციით მომზადებულ საჭირო რაოდენობის ხსნარს ასხამენ 25 მლ-იან საზომ კოლბებში, რომელიც შეიცავს ფორმაზანს 0,1 გ-დან 1,0 გრამამდე.

ეთანოლით კოლბებს ზუსტად ნიშნულამდე შეავსებენ, გაატარებენ კოლორიმეტრზე და შედეგების შესაბამისად, ადგენენ დაკალიბრებულ სტანდარტულ მრუდს.

დეჰიდროგენაზის აქტივობას გამოსახავენ ტრიფენილფორმაზანი მილიგრამობით 10 გრამ ნიადაგზე 1 დღე-ღამის განმავლობაში.

დეჰიდროგენაზის აქტივობის განსაზღვრა ანაეროსტატის გამოყენებით

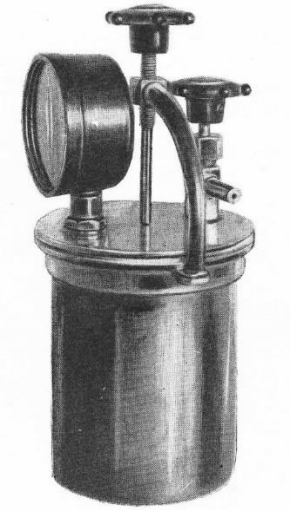
ანალიზის მსვლელობა. თუ საანალიზო ნიმუშების რაოდენობა ბევრია, ხოლო ლაბორატორიაში არ არის საკმარისი რაოდენობის ვაკუუმის კოლბები, ანალიზი შეიძლება ანაეროსტატის (სურ. 5) დახმარებით ჩატარდეს. ამისათვის ნიადაგის ნიმუშებს 1 გ ოდენობით არასტანდარტულ, 30 მლ-იან სინჯარებში ათავსებენ, ამატებენ ზემოთხსენებულ რეაქტივებს და ათავსებენ ანაეროსტატში. ანაეროსტატს მჭიდროდ დაკეტავენ და იქიდან ამოტუმბავენ ჰაერს ვერცხლისწყლის სვეტის 10-12 მმ-მდე. ანაეროსტატს თერმოსტატში ათავსებენ 37°C ტემპერატურაზე 24

საათით. ინკუბაციის დასრულების შემდეგ ანაეროსტატის სახურავის ჩამკეტს ნელა მოუშვებენ და თანდათანობით შეავსებენ ხელსაწყოს ატმოსფერული ჰაერით.

ნიმუშებიან სინჯარებში დაამატებენ 23 მლ ეთილის სპირტს-რექტიფიკატს და ანჯღრევენ 5 წუთის განმავლობაში. მიღებულ ხსნარს ჩაფილტრავენ 25 მლ-იან საზომ კოლბებში, ისეთივე სპირტით შეავსებენ ნიშნულამდე და მაშინვე გაატარებენ კოლორიმეტრში. განსაზღვრა უკვე აღწერილი მეთოდით ტარდება. დეჰიდროგენაზის აქტივობა (X) იანგარიშება ამ ფორმულის მიხედვით:

$$X = \frac{a \cdot b \cdot 10}{e}$$

სადაც a — ტრიფენილფორმაზანი დაკალიბრებული გრაფიკის მიხედვით, მგ; b - 25 მლ ფილტრატი; 10 - გადაანგარიშება 10 გ ნიადაგზე; e -ნიადაგის წონაკი, გრამებში.



სურ. 5 . ანაეროსტატი

დეჰიდროგენაზის აქტივობას გამოსახავენ ტრიფენილფორმაზანი მილიგრამობით 10 გრამ ნიადაგზე 1 დღის განმავლობაში.

რეაქტივები

1. 1% -იანი გლუკოზის ხსნარი
2. 1%-იანი ტრიფენილტეტრაზოლქლორიდის ხსნარი
3. ტრიფენილფორმაზანი სტანდარტული მრუდისთვის
4. ეთილის სპირტი - რექტიფიკატი.

III.II.1. 6. ნიტრატრედუქტაზა

ნიადაგში ნიტრატული აზოტის ამიაკამდე აღდგენის პროცესების კატალიზს ფერმენტები ნიტრატრედუქტაზა და ნიტრიტრედუქტაზა აწარმოებენ. ნიტრატრედუქტაზა მოქმედებს აღდგენილ ნიკოტინამიდადენინდინუკლეოტიდზე (NAD)-ზე, როგორც წყალბადის დონორზე და წყალბადი ნიტრატების ჟანგბადზე გადააქვს. ნიტრატრედუქტაზის მოქმედების შედეგად ნიტრატები ნიტრიტებად გარდაიქმნებიან:

$$\mathrm{NAD} \cdot \mathrm{H_2} + \mathrm{NO_3^-} = \mathrm{NAD} + \mathrm{NO_2^-} + \mathrm{H_2O}.$$

ნიადაგის ნიტრატრედუქტაზას აქტივობის განსაზღვრის მეთოდი ეფუძნება ნიტრატული აზოტის რაოდენობის შემცირების აღრიცხვას ანაერობული ინკუბაციის პირობებში.

ანალიზის მსვლელობა. ნიადაგის წონაკს 1 გ-ს ოდენობით, რომელიც გაცრილია 0,25 მმ დიამეტრის ნასვრეტების მქონე საცერში, ყრიან სინჯარაში. ამატებენ 20 მგ $\mathrm{CaCO_3}$, პიპეტით ასხამენ 1 მლ 1%-იან აზოტმჟავა კალიუმს, კარგად აურევენ და დაამატებენ 1 მლ 1%-იან გლუკოზის ხსნარს, როგორც წყალბადის დონორს. სინჯარებს ათავსებენ ანაეროსტატში და იქიდან ნელ-ნელა ამოტუმბავენ ჰაერს ვერცხლისწყლის სვეტის 10-12 მმ-მდე (0,9-1,0 ატმ). სინჯარებიან ანაეროსტატს დგამენ თერმოსტატში 24 საათით 37°C ტემპერატურაზე. საკონტროლოდ იღებენ გასტერილებულ ნიადაგს (180°C, 3სთ) და ნიადაგს წყლით - სუბსტრატის გარეშე (საკონტროლო ვარიანტი ნიადაგში ნიტრატების არსებობაზე). ინკუბაციის შემდეგ სუსპენზია სინჯარებიდან გამოხდილი წყლის რამდენიმე ულუფით გადააქვთ 50 მლ-იან საზომ კოლბაში, ავსებენ ნიშნულამდე, შეანჯღრევენ და ფილტრავენ ისეთივე 50 მლ-იან კოლბაში და მიიყვანენ

ნიშნულამდე გამოხდილი წყლით. თუ ფილტრატი მღვრიეა, უმატებენ ალუმოკალიუმიანი შაბის ნაჯერი ხსნარის 1 მლ-ს.

შემდგომში განსაზღვრას აწარმოებენ გრანდვალ-ლიაჟუს მეთოდის მიხედვით (იხ. „ნიტრატების განსაზღვრა კომპოსტებში“). ფილტრატი 20 მლ-ის ოდენობით გადააქვთ ფაიფურის ჯამზე და წყლის აბაზანაზე აორთქლებენ ერთ წვეთამდე (ჯამის მთლიანად ამოშრობის შემთხვევაში, მშრალი ნაშთიდან შეიძლება დაიკარგოს ნიტრატები). ჯამზე პიპეტით ასხამენ 1 მლ დისულფოფენოლის მჟავას და მინის წკირით გულმოდგინედ სრესენ მშრალ ნაშთს. 10 წუთის შემდეგ ჯამზე ასხამენ 15 მლ დისტილატს, მოურევენ და ხსნარში ჩაუშვებენ ლაკმუსის ქაღალდის ნაჭერს. ბიურეტიდან წვეთობით ჩაასხამენ ჯამში 10%-იანი ტუტის ხსნარს მანამდე, სანამ ლაკმუსის ქაღალდი ლურჯად არ შეიღებება. ამ დროს წარმოიქმნება ყვითელ-ნარინჯისფერი შეფერილობის კომპლექსური შენაერთი. თუ ხსნარი აიმღვრევა, მას დაამატებენ 2-3 წვეთ ტუტეს და ჯამის შიგთავსს სრულად გადაიტანენ 50 მლ-იან საზომ კოლბაში უფილტრო პატარა ძაბრით. დაახურავენ საცობს და შეანჯღრევენ. ხსნარის კოლორიმეტრირება მაშინვე შეიძლება, რისთვისაც ლურჯ შუქფილტრს იყენებენ (ტალღის სიგრძე 400-500 ნმ).

ნიტრატული აზოტის რაოდენობას ხსნარში მოძებნიან სტანდარტული მრუდის მიხედვით, რომელიც შედგენილია გადაკრისტალებული აზოტმჟავა კალიუმის გამოყენებით.

ნიტრატრედუქტაზას აქტივობას გამოსახავენ - აღდგენილი ნიტრატი NO_3 მილიგრამობით 10 გ ნიადაგზე დღე-ღამის განმავლობაში.

$$X = \frac{(a - b) \cdot p \cdot 10}{e}$$

სადაც a – NO_3-ის შემცველობა სუბსტრატში, მგ; b- NO_3-ის შემცველობა ნიადაგის სუბსტრატთან ერთად ინკუბაციის შემდეგ, გრაფიკის მიხედვით, მგ; p - გაზავება; 10 -გადაანგარიშება 10 გ ნიადაგზე; e - ნიადაგის წონაკი, გ.

სხვაობა, მიღებული სუბსტრატის მეშვეობით ნიადაგში შეტანილი NO_3-ის რაოდენობასა (1 მლ 1% KNO_3 შეიცავს 6,13 მგ NO_3) და საანალიზო მასალის კვლევის შედეგებს შორის, აღდგენილი ნიტრატული აზოტის რაოდენობის ტოლია.

რეაქტივები

1. 1%-იანი KNO_3-ის ხსნარი: 1 გ მარილს გახსნიან 99 მლ გამოხდილ წყალში.

2. სამარაგო სანიმუშო ხსნარი: ქიმიურად სუფთა KNO_3-ს გადააკრისტალებენ და გამოაშრობენ 100-105°C ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე. ანალიზურ სასწორზე აწონიან 0,722 გ KNO_3-ს, გადაიტანენ 1 ლ-იან საზომ კოლბაში და გახსნიან გამოხდილ წყალში, მოცულობას შეავსებენ წყლით 1 ლ-მდე და კარგად აურევენ (1 მლ 1%-იანი KNO_3-ის, ხსნარი შეიცავს 0,01 მგ $N-NO_3$).

სამუშაო ხსნარი მზადდება სამარაგო ხსნარის გაზავებით 50-ჯერ. სამუშაო ხსნარი შეიცავს 0,002 მგ $N-NO_3$ 1 მლ-ში. მას იყენებენ ანალიზისათვის დაკალიბრებული შკალების მოსამზადებლად.

3. დისულფოფენოლის მჟავა (მომზადების წესი იხ. გვ. 196).

4. KOH-ის ან NaOH-ის 20%-იანი ხსნარი: 20 გ მშრალ რეაქტივს გახსნიან 80 მლ გამოხდილ წყალში.

III.II.1.7. ნიტრიტრედუქტაზა

ნიადაგში ნიტრიტები წარმოიქმნებიან ნიტრატების აღდგენის საწყის სტადიაზე. ნიტრიტრედუქტაზის მოქმედების შედეგად ნიტრიტები გარდაიქმნებიან ჰიდროქსილამინებად და ამონიუმის ჰიდროჟანგეულებად.

მეთოდის პრინციპი ემყარება ნიტრიტების უნარს გრისის რეაქტივთან (სულფანილის მჟავისა და ნაფტილამინის ნარევი) ერთად მჟავე არეში მიიღოს შენაერთი, რომელიც ხსნარს წითელ

ფერად ღებავს. ნიტრიტების რაოდენობას საზღვრავენ დაკალიბრებული ნომოგრამის დახმარებით, რომელსაც ადგენენ აზოტოვანმჟავა ნატრიუმის სტანდარტული ხსნარების მეშვეობით.

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე წონიან 1 გ ნიადაგს და ათავსებენ 25 მლ-იან სინჯარაში, ჩაყრიან მასში 20 მგ ნახშირმჟავა კალციუმს ($CaCO_3$), შეურევენ კარგად და პიპეტით დაამატებენ 1 მლ 0,5%-იან აზოტოვანმჟავა ნატრიუმის ($NaNO_2$) ხსნარს (სუბსტრატი ფერმენტისათვის). წყალბადის დონორად იყენებენ 0,1 M-ის გლუკოზის ხსნარს და 1 მლ-ის ოდენობით შეაქვთ სინჯარაში პიპეტით.

სინჯარებს მოათავსებენ ანაეროსტატში, ანაეროსტატიდან ნელა ამოტუმბავენ ჰაერს ვაკუუმის ტუმბოთი ვერცხლისწყლის სვეტის 10-12 მმ-მდე (0,9-1,0 ატმ.) და შედგამენ თერმოსტატში 37°C ტემპერატურაზე, 24 საათის განმავლობაში.

საკონტროლოდ იღებენ გასტერილებულ ნიადაგს ზემოთხსენებულ რეაქტივებთან ერთად.

ინკუბაციის შემდეგ ფრთხილად გახსნიან ანაეროსტატს. სინჯარების შიგთავსს დისტილირებული წყლით გადაიტანენ 50 მლ-იან საზომ კოლბაში და მიუმატებენ 1 მლ ალუმოკალიუმიანი შაბის ნაჯერ ხსნარს. სინჯარებს, რეაქტივების ერთმანეთთან კარგად შერევის მიზნით, შეანჯღრევენ და გაფილტრავენ ლურჯსახვევიანი სქელი ფილტრის ქაღალდით. ფილტრატიდან იღებენ 1 მლ ხსნარს, გადააქვთ 50 მლ-იან საზომ კოლბაში, შიგ ცილინდრით შეაქვთ 5 მლ გამოხდილი წყალი და ამ ხსნარშივე დაუმატებენ 4 მლ გრისის რეაქტივს. კოლბას შეავსებენ წყლით ნიშნულამდე, აურევენ და 15 წუთის შემდეგ აწარმოებენ კოლორიმეტრულ განსაზღვრას მწვანე შუქფილტრით (ტალღის სიგრძე 500-600 ნმ) 5 მმ-იანი სიგანის კიუვეტით.

ნიტრიტების რაოდენობას საზღვრავენ წინასწარ შედგენილი დაკალიბრებული მრუდის საშუალებით, ხოლო შემდეგ გამოითვლიან სხვაობას საინკუბაციო ნარევში შეტანილი NO_2-ის რაოდე-

ნობასა (33,3 მგ) და ფილტრატში აღმოჩენილი ნიტრიტის შემ-ცველობას შორის, რაც აღდგენილი სუბსტრატის რაოდენობას უდრის.

ნიტრიტრედუქტაზას აქტივობა გამოისახება: აღდგენილი ნიტრიტი NO_2-მილიგრამებში 1 გ ნიადაგზე 1 დღე-ღამის განმავ-ლობაში.

რეაქტივები

1. ალუმოკალიუმიანი შაბის ნაჯერი ხსნარი.

2. 0,5%-იანი აზოტოვანმჟავა ნატრიუმის ხსნარი: 0,5გ მარილს გახსნიან 99,5 მლ წყალში.

3. 1 M გლუკოზის ხსნარი: 1 გ გლუკოზას გახსნიან 100 მლ წყალში.

4. გრისის რეაქტივი (ნიტრიტის რეაქტივი): ერთმანეთში ურევენ თანაბარი მოცულობის სულფანილის მჟავისა (0,5%-იანი) და ნაფტილამინის (0,1%-იანი) ხსნარებს, მიღებული რეაქტივი მდგრადი არ არის, არ ინახება, ამიტომ მას უშუალოდ გამო-ყენების წინ ამზადებენ.

ა. სულფანილის მჟავის ხსნარი: 0,5 გ ქიმიურად სუფთა სულფანილის მჟავას გახსნიან 100 მლ ძმარმჟავაში (d=1,04);

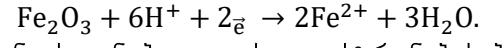
ბ. α-ნაფტილამინის ხსნარი: 0,1 გ α-ნაფტილამინს 20 მლ წყალთან ერთად ადუღებენ 5 წუთის განმავლობაში და კარგად გარეცხილი ბამბის ქსოვილის გამოყენებით ჩაფილტრავენ 180 მლ ძმარმჟავაში (d=1,04). ნიტრიტის რეაქტივი უფერული უნდა იყოს. თუ მას ვარდისფერი შეფერილობა აქვს (ნიტრიტების არსებობის გამო), ხსნარს უმატებენ თუთიის მტვერს, ანჯღრევენ და ფილტრავენ.

5. ნიტრიტის სტანდარტული ხსნარი: 0,15 გ $NaNO_2$ გამოაშ-რობენ 70-80°C და გახსნიან 1ლ ნიტრიტებისგან თავისუფალ დისტილატში. ამ ხსნარის 1მლ შეიცავს 0,1 მგ NO_2-ის იონებს. მაცივარში შენახვის პირობებში ხსნარი ვარგისია ერთი თვის მანძილზე. სამუშაო ხსნარის მოსამზადებლად აიღებენ 25 მლ

სტანდარტულ ხსნარს და გააზავებენ 500 მლ-იან კოლბაში. მიღებული ხსნარი შეიცავს 0,005 მგ NO_2-ის იონებს 1 მლ-ში.

III.II.1. 8. ფერირედუქტაზა

ფერირედუქტაზა ახორციელებს დეჰიდროგენაზული სისტემების მიერ მობილიზებული წყალბადის გადატანას რკინის ჟანგის ჟანგბადზე და აღადგენს მას ქვეჟანგის ფორმით:



$$Fe_2O_3 + 6H^+ + 2_{\bar{e}} \rightarrow 2Fe^{2+} + 3H_2O.$$

რკინის ჟანგის ჟანგბადი - ეს ელექტრონების ბოლო აქცეპტორია ჟანგვა- აღდგენითი პროცესების ჯაჭვში, რომელიც რკინის ნაერთების აღდგენისკენაა მიმართული და გააჩნია მაღალი ფერირედუქტაზული აქტივობა.

მეთოდი ეფუძნება ფერმენტული რეაქციისას წარმოქმნილი ორვალენტიანი რკინის რაოდენობის აღრიცხვას ნიადაგისა და რკინის ჟანგის ურთიერთქმედების დროს.

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე აწონილ 1 გ ნიადაგს ათავსებენ 100 მლ-იან ვაკუუმის კოლბაში, შიგ ჩაყრიან 10 მგ რკინის ჟანგის წვრილად დაფქვილ ფხვნილს, ნიადაგსა და ფხვნილს კარგად შეურევენ ერთმანეთში და სხვადასხვა პიპეტით დაამატებენ 1 მლ გამოხდილ წყალს და 1 მლ 1%-იან გლუკოზის ხსნარს. კოლბიდან ამოტუმბავენ ჰაერს ვერცხლისწყლის სვეტის 10-12 მმ-მდე და მოათავსებენ თერმოსტატში 37°C ტემპერატურაზე 48 საათის განმავლობაში.

საკონტროლო - 1 გ ნიადაგი 2 მლ წყლით.

ინკუბაციის დამთავრების შემდეგ, როგორც საცდელ, ასევე საკონტროლო კოლბებში ასხამენ 18 მლ 0,5 M-ის გოგირდმჟავას ხსნარს აღდგენილი რკინის ექსტრაგირებისათვის. ანჯღრევენ როტატორზე 5 წუთის განმავლობაში და შემდეგ ფილტრავენ.

გასაფილტრად იყენებენ უნაცრო ფილტრის ქაღალდს. ფილტრატის 10 მლ პიპეტით გადააქვთ 25 მლ-იან საზომ კოლბაში. ცილინდრით ამატებენ 12 მლ აცეტატის ბუფერს და პიპეტით შეაქვთ 1 მლ 0,5%-იანი 2,2-დიპირიდილის ხსნარი. კოლბას გა-

მოხდილი წყლით შეავსებენ ნიშნულამდე, შეანჯღრევენ, დაყოვნებენ 30 წუთით და შემდეგ იწყებენ კოლორიმეტრირებას მწვანე შუქფილტრით (ტალღის სიგრძე 500-600 ნმ) 10 მმ სიგანის კიუვეტში.

გამოანგარიშებას აწარმოებენ დაკალიბრებული მრუდის მიხედვით, რომელიც შედგენილია მორის მარილის სტანდარტული ხსნარებისათვის. გადაანგარიშების კოეფიციენტია 200.

ფერირედუქტაზის აქტივობას გამოსახავენ აღდგენილი Fe_2O_3 მილიგრამებში 100 გ ნიადაგზე 48 საათის განმავლობაში.

რეაქტივები

1. აცეტატის ბუფერი: 100 გ CH_3COONa გახსნიან 500 მლ წყალში, უმატებენ 300 მლ ყინულოვან ძმარმჟავას და მოცულობას შეავსებენ 1 ლიტრამდე.

2. მორის მარილის სტანდარტული ხსნარი (შეიცავს 0,1 მგ Fe 1მლ-ში): 0,7022 გ $FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$-ს გახსნიან ცივ გადადუღებულ გამოხდილ წყალში, რომელიც შემჟავებულია 2 მლ კონცენტრირებული გოგირდმჟავით და გააზავებენ წყლით 1 ლიტრამდე. რკინის სამუშაო ხსნარებს ამზადებენ სტანდარტული ხსნარის გაზავებით.

3. 2.2-დიპირიდილის 0,5%-იანი ხსნარი.

III.II.1. 9. სულფატრედუქტაზა

სულფატრედუქტაზა მონაწილეობს სულფატების სულფიტებამდე აღდგენის რეაქციის კატალიზში, რომლებიც შემდგომ ფერმენტ სულფიტრედუქტაზის მოქმედებით აღდგებიან სულფიდებამდე:

$$Na_2SO_4 + NAD \cdot H_2 \xrightarrow{\text{სულფატრედუქტაზა}} Na_2SO_3 + H_2O + NAD$$

$$Na_2SO_3 + 3NAD \cdot H_2 \xrightarrow{\text{სულფიტრედუქტაზა}} Na_2S + 3H_2O + 3NAD$$

(NAD ნიკოტინამიდადენინდინუკლეოტიდი)

მეთოდი ემყარება ანაერობულ პირობებში ინკუბაციის შემდეგ, ნიადაგში სუბსტრატთან (გოგირდმჟავა ნატრიუმი) ერთად, სულფატის რაოდენობის შემცირების აღრიცხვას.

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე აწონილ 1 გ ნიადაგს, ათავსებენ ვაკუუმის კოლბაში, რომელსაც გააჩნია მილესილსაცობიანი მინის სახურავი, დაამატებენ 20 მგ ნახშირმჟავა კალციუმს ($CaCO_3$) კარგად შეურევენ და პიპეტით დაასხამენ 1 მლ 0,25 M-ის Na_2SO_4-ის ხსნარს და წყალბადის დონორის სახით კოლბაში 1 მლ 5 %-იანი გლუკოზის ხსნარს მიუმატებენ. კოლბიდან ამოტუმბავენ ჰაერს ვერცხლისწყლის სვეტის 10-12 მმ-მდე, შეანჯღრევენ და შედგამენ თერმოსტატში 37°C ტემპერატურაზე 7 დღით (საკონტროლო ნიმუშად იღებენ გასტერილებულ ნიადაგს).

ინკუბაციის ვადის გასვლის შემდეგ კოლბაში ასხამენ 100 მლ გამოხდილ წყალს, გაფილტრავენ უნაცრო ფილტრის ქაღალდში და 25 მლ ფილტრატს გადაიტანენ 200 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბაში. საზომი ცილინდრით კოლბაში ჩაამატებენ 100 მლ გამოხდილ წყალს და შიგ ჩაუშვებენ კონგო წითელის ქაღალდის პატარა ნაჭერს, შეამჟავებენ გაზავებული HCl-ით (1:1), სანამ ინდიკატორის ქაღალდი არ მიიღებს ლურჯ-იისფერ შეფერილობას (pH 3,0).

კოლბას აცხელებენ ადუღებამდე. ცხელ ხსნარში ბიურეტიდან ამატებენ დამლექავ ნარევს $BaCl_2 + MgCl_2$ 10 მლ-ის ოდენობით, კარგად აურევენ და დატოვებენ 2-3 საათით, ან მთელი დღით. შეყოვნების ვადის გასვლის შემდეგ კოლბაში შეაქვთ პიპეტით 2-3 წვეთი 1%-იანი Na_2S-ის ხსნარი. ასევე პიპეტით დაამატებენ 2 მლ 5%-იანი ჰიდროქსილამინის ხსნარს და ანეიტრალებენ 10%-იანი ამიაკის ხსნარის დახმარებით წვეთობით მანამდე, სანამ ინდიკატორის ქაღალდი არ დაიბრუნებს თავის პირვანდელ წითელ ფერს (pH 5,2). შემდეგ ცილინდრით ჩაასხამენ ნარევს $NH_4Cl + NH_4OH$ (pH 10) და დაუმატებენ ინდიკატორს ქრომოგენ შავი ან მუქი ლურჯი ქრომი. სუბსტრატს ტიტრავენ ბიურეტიდან 0,01 M კომპლექსონ III-ის (ტრილონ Б) ხსნარით ინდიკატორის შეფერილობის შეცვლამდე.

შენიშვნა.

1. საჭიროა წინასწარ გაიფილტროს დამლექავი ნარევი $BaCl_2 + MgCl_2$. პიპეტით ამოიღებენ 25 მლ დამლექავ ნარევს, გააზავებენ გამოხდილი წყლით 100 მლ-მდე, დაამატებენ 10 მლ ამიაკის ბუფერს (pH 10) და იმავე ინდიკატორთან ერთად ტიტრავენ კომპლექსონ III-ის ხსნარით ფერის გაქრობამდე ექვივალენტობის წერტილში. ითვალისწინებენ კომპლექსონ III-ის დანახარჯს, გაწეულს საანალიზო ფილტრატში არსებული კალციუმის და მაგნიუმის იონების შებოჭვაზე.

2. ამოიღებენ 25 მლ ფილტრატს, აზავებენ დისტილატით 100 მლ-მდე და მასში შეაქვთ 3 წვეთი 1%-იანი Na_2S-ის წყალხსნარი, 2,5 მლ 5%-იანი მარილმჟავა ჰიდროქსილამინის ხსნარი და 10 მლ ბუფერული ნარევი $NH_4Cl + NH_4OH$, ბოლოს უმატებენ 20 მგ ინდიკატორს ქრომოგენ შავის ან მუქი-ლურჯი ქრომის სახით. სუბსტრატს კარგად აურევენ და ტიტრავენ ტრილონ Б-ს (კომპლექსონ III) გამოყენებით, სანამ ეკვივალენ-ტობის წერტილში შეფერილობა არ შეიცვლება ცისფრად.

სულფატრედუქტაზის აქტივობა (x) გამოისახება SO_3 მილიგრამებში 10 გ ნიადაგზე:

$$x = \frac{a - (b - c) \cdot P \cdot T_{SO_3} \cdot 10}{e}$$

სადაც a - ტრილონ Б-ს რაოდენობა, დახარჯული დამლექავი ნარევის $BaCl_2 + +MgCl_2$ ნიმუშის გატიტვრაზე, მლ; b - ტრილონ Б-ს რაოდენობა, დახარჯული საანალიზო ხსნარის გატიტვრაზე $BaSO_4$ - ის დალექვის შემდეგ, მლ; c - ტრილონ Б-ს რაოდენობა, დახარჯული ხსნარის ალიქვოტურ ნაწილში არსებული იონების $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ ჯამის გატიტვრაზე, მლ; T_{SO_3} - ტრილონ Б-ს მოლა-რული ხსნარის ტიტრი SO_3^--ის მიხედვით; e - ჰაერმშრალი ნიადა-გის წონაკი, გ; P - გაზავება.

შენიშვნა: ანალიზის ჩასატარებლად სინჯარებისა და ანა-ეროსტატის გარდა შეიძლება გამოყენებული იქნას ვაკუუმის კოლბები.

რეაქტივები

1. 0,25 M-ის Na_2SO_4-ის ხსნარი შეიცავს (24,01 მგ SO_4^{2-} 1 მლ-ში).

2. დამლექავი ნარევი $BaCl_2 + MgCl_2$.

ა) 0,01 M $BaCl_2$-ის ხსნარი: 2,44 გ $BaCl_2 \cdot 2H_2O$-ს გახსნიან გამოხდილ წყალში და მიიყვანენ 1 ლ-მდე;

ბ) 0,01 M $MgCl_2$-ის ხსნარი: 2,03 გ $MgCl_2 \cdot 6H_2O$-ს გახსნიან გამოხდილ წყალში და მიიყვანენ 1 ლ-მდე.

თანაბარი მოცულობის ორივე ხსნარს შეურევენ ერთმანეთს.

3. HCl (გაზავებული 1:1-თან);

4. გლუკოზის 5%-იანი წყალხსნარი: 5 გ გლუკოზას გახსნიან 95 მლ დისტილატში.

5. NH_4OH-ის 10%-იანი ხსნარი;

6. ბუფერული ნაერთი $NH_4Cl + NH_4OH$ (pH 10): 25 მგ ქიმიურად სუფთა NH_4Cl-ს გახსნიან 100 მლ წყალში და დაუმატებენ 200 მლ 20%-იან NH_4OH-ის ხსნარს და შეავსებენ წყლით 1 ლიტრამდე;

7. ქრომოგენ შავი: დაისრისოს სანაყში 0,25 გ ქრომოგენ შავი 25 გ NaCl-თან ერთად.

8. ტრილონ Б-ს (იგივე კომპლექსონ III) მოლარული ხსნარი: 0,1 M ტრილონ Б-ს ხსნარის მოსამზადებლად 9,3 გ ტრილონ Б-ს ხსნიან 1 ლ დისტილატში. ტიტრის დადგენას აწარმოებენ გოგირდმჟავა მაგნიუმის ხსნარით, რომელიც ფიქსონალით არის მომზადებული. ტრილონის ტიტრის შესამოწმებლად $MgSO_4$-ის მომზადებული ხსნარის 20 მლ გადააქვთ პიპეტით 250 მლ-იან კონუსურ კოლბაში, უმატებენ 100 მლ გამოხდილ წყალს, 5 მლ ამიაკის ბუფერულ ხსნარს, 10-15 მგ ქრომოგენ შავს და ტიტრავენ ტრილონ Б-ს ხსნარით მუქი წითელი შეფერილობის ცისფერში გადასვლამდე.

III.II. 1. 10. MnO_2- რედუქტაზა

ნიადაგში აღმოჩენილია დეჰიდროგენაზული სისტემები, რომლებსაც დაჟანგული ორგანული ნაერთებიდან წყალბადი გადააქვთ მანგანუმის ორჟანგის ჟანგბადზე და აღადგენენ მას. ეს რეაქცია ანაერობულ პირობებში მიმდინარეობს და ოთხვა-ლენტიანი მანგანუმის ნაერთები ამ შემთხვევაში ორვალენტიან, მცენარისთვის შესათვისებელ ფორმაში გადადიან. თუმცა მჟავე ნიადაგებში ორვალენტიანი მანგანუმის დიდი რაოდენობა მცე-ნარისთვის ტოქსიკურია.

რეაქცია შემდეგი სქემით მიმდინარეობს:

$$MnO_2 + 4H^+ + 2\bar{e} \xrightarrow{\text{ფერმენტი}} Mn^{2+} + 2H_2O$$

MnO_2- რედუქტაზის განსაზღვრის მეთოდი ეყრდნობა ნია-დაგში მანგანუმის ჟანგის აღდგენილი რაოდენობის აღრიცხვას პერსულფატური ხერხის გამოყენებით.

ანალიზის მსვლელობა. 1 გ ნიადაგს ათავსებენ 50 მლ-იან სინჯარაში, ჩაამატებენ 20 მგ წვრილად დაფქვილ მანგანუმის ორჟანგს MnO_2 და 20 მგ ნახშირმჟავა კალციუმს $CaCO_3$, კარგად აურევენ და სინჯარაში 2 მლ 1%-იანი გლუკოზის ხსნარს შეი-ტანენ, შეანჯღრევენ, რომ შიგთავსი დასველდეს.

საკონტროლოდ გამოიყენება გასტერილებული ნიადაგი.

საცდელ და საკონტროლო სინჯარებს ანაეროსტატში ათავ-სებენ, დააფარებენ სახურავს და ნელ-ნელა, 3-5 წუთის განმავლობაში ამოტუმბავენ ჰაერს ვერცხლისწყლის სვეტის 10-12 მმ-მდე (0,9-1,0 ატმ.) ანაეროსტატს მოათავსებენ თერმო-სტატში 48 საათით 37°C ტემპერატურაზე.

ინკუბაციის შემდეგ მანგანუმის ექსტრაგირებისათვის იყე-ნებენ 0,4 %-იანი გოგირდოვან მჟავა ნატრიუმის ხსნარს Na_2SO_3, გახსნილს ამონიუმის აცეტატის CH_3COONH_4 1 M ხსნარში. სინ-ჯარებში ჩაასხამენ 25 მლ ზემოთხსენებულ ხსნარს, ანჯღრევენ როტატორზე 30 წუთის განმავლობაში აღდგენილი მანგანუმის ექსტრაგირებისთვის და ფილტრავენ.

ფილტრატის 5 მლ გადააქვთ ფაიფურის ჯამში და აორთქ-ლებენ. მშრალ ნაშთს ამუშავებენ 1 მლ კონცენტრირებული აზოტმჟავის და 2 მლ წყალბადის ზეჟანგის გამოყენებით ორგა-ნული ნივთიერებების დასაჟანგად და ქლორის მოსაცილებლად, რომლებიც ხელს უშლიან Mn-ის კოლორიმეტრირებას ხსნარში შეფერილი ნაერთების არსებობის გამო. ამ პროცედურას იმეო-რებენ მანამდე, სანამ თეთრ ნალექს არ მიიღებენ. ნალექს გახსნიან 0,5 მლ კონცენტრირებულ აზოტმჟავაში და შემდეგ წყლით გადააქვთ 100 მლ-იან საზომ კოლბაში, ხსნარშივე ამა-ტებენ კონცენტრირებულ მჟავებს - გოგირდმჟავას და ორთო-ფოსფორმჟავას ნახევარ-ნახევარი მლ-ის ოდენობით რკინის ფერადი ნაერთების მოსაცილებლად, ხოლო კატალიზატორის სა-ხით შეაქვთ 1 მლ 2%-იანი აზოტმჟავა ვერცხლის ხსნარი $AgNO_3$ და 0,2 მლ ამონიუმის ან კალიუმის პერსულფატის ხსნარები.

კოლბას აცხელებენ ელექტროლუმელზე პირველი ბუშტუკის გამოჩენამდე. პერსულფატის დამატებას აგრძელებენ მდგრადი ვარდისფერი შეფერილობის მიღებამდე. კოლბას აგრილებენ ოთახის ტემპერატურაზე, ხსნარის მოცულობას მიიყვანენ წყლით ნიშნულამდე და შეღებილ ხსნარს კოლორიმეტრში ატარებენ, რისთვისაც იყენებენ მწვანე შუქფილტრს (ტალღის სიგრძე 500-600 ნმ) და 10 მმ-იან კიუვეტს.

აღდგენილი მანგანუმის ორჟანგის რაოდენობა გამოიანგა-რიშება კალიუმის პერმანგანატის $KMnO_4$ სტანდარტული ხსნა-რებისათვის წინასწარ შედგენილი დაკალიბრებული მრუდის მიხედვით.

MnO_2- რედუქტაზის აქტივობა გამოისახება: მანგანუმის ჟანგი მილიგრამებში 10 გ ნიადაგზე 48 საათის განმავლობაში.

შენიშვნა: ანალიზის ჩასატარებლად სინჯარებისა და ანა-ეროსტატის გარდა შეიძლება გამოყენებული იქნეს ვაკუუმის კოლბები.

რეაქტივები

1. MnO_2 (წვრილად დაფქვილი ფხვნილი).
2. ნახშირმჟავა კალციუმი ($CaCO_3$).

3. 1%-იანი გლუკოზის ხსნარი.

4. 0,4 %-იანი $Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$ ხსნარი CH_3COONH_4-ის 1 M ხსნარში.

5. კონცენტრირებული მჟავები (HNO_3, H_2SO_4, H_3PO_4) და H_2O_2.

6. 2 %-იანი $AgNO_3$-ის ხსნარი.

7. ამონიუმის ან კალიუმის პერსულფატი $(NH_4)_2S_2O_8$ ან $K_2S_2O_8$).

8. სტანდარტული ხსნარი: 0,1 M $KMnO_4$ (ამ ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,11 მგ მანგანუმს).

III.II.2. ჰიდროლაზები

ჰიდროლაზები წარმოდგენილნი არიან ფერმენტების საკმაოდ დიდი ჯგუფით. მათ შორის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭებათ იმ ფერმენტებს, რომლებიც შლიან კავშირებს რთულ ეთეროვან, გლუკოზიდურ, პეპტიდურ, მჟავურ-ანჰიდრიდულ და ზოგიერთ სხვა კავშირებს ორგანულ ნაერთებში. იქიდან გამომდინარე, რომ ჰიდროლაზები მონაწილეობენ მაღალმოლეკულური ორგანული ნივთიერებების ჰიდროლიზური დაშლის რეაქციებში, ისინი აქტიურ როლს თამაშობენ მოძრავი ელემენტებით ნიადაგის გამდიდრების საქმეში და მცენარეებისა და მიკროორგანიზმებისათვის აუცილებელი შესათვისებელი საკვები ნივთიერებებით მომარაგების პრობლემის გადაწყვეტაში.

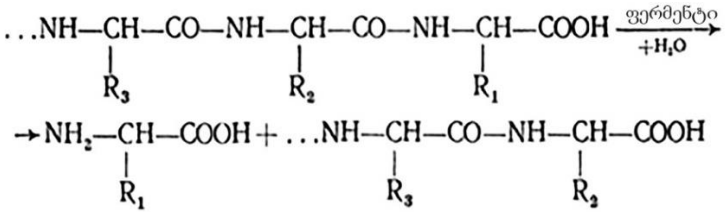
III.II.2.1. პეპტიდჰიდროლაზები

მცენარეული ნარჩენებისა და მიკრობული უჯრედების ხრწნის პროდუქტებიდან ნიადაგში გროვდება ცილოვანი ნივთიერებების საკმაო მარაგი ამინომჟავებისა და სხვა აზოტშემცველი ორგანული ნაერთების სახით. ამ ნაერთების შემდგომი გარდაქმნის პროცესში დიდ როლს ასრულებენ ნიადაგში არსებული პროტეოლიტური და დეზამინატორი ფერმენტები. რთული ცილოვანი ნაერთების თანმიმდევრული პროტეოლიტური გახლეჩის

გამო წარმოიქმნებიან ამინომჟავები, ხოლო ამინოჰიდროლაზების და დეზამინაზების მოქმედებით ცილები იშლებიან ამიაკის გამოყოფამდე, რის შედეგადაც ცილოვანი ნაერთების აზოტი გარდაიქმნება უმაღლესი მცენარეებისათვის შესათვისებელ ფორმად. ეს მოვლენა ცნობილია როგორც ამონიფიკაციის პროცესი.

III.II.2.1.1. პროტეაზა

პროტეოლიტური ფერმენტები ახდენენ ცილოვანი ნივთიერებების ჰიდროლიზური გახლეჩის კატალიზს პეპტიდებამდე და ამ პროდუქტების შემდგომ ჰიდროლიზს ამინომჟავებამდე. ცილებისა და პეპტიდების გახლეჩა ხდება პეპტიდური კავშირების ადგილას შემდეგი სქემის მიხედვით:



პროტეაზის აქტივობის განსაზღვრისას ნიადაგში სუბსტრატის სახით ჩვეულებრივად იყენებენ კაზეინს, ჟელატინს და ზოგიერთ პეპტიდებს.

მეთოდის პრინციპი ემყარება იმ ამინომჟავების რაოდენობის აღრიცხვას, რომლებიც წარმოიქმნებიან საანალიზო ნიადაგში შეტანილი ცილების პროტეოლიზის დროს, შეღებილ კომპლექსებში მათი შებოჭვის გზით.

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე წონიან ნიადაგის ნიმუშს 2 გ-ის ოდენობით და გადააქვთ 50 მლ-იან ერლენმეიერის კოლბაში. პიპეტით ამატებენ 10 მლ 1 %-იანი ჟელატინის ან კაზეინის ხსნარს, რომელიც ფოსფატის ბუფერზეა (pH 7,4) დამზადებული და 0,5 მლ ტოლუოლს. კოლბას კეტავენ კორპის საცობით, ანჯღრევენ როტატორზე 3 წუთით და შედგამენ თერმოსტატში 24 საათით 30°C ტემპერატურაზე. იმავდროულად

თერმოსტატში ათავსებენ საკონტროლო ნიადაგს, გასტერილებულს მშრალად 180°C ტემპერატურაზე 3 სთ-ის განმავლობაში.

საინკუბაციო დროის გასვლის შემდეგ კოლბის შიგთავსს გაფილტრავენ. ფილტრატიდან იღებენ 5 მლ ხსნარს და მინის სინჯარაში გადააქვთ. პიპეტით უმატებენ 0,5 მლ 0,05 M გოგირდმჟავის ხსნარს და 3 მლ 20%-იან Na_2SO_4-ის ხსნარს, რომელიც სუსტ მჟავე არეში ლექავს ცილებს.

ხსნარს ხელმეორედ გადაფილტრავენ სინჯარაში. ფილტრატს პიპეტით დაამატებენ 1 მლ 2%-იანი ნინჰიდრინის ხსნარს და შეანჯღრევენ.

ხსნარიან სინჯარას აცხელებენ მდუღარე წყლის აბაზანაზე 10 წუთის განმავლობაში. შეღებილი ხსნარი სინჯარიდან გადაქვთ 50 მლ-იან საზომ კოლბაში, გამოხდილი წყლით კოლბას შეავსებენ ნიშნულამდე და კოლბის შიგთავსს კარგად შეანჯღრევენ.

საანალიზო ხსნარს გაატარებენ ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე 5 მმ სიგანის კიუვეტის და მწვანე შუქფილტრის გამოყენებით (ტალღის სიგრძე 540 ნმ).

დაკალიბრებული შკალის აგება. სუფთა გლიცინი (0,1 გ) გაიხსნება 100 მლ გამოხდილ წყალში. ამ ხსნარის 1 მლ შეიცავს 1 მგ გლიცინს.

ძირითადი ხსნარიდან 50 მლ-იან საზომ კოლბებში ჩაასხამენ 2, 4, 6, 8, 10 მლ ხსნარს, დაუმატებენ ყველა რეაქტივს, რაც აღწერილია ზემოთ (შეღებავენ ნინჰიდრინით) და შეადგენენ შკალას.

პროტეაზის აქტივობას გამოსახავენ - გლიცინი მილიგრამებში 100 გ ნიადაგზე 24 სთ-ის განმავლობაში.

$$X = \frac{a \cdot p \cdot 100}{e}$$

სადაც a - არის გლიცინის რაოდენობა დაკალიბრებული შკალის მიხედვით, მგ; p - გაზავება; e - ნიადაგის წონაკი, გ; 100 - გადაანგარიშება 100 გ ნიადაგზე.

რეაქტივები

1. ჟელატინის ან კაზეინის 1%-იანი ხსნარი ფოსფატის ბუფერში (pH 7,4).

2. ფოსფატის ბუფერი (pH 7,4): მზადდება ორი ხსნარის შერევით.

ა) 11,876 გ $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ გაიხსნება გამოხდილ წყალში, საზომი კოლბა შეივსება 1 ლიტრამდე.

ბ) 9,078 გ KH_2PO_4 გაიხსნება 1ლიტრ წყალში.

800 მლ $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$-ს და 200 მლ KH_2PO_4-ს ხსნარებს შეურევენ ერთმანეთს, მიიღება ფოსფატის ბუფერი pH 7,38.

3. ნინჰიდრინის 2%-იანი ხსნარი აცეტონში: 2 გ ნინჰიდრინს გახსნიან აცეტონში და მიიყვანენ 100 მლ-მდე. შეღებვის წინ 95 მლ ნინჰიდრინის აცეტონიან ხსნარს შეურევენ 1 მლ ძმარმჟავას (CH_3COOH) და 4 მლ წყალს. ხსნარი არამდგრადია და უნდა მომზადდეს უშუალოდ გამოყენების წინ.

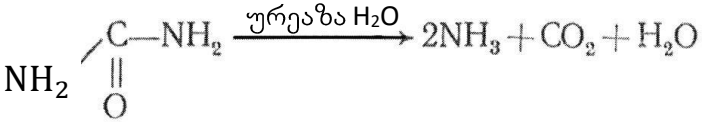
4. 0,05 M გოგირდმჟავის ხსნარი.

5. ტოლუოლი.

III.II.2.2. ამიდოჰიდროლაზები

III.II.2.2.1. ურეაზა

ფერმენტი ურეაზა ახდენს შარდოვანას ჰიდროლიზის კატალიზს. ჰიდროლიზის საბოლოო პროდუქტებია ამიაკი და ნახშირორჟანგი.



შარდოვანა ნიადაგში ხვდება მცენარეული ნარჩენების შემადგენლობიდან, ნაკელიდან და შეტანილი აზოტიანი სასუქებიდან.

შარდოვანა თვით ნიადაგშიც წარმოიქმნება, როგორც აზოტოვანი ორგანული ნაერთების - ცილებისა და ნუკლეინის მჟავების გარდაქმნის პროდუქტი.

ანალიზის მსვლელობა. 50 მლ-იან ერლენმეიერის კოლბაში მოათავსებენ 5 გ ნიადაგს, დაუმატებენ 10 მლ ფოსფატის ბუფერს (pH 6,7) და 10 მლ 10 %-იანი შარდოვანას ხსნარს. კოლბას დაკეტავენ ბამბის ან კორპის საცობით, შეანჯღრევენ და შედგამენ თერმოსტატში 24 საათით 37°C ტემპერატურაზე.

ინკუბაციის შემდეგ ხსნარს ჩაფილტრავენ საზომ კოლბაში (კოლბის მოცულობას ირჩევენ ამონიუმის შემცველობის მიხედვით). გაფილტვრის დაწყებისას ფილტრზე გადააქვთ მხოლოდ სითხე, შემდეგ კოლბაში ამატებენ 15 მლ 1 M KCl-ის ხსნარს, ანჯღრევენ როტატორზე 5 წუთი, ნიადაგიდან შთანთქმული ამიაკის გამოდევნის მიზნით და ისევ აგრძელებენ გაფილტვრას. ფილტრატის რაოდენობას მიიყვანენ ნიშნულამდე.

ამონიუმის რაოდენობის განსაზღვრა, რომელიც შარდოვანას ზემოქმედებით წარმოიშვა, რამდენიმე მეთოდის გამოყენებითაა შესაძლებელი.

ამონიუმის რაოდენობის განსაზღვრა კელდალის მეთოდის გამოყენებით (ნახევრად მიკრომეთოდი) და კოლორიმეტრული მეთოდით. კელდალის მეთოდით განსაზღვრის შემთხვევაში ფილტრატის ალიქვოტური რაოდენობა (მოცულობის შერჩევა დამოკიდებულია ურეაზის აქტივობაზე -10-20 მლ) გადააქვთ ამიაკის გადასადენ კოლბაში და მეთოდის მიხედვით აგრძელებენ ანალიზს (იხ. გვ. 461).

ამონიუმის განსაზღვრის კოლორიმეტრული მეთოდი ნესლერის რეაქტივით

მეთოდს საფუძვლად უდევს შარდოვანას ჰიდროლიზისას წარმოქმნილი ამიაკის აღრიცხვა.

ანალიზის მსვლელობა. ნიადაგის ინკუბაციას რეაქტივებიან კოლბაში აწარმოებენ ისევე, როგორც ზემოთ არის აღწერილი.

საზომი კოლბიდან აიღებენ ნიმუშს 1-5-10 მლ-ის ოდენობით (ამიაკის შემცველობის გათვალისწინებით) და პიპეტით გადაიტანენ კვლავ 50 მლ-იან საზომ კოლბაში, დაუმატებენ დაახლოებით 30 მლ დისტილირებულ წყალს, კარგად აურევენ და ბიურეტიდან კოლბაში ჩაუშვებენ 2 მლ 50%-იან $KNa \cdot C_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$-ის ხსნარს (კალიუმ-ნატრიუმის ტარტრატი, იგივე სეგნეტის მარილი), შეანჯღრევენ, დაუმატებენ 2 მლ ნესლერის რეაქტივს, ისევ კარგად აურევენ, წყლით მიიყვანენ ნიშნულამდე, კვლავ აურევენ და შემდეგ დაიწყებენ კოლორიმეტრირებას ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე, 10-20 მმ სიგანის კიუვეტისა და ლურჯი შუქფილტრის გამოყენებით (ტალღის სიგრძე 400 ნმ).

შეღებილი ხსნარების განზავება დაუშვებელია, ამიტომ თუ ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივე უფრო მაღალია, ვიდრე დაკალიბრებული გრაფიკით არის გათვალისწინებული, შეღებვას გაიმეორებენ, რისთვისაც შეამცირებენ საცდელი ხსნარის ალიქვოტურ რაოდენობას.

ამიაკის რაოდენობა იანგარიშება წინასწარ შედგენილი დაკალიბრებული მრუდის მიხედვით.

კონტროლი - წინასწარ ცხელი ჰაერით მშრალად გასტერილებული ნიადაგი 180°C ტემპერატურაზე 3 სთ-ის განმავლობაში.

ურეაზის აქტივობას (X) გამოსახავენ $N - NH_4$ მილიგრამებში 10 გ ნიადაგზე დღე-ღამის განმავლობაში.

$$X = \frac{(a - b) \cdot p \cdot 10}{e}$$

სადაც a - ამიაკის რაოდენობა $N - NH_4$ გრაფიკის მიხედვით, მგ; b - ამიაკის რაოდენობა კონტროლში გრაფიკის მიხედვით, მგ; e - ჰაერმშრალი ნიადაგის წონაკი, გ; p - გაზავება, 10 - გადაანგარიშება 10 გ ნიადაგზე.

რეაქტივები

1. 1 M KCl: 74,5 გ კალიუმის ქლორიდს ხსნიან 1 ლ გამოხდილ უამიაკო წყალში, შეავსებენ ნიშნულამდე. KCl-ის ამონიუმის მარილებით დაბინძურების შემთხვევაში ხსნარს ადუღებენ კალიუმის ტუტესთან ერთად, შემდეგ ხსნარს გადააკრისტალებენ.

ხსნარი არ უნდა იძლეოდეს შეფერვას ფენოლფტალეინის ან ნესლერის რეაქტივის დამატებისას.

2. ფოსფატის ბუფერი (pH 6,7): მზადდება ორი ხსნარის შერევით.

ა) 11,876 გ $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ გაიხსნება გამოხდილ წყალში, საზომი კოლბა შეივსება 1 ლიტრამდე.

ბ) 9,078 გ KH_2PO_4 გაიხსნება 1ლიტრ წყალში.

შეურევენ ერთმანეთში 400 მლ $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$-ს და 600 მლ KH_2PO_4-ს ხსნარებს.

3. კალიუმ-ნატრიუმ ღვინისმჟავას $KNa \cdot C_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ (სეგ-ნეტის მარილი) 50%-იანი ხსნარი: 50 გ მარილს გახსნიან 100 მლ უამიაკო გამოხდილ წყალში. მომზადებულ ხსნარს ამოწმებენ ამონიუმის იონის შემცველობაზე. მისი არსებობის შემთხვევაში ხსნარს უმატებენ KOH ან NaOH (ტუტე რეაქციამდე), რის შემდეგაც ხსნარს ადუღებენ მარილის ქერქის გაჩენამდე ქიმიური ჭიქის კედლებზე. ხსნარს გააზავებენ უამიაკო წყლით წინანდელ მოცულობამდე და გაიმეორებენ სინჯს ამონიუმზე. სეგნეტის მარილის ხსნარში, ამიაკის კვალის არსებობის გამოსარიცხად, ამატებენ 5 მლ ნესლერის რეაქტივს, რომელიც ტუტე არეში ყვითელ შეფერილობას იძლევა.

4. ნესლერის რეაქტივი K_2Hgl_4 .nNaOH: (იყენებენ ქარხნულს ან ამზადებენ): 17 გ ვერცხლისწყალქლორიდს $HgCl_2$ (სულემა) გახსნიან 300 მლ გამოხდილ წყალში და მასში თანდათან ჩაასხამენ კალიუმიოდიდის Kl 35%-იან ხსნარს მანამდე, სანამ ვერცხლისწყალიოდიდის H_2gl_2 წითელი ნალექი შეწყვეტს გახსნას. ხსნარს 20%-იანი NaOH-ის დამატებით შეავსებენ 1 ლ-მდე და ისევ დაამატებენ ვერცხლისწყალქლორიდს $HgCl_2$ გაუხსნელი ნალექის გამოჩენამდე. კარგად აურევენ და დატოვებენ მუქი ფერის, მჭიდროდ დახურულ მინის ჭურჭელში ნალექზედა ხსნარის გაუფერულებამდე. ასევე შესაძლებელია გაიფილტროს მინის №3 ფილტრში.

სანიმუშო ხსნარის დაკალიბრებული გრაფიკის ასაგებად 0,764 გ „ქიმიურად სუფთა“ NH_4Cl-ს 1 ლ-იან საზომ კოლბაშივე გახსნიან ცოტაოდენ გამოხდილ წყალში და შეავსებენ ნიშნულამდე. ამ ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,2 მგ N-ს. სამუშაო სანიმუშო ხსნარის მისაღებად 500 მლ-იან საზომ კოლბაში ჩაასხამენ 25 მლ ხსნარს და შეავსებენ დისტილატით ნიშნულამდე. ამ ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,01 მგ N-ს.

5. ამიაკური აზოტის სანიმუშო ხსნარი: 0,3820 გ გადაკრისტალებულ NH_4Cl-ს მოათავსებენ 1 ლიტრიან საზომ კოლბაში, გახსნიან მცირე რაოდენობის უამიაკო წყალში და მიიყვანენ წყლით ნიშნულამდე, შეანჯღრევენ. მომზადებული სტანდარტული სანიმუშო ხსნარი შეიცავს 0,1 მგ $N - NH_4$ 1 მლ-ში.

სამუშაო ხსნარი, რომელიც შეიცავს 0,01 მგ $N - NH_4$ 1 მლ წყალში, მიიღება სანიმუშო ხსნარის 10-ჯერ გაზავებით და დაკალიბრებული შკალის ასაგებად გამოიყენება. შკალა შეფერილობას მხოლოდ 1 საათის მანძილზე ინარჩუნებს, უფრო მეტი დროით დაყოვნების შემთხვევაში აიმღვრევა.

შენიშვნა: გამოხდილი წყალი აუცილებლად უნდა შემოწმდეს ამიაკის შემცველობაზე. თუკი წყალი ამიაკის არსებობაზე დადებით რეაქციას იძლევა, მას ამატებენ ქიმიურად სუფთა სოდას სუსტი ტუტე რეაქციის მიღებამდე და ხსნარის ¼-ს ააორთქლებენ. უამიაკო წყალს ტუბუსიან ბოთლში ინახავენ. ამიაკის შესაბოჭად ბოთლის საცობში ათავსებენ $NaHCO_3$-ით შევსებულ მილაკს.

III.II.2.2.2. ასპარაგინაზა

ასპარაგინაზა მოქმედებს ამიდურ კავშირებზე: ის ასპარაგინის ჰიდროლიზის კატალიზატორია. ასპარაგინაზა შლის ასპარაგინს ასპარაგინის მჟავად და ამიაკად:

$$H_2N - CO - CH_2 - CH(NH_2) - COOH \xrightarrow[+H_2O]{\text{ასპარაგინაზა}} \rightarrow HOOC - CH_2 - CH(NH_2) - COOH + NH_3$$

ასპარაგინაზა არსებით როლს თამაშობს აზოტოვანი ცვლის პროცესში, რადგანაც ის მცენარეებსა და ნიადაგში ძალიან მნიშვნელოვანი შუალედური პროდუქტების ნივთიერებათა ცვლის რეაქციების კატალიზატორია. ასპარაგინაზის აქტივობა ასახავს ნიადაგში აზოტოვანი ორგანული ნაერთების დინამიკას.

მეთოდი დამყარებულია ამიაკის იმ რაოდენობის აღრიცხვაზე, რომელიც ნიადაგში ასპარაგინის ჰიდროლიზის დროს გამოთავისუფლდება.

ანალიზის მსვლელობა. ნიადაგის წონაკს 5 გ-ის ოდენობით მოათავსებენ 50 მლ-იან კოლბაში, დაუმატებენ 10 მლ ფოსფატის ბუფერს (pH 6,0), 5 მლ 3%-იანი ასპარაგინის ხსნარს და 0,5 მლ ტოლუოლს. კოლბას შედგამენ თერმოსტატში 24 საათით 37°C ტემპერატურაზე. სუბსტრატს გაფილტრავენ და შემდეგ ანალიზს აგრძელებენ ისე, როგორც საზღვრავენ ურეაზის აქტივობას ნიადაგში. (შეღებვა ნესლერის რეაქტივით).

ასპარაგინაზის აქტივობას გამოსახავენ $N - NH_4$ მილიგრამებში 10 გ ნიადაგზე 24 სთ-ის განმავლობაში:

$$NH_4 = \frac{a \cdot P \cdot 10}{e},$$

სადაც a - ამიაკის რაოდენობა გრაფიკით, მგ; e - ნიადაგის წონაკი, გ; 10 - გადაანგარიშება 10 გ ნიადაგზე; P - გაზავება.

რეაქტივები

1. 1,0 M KCl-ის ხსნარი.

2. სეგნეტის მარილის (ღვინისმჟავა კალიუმ-ნატრიუმის მარილი) 50 %-იანი ხსნარი.

3. ასპარაგინის 3%-იანი ხსნარი: 3 გ ქარხნული წარმოების ასპარაგინს გახსნიან 97 მლ გამოხდილ წყალში.

4. ფოსფატის ბუფერი: pH 6,0; 11,876 გ $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ ხსნიან 1 ლ გამოხდილ წყალში და შეავსებენ ნიშნულამდე. 9,078გ KH_2PO_4-საც ხსნიან წყალში იგივენაირად. ურევენ ერთმანეთში 121 მლ $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$-ს და 879 მლ KH_2PO_4-ს ხსნარებს.

5. ნესლერის რეაქტივი K_2HgI_4 .nNaOH. (იხ. გვ. 245).

6. **შენიშვნა:** გამოხდილი წყალი არ უნდა შეიცავდეს ამიაკს. დაბინძურებულ წყალს წმენდენ ისევე, როგორც ურეაზის აქტივობის განსაზღვრის დროს.

არ დაიშვება შეღებილი ხსნარების გაზავება, ამიტომ შეფერილობაში დიდი განსხვავების შემთხვევაში შეღებვა უნდა განმეორდეს სხვა (მეტი ან ნაკლები) მოცულობის ხსნარით.

შკალა თავის შეფერილობას ინარჩუნებს არა უმეტეს 1 საათისა. უფრო დიდი დროის მანძილზე ხსნარები აიმღვრევა.

III.II.2.3. ფოსფოჰიდროლაზები

III.II.2.3.1. ადენოზინტრიფოსფატაზა (ატფ ფოსფოჰიდროლაზა)

ადენოზინტრიფოსფატაზა (ატფ-აზა), როგორც ფერმენტი, მონაწილეობს ადენოზინტრიფოსფატის ჰიდროლიზური გახლეჩის რეაქციის კატალიზში და შლის მას ადენოზინდიფოსფატად და ორთოფოსფორის მჟავად:

$$\text{ატფ} \xrightarrow[+H_2O]{\text{ატფ} - \text{აზა}} \text{ადფ} + H_3PO_4.$$

მეთოდი დამყარებულია ნიადაგისა და ატფ-ის ურთიერთქმედების დროს ფერმენტული რეაქციების შედეგად ატფ-დან მოწყვეტილი ფოსფორმჟავის რაოდენობის აღრიცხვაზე. (დენიჟეს მეთოდის ვარიანტი, სადაც აღმდგენლად გამოყენებულია კალას ქლორიდი).

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე აწონილ 1 გ ნიადაგს ათავსებენ 100 მლ-იან კონუსურ კოლბაში. მასში პიპეტით ჩაასხამენ 1 მლ 0,02 M ატფ-Na ხსნარს და 2 მლ ეთანოლამინაცეტატის ბუფერს (pH 8.0, ინდიკატორის ქაღალდის ჩვენებით).

შენიშვნა. ადენოზინტრიფოსფატაზის აქტივობის განსაზღვრისას ისეთ ნიადაგში, რომლის pH არის მაღალი (რეაქცია ტუტეა) ბუფერული ხსნარის ნაცვლად უმატებენ გამოხდილ წყალს.

თუ საანალიზოდ აღებულია ფუძეებით არამაძღარი ნიადაგი, კოლბაში დაამატებენ 1მლ 0,2 M ეთილენდიამინტეტრააცეტატის

ხსნარს ალუმინის და რკინის ხელისშემშლელი იონების გაუვნებელყოფის მიზნით.

კოლბას ახურავენ კორპის საცობს, შეანჯღრევენ და შედგამენ თერმოსტატში 1 საათით 30°C ტემპერატურაზე. საკონტროლო: ნიადაგი წყლით, ბუფერით და სუბსტრატები ნიადაგის გარეშე.

ინკუბაციის შემდეგ კოლბაში შეაქვთ 50 მლ ტრუოგის ბუფერული ნარევი, კოლბებს ათავსებენ როტატორზე და ანჯღრევენ 30 წუთის განმავლობაში ფოსფორმჟავის ექსტრაგირებისათვის.

ხსნარს ფილტრავენ უნაცრო ფილტრის ქაღალდში. ფილტრატიდან აღებული 10 მლ ხსნარი გადააქვთ პიპეტით 50 მლ-იან საზომ კოლბაში, ამავე კოლბაში შეიტანენ 2 მლ სულფატმოლიბდენის ხსნარს და შემდეგ შიგ ჩაამატებენ 3 წვეთ კალას ქლორიდს ($SnCl_2$), შეანჯღრევენ, შეავსებენ ნიშნულამდე, ხსნარს ისევ კარგად აურევენ და 20 წუთის შემდეგ გაატარებენ კოლორიმეტრში წითელი შუქფილტრის გამოყენებით (ტალღის სიგრძე 650 ნმ).

ატფ-დან ადენოზინტრიფოსფატაზას მოქმედებით მოწყვეტილი ფოსფორის მჟავის რაოდენობას ანგარიშობენ წინასწარ შედგენილი დაკალიბრებული მრუდის მეშვეობით.

ფერმენტის აქტივობას გამოსახავენ - ფოსფორი P_2O_5 მგ 100 გ ნიადაგზე 1 სთ-ის განმავლობაში.

$$X = \frac{a \cdot P \cdot 100}{e}$$

სადაც a -არის P_2O_5-ის რაოდენობა დაკალიბრებული გრაფიკის მიხედვით, მგ; e - ნიადაგის წონაკი, გ; 100 - გადაანგარიშება 100 გ ნიადაგზე; P - გაზავება.

რეაქტივები

1. 0,02 M-ის ატფ-Na ხსნარი.

2. ეთანოლამინაცეტატის ბუფერი pH 8,0: 25 მლ 0,2 M ეთანოლამინს + 50 მლ 0,1 M CH_3COOH + 25 მლ H_2O.

3. 0,1 M ეთილენდიამინტეტრააცეტატის ხსნარი.

4. ტრუოგის ბუფერული ნარევი: 3 გ ამონიუმის სულფატს და 0,05 M-ის 20 მლ გოგირდმჟავას გახსნიან გამოხდილ წყალში და შეავსებენ 1 ლ-მდე.

5. სულფატმოლიბდენის სითხე: 25 გ ამონიუმის მოლიბ-დენატს ხსნიან 200 მლ დისტილატში გაცხელებით. ერთდროუ-ლად 1 ლიტრიან საზომ კოლბაში ასხამენ დისტილირებულ წყალს და ფრთხილად, ისე რომ კოლბის კედელს ჩაყვეს, მცირე ულუ-ფებით კოლბაში ასხამენ 280 მლ კონცენტრირებულ გოგირდ-მჟავას (d = 1,84). როცა ორივე სითხე გაგრილდება, გოგირდ-მჟავიან კოლბაში ნელ-ნელა, განუწყვეტელი მორევით უმატებენ ამონიუმის მოლიბდენატის ხსნარს. მეორეჯერ გაგრილების შემდეგ ხსნარების ნარევის მოცულობას მიიყვანენ 1 ლ-მდე, აურევენ და გადაასხამენ მუქი მინის ჭურჭელში.

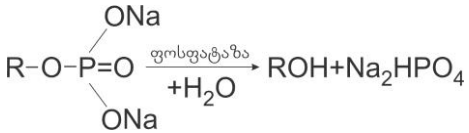
6. აღმდგენელი: მინის სინჯარაში მოთავსებულ 0,25 გ $SnCl_2$-ს დაუმატებენ 10 მლ 10%-ან HCl-ს, სინჯარას მოათავსებენ 100-200 მლ-იან ქიმიურ, წყლით სავსე ჭიქაში და ადუღებენ მანამდე, სანამ კალაქროლიდი სრულად არ გაიხსნება.

7. ფოსფატის სტანდარტული ხსნარი: გადაკრისტალებულ და 40°C ტემპერატურაზე გამომშრალ KH_2PO_4-ის 0,1917 გ-ს გახსნიან გამოხდილ წყალში 1ლიტრიან საზომ კოლბაში და ნიშნულამდე შეავსებენ. ამ ხსნარის 1მლ შეიცავს 0,1 მგ P_2O_5-ს. თუ ხსნარს დავუმატებთ ანტისეპტიკის (თიმოლის, ტოლუოლის, ძმარმჟავის, გოგირდმჟავის ან 0,8 M ბორის მჟავის) რამდენიმე წვეთს და მინის მუქ ჭურჭელში შევინახავთ, ხსნარის გამოყენება ხანგრძლივი დროის მანძილზეა შესაძლებელი.

8. ფოსფატის სამუშაო ხსნარი: მიიღება სტანდარტული ხსნარის ათჯერადი გაზავებით და გამოიყენება სტანდარტული ხსნარების შკალების მოსამზადებლად.

III.II.2.3. 2. ფოსფატაზები (ორთოფოსფორმჟავის მონოეთერების ფოსფოჰიდროლაზები. ტუტე ფოსფატაზა. მჟავე ფოსფატაზა)

ფოსფატაზა მიეკუთვნება იმ ფერმენტების ჯგუფს, რომლებიც გვევლინებიან ფოსფორორგანულ ნაერთებში ფოსფორეთერული კავშირების ჰიდროლიზის კატალიზატორებად.



ნიადაგის ფოსფორის უდიდესი ნაწილი წარმოდგენილია ძირითადად ფოსფორორგანული ნაერთების სახით (20-დან 80 %-მდე) და მათი გარდაქმნა მცენარისათვის შესათვისებელ მდგომარეობამდე ხორციელდება ფერმენტული ჰიდროლიზის რეაქციების დროს გამოთავისუფლებული ფოსფორმჟავას ნარჩენების ხარჯზე.

ნიადაგებში გვხვდება როგორც მჟავე (pH-ის ოპტიმუმი 4,5-5,5), ასევე ტუტე ფოსფატაზები (pH-ის ოპტიმუმი 8,9-9,6), რომლებიც მონოეთერების ჰიდროლიზისას გამოყოფენ მინერალურ ფოსფორს და სუბსტრატის ორგანულ რადიკალებს. განსხვავებით სხვა ფოსფატაზებისგან (ფოსფოამიდაზები, ატფ-აზები და სხვ.), მჟავე და ტუტე ფოსფატაზებს გააჩნიათ სპეციფიკურობის ფართო უნარი.

ნიადაგური ფოსფატაზების აქტივობის განსაზღვრის მეთოდები დამყარებულია ფერმენტული რეაქციების დროს სუბსტრატიდან მოწყვეტილი არაორგანული ფოსფატის ან სუბსტრატის მოლეკულის ორგანული ნაწილის - ფოსფორორგანული შენაერთების გაზომვაზე.

ტუტე ფოსფატაზის განსაზღვრას აწარმოებენ pH 8-9-ზე, მჟავე ფოსფატაზის - pH 5,3 – 5,4; ნიადაგის საერთო ფოსფატაზურ აქტივობას საზღვრავენ ნიადაგის ბუნებრივი pH-ის პირობებში.

ფოსფორჰიდროლიზური ფერმენტების აქტივობა ნიადაგში ორგანული ფოსფორის მობილიზაციის ბიოქიმიური პროცესების აქტივობის მახასიათებელია.

ფოსფატაზის აქტივობის განსაზღვრა

ფოსფატაზის აქტივობის განსაზღვრისათვის სუბსტრატის სახით იყენებენ ფოსფორის მჟავის მონოეთერებს (ნატრიუმის ფენოლფტალეინ-ფოსფატი, ნატრიუმის β-გლიცეროფოსფატი).

ანალიზის მსვლელობა. ანალიზურ სასწორზე წონიან 1 გ ჰაერმშრალ ნიადაგს (მომზადებულს ფერმენტების განსაზღვრისათვის) და გადააქვთ ერლენმეიერის 50 მლ-იან კოლბაში. პიპეტით დაუმატებენ 0,9 მლ გამოხდილ წყალს, რომ ნიმუში 90%-მდე დაატენიანონ. კოლბაში პიპეტით ჩაასხამენ 1 მლ ნატრიუმის ფენოლფტალეინფოსფატის 1%-იან ხსნარს და 3 წვეთ ტოლუოლს. კოლბას დაახურავენ კორპის საცობს და ანჯღრევენ როტატორზე 5 წუთის განმავლობაში. შემდეგ შედგამენ თერმოსტატში 1 საათით 30°C ტემპერატურაზე.

ექსპოზიციის დასრულებისთანავე კოლბაში ჩაასხამენ 45 მლ დისტილატს და 5 წუთი ისევ ანჯღრევენ როტატორზე. სუბსტრატს უნაცრო ფილტრის ქაღალდის გამოყენებით ფილტრავენ 50 მლ-იან საზომ კოლბაში. ფილტრატის 20 მლ პიპეტით გადაქვთ სინჯარაში, ამატებენ 2 მლ ამიაკის 10%-იან ხსნარს, კარგად აურევენ. შეღებილი ხსნარის კოლორიმეტრულ განსაზღვრას აწარმოებენ მწვანე შუქფილტრით, 5 მმ სიგანის კიუვეტებით.

ფენოლფტალეინის რაოდენობას, რომელიც შეესაბამება საანალიზოდ აღებული ფილტრატის მოცულობას, ადგენენ გრაფიკის მიხედვით.

ფოსფატაზის აქტივობას გამოსახავენ - P_2O_5 მილიგრამებში 100 გ ნიადაგზე 1 საათის განმავლობაში. იმისათვის, რომ გამოვსახოთ ფოსფატაზის აქტივობა P_2O_5 მილიგრამებში, უნდა გამოვიყენოთ კოეფიციენტი 0,45, რადგან სუბსტრატში ფენოლფტალეინის ერთი მოლეკულა შებოჭილია ფოსფორმჟავის ორი მოლეკულით.

შენიშვნა. თუ ხსნარები მუქია, კოლბაში მიუმატებენ 1 მლ ალუმოკალიუმიანი შაბის ნაჯერ ხსნარს.

ფოსფატაზის აქტივობას (X) მგ-ში P_2O_5 100 გ ნიადაგზე 1 საათში, გამოითვლიან შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$x = \frac{(a - b) \cdot P \cdot 0{,}45 \cdot 100}{e}$$

სადაც a - ფენოლფტალეინის რაოდენობა გრაფიკის შესაბამისად საცდელი ნიმუშის, მგ; b - ფენოლფტალეინის რაოდენობა გრაფიკის შესაბამისად საკონტროლო ნიმუშის, მგ; 0,45 - ნატრიუმის ფენოლფტალეინფოსფატის P_2O_5-ში გადაყვანის კოეფიციენტი, რადგან სუბსტრატში ფენოლფტალეინის ერთი მოლეკულა დაკავშირებულია ფოსფორმჟავის ორ მოლეკულასთან; e — ნიადაგის წონაკი, გ; p - გაზავება; 100 - გადათვლა 100 გ ნიადაგზე.

რეაქტივები

1. ნატრიუმის ფენოლფტალეინფოსფატის 1%-იანი ხსნარი.
2. 10%-იანი ამიაკის წყალხსნარი.
3. ეთილის სპირტი - რექტიფიკატი.
4. ალუმოკალიუმიანი შაბის ნაჯერი ხსნარი.
5. ფენოლფტალეინის სტანდარტული ხსნარი: 0,01 გ ფენოლფტალეინს გახსნიან 60 მლ ეთილის სპირტში და მოცულობას მიიყვანენ 100 მლ-მდე. ამ ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,1 მგ ფენოლფტალეინს.

დაკალიბრებულ გრაფიკს შემდეგნაირად აგებენ: სანიმუშო ხსნარის ალიქვოტებს, რომლებიც შეესაბამებიან, 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1 მგ P_2O_5 50 მლ- ში, ზუსტად ისევე ღებავენ, როგორც საცდელ ხსნარებს და სინჯავენ ფოტოკოლორიმეტრზე მწვანე შუქფილტრის გამოყენებით და აგებენ დაკალიბრებულ მრუდს.

ფოსფატაზის აქტივობის განსაზღვრა სუბსტრატად ნატრიუმის β-გლიცეროფოსფატის გამოყენებით

ანალიზის მსვლელობა. ნიადაგის წონაკს 1 გ-ის ოდენობით ათავსებენ 50 მლ-იან ერლენმეიერის კოლბაში, შიგ ჩაასხამენ 0,9

მლ გამოხდილ წყალს ნიადაგის 90%-მდე დასატენიანებლად (ტუტე და მჟავე ფოსფატაზების აქტივობის განსაზღვრისას წყლის მაგივრად უმატებენ აგრეთვე იმავე რაოდენობის ბორატის ბუფერს, pH შესაბამისად 9,0 და 5,3). შემდეგ კოლბაში შეაქვთ 5 მგ ნატრიუმის β-გლიცეროფოსფატის შემცველი 1მლ ხსნარი. კოლბებს დაახურავენ საცობებს, 5 წუთი ანჯღრევენ როტატორზე და 1 საათით მოათავსებენ თერმოსტატში 30°C ტემპერატურაზე.

ინკუბაციის შემდეგ დაუმატებენ 45 მლ წყალს, ანჯღრევენ ისევ 5 წუთი და იწყებენ გაფილტვრას უნაცრო ფილტრის ქაღალდის გამოყენებით. ხსნარს ჩაფილტრავენ 50-100 მლ-იან საზომ კოლბებში.

ფილტრატის ალიქვოტურ რაოდენობას მოათავსებენ 50 მლ-იან საზომ კოლბაში.

ფერმენტ ფოსფატაზის მოქმედების შედეგად სუბსტრატიდან მოწყვეტილი P_2O_5-ის შემცველობის შემდგომ განსაზღვრას აწარმოებენ ხსნარების შეღებვის შემდეგ დენიჟეს მიხედვით (იხ. ადენოზინტრიფოსფატაზის აქტივობის განსაზღვრა, გვ. 248).

რეაქტივები

1. ნატრიუმის β-გლიცეროფოსფატის ხსნარი, რომელიც შეიცავს 5 მგ სუბსტრატს 1 მლ-ში.

2. ბორატის ბუფერი pH 9,0. 0,05 M-ის ნატრიუმის ტეტრაბორატის ხსნარს ამზადებენ შემდეგნაირად: 12,404 გ ბორის მჟავის (H_3BO_3) მშრალ რეაქტივს გახსნიან 100 მლ 0,1 M NaOH-ის (ნატრიუმის ტუტე) ხსნარში და მოცულობას შეავსებენ წყლით 1 ლიტრამდე. ამ ხსნარის 85,6 მლ-ს გადაიტანენ 100 მლ-იან საზომ კოლბაში და მიიყვანენ ნიშნულამდე 0,1 M-ის HCl-ის ხსნარით (ხსნარის pH უნდა შემოწმდეს).

3. ბორატის ბუფერი pH 5,3. მზადდება ნატრიუმის ტეტრაბორატის 0,05 M-ის ხსნარის გაზავებით 0,1 M-ის HCl-ის ხსნარით pH 5,3-მდე.

III.II.2.4. გლუკოზიდჰიდროლაზები

გლუკოზიდჰიდროლაზები - ფერმენტების ფართო და მრავალრიცხოვანი ჯგუფია, რომლებიც დი-, ტრი- და პოლისაქარიდების ჰიდროლიზის რეაქციებში კატალიზატორებად გვევლინებიან და მონაწილეობენ მათ მოლეკულებში არსებული გლუკოზიდური კავშირების გაწყვეტის რეაქციებში. ნახშირწყლები და მათთან ახლოს მდგომი შენაერთები ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებებში, მიკროორგანიზმებში და მცენარეებში მნიშვნელოვანი რაოდენობითაა წარმოდგენილი. ნახშირწყლებიდან ნიადაგში აღმოჩენილია მონო- დი- და პოლისაქარიდები (ცელულოზა, ჰემიცელულოზა, სახამებელი და სხვ.), რომლებიც ნიადაგში გვხვდებიან ძირითადად მცენარეული ნარჩენების შემადგენლობაში (მცენარეული ნარჩენების 60%-ს ნახშირწყლები შეადგენენ). მათ ბიოქიმიურ გარდაქმნებში მონაწილეობენ სპეციფიკური ფერმენტები ან ფერმენტების ჯგუფი.

III.II.2.4. 1. β-ფრუქტოფურანოზიდაზა (ინვერტაზა)

β-ფრუქტოფურანოზიდაზა გვხვდება ყველა ნიადაგში და ის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფერმენტია მათ შორის, რომლითაც ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობას ახასიათებენ.

β-ფრუქტოფურანოზიდაზა (საქარაზა, ინვერტაზა) მოქმედებს გლუკოზიდურ ნაერთებზე: ახდენს საქაროზის, რაფინოზის, გენციანოზის და სტაქინოზის ჰიდროლიზს, მონაწილეობს ასევე ფრუქტოტრანსფერაზების კატალიზის რეაქციებში.

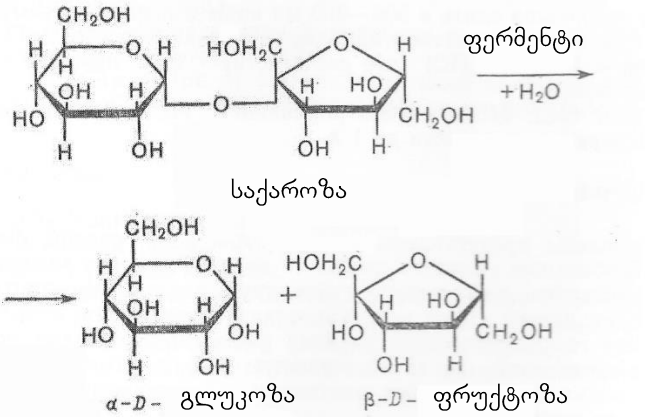
ინვერტაზა (β-ფრუქტოფურანოზიდაზა) აწარმოებს საქაროზის ჰიდროლიზს, ანუ შლის საქაროზას გლუკოზად და ფრუქტოზად, რისთვისაც წყვეტს იმ კავშირს, რომელიც გააჩნია ფრუქტოზის ნარჩენ β- გლუკოზიდური ნახშირბადის ატომს საქაროზის მოლეკულაში.

მეთოდი დამყარებულია შაქრების - გლუკოზის და ფრუქტოზის იმ მარედუცირებელი თვისებების გამოყენებაზე, რომლებიც საქაროზის ჰიდროლიზისას წარმოიქმნებიან, კერძოდ კი

უნარზე, აღადგინოს სპილენძის ჟანგი ქვეჟანგამდე. წარმოქმნილი სპილენძის რაოდენობის მიხედვით საზღვრავენ შაქრების შემცველობას ხსნარში (ბერტრანის მეთოდი).

რედუცირებული ჰექსოზების ჯამს გამოხატავენ გლუკოზის ეკვივალენტში.

საქაროზის ჰიდროლიზის შემდეგ წარმოქმნილი გლუკოზის და ფრუქტოზის რაოდენობის განსაზღვრა პიკრინის მჟავითაა შესაძლებელი (იხ. „მცენარის ანალიზი“)



ანალიზის მსვლელობა. ნიადაგის წონაკს (5 გ) ათავსებენ ერლენმეიერის 50 მლ-იან კოლბაში, უმატებენ პიპეტით საქაროზის 5%-იანი ხსნარის 10 მლ-ს, ასევე საზომი ცილინდრით კოლბაში ჩაასხამენ 10 მლ აცეტატის ბუფერს (pH 4,7) და 0,5 მლ ტოლუოლს.

(საკონტროლო ნიმუში - კოლბა სუბსტრატით ნიადაგის გარეშე).

კოლბას ხურავენ კორპის საცობით, ანჯღრევენ როტატორზე 3 წუთის განმავლობაში და 24 საათით ათავსებენ თერმოსტატში 37°C ტემპერატურაზე.

ინკუბაციის შემდეგ სარეაქციო ნარევს ჩაფილტრავენ საზომ კოლბებში (კოლბების მოცულობა დამოკიდებულია რეაქციის პროდუქტების რაოდენობაზე - 100, 200 მლ და ა.შ.). შემდგომში

შაქრების განსაზღვრა ხდება რომელიმე ერთი მეთოდის გამოყენებით.

შაქრების განსაზღვრა ბერტრანის მეთოდით

ანალიზის მსვლელობა. 100 მლ-იან ერლენმეიერის კოლბაში პიპეტით ჩაასხამენ 10 ან 20 მლ ფილტრატს (ინვერტაზის აქტივობის შესაბამისად) და მაშინვე დაამატებენ იმავე რაოდენობის ახლად მომზადებულ ფელინგის სითხეს, რომელიც ორი ხსნარის ნარევს წარმოადგენს: 4%-იანი გოგირდმჟავა სპილენძისა და სეგნეტის მარილის ხსნარების ნარევს.

10 მლ მოცულობის ფილტრატის შემცველ კოლბაში ცალ-ცალკე ასხამენ ფელინგის ნარევის შემადგენელ 10 მლ 4%-იან სპილენძის სულფატის ხსნარს და 10 მლ სეგნეტის მარილის ხსნარს, ხოლო 20 მლ-იან ფილტრატს უმატებენ იმავე ხსნარების 20-20 მლ-ს. სუბსტრატებს შეანჯღრევენ და აცხელებენ ელექტროღუმელზე, ადუღებენ მხოლოდ 3 წუთით (დროის ათვლის მონიშვნისათვის მოსახერხებელია ქვიშის საათის გამოყენება).

დუღილის დამთავრების შემდეგ ხსნარს, ცხელ მდგომარეობაშივე, ალინის მილის საშუალებით ჩაფილტრავენ ბუნზენის კოლბაში წყლის ან ზეთის ტუმბოს დახმარებით. ბუნზენის კოლბას და ალინის მილს სპილენძის ქვეჟანგის ნალექთან ერთად 7-8-ჯერ ჩარეცხავენ ცხელი გამოხდილი წყლით, ისე რომ ნალექი ჰაერზე არ დარჩეს და ტუტეც მთლიანად მოცილდეს. ალინის მილი კარგად გარეცხილ ნალექთან ერთად გადააქვთ ბუნზენის პატარა კოლბაში, ნალექს გახსნიან 15-20 მლ რკინა-ამონიუმის შაბის ხსნარით, რამოდენიმეჯერ ჩარეცხავენ მილსაც და ნალექსაც ცხელი გამოხდილი წყლის მცირე ულუფებით ბუნზენის კოლბაში და შემდეგ ტიტრავენ ბიურეტიდან 0,1 M კალიუმის პერმანგანატის ხსნარით სუსტ ვარდისფერ შეფერილობამდე.

შაქრის შემცველობის დასაანგარიშებლად საანალიზოდ აღებული გარკვეული მოცულობის ხსნარში, პერმანგანატის რაოდენობას (ტიტრთან შესწორების გათვალისწინებით) ამრავლებენ 6,36-ზე, რადგან 1 მლ 0,1 M $KMnO_4$-ის ხსნარი 6,36 მგ სპილენძის

ქვეჟანგის Cu_2O-ს ექვივალენტურია. სპილენძის ქვეჟანგის წონის მიხედვით ბერტრანის ცხრილში პოულობენ გლუკოზის შესაბამის რაოდენობას (იხ. დანართი 18).

ასეთივე წესით საზღვრავენ გლუკოზის შემცველობას საკონტროლო ნიმუშში. კონტროლზე შესწორების შეტანის შემდეგ გამოიანგარიშებენ ინვერტაზის აქტივობას (მგ 100 გ ნიადაგში 1 დღე-ღამეში):

$$X = \frac{a \cdot p \cdot 100}{e},$$

სადაც x - გლუკოზის რაოდენობა, წარმოქმნილი საქაროზის ჰიდროლიზის დროს, გადათვლილი 100 გ ნიადაგზე 24 საათით ინკუბაციისას, მგ; a - გლუკოზის რაოდენობა საანალიზოდ აღებული მოცულობის ხსნარში (კონტროლის გამოკლებით) ბერტრანის ცხრილის მიხედვით, მგ; e - ნიადაგის წონაკი, გ; p - გაზავება; 100-გადასაყვანი100 გ ნიადაგზე.

რეაქტივები

1. 5%-იანი საქაროზის ხსნარი.

2. აცეტატის ბუფერი (pH 4.7):

ა) ძმარმჟავის 1 M –ის ხსნარი

ბ)1 M CH_3COONa - 136,09 გ ძმარმჟავა ნატრიუმის მარილი გახსნილი 1 ლ გამოხდილ წყალში. ორივე ხსნარს სხვადასხვა რაოდენობით შეურევენ ერთმანეთს.

3. სეგნეტის მარილი: 200 გ კალიუმ-ნატრიუმის ტარტრატს (სეგნეტის მარილი) უმატებენ 150 გ მშრალ ტუტეს (NaOH ან KOH) და ფაიფურის ჭიქის გამოყენებით გახსნიან 1 ლ დისტილატში (იფილტრება აზბესტის ფილტრში).

4. ფელინგის ხსნარი:

ა) 40 გ - $CuSO_4$-ს გახსნიან გამოხდილ წყალში და მოცულობას მიიყვანენ 1 ლ-მდე (გაფილტრავენ ქაღალდის ფილტრში);

ბ) სეგნეტის მარილი. რეაქტივის მომზადება სასურველია უშუალოდ ანალიზის წინ.

ფელინგის ხსნარის ეს ორი კომპონენტი გამოყენების წინ უნდა შეურიონ ერთმანეთს თანაფარდობით 1:1-თან.

5. რკინა-ამონიუმის შაბის ხსნარი: 86 გ რკინა-ამონიუმის შაბს გახსნიან წყალში და მიუმატებენ 108,7 მლ კონცენ-ტრირებულ H_2SO_4-ს, მოცულობას 1 ლ-მდე შეავსებენ.

6. 0,1M-ის $KMnO_4$-ის ტიტრული ხსნარი: 3,161 გ $KMnO_4$ გაიხსნება გამოხდილ წყალში 1 ლიტრიან საზომ კოლბაში და წყლით მიიყვანენ ნიშნულამდე. რეაქტივი ვარგისია გამო-საყენებლად მხოლოდ რამდენიმე დღის შემდეგ.

გლუკოზის რაოდენობის განსაზღვრის კოლორიმეტრული მეთოდი

ანალიზის მსვლელობა. ფილტრატის 6 მლ-ს პიპეტით ჩაასხამენ დიდ სინჯარაში. მიუმატებენ 3 მლ 50%-იან სეგნეტის მარილის ხსნარს ($C_4H_4O_6 \cdot KNa \cdot 4H_2O$) და 3 მლ 4%-იანი გო-გირდმჟავა სპილენძის ხსნარს, კარგად აურევენ ერთგვაროვანი ხსნარის მისაღებად.

სინჯარას ხსნარით აცხელებენ მდუღარე წყლის აბაზანაზე 10 წუთის განმავლობაში, გააგრილებენ, შიგთავსს გადაიტანენ ცენტრიფუგის სინჯარაში და იწყებენ ცენტრიფუგირებას 7 წუთის მანძილზე, ბრუნვის სიჩქარე 3000 ბრ/წთ. ცენტრიფუგატს ატარებენ კოლორიმეტრში, 10 მმ სიგანის კიუვეტით, ტალღის სიგრძე 630 ნმ.

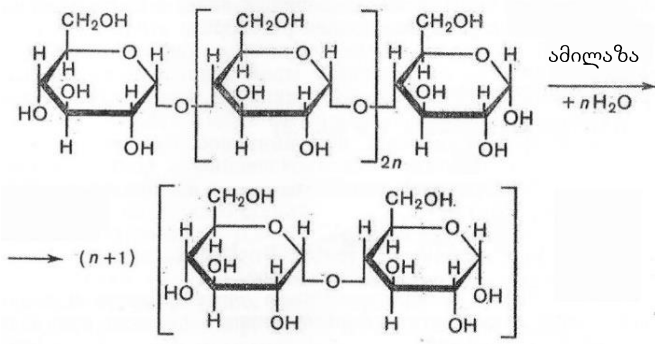
გლუკოზის რაოდენობას მგ-ში პოულობენენ დაკალიბ-რებული გრაფიკის მიხედვით. სტანდარტული ხსნარი შეიცავს 1 მგ გლუკოზას 1 მლ გამოხდილ წყალში.

III.II.2.4.2. α და β ამილაზები (α- ამილაზა: α-1,4-გლუკანი-4-გლუკანოჰიდროლაზა) (β-ამილაზა: β-გლუკანი-მალტოჰიდროლაზა)

ამილაზების ფერმენტები ახორციელებენ სახამებლის ჰიდ-როლიზს დექსტრინების და მალტოზის წარმოქმნით. სახამებელი შედის ნიადაგში მოხვედრილი ორგანული ნარჩენების შემად-გენლობაში და ამდენადაა მნიშვნელოვანი.

ბუნებაში გვხვდება 2 ტიპის ამილაზა: α-ამილაზა შლის α-1,4-გლუკანურ კავშირებს პოლისაქარიდებში (სახამებელში, გლიკოგენში და მათ მონათესავე პოლი- და ოლიგოსაქარიდებში, რომლებიც შეიცავენ სამ ან მეტ d-გლუკოზის ნარჩენებს, შეერთებულს α-1,4 კავშირებით); β-ამილაზა ახდენს β-1,4-გლუკანური კავშირების ჰიდროლიზს პოლისაქარიდებში (სახამებელში, გლიკოგენში და მონათესავე პოლი- და ოლიგოსაქარიდებში), თანმიმდევრობით გახლეჩს რა მალტოზის ნარჩენებს და ინვერსიის გზით წარმოქმნის β-მალტოზას. ნიადაგში სწორედ β-ამილაზა ჭარბობს.

ნიადაგის ამილაზის აქტივობის განსაზღვრის მეთოდები დაფუძნებულია ბერტრანის მიხედვით რედუცირებადი შაქრების რაოდენობრივ აღრიცხვაზე. ამილაზის მოლეკულაში გლუკოზის ნარჩენები შებოჭილია β-გლიკოზიდური კავშირებით ნახშირბადის პირველ და მეოთხე ატომებს შორის და წარმოქმნიან გრძელ ჯაჭვს.



ანალიზის მსვლელობა. ნიადაგის 5 გ წონაკი თავსდება 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბაში, ამატებენ 10 მლ 2%-იან სახამებლის კლეისტერის ხსნარს, 15 მლ აცეტატის ბუფერს (pH 5,9) და 0,5 მლ ტოლუოლს. კოლბებს ხურავენ კორპის საცობით, ანჯღრევენ როტატორზე 3 წუთის განმავლობაში და დგამენ თერმოსტატში 24 საათით 37-38°C ტემპერატურაზე.

ექსპოზიციის შემდეგ კოლბის შიგთავსს ჩაფილტრავენ 100 მლ-იან საზომ კოლბაში, ფილტრზე გადმოტანილი ნიადაგის სამ-ოთხ ჯერადად წყლით ჩარეცხვის შემდეგ, კოლბას შეავსებენ ნიშნულამდე. ფილტრატიდან იღებენ განსაზღვრული მოცულობის ხსნარს და საზღვრავენ რედუცირებად შაქრებს ბერტრანის უკვე აღწერილი მეთოდის გამოყენებით, ან კოლორიმეტრირებით (იხ. ინვერტაზა, გვ. 257, 259).

მალტოზის რაოდენობას, რომელიც შეესაბამება სპილენძის ქვეჟანგის რაოდენობას, პოულობენ ბერტრანის ცხრილის მიხედვით (იხ. დანართი 19).

ამილაზის აქტივობა გამოისახება - მალტოზა მგ-ით, წარმოქმნილი 24 საათის მანძილზე 10 გ ნიადაგში:

$$X = \frac{a \cdot p \cdot 10}{e},$$

სადაც a - მალტოზის რაოდენობა საანალიზოდ აღებულ ხსნარში (მოიძიებენ ცხრილში), მგ; p - გაზავება; e - ნიადაგის წონაკი, გ; 10 - გადასაყვანი10 გ ნიადაგზე.

რეაქტივები

1. აცეტატის ბუფერი (pH 5,9): შეურევენ კოლბაში 100 მლ 1 M CH_3COOH-ის და 1600 მლ CH_3COONa ხსნარებს.

ა) ძმარმჟავა: 60,05 მლ ყინულოვან ძმარმჟავას ასხამენ დისტილატში და მოცულობას ავსებენ 1 ლ-მდე.

ბ) ძმარმჟავა ნატრიუმი CH_3COONa: 136,09 გ გაიხსნება დისტილატში, მოცულობას მიიყვანენ 1 ლ-მდე.

2. სახამებლის 2%-იანი ხსნარი: 2 გ სახამებელს ჩაყრიან 20 მლ ცივ წყალში, კარგად მოურევენ ერთგვაროვანი ხსნარის მიღებამდე და შიგ ჩაასხამენ 80 მლ ცხელ ადუღებულ წყალს, გააცხელებენ მდუღარე წყლის აბაზანაზე, სანამ ხსნარი გამჭვირვალე არ გახდება.

3. ტოლუოლი.

III.II.2.4.3. ცელულაზა

ანალიზის მსვლელობა. ტექნიკურ სასწორზე აწონიან 10 გ ნიადაგს 50 მლ-იან კოლბაში. პიპეტით დაამატებენ 5 მლ აცეტატის ბუფერს (pH 5,5), აგრეთვე 5 მლ 1%-იან კარბოქსილ-მეთილცელულოზის ხსნარს და 1,5 მლ ტოლუოლს. ხსნარებს შეურევენ ერთმანეთთან, კოლბას დახურავენ საცობით და შედგამენ თერმოსტატში 35°C ტემპერატურაზე 48-72 საათით ფერმენტის აქტივობის გათვალისწინებით.

ს ა კ ო ნ ტ რ ო ლ ო: სუბსტრატის მაგიერ - 5 მლ წყალი; მეორე საკონტროლო - რეაქტივები ნიადაგის გარეშე.

ინკუბაციის შემდეგ კოლბას აცხელებენ მდუღარე წყლის აბაზანაზე. პიპეტით უმატებენ 0,3 მლ ალუმოკალიუმიანი შაბის ნაჯერ ხსნარს კარბოქსილმეთილცელულოზის დასალექად. ხსნარს გადაფილტრავენ 50 მლ-იან საზომ კოლბაში უნაცრო ფილტრის ქაღალდის გამოყენებით. ფილტრატის რაოდენობას გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშნულამდე.

ფილტრატიდან პიპეტით ამოიღებენ 2-2 მლ ხსნარს და 40-50 მლ-იან ცეცხლგამძლე სინჯარებში ჩაასხამენ, შეიტანენ მათში პიპეტით 4 მლ ანტრონის რეაქტივს და 30 წუთის შემდეგ გაატარებენ კოლორიმეტრში ლურჯი შუქფილტრის გამოყენებით (ტალღის სიგრძე 551 ნმ) 10 მმ-იანი კიუვეტებით.

შესადარებელ კიუვეტში ჩაასხამენ ხსნარს საკონტროლო კოლბიდან სუბსტრატის გარეშე, მხოლოდ მას შემდეგ, რაც საცდელ კოლბაში შეტანილ რეაქტივებს დაამატებენ.

წარმოქმნილი გლუკოზის რაოდენობას ანგარიშობენ წინასწარ შედგენილი დაკალიბრებული მრუდის მეშვეობით.

ცელულოზის აქტივობას გამოსახავენ - გლუკოზა მილიგრამებში 10 გ ნიადაგზე 48 ან 72 საათის განმავლობაში (ინკუბაციის ხანგრძლივობის მიხედვით).

რეაქტივები

1. 1%-იანი კარბოქსილმეთილცელულოზის ხსნარი.

2. ანტრონის რეაქტივი: 0,2 M ანტრონის ხსნარი 95%-იან H_2SO_4-ში. 5 მლ წყალში ფრთხილად ასხამენ 100 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას, გააცივებენ და დაუმატებენ 200 მგ ანტრონს. 4 სთ-ით გააჩერებენ ყინულზე და მერე გამოიყენებენ. გამოიყენება მხოლოდ ახლად გაკეთებული რეაქტივი.

3. გლუკოზის სტანდარტული ხსნარი დაკალიბრებული მრუდის შესადგენად: 3,5 მლ გლუკოზის ხსნარში (10-დან 200 მკგ გლუკოზა 1 მლ წყალში) დაამატებენ 5 მლ ანტრონს და გაატარებენ კოლორიმეტრში.

4. ალუმოკალიუმიანი შაბის ნაჯერი ხსნარი.

5. ტოლუოლი.

საკონტროლო კითხვები III.II. ქვეთავთან დაკავშირებით

1. ახსენით ნიადაგის ფერმენტული აქტივობის არსი
2. დაასახელეთ ფერმენტების კლასები და გამოყავით მათგან აგროქიმიური თვალსახრისით საინტერესო ორი კლასი
3. როგორ ამზადებენ ნიადაგს ფერმენტების განსაზღვრისათვის
4. რომელი ფერმენტები მიეკუთვნებიან ოქსირედუქტაზებს
5. დაასახელეთ კატალაზის აქტივობის კვლევის მეთოდები
6. დაწერეთ ასკორბინატოქსიდაზის აქტივობის გამომსახველი ფორმულა
7. რომელი ორგანული ნივთიერებების გარდაქმნაში მონაწილეობს ფერმენტი პოლიფენოლოქსიდაზა
8. რა განსხვავებაა პეროქსიდაზასა და პოლიფენოლოქსიდაზას აქტივობის განსაზღვრის მეთოდებს შორის
9. დაასახელეთ დეჰიდროგენაზების განსაზღვრის მეთოდები, ახსენით განსხვავებები
10. რომელი ფერმენტები მონაწილეობენ ნიადაგის ნიტრატული აზოტის ამიაკამდე აღდგენის პროცესებში
11. როგორ საზღვრავენ აღდგენილი ნიტრატების რაოდენობას
12. დაწერეთ ფორმულა, რომლითაც ფერმენტი ფერირედუქტაზა ახდენს რკინის ჟანგის კატალიზს და აღადგენს ქვეჟანგამდე
13. რომელი ფერმენტები მონაწილეობენ სულფატების აღდგენაში სულფიდებამდე
14. რაზეა დაფუძნებული MnO_2-რედუქტაზის განსაზღვრის მეთოდი

15. რომელი ნივთიერებების ჰიდროლიზური დაშლის რეაქციებში მონაწილეობენ ჰიდროლაზური ფერმენტები

16. რას წარმოადგენენ პეპტიდჰიდროლაზები და რომელი ფერმენტი მიეკუთვნება მას

17. დაასახელეთ ფერმენტ ურეაზას კატალიზის პროდუქტები და მათი კვლევის მეთოდები

18. რა როლს თამაშობს ფერმენტი ასპარაგინაზა ნიადაგში და რას ეფუძნება მისი აქტივობის აღრიცხვა

19. რომელი ფერმენტები მიეკუთვნებიან ფოსფოჰიდროლაზებს

20. აღწერეთ ფერმენტ ადენოზინტრიფოსფატაზის აქტივობის განსაზღვრის მეთოდის არსი

21. რას ეფუძნება ტუტე და მჟავე ფოსფატაზების აქტივობის განსაზღვრის მეთოდები და რა განსხვავებაა მათ შორის

22. რას წარმოადგენენ გლუკოზიდჰიდროლაზები და რომელი ფერმენტები მიეკუთვნებიან მათ

23. რომელი ნაერთების ჰიდროლიზს აწარმოებს ფერმენტი ინვერტაზა და რა მეთოდებით საზღვრავენ მათი ჰიდროლიზის პროდუქტებს

24. რა განსხვავებაა შაქრების განსაზღვრის ბერტრანისეულ მეთოდსა და კოლორიმეტრულ მეთოდს შორის

25. რაზეა დამყარებული ფერმენტების α და β ამილაზების განსაზღვრის მეთოდები და რომელ შაქრებს შლიან ისინი

26. აღწერეთ ფერმენტ ცელულაზის განსაზღვრის მეთოდი

თავი IV.
მცენარის ანალიზი

მცენარის ანალიზი საშუალებას იძლევა გადაიჭრას შემდეგი ამოცანები:

1. მცენარის მოვლა-მოყვანის სხვადასხვა რეჟიმის პირობებში გამოკვლეულ იქნეს მაკრო- და მიკროელემენტების ტრანსფორმაცია სისტემაში - „ნიადაგი-მცენარე-სასუქი“.

2. განისაზღვროს ძირითადი ბიოკომპონენტების - ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლების, ვიტამინების, ალკალოიდების – შემცველობა მცენარეულ ობიექტებში, საკვებში და მიღებულ ნორმებთან და სტანდარტებთან მათი შემცველობის შესაბამისობა.

3. შეფასდეს მომხმარებლისთვის მოსავლის ვარგისიანობის დონე (ნიტრატები, მძიმე მეტალები, ალკალოიდები, ტოქსიკანტები).

4. ჩატარდეს საკვები ნივთიერებებით მცენარის უზრუნველყოფის დიაგნოსტიკა.

5. უზრუნველყოფის მაჩვენებლების საფუძველზე ჩატარდეს გამოკვება.

IV.1. მცენარის ნიმუშის აღება.

მცენარის ნიმუშის აღება სამუშაოს შესრულების საპასუხისმგებლო ეტაპია. იგი განსაზღვრულ ცოდნას და გამოცდილებას საჭიროებს. ნიმუშის აღებისა და ანალიზისთვის მომზადების პროცესში დაშვებული შეცდომები არ კომპენსირდება შეგროვილი მასალის ხარისხიანი ანალიზის ჩატარებით.

აგრო- და ბიოცენოზში მცენარის ნიმუშების აღებისას ძირითადი მიზანი - მცენარის საშუალო ნიმუშის აღებაა, რომელიც ყველაზე სრულად ასახავს საკვლევ მცენარეთა ბიოლოგიურ მდგომარეობას, ე.ი. იქნება რეპრეზენტატული (წარმომადგენელი) მინდვრისთვის, საცდელი დანაყოფისთვის, არჩეული ნაკვე-

თისთვის, სავეგეტაციო ჭურჭლისთვის. იმისათვის, რომ საშუალო ნიმუში ასახავდეს მთლიანი მცენარეულობის სტატუსს, მხედველობაში ღებულობენ ადგილის მაკრო- და მიკრორელიეფს, ჰიდრომეტრულ პირობებს, მცენარის დგომის სიხშირეს და თანაბარზომიერ განაწილებას, მათ ბიოლოგიურ თავისებურებებს.

მცენარეულ ნიმუშებს იღებენ მშრალ ამინდში, დილის საათებში, ნამის შეშრობის შემდეგ. მცენარეში ნივთიერებათა ცვლის პროცესების დინამიკაში შესწავლისას აღნიშნული საათები დაცულია მთელი სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში.

განასხვავებენ მთლიანი (ერთიანი) თესვის კულტურებს, როგორიცაა: ხორბალი, შვრია, ქერი, ჭვავი, მარცვლოვანი კულტურები, ბალახი და სხვ. და სათოხნ კულტურებს: კარტოფილი, სიმინდი, ჭარხალი და ა.შ.

ერთიანი ნათესი კულტურებისთვის საცდელ ნაკვეთზე გამოიყოფა 0,25-1,00 m^2 ზომის თანაბრად განაწილებული 5-6 ტიპიური ადგილი (მონაკვეთი), მცენარეები აღნიშნულ მონაკვეთებზე იცელება 3-5 სმ-ის სიმაღლეზე. ექვსივე მონაკვეთიდან აღებული მასალა შეადგენს გაერთიანებულ ერთიან ნიმუშს. აღნიშნული ნიმუშის კარგად შერევის შემდეგ მისგან იღებენ საშუალო ნიმუშს 1 კგ-ის რაოდენობით. აწონიან საშუალო ნიმუშს, შემდეგ კი აწარმოებენ მექანიკურ დახარისხებას ბოტანიკური შედგენილობის მიხედვით, სარეველების, დაავადებული მცენარეების აღრიცხვას, რომელთაც გამორიცხავენ ნიმუშის შემადგენლობიდან. ატარებენ ასევე მცენარის დაყოფას ორგანოების მიხედვით და მათ წონით აღრიცხვას ცალკეული ნიმუშების სახით, როგორიცაა: ფოთლები, ღერო, ყვავილი, თავთავი. ახალგაზრდა მცენარეებს აღმოცენებიდან ბარტყობამდე ორგანოების მიხედვით არ ყოფენ და აფიქსირებენ მთლიანად.

სავეგეტაციო ჭურჭლებში აღნიშნული მცენარეების ნიმუშებს შემდეგნაირად იღებენ: ყოველი ჭურჭლიდან იღებენ თანაბარი რაოდენობით მცენარეებს ან ყოველი ვარიანტის 2-3 ჭურჭლიდან მცენარეებს იღებენ მთლიანად, თუმცა უფრო ხშირად პირველ ხერხს იყენებენ.

სათოხნი კულტურების შემთხვევაში, განსაკუთრებით მაღალღეროიანის, ისეთი როგორიც არის სიმინდი, მზესუმზირა და ა.შ. გაერთიანებულ ნიმუშს ადგენენ საშუალო სიდიდის 10-20 მცენარისაგან, რომელიც აღებულია დანაყოფის დიაგონალის გასწვრივ ან მონაცვლეობით არა მოსაზღვრე რიგებიდან.

ძირხვენების აღებისას ამოთხრიან საშუალო სიდიდის 10-20 მცენარეს, გაასუფთავებენ ნიადაგისგან, გააშრობენ, აწონიან, გამოაცალკავებენ მიწის ზედა ორგანოებს და წონიან ძირხვენებს. აღნიშნული კომპონენტების მდგომარეობის მიხედვით საზღვრავენ მოსავლის სტრუქტურას.

საშუალო ნიმუშს ადგენენ ძირხვენის, ტაროს, კალათის და ა.შ. ზომის გათვალისწინებით. ამისათვის, მასალას ახარისხებენ ვიზუალურად დიდ, საშუალო და მცირე ზომის მიხედვით და შესაბამისად, თითოეული ფრაქციის წილობრივი რაოდენობის მიხედვით ადგენენ საშუალო ნიმუშს. მაღალღეროიანი კულტურების შემთხვევაში მთლიან მცენარეს - ძირიდან წვერომდე ანაწევრებენ ნაწილებად და მისგან ადგენენ საშუალო ნიმუშს.

საწარმოო პირობებში მარცვლის, ფქვილის, გრანულირებული საკვების, სილოსის, თივის, ბოსტნეულის, ხეხილის, კენკროვანი კულტურების ნიმუშებს იღებენ დიდი მოცულობიდან სპეციალური ნიმუშამღებით დარგობრივი სტანდარტების ინსტრუქციების შესაბამისად (იხ. სპეციალური ლიტერატურა).

ნიმუშების სწორად აღების შესაფასებელ კრიტერიუმად ითვლება ქიმიური ანალიზების პარალელური განსაზღვრების შედეგების მსგავსება.

აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში აღებულ მცენარეულ ნიმუშებში ქიმიური რეაქციების სიჩქარე ბევრად უფრო მაღალია, ვიდრე მრავალ სხვა საანალიზო ობიექტში (მაგალითად, მარცვალი, ნამჯა, თესლი). ფერმენტების მუშაობის ხარჯზე გრძელდება ბიოქიმიური პროცესები, რომელთა შედეგად მიმდინარეობს ისეთი ნივთიერებების დაშლა, როგორიცაა სახამებელი, ცილა, ორგანული მჟავები და განსაკუთრებით ვიტამინები.

მკვლევარის ამოცანაა - მინიმუმამდე შეამციროს დრო ნიმუშის აღებიდან ანალიზის ჩატარებამდე ან მცენარეული

მასალის ფიქსაციამდე. რეაქციის სიჩქარის შემცირება შეიძლება მიღწეულ იქნეს ახალი (ნედლი) მცენარეული მასალით სიცივეში კლიმატოკამერაში (+4^0 C) მუშაობით, ასევე, მოკლე ხნით საოჯახო მაცივარში ქვედა თაროზე შენახვით.

ახლად აღებულ (ნედლ) მცენარეულ მასალაში ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში ატარებენ ცილების წყალში ხსნადი ფორმების, ნახშირწყლების, ფერმენტების, კალიუმის, ფოსფორის განსაზღვრას, ასევე, საზღვრავენ ნიტრატების და ნიტრიტების შემცველობას.

ფიქსირებულ ჰაერ-მშრალ ნიმუშებში საზღვრავენ ყველა მაკროელემენტს, ე.ი. მცენარის ნაცრის შემადგენლობას, ცილების, ნახშირწყლების, ცხიმების, უჯრედანას, პექტინური ნივთიერებების საერთო შემცველობას. მცენარეული ნიმუშების აბსოლუტურად მშრალ წონამდე გამოშრობა ანალიზის ჩატარებისთვის დაუშვებელია, რადგან ირღვევა მრავალი ორგანული შენაერთების ხსნადობა და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, ხდება ცილების შეუქცევადი დენატურაცია.

ნებისმიერი ობიექტის, მათ შორის მარცვლის, სელის ღეროს ტექნოლოგიური თვისებების ანალიზისას დასაშვებია შრობა არა უმეტეს 30^0 C ტემპერატურაზე. ტემპერატურის მომატება იწვევს მცენარეებში ცილოვან-ნახშირწყლოვანი კომპლექსის თვისებების შეცვლას, რაც გავლენას ახდენს ანალიზის შედეგებზე.

IV.2. მცენარეული მასალის ფიქსაცია.

მცენარეულ ნიმუშებში ორგანული და ნაცრის ნივთიერებების იმ რაოდენობით შენახვა, რომელიც ახლოა მათ ბუნებრივ მდგომარეობასთან, ხორციელდება ფიქსაციის გამოყენებით. ამჟამად, თანამედროვე პერიოდში, გამოიყენება ტემპერატურული ფიქსაცია და ლიოფილური (გაყინვით შრობა) შრობა, რომლის დროსაც მცენარეული ფერმენტები ინახება აქტიურ მდგომარეობაში, ხოლო ცილები არ განიცდიან დენატურაციას.

მცენარეული მასალის ტემპერატურული ფიქსაცია ტარდება საშრობ კარადაში, უმჯობესია ვენტილაციით. მცენარეულ მასალას ათავსებენ მკვრივი ქაღალდის პაკეტში და ჩატვირთავენ წინასწარ 105-110^0 C ტემპერატურამდე გაცხელებულ საშრობ კარადაში. ჩატვირთვის შემდეგ ინარჩუნებენ 90-95^0 C ტემპერატურას 10-20 წუთის განმავლობაში, დამოკიდებულია მცენარეული მასალის თვისებებზე. ასეთი ტემპერატურული დამუშავებით, წყლის ორთქლის ხარჯზე ხდება მცენარეული ფერმენტების ინაქტივაცია.

ფიქსაციის დასრულებას შემდეგნაირად ამოწმებენ: კარადიდან გამოიტანენ ნიმუშებს, გახსნიან პაკეტებს - მცენარეული მასალა უნდა იყოს ტენიანი, მოდუნებული, შენარჩუნებული თავისი დამახასიათებელი შეფერვით, ე.ი. არ უნდა იყოს გაყვითლებული. ნიმუშების შემდგომ გაშრობას ატარებენ გახსნილ პაკეტებში ჰაერის მისაწვდომობის პირობებში 50-60^0 C პირობებში 3-4 საათის განმავლობაში. ტემპერატურის მითითებული ინტერვალის და დროის მომატება არ შეიძლება. მაღალ ტემპერატურაზე ხანგრძლივი გაცხელება გამოიწვევს მრავალი აზოტშემცველი ნივთიერების თერმულ დაშლას და მცენარეული მასის ნახშირწყლების კარამელიზაციას.

წყლის მაღალი შემცველობის მცენარეულ ნიმუშებს – ძირხვენებს, ხილს, კენკრას და ა.შ. დაყოფენ სეგმენტებად ისე, რომ ანალიზში მოხვდეს ნაყოფის პერიფერიული და ცენტრალური ნაწილი. სინჯისთვის სეგმენტების შეგროვება ხდება დიდი, საშუალო და მცირე ზომის ნაყოფებისა და ტუბერებისაგან, მათი შესაბამისი შეფარდებით მოსავალში. საშუალო ნიმუშის სეგმენტებს აქუცმაცებენ და უკეთებენ ფიქსაციას ემალის კიუვეტებში.

თუკი ნიმუშები მოცულობითია, მაშინ მცენარის ნიწისზედა ნაწილებს: ფოთლებს, ღეროებს, ყვავილებს, ყუნწებს, კალათებს და ა.შ. უშუალოდ ფიქსაციის წინ აქუცმაცებენ დანით ან მაკრატლით და სწრაფად მოათავსებენ პაკეტში.

თუკი ნიმუშებში გათვალისწინებულია მხოლოდ ქიმიური ელემენტების ნაკრების განსაზღვრა, შეიძლება არ მოხდეს მათი

ფიქსაცია და გააშრონ ოთახის ტემპერატურის პირობებში. თუმცა მცენარეული მასალის გაშრობა უმჯობესია ჩატარდეს თერმოსტატში 40-60^0 C ტემპერატურაზე, რადგან ოთახის ტემპერატურაზე შესაძლოა მასის ლპობა და მტვრის ნაწილაკებით დაბინძურება. ტემპერატურულ ფიქსაციას არ უტარებენ მარცვლისა და თესლის ნიმუშებს, მაგრამ აშრობენ მათ არა უმეტეს 30^0 C ტემპერატურისა.

მცენარეული მასალის ლიოფილიზაცია დაფუძნებულია ყინულის აორთქლებაზე, თხევადი ფაზის მოცილებით. ლიოფილიზაციით მასალის შრობა შემდეგნაირად ტარდება: შეგროვილ მცენარეულ მასალას ყინავენ მყარ მდგომარეობამდე ნიმუშზე თხევადი აზოტის დასხმით. შემდეგ ნიმუშს ათავსებენ ლიოფილიზატორში, სადაც დაბალი ტემპერატურისა და ვაკუმის პირობებში მიმდინარეობს შრობა. ამ შემთხვევაში ტენი შთაინთქმება სპეციალური საშრობი რეაქტივით, რომლის სახით იყენებენ ქლორიან კალციუმს და სხვ. ლიოფილური შრობა ახშობს ფერმენტატიულ პროცესებს, თვითონ ფერმენტები კი ინახებიან.

IV.3. მცენარეული ნიმუშების დაფქვა და მათი შენახვა.

მცენარეული ნიმუშების დაფქვას ატარებენ ჰაერ-მშრალ მდგომარეობაში. დაფქვის სიჩქარე იზრდება, თუკი ნიმუშები წინასწარ არის გამშრალი თერმოსტატში. ჰიგროსკოპული წყლის არ არსებობა მასში განისაზღვრება ვიზუალურად: მყიფე, ხელში ადვილად მტვრევადი ღერო და ფოთლები - ყველაზე მისაღები მასალაა დაფქვისათვის. დასაფქვავი მასალა შეიძლება წინასწარ დაქუცმაცდეს მაკრატლით. მოცულობითი ნიმუშების დაფქვისათვის, 30 გრამზე მეტი წონით, იყენებენ ლაბორატორიულ წისქვილებს ПРП-1, მცირე ნიმუშების დაფქვისათვის იყენებენ „Пируэт“-ის ტიპის საყოფაცხოვრებო ყავის საფქვავებს. ძალზე მცირე რაოდენობის მცენარეული ნიმუშები შეიძლება დაიფქვას ფაიფურის სანაყში, დაფქვილი მასალის წმინდა საცერში გატარებით.

დაფქვილი მასალა იცრება საცერში. ნასვრეტების დიამეტრი დამოკიდებულია ანალიზის სპეციფიკაზე: 1 მმ-დან 0,25 მმ-მდე; თუკი ანალიზში განსაკუთრებულად არ არის მითითებული მასალის დაფქვის სიმსხო, იყენებენ 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერს. მასალის ნაწილს, რომელიც არ გავიდა საცერში, განმეორებით ფქვავენ წისქვილში ან სანაყში. მცენარეული მასალის გადაყრა დაუშვებელია, რადგან იგი შეცვლის საშუალო სინჯის შემადგენლობას. მაგალითად, მარცვლის დაფქვის შემთხვევაში საცერზე რჩება ანაცერი (ქატო), რომელიც ძნელად იფქვევა და პირველი გაცრისას არ გადის საცერში. ანაცერის ნარჩენები უხეშ შეცდომებს იწვევს ანალიზისას, შედეგად ანალიზდება უხეში დაფქვის ფქვილი (ძირითადად ენდოსპერმა) და არა მთლიანი მარცვალი.

ყოველი ნიმუშის დაფქვის შემდეგ წისქვილის სამუშაო ორგანოები ზედმიწევნით კარგად უნდა გასუფთავდეს ჯაგრისით და ბამბის ქსოვილით. მხოლოდ ამის შემდეგ იწყებენ შემდეგი ნიმუშის დაფქვას.

დასაფქვავი ნიმუშების დიდი მოცულობის შემთხვევაში შეიძლება მისი მოცულობის შემცირება, საშუალო ლაბორატორიული სინჯიდან გადავიდეთ საშუალო ანალიზურ სინჯზე, რომლის წონა 10-50 გ შეადგენს, მარცვლისთვის კი არა ნაკლები 100 გრამს. ანალიზური სინჯის აღება ხდება კვადრატული მეთოდით. ლაბორატორიულ სინჯს თანაბარზომიერად გაანაწილებენ ქაღალდზე ან მინაზე წრიული ან კვადრატის ფორმით. შპატელის დახმარებით დაყოფენ მცირე ზომის კვადრატებად (2-3 სმ) ან სეგმენტებად. საანალიზო მასალას იღებენ არა მოსაზღვრე კვადრატებიდან.

IV.4. ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრა ჰაერმშრალ მასალაში.

მცენარეული მასალის შედგენილობის დახასიათებისთვის მასში საზღვრავენ ტენს, „ნედლ ნაცარს“, კვების ძირითად ელემენტებს (აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი), აზოტის ცილოვან და არაცილოვან ფორმებს და სხვ.

ანალიზის მსვლელობა. იღებენ სუფთა მინის ჭიქას მილესილი სახურავით (ბიუქსს), რომელიც მიყვანილია მუდმივ წონამდე საშრობ კარადაში მისი 105^0 C ტემპერატურაზე გამოშრობით. მასში ათავსებენ ანალიზურ სასწორზე აწონილ 3-5 გრამ დაქუცმაცებულ მცენარეულ მასალას. ბიუქსს ღია სახურავით ათავსებენ თერმოსტატში 105^0 C ტემპერატურაზე. ბიუქსში მოთავსებულ წონაკს აშრობენ 3-4 საათის განმავლობაში. შემდეგ თავდახურულს, გასაცივებლად სწრაფად გადაიტანენ ექსიკატორში და 30 წუთით დაყოვნების შემდეგ წონიან. საანალიზო მასალის გამოშრობას იმეორებენ 1-2-ჯერ 1,5-2,0 საათის ხანგრძლივობით მუდმივ წონამდე მიყვანამდე (გამოშრობის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მცენარის სახეზე და ორგანოზე).

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

მცენარეული მასალის ჰიგროსკოპულ წყალს ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\% W = (a \cdot 100) : m ,$$

სადაც, % W არის ჰიგროსკოპული ტენი პროცენტობით.

a - არის აორთქლებული ტენის მასა, გ.

m - მცენარეული მასალის მშრალი წონა, გ.

ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრის მაგალითი: ხორბლის ნამჯის ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრისათვის აწონილი იყო 3 გრამი მასალა. ჩატარდა გამოშრობა მუდმივ წონამდე; ნამჯაში წყლის მასამ შეადგინა 0,106 გრამი.

$$\% W = (0,106 \cdot 100) : 2, 894 = 3,663;$$

IV.5. „ნედლი“ ნაცრის განსაზღვრა მცენარეში.

მცენარის მშრალი ნივთიერება შეიცავს როგორც ორგანულ ისე მინერალურ შენაერთებს. ეს უკანასკნელნი, ორგანული ნივთიერების დაწვის შედეგად რჩებიან „ნედლი“ ნაცრის სახით და საშუალოდ შეადგენენ 5-დან 15%-მდე მშრალ ნივთიერებას. „ნედლ“ ნაცარს უწოდებენ იმიტომ, რომ მცენარის ნაცრის ელემენტებთან ერთად, შეიცავენ ზოგიერთ მინარევებს, როგორიცაა - ნახშირის ნაწილაკები, წვრილი ქვიშა, ცუდად გარეცხვის გამო დარჩენილი ნიადაგი.

ნაცრის რაოდენობა და მისი შედგენილობა დამოკიდებულია მცენარის სახეზე, ორგანოზე, ხნოვანებაზე, ნიადაგობრივ-კლიმატურ პირობებზე, გამოყენებული მინერალური სასუქის დოზაზე, ფორმაზე და სხვა ფაქტორებზე.

მცენარეში „ნედლი“ ნაცრის შემცველობის განსაზღვრისათვის იყენებენ მცენარეული მასალის მშრალი დანაცრების მეთოდს.

მეთოდის საფუძველია ორგანული ნივთიერების მაღალ ტემპერატურაზე დაწვა მუფელის ღუმელში. მეთოდი მარტივია და შეიძლება გამოყენებული იქნეს ნებისმიერ ლაბორატორიაში. ამ გზთ მიღებულ ნაცარში შეიძლება განისაზღვროს ის ელემენტები რომლებიც არ იკარგებიან 500-600^{0}C ტემპერატურაზე ადვილად აქროლადი შენაერთების წარმოქმნის შედეგად. მათ ეკუთვნიან - კალიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი, ალუმინი, მანგანუმი და ა.შ.; დანაცრება შეიძლება ჩატარდეს როგორც მშრალი, ისე ნედლი მცენარის.

ანალიზის მსვლელობა.

25-50 სმ^3 მოცულობის ფაიფურის ჯამებს 2-3 საათის განმავლობაში აწრთობენ მუფელის ღუმელში 500-600^{0}C ტემპერატურაზე, მუდმივ წონამდე მიყვანამდე. ანალიზურ სასწორზე წონიან ± 0,0002 გ. სიზუსტით და ათავსებენ ექსიკატორში.

ანალიზურ სასწორზე ასეთივე სიზუსტით წონიან 1 გ ჰაერმშრალ მცენარეულ მასალას. წონაკს ჯამში ათავსებენ ფაშარად

(ფხვიერად), თავისუფლად რომ შეაღწიოს ჟანგბადმა. დანაცრების პერიოდში ჯამის შიგთავსს არ შეურევენ.

მცენარეული მასალის პირველდაწყებით დანაცვრას ატარებენ ჰაერის მისაწვდომობის პირობებში ელექტრო ან გაზქურაზე. გაზქურის ალი ჯამის ძირიდან 2-3 სმ-ით დაბლა უნდა იყოს. აუცილებელია, სუსტი გაცხელებით მივაღწიოთ მასალის ნელ დანაცრებას; დანახშირება ხორციელდება ნიმუშის გაწითლების გარეშე; თუკი შეიმჩნევა ნიმუშის გაწითლება, ჯამს ჩამოიღებენ ქურიდან და ანთებას შეწყვეტენ. ნიმუშს ახურავენ საათის მინას.

15-20 წუთის შემდეგ როცა მასალა გაშავდება და შეწყდება კვამლის გამოყოფა, ჯამები გადააქვთ გაცხელებულ მუფელის ღუმელში. დანაცვრას აგრძელებენ 1,5-2 საათის განმავლობაში არა უმეტეს 500^0C ტემპერატურაზე, რადგანაც უფრო მაღალ ტემპერატურაზე ადგილი ექნება კალიუმის ქლორიდის, ნატრიუმის ქლორიდის, ფოსფორის ოქსიდის და ნატრიუმის დანაკარგს.

ფრთხილად გადაიტანენ ჯამებს ექსიკატორში, აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე და წონიან ანალიზურ სასწორზე.

ჯამებს საანალიზო წონაკით განმეორებით გამოწვავენ ღუმელში 40-60 წუთის განმავლობაში, აცივებენ და წონიან. გამოწვას იმეორებენ მუდმივი წონის მიღებამდე. ჩვეულებრივ ამას აღწევენ მეორე გამოწვის შემდეგ. თუკი ნაცრის წონა მესამე გამოწვის შემდეგ მომატებულია, ანალიზს წყვეტენ, გაანგარიშებას აწარმოებენ წინა გამოწვისას მიღებული წონის დაბალი მაჩვენებლის მიხედვით.

ანგარიში.

ნაცარი , % = (a · 100) : H ,

სადაც a - არის ნაცრის წონა, გ.

H - დასანაცრად აღებული ჰაერ-მშრალი მასალის წონა, გ;

100 - პროცენტებში გამომსახველი რიცხვი.

ნაცრის წონა (გ) განისაზღვრება - ნაცრიანი ჯამის ბოლო წონასა და ცარიელი გამომწვარი ჯამის წონას შორის სხვაობით.

IV.6. ნაცრის გახსნა

„ნედლი ნაცრის“ ხარისისხობრივი შემადგენლობის განსაზღვრისათვის იგი უნდა გაიხსნას.

ანალიზის მსვლელობა.

ჯამში არსებულ ნაცარს, დანაკარგის აცილებისთვის ფრთხილად ასველებენ რამდენიმე წვეთი გამოხდილი წყლით. ამატებენ 5 მლ HCl - ის 20%-იან ხსნარს და ჯამის შიგთავსს გულმოდგინედ შეურევენ მცირე ზომის მინის წკირით. სამუშაოს ასრულებენ გამწოვის ქვეშ.

ნაცრის უფრო სრულად გახსნისა და გაფილტვრის წინ ხსნარის კონცენტრაციის შემცირების მიზნით ამატებენ 15-20 მლ ცხელ გამოხდილ წყალს. ხსნარს ფილტრავენ მინის წკირზე ჩაყოლებით მცირე ზომის ძაბრის და უნაცრო ფილტრის გამოყენებით 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ცხელი გამოხდილი წყლით ჯამისა და ფილტრის რამდენჯერმე ჩარეცხვით.

გაცივებული ხსნარი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, ახურავენ საცობს და ანჯღრევენ.

მიღებულ ხსნარში საზღვრავენ კალიუმს ალოვან ფოტომეტრზე, კალციუმს და მაგნიუმს კომპლექსონომეტრული მეთოდით.

ფოსფორი შეიძლება განისაზღვროს ფოტომეტრული მეთოდით, თუკი მცენარეული მასალის დანაცვრა ჩატარებულია წუნდაუდებლად (საუცხოოდ).

IV.6.1. მცენარეული მასალის სველი დანაცრიანება გინზბურგის მიხედვით. (აზოტის, ფოსფორის(IV.8.) და კალიუმის (IV.9) განსაზღვრისათვის ერთ წონაკში).

მეთოდს საფუძვლად უდევს მცენარის ორგანული ნივთიერებების ჰიდროლიზისა და ჟანგვის რეაქციები გოგირდისა და ქლორის მჟავის ნარევით 10:1 შეფარდებით, გაცხელების პირობებში. ძირითად დამჟანგველად ითვლება ქლორის მჟავა ($HClO_4$).

უაზოტო ორგანული ნივთიერებები იჟანგებიან წყლამდე და ნახშირმჟავამდე, ჟანგეულების სახით ნაცრის ელემენტების გამოთავისუფლებით. აზოტშემცველი ორგანული ნივთიერებები ჰიდროლიზდებიან და საბოლოო ჯამში იჟანგებიან წყლამდე და ნახშირმჟავამდე, ათავისუფლბენ აზოტს ამიაკის სახით, რომელიც დაუყოვნებლივ შეიბოჭება გოგირდის მჟავით.

ამრიგად, ხსნარში არსებობენ ნაცრის ელემენტები ოქსიდების სახით და აზოტი გოგირდმჟავა ამონიუმის ფორმით და ქლორის მჟავას ამონიუმის მარილით.

სველი დანაცრების მეთოდი გამორიცხავს აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის დანაკარგს მათი ჟანგეულების სახით, რადგან მცენარეული ნივთიერება ინაცრება 332^{0}C ტემპერატურაზე. ეს გოგირდის მჟავას დუღილის ტემპერატურაა, ქლორის მჟავას დუღილის ტემპერატურა გაცილებით ნაკლებია - 121^{0}C.

აუცილებელია დავიმახსოვროთ, რომ დანაცრების პროცესში ქლორის მჟავას ჭარბი რაოდენობით დამატებისას მიმდინარეობს აზოტის მნიშვნელოვანი რაოდენობით დაკარგვა (50%-მდე).

ანალიზის მსვლელობა.

ანალიზურ სასწორზე, ± 0,0001 გ სიზუსტით წონიან ჰაერმშრალ, დაფქვილ მცენარეული მასის 0,2-0,5 გ და ათავსებენ კელდალის კოლბში.

კელდალის კოლბში წონაკებს ამატებენ გოგირდისა და ქლორის მჟავათა ნარევს 5,0-10,0 მლ მოცულობით (შეფარდება 10:1) და გულმოდგინედ შეურევენ წრიული მოძრაობით, ფრთხილი შენჯღრევით.

კოლბებს აყოვნებენ 1,5-2 საათით (შეიძლება მთელი ღამითაც) მცენარეული მასალის პირველადი დანაცრებისთვის ოთახის ტემპერატურაზე.

ამის შემდეგ კოლბებს ათავსებენ გამაცხელებელ მოწყობილობაზე შემდგომი დანაცრებისთვის და აცხელებენ სუსტ ცეცხლზე ყავისფერ-მურა ფერის ერთგვაროვანი მასის მიღებამდე.

დანაცრების ტემპერატურას ამაღლებენ ხსნარის სუსტ დუღილამდე და აგრძელებენ დანაცრებას მის სრულ გაუფერულებამდე.

თუკი ხსნარი აგრძელებს ყვითელი ან მუქი-მურა ფერის შეფერადებით დარჩენას, კოლბებს აცივებენ, ამატებენ 2-3 წვეთ ქლორის მჟავას და აგრძელებენ გაცხელებას. ქლორის მჟავას რაოდენობა, რომელიც დაემატა მითითებული ნორმის ზევით, აჩქარებს დანაცრების პროცესს, მაგრამ იწვევს აზოტის მნიშვნელოვან დანაკარგს სინჯში.

პარალელურად, ანალოგიური რეჟიმით ატარებენ გამოყენებული რეაქტივების საკონტროლო დანაცრებას მცენარეული მასალის გარეშე.

დანაცრების დამთავრების შემდეგ კელდალის კოლბებს აცივებენ ჰაერზე, შემდეგ მათში ასხამენ 10 მლ გამოხდილ წყალს და შერევის შემდეგ კვლავ აცივებენ, ამატებენ დაახლოებით 60 მლ ცხელ გამოხდილ წყალს.

კელდალის კოლბიდან ხსნარი გადააქვთ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, კელდალის კოლბს რამდენჯერმე გამორეცხავენ ცხელი გამოხდილი წყლის მცირე ულუფებით (დაახლოებით 5 მლ), რომლებსაც გადაიტანენ საზომ კოლბში. გაცივების შემდეგ საზომ კოლბში ხსნარის მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, ახურავენ საცობს და კარგად შეურევენ.

ხსნარში საზღვრავენ საერთო აზოტს, ფოსფორს და კალიუმს შესაბამისი მეთოდიკით.

რეაქტივები: 1.კონცენტრირებული გოგირდის მჟავა (d = 1,89).

2. კონცენტრირებული ქლორის მჟავა.

IV.7. მცენარეულ მასალაში აზოტის სხვადასხვა ფორმების განსაზღვრის მეთოდები.

აზოტი შედის მცენარეში არსებული მრავალი შენაერთის შემადგენლობაში, როგორიცაა: ცილები, ამინომჟავები, ამიდები,

ნუკლეინის მჟავები, ქლოროფილი, ალკალოიდები, ფოსფატიდები და სხვა.

მცენარეში შემავალი აღნიშნული შენაერთების რაოდენობისა და შედგენილობის მიხედვით მნიშვნელოვნად იცვლება მოსავლის ხარისხი და მაშასადამე, მცენარეული პროდუქტების კვებითი ღირებულება. გარდა ამისა, მცენარის სხვადასხვა ორგანოში აზოტოვანი შენაერთების ცალკეული ჯგუფების რაოდენობა და შედგენილობა მიუთითებს მცენარეში აზოტოვანი ცვლის პროცესების ინტენსივობაზე და მიმართულებაზე. ამიტომ, მოსავლის ხარისხის განსაზღვრისა და ბიოქიმიური გამოკვლევების ჩატარებისას, ძალიან ხშირად აუცილებელი ხდება აზოტოვანი ნივთიერებების ცალკეული ჯგუფების რაოდენობისა და შედგენილობის განსაზღვრა.

იმისდა მიხედვით, თუ რა ამოცანაა დასახული, მცენარის ნიმუშებში ატარებენ სხვადასხვა სახის ანალიზებს. ზოგჯერ, საკმარისია მცენარეში განისაზღვროს მხოლოდ აზოტის საერთო რაოდენობა, აგრეთვე ცილოვანი და არაცილოვანი აზოტი, მაგრამ, უმეტეს შემთხვევაში, აუცილებელია გამოიკვლიონ ცილოვანი ნივთიერებების შედგენილობა მცენარის ქსოვილებში, აგრეთვე, არაცილოვანი აზოტოვანი შენაერთების ცალკეული ჯგუფების შედგენილობა და რაოდენობა.

ამჟამად, დამუშავებულია საკმაოდ მარტივი მეთოდები ასეთი გამოკვლევებისათვის.

IV.7.1. საერთო აზოტის განსაზღვრა კელდალის მეთოდით.

მცენარის ვეგეტაციის პროცესში შთანთქმული აზოტი მცენარის ორგანოების მიხედვით არათანაბრად არის განაწილებული. აზოტის ყველაზე მაღალი შემცველობა აღინიშნება გენერაციულ ორგანოებში, განსაკუთრებით მარცვალში, და ნაკლებია მისი კონცენტრაცია ფოთლებში, ღეროში, ფესვებში, ძირხვენებში, ძალზე მცირეა ნამჯაში. საერთო აზოტი მცენარეში წარმოდგენილია ორი ფორმით: ცილოვანი და არაცილოვანი აზოტის შენაერთების სახით. ამ უკანასკნელს ეკუთვნის აზოტი, რომელიც

შედის ამიდების, თავისუფლი ამინომჟავების, ნიტრატების და ამიაკის შემადგენლობაში.

მცენარეში ცილების შემცველობას საზღვრავენ ცილოვანი აზოტის რაოდენობის მიხედვით. ცილოვანი აზოტის შემცველობას (პროცენტებში) ამრავლებენ კოეფიციენტზე 6,25 – ვეგეტატიური ორგანოების და ძირხვენების ანალიზისას და 5,7-ზე მარცვლის ანალიზისას.

არაცილოვანი აზოტის ფორმის წილზე მოდის ვეგეტატიურ ორგანოებში საერთო აზოტის 10-30 %, ხოლო მარცვალში - არა უმეტეს 10%. არაცილოვანი აზოტის შემცველობა ვეგეტაციის ბოლოსაკენ მცირდება, ამიტომ საწარმოო პირობებში, განსაკუთრებით საკვების ანალიზისას არაცილოვანი აზოტის წილი უმნიშვნელოა და მხედველობაში არ ღებულობენ. ამ შემთხვევაში საზღვრავენ საერთო აზოტს (პროცენტობით) და მის შემცველობას გადაიანგარიშებენ ცილაზე. ამ მაჩვენებელს ეწოდება „ნედლი ცილა.“

მეთოდის პრინციპი. საერთო აზოტის განსაზღვრისათვის უფრო ხშირად სარგებლობენ კელდალის მიკრომეთოდით. საანალიზო მასალის წონაკის დანაცრება ხდება კონცენტრირებული გოგირდის მჟავით რომელიმე ერთი კატალიზატორის თანაარსებობით: მეტალური სელენის, წყალბადის ზეჟანგის, ქლორის მჟავის და ა.შ.; დანაცრების ტემპერატურა 332^0 C. ორგანული მასის ჰიდროლიზისა და დაჟანგვის პროცესში აზოტი კოლბში ინახება ხსნარში ამონიუმის სულფატის სახით. ამიაკის განთავისუფლებისათვის იყენებენ ტუტის 40%-იან ხსნარს. ამიაკის გადადენას ახდენენ კელდალის აპარატში გაცხელებით და ხსნარის დუღილით. გამოყოფილი ამიაკის რაოდენობის მიხედვით ანგარიშობენ საკვლევ მასალაში აზოტის რაოდენობას.

ანალიზის მსვლელობა.

ანალიზურ სასწორზე წონიან საანალიზო მცენარეულ მასალას 0,3-0,5-1 გ რაოდენობით ±0,0001გ სიზუსტით. ფრთხილად ჩაუშვებენ აღებულ წონაკს 50-100 მლ მოცულობის კელდალის კოლბის ფსკერზე. კოლბში პატარა ცილინდრით ასხამენ 10-12

მლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას (d = 1,84). მცენარეული მასალის თანაბარზომიერი დანაცრება იწყება უკვე ოთახის ტემპერატურაზე, ამიტომ, მჟავა დამატებული საანალიზო წონაკი უმჯობესია დატოვებულ იქნეს ღამის განმავლობაში.

შემდეგ კოლბს დგამენ ელექტროქურაზე ან სპეციალურ დანადგარზე და ატარებენ თანდათანობით წვას ჯერ სუსტ ცეცხლზე (იყენებენ ასბესტს), შემდეგ ძლიერზე, პერიოდულად ფრთხილი ნჯღრევით. როდესაც ხსნარი გახდება ერთგვაროვანი, ამატებენ კატალიზატორს (სელენის რამდენიმე კრისტალს ან წყალბადის ზეჟანგის რამდენიმე წვეთს) და აგრძელებენ წვის პროცესს ხსნარის სრულ გაუფერულებამდე.

კატალიზატორები. გოგირდმჟავას დუღილის ტემპერატურის ამაღლებას და დანაცრების დაჩქარებას ხელს უწყობს კატალიზატორების გამოყენება. კელდალის მეთოდის სხვადასხვა მოდიფიკაციებში იყენებენ მეტალურ სელენს, გოგირდმჟავა კალიუმს, გოგირდმჟავა სპილენძს, წყალბადის ზეჟანგს. წვისათვის კატალიზატორის სახით ქლორის მჟავას გამოყენება ცალკეულად ან გოგირდის მჟავასთან ნარევში რეკომენდებული არ არის.

ამიაკის გადადენა.

წვის დასრულების შემდეგ კოლბს იღებენ ცეცხლიდან და აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე. გაცივების შემდეგ მოხსნიან საცობს, რომელსაც ჩარეცხავენ უამიაკო გამოხდილი წყლით, კარგად ჩარეცხავენ აგრეთვე კოლბის ყელს. შიგთავსს აზავებენ წყლით კოლბის მოცულობის ნახევრამდე. თუ იმავე დღეს არ ხერხდება ამიაკის გადადენა, მაშინ კოლბის თავს დაახურავენ კაუჩუკის საცობით და ინახავენ მეორე დღისთვის.

განზავებული ხსნარი კელდალის კოლბიდან გადააქვთ 750 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან გადასადენ კოლბში, რომელიც დამზადებულია ცეცხლგამძლე მინისაგან. კელდალის კოლბს რამდენჯერმე გამოავლებენ გამოხდილ წყალს, რომელიც თანდათან გადააქვთ გადასადენ კოლბში. ასე აგრძელებენ მანამ, სანამ გადასადენ კოლბში არ დაგროვდება 300-400 მლ ხსნარი, ე.ი. კოლბის მოცულობის ნახევარი. შემდეგ ამატებენ 2-3 წვეთ ფენოლფტალეინს და გრანულირებული თუთიის პატარა ნაჭერს

გადადენის პროცესში ხსნარის წყნარი დულილისათვის. კოლბს უკეთებენ რეზინის საცობს, შეუერთებენ მაცივარს და დგამენ გადასადენი აპარატის შტატივზე შეერთების ჰერმეტულობის შესამოწმებლად.

საზომი ცილინდრით იღებენ 40%-იან ტუტის (NaOH) ხსნარს 4-ჯერ მეტი რაოდენობით, ვიდრე დასაწვავად იყო აღებული გოგირდის მჟავა. დახრიან გადასადენ კოლბს და ფრთხილად მის კედელზე ჩაყოლებით ჩაასხამენ ტუტის ხსნარს. ტუტე, როგორც მძიმე ხსნარი ჩაეშვება კოლბის ფსკერზე მჟავის შრის ქვეშ.

მიმღებს ამზადებენ შემდეგნაირად: იღებენ 250-500 მლ მოცულობის სუფთა ქიმიურ ჭიქას ან კონუსურ კოლბს და ბიურეტიდან მასში ათავსებენ 20-25 მლ 0,1 ნორმალობის გოგირდის მჟავას (ზუსტად დადგენილი ტიტრით). ამატებენ 2-3 წვეთ ინდიკატორ მეთილროტს ან გროაკის ნარევს. კელდალის გადასადენ აპარატს მიმღებ კოლბს ისე უდგამენ, რომ მაცივრის ბოლომოხრილი მილი მიმღები კოლბის ხსნარში ჩაიძიროს. მიმღებ კოლბს, ათავსებენ პატარა სადგამზე; მას შემდეგ, რაც მიმღებში მოხვდება გადასადენი ხსნარის რამდენიმე წვეთი, მიმღებ კოლბს ჩამოდგამენ სადგამიდან და მაცივრის მილს ათავისუფლებენ მჟავასაგან.

მაცივარში უშვებენ წყალს, გადასადენი კოლბის შიგთავსს ენერგიულად ურევენ წრიული ბრუნვით, რათა მჟავა განეიტრალდეს და შეიქმნას ტუტე არე, რომელიც აუცილებელია ამონიუმის სულფატისაგან ამიაკის გამოსაყოფად. ფენოლფტალეინისგან მიღებული ჟოლოსფერი მიუთითებს, რომ გადასადენ კოლბში ხსნარს აქვს ტუტე რეაქცია.

შერევის შემდეგ კოლბს მაშინვე დგამენ ცეცხლზე და ხსნარი მიჰყავთ ადუღებამდე. გაცხელებას აწარმოებენ ისე, რომ დულილი იყოს წყნარი.

უკვე, შერევის პროცესშივე ტუტით მჟავის განეიტრალებისას ხსნარი ცხელდება და ადგილი აქვს ამიაკის გამოყოფას აიროვან მდგომარეობაში. გადასადენი კოლბის გაცხელების შემდეგ ამიაკის გამოყოფა ძლიერდება. რადგან ამიაკი შთაინთქმება

მჟავით, გადასადენი კოლბის შიგნით წნევა იკლებს და ადგილი აქვს მიმღებიდან ხსნარის შეწოვას მაცივრის მილში.

როგორი ძლიერიც არ უნდა იყოს შეწოვა, სატიტრო მჟავიდან მილის ამოღება მანამ არ შეიძლება, სანამ გადასადენ კოლბში ხსნარი არ ადუღდება. წინააღმდეგ შემთხვევაში ამიაკის ნაწილი დაიკარგება. ხსნარის დუღილისას ამიაკთან ერთად გამოიყოფა წყლის ორთქლი, რომელიც კონდესირდება მაცივარში და შთანთქავს აიროვან ამიაკს.

ხსნარის დუღილის დაწყებიდან 6-8 წუთის შემდეგ, მიმღების ქვეშ სადგამს იღებენ და მიმღებ კოლბს დასწევენ ქვევით. ამის შემდეგ მილი აღმოჩნდება ხსნარის ზემოთ და თავიდან არის აცილებული ხსნარის უკან დაბრუნება გადასადენ კოლბში, რომელსაც თან სდევს ხოლმე საშიში აფეთქება.

გადასადენ კოლბში ხსნარს ადუღებენ მანამ, სანამ არ გადაიდენება მისი ნახევარი (დაახლოებით 150-200 მლ). გადადენის დამთავრებას ამოწმებენ ნესლერის რეაქტივით. ამისათვის მიმღებში ჩაშვებულ მილს კარგად ჩარეცხავენ წყლით, რათა მოცილდეს სატიტრო მჟავას ხსნარი შთანთქმული ამიაკით. ჩარეცხვის შემდეგ, აგროვებენ გადადენილი ხსნარის რამდენიმე წვეთს ფაიფურის ჯამზე და ამატებენ ნესლერის რეაქტივის 1 წვეთს. ხსნარი უნდა დარჩეს უფერო ან სუსტი ყვითელი ფერის, როგორიც თვითონ ნესლერის რეაქტივს აქვს.

თუკი გადადენის პროცესში მიმღებში ხსნარი იცვლის ფერს, აუცილებელია დაემატოს ზუსტად ფიქსირებული რაოდენობით (20 მლ) 0,1 н H_2SO_4 რადგან მჟავას პირველსაწყისი რაოდენობა არ აღმოჩნდა საკმარისი ამიაკის შესაბოჭად.

გადადენის დამთავრების შემდეგ წყვეტენ ხსნარის გაცხელებას და გამორთავენ მაცივარს. გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ მიმღებში მაცივრის ბოლომოხრილ მილს და მიმღების კედლებს.

მიმღებში არსებულ ხსნარს ტიტრავენ მწვავე კალიუმის 0,1 н ხსნარით, ფრთხილად შეურევენ ხსნარს მინის წკირით, მეთილის წითელის ფერის გადასვლამდე უფერულში, ხოლო, გროაკის რეაქტივის მიხედვით - ლილის ფერიდან ღია მწვანე ფერში

გადასვლამდე. შეფერვის ინტენსივობა აქ დამოკიდებულია ინდიკატორის რაოდენობაზე.

ამიაკის რაოდენობას პოულობენ სხვაობით მიმღებში მოთავსებულ გოგირდმჟავას (პირველსაწყისში მოთავსებული) და მჟავას იმ რაოდენობას შორის, რომელიც არ შეკავშირდა ამიაკთან და, რომელიც შემდეგ დაიტიტრა ტუტით.

ანგარიში

საერთო აზოტის შემცველობა:

$$N\ \% = [\ (a \cdot н_1 - b \cdot н_2) \cdot 14 \cdot 100\ ] : (H \cdot 1000)$$

სადაც, a არის H_2SO_4-ის მოცულობა მიმღებში, მლ;

$н_1$ - H_2SO_4-ის ნორმალობა, მგ.ექ.

b _ დატიტვრაზე დახარჯული ტუტის მოცულობა, მლ;

$н_2$ - ტუტის ნორმალობა, მგ.ექვ.

14 - აზოტის ატომური მასა;

H - საანალიზო მასალის წონაკი, გ;

1 000 - მგ-ის გრამში გადასაყვანი კოეფიციენტი.

ჩანაწერის ფორმა

№ ნიმუშის	წონაკი (H), გ	მჟავა		ტუტე		აზოტის მასა, გ	N %
		a, მლ	$н_1$	b, მლ	$н_2$		
1	0,5043	25	0,1205	19,6	0,1124	14	1,97

რეაქტივები

1. კონცენტრირებული გოგირდმჟავა (კუთ.წ. 1,84).
2. ტუტის 40%-იანი ხსნარი.
3. მეტალური სელენის ფხვნილი.
4. გოგირდმჟავას 0,1 н ხსნარი, მზადდება ფიქსონალისგან.
5. NaOH - ის ან KOH -ის 0,1 н ხსნარი, მზადდება ფიქსონალისგან.
6. ინდიკატორი გროაკა. კომბინირებული, pH 5,5 - ის პირობებში იისფერის მკვეთრი შეცვლა მწვანე ფერში. დამზადება იხილეთ **გვ. 29 „ინდიკატორების მომზადება“.**

IV. 7.2. ცილოვანი აზოტის განსაზღვრა.

მცენარეთა ქსოვილებში ცილების შემცველობა, ჩვეულებრივ, ნახშირწყლების შემცველობასთან შედარებით უფრო დაბალია. მაგრამ, ასეა თუ ისე, თავისი მნიშვნელობით ცილები მცენარეული უჯრედების მთავარ კომპონენტად ითვლება, ისევე როგორც ბაქტერიების და ცხოველების უჯრედებში.

ცილების შემცველობა და თვისებები სხვადასხვა მცენარეულ ობიექტებში რიგ ზოგად კანონზომიერებას ექვემდებარება: ასე მაგალითად, ცნობილია, რომ ცილის შემცველობა მარცვალში იზრდება ტემპერატურის მომატებით და ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობის შემცირებით, ე.ი. სამხრეთ-აღმოსავლეთის რაიონებში ცილების შემცველობა ყოველთვის უფრო მაღალია, ვიდრე, ჩრდილო-დასავლეთის რაიონების პირობებში მოყვანილ ანალოგიური სახეობის და ჯიშის მცენარეებში.

ცილების შემცველობის გადიდება ძირითადად დაკავშირებულია აზოტიანი სასუქების განსაზღვრული დოზებით გამოყენებასთან, რათქმაუნდა, ფოსფორიან და კალიუმიან სასუქებთან შეთანაწყობით, ხოლო, მარცვლოვან - პარკოსანი კულტურების შემთხვევაში მოლიბდენის შეტანასთან და ნიადაგის მოკირიანებასთან. ფოსფორიანი სასუქები დადებით გავლენას ახდენენ მცენარის ვეგეტაციურ ორგანოებში ცილების სინთეზზე.

ცილოვანი აზოტის წილზე მოდის მცენარის აზოტის ძირითადი ნაწილი. ცილოვანი აზოტის შემცველობის განსაზღვრის მეთოდები ფართოდ გამოიყენება ცილების რაოდენობის ანგარიშისთვის და მცენარეული პროდუქციის ხარისხის შეფასებისთვის კვების მრეწველობაში, ზოოტექნიკაში რაციონის შედგენისათვის, მედიცინაში სამკურნალო დიეტის შესადგენად, სელექციაში, აგროქიმიაში სასუქების გავლენის შეფასებისთვის და სხვა აგროტექნიკური ფაქტორების გავლენის დასადგენად მიღებული პროდუქციის ხარისხზე.

მეთოდის პრინციპი.

ცილოვანი აზოტის განსაზღვრის მეთოდები უზრუნველყოფენ მცენარეული მასიდან ცილების გამოძევებას, რისთვისაც,

ცილა გადაჰყავთ ნალექში, ხოლო წყალში კარგად ხსნად არა-ცილოვან აზოტურ შენაერთებს ჩარეცხავენ წყლით ან დამ-ლექავის სუსტი ხსნარით.

ხსნარიდან ცილის დალექვას აწარმოებენ შემდეგი რეაქტი-ვებიდან რომელიმე მათგანით: ძმარმჟავა ტყვიით $(CH_3COO)_2Pb$, სპილენძის სულფატით $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, სამქლორძმარმჟავით, ფოსფორვოლფრამის მჟავით და სხვ.

გამოყენებული დამლექავის მიხედვით განასხვავებენ ანა-ლიზის მეთოდებს. ***ბარნშტეინის მეთოდი*** დაფუძნებულია ტუტე არეში სპილენძის სულფატით ცილების დალექვაზე. აღნიშნული მეთოდი გამოიყენება როგორც - „ძირითადი მეთოდი“ საექს-პერტო შეფასებისას. პრატიკა გვიჩვენებს, რომ ამ მეთოდით მიიღება რამდენადმე ამაღლებული შედეგები, რადგანაც ილექება არა მარტო ცილები არამედ, ასევე, ნუკლეინის მჟავების აზო-ტიც, ალკალოიდები. მასიური ანალიზების შემთხვევაში გამოი-ყენება ნაკლებად შრომატევადი პლეშკოვის მეთოდი, სადაც ცილების დალექვას აწარმოებენ სამქლორძმარმჟავით ***(„სქემ“).***

ცილოვანი აზოტის განსაზღვრა შეიძლება ჩატარდეს ნედლ და ჰაერმშრალ მცენარეულ მასალაში. თესლების ანალიზისთვის წონაკს იღებენ - 0,2-0,3 გრამის რაოდენობით, ხოლო ვეგეტა-ციურ ორგანოებს ჰაერმშრალ მდგომარეობაში - დაახლოებით 0,5 გრამს. ნედლ მდგომარეობაში მცენარის ანალიზისას — გორ-გლეულს, ფესვს, ფოთოლს, ღეროს - წინასწარ აქუცმაცებენ და ანალიზურ სასწორზე წონიან 5-7 გრამ მასალას. ნედლი მასალის წონაკს იღებენ საათის მინაზე და ჩარეცხავენ მას გამოხდილი წყლით ჭიქაში. იმავდროულად ბიუქსში იღებენ 3-5 გრამ მასალას ტენის განსაზღვრისათვის.

IV. 7.3. ცილოვანი აზოტის განსაზღვრა სამქლორძმარმჟავით (სქძმ).

ცილოვანი აზოტის დალექვა შეიძლება დაჩქარდეს, დამლექავის სახით 50%-იანი სამქლორძმარმჟავას (CCl_3COOH) გამოყენებით, რომლის დროსაც ძლიერ მცირდება ნალექის მოცულობა. მეთოდი ფართოდ გამოიყენება მასიური ანალიზების შემთხვევაში.

ანალიზის მსვლელობა.

მცენარეული დაქუცმაცებული მასალის წონაკს - 3-5 გრამ ნედლ, ან 0,3-0,5 გრამ ფიქსირებულ მასალას გადაიტანენ 150 მლ მოცულობის ჭიქაში, ამატებენ 25 მლ გამოხდილ წყალს, შეურევენ მინის წკირით (რეზინის დაბოლოებით), აცხელებენ ადუღებამდე და გაცივების გარეშე ამატებენ 5 მლ 50%-იან სამქლორძმარმჟავას, კარგად შეურევენ. სახამებლის მაღალი შემცველობის მქონე მცენარეულ მასალას აცხელებენ წყლის აბაზანაზე 40-50^0 C ტემპერატურაზე 10 წუთის განმავლობაში.

დალექილ ცილას აყოვნებენ 0,5-1 საათის განმავლობაში, შემდეგ ფილტრავენ უნაცრო ფილტრით დეკანტაციის მეთოდით. ჭიქას და ნალექს ფილტრზე ჩარეცხავენ რამდენიმე ულუფა 2%-იანი სამქლორძმარმჟავით. ჩარეცხილი ხსნარის საერთო მოცულობა 200 მლ-მდეა. ამრიგად ნალექს მთლიანად გადაიტანენ ფილტრზე.

ფილტრზე არსებულ გამორეცხილ ცილას პირდაპირ ძაბრთან ერთად აშრობენ თერმოსტატში 50-60^0 C ტემპერატურაზე დაახლოებით 1 საათის განმავლობაში. როდესაც ფილტრი დაიწყებს ძაბრიდან განცალკევებას, მას ფრთხილად შეახვევენ და ჩაუშვებენ კელდალის კოლბის ფსკერზე. წონაკის ზომისა და ფილტრის სიდიდის მიხედვით ასხამენ 10-20 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას ცილინდრით ან ავტომატური პიპეტკით. კოლბის ყელს ახურავენ მინის მრგვალ საცობს, რომელიც გოგირდმჟავას იცავს ამოშრობისგან. ამასთან, დეჰიდრატაციის პროცესის გამო კონცენტრირებული გოგირდმჟავას გავლენით

ხდება ფილტრის და ცილოვანი ნაშთის დანახშირება. გაცხელებისას შავი ფოროვანი მასა კოლბში თანდათან თხევადდება. თუ ასე არ ხდება, საჭიროა კოლბში დაემატოს კიდევ 5-7 მლ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა.

დასაწყისში დანაცრებას ატარებენ ოთახის ტემპერატურაზე ფილტრის სრულ დაშლამდე, მსუბუქად აცხელებენ კოლბს ელექტროქურაზე, ვიდრე მისი შემცველობა არ მიიღებს ყავისფერ-მურა ფერის ერთგვაროვან სქელ ცხიმოვან კონსტიტენციას. ერთგვაროვანი დანაცრებისთვის კოლბა, რომელშიც მოთავსებულია მჟავა უმჯობესია დატოვებულ იქნეს ღამით.

კოლბს დგამენ ელექტროქურაზე. საწყისში დანაცრების პროცესს ატარებენ სუსტ ცეცხლზე (შეიძლება ალექტროქურის ტემპერატურის რეგულირება ან კოლბის ქვეშ ასბესტის მოთავსება). არ უნდა დავუშვათ, რომ აქაფებული მასა ამოვიდეს კოლბის ყელში. მას შემდეგ რაც კოლბში ხსნარი ერთგვაროვანი გახდება, ამატებენ რომელიმე კატალიზატორს. დანაცრება საჭიროა ჩატარდეს თანაბარ, მაგრამ გოგირდმჟავას არა ძლიერი დუღილის პირობებში რათა არ მოხდეს აზოტის დაკარგვა, პერიოდულად საჭიროა კოლბის ფრთხილი შენჯღრევა. წვას აგრძელებენ მანამ, სანამ კოლბში ხსნარი მთლიანად არ გაუფერულდება. ჩვეულებრივად, ორგანული ნივთიერების დანაცრება მიმდინარეობს 3-8 საათის განმავლობაში - დამოკიდებულია მასალის სახეზე, წონაკზე და გაცხელების ინტენსივობაზე. წვის პროცესის დასრულების შემდეგ კელდალის კოლბის შიგთავსს მთლიანად გადაიტანენ კელდალის აპარატის გადასადენ კოლბში და ატარებენ ამიაკის გადადენას.

ანგარიში.

ცილოვანი აზოტის შემცველობა:

$$N\,\% = [\,(a \cdot н._{ф.} - b \cdot н._{т.}) \cdot 14 \cdot 100] : H \cdot 1000$$

სადაც, a - არის მჟავას რაოდენობა მიმღებში, მლ; **н.ф.** — მჟავას ნორმალობა, მგ.ექვ.; **b** - დატიტვრაზე დახარჯული ტუტის რაოდენობა, მლ; н.ტ. - ტუტის ნორმალობა, მგ.ექვ.; **H** - წონაკი,

გ.; **14** -აზოტის ატომური მასა; **1000** - მილიგრამების გრამებში გადასაყვანი კოეფიციენტი;

რეაქტივები

1. სამქლორძმარმჟავას 50%-იანი და 2%-იანი ხსნარები.

2. გროაკას რეაქტივი, შერეული ინდიკატორი, pH 5,5-ის პირობებში იისფერის მკვეთრი გადასვლა მწვანეში;

3. კატალიზატორები: ა) სელენის მეტალური ფხვნილი - 0,05გ.

ბ) გოგირდმჟავა კალიუმი, გოგირდმჟავა სპილენძი და სხვ.

IV. 7.4. ცილების ფრაქციების რაოდენობრივი განსაზღვრა მარცვალში (ერმაკოვ - დურინინას მიხედვით).

მცენარეული ცილების ბიოლოგიური ღირებულება დიდად არის დამოკიდებული ცილების ფრაქციების შემადგენლობაზე და შეფარდებაზე, რომლებსაც სხვადასხვა გამხსნელებით გამოყოფენ. ცილების ჯამურ რაოდენობას ყოფენ ალბუმინებად, გლობულინებად, პროლამინებად და გლუტელინებად. კულტურული მცენარეების უმთავრესი ტაქსონები ხასიათდება ამ ფრაქციების სპეციფიკური შეთანაწყობით. ცნობილია, რომ ხორბლის ბიოლოგიური და ტექნოლოგიური ხარისხი ძირითადად განისაზღვრება პროლამინებით და გლუტელინებით, ხოლო მარცვლოვან-პარკოსან კულტურებში პროლამინი საერთოდ არ არსებობს. ინტერესი ცილოვანი ფრაქციების ანალიზისადმი ძირითადად იმ ფაქტით არის გამოწვეული,რომ ფრაქციების შეფარდების მიხედვით შეიძლება ირიბად შეფასდეს მოცემული ცილის ამინომჟავური შედგენილობა ამინომჟავების ანალიზის გარეშე.

დადგენილია, რომ შეუცვლელი ამინომჟავების ჯამი მაღალია ალბუმინებში და გლობულინებში; მარცვლის მომწიფების და შევსების ყველა პროცესი მჭიდროდ არის დაკავშირებული ცილის ფრაქციების შეფარდების ცვლილებასთან. ჩვეულებრივ იკლებს

ცილაში დაბალმოლეკულური ცილების - ალბუმინების და გლობულინების წილი და იზრდება პროლამინების და გლუტელინების წილი;

მინერალური სასუქების აზოტი, შეტანილი გამოკვების სახით, ძირითადად გადადის სპირტში ხსნადი ფრაქციის ცილაში.

ცილის ამინომჟავური შემადგენლობა სასუქების და სხვა ფაქტორების გავლენით არ იცვლება, მაგრამ შეუცვლელი ამინომჟავების ჯამი შეიძლება გაიზარდოს ან შემცირდეს ფრაქციების განსხვავებული შეფარდების ხარჯზე.

აგროქიმიური ღონისძიებების და ნიადაგობრივ-კლიმატური პირობების გავლენა ცილების ფრაქციულ და ამინომჟავურ შედგენილობაზე ფასდება ცილების ფრაქციული ანალიზის მეთოდით, რომელიც შემოთავაზებული იყო ერმაკოვის მიერ და რომელიც, შემდეგში მოდიფიცირებული იყო მრავალი ავტორის მიერ. მეთოდი საშუალებას იძლევა ძირითადად ჩატარდეს თესლის ცილების ანალიზი.

ფქვილის ან მარცვლის საწყის ნიმუშში ერთდროულად საზღვრავენ საერთო და ცილოვანი აზოტის შემცველობას. შედეგების ანგარიშისას აზოტის ფრაქციების ჯამმა ან ცილოვანი ფრაქციების ჯამმა უნდა შეადგინოს ცილების ან აზოტის საერთო შემცველობის არა ნაკლებ 90%;

წონაკის მომზადება. თესლიდან ცილების გამოყოფისთვის მას წმინდად დაფქვავენ, აუცილებლობის შემთხვევაში მას გააუცხიმოვნებენ და გასრესენ ფაიფურის როდინში. მთლიანი თესლის ანალიზისას დაფქვას და გასრესას ექვემდებარება ასევე ქატო (ანაცერი); მხოლოდ ენდოსპერმის ანალიზისას ქატოს გადაყრიან, მასალას გაატარებენ 0,2 მმ-იან საცერში.

თესლის წონაკის გაუცხიმოვნებას (ცხიმის მოცილებას) ახდენენ დაფქვის შემდეგ პეტროლეინის ეთერით ან საავიაციო საწვავით - ანგარიშით - 0,5 ლ ეთერი 50 გრამ მასაზე. ფილტრის ქაღალდის პაკეტში ფაშარად მოთავსებულ მასალას ასხამენ ეთერს მუქი ფერის მინის ჭურჭელში მილესილი საცობით. ჭურჭელი ივსება მისი მოცულობის 3/4-მდე, პერიოდულად ფრთხილად შეანჯღრევენ. დღე-ღამის განმავლობაში გამხსნელი იცვლება

სამჯერ. ცხიმ გაცლილ პაკეტს ათავსებენ ფართო კრისტალიზატორში და ამწოვის ქვეშ აორთქლებენ ხსნარს.

არ აუცხიმოვნებენ მარცვლოვანი კულტურების და ცხიმის მცირე რაოდენობით შემცველობის ზოგიერთი მარცვლოვან-პარკოსანის თესლს.

იღებენ 2,5 ± 0,001 გრამ წონაკს ფაიფურის როდინში და ათავსებენ მაცივრის საყინულეში - 12 საათის განმავლობაში.

ცილების გამოძევება (გამოყოფა) წყლით.

წონაკს ასხამენ მცირე ულუფებით ყინულიან წყალს (3-4 მლ) და წყლის ყოველი ულუფის დამატების შემდეგ გასრესენ 3 წუთის განმავლობაში (ქვიშის საათის გამოყენებით) არაჟნისმაგვარ მდგომარეობამდე. შეიძლება დაემატოს მინის ან კვარცის ქვიშა. გასრესილი მასა, 30 მლ ყინულიანი წყლის გამოყენებით მთლიანად გადააქვთ ცენტრიფუგის სინჯარაში.

სანაყს წყლით ჩარეცხავენ ცენტრიფუგის სინჯარაში. ხსნარს (ყველა მომდევნო ხსნარებსაც აცენტრიფუგირებენ ერთნაირი რეჟიმით) აცენტრიფუგირებენ 15 წუთის განმავლობაში 5000 ბრ.წთ სიჩქარით +3-დან +5^0 -მდე C ტემპერატურაზე (უფრო დაბალ ტემპერატურაზე შეიძლება მოხდეს ნალექის ზემოთ სითხის გაყინვა). ნალექის ზემოთ სითხეს გადაიტანენ 200 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ძაბრის (ბამბის ტამპონით) საშუალებით.

ცენტრიფუგის სინჯარაში დარჩენილ ნალექს ამატებენ 30 მლ ყინულიან წყალს, ათავსებენ მასში მინის წკირს რეზინის დაბოლოებით და გამოყოფენ ცილებს როტატორზე 15 წუთის განმავლობაში ნჯღრევით, შემდეგ აცენტრიფუგირებენ. წონაკიდან ცილების გამოყოფას აგრძელებენ, ორჯერ კიდევ ამატებენ 30-30 მლ-ობით ყინულიან წყალს, კვლავ ანჯღრევენ როტატორზე და აცენტრიფუგირებენ. ყველა შემდგომი ექსტრაქციის დროს წკირი დატოვებულია სინჯარაში. ყველა ცენტრიფუგატს (ნალექის ზევით გამჭვირვალე სითხე) აგროვებენ საზომ კოლბში, მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და საზღვრავენ მასში **(ხსნარი 1) წყალში ხსნად ცილას (ალბუმინების რაოდენობას) - ლოურის** მიხედვით

ან აზოტს კელდალის მიხედვით, აზოტის შემდგომი გადაანგარიშებით ცილაზე.

ცილების გამოყოფა (გამოძევება) მარილის ხსნარებით.

ცენტრიფუგის სინჯარაში დარჩენილ ნალექს ასხამენ 30 მლ გოგირდმჟავა კალიუმის 5%-იან ხსნარს. ცილების გამოყოფას (გამოძევებას) როტატორზე ატარებენ 4 წუთის განმავლობაში შემდგომი ცენტრიფუგირებით. გამოყოფას კიდევ ორჯერ იმეორებენ, ყოველ ჯერზე 30 მლ მარილის ხსნარის დამატებით, შემდეგ ცენტრიფუგის სინჯარაშივე ნალექს რეცხავენ 40 მლ ცივი გამოხდილი წყლის დამატებით. ანჯღრევენ როტატორზე 10 წუთის განმავლობაში და შემდგომ აცენტრიფუგირებენ შემოთავაზებული რეჟიმით.

მარილის და წყლის ხსნარებს ერთად ათავსებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და გოგირდმჟავა კალიუმის ხსნარით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ამრიგად, მიიღება მარილის **ხსნარი (II).** მას იყენებენ **გლობულინების** რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის. ამისათვის, საზღვრავენ უშუალოდ ცილას **ლოურის** მიხედვით ან აწარმოებენ 50 მლ ხსნარის დაწვას და საზღვრავენ აზოტს კელდალის მიხედვით, რომელსაც გადაიანგარიშებენ ცილაზე.

ცილების გამოყოფა (გამოძევება) სპირტით.

70^0-იანი სპირტი აძევებს წონაკიდან **სპირტში ხსნად ცილებს - პროლამინებს.** ცენტრიფუგის სინჯარაში არსებულ ნალექს ასხამენ 35 მლ ეთანოლს, შეურევენ მინის წკირით, წკირს ჩარეცხავენ მცირე რაოდენობის სპირტით პიპეტკიდან და ამოიღებენ. სინჯარებს ახურავენ მცირე ზომის ძაბრს ან საათის მინას და აჩერებენ წყლის აბაზანაზე 30 წუთი 80^0 C ტემპერატურაზე, რითაც უზრუნველყოფენ სპირტის სუსტ დუღილს. სინჯარის შიგთავსს აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე და აცენტრიფუგირებენ იგივე პირობებში. ცილების გამოყოფას იმეორებენ კიდევ ორჯერ, 30 და 20 მლ სპირტის დამატებით და გაცხელებით ცილების ექსტრაგირებით. სპირტის აორთქლებისას ამატებენ სინჯარაში სპირტს პიპეტკიდან, მითითებული მოცულობის შენარჩუნებით. ცენტრიფუგში მოთავსებისას სინჯარებს აწონასწორებენ სპირტით. ცენტრიფუგატს (სინჯარაში ნალექის ზემოთ

სითხე) აგროვებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და მიიყვანენ ნიშანხაზამდე სპირტით. ცილების გამოძევების შემდეგ ცენტრიფუგის სინჯარაში დარჩენილ სპირტს აშორებენ გამოშრობით ამწოვის ქვეშ. **ხსნარში (III)** საზღვრავენ სპირტშიხსნად ცილებს **ლოურის** მიხედვით.

ცილების გამოყოფა (გამოძევება) ტუტით.

ცენტრიფუგის სინჯარაში ნალექს ამუშავებენ 40 მლ NaOH -ის 0,2%-იანი ხსნარით და გასრესენ მინის წკირით. ამ შემთხვევაში გამოიყოფა გლუტელინი. გამოყოფას ატარებენ როტატორზე 10 წუთის განმავლობაში ნჯღრევით, გამოყოფას იმეორებენ კიდევ ორჯერ, სინჯარაში 30-30 მლ ტუტის ხსნარის დამატებით. ყოველ ჯერზე აცენტრიფუგირებენ შემოთავაზებული რეჟიმით. შემდეგ ნალექს რეცხავენ 30 მლ წყლის დამატებით და იგივე რეჟიმით აცენტრიფუგირებენ; ცენტრიფუგატს და ჩამრეცხ წყალს აგროვებენ 200 მლ-იან საზომ კოლბში **ტუტეხსნადი ცილების - გლუტელინების** რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის **(ხსნარი IY).**

არაცილოვანი აზოტის განსაზღვრა.

არაცილოვანი აზოტი შეადგენს მარცვალში აზოტის საერთო შემცველობის არა უმეტეს 10-12%. არაცილოვანი ფორმები ნიტრატული, ამიაკური აზოტი და თავისუფალი ამინომჟავების აზოტი გადადიან წყლის გამონაწურში ფრაქციის ანალიზისას. აღნიშნულის გამო იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს არაცილოვანი აზოტის ანალიზისთვის.

100 მლ წყლის გამონაწურს ათავსებენ 200 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 10 მლ 50%-იან სამქლორძმარმჟავას ცილების დალექვისათვის. ნალექს აყოვნებენ 1 საათით და შემდეგ ფილტრავენ არამკვრივი ფილტრით.

50 მლ ფილტრატს, რომელიც შეიცავს აზოტის არაცილოვანი ფორმების ნარევს, ათავსებენ კელდალის კოლბში, აორთქლებენ ელექტროგამაცხელებელზე 10 მლ-მდე, ამატებენ 5-7 მლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას და წვავენ ქურაზე. აზოტს

საზღვრავენ კოლორიმეტრულად ნესლერის მიხედვით ან გადადენიან კელდალის მიხედვით.ხსნარის განზავება მხედველობაში მიიღება შედეგების ანგარიშისას.

ფრაქციების ცილის რაოდენობრივი განსაზღვრა

ცილების შემცველობა წყლის, მარილის, სპირტის და ტუტის ხსნარებში შეიძლება განისაზღვროს ორი მეთოდით**: 1)** უშუალოდ, ცილების შეფერადებით **ლოურის** მიხედვით **ფოლინის** რეაქტივით. შეფერადების ინტენსოვობას ზომავენ ფოტოკოლორიმეტრზე წითელი შუქფილტრით ან სპექტროფოტომეტრზე 750 ტალღის სიგრძეზე (750 нм).

2) ირიბად, აზოტის შემცველობის განსაზღვრით ყოველ ცილოვან ფრაქციაში. კელდალის კოლბში იღებენ 50 მლ-ობით შესაბამის გამონაწურებს, გარდა სპირტულისა, აორთქლებენ ელექტროქურაზე 10 მლ-მდე და ამატებენ 5 მლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას. აზოტს საზღვრავენ კოლორიმეტრულად ან გადადენით მიკროკელდალის მეთოდით. სპირტული გამონაწურის ანალიზისას საზომ კოლბში მოთავსებულ ხსნარს მთლიანად გადაიტანენ კელდალის კოლბში, ჯერ სპირტს იშორებენ წყლის აბაზანაზე, შემდეგ ამატებენ 5-7 მლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას და ანაცრიანებენ ელექტროქურაზე.

ცილების ხსნარების შეფერადება ლოურის მიხედვით ტარდება სამჯერადი განმეორებით. საკვლევი ხსნარის 1 მლ ათავსებენ სინჯარაში, ამატებენ 5 მლ სპილენძის სულფატს - ხსნარი „C”. სინჯარაში ხსნარს ენერგიულად ანჯღრევენ და აყოვნებენ ოთახის ტემპერატურაზე10 წუთის განმავლობაში, სინჯარაში ამატებენ 0,5 მლ **ფოლინის** რეაქტივს და ტოვებენ 30 წუთს ფერის განვითარებისთვის. ცილის არსებობის შემთხვევაში ხსნარის ყვითელი ფერი თანდათან გადადის ლურჯში. შეფერადების ინტენსივობას ზომავენ ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე წითელი შუქფილტრით ან სპექტროფოტომეტრზე 750 нм-ზე. დაყალიბებულ გრაფიკს აგებენ შრატის ალბუმინის ან ცილის პრეპარატების გამოყენებით, რომლებიც თვისებებით ახლოა საანალიზო მასალასთან.

შედეგების ანგარიში: % ცილის = (a · V · 100) : (н · 1000 · в),

სადაც, **a** - არის მგ ცილა გრაფიკის მიხედვით; **V** - ხსნარის შეჯამებული მოცულობა, მლ; **н** - ნივთიერების წონაკი, გრამი; **в** - ხსნარის მოცულობა შეფერადებისათვის, მლ; **1000** - მგ-ების გრამებში გადასაყვანი.

დაყალიბებული მრუდის აგება.

1. 250 გრამ სუფთა ცილას (შრატის გლობულინს, კრისტალურ ალბუმინს) ხსნიან 250 მლ 0,1%-იან NaOH-ში. ასეთი ხსნარის 1 მლ შეიცავს 1 მგ ცილას.

2. 50 მლ-ან საზომ კოლბებში ასხამენ თანმიმდევრობით 5, 10, 15, 20 . . . .40 მლ ხსნარს. წყლით მიჰყავთ ნიშანხზამდე.

3. შეფერვისათვის ყოველი კოლბიდან იღებენ 1 მლ ხსნარს, რაც შეესაბამება 0,1; 0,2 . . .0,8 მგ ცილას 1 მლ-ში. კოლორიმეტრირების მონაცემების საფუძველზე გამოხაზავენ დაყალიბებულ მრუდს.

რეაქტივები:

1. ხსნარი „C” -ს ღებულობენ 1 მლ ხსნარი „A”-ს დამატებით 50 მლ 2% - იან ხსნარ „B”-ში.

სპილენძის სულფატის ტუტე ხსნარი: ღვინისმჟავას კალიუმის ან ნატრიუმის 2 გრამს ხსნიან 100 მლ წყალში. 1 გრამ სპილენძის სულფატს ხსნიან 100 მლ წყალში. ცილების განსაზღვრის წინ ხსნარებს ურევენ თანაბარი რაოდენობით. ღებულობენ ხსნარ „A”-ს.

2 გრამ Na_2CO_3 ხსნიან არა წყალში, არამედ NaOH -ის 0,1 н ხსნარში და მოცულობა წყლით მიჰყავთ 100 მლ-მდე. მიიღება ხსნარი „ B“.

2. **ფოლინის რეაქტივი.** მრგვალძირიან კოლბში (მოცულობით 2 ლ) შეაქვთ 100 გ ნატრიუმის ვოლფრამატი ($Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$), 25 გრამი ნატრიუმის მოლიბდატი ($Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$) და 700 მლ გამოხდილი წყალი. ხსნარს ამატებენ 50 მლ 85%- იან ფოსფორის მჟავას, 100 მლ კონცენტრირებულ მარილის მჟავას (d = 1,19) და ადუღებენ სუსტი და თანაბარზომიერი დუღილით

შებრუნებული მაცივრით 10 საათის განმავლობაში. შემდეგ ამატებენ 150 გრამ გოგირდმჟავა ლითიუმს - Li_2SO_4, 50 მლ წყალს და რამდენიმე (3-5) წვეთ ბრომს. ადუღებენ ფრთხილად, მაცივრის გარეშე ამწოვის ქვეშ 15 წუთს ჭარბი ბრომის მოცილებისთვის. შემდეგ ხსნარს აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე. მოცულობა წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე, კარგად შეურევენ და ფილტრავენ. მიღებულ მომწვანო ფერის რეაქტივს ინახავენ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში მაცივარში 12^0C ტემპერატურაზე და მოხმარების წინ განაზავებენ გამოხდილი წყლით ორჯერ.

რეაქტივის შენახვა შეიძლება ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. **ფოლინის** რეაქტივის „დაძველებისას“ მომწვანო ფერის ინტენსივობა იზრდება. შეიძლება მისი რეგენერირება რამდენიმე წვეთი ბრომის დამატებით. ბრომის სიჭარბეს იცილებენ 10-20 წუთი დუღილით, ხოლო ხსნარს ამატებენ წყალს საწყის მოცულობამდე.

ფოლინის რეაქტივში მჟავას კონცენტრაცია უნდა იყოს 1 მლ-ექვ.; მჟავას კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის იღებენ 2 მლ რეაქტივს, გამოხდილი წყლით განაზავებენ 10-ჯერ და ტიტრავენ ტუტის 0,1 ნორმალობის ხსნარით ფენოლფტალეინის მიხედვით. მითითებულზე უფრო მაღალი მჟავას კონცენტრაციის პირობებში ფოლინის ხსნარში ამატებენ წყალს.

შენიშვნა. ცილის შეფერილობის ინტენსივობა **ლოურის** მიხედვით მყარად ინახება ხსნარში რიგი ნივთიერებების არსებობისას რომელთა კონცენტრაცია არ ჭარბობს მითითებულს: ეთილის სპირტი, ეთერი - 5%-იანი, აცეტონი 0,5%-იანი, ვოლფრამატი, სულფატი, ნატრიუმის ნიტრიტი - 1%-იანი, თუთიის სულფატი, ამონიუმის სულფატი - 0,1%-იანი, შარდოვანა და განეიტრალებული სამქლორძმარმჟავა -0,5%-იანი. ფოსფატური ბუფერები კონცენტრაციით 0,1 M-ზე უფრო მაღლა იწვევენ ნალექის წარმოქმნას. აღნიშნული მეთოდით არ არის რეკომენდებული ფენოლების და ფლავონოიდების მაღალი შემცველობის

მცენარეული ობიექტების განსაზღვრა, რადგან ისინი წარმოქმნიან ანალოგიურ შეფერვას რეაქტივთან. ფენოლური შენაერთების მოცილებისთვის საჭიროა გაცივებული აცეტონით მასალის დამუშავება.

ცილების პრეპარატების მიღება ფრაქციებიდან.

ცილების ფრაქციული ანალიზი შეიძლება გამოყენებული იქნეს არა მარტო მათი რაოდენობრივი აღრიცხვისათვის, არამედ, ასევე, ყოველი ფრაქციის ამინომჟავური შედგენილობის განსაზღვრისათვის. ამისათვის აუცილებელია ხსნარებიდან ცილების დალექვა, გამოყოფა და გასუფთავება. ცილების დალექვა ხდება მჟავე არეში გაცხელებისას. გამოყოფისთვის იყენებენ თბილ ტუტე ხსნარებს, რომლებშიც უმეტესობა ცილებისა კარგად იხსნება. ცილების გასუფთავებას აწარმოებენ თანმიმდევრულად აცეტონით, სპირტით, ეთერით, აშრობენ და იყენებენ შემდგომი განსაზღვრისათვის ამინომჟავების შედგენილობაზე.

ანალიზის მსვლელობა.

ცილის პრეპარატის მიღებისათვის შესაბამისი ფრაქციიდან წყლის, მარილის ან ტუტის ხსნარი გადააქვთ 700-800 მლ მოცულობის ჭიქებში და შეამჟვებენ ძმარმჟავას 10%-იანი ხსნარით pH 4,4-4,5 მდე. ექსტრაქტის რეაქციას ამოწმებენ ინდიკატორული ქაღალდით. ძმარმჟავას სიჭარბის შემთხვევაში ხსნარში ამატებენ 10 %-იან ტუტეს NaOH.

ჭიქებს წყლის აბაზანაზე აცხელებენ 70^0 C ტემპერატურაზე და აყოვნებენ ცილების სრულ დალექვამდე. ცილებს ანცალკავებენ ცენტრიფუგირებით. ცილების ნალექს ცენტრიფუგის სინჯარებში რეცხავენ ძმარმჟავას 1%-იანი ხსნარით.

უკეთესი გასუფთავებისთვის მიღებულ ცილას კვლავ გამოლექავენ ტუტე ხსნარიდან, ასეთ გარეცხილ ნალექს ცენტრიფუგის სინჯარაში ამატებენ 1/2 მოცულობამდე 0,2 н NaOH (t = 40-50^0 C) და ხსნიან ცილას, მინის წკირით შერევით. სინჯარების შიგთავსს მთლიანად გადაიტანენ ქიმიურ ჭიქაში, სინჯარას გამოავლებენ ტუტის თბილ ხსნარს. ჭიქას ხსნარით აცხელებენ

წყლის აბაზანაზე t = 50^0 C -მდე და ასე აჩერებენ ცილების სრულ გახსნამდე.

გაუხსნელ ნალექს, რომელიც წარმოდგენილია ძირითადად უჯრედანით, განაცალკევებენ ხსნარისგან ცენტრიფუგირებით. ატარებენ ცილების ხელახლა დალექას, ამისათვის ცილების ხსნარში ასხამენ სამქლორძმარმჟავას 50%-იან ხსნარს ისეთი რაოდენობით, რომ მისმა საბოლოო კონენტრაციამ ხსნარში შეადგინოს 5%.

დალექილ ცილებს დაყოფენ (განაცალკავებენ) ცენტრიფუგზე და მრავალჯერ გარეცხავენ, ჯერ 5-6-ჯერ აცეტონით, შემდეგ 1-2-ჯერ ცხელი ეთილის სპირტით და აშრობენ, ცილის ნალექს 2-3-ჯერ ამუშავებენ ეთერით.

ჩანარეცხ სითხეებს განაცალკავებენ ცენტრიფუგირებით შემდეგი რეჟიმით: 4-5 ათასი ბრუნვა, 15 წუთი, t = +3-4^0 C, ცენტრიფუგის ღია სახურავის პირობებში.

ცილების მიღებული პრეპარატები - თეთრი ან ღია ნაცრისფერი ფხნილია. მათ აშრობენ დასაწყისში ამწოვის ქვეშ, ხოლო შემდეგ ექსიკატორში და იყენებენ ანალიზების ჩასატარებლად, მათ შორის ამინომჟავების როგორც რაოდენიბრივი ისე ხარისხობროვი ანალიზისთვის.

*** პრეპარატები უნდა შეიცავდნენ 14 - 18% აზოტს; მითითებულ რაოდენობაზე ნაკლები შემცველობა მიუთითებს არასაკმარისად საიმედო გასუფთავებაზე.**

IV. 7.5. ვეგეტატიურ ორგანოებში ცილების განსაზღვრის დაჩქარებული მეთოდი.

ანალიზის მსვლელობა.

ვეგეტატიურ ორგანოებში ცილების განსაზღვრისას ნედლი მცენარეული მასალის 1 გრამს გასრესენ ფაიფურის როდინში, 5-7 მლ მდუღარე გამოხდილი წყლის დამატებით. მასალის უკეთ დაქუცმაცებისათვის შეიძლება დაემატოს მცირე რაოდენობით

კვარცის ქვიშა. მიღებულ მასას მთლიანად გადაიტანენ ცენტრიფუგის სინჯარაში, მოცულობას მიიყვანენ 10-12 მლ-მდე; ცილების გამოლექისთვის ამატებენ სამქლორძმარმჟავას 8%-იან ხსნარს იგივე მოცულობით, შეურევენ და აცენტრიფუგირებენ. სინჯარაში არსებულ ნალექს ორჯერ გარეცხავენ **სქძმ** 2,5%-იანი ხსნარით, მინის წკირის გამოყენებით, და კვლავ აცენტრიფუგირებენ, ნალექის ზემოთ სითხეს შესაძლებლობის მიხედვით სრულად გადაღვრიან.

სინჯარაში არსებულ ცილის ნალექს ხსნიან ტუტეში, რისთვისაც ასხამენ 5 მლ 1 н NaOH, გასრესენ მინის წკირით და ანზავებენ ხსნარს წყლით 0,1 н კონცენტრაციამდე ტუტის მიხედვით. წყლის რაოდენობა შეიძლება გაანგარიშებული იქნეს საკონტროლო უნალექო სინჯარის მიხედვით. შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ ქაღალდის ან მინის ფილტრით უჯრედანას, ქვიშის და სხვა მინარევების გამოყოფისათვის.

ფილტრატის მოცულობა საზომ სინჯარებში NaOH-ის 0,1 н ხსნარით მიჰყავთ განსაზღვრულ მოცულობამდე. ფილტრატში ცილებს განსაზღვრავენ **ლოურის** მიხედვით. ცილების მაღალი შემცველობისას წონაკში ახდენენ განზავებას, რისთვისაც იყენებენ 0,1 н NaOH ხსნარს.

ქსოვილების და ქლოროფილის შემცველი პრეპარატების ანალიზისას, აუცილებელია ცილის ნალექის გაუფერულება. ამისათვი,ს სინჯარაში არსებული გარეცხილი ცილის ნალექს ამატებენ 4-5 მლ 85%-იან აცეტონს ან აცეტონ-სპირტის ნარევს- 2:1-თან შეფარდებით, შეურევენ მინის წკირით. წკირიდან ჩარეცხავენ ნალექს იგივე ხსნარის მცირე მოცულობით.

პიგმენტების ექსტრაქციისთვის სინჯარებს აყოვნებენ 15-20 წუთი. შემდეგ ახდენენ სინჯარის შიგთავსის ცენტრიფუგირებას, ამ დროს პიგმენტები გადადიან ხსნარში, ხოლო, ცილოვანი ნალექი უფერულდება. შეფერადებულ გამხსნელს გადაღვრიან, რაც შეიძლება მთლიანად; გამხსნელის ნარჩენი შეიძლება ავაორთქლოთ ამწოვის ქვეშ, მცრე რაოდენობის სპირტი და აცეტონი არ უშლიან განსაზღვრას.

ცილის ნალექს ხსნიან NaOH-ის 1 н ხსნარით. თუკი იგი (ნალექი) მკვრივია და ცუდად იხსნება, ადიდებენ დასხმული ტუტის მოცულობას და მსუბუქად აცხელებენ სინჯარებს მდუღარე წყლის აბაზანაზე 10-15 წუთის განმავლობაში. გაფილტვრის წინ ტუტის კონცენტრაცია მიჰყავთ 0,1 н-მდე და ფილტრავენ ქაღალდის ან მინის ფილტრით საზომ კოლბში ან სინჯარაში. ფილტრატის მოცულობა 0,1 н ტუტით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

IV.7.6. ხსნადი ცილების ექსტრაქცია ვეგეტატიური ორგანოებიდან და მათი რაოდენობრივი განსაზღვრა.

მცენარის ფუნქციონალური აქტივობის შეფასება მნიშვნელოვანი ხარისხით განისაზღვრება ცილების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი შედგენილობით სხვადასხვა ორგანოებსა და უჯრედის ნაწილებში, აგრეთვე ორგანოგენეზისის სხვადასხვა ფაზაში. სავეგეტაციო ორგანოებიდან ცილების ფრაქციონირების მეთოდებს აქვთ თავისი განსაკუთრებულობა და განსხვავდებიან მარცვლიდან ცილების გამოსაყოფად გამოყენებული მეთოდებისგან. ვეგეტატიური ორგანოების ანალიზისას საჭიროა გათვალისწინებული იქნეს, რომ ისინი ძირითადად შეიცავენ ლაბილურ, მაღალაქტიურ ცილებს, ფერმენტების დიდ რაოდენობას და ინტენსიურად შეფერადებულ პიგმენტებს.

მცენარის ვეგეტატიურ ორგანოებში ცილების ანალიზისას მიმდინარეობს პოლიფენოლოქსიდაზებით თირაზინული ნარჩენების სწრაფი დაჟანგვა, რომლებიც ხვდებიან ექსტრაქტში ქსოვილების დაქუცმაცების დროს. პოლიფენოლების ფერმენტაციული დაჟანგვის გარეგანი გამოვლინება ფიქსირდება ექსტრაქტის გამუქებით (მურა ფერის მიღებით). ექსტრაქტში მურა ფერს აცილებენ ხსნარში „დამცავი დანამატის“ შეტანით, რომლებიც ხასიათდებიან აღდგენითი უნარით - ასკორბინის მჟავა, ЭДТА და სხვა.

ცილების ექსტრაქციას ატარებენ ბუფერული ხსნარების დახმარებით, რომლებიც არ არღვევენ ცილოვანი მოლეკულების სტრუქტურას.

ანალიზის მსვლელობა.

ნედლი მცენარეული მასალის წონაკს - 2-3 გრამს სრესენ ფაიფურის როდინში დაბალი ტემპერატურის პირობებში t = 2 - 4^0 C, მცირე რაოდენობით გარეცხილი კვარცის ქვიშის დამატებით, მასში თანდათან ამატებენ ტრისბუფერს (ხსნარი A გვ. 301) თანაბარზომიერი გასრესისათვის, დასაწყისში 3-4 მლ, ხოლო, შემდეგ თითო მლ-ის (1 მლ) დამატებით (სრესის დრო არ უნდა აღემატებოდეს 10 წუთს).

ჰომოგენურ (ერთგვაროვან) მასას მთლიანად გადაიტანენ ცენტრიფუგის სინჯარაში, როდინს და სანაყს ჩარეცხვენ ბუფერის ხნარით. ერთ ექსტრაქციაზე ბუფერს იღებენ 20-25 მლ რაოდენობით. ჰომოგენატს 1 საათით ათავსებენ მაცივარში, ადვილად ხსნადი ცილების ექსტრაქციისთვის, პერიოდულად შეურევენ მინის წკირით. შემდეგ ახდენენ ჰომოგენატის ცენტრიფუგირებას 15 ათასი ბრუნვით წუთში, t = 3 - 4^0 C, 15 წუთის განმავლობაში. ნალექის ზემოთ გამჭვირვალე სითხეს გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში.

ცილების ხარისხობრივი ანალიზისთვის საკმარისია მათი ერთჯერადი გამოძევება ცივ პირობებში ზემოთ მითითებული დროის განმავლობაში.

ცილების რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის ექსტრაქცია აუცილებლად უნდა განმეორდეს კიდევ არა ნაკლებ სამჯერ, წონაკისა და ხსნარის იგივე შეფარდების და ცენტრიფუგირების იგივე რეჟიმის პირობებში. ექსტრაქცია დამთავრებულად ითვლება, თუკი ბოლო ხსნარში ცილა **ლოურის** მიხედვით არ აღმოჩნდება.

შემდგომი ექსტრაქციების ნალექზემოთ სითხე გადააქვთ იგივე საზომ კოლბში და ბუფერით მიჰყავთ მოცულობა ნიშან-

ხაზამდე. ხსნარს იყენებენ ცილის რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის ლოურის მიხედვით, აგრთვე, ელექტროფორეზისათვის პოლიაკრილამიდურ გელში.

ძნელადხსნადი ცილების ექსტრაქციისთვის ცენტრიფუგის სინჯარაში ნალექს ასხამენ ბუფერულ ხსნარ C -ს, საანალიზო მასალის 1 გ წონაკზე 6 მლ-ის ანგარიშით, შეურევენ და აძევებენ (გამოყოფენ) ცილებს ცივ პირობებში (t = 2 - 4^0 C) საათის განმავლობაში. სუსპენზიის ცენტრიფუგირებას ახდენენ 3-4^0 C-ზე გაცივებით, 15 წუთის განმავლობაში 15 ათასი ბრუნვით წუთში.

ექსტრაქციას იმეორებენ კიდევ 2-3-ჯერ ცილების სრულ გამოძევებამდე. ნალექის ზემოთ სითხეს ერთად აგროვებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, შესაბამისი ბუფერით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და იყენებენ ცილების განსაზღვრისათვის **ლოურის** მიხედვით ან ელექტროფორეზისათვის პოლიაკრილამიდურ გელში.

ანგარიში:

% ცილის = (a · v · 100) : d · н,

სადაც, **a** - არის მგ ცილა გრაფიკის მიხედვით; **v** - ხსნარის მთლიანი მოცულობა, მლ; **н**- ნედლი მასალის წონა, გ; **d** - შეფერადებისთვის აღებული ცილის ხსნარი, მლ;

ვეგეტატიური ორგანოებიდან ცილების ექსტრაქციისთვის ხსნარების მომზადება.

ხსნარი A - გამოიყენება ადვილადხსნადი ცილების გამოყოფისათვის მცენარეული ობიექტებიდან ფენოლების მცირე შემცველობით; არ შეიცავს ამინომჟავურ დანამატს **(pH 8,3);** გლიკოლი 5,78 გ.; 1,2 გ ტრის-ოქსიმეთილამინომეთანს ხსნიან გამოხდილ წყალში და მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე.

ხსნარი Б - გამოიყენება მცენარიდან ადვილადხსნადი ცილების გამოყოფისათვის. შეიცავს ამინომჟავურ დანამატებს **(pH 8,3),** 5 გრამ ასკორბინის მჟავას; 1,2 გრამ მწვავე ნატრიუმს; 1 გრამ ტრილონ Б-ს (ეთილენდიამინ ტეტრაძმარმჟავას ორნატრიუმიანი

მარილი); 0,5 გრამ ნატრიუმის დიეთილდიტიოკარბომატს ხსნიან **A ხსნარში** და საერთო მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე.

ხსნარი C - გამოიყენება ძნელადხნადი ცილების ექსტრაქციისთვის. 10 მლ არაიონურ დეტერგენტს ტრიტონ X · 100 ხსნიან **A ხსნარში** და მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე.

ქვიშა გასუფთავებული გამოწრთობილი. მდინარის თეთრ ქვიშას ცრიან 4-5 მმ ნასვრეტებიან საცერში; 5-6-ჯერ რეცხავენ მისი წონის ათმაგი მოცულობის ონკანის წყლით. წყალს გადაღვრიან. ქვიშას ასხამენ კონცენტრირებული მარილის მჟავის და წყლის ნარევს 1:1 -თან შეფარდებით. რამდენჯერმე შეურევენ კრისტალიზატორში ან ექსიკატორში. ახურავენ სახურავს და ტოვებენ დღე-ღამის განმავლობაში. თუკი ნალექის ზემოთ სითხე იღებს ყვითელ შეფერვას, ქვიშას ორ-სამჯერ გარეცხვის შემდეგ კვლავ ასხამენ მჟავისა და წყლის ნარევს. ქვიშას ჯერ გარეცხავენ ონკანის წყლით მჟავე რეაქციის გაქრობამდე – ინდიკატორის მიხედვით, შემდეგ კი გამოხდილი წყლით. აშრობენ და გაცრიან $t = 400 - 500^0$ C ტემპერატურაზე, ორგანული ნივთიერებების მოშორებისთვის. ინახება თავდახურულ ჭურჭელში მილესილი საცობით ძალიან დიდხანს, რამდენიმე წელი.

ხსნადი სახამებლის ხსნარი. 1 გრამ ხსნად სახამებელს გასრესენ 20 მლ ცივი გამოხდილი წყლით. აღნიშნულ ნარევს მუდმივი შერევით გადაიტანენ ქიმიურ ჭიქაში, რომელშიც მოთავსებულია 80 მლ ცხელი გამოხდილი წყალი, ადუღებენ 3 წუთს, ცხელ ხსნარს ფილტრავენ ფაშარი ქაღალდის ფილტრით. ხსნარი ინახება მაცივარში არა უმეტეს სამი დღე-ღამისა (მიღებულია ხსნადი სახამებლის1%-იანი ხსნარი).

IV.7.7. ამიდური აზოტის განსაზღვრა.

ამიდების განსაზღვრისას აუცილებელია ყურადღება მიექცეს მცენარეული მასალის ფიქსაციას, რადგან ეს შენაერთები ადვილად იშლებიან მაღალი ტემპერატურის და მცენარის ორ-

განული მჟავების გავლენით. ორგანული მჟავების მაღალი შემ-ცველობის მცენარეები აუცილებელია დაფიქსირდეს სპირტში, ეს ძირითადად არის ნაყოფები, კენკრა, ხილი. ფოთლების ფიქსა-ციისას დასაშვებია დენადი ორთქლით დამუშავება.

მეთოდის პრინციპი. მჟავებთან გაცხელებისას ამიდები მო-წყვეტენ თავის ამიდურ ჯგუფს ამიაკის სახით, რომელიც შემდეგ აღირიცხება გადადენის გზით დაახლოებით t = 40^0 C-ზე ტიტრულ მჟავაში.

$$CONH_2\text{-}CH_2\text{-}CH\text{-}COOH + H \cdot OH^- = COOH\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH + NH_3$$

ამიდების რაოდენობას ანგარიშობენ, ამიაკის ნაპოვნი რაო-დენობის გამრავლებით 9,42-ზე - ასპარაგინისთვის და 10,42-ზე - გლუტამინისთვის. ამიდებზე გადაანგარიშება პირობითი ხასია-თისაა, რადგან მცენარეში ორივე ამიდი არსებობს ერთდროუ-ლად. უმაღლესი მცენარეებისთვის გადაანგარიშება ჩვეულებრივ კეთდება ასპარაგინზე, ხოლო სოკოებისთვის გადაანგარიშება შეიძლება გაკეთდეს შარდოვანაზე.

ანალიზის მსვლელობა.

ჰაერმშრალი მასალის 2-10 გრამ წონაკს ათავსებენ 100-200 მლ საზომ კოლბში და ამიდებს აძევებენ თბილი წყლით t = 40^0 C 30 წუთის განმავლობაში. წყლის მოცულობა შეადგენს კოლბის მოცულობის 2/3.

ხსნარს აცივებენ, ლექავენ ცილებს ძმარმჟავა ტყვიის 10%-იანი ხსნარის წვეთობით დამატებით ცილების სრულ დალექ-ვამდე. ყოველი წვეთის დამატების შემდეგ ხსნარს კარგად შეუ-რევენ, ტყვიის სიჭარბე დაუშვებელია.

ხსნარის მოცულობა წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, შეურე-ვენ, აყოვნებენ დაახლოებით 4 საათით ან ღამის განმავლობაში, შემდეგ ფილტრავენ ფაშარი დაკეცილი ფილტრით.

100 მლ ფიტრატს ათავსებენ 300 მლ მოცულობის კოლბში შებრუნებული მაცივრით, კოლბში ასხამენ გოგირდმჟავას იმ-დენს, რომ საბოლოო კონცენტრაცია იყოს 5%, კეტავენ მაცივარს და ადუღებენ წყლის აბაზანაზე 3 საათი. ხსნარს აცივებენ და ფრთხილად ანეიტრალებენ მშრალი სოდის მცირე ულუფების

დამატებით სუსტ მჟავე რეაქციამდე. განეიტრალებული ხსნარი გადააქვთ გადასადენ კოლბში და ატარებენ ამიაკის გადადენას ვაკუუმში, $t = 40^0$ C პირობებში.

კონტროლისათვის იყენებენ ფილტრატს 5%-იანი მჟავით წინასწარი ჰიდროლიზის გარეშე, ამიაკის განსაზღვრა და ანგარიში წარმოებს იგივენაირად.

***შენიშვნა*: ამიდური აზოტის განსაზღვრა შეიძლება სპილენძის ჟანგის ჰიდრატით ცილების დალექვის შემდეგ იგივე მეთოდით ე.ი. გამოვიყენოთ ფილტრატი, რომელიც მიღებულია ბარშტეინის მიხედვით ცილების დალექვის შემდეგ.**

IV.7.8. ასპარაგინის და გლუტამინის ცალ-ცალკე განსაზღვრა (კრეტოვიჩის მიხედვით).

ანალიზის მსვლელობა.

ცილები წყლის გამონაწურში ილექებიან ტანინის 4%-იანი ხსნარის დახმარებით. მცენარეული მასალისაგან დამოკიდებულების მიხედვით 100 მლ ხსნარზე იხარჯება 3-6 მლ ტანინის ხსნარი, ხსნარს კარგად შეურევენ და ტოვებენ ღამის განმავლობაში დაბალ ტემპერატურაზე ცილების დალექისათვის.

ხსნარს ფილტრავენ და იყენებენ თავისუფალი ამიაკისა და ამიდების აზოტის განცალკევებულად განსაზღვრისათვის.

ასპარაგინის განცალკევება დაფუძნებულია გლუტამინის უფრო ადვილად ჰიდროლიზებაზე ასპარაგინთან შედარებით, რომელიც ჰიდროლიზდება მხოლოდ მჟავე არეში.

100 მლ ფილტრატს ათავსებენ 300 მლ მოცულობის კოლბში შებრუნებული მაცივრით. ამატებენ მეთილროტს და ფოსფატურ ბუფერს pH-ით 6,46. ბუფერს ამატებენ ყვითელი ფერის მიღებამდე (ინდიკატორის მიხედვით).

კოლბს შებრუნებული მაცივრით ადუღებენ წყლის აბაზანაზე 1 საათის განმვლობაში. ჰიდროლიზატის გაცივების შემდეგ მასში საზღვრავენ ამიაკის რაოდენობას. ეს ამიაკური აზოტი შედგება თავისუფალი ამიაკისაგან და გლუტამინის ამიდური აზოტისაგან.

ასპარაგინის აზოტის მინარევი შეადგენს დაახლოებით 2,5%. ამიაკურ აზოტს საზღვრავენ გადადენით, ვღებულობთ $\sum_1$.

ასპარაგინის განსაზღვრისათვის იღებენ 50 მლ ფილტრატს და ამატებენ 30%-იან გოგირდის მჟავას იმ ანგარიშით, რომ ხსნარის საბოლოო კონცენტრაცია იყოს 5% გოგირდმჟავას მიხედვით.

კოლბს შებრუნებული მაცივრით ათავსებენ აბაზანაში და რეგულარული შერევით ადუღებენ 3 საათის განმავლობაში. ჰიდროლიზის დამთავრების შემდეგ კოლბის შიგთავსს აცივებენ და ანეიტრალებენ მშრალი სოდით სუსტ მჟავე რეაქციამდე. გადადენის მეთოდით საზღვრავენ ამიაკის შემცველობას. ვღებულობთ ამიაკური აზოტის ჯამს: თავისუფალი ამიაკი + ასპარაგინის ამიაკი + გლუტამინის ამიაკი, ე.ი. $\sum_2$.

თავისუფალი ამიაკის განსაზღვრას შემდეგნაირად ატარებენ: 50 მლ ფილტრატს ათავსებენ გადასადენ კოლბში და ამატებენ ბორაქსის ხსნარს ტუტეში. გადადენას აწარმოებენ ვაკუუმში, t = 40^0 C პირობებში (ისე როგორც ეს არის აღწერილი ამიდური აზოტის განსაზღვრის შემთხვევაში) ვღებულობთ $\sum_3$.

უფრო საიმედო შედეგები მიიღება გლუტამინის ჰიდროლიზის დროს ფოსფატურ-ბორაქსული ბუფერის გამოყენებით, ამიაკის გადადენის დროს კი რეკომენდაციას აძლევენ არა მაგნეზიის გამოყენებას, არამედ ბორაქსის ტუტე ხსნარს.

აზოტის რაოდენობას გამოსახავენ მგ-ებში მშრალ წონაკზე ყველა სამივე განსაზღვრისას, შემდეგ კი ანგარიშობენ:

ასპარაგინი N მგ = ($\sum_2$ - $\sum_1$) მგ x 100/47

გლუტამინი N მგ = $\sum_2$ ($\sum_2$ - $\sum_1$) - N მგ ასპარაგინის

რეაქტივები.

1. ფოსფატურ-ბორაქსული ბუფერი: 750 მლ 0,1 M KH_2PO_4 (13,62 გ 1 ლიტრზე) და 250 მლ 0,05 M ბორაქსი (19,1 გ 1 ლიტრზე).

2. ბორაქსის და NaOH-ის ნარევი: 5 გ ბორაქსს ხსნიან 100 მლ 0,5 н NaOH-ში, იყენებენ ამიაკის გადასადენად.

ამიაკის განსაზღვრა. ამიაკი მცენარეში „თავისუფალ“ მდგომარეობაში იმყოფება ორგანული მჟავების მარილების სახით: მჟაუნმჟავას, ვაშლის მჟავას და ა.შ. აღნიშნული შენაერთებიდან იგი გამოძევდება სუსტი ტუტეებით და გადადენას აწარმოებენ ვაკუუმში წყლის აბაზანაზე $t = 35 - 40^0$ C პირობებში. ამიაკის რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის იყენებენ ცილების დალექვის შედგომ ფილტრატს ან უშუალოდ წყლით გამონაწურს.

მეთოდის პრინციპი. ხსნარიდან ამიაკს აძევებენ სუსტად ხსნადი ტუტით დაბალ ტემპერატურაზე, ამიაკს ბოჭავენ სუსტი მჟავით, რომლის ჭარბ, შეუბოჭავ ნაწილს ტიტრავენ ტუტით. გადადენისთვის იყენებენ სპეციალურ ხელსაწყოს ან სხვადსხვა მოდიფიკაციის **ვიურცის** კოლბას.

ანალიზის მსვლელობა.

მრგვალძირიან, ფართოყელიან კოლბში ათავსებენ 100 მლ ხსნარს, თუკი ხსნარი მჟავეა მას ანეიტრალებენ ტუტით, შეიძლება NaOH-ის 10%-იანი ხსნარით. კოლბს ახურავენ საცობს, რომელშიც ჩადგმულია ძაბრი.

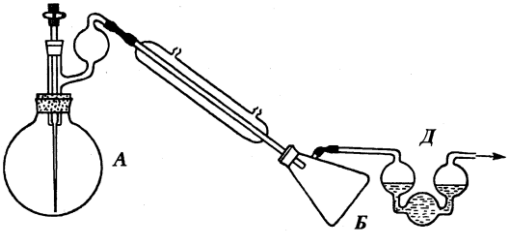
მიმღებ კოლბში ასხამენ 20 მლ 20%-იან ბორის მჟავას, მიუერთებენ მას მაცივარს, აღნიშნულ კოლბს Д – დეფლეგმატორის საშუალებით აერთებენ წყლის ჭავლის ტუმბოსთან.

გადასადენ კოლბში ძაბრის გამოყენებით ასხამენ კარგად ანადუღარ და გაციებულ კირის ან მაგნეზიის რძეს ტუტე რეაქციამდე (ლაკმუსის ქაღალდით). ჩვეულებრივ იყენებენ 2-დან 10 გრამამდე MgO. ძაბრს კეტავენ დამჭერით. კოლბის შიგთავსს შეურევენ ხელით. ჩართავენ წყლის ჭავლის ტუმბოს და კოლბს აცხელებენ წყლის აბაზანაზე $t = 35 - 40^0$ C ტემპერატურაზე. ვაკუუმის არსებობის შემთხვევაში ამიაკის გადადენა მთავრდება 30-40 წუთში. გადადენის დამთავრებისას მიმღები კოლბის წყალგამტარ მილს მოუჭერენ მომჭერს.

ფრთხილად ხსნიან წვეთოვანი ძაბრის ონკანს, ორივე კოლბში ათანაბრებენ წნევას, გადასადენიდან აძრობენ საცობს, შემ-

დეგ კი მიმღები კოლბიდანაც. მაცივრის დაბოლოებას გადაავლებენ გამოხდილ წყალს, ჩანარეცხი წყალი გადააქვთ მიმღებ კოლბში.

მიმღები კოლბის შიგთავსს ინდიკატორ ტიმოლფტალეინის გამოყენებით ტიტრავენ H_2SO_4-ის 0,1 н ხსნარით.



სურათი 6. ამიაკის ვაკუუმში გადასადენი ხელსაწყო:

А – გადასადენი კოლბა.

Б - მიმღები.

Д – დეფლეგმატორი

კოლბების გაცხელებას აბაზანაზე მას შემდეგ იწყებენ, როცა სისტემაში შეიქმნება ვაკუუმი. ძლიერი ქაფის წარმოქმნის შემთხვევაში გადასადენ კოლბში შეიძლება დაემატოს 1-2 გრამი სუფთა სანთელი (ცვილი). თუკი არ არის საშუალება, აეწყოს აღნიშნული ხელსაწყო, მაშინ შეიძლება გადადენისთვის გამოყენებული იქნეს **ვიურცის** კოლბა. აღნიშნული კოლბის საცობში დამონტაჟებული უნდა იყოს ძაბრი გრძელი ცხვირით და კაპილიარი მომჭერით. აღნიშნული კოლბის წყალსარინ მილს აერთებენ სხვა, უფრო მცირე მოცულობის **ვიურცის** კოლბთან, რომელიც გამოიყენება როგორც მიმღები. **ვიურცის** მეორე კოლბის წყალგამტარ მილს რეზინის მილით მიუერთებენ წყლის ჭავლის ტუმბოსთან. **ვიურცის** მეორე კოლბს დამჭერით ათავსებენ შტატივზე, ათავსებენ მასში დიდ მინის ძაბრს, შემდეგ კი **ვიურცის** კოლბს. ამგვარად, გადადენის პროცესში კოლბს აცივებენ გამდინარე წყალსადენის წყლით.

IV. 7.9. ამინური აზოტის განსაზღვრა ფოტომეტრული მეთოდით.

მეთოდის პრინციპი. ამინომჟავები გადაყავთ ხსნად სპილენძის მარილებში. სპილენძის შემცველობას ხსნარში საზღვრავენ სპილენძის ფეროციანიდის [$CuFe(CN)_6$] გამოყენებით, რომელიც დაბალი კონცენტრაციების შემთხვევაში იძლევიან სუსტ ვარდისფერ შეფერვას. შეფერადების ინტენსივობა იზომება კოლორიმეტრზე.

ანალიზის მსვლელობა.

ვეგეტატიური ორგანოების ჰაერმშრალი მასის 0,2-0,3 გრამს ან 2 გრამ ნედლ ბიომასას გასრესენ ფაიფურის როდინში 3-5 მლ გამოხდილი წყლის დამატებით.

მინის ძაბრის საშუალებით მთლიანად გადაიტანენ 25 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ხსნარის მოცულობა დაახლოებით უნდა იყოს 15 მლ.; რომელსაც აცხელებენ წყლის აბაზანაზე 30 წუთი t = 45-50^0 C ტემპერატურაზე. ექსტრაქციის პროცესში კოლბებს რეგულარულად შეურევენ.

აცივებენ ექსტრაქტს, ლექავენ ცილებს, ამისათვის წვეთობით ამატებენ 2 მლ $ZnSO_4$-ის 5%-იან ხსნარს. ხსნარის ნეიტრალური რეაქციის დაყენებისთვის ამატებენ კიდევ 0,5 მლ NaOH-ის 5%-იან ხსნარს, შეურევენ; ცილების სრულყოფილად დალექას ამოწმებენ NaOH-ის 1%-იანი ხსნარის ერთი წვეთის დამატებით, რომლის დროსაც ექსტრაქტმა არ უნდა მოგვცეს სიმღვრივე. კოლბის შიგთავსი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და შეურევენ.

ცილების დალექის შემდეგ, მათი განცალკავებისთვის ექსტრაქტს უკეთებენ ცენტრიფუგირებას.

5 მლ გამჭვირვალე ფილტრატს (1) ათავსებენ 50 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ 5 მლ სპილენძის ნარევს, რეაქტივ A-ს და ანჯღრევენ 10 წუთს; იმავდროულად ამზადებენ საკონტროლო სინჯს, რისთვისაც ექსტრაქტის ნაცვლად იღებენ

5 მლ წყალს. საცდელ და საკონტროლო კოლბებს ფილტრავენ - ფილტრატი (2).

5 მლ ფიტრატს (2) ათავსებენ 10 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 0,1 მლ 10%-იან HCl, 1 მლ ფეროციანიდს, ენერგიულად შეურევენ, მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, კვლავ შეურევენ. შეფერადების ინტენსივობას ზომავენ კოლორიმეტრზე. შედარებისთვის იყენებენ საკონტროლო ხსნარს, რომელსაც იგივენაირად შეაფერადებენ.

დაყალიბებული მრუდის აგება. სპილენძის მარილის საწყის ხსნარს (სტანდარტი) წყლით განაზავებენ 10-ჯერ - მიიღება სამუშაო ხსნარი. ამზადებენ ხსნარების სერიას შესაფერადებლად, რისთვისაც 11 სინჯარაში მორიგეობით შეაქვთ 0,1-დან 1 მლ-მდე სპილენძის მარილის სამუშაო ხსნარი ინტერვალით 0,1 ან 0,2 მლ. ყოველ სინჯარაში წყლის დამატებით მოცულობა მიჰყავთ 5 მლ-მდე. მიღებული ხსნარების ოპტიკური სიმკვრივე შეესაბამება 0,001; 0,002; 0.01 მგ ამიაკური აზოტს. აღნიშნული ხსნარების შეფერადება ტარდება ისევე, როგორც საკვლევი ხსნარების. იყენებენ ლურჯ შუქფილტრს. ანალიზის შედეგების გამოანგარიშებისათვის, პირველ რიგში, საკვლევი ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის მაჩვენებელს გამოაკლებენ საკონტროლო ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის მაჩვენებელს.

ამინური აზოტის შემცველობას მგ-ობით 100 გრამ საკვლევ ნიმუშში (X)

ანგარიშობენ ფორმულით: $X = (a \cdot V_1 \cdot 100) : (V_2 \cdot H)$,

სადაც, **a** - არის ამინური აზოტი გრაფიკის მიხედვით, მგ;

V_1- ექსტრაქტის საერთო მოცულობა ცილების ჰიდროლიზის დროს (მლ);

V_2 - შეფერადებისთვის აღებული ხსნარის მოცულობა (მლ);

H - საკვლევი მასალის წონაკი, გ.;

რეაქტივები.

1. $CuCl_2$ - ის 0,16 M ხსნარი: 27,3 გრამ მარილს ხსნიან წყალში, მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე;

2. ფოსფორმჟავა ნატრიუმის ხსნარი: 64,5 გრამ $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ ხსნიან 0,5 ლიტრ წყალში CO_2-ის გარეშე; ამატებენ 7,2 გრამ NaOH, ხსნიან, მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე.

3. ბორაქსის ბუფერი - pH 8,9;

4. ფოსფორმჟავა სპილენძის წონაკს (რეაქტივი A), ამზადებენ უშუალოდ გამოყენების დღეს სამი ხსნარისაგან (რომელთა მომზადება აღწერილია აქვე პირველ, მეორე და მესამე პუნქტებში); შეურევენ მათ ასეთი თანმიმდევრობით: ხსნარებს - პუნქტი (1) და პუნქტი(2) შეურევენ შეფარდებით 1:2; ხოლო, შემდეგ ამატებენ 2 მოცულობა ბორაქსულ ბუფერს - პუნქტი (3).

5. ფეროციამიდურ რეაქტივს ამზადებენ გამოყენების დღეს ორი ხსნარის - აზოტმჟავა ამონიუმის 1%-იანი ხსნარის და $[K_4Fe(CN)_6]$-ის 1%-იანი ხსნარის შერევით.

6. სპილენძის მარილის სტანდარტული ხსნარი დაყალიბებული მრუდისათვის: 6,092 გრამ $CuCl_2 \cdot H_2O$ ხსნიან 1 ლიტრ წყალში. 1 მლ ხსნარი შეიცავს 6,092 მგ სპილენძს და შეესაბამება 1 მგ ამინურ აზოტს.

IV.7.10. პურინული ფუძეების და ნუკლეინის მჟავების განსაზღვრა აზოტის მიხედვით (კორჩაგინის მიხედვით)

მეთოდი გამოსადეგია მცენარეული ემბრიონალური ქსოვილების, ბაქტერიული მასის, ნუკლეოპროტეიდების ანალიზისთვის. პურინული ფუძეების შემცველი ნივთიერებები, ექვემდებარებიან ჰიდროლიზს; თავისუფალი პურინები ილექებიან სპილენძის ქვეჟანგით. სპილენძის ქვეჟანგის ნალექის წვის შემდეგ საზღვრავენ აზოტს მიკროკელდალით.

20-დან 100 მგ-მდე მცენარეული მასალის ჰიდროლიზს 1 საათის განმავლობაში ატარებენ ნარევში - 10 н ჭიანჭველმჟავა

და 1 н HCl თანაბარი შეფარდებით, ნარევის მოცულობა 4 მლ.; ჰიდროლიზს ატარებენ შებრუნებული მაცივრით 105^0 ტემპერატურაზე.

ცილების მაქსიმალური გამოლექისთვის ცხელ ჰიდროლიზატს ფრთხილად ანეიტრალებენ NaOH-ის 40%-იანი ხსნარით pH 4,5-4,7-მდე. ცივ ხსნარს ფილტრავენ 15-25 მლ მოცულობის საზომ კოლბში.

ნალექს ფილტრზე ჩარეცხავენ 1,5 მლ ციტრატული ბუფერით pH-5,0; შემდეგ, წყლით მიიყვანენ კოლბის მოცულობის 2/3-მდე.

ფილტრატს საზომ კოლბში წვეთობით ამატებენ ტანინის 20-25%-იან წყალხსნარს („ქ.ს.“; უაზოტო). ცილებისა და პოლიპეპტიდების სრული დალექისათვის აუცილებელია 6-12 წვეთი ტანინის დამატება, კარგად შეურევენ და წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე. ტანინის დამატების შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ მშრალი ფილტრით. იღებენ 5 მლ გამჭვირვალე ფილტრატს, ამატებენ 3 მლ ციტრატულ ბუფერს pH-5,0-ით; ბუფერით მიჰყავთ ნარევის pH ზუსტად 5-მდე, რადგანაც პურინები ხსნარიდან სრულად ილექებიან მხოლოდ ასეთი pH-ის პირობებში.

ბუფერის დამატების შემდეგ პურინს ლექავენ ხსნარიდან, რისთვისაც ამატებენ 0,3-0,8 მლ სპილენძის ქვეჟანგის 10%-იან სუსპენზიას.

პურინების ნალექს ხსნარიდან განაცალკავებენ ცენტრიფუგირებით, შემდეგ 2-3-ჯერ გარეცხავენ მას წყლით. ნალექს მთლიანად გადაიტანენ კელდალის კოლბში, წვავენ 3-5 მლ კონცენტრირებული გოგირდის მჟავას დამატებით და აზოტს საზღვრავენ კოლორიმეტრულად ან მიკროგადადენით.

თუკი აუცილებელია ნუკლეინის მჟავების შემცველობის გამოანგარიშება პურინული ფუძეების აზოტის მიხედვთ, მაშინ პურინების აზოტის სიდიდეს ამრავლებენ 9,12-ზე (ეს სიდიდე მიღებულია: 100-ის გაყოფით პურინების აზოტის საშუალო შემცველობაზე ნუკლეინის მჟავებში).

რეაქტივები

1. 10 н ჭიანჭველმჟავა.
2. 1 н მარილმჟავა.
3. NaOH-ის 40%-იანი ხსნარი.
4. ციტრატული ბუფერი pH- 5,0-ით;
5. სპილენძის ქვეჟანგის 10%-იანი წყლის სუსპენზია: 1,8 გრამი გლუკოზა ურთიერთმოქმედებს 0,5 ლ ფელინგის სითხეს-თან. გამოყოფილი სპილენძის ქვეჟანგის მუქი-წითელი ფერის ნალექი უზრუნველყოფს 25 მლ სუსპენზიის მიღებას. მეორეჯერ, ციტრატული ბუფერის ნაცვლად უკეთესია შეტანილ იქნეს შემდეგი შედგენილობის ბუფერული ნარევი: 1 წილი 20%-იანი სამქლორძმარმჟავა (სქძმ); 2 წილი ლიმონმჟავა ნატრიუმის 1 M ხსნარი და 1 წილი ნატრიუმის ქლორიდის 10%-იანი ხსნარი. ხსნა-რის pH მიჰყავთ 5-მდე მწვავე ნატრიუმით ან ლიმონის მჟავით.

IV.7.11. არაცილოვანი აზოტის განსაზღვრა წყლის გამონაწურში.

მრავალი მცენარის მწიფე თესლში არაცილოვანი შენაერ-თების შემადგენლობაში შემავალი აზოტი შეადგენს საერთო აზოტის 5-15%-ს, მცენარის ფოთლებში 10-30%-ს, ხოლო ძირ-ხვენებსა და კარტოფილის ტუბერებში - საერთო აზოტის რაო-დენობის 50 %-ს.

არაცილოვანი აზოტის განსაზღვრა შეიძლება ჩატარდეს ორი გზით: გამოანგარიშების და ანალიზური გზით. გამოანგარიშების მეთოდით არაცილოვან აზოტს პოულობენ სხვაობით საერთო და ცილოვან აზოტს შორის, გამოსახულს პროცენტობით. ანალი-ზური სამუშაოების შემთხვევაში შესაძლოა შემდეგი ვარიანტები:

1) არაცილოვანი აზოტის პირდაპირი განსაზღვრა წყლის გამონაწურში, რომელიც უზრუნველყოფს ანალიზის შედეგების მაღალ სიზუსტეს. აღნიშნული მეთოდი გამოიყენება იმ შემ-

თხვევაში, როცა აუცილებელია უშუალოდ განისაზღვროს არა-ცილოვანი აზოტის ფორმების შემცველობა - ამიაკური, ნიტ-რატული და ა.შ.

2) მისი განსაზღვრა ფილტრაციულ წყლებში წონაკიდან ცი-ლების დალექვის შემდეგ - სპილენძის სულფატით ბარშტეინის მიხედვით; ძმარმჟავა ტყვიით ბერტრანის მიხედვით; ქლორის მჟავით პლეშკოვის მიხედვით.

ანალიზის მსვლელობა.

ანალიზურ სასწორზე სინჯარის დახმარებით იღებენ ჰაერ-მშრალი მასალის ზუსტ წონაკს 1 გრამის რაოდენობით ± 0,0001 გ და ათავსებენ 150-200 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში. თუკი ანალიზი ტარდება ნედლ მცენარეულ მასალაში, მაშინ ნედლ მცე-ნარეულ მასალას იღებენ 10 გრამის ოდენობით, ერთდროულად ტენის განსაზღვრით. ცილინდრით ამატებენ 125 მლ გამოხდილ წყალს, ჭიქაში ჩაუშვებენ მინის წკირს რეზინის დაბოლოებით.

წყლის აბაზანას აცხელებენ 90^0 C-მდე, დადგამენ მასზე ჭიქებს საკვლევი მასალით და საკონტროლო ჭიქას სუფთა წყლით (125 მლ) და თერმომეტრით.

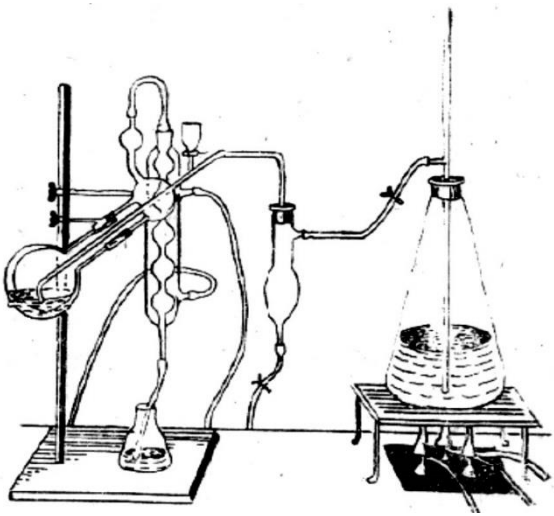
აზოტიანი ნივთიერებების ექსტრაგირებას ატარებენ 30 წუ-თის განმავლობაში 80^0 C ტემპერატურაზე, წკირით ხშირად შერევით. აცივებენ ხსნარებს ოთახის ტემპერატურამდე ცივ წყლიან აბაზანაში (2-3-ჯერ წყლის გამოცვლით).

ცილების დალექვისათვის ხსნარს პიპეტკით ასხამენ 0,5 მლ ძმარმჟავა ტყვიის 4%-იან ხსნარს, კარგად შეურევენ და წარმოქმნილ ნალექს აყოვნებენ რამდენიმე წუთს. ამატებენ იგივე რეაქტივს 2-3 წვეთობით, ყოველთვის ენერგიულად შერევით მინის წკირით, ცილების სრულ გამოლექვამდე. თუკი გამოლექვა ნელა მიმდინარეობს, ხსნარს ტოვებენ 1 საათით. გაფილტრავენ ხსნარს 8-10 სმ დიამეტრის ძაბრში დაკეცილი ქაღალდის ფილტრით 200 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ჭიქას და ფილტრზე არსებულ ნალექს 4-5-ჯერ ჩარეცხავენ გამოხდილი წყლის მცირე ულუფებით, მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და შეურევენ. აღნიშნული საზომი კოლბიდან პიპეტკით იღებენ 50 მლ ხსნარს

და გადაქვთ კელდალის კოლბში. ფრთხილად აცხელებენ ადუღებამდე, აორთქლებენ 5-7 მლ-მდე. ხსნარის ნაშთს აცივებენ, ასხამენ 7 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 და აგრძელებენ ხსნარის დანაცრებას გაუფერულებამდე. კატალიზატორის სახით დანის წვერით ამატებენ მეტალურ სელენს ან სხვას. დანაცრების დამთავრების შემდეგ ხსნარი მთლიანად გადააქვთ 200 მლ-იან საზომ კოლბში და ატარებენ ამიაკის განსაზღვრას **ნესლერით** ან შეუძლიათ გამოიყენონ ამიაკის გადადენა მიკროკელდალით.

ამიაკის გადადენა მიკროკელდალის აპარატში.

მიკროკელდალის აპარატი (კელდალის აპარატი მოდიფიცირებულია მიკროგანსაზღვრისათვის - სურათი 7) შედგება ორთქლწარმომქმნელისაგან, კელდალის კოლბისგან, მაცივრისა დ მიმღებისაგან. კოლბის ძირამდე გადის წაგრძელებული მილი, რამდენადმე მოხრილი ბოლოთი. აღნიშნული მილით კოლბში შეაქვთ ტუტის ხსნარი.



სურათი № 7. კელდალის მიკრომეთოდით აზოტის განსაზღვრისას ამიაკის გადასადენი მოწყობილობა.

ამიაკის გადასადენად საზომი კოლბიდან იღებენ 10 მლ ხსნარს და გადააქვთ კელდალის კოლბში. შემდეგ, აპარატის მიმღებში ათავსებენ 10 მლ ბორის მჟავას 2%-იან ხსნარს, რომელიც შეიცავს 10 მლ/ლ კონვეის ინდიკატორს. აღნიშნულ რეაქტივს შემდეგნაირად ამზადებენ: 20 გრამ ბორის მჟავას ხსნიან 200 მლ სპირტისა და 700 მლ წყლის ნარევში. აღნიშნულ ხსნარს ამატებენ 10 მლ ნარევ ინდიკატორს, რომელსაც ამზადებენ 0,033 გ ბრომკრეზოლ მწვანის და 0,066 გ მეთილის წითელის გახსნით 100 მლ აბსოლუტურ სპირტში. ბორის მჟავას ხსნარის ინდიკატორთან შერევის შემდეგ ნარევში ამატებენ რამდენიმე წვეთ 0,05 н NaOH-ს, რის შემდეგ რეაქტივი მიიღებს სუსტ ვარდისფერ შეფერვას.

მიმღების მომზადების შემდეგ, კელდალის კოლბში შეაქვთ 5 მლ 30-40%-იანი NaOH და წინასწარ გაცხელებული ორთქლწარმომქმნელისაგან უშვებენ ორთქლს. დაიწყება ამიაკის გამოყოფა და გადადენა მიმღებში. ამიაკის გადადენა გრძელდება 15-20 წუთს. ამიაკის გადადენის დამთავრების შემდეგ კელდალის აპარატს გამოაცლიან მიმღებს და მასში არსებულ (მიმღებში) სითხეს მიკრობიურეტიდან გატიტრავენ 0,01 н H_2SO_4-ით.

შედეგების ანგარიში

0,01 н H_2SO_4-ის ყოველი მილილიტრი ბოჭავს ამიაკის ისეთ რაოდენობას, რომელსაც შეესაბამება 0,14 მგ აზოტი. შებოჭილი H_2SO_4-ის მილილიტრების რიცხვის გამრავლებით აღნიშნულ კოეფიციენტზე, გებულობენ აზოტის იმ რაოდენობას, რომელიც შედიოდა ამიაკის გადასადენად აღებულ სითხეში. ანგარიში შეიძლება ჩატარდეს შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$X = (a \cdot T \cdot 0{,}14 \cdot 100) : H$$

სადაც, **X** - არის ამაიკური აზოტის რაოდენობა პროცენტობით.

a - ამიაკის შებოჭვაზე დახარჯული 0,01н H_2SO_4-ის მილილიტრების რაოდენობა. **T - 0,01н H_2SO_4**-ის ტიტრის შესწორება; **100** - პროცენტებში გდასაყვანი კოეფიციენტი. **0,14** - ამიაკის

შებოჭვაზე დახარჯული 1 მლ 0,01н H_2SO_4-ის შესაბამისი ამიაკური აზოტის რაოდენობა; **H** - განსაზღვრისათვის აღებული ხსნარის მოცულობის შესაბამისი ნივთიერების წონა;

IV.7.12. ამიაკის განსაზღვრის მიკროდიფუზური მეთოდი.

ამიაკი მცენარეში ითვლება ორგანული აზოტოვანი ნივთიერების გარდაქმნის საწყის და საბოლოო შენაერთად. ამიაკის შემცველობა მცენარეში ჩვეულებრივ უმნიშვნელოა, და ძირითადად წარმოდგენილია ორგანული მჟავების მარილების სახით.

ამიაკური აზოტი - წარმოადგენს აზოტის ერთ-ერთ უფრო მოძრავ, ცვალებად ფრაქციას მცენარეში, ამიტომ მისი განსაზღვრა აუცილებელია ნედლ მცენარეულ მასალაში. ამიაკს, ჩვეულებრივ, საზღვრავენ ცილოვანი ნივთიერებების დალექვის შემდეგ, ფილტრატში ან უშუალოდ, წვრილად დაფქვილი მცენარეული მასალის წყლით გამონაწურში.

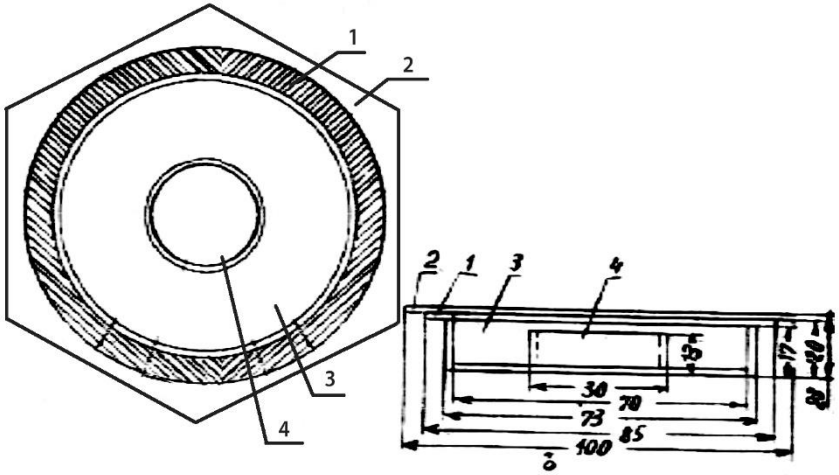
ამიაკს ხსნარიდან გადადენიან სუსტი ტუტე რეაქციის პირობებში, რაც შეიძლება დაბალი ტემპერატურის დროს. ასეთი წესით გადადენის დროს ამიდური და ამიაკური აზოტი არ ჰიდროლიზდება. ამიაკის რაოდენობას აღრიცხავენ გადადენისას გატიტვრით ან კოლორიმეტრულად.

ქვემოთ მოყვანილია ამიაკის განსაზღვრის მიკროდიფუზური მეთოდი.

მეთოდის პრინციპი. საკვლევი ხსნარის (ცილოვანი ნივთიერების დალექვის შემდეგ ფილტრატი) სუსტი გატუტიანების დროს გამოყოფილი ამიაკი დახურულ გარემოში შეიბოჭება სატიტრო მჟავით. რეაქცია მიმდინარეობს კონვეის სპეციალურ მინის ჯამში ორმაგი განყოფილებით. ჯამის სახურავი ნაპირებში მილესილია. ჯამის სქემა მოცემულია **მე-8 სურათზე.** მეთოდი განსაკუთრებით მოსახერხებელია მცენარეული ნიმუშების მასიური ანალიზისას, განსაკუთრებით შესადარებელ გამოკვლევებში.

ანალიზის მსვლელობა. 5-10 მლ საკვლევ ხსნარს ათავსებენ ჯამის გარეთა ნაწილში, შიგა ნაწილში კი მიკრობიურეტიდან 1

მლ 0,01 н H_2SO_4. ორივე განყოფილების შიგთავსში ამატებენ 3-5 წვეთ შერეულ ინდიკატორს, რის შედეგად ხსნარი ღებულობს წითელ ფერს, ჯამს ახურავენ სახურავს, რომლის მილესილი ნაპრალის ირგვლივ წასმულია ვაზელინი. ამასთან, საწყისში სახურავს ახურავენ ისე, რომ ჯამსა და სახურავს შორის დარჩეს პატარა ნაპრალი. აღნიშნული ნაპრალის საშუალებით ჯამის გარეთა განყოფილებაში შეაქვთ პოტაშის (K_2CO_3) ნაჯერი ხსნარის 1 მლ და ჯამს სასწრაფოდ ახურავენ სახურავს. გატუტიანების შედეგად, გარეთა განყოფილების შიგთავსი ღებულობს მწვანე ფერს. ხსნარის კარგად შერევისათვის ჯამს ფრთხილად ამოძრავენ მაგიდის ზედაპირზე წრიული ბრუნვით და შემდეგ აყოვნებენ ამიაკის გამოყოფის რეაქციის დამთავრებამდე და მის შემდგომ სრულ შებოჭვამდე გოგირდმჟავას მიერ.



ა ბ

სურათი 8. კონვეის ჯამი.

ა - ხედი ზემოდან. **ბ** - ჭრილი; 1 - ჯამის შლიფის ზედაპირი; 2 - სახურავი; 3 - ჯამის გარეთა განყოფილება; 4 - ჯამის შიგა განყოფილება (ზომები მითითებულია მილიმეტრებში).

ჯამის დაყოვნების ხანგრძლივობა დამოკიდებულია საკვლევ ხსნარში ამიაკის შემცველობაზე, ტემპერატურაზე. ჩვეულებრივ ოთახის ტემპერატურაზე ჯამს ტოვებენ ღამით, ხოლო, 35-40^0 ტემპერატურაზე (როცა ჯამს ინახავენ თერმოსტატში) – 1,5-2 საათით.

გამოყოფილი ამიაკის სრული შებოჭვის დამთავრების შემდეგ (ამიაკს ბოჭავს ჯამის შიგა ნაწილში მოთავსებული გოგირდმჟავა), მიკრობიურეტიდან ტიტრავენ ჯამის შიგა ნაწილში მოთავსებულ მჟავას (ეს არის მჟავას ის რაოდენობა, რომელიც არ დაიხარჯა ამიაკის შესაბოჭად) NaOH-ის 0,01 н ხსნარით სუსტი ვარდისფერის გადასვლამდე მკაფიო მწვანე ფერში (მწვანე ფერის მიღებამდე ხსნარი ჯერ ღებულობს იისფერს).

შედეგებს ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$X = (a \cdot T \cdot 0{,}14 \cdot 100) : H$$

სადაც, **X** - არის ამაიკური აზოტის რაოდენობა პროცენტობით.

a - ამიაკის შებოჭვაზე დახარჯული 0,01н H_2SO_4-ის მილილიტრების რაოდენობა. **T - 0,01н H_2SO_4**-ის ტიტრის შესწორება; **100** - პროცენტებში გდასაყვანი კოეფიციენტი. **0,14** - ამიაკის შებოჭვაზე დახარჯული 1 მლ 0,01н H_2SO_4-ის შესაბამისი ამიაკური აზოტის რაოდენობა; **H** - განსაზღვრისათვის აღებული ხსნარის მოცულობის შესაბამისი ნივთიერების წონა;

საჭირო რეაქტივები: 1. 0,01 н H_2SO_4; 2. 0,01 н NaOH; 3. პოტასიუმის (K_2CO_3) ნაჯერი ხსნარი; **4. ვაზელინი; 5. კომბინირებული ინდიკატორი.** ამზადებენ მეთილის წითელის და მეთილენლურჯის 0,1 %-ული სპირტული ხსნარების შერევით 4:1 შეფარდებით. ნარევი ბნელ ადგილას ინახება დიდი ხნის განმავლობაში. უშუალო გამოყენებისთვის აღნიშნულ ნარევს ანზავებენ, შეურევენ რა მას სპირტთან და წყალთან 1:1:2 შეფარდებით; მიღებული წითელი ფერის ხსნარს ანეიტრალებენ 0,01 NaOH-ით მოყავისფრო-იისფერის მიღებამდე.

IV.7.13. ნიტრატული აზოტის განსაზღვრა მცენარეულ პროდუქციაში.

ჩვეულებრივ, მცენარეში ნიტრატების რაოდენობა ძალიან მცირეა. აღნიშნული ნივთიერებანი უკვე ფესვებში განიცდიან აღდგენას ამიაკამდე.

ნიტრატული აზოტის რაოდენობის გადიდება მცენარის ქსოვილებში შეიძლება წარიმართოს ნიტრატების რედუქციის პროცესის შენელებისას, ან კიდევ გაძლიერებული ნიტრატული კვებისას.

ნიტრატები მთლიანად გამოძევდება მცენარიდან წყლით, ამიტომ ისინი შეიძლება განისაზღვროს ნედლი ან ჰაერმშრალი მცენარეული მასალის წყლით გამონაწურში. ღებულობენ რა მხედველობაში აზოტის აღნიშნული ფორმის დიდ მოძრაობას მცენარეში, მათ შემცველობას უმეტეს შემთხვევაში საზღვრავენ ნიმუშის აღების დღესვე.

ნიტრატებისა და ნიტრიტებისთვის დადგენილია ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (ზდკ) მცენარეში - ნაყოფში, ბოსტნეულში და ცხოველის საკვებში (იხ. 16 და 17 ცხრილები დანართში).

მცენარეში ნიტრატების შემცველობის განსაზღვრისათვის დამუშავებულია რიგი მეთოდები. ყველაზე დიდი გავრცელება თანამედროვე პერიოდში ჰპოვა და სტანდარტად არის მიღებული იონომეტრული ექსპრეს-მეთოდი.

IV. 7.14. ნიტრატების განსაზღვრის იონომეტრული მეთოდი.

ნიტრატების განსაზღვრის იონომეტრული მეთოდი საშუალებას იძლევა ჩატარდეს ბოსტნეულის, ბაღჩეულის, ძირხვენების, მარცვლეულის, ხილის, ცხოველის მწვანე საკვების, თივის, სილოსის, სენაჟის, და ა.შ. ექსპრეს-ანალიზი.

ნიტრატებს აძევებენ ალუმინ-კალიუმის შაბის ხსნარით, ნიტრატების კონცენტრაციის შემდგომი გაზომვით ხსნარში იონსელექტური ელექტროდის დახმარებით. აღნიშნული მეთოდი არ

გამოიყენება საანალიზო მასალაში ნიტრატების კონცენტრაციასთან შედარებით ქლორიდების კონცენტრაციის 50-ჯერ მეტად სიჭარბის შემთხვევაში. მეთოდის მგრძნობელობა 6 მგ/ლ.; მეთოდის ცდომილება ± 12%.

ანალიზის მსვლელობა.

მშრალი მცენარეული მასალა წინასწარ უნდა დაიფქვას ლაბორატორიულ წისქვილში, ისე, რომ მთლიანად გატარდეს 1 მმ დიამეტრის ნასვრეტებიან საცერში. 1 გრამ საანალიზო მასალას ათავსებენ 100–200 მლ მოცულობის კოლბში, ასხამენ 50 მლ ალუმინ-კალიუმის შაბის 1%-იან ხსნარს და ანჯღრევენ როტატორზე 3 წუთის განმავლობაში. მიღებულ სუსპენზიაში საზღვრავენ ნიტრატ-იონების კონცენტრაციას.

ნედლი მასალის ანალიზის შემთხვევაში სინჯს წინასწარ აქუცმაცებენ არა უმეტეს 1 სმ ზომისა. 10 გრამ წონაკს (0,1 გ სიზუსტით) ათავსებენ ჰომოგენიზატორის ჭიქაში, ასხამენ 50 მლ ალუმინ-კალიუმის შაბის 1%-იან ხსნარს (შეფარდება 1:5) და ახდენენ მის ჰომოგენიზაციას 1 წუთის განმავლობაში 6000 ბრ./წთ. პირობებში. ჰომოგენიზატორის არ ქონის შემთხვევაში ნედლ მასალას მაგარი ქსოვილების შემცველობით, გასრესენ ფაიფურის როდინში გამომწვარ ქვიშასთან ერთად ერთგვაროვანი მასის მიღებამდე და 50 მლ ალუმინ-კალიუმის შაბის 1%-იანი ხსნარის დახმარებით გადაიტანენ 100-200 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში და ანჯღრევენ როტატორზე 3 წუთის განმავლობაში.

მიღებულ სუსპენზიაში საზღვრავენ ნიტრატ-იონის შემცველობას.

ნიტრატ-იონის კონცენტრაციის გაზომვა ტარდება pC_{NO_3} ერთეულებში ($pC_{NO_3} = -\log(C_{NO_3})$ იონომერის სკალის მიხედვით, რომელიც წინასწარ არის დაგრადუირებული შესადარებელი ხსნარების მიხედვით, ან, გაზომვას ატარებენ მილივოლტებში, შემდგომში pC_{NO_3}-ის სიდიდის განსაზღვრით დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით, რომელიც აგებულია შესადარებელ ხსნა-

რებში ელექტრომამოძრავებელი ძალის (ემძ) განსაზღვრის შედეგების მიხედვით. გაზომვის წინ ნიტრატულ იონსელექტურ ელექტროდს ზედმიწევნით კარგად გარეცხავენ გამოხდილი წყლით და 10 წუთით აყოვნებენ მასში.

ნიტრატების იონების კონცენტრაციის გაზომვა pC_{NO_3} ერთეულებში ხელსაწყოს სკალის მიხედვით.

PC_{NO_3}-ის უშუალო განსაზღვრისას შესაბამისი სახელურების გამოყენებით ხელსაწყოს ყოველდღიურად გამართავენ „pX“ რეჟიმში, შესადარებელი ხსნარების მიხედვით, რომელთა **pC_{NO_3}** ტოლია 2 და 4-ის. ხსნარს, რომლის **pC_{NO_3} = 3** იყენებენ ხელსაწყოს გამართულობის კონტროლისათვის. **pC_{NO_3}**-ის მნიშვნელობის გადახრა ზემოთ მითითებულებებისაგან არ უნდა აღემატებოდეს 0,02 ერთეულს. ხელსაწყოს გრადუირების შემდეგ ელექტროდებს კარგად რეცხავენ გამოხდილი წყლით, აშრობენ ფილტრის ქაღალდით და ჩატვირთავენ საკვლევ ხსნარში. ხელსაწყოზე ანათვალს იღებენ ისრის შესამჩნევი მოძრაობის შეწყვეტიდან 1 წუთის შემდეგ. ერთი სინჯიდან მეორეზე გადასვლისას ელექტროდებს ავლებენ გამოხდილ წყალს და ამშრალებენ ფილტრის ქაღალდით.

საანალიზო და შესადარებელი ხსნარების ტემპერატურა ერთნაირი უნდა იყოს. ხელსაწყოს გამართულობას შესადარებელი ხსნარების გამოყენებით სამუშაო დღის განმავლობაში არანაკლებ 3-ჯერ ამოწმებენ, ყოველ ჯერზე ხსნარების ახალი ულუფის გამოყენებით.

ნიტრატის იონის კონცენტრაციის გაზომვა მილივოლტებში.

მილივოლტებში განსაზღვრისას ხელსაწყოს კორექტორს **„Род работы“** (სამუშაოს სახე) აყენებენ **„мВ“** (მილივოლტი) მდგომარეობაში და ატარებენ **„ემძ“**-ის (ელექტრომამოძრავებელი ძა-

ლის) გაზომვას შესადარებელ ხსნარებში დაბალი კონცენტრაციიდან დაწყებით. ელექტროდს აქვს ხაზოვანი ფუნქცია $pC_{NO_3^-}$-ის 1,0-დან 4,0-მდე ერთეულის დიაპაზონში.

$pC_{NO_3^-}$-ის სიდიდეს საანალიზო სინჯში ანგარიშობენ დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით, რომელიც აგებულია შესადარებელ ხსნარებში ელექტრომამოძრავებელი ძალის გაზომვის შედეგებისა და $pC_{NO_3^-}$-ის მაჩვენებლების მიხედვით, რომელიც ტოლია 1, 2, 3, 4.

შედეგების დამუშავება

საკვლევ პროდუქტში ნიტრატების მასურ წილს - მგ/კგ-ში პოულობენ $pC_{NO_3^-}$-ის სიდიდის მიხედვით დამხმარე ცხრილების № 7-8-9 გამოყენებით - მშრალი მასალის ანალიზისთვის; მასალისთვის - 80-90 % წყლის შემცველობით (კიტრი, პომიდორი, საზამთრო, ნესვი, კომბოსტო, მწვანე ხახვი) და მასალის ანალიზისთვის, რომელიც შეიცავს 70-80% წყალს (კარტოფილი, სტაფილო, სუფრის ჭარხალი, თავიანი ხახვი და სხვ.);

რეაქტივები:

1. ალუმინ-კალიუმის შაბის 1%-იანი ხსნარი (ექსტრაქციისთვის). 10.0 ± 0,01 გ ალუმინ-კალიუმის შაბს („ანალიზისთვის სუფთა“) ათავსებენ 1 ლ მოცულობის კოლბში, ხსნიან და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ხსნარი შეიძლება შენახულ იქნეს მილესილსაცობიან მინის ქილაში არა უმეტეს ერთი წლისა. ნალექის ან სიმღვრივის წარმოქმნის შემთხვევაში ხსნარს ცვლიან ახლით.

2. ძირითადი ხსნარი 0,1 მოლი/ლ კონცენტრაციით. (ხსნარი 1). 10.11 ± 0,001 გ KNO_3 („ქიმიურად სუფთა“), გამომშრალი 100-105 ^{0} C ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე, ხსნიან ალუმინ-კალიუმის ხსნარში 1 ლიტრიან საზომ კოლბში და მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ინახავენ მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში არა უმეტეს 1 წლის განმავლობაში.

3. ხსნარები შედარებისთვის. ამზადებენ KNO_3-ის ძირითადი ხსნარიდან ანალიზის ჩატარების დღეს. განზავებისთვის იყენებენ ალუმინ-კალიუმის შაბის 1%-იან ხსნარს.

ხსნარს კონცენტრაციით - C (NO_3) = 0,01 მოლი/ლიტრი (**pC_{NO_3}** = 2) ამზადებენ ძირითადი ხსნარის ათჯერადი განზავებით **(1).**

ხსნარს კონცენტრაციით - C (NO_3) = 0,001 მოლი/ლიტრი (**pC_{NO_3}** = 3) ამზადებენ **(1) ხსნარის** ათჯერადი განზავებით **(2).**

ხსნარს კონცენტრაციით - C (NO_3) = 0,0001 მოლი/ლიტრი (**pC_{NO_3}** = 4) ამზადებენ **(2) ხსნარის** ათჯერადი განზავებით **(3).**

მიღებულ ხსნარებს იყენებენ იონომერის გრადუირებისათვის, ელექტროდების შემოწმებისათვის და დაყალიბებული გრაფიკის აგებისათვის.

4.კალიუმის ქლორიდი(„ქიმიურად სუფთა“).

5. გამოხდილი წყალი.

მოწყობილობა:

1. ლაბორატორიული სასწორები (500 გ-მდე); **2.**საზომი კოლბები 50 და 100 მლ-იანი; **3.** ჰომოგენიზატორი (დანების სისტემის ბრუნვის სიხშირე 6000 ბრ./წთ.); **4.** სკალპელი (ქირურგიული დანა); **5.** როტატორი; **6.** პლასტმასის სახეხი; **7.** ფაიფურის ჯამი. 8. რბილობის დამქუცმაცებელი (ხორცის საჭრელი).

ცხრილი 7

pC_{NO_3}-ის სიდიდის გადაყვანა ნიტრატების მასურ წილში 80 – 90% წყლის შემცველობის მქონე საკვლევი მასალის ანალიზისას.

pC_{NO_3}	pC_{NO_3}-ის მეასედი წილი									
	0.00	0.01	0.02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
	ნიტრატების მასური წილი, მგ/კგ									
1,6	9188	8979	8575	8375	8383	8189	8003	7821	7643	7469
1,7	7299	7133	6970	6812	6656	6505	6357	6212	6071	5993
1,8	5798	5666	5537	5411	5287	5267	5049	4935	4822	4712
1,9	6405	4500	4398	4298	4200	4104	4011	3920	3830	3743
2,0	3658	3575	3493	3414	3336	3260	3186	3113	3043	2973
2,1	2906	2840	2775	2712	2650	2590	2531	2474	2417	2362
2,2	2308	2256	2204	2154	2105	2057	2010	1964	1920	1876
2,3	1833	1792	1751	1711	1672	1634	1597	1560	1525	1490

2,4	1456	1423	1391	1359	1328	1298	1268	1239	1211	1184
2,5	1157	1130	1105	1080	1055	1031	1007	985	962	940
2,6	919	898	877	85,8	838	819	800	782	764	747
2,7	730	713	697	681	666	650	636	621	607	593
2,8	580	567	544	541	529	517	505	493	482	471
2,9	461	450	440	430	420	410	401	392	383	374
3,0	366	387	349	341	334	326	319	311	304	297
3,1	291	284	277	271	265	259	253	247	242	236
3,2	231	226	220	215	210	206	201	196	192	188
3,3	183	179	170	171	167	163	160	156	152	149
3,4	146	142	139	136	137	130	127	124	121	118
3,5	116	113	110	108	105	103	101	98,0	96,6	94
3,6	91,9	89,8	87,7	85,8	83,3	81,9	80,0	78,2	76,4	74,7
3,7	73	71	69,7	68,1	66,6	65,0	63,6	61,1	60,7	59,3
3,8	58	56,7	55,4	54,1	52,9	51,7	50,5	49,3	48,2	47,1
3,9	46,1	45,0	44,0	43,0	42,0	41,0	40,1	39,3	38,3	37,4
4,0	36,1	35,7	34,9	34,1	33,4	32,6	30,9	31,1	30.4	29,7

ცხრილი 8

pC_{NO_3}-ის სიდიდის გადაყვანა ნიტრატების მასურ წილში 70 – 80% წყლის შემცველობის მქონე საკვლევი მასალის ანალიზისას.

pC_{NO_3}	pC_{NO_3}-ის მეასედი წილი									
	0.00	0.01	0.02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
	ნიტრატების მასური წილი, მგ/კგ									
1,6	9033	8827	8626	8430	8238	8003	7867	7688	7513	7342
1,7	7175	7012	6852	6696	6544	6357	6249	6107	5968	5832
1,8	5699	5570	5443	5319	5198	5079	4964	4851	4740	4633
1,9	4527	4424	4323	4225	4129	4035	3943	3853	3665	3680
2,0	3596	3514	3434	3356	3280	3205	3132	3061	2991	2923
2,1	2856	2791	2728	2666	2605	2546	2488	2431	2376	2322
2,2	2269	2217	2167	2117	2069	2022	1976	1931	1887	1844
2,3	1802	1761	1721	1682	1644	1606	1570	1534	1499	1465
2,4	1432	1399	1367	1366	1306	1276	1247	1218	1191	1164
2,5	1137	1111	1086	1061	1037	1013	990	968	946	924

2,6	903	883	863	843	824	805	787	769	751	734
2,7	717	701	685	670	654	639	625	611	597	583
2,8	570	557	544	532	520	508	495	485	474	463
2,9	453	442	432	422	413	403	394	385	377	368
3,0	360	351	343	336	328	320	313	306	299	292
3,1	286	279	273	267	261	255	249	243	238	232
3,2	227	222	217	212	207	202	198	193	189	184
3,3	180	176	172	168	164	161	157	153	150	146
3,4	143	140	137	134	131	128	125	122	119	116
3,5	114	111	109	106	104	101	99	97	95	92
3,6	90,3	88,7	86,3	84,3	82,4	80,5	78,7	76,9	75,1	74,4
3,7	71,7	70,1	68,5	67,0	65,4	63,9	62,5	61,1	59,7	58,3
3,8	57,0	55,7	54,4	53,2	52,0	50,8	49,6	48,5	47,4	46,3
3,9	45,3	44,2	43,2	42,2	41,3	40,3	39,4	38,5	37,7	36,8
4,0	36,0	35,1	34,3	33,6	32,8	32,0	31,3	30,6	29,9	29,2

ცხრილი 9

pC_{NO_3}-ის სიდიდის გადაყვანა ნიტრატების მასურ წილში მშრალი სინჯის ანალიზისას.
(სინჯის მასის და გამხსნელი ხსნარის შეფარდება - 1:50)

pC_{NO_3}	pC_{NO_3}-ის მეასედი წილი									
	0.00	0.01	0.02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
	ნიტრატების მასური წილი, მგ/კგ									
2,0	30900	30200	29510	28840	28180	27540	26920	26300	25700	25220
2,1	24550	23990	23440	22910	22390	21880	21380	20890	20420	19950
2,2	19500	19050	18620	18200	17780	17380	16980	16600	16220	15850
2,3	15490	15140	14790	14450	14130	13800	13490	13180	12880	12590
2,4	12300	12020	11750	11480	11220	10960	10720	10470	10230	10000
2,5	9772	9550	9333	9120	8913	8820	8511	8318	8128	7943
2,6	7762	7586	7413	7244	7079	6918	6761	6607	6457	6310
2,7	6166	6026	5888	5754	5623	5495	5370	5248	5129	5012
2,8	4898	4786	4677	4571	4467	4365	4266	4169	4074	3984
2,9	3980	3802	3715	3631	3548	3467	3388	3311	3236	3182
3,0	3090	3020	2951	2884	2818	2754	2692	2630	2570	2512

3,1	2455	2399	2344	2291	2239	2188	2138	2089	2042	1995
3,2	1950	1905	1862	1820	1778	1739	1698	1660	1622	1585
3,3	1549	1514	1479	1445	1413	1380	1349	1318	1288	1259
3,4	1230	1202	1175	1148	1122	1095	1072	1047	1023	1000
3,5	977	955	933	912	891	871	851	832	813	794
3,6	775	759	741	724	708	692	676	661	646	631
3,7	617	603	589	575	562	549	537	525	513	501
3,8	490	479	468	457	447	437	427	417	407	398
3,9	389	380	317	363	355	347	339	331	324	316
4,0	309									

მემბრანული იონსელექტური ნიტრატული ელექტროდის და *დამხმარე ელექტროდის მომზადება სამუშაოდ.*

მემბრანული ელექტროდი ЭМ – NO_3 – 0I;

მემბრანულ იონსელექტურ ნიტრატულ ელექტროდს და დამ-ხმარე ელექტროდს სამუშაოდ ამზადებენ ინსტრუქციების მიხე-დვით, რომელიც თან ახლავთ მათ. გამოკვლევებს შორის შუა-ლედებში მემბრანულ იონსელექტურ ელექტროდს ჩატვირთავენ გამოხდილ წყალში. თუკი შუალედური პერიოდი შეადგენს ერთ დღე-ღემეს ან უფრო მეტს, მას ინახავენ აზოტმჟავა კალიუმის ხსნარში, რომლის კონცენტრაცია არის - C (NO_3) = 0,1 მოლი/ლ; ხანგრძლივი შესვენების შემთხვევაში (5 დღე-ღამეზე მეტი) ელექტროდს ინახავენ ჰაერზე და სამუშაოს დაწყების წინ 6 საათის განმავლობაში ათავსებენ აზოტმჟავა კალიუმის ხსნარში კონცენტრაციით - C (NO_3) = 0,1 მოლი/ლ; ორივე შემთხვევაში გაზომვის დაწყების წინ ელექტროდს ათავსებენ გამოხდილ წყალში არა ნაკლებ 10 წუთის განმავლობაში.

დამხმარე ელექტროდს გამოკვლევებს შორის შუალედებში ინახავენ გამოხდილ წყალში.

IV.7.15. ნიტრატების შემცველობის განსაზღვრა ნიტრატმზომის - НМ-002 დახმარებით.

ნიტრატმზომი - **НМ-002** განკუთვნილია ნიტრატული აზოტის ექსპრეს-ანალიზისთვის წყალხსნარებში, ნიადაგის, წყლის და მცენარეული პროდუქციის ანალიზისთვის, პირდაპირი პოტენციომეტრული მეთოდით ელექტროდული სისტემის დახმარებით, რომელიც მოიცავს იონსელექტურ და დამხმარე ელექტროდებს.

სინჯების, რეაქტივების და ელექტროდების მომზადება ანალიზისთვის ისეთივეა როგორც ზემოთ აღწერილი მეთოდით ნიტრატების განსაზღვრისას.

ნიტრატმზომს შეუძლია მუშაობა ნიტრატული აზოტის კონცენტრაციის 1,5-დან 1999 მგ/კგ-მდე გაზომვის რეჟიმში, აგრეთვე ელექტრომამოძრავებელი ძალის აბსოლუტური მნიშვნელობის 0-დან 1000 მილივოლტამდე განსაზღვრის რეჟიმში.

ნიადგის ანალიზისას, **$pC_{NO_3^-}$-ის** სიდიდის ნიტრატების აზოტის მასურ წილში გადასაანგარიშებლად იყენებენ კოეფიციენტს K = 3,5 მგ/კგ; მცენარის ანალიზის შემთხვევაში გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი K = 3,6 მგ/კგ 70-80% წყლის შემცველობის პროდუქციის ანალიზისას; ხოლო, 80-90% წყლის შემცველობის პროდუქციის ანალიზისას K = 3,66 მგ/კგ

მცენარის სინჯში ნიტრატების კონცენტრაციის ანგარიშისთვის გაზომვის შედეგები უნდა გამრავლდეს 10-ზე.

ხელსაწყოს დაყალიბება.

1. ხელსაწყოს დაყალიბებას იწყებენ უმცირესი კონცენტრაციის ხსნარით $pC_{NO_3^-}$=4;

2. გამოხდილი წყლით გარეცხილ და ფილტრის ქაღალდით გამშრალებულ ელექტროდებს ათავსებენ ხსნარში, რომლის $pC_{NO_3^-}$ =4;

3. ღილაკზე - **„>0<„** - ხელის დაჭერიდან 1-2 წუთის შემდეგ თხევად კრისტალურ ინდიკატორზე დააყენებენ „0.00 мВ„ (მილივოლტი), რის შემდეგ ღილაკიდან - „>0<„ - ხელს აიღებენ.

4. „K_1" დამარეგულირებელით თხევად კრისტალურ ინდიკატორზე აყენებენ „03,6" - მცენარეული სინჯის ანალიზისას ან „03.5" - ნიადაგის ანალიზისას.

5. ამოიღებენ ელექტროდებს ხსნარიდან, გარეცხავენ გამოხდილი წყლით, გაამშრალებენ და ათავსებენ ხსნარში რომლის pC_{NO_3}=2; დააჭერენ (ჩართავენ) ღილაკს **„>0<";**

6. 1-2 წუთის შემდეგ ჩაიწერენ ელექტროდული სისტემის ელექტრომამოძრავებელი ძალის მომატებას ხსნარში რომლის pC_{NO_3}=2.

7.გამორთავენ (აიღებენ ხელს ღილაკიდან)ღილაკს **-„>0<";**

8. „K_2" დამარეგულირებელით თხევად კრისტალურ ინდიკატორზე აყენებენ 360 ან 366; მცენარეული სინჯის ანალიზისას, დამოკიდებულია საანალიზო მასალის სახეზე, ან 350 - ნიადაგის ანალიზისას. იღებენ ხსნარიდან ელექტროდებს, ათავსებენ გამოხდილ წყალში, არა ნაკლებ 50 მლ მოცულობისა და ჩარეცხავენ მასში იონომერის „01,0"-ზე ნაკლებ მაჩვენებლამდე. საჭიროების შემთხვევაში ცვლიან წყალს და იმეორებენ ჩარეცხვას. ელექტროდებს ამშრალებენ და ათავსებენ ხსნარში, რომლის pC_{NO_3}=3. დააჭერენ ღილაკს **-„>0<";**

9. 1,5 – 2 წუთის შემდეგ ჩაიწერენ ,ელექტრომამოძრავებელი ძალის მომატებას ხსნარში pC_{NO_3}=3. დააჭერენ ღილაკს **-„>0<";** ჩაიწერენ იონომერის მაჩვენებელს.

10. საკონტროლო ხსნარში, რომლის pC_{NO_3}=3 თხევად კრისტალურ ინდიკატორზე ხელსაწყოს დაყალიბების შემდეგ, უნდა განათდეს „36,0 ± 4,2 „ ან „36,6 ± 4,2" მცენარის ანალიზისას, ან „35.0 ± 4,2" ნიადაგის ანალიზისას.

ელექტრომამოძრავებელი ძალის მატებამ, ხსნარიდან, რომლის pC_{NO_3}=4, ხსნარში გადასვლისას, რომლის pC_{NO_3}=3, ან ხსნარიდან რომლის pC_{NO_3}=3, ხსნარში გადასვლისას რომლის pC_{NO_3}=2, უნდა შეადგინოს არა ნაკლები 53 мВ 25 ^{0} C ტემპერატურის პირობებში.

ხელსაწყოს დაყალიბების შემდეგ ელექტროდებს გაავლებენ გამოხდილ წყალში და შეაშრობენ ფილტრის ქაღალდით. შემდეგ ატარებენ განსაზღვრას საკვლევ ხსნარებში.

მუშაობისას, 1 საათზე მეტი ხნით შესვენებისას, ელექტროდებს ინახავენ KNO_3 -ის 0,0001н ხსნარში.

აპარატურა.

იონომერი ЭВ - 74 ტიპის; pH- მილივოლტმეტრი pH-340; pH-121; pH – 150 ან ანალოგიური ხელსაწყოები, რომელთა გაზომვის ცდომილება არის 5 мВ/0,06 pC_{NO_3};

ელექტროდები: იონსელექტური ELIT 021 ტიპის (ან ანალოგიური) და შედარების ელექტროდი - ქლორვერცხლის, ნაჯერი სანიმუშო მე-2 თანრიგის.

IV.7.16.ნიტრატული აზოტის განსაზღვრა მცენარეში კოლორიმეტრული მეთოდით.

მცენარეში ნიტრატული აზოტის რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის ხშირად იყენებენ კოლორიმეტრულ მეთოდს დისულფოფენოლის მჟავას გამოყენებით. მეთოდის საფუძველს წარმოადგენს დისულფოფენოლის მჟავასთან ნიტრატების რეაქციის შედეგად ნიტროფენოლის წარმოქმნა - შენაერთი, რომელიც ნეიტრალურ ან სუსტ ტუტე არეში იძლევა დამახასიათებელ მომწვანო-მოყვითალო შეფერადებას. შეფერვის ინტენსივობა საკვლევ ხსნარში ნიტრატების რაოდენობის პროპორციულია.

ანალიზის მსვლელობა.

მცენარეულ საანალიზო მასალას 10 გ რაოდენობით გასრესენ ფაიფურის როდინში და წყლით გადაიტანენ ერლენმეიერის

კოლბში იმ ანგარიშით, რომ გამონაწურის საერთო მოცულობამ შეადგინოს 300 მლ; კოლბში მოთავსებულ ხსნარს აცხელებენ (10 წუთამდე) წყლის აბაზანაზე და დროგამოშვებით ანჯღრევენ. ამის შემდეგ გამონაწური გადააქვთ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, წყლით ავსებენ ნიშანხაზამდე და ფილტრავენ. გარკვეულ რაოდენობას (50, 150 მლ), ამატებენ 10 მლ 7%-იან შაბის ხსნარს გაუფერულებისათვის და წვეთობით 10%-იან ამიაკს. ამის შემდეგ ნალექი გამოიყოფა და ხსნარი უფერულდება. გამოლექვისას თუკი ხსნარი ინარჩუნებს ოდნავ შეფერილობას, მას აშორებენ ამიაკის ან შაბის ხსნარის წვეთების დამატებით. ამიაკის ჭარბი რაოდენობის დამატებას ერიდებიან. ამრიგად გაუფერულებული ხსნარი ალუმინის ჟანგის ჰიდრატთან ერთად გადააქვთ 200 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და წყლით ავსებენ ნიშანხაზამდე. ხსნარს ფილტრავენ და HNO_3-ის განსაზღვრისათვის იღებენ 25-50 მლ-ს; ათავსებენ ფაიფურის ჯამში და აორთქლებენ ამოშრობამდე (თუკი განსაზღვრისათვის გამოყენებულია ორგანული ნივთიერებებისაგან გაუწმენდავი წყლის ექსტრაქტი, მაშინ საანალიზო ხსნარს წინასწარ ამუშავებენ 30%-იანი H_2O_2-ით ორგანული ნივთიერების სრულ დაშლამდე).

ფაიფურის ჯამზე მიღებულ ნალექს აცივებენ და პიპეტით ამატებენ 1 მლ დისულფოფენოლის მჟავას. ნალექი მთლიანად იხსნება მინის წკირით შერევით. გახსნიდან 5-10 წუთის შემდეგ ჯამში ამატებენ 5-10 მლ წყალს და ანეიტრალებენ ჯამის შიგთავსს 10%-იანი ტუტის წვეთების დამატებით. არეს რეაქციას ამოწმებენ ლაკმუსის ქაღალდით. ამის შემდეგ ჯამის შიგთავსი მთლიანად გადააქვთ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და აკოლორიმეტრირებენ ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე ლურჯი შუქფილტრით.

საკვლევ ხსნარში ნიტრატების რაოდენობას ანგარიშობენ დაყალიბებული მრუდის გამოყენებით, რომელიც აგებულია რიგი სტანდარტული ხსნარების კოლორიმეტრირებით. სტანდარტულ ხსნარებს იღებენ 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,45 და 0,5 მგ 1 ლიტრზე ნიტრატული აზოტის შემცველობით.

სანიმუშო (სტანდარტულ) ხსნარებს ამზადებენ გადაკრისტალებული აზოტმჟავა კალიუმისაგან. 0,01 მგ /1 მლ ნიტრატული აზოტის შემცველობით ხსნარის მომზადებისათვის 0,1631 გ KNO_3 ხსნიან გამოხდილ წყალში და ხსნარის საერთო მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე.

საჭირო რეაქტივები : 1. 10%-იანი NaOH ან KOH; 2. 7% - იანი შაბი; 3. 10%-იანი ამიაკი; 4. დისულფოფენოლის მჟავა (მომზადება ისევეა, როგორც ნიადაგში ნიტრატების განსაზღვრისას). **5. ნიტრატის სანიმუშო ხსნარი.**

IV.8. საერთო ფოსფორის განსაზღვრა მცენარეში დანაცრების შემდეგ.

ანალიზის მსვლელობა.

გინზბურგის მეთოდით მცენარეული მასალის სველი დანაცრების (**IV.6.1.**) შემდეგ 100 მლ მოცულობის საზომი კოლბიდან იღებენ 5-10 მლ საკვლევ ხსნარს და ათავსებენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ამატებენ 20-25 მლ გამოხდილ წყალს.

ხსნარს ანეიტრალებენ (ამწოვ კარადაში, სპეციალურად გამოყოფილ ოთახში ამიაკთან მუშაობისათვის) ამიაკის 10%-იანი ხსნარით სუსტ ვარდისფერ შეფერადებამდე (ფენოლფტალეინის მიხედვით); შეფერადებას აქრობენ რამდენიმე წვეთი 1%-იანი გოგირდის მჟავას დამატებით. პიპეტკით შეიტანენ 1 მლ მოლიბდენმჟავა ამონიუმის ხსნარს და კარგად შეურევენ. ამატებენ 3 წვეთ ქლორიანი კალას ხსნარს, შეურევენ, მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კვლავ კარგად შეურევენ.

10-15 წუთის შემდეგ აკოლორიმეტრირებენ იგივე პირობებში, როგორშიც იყო აგებული დაყალიბებული მრუდი (გრაფიკი).

ანგარიში.

P_2O_5 (%) = (a · P · 100) : (H ·1000),

სადაც, a - არის მგ P_2O_5 გრაფიკის მიხედვით; 100 – მიღებული მონაცემების პროცენტებში გადასაყვანი კოეფიციენტი; P - განზავება; 1000 - გრამობით წონაკის მილიგრამებში გადასაყვანი კოეფიციენტი, ე.ი. მონაცემების ერთნაირ ერთეულებამდე მიყვანისათვის; H - ჰაერმშრალი ნივთიერების წონა, გ;

შედეგების ჩანაწერის ფორმა

ცდის ვარიანტი	№ კოლბის	განზავება	ФЕК-ზე ანათვალი	P_2O_5 გრაფიკის მიხედვით	P_2O_5, %

რეაქტივები:

1. ხსნარი კონცენტრაციით P_2O_5 1 გ/ლ და K_2O 2 გ/ლ: 1,917 ± 0,001 გ ერთჩანაცვლებული ფოსფორმჟავა კალიუმი და 2,113 ± 0,001 გ კალიუმის ქლორიდი, თითოეულ მათგანს ათავსებენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბებში, ხსნიან შესაბამის გამხსნელ ხსნარში (ხსნარი რომლითაც აწარმოებენ საანალიზო მასალის ექსტრაქციას) და იგივე ხსნარით მოცულობა მიჰყავთ ნიშანხა-ზამდე.

ცხრილი 10

ხსნარის დახასიათება	შესადარებელი ხსნარების ნომერი						
	1	2	3	4	5	6	7
ხსნარების მოცულო-ბა რომელთა კონცენტრაციაა P_2O_5 1 გ/ლ და K_2O 2 გ/ლ;	0	1,0	2,5	5,0	7,5	10	12,5
P_2O_5-ის კონცენტრა-ცია შესადარებელ ხსნარებში, გ/ლ	0	0,004	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050
K_2O-ს კონცენტრაცია შესადარებელ ხსნარებში	0	0,008	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100

2. შესადარებელი ხსნარების სერია. 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში ათავსებენ მე-10 ცხრილში მითითებული მოცულობით ხსნარებს კონცენტრაციით P_2O_5 1 გ/ლ და K_2O 2 გ/ლ; კოლბებში მოთავსებული ხსნარების მოცულობა გამხსნელი ხსნარით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, ღებულობენ შესადარებელ ხსნარებს რომელთაც ინახავენ არა უმეტეს 1 თვისა.

IV.9. კალიუმის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ალოვან-ფოტომეტრული მეთოდით.

კალიუმი მცენარეში რიგ მნიშვნელოვან ფიზიოლოგიურ ფუნქციას ასრულებს: ხელს უწყობს ასიმილაციის პროდუქტების გადამოძრავებას, ამაღლებს აზოტის შთანთქმას და ცილების სინთეზს, ნახშირწყლების პოლიმერიზაციას, ზრდის პროტოპლაზმის ჰიდროფილურობას, რაც ადიდებს მცენარის მდგრადობას ტემპერატურისა და წყლის სტრესის მიმართ. კალიუმი ამაღლებს მცენარის მდგრადობას სოკოვანი დაავადებებისადმი და აუმჯობესებს ბოსტნეული კულტურების ტექნოლოგიურ მაჩვენებლებს.

დიდი რაოდენობით მოიხმარს კალიუმს ნიადაგიდან ძირხვენები: კარტოფილი, შაქრის ჭარხალი, საკვები ძირხვენები. დიდი რაოდენობით შედის კალიუმი მდელოს ბალახებში და მარცვლოვანი კულტურების ჩალაში. კალიუმის შემცველობა მარცვალში გამოირჩევა მუდმივობით და შეადგენს 0,6-0,8%. შემცველობა დამოკიდებულია ჩატარებულ აგროტექნიკაზე, მარცვლოვანი კულტურის სახეობაზე და მერყეობს ფართო ფარგლებში 2-დან 6% -მდე.

თანამედროვე პერიოდში მცენარეში კალიუმის განსაზღვრისათვის იყენებენ ალოვანი ფოტომეტრირების მეთოდს, რომელიც იძლევა საიმედო და მყარ შედეგებს. მცენარეული მასალის სველი დანაცვრა სავსებით გამორიცხავს ამ ელემენტის დანაკარგს. მშრალი დანაცვრის შემდეგ ჩატარებული ანალიზის შედეგები დამოკიდებულია ანალიტიკოსის მუშაობის სიზუსტეზე,

და ასევე, არ არის გამორიცხული მაღალ ტემპერატურაზე დანაცვრის შემთხვევაში კალიუმის დანაკარგი K_2O-ს სახით.

ანალიზის მსვლელობა.

ნაცრის ხსნარს სველი ან მშრალი დანაცვრის შემდეგ ათავსებენ 50 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში და შეიტანენ ალოვანი ფოტომეტრის შემწოვ მოწყობილობაში. კალიუმის შემცველი ხსნარების შეტანისას, ალი ფერადდება ყვითლად. დაახლოებით 30 წამში დაყენდება ხელსაწყოს ისარი, ჩვენებას იღებენ ამპერმეტრზე და ჩაიწერენ.

კალიუმის შემცველობას საანალიზო ხსნარში პოულობენ დაყალიბებული მრუდის მიხედვით. **ალოვანი ფოტომეტრის სინათლის ნაკადის ინტენსივობა ხსნარში კალიუმის ატომების შემცველობის პროპორციულია.** მეთოდის მგრძნობელობა დამოკიდებულია აპარატზე, მაგრამ იგი არ უნდა იყოს 0,01 მკგ K_2O-ზე ნაკლები 1 მლ-ზე;

დაყალიბებული მრუდის აგება. დაყალიბებული მრუდის ასაგებად შესადარებელი სანიმუშო ხსნარების სერიას ამზადებენ „ქიმიურად სუფთა“ KCl-ის ძირითადი ხსნარის (1 მგ/ მლ K_2O შემცველობით) განზავებით. შესადარებელი სანიმუშო ხსნარები მზარდი კონცენტრაციების მიხედვით შეყავთ ალოვანი ფოტომეტრის შემწოვ მოწყობილობაში და ჩაიწერენ აპარატის ჩვენებას შესაბამისი კონცენტრაციების მიხედვით. შესადარებელი ხსნარების ფოტომეტრირების შედეგების მიხედვით აგებენ დაყალიბებულ მრუდს(გრაფიკს). აბსცისთა ღერძზე განალაგებენ კალიუმის კონცენტრაციას შესადარებელ ხსნარებში - მგ/მლ-ში, ხოლო, ორდინატთა ღერძზე - მათ შესაბამის მაჩვენებელს ალოვან ფოტომეტრზე.

ანგარიში. K_2O-ს რაოდენობას %-ობით ანგარიშობენ ფორმულით:

$$K_2O, \% = (a \cdot V \cdot 100) : (H \cdot 1000),$$

სადაც, **a - არის K_2O** მგ/გრაფიკის მიხედით; **V -** საკვლევი ხსნარის მოცულობა, მლ; 100 - კოეფიციენტი - მიღებული მონაცემების

პროცენტებში გამოსახვისთვის; 1000 – კოეფიციენტი - გრამობით აღებული წონაკის მილიგრამებში გადაყვანისთვის (ესეიგი, მონაცემების ერთიან ერთეულებში მისაყვანად); **H** - ჰაერ-მშრალი ნიადაგის წონა გრამებში; თუკი საკვლევი ხსნარის კონცენტრაცია გრაფიკზე დატანილ კონცენტრაციებზე უფრო მაღალია, საჭიროა შესაბამისი განზავების გაკეთება. ამისათვის იღებენ პიპეტკით 10-20 მლ საკვლევ ხსნარს და ათავსებენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და ატარებენ განსაზღვრას. განზავებას მხედველობაში იღებენ შედეგების ანგარიშისას.

ჩანაწერის ფორმა

ნიმუშის #	**V -საკვლევი ხსნარის მო-ცულობა, მლ;**	**განზა-ვება**	**ალოვან ფოტომეტრზე ანათვალი**	**K_2O, მგ /გრაფიკის მიხედით;**	**K_2O, %**

რეაქტივები:

1. KCl-ის ძირითადი ხსნარი 1 მგ/ მლ K_2O შემცველობით: გადაკრისტალებულ, ქიმიურად სუფთა - 1,5826 გ KCl ხსნიან გამოხდილ წყალში 1 ლიტრიან საზომ კოლბში, კარგად შეურევენ, მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კვლავ კარგად შეურევენ.

2. სანიმუშო ხსნარების სერია: 10 ცალ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ათავსებენ თითოეულში დაახლოებით 20 მლ გამოხდილ წყალს და თანმიმდევრობით ამატებენ 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 და 1 მლ KCl-ის ხსნარს, რომელიც შეიცავს 1 მგ/მლ K_2O. შეურევენ, გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე.

IV.10. საერთო გოგირდის განსაზღვრა.

გოგირდი ფართოდ არის გავრცელებული მცენარეულ სამყაროში. მცენარეში, გოგირდის მჟავას მარილების სახით მოხვედრისას, იგი ნაწილობრივ აღდგება S-მდე ან SH-მდე; ასეთი

სახით გოგირდი შეიძლება დაგროვდეს სამარაგო ორგანოებში ცილების ან ცხიმების სახით. თესლის გაღივებისას (აღმოცენებისას) კვლავ იჟანგება SO_4-მდე და ასეთი სახით გამოიყენება ახალი ნივთიერების სინთეზში. გოგირდის შემცველობა მერყეობს 0,5-დან 10 გრამამდე 1 კგ მშრალ ნივთიერებაზე. გოგირდის უფრო მაღალი შემცველობით გამოირჩევა მცენარის ფოთლები და თესლი, მნიშვნელოვნად მცირეა იგი ფესვებში და ღეროში. მცენარეში გოგირდი იმყოფება მინერალურ და ორგანულ ფორმაში, მინერალური ნაწილი წარმოდგენილია თაბაშირით და გოგირდის მჟავას მარილებით, ხოლო, ორგანული გოგირდი შედის გოგირდის შემცველი ამინომჟავების შემადგენლობაში: მეთიონინის, ცისტინის და ცისტეინის; ფერედოქსინის, გლუტატიონის, კოფერმენტი A-ს; ცილების მაღალი შემცველობის მცენარეები ჩვეულებრივ, გოგირდსაც მეტი როდენობით შეიცავენ, მაგალითად, სამარცვლე პარკოსანი კულტურები.

გოგირდის მცირე დანაკარგი შესაძლებელია მცენარეული მასალის გაშრობისას ოთახის ტემპერატურაზეც კი. მცენარეები, მდოგვის ცხიმის შემცველობით, დიდი რაოდენობით გოგირდს კარგავენ აქროლადი ფორმით - 100^0 C ტემპერატურაზე გაშრობისას.

წყლის და მდოგვის ცხიმის მაღალი შემცველობის მცენარეების ანალიზს ატარებენ ნედლ, არაფიქსირებულ მდგომარეობაში, ყველა სხვა ნიმუშების ანალიზს ატარებენ ჰაერმშრალ მდგომარეობაში.

გოგირდის განსაზღვრისას ძალზე მნიშვნელოვანია დანაცვრა ჩატარდეს დანაკარგის გარეშე და თავიდან ავიცილოთ გოგირდის შენაერთების აქროლება, რისთვისაც აუცილებელია შემდეგი ორი პირობა: დანაცვრის უფრო დაბალი ტემპერატურა, ვიდრე ჩვეულებრივად არის მიღებული, და წვა დახურულ მოცულობაში. აღნიშნულ სახელმძღვანელოში შემოთავაზებულია საერთო გოგირდის განსაზღვრის წონითი მეთოდი.

გოგირდის განსაზღვრის წონითი მეთოდი.

მეთოდის პრინციპი. მშრალი მცენარეული მასალის დანაცვრას ატარებენ კონცენტრირებული აზოტის მჟავით (კატალიზატორთან ერთად) ნახევრად დახურულ მოცულობაში. გაფილტვრით თავისუფლდება სილიციუმის მჟავასაგან. მჟავე ხსნარიდან გოგირდს დალექავენ ბარიუმის ქლორიდით. გოგირდი გამოილექება $BaSO_4$-ის სახით. ნალექს რეცხავენ სპირტით და ეთერით, აშრობენ, წონიან.

ანალიზის მსვლელობა.

1 გრამ ჰაერ-მშრალ საანალიზო მასალას ათავსებენ კელდალის ვიწრო, გრძელ ყელიან კოლბში. კოლბს მიუერთებენ სწორ შებრუნებულ მაცივარს. კოლბში ათავსებენ 15-20 მლ კონცენტრირებულ აზოტის მჟავას, კოლბის ყელიდან ჩარეცხავენ ორგანული ნივთიერებების ნარჩენებს. დასაწყისში დანაცვრას ატარებენ ოთახის ტემპერატურაზე. ამისათვის, მჟავა დამატებულ წონაკს ტოვებენ ღამით (აპარატზე მიმაგრებულს). შემდეგ იწყებენ დანაცვრას გაცხელებით, რისთვისაც იყენებენ გაზქურას ან ელექტროგამაცხელებელ ხელსაწყოს.

საჭიროა მოვერიდოთ მძაფრ დუღილს და მჟავის ძლიერ გაცხელებას. გამოყოფილი წყალბადი და ნახშირმჟავა აირი ძლიერ აქაფებენ წონაკს. აუცილებელია გაცხელება ისე ვარეგულიროთ, რომ მაცივრის ზედა გამოშვერილი (გამონაზარდი) ნაწილიდან თითქმის არ გამოდიოდეს აზოტის ჟანგეულები. ამ შემთხვევაში SO_4 - დანაკარგისგან დაზღვეულია.

დანაცვრის მძაფრი რეაქცია შეიმჩნევა მხოლოდ პირველ საათში, შემდეგ კი სწორად გაცხელების პირობებში, იგი გადადის ხსნარის თანაბარზომიერ დუღილში. როდესაც, მაცივრის ზედა გამონაზარდი (გამოშვერილი) ნაწილიდან შეწყდება აზოტის ჟანგეულების გამოყოფა, კელდალის კოლბში ამატებენ რამდენიმე წვეთ H_2O_2, რაც აჩქარებს დანაცვრას, შეიძლება ასევე პერიოდულად $KClO_3$-ის ფხვნილის დამატება.

აზოტის მჟავას სიჭარბეს კოლბში უნდა ვერიდოთ, რადგანაც იგი ახანგრძლივებს დანაცვრის პროცესს. თუკი დანაცვრის

დასასრულისას აზოტის მჟავა მცირე რაოდენობით დარჩება კოლბში, მაშინ, საჭიროა, მაცივრის ზედა ბოლოდან ჩავამატოთ რამდენიმე მლ მჟავა. დანაცვრა დამთავრებულად ითვლება, თუკი კოლბში ხსნარი გახდება უფერული და გამჭვირვალე. ჩვეულებრივ დანაცვრა მთავრდება 4-5 საათში.

კელდალის კოლბს გამორთავენ და მასში არსებულ მასას განაზავებენ ცხელი გამოხდილი წყლით, შემდეგ ფილტრავენ უნაცრო ფილტრით 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ფილ-ტრატს ანეიტრალებენ ტუტით მეთილ ორანჟის გამოყენებით და წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ფილტრატი უნდა იყოს ზედმი-წევნით გამჭვირვალე (ფილტრზე რჩება სილიციუმის მჟავა).

ფილტრატის ორ ულუფას 50-50 მლ-ობით ათავსებენ ქიმიურ ჭიქებში და მათ შიგთავსს აორთქლებენ პირველსაწყისი მოცუ-ლობის 2/3-მდე. ხსნარში, რომელსაც აქვს ნეიტრალური ან ტუტე რეაქცია ამატებენ 2-3 წვეთ ინდიკატორ მეთილ ორანჟს და შემდეგ მცირე ულუფებით ამატებენ კონცენტრირებულ მარილ-მჟავას, მიღებული ხსნარის - წითელ-ორანჟის ფერში გადასვლა-მდე; რის შემდეგ კვლავ ამატებენ 1 მლ კონცენტრირებულ მარილმჟავას.

ამზადებენ დამლექავს, რისთვისაც 2 გ ბარიუმის ქლორიდს ხსნიან 50 მლ ცხელ გამოხდილ წყალში. საკვლევ ხსნარს აცხელებენ ადუღებამდე და ნელ-ნელა, წვეთობით ასხამენ მასში დამლექავის ცხელ ხსნარს (20-25 მლ). დალექვისას ხსნარს დაუყოვნებლივ ფრთხილად, ნელა შეურევენ მინის წკირით. ჭიქას (ნალექით) ახურავენ საათის მინას და ტოვებენ ღამის განმავ-ლობაში. ამოწმებენ დალექვის სისრულეს. ამისათვის ჭიქაში ამა-ტებენ 2-3 წვეთ დამლექავს, თუკი ფილტრატი დარჩება გამჭვირ-ვალე, იწყებენ გაფილტვრას.

ხსნარს ფილტრავენ მინის ფილტრით ან „გუჩის“ ტიგელით, რომელიც მიყვანილია მუდმივ წონამდე. ნალექს მრავალჯერ გარეცხავენ სპირტის ან ეთერის მცირე ულუფებით (10 მლ). ფილტრავენ წყლისჭავლიანი ტუმბოთი. ნალექს, ეთერის სუნის მოსაცილებლად აშრობენ ჰაერზე. ტიგელებს ან მინის ფილტრებს

ნალექებით ათავსებენ ვაკუუმ-ექსიკატორში ან საშრობ კარადაში და t = 105^{0}C ტემპერატურაზე მიჰყავთ მუდმივ წონამდე.

შედეგების ანგარიში: % S = { (a-b) · V· 100 · 0,137} : (H · V_1 · 1000)

სადაც, a - არის ტიგელის წონა $BaSO_4$ - ის ნალექით, გ.; **b** - ცარიელი ტიგელის წონა, გ.; **V** - ფილტრატის საერთო რაოდენობა, მლ; **V_1** - ხსნარის რაოდენობა აღებული ჭიქაში, მლ; **H** - დანაცრისთვის აღებული ნივთიერების წონა, გ.; **0,137** - $BaSO_4$ - ის გოგირდზე გადასაანგარშებელი კოეფიციენტი; შეიძლება სხვა კოეფიციენტის **0,411**-ის გამოყენება SO_4^{2-} - ზე გადასაყვანად.

რეაქტივები: 1. აზოტის მჟავა (კონც.). 2. H_2O_2 30%- იანი. 3. $KClO_3$ ფხვნილი.

4. ბარიუმის ქლორიდის 4%- იანი ხსნარი. 5. მეთილის ორანჟის ინდიკატორი. **6. ეთილის სპირტი. 7. ეთერი ნალექის გასარეცხად.**

IV.11. ნახშირწყლების განსაზღვრა მცენარეში.

ნახშირწყლები ითვლება ფოტოსინთეზის ძირითად პროდუქტად. მათ საფუძველზე, ნივთიერებათა ცვლის პროცესში, მცენარეულ ორგანიზმებში ფორმირდება ცილები, ცხიმები, ნუკლეინის მჟავები და სხვა შენაერთები. ნახშირწყლები - ძირითადი წყაროა უჯრედის აერობული და ანაერობული სუნთქვისათვის; ენერგიის წყარო - ვეგეტაციის განახლებისთვის. ჩვეულებრივად მცენარე შეიცავს მრავალგვარი ნახშირწყლების დიდ ნაკრებს. ვეგეტაციის პროცესში ხსნად და უხსნად ფორმებს შორის შეფარდება იცვლება. ახალგაზრდა მცენარეებში ჭარბობს მონო- და დისაქარიდები, მომწიფების პერიოდში იზრდება სახამებლის, ცელულოზის ე.ი. უხსნადი ფორმების შემცველობა.

ნახშირწყლების შემცველობა და მათი მრავალფეროვნება განისაზღვრება მცენარის სახეობით, განვითარების ფაზებით, გარემოს აბიოტური ფაქტორებით და იცვლებიან ფართო ფარგლებში. მაგალითად, ხორბლის მარცვალი შეიცავს 3% ხსნად ნახშირწყლებს და 70% სახამებელს, ჭარხალში 20% ხსნადი

ნახშირწყლებია (საქაროზა), კარტოფილში 20% სახამებელი, ხოლო, ბამბის ბოჭკოს 90% შედგება ცელულოზისაგან.

მცენარეულ პროდუქციაში ნახშირწყლების განსაზღვრა საშუალებას იძლევა:

ა) დადგინდეს აღნიშნული ნივთიერებების ცვლის კანონზომიერებები მოსავლის ფორმირების, მომწიფების და პროდუქციის შენახვისას. **ბ)** შეფასდეს ხარისხი - ნაყოფების, ბოსტნეულის, მწვანე მასის და მათი ტექნიკური გადამუშავების შესაძლებლობა, მაგალითად, შაქრის ჭარხლის, კარტოფილის და სხვ.; **გ)** ჯანდაცვაში შედგეს ენერგეტიკული ბალანსი, ზოოტექნიკაში გაანგარიშებული იქნეს საკვები რაციონი.

მიღებულია ნახშირწყლების შემდეგი კლასიფიკაცია:

ნახშირწყლებია:

მონოსაქარიდები	**პოლისაქარიდები I რიგის**	**პოლისაქარიდები II რიგის**
გლუკოზა	საქაროზა	სახამებელი
ფრუქტოზა	მალტოზა	უჯრედანა
მანოზა	ცელობიოზა	ჰემიცელულოზა
გალაქტოზა და ა.შ.	რაფინოზა	პექტინური ნივთიერებები

მონოსაქარიდები - შედგებიან ნახშირწყლის ერთი მოლეკულისაგან, კარგად ხსნადია წყალში.

პოლისაქარიდები I რიგის - შედგებიან ორი, ხოლო რაფინოზა სამი მოლეკულა მონოსაქარიდისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან შეკავშირებულნი არიან „ჟანგბადის ხიდით“ (კავშირი -O-), კარგად ხსნადი წყალში.

პოლისაქარიდები II რიგის - შედგებიან მონოსაქარიდების რამდენიმე ათასი მოლეკულისაგან, ძირითადად გლუკოზის, შეკავშირებულნი ერთმანეთთან „ჟანგბადის ხიდით“. მოლეკულის შეფუთვა ხორციელდება ციკლური ჯაჭვის სახით, მაგალითად, ინულინი; დატოტვილი სტრუქტურის სახით - სახამებელი; მიცელიალური ძაფების სახით - უჯრედანა; უჯრედანა წყალში

უხსნადია, სახამებელი იძლევა კოლოიდურ ხსნარებს; ეს ნახშირწყლები უზრუნველყოფენ უჯრედული კედლის და მცენარის მრავალი სხვა ორგანოების მექანიკურ სიმკვრივეს, ქმნიან საფარ ქსოვილებს, უზრუნველყოფენ ბიოქიმიური შემადგენლობის სტაბილურობას მცენარეში ნივთიერებათა ცვლის პროცესში და პროდუქციის შენახვისას.

არსებობს მონოსაქარიდების რაოდენობრივი განსაზღვრის მეთოდები: ქიმიური, პოლარიმეტრული. პოლისაქარიდების განსაზღვრა მცენარეში ხორციელდება იგივე მეთოდებით, მაგრამ აღნიშნული შენაერთების ჟანგბადური კავშირი (-O-) წინასწარ ირღვევა მჟავე ჰიდროლიზის პროცესში;

IV.11.1. ნახშირწყლების განსაზღვრა ბერტრანის მეთოდით.

მეთოდის პრინციპი. ხსნადი ნახშირწყლები მცენარეული მასალიდან გამოძევდება ცხელი გამოხდილი წყლით. ფილტრატის ერთ ნაწილში საზღვრავენ მონოსაქარიდებს, მეორეში - ჰიდროლიზის შემდეგ მარილის მჟავით დი- და ტრისაქარიდებს, რომლებიც ამ დროს იშლებიან გლუკოზამდე.

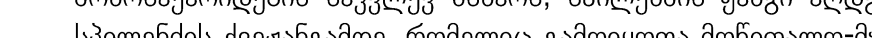
მეთოდის საფუძველია, ალდეჰიდური ან კეტონური დაჯგუფების შემცველი მონოსაქარიდების უნარი, აღადგინონ ფელინგის სითხე. ეს უკანასკნელი წარმოადგენს სეგნეტის მარილის (ღვინის მჟავა კალიუმი, ნატრიუმი) ტუტე ხსნარის და გოგირდმჟავა სპილენძის ხსნარის 1:1 ნარევს. ამ დროს მონოსაქარიდები იჟანგებიან შესაბამის მჟავამდე, ხოლო, სპილენძის ჟანგი აღდგება სპილენძის ქვეჟანგამდე, რომელიც გამოიყოფა მოწითალო-მურა ფერის ნალექის სახით. ნალექის რაოდენობა ნახშირწყლების რაოდენობის ექვივალენტურია.

პოლისაქარიდები არ შეიცავენ ალდეჰიდურ ან კეტონურ ჯგუფს, ამიტომ მათი რაოდენობრივი განსაზღვრა შესაძლებელია მხოლოდ მონოსაქარიდებამდე მათი მჟავური ჰიდროლიზის შემდეგ. ჰიდროლიზის შემდეგ საქაროზა წარმოქმნის გლუკოზის და ფრუქტოზის მოლეკულას, ხოლო სახამებელი იშლება გლუკოზის რამდენიმე ასეულ მოლეკულამდე.

გოგირდმჟავა სპილენძის ხსნარის და სეგნეტის მარილის ტუტე ხსნარის შერევისას მიმდინარეობს შემდეგი რეაქციები:

$$CuSO_4 + 2\ NaOH = Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$$

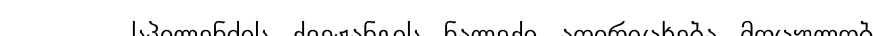
ამრიგად, ღებულობენ სპილენძის ჟანგის კომპლექსურ შენაერთს, რომელიც არის ხსნარში.თუკი ამ ხსნარში დავამატებთ მონოსაქარიდების საკვლევ ხსნარს, სპილენძის ჟანგი აღდგება სპილენძის ქვეჟანგამდე, რომელიც გამოიყოფა მოწითალო-მურა ფერის ნალექის სახით.



$$[CuO]+CH_2OH(CHOH)_4C{=}O+H_2O = Cu_2O+ CH_2OH(CHOH)_4COOH$$

გლუკოზა სპილენძის გლუკონის მჟავე ქვეჟანგი

სპილენძის ქვეჟანგის ნალექი აღირიცხება მოცულობითი მეთოდით. ალენის მილში აზბესტის ფილტრზე ნალექს ხსნიან რკინაამონიუმის შაბის გოგირდმჟავა ხსნარით:



$$\mathbf{Cu_2O + 2Fe_2(SO_4)_3 + H_2SO_4 = 2\ CuSO_4 + 2FeSO_4 + H_2O.}$$

რკინა სამვალენტიანიდან გადადის ორვალენტიანში, რომელსაც შემდეგ ტიტრავენ $KMnO_4$-ის ზუსტად ცნობილი ნორმალობით.

პერმანგანატის რაოდენობა ექვივალენტურია სპილენძის იმ რაოდენობის, რომელიც გამოიყოფა ნალექის სახით. სპილენძის ნალექის რაოდენობას ანგარიშობენ მგ-ობით, შემდეგ კი ბერტრანის სპეციალური ცხრილის მიხედვით პოულობენ გლუკოზის შესაბამის რაოდენობას მგ-ებში.

ანალიზის მსვლელობა.

ანალიზურ სასწორზე წონიან ჰაერ-მშრალ მცენარეულ მასალას 1 ±0,001 გ რაოდენობით და ათავსებენ 150-200 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში. ცილინდრით ამატებენ 125 მლ ცხელ გამოხდილ წყალს და დგამენ წყლის აბაზანაზე, რომელიც წინასწარ არის გაცხელებული 80^0 C-მდე. იმავდროულად დგამენ

აბაზანაზე საკონტროლო ჭიქას წყლით, რომელშიც მოთავსებულია თერმომეტრი.

75-80^0 C ტემპერატურაზე 30 წუთის განმავლობაში მიმდინარეობს ნახშირწყლების ექსტრაქცია, პერიოდულად შეურევენ რეზინის დაბოლოების მქონე მინის წკირით, რომელიც მუდმივად არის მოთავსებული ჭიქაში. სუსპენზიას აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე და ლექავენ ცილებს. ამისათვის, ნალექის ზემოთ სითხეში წვეთობით ჩაასხამენ ძმარმჟავა ტყვიის ხსნარს. ყოველ დამატებულ წვეთს ენერგიულად შეურევენ. ცილების დალექვაზე იხარჯება დაახლოებით 0,5 მლ დამლექავი, რაც დამოკიდებულია საანალიზო მასალის ხარისხზე. აღრიცხავენ დამლექავის საერთო რაოდენობას წვეთებში ან მლ-ებში. დაუშვებულია ტყვიის ნაკლებობა ან სიჭარბე. ცილების სრული დალექვა მიმდინარეობს 4 საათის განმავლობაში, უმჯობესია ნალექი დატოვებული იყოს ღამის განმავლობაში.

ძმარმჟავა ტყვიის შესაძლო ჭარბ რაოდენობას ლექავენ Na_2SO_4-ის 10%-იანი ხსნარით, რომელსაც ამატებენ დახარჯული ტყვიის ხსნარის სამმაგი რაოდენობით. კარგად შეურევენ სუსპენზიას ჭიქაში. დალექვისათვის ტოვებენ ღამის განმავლობაში.

სუსპენზიას ფილტრავენ ქაღალდის დაკეცილი ფაშარი ფილტრის და 8-10 სმ დიამეტრის მინის ძაბრის გამოყენებით 200 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ნალექი მთლიანად გადააქვთ ფილტრზე, ჭიქის შიგთავსს და ფილტრზე არსებულ ნალექს რეცხავენ ცხელი გამოხდილი წყლის მცირე ულუფებით. აცივებენ ხსნარს, შეურევენ, მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კვლავ კარგად შეურევენ. მიიღება გამჭვირვალე ფილტრატი, შეფერილობით - სუსტი ყვითელიდან ჩალისფერ-ყვითლამდე, რაც გამოწვეულია მცენარეული პიგმენტებით.

შემდგომი განსაზღვრისათვის იყენებენ მოცულობებს:

200 მლ ფილტრატიდან: 20 მლ - მონოსაქარიდების განსაზღვრისათვის; 50 მლ - შაქრების ჯამისთვის; 50 მლ - არაცილოვანი აზოტის განსაზღვრისათვის;

IV.11.2. მონოსაქარიდების განსაზღვრა.

ანალიზის მსვლელობა.

ერლენმეიერის 100 მლ მოცულობის ვიწრო ყელიან კონუსურ კოლბში პიპეტით შეაქვთ 20 მლ $CuSO_4$-ის ხსნარი, ამატებენ 20 მლ სეგნეტის მარილის ხსნარს, კარგად შეურევენ. კოლბში ამატებენ 20 მლ ნახშირწყლების საკვლევ ხსნარს და შეურევენ.

- ***ხსნარების შეტანის თანმიმდევრობას და მათ შეფარდებას არ ცვლიან!***

დგამენ ქურაზე აზბესტის ბადით, აცხელებენ ნარევს, ადუღებენ სუსტი დუღილით 3 წუთის განმავლობაში (ქვიშის საათის გამოყენებით). კოლბის ფსკერზე წარმოიქმნება მოწითალო მურა ფერის სპილენძის ქვეჟანგის ნალექი.

ხსნარს ფილტრავენ ცხელ მდგომარეობაში ალენის მილში მოთავსებული აზბესტის ფილტრის გამოყენებით ბუნზენის დიდ კოლბში წყლის ჭავლიანი ან ვაკუუმ - ტუმბოს გამოყენებით.

სპილენძის ქვეჟანგის ნალექს 7-8-ჯერ რეცხავენ გამოხდილი ცხელი წყლის მცირე ულუფებით და მთლიანად გადააქვთ იგი ფილტრზე;

****ფილტრზე ნალექი დაფარული უნდა იყოს წყლით, ჰაერზე არ ტოვებენ!***

გარეცხილი ნალექი ალენის მილიდან გადააქვთ მცირე, დაახლოებით 250 მლ მოცულობის ბუნზენის სუფთა კოლბში. მილში არსებულ ნალექს (გამორთული ტუმბოს პირობებში) ხსნიან რკინაამონიუმის შაბით - დაახლოებით 10-15 მლ, გადააქვთ ის კონუსურ კოლბში, რადგან მილში შეიძლება იყოს სპილენძის ქვეჟანგის კვალი, შემდეგ კი ისევ გადაასხამენ მილში. ფრთხილად ხსნიან ნალექს მინის პატარა წკირით. მილში არსებულ შიგთავსს 5-6-ჯერ რეცხავენ ცხელი წყლის მცირე ულუფებით ჩართული ტუმბოს პირობებში.

ბუნზენის მცირე კოლბში დაგროვილ ხსნარს (ჩანარეცხი წყლებით) გაცივების გარეშე, ფრთხილად, სუსტი შერევით

ტიტრავენ პერმანგანატის 0,02 ან 0,05 ნორმალობის ხსნარით სუსტ-ვარდისფერ შეფერილობამდე.

ანგარიში

1 მლ 0,1 M. $KMnO_4$ შეესაბამება 6,36 მგ Cu

a მლ 0,1 M $KMnO_4$ შეესაბამება X მგ Cu

სადაც, **a** არის პერმანგანატის მოცულობა (მლ), დახარჯული დატიტვრაზე;

X -სპილენძის რაოდენობა ნალექში (მგ).

ბერტრანის ცხრილის მიხედვით ვპოულობთ:

X Cu შეესაბამება **a (მგ)** გლუკოზას, ხოლო შემდეგ:

მონოშაქრების შემცველობა (%) = (a · P · 100) : (H · 1000),

სადაც, **a - მგ** გლუკოზა **ბერტრანის ცხრილის მიხედვით (დანართი, ცხ.18).**

P - განზავება 200/20; **H -** ჰაერ-მშრალი ნივთიერების წონაკი, გ;

1000 - მგ-ის გრამებში გადასაანგარიშებელი;

IV.11.3. ხსნადი ნახშირწყლების შაქრების ჯამის განსაზღვრა.

ანალიზის მსვლელობა.

100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ათავსებენ 50 მლ ფილტრატს, ცილინდრით ამატებენ 5 მლ კონცენტრირებულ HCl და დგამენ წყლის აბაზანაზე, რომელიც წინასწარ არის გაცხელებული 80^0 C-მდე.

საკონტროლო კოლბში ასხამენ 50 მლ წყალს და 5 მლ მჟავას, ჩაუშვებენ თერმომეტრს და დგამენ აბაზანაზე.

შაქრების ჰიდროლიზს აბაზანაზე ატარებენ მუდმივი შერევით 68-70^0 C ტემპერატურაზე 5 წუთის განმავლობაში ქვიშის საათის მიხედვით.

აცივებენ ხსნარს, ამატებენ 2-3 წვეთ ფენოლფტალეინს, შემდეგ ანეიტრალებენ მშრალი სოდის მცირე ულუფებით, დაახლოებით 100 მგ მოცულობის გამოყენებით (სუსტ ვარდისფერ

შეფერვამდე). სოდის ყოველი ულუფის გამოყენების შემდეგ კარგად შეურევენ კოლბის წრიული მოძრაობით, ისე, რომ კოლბის ძირს არ ვაცილებთ მაგიდიდან. არ უნდა დავუშვათ ხსნარის ძლიერი აქაფება. ხსნარს წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კვლავ კარგად შეურევენ.

ხსნარს იყენებენ შაქრების ჯამის განსაზღვრისათვის. რადგანაც ხსნარში ჰიდროლიზის შემდეგ არის მხოლოდ მონოსახარიდები, განსაზღვრას ატარებენ ზემოთ აღწერილი მეთოდიკის მიხედვით.

შაქრების ჯამის შემცველობა [%] = (B· P· 100) : (H· 1000) ,

სადაც, ***B*** არის - მგ გლუკოზა **ბერტრანის ცხრილის მიხედვით (იხ. დანართი ცხ.18);**

P **-** განზავება; ***P***=(200 · 100) / (50· 20);

H - ჰაერ-მშრალი საანალიზო მასალის წონაკი, გ;

შემდეგ შეიძლება გამოანგარიშებული იქნეს უშუალოდ დისაქარიდები:

% დისაქარიდების = (% შაქრების ჯამი - % მონოსაქარიდები) · 0,95

(0,95 - შესწორების კოეფიციენტი, რადგან საქაროზის ერთი მოლეკულა ჰიდროლიზის დროს იძლევა 0,95 მოლეკულა გლუკოზას).

IV.11.4. არაცილოვანი აზოტის და ნახშირწყლების განსაზღვრა ერთი წონაკიდან.

მცენარეულ მასალაში არაცილოვანი აზოტის ჯამური რაოდენობა უფრო მოხერხებულია განისაზღვროს ნახშირწყლებთან ერთად ერთი წონაკიდან. ანალიზის ასეთნაირად ჩატარებისას უზრუნველყოფილია განსაზღვრის მაღალი სიზუსტე.

ანალიზის მსვლელობა

50 მლ ფილტრატს ათავსებენ კელდალის ფართო ყელიან კოლბში, ელექტროქურაზე აორთქლებენ 5-7 მლ-მდე, აცივებენ. იგივე კელდალის კოლბში ამატებენ 7 მლ კონცენტრირებულ

გოგირდის მჟავას და დანაცრავენ ხსნარს უფერულ მდგომარეობამდე (ჩვეულებრივ, კატალიზატორს არ ამატებენ).

კელდალის კოლბის შიგთავსს მთლიანად გადაიტანენ გადასადენ აპარატში და ატარებენ განსაზღვრას მიკროკელდალით ან გადააქვთ შესაბამის საზომ კოლბში და ატარებენ ამიაკური აზოტის კოლორიმეტრულ განსაზღვრას ნესლერის რეაქტივით.

რეაქტივები: 1. $(CH_3COO)_2Pb$ – 4%-იანი ხსნარი; **2. Na_2SO_4-ის 10%-იანი ხსნარი; 3. HCl** კონცენტრირებული (d=1,19); **4. ნახშირმჟავა ნატრიუმი** (სოდა) $Na_2CO_3 \cdot H_2O$; **5. ფენოლფტალეინი. 6. $CuSO_4$ - ის 4%-იანი ხსნარი. 7. სეგნეტის მარილის** - $C_4H_4O_6KNa$. $4H_2O$ - ტუტე ხსნარი: „ქ.ს.“ 200 გ მარილი გადააქვთ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში, ასხამენ დაახლოებით 300 მლ წყალს, ამატებენ 150 მლ „ქ.ს.“ KOH ან NaOH, მიიყვანენ ნიშანხაზამდე. გადაფილტრავენ ხსნარს ალენის მილით ან მინის ტიგელ-ფილტრით #3 ან #4. **8. რკინაამონიუმის შაბის ხსნარი,** შემჟავებული გოგირდის მჟავით - $(NH_4)_2SO_4 \cdot Fe_2(SO_4)_3 \cdot 24\ H_2O$: 81 გრამი შაბი გადააქვთ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში, ხსნიან დაახლოებით 500 მლ წყალში, ფრთხილად ამატებენ 108,7 მლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას, მიიყვანენ ნიშანხაზამდე. ან, შაბის ნაცვლად იღებენ 50 გ $Fe_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$. **9. $KMnO_4$ 0,02 н ხსნარს** ამზადებენ ფიქსონალისგან.

IV.11.5. შაქრის ჭარხალში შაქრის პოლარიმეტრული განსაზღვრა.

მეთოდი შეიძლება გამოყენებული იქნეს შაქრის მაღალი შემცველობის სხვა მცენარეულ პროდუქციაშიც.

ანალიზის მსვლელობა.

შაქრის ჭარხლის ძირხვენის დაქუცმაცებული ნიმუშიდან (რბილობი) იღებენ 25-30 გრამ წონაკს ფაიფურის ან სპეციალურ მეტალის ჯამში.

მინის წკირის დახმარებით წონაკი დანაკარგის გარეშე გადააქვთ 200 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ფაიფურის ჯამს და მინის წკირს რამდენჯერმე ჩარეცხავენ იგივე კოლბში მისი მოცულობის 3/4-მდე.

ცილოვანი ნივთიერებების დალექვისათვის კოლბში ამატებენ 7 მლ ძმარმჟავა ტყვიის 10 %-იან ხსნარს. შემდეგ, კოლბს ხსნარით 30 წუთის განმავლობაში ათავსებენ წყლის აბაზანაზე 80^0C ტემპერატურის პირობებში, კოლბის შიგთავსის პერიოდული შერევით. ამის შემდეგ წარმოქმნილ ქაფს ლექავენ რამდენიმე წვეთი ეთერის დამატებით, ხსნარის მოცულობა ცხელი გამოხდილი წყლით მიყავთ ნიშანხაზამდე და კვლავ ათავსებენ კოლბს წყლის აბაზანაში კიდევ 15 წუთი.

კოლბის შიგთავსს აცივებენ 20^0 C-მდე (ონკანის ცივი წყლის ჭავლის გამოყენებით), გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხა-ზამდე და კარგად შეურევენ.

საქაროზის მიღებულ ხსნარს ფილტრავენ მკვრივი, დაკე-ცილი ფილტრის გამოყენებით მშრალ სუფთა ჭიქაში, ფილტ-რატის პირველ მღვრიე ულუფას გადაღვრიან. ხსნარს ასხამენ პოლარიმეტრულ კიუვეტში და ატარებენ ბრუნვის კუთხის გაზომვას.

საქაროზის შემცველობას პოულობენ ფორმულით:

% საქაროზის = (a · p · 0,75 · 0,9925 · 100) : н ,

სადაც, **a** - შკალაზე ანათვალია გრადუსებში; **0,75** - შაქრის რაოდენობა, რომელიც შეესაბამება ხელსაწყოს შკალის 1^0-ს, გ; **0,9925** - შესწორება მოცულობაზე, როცა ანალიზი ტარდება სა-ზომ კოლბში. **p** - განზავება ანგარიშიდან 200/100; **н** – საანალი-ზოდ აღებული რბილობის წონაკი.

აპარატურა, რეაქტივები:

1. **პოლარიმეტრი „POLAMAT**" ან ნებისმიერი სხვა მოდელის.
2. **ძმარმჟავა ტყვია,** 10 % -ანი ხსნარი.

IV.11.6. სახამებლის განსაზღვრა მარცვალში *პოლარიმეტრზე ევერსის მიხედვით.*

სახამებელი - ნახშირწყალი, შედის მეორე რიგის პოლისაქარიდების ჯგუფში, წარმოადგენს ნივთიერებას მაღალი მოლეკულური წონით, უხსნადია წყალში, მაგრამ იძლევა კოლოიდურ ხსნარებს.

სახამებელი, რომელიც წარმოიქმნება მცენარის ვეგეტატიურ ორგანოებში ფოტოსინთეზის პროცესში, ეწოდება ასიმილაციური; მისი რაოდენობა რამდენიმე პროცენტით იზომება; სახამებლის ძირითადი მასა მარაგის სახით გროვდება ზოგიერთ ორგანოში: თესლში, გორგლეულში, ძირხვენგორგლეულში და ეწოდება სამარაგო; განსაკუთრებით მდიდარია სახამებლით მარცვლეულის თესლი (მშრალი წონის 50-70%) და ზოგიერთი ძირხვენა მცენარეული (ნედლი წონის 10-30%).

სახამებელი არ წარმოადგენს ქიმიურად ინდივიდუალურ ნივთიერებას, პოლისაქარიდების გარდა მის შემადგენლობაში შედიან მინერალური ნივთიერებები, ძირითადად ფოსფორი და ცხიმოვანი მჟავები, სახამებლის სავარაუდო შემადგენლობა:

პოლისაქარიდები 96 %;

მინერალური ნივთიერებები 0,2-0,7%;

ცხიმის მჟავები 1 %

სახამებლის განსაზღვრისათვის იყენებენ მჟავე ჰიდროლიზის მეთოდს, რომელიც დაფუძნებულია სახამებლის დაშლაზე დექსტრინებამდე, შემდეგ კი გლუკოზამდე. მიღებული გლუკოზა შემდეგ რაოდენობრივად აღირიცხება ბერტრანის ქიმიური მეთოდით ან განისაზღვრება პოლარიმეტრზე. პირველი მეთოდი მისაღებია სახამებლის განსაზღვრისათვის ფოთლებში, ღეროში და ფესვებში, ე.ი. ექსტრაქტებში, რომლებიც შეფერილია მცენარეული პიგმენტებით, ხოლო, პოლარიმეტრზე საზღვრავენ გლუკოზას უფერულ ხსნარებში, რომლებიც მიღებულია მარცვ-

ლის ან სუსტად პიგმენტირებული ძირხვენეულის ანალიზის შემთხვევაში; ეს უკანასკნელი ითვლება შედარებით სწრაფ მეთოდად და ფართოდ გამოიყენება თანამედროვე პერიოდში.

მეთოდის პრინციპი მდგომარეობს სუსტი მჟავით სახამებლის ჰიდროლიზში და პოლარიმეტრზე ჰიდროლიზატის ბრუნვის კუთხის განსაზღვრაში; პროდუქტების უნარში მართონ პოლარობის სიბრტყე განსაზღვრული მიმართულებით და განსაზღვრული სიდიდით. ანალიზს ატარებენ პოლარიმეტრის დახმარებით.

ანალიზის მსვლელობა.

ანალიზურ სასწორზე კალკის ქაღალდზე წონიან წვრილად დაფქვილ მარცვალს (2,5 ± 0,001 გ) და მშრალი ძაბრის გამოყენებით გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, რომელშიც ასხამენ 25 მლ 1 %-იან მარილმჟავას, ისე, რომ მთელი წონაკი დასველდეს მჟავით. თუკი აღმოჩნდა, რომ ფქვილის ნაწილი მყარად არის მიკრული კოლბის კედელზე და არ სველდება, აუცილებელია წონაკი აღებულ იქნეს ხელახლა. ამატებენ კიდევ 25 მლ მჟავას ხსნარს და დგამენ წყლის აბაზანაზე, ისე რომ წყალი ფარავდეს კოლბის მთელ ფართო ნაწილს. ჰიდროლიზს ატარებენ 15 წუთის განმავლობაში ძლიერი დუღილის პირობებში, პერიოდულად შეურევენ კოლბის შიგთავსს. დასაწყისში კოლბში არსებული მასა სქელდება შემდეგ კი თხევადდება.

კოლბებს აცივებენ წყლის აბაზანაზე ოთახის ტემპერატურამდე. ამატებენ მასში 30 მლ გამოხდილ წყალს, შეურევენ და აწარმოებენ ცილების ჰიდროლიზს ხსნარში. ამისათვის, კოლბში ამატებენ 5 მლ 10 %-იან ფოსფორ-ვოლფრამის მჟავას და შერევის შემდეგ ხსნარი მარილმჟავით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ცილების დალექვა მიმდინარეობს საკმაოდ სწრაფად - 1 საათის განმავლობაში. მასიური ანალიზების შემთხვევაში შესაძლებელია ხსნარების ღამით დატოვება.

ჰიდროლიზატს ფაშარი ფილტრით გადაფილტრავენ მშრალ ქიმიურ ჭიქაში გამოწეული ცხვირით, რომლისგანაც უფრო მოსახერხებელია პოლარიზაციული მილის შევსება.

გადახრის კუთხის განსაზღვრა პოლარიმეტრზე.

ნახშირწყლები არიან ოპტიკურად აქტიური ნივთიერებები, მათი გამჭვირვალე ხსნარები იწვევენ პოლარიზებული სხივის სიბრტყის გადახრას; გადახრის კუთხე გარკვეული ნახშირწყლის კონცენტრაციის პროპორციულია, რაც საშუალებას იძლევა გამოანგარიშებული იქნეს მისი შემცველობა ხსნარში.

გადახრის კუთხის განსაზღვრა ტარდება პოლარიმეტრზე. გამჭვირვალე ფილტრატის პოლარიზაციას აწარმოებენ 200 მმ სიგრძის მილში. პოლარიმეტრში გახედვის დროს ყოველი ცალკეული ხსნარისთვის იღებენ ხუთ ანათვალს და ანგარიშობენ საშუალოს. პოლარიმეტრის ცალკეულ მაჩვენებლებს შორის სხვაობა დასაშვებია $0,1^0$-მდე.

თითოეული ნახშირწყლისათვის არის მაჩვენებელი $\{\alpha\}^{20}_D$ „სპეციფიკური ბრუნვა“ - ეს არის სინათლის პოლარიზებული სხივის გადახრის კუთხე, თხევადი ფენის მეშვეობით მისი გავლისას 1 ლ -ში, რომელიც შეიცავს 1 გ ოპტიკურად აქტიურ ნივთიერებას 1 მლ ხსნარში, 20^0 C ტემპერატურის პირობებში გაზომვისას.

ანგარიში

სახამებლის შემცველობა % = (a · V · 100) : { [α]D· H ·l · 1000} ,

სადაც, a - არის ხელსაწყოს ბრუნვის კუთხე სკალის გრადუსებში;

V - ჰიდროლიზატის მოცულობა, მლ;

[α]D - „სპეციფიკური ბრუნვა“ ნახშირწყლის (სახამებლისთვის საშუალო ფაქტორი 181), პოულობენ ცხრილის მიხედვით;

l - პოლარიზაციის მილის სიგრძე, დმ; (200 მმ ანუ 2 დმ);

H - ჰაერმშრალი მასალის წონა, გ;

სპეციფიკური ბრუნვა სხვადასხვა ნახშირწყლისადმი **[a]D : გლუკოზა +52,8; საქაროზა +66,5; მალტოზა +138,3; ფრუქტოზა -92,8; ხორბლის სახამებლისთვის -182,7; ბრინჯისთვის -184,0; ჭვავისთვის -184,0;**

შედეგების ჩანაწერის ფორმა

ნიმუშის #	წონაკი, g	ჰიდროლი-ზატის მოცულობა, მლ	ანათვალი პოლარიმეტრ-ზე, გრად.	საშუალო პოლარი-მეტრ-ზე, გრად.	მილის სიგრძე, დმ	$[\alpha]_D$	სახამებელი, %

რეაქტივები

1. HCl-ის 1 %-იანი ხსნარი: 22,6 მლ კონც, HCl (d= 1,19) ასხამენ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში, რომელშიც წინასწარ ჩასხმულია 500 მლ წყალი, გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

2. ფოსფორ-ვოლფრამის მჟავას 10 %-იანი ხსნარი. 10 გრამ ფოსფორ-ვოლფრამის მჟავას ხსნიან 70-80 მლ გამოხდილ წყალში, გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე.

პოლარიმეტრზე მუშაობის წესი თან ახლავს თვითონ ხელსაწყოს.

IV.11.7. უჯრედანას განსაზღვრა წონითი მეთოდით.

უჯრედანა - ორგანული ნივთიერება, რომლის წილზე მოდის ჩვენს პლანეტაზე არსებული მთლიანი ბიომასის 90 %. იგი შეადგენს სანაწვერალო ნარჩენების, მცენარეული ჩამონაცვენის, ტყის საფენის ძირითად მასას. უჯრედანა აუცილებელია ადამიანისა და ცხოველის კუჭ-ნაწლავის სისტემის ნორმალური მუშაობისათვის, იგი ძნელად მისაწვდომია, მაგრამ ნახშირბადის ძირითადი წყაროა ნიადაგის ბიოტისათვის, უჯრედანას ტრანსფორმაცია - მნიშვნელოვანი პროცესია ნიადაგის ჰუმუსის ფორმირებისთვის და მასში ბიოგენური ელემენტების ცვლისათვის.

სუფთა უჯრედანა ან ცელულოზა - პოლისაქარიდია, არ იხსნება წყალში, მაგრამ იჯირჯვება მასში, უხსნადია ასევე სუსტ მჟავებში.

ანალიზის მსვლელობა.

2 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ, ანალიზურ სასწორზე აწონილ 1±0,0001 გრამ ჰაერმშრალ, მსხვილი დაფქვის საანალიზო მასალას ათავსებენ 300 მლ მოცულობის მშრალ კონუსურ კოლბში. ამატებენ 30 მლ კონცენტრირებული აზოტის და ძმარმჟავას ნარევს (1:20), მჭიდროდ ახურავენ რეზინის საცობს შებრუნებული მაცივრით. საცობებს წინასწარ ფარავენ ფოლგით ან ცელოფანით, რადგან რეზინა ასეთ პირობებში იშლება.

კოლბს ათავსებენ ადუღებული წყლის აბაზანაზე 1-2 საათის განმავლობაში, შიგთავსის პერიოდულად შერევით. ორგანიკის გამოტუტვისა და დაჟანგვის პროცესში ნალექის ზემოთ სითხე იღებს მურა-წითელ შეფერვას, ხოლო, წონაკი უფერულდება.

ფაშარი ქაღალდის ფილტრს არჩევენ ბუხნერის ძაბრის დიამეტრის მიხედვით და გამოჭრიან ისე, რომ ფილტრის დიამეტრი 2 სმ-ით მასზე მეტი იყოს. ფილტრები 105^0 C ტემპერატურაზე მიყავთ მუდმივ წონამდე, წონიან 0,0002 გ-მდე სიზუსტით და ათავსებენ ექსიკატორში.

ამზადებენ ბუხნერის ძაბრს ცხელი გაფილტვრისათვის. ქაღალდის ფილტრს ძალიან ფრთხილად ჩააფენენ ძაბრის ძირზე, ფორმირდება „ჯამი“ გადმოხრილი ნაპირებით. ძაბრს დგამენ ბუნზენის კოლბში.

ძაბრთან მჭიდროდ მიკვრისათვის ფილტრს ოდანავ ასველებენ ცხელო წყლით. პირველად ატარებენ ადუღებულ წყალს, რომ გაცხელდეს ძაბრი. შემდეგ ფილტრავენ ცხელ სუსპენზიას კონუსური კოლბიდან. ნალექის ზემოთ არსებული სითხის გაწოვისათვის რთავენ წყლის ჭავლიან ტუმბოს.

უჯრედანას ნალექს მთლიანად გადაიტანენ ფილტრზე და 4-5-ჯერ ჩარეცხავენ ცხელი გამოხდილი წყლით. წყალს გულ-

მოდგინედ გაიწოვენ. შემდეგ გამორთავენ ტუმბოს და უჯრედანას ორჯერ რეცხავენ 10-10 მლ-ობით 0,2 M სპირტული ტუტის ცხელი ხსნარით, რომელიც გამოაძევებს ფისებს, მთრიმლავ ნივთიერებებს, ცხიმის, ცვილის, ნაწილობრივ ცილის ნარჩენებს.

ამის შემდეგ ნალექს კიდევ 4-5 ჯერ ჩარეცხავენ ცხელი გამოხდილი წყლით, კარგად გაიწოვენ სითხეს, რისთვისაც ჩართავენ ტუმბოს. ამის შემდეგ, სუფთა უჯრედანას გაუწყლოებისათვის ამუშავენ 10 მლ ეთილის სპირტით.

ფილტრს ნალექით ფრთხილად იღებენ ძაბრიდან, ათავსებენ საათის მინაზე, აშრობენ საშრობ კარადაში 105^0 C ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე, ათავსებენ ექსიკატორში და წონიან. ჩვეულებრივ, ასეთ აწონვას 2-3-ჯერ იმეორებენ.

ანგარიში.

$$\text{უჯრედანას შემცველობა } \{\%\} = [(a - b) \cdot 100] : H,$$

სადაც, a - არის ფილტრის მასა ნალექით, გ; b - ფილტრის მასა, გ; H - საანალიზო მასალის მასა, გ;

ჩანაწერის ფორმა

ნიმუშის #	წონაკი, გ;	ფილტრის მასა, გ	ფილტრის მასა მშრალი უჯრედანით, გ			მშრალი უჯრედანას მასა, გ	უჯრედანას %
			1	2	3		

რეაქტივები

1.მჟავების ნარევი მოცულობის მიხედვით, კონც. აზოტის (d = 1,4) 1 წილი და 80 %-იანი ძმარმჟავას - 20 წილი, მზადდება უშუალოდ გამოყენების წინ.

2. სპირტული ტუტის 0,2 M ხსნარი: 4 გ ტუტეს წინასწარ ხსნიან მცირე მოცულობის წყალში, შემდეგ ამატებენ სპირტს, ხსნარის საერთო მოცულობის 500 მლ-მდე მიყვანამდე.

IV.11.8. პექტინური ნივთიერებების განსაზღვრა

პექტინები - პოლისაქარიდები, რომლებსაც შეიცავენ ნაყოფები, ძირხვენები, მცენარეული ბოჭკოები. ორგანულ მჟავებთან და შაქართან განსაზღვრულ შეფარდებაში, პექტინები წარმოქმნიან ჟელეს და ლაბას, რაც ფართოდ გამოიყენება საკონდიტრო მრეწველობაში. პექტინური ნივთიერებების მაქსიმალური შემცველობა არის ციტრუსების გარეკანის თეთრ ნაწილში - 30 %-მდე მშრალ ნივთიერებაზე. პექტინური ნივთიერებების აგებულების საფუძველია გალაკტურონის მჟავას ნაშთის პოლიმერული ჯაჭვი, შეერთებული ჯანგბადის ხიდებით, კავშირი (1-4), სახამებლისაგან და უჯრედანასაგან განსხვავევით, სადაც გლიკოზიდური კავშირი მყარდება გლუკოზის ნაშთებს შორის.

პექტინის მჟავა. თუკი წყალბადის იონების ნაწილი კარბოქსილის ჯგუფში ჩაენაცვლება მჟავაში მეთილის ჯგუფზე – ვღებულობთ პექტინებს; კალციუმის, მაგნიუმის იონებზე ჩანაცვლებისას - პექტანებს, ე.ი. პექტინის მჟავას მარილებს, მცენარეულ ობიექტებში პექტინის მჟავა დაკავშირებულია სახამებელთან, ცელულოზასთან და სხვა პოლისაქარიდებთან, ასეთ შენაერთებს პროტოპექტინებს უწოდებენ. პექტინური ნივთიერებები წყალში უხსნადი პროტოპექტინის სახით არსებობს მცენარეული უჯრედის კედელში. მოუმწიფებელი ნაყოფის სიმაგრე მნიშვნელოვნად არის განპირობებული პროტოპექტინების დიდი რაოდენობის შემცველობით. მომწიფებისას ეს შენაერთები იშლებიან და გადადიან ხსნად მდგომარეობაში. უჯრედის წვენი ძირითადად შეიცავს პექტინებს და პექტანებს.

პექტინური ნივთიერებების დაახლოებითი შემცველობა პროცენტებში მშრალი ნივთიერებიდან: პომიდორი - 2,9; კარტოფილი - 2,0; სტაფილო - 10,0; თალგამი - 12,0; თვის ბოლოკი - 26,9. არსებობს მათი განსაზღვრის მოცულობითი, წონითი და კოლორიმეტრული მეთოდები.

პექტინური ნივთიერებები ხსნარში გადაჰყავთ პექტინის მჟავას სახით. შემდეგ აწარმოებენ მჟავას გამოლექვას კალციუმის ქლორიდის ხსნარით. მიღებულ ნალექს რეცხავენ, აშრობენ,

საზღვრავენ კალციუმის პექტატის წონას და ანგარიშობენ პექტინის მჟავას შემცველობას.

ანალიზის მსვლელობა.

25 გრამ ნედლ მცენარეულ მასალას ფაიფურის როდინში გასრესენ ერთგვაროვან მასამდე. შემდეგ, ეთილის სპირტით სამჯერადი დამუშავებით გამოაძევებენ ხსნად ნახშირწყლებს. პირველად იყენებენ 95 %-იან ეთანოლს, შემდეგ 80 %-იანს. ამის შემდეგ წონაკს დაამუშავებენ აცეტატით და აშრობენ ჰაერზე.

ნალექი გადააქვთ კონუსურ კოლბში, ასხამენ 100 მლ გამოხდილ წყალს t = 45^0 C ტემპერატურით და ათავსებენ აღნიშნულ ტემპერატურაზე წყლის აბაზანაზე 30 წუთის განმავლობაში. კოლბის შიგთავსი გადააქვთ ცენტრიფუგის სინჯარებში და აცენტრიფუგირებენ.

ნალექის ზემოთ სითხე ქაღალდის დაკეცილი ფილტრის გამოყენებით გადააქვთ 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ნახშირწყლების გამოძევებას კიდევ ორჯერ იმეორებენ 70-70 მლ-ობით წყლის დამატებით. მიღებულ ექსტრაქტებს აერთიანებენ საზომ კოლბში და მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ეს ხსნარი გამოიყენება წყალხსნადი პექტინების განსაზღვრისათვის - **ხსნარი 1**.

ცენტრიფუგის სინჯარიდან ნალექი, 0,3 н მარილის მჟავას 50 მლ ხსნარის გამოყენებით გადააქვთ კონუსურ კოლბში.

აწარმოებენ პექტინური ნივთიერებების ექსტრაქციას. ამისათვის, კოლბს ახურავენ საცობს შებრუნებული სწორი მაცივრით და 30 წუთით დგამენ ადუღებული წყლის აბაზანაზე.

ამის შემდეგ სითხეს ფილტრავენ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ფილტრზე არსებულ ნალექს რეცხავენ ცხელი წყლით, ჩანარეცხ წყალს აგროვებენ იგივე კოლბში.

გარეცხილ ნალექს ფილტრთან ერთად კვლავ ათავსებენ კონუსურ კოლბში, ასხამენ 50-70 მლ ლიმონმჟავა ამონიუმის 1 %-იან ხსნარს, ექსტრაქციას ახდენენ წყლის აბაზანაზე 30 წუთის განმავლობაში.

ფილტრავენ იგივე საზომ კოლბში. ნალექს ფილტრზე რეცხავენ ცხელი გამოხდილი წყლით. სითხის საერთო მოცულობა

მიჰყავთ 500 მლ-მდე. მიღებული ხსნარი შეიცავს პროტოპექტინს და პექტინის მჟავას. აღნიშნული ხსნარის 100 მლ პიპეტით გადაალვთ 500 მლ მოცულობის კოლბში და ამატებენ 100 მლ NaOH-ის 0,4 %-იან ხსნარს პექტინის გასაპნისათვის, შეურევენ, ტოვებენ ღამით.

გასაპნის შემდეგ ხსნარს შეამჟავებენ 50 მლ 1,0 н ძმარმჟავით და ცივ პირობებში დალექავენ პექტინის მჟავას - 50 მლ 2,0 н $CaCl_2$ -ის ხსნარის დამატებით.

ერთი საათის შემდეგ ხსნარს ადუღებენ ქურაზე 5 წუთის განმავლობაში. კალციუმის პექტატის ნალექს ფილტრავენ გამომშრალი (მუდმივ წონამდე) და აწონილი ფილტრით. ფილტრზე არსებულ ნალექს ქლორის ჩასარეცხად რამდენჯერმე ჩარეცხვენ დასაწყისში $CaCl_2$-ის 0,5 %-იანი ხსნარით, შემდეგ ცივი წყლით, $AgNO_3$-ის გამოყენებით ქლორზე რაქციის შეწყვეტამდე. შემდეგ აგრძელებენ ცხელი წყლით ჩარეცხვას მარილების მოცილებამდე.

ფილტრს ნალექით აშრობენ ბიუქსში t = 100-105^0 C ტემპერატურაზე დაახლოებით 12 საათის განმავლობაში. წონიან კალციუმის პექტატის სახით წარმოქმნილ ნალექს (გ); თუკი ნალექის წონა 0,03 გრამზე მეტია, ანალიზი უნდა განმეორდეს, აღებულ იქნეს მხოლოდ 50 მლ ფილტრატი.

ანალიზის შედეგების ანგარიში

მაგალითი. ნედლი მასის წონა 25 გრამი. კაციუმის პექტატის ნალექის წონა 0,028 გრამი. განზავების ჩათვლით წონაკში არის 0,1405 გრამი კალციუმის პექტატი ან 0,56 % ნედლ წონაკზე. დაახლოებით 12 % მშრალი ნივთიერების შემცველობის პირობებში კალციუმის პექტატის შემცველობა იქნება 4,98 %; პექტინის მჟავაში გადასაყვანად მიღებულ შედეგს ამრავლებენ 0,92-ზე;

IV.12. ვიტამინების განსაზღვრა მცენარეში. ვიტამინების საერთო თვისებები და კლასიფიკაცია.

ვიტამინები წარმოადგენენ დაბალმოლეკულური ორგანული შენაერთების ჯგუფს. მათ შორის არიან ნახშირწყლები, სპირტები, მჟავები. ქიმიური შედგენილობით განსხვავებულნი გაერთიანებულნი არიან იმ პრინციპით, რომ ისინი ძალზე აუცილებელნი არიან ადამიანისა და ცხოველების არსებობისთვის. საკვებ რაციონში მათი ნაკლებობა იწვევს მთელ რიგ სპეციფიურ დაავადებებს, რომელიც დაკავშირებულია ნივთიერებათა ცვლასთან (ვიტამინი C), ნერვული სისტემის დაზიანებასთან (ვიტამინი B_1) და ა.შ.; მცენარეებში ვიტამინები ასრულებენ ბიოკატალიზატორების როლს.

ვიტამინების კლასიფიკაციას ახდენენ წყალში ან ცხიმებში მათი ხსნადობის საფუძველზე, თუმცა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მათი ქიმიური კლასიფიკაციაც. ვიტამინების სახელწოდებას საფუძვლად უდევს მათი ქიმიური სტრუქტურა, ოღონდ ზოგიერთი ვიტამინისთვის შენარჩუნებულია ასოების მიხედვით მათი აღნიშვნა.

ცხიმში ხსნადი ვიტამინები	**წყალში ხსნადი ვიტამინები**
რეტინოლი (**A** ჯგუფის ვიტამინი)	თიამინი (ვიტამინი B_1)
კალციფეროლი (**D** ჯგუფის ვიტამინი)	რიბოფლავინი (ვიტამინი B_2)
ტოკოფეროლი (**E** ჯგუფის ვიტამინები)	პირიდოკსინი (ვიტამინი B_6)
უჯერი ცხიმის მჟავების კომპლექსი (**F** ჯგუფის ვიტამინები)	ციანოკობოლამინი (ვიტამინი B_{12})
	პანგამოვის მჟავა (ვიტამინი B_{15})
	ნიკოტინის მჟავა (ვიტამინი **PP**)
	ასკორბინის მჟავა (ვიტამინი **C**)
	ციტრინი (ვიტამინი **P**)
	S - მეთილმეთიონინი (ვიტამინი **V**)

ყველა ვიტამინისთვის დახასიათებელია მნიშვნელოვანი თერმოსტაბილურობა, ასკორბინის მჟავას გამოკლებით, რომელიც გაცხელებისას ჟანგბადის თანაარსებობის პირობებში იშლება.

მცენარის მომზადება ანალიზისთვის.

ნაყოფების, კომბოსტოს თავების, ბოლქვების, ტუბერების, ფოთლოვანი ბოსტნეულის საშუალო ნიმუშებს მინდვრიდან გადაიტანენ ლაბორატორიაში, გარეცხავენ წყლით, გააშრობენ ფილტრის ქაღალდით ან მარლით. რადგან საშუალო ნიმუში დგება დაახლოებით 10-20 ეგზემპლარისაგან, მთელი მასალის დაქუცმაცება დიდ სიძნელეს წარმოადგენს, ამიტომ, ფესვებს და გორგლებს წინასწარ დაყოფენ სეგმენტებად. მაგალითად, კარტოფილის ტუბერს ვერტიკალის მიხედვით დაყოფენ 6-8 სეგმენტად და ანალიზისთვის ყოველი ტუბერიდან იღებენ ერთ ასეთ სეგმენტს (ამასთან ერთად ყურადღება უნდა მიექცეს, რომ ტუბერის გულის და პერიფერიული ნაწილის რაოდენობრივი შეფარდება საანალიზო ნიმუშში ისეთივე იყოს როგორც ეს არის მთლიან ტუბერში).

წვრილ ნაყოფებს და კენკრას აქუცმაცებენ მთლიანად. ფოთლოვან ბოსტნეულში ყოველი მცენარიდან საანალიზოდ იღებენ ნახევარ ფოთოლს (ფოთოლს ყოფენ შუა ძარღვზე).

მიღებულ მცენარეულ ნიმუშს აქუცმაცებენ პლასტმასის ან მინის დაფაზე უჟანგავი დანით ან სამზარეულოს პლასტმასის სახეხზე. წვნიანი ნაყოფებისთვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ქსოვილების ჰომოგენიზატორი. დაუშვებელია რკინის ან სპილენძის საგნების გამოყენება, რადგანაც რკინა და სპილენძი აჩქარებენ (როგორც კატალიზატორი) ასკორბინის მჟავას დაშლას. ამიტომ, C ვიტამინის განსაზღვრისათვის განკუთვნილი სინჯის დაქუცმაცება არ შეიძლება ჰომოგენიზატორში (ქსოვილების დამქუცმაცებელში), საფქვავში ან რაიმე სხვა ნაწილში. ერთი ნიმუშისაგან იღებენ ორ პარალელურ წონაკს საათის მინაზე, ტექნიკურ სასწორზე.

IV.12.1. ასკორბინის მჟავას (C ვიტამინის) განსაზღვრა მურის მიხედვით.

მცენარეებში ასკობინის მჟავა წარმოიქმნება ნახშირწყლებისგან. თესლის გაღივება - აღმოცენებას თან ახლავს ასკორბინის მჟავას ინტენსიური დაგროვება სიბნელეშიც და სინათლეზეც. ასე, მაგალითად, ქერის თესლის სიბნელეში გაღივებისას ასკორბინის მჟავას შემცველობამ ერთი დღის შემდეგ შეადგინა 0,6 მგ 100 გრამ მშრალ მასაზე, სამი დღის შემდეგ - 1,7, ხუთი დღის შემდეგ - 5,8, ხოლო 8 დღის შემდეგ 8,8 მგ; ვიტამინის რაოდენობა მცენარის ფოთლებში მაქსიმუმს აღწევს ყვავილობის ფაზაში, შემდეგ კი მკვეთრად ეცემა.

ასკორბინის მჟავას დაგროვება მცენარეში მაღალი ხარისხით არის დამოკიდებული მისი მოყვანის პირობებზე. ჩრდილოეთის რაიონებში მოყვანილი მცენარეების ფოთლებში, ღეროში, ნაყოფებში C ვიტამინი მნიშვნელოვნად მეტია, ვიდრე სამხრეთის რაიონებში მოყვანილ მცენარეებში. სათბურებში (დაცულ გრუნტში) მოყვანილ მცენარეულ პროდუქციაში C ვიტამინი მნიშვნელოვნად ნაკლებია ღია გრუნტის პროდუქციასთან შედარებით.

მსუბუქ ნიადაგებზე მოყვანილი მცენარეები გაცილებით მეტ ასკორბინის მჟავას შეიცავენ, ვიდრე იგივე ჯიშის მცენარეები მოყვანილი მძიმე ნიადაგებზე.

მცენარის კვების პირობები ასევე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ მცენარეში ასკორბინის მჟავას შემცველობაზე. ფოსფორ-კალიუმიანი სასუქები ჩვეულებრივ ამაღლებენ ვიტამინი C-ს შემცველობას მცენარეში, ხოლო, აზოტიანი სასუქები, პირიქით, ადაბლებენ.

ყველაზე მეტია ვიტამინი C-ს შემცველობა მწვანე მცენარეებში, ახალ (ქორფა, ნედლ) ბოსტნეულში და ხილში. ნაყოფებისა და ბოსტნეულის შენახვისას ასკორბინის მჟავას შემცველობა მათში იკლებს. მათი მნიშვნელოვანი ნაწილი ასევე იშლება საკვების (საჭმელის) ხარშვისას.

ვიტამინი C-ს შემცველობა ზოგიერთ ნაყოფში და ბოსტნეულში (მგ-ში 100 გრამ ნედლ მასაზე)

კარტოფილი	**10-20**	**ვაშლი**	**5-30**
თეთრთავიანი კომბოსტო	**10-40**	**ალუბალი**	**5-15**
ყვავილოვანი კომბოსტო	**50-150**	**ყურძენი**	**0-5**
სტაფილო	**5-10**	**შავი მოცხარი**	**100-400**
პომიდორი	**20-40**	**ლიმონი**	**40-60**
თავიანი ხახვი	**5-20**	**ასკილი**	**1000-4000**
მწვანე ხახვი	**40-60**	**მარცვლეულის მარცვალი**	**0**

ასკორბინის მჟავა $H_8C_6O_6$, M = 176, ფლობს ძლიერ აღდგენით თვისებებს. მცენარეულ ორგანიზმებში ადვილად ხდება ასკორბინის მჟავას გადასვლა დეჰიდროასკორბინის მჟავაში და უკურეაქცია.

მეთოდის საფუძველია ასკორბინის მჟავას უნარი აღადგინოს მჟავე არეში ლურჯი ფერის ინდიკატორი - 2,6-დიქლორფენოლ-ინდოფენოლი უფერულ შენაერთამდე - ლეიკოფორმამდე. ამ დროს ასკორბინის მჟავა იჟანგება დეჰიდროასკორბინის მჟავაში.

ანალიზის მსვლელობა.

დანამცეცებული მასალის წონაკს - 1-3 გრამი მწვანე ფოთლები, 5-10 გრამი ძირხვენები - იღებენ ტექნიკურ სასწორზე და ათავსებენ ფაიფურის როდინში. დანის წვერით ამატებენ კვარცის ქვიშას და ცილინდრიდან ასხამენ 20 მლ 1 %-იან მარილმჟავას; გასრესის პროცესში მჟავას ხსნარს ამატებენ 5-5 მლ ულუფებით.

როდინში მოთავსებულ მასალას სანაყით სრესენ ჰომოგენურ (ერთგვაროვან) მასამდე, სრესა გრძელდება არა უმეტეს 10 წუთი. როდინის ცხვირს გარედან წაუცხებენ ვაზელინს. როდინში ასხამენ 5-10 მლ 2 %-იან მეტაფოსფორის მჟავას ხსნარს - გამოძევებული ასკორბინის მჟავას ფიქსაციისთვის.

როდინში არსებული მასა მთლიანად გადააქვთ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, რისთვისაც იყენებენ ძაბრს ფილტრის გარეშე და მინის წკირს. როდინს, სანაყს და წკირს მრავალჯერ გადაავლებენ მეტაფოსფორის მჟავას 2 %-იან ხსნარს, ჩანარეცხი სითხე გადააქვთ იგივე საზომ კოლბში, შეურევენ კოლბის შიგთავსს და მეტაფოსფორის მჟავას 2 %-იანი ხსნარით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე.

ასკორბინის მჟავას უკეთესი ექსტრაქციისთვის და ცილების გამოლექვისთვის კოლბის შიგთავსს აყოვნებენ 10-15 წუთით. შემდეგ, ფაშარი ქაღალდის ფილტრის გამოყენებით ფილტრავენ მშრალ კონუსურ კოლბში ან 100 მლ მოცულობის ჭიქაში.

ფილტრატიდან პიპეტით იღებენ ორ პარალელურ სინჯს - 10-20 მლ-ობით და გადააქვთ 6-8 სმ დიამეტრის პატარა ფაიფურის ჯამებში, სადაც მათ ტიტრავენ 2-5 მლ მოცულობის მიკრობიურეტიდან ლურჯი ფერის 2,6-დიქლორფენოლინდოფენოლით ნათელი ვარდისფერის მიღებამდე, რომელიც შენარჩუნდება 1 წუთის განმავლობაში. დატიტვრისას აღნიშნული საღებავის ყოველ წვეთს შეურევენ მინის წკირით. თუკი ფილტრატი შეფერილი იყო, მაშინ დატიტვრას შემდეგნაირად ატარებენ: 5-10 მლ ფილტრატს ათავსებენ სინჯარაში და ამატებენ 2 მლ დიქლორეთანს. ტიტრავენ სინჯარაში, მსუბუქად შერევით, დიქლორეთანის წვეთის შეფერვამდე სინჯარის ფსკერზე.

მხედველობაში ღებულობენ რა, რომ, მარილმჟავას და მეტაფოსფორის მჟავას ნარევი ასევე შეიძლება ფლობდეს აღდგენით თვისებებს ლურჯ საღებავთან დამოკიდებულებაში, შესწორებები შეაქვთ საკვლევი დატიტვრის შედეგებში. ამისათვის, 100 მლ მოცულობის საკონტროლო საზომ კოლბში ათავსებენ 20 მლ 1 %-იან HCl, ნიშანხაზამდე მიჰყავთ მეტაფოსფორის მჟავით და შეურევენ. ხსნარიდან იღებენ ორ პარალელურ სინჯს - საკვლევი ხსნარის მოცულობის თანაბარს, ათავსებენ სუფთა ფაიფურის ჯამებში. ტიტრავენ ლურჯი ფერის საკონტროლო ხსნარებს მიკრობიურეტიდან. მიღებულ შედეგებს (შესწორებას) გამოაკლებენ საკვლევი ხსნარების დატიტვრის მონაცემებიდან.

შენიშვნა. **მარილის მჟავა აძევებს მცენარეული ქსოვილებიდან ასკორბინის მჟავას და ხელს უწყობს ფერმენტების ინაქტივაციას.**

მეტაფოსფორის მჟავა გამოიყენება ცილების დალექვისათვის და ასკორბინის მჟავას მდგრადობის ამაღლებისთვის ექსტრაქტში. ამასთან დაკავშირებით, მასიური ანალიზების შემთხვევაში დატიტვრა შეიძლება გადაიდოს 2 საათით, ხოლო მაცივარში შენახვისას მთელი დღე-ღამითაც კი;

ანგარიში. ასკორბინის მჟავას შემცველობას გამოხატავენ მგ ვიტამინი 100 გრამ ნედლ მასაზე (მგ%):

ვიტამინი C - ს შემცველობა = (X · A · V · 100) : (d · H) ,

სადაც, **X** - არის შესწორების კოეფიციენტი (გვიჩვენებს ასკორბინის მჟავას რაოდენობას (მგ), რომელის შეესაბამება 1 მლ მომზადებულ საღებავს); **A** - საღებავის მოცულობა, რომელიც დაიხარჯა დატიტვრაზე, მლ; **V** - მცენარეული ექსტრაქტის საერთო მოცულობა, მლ; **d** - დასატიტრად აღებული ექსტრაქტის რაოდენობა, მლ;

H - აღებული წონაკი, გ;

შესწორების კოეფიციენტის განსაზღვრა - X - საღებავისთვის;

ზუსტად განსაზღვრული ნორმალობის საღებავის ხსნარის მომზადება შეუძლებელია, რადგან ეს შენაერთი ლაბილურია, ამიტომ იყენებენ შემდეგ ხერხს.

ამზადებენ ასკორბინის მჟავას სუსტი კონცენტრაციის ხსნარს, ამისათვის 1,5 მგ (რამდენიმე კრისტალს) მჟავას ხსნიან 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში 2 %-იან მარილის მჟავაში და მიიყვანენ ნიშანხაზამდე. იღებენ მომზადებული ხსნარის ორ პარალელურ სინჯს 10-15 მლ-ობით ფაიფურის პატარა ჯამებში, ერთ მათგანს ტიტრავენ ლურჯი საღებავის ხსნარით, მეორეს კი - კალიუმის იოდატის ზუსტად ცნობილი ნორმალობის ხსნარით, მაგრამ, ამ ჯამში დატიტვრის წინ დანის წვერით ამატებენ 5-10 მგ Kl და 5 წვეთ 1 %-იან ხსნად სახამებლს. ცნობილია, რომ 1 მლ ზუსტად 0,001 ნორმალობის საღებავის ხსნარი შეესაბამება

0,088 მგ ასკორბინის მჟავას, ამიტომ ანგარიშობენ შესწორების კოეფიციენტს (**X**) შემდეგნაირად:

$$X = (0{,}088 \cdot a) : б,$$

სადაც, **a** - არის 0,001 н კალიუმის იოდატის რაოდენობა (მლ), დახარჯული დატიტვრაზე; **б** - საღებავის რაოდენობა (მლ) დახარჯული მომზადებული ასკორბინის მჟავას ხსნარის დატიტვრაზე;

რეაქტივები.

1. 2,6-დიქლორფენოლინდოფენოლის 0,001 н ხსნარი (ლურჯი საღებავი): 60 მგ ნივთიერებას გადაიტანენ 200 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ დაახლოებით 150 მლ გამოხდილ თბილ წყალს და 3-4 წვეთ 0,01 н NaOH, ხსნიან საღებავს, ხსნარს მიიყვანენ ნიშანხაზამდე, შეურევენ და ფილტრავენ ხსნარს ფაშარი ფილტრის გამოყენებით. ხსნარს ერთი კვირის განმავლობაში ინახავენ მაცივარში. წონაკის აღების წინ საღებავს არ აშრობენ, გაცხელებისას იგი კარგავს თავის თვისებებს.

2. კალიუმის იოდატის KIO_3 0,001 н ხსნარი. იღებენ ამ ნივთიერების ზუსტ წონაკს - 0,2568 გ, რომელიც წინასწარ არის გამომშრალი 102^0 C ტემპერატურაზე ორი საათის განმავლობაში. ხსნიან 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ამ სტანდარტულ 0,01 н ხსნარს განაზავებენ 10-ჯერ, რისთვისაც 100 მლ ხსნარს პიპეტით გადაიტანენ გადაიტანენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და ღებულობენ 0,001 н კალიუმის იოდატის ხსნარს.

3. 1 %-იანი მარილმჟავა: 22,6 მლ კონც. HCl 1 ლ წყალში;

4. 2 %-იანი მეტაფოსფორის მჟავა;

5. კრისტალური ასკორბინის მჟავა;

6. იოდური კალიუმი კრისტალური.

7. სახამებელი წყალხსნადი, 1 %-იანი ხსნარი;

8. NaOH - ის 0,01 н ხსნარი, ამზადებენ ფიქსონალიდან.

IV.13.კაროტინის განსაზღვრა საპოჟნიკოვის მიხედვით.

ყვითელ ან ნარინჯისფრად შეფერილი მცენარეული პიგმენტები წყალში უხსნადი არიან, მაგრამ, ხსნადი არიან - ბენზინის, აცეტონის, პეტროლეინის ეთერის ტიპის ორგანულ გამხსნელებში, ქმნიან კაროტინოიდების ჯგუფს. მათგან ყველაზე ცნობილ წარმომადგენლად ითვლება კაროტინ-პიგმენტი, რომელიც სპეციფიურ შეფერვას აძლევს სტაფილოს ფესვებს, სიმინდის მარცვალს, ქლოროფილთან ერთად იგი აფერადებს მცენარის მწვანე ნაწილებს. კაროტინის ფორმულაა - $C_{40}H_{56}$. ჩვეულებრივ, მცენარეული პიგმენტები წარმოადგენენ ორი-სამი იზომერის ნარევს. კაროტინოიდების განსაკუთრებულ მახასიათებლად ითვლება ორმაგი კავშირების მნიშვნელოვანი რაოდენობის არსებობა მათში (დაახლოებით 15), რომლებიც წარმოქმნიან მათ ქრომოფორმულ ჯგუფებს, რომლებზეც არის დამოკიდებული შეფერვა. კაროტინოიდები, როგორც აქტიური ჟანგბადის გადამტანები მთავარ როლს ასრულებენ მცენარეში ფოტოსინთეზის, სუნთქვის, ზრდის პროცესებში.

მათი მნიშვნელობა ადამიანის და ცხოველის კვებაში დაკავშირებულია იმასთან, რომ კაროტინის ერთი მოლეკულის ფერმენტაციული დაშლისას ცხოველურ ორგანიზმში წარმოიქმნება ორი მოლეკულა A ვიტამინი. A ვიტამინის არ არსებობა ან სიმცირე იწვევს ზრდის დარღვევას, დაავადებების მიმართ იმუნიტეტის დაქვეითებას, მხედველობის შესუსტებას, რომელიც იწოდება ქათმის სიბრმავედ. ადამიანის კვებაში A ვიტამინის მნიშვნელოვან წყაროდ ითვლება ფოთლოვანი ბოსტნეული (სალათა, ისპანახი, მწვანე ხახვი) სტაფილო, პომიდორი, ასევე ზღვის თევზის ცხიმი, ცხოველებისთვის - შეფერადებული ძირხვენები და მდელოს ბალახები.

კაროტინის განსაზღვრა აუცილებელია მცენარეული პროდუქციის ხარისხის შეფასებისთვის, რომელიც დამოკიდებულია მთელ რიგ აგროტექნიკურ ფაქტორებზე და ხერხებზე. ზოოტექნიკაში კვების რაციონის შედგენისათვის და სხვ.

კაროტინის განსაზღვრის ყველა მეთოდის საფუძვლად ითვლება ქრომატოგრაფიული ანალიზის მეთოდი, რომელიც შემუშავებული იყო რუსი მეცნიერის მიერ - М.Е.Цветом. მეთოდის პრინციპი იმაში მდგომარეობს, რომ განსხვავებულად შეფერადებული ნივთიერებების რთული ნარევის ექსტრაგირება ფოთლებიდან ან ძირხვენებიდან ხდება რომელიმე კონკრეტული ორგანული გახსნელით ან მათი ნარევით, მაგალითად, სპირტით, აცეტონით. ექსტრაქტს ატარებენ ადსორბენტით ავსებულ მინის მილში. ადსორბენტის სახით გამოიყენება წვრილად დაფქვილი ტალკი, სახამებელი, ნახშირმჟავა კალციუმი ან ალუმინის ჟანგი და სხვ.; იმის გამო, რომ თითოეული პიგმენტი სხვადასხვა სიჩქარით მოძრაობს ადსორბციულ სვეტში და გააჩნია სპეციფიური ადსორბციული უნარი, ადგილი აქვს მოცემული პიგმენტის კონცენტრირებას ადსორბენტის განსაზღვრულ ფენაში. ადსორბენტის ფენას ამათუიმ პიგმენტის შემცველობით ამოიღებენ სვეტიდან. პიგმენტს გამოყოფენ ადსორბენტიდან რომელიმე სხვა გამხსნელის დახმარებით და საზღვრავენ მის რაოდენობას, შეფერადების ინტენსივობის გაზომვით სპექტროფოტომეტრზე ან კოლორიმეტრზე.

ანალიზის მსვლელობა. ნედლი ფოთლების ან ძირხვენების სინჯს წინასწარ, უჟანგავი დანით, ანამცეცებენ მინის, ან კაფელის დაფაზე, ან პლასტმასის სახეხზე, (დაახლოებით 20-30 გ). იღებენ ორ პარალელურ წონაკს თითოეულს 1-დან 5 გრამამდე (ორივე თანაბარი წონით) საათის მინაზე, ტექნიკურ სასწორზე და ათავსებენ ფაიფურის როდინში.

ორგანული მჟავების განეიტრალებისთვის როდინში ამატებენ 0,5 გ სოდას - Na_2CO_3 - (რადგანაც მჟავე არეში კაროტინი იშლება), და უწყლო გოგირდმჟავა ნატრიუმს ანგარიშით - 3 გრამი 1 გრამ ნედლ წონაკზე, საანალიზო მასალის გაუწყლოვანებისთვის, მიღებულ მასას შეურევენ სკალპელით (სამედიცინო დანა).

როდინში ამატებენ 5 გ ადსორბენტ Al_2O_3 და 0,5 გ კვარცის ქვიშას, შეურევენ და სანაყით ზედმიწევნით კარგად გასრესენ

როდინის შემცველობას მშრალი ერთგვაროვანი მასის მიღებამდე, რომელსაც შემდეგ დგამენ ბნელ ადგილზე 20 წუთით პიგმენტების სრული ადსორბციისთვის.

ამზადებენ ადსორბციულ ძაბრს. ამისათვის მინის ძაბრის ქვედა ნაწილში ჩააფენენ საშუალო სიმკვრივის ბამბის ტამპონს, შემდეგ მცირე ულუფებით დააყრიან ალუმინის ჟანგს, მსუბუქად დატკეპნიან მას მინის წკირით. ადსორბციულო ფენის სისქე დაახლოებით 2,5 სმ უნდა იყოს.

ადსორბენტის ზედაპირს, რომელიც გასწორებულია დანის საშუალებით, მსუბუქად ასველებენ მთელ ძაბრზე გამოხდილი წყლის წვეთებით (დაახლოებით 15 წვეთი) და ძაბრს დგამენ მიმღებში, ჩვეულებრივ იყენებენ 100 მლ მოცულბის საზომ კოლბას.

ფაიფურის როდინიდან ჰომოგენურ (ერთგვაროვან) მასას სკალპელის დახმარებით მთლიანად გადაიტანენ ადსორბციული ძაბრის ზედაპირზე და თანაბრად გაანაწილებენ.

როდინში ასხამენ 20 მლ ბენზინს, გულმოდგინედ ავლებენ სანაყს და როდინის კედლებს, სკალპელით აცილებენ ადსორბენტის ნარჩენებს, ყველფერ ამას გადაიტანენ ძაბრში, ოპერაციას იმეორებენ მანამ, სანამ როდინში არ დარჩება პიგმენტების კვალი.

ბენზინს ფრთხილად, ნელ-ნელა, ჩაასხამენ ჭიქიდან ძაბრზე, წონაკის მთელი ზედაპირი დაფარული უნდა იყოს ბენზინის თხელი ფენით, რადგან ჰაერზე შეიძლება კაროტინი დაიჟანგოს, კაროტინის ექსტრაქციას ატარებენ მანამ, ვიდრე ბამბის ტამპონზე არსებული ყვითელი პიგმენტები არ გადავლენ კაროტინის მიმღებ ხსნარში. ხოლო, მიმღებში მოხვედრილი ბენზინის წვეთები არ გახდებიან უფერულნი.

ექსტაქციის შემდეგ კოლბის შიგთავსი სუფთა ბენზინით მიყავთ ნიშანხაზამდე და იწყებენ კოლორიმეტრირებას. ცილინდრით შეიძლება გაიზომოს კაროტინის მიღებული ხსნარის მოცულობა, ჩაიწეროს ჟურნალში და შემდეგ მოხდეს მისი კოლორიმეტრირება ლურჯი შუქფილტრით (ტალღის სიგრძე 420 нм), კიუვეტი 0,5 სმ; საკონტროლო კიუვეტში ასხამენ ბენზინს.

ანგარიში

კაროტინის შემცველობა [მგ %] = (A · V · 100) : H ,

სადაც **A** - არის კაროტინი გრაფიკის მიხედვით, მგ; **V** – მიღებული ექსტრაქტის მოცულობა, მლ; **H** - მცენარეული მასალის წონა, გ;

შედეგების ჩანაწერის ფორმა

ნიმუშის ვარიანტი	წონაკი, გ;	ექსტრაქტი, მლ	ФЭК - ის მაჩვენებელი	კაროტინი გრაფიკის მიხედვით, მგ	კაროტინი მგ %

რეაქტივები

1. ალუმინის ჟანგი (Al_2O_3), გამომშრალი საშრობ კარადაში 105^0 C ტემპერატურაზე; შემდეგ დატენიანებული 4 %-მდე ტენით. ინახება მინის ჭურჭელში მილესილი საცობით.

2. უწყლო გოგირდმჟავა ნატრიუმი, Na_2SO_4, ფხვნილი;

3. სოდა, Na_2CO_3, ფხვნილი.

4. ბენზინი. გასუფთავებული გააქტივებულ ნახშირზე.

5. კალიუმის ორქრომიანიმჟავას $K_2Cr_2O_7$ ძირითადი სტანდარტული ხსნარი კაროტინზე გრაფიკის აგებისათვის (720 მგ „ქ.ს.“ $K_2Cr_2O_7$ ხსნიან 1 ლ გამოხდილ წყალში. აღნიშნული ხსნარის 1 მლ-ს შეესაბამება 0,00416 მგ კაროტინი. განზავებას ახდენენ 100 მლ მოცულობის კოლბში, ხსნარის ნიშანხაზამდე წყლით მიყვანით). კალიუმის ბიქრომატის საწყის ხსნარს დიდხანს ინახავენ სიბნელეში.

**** კაროტინის გამოძევების (ექსტრაქციის) სამუშაოს ატარებენ გამწოვის ქვეშ, ამ დროს კატეგორიულად დაუშვებელია ნებისმიერი გამაცხელებელი ხელსაწყოს გამოყენება, და ასევე, მოწევა შენობაში.***

IV.14. ცხიმოვან ნივთიერებათა განსაზღვრა მცენარეულ მასალაში.

მცენარეებში არსებული ცხიმები და ლიპიდები (ცხიმისმაგვარი ნივთიერებები), რიგ მნიშვნელოვან ფუნქციებს ასრულებენ. განასხვავებენ სამარაგო და ციტოპლაზმატურ ცხიმებს. ლიპიდებისა და ლიპოპროტეიდებისაგან არის მემბრანული შრეები უჯრედის ზედაპირზე და უჯრედული სტრუქტურები: მიტოქონდრიები, პლასტიდი, ბირთვი. ამრიგად, ციტოპლაზმატური ლიპიდები არეგულირებენ უჯრედის მემბრანის გამტარებლობას სხვადასხვა ნივთიერებებისათვის. მათი შემცველობა მცენარეებში დიდი არ არის: ნედლი მცენარეული ქსოვილის წონის 0,1-0,5 %; სამარაგო ცხიმებს ძირითადად შეიცავენ თესლები. ცნობილია, რომ მცენარის მრავალი სახეობა, როგორც თესლის ცხოველმყოფელობის ძირითად პროდუქტს აგროვებს ცხიმებს, და არა ნახშირწყლებს, რადგანაც, თესლის გაღივების პროცესში ცხიმების დაჟანგვისას გროვდება ორჯერ მეტი ენერგია, ვიდრე სახამებლის დაჟანგვისას. მცირე რაოდენობით შეიცავს ცხიმებს მარცვლოვანი კულტურების თესლი: ჭვავის, ქერის, ხორბლის - 2-3 %-ს; სიმინდის - 6 %-ს; ზეთოვანი კულტურები შეიცავენ მნიშვნელოვნად მეტ ცხიმებს: მზესუმზირა - 30-50 %-ს; სოია - 20-30%-ს; აბუსალათინი 50-60 %-ს. მცენარეული ცხიმები - ძვირფასი პროდუქტია ადამიანის და ცხოველის კვებისათვის; ცხიმების მნიშვნელოვანი ნაწილი გამოიყენება ლაქსაღებავების მრეწველობაში.

ცხიმებში შემავალი პიგმენტები განაპირობებენ მათ შეფერვას: მოყვითალო ფერი დაკავშირებულია კაროტინის არსებობასთან, მომწვანო ფერი - ქლოროფილთან.

მცენარის მოყვანის პირობების მიხედვით იცვლება ცხიმების რაოდენობა და ცხიმოვანი მჟავების შედგენილობა ცხიმში. მცენარეების ერთ სახეობაში ცხიმების შემცველობა შესამჩნევად მაღალია ჩრდილოეთის განედების პირობებში მოყვანისას; აზოტიანი სასუქების შეტანა დაკავშირებულია ცილების ინტენსიურ სინთეზთან და ცხიმების პროცენტების შემცირებასთან.

ცხრილი 11

სხვადასხვა მცენარის თესლსა და ბირთვში ზეთის შემცველობა, %-ობით.

მცენარე	მცენარის ნაწილი	ზეთის შემცვე-ლობა	მცენარე	მცენარის ნაწილი	ზეთის შემცვე-ლობა
1	2	3	4	5	6
მზესუმზირა	თესლი	23,5-45,0	ხორბალი	მარცვალი	1,6-2,6
	ბირთვი	40,0-67,8	ჭვავი	მარცვალი	1,6-2,8
ბამბა	თესლი	17,2-28,3	ქერი	მარცვალი	1,7-4,6
	ბირთვი	31,5-44,5	ფეტვი	მარცვალი	1,3-2,4
აბუსალათინი	თესლი	45,1-58,5	ლურჯი და ყვითელი ხანჭკოლი	თესლი	4,7-6,0
	ბირთვი	50,7-72,0	თეთრი ხანჭკოლი	თესლი	8,6-14,0
სართავი სელი	თესლი	32,9-39,8	ქაცვი	ნაყოფის რბილობი	8,0-10,0
ზეთოვანი სელი	თესლი	36,8-49,5	ზეთისხილი	ნაყოფის რბილობი	40,0-74,0
ჭინჭარი	თესლი	43,4-48,7	ნუში	გული	14,0-26,0
კენაფი	თესლი	30,0-38,9	ბარდა	თესლი	0,7-1,9
არაქისი	გული	40,2-60,7	მუხუდო	თესლი	1,3-4,1
სოია	თესლი	10,0-25,0	ლობიო	თესლი	0,7-3,7
მდოგვი	თესლი	35,0-46,0	ოსპი	თესლი	0,6-2,1
რაფსი	თესლი	38,0-49,5	ცერცველა	თესლი	0,9-3,3
ყაყაჩო	თესლი	42,5-57,0	ქინძი	თესლი	14,0-28,0
ტუნგო	ბირთვი	47,8-68,9	ანისული	თესლი	10,0-28,0
ბერძნული კაკალი და თხილი	გული	60,0-74,0	თამბაქო	თესლი	24,3-36,9
წაბლი	გული	4,5			
სიმინდი	მარცვალი	3,0-9,0			
შვრია	მარცვალი	3,5-8,5			

ცხიმწარმოქმნის პროცესის სტიმულირება ხდება ფოსფორიანი, კალიუმიანი სასუქებით სარგებლობისას და მორწყვის გამოყენებით.

ცხიმის ხარისხი იცვლება შენახვის პროცესშიც: ჰაერის ჟანგბადის და რიგი ფერმენტების მოქმედებით, განსაკუთრებით სინათლეზე, ცხიმები ფუჭდება, მძაღდება; თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავები, რომლებიც ამ დროს გამოიყოფა, იწვევენ უსიამოვნო სუნს და გემოს.

ცხიმების მჟავური რიცხვი ამ დროს მაღლდება. ცხიმების ხარისხის შეფასებისთვის იყენებენ შემდეგ მაჩვენებლებს: მჟავური რიცხვი, იოდური რიცხვი, გასაპვნის რიცხვი, ზეჟანგური რიცხვი, გარდატეხის მაჩვენებელი;

IV.14.1.ცხიმების საერთო შემცველობის განსაზღვრა

მცენარეული ცხიმების განსაზღვრისას გამხსნელის სახით უფრო ხშირად იყენებენ ეთილის (გოგირდოვანი) ეთერს, რომელიც დუღს 35^0 C ტემპერატურაზე.

ეთერი, ისე როგორც სხვა გამხსნელი, მცენარიდან გამოდევნის (მათი დამუშავებისას) არა მარტო ცხიმებს, არამედ, აგრეთვე რიგ სხვა თანამგზავრ ნივთიერებებს (ცხიმოვანი მჟავები, ფოსფატიდები, ცვილი, ზოგიერთი მღებავი ნოვთიერებები და სხვა).

აღნიშნული მდგომარეობის გამო ეთერით გამოძევებულ ცხიმებს „ნედლ“ ცხიმებს უწოდებენ. სუფთა ცხიმის გამოყოფა საჭიროებს დამატებით მანიპულაციებს. მაგრამ, უფრო ხშირად, კმაყოფილდებიან მხოლოდ ნედლი ცხიმის განსაზღვრით.

მცენარეული ნიმუშებიდან ცხიმების ექსტრაქციის პროცესის დაჩქარებისთვის საჭიროა საანალიზო მასალის დანამცეცება, მაგრამ არა ძალიან წვრილად. ჩვეულებრივ, ცხიმების დაბალი შემცველობის (10 %-მდე) მასალას - მარცვლოვანი და სავეგეტაციო ორგანოები - დაფქვავენ წისქვილზე „Пируэт“ და ატარებენ 1 მმ დიამეტრის ნასვრეტებიან საცერში ნარჩენის გარეშე. ცხიმის მაღალი შემცველობის თესლის დაფქვას აღნიშნულის

ანალოგიურად არ ატარებენ, დაფქვის დროს ცხიმის დიდი რაოდენობით დაკარგვის გამო. ამიტომ ასეთ ნიმუშებს გულმოდგინედ გასრესენ ფაიფურის როდინში. წინასწარ გასრესენ საკვლევი მასალის მცირე რაოდენობას, რომელსაც შემდეგ გადაყრიან. ამ შემთხვევაში როდინის და სანაყის ზედაპირი ცხიმით იჟღინთება. შემდეგ კი გასრესენ მეორე ულუფას, საიდანაც იღებენ წონაკს; ამ შემთხვევაში როდინის კედლები და სანაყის ზედაპირი უკვე აღარ შეიწოვს ცხიმს და საშუალი სინჯის შედგენილობა აღარ შეიცვლება. ცხიმის მოსალოდნელ რაოდენობაზე დამოკიდებულებით იღებენ წონაკს 2-3-დან 5-10 გრამამდე.

რეკომენდებულია საანალიზოდ მასალის წონაკი აღებული იქნეს ჰაერმშრალ მდგომარეობაში და ცალკე სინჯში განისაზღვროს აბსოლუტურად მშრალი წონა.

მასალის მაღალ ტემპერატურაზე გაშრობა დასაშვებია მხოლოდ ვაკუუმის პირობებში ან ინდიფერენტული აირების (ნახშირმჟავას აირი და წყალბადი) ნაკადის პირობებში, რათა გამოირიცხოს ცხიმოვანი ნივთიერებების დაჟანგვა ჰაერზე და მათი ხსნადობის ცვლილება.

საანალიზო მასალაში ტენის ჭარბი რაოდენობა ზრდის მინარევების გამოყოფას და აძნელებს თვითონ ცხიმის ექსტრაქციას.

ხშირ შემთხვევაში ლაბორატორიები არ არის აღჭურვილი ინდიფერენტული აირების ატმოსფეროში საანალიზო მასალის გაშრობისათვის საჭირო მოწყობილობით, ამიტომ, ნივთიერების აღებულ წონაკს უფრო ხშირად აშრობენ ჩვეულებრივ საშრობ კარადაში 100-105^0 C ტემპერატურის პირობებში 3 საათის განმავლობაში. აღნიშნულ დროში სცილდება ჰიგროსკოპული წყლის ძირითადი მასა. ასე, რომ საანალიზო მასალაში დარჩენილი მისი ნაწილი არსებით გავლენას არ ახდენს ცხიმის განსაზღვრის შედეგებზე. გარდა ამისა, აღნიშნული დროის (3 საათი) განმავლობაში არ მიმდინარეობს ცხიმოვანი მჟავების მნიშვნელოვანი დაჟანგვა. ამის შემდეგ საშრობ ჭიქას (ბიუქსი) წონაკით აცივებენ ექსიკატორში და წონიან ანალიზურ სასწორზე.

გაშრობის ეს წესი არ გამოდგება ცხიმების მაღალი პროცენტული შემცველობის მასალის ანალიზისას და უჯერი ცხიმოვანი მჟავების მაღალი შემცველობისას.

ცხიმების ექსტრაქცია აუცილებელია, საანალიზო მასალის დანამცეცების შემდეგ მაშინვე ჩატარდეს, რათა თავიდან იქნეს აცილებული ცხიმის დაჟანგვის პროცესი. გასრესილი ნიმუშების შენახვა შეიძლება მხოლოდ ინერტული აირების ნაკადის პირობებში.

მასალის შრობა თერმოსტატში ჰაერის მისაწვდომობის პირობებში არ შეიძლება, განსაკუთრებით ცხიმის მაღალი შემცველობის შემთხვევაში. უჯერი ცხიმოვანი მჟავები, რომლებიც შედიან მცენარეული ცხიმების შემადგენლობაში, ჰაერზე გაცხელებისას მიიერთებენ ჟანგბადს (ორმაგი კავშირების ადგილზე), რის შედეგად იზრდება გამოყოფილი ცხიმის წონა და იცვლება მისი ხარისხიც.

მცენარეული მასალის წონაკს ათავსებენ წინასწარ მომზადებულ 10-12 სმ ზომის პაკეტში ან ვაზნაში, რომლებიც დამზადებულია მკვრივი ფილტრის ქაღალდისაგან. ვაზნის მოსამზადებლად ფილტრის ქაღალდს ორჯერ შემოახვევენ ირგვლივ შესაბამისი ზომის მინის სინჯარას და დაამაგრებენ ორივე ბოლოზე (დაახლოებით 0,5 სმ ბოლოებიდან) ცხიმმოცილებული ძაფით. საიმედო შედეგებს იძლევა ასევე ფორებიანი ფაიფურის ფირფიტებიანი მინის ვაზნების გამოყენება.

წონაკის ჩატკეპნა ვაზნაში არ შეიძლება. ასე მივაღწევთ ცხიმის თანაბარზომიერ და სწრაფ ექსტრაქციას. ზემოდან წონაკი იფარება ცხიმგაცლილი ბამბით. ასეთი გზით თავიდან არის აცილებული გაშხეფების შემთხვევაში მასალის დანაკარგი და ეთერის თანაბარი განაწილება წონაკის ზედაპირზე.

მცენარეული მასალის წონაკის რაოდენობა განისაზღვრება მისი ბუნებით: დაბალცხიმიანი ნიმუშებისთვის - 10 %-მდე ცხიმის შემცველობით, იგი შეადგენს 10 გრამს ± 0,005 გ, ხოლო, მაღალცხიმიანებისთვის - 40 %-მდე შემცველობით - 1-3 გრამი;

ცხიმის დაბალი შემცველობა აღინიშნება სავეგეტაციო ორგანოებში, მარცვლოვანი და მარცვლოვანი პარკოსნების მარცვალში, არაქისის და სოიას გამოკლებით.

ვაზნას წონაკით ათავსებენ სოქსლეტის აპარატის ექსტრაქტორში. აპარატი შედგება სამი ნაწილისაგან: **1)** მრგვალძირიანი მინის კოლბა გამხსნელისათვის; **2)** ექსტრაქტორი, რომელშიც თავსდება ვაზნა ან პაკეტი საანალიზო მასალით და სადაც ეს მასალა განიცდის ეთერის მოქმედებას. ექსტრაქტორს აქვს ორი მინის მილი. **3)** ბურთულებიანი მაცივარი, რომელშიც ხდება ეთერის ორთქლის შესქელება (შედედება), კვლავ ექსტრაქტორში დაბრუნება და მისგან კოლბში. ხელსაწყოს სამივე ნაწილი ერთმანეთთან შეერთებულია შლიფით. მოცულობის მიხედვით კოლბა და ექტრაქტორი შეესაბამება ერთმანეთს და აქვთ სტანდარტული მოცულობა - 100, 200, 400 მლ; აპარატებს ამონტაჟებენ ბლოკში 4-6 ცალობით ერთ გამაცხელებელ ხელსაწყოზე. გამხსნელის გაცხელებისთვის იყენებენ წყლის აბაზანას თერმორეგულატორით.

ანალიზის დაწყების წინ მრგვალძირიანი კოლბები თერმოსტატში მიჰყავთ მუდმივ წონამდე, წონიან ანალიზურ სასწორზე და ინახავენ დიდ ექსიკატორში. მუშაობის დაწყებისას კოლბში ასხამენ მისი მოცულობის 2/3-3/4 -მდე მშრალ სუფთა ეთერს.

კოლბს აერთებენ ექსტრაქტორთან და მაცივართან. მომზადებულ აპარატს დგამენ წყლის აბაზანაზე, ჩართავენ გამაცხელებელს და მაცივარს. გაცხელებას და ეთერის დუღილს ისე არეგულირებენ, რომ ეთერის ყოველი გადასვლა ექსტრაქტორიდან კოლბში მოხდეს დაახლოებით 6 წუთის შემდეგ. როგორც ძალზე სუსტი, ისე ზედმეტად ძლიერი დუღილი ანელებს ცხიმის გამოყოფას. ტემპერატურა წყლის აბაზანაში უნდა იყოს შენარჩუნებული 45-50^0 C ტემპერატურაზე.

დუღილის დროს ეთერის ორთქლი გვერდითი წვრილი მილით იწევს მაღლა, ავსებს ექსტრაქტორის მთელ მოცულობას და იწევს მაღლა ბურთულებით მაცივრის შიდა მილში. იქ ეთერის ორთქლი კონდენსირდება, საიდანაც ჩამოედინება განუწყვეტლივ

წვეთებით, ასველებს ვაზნას ან პაკეტს საანალიზო წონაკით მანამ, სანამ ექსტრაქტორში სითხის დონე არ მიაღწევს სიფონის მილის ზედა მუხლს; მაშინ ეთერი გამოძევებულ ცხიმთნ ერთდ გადაიღვრება უკან მრგვალძირიან კოლბში. კოლბიდან ეთერი კვლავ ორთქლდება, ხოლო ცხიმი რჩება. ექსტრაქციის ტემპერატურის რეგულირება შეიძლება წყლის აბაზანაში კოლბის ჩატვირთვით; წყლის შეცვლით, რომელსაც აცხელებენ სხვა ოთახში; აზბესტის ქსოვილით კოლბისა და სიფონის შეფუთვით.

ხელსაწყოს ნორმალური მუშაობისას, ცხიმის მცირე შემცველობის მასალიდან ექსტრაქცია ჩვეულებრივ 4-6 საათში მთავრდება, ხოლო, ცხიმით მდიდარი მასალიდან - 5-8 საათში. არ არის რეკომენდებული ექსტრაქციის ჩატარება 12 საათზე მეტი ხნის განმავლობაში. ექსტრაქციის დასრულებას შემდეგნაირად განსაზღვრავენ: გამორთავენ კოლბს მილიდან და სუფთა საათის მინაზე იღებენ რამდენიმე წვეთ ეთერს, რომელიც ჩამოედინება ექსტრაქტორიდან. ეთერის აორთქლების შემდეგ მინა უნდა დარჩეს აბსოლუტურად სუფთა, თუკი მინაზე წარმოიქმნება ნაფიფქი - ექსტრაქცია არ ითვლება დამთავრებულად. ძალზე ხანგრძლივი ექსტრაქციის დროს ნაფიფქის წარმოქმნა ეთერში ძნელად ხსნადი ნივთიერებების მცირე რაოდენობით გამოძევების შედეგია და არა ცხიმის.

ექსტრაქციის დამთავრების შემდეგ კოლბს გამორთავენ ექსტრაქტორიდან, შეაერთებენ მაცივართან და გადადენიან ეთერის ძირითად მასას წყლის აბაზანაზე 50-60^0 C ტემპერატურაზე. ეთერის სრულ მოცილებას კოლბიდან ატარებენ ინერტული აირის ნაკადში: წყალბადის, აზოტის ან ნახშირმჟავის; მუდმივ წონამდე მიყვანამდე აშრობენ კოლბს თერმოსტატში 1 საათის განმავლობაში 70^0 C ტემპერატურაზე.

ცხიმის რაოდენობას ანგარიშობენ ფორმულით:

ნედლი ცხიმის შემცველობა [%] = (a · 100) : [H · (100 – y)] ,

სადაც, **a არის ნედლი ცხიმის მასა, გ; H - ნიმუშის წონაკი, გ;**

y - ტენის შემცველობა ნიმუშში, % ;

ცხიმის მიღებული პრეპარატი გამოიყენება შემდეგში უფრო დეტალური ქიმიური დახასიათებისთვის: იოდური, მჟავური, გასაპვნის რიცხვის განსაზღვრისათვის და სხვ.

რეაქტივები

ჩვეულებრივ, ექსტრაქციისთვის გამოყენებლი გოგირდოვანი ეთერი შეიცავს მინარევებს: წყალს, სპირტს და აცეტონს. სპირტისა და აცეტონისგან გაწმენდისათვის ეთერს რეცხავენ გამოხდილი წყლით: 0,5 ლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში იღებენ 200 მლ ეთერს და 50 მლ წყალს, ანჯღრევენ: ეთერის ორთქლს გამოყოფენ მინის საცობით, ხოლო წყალს ღვრიან ონკანში, პროცედურას 2-3-ჯერ იმეორებენ. გარეცხილ ეთერს შემდეგ-ნაირად აშრობენ. დამუქებული მინის ჭურჭელში, სადაც მოთავსებულია ეთერი ამატებენ მარცვლისებურ კალციუმის ქლორიდს მანამ, სანამ გრანულების ნაწილი არ შეწყვეტს გაჯირჯვებას, მიგლესა - მითითხნვას. ხსნარს ორი დღე-ღამის განმავლობაში ტოვებენ მინის ჭურჭელში კორპის საცობით რომელშიც მოთავსებულია მინის მილი ქლორკალციუმით. შემ-დეგ ეთერს ფრთხილად გადადენიან წყლის აბაზანაზე. ეთერით მუშაობისას აუცილებელია დაცული იქნეს უსაფრთხოების ზომები. ეთერის გასუფთავება უნდა ჩატარდეს გრილ შენობაში და არ გააცხელოთ ძაბრი ხელებით. ეთერის გადადენა უნდა ჩატარდეს არა უმეტეს 60^0 C ტემპერატურაზე. მოვერიდოთ ცე-ცხლის სიახლოვეს. დავიცვათ ეთერი სინათლის მოქმედებისგან, რადგან შესაძლოა მოხდეს აფეთქება ორთქლისგან.

IV.14.2. ცხიმის განსაზღვრა ცხიმმოცილებული ნაშთის მასის მიხედვით (ს.ვ. რუშკოვსკის მიხედვით).

აღნიშნული მეთოდი ფართო გამოყენებას პოულობს მასიურ ანალიზებში სელექციასა და ზოოტექნიკაში; მეთოდის საკმარისი სიზუსტე შეჯერებულია მაღალ მწარმოებლობასთან.

ანალიზის მსვლელობა

ქაღალდის პაკეტებს წინასწარ მოაცილებენ ცხიმს. მიიყვანენ მუდმივ წონამდე, დანომრავენ უბრალო ფანქრით. დანამცეცებული თესლის 1 გრამ წონაკს ათავსებენ ქაღალდის პაკეტში; დახურულ პაკეტს აშრობენ თერმოსტატში 105^0 C ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე. წონას იწერენ ჟურნალში. 10-12 ცალ პაკეტს წონაკით ათავსებენ ფაშარი მარლის ტომსიკაში და ჩაუშვებენ ფართოყელიან, დამუქებული მინის, მილესილ საცობიან, 1-1,5 ლიტრი მოცულობის ქილაში. რომელშიც ქილის მოცულობის ¾-მდე ჩაასხამენ პეტროლეინის ეთერს ან ავიაბენზინს.

ტომსიკებს წონაკებით პერიოდულად შეანჯღრევენ, გამხსნელს გადაღვრიან და შეავსებენ ახალი ულუფით, ორი დღეღამის განმავლობაში პროცედურას სამჯერ იმეორებენ. ამის შემდეგ პაკეტებს, ნაწილობრივ ცხიმმოცილებული წონაკებით ათავსებენ 2-4 საათით სოქსლეტის აპარატში და ცხიმის ნაშთს გამოდევნიან ეთილის ეთერით. ისე როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი. შემდეგ პაკეტებს ათავსებენ განიერ კრისტალიზატორში და გამწოვის ქვეშ აორთქლებენ გამხსნელს.

ამის შემდეგ თითოეულ პაკეტს ათავსებენ ბიუქსში მილესილი საცობით, მიჰყავთ მუდმივ წონამდე 100-105^0 C ტემპერატურაზე 2-3 საათის განმვლობაში; მეთოდის უპირატესობა იმაში მდგომარეობს, რომ ერთი ექსტრაქციით აანალიზებენ 15-20 ნიმუშს. მნიშვნელოვნად აადვილებს მუშაობას ცხიმმოცილებული და მშრალი პაკეტების ბოლო აწონვა ტორსიონულ სასწორზე.

ნედლი ცხიმის მასას პოულობენ ექსტრაქციამდე და ექსტრაქციის შემდეგ წონაკიანი პაკეტის მასის სხვაობით.

ცხიმის შემცველობას (%-ებში) ანგარიშობენ ფორმულით:

ნედლი ცხიმის შემცველობა = (a · 100) : H ,

სადაც, **a** - არის ნედლი ცხიმის მასა, გ;

H - წონაკი. გ;

მჟავიანობის რიცხვის განსაზრვრა.

ცხიმებში თითქმის ყოველთვის არის უმნიშვნელო რაოდენობით თავისუფალი ცხიმის მჟავები. მჟავიანობის რიცხვი - ეს

არის მწვავე კალის რაოდენობა (მგ), რომელიც აუცილებელია 1 გ ცხიმში შემავალი თავისუფალი მჟავების განეიტრალებისათვის. ცხიმის მჟავიანობის რიცხვი - არ არის მუდმივი სიდიდე; ჩვეულებრივ იგი მცირდება თესლის მომწიფების დროს და იზრდება თესლის გაღივება-აღმოცენების დროს, ცხიმების ჰიდროლიზის ხარჯზე; და აგრეთვე, ზეთოვანი კულტურების თესლის ხანგრძლივად შენახვისას. მცენარეული ცხიმები შეიცავენ უფრო მეტ თავისუფალ მჟავებს, ვიდრე ცხოველური ცხიმები; მათი შემცველობა დამოკიდებულია მოყვანისა და შენახვის გარეგან პირობებზე;

პირობითად მიღებულია: **- ცხიმის მთლიანი მჟავა „ოლეინის“ მჟავად - მოლეკულური წონით 282,3;** გამომდინარე აღნიშნულიდან, მჟავიანობა შეიძლება გამოისახოს პროცენტებში თავისუფალი ოლეინის მჟავადან.

მეთოდის პრინციპი. ზეთის წონაკს ხსნიან ეთილის სპირტისა და გოგირდოვანი ეთერის ნარევში, ოთახის ტემპერატურის პირობებში სწრაფად ტიტრავენ მწვავე კალის 0,1 н წყალხსნარით ფენოლფტალეინის მიხედვით, ხოლო, შეღებილ ცხიმებს — ტიმოლფტალეინის მიხედვით.

სუფთა, მშრალ, 100 მლ მოცულობის კოლბში ანალიზურ სასწორზე წონიან 1-5 გრამ ზეთს (რაც უფრო მაღალია მოსალოდნელი მჟავიანობის რიცხვი, მით უფრო ნაკლებია აღებული წონაკი) და ამატებენ 50 მლ ნეიტრალურ ნარევს, რომელიც წინასწარ არის მომზადებული გოგირდოვანი ეთერისა და 95 %-იანი სპირტის 2:1 შეფარდებით.

მსუბუქად ანჯღრევენ და ხსნიან ზეთს. თუკი ამ შემთხვევაში ზეთი ცუდად იხსნება სუსტად აცხელებენ წყლის აბაზანაზე ნჯღრევის პირობებში. აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე, ამატებენ 5 წვეთ ფენოლფტალეინის 1 %-იან სპირტულ ხსნარს და ტიტრავენ KOH-ის 0,1 н წყალხსნარით მკაფიო ვარდისფერის მიღებამდე. თუ საკვლევად აღებული იყო მუქად შეფერადებული ცხიმი, რომელშიც ძნელად შესამჩნევია ვარდისფერი, მაშინ

ფენოლფტალეინის ნაცვლად იღებენ ტიმოლფტალეინის 1 % -იან ხსნარს და ტიტრავენ ლურჯი ფერის მიღებამდე.

შედეგების ანგარიში წარმოებს ფორმულის მიხედვით

მჟავიანობის რიცხვი = (a · 56,11 · 100) : (H · 1000)

სადაც, **a** - არის დატიტვრაზე დახარჯული 0,1 н ტუტის მოცულობა, მლ;

H - ზეთის წონა, გ; **56,11** - KOH-ის ექვივალენტი.

თავისუფალი ცხიმის მჟავების პროცენტი ტოლია მჟავიანობის რიცხვი გამრავლებული 0,503-ზე (გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი, რომელიც მიღებულია ოლეინის მჟავას მოლეკულური მასის 282,3 შეფარდებით მწვავე კალიუმის მოლეკულურ მასასთან 56,11).

რეაქტივები: 1.გამხსნელად გამოყენებულ ნარევს უნდა ქონდეს ნეიტრალური რეაქცია. 2 მოცულობა გოგირდოვან ეთერზე იღებენ 1 მოცულობა 95-%-იან ეთილის სპირტს, კარგად შეურევენ. ნარევს ამატებენ რამდენიმე წვეთ ინდიკატორს და ტიტრავენ იგივე 0,1 н მწვავე ტუტით შესამჩნევი შეფერადების მიღებამდე; **2.** ფენოლფტალეინის 1 %-იანი ხსნარი.

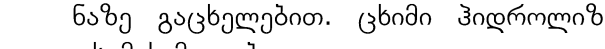
IV.14.3. გასაპვნის რიცხვის განსაზღვრა

გასაპვნის რიცხვი გვიჩვენებს მწვავე კალიუმის მილიგრამების რაოდენობას, რომელიც აუცილებელია 1 გრამ ცხიმში შემავალი ყველა თავისუფალი და შებოჭილი მჟავას განეიტრალებისთვის. გასაპვნის რიცხვად თვლიან მჟავების საერთო რაოდენობას, რომელიც შედის ცხიმის შემადგენლობაში, და ასევე, ამ მჟავების მოლეკულური მასის საშუალო სიდიდეს.

გასაპვნის რიცხვი იცვლება 160-დან 270-მდე ერთეულის ფარგლებში; დამოკიდებულია კულტურის სახეობაზე და ცხიმის მიღების ტექნოლოგიაზე; როგორც წესი, ქოქოსის, პალმის და ზოგიერთი სხვა მცენარის ზეთს ახასიათებთ გასაპვნის მაღალი რიცხვი, ხოლო ჯვაროსნების თესლის ზეთს, აბუსალათინის ზეთს - დაბალი;

მეთოდის პრინციპი. ცხიმის განსაზღვრულ რაოდენობას ხსნიან მწვავე კალიუმის ჭარბ სატიტრო ხსნარში წყლის აბაზანაზე გაცხელებით. ცხიმი ჰიდროლიზდება გლიცერინად და ცხიმის მჟავებად:

შემდეგ ცხიმის მჟავები ნეიტრალდება მწვავე ტუტით:



$$R_1COOH + KOH \rightarrow R_1COOK + H_2O$$

ჭარბ ტუტეს, რომელიც არ შესულა რეაქციაში ცხიმოვან მჟავებთან, ტიტრავენ მარილის მჟავით ფენოლფტალეინის ან სხვა ინდიკატორის გამოყენებით:

$$KOH + HCl \rightarrow KCl + H_2O$$

ცხიმიხ მჟავების შებოჭვაზე დახარჯული ტუტის რაოდენობის მიხედვით, ანგარიშობენ გასაპვნის რიცხვს.

ანალიზის მსვლელობა

ანალიზურ სასწორზე წონიან 1-დან 3,0 გრამამდე (მოსალოდნელი შედგებიდან გამომდინარე) საანალიზო ცხიმს, გადაიტანენ მშრალ, მრგვალძირიან, 100 მლ მოცულობის კოლბში. 1-2 გრამი წონაკის შემთხვევაში ბიურეტიდან ამატებენ ზუსტად 25 მლ 0,5 н მწვავე კალიუმს სპირტულ ხსნარში, ხოლო, 2-3 გრამი წონაკისას - 50 მლ-ს; კოლბებს ახურავენ შებრუნებულ მაცივარს. ადუღებენ წყლის აბაზანაზე, პერიოდულად ანჯღრევენ ხსნარს 0,5-1 საათის განმავლობაში გამჭვირვალე სითხის მიღებამდე;

ერთდროულად ატარებენ საკონტროლო განსაზღვრას. ისეთივე მეორე კოლბში ცხიმის ნაცვლად შეაქვთ 2 მლ წყალი, ამატებენ 25 მლ 0,5 н მწვავე კალიუმს სპირტულ ხსნარში და დგამენ წყლის აბაზანაზე.

მასალაში ძნელად ხსნადი ნივთიერებების (ცვილი, ფისი) არსებობისას ამატებენ კოლბში ისეთივე მოცულობით რომელიმე ძლიერმადუღებელ გამხსნელს - ტოლუოლი, ქსილოლი, პროპილის, ბუტილის ან ამილის სპირტი (დუღილის ტემპერატურის ასაწევად), ხოლო დუღილის დროს ადიდებენ 2 საათამდე. თუკი

მასალა შეიცავს ბევრ ისეთ ნივთიერებებს, რომლებიც არ ისაპნებიან, მაშინ გამჭვირვალე ხსნარის მიღება არ ხერხდება.

გასაპვნის დამთავრების შემდეგ, ხსნარს გაცივების გარეშე ტიტრავენ კოლბში მარილმჟავას 0,5 н ხსნარით, ინდიკატორად ფენოლფტალეინის გამოყენებით, ხოლო შეფერადებული ხსნარის შემთხვევაში - ტიმოლფტალეინით. ერთდროულად ტიტრავენ ხსნარს საკონტროლო კოლბში.

შედეგების ანგარიში : KOH-ის მილიგრამების რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯა 1 გ ცხიმის თავისუფალი და შებოჭილი მჟავების განეიტრალებაზე, ტოლია: $X = [(H_ш \cdot y - H_к \cdot a) \cdot 56,11] : H$,

სადაც, **X** - არის გასაპვნის რიცხვი, მგ KOH; $H_ш$ - ტუტის ნორმალობა; $H_к$ - მჟავას ნორმალობა; **y** - ტუტის მოცულობა, ჩასხმული კოლბში, მლ; **a** - მჟავას მოცულობა, განსაზღვრული საკონტროლო და საკვლევ კოლბებში ხსნარების დატიტვრებს შორის სხვაობით , მლ;

H - ცხიმის წონა,გ;

56,11 - KOH - ის ექვივალენტი;

რეაქტივები:

ტუტის სპირტული ხსნარი: 30 გრამ სუფთა მწვავე კალის ხსნიან მინიმალური რაოდენობით გამოხდილ წყალში (დაახლოებით 20 მლ). წონაკის გახსნის შემდეგ, კარბონატების გამოლექვისთვის ამატებენ მასში დაახლოებით 1 გ ბარიუმის ჰიდროჟანგს კონცენტრირებულ ხსნარში; ხსნარი სუფთა სპირტით მიჰყავთ 1 ლ მოცულობამდე. აყოვნებენ ერთი დღე-ღამის განმვლობაში. ნალექის წარმოქმნის შემთხვევაში ფილტრავენ და ინახავენ დამუქებული მინის ჭურჭელში CO_2-საგან დასაცავად.

ალდეჰიდებისაგან სპირტის გაწმენდას აწარმოებენ კრისტალური $KMnO_4$-ის მცირე რაოდენობის (წონის მიხედვით) დამატებით, შეურევენ, აყოვნებენ ერთი დღე-ღამის განმავლობაში და გადადენიან სუფთა სპირტს წყლის აბაზანაზე. ტუტის სპირტული ხსნარი ხანგრძლივი შენახვისას მუქდება და უვარგისი ხდება გამოყენებისთვის.

IV.14.4. იოდური რიცხვის განსაზღვრა განუსის მიხედვით

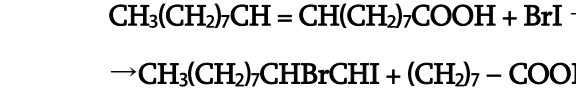
იოდური რიცხვი გვიჩვენებს იოდის გრამების რაოდენობას, რომელსაც შეუძლია შებოჭოს 100 გრამი შესაბამისი ცხიმი ან ზეთი. იოდური რიცხვი სხვადასხვა ცხიმში დიდ ფარგლებში მერყეობს - 30-დან 170-მდე. ყველაზე დაბალი იოდური რიცხვით ხასიათდება ქოქოსის ზეთი. აღნიშნული მაჩვენებლის განსაზღვრა დაფუძნებულია უჯერი მჟავების უნარზე მიიერთონ იოდის ორი ატომი ორმაგი კავშირის გაწყვეტის ადგილზე.

იოდური რიცხვი მიუთითებს გაჯერებული ცხიმოვანი მჟავების რაოდენობრივ შემცველობაზე, მათი შემადგენლობის მითითების გარეშე. იოდური რიცხვის ამაღლებით იზრდება ცხიმების დაჟანგვის უნარი, უფრო თხევადი ხდება კონსტიტენცია, ასეთი ზეთების ნაწილი გამოიყენება ლაქების, საღებავების და ოლიფის დასამზადებლად. სასურსათო ზეთი გამოირჩევა უფრო დაბალი იოდური რიცხვით. ეს მაჩვენებელი იცვლება არა მარტო კულტურების სახეობრივი თავისებურების მიხედვით, არამედ, ასევე, ნიადაგურ-კლიმატური პირობების და აგროტექნიკური ღონისძიებების მიხედვით.

მეთოდის პრინციპი.

მიღებულია ჩაითვალოს, რომ ხსნარიდან იოდი ორმაგი კავშირის გაწყვეტის ადგილზე ჩაერთვება უჯერი ცხიმის მჟავაში. მაგრამ, ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე იოდი ცხიმებთან ძალიან ნელა რეაგირებს, ხოლო გაცხელებისას მისი მიერთება მიმდინარეობს არათანაზომიერად. უფრო ინტენსიურად რეაგირებენ ცხიმებთან იოდის შენაერთები ჰალოგენებთან (ქლორთან, ბრომთან): **ClI** - გიუბლის მეთოდის მიხედვით და **BrI** - განუსის მეთოდის მიხედვით; სხვა მხრივ ამ ორ მეთოდს შორის პრინციპული განსხვავება არ არის.

რეაქცია ოლეინის მჟავასთან:



$$CH_3(CH_2)_7CH = CH(CH_2)_7COOH + BrI \rightarrow$$

$$\rightarrow CH_3(CH_2)_7CHBrCHI + (CH_2)_7 - COOH$$

უმნიშვნელო რაოდენობით შეიძლება მოხდეს ჰალოგენებით ნაჯერი ჯგუფის წყალბადის ჩანაცვლება, და ანალიზის შედეგები მიღებულ იქნეს თეორიულზე უფრო მაღალი, ამიტომ, აუცილებელია მეთოდიკის ზუსტი დაცვა. ცხიმს ხსნიან ქლოროფორმში, ამატებენ **BrI** (განუსის ხსნარი), ჩანაცვლების რეაქცია მიმდინარეობს სიბნელეში 1 საათის განმავლობაში. ბრომიდული იოდის ნაშთს ამუშავებენ კალიუმის იოდიდის ხსნარით, ამ დროს მიმდინარეობს შემდეგი რეაქცია:

$$BrI + KI \approx KBr + I_2$$

იოდის ჭარბ რაოდენობას, რომელიც არ შესულა ჩანაცვლების რეაქციაში, დაახლოებით პირველსაწყისი რაოდენობის ნახევარი, ტიტრავენ ჰიპოსულფიტის ზუსტად ცნობილი ნორმალობის ხსნარით.

ანალიზის მსვლელობა:

მოსალოდნელი იოდური რიცხვიდან გამომდინარე იღებენ 0,2-დან 1,0 გრამამდე ცხიმის (ზეთის) წონაკს. 30 -100 ერთეული იოდური რიცხვის შემთხვევაში წონაკი შეადგენს 0,4-1,0 გ; 100 - 150 ერთ. შემთხვევაში - წონაკი 0,3 გ; 150 ერთ.-ზე მეტი იოდური რიცხვის შემთხვევაში 0,2 გ წონაკს იღებენ ანალიზურ სასწორზე მცირე ზომის მინის სინჯარაში ბრტყელი ძირით ან ბიუქსში.

მასიური ანალიზების შემთხვევაში შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მაღალი კლასის მიკროპიპეტი 0,2 მლ-ზე და გვეცოდინება რა წვეთის წონა, შეიძლება ავიღოთ წონაკი მოცულობითი მეთოდით. მინის სინჯარას ცხიმით გრძელი პინცეტით ათავსებენ სუფთა, მშრალ მილესილ საცობიან 600 მლ მოცულობის კონუსური კოლბის ფსკერზე. ცხიმის წონაკს ფრთხილად, პირდაპირ სინჯარაში ასხამენ 10 მლ ქლოროფორმს, ბრუნვითი მოძრაობით გადააყირავებენ სინჯარას და ხსნიან ცხიმს (ზეთს). თუკი ზეთი არ გაიხსნა და ნარევი დარჩა არაგამჭვირვალე, საჭიროა დაემატოს ქლოროფორმის ახალი ულუფა. კოლბში ბიურეტიდან ამატებენ ზუსტად 25 მლ განუსის ხსნარს. კოლბს

მჭიდროდ ახურავენ საცობს, რომელიც დასველებულია კალიუ-მის იოდიდის ხსნარში, რათა ადგილი არ ჰქონდეს იოდის დანაკარგს აქროლების შედეგად.

თავდახურულ კოლბებს ფრთხილად ანჯღრევენ და ტოვებენ ბნელ ადგილას 1 საათის განმავლობაში 26-30^{0}C ტემპერატურაზე ან 2 საათით ოთახის ტემპერატურაზე. ერთდროულად ტარდება საკონტროლო ანალიზი. საკონტროლო კოლბში ათავსებენ 10 მლ ქლოროფორმს, 25 მლ განუსის ხსნარს, შეურევენ და მასაც აყოვნებენ სიბნელეში.

რეაქციის დამთავრების შემდეგ საცდელ და საკონტროლი კოლბებში ჩაასხამენ 10 მლ კალიუმის იოდიდის 2 % -იან ხსნარს, აღნიშნული ხსნარით ასველებენ საცობს და კოლბის ყელის შლიფს, შემდეგ ამატებენ 50 მლ გამოხდილ წყალს და ჭარბ იოდს ტიტრავენ ჰიპოსულფიტის 0,1 н ხსნარით ყვითელი ფერის მიღებამდე. შემდეგ ამატებენ 1 მლ სახამებლის 1-%-იან ხსნარს და ტიტრავენ ფრთხილად, კოლბის შიგთავსის შერევით ხსნარის ცისფერის გაქრობამდე. კალიუმის იოდიდის ხსნარს და წყალს ამატებენ უშუალოდ განსაზღვრის წინ. თუკი ქლოროფორმი არ არის სუფთა, იოდი ხსნარში ნელა გადადის, დატიტვრა ჭიანურდება და შედეგები არაზუსტია.

შედეგების ანგარიში 100 გრამ ცხიმზე: რეაქციებში იოდი და ჰიპოსულფიტი რეაგირებენ ექვივალენტური რაოდენობებით, ამიტომ

$$X = [(a - б) \cdot Hg \cdot 126{,}9 \cdot 100] : (H \cdot 1000)$$

სადაც, **X** არის - იოდის რიცხვი, გ; **a** - ჰიპოსულფიტის მოცუ-ლობა, დახარჯული საცდელი კოლბის დატიტვრაზე, მლ; **б** - ჰიპოსულფიტის მოცულობა, დახარჯული საკონტროლო კოლბის დატიტვრაზე, მლ; **Hg** - ჰიპოსულფიტის ნორმალობა; 126,9 - იოდის ატომური მასა, გ; **H** - საანალიზო წონაკი, გ;

რეაქტივები:

1. განუსის ხსნარი (ბრომიდული იოდი): 13 გრამ იოდს ხსნიან 100 მლ ყინულოვან ძმარმჟავაში, შემდეგ კი ამატებენ 8,2

გ ბრომს. ბრომის სიჭარბე არ დაიშვება, რადგან ის აძლიერებს ჩანაცვლების რეაქციას. ხსნარი ყინულოვანი ძმარმჟავით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე და ინახავენ დამუქებული მინის ჭურჭლში.

2. ქლოროფორმი ჩვეულებრივ ჭუჭყიანდება წყლით, სპირტით, ეთერით, აცეტონით. მინარევებისაგან მას ასუფთავებენ გამყოფ ძაბრში წყლით რამდენჯერმე ჩარეცხვით, შემდეგ ქლოროფორმს აშრობენ კალციუმის ქლორიდით და გადადენიან ფრაქციას, რომელიც დულს 60-61^0 C ტემპერატურაზე. ქლოროფორმის სისუფთავეს ამოწმებენ მასზე კალიუმის იოდიდის ხსნარის დამატებით. ამ შემთხვევაში მან არ უნდა შეიცვალოს შეფერადება და უნდა დარჩეს გამჭვირვალე.

3. ჰიპოსულფიტის 0,1 н ხსნარი: ჰიპოსულფიტის ტიტრს ადგენენ წყლით ორჯერ გადაკრისტალებული და 130^0 C ტემპერატურაზე გამშრალი კალიუმის ბიქრომატით.

4. სახამებლის 1 %-იანი ხსნარი მზადდება ნატრიუმის ქლორიდის ნაჯერ ხსნარზე.

იოდური რიცხვის განსაზღვრა რეფრაქტომეტრზე ერმაკოვის მიხედვით.

იოდური რიცხვი ისაზღვრება რეფრაქტომეტრზე ზეთის გარდატეხის მაჩვენებლის მიხედვით. გამოანგარიშებისათვის იყენებენ განსაკუთრებულ ფორმულას ან სკალას, რომელიც შემოთავაზებულია მეთოდის ავტორის მიერ. მეთოდი გამოსადეგია მასიური ანალიზების ჩატარებისას მცენარეული სინჯების მცირე წონაკების შემთხვევაში. ფართო გამოყენებას პოულობს სელექციურ და ლაბორატორიულ პრაქტიკაში 2-10 გრამი სათესლე მასალის არსებობისას.

ანალიზის მსვლელობა.

ინდივიდუალური საანალიზო მასალიდან რამდენიმე წვეთ ზეთს ღებულობენ ერმაკოვის ფოლადის წნეხ-ჭიქის გამოყენებით ან სხვა მოწყობილობით ლაბორატორიულ ზეთის წნეხზე. ზეთის მაღალი შემცველობის ნიმუშებისთვის ქმნიან 100 ატმოსფერულ წნევას, ხოლო, ნიმუშებისთვის, არა უმეტეს 25 % ცხიმის

შემცველობისა - 200 ატმ.; ზეთის წვეთებს აგროვებენ სპეციალური პიპეტით, რომლის ეგრეთწოდებული ცხვირი შეიცავს მჭიდროდ ჩადებულ ბამბის ტამპონს. ზეთის შეგროვება და გაფილტვრა ხდება სუსტი ვაკუმის პირობებში, რომელსაც ქმნის რეზინის ბურთი.

ყოველი ნიმუშისათვის იღებენ ზეთის ორ სინჯს. გარდატეხის მაჩვენებელს საზღვრავენ რეფრაქტომეტრზე ИРФ-22. განსაზღვრას ატარებენ 20-25^0 C ტემპერატურაზე. თითოეული სინჯისათვის იღებენ 3-5 ანათვალს და აღებული მაჩვენებლებიდან გამოყავთ საშუალო. ულტრათერმოსტატში აყენებენ საჭირო ტემპერატურას, აღებენ ხელსაწყოს თავის ზედა ნაწილს და გამზომი პრიზმის ზედაპირზე მოათავსებენ ზეთის 2-3 წვეთს. ფრთხილად დაახურავენ თავს და აკვირდებიან ხელსაწყოს პრიზმებს შორის არსებული ღრიჭოების სითხით სრულად შევსებას. ხელსაწყოზე განსაზღვრას ატარებენ თეთრ შუქზე. გაზომვას და აღრიცხვას ატარებენ 3-4-ჯერ, ყოველ ჯერზე გამყოფი ხაზის გადაწევით.

შედეგების ანგარიში: $X = (n_d^{20} - 1,4595 \cdot 100): 0,0118$,

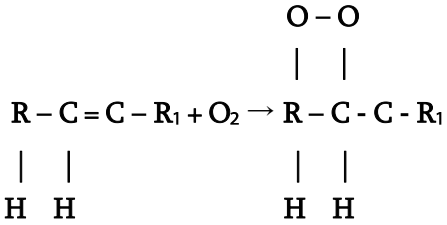
სადაც, **X** - არის იოდური რიცხვი, გ; n_d^{20} - მოცემული ზეთის გარდატეხის მაჩვენებელი; სწრაფი გამოანგარიშებისათვის ადგენენ ცხრილს შემდეგნაირად:

შედეგების ჩაწერის ფორმა

გარდატეხის მაჩვენებელი	**1,478**	**1,479**	**1,480**	**1,481**	**1,482**
ოდური რიცხვი	**156,9**	**165,2**	**173,7**	**182,2**	**190,6**

IV.14.5. ზეჟანგის რიცხვის განსაზღვრა

უჯერი ცხიმის მჟავები ჰაერის ჟანგბადის მოქმედებით ნაწილობრივ იჟანგებიან. ამ შემთხვევაში ჟანგბადი უერთდება ორმაგი კავშირის ადგილას და წარმოიქმნება ზეჟანგი.



აღნიშნული რეაქცია - ყველაზე გავრცელებული ტიპია ცხიმების ან ცხიმის შემცველი პროდუქტების, ბურღულეულის, კონცენტრატების გამწარების (გაფუჭების).

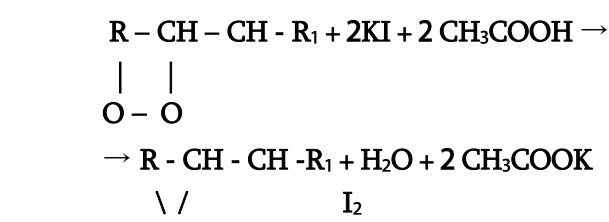
პროცესი ჩქარდება ტენის მცირე რაოდენობით, ამაღლებული ტემპერატურის და სინათლის არსებობის პირობებში. უჟანგბადოდ დაჟანგვა არ მიმდინარეობს, ვაკუუმში შენახვისას ცხიმები არ მწარდებიან. პრაქტიკაში ცხიმების გამწარებისგან დასაცავად ამატებენ მცირე რაოდენობით ანტიდამჟანგველებს.

ზოგჯერ ცხიმების გამწარება დაკავშირებულია მიკროორგანიზმების მოქმედებასთან, ამ შემთხვევში ცხიმის უსიამოვნო გემო და სუნი განპირობებულია კეტონებით, რომლებიც წარმოიქმნებიან გახლეჩილი ცხიმის მჟავების დაჟანგვისას. კეტონური გამწარება აღენიშნება მხოლოდ დაბალმოლეკულურ ცხიმის მჟავებს ნახშირბადის ატომების რიცხვით არა უმეტეს 12. გამწარების ყველაზე მარტივი შემთხვევა, რომელიც ხშირად აღინიშნება ცხოველურ ცხიმებში, მაგალითად კარაქში, დაკავშირებულია ცხიმის მარტივ გასაპვნასთან და ამ დროს წარმოქმნილ თავისუფალ ცხიმის მჟავასთან ძალზე უსიამოვნო სუნით.

მაშასადამე, ზეჟანგის რიცხვი უჩვენებს ცხიმების ჟანგურ ცვლილებებს და გამოისახება იოდის გრამებში, რომელსაც შეუძლია 100 გ ცხიმში შემავალ აქტიურ წყალბადის ზეჟანგთან რეაქციაში შესვლა.

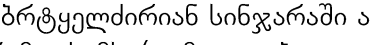
მეთოდის პრინციპი. ცხიმის ზეჟანგს მჟავე არეში უნარი აქვს რეაქციაში შევიდეს იოდურ კალიუმთან მისგან თავისუფალი იოდის გამოყოფით.

სქემატურად ეს რეაცია შეიძლება შემდეგნაირად წარმოვიდგინოთ:



$$R-CH-CH-R_1 + 2KI + 2\,CH_3COOH \rightarrow$$
$$\quad | \quad\;\; |$$
$$\quad O- \;\; O$$
$$\rightarrow R-CH-CH-R_1 + H_2O + 2\,CH_3COOK$$
$$\quad \backslash\,/ \qquad\qquad I_2$$
$$\quad O$$

თავისუფალ იოდს ტიტრავენ ჰიპოსულფიტის ხსნარით სახამებლის თანაარსებობით:



$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow 2\,NaI + Na_2S_4O_6$$

ანალიზის მსვლელობა

მინის პატარა ბრტყელძირიან სინჯარაში ანალიზურ სასწორზე წონიან 1-3 გრამ ცხიმს (დამოკიდებულია გამწარების პროცესის ინტენსივობაზე). ათავსებენ მას 150 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, დაასხამენ 10 მლ სუფთა ქლოროფომს პირდაპირ სინჯარაში. შემდეგ სინჯარას გადააყირავებენ, ბრუნვითი მოძრაობით შეურევენ ხსნარს და ხსნიან ცხიმს. თუკი ცხიმი არ იხსნება ან ხსნარი არ უფერულდება, ამატებენ ქლოროფორმის ახალ ულუფას.

საკონტროლო კოლბში ასევე ასხმენ 10 მლ ქლოროფორმს, შემდეგ ორივე კოლბში მუდმივი ფრთხილი შერევით ამატებენ 20 მლ ყინულოვან ძმარმჟავას და 1 მლ კალიუმის იოდიდის ახლადმომზადებულ ხსნარს. ნარევს კარგად შეურევენ და აყოვნებენ 3 წუთს ქვიშის საათის მიხედვით.

გამოყოფილი იოდის დატიტვრას ატარებენ ჰიპოსულფიტის 0,01 н ხსნარით; დასაწყისში ტიტრავენ ხსნარს ყვითელი ფერის წარმოქმნამდე, ხოლო, შემდეგ ამატებენ 1 მლ სახამებლის 1 %-იან ხსნარს და ტიტრავენ ხსნარის თანაბარზომიერი და ნელი შერევით ცისფერი შეფერილობის გაქრობამდე.

შედეგების ანგარიში წარმოებს შემდეგი ფორმულით:

$$П = [\,(а - б)\,.\,н_г\,.\,126{,}9\,.\,100]\,:\,Н\,.\,1000\,,$$

სადაც, П - არის ზეჟანგის რიცხვი; ***а*** - ჰიპოსულფიტის რაოდენობა დახარჯული საკვლევ კოლბში ხსნარის დატიტვრაზე, მლ; ***б*** - ჰიპოსულფიტის რაოდენობა დახარჯული საკონტროლო კოლბში ხსნარის დატიტვრაზე, მლ; ***Нг*** - ჰიპოსულფიტის ხსნარის ნორმალობა; 126,9 - იოდის ატომური მასა; ***Н*** - საანალიზო მასალის წონა, გ;

რეაქტივები:

ჰიპოსულფიტის 0,01 н ხსნარი.

IV.15. რკინის განსაზღვრა სულფოსალიცილის მჟავით

მეთოდი დაფუძნებულია იმაზე, რომ რკინა სულფოსალიცილის მჟავასთან ხსნარში წარმოქმნის რამდენიმე შეფერადებულ კომპლექსებს:

1) მჟავე არეში pH 2-3 პირობებში რკინა წარმოქმნის წითელი ფერის რკინის მონოსალიცილინს - **კათიონური ფორმა.**

2) pH 4-8 პირობებში წარმოიქმნება **მურა ფერის ანიონური ფორმა, რკინის დისულფოსალიცილინი.**

3) pH 8-11 პირობებში წარმოიქმნება **ყვითელი ფერის ტრისულფოსალიცილინის კომპლექსური ანიონი.**

კომპლექსების წარმოქმნის რეაქციებს იყენებენ სამვალენტიანი რკინის განსაზღვრისათვის მჟავე არეში და $ორ^-$ და სამვალენტიანი რკინის ჯამური შემცველობის განსაზღვრისათვის ტუტე არეში. ანალოგიური კომპლექსების არსებობა, რომლებიც სულფოსალიცილის მჟავასთან წარმოქმნიან Ca^{2+}, Mg^{2+}, Al^{3+} არ უშლიან რკინის განსაზღვრას, რადგანაც ეს კომპლექსები არ არიან შეფერადებულნი. ძლიერ ტუტე არე იქმნება ამიაკის დამატებით. სამუშაო უნდა ჩატარდეს სპეციალურ ოთახში და მხოლოდ გამწოვის ქვეშ.

ანალიზის მსვლელობა.

რკინა შეიძლება განისაზღვროს ხსნარში მცენარეული მასალის მშრალი და სველი დანაცვრის შემდეგ. 10 მლ ხსნარს

ათავსებენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 5 მლ სულფოსალიცილის მჟავას 25 %-იან ხსნარს წყალზე. კოლბში ათავსებენ ინდიკატორული ქაღალდის „ კონგო წითელის“ პატარა ნაჭერს და ამატებენ წვეთობით ამიაკის 25 %-იან ხსნარს (ინდიკატორის გადასვლა წითელიდან ლურჯში). შეფერადება ტუტე არეში მოწითალო-იისფერიდან გადადის ყვითელში. ხსნარი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ყვითლად შეფერილი ხსნარების კოლორიმეტრირებას აწარმოებენ ლურჯი შუქფილტრის გამოყენებით რეაქტივების შეტანიდან 5 წუთის შემდეგ.

რკინის განსაზღვრას შეიძლება ხელი შეუშალოს ზოგიერთმა მინარევმა, ამიტომ ამიაკი უნდა იყოს თავისუფალი CO_2-სგან, რადგან კალციუმის და მაგნიუმის კარბონატები ითვლებიან ხსნარების ამღვრევის მიზეზად. მანგანუმის მაღალი შემცველობისას სინჯში, შესაძლებელია ხსნარში წარმოიქმნეს მანგანუმის ჰიდროჟანგის მურა ან ყავისფერი ნალექი. ასეთ შემთხვევაში განსაზღვრას იმეორებენ ნაცრის ხსნარის ახალი ულუფით, და იმისათვის, რომ შეაკავონ Mn^{4+} ხსნარში, ამატებენ 5 მლ მარილმჟავა ჰიდროქსილამინის 10 % -იან ხსნარს.

თუკი ხსნარში ჰიდროჟანგების გამოყოფისაგან წარმოიქმნება სიმღვრივე მაშინ საჭიროა გაიზარდოს სულფოსალიცილის მჟავას რაოდენობა, რათა გაიხსნას ისინი და დაემატოს ამიაკი ძლიერი სუნის მიღებამდე.

რეაქტივები.

1.*სამუშაო ხსნარი და დაყალიბებული გრაფიკის აგება.* იყენებენ რკინაამონიუმის შაბს $[(NH_4)_2 SO_4 \cdot Fe_2 (SO_4)_3 \cdot 24 H_2O]$: 0,864 გ შაბს ათავსებენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, ხსნიან 500 მლ 5 %-იან გოგორდის მჟავაში, ამატებენ 3-4 წვეთ კონცენტრ. აზოტის მჟავას კარგად შეურევენ და მიჰყავთ ნიშანხაზამდე გოგირდის მჟავას იგივე ხსნარით. 1 მლ ასეთი ხსნარი შეიცავს 0,1 მგ რკინას.

სამუშაო ხსნარის მომზადებისთვის, მიღებულ სანიმუშო ხსნარს ანალიზის ჩატარების დღეს ანზავებენ 10-ჯერ. დაყალიბებილ მრუდს აგებენ შემდეგი კონცენტრაციების გამოყენებით:

0,01 მგ-დან 0,5 მგ-მდე რკინის შემცველობით 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში.

2. სულფოსალიცილის მჟავას 25 %-იანი ხსნარი: 25 გ მჟავას ხსნიან 80 მლ გამოხდილ წყალში, ამიაკის 10 %-იანი ხსნარის დამატებით pH მიჰყავთ 2,0-მდე ინდიკატორული ქაღალდის გამოყენებით. ნიშანხაზამდე შეავსებენ წყლით.

1. **მარილმჟავა ჰიდროქსილამინის 10 %-იანი ხსნარი.**
2. **ამიაკის 25 %-იანი ხსნარი, CO_2 – გან თავისუფალი.**

IV. 16. მიკროელემენტების შემცველობის განსაზღვრა მცენარეებში.

IV.16.1. მცენარეული ნიმუშების მომზადება მძიმე მეტალების განსაზღვრისათვის.

მშრალი მინერალიზაციის წესი დაფუძნებულია ორგანული ნივთიერების სრულ დაშლაზე მცენარის ნიმუშის მუფელის ღუმელში დაწვით (დანაცვრით) კონტროლირებადი ტემპერა-ტურის რეჟიმის პირობებში.

ანალიზის მსვლელობა.

ჯამში ან ტიგელში იღებენ მცენარეული ნიმუშის დანამცე-ცებულ წონაკს (თუთიის, სპილენძის და მანგანუმის განსაზღვ-რისას - 2 გ, კადმიუმის, ტყვიის, ნიკელის, ქრომის და კობალტის – 10-15 გ), აწონილს არა უმეტეს 0,01 გ სიზუსტით, ამატებენ 96 %-იან ეთილის სპირტს ანგარიშით - 5 მლ სპირტი 1 გ სინჯის მშრალ ნივთიერებაზე, ახურავენ საათის მინას და ტოვებენ 24 საათით.

სინჯს აშრობენ და შემდეგ ანახშირებენ ელექტროქურაზე კვამლის გამოყოფის შეწყვეტამდე, არ უნდა დაუშვათ აალება. შემდეგ ტიგელს ათავსებენ ცივ მუფელის ღუმელში და მისი ტემპერატურის ყოველ ნახევარ საათში 50^0 C-ით მომატებით ღუ-მელში ტემპერატურა მიჰყავთ თითქმის 450^0 C-მდე. განაგრძობენ

მინერალიზაციას 10-15 საათის განმავლობაში რუხი ფერის (ნაცრისფერი) ნაცრის მიღებამდე.

ოთახის ტემპერატურამდე გაცივებულ ნაცარს ასველებენ აზოტის მჟავას (1:1) წვეთებით, აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე, ათავსებენ მუფელის ღუმელში, მიყავთ მისი ტემპერატურა 300^0 C-მდე და აჩერებენ 30 წუთს. ეს ციკლი შეიძლება განმეორებულ იქნეს რამდენჯერმე, სანამ არ მიიღება თეთრი ან ოდნავ შეფერადებული ფერის ნაცარი დანახშირებული ნაწილაკების გარეშე.

სინჯებთან ერთად ანალიზების ყოველ სერიაში ტარდება საკონტროლო ანალიზი: ტიგელში (ჯამში) საკვლევი წონაკის გარეშე, ათავსებენ იგივე რეაქტივებს იგივე რაოდენობით, მონაწილეობენ იგივე თანმიმდევრობით ყველა ოპერაციებში, როგორც საკვლევი სინჯის შემთხვევაში (დანახშირება, დანაცრიანება, გახსნა, ექსტრაქცია).

აპარატურა, რეაქტივები, მასალები: ლაბორატორიული სასწორები (მეტროლოგიური მახასიათებლებით); მუფელი; საყოფაცხოვრებო ელექტროქურა; წყლის აბაზანა; ტიგელი ან ჯამი კვარცის; საათის მინა; საზომი ცილინდრები 10 ან 50 მლ-ზე; პიპეტი 1 მლ მოცულობით; ეთილის სპირტი; აზოტის მჟავა ხსნარი განზავებული განოხდილ წყალში (1:1) შეფარდებით;

სველი მინერალიზაციის წესი დაფუძნებულია მცენარეული ნიმუშის სრულ დაშლაზე კონცენტრირებული აზოტის და გოგირდის მჟავების და წყალბადის ზეჟანგის ნარევში გაცხელებით.

ანალიზის მსვლელობა.

დანამცეცებულ მცენარეული ნიმუშის წონაკს (მითითებულია მშრალი მინერალიზაციის წესში) გადაიტანენ კელდალის კოლბში, ამატებენ აზოტის მჟავას შემდეგი ანგარიშით - 10 მლ ყოველ 5 გრამ სინჯზე და აყოვნებენ არა ნაკლებ 15 წუთს. კოლბში შეაქვთ 2-3 მინის ბურთულა, ახურავენ ძაბრს და აცხელებენ ელექტროქურაზე დასაწყისში სუსტად, შემდეგ ძლიერად, აორთქლებენ კოლბის შიგთავსს დაახლოებით 5 მლ მოცულობამდე. კოლბებს აცივებენ, ამატებენ 10 მლ აზოტის მჟავას,

აორთქლებენ 5 მლ-მდე. ამ ციკლს იმეორებენ რამდენჯერმე მურა ფერის (მოყავისფრო) ორთქლის გამოყოფის შეწყვეტამდე.

კოლბში, ყოველ 5 გ სინჯზე შეაქვთ 10 მლ აზოტის მჟავა და 2 მლ წყალბადის ზეჟანგი. არ დაიშვება რეაგენტების დამატების თანმიმდევრობის შეცვლა: წყალბადის ზეჟანგი ყოველთვის შეიტანება ბოლოს. კოლბის შიგთავსს აორთქლებენ 5 მლ-მდე. მინერალიზაცია დასრულებულად ითვლება, თუკი ხსნარი გაცივების შემდეგ დარჩება უფერული. ყვითელი ან ყავისფერის არსებობისას კოლბში ამატებენ 5 მლ აზოტის მჟავას და 2 მლ წყალბადის ზეჟანგს და აცხელებენ მურა ფერის (მოყავისფრო) ორთქლის გამოყოფის შეწყვეტამდე და ხსნარის სრულ გაუფერულებამდე. გაცივებულ კოლბში შეაქვთ 10 მლ ორმაგად გამოხდილი წყალი და ადუღებენ 10-15 წუთის განმავლობაში.

სინჯებთან ერთდროულად ანალიზების ყოველ სერიაში ატარებენ საკონტროლო ანალიზს.

აპარატურა, რეაქტივები, მასალები: ლაბორატორიული სასწორები (მეტროლოგიური მახასიათებლებით); ელექტროქურა ბუდეებით კელდალის კოლბების ჩასადებად; კელდალის კოლბები 50 ან 100 მლ მოცულობის; საზომი ცილინდრები 10, 25 და 50 მლ მოცულობის; ლაბორატორიული ძაბრები; მინის ბურთულები; კონცენტრირებული აზოტის მჟავა („განსაკუთრებით სუფთა“); წყალბადის ზეჟანგი (პერჰიდროლი) „ქ. ს.“; ორმაგად გამოხდილი წყალი;

ხსნარების მომზადება ანალიზისთვის. მცენარეული ნიმუშების ზემოთ აღწერილი ნებიმიერი წესით მინერალიზებულ სინჯს ტიგელში(კოლბში, ჯამში) ამატებენ 5-10 მლ აზოტის მჟავას (1:1) და აცხელებენ წყლის აბაზანაზე ან ელექტროქურაზე ტენიანი მარილების წარმოქმნამდე. ხსნიან 10-15 მლ 1 %-იან აზოტის მჟავაში, გადააქვთ 25 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და მიჰყავთ ნიშანხაზამდე იგივე მჟავას ხსნარით. მიღებულ ხსნარში საზღვრავენ მძიმე მეტალების შემცველობას ალოვანი ატომური აბსორბციის მეთოდით. ზოგიერთ შემთხვევებში ხსნარს ანზავებენ ან უფრო კონცენტრირებულს ხდიან.

IV.16.2. ხსნარების მომზადება ალოვანი ატომური აბსორბციული მეთოდით ანალიზისთვის.

ალოვანი ატომური აბსორბციული მეთოდით მძიმე მეტალების შემცველობის განსაზღვრას აწარმოებენ ხსნარებში, რომლებიც ზოგჯერ საჭიროებენ **განზავებას ან კონცენტრირებას.**

განზავება ტარდება იმ შემთხვევაში, როცა განსასაზღვრი ელემენტის კონცენტრაცია საანალიზო ხსნარში აჭარბებს დაყალიბებული გრაფიკის ასაგებად გამოყენებული სტანდარტული (სანიმუშო) ხსნარის ყველაზე მაღალ კონცენტრაციას. სინჯებს ანზავებენ აზოტის მჟავას 1%-იანი ხსნარით. თუკი სინჯის განზავება ხდება არა უმეტეს ვიდრე 10-ჯერ, დასაშვებია განზავებისთვის ორმაგი გამოხდილი წყლის გამოყენება.

სინჯის კონცენტრირებას ატარებენ იმ შემთხვევაში, როცა განსასაზღვრი ელემენტის კონცენტრაცია მასში, მისი აღმოჩენის ფარგლებთან (ზღვართან) ახლოა, ან მასზე დაბლაა, მაგრამ, აუცილებელია საანალიზო ნიმუშში ელემენტის ზუსტი შემცველობის ცოდნა. თუკი ხელსაწყოში არ არის ფონის შთანთქმის კორექტორი, ტყვიის, კადმიუმის, ნიკელის და კობალტის განსაზღვრისას, საჭიროა საანალიზო ხსნარების კონცენტრირება.

კონცენტრირებას ატარებენ ექსტრაქციის ან აორთქლების მეთოდით. კონცენტრირების ყველა ოპერაციაში მონაწილეობენ სტანდარტული ხსნარებიც, რომლებშიც განსასაზღვრი ელემენტის კონცენტრაცია 2-5-ჯერ დაბალია სტანდარტული ხსნარის კონცენტრაციის მინიმალურ დონეზე. ასევე, მონაწილეობს ნულოვანი სტანდარტი.

ექსტრაქციით კონცენტრირება: 100 მლ ტევადობის ჭიქებში ათავსებენ საკვლევი და სტანდარტული ხსნარების ალიქვოტებს (10-50 მლ), მათი მოცულობა აზოტის მჟავას 1%-იანი ხსნარით მიჰყავთ 50 მლ მოცულობამდე, ამატებენ 10 მლ-ობით ლიმონის მჟავას, 2-3 წვეთ ფენოლფტალეინის ხსნარს და ასხამენ წვეთობით ამიაკის ხსნარს სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე. ხსნარები გადააქვთ 100 მლ მოცულობის გამყოფ ძაბრებში, დაასხამენ 5 მლ ნატრიუმის დიეთილდიტიოკარბამატის ხსნარს, 5

მლ ეთერს და ანჯღრევენ 1 წუთის განმავლობაში. ორგანულ ექსტრაქტებს აგროვებენ სინჯარებში და მაშინვე ახურავენ საცობებს.

აორთქლებით კონცენტრირების შემთხვევაში 50 მლ ტევადობის ჭიქებში ათავსებენ საკვლევი და სტანდარტულ ხსნარების ალიქვოტებს (15-20 მლ), ამატებენ 1 მლ-ობით აზოტის მჟავას (1:1) და აცხელებენ წყლის აბაზანაზე ან ელექტროქურაზე ტენიანი მარილების წარმოქმნამდე, რომლებსაც ხსნიან 1%-იანი აზოტის ან მარილმჟავას მინიმალურ მოცულობაში და მთლიანად გადააქვთ იგივე მჟავით 5-10 მლ მოცულობის საზომ სინჯარაში.

აპარატურა, რეაქტივები, მასალები.

1. მარილმჟავა, „განსაკ. სუფთა“, 1%-იანი ხსნარი დამზადებული ორმაგი გამოხდილი წყლით.
2. აზოტის მჟავა, „განსაკ. სუფთა“, დამზადებული გამოხდილი წყლით 1 : 1 შეფარდებით.
3. აზოტის მჟავა, „განსაკ. სუფთა“, 1%-იანი ხსნარი დამზადებული ორმაგი გამოხდილი წყლით.
4. ამიაკი, „ქ. ს.“ 5%-იანი წყალხსნარი.
5. ძმარმჟავას იზოამილის ეთერი, „სუფთა“, ან ძმარმჟავას ბუთილის ეთერი „ს“;
6. ლიმონის მჟავა, „ქ.ს.“. 0,5%-იანი ხსნარი ორმაგ გამოხდილ წყალზე (ახლად დამზადებული).
7. ნატრიუმის N,N - დიეთილდიტიოკარბამატი, „ს.ა.“; 0,5%-იანი ხსნარი ორმაგ გამოხდილ წყალზე (ახლად დამზადებული).
8. ფენოლფტალეინი, სპირტულ-წყლიანი 1%-იანი ხსნარი.

IV.16.3. მიკროელემენტების საერთო შემცველობა

მიკროელემენტების საერთო შემცველობის განსაზღვრისათვის სინჯის მომზადების მეთოდები დაფუძნებულია სინჯის სრულ დაშლაზე და ხსნარში მის გადაყვანაზე.

მცენარის ნიმუშების დასაშლელად იყენებენ ორ მეთოდს: მშრალი დანაცრიანება და მჟავური დაწვა (სველი დანაცვრა). მშრალი დანაცვრის ზემოთ აღწერილ მეთოდს იყენებენ რკინის,

მანგანუმის, თუთიის, სპილენძის, კობალტის, ნიკელის, ტყვიის, კადმიუმის, ქრომის განსაზღვრისათვის. სველი დანაცვრის შემდეგ დასახელებული ელემენტების გარდა შესაძლებელია მოლიბდენის განსაზღვრა. ნაცრისა და სველი დანაცვრისაგან ნაშთის ანალიზისთვის, ფოტომეტრული მეთოდების გამოყენებისას, სინჯს ამუშავებენ მარილმჟავას 0,3 M ხსნარით. ნაცარს ტიგელში ფრთხილად ასველებენ 0,3 M მარილის მჟავით, შემდეგ ამატებენ 5 მლ იგივე ხსნარს. ტიგელს ათავსებენ წყლის აბაზანაზე და აცხელებენ 30 წუთის განმავლობაში. მიღებული ხსნარი ძაბრის გამოყენებით გადააქვთ 20 მლ მოცულობის დაყალიბებულ სინჯარაში. ტიგელს ჩარეცხავენ ორმაგი გამოხდილი წყლით და ხსნარს მიიყვანენ ნიშანხაზამდე.

ბორის, ვერცხლისწყლის, სელენის და დარიშხანის განსაზღვრისათვის მცენარის ნიმუშების მომზადების წესები, აგრეთვე, მოლიბდენისთვის მშრალი დანაცვრის წესი, აღწერილია შესაბამისი ელემენტების განსაზღვრის მეთოდებში.

აპარატურა, რეაქტივები, მასალები: წყლის აბაზანა ლაბორატორიული; საზომი ცილინდრი 5 მლ მოცულობის. სინჯარები მილესილი საცობით 20 მლ მოცულობის. მარილის მჟავა „განსაკუთრებული სუფთა“; 0,3 M ხსნარი ორმაგ გამოხდილ წყალში.

IV. 16.3.1. თუთიის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ატომურ-აბსორბციული მეთოდით.

მეთოდი დაფუძნებულია თუთიის თავისუფალი ატომებით შთანთქმული ელექტრომაგნიტური რეზონანსული გამოსხივების გაზომვაზე.

თუთიის შემცველობას მცენარის ნიმუშებში(დაშლილი და ხსნარში გადაყვანილი) საზღვრავენ ატომურ-აბსორბციული მეთოდით.

IV.16.3.2. თუთიის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში დიტიზონის მეთოდით.

მეთოდის საფუძველია ნეიტრალურ არეში დიტიზონთან თუთიის შეფერადებული კომპლექსის წარმოქმნა (მეწამულ-წითელი ფერის), მისი ექსტრაქცია ოთხქლორიანი ნახშირბადით და ექსტრაქტის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვა. სპილენძის, რკინის, ტყვიის, კობალტის. ნიკელის და ზოგიერთი სხვა მძიმე მეტალების ხელშემშლელი გავლენის აცილება ხდება თიოსულფატის დამატებით.

ანალიზის მსვლელობა.

ანალიზის წინ ნაცრის ხსნარს განაზავებენ ნამჯისთვის, ჩალისთვის, ძირხვენებისთვის 10-ჯერ, მარცვლისთვის 20-ჯერ. განზავებული საანალიზო ხსნარის ალიქვოტს - 10 მლ-ს გადაიტანენ 50 მლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში, ამატებენ 1-2 წვეთ მეთილის წითელს და ანეიტრალებენ ამიაკის 10 %-იანი ხსნარით ყვითელი ფერის მიღებამდე. ძაბრში ასხამენ 5 მლ აცეტატურ ბუფერულ ხსნარს, 1 მლ 25 %-იან ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარს და კარგად შეურევენ. შემდეგ ბიურეტიდან ან პიპეტით ამატებენ 20 მლ 0,0012 %-იან დიტიზონის ხსნარს CCl_4–ში და ანჯღრევენ ძაბრს 1 წუთის განმავლობაში. ფაზების დაყოფის შემდეგ ორგანულ შრეს გადაიტანენ კიუვეტში (შუქის გატარების შრის სისქით 1 სმ). ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ 538 нм ტალღის სიგრძეზე (მწვანე შუქფილტრი) საკონტროლო ანალიზთან შედარებით.

დაყალიბებულ გრაფიკს ამზადებენ თუთიის კონცენტრაციის ინტერვალში - 0-დან (ნულოვანი ხსნარი) 5 მკგ-მდე 20 მლ CCl_4 – ში. ამისათვის, გამყოფი ძაბრების სერიაში ათავსებენ - 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 მლ სტანდარტულ ხსნარს 1 მკგ/მლ თუთიის შემცველობით. მოცულობა 10 მლ-მდე მიჰყავთ მარილმჟავას 0,3 M ხსნარის დამატებით, ანეიტრალებენ ამიაკის 10%-იანი ხსნარით და შემდეგ აგრძელებენ ანალიზს ისე, როგორც საკვლევი

ხსნარების შემთხვევაში. დაყალიბებულ გრაფიკს აგებენ შემ-დეგნაირად: ორდინატთა ღერძზე გადაზომავენ ოპტიკური სიმკვრივის მნიშვნელობას, აბსცისთა ღერძზე თუთიის კონცენ-ტრაციას ხსნარში.

თუთიის კონცენტრაციას საკვლევ ხსნარებში პოულობენ დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით და მცენარეში ელემენტის შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით:

Zn, მგ/კგ = (C · V_1) : (V_2 · m) ,

სადაც, **C** - არის თუთიის კონცენტრაცია, მკგ / 10 მლ, გრაფიკის მიხედვით.

V_1 - საწყისი საანალიზო ხსნარის მოცულობა, მლ;

V_2 - ალიქვოტის მოცულობა, მლ; **m** - მცენარის ნიმუშის წონა.

რეაქტივების მომზადება (იხ. დანართი 23, რეაქტივი 2-6).

დამატებით ამზადებენ: მარილმჟავას 0,3 M ხსნარს: 24,7 მლ კონცენტრირებულ მარილმჟავას ანზავებენ ორმაგი გამოხდილი წყლით (500–700 მლ); გაცივების შემდეგ ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1000 მლ-მდე;

IV.16.3.3. სპილენძის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ატომურ-აბსორბციული მეთოდით.

მეთოდი დაფუძნებულია სპილენძის თავისუფალი ატომებით შთანთქმული ელექტრომაგნიტური რეზონანსული გამოსხივების გაზომვაზე.

სპილენძის შემცველობას მცენარის ნიმუშებში (დაშლილი და ხსნარში გადაყვანილი) საზღვრავენ ატომურ-აბსორბციული მეთოდით.

IV.16.3.4. სპილენძის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით ტყვიის დიეთილდითიოკარბამატის გამოყენებით.

მეთოდის საფუძველია სპილენძის შეფერადებული კოპლექსის წარმოქმნა ტყვიის დიეთილდითიოკარბამატთან, ოთხქლორიანი ნახშირბადით მისი ექსტრაქცია და ექსტრაქტის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვა.

ანალიზის მსვლელობა.

საანალიზო ხსნარის 10 მლ ალიქვოტს ათავსებენ 50 მლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში, ამატებენ 5 მლ ლიმონმჟავა ამონიუმის 10 %-იან ხსნარს, 1-2 წვეთ ინდიკატორ ფენოლფტალეინს და ანეიტრალებენ ამიაკის განზავებული ხსნარით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე. შემდეგ ბიურეტიდან დაასხამენ 15 მლ ტყვიის დიეთილდითიოკარბამატის ხსნარს ოთხქლორიან ნახშირბადში და ენერგიულად ანჯღრევენ 2 წუთის განმავლობაში. ფაზების დაყოფის შემდეგ ქვედა (ორგანული) შრეს გადაიტანენ მილესილ საცობიან სინჯარაში ან პირდაპირ კიუვეტში (რომლის გასახედი შრის სისქე 2 მლ). ექსტრაქტის ფოტომეტრირებას ატარებენ 436 нм ტალღის სიგრძეზე (ლურჯი შუქფილტრი) შესადარებლად იყენებენ ოთხქლორიან ნახშირბადს.

დაყალიბებულ მრუდს ამზადებენ სპილენძის კონცენტრაციით - 0-დან (ნულოვანი ხსნარი) 2 მკგ-მდე ინტერვალში 15 მლ CCl_4-ში. ამისათვის, გამყოფი ძაბრების სერიაში ასხამენ 0,0; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 მლ სტანდარტულ ხსნარს 10 მკგ/მლ სპილენძის შემცველობით. მარილმჟავას 0,3 M ხსნარით მოცულობა მიჰყავთ 10 მლ-მდე. შემდეგ, თითოეულ გამყოფ ძაბრში ამატებენ 5 მლ ლიმონმჟავა ამონიუმის 10 %-იან ხსნარს, 1-2 წვეთ ინდიკატორ ფენოლფტალეინს და ანეიტრალებენ ამიაკის განზავებული ხსნარით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე. შემდეგ იქცევიან ისე, როგორც საკვლევი ნიმუშების ანალიზის შემთხვევაში. დაყალიბე-

ბულ მრუდს აგებენ A – O კოორდინატებზე (ოპტიკური სიმკვრივის მნიშვნელობას განათავსებენ ორდინატთა ღერძზე; სპილენძის კონცენტრაციას ხსნარში - აბსცისთა ღერძზე).

სპილენძის კონცენტრაციას საკვლევ ხსნარებში პოულობენ დაყალიბებული მრუდის მიხედვით და ანგარიშობენ ელემენტის შემცველობას სინჯში, ფორმულით:

$$Cu, \text{მგ/კგ} = (C \cdot V_1) : (V_2 \cdot m),$$

სადაც, **C** - არის სპილენძის კონცენტრაცია,მკგ/15 მლ, გრაფიკის მიხედვით;

V_1 - საწისი საანალიზო ხსნარის მოცულობა; V_2 - ალიქვოტის მოცულობა; **m**- მცენარის ნიმუშის წონა;

რეაქტივები

1. ლიმონმჟავა ამონიუმის 10%-იანი ხსნარი.
2. ფენოლფტალეინი, 0,1%-იანი სპირტული ხსნარი.
3. ამიაკის განზავებული წყალხსნარი ორმაგ გამოხდილ წყალზე.
4. ტყვიის დიეთილდითიოკარბამატის ხსნარი ოთხქლორიან ნახშირბადში (მომზადება იხ. დანართი 23, რეაქტივი 1).
5. მარილმჟავას 0,3 M ხსნარი (იხ.დანართში).
6. სპილენძის სტანდარტული სანიმუშო ხსნარი 1 000 მკგ/მლ (1 მგ / მლ) ელემენტის შემცველობით.

IV.16.3.5. მანგანუმის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ატომურ-აბსორბციული მეთოდით.

მეთოდი დაფუძნებულია მანგანუმის თავისუფალი ატომებით შთანთქმული ელექტრომაგნიტური რეზონანსული გამოსხივების გაზომვაზე.

მანგანუმის შემცველობას მცენარის ნიმუშებში (დაშლილი და ხსნარში გადაყვანილი) საზღვრავენ ატომურ-აბსორბციული მეთოდით, პირდაპირ აცეტილენი-ჰაერის ალში.

IV.16.3.6. მანგანუმის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით ამონიუმის პერსულფატის გამოყენებით.

მეთოდის საფუძველია ამონიუმის პერსულფატით მანგანუმის დაჟანგვა მანგანუმის მჟავამდე, აზოტმჟავა ვერცხლის როგორც კატალიზატორის თანაარსებობისას და ვარდისფერ-იისფრად შეფერადებული ხსანარის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვა. ქლორიდების ხელშემშლელ გავლენას აცილებენ საანალიზო ხსნარის აორთქლებით ამოშრობამდე აზოტის და გოგირდის მჟავებთან ერთად. ანალიზის ხელშემშლელი რკინა, ფოსფორის მჟავას დახმარებით, შეიბოჭება უფერულ კომპლექსში.

ანალიზის მსვლელობა.

საანალიზო ხსნარის ალიქვოტს - 5-15 მლ ათავსებენ 50 მლ მოცულობის ცეცხლგამძლე ჭიქაში, ამატებენ 5 მლ კონცენტრირებულ აზოტის მჟავას, 2 მლ 30 %-იან წყალბადის ზეჟანგს და აორთქლებენ ქურაზე ამოშრობამდე. შემდეგ ამატებენ 3 მლ მხოლოდ კონცენტრირებულ აზოტის მჟავას და კვლავ აორთქლებენ ამოშრობამდე.

მშრალ ნაშთს ამატებენ 25 მლ 10 %-იან გოგირდის მჟავას და აცხელებენ ქურაზე მის სრულ გახსნამდე. შემდეგ ამატებენ 15 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს, 2 მლ კონცენტრირებულ ორთოფოსფორის მჟავას, 2 მლ აზოტმჟავა ვერცხლის 1 %-იან ხსნარს და აცხელებენ 5-10 წუთს. თუკი ხსნარი აიმღვრევა, მაშინ საჭიროა იგი მიყვანილ იქნეს ადუღებამდე და გაიფილტროს „ლურჯ ზოლიანი“ ფილტრით;

გამჭვირვალე ცხელ ხსნარს ჭიქაში მცირე ულუფებით ამატებენ 2 გრამ ამონიუმის პერსულფატს (არ უნდა დაუშვათ ხსნარის აქაფება), ფრთხილად შეურევენ მინის წკირით. დამჟანგველის ყოველი ულუფის დამატების შემდეგ განაგრძობენ გაცხელებას თითქმის ადუღებამდე. მყარი ვარდისფერ-იისფერი შეფერადების წარმოშობის და ოზონის ბუშტუკების გამოყოფის შეწყვეტის შემდეგ ხსნარს კიდევ ადუღებენ 1-2 წუთს. გაცივების

შემდეგ ხსნარი გადააქვთ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

ხსნარის ფოტომეტრირებას ახდენენ კიუვეტში, (გამჭვირვალე ფენის სისქე 1 ან 2 სმ) 528- 536 нм ტალღის სიგრძეზე (ან მწვანე შუქფილტრი) შესადარებლად იყენებენ ნულოვან ხსნარს.

დაყალიბებულ სკალას ამზადებენ კონცენტრაციით 0-დან 5,0 მკგ/მლ-მდე (0-დან 250 მკგ-მდე 50 მლ-ში). ამისათვის, 100 მლ მოცულობის ჭიქებში ათავსებენ 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 მლ სტანდარტულ შესადარებელ ხსნარს 100 მკგ/მლ მანგანუმის შემცველობით. ამატებენ 25 მლ 10%-იანი გოგირდის მჟავას ხსნარს და ყველა ჭიქაში ხსნარების მოცულობას ორმაგი გამოხდილი წყლით ათანაბრებენ 40 მლ-მდე. შემდეგ ამატებენ 2 მლ კონცენტრირებულ ორთოფოსფორის მჟავას, 2 მლ აზოტმჟავა ვერცხლის 1%-იან ხსნარს და აცხელებენ 80-90^0 C ტემპერატურაზე 5-10 წუთის განმავლობაში. შემდეგ ატარებენ ყველა ოპერაციას ისე, როგორც ეს არის მითითებული ზემოთ საანალიზო ხსნარების შემთხვევაში.

დაყალიბებულ გრაფიკს აგებენ A – O კოორდინატებზე (ოპტიკური სიმკვრივის მნიშვნელობას განათავსებენ ორდინატთა ღერძზე, მანგანუმის კონცენტრაციას ხსნარში - აბსცისთა ღერძზე).

მანგანუმის შემცველობას მცენარეში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$Mn, \text{მგ/კგ} = (C \cdot V_1) : (V_2 \cdot m),$$

სადაც, **C** - არის მანგანუმის კონცენტრაცია, მკგ/50 მლ, გრაფიკის მიხედვით;

V_1 - საწყისი საანალიზო ხსნარის მოცულობა, მლ; V_2 - ალიქვოტის მოცულობა; მლ; **m**- მცენარის ნიმუშის წონა.

რეაქტივები: 1. მანგანუმის სტანდარტული ხსნარი ელემენტის შემცველობით 1000 მკგ 1 მლ-ში; (1 მგ/მლ); **(მომზადების ტენიკა აღწერილია გვ. 31).**

IV. 16.3.7. მანგანუმის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით ფორმალდოქსიმის გამოყენებით.

მეთოდის საფუძველია მანგანუმის შეფერადებული კოპლექსის წარმოქმნა ფორმალდოქსიმთან (მოწითალო-ყავისფერის) და ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვა. მაგანუმის შეფერადებული კომპლექსი წარმოიქმნება ტუტე არეში, რომელსაც ქმნიან ამიაკური ბუფერული ხსნარის დახმარებით. ფორმალდოქსიმთან რკინის, სპილენძის, ნიკელის, კობალტის კომპლექსების დაშლისათვის და დასახელებული ელემენტების შეკავებისთვის ხსნარში (რათა აცილებული იქნეს მანგანუმის თანადალექვა) ამატებენ ასკორბინის მჟავას და ტრილონ Б-ს.

ანალიზის მსვლელობა.

საანალიზო ხსნარის ალიქვოტს - 5 მლ ათავსებენ 100 მლ მოცულობის მშრალ კონუსურ კოლბში. ამატებენ 10 მლ ფორმალდოქსიმის სამუშაო ხსნარს და 30 მლ სამუშაო ამიაკურ ბუფერულ ხსნარს. ყოველი რეაქტივის დამატების შემდეგ კოლბის შიგთავსს კარგად შეურევენ. შემდეგ კოლბს 5 წუთით დატოვებენ ფორმალდოქსიმთან მანგანუმის კოპლექსის ფერის სრული განვითარებისთვის.

ამის შემდეგ ამატებენ 5 მლ შემნიღბავ ხსნარს. შეურევენ და ტოვებენ 10 წუთით რკინასთან ფორმალდოქსიმის კომპლექსის დაშლისათვის. ხსნარის ფოტომეტრირებას ატარებენ შემნიღბავი რეაგენტის დამატებიდან არა უგვიანეს 30 წუთისა (კომპლექსის შეფერადება დროთა განმავლობაში სუსტდება) კიუვეტით, რომლის გამჭვირვალე ფენის სისქე 1 სმ-ია, 490 нм ტალღის სიგრძეზე (მოლურჯო-მწვანე შუქფილტრი) გამოხდილ წყალთან შედარებით.

დაყალიბებული მრუდის ასაგებად 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში ათავსებენ 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 მლ სტანდარტულ სამუშაო ხსნარს 100 მკგ / მლ (0,1 მგ/მლ) მანგანუმის შემცველობით. მოცულობა 0,1 н გოგირდმჟავას ხსნარით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

დაყალიბებულ გრაფიკს აგებენ A – O კოორდინატებზე (ოპტიკური სიმკვრივის მნიშვნელობას განათავსებენ ორდინატთა ღერძზე, მანგანუმის კონცენტრაციას ხსნარში - აბსცისთა ღერძზე).

მანგანუმის შემცველობას მცენარეში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$Mn, \text{მგ/კგ} = (C \cdot V_1) : (V_2 \cdot m),$$

სადაც, **C** - არის მანგანუმის კონცენტრაცია, მკგ/50 მლ, გრაფიკის მიხედვით;

V_1 - საწყისი საანალიზო ხსნარის მოცულობა, მლ; V_2 – ალიქვოტის მოცულობა; **m**- მცენარის ნიმუშის წონა.

რეაქტივები:

1. **მანგანუმის სტანდარტული ხსნარი** ელემენტის შემცველობით 100 მკგ /1 მლ-ში; (0,1 მგ/მლ); **(მომზადების ტენიკა აღწერილია გვ. 31).**

2. **ფორმალდოქსიმის ძირითადი ხსნარი.** 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში ათავსებენ 2/3 -მდე გამოხდილ წყალს, შემდეგ ამატებენ მასში 123 გ მარილმჟავა ჰიდროქსილამინს(„ანალიზისთვის სუფთა“) და 172 მლ ფორმალინის 37%-იან ხსნარს („ტექნ.“). მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მიღებულ ხსნარს ინახავენ არა უმეტეს 1 თვისა.

3. **ფორმალდოქსიმის სამუშაო ხსნარი -** მზადდება ანალიზის ჩატარების დღეს. ამისათვის, 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ათავსებენ 100 მლ ფორმალდოქსიმის ძირითად ხსნარს და გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე.

4. **ამიაკური ბუფერული ხსნარი (სამარაგო):** 68 გრამ ამონიუმის ქლორიდს („სუფთა ანალიზისთვის“) ხსნიან 570 მლ 25%-იან ამიაკის ხსნარში და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე.

5. **სამუშაო ამიაკური ბუფერული ხსნარი -** სამარაგო ამიაკური ბუფერული ხსნარის 100 მლ-ს ათავსებენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

6. **შემნიღბავ ხსნარს** ამზადებენ ანალიზის ჩატარების დღეს. 4 გრამ ასკორბინის მჟავას ხსნიან 500 მლ ტრილონ Б -ს 3%-იან ხსნარში.

7. **ტრილონ Б -ს 3%-იან ხსნარი.** ჭიქაში ასხამენ დაახლოებით 500 მლ გამოხდილ წყალს, ათავსებენ მასში 30 გრამ ტრილონ Б-ს და ხსნიან გაცხელებით. ხსნარი გადააქვთ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში და გაცივების შემდეგ გამოხდილი წყლით მიჰავთ ნიშანხაზამდე.

IV.16.3.8. კობალტის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ატომურ-აბსორბციული მეთოდით.

მეთოდი დაფუძნებულია კობალტის თავისუფალი ატომებით შთანთქმული ელექტრომაგნიტური რეზონანსული გამოსხივების გაზომვაზე.

კობალტის შემცველობა მცენარეში მათი დაშლისა და ხსნარში გადაყვანის შემდეგ შეიძლება განისაზღვროს ატომურ-აბსორბციული მეთოდით პირდაპირ აცეტილენ -ჰაერის ალში. გაზომვის ჩატარების ტექნიკა და შესადარებელი სტანდარტული ხსნარების მომზადება მოტანილია 32 **გვერდზე.** მაგრამ ანალიზის სიზუსტის (მგრძნობელობის) ამაღლების მიზნით და ხელშემ-შლელი კომპლექსების გავლენის აცილებისთვის წინასწარ ატარე-ბენ ელემენტის ექსტრაქციულ კონცენტრირებას. კობალტის მყარი კომპლექსის მიღებისათვის უფრო ხშირად იყენებენ 2-ნიტროზო-1-ნაფტოლს; შენაერთის ექსტრაქციას ატარებენ ძმარმჟავას იზოამილის ეთერით და ექსტრაქტში საზღვრავენ კობალტს ატომურ-აბსორბციული მეთოდით.

ანალიზის მსვლელობა.

საანალიზო ხსნარის ალიქვოტს - 20 მლ ათავსებენ 100 მლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში, ამატებენ 25 მლ შემნიღბავ ხსნარს და 2 მლ 2-ნიტროზო- 1 ნაფტოლის ხსნარს. ყოველი რეაგენტის დამატების შემდეგ ძაბრის შიგთავსს კარგად შეანჯღრევენ. ძაბრს თავისი შიგთავსით აყოვნებენ 1,5 საათის განმავლობაში.

შემდეგ ამატებენ 5 მლ იზოამილაცეტატს და 1 წუთის განმავ-ლობაში ენერგიულად ანჯღრევენ. ფაზების განცალკავების შემდეგ წყლის ქვედა ფენას გადაღვრიან, ხოლო, ექსტრაქტს გადაიტანენ მილესილ საცობიან სინჯარაში. ექსტრაქტში საზღვრავენ კობალტს ატომურ-აბსორბციული მეთოდით.

დაყალიბებულ სკალას ამზადებენ კონცენტრაციების - 0-დან - 5 მკგ-მდე /5 მლ ინტერვალში; ამისათვის გამყოფ ძაბრში ათავსებენ 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 მლ შესადარებელ სტან-დარტულ ხსნარს კობალტის შემცველობით 1 მკგ / მლ; ამატებენ 20 მლ-მდე ორმაგ გამოხდილ წყალს. შემდეგ ყველა პროცე-დურას ატარებენ ისე, როგორც ეს არის მითითებული საკვლევი ხსნარის ანალიზისას.

რეაქტივების მომზადება:

1.შემნიღბავ ხსნარს ამზადებენ ანალიზის ჩატარების დღეს. 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში ათავსებენ 400 მლ ლიმონმჟავა ნატრიუმის 40%-იან ხსნარს, 400 მლ ძმარმჟავა ნატრიუმის 40%-იან ხსნარს და 40 მლ წყალბადის ზეჟანგის კონცენტრირებულ ხსნარს. მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

2. კობალტის სტანდარტულ შესადარებელ ხსნარებს ამზა-დებენ 0,1-5 მკგ ელემენტის შემცველობით 1 მლ-ში. (მომზადების ტექნიკა იხ. გვ. 32).

3. 2-ნიტროზო-1-ნაფტოლი,(„ანალიზისთვის სუფთა“) 0,1% მასური წილით გამოხდილ წყალში.

4. სამჩანაცვლებული ლიმონმჟავა ნატრიუმი („ანალიზისთვის სუფთა“) 40 % მასური წილით გამოხდილ წყალში.

5. ძმარმჟავა ნატრიუმი („ანალიზისთვის სუფთა“) 40 % მასური წილით გამოხდილ წყალში.

6. წყალბადის ზეჟანგი კონცენტრირებული.

7. ძმარმჟავას იზოამილის ეთერი (იზოამილაცეტატი).

IV.16.3. 9. კობალტის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით 2-ნიტროზო-1-ნაფტოლის გამოყენებით.

მეთოდის საფუძველია კობალტის შეფერადებული კოპლექსის წარმოქმნა 2-ნიტროზო-1-ნაფტოლით და ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვა. ციტრატის დახმარებით იშორებენ ორვალენტიანი რკინის შემშლელ გავლენას. 2-ნიტროზო-1-ნაფტოლთან სამვალენტიანი რკინის და სპილენძის შეფერადებულ შენაერთებს შლიან აზოტისა და ფოსფორის მჟავას ნარევით.

ანალიზის მსვლელობა. საანალიზო ხსნარის ალიქვოტს - 10 მლ ათავსებენ 50 მლ მოცულობის ჭიქაში, ამატებენ 2 მლ შემნიღბავ ხსნარს და 1 მლ 2-ნიტროზო-1-ნაფტოლის 0,1 %-იან ხსნარს. ჭიქის შიგთავსი მიჰყავთ ადუღებამდე. გაცივების შემდეგ საანალიზო ხსნარს ჭიქაში ამატებენ 3 მლ აზოტისა და ფოსფორის მჟავების ნარევს და მაშინვე შეურევენ. შიგთავსი გადააქვთ 20 მლ მოცულობის დაყალიბებულ სინჯარებში და გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ხსნარების ფოტომეტრირებას ახდენენ გამოხდილ წყალთან შედარებით კიუვეტში, რომლის გამჭვირვალე ფენის სისქე 2 სმ-ია 520 нм ტალღის სიგრძეზე (მწვანე შუქფილტრი).

თუკი საანალიზო ხსნარში კობალტის შემცველობა ძალზე დაბალია (მისი აღმოჩენა შეუძლებელია), ასეთ შემთხვევაში მნიშვნელოვანი სიდიდის მიღებისათვის შესაძლებელია ხსნარის კონცენტრირება აორთქლებით. ამისათვის საანალიზო ხსნარის ალიქვოტს 20 მლ ათავსებენ ცეცხლგამძლე ჭიქაში და დაასხმენ რამდენიმე წვეთ კონცენტრირებულ აზოტმჟავას. შიგთავსს აირთქლებენ ქვიშის აბაზანაზე ან დახურულ ელექტროქურაზე ამოშრობამდე. ნალექში ამატებენ 6 მლ განზავებულ მარილმჟავას, ხსნარი მიყავთ ადუღებამდე, ამატებენ 2 მლ შემნიღბავ ხსნარს და ადუღებენ 1 წუთს. ხსნარის რეაქცია უნდა იყოს 5,6 - დან 6,0 - მდე ფარგლებში. საჭიროების შემთხვევაში მის

კორექტირებას ახდენენ ძმარმჟავა ნატრიუმის ხსნარის დახმარებით, შემდეგ ამატებენ 1 მლ 2-ნიტროზო-1-ნაფტოლის 0,1 %-იან ხსნარს, 5 მლ გამოხდილ წყალს და მიჰყავთ ადუღებამდე. საანალიზო ხსნარის გაცივების შემდეგ ჭიქაში ამატებენ 3 მლ აზოტის და ფოსფორის მჟავას ნარევს და მაშინვე შეურევენ. შიგთავსი გადააქვთ დაყალიბებულ სინჯარებში და შემდეგ ყველა პროცედურას ატარებენ ისე, როგორც აღნიშნულია ზემოთ საანალიზო ხსნარის განსაზღვრისას.

დაყალიბებული სკალის მომზადება და გრაფიკის აგება **იხ. გვ. 31-32;**

კობალტის შემცველობას მცენარეში ანგარიშობენ ფორმულით:

Co , მგ/კგ = (C · V_1) : (V_2 · m) ,

სადაც, **C -** არის კობალტის კონცენტრაცია, მკგ / 20 მლ, გრაფიკის მიხედვით;

V_1 - საწისი საანალიზო ხსნარის მოცულობა, მლ; **V_2** - ალიქვოტის მოცულობა; მლ; **m-** მცენარის ნიმუშის წონა,გ;

რეაქტივების მომზადება იხ. დანართი 23 (რეაქტივი 7-12).

16.3.10. მოლიბდენის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით თუთია-დითიოლის გამოყენებით.

მეთოდის საფუძველია მოლიბდენის შეფერადებული კომპლექსის წარმოქმნა დითიოლთან, ქლოროფორმით მისი ექსტრაქცია და ექსტრაქტის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვა (ექსტრაქტი შეფერილია მწვანედ). რკინის შემშლელი გავლენის მოცილება შესაძლებელია ასკორბინის მჟავას გამოყენებით. ლიმონის მჟავას დამატებით არიდებულია (აცილებულია) დითიოლის ურთიერთმოქმედება ვოლფრამთან. სპილენძის შემშლელ მოქმედებას იცილებენ იოდიდთან მისი კომპლექსში შებოჭვის გზით.

ნაცრის ხსნარის მომზადება. ტიგელში ნაცარს ასველებენ ორმაგი გამოხდილი წყლით, ამატებენ 2 მლ ქლორის მჟავას და აცხელებენ ელექტროქურაზე კვამლის გამოყოფის შეწყვეტამდე. ტიგელს დამუშავებული ნაცრით ათავსებენ ცივ მუფელში,

აცხელებენ 500^0 C ტემპერატურამდე და აჩერებენ ამ ტემპერა-ტურაზე 15 წუთს. ტიგელის გაცივების შემდეგ მასში ამატებენ 25 მლ 14 %-იან მარილმჟავას და ათავსებენ ადუღებული წყლის აბაზანაზე 10-20 წუთს. შემდეგ ხსნარი გადააქვთ 50 მლ მოცუ-ლობის საზომ კოლბში. ტიგელს ჩარეცხავენ 14 %-იანი მარილ-მჟავით და ამავე მჟავით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე.

ანალიზის მსვლელობა.

საანალიზო ხსნარის ალიქვოტს - 25 მლ ათავსებენ 100 მლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში, ამატებენ 0,5 მლ რკინაამონიუმის შაბის 1 %-იან ხსნარს, 2 მლ შემნიღბავ ხსნარს და აყოვნებენ 2 წუთს. შემდეგ ამატებენ 3 მლ იოდური კალიუმის 50 %-იან ხსნარს, ისევ აყოვნებენ 2 წუთს და ამატებენ 2 მლ თუთია-დითიოლის 0,3 %-იან ხსნარს. ყოველი რეაქტივის დამატების შემდეგ ხსნარს კარგად შეურევენ. შემდეგ ამატებენ 4 მლ ქლოროფორმს და ანჯღრევენ 2 წუთის განმავლობაში. ფაზების დაყოფის შემდეგ ქვედა ორგანულ შრეს ფილტრავენ მშრალი ქაღალდის ფილტრით მილესილ საცობიან სინჯარაში ან პირ-დაპირ კიუვეტში, რომელშიც გამჭვირვალე ფენის სისქე 2 სმ-ია.

ექსტრაქტის ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ ქლოროფორმ-თან შედარებით 680 нм ტალღის სიგრძეზე (წითელი შუქფილ-ტრი). აუცილებლობის შემთხვევაში, თუკი გამოყენებული იქნება კიუვეტი, რომელშიც გამჭვირვალე შრის სისქე 3 სმ-ია, ხსნა-რების მოცულობას და რეაქტივებს ადიდებენ 1,5-ჯერ, ხოლო, ქლოროფორმს 2,5-ჯერ.

დაყალიბებულ სკალას აგებენ კონცენტრაციების შემდეგი ინტერვალით - 0-დან 5 მკგ /V-მდე, სადაც V - არის ქლორო-ფორმის მოცულობა. ამისათვის, გამყოფ ძაბრებში ათავსებენ 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 მლ მოლიბდენის შესადარებელ სტან-დარტულ ხსნარებს, ელემენტის (მოლიბდენის) კონცენტრაციით 1 მკგ / მლ; ამატებენ 1 მლ - ობით რკინაამონიუმის შაბის 1 %-იან ხსნარს და მოცულობა მარილმჟავას 14 %-იანი ხსნარით მიჰყავთ 25 მლ-მდე. შემდეგ ყველა პროცედურას ატარებენ ისე,

როგორც აღნიშნულია ზემოთ საანალიზო ხსნარისათვის. საკვლევ ხსნარებში მოლიბდენის კონცენტრაციას პოულობენ დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით და მცენარეში ელემენტის შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით: $Mo, \text{მგ/კგ} = (C \cdot V_1) : (V_2 \cdot m)$,

სადაც, **C** - არის მოლიბდენის კონცენტრაცია, მკგ / V მლ, გრაფიკის მიხედვით. V_1-საწყისი საანალიზო ხსნარის მოცულობა, მლ; V_2- ალიქვოტის მოცულობა, მლ; **m** - მცენარის ნიმუშის წონა.

რეაქტივები : 1. შემნიღბავი ხსნარი: 75 გრამ ლიმონის მჟავას და 150 გრამ ასკორბინის მჟავას („ანალიზისთვის სუფთა“) ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში და მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ხსნარს ინახავენ მაცივარში არა უმეტეს 1 კვირისა.

2. თუთია - დითიოლის 0,3%-იანი ხსნარი. 0,3 გრამ თუთია-დითიოლს ასველებენ ეტალონით, ამატებენ 4 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს და 2 გრამ მწვავე ნატრს, კარგად შეურევენ და თუთია-დითიოლის და ტუტის მთლიანად გახსნის შემდეგ ორმაგი გამოხდილი წყლით მოცულობა მიყავთ 50 მლ-მდე. მიღებულ ხსნარში ჩაასხამენ 50 მლ იოდური კალიუმის 50 %-იან ხსნარს, მიიღება მღვრიე ხსნარი, მაგრამ ეს არ უშლის განსაზღვრას. ხსნარს ამზადებენ ანალიზის ჩატარების დღეს.

3. რკინა-ამონიუმის შაბის 1%-იანი ხსნარი. 10 გრამ რეაქტივს გაცხელებით ხსნიან 14 %-იან მარილმჟავაში. გაცივების შემდეგ ხსნარის მოცულობა 14%-იანი მარილმჟავით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე.

4. მოლიბდენის სტანდარტული ხსნარი. ძირითადი ხსნარი: 0,184 გ გადაკრისტალებულ მოლიბდენმჟავა ამონიუმს ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში და მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ძირითადი სტანდარტული ხსნარის კონცენტრაცია არის 100 მკგ/მლ მოლიბდენი. სამუშაო (შესადარებელი) სტანდარტული ხსნარი: 5,0 მლ ძირითად სტანდარტულ ხსნარს ათავსებენ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და მოცულობა ნიშანხაზამდე მიჰყავთ 14%-იანი მარილმჟავით. ხსნარი შეიცავს 1 მკგ/მლ მოლიბდენს.

5. 14 %-იანი მარილმჟავა. 1 ლიტრიან საზომ კოლბში მოთავსებულ 500-600 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალში ამატებენ 330 მლ კონცენტრირებულ მარილმჟავას(ხვ.წ. 1,19) და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

6. ეტანოლი (ეთილის სპირტი). **7.ქლოროფორმი (ანალიზისთვის სუფთა).**

IV.16.3.11. ბორის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით ხინალიზარინის გამოყენებით.

მეთოდის საფუძველია ხინალიზარინთან ბორის შეღებილი კომპლექსის (ცისფერი) წარმოქმნა და ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვა.

დანაცრიანება და საანალიზო ხსნარის მომზადება. ბორის განსაზღვრისათვის მცენარის ნიმუშის მომზადებას აწარმოებენ მშრალი დანაცვრით. სველი დაწვის მეთოდის გამოყენება არ შეიძლება, რადგან ადგილი აქვს მჟავე ხსნარებში ბორის შენაერთების აქროლებას.

2 გრამ დანამცეცებულ მცენარის ნიმუშს ათავსებენ პლატინის ან კვარცის ტიგელში, ამატებენ 0,1 გ კალციუმის ჟანგს და შეურევენ. დგამენ ცივ მუფელის ღუმელში და ანახშირებენ ნიმუშს 200-250^0 C ტემპერატურაზე კვამლის (ბოლის) გამოყოფის შეწყვეტამდე (დანახშირების დროს ღუმელის კარი ოდნავ შეღებულია). შემდეგ ამაღლებენ ტემპერატურას 450-500^0 C ტემპერატურამდე და ატარებენ დანაცრიანებას თეთრი ან ღიანაცრისფერი ნაცრის მიღებამდე. ტიგელში, მისი გაცივების შემდეგ, ბიურეტიდან ფრთხილად ამატებენ 10 მლ გოგირდმჟავას 1 н ხსნარს, ზედმიწევნით კარგად შეურევენ კვარცის ან უბორო მინის წკირით, და გაფილტვრის გარეშე გადააქვთ უბორო მინის სინჯარაში. სინჯარას ახურავენ საცობს და ტოვებენ ნალექის გამოყოფისთვის.

ანალიზის მსვლელობა

დაყოვნებული საანალიზო ხსნარიდან ფრთხილად იღებენ ნალექის ზემოთ 1 მლ ალიქვოტს, გადაიტანენ კვარცის ან უბორო

მინის სინჯარაში, ბიურეტიდან ამატებენ 9 მლ ხინალიზარინის ხსნარს, კარგად შეურევენ და 2 საათით ტოვებენ ბნელ ადგილზე.

ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ კიუვეტში, რომლის გამჭვირვალე შრის სისქე 2 სმ-ია, 620 **нм** ტალღის სიგრძეზე ან ნარინჯისფერ-წითელი შუქფილტრის გამოყენებით ნულოვან ხსნართან შედარებით. კიუვეტში ხსნარის შეცვლისას მას არ გადაღვრიან, გაიწოვენ წყლის ჭავლის ტუმბოს დახმარებით პოლიეთილენის კაპილარის გამოყენებით, რათა თავიდან იქნეს აცილებული კონცენტრირებული გოგირდმჟავს ჩამოდინება კიუვეტის კედლებზე.

დაყალიბებულ სკალას აგებენ : ბორის 0-დან 1 მკგ/მლ-მდე ან 0-დან 10 მკგ/10 მლ-მდე კონცენტრაციის ინტერვალში. ამისათვის 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში ათავსებენ 0; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 მლ სტანდარტულ შესადარებელ ხსნარს ბორის კონცენტრაციით 100 მკგ/მლ და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. სტანდარტული სამუშაო შესადარებელი ხსნარიდან მომზადებული სკალიდან იღებენ თითო მლ-ს და ათავსებენ სინჯარებში, შემდეგ თითოეულ მათგანს ამატებენ 9 მლ ხინალიზარინის ხსნარს, შეურევენ და 30 წუთის განმავლობაში აყოვნებენ ბნელ ადგილზე. მიღებულ ხსნარებში ბორის კონცენტრაცია შეადგენს 0, 1, 2, 4, 6, 8 და 10 მკგ/მლ; სამუშაო შესადარებელი სტანდარტული ხსნარების ფოტომეტრირების შედეგების მიხედვით აგებენ დაყალიბებულ გრაფიკს.

საკვლევ ხსნარებში ბორის კონცენტრაციას პოულობენ დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით და მცენარეში ელემენტის შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით: $\mathbf{B}$ **, მგ/კგ** $= (C \cdot V_0) : (V_1 \cdot m)$ **,**

სადაც, $\mathbf{C}$ **-** არის ბორის კონცენტრაცია, მკგ / 10 მლ, გრაფიკის მიხედვით. $\mathbf{V_0}$-საწყისი საანალიზო ხსნარის მოცულობა, მლ; $\mathbf{V_1}$ **-** საანალიზოდ აღებული ხსნარის მოცულობა, მლ; $\mathbf{m}$ **-** მცენარის ნიმუშის წონა, გ;

რეაქტივების მომზაადება: **1.ბორის სტანდარტული ხსნარი.** 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში ათავსებენ 5,720 გ ბორის მჟავას და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ბორის

ძირითადი სტანდარტული ხსნარის კონცენტრაცია არის 1 მგ/მლ ბორი; ხსნარს ინახავენ არა უმეტეს 1 წლისა. აღნიშნული ხსნარის 10 მლ-ის განზავებით 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ღებულობენ ხსნარს კონცენტრაციით 100 მკგ/მლ; ხსნარს ინახავენ არა უმეტეს 1 თვისა.

2. ხინალიზარინის სათადარიგო ხსნარი. 0,150 გ ხინალიზარინს ხსნიან გოგირდის მჟავაში და მთლიანად გადააქვთ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, გოგირდის მჟავით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. ხსნარს ინახავენ უბორო მინის ჭურჭელში მილესილი საცობით ბნელ ადგილას 1 წლამდე.

3. ხინალიზარინის სამუშაო ხსნარი. ძირითადი სტანდარტული ხსნარის 10 მლ ათავსებენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში და ნიშანხაზამდე მიჰყავთ გოგირდის მჟავით. ხსნარს ინახავენ უბორო მინის ჭურჭელში მილესილი საცობით, ბნელ ადგილას არა უმეტეს 2 თვისა.

4. გოგირდმჟავას 1 н ხსნარი - 28 მლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას (d 1,84) ანზავებენ ორმაგი გამოხდილი წყლით 1 ლიტრამდე.

IV.16.3.12. ბორის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით კარმინის გამოყენებით.

მეთოდის საფუძველია კარმინთან ბორის შეღებილი კომპლექსის (ლურჯი ფერის) წარმოქმნა და ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვა. ჰიპოფოსფიტის დამატება საშუალებას იძლევა მოცილებული იქნეს რკინის (III) შემშლელი გავლენა.

ანალიზის მსვლელობა.

დაყოვნებული საანალიზო ხსნარის ალიქვოტს - 1 მლ-ს ათავსებენ კვარცის ან უბორო მინის სინჯარაში, ამატებენ 1 მლ კალციუმის ჰიპოფოსფიტის 10 %-იან ხსნარს და 18 მლ კარმინის ხსნარს. სინჯარის შიგთავსს კარგად შეურევენ და 2 საათით

ტოვებენ ბნელ ადგილას. ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ კიუვეტ-ში, რომელშიც გამჭვირვალე შრის სისქე 2 სმ-ია, 610 нм ტალღის სიგრძეზე ან ნარინჯისფერ-წითელი შუქფილტრის გამოყენებით.

საკვლევ ხსნარებში ბორის კონცენტრაციას პოულობენ დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით და მცენარეში ელემენტის შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$B, \text{მგ/კგ} = (C \cdot V_0) : (V_1 \cdot m),$$

სადაც, **C** - არის ბორის კონცენტრაცია, გრაფიკის მიხედვით, მკგ / 20 მლ, V_0 - საწყისი საანალიზო ხსნარის მოცულობა, მლ; V_1 - საანალიზოდ აღებული ხსნარის მოცულობა, მლ; **m** - მცენარის ნიმუშის წონა, გ;

რეაქტივების მომზადება:

1. ბორის ძირითადი სტანდარტული ხსნარი. 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში ათავსებენ 5,720 გრამ ბორის მჟავას („ქ.ს.“) და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ხსნარის კონცენტრაცია არის 1 მგ/მლ ბორი . ხსნარს ინახავენ არა უმეტეს ერთი წლისა.

2. ბორის სტანდარტული შესადარებელი სამუშაო ხსნარი: 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ათავსებენ 10 მლ ძირითად სტანდარტულ ხსნარს და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე. მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია არის 100 მკგ/მლ ბორი. ინახავენ არა უმეტეს ერთი თვისა.

3. ჰიპოფოსფიტის 10 %-იანი ხსნარი.10 გრამ კალციუმის ჰიპოფოსფიტს ათავსებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ხსნიან მცირე რაოდენობით ორმაგ გამოხდილ წყალში, ამატებენ 5 მლ კონცენტრირებულ მარილჟავას (d= 1,19) და წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

4. კარმინის 0,005%-იანი ხსნარი: 0,050 გრამ კარმინს ხსნიან 1 ლიტრ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავაში (d = 1,84).

IV.16.3.13. ტყვიის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ატომურ-აბსორბციული მეთოდით.

მეთოდი დაფუძნებულია ტყვიის თავისუფალი ატომებით შთანთქმული ელექტრომაგნიტური რეზონანსული გამოსხივების გაზომვაზე.

ტყვიის შემცველობას მცენარეში მათი დაშლისა და ხსნარში გადაყვანის შემდეგ საზღვრავენ ატომურ-აბსორბციული მეთოდით პირდაპირ აცეტილენ - ჰაერის ალში. გაზომვის ჩატარების ტექნიკა და შესადარებელი სტანდარტული ხსნარების მომზადება მოცემულია 31-33 გვერდზე.

IV.16.3.14. ტყვიის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით დიტიზონის გამოყენებით.

მეთოდის საფუძველია დიტიზონთან ტყვიის შეფერადებული (წითელი ფერის) კომპლექსის წარმოქმნა, მისი ექსტრაქცია ოთხქლორიანი ნახშირბადით და ექსტრაქტის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვა. კომპლექსის წარმოქმნის და ექსტრაგირების ოპტიმალური პირობებია pH -8-10. ტუტე არეში ადვილად ჰიდროლიზებადი იონების (Fe(III), Al, Ti(IV)) დალექვა აცილებულია ლიმონმჟავა ამონიუმის დამატებით. ელემენტების დიდი ჯგუფის (Zn, Cu, Ni, Co და სხვ.) ხელშემშლელ გავლენას იცილებენ კალიუმის ციანიდის ხსნარის დახმარებით (ციანიდები აღნიშნულ ელემენტებთან ქმნიან მყარ კომპლექსებს). ჰიდროქსილამინის დამატება ზრდის დიტიზონის ხსნარის მდგრადობას, ეწინააღმდეგება მის დაჟანგვას.

ანალიზის მსვლელობა.

100 მლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში ათავსებენ საანალიზო ხსნარის ალიქვოტს - 20 მლ, ასხამენ 10 მლ ლიმონმჟავა ამონიუმის 10 %-იან ხსნარს და 1-2 წვეთ ინდიკატორ თიმოლის ლურჯს და ანეიტრალებენ ამიაკის 10 %-იანი ხსნარით pH-9-10-მდე (ინდიკატორის ლურჯი ფერი). შემდეგ ამატებენ 1 მლ ჰიდროქსილამინის 20 %-იან ხსნარს და 5 მლ KCN 10 %-იან

ხსნარს. ყოველი რეაქტივის დამატების შემდეგ ხსნარს გულმოდგინედ შეურევენ. ამატებენ ძაბრში 5 მლ დიტიზონის 0,001 %-იან ხსნარს CCl_4-ში და ანჯღრევენ. ფაზების დაყოფის შემდეგ ექსტრაქტი გადააქთ სხვა გამყოფ ძაბრში. ექსტრაგირებას იმეორებენ დიტიზონის ხსნარის შეფერილობის ცვლილების შეწყვეტამდე.

ყველა ექსტრაქტს აერთიანებენ. გამყოფ ძაბრში მოთავსებულ გაერთიანებულ ექსტრაქტს ამატებენ 10 მლ KCN-ის 0,5 %-იან ხსნარს და ანჯღრევენ. წყლის ფაზას გადაღვრიან, ხოლო ორგანულ ექსტრაქტს კიდევ ერთხელ გარეცხავენ კალიუმის ციანიდის ხსნარით. ამის შემდეგ გამყოფ ძაბრში ორგანულ ექსტრაქტს ამატებენ 10 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს და ანჯღრევენ. წყლიან შრეს გადაღვრიან.

გარეცხილი ორგანული ექსტრაქტი გადააქვთ 25 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ნიშანხაზამდე მიჰყავთ სუფთა CCl_4-ით და შეურევენ. ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ 520 нм ტალღის სიგრძეზე ან მწვანე შუქფილტრით სუფთა CCl_4-თან შედარებით.

დაყალიბებულ სკალას აგებენ კონცენტრაციების ინტერვალში: 0-დან 50 მკგ-მდე ტყვია 25 მლ ხსნარში. ამისათვის გამყოფ ძაბრებში ათავსებენ 0; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 მლ ტყვიის შესადარებელ სტანდარტულ ხსნარს, რომლის კონცენტრაცია არის 10 მკგ /მლ, ხსნარებს 20 მლ-მდე ათანაბრებენ ორმაგი გამოხდილი წყლით, შემდეგ, ყოველ მათგანს ამატებენ 10-10 მლ ლიმონმჟავა ამონიუმის 10 %-იანი ხსნარს და ანეიტრალებენ ამიაკით pH-9-მდე; შემდეგ, ამატებენ 1 მლ ჰიდროქსილამინის 20 %-იან ხსნარს, 5 მლ კალიუმის ციანამიდის 10 %-იან ხსნარს, 5 მლ დიტიზონის 0,001 %-იან ხსნარს CCl_4-ში და ანჯღრევენ. ორგანული ფაზა გადააქვთ 25 მლ მოცულობის საზომ კოლბში; ექსტრაგირებას იმეორებენ დიტიზონის ხსნარის ფერის შეცვლის შეწყვეტამდე. კოლბები ოთხქლორიანი ნახშირბადით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ტყვიის კონცენტრაცია ექსტრაქტებში შესაბამისად შეადგენს 0; 5,0; 10.0; 20.0; 30,0; 40,0; 50.0 მკგ/25 მლ-ში;

სამუშაო სტანდარტული ხსნარების ფოტომეტრირების შედეგების მიხედვით აგებენ დაკალიბრებულ გრაფიკს.

ტყვიის შემცველობას მცენარეში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$Pb\ ,\ მგ/კგ = (C \cdot V_0) : (V_1 \cdot m)\ ,$$

სადაც, **C** - არის ტყვიის კონცენტრაცია,გრაფიკის მიხედვით, მკგ / 25 მლ.; V_0 - საწყისი საანალიზო ხსნარის მოცულობა, მლ; V_1 - საანალიზოდ აღებული ხსნარის მოცულობა, მლ; **m** - მცენარის ნიმუშის წონა, გ;

რეაქტივების მომზადება:

1.კალიუმის ციანიდის 10 %-იანი ხსნარი: 10 გ რეაქტივს ხსნიან 100 მლ მოცულობის ორმაგ გამოხდილ წყალში და ასუფთავებენ დიტიზონით. მომზადებულ ხსნარს ინახავენ პოლიეთილენის ჭურჭელში. **კალიუმის ციანიდის 0,5 %-იან ხსნარი** - 5 მლ გასუფთავებულ 10 %-იან ხსნარს ათავსებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

2. მარილმჟავა ჰიდროქსილამინის 20 %-იანი ხსნარი: 20 გ რეაქტივს ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში და მოცულობა მიჰყავთ 100 მლ-მდე; მიღებულ ხსნარს ასუფთავებენ დიტიზონით.

3. მარილმჟავა ჰიდროქსილამინი „სუფთა ანალიზისთვის“;

თუკი რეაქტივი დაბინძურებულია მიკროელემენტებით, მაშინ აწარმოებენ მის გასუფთავებას:

მარილები (ძმარმჟავა ნატრიუმი, ლიმონმჟავა ნატრიუმი, ნატრიუმის თიოსულფატი, კალიუმის ციანიდი, მარილმჟავა ჰიდროქსილამინი და ა.შ.): - 250 მლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში ათავსებენ 100 მლ მარილის ხსნარს, ამატებენ 50 მლ დიტიზონის 0,02%-იან ხსნარს ოთხქლორიან ნახშირბადში და ანჯღრევენ 3 წუთის განმავლობაში. თუკი ქვედა შრე შეფერილია ყვითლად, მაშინ მას გადაღვრიან და დიტიზონით გასუფთავებას განაგრძობენ მანამ, სანამ დიტიზონიანი ფენა არ შეინარჩუნებს მწვანე ფერს. შემდეგ, მარილის ხსნარებს ასუფთავებენ დიტიზონისგან. ამისათვის, გამყოფ ძაბრში ამატებენ 25-50 მლ ოთხქლორიან

ნახშირბადს, ანჯღრევენ და გადაღვრიან ქვედა ფენას. დამუშავებას განაგრძობენ მანამ, სანამ ორგანული ფაზა არ გახდება სავსებით უფერული.

სპილენძით დაბინძურებისაგან აღნიშნული მარილების გასუფთავებისათვის 1 ლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში ათავსებენ 500 მლ მარილის ხსნარს, ამატებენ 10 მლ ტყვიის დიეთილდითიოკარბამატს ოთხქლორიან ნახშირბადში და ანჯღრევენ 2-3 წუთის განმავლობაში.

ფაზების დაყოფის შემდეგ ქვედა შრეს გადაღვრიან და გასუფთავებას იმეორებენ მანამ, სანამ ოორგანული ფაზა არ გახდება სრულიად უფერული. შემდეგ, გასუფთავებულ მარილის ხსნარებს გარეცხავენ ტყვიის დიეთილდითიოკარბამატის კვალისაგან. ამისათვის, ამატებენ 10-15 მლ ოთხქლორიან ნახშირბადს და ანჯღრევენ 2 წუთის განმავლობაში. ორგანულ ფაზას გადაღვრიან. გარეცხვას აწარმოებენ რამდენჯერმე. გასუფთავებულ ხსნარს ფილტრავენ ქაღალდის ფილტრით, რომელიც გარეცხილია მიკროელემენტებით დაბინძურებისაგან. ხსნარს ინახავენ არა უმეტეს ორი კვირისა.

ფილტრებს - ასუფთავებენ მარილის მჟავით (კვალიფიკაციით „განსაკუთრებით სუფთა“) ხუთჯერადი გარეცხვით. მჟავასაგან ფილტრს რეცხავენ ორმაგი გამოხდილი წყლით და აშრობენ კარადაში 90–95^0 C ტემპერატურაზე.

მიკროელემენტების განსაზღვრისას აუცილებელია საკონტროლო ანალიზის ჩატარება, საკვლევი ნიმუშების ანალიზის ყველა სტადიის გავლით.

ტყვიის დიეთილდითიოკარბამატი ოთხქლორიან ნახშირბადში - ხსნარის მომზადება: 332 გრამ ნატრიუმის დიეთილდითიოკარბამატს („ქ.ს.“) ათავსებენ გამყოფ ძაბრში. ამატებენ 500 მლ ოთხქლორიან ნახშირბადს („ანალიზისთვის სუფთა“), აზოტმჟავა ტყვიის 50 მლ ხსნარს [**486 მგ აზოტმჟავა ტყვიას ხსნიან 100 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალში**]. ძაბრის შიგთავსს ანჯღრევენ 5 წუთის განმავლობაში. ფაზების დაყოფის შემდეგ ქვედა ორგანულ ფენას ფილტრავენ მიკროელემენტებისგან

სუფთა, მშრალი ფილტრით. ინახავენ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში მაცივარში.

დიტიზონის 0,02%-იანი ხსნარი ოთხქლორიან ნახშირბადში (ძირითადი): ანალიზისთვის სუფთა 20 მგ დიტიზონს (დიტიზონის 0,04%-იანი ხსნარისთვის იღებენ 40 მგ დიტიზონს; 0,05%-იანი ხსნარისთვის 50 მგ დიტიზონს) ათავსებენ 250 მლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში, ამატებენ 100 მლ CCl_4 და ხსნიან ენერგიული ნჯღრევით. მიღებულ ხსნარში ამატებენ 100 მლ ამიაკის 0,1%-იან ხსნარს და ანჯღრევენ 2-3 წუთს. დიტიზონი გადადის არა-ორგანულ ფაზაში, აფერადებს ამიაკურ ხსნარს ნარინჯის ფერში. აშორებენ ორგანულ ფენას, ხოლო, დიტიზონის ამიაკურ ხსნარს რამდენჯერმე რეცხავენ ოთხქლორიანი ნახშირბადის მცირე ულუფებით (5-10 მლ) მწვანე ფერის მიღებამდე. დიტიზონის მიღებულ ამიაკურ ხსნარს ამატებენ 2,5 მლ გოგირდმჟავას განზავებულ ხსნარს, ანჯღრევენ, ამატებენ 100 მლ CCl_4 და კვლავ ანჯღრევენ. ორგანულ ფაზას გადაიტანენ სუფთა გამყოფ ძაბრში და გოგირდმჟავას მოცილებისთვის რამდენჯერმე რეცხავენ ორ-მაგი გამოხდილი წყლით. დიტიზონის ხსნარს ფილტრავენ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში და ინახავენ მაცივარში.

IV.16.3.15. კადმიუმის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ატომურ-აბსორბციული მეთოდით.

მეთოდი დაფუძნებულია კადმიუმის თავისუფალი ატომებით შთანთქმული ელექტრომაგნიტური რეზონანსული გამოსხივების გაზომვაზე.

კადმიუმის შემცველობას მცენარეში მათი დაშლისა და ხსნარში გადაყვანის შემდეგ საზღვრავენ ატომურ-აბსორბციული მეთოდით პირდაპირ აცეტილენ - ჰაერის ალში.

IV.16.3.16. კადმიუმის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით დიტიზონის გამოყენებით.

მეთოდის საფუძველია ძლიერ ტუტე არეში კადმიუმის შეფერადებული (წითელი ფერის) კომპლექსის წარმოქმნა დიტიზონთან, მისი ექსტრაქცია ოთხქლორიანი ნახშირბადით და ექსტრაქტის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვა. ხელშემშლელი ელემენტების კათიონებს იცილებენ დიტიზონით წინასწარი ექსტრაქციით მჟავე არეში. კადმიუმის განსაზღვრის შედეგებზე გავლენას ახდენს თუთია, როდესაც მისი შემცველობა საანალიზო ხსნარში - 500-ჯერ და მეტად აღემატება კადმიუმის კონცენტრაციას. ტუტე არეში ადვილად ჰიდროლიზებადი იონების - Fe(III), Al, Ti(IV) გამოლექვას იცილებენ კალიუმ-ნატრიუმის ტარტრატის დამატებით. ჰიდროქსილამინის შეტანა ხსნარში საშუალებას იძლევა დაცული იქნეს დიტიზონის ხსნარი დამჟანგველებისაგან.

ანალიზის მსვლელობა.

150 მლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში ათავსებენ საანალიზო ხსნარის ალიქვოტს - 20 მლ, თუკი აუცილებელია, მაშინ შეამჟავებენ 10 %-იანი მარილმჟავით pH - 2-მდე; ამატებენ 5 მლ დიტიზონის 0, 002 %-იან ხსნარს ოთხქლორიან ნახშირბადში და ინტენსიურად ანჯღრევენ. ფაზების განცალკავების შემდეგ ორგანულ ფენას გადაღვრიან. ექსტრაქციას იმეორებენ მანამ, ვიდრე დიტიზონის ბოლო ულუფის შეფერვა შეწყვეტს ცვლილებას. გამოცალკავებულ წყლის ფაზას ამატებენ 10 მლ სეგნეტის მარილის 20%-იან ხსნარს, 0,5 მლ დიმეთილგლიოქსიმის 1%-იან სპირტულ ხსნარს, წვეთობით ამატებენ ამიაკის 10%-იან ხსნარს ნეიტრალურ რეაქციამდე და კარგად შეურევენ. შემდეგ ამატებენ 1 მლ ჰიდროქსილამინის 20%-იან ხსნარს და მწვავე ნატრიუმის 40%-იან ხსნარს ისეთი რაოდენობით, რომ მისი კონცენტრაცია საანალიზო ხსნარში შეადგენდეს დაახლოებით 5-10 %-ს (20 მლ ალიქვოტის შემთხვევაში - ამატებენ 4-5 მლ 40%-იან NaOH). ყოველი რეაგენტის დამატების შემდეგ გამყოფ ძაბრში არსებულ ხსნარს კარგად შეურევენ. შემდეგ ამატებენ 5 მლ დიტიზონის

ხსნარს და ენერგიულად ანჯღრევენ. ფაზების განცალკავების შემდეგ ორგანულ ექსტრაქტს გადაიტანენ 25 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ექსტრაქციას იმეორებენ მანამ, ვიდრე ორგანული ფაზა შეწყვეტს ფერის მიღებას. ექსტრაქტებს აერთიანებენ და ნიშანხაზამდე მიჰყავთ სუფთა ოთხქლორიანი ნახშირბადით. ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ 520 нм ტალღის სიგრძეზე ან მწვანე შუქფილტრით სუფთა CCl_4- თან შედარებით.

დაყალიბებული სკალის მომზადება და დაკალიბრებული გრაფიკის აგება იხილეთ გვ. 31-33; კადმიუმის შემცველობას მცენარეში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$Cd\ ,\ მგ/კგ = (C \cdot V_0) : (V_1 \cdot m)\ ,$$

სადაც, **C** - არის კადმიუმის კონცენტრაცია,გრაფიკის მიხედვით, მკგ / 25 მლ.; V_0-საწყისი საანალიზო ხსნარის მოცულობა, მლ; V_1 - საანალიზოდ აღებული ხსნარის მოცულობა, მლ; **m** - მცენარის ნიმუშის წონა, გ;

რეაქტივები:

1. დიტიზონის 0,05%-იანი ძირითადი ხსნარის მომზადება ოთხქლორიან ნახშირბადში. იხ. დანართი 23 (რეაქტივი 13).

2. დიტიზონის 0,002%-იანი სამუშაო ხსნარი (ამზადებენ ანალიზის ჩატარების დღეს): დიტიზონის ძირითადი ხსნარის 20 მლ ათავსებენ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და მიიყვანენ ნიშანხაზამდე ოთხქლორიანი ნახშირბადით.

3. ღვინისმჟავა კალიუმ-ნატრიუმის 20%-იანი ხსნარი (სეგნეტის მარილი). 100 გ რეაქტივს ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში და მოცულობა მიჰყავთ 500 მლ-მდე. მიღებულ ხსნარს ასუფთავებენ დიტიზონით. იხ. გვ 417.

4. მარილმჟავა ჰიდროქსილამინის 20%-იანი ხსნარი. 20 გრამ მარილმჟავა ჰიდროქსილამინს ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში და მოცულობა მიჰყავთ 100 მლ-მდე. მიღებულ ხსნარს ასუფთავებენ დიტიზონით. იხ. გვ. 417.

5. დიმეთილგლიოქსიმის 1%-იანი ხსნარი („ანალიზისთვის სუფთა“). 1 გრამ დიმეთილგლიოქსიმის რეაქტივს ათავსებენ 100

მლ მოცულობის საზომ კოლბში და ეთილის სპირტით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

6. ამიაკის წყალხსნარი („ქ.ს.“). ამზადებენ 10 %-იან ხსნარს ორმაგი გამოხდილი წყლით.

7. მარილმჟავას („განსაკუთრებით სუფთა“) 10%-იანი ხსნარი.

8. გოგირდმჟავა („ქ.ს.“) განზავებული ორმაგ გამოხდილ წყალში 1:5 მოცულობით.

9.40%-იანი მწვავე ნატრიუმი („ანალიზისთვის სუფთა“).

IV. 16.3.17. ნიკელის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ატომურ-აბსორბციული მეთოდით.

მეთოდი დაფუძნებულია ნიკელის თავისუფალი ატომებით შთანთქმული ელექტრომაგნიტური რეზონანსული გამოსხივების გაზომვაზე.

ნიკელის შემცველობას მცენარეში მათი დაშლისა და ხსნარში გადაყვანის შემდეგ საზღვრავენ ატომურ-აბსორბციული მეთოდით პირდაპირ აცეტილენ - ჰაერის ალში.

IV. 16.3.18 ნიკელის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით დიმეთილგლიოქსიმის გამოყენებით.

მეთოდის საფუძველია ნიკელის შეფერადებული კომპლექსის წარმოქმნა დიმეთილგლიოქსიმთან (მოწითალო-ყავისფერი) და ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვა. დიმეთილგლიოქსიმთან კომპლექსში დაკავშირებულ ნიკელს წინასწარ განაცალკავებენ ქლოროფორმით ექსტრაქციით. ამასთან ერთად, ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს რიგი ელემენტების ხელშემშლელი გავლენის აცილებასაც. შეფერადებული კომპლექსის მიღება წარმოებს ნიკელის რეექსტრაქციის შემდეგ წყლის ფაზაში.

ანალიზის მსვლელობა.

საანალიზო ხსნარის ალიქვოტს - 20 მლ ათავსებენ 100 მლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში, ამატებენ 30 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს, 10 %-იანი ამიაკით მიჰყავთ pH–5,5-6,0- მდე; ამატებენ 2 მლ დიმეთილგლიოქსიმის 1 %-იან სპირტულ ხსნარს და

შეურევენ. 5 წუთის შემდეგ მიღებულ ხსნარს ამატებენ 5 მლ ქლოროფორმს და ენერგიულად ანჯღრევენ. ფაზების დაყოფის შემდეგ ორგანულ ფენას გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის შემრევ ცილინდრში. დარჩენილ წყალხსნარს კვლავ ასხამენ 5 მლ ქლოროფორმს და ექსტრაქციას იმეორებენ. გაერთიანებულ ორგანულ ექსტრაქტს ამატებენ 5 მლ მარილმჟავას 0,5 M ხსნარს და ენერგიულად ანჯღრევენ. წყლის ფაზა გადააქვთ 25 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. განმეორებით ატარებენ შემრევ ცილინდრში ნიკელის რეექსტრაქციას 5 მლ მარილმჟავას 0,5 M ხსნარში. ორგანულ ფენას გადაღვრიან, ხოლო, წყალხსნარს აერთიანებენ მის წინამორბედთან. მიღებულ რეექსტრაქტს ამატებენ 2 მლ ბრომიან წყალს, 2 მლ 4 %-იან ამონიუმის პერსულფატის ხსნარს და 2 მლ დიმეთილგლიოქსიმის 1 %-ან ხსნარს მწვავე კალიუმის 5 %-იან ხსნარში. კოლბის შიგთავსს შეურევენ და 10 წუთის შემდეგ მოცულობა ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 25 მლ-მდე. ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვას ატარებენ 450 нм ტალღის სიგრძეზე ან ლურჯ შუქფილტრით ნულოვან ხსნართან შედარებით.

დაყალიბებული სკალის მომზადება და დაკალიბრებული გრაფიკის აგება აღწერილია 1-ლი თავის 31-33 გვერდებზე.

ნიკელის შემცველობას მცენარეში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$Ni\text{, მგ/კგ} = (C \cdot V_0) : (V_1 \cdot m),$$

სადაც, **C** - არის ნიკელის კონცენტრაცია გრაფიკის მიხედვით, მკგ / 25 მლ.; V_0-საწყისი საანალიზო ხსნარის მოცულობა, მლ; V_1 - საანალიზოდ აღებული ხსნარის ალიქვოტი, მლ; **m** - მცენარის ნიმუშის წონა, გ;

რეაქტივები:

1. დიმეთილგლიოქსიმის 1%-იანი ხსნარი („ანალიზისთვის სუფთა“). 1 გრამ დიმეთილგლიოქსიმის რეაქტივს ათავსებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და ეთილის სპირტით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

2. დიმეთილგლიოქსიმის 1%-იანი ხსნარი („ანალიზისთვის სუფთა“) KOH - ის 5%-იან ხსნარში. 1 გრამ დიმეთილგლიოქსიმის რეაქტივს ხსნიან 20-30 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალში და ათავსებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 5 გრამ **KOH,** ხსნიან **და** ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

3. **ამონიუმის პერსულფატის 4%-იანი ხსნარი.** 4 გრამ გოგირდოვანმჟავა ამონიუმის რეაქტივს ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში და მოცულობა მიჰყავთ ნიშანხაზმდე.ხსნარს ამზადებენ ანალიზის ჩატარების დღეს.

4. **ბრომიანი წყალი:** მინის მილესილ საცობიან ჭურჭელში ასხამენ ორმაგ გამოხდილ წყალს და ამატებენ მცირე რაოდენობით ბრომს („ქ.ს.“). (2-3 მლ 100 მლ წყალზე). ჭურჭელს ხსნარიანად ტოვებენ მოსვენებულ მდგომარეობაში არა ნაკლები ერთი დღე-ღამისა (ბრომით წყლის გაჯერებისათვის). ჭურჭლის ფსკერზე ყოველთვის უნდა იყოს ჭარბი გაუხსნელი ბრომი.

5. **10%**-იან ამიაკის წყალხსნარი.
6. **მარილმჟავას 0,5 M ხსნარი** ორმაგ გამოხდილ წყალზე.
7. **ქლოროფორმი („ანალიზისთვის სუფთა“).**
8. **კალიუმის ჰიდროქსიდი.**

IV. 16.3.19. ქრომის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ატომურ-აბსორბციული მეთოდით.

მეთოდი დაფუძნებულია ქრომის თავისუფალი ატომებით შთანთქმული ელექტრომაგნიტური რეზონანსული გამოსხივების გაზომვაზე.

ქრომის შემცველობას საზღვრავენ ატომურ-აბსორბციული მეთოდით პირდაპირ აცეტილენ - ჰაერის ალში.

IV. 16.3.20. ქრომის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით დიფენილკარბაზიდის გამოყენებით.

მეთოდის საფუძველია მჟავე არეში ქრომის (VI) შეფერადებული კომპლექსის წარმოქმნა დიფენილკარბაზიდთან (მონიტალო-იისფერი) და ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვა. აუცილებელ პროცედურად ითვლება ქრომის (III) დაჟანგვა ქრომ (VI)-მდე. მოლიბდენის და ვანადიუმის ხელშემშლელ გავლენას იშორებენ ქრომის გამოლექვის პროცესში და სხვა ჰიდროლიზებად მეტალებს ჰიდროქსიდების სახით. რკინის ხელშემშლელ გავლენას ხსნარიდან იშორებენ 8-ოქსიქინოლინით ექსტრაქციით ქლოროფორმში.

ანალიზის მსვლელობა.

საანალიზო ხსნარის ალიქვოტს 20 მლ (V_1) ათავსებენ 250 მლ მოცულობის ჭიქაში, ამატებენ 30 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს, აცხელებენ 80^0 C-მდე და ამატებენ მწვავე ნატრიუმის 10%-იან ხსნარს pH 12- მდე (ინდიკატორული ქაღალდის მიხედვით). ჭიქას 20-30 წუთით ტოვებენ თბილ ადგილზე ნალექის სრული კოაგულაციისთვის. შემდეგ კი ჭიქაში არსებულ მასას ფილტრავენ ფაშარი უნაცრო ფილტრით. ნალექს რეცხავენ მწვავე ნატრიუმის 0,5%-იანი ხსნარით ქლორიდიონებზე რეაქციის დაკარგვამდე (აზოტმჟავა ვერცხლის მიხედვით). ჭიქაში და ფილტრზე არსებულ ნალექს ხსნიან ცხელ 1:1 (მოცულობით) განზავებულ მარილმჟავაში. ხსნარს აგროვებენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში (V_{01}). ფილტრს ზედმიწევნით რეცხავენ მარილმჟავას 1%-იანი ხსნარით. ჩანარეცხ წყლებს აერთიანებენ საანალიზო ხსნართან ერთად. ნიშანხაზამდე ხსნარი მიჰყავთ ორმაგი გამოხდილი წყლით. იღებენ ალიქვოტს - 20-25 მლ (V2) და ათავსებენ 100 მლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში (გამყოფ ძაბრზე წინასწარ მონიშნავენ 45 მლ მოცულობას). ამატებენ 5 მლ 5%-იან მალონის მჟავას, ხსნარს ანეიტრალებენ მწვავე ნატრიუმის 0,5%-იანი ხსნარით pH 4-მდე (ინდიკატორული ქაღალდის მიხედვით) და ორმაგი გამოხდილი წყლით ანზავებენ

45 მლ-მდე. შემდეგ ამატებენ 5 მლ 8-ოქსიქინოლინის 0,1 M ხსნარს ქლოროფორმში და ანჯღრევენ 1,5 წუთის განმავლობაში. ორგანულ მასა გადაღვრიან. ექსტრაქციას იმეორებენ ორგანული ფენის ფერის შეცვლის შეწყვეტამდე. ჭარბი ოქსიხინოლინის მოცილებისთვის წყლიან ფაზას ორჯერ რეცხავენ 5-5 მლ სუფთა ქლოროფორმით (ყოველ ჯერზე გადაღვრიან ორგანულ ფენას) და შემდეგ მთლიანად გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. ხსნარის pH მწვავე ნატრიუმის 10%-იანი ხსნარით მიჰყავთ 10-12-მდე, ჩაამატებენ 0,5 მლ 30%-იან წყალბადის ზეჟანგს, კოლბის ყელს დახურავენ პატარა ძაბრით, ხსნარს ადუღებენ 45 წუთს ქრომი (III) – დაჟანგვისათვის ქრომ (VI) -მდე. კოლბის შიგთავსს აცივებენ, ანეიტრალებენ ხსნარს 10 %-იანი მარილის მჟავით pH 4-5 -მდე და მთლიანად გადააქვთ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში (V_{02}). ხსნარი ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და შეურევენ.

საზომი კოლბიდან იღებენ ხსნარის ალიქვოტს 5-20 მლ (V_3), გადაიტანენ 25 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 2,5 მლ მარილმჟავას 4 M ხსნარს, 1 მლ დიფენილკარბაზიდის 0,25%-იან ხსნარს შერეულს წყლიან-აცეტონიან ხსნარში. ხსნარი ორმაგი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და შეურევენ. შეფერადებული ხსნარის ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ 550 нм ტალღის სიგრძეზე, ან მოყვითალო - მწვანე შუქფილტრზე ნულოვან ხსნართან შედარებით.

დაყალიბებული სკალის მომზადება და დაკალიბრებული გრაფიკის აგება აღწერილია 31-33 გვერდებზე.

ქრომის შემცველობას მცენარეში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$Cr,\ \text{მგ/კგ} = (C \cdot V_0 \cdot V_{01} \cdot V_{02}) : (m \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot V_3),$$

სადაც, **C** - არის ქრომის კონცენტრაცია,გრაფიკის მიხედვით, მკგ / 25 მლ.; V_0 - საწყისი საანალიზო ხსნარის მოცულობა, მლ; V_1 - საანალიზოდ აღებული ალიქვოტის მოცულობა, მლ; V_2 , V_3 - ალიქვოტები, აღებული ანალიზის პროცესში, მლ; V_{01}, V_{02} -

მოცულობები 20 მლ და 50 მლ (იხილეთ „ანალიზის მსვლელობა“); **m** - მცენარის ნიმუშის წონა, გ;

რეაქტივები:

1. ქრომის სტანდარტული ხსნარი ელემენტის კონცენტრაციით 1000 მკგ/მლ; (იხ. 1 თავის 31-33 გვ.).

2. 8-ოქსიხინოლინის 0,1 M ხსნარი ქლოროფორმში.14,52 გ 8-ოქსიხინოლინს ხსნიან ქლოროფორმში და მოცულობა მიჰყავთ 1000 მლ-მდე;

3. **დიფენილკარბაზიდის 0,25%-იანი ხსნარი შერეული 1:1 წყალაცეტონიან ხსნარში:** 0,25 გ დიფენილკარბაზიდს ხსნიან 50 მლ აცეტონში, შემდეგ ამატებენ 50 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალს. ხსნარს ამზადებენ ანალიზის ჩატარების დღეს.

4. **მალონის მჟავას 5%**-იანი ხსნარი: 5 გ მალონის მჟავას ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში და მოცულობა მიჰყავთ 100 მლ-მდე.

5. მარილმჟავას 4 M ხსნარი ორმაგ გამოხდილ წყალში.

6. მარილჟავას 10%-იანი, 1%-იანი ხსნარი, და 1:1 მოცულობით ორმაგ გამოხდილ წყალთან შერეული ხსნარი.

7. მწვავ ნატრიუმის 10%-იანი და 0,5%-იანი ხსნარი ორმაგ გამოხდილ წყალში.

8. წყალბადის ზეჟანგი („ქ.ს.“).

9. აზოტმჟავა ვერცხლის („ქ.ს.“) 1%-იანი ხსნარი ორმაგ გამოხდილ წყალში.

საკონტროლო კითხვები მე-4 თავთან

1. ჩამოთვალეთ ამოცანები, რომელთა გადაჭრის საშუალებას გვაძლევს მცენარის ანალიზი.
2. გადმოეცით მცენარის ნიმუშის აღების წესი.
3. აღწერეთ მცენარეული მასალის ფიქსაციის პროცესი.
4. გადმოეცით მცენარის საანალიზო ნიმუშების დაფქვისა და შენახვის წესი.

5. მცენარეული მასალის შედგენილობის დახასიათებისთვის რა ნივთიერებებს საზღვრავენ მასში? აღწერეთ ჰაერმშრალ საანალიზო მცენარეულ მასალაში ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრის პროცესი.

6. რა არის „ნედლი“ ნაცარი და რომელ მეთოდს იყენებენ მისი განსაზღვრისათვის?აღწერეთ გამოყენებული მეთოდის საფუძველი.

7. რაში მდგომარეობს მცენარეული მასალის სველი დანაცრების გინზბურგის მეთოდის ძირითადი პრინციპი.

8. აზოტის შენაერთები მცენარეში.

9. საერთო აზოტის განსაზღვრის კელდალის მეთოდის ძირითადი პრინციპი.

10.ცილების შემცველობა, თვისებები და ფუნქციები მცენარეში.

11. რა პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ცილოვანი აზოტის განსაზღვრას? დაასახელეთ ცილოვანი აზოტის განსაზღვრის რამდენიმე მეთოდი და მათი ბიოლოგიური ღირებულების შესახებ.

12. მოკლედ გადმოეცით ცილების ფრაქციული შემადგენლობის და მათი ბიოლოგიური ღირებულების შესახებ.

13. დაასახელეთ რომელ გამხსნელებს იყენებენ მცენარეული მასალიდან ალბუმინების, გლობულინების პროლამინების და გლუტელინების ფრაქციების გამოყოფისათვის.

14. არაცილოვანი აზოტური ნივთიერებების შემცველობა და როლი მცენარეში.

15.დაასახელეთ ნიტრატების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები რამდენიმე კულტურისათვის (მაგალითად, მარცვლეულისთვის; ბოსტნეულისთვის; და ა.შ.).

16. ფოსფორის ფიზიოლოგიური როლი და მათი ფრაქციული შედგენილობა მცენარეში.

17. კალიუმის შემცველობა და ფიზიოლოგიური როლი მცენარეში. მოკლედ აღწერეთ მცენარეში კალიუმის ფოტომეტრული განსაზღვრის მეთოდის არსი.

18. გოგირდის შემცველობა მცენარეში. გოგირდის განსაზღვრის რომელ მეთოდს იცნობთ და რაში მდგომარეობს ამ მეთოდის პრინციპი.

19. ნახშირწყლები, მათი მნიშვნელობა მცენარეში; კლასიფიკაცია.

20. ნახშირწყლების განსაზღვრის ბერტრანის მეთოდის პრინციპი.

21. სახამებელი, მისი განსაზღვრა მცენარეში.

22.უჯრედანა. მცენარეში მისი განსაზღვრის მეთოდის არსი.

23. ვიტამინები, მათი საერთო თვისებები და კლასიფიკაცია. C ვიტამინის განსაზღვრის მეთოდის დასახელება, მისი არსი.

24.დაწერეთ კაროტინის ფორმულა. გადმოეცით კაროტინის როლი მცენარეში, ადამიანის და ცხოველის კვებაში. მისი განსაზღვრის მეთოდი.

25. რა ფუნქციებს ასრულებენ ცხიმები და ლიპიდები მცენარეში? მათი შემცველობა მცენარეში. რომელ მცენარეებში და მათ რომელ ორგანოებშია მაღალი ცხიმების შემცველობა?

26. როგორ ცხიმებს უწოდებენ „ნედლ ცხიმებს“?

27. რა იწვევს ცხიმების, ცხიმის შემცველი პროდუქტების გამწარებას (გაფუჭებას)?

28. მოკლედ გადმოეცით ანალიზისთვის მცენარეული ნიმუშების დაშლის ორი ცნობილი წესი: მშრალი მინერალიზაციის და სველი მინერალიზაციის წესი.

29. მძიმე მეტალების ატომურ-აბსორბციული მეთოდით განსაზღვრისას - რა შემთხვევაში მიმართავენ ხსნარის განზავებას და რა შემთხვევაში კონცენტრირებას.

30. ჩამოთვალეთ მცენარის კვებისათვის აუცილებელი მაკრო- და მიკროელემენტები.

თავი V.
სასუქების ანალიზი.

V.I. მინერალური სასუქები

V.I.1. მინერალური სასუქების ძირითადი თვისებები

მოსავლის გადიდება, მცენარეული პროდუქციის ხარისხის ამაღლება და ნიადაგის ნაყოფიერების შეცვლა მინერალური სასუქების მოქმედების გამოხატულებაა. ყველაზე დიდ გავლენას ახდენს მათი ქიმიური შედგენილობა და თანმხლები კომპონენტები. მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება სასუქების ფიზიკურ თვისებებს (თხევადია თუ მყარი, ნაწილაკების ზომას და თვისებებს).

ყველა მინერალური სასუქი შედგება უპირატესად მარილებისგან და ნაწილობრივ ჟანგეულებისა და ჰიდროჟანგეულებისაგან, ხოლო, აზოტიანი სასუქები - ასევე ამიდებისგან. მრავალი მინერალური სასუქი შეიცავს თანამგზავრ ნივთიერებებს, რომლებიც, გამოყენების პირობების მიხედვით, შეიძლება სასარგებლო იყვნენ მცენარისათვის, ან, უბრალოდ, ითვლებიან როგორც ბალასტი.

იმისათვის, რომ მცენარე უზრუნველყოფილი იქნეს არა მარტო აზოტით, ფოსფორით და კალიუმით, არამედ, ასევე, მაგნიუმით და მიკროელემენტებით, მათ ხშირად, როგორც კომპონენტებს, განსაზღვრული რაოდენობით ამატებენ მარტივ და რთულ სასუქებთან, ან წარმოების პროცესში სპეციალურად ტოვებენ როგორც მინარევებს.

ქიმიური მრეწველობა მინერალურ სასუქებს უშვებს თხევადი და მყარი ფორმით, ფხვნილისებრ, კრისტალურ და გრანულირებულ მდგომარეობაში. თხევადი მინერალური სასუქები ტექნოლოგიურად ხასიათდებიან შეტანის ავტომატიზაციის კარგი შესაძლებლობით, ნიადაგის დამუშავებასთან, მორწყვასთან და ა.შ. კომბინირებული შეტანით.

მყარი მინერალური სასუქებიდან გრანულირებულები, ფხვნილისებურთან შედარებით, ხასიათდებიან მნიშვნელოვანი უპირატესობებით, კერძოდ, ისინი ნაკლებად არიან მიდრეკილნი შებელტებისადმი, თითქმის არ წარმოქმნიან მტვერს. თუმცა ყველა მინერალური სასუქი ვერ ინარჩუნებს გრანულის ტექნოლოგიურ ზომას. ძნელადხსნადი მინერალური სასუქების წარმოება შესაძლებელია მხოლოდ გრანულის შიგნით წვრილი ფორების არსებობით და ამიტომ, ნაკლებად გამძლე გრანულებით, რათა უზრუნველყოფილი იყოს მათი კარგი საწყისი მოქმედება.

ნიადაგის თვისებებისა და მინერალური სასუქების ქიმიური შედგენილობის მიხედვით, მათი შეტანის შემდეგ ნიადაგში მიმდინარეობს რთული ქიმიური და ბიოქიმიური რეაქციები. ამ რეაქციების მსვლელობაზეა დამოკიდებული საკვები ნივთიერებების ხსნადობა და შესათვისებლობა, ელემენტების ფიქსაცია ძნელადხსნად ან საერთოდ უხსნად ფორმაშიც კი, დანაკარგები ჩარეცხვისა და აქროლების შედეგად.

მინერალური სასუქების სახეების და ფორმების განსაზღვრა ხარისხობრივი რეაქციების მიხედვით.

1. მარტივი მინერალური სასუქები შეიძლება იყოს: კრისტალური - მას ეკუთვნის ყველა აზოტიანი (გარდა კალციუმის ციანამიდისა) და ყველა კალიუმიანი, **და ამორფული -** მას ეკუთვნის ყველა ფოსფორიანი და კირიანი სასუქები.

2. კრისტალური სასუქები ნაწილობრივ ან მთლიანად ხსნადია. ამორფული სასუქები, როგორც წესი სუსტად ხსნადი ან საერთოდ უხსნადია.

3. აზოტიან სასუქებს უშვებენ ბზინვარე გრანულების სახით, რომელიც დაფარულია სუსტი, ადვილადხსნადი ჰიდროფობული აპკით, გარდა კალციუმის ციანამიდისა, ამონიუმის სულფატისა და ქლორიდისა; **კალიუმიანი -** თეთრი ან ვარდისფერი (კალიუმის ქლორიდი) მსხვილი კრისტალების სახით ან ყველა დანარჩენი წვრილკრისტალური ფხვნილის სახით (30-40%-იანი კალიუმის

მარილი - თეთრი-მოწითალო-მოვარდისფრო-ლურჯი კრიტალე-ბით). **მარტივი ფოსფორიანი სასუქები -** წარმოდგენილია მქრქალი სხვადასხა ელფერის, ნაცრისფერ-თეთრი ფერის გრანულებით და ამორფული ფხვნილებით; **კირიანი მასალები -** სხვადასხვა სიმს-ხოდ დაფქვილი ამორფული ფხვნილის სახით; **რთული და კომპ-ლექსური სასუქები -** მქრქალი მოთეთრო-მორუხო-მოვარდისფრო ელფერის გრანულების სახით.

4.კრისტალური სასუქების შემადგენლობაში შედიან იონები, რომლებიც საკმაოდ ადვილად ისაზღვრებიან ხარისხობრივი რეაქციებით: NH_4, K , Ca, Na, SO_4, NO_3, Cr;

NH_4^+-ის იონის განსაზღვრისათვის იყენებენ სასუქის რეაქ-ციას ტუტესთან; აღნიშნული რეაქციის დროს გამოყოფილი ამიაკის დადგენა ხდება გაცხელებისას სუნის მიხედვით.

$$NH_4NO_3 + NaOH \rightarrow NaOH + NH_3 \uparrow + H_2O$$

NO_3^--ის იონის არსებობას ადგენენ დიფენილამინის დახმარე-ბით, რომელიც ნიტრატ-იონთან ურთიერთმოქმედებისას ხსნარში წარმოქმნის ლურჯი ფერის შენაერთს.

სულფატ-იონის აღმოსაჩენად იყენებენ ბარიუმის ქლორიდ-თან რეაქციას:

$$(NH_4)_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2\ NH_4Cl$$

გამოიყოფა თეთრი კრისტალური ნალექი. წარმოქმნილი ნალექი იხსნება მარილმჟავას და ძმარმჟავას მოქმედებით.

5. Ca^{2+}, Na^+, K^+ -ის არსებობას აღმოაჩენენ ალის შეფერადების მიხედვით: სასუქის მცირე რაოდენობას ათავსებენ ძლიერ გაც-ხელებულ ხის ფირფიტაზე და შეაქვთ სანთურის ალში: კალიუ-მიანი მარილები და განსაკუთრებით გვარჯილა, ფეთქდებიან (აალდებიან, ცეცხლი ავარდება) და ალს აფერადებენ იისფრად, ნატრიუმის მარილები - ყვითელ-ნარინჯისფრად, კალციუმიანი - აალდებიან და იწვიან ალის შეფერადების გარეშე.

ანალიზის მსვლელობა

1.მუშაობას იწყებენ სასუქის ვიზუალური შეფასებით: საზღვ-რავენ ფერს, სუნს, გრანულის ან კრისტალის ხასიათს. შემდეგ 2

გრამ სასუქს ათავსებენ სუფთა მშრალ სინჯარაში, ამატებენ 40 მლ გამოხდილ წყალს, კარგად შეურევენ, აკვირდებიან გახსნის პროცესს, შესაძლებელია სუსტი გაცხელება.

2. თუკი სასუქი ბოლომდე ან ნახევარზე მეტი გაიხსნა, ხსნარს თანაბარი რაოდენობით გადაანაწილებენ ოთხ მშრალ სინჯარაში იონების შემცველობაზე ხარისხობრივი რეაქციების ჩატარებისთვის.

3. პირველ სინჯარაში ამატებენ ტუტეს, მეორეში ბარიუმის ქლორიდს, მესამეში - აზოტმჟავა ვერცხლს, მეოთხეში დიფენილამინს. ტუტესთან რეაქცია შესაძლებლობას იძლევა დადგენილ იქნეს სასუქში NH_4-ის იონის არსებობა სუნის მიხედვით. ბარიუმის ქლორიდის დამატება - სულფატ-იონის - SO_4^{2-} არსებობას, წარმოიქმნება ბარიუმის სულფატის კრისტალური ნალექი. მესამე სინჯარაში აზოტმჟავა ვერცხლთან რეაქცია საშუალებას იძლევა განსაზღვრულ იქნეს Cl^- და $H_2PO_4^-$ იონების არსებობა. ვერცხლის ქლორიდი გამოიყოფა თეთრი ხაჭოსებრი ნალექის სახით, ხოლო ფოსფატ-იონი ყვითლად ღებავს ხსნარს. მეოთხე სინჯარაში რეაქციას შემდეგნაირად ატარებენ: აღნიშნული ხსნარით ასვეღებენ თეთრი ფაიფურის ჯამის ზედაპირს და ამატებენ 10-12 წვეთ დიფენილამინს. ლურჯი შეფერვა მიუთითებს სინჯარაში ნიტრატ-იონის არსებობაზე, ასეთ სასუქს აკუთვნებენ გვარჯილას.

4. გავარვარებულ ნახშირზე სასუქის რეაქცია საშუალებას იძლევა დაიყოს ისეთი სასუქები, როგორიცაა NH_4NO_3, $CO(NH_2)_2$, $NaNO_3$, KNO_3, ესეიგი გვარჯილები და შარდოვანა. სასუქებს, რომლებიც დიფენილამინთან იძლევიან შეფერადებას, მშრალი სახით ათავსებენ გავარვარებული ნახშირის პატარა ნაჭერზე, ამ შემთხვევაში გვარჯილა იწვევს ცეცხლის აალებას და აფერადებს ალს: კალიუმის გვარჯილა – იისფრად, ხოლო, ნატრიუმის – ყვითელ-ნარინჯისფრად, კალციუმის გვარჯილა – ალს არ აფერადებს. ამიტომ იდენტიფიკაციისათვის, ამ სასუქის წყალხსნარს ამატებენ ტუტის ხსნარს, გამოიყოფა $Ca(OH)_2$-ის ამორფული

ნალექი. ამონიუმის გვარჯილა გავარვარებულ ნახშირზე დნება თეთრი კვამლის და ამიაკის სუნის გამოყოფით.

5. შარდოვანა $CO(NH_2)_2$, კარგად იხსნება წყალში, მაგრამ ჩამოთვლილ რეაქტივებთან არანაირ დამახასიათებელ რეაქციას არ იძლევა. სასუქის ფხვნილი გავარვარებულ ნახშირზე ბოლავს და ამიაკს გამოყოფს.

6. კალციუმის ციანამიდს - $CaCN_2$ საზღვრავენ ფერის, სუნის და მჟავასთან რეაქციის მიხედვით. ამ წვრილად დაფქვილ მუქ-ნაცრისფერ ფხნილს აქვს ნავთობპროდუქტების სუსტი სუნი, პრაქტიკულად უხსნადია წყალში. სინჯარაში ათავსებენ დაახლოებით 1 გრამ მშრალ ფხვნილს, ამატებენ მარილმჟავას, აკვირდებიან დუღილს შავი ქაფის წარმოქმნით. სხვა სინჯარაში ყრიან დაახლოებით იგივე რაოდენობით სასუქს, ამატებენ 20 მლ გამოხდილ წყალს, კარგად შეურევენ, დაყოვნების შემდეგ საზღვრავენ ნალექის ზევით სითხის რეაქციას ლაკმუსის მიხედვით, კალციუმის ციანამიდს აქვს ტუტე რეაქცია, აღინიშნება ლურჯი შეფერვა.

7. კალიუმიანი სასუქები, კალიუმის გვარჯილის გამოკლებით, არ იწვიან და არ დნებიან გავარვარებულ ნახშირზე, ასევე, არ აქვთ ამიაკის სუნი. მათთვის დამახასიათებელია მსხვილი კრისტალების ან წვრილი კრისტალების ნარევის არსებობა. თანამედროვე პერიოდში იწარმოება და გამოიყენება შემდეგი სახის: კალიუმის ქლორიდი KCl, გოგირდმჟავა კალიუმი K_2SO_4, კალიუმის მარილი [(m.KCl n.NaCl) + KCl], კალიმაგნეზია ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4$), კაინიტის ნარევი (KCl . $MgSO_4$ $3H_2O$) და ქლორკალიუმი - ელექტროლიტი. აღნიშნული სასუქები განსხვავდებიან გარეგნული სახით და თანამგზავრ ანიონზე რეაქციით.

8. კალიუმიანი სასუქები იხსნებიან წყალში, როგორც ეს არის აღწერილი 1-ელ პუნქტში. კალიუმის მარილი და კაინიტი იძლევიან მღვრიე, გაუმჭვირვალე ხსნარებს სამრეწველო მინარევების არსებობის გამო. დანარჩენი სასუქები იძლევიან - გამჭვირვალე ხსნარებს.

9. კალიუმის მარილს და კაინიტს განასხვავებენ რიგი ქიმიური რეაქციებით: კაინიტი ხსნარში იძლევა სამ რეაქციას

ნალექების წარმოქმნით - ეს რეაქციებია აზოტმჟავა ვერცხლთან, ბარიუმის ქლორიდთან და ტუტესთან (NaOH), სადაც გამოიყოფა მაგნიუმის ჰიდროჟანგის ნალექი; კალიუმის მარილი იძლევა რეაქციას მხოლოდ აზოტმჟავა ვერცხლთან, გარდა ამისა, ნატრიუმი, რომელიც შედის სასუქის შემადგენლობაში სანა-თურის ალს აფერდებს ყვითელ-ნარინჯისფრად.

10. გამჭვირვალე ხსნარებს იძლევიან ქლორიანი კალიუმი, კალიუმის სულფატი, კალიმაგნეზია. ბარიუმის ქლორიდთან რეაქცია საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს და გამოცნობილ იქნეს ბოლო ორი სასუქი ბარიუმის სულფატის წვრილი კრისტა-ლური ნალექის არსებობით. კალიმაგნეზია ადვილად შეიძლება განვასხვავოთ კალიუმის სულფატისაგან, სინჯარაში სასუქის ხსნარზე ტუტის დამატებით, მაგნიუმის არსებობისას ხსნარში წარმოიქმნება მაგნიუმის ჰიდროჟანგის ნალექი.

ამორფული მარტივი სასუქების განსაზღვრა.

ფოსფორიანი სასუქები და კირიანი მასალები წარმოადგენენ მქრქალ გრანულებს ან უწესრიგო გრანულომეტრული შემადგენ-ლობის ნარევს, ფერი - მუქი ნაცრისფერიდან თეთრამდე, ყველა სუპერფოსფატი - ერთმაგი, ორმაგი და სამმაგი - სასუქი გრანულირებულია.

11. 1 გრამ სასუქს ათავსებენ საათის მინაზე ან სინჯარაში, ამატებენ 2-3 წვეთ 10 %-იან მარილის მჟავას, შეინიშნება ყველა კირიანი მასალის, თომასწიდის და ფოსფატწიდის შიშინი. სუპერ-ფოსფატი, პრეციპიტატი, ფოსფორიტის ფქვილი არ შიშინებენ. თომასწიდა და ფოსფატწიდა განსხვდებიან ყველა კირიანი მასა-ლისაგან ფერით, მათ აქვთ მუქი ნაცრისფერი და უფრო დიდი ხვედრითი წონა. სხვა ფოსფორიანი სასუქებისაგან განსხვავებით, მათ აქვთ ტუტე რეაქცია, ამიტომ წყალთან ურთიერთმოქმე-დებისას ნალექის ზევით სითხე ფერადდება შესაბამისი ინდი-კატორებით.

12. ფოსფატ-იონის განსაზღვრას შემდეგნაირად აწარმოებენ: 1 გ სასუქს (თუკი სასუქი გრანულირებულია წინასწარ გასრესენ ფაიფურის როდინში) ათავსებენ სინჯარაში, ამატებენ 30 მლ

წყალს, ანჯღრევენ, აყოვნებენ, ნალექის ზევით გამჭვირვალე სითხეს გადაიტანენ სხვა სინჯარაში და ამატებენ 2-3 წვეთ აზოტმჟავა ვერცხლს. ფოსფატ-იონის არსებობისას წარმოიქმნება ყვითელი შეფერვა. ფილტრატის სხვა ულუფაში ატარებენ რეაქციას ბარიუმის ქლორიდთან, თეთრი ნალექის წარმოქმნა მიუთითებს სულფატ-იონის არსებობაზე, რომელიც იმყოფება თაბაშირის სახით მარტივ სუპერფოსფატში.

13. ფოსფორიტის ფქვილი - მიწიერ-ყავისფერი წვრილი ფხვნილი, წყალხსნარი არ იძლევა დამახასიათებელ რეაქციას, სასუქი ხსნადია მხოლოდ გოგირდის და აზოტის კონცენტრირებული მჟავების ნარევში.

რთული და კომპლექსური სასუქების განსაზღვრა.

აღნიშნული სასუქები მეზობელ ქვეყნებში (ყოფილ საბჭოთა სივრცეში) გამოდის მონაცრისფრო-თეთრი ან მოვარდისფრო-ნაცრისფერი გრანულების სახით. მათ ღებულობენ ფოსფორიტული ნედლეულის აზოტის მჟავით დაშლით ან ამიაკით ფოსფორის და აზოტმჟავას ნეიტრალიზაციის გზით. ამზადებენ ნიტროფოსკას, ნიტროამოფოსკას, ნიტროფოსს, ნიტროამოფოსს, ამოფოსს და სრულ მინერალურ სასუქს (NPK-სასუქი) დახურული გრუნტისათვის.

ცხრილი 12

სასუქის სახე	**კათიონები და ანიონები სასუქების შემადგენლობაში**						
	K^+	Ca^{2+}	NH_4^+	NO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	$H_2PO_4^-$
ნიტროფოსკა	+	+	+	+	+	+	+
ნიტროფოსი	-	+	+	+	+	-	+
ამოფოსი	-	-	+	-	-	-	+
ნიტროამოფოსკა	+	-	+	+	-	+	+

გრანულირებულ სასუქებს სრესენ ფაიფურის როდინში, 1 გ სასუქს ათავსებენ სინჯარაში, ამატებენ 60 მლ წყალს, ფრთხილად აცხელებენ და შეურევენ, რაც შეიძლება სრულად უნდა

იქნეს გახსნილი ნალექი, აყოვნებენ, ნალექის ზევით სითხეს და-ახლოებით თანაბრად ანაწილებენ ექვს სინჯარაში, ატარებენ ხარისხობრივ რეაქციებს შესაბამის იონებზე, ისე როგორც მარტივი სასუქების შემთხვევაში.

V.I.2. სასუქებში ჰიგროსკოპული და საერთო წყლის განსაზღვრის მეთოდები.

ჰიგროსკოპული და საერთო წყლის განსაზღვრა საშრობ კარადაში გამოშრობის მეთოდით.

ანალიზის მსვლელობა. 2-3 გრამ სასუქს ათავსებენ მინის ბიუქსში, რომელიც წინასწარ არის გამომშრალი მუდმივ წონამდე და წონიან არა უმეტეს 0,0002 გრამი ცდომილების სიზუსტით. ბიუქსს სასუქით ათავსებენ თერმოსტატში და ღია სახურავით აშრობენ 3 საათის განმავლობაში (ამონიუმის გვარჯილას აშრობენ 2 საათის განმავლობაში). შემდეგ ბიუქსს ახურავენ და აცივებენ ექსიკატორში, აწონვამდე არა ნაკლები 30 წუთის განმავლობაში.

შედეგების დამუშავება.

წყლის მასურ ნაწილს (X) პროცენტებში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$X = [(m - m_1) \cdot 100] : m_2$$

სადაც, m - არის ნიმუშისა და ბიუქსის წონა გამოშრობამდე, გ;

m_1 - ნიმუშისა და ბიუქსის წონა გამოშრობის შემდეგ, გ;

m_2 - ნიმუშის წონა, გ;

ანალიზის საბოლოო შედეგად ითვლება ორი პარალელური (კარბამიდისთვის - სამი) განსაზღვრის საშუალო არითმეტიკული. პარალელებს შორის დასაშვები განსხვავება - „სარწმუნო დამაჯე-რებლობის P = 0,95 ” პირობებში არ უნდა აღემატებოდეს:

თუ წყლის მასური წილი არის 0,5%-მდე - 0,05%-ს;

თუ წყლის მასური წილი არის 0,5%-ზე მაღალი 2%-მდე-0,2%-ს;

თუ წყლის მასური წილი არის 2%-ზე მაღალი 6%-მდე - 0,4%-ს;
თუ წყლის მასური წილი არის 6%-ზე მაღალი 12%-მდე - 0,8%-ს;

ცხრილი №13

სხვადასხვა სასუქების შრობისას თერმოსტატში დაცული ტემპერატურის დონე.

სასუქის დასახელება	**შრობის ტემპერატურა,^{0}C**
კარბამიდი (შარდოვანა), ამოფოსი, ნიტრო-ფოსკა, ნიტროამოფოსკა, ნიტროამოფოსი.	**65-70**
რთული-შერეული სასუქები, სუპერფოსფატი, მარტივი ამონიზირებული და ორმაგი სუპერფოსფატი.	**75-80**
ამონიუმის გვარჯილა, ამონიუმის სულფატი, ქლორიანი კალიუმი, გოგირდმჟავა კალიუმი, მარტივი სუპერფოსფატი, 40%-იანი კალიუმის შერეული მარილი, პრეციპიტატი სასუქად, ფოსფორიტის ფქვილი.	**100-105**
კალიმაგნეზია, კალიუმიან-მაგნიუმიანი კონცენტრატი, გოგირდმჟავა კალიუმი.	**200-250***

შენიშვნა. * ისაზღვრება საერთო წყალი.

ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრა გამოშრობის მეთოდით (სარკისებრი ინფრაწითელი ნათურის მქონე ხელსაწყოს დახმარებით).

ანალიზის მსვლელობა.

2-5 გრამ სასუქს ათავსებენ წინასწარ მუდმივ წონამდე გამომშრალ ბიუქსში, ახურავენ სახურავს და წონიან (აღებული წონაკის დასაშვები ცდომილება მითითებულია მე-14 ცხრილში). თავღია ბიუქსს სასუქის წონაკით დგამენ ნათურის ქვეშ, მაგიდაზე, რომელიც დაფარულია აზბესტით (თეთრი ბოჭკოვანი მინერალი, იყენებენ როგორც ცეცხლგამძლე მასალა) და აშრობენ №14 ცხრილში მითითებულ პირობებში. შრობის ტემპერატურას

საზღვრავენ ვერცხლისწყლის თერმომეტრით, რომელსაც ათავ-სებენ მაგიდაზე ნათურის ცენტრის ქვეშ. ბიუქსს ახურავენ სახურავს, ათავსებენ ექსიკატორში არა ნაკლებ 30 წუთით და შემდეგ წონიან.

წყლის მასურ წილს (X) პროცენტებში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$X = [(m - m_1) \cdot 100] : m_2 ,$$

სადაც - **m** - არის ბიუქსის წონა სასუქის წონაკით გამოშრობამდე, გ;

m_1 - ბიუქსის წონა სასუქის წონაკით გამოშრობის შემდეგ, გ;

m_2 - საანალიზოდ აღებული სასუქის წონაკი, გ;

ანალიზის საბოლოო შედეგად ითვლება ორი პარალელური (კარბამიდისთვის - სამი) განსაზღვრის საშუალო არითმეტიკული. პარალელებს შორის დასაშვები განსხვავება - „სარწმუნო დამა-ჯერებლობის - P = 0,95 " პირობებში არ უნდა აღემატებოდეს:

თუ წყლის მასური წილი არის 1 %-მდე - 0,1%-ს;

თუ წყლის მასური წილი არის 1-ზე მაღალი 4%-მდე - 0,3%-ს;

თუ წყლის მასური წილი არის 4%-ზე მაღალი 12%-მდე - 0,5%-ს;

ცხრილი №14

სხვადასხვა სასუქის გამოშრობისას ნათურის ქვეშ შენარჩუნებული ტემპერატურა.

სასუქის დასახელება	აღებული წონაკი, გ;	აღებული წონაკის ცდომილება, გ;	შრობის პირობები	
			შრობის ტემპერატურა, ^0C	შრობის დრო, წუთები
სუპერფოსფატი	2 - 5	0,001	75 - 80	30
ამონიზირებული სუპერფოსფატი და რთული სასუქები	2 - 5	0,0002	75 - 80	20
კარბამიდი	2 - 5	0,0002	65 - 70	30
კარბოამოფოსკა	2 - 5	0,0002	75 - 80	10

ხელსაწყო და ჭურჭელი

1. ხელსაწყო ИЛ-3М ან ნათურა.
2. თერმული გამომსხივებელი ინფრაწითელი სარკისებრი - ЗС-3 ტიპის, 500 Вт; დამაგრებული შტატივზე და დამონტაჟებული თუნუქის გარსაცმში ან სხვა ხელსაწყო ინფრაწითელი ნათურის გამოყენებით.
3. ბიუქსები დიამეტრით 32-60 მმ, სიმაღლით 5 – 10 მმ;
4. მაგნიტური სანჯღრევი 2-ММ ტიპის;
5. ანალიზური სასწორი;
6. თერმომეტრი;

V.I.3. აზოტიანი სასუქები.

აზოტს მცენარის სიცოცხლეში განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს. მასზე მოდის ცილების მასის 16-18%, ხოლო, ცილოვანი ნივთიერებები - პროტოპლაზმის ეს მთავარი შემადგენელი ნაწილი, იმყოფებიან ყოველ ცოცხალ უჯრედში, ითვლებიან ყველა სასიცოცხლო პროცესის საფუძვლად.

აზოტი შედის ყველა ამინომჟავას შემადგენლობაში, რომელთაგან აგებულია ცილის მოლეკულა, აგრეთვე ნუკლეინის მჟავების, ქლოროფილის, ფოსფატიდების, მრავალი გლუკოზიდების, ალკალოიდების და მცენარის სხვა ორგანული აზოტური ნივთიერებების შემადგენლობაში.

მცენარის კვებისათვის აზოტის წყაროდ ითვლება აზოტმჟავა მარილები, აგრეთვე, ამონიუმის მარილები. განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს პარკოსან კულტურებს. მათ შეუძლიათ შეითვისონ აზოტი ატმოსფეროდან კოჟრის ბაქტერიების დახმარებით. აზოტით მცენარის კვებისას აზოტის მჟავას მარილების სახით შთანთქმული ნიტრატები ფესვებშივე აღდგებიან ამიაკამდე. მცენარეში შესული ამიაკური აზოტი, ნახშირწყლების და მათი დაჟანგვის პროდუქტების მონაწილეობით, იხარჯება ამინომჟავების და ამიდების წარმოქმნაზე.

მცენარის ორგანიზმში აზოტური ნივთიერებების გაცვლის პროცესები თესლის გაღივებისთანავე იწყება. მზარდ ორგანოებში მიმდინარეობს ცილების სინთეზი და სხვა აზოტური შენაერთების წარმოქმნა. აზოტურ ნივთიერებებს შესწევთ უნარი შედარებით უფრო ძველი ფოთლებიდან გადაადგილდნენ ახალგაზრდა მზარდ ორგანოებში.

აზოტის საერთო შემცველობა სხვადასხვა მცენარეში და სხვადასხვა ორგანოში განსხვავებულია. ცილოვანი ნივთიერებების სახით ბევრ აზოტს შეიცავს თესლი. ახალგაზრდა ფოთლები მდიდარია აზოტით, მცენარის ფესვებსა და ღეროში აზოტის შემცველობა დაბალია. ფოთლებში იზრდება ცილების რაოდენობა, და ისინი ხანგრძლივი დრიოთ ინარჩუნებენ ცხოველმყოფელობას. აზოტით კვების პირობებს დიდი მნიშვნელობა აქვს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ხარისხისთვისაც. ერთ შემთხვევაში, ცილების მომატება, მაგალითად ხორბლის მარცვალში, სასურველია, ხოლო, სხვა შემთხვევაში, არაცილოვანი აზოტური შენაერთების მომატება, მაგალითად, შაქრის ჭარხლის ძირებში, ამცირებს მის ხარისხს.

იმისდამიხედვით, თუ როგორი ფორმით არის წარმოდგენილი აზოტი, ყველა აზოტიან სასუქს შემდეგნაირად ყოფენ: ნიტრატული ანუ გვარჯილები (კალციუმის, ნატრიუმის, კალიუმის), ამიაკური ანუ ამონიუმიანი (ამონიუმის სულფატი, ამონიუმის ქლორიდი), ამიაკურ-ნიტრატული (აზოტმჟავა ამონიუმი ანუ ამონიუმის გვარჯილა) და ამიდური (შარდოვანა).

V.I.3.1. მინერალური აზოტის განსაზღვრა სასუქებში.

ამიაკური (ამონიუმიანი) აზოტის შემცველობის განსაზღვრა სასუქებში ფორმალინის მეთოდით.

ფორმალინის მეთოდი ითვლება სტანდარტად ამონიუმიან სასუქებში - ამონიუმის სულფატი, ამონიუმის ქლორიდი, ამოფოსი და სხვა - აზოტის განსაზღვრისათვის.

ანალიზის საფუძველია - ფორმალინის -HCOH (ფორმალდეჰიდის წყალხსნარი) დახმარებით ამიაკის რაოდენობრივი შებოჭვა ნეიტრალურ ორგანულ შენაერთში - ჰექსამეთილენტეტრამინი $(CH_2)_6N_4$. (უროტროპინი).

ამიაკური სასუქები ნეიტრალურ არეში ფორმალინთან ურთიერთმოქმედებისას წარმოქმნიან მინერალურ მჟავას – საანალიზო წონაკში ამიაკური აზოტის ექვივალენტური რაოდენობით. მაგალითად:

$$4\ NH_4Cl + 6\ HCOH = (CH_2)_6N_4 + 4\ HCl + 6\ H_2O$$

$$2\ (NH_4)_2S\ O_4 + 6\ HCOH = (CH_2)_6N_4 + 2\ H_2SO_4 + 6\ H_2O$$

$$4\ NH_4NO_3 + 6\ HCOH = (CH_2)_6N_4 + 4\ HNO_3 + 6\ H_2O$$

წარმოქმნილი მჟავას რაოდენობის მიხედვით, რომელიც აღირიცხება ტუტით (NaOH ან KOH) დატიტვრით, განისაზღვრება აზოტის რაოდენობა სასუქში.

ანალიზის მსვლელობა

ფაიფურის ჯამში გასრესენ 30-40 გრამ საკვლევ სასუქს. ტექნიკურ სასწორზე იღებენ 10 გრამ წონაკს, გადაიტანენ 200 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში და ხსნიან 100 მლ ცივ გამოხდილ წყალში. თუკი სასუქი დაჭუჭყიანებულია მაშინ ხსნარი იქნება ამღვრეული. ასეთ შემთხვევაში ხსნარს ფილტრავენ ჩვეულებრივი ქაღალდის ფილტრით 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე, ახურავენ და ანჯღრევენ.

მომზადებული ხსნარიდან პიპეტკით იღებენ 25 მლ ხსნარს, გადაიტანენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, მასშივე ამატებენ 2-3 წვეთ ინდიკატორ მეთილის წითელს. თუკი ხსნარი მიიღებს ვარდისფერს, ეს იმას ნიშნავს, რომ იგი მჟავე რეაქციისა და საჭიროა მჟავიანობის განეიტრალება 0,1 н ტუტის ხსნარის (NaOH ან KOH) წვეთობით დამატებით ყვითელი ფერის მიღებამდე.

100-150 მლ მოცულობის მეორე ქიმიურ ჭიქაში დანაყოფებიანი ცილინდრით ასხამენ (გამწოვის ქვეშ) 20 მლ ფორმალინის 25 %-იან ხსნარს. ისე როგორც საკვლევი ხსნარის

შემთხვევაში ამოწმებენ რეაქტივის რეაქციას ორი წვეთი მეთილის წითელის დამატებით, და, თუკი საჭიროა, მჟავიანობას ანეიტრალებენ 0,1 н ტუტის ხსნარის წვეთობით (საწვეთურიდან) დამატებით ყვითელი ფერის მიღებამდე.

ფორმალინის განეიტრალებულ ხსნარს გადაიტანენ განეიტრალებულ საკვლევ ხსნარიან ჭიქაში და ფრთხილად შეურევენ. რეაქცია მომენტალურად მიმდინარეობს, წარმოქმნილი მჟავას გამო ხსნარის ყვითელი ფერი გადადის ვარდისფერში.

ხსნარს ამატებენ 2-3 წვეთ ფენოლფტალეინს და მაკრობიურეტიდან (50 მლ მოცულობის) ტიტრავენ 0,5 н ტუტის (NaOH ან KOH) ხსნარით შეფერვის მეორედ შეცვლამდე - ყვითელიდან (ვარდისფერის შემდეგ) ჟოლოსფრამდე.

შენიშვნა. ყურადღებით აკვირდებიან ფერის შეცვლას. რადგან ხსნარში არსებობს 2 ინდიკატორი (მეთილის წითელი, ფენოლფტალეინი), ხსნარის ფერი დატიტვრისას ორჯერ იცვლება: **1. -** ვარდისფერიდან ყვითელში pH-6,2-ის დროს მეთილის წითელის გამოყენებით; **2. -** ყვითელიდან ჟოლოსფერში pH – 8,2-ის დროს ფენოლფტალეინის გამოყენებით.

ანგარიში: ამიაკური აზოტის შემცველობას (%-ში) ანგარიშობენ ფორმულით

$$N\,[\%] = (a \,.\, н_{ტ} \,.\, 0{,}014 \,.\, P \,.\, 100) : H\,,$$

სადაც, **a** - არის დატიტვრაზე დახარჯული ტუტის რაოდენობა, მლ; $н_{ტ}$ - ტუტის ნორმალობა; **P** - განზავება 250/25=10; **100** - მიღებული მონაცემების %-ში გამოსახვისთვის; **0,014** - აზოტის მგ.ექვივალენტი; **H** - სასუქის წონა, გ;

შედეგების ჩანაწერის ფორმა

სასუქი	წონა, გ	განზავება	н ტუტის	დახარჯული ტუტის რაოდენობა, მლ	% აზოტის
	10	10	0,5	32	22,4

რეაქტივები:

1. ინდიკატორები: მეთილორანჟი (0,5 გრამ მეთილორანჟს ხსნიან გამოხდილ წყალში 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში); **ფენოლფტალეინი** (1 გრამ ფენოლფტალეინს ხსნიან 95%-იან ეთილის სპირტში 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ინახავენ მილესილსაცობიან ჭურჭელში); **მეთილის წითელი** (0,1 გრამ მეთილის წითელს ხსნიან 60%-იან სპირტში 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში).

2. 0,1 н ტუტის ხსნარი (საწვეთურში), ამზადებენ ფიქსონალისგან ან 5,6 გ KOH ან 4 გ NaOH ხსნიან გამოხდილ წყალში და მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე;

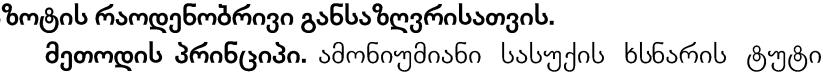
3. 0,5 н ტუტის ხსნარი (KOH ან NaOH) ამზადებენ ფიქსონალისგან ან 28,06 გ KOH ან 20,0 გ NaOH ხსნიან გამოხდილ წყალში და მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე;

4. ფორმალინის 25 %-იანი ხსნარი; 630 მლ 40%-იან ფორმალინს ხსნიან გამოხდილ წყალში, გადააქვთ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, დაახურავენ საცობს და კარგად შეურევენ. რეაქტივის მომზადება საჭიროა გამწოვის ქვეშ.

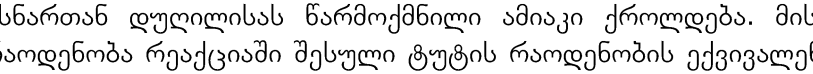
ამიაკური (ამონიუმიანი) აზოტის განსაზღვრა სასუქებში ღია დუღილის მეთოდით.

ღია დუღილის მეთოდი, ფორმალინის მეთოდთან შედარებით, ნაკლებად ზუსტია, მაგრამ ანალიზის ყველა წესების დაცვით ჩატარებით შეიძლება მისი გამოყენებაც ამონიუმიან სასუქებში აზოტის რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის.

მეთოდის პრინციპი. ამონიუმიანი სასუქის ხსნარის ტუტის ხსნართან დუღილისას წარმოქმნილი ამიაკი ქროლდება. მისი რაოდენობა რეაქციაში შესული ტუტის რაოდენობის ექვივალენტურია. რეაქცია შემდეგი ტოლობით გამოისახება:



$$(NH_4)_2SO_4 + 2\ NaOH = Na_2SO_4 + 2\ NH_3\uparrow + 2\ H_2O$$



$$NH_4Cl + NaOH = NaCl + NH_3\uparrow + H_2O$$

$2\ NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2\ H_2O$

ჭარბ ტუტეს, რომელიც რეაქციაში არ შესულა, ტიტრავენ შესაბამისი ნორმალობის მჟავით. ანალიზისას იყენებენ მჟავისა და ტუტის ხსნარებს ზუსტად დადგენილი ნორმალობით.

ანალიზის მსვლელობა.

ფაიფურის ჯამში გასრესენ 30-40 გრამ საკვლევ სასუქს. ტექნიკურ სასწორზე იღებენ 10 გრამ წონაკს, გადაიტანენ 200 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში და ხსნიან 100 მლ ცივ გამოხდილ წყალში. თუკი სასუქი დაჭუჭყიანებულია მაშინ ხსნარი იქნება ამღვრეული. ასეთ შემთხვევაში ხსნარს ფილტრავენ ჩვეულებრივი ქაღალდის ფილტრით 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე, ახურავენ და ანჯღრევენ.

მომზადებული ხსნარიდან პიპეტკით იღებენ 25 მლ ხსნარს, გადაიტანენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, მასშივე ამატებენ 2-3 წვეთ ინდიკატორ მეთილის წითელს. თუკი ხსნარი მიიღებს ვარდისფერს, ეს იმას ნიშნავს, რომ იგი მჟავე რეაქციისა და საჭიროა მჟავიანობის განეიტრალება 0,1 н ტუტის ხსნარის (NaOH ან KOH) წვეთობით დამატებით ყვითელი ფერის მიღებამდე. განეიტრალების შემდეგ კოლბში ბიურეტიდან ამატებენ 50 მლ NaOH 0,5 н ხსნარს და კარგად შეურევენ. კოლბს ხსნარით, ახურავენ 2-2,5 სმ დიამეტრის პატარა ძაბრს, ადუღებენ ელექტროქურაზე გამწოვის ქვეშ, აორთქლებენ ხსნარს პირველსაწყისი მოცულობის 1/3-მდე. დუღილი არ უნდა იყოს ძალიან ძლიერი.

ხსნარს აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე, ძაბრისა და კოლბის კედლებს ჩარეცხავენ ცივი გამოხდილი წყლით (ჩამრეცხი კოლბით).

ჭარბ ტუტეს ტიტრავენ H_2SO_4-ის 0,5 н ხსნარით ბიურეტიდან, 2-3 წვეთი ფენოლფტალეინის დამატებით, ჟოლოსფერის (ფენოლფტალეინისგან, pH>8,0) გარდამავალი ყვითელი ფერიდან (მეთილის წითელისაგან, pH 4,4) ბაცი-ვარდისფერში (მეთილის წითელისაგან, pH 3,1) გადასვლამდე.

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

აზოტის შემცველობას (პროცენტებში) ამონიუმის სულფატში ანგარიშობენ ფორმულით: **%N = [(50 – a) · n · 0,014 ·100] : m**

სადაც, **a** - არის დატიტვრაზე დახარჯული გოგირდის მჟავას რაოდენობა, მლ; **n** - გოგირდის მჟავას ნორმალობა; **0,014** - აზოტის მგ.ექვივალენტი; **m** - ალიქვოტური წონა;

ამონიუმის სულფატში აზოტის შემცველობის ანგარიშის მაგალითი.

საანალიზოდ აღებული იყო ამონიუმის სულფატის 10 გრამი; ხსნარის საერთო მოცულობა 250 მლ; დასატიტრად აღებული იყო სასუქის ხსნარის 25 მლ; ჭარბი ტუტის დატიტვრაზე დაიხარჯა 20,1 მლ H_2SO_4-ის 0,5 н ხსნარი;

ალიქვოტური წონაკის ანგარიში:

10 გ სასუქი → 250 მლ ხსნარში

X გ სასუქი → 25 მლ ხსნარში

X გ = (10·25) : 250 = 1 გ;

აზოტის შემცველობა ამონიუმის სულფატში შადგენს:

% N = [(50 – 20,1)· 0,5 · 0,014· 100] : 1 = 20,93

შედეგების ჩანაწერის ფორმა

სასუ-ქის №	წონა, გ	ხსნარის საერთო რაოდე-ნობა, მლ	ალიქვოტური წონაკი, გ	H_2SO_4-ის ნორმალობა	დატიტვრაზე დახარჯული H_2SO_4-ის რაოდენობა,მლ	% N
1	10	250	1	0,5	20,1	20,93

რეაქტივები: 1. ტუტის (KOH ან NaOH) 0,1 н ხსნარი. ამზადებენ ფიქსონალისგან.

2. გოგირდმჟავის 0,5 н ხსნარი. ამზადებენ ფიქსონალისგან.

3. NaOH-ის 0,5 н ხსნარი. ამზადებენ ფიქსონალისგან.

3. ფენოლფტალეინის 1%-იანი ხსნარი 95%-იან ეთილის სპირტში;

4. ინდიკატორი მეთილის წითელი. 0,1 გრამ მეთილის წითელს ხსნიან 100 მლ გამოხდილ წყალში.

ამიაკური სასუქების თავისუფალი მჟავიანობის განსაზღვრა.

ამონიუმიანი სასუქების ზემოთ მომზადებული ხსნარებიდან (გვ. 445) პიპეტით იღებენ 100 მლ სითხეს, გადაქვთ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში და ამატებენ 2-3 წვეთ მეთილის წითელის ინდიკატორს. თუკი სასუქის ხსნარში არსებობენ თავისუფალი მჟავები, მაშინ ხსნარი შეიფერება სუსტ(ბაცი ფერი) ვარდისფრად. ასეთი ხსნარის დატიტვრას აწარმოებენ 0,1 n NaOH-ის ხსნარით. დატიტვრას დამთავრებულად თვლიან როცა ხსნარის ვარდისფერი შეიცვლება ყვითელ ფერში (დატიტვრას აწარმოებენ ცივ მდგომარეობაში).

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

თავისუფალ მჟავიანობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\% X = (a \cdot n \cdot 0{,}0049 \cdot 100) : m,$$

სადაც **a** - არის დატიტვრაზე დახარჯული 0,1 n NaOH -ის რაოდენობა, მლ;

n - NaOH-ის ნორმალობა; **0,0049** - გ H_2SO_4, რომელიც შეესაბამება 1 მლ 0,1 n NaOH -ის ხსნარს. **m** - საანალიზოდ აღებული სასუქის ალიქვოტური წონაკი;

სასუქის თავისუფალი მჟავიანობის ანგარიშის მაგალითი. ამონიუმის სულფატში აზოტის შემცველობის განსაზღვრისათვის გამოყენებული იყო სასუქის წონაკი - 10 გრამი, ხსნარის საერთო მოცულობა 250 მლ; დასატიტრად აღებულია 100 მლ სასუქის ხსნარი; დატიტვრაზე დაიხარჯა 2,1 მლ 0,1 n NaOH-ის ხსნარი.

სასუქის ალიქვოტური წონაკის გამოანგარიშება:

10 გ სასუქი ----- 250 მლ ხსნარი

X გ სასუქი ------ 100 მლ ხსნარი

X გ სასუქი = (10 . 100) : 250 = 4 გ.
სულფატ ამონიუმის თავისუფალი მჟავიანობა ტოლია
% X = (2,10 · 0,1 · 0,0049 · 100) :4 = 0,0257.

შედეგების ჩანაწერის ფორმა

სასუქი	წონა, გ	ხსნარის საერთო მოცუ-ლობა, მლ	ალიქვოტური წონაკი, გ	NaOH -ის ნორ-მალობა	NaOH-ის რაოდენობა დახარჯული დატიტვრაზე, მლ	% აზოტის
1	10	250	4	0,1	2,10	0,0257

რეაქტივები: 1.NaOH -ის 0,1 n ხსნარი. ხსნარს ამზადებენ ფიქსონალისგან.

2.ინდიკატორი მეთილის წითელი. 0,1 გ მეთილის წითელს ხსნიან 60%-იან სპირტში 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში.

V.1. 3.2. ნიტრატული ფორმის აზოტის განსაზღვრა სასუქებში.

ნიტრატულ სასუქებში აზოტის განსაზღვრის ყველაზე გავრ-ცელებულ მეთოდებად აღიარებულია:

1.ულშის მეთოდი, რომელიც მდგომარეობს მჟავე არეში აღდგენილი რკინის მოქმედებით ნიტრატული აზოტის ამიაკამდე აღდგენაში.

2. დევარდის მეთოდი, რომლის მიხედვით ნიტრატების აზოტი ასევე აღდგება ამიაკამდე სპილენძის, თუთიის და ალუმინის შენადნობის მოქმედებით ტუტე არეში.

ყველა შემთხვევაში, გამოყოფილი ამიაკის შებოჭვა ხდება გოგირდის მჟავით დატიტვრით, რაც მისი ზუსტი აღრიცხვის შესაძლებლობას იძლევა. ქვემოთ აღვწერთ სტანდარტულ მეთოდს, რომელიც გამოიყენება ნიტრატული აზოტის რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის.

ამიაკური და ნიტრატული აზოტის ჯამის განსაზღვრა სასუქებში დევარდის მეთოდით.

მეთოდის პრინციპი. მეთოდის საფუძველია ტუტე არეში ნიტრატული აზოტის აღდგენა ამიაკამდე დევარდის შენადნობის (სპილენძის, თუთიის და ალუმინის შენადნობი შეფარდებით 50:5:45) მოქმედებით, კელდალის მეთოდით ამიაკის შემდგომი გადადენა და მისი განსაზვრა დატიტვრის მეთოდით.

კომპლექსური სასუქების აზოტის ამონიუმიანი ფორმა ტუტესთან ურთიერთმოქმედებისას და გაცხელებისას ასევე წარმოქმნის ამიაკს:

$$(NH_4)_2SO_4 + 2\ NaOH = Na_2SO_4 + 2NH_3 \uparrow + 2H_2O$$

გამოყოფილ ამიაკს გადადენიან გადასადენი აპარატით მიმღებში, სადაც იგი შეიბოჭება გოგირდის მჟავას ტიტრული ხსნარით:

$$2NH_3 \uparrow + H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4$$

ჭარბ თავისუფალ გოგირდის მჟავას ტიტრავენ ტუტის ხსნარით:

$$H_2SO_4 + 2\ NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O$$

ეს ამიაკის რაოდენობრივი აღრიცხვის შესაძლებლობას იძლევა, ხოლო მის მიხედვით კი საერთო აზოტისაც, რომელსაც შეიცავს საკვლევი სასუქი.

ხსნარის მომზადება.

ტექნიკურ სასწორზე წონიან 2 გრამ წინასწარ გასრესილ სასუქს, ათავსებენ 200 მლ მოცულობის ცეცხლგამძლე ქიმიურ ჭიქაში. ამატებენ 100-150 მლ წყალს და აცხელებენ ადუღებამდე, მინის წკირით ჭიქის შიგთავსის შერევით.

ცხელ ხსნარს ფილტრავენ მკვრივი, ლურჯზოლიანი ფილტრით 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ჭიქას და წკირს რამდენჯერმე ჩარეცხავენ გამოხდილი წყლით, რომელსაც ასევე გადაიტანენ ფილტრზე. როდესაც ხსნარი გაცივდება, გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

მიღებულ ხსნარს იყენებენ აზოტის რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის გვარჯილებში და რთულ სასუქებში.

ანალიზის მსვლელობა.

პირველ რიგში ამზადებენ მიმღებს. მიმღებად გამოიყენება 500 მლ მოცულობის კონუსური კოლბა, რომელშიც ბიურეტიდან ასხამენ ზუსტად 50 მლ გოგირდმჟავას 0,1 н ხსნარს და აწვეთებენ 2-3 წვეთ ინდიკატორ გროაკას. მიმღებს დააყენებენ აპარატთან ისე, რომ მაცივრის ბოლო ჩატვირთული იყოს სითხეში.

პიპეტკით იღებენ სასუქის საწყისი ხსნარის 50 მლ და გადააქვთ კელდალის კოლბში, მასშივე ასხამენ 150-200 მლ გამოხდილ წყალს, ამატებენ 2-2,5 გრამ დევარდის შენადნობს. შემდეგ, ძალიან ნელა, კოლბის კედელზე ჩაყოლებით ცილინდრიდან ამატებენ 40 მლ NaOH-ის 40%-იან ხსნარს და ძალიან სწრაფად მიუერთებენ კოლბს გადასადენ ხელსაწყოს. კოლბის შიგთავსს შეურევენ წრიული მოძრაობით და გაცხელების გარეშე ტოვებენ 1 საათით. ამ ხნის განმავლობაში მიმდინარეობს ნიტრატების აღდგენა ამიაკამდე, რომელიც ხვდება მიმღებში და შეიბოჭება გოგირდის მჟავით. შემდეგ, გადასადენ კოლბს აცხელებენ ქურაზე და მასში არსებულ ხსნარს ადუღებენ მანამ, სანამ არ გადაიდენება მისი ნახევარი (დაახლოებით 150-200 მლ). ამიაკის გადადენის დასრულებას შემდეგნაირად ამოწმებენ – მიმღებში ჩაშვებულ მილს კარგად ჩარეცხავენ წყლით და ჩაუშვებენ სინჯარაში, რომელშიც აგროვებენ გადადენილი ხსნარის დაახლოებით 1 მლ-ს და ამატებენ მასში რამდენიმე წვეთ ნესლერის რეაქტივს $[K_2(HgI_4)_4]$. თუ ხსნარი დარჩა უფერო, არ მიიღო ყვითელი შეფერვა, ესეიგი, ამიაკი სრულად არის გადადენილი.

გადადენის დასრულების შემდეგ მიმღებს გამორთავენ ხელსაწყოდან, მაცივრის ბოლოს ჩარეცხავენ გამოხდილი წყლით, ჩანარეცხ წყალს ასხამენ მიმღებ კოლბში და მასში მოთავსებულ ხსნარს ტიტრავენ 0,1 н ტუტით გროაკის ინდიკატორის მიხედვით ხსნარის ფერის შეცვლამდე - იისფერიდან ნაცრისფერის გავლით მწვანემდე.

ერთდროულად ატარებენ საკონტროლო ანალიზს იგივე პირობებში და რეაქტივების იგივე რაოდენობით, მხოლოდ საანალიზო სასუქის გარეშე (ცდა რეაქტივების სისუფთავეზე). საკონტროლო ანალიზს ატარებენ ყოველდღე საკვლევ ნიმუშებთან ერთად და ასევე, ახალი რეაქტივების გამოყენებისას.

ამიაკის რაოდენობას პოულობენ სხვაობით მიმღებში მოთავსებულ გოგირდმჟავას და მჟავას იმ რაოდენობას შორის, რომელიც არ შეკავშირდა ამიაკთან და, რომელიც შემდეგ დაიტიტრა ტუტით.

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

აზოტის პროცენტულ შემცველობას სასუქში ანგარიშობენ ფორმულით

$$N\ \% = [\ (V_1 - V_2) \cdot 0{,}0014 \cdot 100\ ] : m$$

სადაც, - V_1 - არის ტუტის 0,5 н ხსნარი, რომელიც დაიხარჯა ჭარბი მჟავას დატიტვრაზე საკონტროლო ცდაში, მლ; V_2 - არის ტუტის 0,5 **н** ხსნარი, რომელიც დაიხარჯა საკვლევი სინჯის დატიტვრაზე, მლ;

0,0014 - აზოტის რაოდენობა, რომელიც შეესაბამება 1 მლ 0,1 **н** ტუტის ხსნარს, გ; **m** -სასუქის **ალიქვოტური** წონაკი, **გ;**

ნატრიუმის გვარჯილაში აზოტის შემცველობის გამოანგარიშების მაგალითი. ნატრიუმის გვარჯილის 2 გრამ წონაკს ხსნიან გამოხდილ წყალში და გადააქვთ 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. აზოტის გადადენისთვის გამოყენებულია 50 მლ სასუქის ხსნარი. მიმღებ კოლბში 0,1 **н** გოგირდის მჟავას ჭარბი რაოდენობა დატიტრულია ტუტის (NaOH) 0,1 **н** ხსნარით. საკონტროლო ნიმუშის დატიტვრაზე დაიხარჯა 49,3 მლ ტუტის (NaOH) 0,1 **н** ხსნარი; საკვლევ ნიმუშზე - 3,6; აზოტის შემცველობა ნატრიუმის გვარჯილაში შეადგენს:

$$\%\ N = [\ (49{,}3 - 3{,}6) \cdot 0{,}0014 \cdot 100] : 0{,}4 = 15{,}995$$

შედეგების ჩაწერის ფორმა:

სასუქი	წონა, გ	სასუქის ხსნარის საერთო რაოდენობა, მლ;	ხსნარის მოცულობა ანალიზისთვის, მლ	ალიქვოტური წონაკი, გ;	საკონტროლო ნიმუშის დატიტვრაზე დახარჯული 0,1 н NaOH-ის მოცულობა V_1, მლ	სასუქის ხსნარის დატიტვრაზე დახარჯული 0,1 н NaOH-ის მოცულობა V_2, მლ	% N
1	2	250	50	0,4	49,3	3,6	15,995

რეაქტივები:

1. H_2SO_4-ის 0,1 н ხსნარი. მჟავას ნორმალობა უნდა იყოს არა ნაკლები 0,0900 და არა უმეტეს 0,1100. ამზადებენ ფიქსონალისგან (1 ამპულა 1 ლიტრ H_2O). თუ არ არის ფიქსონალი მაშინ პიპეტით ზუსტად იღებენ 2,8 მლ H_2SO_4 (ხვ.წონა 1,84), ხსნიან გამოხდილ წყალში, და შემდეგ მოცულობა მიჰყავთ წყლით 1 ლიტრამდე. ხსნარის ნორმალობას ადგენენ NaOH -ის ფიქსონალით.

2. NaOH -ის 0,1 н ხსნარი. ამზადებენ ფიქსონალისგან (1 ამპულა 1 ლიტრ H_2O) ან იღებენ 4 გ ქიმიურად სუფთა NaOH და ხსნიან 1ლ წყალში. ხსნარის ნორმალობას ამოწმებენ H_2SO_4-ის ფიქსონალით ან გადაკრისტალებული ქარვის მჟავით.

3. 40 %-იანი NaOH-ის ხსნარი. წონიან 400 გრამ NaOH, ათავსებენ ჭიქაში და ასხამენ დაახლოებით 500-600 მლ გამოხდილ წყალს, მაშინვე ურევენ მინის წკირით სრულ გახსნამდე. ხსნარი გადააქვთ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში და მიიყვანენ ნიშანხაზამდე, კარგად შეურევენ.

4. დევარდის შენადნობი (თუთიის, სპილენძის და ალუმინის შენადნობი შეფარდებით 5:50:45), გასრესილი მეტალის სანაყში დაახლოებით 1 მმ ზომის ნაწილაკებამდე.

5. კომბინირებული ინდიკატორი გროაკა, pH 5,5-ის პირობებში იძლევა იისფერის მკვეთრ შეცვლას მწვანეში. 0,15 გ მე-

თილის წითელს ხსნიან 102 მლ ეთილის სპირტში. 0,05 გ მეთი-ლენის ლურჯს ხსნიან 5 მლ გამოხდილ წყალში. შეურევენ მომზადებულ კომპონენტებს. ინდიკატორს ინახავენ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში.

6. ნესლერის რეაქტივი (ტუტე ხსნარი $K_2[HgI_4]_4$). იყენებენ მზა რეაქტივს.

V.I.3.3. აზოტის ამიდური ფორმის შემცველი სასუქის ანალიზი.

მრავალი სამრეწველო აზოტიანი სასუქი აზოტს შეიცავს ამიდურ ფორმაში. მათ ეკუთვნიან შარდოვანა, კარბამიდ-ამონიუმიან-ნიტრატული სასუქი (**„კანს“).**

საერთო აზოტის შემცველობის განსაზღვრა შარდოვანაში.

მეთოდის პრინციპი. მეთოდის საფუძველია ამიდური ფორმის აზოტის გადაყვანა ამონიუმიანში. განსაზღვრა ტარდება კელ-დალის გადასადენი აპარატის გამოყენებით. ამიდური აზოტის ამონიუმიანში გადასვლის რეაქცია შეიძლება შემდეგი ტოლობით გამოისახოს:

$$CO(NH_2)_2 + 2H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4 + CO_2 \uparrow + SO_3 \uparrow$$

იგივე მეთოდი, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს აზოტის განსაზღვრისათვის **„კანს“**-ში. ამ შემთხვევაში, ნიტრატების ამიაკამდე აღდგენისათვის ემატება დევარდის შენადნობი.

ხსნარის მომზადება.

ტექნიკურ სასწორზე წონიან 3 გრამ სასუქს, გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში და ამატებენ 10 მლ გამოხდილ წყალს. კოლბის შიგთავსს შეურევენ და ამატებენ 10 მლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას. ამწოვ კარადაში ათავ-სებენ ელექტროქურას დახურული სპირალით, მასზე დგამენ კოლბს და აცხელებენ CO_2-ის ძლიერი გამოყოფის შეწყვეტამდე, შემდეგ კი ადუღებენ თეთრი ორთქლის ($H_2O + SO_3$) წარმოქმნა-მდე. ამის შემდეგ კოლბის შიგთავსს აცივებენ, გადააქვთ 250 მლ

მოცულობის საზომ კოლბში, გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

ანალიზის მსვლელობა:

ამიაკის გადადენის დაწყებამდე პირველ რიგში ამზადებენ მიმღებს. მიმღები წარმოადგენს 500 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბს, რომელშიც ბიურეტიდან ასხამენ ზუსტად 100 მლ 0,2 ნორმალობის გოგირდის მჟავას ხსნარს, რომელშიც აწვეთებენ 2-3 წვეთ ინდიკატორ მეთილის წითელს. მიმღები დაყენებულია ისე, რომ მაცივრის ბოლო ჩატვირთული იყოს გოგირდის მჟავას ხსნარში.

წინასწარ მომზადებული სასუქის ხსნარიდან პიპეტით იღებენ 50 მლ-ს, გადაიტანენ კელდალის კოლბში, მასშივე ამატებენ საზომი ცილინდრიდან 150 მლ გამოხდილ წყალს, შემდეგ, ამატებენ 2 გრამ დევარდის შენადნობს, ფრთხილად კოლბის კედელზე ჩაყოლებით ცილინდრიდან ასხამენ 30 მლ 40 %-იან NaOH-ის ხსნარს და კოლბს ძალიან სწრაფად მიუერთებენ გადასადენ აპარატს. კოლბის შიგთავსს წრიული მოძრაობით შეურევენ და გაცხელების გარეშე აყოვნებენ 1 საათით. შემდეგ იწყებენ ამიაკის გადადენას, კელდალის კოლბში არსებულ ხსნარს აცხელებენ ადუღებამდე და შემდეგ განაგრძობენ დუღილს. გადადენის დამთავრებას ადგენენ ლაკმუსის ქაღალდის დახმარებით. თუკი კონდენსატის (გადადენილი სითხის) ერთი წვეთისაგან ლაკმუსის ქაღალდი გალურჯდა, ეს იმას ნიშნავს, რომ ამიაკის გადადენა ჯერ არ დამთავრებულა.

გადადენის დასრულების შემდეგ მიმღებს გამორთავენ მაცივრიდან, მაცივრის ბოლოს ჩარეცხავენ გამოხდილი წყლით, ჩანარეცხ წყალს ასხამენ მიმღებ კოლბში და მასში მოთავსებულ ხსნარს ტიტრავენ ტუტის (NaOH) 0,2 н ხსნარით ჩალისფერ-ყვითელ ფერამდე (ანალიზს ატარებენ ორი განმეორებით და მათგან გამოყავთ საშუალო არითმეტიკული).

ანალიზის შედეგების ანგარიში.

აზოტის შემცველობას შარდოვანაში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$N\ \% = [\ (V_1 - V_2) \cdot 0{,}0028 \cdot 100\ ] : m$$

სადაც, V_1 - არის ტუტის 0,2 **н** ხსნარის რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯა ჭარბი მჟავას დატიტვრაზე საკონტროლო ცდაში, მლ; V_2 - არის ტუტის 0,2 **н** ხსნარი, რომელიც დაიხარჯა საკვლევი სინჯის დატიტვრაზე, მლ;

0,0028 - აზოტის რაოდენობა, რომელიც შეესაბამება 1 მლ 0,2 **н** ტუტის ხსნარს, გ; **m** -სასუქის **ალიქვოტის** წონაკი, **გ;**

შარდოვანაში აზოტის შემცველობის გამოანგარიშების მაგალითი. შარდოვანას 3 გრამი წონაკი გაიხსნა გამოხდილ წყალში და გადაიტანეს 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. აზოტის გადადენისთვის გამოიყენეს 50 მლ სასუქის ხსნარი. მიმღებ კოლბში 0,2 **н** გოგირდის მჟავას ჭარბი რაოდენობა დატიტრულია ტუტის (NaOH) 0,2 **н** ხსნარით. საკონტროლო ნიმუშის დატიტვრაზე დაიხარჯა 99,3 მლ ტუტის (NaOH) 0,2 **н** ხსნარი; საკვლევ ნიმუშზე - 1,6; აზოტის შემცველობა შარდოვანას საკვლევ ნიმუშში შეადგენს :

$$\%\ N = [\ (99{,}3 - 1{,}6) \cdot 0{,}0028 \cdot 100] : 0{,}6 = 45{,}59$$

შედეგების ჩაწერის ფორმა:

სასუქი	წონა, გ	სასუქის ხსნარის საერთო რაოდენობა, მლ;	ხსნარის მოცულობა ანალიზისთვის, მლ	ალიქვოტური წონაკი, გ;	საკონტროლო ნიმუშის დატ-იტვრაზე დახ-არჯული 0,2 **н** NaOH-ის მოცულობა V_1 , მლ	სასუქის ხსნარის დატიტვრაზე დახარჯული 0,2**н** NaOH-ის მოც-ულობა V_2 , მლ	% **N**
1	3	250	50	0,6	99,3	1,6	45,59

რეაქტივები: 1.H_2SO_4–ის 0,2 н ხსნარი. პიპეტით ზუსტად ზომავენ 5,6 მლ H_2SO_4 (ხვედრითი წონა 1,84), ხსნიან გამოხდილ წყალში, შემდეგ მოცულობა მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ხსნარის ნორმალობას ამოწმებენ NaOH-ის ფიქსონალის მიხედვით.

2. NaOH-ის 0,2 н ხსნარი. წონიან 8 გ ქიმიურად სუფთა NaOH და ხსნიან წყალში, რომელიც არ შეიცავს CO_2. შემდეგ მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. ხსნარის ნორმალობას ადგენენ H_2SO_4-ის ფიქსონალით ან გადაკრისტალებული ქარვის მჟავით.

3. NaOH-ის 40 %-იანი ხსნარი. წონიან 400 გ NaOH, ათავსებენ ჭიქაში და ამატებენ დაახლოებით 500-600 მლ გამოხდილ წყალს, მაშინვე ურევენ მინის წკირით სრულ გახსნამდე. ხსნარს გადაიტანენ ლიტრიან საზომ კოლბში, მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

4. დევარდის შენადნობი. (თუთიის, სპილენძის და ალუმინის შენადნობი შეფარდებით 5: 50:45).

5. ინდიკატორი მეთილის წითელი (მეთილროტი): 0,1 გ მეთილის წითელს ხსნიან გამოხდილ წყალში საზომ კოლბში და მოცულობა მიჰყავთ 100 მლ-მდე.

საკონტროლო კითხვები V.I.1; V.I.2 და V.I.3 თავებთან დაკავშირებით

1. რა როლს ასრულებენ ნიადაგში შეტანილი მინერალური სასუქები?
2. როგორია მინერალური სასუქების შედგენილობა?
3. როგორი ფორმით უშვებს ქიმური მრეწველობა მინერალურ სასუქებს?
4. რა უპირატესობა აქვს გრანულირებულ მინერალურ სასუქებს ფხვნილისებრ სასუქებთან შედარებით?
5. დაასახელეთ კრისტალური და ამორფული მარტივი მინერალური სასუქები . რა განსხვავებაა მათ შორის?
6. რომელი იონები შედიან კრისტალური სასუქების შემადგენლობაში?
7. როგორ ადგენენ NH_4 - ის იონების არსებობას სასუქში?
8. როგორ ადგენენ NO_3-ის იონების არსებობას სასუქში?
9. როგორ ხდება სულფატ-იონის აღმოჩენა სასუქში?
10. როგორ ხდება Ca_2^+; Na^+; K^+-იონის აღმოჩენა სასუქში?

11.რა განაპირობებს აზოტიანი სასუქების ეფექტურობა?

12.მინერალურ სასუქებში აზოტის განსაზღვრის რომელ მეთოდებს იცნობთ?

13.რა არის ფორმალინით ამიაკური აზოტის განსაზღვრის მეთოდის საფუძველი?

14.რაში მდგომარეობს ამიაკური აზოტის ღია დუღილის მეთოდით განსაზღვრის პრინციპი?

15. რომელ სასუქებში ისაზღვრება ამიაკური აზოტი ფორმალინის მეთოდით?

16.რომელი მეთოდებია ყველაზე გავრცელებული ნიტრატულ სასუქებში აზოტის განსაზღვრისათვის?

17.რომელი ელემენტების და შეფარდების შენადნობია დევარდის შენადნობი?

18.აზოტის რომელ ფორმებს საზღვრავენ სასუქებში დევარდის შენადნობით და რა არის ამ მეთოდის პრინციპი?

19.როგორ მზადდება ინდიკატორი „გროაკა"? დაწერეთ ნესლერის რეაქტივის ფორმულა.

20. რომელი სასუქი შეიცავს აზოტის ამიდურ ფორმას? დაწერეთ ამიდური აზოტის ამონიუმიანში გადასვლის რეაქცია.

21.დაწერეთ ფორმულა რომლის მიხედვით ანგარიშობენ შარდოვანაში აზოტის შემცველობას.

V.I.4. ფოსფორიანი სასუქები

თითქმის არც ერთი საკვები ელემენტი არ მონაწილეობს მცენარის სასიცოცხლო ფუნქციების მართვაში ისეთი ფართო მასშტაბით, როგორც ფოსფორი. მისი აუცილებლობა მცენარისათვის უპირველეს ყოვლისა განისაზღვრება იმით, რომ ის შედის პროტოპლაზმის და უჯრედის ბირთვის შემადგენლობაში, რომელთა საფუძველს შეადგენენ ცილები. ფოსფორიანი შენაერთების მონაწილეობით მიმდინარეობს მცენარის სუნთქვა და ნახშირწყლების - სახამებლის და შაქრების სინთეზი.

მცენარისათვის ფოსფორის ერთადერთ წყაროდ ითვლება ნიადაგი. მისი მარაგის შევსება არ ხდება ჰაერიდან, ისე როგორც

ეს ხდება აზოტის შემთხვევაში. მაღალი ნაყოფიერების ნიადაგში ფოსფორის საერთო შემცველობა (P_2O_5) სახნავ ფენაში 5-6 ტონას აღწევს 1 ჰა-ზე; ხოლო, ღარიბ ეწერ ნიადაგში მცირეა და 1-1,5 ტონამდეა ჰექტარზე. ამიტომ, ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში მაღალი და მყარი მოსავლის მიღება ნიადაგის მარაგების ხარჯზე შეუძლებელია. მცენარის ნორმალური კვებით უზრუნველყოფისათვის აუცილებელია ორგანულ სასუქებთან ერთად მინერალური ფოსფორიანი სასუქების შეტანა.

ხსნადობის ხარისხის მიხედვით ფოსფორიანი სასუქები სამ ჯგუფად იყოფიან: 1. წყალხსნადი - ფოსფორი სასუქში წარმოდგენილია წყალში კარგად ხსნადი შენაერთების სახით; მათ მიეკუთვნებიან მარტივი და ორმაგი სუპერფოსფატი, კომპლექსური სასუქები; თითქმის ყველა ნიადაგზე კარგად გამოიყენებიან მცენარის მიერ.

2. წყალში უხსნადი, მაგრამ ხსნადი ლიმონმჟავა ამონიუმის ხსნარში ან ლიმონის მჟავაში; მცენარის ფესვებით გამოყოფილი ორგანული მჟავები და თვითონ ნიადაგის მჟავიანობა ხსნიან ამ შენაერთების ფოსფორს; აღნიშნული ჯგუფის სასუქებს ეკუთვნიან პრეციპიტატი, ფტორმოცილებილი ფოსფატი, მარტინის წიდა, თომასის წიდა, კალციუმის მეტაფოსფატი. დასახელებული სასუქებიდან ფოსფორი მცენარის მიერ კარგად გამოიყენება თითქმის ყველა ნიადაგობრივ-კლიმატურ ზონაში.

3. ძნელადხსნადი - ფოსფორს შეიცავენ წყალში და სუსტ მჟავებში უხსნადი შენაერთების სახით, მაგრამ ნიადაგის მჟავიანობის და მცენარის ფესვების გამონაყოფის ზემოქმედებით თანდათან გადადიან მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმაში. ამ ჯგუფის შენაერთების წარმომადგენელია ფოსფორიტის და ძვლის ფქვილი; ფოსფორიანი სასუქების სამრეწველო წარმოება დაფუძნებულია სასარგებლო წიაღისეულის - აპატიტების და ფოსფორიტების გადამუშავებაზე. ფოსფორიანი სასუქების ქიმიური შედგენილობა და თვისებები მოტანილია **დანართში 21;**

V.I.4. 1. ფოსფორის შემცველობის განსაზღვრა სასუქებში.

ნიმუშის აღება და საანალიზოდ მომზადება.

სასუქის ნიმუშს იღებენ კონკრეტული პროდუქტის ნორმატიულ - ტექნიკური საბუთის (დოკუმენტის) მიხედვით. სასუქის საშუალო ნიმუშს ფქვავენ (გასრესენ) ფაიფურის როდინში და ცრიან 0,3 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში. მარტივი სუპერფოსფატის ანალიზის დროს იყენებენ 0,5 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერს (საცერზე დარჩენილი სასუქის გადაყრა არ შეიძლება, იგი განმეორებით უნდა გაისრისოს, ვიდრე ბოლომდე არ გატარდება საცერში).

ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრა სუპერფოსფატში.

ჰიგროსკოპული ტენის რაოდენობა განსაზღვრავს სასუქის თვისებებს.

ანალიზის მსვლელობა.

სუპერფოსფატის ზუსტ წონაკს - 5 გ ათავსებენ წინასწარ გამოწონილ მინის ბიუქსში. ბიუქსს საანალიზო სასუქის ნიმუშით წონიან ანალიზურ სასწორზე, ათავსებენ საშრობ კარადაში და აყოვნებენ 100-105^{0}C ტემპერატურაზე 3 საათის განმავლობაში. გამოშრობას აწარმოებენ მუდმივ წონამდე მიყვანამდე.

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

ტენის შემცველობას (W)პროცენტებში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\% W = (a \cdot 100) : m,$$

სადაც, **a** - არის აორთქლებული წყლის რაოდენობა, გ;

m - სასუქის წონა, გ;

სუპერფოსფატის ჰიგროსკოპული ტენის გამოანგარიშების მაგალითი. გრანულირებული სუპერფოსფატის ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრისათვის აღებული სასუქის წონა შეადგენდა - 4,1545გ; გამოშრობა ტარდებოდა თერმოსტატში 105^{0}C ტემპერატურაზე. აორთქლებული წყლის წონამ შეადგინა 0,0671 გ;

$$\% W = (0,0671 \cdot 100) : 4,1545 = 1,6151$$

სტანდარტის მიხედვით მარტივი სუპერფოსფატი უნდა შეიცავდეს არა უმეტეს 15% ტენს.

საერთო ფოსფორის განსაზღვრა სუპერფოსფატში ციტრატის მეთოდით

მეთოდის საფუძველია სასუქის ნიმუშის გახსნა აზოტმჟავის და მარილმჟავის ნარევში (სამეფო წყალი) დუღილის ტემპერატურაზე.

ანალიზის მსვლელობა.

ხსნარის მოსამზადებლად ტექნიკურ სასწორზე წონიან 5 გ გასრესილ და საცერში გატარებულ სუპერფოსფატს, ათავსებენ 250 მლ მოცულობის ცეცხლგამძლე ჭიქაში, საზომი ცილინდრიდან თანდათან, მცირე ულუფებით ამატებენ 50 მლ სამეფო წყალს. სასუქსა და მჟავების ნარევს შორის შეინიშნება მძაფრი რეაქცია. ამის შემდეგ, ჭიქას (დახურული საათის მინით) ხსნარით დგამენენ ქურაზე და ადუღებენ 30 წუთის განმავლობაში (სუსტი, ნელი დუღილით სინჯის სრულ გახსნამდე).

ხსნარს აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე, ამატებენ 50 მლ ცივ გამოხდილ წყალს და ფილტრავენ უნაცრო, საშუალო სიმკვრივის ფილტრით 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ჭიქას კარგად გარეცხავენ ცხელი შემჟავებული გამოხდილი წყლით, ჩანარეცხ წყალს ასევე გადაიტანენ ფილტრზე. განაგრძობენ ფილტრზე არსებული ნალექის დამუშავებას ცხელი შემჟავებული წყლით 200 მლ ფილტრატამდე. საზომ კოლბში არსებულ ხსნარს აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე, მიიყვანენ წყლით ნიშანხაზამდე, ახურავენ სუფთა საცობს და კარგად შეურევენ.

კოლბიდან პიპეტით ამოიღებენ 25 მლ ხსნარს და ათავსებენ 200 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში, ცილინდრიდან ამატებენ 15 მლ ლიმონმჟავა ამონიუმის 50 %-იან ხსნარს და ანეიტრალებენ კონცენტრირებული ამიაკით ფენოლფტალეინის გამოყენებით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე. საერთო P_2O_5-ის დალექვისათვის ამატებენ 30 მლ ტუტე - მაგნეზიის ნარევს და კარგად შეურევენ ხსნარს.

შემდეგ ამატებენ 25 მლ NH_4OH-ის 25%-იან ხსნარს და აყოვნებენ 15-18 საათით თბილ ადგილზე ან ახორციელებენ დაუყოვნებლივ ნჯღრევას 30 წუთის განმავლობაში. ხსნარს ნალექით გადაფილტრავენ უნაცრო მკვრივი ფილტრის გამოყენებით, ნალექის გულმოდგინედ მთლიანად გადატანით ფილტრზე. კარგად გამორეცხავენ ჭიქის კედლებს და ფსკერს, ხოლო შემდეგ ფილტრს NH_4OH-ის 2,5%-იანი ხსნარით ჩანარეცხი წყლების 100 მლ მოცულობამდე.

ფილტრს ნალექით აშრობენ ჰაერზე, ათავსებენ ფაიფურის ტიგელში და აწრთობენ მუფელის ღუმელში 750^{0}C ტემპერატურაზე 40 წუთის განმავლობაში. აცივებენ ექსიკატორში და წონიან ანალიზურ სასწორზე.

ანალიზის შედეგების ანგარიში.

საერთო ფოსფორის შემცველობას სუპერფოსფატში (P_2O_5-ზე გადაანგარიშებით პროცენტებში) ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\% P_2O_5 = (a \cdot 0{,}6379 \cdot 100) : m,$$

სადაც, **a** - არის საერთო P_2O_5-ის ნალექის წონა, გ;

m - ფილტრატის ალიქვოტური ნაწილის შესაბამისი წონაკი, გ;

0,6379 – MgP_2O_7-ის P_2O_5-ში გადასაყვანი კოეფიციენტი.

საერთო ფოსფორის შემცველობის გამოანგარიშების მაგალითი. სუპერფოსფატში საერთო ფოსფორის შემცველობის გამოანგარიშებისათვის მომზადებულია ხსნარი 5 გრამი სასუქისაგან 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. დალექვა ჩატარებულია 25 მლ მოცულობაში. გამოწრთობის შემდეგ ნალექის წონამ შეადგინა 0,1820 გრამი.

ალიქვოტური წონაკის გამოანგარიშება:

5 გ. სუპერფოსფატი გაიხსნა 250 მლ-ში

X გ. სუპერფოსფატი არის 25 მლ-ში

X = (5 · 25) : 250 = 0,5 გრამი;

საერთო **P_2O_5-ის** რაოდენობა სუპერფოსფატში შეადგენს:

$$\% P_2O_5 = (0{,}1820 \cdot 0{,}6379 \cdot 100) : 0{,}5 = 23{,}22$$

რეაქტივები:

1. სამეფო წყალი. ცეცეხლგამძლე ჭურჭელში ცილინდრით ასხამენ 30 მლ კონცენტრირებულ **HCl** (ხვ.წონა 1,19 გ/სმ^3), მასშივე ასხამენ 20 მლ კონცენტრირებულ **HNO_3** (ხვ.წონა 1,4 გ/სმ^3). მჟავები ძლიერ ბოლავენ, სამუშაოს ასრულებენ გამწოვის ქვეშ.

2. გამოხდილი წყლის შემჟავება. 250 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში მოთავსებულ წყალში საწვეთურიდან ამატებენ 3-4 წვეთ კონცენტრირებულ HCl-ს.

3. ლიმონმჟავა ამონიუმის 50%-იანი ხსნარი. 500 გრამ ლიმონის მჟავას ხსნიან 600 მლ 25%-იანი ამიაკის ხსნარში, გამოხდილი წყლით მიჰყავთ მოცულობა 1 ლიტრამდე და ფილტრავენ. ხსნარს აქვს ნეიტრალური რეაქცია.

4. ტუტე-მაგნეზიალური ნარევი. 55 გ. $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ და 70 გ. NH_4Cl ხსნიან გამოხდილ წყალში, ამატებენ 250 მლ 10%-იან ამიაკის ხსნარს, მოცულობა საზომ კოლბში მიჰყავთ 1 ლიტრამდე და ფილტრავენ.

5. NH_4OH 25%- იანი ხსნარი. კონცენტრირებული ამიაკი.

6. NH_4OH 2, 5%- იანი ხსნარი. 500 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში ასხამენ 109,05 მლ კონცენტრირებულ ამიაკს (25%-იანი). მიღებული ხსნარი გადააქვთ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე. ახურავენ სუფთა საცობს და კარგად შეურევენ. ინახავენ მილესილსაცობიან ჭურჭელში.

7. ფენოლფტალეინი. 0,1 გ ფენოლფტალეინს ხსნიან 95%-იან ეთილის სპირტში 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ინახავენ მილესილსაცობიან ჭურჭელში.

შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრა ციტრატის მეთოდით

სუპერფოსფატის შესათვისებელი ფოსფორის მჟავას ქვეშ გულისხმობენ ლიმონმჟავა ამონიუმში ხსნად ფოსფორის მჟავას. შესათვისებელი ფოსფორის მჟავას განსაზღვრა აუცილებელია

სასუქის დოზის ანგარიშისთვის იმ შემთხვევაში, თუკი სასუქი ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ინახებოდა ღია ცის ქვეშ. ჩვეულებრივ, ასეთი წესით შენახვის პირობებში ფოსფორის მჟავა ირეცხება, სასუქის საერთო მასა კი იგივე რჩება, მასში ტენის მომატების გამო.

მეთოდის არსი. მეთოდის საფუძველია ფოსფატების ორსაფეხურიანი ექსტრაქცია - წყლით და პიტერმანის რეაქტივით, უხსნადი ნივთიერებების შემდგომი ფილტრაციით.

ხსნარების მომზადება.

ა) 5 გრამ გასრესილ სუპერფოსფატს ათავსებენ ფაიფურის როდინში, ასხამენ 20-25 მლ გამოხდილ წყალს და გასრესენ. მიღებულ სითხეს გადაიტანენ მკვრივ ფილტრზე და ფილტრავენ 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ფაიფურის როდინში დარჩენილ სასუქს კვლავ ასხამენ გამოხდილ წყალს, კვლავ გასრესენ სასუქს და კვლავ გადაფილტრავენ იგივე საზომ კოლბში. ასე იმეორებენ 3-ჯერ, ყოველ ჯერზე 20-25 მლ წყლის დამატებით. (ფაიფურის როდინში არ უნდა დარჩეს სასუქის კვალიც კი; წყლით რეცხვა მიმდინარეობს მანამ, საზომ კოლბში ფილტრატის რაოდენობა არ შეგროვდება დაახლოებით 200 მლ-მდე). შემდეგ ხსნარის მოცულობა წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ **(კოლბა №1).**

ბ) ფილტრს მასზე დარჩენილი სასუქით გადაიტანენ სხვა საზომ კოლბში 250 მლ მოცულობით, ამატებენ 100 მლ **„პიტერმანის რეაქტივს“,** ახურავენ საცობს და ენერგიულად ანჯღრევენ, ვიდრე ფილტრის ქაღალდი არ დაიშლება უმცირეს ნამცეცებად **(კოლბა №2).** კოლბს აყოვნებენ ოთახის ტემპერატურაზე 15 საათის განმავლობაში, რის შემდეგ 1 საათით ათავსებენ წყლის აბაზანაზე, რომელიც გაცხელებულია 40 ^{0}C ტემპერატურამდე. გაცხელების პროცესში კოლბის შიგთავსს ანჯღრევენ ყოველ 15 წუთში. ხსნარს აცივებენ, მიჰყავთ წყლით ნიშანხაზამდე და ფილტრავენ დაკეცილი ფილტრით მშრალ კოლბში. პირველ, მღვრიე ფილტრატს - 10-15 მლ-ს გადაღვრიან (ფილტრატი უნდა იყოს გამჭვირვალე).

ანალიზის მსვლელობა.

შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრისათვის კოლბებიდან **№1 და №2** იღებენ თითოეულიდან 25 მლ-ობით ხსნარს და გადაიტანენ 200 მლ მოცულობის ჭიქაში, ამატებენ 30 მლ ტუტე-მაგნეზიალურ ნარევს და ხსნარს კარგად შეურევენ, რის შემდეგ აყოვნებენ 15-18 საათით თბილ ადგილზე. შემდეგ, ხსნარს გადაფილტრავენ უნაცრო, საშუალო სიმკვრივის ფილტრის გამოყენებით და ფილტრზე დარჩენილ ნალექს ჩარეცხავენ NH_4OH-ის 2,5%-იანი ხსნარით ჩანარეცხი სითხის 100 მლ მოცულობამდე.

ფილტრს ნალექით აშრობენ ჰაერზე, ათავსებენ ფაიფურის ტიგელში და აწრთობენ მუფელის ღუმელში 750 ^0C ტემპერატურაზე 40 წუთის განმავლობაში. შემდეგ აცივებენ ექსიკატორში და წონიან ანალიზურ სასწორზე. შესათვისებელი ფოსფორის რაოდენობას გამოსახავენ P_2O_5-ზე გადაანგარიშებით პროცენტებში.

ანგარიშს აწარმოებენ შემდეგი ფორმულით:

$$\%P_2O_5 = (a \cdot 0{,}6379 \cdot 100) : m$$

სადაც, **a** - არის ნალექის წონა, გ; **m** - სასუქის წონაკი, რომელიც შეესაბამება ფილტრატის ალიქვოტურ ნაწილს, გ; **0,6379** - MgP_2O_7-ის P_2O_5-ში გადასაყვანი კოეფიციენტი.

სუპერფოსფატში არსებული შესათვისებელი ფოსფორის გამოანგარიშების მაგალითი:

სუპერფოსფატში შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრისათვის მომზადებულია ხსნარი 5 გრამი სასუქისაგან. მიღებულია ხსნარები კოლბებში **№1 და №2** (№1 და №2 თითოეული კოლბის მოცულობა 250 მლ). დალექვისათვის გამოყენებულია ხსნარი №1 კოლბიდან 25 მლ და №2 კოლბიდან 25 მლ; ნალექის წონამ (გამოწრთობის შემდეგ) შეადგინა 0,1560 გ.

ალიქვოტური წონაკის ანგარიში:

5 გრამი სუპერფოსფატი → 500 მლ ხსნარში

X გრამი სუპერფოსფატი → 50 მლ-ში; აქედან,

$X_{\text{г}} = (5 \cdot 50) : 500 = 0,5$

შესათვისებელი P_2O_5-ის შემცველობა სუპერფოსფატში შეადგენს:

$\% P_2O_5 = (0,1560 \cdot 0,6379 \cdot 100) : 0,5 = 19,90$

რეაქტივები:

1. პიტერმანის რეაქტივი - ამონიუმის ციტრატი, 1 ლ მზა ხსნარი შეიცავს 173 გ კრისტალურ ლიმონის მჟავას და 42 გ ამიაკურ აზოტს. 173 გრამ ლიმონის მჟავას ხსნიან 300 მლ გამოხდილ წყალში, გადაიტანენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 536 მლ NH_4OH - ის 10 %-იან ხსნარს, წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

2. ტუტე-მაგნეზიალური ნარევი. 55 გრამ **$MgCl_2 \cdot 6H_2O$** და 70 გრამ **NH_4Cl** ხსნიან გამოხდილ წყალში, ამატებენ 250 მლ ამიაკის 10%-იან ხსნარს, ხსნარის მოცულობა საზომ კოლბში მიჰყავთ 1ლიტრამდე, კარგად შეურევენ და ფილტრავენ.

3. NH_4OH 2,5%- იანი ხსნარი. 500 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში ასხამენ 109,05 მლ კონცენტრირებულ ამიაკს (25%-იანი). მიღებული ხსნარი გადააქვთ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე. ახურავენ სუფთა საცობს და კარგად შეურევენ. ინახავენ მილესილსაცობიან ჭურჭელში.

წყალხსნადი ფოსფორის განსაზღვრა

ანალიზის მსვლელობა :

წყალხსნადი ფოსფორის განსაზღვრისათვის კოლბიდან **№1** იღებენ 25 მლ ხსნარს და ათავსებენ 200 მლ მოცულობის ჭიქაში, ამატებენ 30 მლ ტუტე-მაგნეზიალურ ნარევს და ხსნარს კარგად შეურევენ, რის შემდეგ აყოვნებენ 15-18 საათით თბილ ადგილზე. ხსნარს ფილტრავენ მკვრივი უნაცრო ფილტრით, ფილტრზე არსებულ ნალექს ჩარეცხავენ NH_4OH-ის 2,5 %-იანი ხსნარით, ჩანარეცხი სითხის 100 მლ მოცულობის მიღებამდე.

ფილტრს ნალექით აშრობენ ჰაერზე, ათავსებენ ფაიფურის ტიგელში და აწრთობენ მუფელის ღუმელში 750 ^{0}C ტემპერატურაზე 40 წუთის განმავლობაში. შემდეგ აცივებენ ექსიკატორში და წონიან ანალიზურ სასწორზე. წყალხსნადი ფოსფორის რაოდენობას გამოსახავენ P_2O_5-ზე გადაანგარიშებით პროცენტებში.

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

წყალხსნადი ფოსფორის შემცველობას სუპერფოსფატში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\%P_2O_5 = (a \cdot 0{,}6379 \cdot 100) : m$$

სადაც, **a** არის - ნალექის წონა, გ; **m** - სასუქის წონაკი, რომელიც შეესაბამება ფილტრატის ალიქვოტურ ნაწილს, გ; **0,6379** - MgP_2O_7-ის P_2O_5-ში გადასაყვანი კოეფიციენტი.

სუპერფოსფატში არსებული წყალხსნადი ფოსფორის გამოანგარიშების მაგალითი: სუპერფოსფატში წყალხსნადი ფოსფორის განსაზღვრისათვის გამოყენებულია კოლბა **№1 -ის ხსნარი.** დალექვისათვის აღებულია 25 მლ ხსნარი. ნალექის წონამ შეადგინა 0,1020 გრამი.

ალიქვოტური წონაკის ანგარიში:

5 გრამი სუპერფოსფატი → 250 მლ ხსნარში

X გრამი სუპერფოსფატი → 25 მლ-ში; აქედან,

X $_{\text{გ}}$ = (5 · 25) : 250 = 0,5

წყალხსნადი P_2O_5-ის შემცველობა სუპერფოსფატში შეადგენს:

$$\%\,P_2O_5 = (0{,}1020 \cdot 0{,}6379 \cdot 100) : 0{,}5 = 13{,}01$$

რეაქტივები: **ტუტე-მაგნეზიალური ნარევი.** 55 გრამ $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ და 70 გრამ NH_4Cl ხსნიან გამოხდილ წყალში, ამატებენ 250 მლ ამიაკის 10%-იან ხსნარს, ხსნარის მოცულობა საზომ კოლბში წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე, კარგად შეურევენ და ფილტრავენ.

თავისუფალი ფოსფორის მჟავას განსაზღვრა სუპერფოსფატში.

დაშვებული სტანდარტით სუპერფოსფატში თავისუფალი მჟავას შემცველობა (**P_2O_5**-ზე გადაანგარიშებით) დასაშვებია არა უმეტეს 5,5%. თავისუფალი მჟავიანობის უფრო მაღალი შემცველობისას შეინიშნება სასუქის უარყოფითი გავლენა თესლის აღმოცენებაზე, რასაც განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს. მაგალითად, თესლის თესვისა და სასუქის ერთობლივად შეტანისას. ამჟამად, ქარხნები გრანულირებულ სუპერფოსფატს კირით განეიტრალებულს უშვებენ.

ანალიზის მსვლელობა:

თავისუფალი ფოსფორის მჟავას განსაზღვრისათვის კოლბიდან **№1** იღებენ 25 მლ ხსნარს და ათავსებენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში, ამატებენ ამავე რაოდენობით გამოხდილ წყალს. შემდეგ, ამატებენ 3-5 წვეთ ინდიკატორ მეთილ-ორანჟს და ტიტრავენ NaOH-ის 0,1 н ხსნარით ოქროსფერის - ყვითელ შეფერადებაში გადასვლამდე. დატიტვრა რეკომენდებულია მიკრობიურეტიდან.

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

თავისუფალი ფოსფორის მჟავას შემცველობას სუპერფოსფატში ანგარიშობენ ფორმულით:

$\%P_2O_5 = (a \cdot 0{,}0071 \cdot 100) : m$

სადაც a -არის დატიტვრაზე დახარჯული NaOH-ის 0,1 н ხსნარის რაოდენობა, მლ; **m** - სასუქის წონაკი, რომელიც შეესაბამება ხსნარის ალიქვოტურ ნაწილს, გ;

0,0071 - P_2O_5-ის რაოდენობა (გ), რომელიც შეესაბამება 1 მლ NaOH-ის 0,1 н ხსნარს;

თავისუფალი ფოსფორის მჟავას გამოანგარიშების მაგალითი. სუპერფოსფატში თავისუფალი ფოსფორის მჟავას შემცველობის განსაზღვრისათვის აღებულია 25 მლ ხსნარი **№1** კოლბიდან.

ხსნარის მიღებისას **№1** კოლბში მარილმჟავა არ დამატებულა. დატიტვრაზე დახარჯულია 1,2 მლ NaOH - ის 0,1 **н** ხსნარი. თავისუფალი ფოსფორის მჟავას რაოდენობა შეადგენს

$\%P_2O_5 = (1,2 \cdot 0,0071 \cdot 100) : 0,5 = 1,70$;

რეაქტივები: 1. NaOH - ის 0,1 н ხსნარი; ამზადებენ ფიქ-სონალისგან (1 ამპულა 1 ლ წყალზე);

2. ინდიკატორი მეთილორანჟი. 0,1 გ მეთილის ორანჟს ხსნიან გამოხდილ წყალში 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და მიყავთ ნიშანხაზამდე.

საკონტროლო კითხვები V.I. 4 ქვეთავზე.

1. რა მნიშვნელობა აქვს ფოსფორს მცენარისათვის.
2. რამდენ ჯგუფად იყოფა ფოსფორიანი სასუქები ხსნადობის მიხედვით?
3. რომელი სასუქები მიეკუთვნება წყალხსნად ფოსფატებს?
4. რომელია წყალში უხსნადი, მაგრამ ლიმონმჟავა ამონიუმის ხსნარში ხსნადი ფოსფორიანი სასუქები.
5. სასუქების რომელი ჯგუფია პრაქტიკულად მიუწვდომელი მცენარისათვის.
6. რომელი მინერალები ითვლება ფოსფორიანი სასუქების მიღებისათვის ნედლეულად?
7. როგორ იღებენ და ამზადებენ საანალიზოდ სასუქის ნიმუშს?
8. როგორ საზღვრავენ ჰიგროსკოპულ ტენს სუპერფოსფატში?
9. დაწერეთ ფორმულა, რომლის მიხედვითაც ანგარიშობენ ტენის შემცველობას (%W) სასუქში.
10. დაასახელეთ მეთოდი, რომლის გამოყენებითაც საზღვრავენ საერთო ფოსფორს სუპერფოსფატში. როგორია მეთოდის არსი?
11. რომელი მეთოდით საზღვრავენ შესათვისებელ ფოსფორს სუპერფოსფატში? რა არის მეთოდის საუძველი?
12. რამდენი პროცენტია სტანდარტით დაშვებული თავისუფალი ფოსფორის მჟავას შემცველობა სუპერფოსფატში?
13. როგორ ვლინდება თავისუფალი ფოსფორის მჟავას მაღალი შემცველობის უარყოფითი გავლენა მცენარეზე?

V.I.5. კალიუმიანი სასუქები.

კალიუმი, ისე როგორც აზოტი და ფოსფორი, ეკუთვნის ელემენტების რიცხვს, როლებიც განსაკუთრებულად მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მცენარის სიცოცხლეში. მცენარეში არსებულ ნაცრის ელემენტებს შორის კალიუმის რაოდენობა მცენარეში ყველაზე დიდია. განსაკუთრებით მდიდარია კალიუმით ახალგაზრდა მცენარეები. მათში კალიუმის შემცველობა მშრალი ნივთიერების 4-5%-ს შეადგენს. კალიუმის მოყვარული მცენარეების (თამბაქო, მზესუმზირა, წიწიბურა და ა.შ.) ფოთლებში კალიუმის შემცველობა კიდევ უფრო მაღალია - 7-8%-მდე.

ნიადაგში საერთო კალიუმის შემცველობა თითქმის ყოველთვის მეტია, ვიდრე ერთად აღებული ფოსფორი და აზოტი. მისი შემცველობა ნიადაგში დამოკიდებულია გრანულომეტრულ შედგენილობაზე და 0,7-დან 2-4%-ის ფარგლებში მერყეობს. ყველაზე უფრო უზრუნველყოფილია კალიუმით მძიმე - თიხიანი და თიხნარი ნიადაგები (3%). კალიუმი მცირეა ქვიშნარ, სილნარ და განსაკუთრებით ტორფიან ნიადაგებში.

მრავალრიცხოვანი ცდებით დადგენილია მოსავლის მნიშვნელოვანი მატების შესაძლებლობა კალიუმიანი სასუქების შეტანით ჩამორეცხილ, ქვიშნარ, ტორფიან-ჭაობიან ნიადაგებზე და მშრალ ტორფნარებზე. კალიუმიანი სასუქებისგან ეფექტი აღინიშნება ველის და ტყის რუხ ნიადაგებზე, გამოტუტვილ შავმიწებზე, ასევე ტენიანი სუბტროპიკების მჟავე ნიადაგებზე, როგორიცაა – წითელმიწები, ყვითელმიწა, სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგები – განსაკუთრებით სხვა სასუქებთან შეთანაწყობით. მჟავე ნიადაგებში კალიუმიანი სასუქების სისტემატურ შეტანას თან უნდა სდევდეს ნიადაგის მჟავიანობის განეიტრალება. ასეთი ნიადაგების მოკირიანება ამაღლებს კალიუმიანი სასუქების ეფექტურობას.

კალიუმიან სასუქებს ბიცობებზე არ იყენებენ, რადგან მისი მრავალჯერ შეტანა იწვევს დამარილების გაძლიერებას და მოსავლის შემცირებას.

სხვა ნიადაგებთან შედარებით მცენარეები კალიუმით კარგად არიან უზრუნველყოფილი ღრმა, ჩვეულებრივი და სამხრეთის შავმიწებზე. ამიტომაც არის, რომ ველის ზონაში კალიუმიანი სასუქები შეაქვთ ფოსფორთან ან აზოტ-ფოსფორიან სასუქებთან ერთად იმ კულტურების ქვეშ, რომლებიც კალიუმს დიდი რაოდენობით იყენებენ (შაქრის ჭარხალი, კარტოფილი, ბოსტნეული, ხეხილი და სხვა).

ყველა ტიპის ნიადაგზე მცენარეების მოთხოვნილება კალიუმზე მნიშვნელოვნად ივსება ნაკელის შეტანით.

კალიუმიან სასუქებს აწარმოებენ ბუნებრივი მარილებიდან, როგორიცაა - კარნალიტი, სილვინიტი, პოლიგალიტი, კაინიტი, შენიტი, ნეფელინი და ა.შ.კალიუმიან სასუქებს ორ დიდ ჯგუფად ყოფენ: ნედლი კალიუმიანი მარილები და კონცენტრირებული კალიუმიანი სასუქები. ნედლ კალიუმიან მარილებს ღებულობენ K_2O-ს მაღალი შემცველობის ბუნებრივი კალიუმიანი მარილების დამტვრევის (დაღერღვის) და დაფქვის გზით. მათი ნაკლია - ბალასტის მაღალი პროცენტი, რომელიც აძვირებს ტრანსპორტირების და შეტანის ხარჯებს. ნედლი კალიუმიანი სასუქებიდან ყველაზე გავრცელებულია სილვინიტი და კაინიტი.

საბადოს დაბალ კონცენტრირებულ ფენებს (შრეებს) იყენებენ კონცენტრირებული კალიუმიანი სასუქების მისაღებად, რომელთა შორის მაღალი ხვედრითი წილი მოდის კალიუმის ქლორიდზე.

კალიუმის შემცველობისა და წარმოების ტექნოლოგიის მიხედვით კალიუმიანი სასუქები შეიძლება დაიყოს ოთხ ჯგუფად: **1)** კონცენტრირებული (კალიუმის ქლორიდი, გოგირდმჟავა კალიუმი, პოტაში, კალიუმის შერეული მარილი, ქლორკალიუმი-ელექტროლიტი); **2)** დაფქვილი ბუნებრივი მარილები (კაინიტი, სილვინიტი); **3)** კალიუმ-მაგნიუმის წარმოების მეორადი პროდუქტები (კალიმაგნეზია, კალიუმმაგნიუმიანი კონცენტრატი). **4)** სამრეწველო ანარჩენები (ცემენტის მტვერი, ღუმელის ნაცარი).

V.I.5. 1. კალიუმიანი სასუქების ანალიზი.

ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრა კალიუმიან სასუქებში.

ანალიზის მსვლელობა.

კალიუმიანი სასუქის ზუსტ წონაკს - 4-5 გრამს ათავსებენ წინასწარ აწონილ მინის ბიუქსში. ანალიზურ სასწორზე წონიან ბიუქსს სასუქით, ათავსებენ საშრობ კარადაში და ტოვებენ 3 საათის განმავლობაში 100-105^0 C ტემპერატურაზე.

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

ჰიგროსკოპული ტენის რაოდენობას სასუქში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\%W = (a \cdot 100) : m,$$

სადაც, a - არის წყლის რაოდენობა, გ;

m - სასუქის წონა, გ;

ჰიგროსკოპული ტენის ანგარიშის მაგალითი. კალიუმის სულფატის ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრისათვის სასუქის წონა იყო 4,2345 გ; თერმოსტატში გამოშრობა ჩატარდა 105^0 C ტემპერატურაზე. აორთქლებული ტენის მასამ შეადგინა 0,0645 გ;

$$\%W = (0{,}0645 \cdot 100) : 4{,}2345 = 1{,}5232$$

კალიუმიან სასუქებში კალიუმის შემცველობის განსაზღვრის მეთოდები.

კალიუმიან სასუქებში კალიუმის შემცველობის განსაზღვრა აუცილებელია სასუქის დოზების ანგარიშისთვის და მისი ხარისხის შეფასებისთვის.

ანალიზის ჩატარებისთვის კალიუმიანი სასუქიდან იღებენ საშუალო ნიმუშს, აქუცმაცებენ და ცრიან არა უმეტეს 0,25 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში.

საანალიზო ხსნარის მომზადება. ანალიზურ სასწორზე, 0,001 გ სიზუსტით წონიან 5 გრამ მომზადებულ კალიუმიან სასუქს, ათავსებენ 200 მლ მოცულობის ჭიქაში, ამატებენ 100 მლ გამოხდილ წყალს, აცხელებენ ადუღებამდე და ადუღებენ 19 წუთის

განმავლობაში. შემდეგ ხსნარს აცივებენ, გადააქვთ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე, შეურევენ და ფილტრავენ მშრალი დაკეცილი ფილტრით მშრალ ჭიქაში. რეკომენდებულია ფილტრატის პირველი ულუფის (50 მლ) გადაღვრა.

რთული სასუქების ანალიზისას დასაშვებია საანალიზო ხსნარის შემდეგნაირად მომზადება: ანალიზურ სასწორზე, 0,001 გ სიზუსტით წონიან 5 გრამ საანალიზო პროდუქტს, ათავსებენ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 400 მლ წყალს და ანჯღრევენ მექანიკურ სანჯღრევზე 30 წუთის განმავლობაში. შემდეგ ხსნარის მოცულობა წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, შეურევენ და ფილტრავენ ლურჯ ზოლიანი ფილტრით. ფილტრატის პირველ ულუფას (50 მლ) გადაღვრიან.

ორმაგი სულფატების (*კალიმაგნეზიის ტიპის*) არსებობისას გახსნას აწარმოებენ მარილმჟავას სუსტ ხსნარში სუსტი დულილის პირობებში. მარილმჟავას რაოდენობის შესახებ მონაცემები (გაცხელების დრო და ტემპერატურა) კონკრეტულ პროდუქტზე მოცემულია ნორმატიულ-ტექნიკურ დოკუმენტაციაში.

ერთკომპონენტიან კალიუმიან სასუქებში კალიუმის შემცველობის განსაზღვრა წონითი ტეტრაფენილბორატის მეთოდით.

მეთოდის არსი. კალიუმის დალექვას აწარმოებენ ნატრიუმის ტეტრაფენილბორატით ძმარმჟავა არეში, შემდეგ აშრობენ და კალიუმის ტეტრაფენილბორატის მიღებულ ნალექს წონიან.

ანალიზის მსვლელობა.

K_2O-ს 25 %-ზე მეტი შემცველობის სასუქის ანალიზისას მიმართავენ საწყისი ხსნარის განზავებას. ამისათვის, პიპეტით იღებენ 25 მლ წინასწარ მომზადებულ საანალიზო ხსნარს, გადაიტანენ 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. შემდეგ, ამ ხსნარიდან პიპეტით ამოიღებენ 50 მლ-ს და გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში.

25 %-ზე ნაკლები K_2O-ს შემცველობის სასუქის ანალიზისას პიპეტით იღებენ 50 მლ საწყის გაფილტრულ ხსნარს და ათავსებენ 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე, კარგად შეურევენ, მიღებული ხსნარიდან იღებენ 50 მლ-ს და გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის ჭიქაში.

მომზადებულ ხსნარს ჭიქაში ამატებენ 1-2 წვეთ მეთილის წითელს და ძმარმჟავას 10%-იან ხსნარს ვარდისფერში გადასვლამდე. თუკი ხსნარი ინდიკატორის დამატებისას მაშინვე იღებს ვარდისფერ შეფერვას, მას ანეიტრალებენ ნატრიუმის ჰიდროჟანგის 0,1 н ხსნარით ყვითელი ფერის მიღებამდე, ხოლო, შემდეგ ამატებენ ძმარმჟავას ვარდისფერი შეფერადების აღდგენამდე. ხსნარს აცხელებენ წყლის აბაზანაზე 40^0 C-მდე და დალექავენ კალიუმის ტეტრაფენილბორატს, ხსნარზე პიპეტის ან ბიურეტის დახმარებით 10 მლ ნატრიუმის ტეტრაფენილბორატის 3,5 %-იანი ხსნარის დამატებით მუდმივი შერევის პირობებში.

ჭიქას ხსნარით დგამენ გაცხელებულ წყლის აბაზანაზე 5 წუთით, შემდეგ აცივებენ კრისტალიზატორში ოთახის ტემპერატურამდე და გადაფილტრავენ წინასწარ გამომშრალ და აწონილ ტიგელში.

ნალექი ჭიქიდან გადააქვთ ფილტრზე და 3-ჯერ ჩარეცხავენ ჩამრეცხი ხსნარის მცირე ულუფებით (3-4 მლ), ყოველ ჯერზე ხსნარის მთლიანად გადაღვრით. შემდეგ, ნალექს სამჯერ ჩარეცხავენ ცივი წყლით 5 მლ ულუფებით. ჩამრეცხი წყლების საერთო რაოდენობამ უნდა შეადგინოს 50 მლ; ფილტრს ნალექით აშრობენ საშრობ კარადაში 120^0 C ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე.

დასაშვებია ანალიზის ჩატარება ორმაგი განზავების გარეშე. ქლორიანი კალიუმის, გოგირდმჟავა კალიუმის და 40 %-იანი კალიუმის შერეული მარილის ანალიზისას პიპეტით იღებენ სასუქის საწყისი ფილტრატის 5 მლ-ს, ხოლო კალიმაგნეზიის და კალიუმ-მაგნიუმიანი კონცენტრატის ანალიზისას - 10 მლ ფილტრატს,

გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში და წყლით განაზავებენ 30 მლ-მდე.

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

კალიუმის შემცველობას ერთკომპონენტიან სასუქში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\%K_2O = [\ (a \cdot 0{,}1314 \cdot 100) : m]\ x\ [100 : (100 - W)]$$

სადაც, **a** - არის კალიუმის ტეტერაფენილბორატის ნალექის წონა, გ; **0, 1314** - კალიუმის ტეტრაფენილბორატის K_2O-ზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი;

m- ხსნარის ალიქვოტური ნაწილის შესაბამისი სასუქის წონა, გ; **W** - სასუქის ჰიგროსკოპული ტენი, %;

კალიუმიან სასუქებში კალიუმის შემცველობის ანგარიშის მაგალითი. სასუქის ხსნარის მომზადებისთვის აღებულია 5 გრამი კალიუმის სულფატი. განზავებული ხსნარის მომზადებისთვის, სასუქის ხსნარის კოლბიდან აღებულია 25 მლ ფილტრატი, გადატანილია 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. დალექვისათვის გამოყენებულია მიღებული ხსნარის 50 მლ;

ალიქვოტური წონაკის ანგარიში :

1) 5 გ K_2SO_4 → 500 მლ ხსნარში

X_1 გ K_2SO_4 → 25 მლ ხსნარში

X_1 გ = (5 · 25) : 500 = 0,25;

2) 0,25 გ K_2SO_4 → 250 მლ ხსნარში

X_2 გ K_2SO_4 → 50 მლ ხსნარში

X_2 გ = (0,25 · 50) : 250 = 0,05;

ნალექის წონამ შეადგინა - a= 0,1750 გ, ჰიგროსკოპულმა ტენმა - 1,5232 %. (დანარჩენი ციფრები გამომდინარეობს ანალიზის მსვლელობიდან – განზავებული ხსნარების მისაღებად და ისინი მუდმივია).

K_2O-ს შემცველობა კალიუმის სულფატში შეადგენს:

$$\%\ K_2O = [(0{,}1750 \cdot 0{,}1314 \cdot 100) : 0{,}05]\ x\ [100 : (100–1{,}5232)]=46{,}70;$$

K_2O-ს KCl-ზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი შეადგენს 1,583;

ანალიზის საბოლოო შედეგად მიღებულია ორი პარალელური განსაზღვრის საშუალო არითმეტიკული; პარალელებს შორის დასაშვები განსხვავება არ უნდა ჭარბობდეს 0,8%;

რეაქტივები:

1. ამონიუმის ქლორიდის 0,5%-იანი ხსნარი.

2. ძმარმჟავას 1 და 10%-იანი ხსნარი.

3. ნატრიუმის ტეტრაფენილბორატის („სუფთა ანალიზისთვის“) - 3,5%-იანი ხსნარი. ამზადებენ შემდეგნაირად: 35 გრამ ნატრიუმის ტეტრაფენილბორატს წონიან არა უმეტეს 0,05 გ ცდომილებით და ხსნიან ოთახის ტემპერატურაზე 500 მლ წყალში, ამატებენ 5 მლ ალუმინის ქლორიდის 0,5%-იან ხსნარს, შეურევენ და არა ნაკლები 12 საათით დაყოვნების შემდეგ ფილტრავენ ქაღალდის ფილტრით (,,ლურჯი ლენტით“) 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში. ფილტრატის პირველ ულუფას აბრუნებენ უკან გასაფილტრ ხსნარში და აგრძელებენ გაფილტვრას იგივე ფილტრის გამოყენებით. საანალიზო ნიმუშების რაოდენობიდან გამომდინარე საწყისი საანალიზო ხსნარის მოცულობა შეიძლება გადიდდეს ან პირიქით შემცირდეს. შესაბამისად, პროპორციულად შეიძლება გადიდდეს ან შემცირდეს გამოყენებული რეაქტივების რაოდენობა.

4. ჩამრეცხი ხსნარი; 100 მლ 1%-იან ძმარმჟავას ამატებენ 3-4 მლ ნატრიუმის ტეტრაფენილბორატის 3,5%-იან ხსნარს.

5. მეთილის წითელი (ინდიკატორი). 0,1%-იანი ხსნარი 60%-იან სპირტში.

6. ეთილის სპირტი ტექნიკური.

7. გამოხდილი წყალი;

8. ნატრიუმის ჰიდროჟანგის 0,1 н ხსნარი;

კალიუმის შემცველობის განსაზღვრა რთულ სასუქებში წონითი ტეტრაფენილბორატის მეთოდით

მეთოდის არსი: კალიუმის დალექვა ტარდება ნატრიუმის ტეტრაფენილბორატით ტუტე არეში, ანალიზისთვის ხელშემშლელი მინარევების წინასწარი შებოჭვა ფორმალინით და ტრილონ Б-თი, და შემდგომ, კალიუმის ტეტრაფენილბორატის ნალექის გამოშრობა და აწონა.

ანალიზის მსვლელობა.

პიპეტით იღებენ სასუქის ხსნარის 10 მლ ფილტრატს, მომზადებულს, როგორც ეს აღწერილია 472-ე გვერდზე, გადაიტანენ 150 მლ მოცულობის ჭიქაში, ამატებენ 20 მლ ფორმალინს (თუკი ფორმალინის კონცენტრაცია დაბალია, მაშინ, საჭირო რაოდენობას იღებენ ანგარიშით – 8 გ ფორმალდეჰიდი სინჯზე), 10 მლ ტრილონ Б-ს ხსნარს და 2-3 წვეთი ფენოლფტალეინის ხსნარის დამატების პირობებში ანეიტრალებენ ნატრიუმის ჰიდროჟანგის 1 н ხსნარით ვარდისფერის მიღებამდე. ხსნარს აცხელებენ ადუღებამდე, შემდეგ, მუდმივი შერევის პირობებში, პიპეტიდან ან ბიურეტიდან ამატებენ 20 მლ ნატრიუმის ტეტრაფენილბორატის ხსნარს და დაუყოვნებლივ აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე; ამ დროს გამოიყოფა თეთრი კრისტალური ნალექი.

დასაშვებია ასევე, ნატრიუმის ტეტრაფენილბორატის დამატების პროცედურის ჩატარება ოთახის ტემპერატურის პირობებში.

15 წუთით დაყოვნების შემდეგ ხსნარს ნალექით ფილტრავენ წინასწარ გამომშრალ და მუდმივ წონამდე მიყვანილ ტიგელში. ფილტრზე არსებულ ნალექს 4-5-ჯერ ჩარეცხავენ ჩამრეცხი სითხის 5-6 მლ ულუფებით, შემდეგ ჩარეცხავენ 10-15 მლ წყლით და აშრობენ საშრობ კარადაში 120^0 C ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე მიყვანამდე.

კალიუმის რაოდენობა K_2O-ზე გადაანგარიშებით (X_2) პროცენტებში გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$X_2 = (m \cdot 0{,}1314 \cdot 500 \cdot 10) : (m_1 \cdot 10),$$

სადაც, **m** - არის კალიუმის ტეტრაფენილბორატის ნალექის წონა, გ; m_1 - საანალიზო პროდუქტის წონა, გ; **0,1314** - კალიუმის ტეტრაფენილბორატის K_2O-ზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი;

ანალიზს ატარებენ ორო პარალელით და საბოლოო შედეგად იწერენ მათ საშუალო არითმეტიკულს. პარალელურ განსაზღვრებს შორის განსხვავება P = 0,95 დამაჯერებლობის პირობებში 0,5%-ს არ უნდა აღემატებოდეს.

რეაქტივები:

1. ნატრიუმის ჰიდროჟანგის 1 და 0,2 н ხსნარები.

2. ტექნიკური ფორმალინი.

3. ფენოლფტალეინი (ინდიკატორი), 1%-იანი სპირტული ხსნარი.

4. ეთილენდიამინტეტრაძმარმჟავას დინატრიუმიანი მარილი, ორწყლიანი (ტრილონ Б), 0,2 н ხსნარი; ამზადებენ შემდეგნაირად: წონიან 37,2 გრამ ტრილონ Б - არა უმეტეს 0,1 გ ცდომილებით, ხსნიან 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში, წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე, კარგად შეურევენ და ფილტრავენ.

5. ნატრიუმის ტეტრაფენილბორატი, 3,5%-იანი ხსნარი, ამზადებენ ისე, როგორც ეს არის აღწერილი 475-ე გვერდზე. 1 ლიტრამდე განზავებამდე ამატებენ 10 მლ ნატრიუმის ჰიდროჟანგის 0,2 н ხსნარს.

6. ჩამრეცხი წყალი, ამზადებენ შემდეგნაირად: 100 მლ წყალს ამატებენ 3-4 მლ ნატრიუმის ტეტრაფენილბორატის 3,5%-იან ხსნარს;

კალიუმიან საუქებში კალიუმის განსაზღვრის ალოვან-ფოტომეტრული მეთოდი.

თანამედროვე პერიოდში სასუქში კალიუმის შემცველობის განსაზღვრისათვის იყენებენ ალოვანი ფოტომეტრირების მეთოდს, რომელიც საიმედო და მყარ შედეგებს იძლევა. ალოვანი

ფოტომეტრის სინათლის ნაკადის ინტენსივობა - ხსნარში არსებული კალიუმის ატომების შემცველობის პროპორციულია.

მეთოდის საფუძველია - აპარატის ალში აეროზოლის სახით შეტანილი კალიუმის გამოსხივების ინტენსივობის გაზომვა.

ანალიზის მსვლელობა: პიპეტით იღებენ სასუქის ხსნარის 50 მლ ფილტრატს, მომზადებულს, როგორც ეს არის აღწერილი 472-ე გვერდზე, გადაიტანენ 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. მიღებული ხსნარის 25 მლ ამოიღებენ პიპეტით და გადაიტანენ 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. მიღებული ხსნარი შეჰყავთ ალოვან ფოტომეტრში, იღებენ ხელსაწყოს ჩვენებას, დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით პოულობენ კალიუმის კონცენტრაციას საანალიზო ხსნარში. გაზომვას აწარმოებენ ორჯერადი განმეორებით, მიღებული მონაცემებიდან იღებენ საშუალო არითმეტიკულს.

დაყალიბებული გრაფიკის აგება. დაყალიბებული მრუდის ასაგებად შესადარებელი (ეტალონური) სანიმუშო ხსნარების სერიას ამზადებენ ,,ქიმიურად სუფთა“, ორჯერ გადაკრისტალებული KCl-ის ძირითადი ხსნარის (ძირითად ხსნარს - 1 მგ/მლ K_2O შემცველობით ამზადებენ 1,584 გ KCl გახსნით 1 ლიტრ გამოხდილ წყალში) განზავებით. შესადარებელი სანიმუშო ხსნარები მზარდი კონცენტრაციების მიხედვით შეყავთ ალოვანი ფოტომეტრის შემწოვ მოწყობილობაში და ჩაიწერენ აპარატის ჩვენებას შესაბამისი კონცენტრაციების მიხედვით. შესადარებელი ხსნარების ფოტომეტრირების შედეგების მიხედვით აგებენ დაყალიბებულ მრუდს (გრაფიკს). აბსცისთა ღერძზე განალაგებენ კალიუმის კონცენტრაციას შესადარებელ ხსნარებში - მგ/მლ -ში, ხოლო, ორდინატთა ღერძზე - მათ შესაბამის მაჩვენებელს ალოვან ფოტომეტრზე.

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

კალიუმის შემცველობას სასუქებში, დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით განსაზღვრისას, ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$\% K_2O = [(C_1 + C_2) : 2] \times [(500 \cdot 250 \cdot 250 \cdot 1{,}205 \cdot 100) : (m_1 \cdot 50 \cdot 25)]$$

სადაც, C_1 და C_2 არის - კალიუმის კონცენტრაცია, მიღებული დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით პირველ და განმეორებით განსაზღვრისას, მგ/მლ; m_1 - საანალიზო სინჯის წონა, გ; **1,205** K^+ -ის K_2O-ზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

დასაშვებია ანალიზის შემდეგნაირად ჩატარება: რთული სასუქებისთვის - ადრე მომზადებული ფილტრატიდან იღებენ 5 მლ-ს, ათავსებენ 200 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 10 მლ 2,0 н მარილმჟავას, გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და შეურევენ. მიღებულ ხსნარს ატარებენ აპარატზე.

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით განსაზღვრისას კალიუმის რაოდენობას პროცენტებში რთული სასუქებისთვის ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\% K_2O = [(C_1 + C_2) : 2] \times [(500 \cdot 250 \cdot 250 \cdot 1{,}205 \cdot 100) : (m_1 \cdot 50 \cdot 25)]$$

სადაც, C_1 და C_2 არის - კალიუმის კონცენტრაცია, მიღებული დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით პირველ და განმეორებით განსაზღვრისას, მგ/მლ; m_1 - საანალიზო სინჯის წონა, გ; 1,205 K^+ - ის K_2O - ზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

რეაქტივები: 1. კალიუმის ქლორიდი სპექტრალური ანალიზისათვის.

2. HCl-ის 2,0 н ხსნარი. 164 მლ კონცენტრირებულ HCl (ხვედრითი წონა 1,19) ხსნიან გამოხდილ წყალში. საერთო მოცულობა 1 ლიტრიან საზომ კოლბში მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

საკონტროლო კითხვები V.I.5. პარაგრაფთან

1. რა რაოდენობით შეიცავს მცენარე კალიუმს? დაასახელეთ კალიუმის მოყვარული მცენარეები.

2. რა ფარგლებში მერყეობს კალიუმის შემცველობა ნიადაგში? დაასახელეთ კალიუმით ღარიბი და მდიდარი ნიადაგები.

3. რომელ ნიადაგებზე აღინიშნება კალიუმიანი სასუქებისაგან მაღალი ეფექტურობა?

4. რომელ ნიადაგებზე არ არის რეკომენდებული კალიუმიანი სასუქების შეტანა და რატომ?

5. რომელი კულტურები იყენებენ კალიუმს დიდი რაოდენობით?

6. რომელი მინერალები ითვლება კალიუმიანი სასუქების მიღების ნედლეულად?

7. რამდენ ჯგუფად ყოფენ კალიუმიან სასუქებს და როგორია მათი მიღების გზები.

8. რამდენ ჯგუფად იყოფა კალიუმიანი სასუქები კალიუმის შემცველობისა და წარმოების ტექნოლოგიის მიხედვით? დაასახელეთ თითოეული მათგანი.

9. აღწერეთ კალიუმიან სასუქებში ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრის მეთოდი. დაწერეთ ჰიგროსკოპული ტენის რაოდენობის ანგარიშის ფორმულა.

10. დაასახელეთ კალიუმიან სასუქებში კალიუმის განსაზღვრის მეთოდები.

11. როგორ ხდება კალიუმიანი სასუქიდან ნიმუშის აღება და საანალიზოდ მომზადება?

12. აღწერეთ ,,საანალიზო ხსნარის მომზადება“ ერთკომპონენტიან კალიუმიან სასუქებში კალიუმის განსაზღვრისათვის.

13. აღწერეთ ,,საანალიზო ხსნარის მომზადება“ რთულ სასუქებში კალიუმის განსაზღვრისათვის.

14. ერთკომპონენტიან კალიუმიან სასუქებში კალიუმის განსაზღვრის ტეტრაფენილბორატის მეთოდის არსი (პრინციპი)?

15. რთულ სასუქებში კალიუმის შემცველობის განსაზღვრის წონითი ტეტრაფენილბორატის მეთოდის არსი.

16. კალიუმიან სასუქებში კალიუმის განსაზღვრის ალოვან-ფოტომეტრული მეთოდის არსი; დაყალიბებული გრაფიკის აგება.

V.II. ნიადაგის ქიმიური მელიორაცია

V.II.1. კირიანი სასუქები და ქიმიური მელიორანტები მოთაბაშირებისთვის.

ნიადაგწარმოქმნის ბუნებრივმა პროცესებმა განაპირობეს დასავლეთ საქართველოში (აჭარა, გურია, ნაწილობრივ სამეგრელო, აფხაზეთი, იმერეთი) მჟავე წითელმიწა, ყვითელმიწა, ეწერი და აღმოსავლეთ საქართველოს ბარის ზონაში (ალაზნის, ელდარის, ტარიბან-ნატბეურის, ლაკბეს, შავმინდვრის აკუმულაციურ ვაკეებზე, ქვემო ქართლში გარდაბნის, მარნეულის, სამგორის და კრწანისის ვაკეებზე) დამლაშებული ნიადაგების ჩამოყალიბება, რომლებიც რიგი უარყოფითი თვისებებით ხასიათდებიან და ს/ს კულტურების დაბალ მოსავლიანობას განაპირობებენ. ამიტომ, საფუძვლიანი გაუმჯობესების გარეშე მათზე შეუძლებელია ინტენსიური მიწათმოქმედების წარმოება, ქიმიზაციის საშუალებების ეფექტურად გამოყენება. მჟავე ნიადაგების განეიტრალების ძირითადი საშუალება მოკირიანებაა, ხოლო, ბიცობი ნიადაგების გაუმჯობესების - მოთაბაშირება.

სასოფლო-სამეურნეო მიწის დაახლოებით 11% (330 ათასი ჰა) საქართველოში მჟავე ნიადაგებს უკავიათ. ძლიერ მჟავე ნიადაგების ფართობი დასავლეთ საქართველოში 37 ათას ჰა-ს აღწევს, სადაც ეკონომიკურად ღირებული მოსავლის მიღება პრაქტიკულად შეუძლებელია.

ნიადაგის გამჟავების პროცესი ძლიერდება ფიზიოლოგიურად მჟავე მინერალური სასუქების ინტენსიურად გამოყენებით (ორგანული სასუქების შეტანის გარეშე). ძლიერ ამჟავებენ ნიადაგს ისეთი სასუქები, როგორიცაა ამონიუმის სულფატი, ამონიუმის გვარჯილა. 1 ტონა ამონიუმის სულფატის განეიტრალებისთვის საჭიროა 1,2 დან 1,7 ტონამდე $CaCO_3$, ხოლო, 1 ტონა ამონიუმის გვარჯილისათვის - არა ნაკლები 0,75 ტონა; მჟავიანობის ხარისხის მიხედვით ნიადაგები იყოფა ჯგუფებად, რომელიც წარმოდგენილია ცხრილში №15

ნიადაგების ჯგუფები მჟავიანობის ხარისხის მიხედვით

ცხრილი 15

ნიადაგების ჯგუფები მჟავიანობის ხარისხის მიხედვით	pH მარილის ხსნარში
ძლიერ მჟავე	3-4
საშუალოდ მჟავე	4,0- 5,0
სუსტი მჟავე	5,1- 6,0
ნეიტრალურთან ახლო	>6,0
ნეიტრალური	7,0

მთავარი აგროტექნიკური ღონისძიება, რომელიც იცავს ნიადაგს გამჟავებისაგან და უზრუნველყოფს ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებას არის ორგანული და მინერალური სასუქების კირიან სასუქებთან ერთობლივად გამოყენება.

მოკირიანების ეფექტურობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული კირიანი სასუქების ხარისხზე. სოფლის მეურნეობაში იყენებენ: **1. სამრეწველო წარმოების კირიან სასუქებს - კირის მაგარ ქანებს, რომლებიც საჭიროებენ დაფქვას ან გამოწვას;**

2. ადგილობრივ კირიან მასალებს - კირის რბილ ქანებს, რომლებიც არ საჭიროებენ დაფქვას და 3. მრეწველობის კირით მდიდარ ნარჩენებს.

კირის მაგარი ქანებიდან ყველაზე მეტად გავრცელებულია კალციუმის და მაგნიუმის ბუნებრივი კარბონატებიდან **(კირქვა, დოლომიტი, დოლომიტიანი კირქვა, ცარცი)** მიღებული სასუქები. კირიანი სასუქების დოზის გამოანგარიშებისათვის მოქმედი ნივთიერების ეტალონად მიღებულია კალციუმის კარბონატი - $CaCO_3$. კონკრეტული სახის **კირიანი სასუქის ნორმა (H, ტ/ჰა)** დამოკიდებულია მასში არსებული მოქმედი ნივთიერების შემცველობაზე, ტენზე, უმოქმედო ნაწილაკების რაოდენობაზე (%) და განისაზღვრება ფორმულით:

$$H = (10^6 \cdot Д) : [\, П\,(100 - В) \cdot 100 - Е]$$

სადაც, **Н** - არის კონკრეტული სახის სასუქის ნორმა, ტ/ჰა; **Д** - $CaCO_3$-ის ნიადაგში შესატანი დოზა, ტ/ჰა; **П** - მოქმედი ნივთიერების შემცველობა სასუქში $CaCO_3$-ზე გადაანგარიშებით, %; **В** - ტენის შემცველობა სასუქში, %; **Е** - უმოქმედო ნაწილაკების რაოდენობა, %;

უმოქმედო ნაწილაკებს ეკუთვნის მაღალი სიმტკიცის ქანებისაგან (დოლომიტები, დოლომიტიზირებული კირქვები) დამზადებული კირიანი სასუქის ყველა ნაწილაკი, რომელიც არ გატარდება 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში და 50% ნაწილაკებისა ნაკლები სიმტკიცის ქანებისაგან (კირქვები) 1-დან 3 მმ-დე დიამეტრით. ეს ნაწილაკები არ რეაგირებენ ნიადაგის მჟავებთან, ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ინახება ნიადაგში, ადვილად ექვემდებარებიან ქიმიურ კაფსულირებას (ხდებიან პრაქტიკულად უხსნადი) და ამიტომ ითვლებიან ბალასტად.

კირიანი სასუქებისთვის **კირის რბილი ქანების** (უმთავრესად მტკნარი წყლების კირიანი ნაფენები - გაჯის, ტუფის ტიპის) გრანულომეტრულ შედგენილობას არ აქვს მნიშვნელობა, რადგან აღნიშნული ქანები არ საჭიროებენ დაფქვას, მათი კოშტები ადვილად ,,იხსნებიან“ წყალში და აქტიურად ანეიტრალებენ ნიადაგის მჟავიანობას.

ბუნებრივი წარმოშობის კირიანი მასალებია: დაფქული კირქვა (კირის ფქვილი), დაფქული დოლომიტიანი კირქვა და დოლომიტი, მერგელი,ცარცი, დამწვარი კირი (ჩაუმქრალი გოროხოვანი კირი), დამწვარი კირი (ჩამქრალი, დაქუცმაცებული -ფუმფულა), გაჯი (ტბის კირი), ტორფის ტუფები და ტორფის გაჯი, დოლომიტის ფქვილი.

მრეწველობის კირიანი ნარჩენებია:ფიქალის ნაცარი, ცემენტის მტვერი, დეფეკაციური ტალახი (დეფეკატი), *ტორფის ნაცარი.*

V.II.2. კირიანი სასუქების ანალიზი. ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრა.

ჰიგროსკოპული ტენის შემცველობის განსაზღვრა აუცილებელია კირიანი სასუქების ხარისხის შეფასებისთვის და სხვა ანალიზების შედეგების აბსოლუტურად მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებისათვის.

ანალიზის მსვლელობა.

ანალიზურ სასწორზე წონიან 4-5 გრამ კირიან სასუქს, ათავსებენ წინასწარ აწონილ მინის ბიუქსში, ათავსებენ საშრობ კარადაში 100-105^0 C ტემპერატურაზე 3 საათის განმავლობაში. აცივებენ ექსიკატორში და კვლავ წონიან. გამოშრობას აგრძელებენ მუდმივ წონამდე.

ტენის შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\%W = (a \cdot 100) : m$$

სადაც, **a** - არის აორთქლებული ტენის რაოდენობა, გ; **m** - კირიანი სასუქის წონა, გ;

კირიან სასუქში ჰიგროსკოპული ტენის გამოანგარიშების მაგალითი. კირის ფქვილში ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრისათვის აღებულია 4,1575 გ წონაკი; გამოშრობა თერმოსტატში ჩატარდა 105^0 C ტემპერატურაზე. აორთქლებული ტენის მასამ შეადგინა 0,0902 გ;

$$\%W = (0{,}0902 \cdot 100) : 4{,}1575 = 2{,}1696$$

კირიანი სასუქების გრანულომეტრული შედგენილობის განსაზღვრა.

ანალიზის მსვლელობა:

ტექნიკურ სასწორზე წონიან 100 გ კირქვის ფქვილს, რომელიც წინასწარ არის გამომშრალი თერმოსტატში 2 საათის განმავლობაში 200-250^0 C ტემპერატურაზე. ათავსებენ საცერის ნაკრებში, რომელთა ნასვრეტების დიამეტრი არის 50, 30, 10 და 0,25 მმ, ცრიან 15 წუთის განმვლობაში. თითოეულ საცერზე მიღებულ ნარჩენს წონიან ტექნიკურ სასწორზე და საზღვრავენ

მოცემული სიმსხოს ნაწილაკების მასურ წილს. ანალიზს ატარებენ ორი განმეორებით. საბოლოო მაჩვენებლად იღებენ საშუალო არითმეტიკულს.

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

თითოეული ფრაქციის მასურ წილს ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\%M = (m_n \cdot 100) : m$$

სადაც, **M** - არის გრანულომეტრული ფრაქციის მასური წილი, %; m_n - სასუქის გრანულომეტრული ფრაქციის მასა, გ; **m** - სასუქის წონაკი, გ;

კირიანი სასუქის გრანულომეტრული შედგენილობის გამოანგარიშების მაგალითი. კირქვის ფქვილის გრანულომეტრული შედგენილობის განსაზღვრისათვის აღებული იყო წონაკი 100 გრამის რაოდენობით. 15 წუთიანი გაცრის შემდეგ თითოეულ საცერზე ყოველი ფრაქციის მასამ შეადგინა: 50 მმ - 20,46გ; 30 მმ - 23,54 გ; 10 მმ - 44,88 გ; 0,25 მმ - 11,12 გ;

თითოეული ფრაქციის მასურმა წილმა შეადგინა:

$\%M_{50}$=(20,46x100):100=20,46; $\%M_{30}$=(23,54x100):100=23,54;

$\%M_{10}$=(44,88x100):100=44,88; $\%M_{0,25}$=(11,12x100):100=11,12;

კალციუმის კარბონატების განსაზღვრა სასუქებში მოცულობითი მეთოდით.

იმისათვის, რომ გამოვიანგარიშოთ ნიადაგში შესატანი კირიანი სასუქის ნორმა, აუცილებელია სასუქში კალციუმის კარბონატების შემცველობის განსაზღვრა.

კარბონატების განსაზღვრისათვის ყველაზე გავრცელებულ ხელსაწყოდ ითვლება სხვადასხვა სისტემის კალციმეტრი*, რომელთა გამოყენებით შესაძლებელია კარბონატების განსაზღვრა მოცულობითი მეთოდით. კალციმეტრები გამოირჩევიან გამოყე-

---

* **79-ე გვერდზე მოცემულია შეიბლერის სისტემის კალციმეტრის სურათი და აღწერა.**

ნების სიმარტივით და მაღალი სიზუსტით. კალციმეტრით განსაზღვრას საფუძვლად უდევს დამატებითი წნევის გაზომვა, რომელიც მიიღება სასუქებში არსებულ კარბონატებზე 10%-იანი HCl-ის ზემოქმედებით გამოყოფილი CO_2-საგან. რეაქცია მიმდინარეობს შემდეგი სქემით:

$$CaCO_3 + 2\,HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

მუშაობის დაწყების წინ კალციმეტრი უნდა შემოწმდეს. ხელსაწყოს გარეთა მილში უნდა იყოს გამჭვირვალე წყალი (ტემპერატურის გათანაბრებისთვის), ხოლო, შიგნითა მილში – შეფერადებული (შკალაზე ანათვალის მოხერხებულად აღებისთვის).

ანალიზის მსვლელობა: 0,5 გრამ კარგად გასრესილ კირქვის ფქვილს ათავსებენ 100 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში. მასშივე ძალიან ფრთხილად პინცეტით ჩაუშვებენ პატარა მინის ბიუქსს 10 მლ 10%-იანი HCl- ით. ხელსაწყოს საცობს ასველებენ წყლით, კოლბას მჭიდროდ ახურავენ, ხელსაწყოს ონკანი ამ დროს იმყოფება -,,ღიაა“ - მდგომარეობაში ე.ი. სითხის შიგა სვეტი შეხებაშია ატმოსფეროს ჰაერთან. კალციმეტრის ონკანს გადართავენ -,,დაკეტილია“ - მდგომარეობაში, ე.ი. ხდება ატმოსფერული წნევიდან იზოლირება.

დაგრადუირებულ მილზე აითვლიან წყლის დონის სიმაღლეს (ჩაიწერენ). გახსნიან ონკანს. კოლბს სასუქით ფრთხილად ანჯღრევენ და გადახრიან ისე, რომ მინის ბიუქსი წაიქცეს, მჟავა გადმოიღვაროს და დაასველოს სასუქი. კოლბს ნელ-ნელა შეანჯღრევენ, რათა სასუქს მჟავა კარგად შეერიოს.

CO_2-ის გამოყოფის შედეგად ხელსაწყოში იქმნება დამატებითი წნევა. ნახშირორჟანგი გადავა მარჯვენა დიდ მილში, დააწვება სითხეს და დასწევს დაბლა, ხოლო, მარცხენა ცილინდრში პირიქით, როდესაც წყალი შედის სითხე მაღლა აიწევს. როცა მარჯვენა ცილინდრში სითხის დაბლა დაწევა შეწყდება, მაშინ ონკანს დაკეტავენ და დაგრადუირებულ მილზე სითხის დონის სიმაღლეს აითვლიან. პირველ და მეორე ანათვალს შორის სხვაობა გამოსახავს საანალიზო წონაკის კარბონატების დაშლის

შედეგად გამოყოფილ CO_2-ის რაოდენობას მლ-ობით. შენობაში ზომავენ ჰაერის ბარომეტრულ წნევას და ტემპერატურას, რომლის პირობებშიც ჩატარდა განსაზღვრა.

ანალიზი ტარდება სამჯერადი განმეორებით. საბოლოო შედეგად ითვლება მათი საშუალო არითმეტიკული.

ანალიზის შედეგების ანგარიში :

გამოყოფილი CO_2-ის რაოდენობას ანგარიშობენ ფორმულით

$$\%CO_2 = (a \cdot b \cdot 100) : (m \cdot 1000)$$

სადაც, **a** - არის 1 მლ CO_2-ის მასა მგ-ობით მოცემული ტემპერატურისა და წნევის პირობებში. **b - CO_2**-ის მოცულობა მლ-ობით ხელსაწყოს შკალის მიხედვით. **m-** საანალიზო წონაკი, გ; 1 000 - მგ -ების გრამებში გადასაყვანი კოეფიციენტი.

(№ 1 ცხრილში მოცემულია 1 მლ CO_2 -ის წონა მილიგრამობით სხვადასხვა წნევისა და ტემპერატურის პირობებში. მუდმივი სიდიდეები ფინკლერის ცხრილის მიხედვით.)

კირიანი სასუქის კარბონატების CO_2-ის შემცველობას გადაიანგარიშებენ CaO და $CaCO_3$-ში.

$$\%CaO = \% CO_2 \cdot 1{,}274$$

$$\%CaCO_3 = \% CO_2 \cdot 2{,}272$$

კირიან სასუქებში კარბონატების შემცველობის გამოანგარიშების მაგალითი. კირქვის ფქვილში CO_2-ის შემცველობის განსაზღვრისათვის აღებულია 0,5გ წონაკი; გამოყოფილმა ნახშირმჟავის მოცულობამ შეადგინა 12 მლ; ჰაერის ტემპერატურა 22^0 C; ატმოსფერული წნევა - ვერცხლიწყლის სვეტის 751 მმ;

შედეგების ჩაწერის ფორმა:

სასუქის №	კოლ-ბის №	წონაკი,გ;	t, ^{0}C	P, ვერცხ. სვეტის სიმაღლე	ხელსაწყოს ჩვენება, მლ; (b)	1 მლ CO_2-ის წონა, მგ; (a)	CO_2	CaO	$CaCO_3$
							%		
4	1	0,5	22	751	12	1,841	4,42	5,63	10,04

რეაქტივები: HCl-ის 10%-იანი ხსნარი. 236,4 მლ კონცენტრირებულ HCl (ხვედრითი წონა 1,19) ხსნიან გამოხდილ წყალში. საერთო მოცულობა 1ლიტრიან საზომ კოლბში მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

კირიანი სასუქების საერთო გამანეიტრელებელი უნარის განსაზღვრა.

კირიან სასუქებს იყენებენ ნიადაგის მჟავიანობის გასანეიტრალებლად. ნიადაგის მჟავიანობის გამანეიტრალებელ ფაქტორებად, კარბონატების გარდა, ასევე, ითვლება თავისუფალი ჟანგეულები და ჰიდროჟანგეულები. ამიტომ, აგრონომიული მიზნებისათვის მნიშვნელოვანია ჟანგეულების, ჰიდროჟანგეულების და კარბონატების ჯამური რაოდენობის ცოდნა.

მეთოდის პრინციპი. განსაზღვრა მდგომარეობს, გაცხელების პირობებში, მარილმჟავას ტიტრული ხსნარით კირიანი სასუქის დამუშავებაში:

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

$$MgCO_3 + 2HCl = MgCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

$$Ca(OH)_2 + 2HCl = CaCl_2 + 2H_2O$$

$$CaO + 2HCl = CaCl_2 + H_2O$$

შემდეგ, ანალიზი გრძელდება ტუტით ჭარბი მარილმჟავას უკუ დატიტვრით:

$$HCl + NaOH = NaCl + H_2O$$

იციან რა დახარჯული მარილმჟავას რაოდენობა, ანგარიშობენ ჟანგეულების, ჰიდროჟანგეულების და კარბონატების ჯამს.

ანალიზის მსვლელობა.

წონიან კირიანი სასუქის 5 გრამს, გადაიტანენ კონუსურ კოლბში, რომელზეც აღნიშნულია - ნიშანი 500 მლ; ასველებენ 10-15 მლ გამოხდილი წყლით და თანდათან ამატებენ 250 მლ 1н HCl - ის ხსნარს. კოლბის შიგთავსს 30 წუთის განმავლობაში

აცხელებენ წყლის აბაზანაზე (კოლბის შიგთავსს იშვიათად შეურევენ). ხსნარს აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე, გამოხდილი წყლით მიიყვანენ 500 მლ ნიშნულამდე, კარგად შეურევენ და გადაფილტრავენ საშუალო სიმკვრივის ფილტრის გამოყენებით მშრალ კოლბში.

ფილტრატიდან პიპეტით იღებენ 100 მლ ხსნარს (რაც შეესაბამება 50 მლ 1,0 н ან 100 მლ 0,5 н მარილის მჟავას), გადაიტანენ 200 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 2-3 წვეთ ფენოლფტალეინს და ტიტრავენ შეუბოჭავად დარჩენილ მარილმჟავას NaOH-ის 0,5 н ხსნარით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე ***(პირველი დატიტვრა)***. შემდეგ აგრძელებენ ანალიზს:

ა) თუკი დატიტრული ხსნარი გამჭვირვალეა, მაშინ მასში ასხამენ 2 მლ 1,0 н HCl, 30 წუთის განმავლობაში აცხელებენ ადუღებული წყლის აბაზანაზე CO_2-ის მოცილებისთვის და ცხელ ხსნარს ტიტრავენ NaOH-ის 0,5 н ხსნარით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე, რომელიც არ გაქრება ერთი წუთის განმავლობაში ***(მეორე დატიტვრა).***

ბ) თუკი დატიტრულ ხსნარს აქვს $Fe(OH)_3$ და $Al(OH)_3$ ყავისფერი ნალექი, მაშინ მას გადაფილტრავენ ფაშარი ქაღალდის ფილტრის (წითელი ზოლით) გამოყენებით და ჩარეცხავენ ანადუღარი გამოხდილი წყლით.

ფილტრატს და ჩარეცხილ წყალს აგროვებენ 200 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 2 მლ 1,0 н HCl, მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

მიღებული ხსნარის 100 მლ-ს პიპეტით გადაიტანენ 500 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში (ან ჭიქაში), აცხელებენ ადუღებული წყლის აბაზანაზე 30 წუთის განმავლობაში და ცხელ ხსნარს ტიტრავენ NaOH-ის 0,5 н ხსნარით სუსტი ვარდისფერის მიღებამდე, რომელიც არ გაქრება ერთი წუთის განმავლობაში ***(მესამე დატიტვრა).***

ანალიზის შედეგების ანგარიში: ცნობილია, რომ 1 მლ 0,5н HCl-ის ხსნარით შეიბოჭება 0,014 გ CaO; ჟანგეულების, ჰიდროჟანგეულების და კარბონატების ჯამურ შემცველობას (CaO-ზე გადაანგარიშებით) პროცენტებში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\% \ CaO = \{ [104 \cdot n_1 - (a_1 + a_2) \cdot n_2] \cdot 0{,}014 \cdot 100\} : m,$$

სადაც, 104 - არის HCl-ის 0,5н ხსნარის რაოდენობა; ანალიზისთვის აღებულია 100 მლ ხსნარი და ანალიზის მსვლელობის მიხედვით პირველი დატიტვრის შემდეგ ამატებენ კიდევ 2 მლ 1,0 н HCl-ის ხსნარს, რაც შეესაბამება 4 მლ 0,5н HCl; n_1 - არის HCl -ის ნორმალობა; a_1 - დახარჯული ტუტის რაოდენობა პირველ დატიტვრაზე, მლ; a_2 - დახარჯული ტუტის რაოდენობა მეორე დატიტვრაზე, მლ; n_2 - NaOH-ის ნორმალობა; 0,014 – CaO -ს რაოდენობა, რომელიც შეესაბამება 1 მლ 1,0 н HCl-ის ხსნარს; m -საანალიზო სასუქის წონაკი, გ;

იმის გამო, რომ მიღებულია, კირის ნორმა გამოსახონ ტონობით $CaCO_3$ ჰექტარზე, ხშირად იქმნება აუცილებლობა CaO გადაანგარიშებული იქნეს $CaCO_3$-ში, რასაც აღწევენ მიღებული შედეგის გადამრავლებით კოეფიციენტზე 1,785;

კირიანი სასუქების გამანეიტრელებელი უნარის გამოანგარიშების მაგალითი:

კირქვის ფქვილის გამანეიტრელებელი უნარის გამოანგარიშებისათვის აწონილია 5 გ მშრალი სასუქი. საანალიზოდ აღებული ხსნარის ალიქვოტური ნაწილის შესაბამისი წონა შეადგენს

5 გ → 500 მლ-ში

X გ → 100 მლ-ში

X გ = (5·100) : 500 = 1;

პირველ დატიტვრაზე დაიხარჯა 48,4 მლ 0,5 н NaOH, მეორე დატიტვრაზე - 3,6 მლ;

$$\% \ CaO = \{ [104 \cdot 0{,}5 - (48{,}4 + 3{,}6) \cdot 0{,}5] \cdot 0{,}014 \cdot 100\} : 1 = 36{,}4$$

რეაქტივები:

1) **1,0 н HCl-ის ხსნარი.** 82 მლ კონცენტრირებულ HCl (ხვედრითი წონა 1,19) ხსნიან ქიმიურ ჭიქაში გამოხდილი წყლით, გადაიტანენ 1 ლ მოცულობის კოლბში და მიიყვანენ ნიშანხაზამდე.

2) **0,5 н NaOH-ის ხსნარი.** წონიან 20 გრამ ქიმიურად სუფთა NaOH და ხსნიან გამოხდილ წყალში, რომელიც არ შეიცავს CO_2-ს, შემდეგ გადაიტანენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

3) **ფენოლფტალეინი.** 0,1 გრამ ფენოლფტალეინს ხსნიან 95%-იან ეთილის სპირტში 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში; ინახავენ მილესილ საცობიან ჭურჭელში.

V.II.3. ბიცობების და ბიცობიანი ნიადაგების მოთაბაშირება

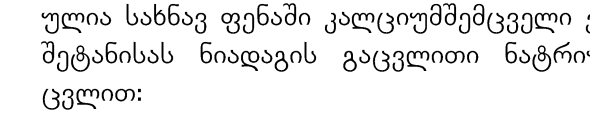
ბიცობები და ბიცობიანი ნიადაგები მრავალფეროვანია გენეტიკური ჰორიზონტის სისქის, ჰუმუსით უზრუნველყოფის, გრანულომეტრული შედგენილობის, კალციუმის კარბონატების და თაბაშირის განლაგების სიღრმის, ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების და სხვა მნიშვნელოვანი პარამეტრების მიხედვით. ყოველივე აღნიშნულიდან გამომდინარე აუცილებელია მათი ნაყოფიერების ამაღლების ღონისძიებებისადმი დიფერენცირებული მიდგომა.

გაცვლითი ნატრიუმის შემცველობა ბიცობიან ნიადაგებში ერთ-ერთი ძირითადი მაჩვენებელია ქიმიური მელიორანტის დოზის განსაზღვრისას. გაცვლითი ნატრიუმის რაოდენობის მიხედვით (B_1 ჰორიზონტში) ბიცობები იყოფა ოთხ ჯგუფად: ნარჩენი-ნატრიუმიანი (10%-მდე), მცირედ ნატრიუმიანი (10-25%), საშუალოდ ნატრიუმიანი (25-40%), ბევრ ნატრიუმიანი (40%-ზე მეტი).

ნიადაგის წყლით გამონაწურში 1მგ.ექვ. $CaSO_4$ 100გ ნიადაგზე შემცველობისას 40-50 სმ-მდე სიღრმეზე (დამოკიდებულია ზონაზე) ბიცობები ეკუთვნიან მაღალთაბაშირიანებს. თუკი ნიადაგში არის ,,თეთრი თვლები“ (კარბონატების გროვები) ან 10%-

იანი მარილმჟავას დამატებისას 0-დან 40 ან 60 სმ სიღრმემდე ფენაში (დამოკიდებულია ზონაზე) აღინიშნება ნიადაგის ძლიერი შიშინი, ასეთ ნიადაგს თვლიან მაღალკარბონატულად.

ბიცობების მოთაბაშირება უზრუნველყოფს მათი ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების გაუმჯობესებას, რაც გამოწვეულია სახნავ ფენაში კალციუმშემცველი ქიმიური მელიორანტის შეტანისას ნიადაგის გაცვლითი ნატრიუმის კალციუმით შეცვლით:



$$[\text{ნ.შ.კ}]^{Na^+}_{Na^+} + CaSO_4 \leftrightarrow (\text{ნ.შ.კ.})Ca^{2+} + Na_2SO_4$$

ეს ყველაზე მაღალეფექტური საშუალებაა, კარბონატების და თაბაშირის ღრმად - 40-50 სმ-ზე მეტად განლაგების მქონე ბიცობების ნაყოფიერების ამაღლების.

ნიადაგის მოთაბაშირებისთვის ყველაზე გავრცელებულ და ხელმისაწვდომ მელიორანტებად ითვლება - ფოსფოთაბაშირი და თიხა-თაბაშირი.

თაბაშირის შემცველი ქიმიური მელიორანტების გარდა, ბიცობების ქიმიური მელიორაციისათვის ასევე იყენებენ კალციუმის შემცველ სხვა მასალებსაც: კირქვა, კალციუმის ქლორიდი, რკონის სულფატი, გოგირდის მჟავა და სხვა.

V.II.4. თაბაშირის ანალიზი.

ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრა.

ანალიზის მსვლელობა:

ანალიზურ სასწორზე წონიან თაბაშირის ზუსტ წონაკს (4-5 გ), ათავსებენ წინასწარ გამოწონილ მილესილ სახურავიან მინის ბიუქსში, დგამენ თერმოსტატში და აყოვნებენ 3 საათის განმავლობაში 100-105^0 C ტემპერატურაზე. შემდეგ 30 წუთით დგამენ ექსიკატორში გასაცივებლად და კვლავ წონიან. გამოშრობას იმეორებენ მუდმივ წონამდე. ტენის შემცველობას პროცენტობით ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\%W = (a \times 100) : m$$

სადაც, a - არის აორთქლებული ტენის რაოდენობა, გ; m - თაბაშირის წონა, გ;

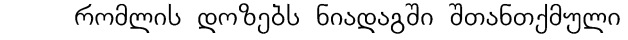
ჰიგროსკოპული ტენის გამოანგარიშების მაგალითი. თაბაშირის ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრისათვის აღებული იყო წონაკი 3,1875 გ; გამოშრობა მუდმივ წონამდე ჩატარდა თერმოსტატში 105^0C ტემპერატურაზე. აორთქლებულმა ტენის მასამ შეადგინა 0,0822 გ;

$\%W = (0,0822 \times 100) : 3,1875 = 2,5788$

გოგირდის მჟავას განსაზღვრა თაბაშირში.

თაბაშირს ბიცობების ქიმიური მელიორაციისთვის იყენებენ, რომლის დოზებს ნიადაგში შთანთქმული ნატრიუმის და მოთაბაშირებისთვის გამოყენებულ მასალაში $CaSO_4 \cdot 2H_2O$-ს შემცველობის მიხედვით ადგენენ.

მეთოდის პრინციპი: თაბაშირის წონაკს გაცხელების პირობებში ხსნიან განზავებულ მარილმჟავაში:



$$CaSO_4 \cdot 2H_2O + 2HCl = CaCl_2 + H_2SO_4 + 2H_2O$$

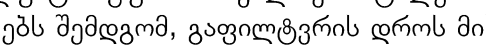
ხსნარში, მინარევების მოშორების შემდეგ, საზღვრავენ გოგირდის მჟავას (ბარიუმის ქლორიდით მისი გამოლექვის, დანაცრიანების, გამოწრთობის და ბარიუმის სულფატის აწონვის გზით). ეცოდინებათ რა საკვლევ მასალაში SO_4-ის შემცველობა, შესაძლებელია გაანგარიშებული იქნეს მასში თაბაშირის შემცველობა.

ანალიზის მსვლელობა:

ანალიზურ სასწორზე წონიან 1 გ თაბაშირს, გადაიტანენ ფაიფურის ჯამზე და მინის წკირით მუდმივი მორევით ამატებენ 50 მლ განზავებულ მარილჟავას (რეაქტივი 1). შემდეგ ჯამს ახურავენ საათის მინას და ფრთხილად აცხელებენ ქურაზე ადუღებამდე. ამის შემდეგ აცლიან საათის მინას, გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ მას ჯამში. ჯამის შიგთავსს კი აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე. მშრალ ნარჩენს ასველებენ 5-10

მლ განზავებული მარილმჟავით, მასშივე ასხამენ 50 მლ ცხელ გამოხდილ წყალს და კარგად შეურევენ მინის წკირით. სილიციუმის მჟავის, ქვიშის, თიხის და სხვა მინარევების გამოყოფილი ნალექის მოშორებისთვის, მიღებულ ხსნარს, საშუალო სიმკვრივის უნაცრო ფილტრის გამოყენებით, ფილტრავენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ფილტრზე არსებულ ნალექს ჩარეცხავენ მარილის მჟავით შემჟავებული ცხელი გამოხდილი წყლით. გაცივების შემდეგ კოლბში ხსნარი მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, ახურავენ საცობს და კარგად შეურევენ.

მომზადებული ხსნარის 25 მლ ათავსებენ 200 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში და შეამჟავებენ 0,3 – 0,5 მლ მარილმჟავას 10%-იანი ხსნარის დამატებით. ჭიქაში მოთავსებულ ხსნარს აცხელებენ ადუღებამდე. იმავდროულად, მინის სინჯარაში ათავსებენ 5 მლ ბარიუმის ქლორიდის 10%-იან ხსნარს, აცხელებენ ადუღებამდე და ჩაასხამენ ჭიქაში ადუღებულ ხსნარში, დუღილს აგრძელებენ კიდევ 2-3 წუთი. გამოიყოფა ბარიუმის სულფატის ნალექი:



$$2CaSO_4 \cdot 2H_2O + 2BaCl_2 = 2CaCl_2 + 2BaSO_4 + 2H_2O$$

მარილმჟავით ხსნარის შემჟავება ხელს უწყობს ბარიუმის სულფატის უფრო მსხვილი კრისტალების წარმოქმნას, რაც ამსუბუქებს შემდგომ, გაფილტვრის დროს მის გამოყოფას. სულფატიონების სრულად დალექვისა და ბარიუმის სულფატის კრისტალების გამსხვილებისთვის, $BaCl_2$-ის დამატების შემდეგ ჭიქას ახურავენ მინას და 4 საათით დგამენ თბილი წყლის აბაზანაზე.

აღნიშნული დროის გასვლის შემდეგ ატარებენ სინჯს გამოლექვის სრულყოფაზე, რისთვისაც, ჭიქაში ნალექის ზევით გამჭვირვალე სითხეს ამატებენ ბარიუმის ქლორიდის ხსნარის წვეთს. თუკი წარმოიშვება სიმღვრივე, მაშინ, კვლავ ამატებენ რამდენიმე მილილიტრ ბარიუმის ქლორიდის ხსნარს და რამდენიმე საათით კვლავ ტოვებენ თბილ ადგილზე.

ჭიქის შიგთავსს ფილტრავენ მკვრივი უნაცრო ფილტრით, რომელიც წინასწარ არის გარეცხილი მარილმჟავით შემჟავებული მდუღარე გამოხდილი წყლით (ფილტრის ქაღალდისაგან სულფატ-იონების კვალის მოცილებისთვის).

ბარიუმის სულფატის წვრილკრისტალურ ნალექს შეუძლია გავიდეს თვით მკვრივი ფილტრის გავლით. ამიტომ, კოლბა, რომელშიც მიიღება ფილტრატი, რეკომენდებულია დაიდგას შავ ქაღალდზე. ეს საშუალებას იძლევა ადვილად აღმოვაჩინოთ ფილტრში ,,გაღწეული" ნალექი. თუკი ეს მოხდა ფილტრატს შეამჟავებენ 10%-იანი მარილმჟავით, აცხელებენ ადუღებამდე, აცივებენ და კვლავ გადაფილტრავენ.

როცა ნალექი მთლიანად არის გადატანილი ფილტრზე, ჭიქას მრავალჯერ დაამუშავებენ მარილმჟავით შემჟავებული ცხელი გამოხდილი წყლით; ჩარეცხილ წყლებს გადაიტანენ ფილტრზე. ნალექის ჩარეცხვას აწარმოებენ ბარიუმის იონზე უარყოფითი რეაქციის მიღებამდე (გოგორდის მჟავით). ამის შემდეგ ფილტრს ნალექით ათავსებენ ფაიფურის ტიგელში, აშრობენ ჰაერზე, შემდეგ გადააქვთ მუფელის ღუმელში ფილტრის დანაცვრისათვის და ნალექის გამოწრთობისათვის. ტემპერატურა ღუმელში არ უნდა იყოს 750^0C-ზე მაღლა, რადგან 800^0C-ის დროს ბარიუმის სულფატი ლღვება. აღნიშნულივე მიზეზის გამო გამოწრთობა არ შეიძლება გაჭიანურდეს: როცა დანაცვრა დამთავრებულია, საკმარისია 20 წუთიანი გამოწრთობა.

ტიგელს ნალექით აცივებენ ექსიკატორში და წონიან ანალიზურ სასწორზე.

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

SO_4^{2-}-ის შემცველობას ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$\% \, CaSO_4 \cdot 2H_2O = (a \cdot 0{,}4114 \cdot 1{,}7922 \cdot 100) : n$$

სადაც, a - არის ნალექის წონა, გ; **0,4114** - SO_4^{2-}-ის გრამები, რომელიც შეესაბამება 1 გ $BaSO_4$-ს; **1,7922** - $CaSO_4 \cdot 2H_2O$-ს გრამები, შეესაბამება 1 გ SO_4-ს; **n** - ალიქვოტური წონაკი, გ;

ალიქვოტური წონაკის ანგარიში:

1 გ თაბაშირი → 100 მლ - ში

X გ თაბაშირი → 25 მლ -ში

აქედან X გ = (1 · 25) : 100 = 0,25

თაბაშირის მასალაში გოგირდის მჟავას შემცველობის გამოანგარიშების მაგალითი: თაბაშირის მასალაში **SO_4**-ის შემცველობის განსაზღვრისათვის აწონილია 1 გ მშრალი ნივთიერება. წონაკი, რომელიც შეესაბამება ხსნარის ალიქვოტურ ნაწილს შეადგენს 0,25 გ; გამოწრთობილი ნალექის მასა - 0,1823 გრამია;

% $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ = (0,1823 · 0,4114 · 1,7922 · 100) : 0,25 = 53, 76

ცხრილი 16

შედეგების ჩაწერის ფორმა

სასუქის №	**წონა, გ;**	**ხსნარის საერთო მოცულობა, მლ;**	**ალიქვოტური წონაკი გ;**	**ტიგელის №**	**ცარიელი ტიგელის მასა, გ;**	**ტიგელის მასა ნალექით გამოწრთობის შემდეგ, გ;**	**ნალექის მასა გ;**	**$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ %**
5	**1**	**100**	**0,25**	**10**	**12,6543**	**12,8366**	**0,1823**	**53,76**

რეაქტივები: 1. განზავებული HCl (1 მოცულობა კონცენტრირებულ HCl (ხვედრითი წონა 1,19) ასხამენ 3 მოცულობა გამოხდილ წყალში და კარგად შეურევენ.

2. HCl ის 10 %-იანი ხსნარი; 236,4 მლ კონცენტრირებულ HCl (ხვედრითი წონა 1,19) ხსნიან გამოხდილ წყალში. საერთო მოცულობა ლიტრიან საზომ კოლბში მიჰყავთ ნიშანხაზამდე.

3. $BaCl_2$-ის 10 %-იანი ხსნარი; 100 გრამ $BaCl_2$-ის მშრალ რეაქტივს ათავსებენ ქიმიურ ჭიქაში, ასხამენ 300-400 მლ გამოხდილ წყალს და ხსნიან მინის წკირით კარგად შერევით. ხსნარს გადაიტანენ 1ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში, წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

4. H_2O შემჟავებული HCl-ით. ქიმიურ ჭიქაში ასხამენ 500 მლ გამოხდილ წყალს, საწვეთურიდან ამატებენ 2-3 მლ კონცენტრირებულ HCl, კარგად შეურევენ.

საკონტროლო კითხვები V.II. თავთან დაკავშირებით:

1. რა მიზნით ტარდება ნიადაგის მოკირიანება?
2. რომელი ნიადაგი საჭიროებს მოკირიანებას?
3. რომელი ბუნებრივი მასალები გამოიყენება ნიადაგის მოსაკირიანებლად?
4. რომელი სამრეწველო ნარჩენები გამოიყენება მოკირიანებისათვის?
5. როგორ იანგარიშება კირის დოზა?
6. რომელ მახასიათებლებს საზღვრავენ კირში?
7. კირის გარდა რომელ სასუქებს შეუძლიათ დასწიონ ნიადაგის მჟავიანობა?
8. როგორ გავლენას ახდენს ნიადაგის გრანულომეტრული შედგენილობა და ორგანული ნივთიერების რაოდენობა კირის მოქმედებაზე?
9. რომელ ხელსაწყოს იყენებენ კარბონატების განსაზღვრისათვის და როგორია მისი მუშაობის პრინციპი?
10. რომელი ნიადაგები საჭიროებენ თაბაშირის შეტანას?
11. რომელ მასალებს იყენებენ მოთაბაშირებისთვის?
12. როგორი პროცესები მიმდინარეობს ნიადაგში მოთაბაშირების დროს?
13. რაში მდგომარეობს თაბაშირის ანალიზის პრინციპი?

V.III. ორგანული სასუქები.

ნიადაგში შეტანილი საკვები ელემენტების საერთო ბალანსში ორგანული ნივთიერებების წილზე მოდის დაახლოებით 35 %, ამით აიხსნება მათი ხარისხის კონტროლის მნიშვნელობა. ორგანული სასუქების ხარისხის კონტროლი საშუალებას იძლევა დამაჯერებელი ინფორმაცია მივიღოთ განსაზღვრული ტექნოლოგიური სქემით წარმოებული სასუქების კონკრეტული პარტიის

ქიმიურ შედგენილობაზე. ორგანულ სასუქებია: მსხვილი რქოსანი საქონლის ნაკელი, ფრინველის ნაკელი, წუნწუხი, კომპოსტები, სხვადასხვა სამეურნეო ანარჩენი, მწვანე სასუქი და ა.შ. მათგან ნაკელი მთავარი და ყველგან გავრცელებული ორგანული სასუქია. ყველა ამ სასუქს ადგილობრივი ეწოდება, რადგან ფერმერულ მეურნეობებში ადგილზე აგროვებენ მათ (ნაკელი, წუნწუხი, ფეკალები, ფრინველის ნაკელი), მოიპოვებენ ტორფს, ამზადებენ კომპოსტებს, ან ადგილზე მოყავთ მწვანე სასუქი.

ჩვეულებრივ, განასხვავებენ **საფენიან ნაკელს** და ნახევრად თხიერ (ან თხიერ) **უსაფენო ნაკელს. საფენიანი ნაკელი** შედგება პირუტყვის მყარი და თხევადი გამონაყოფისაგან და საფენისაგან. მის შემადგენლობაში შედის 25% მშრალი ნივთიერება და 75 %-მდე წყალი; **უსაფენო** ნახევრად თხიერი ნაკელი შედგება ძირითადად პირუტყვის მყარი და თხევადი გამონაყოფისგან. იგი შეიცავს 10-11 % მშრალ ნივთიერებას და 89-90% წყალს.

V.III.1. ორგანული სასუქების ნიმუშების აღება

მყარი ორგანული სასუქების ნიმუშების აღება (ნაკელი - საფენით, კომპოსტები, ფრინველის ნაკელი).

ორგანული სასუქების ანალიზისთვის ნიმუშების დროული და ხარისხიანი აღება მათი ქიმიური შედგენილობის შესახებ დამაჯერებელი მონაცემების მიღების ძირითადი პირობაა. დანიშნულების მიხედვით აღებულ ნიმუშებს ყოფენ: **წერტილოვან, გაერთიანებულ და საშუალო ნიმუშებად. წერტილოვანი ნიმუში** არის - ორგანული სასუქის რაოდენობა, აღებული ერთდროულად ერთი ადგილიდან. **გაერთიანებული ნიმუში** - ორგანული სასუქის რაოდენობა, შედგენილი ყველა წერტილოვანი ნიმუშისაგან, რომელიც აღებულია ერთი პარტიის სასუქისაგან. **საშუალო ნიმუში** - ორგანული სასუქის რაოდენობა, აღებული გაერთიანებული ნიმუშისაგან კარგად შერევის შემდეგ. საშუალო ნიმუში

უნდა იყოს კონკრეტული საკვლევი მასალისათვის წარმომადგენლობითი ყველა საკონტროლო მაჩვენებლის მიხედვით.

ორგანული სასუქებით შეტანილი საკვები ელემენტების აღრიცხვისათვის ნიმუშები აღებული უნდა იქნეს ნიადაგში სასუქის შეტანამდე ახლო პერიოდში, რადგან, შენახვის პირობებში საკვები ელემენტების შემცველობა იცვლება. მეცხოველეობის ფერმებში ნაკელის ნიმუშებს იღებენ მათი შენახვის იმ ადგილიდან, საიდანაც, უახლოეს დღეებში იქნება გატანილი სასუქი ნიადაგში შესატანად. მინდვრებში გატანილი სასუქებიდან ნიმუშებს იღებენ იმ მინდვრიდან, სადაც მათი ყველაზე დიდი რაოდენობაა მიზიდული.

ორგანული სასუქის ნიმუშებს შტაბელებიდან იღებენ ნიადაგში შესატანად მინდვრებში მათი გაზიდვის დროს, დაკომპოსტების მოედნებიდან - მინდვრებში გატანის წინ, მაგრამ, არა კომპოსტის მომწიფებისთვის დადგენილ ვადაზე ადრე. წერტილოვანი ნიმუშის მასა უნდა იყოს ყოველ 50 ტონა სასუქზე არა ნაკლები 0,5-1,0 კგ;

ფრინველის მშრალ ნაკელს იღებენ პერიოდულად, საშრობიდან გამოტანის დროს, ან მზა პროდუქციიდან მცირე ულუფებით საანალიზო პარტიის სხვადასხვა ადგილებიდან. მშრალი ნაკელის გაერთიანებული ნიმუშის მასა არ უნდა იყოს 8 კგ-ზე ნაკლები.

ორგანული სასუქების წერტილოვან ნიმუშებს აერთიანებენ; გაერთიანებულ ნიმუშს კარგად შეურევენ, გაანაწილებენ სწორ ზედაპირზე არა უმეტეს 1 სმ სისქის ფენით და კვადრატებად დაყოფის მეთოდის გამოყენებით ამცირებენ 1 კგ-მდე. სასუქის საშუალო ნიმუშს ათავსებენ პოლიეთილენის პარკში ან მინის ჭურჭელში, გაუკეთებენ ეტიკეტს, რომელშიც მითითებულია ნიმუშის ნომერი, თარიღი და აღების ადგილი (მუნიციპალიტეტი, სოფელი, ფერმერული მეურნეობა), სასუქის სახე, სასუქის რაოდენობა საიდანაც არის აღებული ნიმუში, შენახვის წესი და ხანგრძლივობა.

ლაბორატორიაში შემოტანილ ნიმუშებს დაარეგისტრირებენ სპეციალურ ჟურნალში, რომელშიც გადაიტანენ ეტიკეტზე არსებულ ყველა ინფორმაციას.

თხიერი ნაკელის (უსაფენო) ნიმუშის აღება.

სანაკელედან ნიმუშის აღების წინ თხიერ ნაკელს კარგად შეურევენ მექანიკურად ან სპეციალური პნევმატური მოწყობილობით 30 წუთის განმავლობაში. ნიმუშის ამღები საშუალებით სანაკელეს სხვადასხვა სიღრმიდან იღებენ 8 წერტილოვან ნიმუშს.

თხევადი ნაკელის ნიმუში შეიძლება აღებულ იქნეს სანაკელედან წუნწუხის გამფანტველ ცისტერნებში მისი გადატუმბვისას. ამ შემთხვევაში მილიდან (შლანგიდან) იღებენ 8 წერტილოვან ნიმუშს. წერტილოვანი ნიმუშის მოცულობა უნდა იყოს არა ნაკლები 1 ლ;

წუნწუხის გამფანტველი ცისტერნიდან ნიმუშის ამღები საშუალებით სხვადასხვა სიღრმიდან იღებენ თხიერი სასუქის 8 წერტილოვან ნიმუშს; დასაშვებია ასევე, 8 წერტილოვანი ნიმუშის აღება წუნწუხის გამფანტველის ჩამოსასხმელ-გამანაწილებელი მოწყობილობიდან, თითოეული 1 ლ მოცულობით. თხიერი ნაკელის ყველა წერტილოვან ნიმუშს ათავსებენ ჭურჭელში, კარგად შეურევენ და იღებენ საშუალო ნიმუშს 1 ლ მოცულობით, უკეთებენ ეტიკეტს და აგზავნიან ლაბორატორიაში.

ძირითადი მოთხოვნები ანალიზის მეთოდების მიმართ.

მყარი ორგანული სასუქის ნიმუშს არა ნაკლები 1 კგ წონით აქუცმაცებენ მექანიკურად, კარგად შეურევენ და გაანაწილებენ სწორ ზედაპირზე არა უმეტეს 1 სმ სისქის ფენით, დაყოფენ კვადრატებად, 4-5 წერტილიდან იღებენ 0,5 კგ ორგანულ სასუქს, რომელსაც იყენებენ ანალიზისთვის.

თხიერ ორგანულ სასუქს, მოცულობით არა ნაკლები 1 ლიტრისა, შეურევენ ლაბორატორიული შემრევით და სასუქის სამი შრიდან იღებენ 150-200 მლ ულუფებს, მათი გაერთიანებით მიიღება საშუალო ნიმუში 500-600 მლ-ის მოცულობით, რომელსაც იყენებენ ანალიზისთვის.

ორგანული სასუქის ახლად აღებულ ნიმუშს საწყისი ნატურალური ტენით, ინახავენ მაცივარში არა უმეტეს 1 თვისა პოლიეთილენის პარკით ან მილესილ საცობიან მინის ქილაში, 10^0 C - მდე ტემპერატურის პირობებში, კონსერვაციისთვის 3 მლ ტოლუოლის დამატებით, რომელსაც კარგად შეურევენ სასუქთან.

ტენის შემცველობის განსაზღვრის შემდეგ, ორგანული სასუქის წონაკის მშრალ ნაშთს ფქვავენ ლაბორატორიულ წისქვილში ან ფაიფურის ჯამში, ცრიან 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში სრულ გატარებამდე და ათავსებენ პოლიეთილენის პარკში ან ბიუქსში. ასეთნაირად მომზადებულ მშრალ ნიმუშს იყენებენ შემდეგი ანალიზებისთვის.

მშრალ მდგომარეობაში არსებული **ორგანული სასუქის ანალიზის შედეგებს** გადაიანგარიშებენ **საწყისი (ნატურალური) ტენიანობის** მქონე ორგანულ სასუქზე K კოეფიციენტზე გამრავლებით, რომელსაც ანგარიშობენ ფორმულით:

K = (100 – X) : 100 , სადაც X - არის ტენის შემცველობა, % ;

საწყისი, ნატურალური ტენის მქონე **ორგანული სასუქის ანალიზის შედეგებს მშრალ ნივთიერებაზე** გადაიანგარიშებენ K კოეფიციენტზე გამრავლებით, რომელსაც ანგარიშობენ ფორმულით:

K = 100 : (100 – X) , სადაც X - არის ტენის შემცველობა, % ;

V.III. 2. ტენისა და მშრალი ნაშთის განსაზღვრის მეთოდი.

საანალიზოდ მომზადებული ნიმუშიდან, მისი კარგად შერევის შემდეგ, არა ნაკლები 5 წერტილიდან იღებენ 15-20 გრამ წონაკს - ტენის შემცველობის განსაზღვრისათვის; 150-200 გრამს მშრალი ნაშთის რაოდენობის განსაზღვრისათვის. აწონვას ატარებენ არა უმეტეს 0,1 გ ცდომილებით.

ასაორთქლებელ ჯამებს ან ბიუქსებს წინასწარ აშრობენ საშრობ კარადაში 105–110^{0}C ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე და წონიან არა უმეტეს 0,1 გ ცდომილებით.

ტენის განსაზღვრისათვის სასუქის წონაკს ათავსებენ ფაიფურის ჯამში ან ბიუქსში და დგამენ საშრობ კარადაში, რომელიც

წინასწარ არის გაცხელებული 105-110^{0}C ტემპერატურამდე და აშრობენ 5 საათის განმავლობაში. შემდეგ, ჯამს ან ბიუქსს წონაკით გამოიღებენ საშრობი კარადიდან, აცივებენ ჰაერზე 30 წუთის განმავლობაში და წონიან. ყოველ შემდეგ აწონვას ატარებენ 30 წუთის განმავლობაში გამოშრობისა და წონაკიანი ჯამების 30 წუთის განმავლობაში ჰაერზე გაცივების შემდეგ.

ანალიზი დამთავრებულად ითვლება, თუკი ბოლო ორი აწონის შედეგებს შორის სხვაობა 0,1 გრამს არ აღემატება.

მშრალი ნაშთის რაოდენობის განსაზღვრისას ორგანული სასუქის წონაკს ათავსებენ ფაიფურის ჯამში, ათავსებენ მას წყლის აბაზანაზე და აორთქლებენ ამოშრობამდე მინის წკირით პერიოდულად შერევით. შემდეგ ჯამი გადააქვთ წინასწარ გაცხელებულ საშრობ კარადაში და აშრობენ 105–110^{0}C ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე. პირველ აწონას ატარებენ 1 საათის შემდეგ, განმეორებით 30 წუთის შემდეგ; ყოველ ჯერზე აწონის წინ ჯამს წონაკით აცივებენ ჰაერზე 30 წუთის განმავლობაში. ანალიზი დამთავრებულად ითვლება, თუკი ბოლო ორი აწონის შედეგებს შორის სხვაობა 0,1 გრამს არ აღემატება.

მშრალი ნაშთის რაოდენობას (X) პროცენტებში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\% X = [(m_1 - m_2) : m] \cdot 100$$

სადაც, m_1 - არის ჯამის წონა მინის წკირით და მშრალი ნაშთით, გ; m_2 - ჯამის წონა მინის წკირით, გ; m - წონაკის მასა, გ;

ტენის შემცველობას (X_1) პროცენტებში ანგარიშობენ ფორმულით **(1) ან (2):**

$$X_1 = [(m_3 - m_4) : m] \cdot 100 \ (1)$$

სადაც, m_3 - არის ჯამის ან ბიუქსის წონა გამოშრობამდე, გ; m_4 - ჯამის ან ბიუქსის მასა საანალიზო წონაკით გამოშრობის შემდეგ, გ; m - წონაკის მასა, გ;

$$X_1 = 100 - X, \ (2)$$

სადაც, X - არის მშრალი ნაშთის რაოდენობა, %;

ტენის შემცველობის განსაზღვრის ორ პარალელურ შედეგს შორის დასაშვები განსხვავება, სარწმუნო დამაჯერებლობის ხარისხის P = 0,95 პირობებში, არ უნდა აღემატებოდეს ქვემოთ მითითებულ მნიშვნელობებს:

ტენი, % :	30-მდე	30-დან -70-მდე;	70-დან- 92-მდე;	92-ზე მეტი
დასაშვები განსხვავება, %:	0,3	1.0	1,2	1,3

მშრალი ნაშთის რაოდენობის განსაზღვრისას, ორი პარალელური ანალიზის შედეგს შორის დასაშვები განსხვავება, სარწმუნო დამაჯერებლობის ხარისხის P = 0,95 პირობებში, არ უნდა აღემატებოდეს 0,3 %-ს;

V.III. 3. ნაცრის განსაზღვრის მეთოდი.

ნაცრის მასური წილის განსაზღვრისათვის იყენებენ წონაკის მშრალ ნაშთს ტენის მასური წილის განსაზღვრის შემდეგ. მშრალი ნაშთიდან, მისი გულმოდგინედ შერევის შემდგ, არა ნაკლები 5 წერტილიდან იღებენ 3 გრამ წონაკს. აწონას ატარებენ არა უმეტეს 0,001 გ ცდომილებით;

ფაიფურის ტიგელები წინასწარ უნდა იყოს გამოწრთობილი მუფელის ღუმელში 800^{0}C ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე და აწონილი არა უმეტეს 0,001 გ ცდომილებით;

ანალიზის მსვლელობა

მშრალი ორგანული ნივთიერების წონაკს ათავსებენ ფაიფურის ტიგელში. ტიგელს საანალიზო წონაკით ათავსებენ ცივ მუფელის ღუმელში, თანდათან ტემპერატურა მიყავთ 800^{0}C-მდე და ამ ტემპერატურაზე აწრთობენ 2 საათის განმავლობაში. ტიგელებს ნაცრიანი ნაშთით აცივებენ გამორთულ ღია ღუმელში,

შემდეგ კი ექსიკატორში 30 წუთის განმავლობაში, რის შემდეგ წონიან არა უმეტეს 0,001 გ ცდომილებით. ყოველ შემდეგ აწონვას ატარებენ 1 საათის განმავლობაში დანაცვრისა და 30 წუთით გაცივების შემდეგ. ანალიზი დამთავრებულად ითვლება, თუკი ბოლო ორი აწონის შედეგებს შორის სხვაობა 0,01 გრამს არ აღემატება.

ნაცრის მასურ წილს **(X)** პროცენტებში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$X = [(m_1 - m_2) : m] \cdot 100,$$

სადაც, m_1 - არის ტიგელის მასა საანალიზო წონაკით დანაცვრის შემდეგ, გ; m_2 - ტიგელის მასა,გ; m - საანალიზო წონაკის მასა,გ;

ორ პარალელურ განსაზღვრის შედეგებს შორის დასაშვები განსხვავება, სარწმუნო დამაჯერებლობის ხარისხის - P = 0,95 პირობებში, არ უნდა აღემატებოდეს ქვემოთ მითითებულ მნიშვნელობებს:

ნაცრის მასური წილი,% :	**5-დან 12-მდე;**	**12-დან - 20-მდე;**	**20-ზე მეტი;**
დასაშვები განსხვავება, %:	**0,3**	**0,5**	**1,0**

V.III. 4. საერთო აზოტის განსაზღვრა კელდალის მეთოდით.

მეთოდი დაფუძნებულია საანალიზო სასუქის მინერალიზაციაზე კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავასთან ერთად წყალბადის ზეჟანგის, შერეული კატალიზატორის ან ფენოლის ხსნარის (გოგირდის მჟავაში) თანაარსებობისას, ამიაკის შემდგომი გადადენით ბორის მჟავას ხსნარში და გოგირდის მჟავით დატიტვრით.

საერთო აზოტის მასური წილის განსაზღვრისათვის იყენებენ ორგანული სასუქის წონაკში ტენის მასური წილის განსაზღვრის შემდეგ არსებულ მშრალ ნაშთს. მშრალი ნაშთიდან, მისი კარგად შერევის შემდეგ, არა ნაკლებ 5 წერტილიდან იღებენ წონაკს ანალიზისთვის. წონაკის მასა უნდა იყოს 1,0 გრამი; აწონვას აწარ-

მოებენ ცდომილებით არა უმეტეს 0,001გ; თუკი ანალიზს ატარებენ ტენის მასური წილის განსაზღვრიდან 12 ან უფრო მეტი საათის შემდეგ, წონაკის მშრალ მასას 1 საათის განმავლობაში აშრობენ საშრობ კარადაში 100-105^{0}C ტემპერტურაზე. საერთო აზოტის მასური წილის განსაზღვრისათვის დასაშვებია ანალიზი ჩატარდეს საწყისი (ბუნებრივი) ტენის მქონე სასუქის ნიმუშში. სასუქის ნიმუშს კარგად შეურევენ და არა ნაკლები 5 წერტილიდან იღებენ წონაკს ანალიზისთვის. წონაკის მასა უნდა იყოს 20 გრამი. აწონვას ატარებენ ცდომილებით არა უმეტეს 0,1გ;

ანალიზის მსვლელობა.

მშრალი ორგანული სასუქის მინერალიზაციას ატარებენ კელდალის მეთოდით შერეული კატალიზატორის ან წყალბადის ზეჟანგის გამოყენებით.

საანალიზო სასუქის წონაკს ათავსებენ კელდალის კოლბში, ამატებენ 20 მლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას და 0,5 გრამ შერეულ კატალიზატორს. კოლბის შიგთავსს ფრთხილი წრიული მოძრაობით კარგად შეურევენ, რითაც უზრუნველყოფენ წონაკის სრულ დასველებას და აყოვნებენ 12-15 საათით. შემდეგ, კოლბს დგამენ გამწოვ კარადაში გამაცხელებელ ქურაზე ისე, რომ ის იყოს დახრილ მდგომარეობაში, 35^0 -მდე დახრის კუთხით. კოლბის ყელში დგამენ პატარა ძაბრს და ფრთხილად აცხელებენ მანამ, ვიდრე კოლბის შიგთავსი არ შეწყვეტს აქაფებას, შემდეგ, გაცხელებას აძლიერებენ, კოლბის შიგთავსი მიჰყავთ სუსტ დუღილამდე. დუღილს აგრძელებენ ხსნარის სრულ გაუფერულებამდე. გაუფერულების შემდეგ კოლბში ხსნარს კვლავ ადუღებენ 15-20 წუთი, შემდეგ კოლბს გადმოდგამენ გამაცხელებლიდან და აცივებენ.

წყალბადის ზეჟანგის გამოყენებით მშრალი ორგანული სასუქის წონაკის მინერალიზაციისას, საანალიზო სასუქის წონაკს ათავსებენ კელდალის კოლბში, ამატებენ 20 მლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას, 3 მლ 30 %-იან წყალბადის ზეჟანგს და აყოვნებენ 12-15 საათის განმავლობაში. შემდეგ, კოლბში ამატებენ წყალბადის ზეჟანგის იგივე ხსნარის -3-5 მლ და ამწოვ

კარადაში დგამენ გამაცხელებელ ქურაზე. ამის შემდეგ, სასუქის მინერალიზაციას აგრძელებენ ისე, როგორც ეს ხდება შერეული კატალიზატორის გამოყენების შემთხვევაში.

საწყისი (ბუნებრივი) ტენის მქონე ორგანული სასუქის მინერალიზაციას ატარებენ კელდალის ან იოდლბაუერის მეთოდებით.

კელდალის მეთოდით საწყისი ტენის მქონე ორგანული სასუქის მინერალიზაციის პროცესში შერეული კატალიზატორის თანაარსებობისას, საანალიზო სასუქის წონაკს ათავსებენ კელდალის კოლბში, ასხამენ 40 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას და ამატებენ 1,0-1,5 გ შერეულ კატალიზატორს. შემდეგ მინერალიზაციას აგრძელებენ ისე, როგორც მშრალი ორგანული სასუქის შემთხვევაში.

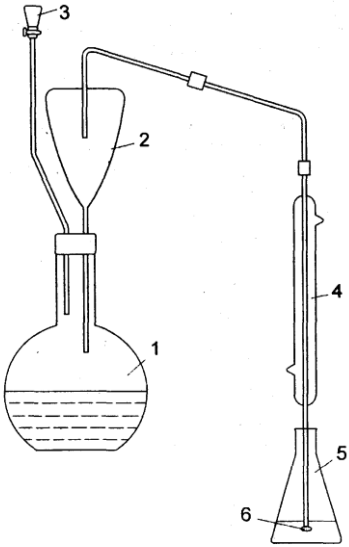
იოდლბაუერის მეთოდის გამოყენებისას საანალიზო სასუქის წონაკს ათავსებენ კელდალის კოლბში და ამატებენ 50-60 მლ ფენოლის ხსნარს გოგირდმჟავაში. ამ დროს ადგილი აქვს კოლბის შიგთავსის გაცხელებას. გაცივების შემდეგ კოლბში ამატებენ 2,0-3,0 გ თუთიის მტვერს, კარგად შეურევენ, 30-40 წუთი დაყოვნების შემდეგ კოლბს ახურავენ ძაბრს, ათავსებენ გამწოვ კარადაში ქურაზე და აცხელებენ.

დასაწყისში მინერალიზაციას ატარებენ სუსტი გაცხელებით, შემდეგ კი გაცხელებას აძლიერებენ და მიჰყავთ სუსტ დუღილამდე. როდესაც კოლბში სითხე მიიღებს მოწითალო შეფერილობას, კოლბს აცივებენ და ამატებენ მასში გოგირდმჟავა სპილენძის და გოგირდმჟავა კალიუმის ნარევს 3,0-4,0 გრამის რაოდენობით. კოლბს კვლავ აცხელებენ და ადუღებენ მისი შიგთავსის გაუფერულებამდე.

ხსნარის გაუფერულებიდან 15-20 წუთის შემდეგ კოლბს ჩამოიღებენ გამაცხელებელი ქურიდან და აცივებენ. გაცივების შემდეგ კელდალის კოლბიდან მინერალიზატი მთლიანად გადაქვთ 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, რომელშიც წინასწარ არის ჩასხმული 25-30 მლ წყალი. ამ შემთხვევაში კოლბის შიგთავსი ცხელდება. გაცივების შემდეგ ხსნარის მოცულობა გამოხდილი წყლით მიყავთ ნიშანხაზამდე.

მინერალიზატის მიღებული ხსნარი წარმოადგენს ძირითად საწყის ხსნარს აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის საერთო ფორმების განსაზღვრისათვის.

საერთო აზოტის განსაზღვრისათვის, ამიაკის გადასადენი მოწყობილობის **(სურათი. 9)** რეაქციის კოლბში (1) ათავსებენ 35-50 მლ საანალიზო ხსნარს. მიმღებ კოლბში (5) ათავსებენ 30-40 მლ ბორის მჟავას 4%-იან ხსნარს და ამატებენ 3-5 წვეთ შერეულ ინდიკატორს. მიმღებ კოლბს მაცივრის ქვეშ ისე ათავსებენ, რომ მასში ჩაშვებული მინის მილის ბოლო (6) მთლიანად იყოს ჩაძირული ბორის მჟავას ხსნარში.



სურათი № 9. ამიაკის გადასადენი მოწყობილობა.

1. რეაქციის კოლბა 0,25-0,5 ლ მოცულობის; 2. წვეთდამჭერი; 3. წვეთოვანი ძაბრი ონკანით; 4. მაცივარი; 5. მიმღები; 6. მინის მილის ბოლო.

რეაქციის კოლბში (1), მოწყობილობის ძაბრის (3) გამოყენებით, ფრთხილად ამატებენ 25-30 მლ ნატრიუმის ჰიდროჟანგის

40%-იან ხსნარს. ძაბრს ჩარეცხავენ გამოხდილი წყლით იმ ანგარიშით, რომ სითხის მოცულობამ რეაქციის კოლბში შეადგინოს 100-150 მლ; დაკეტავენ ძაბრის ონკანს, იწყებენ რეაქციის კოლბის გაცხელებას და ხსნარი მიჰყავთ ადუღებამდე. გაცხელებას ისე არეგულირებენ, რომ დუღილი იყოს წყნარი. გადადენას აგრძელებენ მანამ, სანამ არ გადაიდენება სითხის მოცულობის 2/3; გადადენის სრულყოფას ამოწმებენ კონდენსატის სინჯით ნესლერის რეაქტივთან. ამიაკის არ არსებობის შემთხვევაში ნესლერის რეაქტივმა არ უნდა მიიღოს ყვითელი შეფერვა. დასაშვებია გადადენის დასრულება შემოწმდეს ინდიკატორის ქაღალდით (pH 6-7).

გადადენის დასრულების შემდეგ მიმღებს გამორთავენ. მინის მილის დაბოლოებას (6) გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ მიმღებ კოლბში, შეურევენ ფრთხილად და ტიტრავენ გოგირდმჟავას 0,05 მოლი/ლ კონცენტრაციის ხსნარით მწვანე შეფერილობის ჟოლოსფერში გადასვლამდე.

ანალიზის შედეგებში მოსალოდნელი შესწორების შეტანისათვის და რეაქტივებში ამონიუმის მინარევების აღრიცხვის მიზნით, ერთდროულად ატარებენ საკონტროლო ცდას ანალიზის ყველა სტადიის იგივე პირობებში და რეაქტივების იგივე რაოდენობის გამოყენებით, მხოლოდ საანალიზო სასუქის გარეშე.

საერთო აზოტის მასურ წილს (X) %-ში, საწყისი ტენის მქონე სასუქში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$X = [0{,}0014 \cdot (V_1 - Y_0) \cdot 250 \cdot 100] : (V_2 \cdot m),$$

სადაც, **0,0014** - არის აზოტის მასა გრამებში, რომელიც შეესაბამება საანალიზო ხსნარის დატიტვრაზე დახარჯული 1 მლ გოგირდმჟავას მოლარულ ხსნარს კონცენტრაციით - 0,05 მოლი/ლ,; V_1 - 0,05 მოლ/ლ კონცენტრაციის გოგირდმჟავას მოლარული ხსნარის მოცულობა, რომელიც დაიხარჯა საანალიზო ხსნარის დატიტვრაზე, მლ; Y_0 - 0,05 მოლ/ლ კონცენტრაციის გოგირდმჟავას მოლარული ხსნარის მოცულობა, რომელიც დაიხარჯა საკონტროლო ცდაში დატიტვრაზე, მლ; **250** - საწყისი

ხსნარის მოცულობა,მლ; V_2 - გადასადენად აღებული საანალიზო ხსნარის მოცულობა, მლ; **m** - საანალიზო ნიმუშის წონაკი, გ;

საერთო აზოტის მასურ წილს (X) %- ში, მშრალ სასუქში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$X_1 = \{ [0{,}0014 \cdot (V_1 - Y_0) \cdot 250 \cdot 100] : (V_2 \cdot m) \} + X_{ა.},$$

სადაც, $X_{ა.}$ - არის ამონიუმის აზოტის მასური წილი, %-ში მშრალ პროდუქტზე; ორ პარალელურ განსაზღვრის შედეგებს შორის დასაშვები განსხვავება, სარწმუნო დამაჯერებლობის ხარისხის - P = 0,95 პირობებში, არ უნდა აღემატებოდეს ქვემოთ მითითებულ მნიშვნელობებს:

საერთო აზოტის მასური წილი,

% მშრალ პროდყქტზე: 1,0 - მდე; 1,0-დან - 3,0-მდე; 3,0-ზე მეტი;

დასაშვები განსხვავება, %; 0,1 0,2 0,3

რეაქტივები: 1. შერეული კატალიზატორი: 100 გ გოგირდმჟავა სპილენძს და 3,0 გ მეტალურ სელენს შეურევენ და კარგად გასრესენ ფაიფურის როდინში.

2. ფენოლის ხსნარი გოგირდის მჟავაში: 40,0 გრამ ფენოლს ათავსებენ 2 ლიტრი მოცულობის ცეცხლგამძლე მინის ბრტყელ-ძირიან კოლბში და ამატებენ 1 ლიტრ კონცენტრირებულ გو-გირდმჟავას. კოლბს ახურავენ კორპის საცობს გრძელი მინის მი-ლით (დაახლოებით 65 სმ), დგამენ გაცხელებულ წყლის აბაზა-ნაზე და აჩერებენ მასზე პერიოდული და ფრთხილი შერევით ფენოლის სრულ გახსნამდე. ხსნარს ინახავენ მაცივარში არა უმეტეს 3 თვისა.

3. ბორის მჟავას 4%-იანი ხსნარი: 40,0 გრამ ბორის მჟავას გაცხელებით ხსნიან 200 მლ გამოხდილ წყალში 1 ლიტრი მოცუ-ლობის საზომ კოლბში; გაცივების შემდეგ ხსნარის მოცულობა გამოხდილი წყლით მიყავთ ნიშანხაზამდე;

4. ნატრიუმის ჰიდროჟანგის 40%-იანი ხსნარი: 400 გრამ ნატრიუმის ჰიდროჟანგს ათავსებენ 1 ლიტრი მოცულობის ფაი-ფურის ჭიქაში და ასხამენ 600 მლ გამოხდილ წყალს მინის

წკირით მუდმივი შერევით. ხსნარს მანამდე ურევენ, სანამ ნატ-რიუმის ჰიდროჟანგი მთლიანად არ გაიხსნება. გაცივების შემდეგ ხსნარს გადაიტანენ პოლიეთილენის ჭურჭელში და ახურავენ საცობს. ხსნარს ინახავენ ამწოვ კარადაში არა უმეტეს 3 თვისა.

5. გოგირდმჟავა სპილენძის და გოგირდჟავა კალიუმის ნარევი: 10,0 გრამ გოგირდმჟავა სპილენძს და 100 გრამ გოგირდჟავა კალიუმს შეურევენ და კარგად გასრესენ ფაიფურის ჯამში.

V.III. 5. ამონიუმის აზოტის განსაზღვრის მეთოდები.

ამონიუმის აზოტის განსაზღვრა კელდალის მეთოდით.

მეთოდი დაფუძნებულია ორგანული სასუქის ნიმუშიდან 0,05 მოლი/ლ კონცენტრაციის მარილმჟავას ხსნარით ამონიუმის აზოტის გამოძევებაზე, ამიაკის შემდგომი გადადენით ბორის მჟავას ხსნარში და გოგირდის მჟავით დატიტვრით.

ამონიუმის აზოტის მასური წილის განსაზღვრა ორგანული სასუქის ტენიან ნიმუშში

გულმოდგინედ შერევის შემდეგ სასუქის ნიმუშიდან არა ნაკლები 5 წერტილიდან იღებენ წონაკს ანალიზისთვის. წონაკის მასა უნდა იყოს 10 გრამი. აწონვას ატარებენ ცდომილებით არა უმეტეს 0,1 გ;

ანალიზის მსვლელობა

ამონიუმის აზოტის გამოძევებისათვის სასუქის წონაკს ათავ-სებენ 500 მლ მოცულობის კოლბში და დაასხამენ 200 მლ 0,05 მოლი/ლ მოლარული კონცენტრაციის მარილმჟავას ხსნარს. კოლბს ათავსებენ სანჯღრევ აპარატზე და ანჯღრევენ 30 წუთის განმავლობაში. დასაშვებია ხსნარის დაყოვნება 12-15 საათის გან-მავლობაში. მიღებულ ხსნარს შეანჯღრევენ და მშრალი, დაკე-ცილი ფილტრით გადაფილტრავენ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ფილტრზე არსებულ მასას ჩარეცხავენ 2-3 ულუფა (თი-თოეული 30-50 მლ) მარილმჟავას ხსნარით, რომლის მოლარული კონცეტრაციაა - 0,05მოლი/ლ; კოლბში ფილტრატის მოცულობა

იგივე მჟავით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მიღებულ ხსნარს იყენებენ ამონიუმის აზოტის განსაზღვრისათვის კელდალის მეთოდით. ამიაკის გადადენისთვის მოწყობილობის - ,,რეაქციის კოლბში" - ასხამენ 30-50 მლ საანალიზო ხსნარს.

მიმღებში ათავსებენ 30-40 მლ ბორის მჟავას 4%-იან ხსნარს და ამატებენ 3-5 წვეთ შერეულ ინდიკატორს. მიმღებ კოლბას მოწყობილობის მაცივრის ქვეშ ისე ათავსებენ, რომ მასში ჩაშვებული მინის მილის ბოლო (6) მთლიანად იყოს ჩაძირული ბორის მჟავას ხსნარში.

რეაქციის კოლბში (1), მოწყობილობის ძაბრის (3) გამოყენებით, ფრთხილად ამატებენ 25-30 მლ ნატრიუმის ჰიდროჟანგის 40%-იან ხსნარს. ძაბრს ჩარეცხავენ გამოხდილი წყლით იმ ანგარიშით, რომ სითხის მოცულობამ რეაქციის კოლბში შეადგინოს 100-150 მლ.; დაკეტავენ ძაბრის ონკანს, იწყებენ რეაქციის კოლბის გაცხელებას და ხსნარი მიჰყავთ ადუღებამდე. გაცხელებას ისე არეგულირებენ, რომ დუღილი იყოს წყნარი.

გადადენას აგრძელებენ მანამ, სანამ არ გადაიდენება სითხის მოცულობის 2/3; გადადენის დასრულებას ამოწმებენ კონდენსატის სინჯით ნესლერის რეაქტივთან. ამიაკის არ არსებობის შემთხვევაში ნესლერის რეაქტივმა არ უნდა მიიღოს ყვითელი შეფერვა. დასაშვებია გადადენის დასრულება შემოწმდეს ინდიკატორის ქაღალდით (pH 6-7). გადადენის დასრულების შემდეგ მიმღებს გამორთავენ. მინის მილის დაბოლოებას (6) გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ მიმღებ კოლბში, შეურევენ ფრთხილად და ტიტრავენ გოგირდმჟავას 0,01 მოლი/ლ კონცენტრაციის ხსნარით მწვანე შეფერილობის ჟოლოსფერში გადასვლამდე.

ანალიზის შედეგში მოსალოდნელი შესწორების შეტანისათვის და რეაქტივებში ამონიუმის მინარევების აღრიცხვის მიზნით, ერთდროულად ატარებენ საკონტროლო ცდას ანალიზის ყველა სტადიის იგივე პირობებში და რეაქტივების იგივე რაოდენობის გამოყენებით, მხოლოდ საანალიზო სასუქის გარეშე.

ამონიუმის აზოტის მასურ წილს (X) %-ში, საწყისი ტენის მქონე ორგანულ სასუქში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$X = [0{,}00028 \cdot (V_1 - Y_0) \cdot 500 \cdot 100] : (V_2 \cdot m),$$

სადაც, **0,00028** - არის აზოტის მასა გრამებში, რომელიც შეესაბამება საანალიზო ხსნარის დატიტვრაზე დახარჯული 1 მლ გოგირდმჟავას მოლარულ ხსნარს კონცენტრაციით – 0,01 მოლი/ლ; V_1 - 0,01 მოლ/ლ კონცენტრაციის გოგირდმჟავას მოლარული ხსნარის მოცულობა, რომელიც დაიხარჯა საანალიზო ხსნარის დატიტვრაზე, მლ; Y_0 - 0,01 მოლ/ლ კონცენტრაციის გოგირდმჟავას მოლარული ხსნარის მოცულობა, რომელიც დაიხარჯა საკონტროლო ცდაში დატიტვრაზე, მლ; **500** – ფილტრატის საერთო მოცულობა,მლ; V_2 - გადასადენად აღებული საანალიზო ხსნარის მოცულობა, მლ; **m** - საანალიზო ნიმუშის წონაკი, გ;

საწყისი ტენის მქონე ორგანულ სასუქში ამონიუმის აზოტის მასური წილის განსაზღვრის შედეგებს გადაიანგარიშებენ მშრალ ორგანულ სასუქზე.

ორ პარალელურ განსაზღვრის შედეგებს შორის დასაშვები განსხვავება, სარწმუნო დამაჯერებლობის ხარისხის - P = 0,95 პირობებში, არ უნდა აღემატებოდეს ქვემოთ მითითებულ მნიშვნელობებს:

ამონიუმის აზოტის მასური წილი, % პროდუქტზე საწყისი ტენით:	**0,1 - მდე;**	**0,1-დან - 0,4-მდე;**	**0,4-ზე მეტი;**
დასაშვები განსხვავება, %:	**0,03**	**0,07**	**0,10**

რეაქტივები:

1. მარილმჟავას 0,05 მოლი/ლ კონცენტრაციის ხსნარი: 4,1 მლ კონცენტრირებულ მარილმჟავას 1 ლიტრიან საზომ კოლბში გამოხდილი წყლით განაზავებენ და ხსნარის მოცულობას მიიყვანენ ნიშანხაზამდე. ხსნარს ინახავენ მაცივარში არა უმეტეს 3 თვისა.

2. გოგირდმჟავას 0,01 მოლი/ლ კონცენტრაციის ხსნარი: 28 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას ათავსებენ 1 ლიტრიან საზომ კოლბში, რომელშიც წინასწარ არის მოთავსებული მცირე რაოდენობით გამოხდილი წყალი. გაცივების შემდეგ კოლბში ხსნარის მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. კარგად შერევის შემდეგ მიღებული ხსნარიდან იღებენ 20 მლ-ს,

გადაიტანენ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში და ხსნარის მოცულობას გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე. ხსნარს ინახავენ მაცივარში არა უმეტეს 3 თვისა.

3. ბორის მჟავას 4%-იანი ხსნარი. 4. ნატრიუმის ჰიდროჟანგის 40 %-იანი ხსნარი.

ამონიუმის აზოტის შემცველობის განსაზღვრა ნაკელში (რომაშკევიჩის მიხედვით.)

ნაკელში არსებული აზოტის რაოდენობა - თავისუფალი ამიაკის, ნახშირმჟავა ამონიუმის, ორგანული და მინერალური მჟავების მარილების სახით, აგრეთვე, შთანთქმულ მდგომარეობაში არსებული - ითვლება ნაკელის სასუქებრივი ღირებულების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მაჩვენებლად. ამონიუმის აზოტი ითვლება, ნაკელში არსებული საერთო აზოტის იმ ნაწილად, რომელიც ნიადაგში შეტანის შემდეგ პირველ რიგში ხდება მცენარის კვებისათვის მისაწვდომი.

მეთოდის პრინციპი მდგომარეობს იმაში, რომ 0,05 н მარილის მჟავით დამუშავებისას ნაკელში არსებული ამიაკი გამოძევდება და შეიბოჭება რეაქციით:

$NH_3 + HCl = NH_4Cl$.

მარილის მჟავას გამოყენება განპირობებულია იმით, რომ იგი ასეთი კონცენტრაციით არ იწვევს ორგანული ნივთიერების ჰიდროლიზს. ამონიუმს მიღებულ ხსნარში საზღვრავენ ამონიუმის მარილების ნესლერის რეაქტივთან რეაქციის საფუძველზე. მიღებული შეფერილობის ინტენსივობა ხსნარში ამონიუმის შემცველობის პროპორციულია. შეფერადებული ხსნარის კოლორიმეტრირებას აწარმოებენ ფოტოკოლორიმეტრზე.

აღნიშნული მეთოდით ამონიუმის განსაზღვრას ხელს უშლის ხსნარში არსებული კალციუმის და მაგნიუმის იონები და სხვა მინარევები მათ მიერ ნესლერის რეაქტივთან ნალექისა და ხსნარის სიმღვრივის გამოწვევის გამო. აღნიშნული მინარევების მოცილება შეიძლება ხსნარში სეგნეტის მარილის დამატებით,

რომელიც ბოჭავს კალციუმის და მაგნიუმის იონებს არადი-სოცირებად შენაერთებში.

ანალიზის მსვლელობა

ნაკელის საშუალო ნიმუშს აქუცმაცებენ (აუცილებლობის შემთხვევაში) მაკრატლით ისე, რომ ცალკეული ჩალის ღეროს სიგრძე არ აღემატებოდეს 1 სმ-ს. შემდეგ სინჯს კარგად შეურევენ დიდ ფაიფურის ჯამში.

ტექნიკურ სასწორზე წონიან ნედლი ნაკელის 10 გრამს, ათავსებენ 300 მლ მოცულობის კოლბში და ასხამენ 200 მლ მარილმჟავას 0,05 **н** ხსნარს, კოლბის შიგთავსს ანჯღრევენ როტატორზე 30 წუთის განმავლობაში. ნჯღრევის შემდეგ კოლბის შიგთავსს ფილტრავენ ორმაგი დაკეცილი ფილტრით, ფილტრატის პირველ მღვრიე ულუფას გადაღვრიან. 10 მლ გამჭვირვალე ფილტრატს გადაიტანენ 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, გამოხდილი წყლით (რომელიც არ შეიცავს ამონიუმს) მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. აღნიშნული კოლბიდან პიპეტით იღებენ 25 მლ საკვლევ ხსნარს და გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ამატებენ 4 მლ სეგნეტის მარილის 25%-იან ხსნარს, ამატებენ გამოხდილ წყალს 80-90 მლ მოცულობამდე, შეურევენ და ამატებენ 4 მლ ნესლერის რეაქტივს. კოლბში ხსნარის მოცულობას გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

კოლორიმეტრირებას ატარებენ ლურჯი შუქფილტრით, ტალღის სიგრძე 400–440 მმკ. ამონიუმის შემცველობას პოულობენ დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით **(დაყალიბებული გრაფიკის მომზადება იხ. გვ. 116-117, II.10.3.4).**

ანგარიში. ამონიუმის რაოდენობას ნაკელში ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$NH_4\,(\%) = (\mathbf{a} \cdot \mathbf{p} \cdot 100) : \mathbf{н}$$

სადაც, **a** - არის მგ NH_4 გრაფიკის მიხედვით; **p** - განზავება **(200/10)· (100/25) =80; 100** %-ზე გადასაანგარიშებელი; **н** - ნაკელის წონაკი;

რეაქტივები. 1. მარილმჟავა 0,05 н;

2. სეგნეტის მარილი, 25%-იანი ხსნარი: 25 გ რეაქტივს ხსნიან 75 მლ გამოხდილ წყალში, რომელიც არ შეიცავს ამონიუმს.

3. ნესლერის რეაქტივი - გამოიყენება ქარხნული წესით დამზადებული მზა რეაქტივი.

V.III.6. საერთო ფოსფორის განსაზღვრის მეთოდი.

საერთო ფოსფორის რაოდენობის განსაზღვრისათვის იყენებენ მშრალ ნაშთს საანალიზო წონაკში ტენის პროცენტული რაოდენობის განსაზღვრის შემდეგ. თუკი, საერთო ფოსფორის შემცველობის დადგენისათვის ანალიზს ატარებენ ტენის განსაზღვრიდან 12 და უფრო მეტი საათის შემდეგ, საანალიზო წონაკის მშრალ ნაშთს 1 საათის განმვლობაში აშრობენ საშრობ კარადაში 100-105^{0}C ტემპერატურაზე. მშრალი ნაშთიდან, მისი კარგად შერევის შემდეგ საანალიზოდ იღებენ 1,0 გ წონაკს. აწონვას ატარებენ ცდომილებით არა უმეტეს 0,001 გ;

მშრალი ორგანული სასუქის ნიმუშის მინერალიზაციას ატარებენ შერეული კატალიზატორის ან წყალბადის ზეჟანგის თანაარსებობის პირობებში (როგორც ეს აღწერილია V.III.4-ში, გვ. 505-506).

ანალიზის მსვლელობა.

100 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქებში ან კონუსურ კოლბებში ათავსებენ 2- 2 მლ-ობით საანალიზო და შესადარებელ ხსნარებს, ამატებენ 50 მლ-ობით რეაქტივ **Б**-ს, შეურევენ და შეფერადების სრული განვითარებისთვის ხსნარებს 30 წუთით აყოვნებენ ოთახის ტემპერატურაზე. ხსნარების ოპტიკურ სიმკვრივეს ზომავენ № 1 შესადარებელ ხსნართან შეფარდებით ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე წითელი შუქფილტრით ან სპექტროფოტომეტრზე 710 მმკ ტალღის სიგრძეზე, კიუვეტის გამოყენებით, რომელშიც სინათლის შთანთქმის არის სისქე 10 მმ-ია;

რეაქტივებში ფოსფორის მინარევების აღრიცხვის მიზნით და ანალიზის შედეგში მოსალოდნელი შესწორების შეტანისათვის

ერთდროულად ატარებენ საკონტროლო ცდას ანალიზის ყველა სტადიის იგივე პირობებში და რეაქტივების იგივე რაოდენობის გამოყენებით, მხოლოდ საანალიზო სასუქის გარეშე.

დაყალიბებული გრაფიკის გამოყენებით და საანალიზო ხსნარების ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვის შედეგების მიხედვით, პოულობენ საერთო ფოსფორის პროცენტულ შემცველობას.

საერთო ფოსფორის პროცენტულ რაოდენობას (X) მშრალ ორგანულ სასუქში ანგარიშობენ ფორმულით: $\mathbf{X = X_1 - X_2}$,

სადაც, $\mathbf{X_1}$ - არის საანალიზო ნიმუშში საერთო ფოსფორის შემცველობა დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით, %-ში მშრალ პროდუქტზე; $\mathbf{X_2}$ - საერთო ფოსფორის შემცველობა საკონტროლო ნიმუშში დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით, %-ში. საერთო ფოსფორის ანალიზის შედეგებს გადაიანგარიშებენ საწყისი ტენის მქონე ორგანულ პროდუქტზე.

თუკი, საანალიზო ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვის შედეგები გამოდის დაყალიბებული მრუდის ფარგლებიდან, განსაზღვრას იმეორებენ; წინასწარ განაზავებენ საანალიზო ხსნარს გამოხდილი წყლით. გრაფიკზე ნაპოვნ შედეგებს ამრავლებენ კოეფიციენტზე P, რომელიც გვიჩვენებს რამდენჯერ ჩატარდა განზავება, რომელსაც ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\mathbf{P = V_1 : V},$$

სადაც, $\mathbf{V_1}$ - არის განზავებული ხსნარის მოცულობა, მლ; **V** - საწყისი ხსნარის მოცულობა, რომელიც აღებულია განზავებისთვის, მლ;

ორ პარალელურ განსაზღვრის შედეგებს შორის დასაშვები განსხვავება, სარწმუნო დამაჯერებლობის ხარისხის - P = 0,95 პირობებში, არ უნდა აღემატებოდეს ქვემოთ მითითებულ მნიშვნელობებს:

საერთო ფოსფორის შემცველობა მშრალ პროდუქტზე,% :

	1,0-მდე;	1,0 -2,0-მდე;	2,0-5,0-მდე;	5,0-ზე მეტი;
დასაშვები განსხვავება, %:	**0,05**	**0,1**	**0,2**	**0,3**

რეაქტივები: 1.შერეული კატალიზატორი.

2. გოგირდის მჟავას ხსნარი 2,5 მოლი/ლ კონცენტრაციით: 600-700 მლ გამოხდილ წყალს ათავსებენ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში და ჩაასხამენ მასში 140 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას. ამ დროს კოლბში ხსნარი ცხელდება. გაცივების შემდეგ კოლბში არსებული ხსნარის მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ხსნარს ინახავენ მაცივარში არა უმეტეს 3 თვისა.

3. რეაქტივი A: 12,0 გ მოლიბდენმჟავა ამონიუმს ათავსებენ 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და ამატებენ გამოხდილ წყალს ნიშანხაზამდე. 0,29 გ კალიუმის ანტიმონილტარტრატს* ათავსებენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და დაასხამენ გამოხდილ წყალს ნიშანხაზამდე. შერევისა და რეაქტივების გახსნის შემდეგ ორივე ხსნარს გადაიტანენ 2 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში და ამატებენ გოგირდმჟავას 2,5 მოლი/ლ კონცენტრაციის ხსნარის 1 მლ-ს; ხსნარის კარგად შერევისა და გაცივების შემდეგ მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. რეაქტივს ინახავენ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში მაცივარში არა უმეტეს 3 თვისა.

4. რეაქტივი Б : 0,53 გ ასკორბინის მჟავას ათავსებენ 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და დაასხამენ 100 მლ **რეაქტივ A -ს.** ასკორბინის მჟავას გახსნის შემდეგ ხსნარის მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. ხსნარს ამზადებენ და იყენებენ ანალიზის ჩატარების დღეს.

5. ერთჩანაცვლებული ფოსფორმჟავა კალიუმის სანიმუშო ხსნარი: 1,916 გრამ, წინასწარ 105-110^{0}C ტემპერატურაზე გამომშრალ, მუდმივ წონამდე მიყვანილ ერთჩანაცვლებულ ფოსფორმჟავა კალიუმს 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში ხსნიან გამოხდილ წყალში და კარგად შერევის შემდეგ ხსნარის მოცულობა წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე. მიღებულ ხსნარს კვლავ გულმოდგინედ შეურევენ. მიღებული ხსნარის 1 მლ შეიცავს 1 მგ

---

* **გაყიდვაშია აღნიშნული რეაქტივი დასახელებით - „сурьмяно-виннокислый калии„ - ($SbOKC_4H_6O_6 \cdot 0,5\ H_2O$).**

P_2O_5 და 0,66 მგ K_2O. ხსნარს იყენებენ, ფოსფორისა და კალიუმის განსაზღვრისას შესადარებელი ხსნარების მოსამზადებლად.

6. შესადარებელი ხსნარები. 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში ათავსებენ 0, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25 მლ სანიმუშო ხსნარს. ყოველ კოლბში, მისი მოცულობის ნახევრამდე ასხამენ გამოხდილ წყალს, ამატებენ 15 მლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას. გაცივების შემდეგ, კოლბში ხსნარის მოცულობას გამოხდილი წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. მიღებულ ხსნარებში P_2O_5-ის შემცველობა მშრალ პროდუქტზე გადაანგარიშებით შესაბამისად შეადგენს 0; 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,80; 1,00; 1,25%; შესადარებელ ხსნარებს ინახავენ მაცივარში არა უმეტეს 3 თვისა. შესადარებელი ხსნარების შეფერადებას ატარებენ საანალიზო ხსნარების შეფერადების ანალოგიურად და მათთან ერთდროულად.

V.III.7. საერთო კალიუმის განსაზღვრის მეთოდი.

საერთო კალიუმის განსაზღვრისათვის იყენებენ მშრალ ნაშთს საანალიზო წონაკში ტენის პროცენტული რაოდენობის განსაზღვრის შემდეგ.

თუკი, საერთო კალიუმის შემცველობის დადგენისათვის ანალიზს ატარებენ ტენის განსაზღვრიდან 12 და უფრო მეტი საათის შემდეგ, საანალიზო წონაკის მშრალ ნაშთს 1 საათის განმავლობაში გამოაშრობენ საშრობ კარადაში - 100-105^{0}C ტემპერატურაზე. მშრალი ნაშთიდან, მისი კარგად შერევის შემდეგ, საანალიზოდ იღებენ 1,0 გ წონაკს. აწონვას ატარებენ ცდომილებით არა უმეტეს 0,001 გ.;

ანალიზის მსვლელობა

50 მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქებში ათავსებენ საანალიზო და შესადარებელ ხსნარებს, შეჰყავთ ისინი ალოვან ფოტომეტრში და იღებენ ხელსაწყოს ჩვენებას.

ანალიზის შედეგში მოსალოდნელი შესწორების შეტანისათვის და რეაქტივებში კალიუმის მინარევების აღრიცხვის მიზნით, ერთდროულად ატარებენ საკონტროლო ცდას ანალიზის ყველა სტადიის იგივე პირობებში და რეაქტივების იგივე რაოდენობის გამოყენებით, მხოლოდ საანალიზო სასუქის გარეშე.

დაყალიბებული გრაფიკის გამოყენებით, საანალიზო ხსნარების ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვის შედეგების მიხედვით ანგარიშობენ საერთო კალიუმის პროცენტულ შემცველობას.

მშრალ ორგანულ პროდუქტში საერთო კალიუმის რაოდენობას პროცენტებში ანგარიშობენ ფორმულით: $\mathbf{X = X_1 \cdot X_2}$,

სადაც, $\mathbf{X_1}$ - არის საერთო კალიუმის რაოდენობა საანალიზო სინჯში დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით, % მშრალ პროდუქტზე;

$\mathbf{X_2}$ - საერთო კალიუმის შემცველობა საკონტრლო ცდაში დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით, %; საერთო კალიუმის ანალიზის შედეგებს გადაიანგარიშებენ საწყისი (ბუნებრივი) ტენის მქონე ორგანულ პროდუქტზე.

თუკი, საანალიზო ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვის შედეგები გამოდის დაყალიბებული მრუდის ფარგლებიდან, განსაზღვრას იმეორებენ; წინასწარ განაზავებენ საანალიზო ხსნარს გამოხდილი წყლით. გრაფიკზე ნაპოვნ შედეგებს ამრავლებენ კოეფიციენტზე P, რომელიც გვიჩვენებს რამდენჯერ ჩატარდა განზავება, რომელსაც ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\mathbf{P = V_1 : V},$$

სადაც, $\mathbf{V_1}$ - არის განზავებული ხსნარის მოცულობა, მლ; $\mathbf{V}$ - საწყისი ხსნარის მოცულობა, რომელიც აღებულია განზავებისთვის, მლ;

ორ პარალელურ განსაზღვრის შედეგებს შორის დასაშვები განსხვავება, სარწმუნო დამაჯერებლობის ხარისხის - P = 0,95 პირობებში, არ უნდა აღემატებოდეს ქვემოთ მითითებულ მნიშვნელობებს:

საერთო კალიუმის შემცველობა

მშრალ პროდუქტზე,% : 0,5-მდე; 0,5-დან -1,0-მდე; 1,0-დან - 3,0-მდე

დასაშვები განსხვავება, %: 0,03 0,05 0,10

რეაქტივები

1. შერეული კატალიზატორი.

2. ერთჩანაცვლებული ფოსფორმჟავა კალიუმის სანიმუშო ხსნარი.

3. შესადარებელი ხსნარები. 500 მლ მოცულობის საზომ კოლბებში ათავსებენ სანიმუშო ხსნარების - 0, 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 მლ-ს; ყოველ კოლბში, მისი მოცულობის ნახევრამდე, ასხამენ გამოხდილ წყალს, 15 მლ-ობით ამატებენ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას, კოლბის შიგთავსის გაცივების შემდეგ ხსნარის მოცულობა გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ. აღნიშნულ ხსნარებში K_2O-ს შემცველობა შესაბამისად შეადგენს: 0; 0,03; 0,16; 0,33; 0,50; 0,66; 0,82; 0,99; 1,16% მშრალ ორგანულ პროდუქტზე; შესადარებელ ხსნარებს ინახავენ მაცივარში არა უმეტეს 3 თვისა; შესადარებელ ხსნარებს იყენებენ ალოვანი ფოტომეტრის დაყალიბებისთვის ანალიზის ჩატარების დღეს. შესადარებელი ხსნარების ფოტომეტრირებას ატარებენ საანალიზო ხსნარებთან ერთდროულად, ხოლო, მშრალი ორგანული სასუქის ნიმუშის მინერალიზაციას - შერეული კატალიზატორის ან წყალბადის ზეჟანგის თანაარსებობისას (როგორც ეს აღწერილია V.III.4-ში, 505 გვ.).

საკონტროლო კითხვები V.III. ქვეთავთან დაკავშირებით:

1. დაასახელეთ ორგანული სასუქები. რომელია მათგან მთავარი და ყველგან გავრცელებული.

2. რატომ უწოდებენ ნაკელს, წუნწუხს და სხვა ორგანულ სასუქებს ადგილობრივს?

3. რა განსხვავებაა საფენიან და უსაფენო ნაკელს შორის?

4. რამდენი პროცენტია ორგანული ნივთიერების წილი ნიადაგში შეტანილი საკვები ელემენტების საერთო ბალანსში?

5. რა მნიშვნელობა აქვს ორგანული სასუქის ხარისხის კონტროლს?

6. რომელია მყარი ორგანული სასუქი და როგორია მათი ნიმუშის აღების წესი?

7. როგორია თხიერი ნაკელის საანალიზო ნიმუშის აღების წესი?

8. რა ძირითადი მოთხოვნებია ორგანული სასუქების ანალიზის მეთოდების მიმართ?

9 ძალიან მოკლედ, სქემატურად აღწერეთ ორგანული სასუქში ტენისა და მშრალი ნაშთის განსაზღვრის მეთოდი.

10. დაწერეთ მშრალი ნაშთის პროცენტული შემცველობის გამოანგარიშების ფორმულა.

11. დაწერეთ ტენის შემცველობის გამოანგარიშების ფორმულა.

12. რას ნიშნავს ორგანული სასუქის მინერალიზაცია?

13. დაგვისახელეთ ორგანულ სასუქში საერთ აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის განსაზღვრის მეთოდები.

14. მოკლედ აღწერეთ კელდალის მეთოდით აზოტის გადადენის პროცესი.

15. რას ნიშნავს დაყალიბებული გრაფიკი და როგორ აგებენ მას?

16. რომელი რეაქტივისგან ამზადებენ ფოსფორისა და კალიუმის განსაზღვრისას სანიმუშო ხსნარს და როგორია მისი შედგენილობა?

17. როგორი სახითაა ნაკელში წარმოდგენილი აზოტი? რა უპირატესი თვისებით გამოირჩევა ამონიუმის აზოტი?

18. რომელ ხელსაწყოებს იყენებენ ფოსფორის და კალიუმის განსაზღვრისათვის?

V.IV. ტორფის ანალიზი.

V. IV.1. ტორფის ზოგადი დახასიათება.

ორგანული სასუქების წარმოებისათვის ერთ-ერთი დიდი რესურსი საქართველოში გავრცელებული ტორფებია. ტორფი ფართო გამოყენებას პოულობს სოფლის მეურნეობაში. იგი გამოიყენება საფენად, სხვადასხვა კომპოსტების შემადგენელ ნაწილად, ტორფსარგავი ქოთნების დასამზადებლად, დამულჩვისათვის და უშუალოდ სასუქად სუფთა სახით ან მინერალურ სასუქებთან ერთად. ტორფიდან მზადდება სხვადასხვა ტორფო-კომპოსტები: ტორფო-ნაკელის, ტორფო-წუნწუხის, ტორფო-მინერალურის, ტორფო-ფოსფორიტის, ტორფო-დოლომიტის, ტორფო-კირის და სხვა. იგი გამოიყენება იმ წესით და იმ ვადებში, როგორც საერთოდ ორგანული სასუქები. ნიადაგში შესატანი ნორმა განისაზღვრება ნიადაგის ტიპისა და ხარისხობრივი მაჩვენებლების მიხედვით, სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა თავისებურებების გათვალისწინებით. პირდაპირ სასუქად გამოიყენება ძლიერ და კარგად დაშლილი ტორფი, სუსტად დაშლილი ტორფი კი დაკომპოსტების შემდეგ.

საქართველოში გამოვლენილია და დეტალურად დაძიებულია ტორფის 45 საბადო 33 ათას ჰექტარზე და მისი მარაგი 1 მილიარდ კუბურ მეტრამდე განისაზღვრება. ტორფის ძირითადი საბადოები შავი ზღვის აუზშია გავრცელებული. მისი მარაგები და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები მოტანილია ცხრილში №17.

ტორფის როგორც სასუქის შეფასებისთვის მნიშვნელოვანია მისი მჟავიანობის (pH)-ის, ნაცრიანობის და საკვები ნივთიერებების შემცველობის ცოდნა.

ნორმალური ნაცრიანობის ტორფი მდიდარია აზოტით, ღარიბია ფოსფორით და ძალზე ღარიბია კალიუმით და მიკროელემენტებით, განსაკუთრებით სპილენძით.

ცხრილი17

ტორფის ძირითადი საბადოები შავი ზღვის აუზში, მისი მარაგები და ზოგიერთი ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები.

ტორფის საბადო	საერთო ფართობი, ჰა;	ტორფის მარაგები,	ბუნებრივი ტენი. %;	დაშლის ხარ-ხი, %	ნაცრიანობა,%	აბსოლუტურად მშრალი ნივთიერების %		
						MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3
ზუგდიდი, ანაკლიის საბადო	545	26,1	82,8	25-30	25	0,28-0,30	0,80-0,90	0,70-0,80
ლანჩხუთი იმნათის საბადო	4359	286,0	89,6	45-50	30	0,25-0,35	0,60-0,70	0.60-0,70
ლანჩხუთი გრიგოლეთის საბადო	418	14,2	82,5	30-35	25	0,27-0,32	0,60-0,70	0,60-0,70
ხობი ჭურიის საბადო	2226	82,3	90,6	25-30	27	0,28-0,30	0.70-0,80	0.70-0,80
ხობი ნაბადას საბადო	4045	221,8	80,6	40-50	28	0,28-0,35	0.70-0.80	0,60-0,70
ფოთი მალთაყვას საბადო	887	46,0	89,0	30-35	28	0,30-0,35	0.60-0,70	0.60-0,70
ქობულეთი. ქობულეთის საბადო	991	29,1	86,2	40-45	20	0,28-0,35	0.80-0.90	0.70-0,80

ცხრილი 18

ნორმალურ ნაცრიანი ტორფის აგროქიმიური თვისებები

ტორფი	გამონაწურის pH		შეიცავს (%) აბსოლუტურად მშრალი ნივთიერების წონის მიმართ					
	წყლის	მარილის	ორგან-ულ ნი-ვთიერ-ებას	ნაცარს	N	P_2O_5	K_2O	CaO
მაღლობის	3,0-4,5	2,6-3,2	95-98	2-5	0,7-1,5	0,05-0,15	0,05-0,10	0,2-0,4

გარდა-მავალი	4,0-6,0	3,6-4,4	90-95	5-10	1,2-2,5	0,10-0,25	0,10-0,15	0,4-2,0
დაბლობის	5,5-7,0	4,8-5,8	85-92	8-15	2,5-3,5	0,20-0,60	0,15-0,20	2,0-6,0

V.IV. 2. ტორფის ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრა.

ტორფის ნიმუშის მომზადება საანალიზოდ.

ტორფს ჰაერმშრალ მდგომარეობამდე აშრობენ შენობაში, რომელშიც არ არის ამიაკის სუნი და ადვილად აქროლადი მჟავები. კვადრატებად დაყოფის მეთოდით იღებენ საშუალო ნიმუშს, შემდეგ აქუცმაცებენ და ცრიან 1 მმ დიამეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში. ნიმუშებს ინახავენ მილესილ საცობიან ქილებში და იყენებენ ყველა სახის ანალიზისთვის.

აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის შემცველობას ტორფში საზღვრავენ სველი ან მშრალი დანაცრიანების შემდეგ. იყენებენ იგივე მეთოდიკას, რასაც მცენარის ანალიზის დროს (იხ. გვ. 273-275).

ტენის განსაზღვრისათვის ტორფის ლაბორატორიული ნიმუშიდან წინასწარ აწონილ ბიუქსში ათავსებენ 5-10 გრამ წონაკს, დამოკიდებულია მისი დაშლის ხარისხზე. ბიუქსს დგამენ საშრობ კარადაში და აშრობენ 2,5-4 საათის განმავლობაში 105^0C ტემპერატურაზე, შემდეგ აცივებენ ექსიკატორში და წონიან ანალიზურ სასწორზე. ბიუქსებს ტორფით კვლავ დგამენ საშრობ კარადაში, განმეორებით აშრობენ 30 წუთის განმავლობაში, რის შემდეგ კვლავ წონიან.

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

ჰიგროსკიპულ ტენს ანგარიშობენ ფორმულით

$$\%W = (a \cdot 100) : m,$$

სადაც, **a** - არის აორთქლებული ტენი, გ; **m** - მშრალი ტორფის წონა, გ;

ჰიგროსკოპული ტენის გამოანგარიშების მაგალითი. ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრისათვის აღებული იყო ტორფის

ნიმუში წონით - 3,5673 გ. აორთქლებული წყლის მასამ შეადგინა 0,1241 გ.; ტორფის ჰიგროსკოპული ტენი შეადგენს:

%W = (0,1241 · 100) : 3,4432 = 3,60

შედეგების ჩაწერის ფორმა:

ნიმუშის №	ბიუქსის №	მ ა ს ა, გ.						ჰიგროსკოპული ტენი, % (W)
		ცარიელი ბიუქსის	ბიუქსის ტორფით			მშრალი ტორფის	აორთქლებული წყლის	
			გამოშრობამდე, გ.	გამოშრობის შემდეგ				
				I-ლი აწონა	მე-2 აწონა			
1	4	12,4584	16,0257	15,9095	15,9016	3,4432	0,1241	3,60

V.IV.3. ორგანულ და მინერალურ ნივთიერებათა რაოდენობის განსაზღვრა ტორფში.

მეთოდის პრინციპი: საანალიზოდ აღებულ ტორფში ორგანული ნივთიერების დაწვა ხდება მაღალ ტემპერატურაზე. აწონვით ისაზღვრება მინერალური ნაწილი და საერთო შემცველობიდან მინერალური ნაწილის გამოკლებით ანგარიშობენ ორგანულ ნივთიერებას.

ანალიზის მსვლელობა: წინასწარ გამოწრთობილ, მუდმივ წონამდე მიყვანილ ტიგელში ათავსებენ ტიგელის ნახევრამდე ტორფს (დაახლოებით 20 გრამს) და წონიან. შემდეგ, ტიგელს დგამენ ელექტროქურაზე და აწარმოებენ დანახშირებას. ამ დროს გამოიყოფა წყალი და აირები ბოლის სახით. ბოლის გამოყოფის დამთავრების შემდეგ ტიგელს ათავსებენ ელექტროღუმელში 400-500^0 C ტემპერატურაზე სრული დაწვისათვის. დაწვა დამთავრებულად ჩაითვლება მაშინ, როდესაც დარჩენილი მინერალური ნივთიერება მიიღებს მონაცრისფრო თეთრ ფერს. დანაცვრის დამთავრების შემდეგ ტიგელს გამოიღებენ, გააცივებენ ექსიკატორში და აწონიან. ნაცრიანი ტიგელის წონას გამოაკლებენ ცარიელი ტიგელის წონას და ღებულობენ მინერა-

ლური ნივთიერების რაოდენობას გ-ში. შემდეგ, პროპორციის საშუალებით ანგარიშობენ მინერალურ ნივთიერებას %-ში. მიღებულ რიცხვს გამოაკლებენ 100-დან და მიიღებენ ტორფში ორგანული ნივთიერების რაოდენობას.

შედეგების ჩაწერის ფორმა:

ნიმუშის №	ტიგელის №	ცარიელი ტიგელის წონა, გ;	ტორფიანი ტიგელის წონა, გ;	ტორფის წონა, გ:	ტიგელისა და მინერალური ნივთიერების წონა,გ;	მინერალური ნივთიერების წონა,გ;	მინერალური ნივთიერება, %- ში;	ორგანული ნივთიერება, %-ში;
2	13	55,8214	76,1214	20,3	65,5232	9,70	47,8	52,2

V.IV.4. ტორფის აქტუალური და გაცვლითი მჟავიანობის განსაზღვრა.

აქტუალური მჟავიანობის ქვეშ იგულისხმება ტორფის თავისუფალი მჟავიანობა, რომელიც გამოისახება pH-ის მაჩვენებლით წყლით გამონაწურში. ტორფის აქტუალური მჟავიანობის მიხედვით მსჯელობენ სასუქად მისი გამოყენების ვარგისიანობაზე.

ტორფის გაცვლითი მჟავიანობის განსაზღვრისას გათვალისწინებულია არა მარტო თავისუფალი მჟავიანობა, არამედ ფარულიც. გაცვლით მჟავიანობას ახასიათებენ pH-ის სიდიდით ტორფიდან მარილის გამონაწურში. გაცვლითი მჟავიანობის სიდიდის მიხედვით მსჯელობენ კირთან მისი კომპოსტირების აუცილებლობაზე.

ანალიზის მსვლელობა:

ტორფის აქტუალური მჟავიანობის განსაზღვრისათვის 1 გრამ ჰაერ - მშრალ ტორფს ათავსებენ 50 მლ მოცულობის ჭიქაში და ასხამენ 25 მლ გამოხდილ წყალს (pH 6,8-7,0). ჭიქის შიგთავსს შეურევენ მინის წკირით 1 წუთის განმავლობაში და საზღვრავენ pH-ს პოტენციომეტრული მეთოდით.

ტორფის გაცვლითი მჟავიანობის განსაზღვრისათვის ჰაერ-მშრალი ტორფის 1 გრამს ათავსებენ 50 მლ მოცულობის ჭიქაში და ასხამენ 25 მლ კალიუმის ქლორიდის 1,0 н ხსნარს (pH 6,6-6,8). ჭიქის შიგთავსს მინის წკირით კარგად შეურევენ 1 წუთის განმავლობაში და აყოვნებენ 24 საათი. აღნიშნული დროის გასვლის შემდეგ საზღვრავენ pH-ს პოტენციომეტრული მეთოდით.

V.IV.5. ტორფის ჰიდროლიზური მჟავიანობის განსაზღვრა.

წყალბადის იონებს, რომლებიც განაპირობებენ ჰიდროლიზურ მჟავიანობას, აძევებენ ძმარმჟავა ნატრიუმის 1,0 н ხსნარით (pH 8,2). ტორფი - ხსნარის შეფარდება შეადგენს 1:300.

ანალიზის მსვლელობა:

ჰაერმშრალი, კარგად შერეული, დაქუცმაცებული, 1 მმ დიამეტრის მქონე საცერში გატარებული ტორფის საშუალო ნიმუშიდან წონიან 1,5 გრამს და ათავსებენ 500 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან კოლბში. წონაკს ასხამენ 450 მლ ძმარმჟავა ნატრიუმის 1,0 н ხსნარს (pH 8,2). კოლბს მჭიდროდ ახურავენ საცობს, კარგად შეურევენ 3 წუთის განმავლობაში და ტოვებენ 18-20 საათით (დაყოვნება შეიძლება შეიცვალოს 1 საათის განმავლობაში ნჯღრევით). მომდევნო დღეს კოლბის შიგთავსს კვლავ კარგად შეურევენ და სუსპენზიას ფილტრავენ კოლბში მშრალი, მკვრივი, დაკეცილი ფილტრის გამოყენებით; ფილტრატის პირველ (მღვრიე) ულუფას გადაღვრიან.

მიღებული ფილტრატიდან პიპეტით იღებენ 100 მლ გამჭვირვალე ხსნარს, გადაიტანენ კონუსურ კოლბში, ამატებენ 2-3 წვეთ ინდიკატორ ფენოლფტალეინს და ტიტრავენ NaOH-ის 0,1 н ხსნარით ვარდისფერის მიღებამდე, რომელიც არ ქრება 1 წუთის განმავლობაში.

თუკი ხსნარი ძლიერაა შეფერადებული, მაშინ ვარდისფერ ფილტრატს გამოხდილი წყლით განაზავებენ სუსტად შეფერადებული ხსნარის მიღებამდე. ამ შემთხვევაში დატიტვრა უნდა ჩატარდეს საკონტროლო ანალიზის თანხლებით.

ერთდროულად ტიტრავენ 100 მლ ნატრიუმის აცეტატის საწყის ხსნარს. დატიტვრაზე დახარჯული ტუტის მოცულობა უნდა გამოაკლდეს ფიტრატის დატიტვრაზე მიღებულ შედეგებს.

ტორფის ჰიდროლიზურ მჟავიანობას ანგარიშობენ ფორმულით (მგ.ექვ/100 გ):

$$\text{Hr (ჰ.მ.)} = \frac{(a-b)\times n\times 450}{10\times 1,5},$$

სადაც, **a** - არის საკვლევი ნიმუშის დატიტვრაზე დახარჯული NaOH-ის 0,1 н ხსნარის რაოდენობა; **b - საკონტროლოს** დატიტვრაზე დახარჯული NaOH-ის 0,1 н ხსნარის რაოდენობა; **n** - NaOH-ის ნორმალობა; 10 - მილიგრამის მგ.ექვ.-ში გადასაყვანი კოეფიციენტი..

რეაქტივები: 1. ძმარმჟავა ნატრიუმის 1,0 n ხსნარი. 82 გრამ უწყლო ან 136 გრამ ძმარმჟავა ნატრიუმს 3 მოლეკულა წყლით ($CH_3COONa \cdot 3\ H_2O$) ხსნიან 500-600 მლ გამოხდილ წყალში, გადაიტანენ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში და წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე. pH-ის შემოწმებისთვის იღებენ 20 მლ მომზადებულ ხსნარს, ამატებენ 1-2 წვეთ ფენოლფტალეინს. შეფერადება უნდა იყოს სუსტი ვარდისფერი. თუკი შეფერადება არ არის საჭიროა წვეთობით დაემატოს NaOH-ის 10 %-იანი ხსნარი. თუკი შეფერადება ინტენსიურია (pH 8,2-ზე მეტი) ხსნარში წვეთობით ამატებენ ძმარმჟავას 10 %-იან ხსნარს.

2. ფენოლფტალეინი. 0,1 გრამ ფენოლფტალეინს ხსნიან 95%-იან ეთილის სპირტში 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ინახავენ მილესილ საცობიან ჭურჭელში.

3. **NaOH- ის 0,1 н ხსნარი.** ხსნარს ამზადებენ ფიქსონალისგან; ამპულის შიგთავსს წყლით ხსნიან 1ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში.

V.IV.6. ტორფის ნაცრიანობის განსაზღვრა.

ნაცრის შემცველობა ტორფში საშუალებას იძლევა იმსჯელონ მის გამანოყიერებელ თვისებებზე. ნაცრის რაოდენობის განსაზღვრისას ტორფის წონაკს წვავენ ფაიფურის ტიგელში და აწრთობენ მუფელის ღუმელში მუქი - წითელი ვარვარების ტემპერატურაზე, მუდმივ წონამდე.

ანალიზის მსვლელობა:

ჰაერ-მშრალი ტორფის 1-2 გრამ წონაკს ათავსებენ ფაიფურის ტიგელში და დგამენ ცივ მუფელის ღუმელში, რის შემდეგ თანდათან აცხელებენ. ტიგელს ტორფით ღუმელში ტოვებენ 650-750^0 C ტემპერატურაზე 2 საათის განმავლობაში.

გამოწრთობის შემდეგ ტიგელი გადააქვთ ექსიკატორში და სრული გაცივების შემდეგ წონიან ანალიზურ სასწორზე. შემდეგ ტიგელს ნაცრით კვლავ ათავსებენ მუფელის ღუმელში 40 წუთით, ამის შემდეგ აცივებენ და აკეთებენ საკონტროლო აწონვას.

ანალიზის შედგების ანგარიში:

ნაცრის შემცველობას (%-ში) ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\%A = (a \cdot 100) : m,$$

სადაც, **a** - არის ნაცრის მასა, გ; **m** - საანალიზოდ აღებული ტორფის წონა, გ;

ტორფის ნაცრიანობის გამოანგარიშების მაგალითი: ტორფის ნაცრიანობის განსაზღვრისათვის აღებული იყო 2,5342 გ წონაკი; ნაცრის მასამ შეადგინა 0,6254 გ. ტორფის ნაცრიანობა შეადგენს:

$$\%A = (0,6254 \cdot 100) : 2,5342 = 24,68$$

შედეგების ჩაწერის ფორმა:

ნიმუშის №	ბიუქსის №	მ ა ს ა , გ						ნაცრიანობა, %;
		ცარიელი ტიგელის	ტიგელი ტორფით			ტორფის წონაკი, გ;	ნაცრის მასა, გ;	
			გამოწრთობამდე	გამოწრთობის შემდეგ				
				I-ლი აწონვა	მე-2 აწონვა			
1	4	13,1654	15,6996	13,8198	13,7908	2,5342	0,6254	24,68

V.IV.7. რკინის შემცველობის განსაზღვრა ტორფის ნაცარში.

რკინის შემცველობა ტორფის ნაცარში ახასიათებს მის სასუქებრივ თვისებებს. თუ რკინის რაოდენობა ტორფში 10 %-ზე მეტია, მაშინ ასეთი ტორფის სასუქად გამოყენება არ შეიძლება.

ხსნარის მომზადება.

ხსნარის მოსამზადებლად იყენებენ ნაცარს, რომელიც მიღებულია 10-20 გ ტორფის დანაცრიანების შემდეგ. ნაცარს გასრესენ სანაყში ფხვნილისებრ მდგომარეობამდე.

ანალიზურ სასწორზე წონიან ძალიან წმინდად გასრესილი ნაცრის 1 გრამს, გადაიტანენ 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში და ასველებენ 10 მლ გამოხდილი წყლის დამატებით. ამის შემდეგ კოლბში წვეთობით ამატებენ 10 %-იან მარილმჟავას ნახშირმჟავას აირის გამოყოფის შეწყვეტამდე. შემდეგ საზომი ცილინდრიდან ამატებენ 20 მლ კონცენტრირებულ HCl, შეურევენ წრიული მოძრაობით, ამატებენ 1-2 მლ კონცენტრირებულ HNO_3, აცხელებენ ადუღებამდე და ადუღებენ 30 წუთის განმავლობაში. დუღილი არ უნდა იყოს ძლიერი. შემდეგ, კოლბის შიგთავსს აცივებენ, გადაიტანენ ფაიფურის ჯამში და აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე ამოშრობამდე. მშრალ ნაშთს ორჯერ ამუშავებენ კონცენტრირებული მარილის მჟავით, ყოველ ჯერზე წყლის აბაზანაზე აორთქლებენ ამოშრობამდე; შემდეგ გადაიტანენ თერმოსტატში და 1 საათის განმავლობაში გამოაშრობენ 120^0 C ტემპერატურაზე (ტემპერატურის უფრო ამაღლების შემთხვევაში ქლორიანი რკინა გადადის ჟანგში, რაც მნიშვნელოვნად აძნელებს ანალიზის ჩატარებას). მარილის მჟავით დამუშავებისას მშრალ ნაშთს ჯამში გულდასმით გასრესენ მინის წკირით.

ფაიფურის ჯამს აცივებენ, აორთქლების შემდეგ ნაშთს ასველებენ 5-6 მლ კონცენტრირებული HCl-ით, ჯამს ახურავენ მინას და ტოვებენ 10 წუთით. შემდეგ ასხამენ მასში 50 მლ ცხელ წყალს, ფაიფურის ჯამის შიგთავსს აცხელებენ წყლის აბაზანაზე, რითაც ხელს უწყობენ სილიციუმის მჟავას დალექვას. ცხელ

ხსნარს ფილტრავენ 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, ფაშარი, უნაცრო ფილტრის გამოყენებით, გაფილტვრის მთელ პერიოდში ჯამში არსებული სითხის ცხელ მდგომარეობაში შენარჩუნებით. ფილტრზე არსებულ ნალექს ჩარეცხავენ მარილმჟავას 1 %-იანი ცხელი ხსნარით, Fe^{3+}-ის იონზე ჩანარეცხი წყლის უარყოფით რეაქციამდე (სინჯი კალიუმის როდანიდით). გაცივების შემდეგ, კოლბში ფილტრატი გამოხდილი წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

ანალიზის მსვლელობა:

პიპეტით იღებენ 25 მლ საწყის ხსნარს, გადაიტანენ 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე. განზავებული ხსნარიდან პიპეტით იღებენ 10-20 მლ და გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში კოლორიმეტრირებისათვის. კოლბში ამატებენ 10-20 მლ გამოხდილ წყალს და ხსნარში არსებულ მჟავას ანეიტრალებენ ტუტის გაანგარიშებული მოცულობით (10%-იანი NaOH, გამოანგარიშების მაგალითი მოტანილია ქვემოთ). ამის შემდეგ, ხსნარის მოცულობა კოლბში წყლით მიჰყავთ დაახლოებით 80 მლ-მდე, ამატებენ 5 მლ განზავებულ (1:3) აზოტის მჟავას და 5 მლ KSCN-ის 10%-იან ხსნარს, ანჯღრევენ წრიული მოძრაობით, წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კვლავ კარგად შეურევენ.

15 წუთის შემდეგ ატარებენ კოლორიმეტრირებას. ტალღის სიგრძე 490 нм, კიუვეტი 30 მმ;

ტუტის მოცულობის გამოანგარიშებისათვის, რომელიც აუცილებელია ხსნარში მჟავიანობის განეიტრალებისათვის, პიპეტით იღებენ 10 მლ ხსნარს, ათავსებენ ფაიფურის ჯამში, ამატებენ 1-2 წვეთ ინდიკატორ მეთილის ორანჟს და ტიტრავენ ბიურეტიდან 10 %-იანი ტუტის ხსნარით ყვითელი ფერის მიღებამდე. მაგალითად, 10 მლ საანალიზო ხსნარში მჟავას განეიტრალებისათვის დაიხარჯა 2 მლ 10%-იანი NaOH -ის ხსნარი. მაშასადამე, კოლორიმეტრირებისათვის გამზადებულ კოლბში საჭიროა საანალიზო ხსნარის ყოველ 10 მლ-ზე ბიურეტიდან დაემატოს 2 მლ ტუტე.

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

ტორფის ნაცარში რკინის შემცველობას (პროცენტებში) ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\%Fe = (c \cdot 100) : (m \cdot 1\,000),$$

სადაც, **c** - არის რკინის კონცენტრაცია ხსნარში დაყალიბებული გრაფიკის მიხდვით, მგ/100 მლ; **1 000** - მილიგრამების გრამებში გადასაყვანი კოეფიციენტი; **m** - ნაცრის წონა, რომელიც შეესაბამება ხსნარის ალიქვოტურ ნაწილს, გ;

რკინის შემცველობა ნაცარში შეიძლება გადაანგარიშებული იქნეს ტორფში მის (Fe) შემცველობაზე ფორმულით:

$$\%Fe = (m \cdot a) : 100,$$

სადაც, **m** - არის რკინის შემცველობა ტორფის ნაცარში,%; **a** - ტორფის ნაცრიანობა, %;

ტორფის ნაცარში რკინის შემცველობის ანგარიშის მაგალითი: ხსნარის მოსამზადებლად აღებულია ნაცრის წონაკი 1,009 გრამი; მიღებულია ხსნარი 250 მლ მოცულობით. განზავებისთვის აღებულია 25 მლ საწყისი ხსნარი, გადატანილია 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და მოცულობა გამოხდილი წყლით მიყვანილია ნიშანხაზამდე. ტორფის ნაცარში რკინის შემცველობის განსაზღვრისათვის აღებულია 10 მლ განზავებული ხსნარი, მოთავსებულია 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, დამატებულია რეაქტივები მკაცრად განსაზღვრული თანმიმდევრობით, რომელიც გათვალისწინებულია მეთოდიკით. გრაფიკის მიხედვით კონცენტრაციამ შეადგინა 0,16 მგ/100 მლ;

ალიქვოტური წონის განსაზღვრა:

1) 1,009 გ. → 250 მლ-ში

X გ. → 25 მლ-ში

X გ. = (1,009 ·25) : 250 = 0,1009;

2) 0,1009 გ. →250 მლ-ში

X_1 გ. → 10 მლ-ში

X_1 გ. = (0,1009· 10) : 250 = 0,004;

რკინის შემცველობა ტორფის ნაცარში შეადგენს:

%Fe = (0,16 ·100): (0,004 · 1000) = 4,0.

შედეგების ჩაწერის ფორმა:

ნაცრის მასა, გ	საწყისი ხსნარის საერთო	განზავება		ხსნარის მოცულობა კოლორიმეტ-რირებისა-თვის, მლ	ალიქვო-ტური წონაკი, გ;	კონცენ-ტრაცია გრაფიკის მიხედვით, მგ/100 მლ	Fe, %
		საწყისი ხსნარის მოცულობა, მლ	ხსნარის საერთო მოცულობა, მლ				
1,009	250	25	250	10	0,004	0,16	4,0

რეაქტივები:

1. NaOH-ის 10%-იანი ხსნარი. 100 გ NaOH ხსნიან გამოხდილ წყალში ცეცხლგამძლე ჭიქაში, მინის წკირით მუდმივი შერევით. ხსნარს გადაიტანენ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში და წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე.

2. HCl-ის 10%-იანი ხსნარი. 1ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში ასხამენ 500 მლ-ზე ცოტა მეტ გამოხდილ წყალს, ამატებენ 236,4 მლ კონცენტრირებულ მარილმჟავას და წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე.

3. 1%-იანი HCl. 1ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში ასხამენ 500 მლ-ზე ცოტა მეტ გამოხდილ წყალს, ამატებენ 22,6 მლ კონცენტრირებულ მარილმჟავას და წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე.

4. HCl - კონცენტრირებული (ხვ. წონა 1,19);

5. HNO_3 - კონცენტრირებული (ხვ. წონა 1,40);

6. HNO_3 - განზავებული 1:3; 30 მლ HNO_3 (ხვ. წონა 1,40) განაზავებენ გამოხდილი წყლით 100 მლ-მდე.

7. კალიუმის როდანიდის (KSCN) 10 %-იანი ხსნარი. ტექნიკურ სასწორზე წონიან 10 გრამ KSCN, ხსნიან გამოხდილ წყალში და მოცულობა მიჰყავთ 100 მლ-მდე;

V.IV.8. კალციუმის შემცველობის განსაზღვრა ტორფის ნაცარში.

კალციუმის შემცველობა, სხვა მაჩვენებლებთან ერთად, აფასებს სასუქად ტორფის გამოყენების შესაძლებლობას. თუკი ტორფი შეიცავს 2%-ზე ნაკლებ კალციუმს, იგი უვარგისია სუფთა სახით გამოყენებისთვის. კალციუმს საზღვრავენ მოცულობითი ოქსალატური მეთოდით. მეთოდის საფუძველია ოქსალატის $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ – ნალექის მიღება შემდეგი ტოლობით:

$$Ca^{2+} + C_2O_4^{2-} + H_2O = CaC_2O_4 \cdot H_2O$$

ანალიზისთვის იყენებენ საწყის ხსნარს ნაცრიდან, რომლის მომზადება აღწერილია წინა პარაგრაფში (V.IV.7.).

ანალიზის მსვლელობა: ტორფის ნაცრის საწყისი ხსნარიდან პიპეტით იღებენ 50 მლ, გადაიტანენ 200 მლ მოცულობის ჭიქაში, განაზავებენ წყლით 100 მლ მოცულობამდე, ამატებენ 2-3 წვეთ მეთილის ორანჟს და წვეთობით ამატებენ ამიაკის 25%-იან ხსნარს ვარდისფერის გადასვლამდე ყვითელში. მიმდინარეობს ერთნახევარი ჟანგეულების დალექვა.

სითხეს ნალექით ადუღებენ ამიაკის სუნის გაქრობამდე (ჭარბი ამიაკის მოცილება), შემდეგ, ცხელ ხსნარს ფილტრავენ უნაცრო ფაშარი ფილტრით (წითელი ზოლით). ფილტრზე არსებულ ნალექს ჩარეცხავენ ცხელი წყლით, რომელიც შეიცავს ამიაკის კვალს (2-3 წვეთი 1 ლიტრზე). ჩარეცხვა გრძელდება ქლორის იონზე ჩარეცხილი წყლების უარყოფით რეაქციამდე ($AgNO_3$-თან რეაქცია HNO_3-ის თანაარსებობისას). ფილტრს ნალექთან ერთად გადააგდებენ. ფილტრატს და ჩარეცხილ წყალს აორთქლებენ 50 მლ მოცულობამდე, ამატებენ 10 მლ NH_4Cl-ის 1%-იან ხსნარს (რათა არ გამოილექოს მანგანუმი), ამატებენ 1-2 წვეთ მეთილის წითელს და ანეიტრალებენ 25%-იანი ამიაკით ყვითელი ფერის მიღებამდე. სითხეს შეამჟავებენ ძმარმჟავით მეთილის წითელის ვარდისფერი შეფერადების წარმოქმნამდე (რათა მაგნიუმის იონი არ გამოიყოს ნალექის სახით), აცხელებენ

ხსნარს ადუღებამდე და კალციუმის იონის გამოლექვისთვის ამატებენ მასში 20 მლ მჟაუნმჟავა ამონიუმის ნაჯერ ხსნარს. ხსნარს ნალექით ადუღებენ კიდევ რამდენიმე წუთი და აყოვნებენ თბილ ადგილზე არა ნაკლებ 4 საათით. აკეთებენ სინჯს კალციუმის იონების გამოლექვის სისრულეზე. ამ მიზნით, დაყოვნებული ხსნარის 2-3 მლ გადაიტანენ სინჯარაში, ამატებენ მჟაუნმჟავა ამონიუმს და აცხელებენ. თუკი CaC_2O_4-ის ნალექი არ გამოიყო, მაშინ სრული დალექვა მიღწეულია. დაყოვნების შემდეგ ხსნარი უნდა იყოს ვარდისფერი, რაც ძმარმჟავის საკმარისი რაოდენობის ნიშანია.

ხსნარს ფილტრავენ მკვრივი ფილტრით და ჩარეცხავენ ცხელი წყლით $C_2O_4^{2-}$ იონზე უარყოფით რეაქციამდე (რეაქცია აზოტმჟავა ვერცხლთან). ფილტრს წინასწარ 2-3-ჯერ დაამუშავებენ ძაბრზე მდუღარე გამოხდილი წყლით. ფილტრატს ჩარეცხილი წყლით გადაიტანენ იგივე ჭიქაში, რომელშიც ჩატარდა დალექვა. შემდეგ ფილტრს ჩარეცხავენ 25 მლ გოგირდმჟავას 15%-იანი ხსნარით და კიდევ ცხელი წყლით.

CaC_2O_4-ის ნალექის გახსნისათვის ჭიქაში (ნალექით) ამატებენ 10 მლ გოგირდმჟავას 10%-იან ხსნარს და აცხელებენ სითხეს ადუღებამდე.

ხსნარს ტიტრავენ $KMnO_4$-ის 0,1 н ხსნარით ჟოლოსფერი შეფერადების მიღებამდე, რომელიც არ ქრება რამდენიმე წამის განმავლობაში. გატიტრულ ხსანარში ჩააგდებენ ფილტრს, რათა შემოწმებული იქნეს ნალექის სრული გახსნა. თუკი შეფერადება გაქრა ხელახლა ტიტრავენ $KMnO_4$-ის 0,1 н ხსნარით.

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

ტორფის ნაცარში CaO-ს შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\% \, CaO = (a \cdot 0{,}0028 \cdot 100) : m \, ,$$

სადაც, **a** - არის დატიტვრაზე დახარჯული $KMnO_4$-ის 0,1 н ხსნარი, მლ; **m** - ნაცრის წონა, რომელიც შეესაბამება საანალიზოდ აღებული ხსნარის მოცულობას, გ; 0,0028 – CaO რაოდენობა, რომელიც შეესაბამება $KMnO_4$-ის 0,1 н ხსნარის 1 მლ, გ;

ტორფის ნაცარში CaO -ს შემცველობის ანგარიშის მაგალითი: ტორფის ნაცარში CaO-ს შემცველობის განსაზღვრისათვის აღებულია 50 მლ საწყისი ხსნარი, რომელიც მომზადებულია ტორფის ნაცრისგან. დატიტვრაზე დაიხარჯა 4,5 მლ $KMnO_4$ - ის 0,1 н ხსნარი.

ალიქვოტური წონაკის ანგარიში:

1,009 გ → 250 მლ-ში

X გ → 50 **მლ-ში**

X г = (1,009·50) : 250 = 0, 2018;

CaO -ს შემცველობა ტორფის ნაცარში შეადგენს:

% CaO = (4,5 · 0,0028·100) : 0,2018 = 6,24

CaO -ს შემცველობა ტორფში, 12% ნაცრიანობის შემთხვევაში, შეადგენს:

% CaO = (6,24 · 12,0) : 100 = 0,74.

შედეგების ჩაწერის ფორმა:

ნაცრის წონა (მასა), გ;	ნაცრიანობა, % ;	საწყისი ხსნარის საერთო მოცულობა, მლ;	ხსნარის მოცულობა CaO-ს განსაზღვრისთვის, მლ;	ალიქვოტური წონაკი, გ;	დატიტვრაზე დახარჯული $KMnO_4$ - ის 0,1 н ხსნარი, მლ;	CaO ტორფის ნაცარში, %;	CaO ტორფში, %;
1,009	12	250	50	0,2018	4,5	6,24	0,74

რეაქტივები:

1. **$KMnO_4$ - ის 0,1 н ხსნარი.** ამზადებენ ფიქსონალისგან;
2. **ამიაკის 25%-იანი ხსნარი** (კონცენტრირებული).
3. **ძმარმჟავა** (კოცენტრირებული).

4. H_2SO_4- ის 10%-იანი ხსნარი. 60,6 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4-ს (ხვედრითი წონა 1,84) ხსნიან გამოხდილ წყალში. საერთო მოცულობა 1 ლიტრიან საზომ კოლბში მიყავთ ნიშანხაზამდე.

5. $AgNO_3$-ის 5%-იანი ხსნარი. $AgNO_3$-ის 5 გ წონაკს ათავსებენ ჭიქაში, ხსნიან 50 მლ გამოხდილ წყალში. ხსნარს გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

6. NH_4Cl-ის 1%-იანი ხსნარი. ამონიუმის ქლორიდის 1 გრამ წონაკს ათავსებენ ჭიქაში, ხსნიან 50 მლ გამოხდილ წყალში. ხსნარს გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

7. $(NH_4)_2C_2O_4$-ის 4%-იანი ხსნარი. მჟაუნმჟავა ამონიუმის 40 გრამს ხსნიან 200 მლ თბილ გამოხდილ წყალში. ხსნარს გადაიტანენ 1 ლ მოცულობის საზომ კოლბში, წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

8. ინდიკატორი მეთილორანჟი. 0,1 გრამ მეთილორანჟს ხსნიან გამოხდილი წყლით 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში.

9. მეთილის წითელი (მეთილროტი). 0,1 გრამ მეთილის წითელს ხსნიან 60%-იან სპირტში 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში.

V.IV. 9. საერთო აზოტის განსზღვრა ტორფში.

ანალიზის მსვლელობა.

ანალიზურ სასწორზე წონიან 0,5-1 გრამ ტორფს, გადაიტანენ კელდალის კოლბში, ასხამენ 10-15 მლ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას და ტოვებენ 18-20 საათით. მეორე დღეს კოლბს ახურავენ პატარა ძაბრს და აწარმოებენ დაწვას. ნარევს ადუღებენ 30 წუთის განმავლობაში, რის შემდეგ კოლბს ჩამოიღებენ და აცივებენ. შემდეგ ამატებენ 5-6 წვეთ კონცენტრირებულ ქლორის მჟავას ($HClO_4$) და აგრძელებენ დუღილს 20 წუთის განმავლობაში. თუკი ხსნარი არ გაუფერულდა, კოლბს

ჩამოიღებენ, კვლავ ამატებენ 1-2 წვეთ $HClO_4$ და კვლავ ადუღებენ. ქლორის მჟავის დამატებას და დუღილს აგრძელებენ სითხის სრულ გაუფერულებამდე (ქლორის მჟავას სიჭარბეს უნდა ვერიდოთ). სრული დაწვისათვის საჭიროა 2-2,5 საათი.

წვის დამთავრების შემდეგ კოლბის ყელს და კედლებს კარგად ჩარეცხავენ მცირე რაოდენობით უამიაკო წყლით და კვლავ ადუღებენ 15-20 წუთის განმავლობაში ხსნარის სრულ გაუფერულებამდე. გაცივების შემდეგ კოლბის შიგთავსს, რომელშიც მიმდინარეობდა ტორფის წვა, გადაიტანენ 250-500 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, რამდენჯერმე გამოავლებენ უამიაკო გამოხდილ წყალს და მიიყვანენ ნიშანხაზამდე.

ამზადებენ მიმღებ კოლბას: 250 მლ მოცულობის კონუსურ კოლბში ბიურეტიდან ჩაასხამენ 25 მლ H_2SO_4- ის 0,1 н ხსნარს (ზუსტად დადგენილი ტიტრით). ამატებენ 2-3 წვეთ ინდიკატორ გროაკას (ლილისფერი შეფერვა). მაცივრის მილის დაბოლოება ჩატვირთული უნდა იყოს ხსნარში. ჩართავენ ცივ წყალს, რომელიც შედის მაცივარში (დარწმუნებული უნდა ვიყოთ, რომ წყლის ნაკადი საკმარისია).

საზომი კოლბიდან პიპეტით იღებენ 50-100 მლ ხსნარს, ათავსებენ მას გადასადენ კოლბში, ამატებენ ცოტა უამიაკო წყალს - კოლბის მოცულობის 2/3-მდე (წყლის მცირე რაოდენობა აძნელებს ამიაკის გადადენისას ორთქლის წარმოქმნას, დიდმა რაოდენობამ კი შეიძლება გამოიწვიოს მდუღარე სითხის გადასვლა მაცივარში); კოლბში ფრთხილად ჩააგდებენ თუთიის 2-3 გრანულას. გადასადენი კოლბა უჭირავთ მარცხენა ხელში, დახრიან, და კედლის ჩაყოლებით ცილიდრიდან ძალიან ფრთხილად ჩაასხამენ წინასწარ გამოზომილი რაოდენობით 40%-იან ტუტეს, ისე, რომ ის მთლიანად ჩაეშვას კოლბის ფსკერზე. მაცივრის საცობს ასველებენ გამოხდილი წყლით, სწრაფად ახურავენ გადასადენ კოლბას, ამოწმებენ შეერთების ჰერმეტულობას, ფრთხილად შეურევენ წრიული მოძრაობით და დგამენ კოლბს გამაცხელებელზე ან ელექტროქურაზე დახურული სპირალით. მიმღებ კოლბში დასაწყისში ხვდება ჰაერის ბუშტუკები.

კოლბის ყელის სულ ზედა ნაწილიდან არ უნდა ჩავასხათ ტუტე, რადგან მაცივრის საცობი შეიძლება ხსნარის დუღილისას ამოვარდეს. 40%-იანი ტუტე გამოიყენება გოგირდმჟავა ამონიუმის დაშლისა და ამიაკის გადადენისათვის. მისი რაოდენობა ოთხჯერ აღემატება მჟავის მოცულობას, რომელიც აღებულია ნიმუშის დაწვისათვის (10 მლ მჟავის გამოყენებისას ამატებენ 40 მლ ტუტეს).

იწყებენ ამიაკის გადადენის პროცესს. გადასადენ კოლბში ხსნარი დასაწყისში ხდება წითელი ფერის, შემდეგ კი მუქდება და გაცხელებისას წარმოიქმნება საკმაოდ მოცულობითი ნალექი. კოლბში ხსნარის დუღილი უნდა იყოს საკმაოდ ინტენსიური. **(რადგან, სხვა შემთხვევაში, მიმღები კოლბიდან მჟავა შეიწოვება მაცივარში - აირების შიდა და გარეგანი წნევების ვარდნის გამო. თუკი შეწოვა დაიწყო, უნდა გავაძლიეროთ გადასადენი კოლბის გაცხელება, ამოვიღოთ მაცივრის მილის დაბოლოება მჟავას ხსნარიდან, ჩამოვწიოთ მიმღები).**

გადადენის დაწყებიდან 15-20 წუთის შემდეგ მიმღებს ჩამოწევენ ისე, რომ ამიაკის ხსნარი მაცივრიდან თავისუფლად ჩაედინებოდეს კოლბის კედლზე ჩაყოლებით.

ამიაკის გადადენის პროცესი დამთავრებულად ითვლება, როდესაც გადასადენი კოლბის შიგთავსი აორთქლდება საწყისი მოცულობის არანაკლებ 1/3-მდე. ამიაკის სრულ გადადენას ამოწმებენ უნივერსალური ლაკმუსის ინდიკატორით ან ნესლერის რეაქტივით. ამისათვის მაცივრიდან ჩამომდინარე რამდენიმე წვეთს იღებენ უნივერსალურ ინდიკატორულ ქაღალდზე ან სინჯარაში, სადაც დამატებულია ნესლერის რეაქტივი, რომელიც ამიაკთან იძლევა ყვითელ შეფერვას.

თუკი, ამიაკის გადადენის პროცესში მიმღებ კოლბში სითხე შეიცვლის შეფერავას, კიდევ უნდა დაემატოს ზუსტად ფიქსირებული რაოდენობით 0,1 н H_2SO_4 (20 მლ), რადგან პირველსაწყისი მოცულობა არ აღმოჩნდა საკმარისი ამიაკის შესაბოჭად. გადადენის დამთავრების შემდეგ მაცივრის მილის ბოლოს გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ მიმღებ კოლბში. მიმღები კოლბის შიგთავსს

გროაკის ინდიკატორის გამოყენებით, მუდმივი შერევით ტიტრავენ 0,1 н ტუტით (NaOH ან KOH) ლილისფერიდან მწვანეში გადასვლამდე. შეფერადების ინტენსივობა დამოკიდებულია ინდიკატორის რაოდენობაზე.

ანალიზის შედეგების ანგარიში :

აზოტის რაოდენობას პოულობენ სხვაობით, მიმღებში პირველ საწყისში მოთავსებული მჟავის რაოდენობასა და მჟავის იმ რაოდენობას შორის, რომელიც შებოჭილია ამიაკით და დატიტრულია ტუტით. საერთო აზოტის შემცველობა ტოლია:

$$\% N = [(a \cdot n_{ə} - b \cdot n_{ტ}) \cdot 14 \cdot 100] : (m \cdot 1000),$$

სადაც, a - არის 0,1 н H_2SO_4 მოცულობა მიმღებ კოლბში, მლ; $n_{ə}$ - H_2SO_4 ნორმალობა, მგ.ექვ.; **b -** დატიტვრაზე დახარჯული ტუტის რაოდენობა, მლ; $n_{ტ}$ - ტუტის ნორმალობა, მგ.ექვ.; **14 -** აზოტის ატომური მასა; **m -** ტორფის წონაკი, გ; **1000 -** მილიგრამების გრამებში გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

ტორფში საერთო აზოტის შემცველობის გამოანგარიშების მაგალითი:

დანაცრიანება ჩატარდა 1,000 გრამ ტორფის წონაკში, ხსნარის საერთო რაოდენობა 250 მლ; ამიაკის გადასადენად გამოყენებულია 100 მლ საწყისი ხსნარი. მიმღებ კოლბში მოთავსებულია ბიურეტიდან გაზომილი 25 მლ 0,1 н H_2SO_4; ნარჩენი მჟავის დატიტვრაზე, ამიაკის სრული გადადენის შემდეგ დაიხარჯა 18,2 მლ 0,1 **n** ტუტე; საერთო აზოტის შემცველობა ტორფში შეადგენს:

$$\% N = [(25 \cdot 0,1 - 18,2 \cdot 0,1) \cdot 14 \cdot 100] : 0,4 \cdot 1000 = 2,275$$

შედეგების ჩაწერის ფორმა:

ნიმუშის №	წონა გ;	საწყისი ხსნარის საერთო მოცულობა, მლ;	აზოტის გადასადენად აღებული ხსნარის მოცულობა, მლ	ალიქვოტური წონაკი, გ;	H_2SO_4 მოცულობა მიმღებ კოლბში, მლ;	H_2SO_4-ის ნორმალობა	დატიტვრაზე დახარჯული ტუტის მოცულობა. მლ	ტუტის ნორმალობა	% N
1	1,000	250	100	0,40	25	0,1	18,2	0,1	2,275

რეაქტივები:

1.H_2SO_4 კონცენტრირებული (ხვ.წ. 1,84).

2.კონცენტრირებული ქლორის მჟავა ($HClO_4$).

3.NaOH-ის 40%-იანი ხსნარი. წონიან 40 გრამ NaOH, ათავსებენ ჭიქაში და ამატებენ დაახლოებით 50-60 მლ გამოხდილ წყალს, მინის წკირით მუდმივი შერევით სრულ გახსნამდე. გადაიტანენ ხსნარს 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და მიიყვანენ ნიშანხაზამდე, კარგად შეურევენ.

4. ნესლერის რეაქტივი. იყენებენ მზა რეაქტივს. მუშაობის დაწყებამდე ატარებენ ტესტს რეაქტივის ვარგისიანობაზე: 10 მლ ამიაკისაგან სუფთა გამოხდილ წყალს ამატებენ 0,5 მლ სამუშაო ხსნარს კონცენტრაციით 0,01 მგ/მლ NH_4^+ და 0,5 მლ ნესლერის რეაქტივს. თუკი წუთის შემდეგ გამოჩნდება მურა ფერის შეფერვა, მაშინ რეაქტივი ვარგისია ანალიზისთვის. რეაქტივი ინახება მუქი ფერის მინის ჭურჭელში. რეაქტივი ღია-ყვითელი ფერისაა.

5. H_2SO_4-ის 0,1 н ხსნარი. მჟავის ნორმალობა არ უნდა იყოს 0,0900 ნაკლები და არა უმეტესი 0,1100; ამზადებენ ფიქსონალისგან (1 ამპულა 1 ლ წყალზე).

6. NaOH-ის 0,1 н ხსნარი.ამზადებენ ფიქსონალისგან (1 ამპულა 1 ლ წყალზე).

7. ინდიკატორი გროაკა, კომბინირებული ინდიკატორი. pH 5,5-ზე იძლევა იისფერის მკვეთრ გადასვლას მწვანეში. 0,15 გრამ მეთილენ წითელს ხსნიან 102 მლ ეთილის სპირტ — რექტიფიკატში. 0,05 გრამ მეთილენ ცისფერს ხსნიან 5 მლ გამოხდილ წყალში. შეურევენ მომზადებულ კომპონენტებს. ინდიკატორს ინახავენ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში.

V.IV.10. შთანთქმული ამიაკის განსაზღვრა.

შთანთქმული ამიაკის რაოდენობა ტორფში დამოკიდებულია მისი დაშლის ხარისხზე.

ანალიზის მსვლელობა:

ტექნიკურ სასწორზე წონიან 5 გ წმინდად დანამცეცებულ ტორფს, ათავსებენ 250 მლ მოცულობის ბრტყელძირიან კოლბში, ცილინდრიდან ამატებენ 200 მლ KCl-ის 2%-იან ხსნარს, რომელიც მომზადებულია უამიაკო წყლისაგან და 1-2 წვეთ ტოლუოლს მიკრობიოლოგიური მოქმედების შეწყვეტისათვის. კოლბს ანჯღრევენ 5 წუთის განმავლობაში და აყოვნებენ 18-24 საათის განმავლობაში ან ანჯღრევენ 1 საათის განმავლობაში, რის შემდეგ დაყოვნება საჭირო არ არის. ამის შემდეგ, გამონაწურს ფილტრავენ მკვრივი ფილტრის გამოყენებით, რომელიც მინარევების მოცილებისთვის წინასწარ არის დამუშავებული ცხელი უამიაკო წყლით. გაფილტვრის დროს ტორფის წონაკი მთლიანად გადააქვთ ფილტრზე და მრავალჯერ ჩარეცხავენ 0,1н KCl-ის მცირე ულუფებით ამონიუმის იონზე უარყოფით რეაქციამდე - ნესლერის რეაქტივით. ჩარეცხვა უნდა ჩატარდეს არა უგვიანეს ერთი დღე-ღამისა. შემდეგ ზომავენ ფილტრატის მოცულობას, რომლისგანაც პიპეტით იღებენ 5-10 მლ ხსნარს.

ერთდროულად ატარებენ საკონტროლო ანალიზს რეაქტივების სისუფთავეზე. ამისათვის, 100 მლ KCl-ის 2%-იან ხსნარს ფილტრავენ წინასწარ დამუშავებული ფილტრით, შემდეგ კი იქცევიან ისე, როგორც ტორფის ანალიზის შემთხვევაში. ე.ი. გაივლიან ანალიზის ყველა სტადიას.

პიპეტით იღებენ 5-10 მლ ხსნარს, ათავსებენ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, პიპეტით ამატებენ 2 მლ სეგნეტის მარილს და კარგად შეურევენ წრიული მოძრაობით. შემდეგ ამატებენ პიპეტით 2 მლ ნესლერის რეაქტივს და კვლავ კარგად შეურევენ. თუკი ხსნარში გაჩნდება სიმღვრივე, მაშინ, კვლავ ამატებენ 2 მლ სეგნეტის მარილს, რათა მიღებული იქნეს გამჭვირვალე ხსნარი. ამიაკის ძალიან მაღალი შემცველობის შემთხვევაში, რეკომენდებულია ხსნარის 5-10-ჯერ განზავება, ამის შემდეგ, მიღებული განზავებული მოცულობიდან ხსნარის განსაზღვრულ რაოდენობას (მილილიტრებს) გადაიტანენ 50 მლიან საზომ კოლბში და აწარმოებენ შეფერადებას, ისე როგორც

ეს არის აღწერილი ზემოთ (განზავების გარეშე ანალიზის მსვლელობისას). საზომ კოლბში ხსნარის მოცულობა უამიაკო წყლით მიჰყავთ ნიშანხაზამდე, ახურავენ სუფთა საცობს, კარგად შეურევენ კოლბის 5-6-ჯარ გადაბრუნებით; 2-3 წუთის შემდეგ შეიძლება ჩატარდეს კოლორიმეტრირება. შუქფილტრი №3, ტალღის სიგრძე 400-440 нм, კიუვეტი 30 მმ, შესადარებელი ხსნარი - საკონტროლო.

საკონტროლო ნიმუშის მოსამზადებლად 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბში ათავსებენ დაახლოებით 40 მლ უამიაკო წყალს, ამატებენ 2 მლ-ობით სეგნეტის მარილს, შეურევენ წრიული მოძრაობით, ამატებენ 2 მლ ნესლერის რეაქტივს, მიიყვანენ ნიშანხაზამდე იგივე წყლით, კვლავ კარგად შეურევენ.

მიღებული ხსნარების შეფერადება ინახება არა უმეტეს ერთი საათისა, ხანგრძლივი დაყოვნებისას წარმოიქმნება სიმღვრივე.

ანლიზის შედეგების ანგარიში:

ამიაკური აზოტის შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\text{მგ/100 გ } N - NH_4^+ = [\,(c \cdot 100) : m\,] \cdot K\,,$$

სადაც, **c** - არის კონცენტრაცია გრაფიკის მიხედვით, მგ/100 მლ; **m** - ალიქვოტური წონაკი, გ; K - მშრალ წონაკზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

ალიქვოტური წონაკის ანგარიში:

5 გ → 300 მლ

X გ → 10 მლ;

X გ = (5 · 10) : 300 = 0,17.

ამიაკური აზოტის ანგარიშის მაგალითი:

ამიაკური აზოტის განსაზღვრისათვის **აღებულია 5 გ ტორფი. საანალიზო ნიმუშში ჰიგროსკოპული ტენის შემცველობა ტოლია 5,45% ; 105^{0}C ტემპერატურაზე გამომშრალ წონაკზე გადასაყვანი კოეფიციენტი ტოლია - 1,05;**

ამიაკური აზოტის კონცენტრაცია გრაფიკის მიხედვით შეადგენს 0,01 მგ/100 მლ;

$$\text{მგ/100 გ } N - NH_4^+ = [(0{,}01 \cdot 100) : 0{,}17] \cdot 1{,}0545 = 6{,}20$$

შედეგების ჩაწერის ფორმა:

ჰორიზონტი, სიღრმე, სმ;	კოლბის №	ტორფის წონაკი, გ;	200 მლ 2%-იანი KCl+ 0,1н-KCl ფილტრზე ტორფის ჩარეცხვისათვის	ალიქვოტური ხსნარი, მლ;	ალიქვოტური წონაკი, გ;	ოპტიკური სიმკვრივე, (D)	კონცენტრაცია გრაფიკის მიხედვით (C) მგ/100 მლ	მშრალ ტორფზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი	N–NH_4^+ ტორფში, მგ/100 გ;
T_1(0-10)	1	5	300	10	0,17	0,08	0,01	1,0545	6,20

რეაქტივები:

1. გამოხდილი წყალი ამიაკის გარეშე. გამოხდილ წყალს ამატებენ ქიმიურად სუფთა სოდას სუსტ ტუტე რეაქციამდე (ლაკმუსის ქაღალდის გამოყენებით) და აორთქლებენ ქურაზე პირველსაწყისი მოცულობის ¼-მდე. აცივებენ. არ არის რეკომენდებული თბილი წყლის გამოყენება.

2. KCl-ის 2%-იანი ხსნარი. ამზადებენ უამიაკო (ამიაკის გარეშე) წყალზე. 20 გრამ KCl ხსნიან 200 მლ უამიაკო წყალში, გადაიტანენ 1 ლიტრი მოცულობის საზომ კოლბში და ამავე წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე.

3. სეგნეტის მარილის ხსნარი ($KNaC_4H_4O_5 \cdot 4H_2O$ - ღვინის-მჟავა კალიუმ-ნატრიუმი). 50 გრამ მშრალ მარილს ხსნიან უამიაკო გამოხდილ წყალში, გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში და მიიყვანენ წყლით ნიშაბხაზამდე. სეგნეტის მარილი ხშირად დაბინძურებულია ამიაკით, ამიტომ, საჭიროა, მომზადებული ხსნარი შემოწმდეს NH_4^+ იონის შემცველობაზე. მისი არსებობის შემთხვევაში ხსნარს კოლბიდან გადაიტანენ 200 მლ მოცულობის ჭიქაში, ამატებენ მცირე რაოდენობით (წვეთობით) KOH ან NaOH (ტუტე რეაქციამდე) და ამის შემდეგ რეაქტივს ადუღებენ ჭიქის კედლებზე მარილის ქერქის წარმოქმნამდე.

ხსნარს აცივებენ, კვლავ გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის კოლბ-ში და უამიაკო გამოხდილი წყლით განაზავებენ წინა მო-ცულობამდე.

4. ნესლერის რეაქტივი.იყენებენ მზა რეაქტივს. მუშაობის დაწყებამდე ატარებენ ტესტს რეაქტივის ვარგისიანობაზე: 10 მლ უამიაკო გამოხდილ წყალს ამატებენ 0,5 მლ 0,01მგ/მლ NH_4^+ კონცენტრაციის სამუშაო ხსნარს და 0,5 მლ ნესლერის რეაქტივს. თუკი 1 წუთის შემდეგ წარმოიქმნება მურა შეფერვა, მაშინ რეაქ-ტივი ვარგისია ანალიზისთვის. რეაქტივს ინახავენ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში. რეაქტივი ღია-ყვითელია.

5. ტოლუოლი C_7H_8 საწვეთურში.

V.IV.11. ნიტრატული აზოტის განსაზღვრა ტორფში დისულფოფენოლის მეთოდით.

ანალიზის მსვლელობა.

ტექნიკურ სასწორზე წონიან დაქუცმაცებულ და 1 მმ დია-მეტრის მქონე ნასვრეტებიან საცერში გატარებულ 5 გრამ ტორფს და ათავსებენ 500 მლ მოცულობის კოლბში. ასხამენ 250 მლ უამიაკო გამოხდილ წყალს და ანჯღრევენ როტატორზე (სანჯღრევზე) ქვიშის საათის მიხედვით 3 წუთის განმავლობაში. თუკი ტორფი მშრალია, მაშინ კარგად დატენიანებისათვის შეიძლება დატოვებული იქნეს ღამის განმავლობაში, ტოლუოლის რამდენიმე წვეთის დამატებით. ხსნარს ფილტრავენ მკვრივი დაკეცილი ფილტრის გამოყენებით, რომელიც წინასწარ არის გარეცხილი უამიაკო ცხელი წყლით. უნდა ვეცადოთ, რაც შეიძლება მაქსიმალური რაოდენობით იქნეს გადატანილი ტორფი ფილტრზე. ფილტრატის პირველ ულუფას გადაღვრიან. ფილტ-რატი უნდა იყოს გამჭვირვალე.

პიპეტით იღებენ 10-50 მლ გამჭვირვალე ფილტრატს, გა-დაიტანენ 100 მლ მოცულობის ფაიფურის ჯამში და აორთქლებენ ამოშრობამდე წყლის აბაზანაზე. რეკომენდირებულია დავა-კვირდეთ, რომ არ მოხდეს მშრალი ნაშთის ზედმეტად ამოშრობა

და თავიდან ავიცილოთ ნიტრატების დაკარგვა. ჯამს ჩამოიღებენ წყლის აბაზანიდან და ნალექის შრობას აგრძელებენ ჰაერზე.

გაცივების შემდეგ ჯამში პიპეტით ასხამენ 1 მლ დისულფოფენოლის მჟავას და პატარა მინის წკირით ზედმიწევნით კარგად გასრესენ მშრალ ნაშთს. აყოვნებენ 10 წუთი. შემდეგ ყოველ ჯამში ასხამენ 10-15 მლ გამოხდილ წყალს, მცირე ულუფებით პიპეტიდან NaOH-ის 20%-იან ხსნარს, მდგრადი ყვითელი ფერის მიღებამდე. თუკი ხსნარი აიმღვრევა, ამატებენ 2-3 წვეთ ტუტეს, თან მუდმივად ურევენ მინის წკირით.

ჯამის შიგთავსი, ფილტრის გარეშე პატარა ძაბრის გამოყენებით გადააქვთ 50 ან 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში. ჯამს და მინის წკირს კარგად ჩარეცხავენ უამიაკო გამოხდილი წყლით; გადაიტანენ რა სითხეს კოლბში, ხსნარს მიიყვანენ ნიშანხაზამდე, ახურავენ საცობს და შეურევენ. ხსნარს აკოლორიმეტრირებენ ლურჯი შუქფილტრით. ტალღის სიგრძე 400-440 нm. ნიტრატული აზოტის შემცველობას მგ/100 მლ პოულობენ დაყალიბებული გრაფიკის მიხედვით.

თუკი, შეფერილობის ინტენსივობა მკვეთრია, დასაშვებია განზავება. ამისათვის იღებენ შეფერადებული ხსნარის ნაწილს და განაზავებენ საჭირო მოცულობამდე. შედეგებს ანგარიშობენ განზავების ჩათვლით.

ანალიზის შედეგების ანგარიში:

ნიტრატული აზოტის შემცველობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\text{მგ/100 გ } N-NO3 = [\,(c \cdot 100) : m\,] \cdot K,$$

სადაც, **c** - არის კონცენტრაცია გრაფიკის მიხედვით, მგ/100 მლ; **m** - ალიქვოტური წონა, გ; **K** - მშრალ წონაკზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი.

ალიქვოტური წონაკის ანგარიში:

5 გ $\rightarrow$ 250 მლ

X გ $\rightarrow$ 50 მლ, აქედან $\mathbf{X\,\text{გ} = (5 \cdot 50) : 250 = 1.}$

ნიტრატული აზოტის შემცველობის გამოანგარიშის მაგალითი: ნიტრატული აზოტის განსაზღვრისათვის აღებულია 5 გრამი ტორფი. საანალიზო ტორფის ნიმუშში წყლის შემცველობა 5,45%-ია. 105^0 C ტემპერატურაზე გამომშრალ წონაკზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი ტოლია - 1,0545.; ნიტრატული აზოტის შემცველობა დაყალიბებილი გრაფიკის მიხედვით შეადგენს 0,04 მგ/100 მლ:

$$\text{მგ/100 გ } N-NO_3^- = [\,(0{,}04 \cdot 100) : 1\,] \cdot 1{,}0545 = 4{,}22.$$

შედეგების ჩაწერის ფორმა:

ჰორიზონტი, სიღრმე, სმ	კოლბის №	ტორფის წონაკი, გ;	H_2O მოცულობა, მლ;	ალიქვოტური ხსნარი, მლ;	ალიქვოტური წონაკი, გ;	ოპტიკური სიმკვრივე, (D)	კონცენტრაცია გრაფიკის მიხედვით (C)მგ/100 მლ	მშრალ ტორფზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი	$N-NO_3$ ტორფში მგ/100 გ;
T_1(0-10)	1	5	250	50	1	0,45	0,04	1,0545	4,22

რეაქტივები:

1. დისულფოფენოლის მჟავა. წონიან 3 გრამ სუფთა ფენოლს, ათავსებენ 100 მლ მოცულობის კოლბში, ამატებენ 20 მლ კონცენტრირებულ H_2SO_4 (ხვ.წ. 1,84); ახურავენ კორპის საცობს, რომელშიც გატარებულია 50-55 სმ სიგრძის მინის მილი, რომელიც შებრუნებული მაცივრის როლს ასრულებს.

საცობში გატარებული მინის მილის დაბოლოება უნდა იყოს საცობის ქვედა ზედაპირის დონეზე, რათა შესქელებული წყლის ორთქლი ჩაედინებოდეს კოლბის კედელზე და წვეთების სახით არ ხვდებოდეს რეაქტივების ნარევში. კოლბის შიგთავსს კარგად შეურევენ, რის შემდეგ დგამენ ცხელი წყლის აბაზანაზე და აყოვნებენ მასზე 6 საათის განმავლობაში. მომზადებული დისულფოფენოლის მჟავა გადააქვთ მუქი ფერის, მილესილ საცობიან მინის ჭურჭელში.

2. NaOH-ის 20 %-იანი ხსნარი. წონიან 20 გრამ NaOH, ათავსებენ ჭიქაში და ასხამენ დაახლოებით 50-60 მლ გამოხდილ

წყალს, მინის წკირით განუწყვეტლივ ურევენ სრულ გახსნამდე. ხსნარს გადაიტანენ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბში, წყლით მიიყვანენ ნიშანხაზამდე და კარგად შეურევენ.

V.IV.12. ტორფის გამოყენება ანალიზის შედეგებზე დაყრდნობით.

ტორფი ფართოდ გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში როგორც სასუქი, როგორც სხვადასხვა კომპოსტების შემადგენელი ნაწილი, მინერალურ სასუქებთან ერთობლივად გამოყენებისთვის, ტორფ-ნეშომპალიანი ქოთნების მოსამზადებლად, ნიადაგის მულჩირებისათვის და აგრეთვე, პირუტყვისათვის საფენად. ნიდაგში ტორფის შეტანა ხელს უწყობს ორგანული და სხვა ნივთიერებების შემცველობის გაზრდას, რომელიც აუცილებელია მიკროორგანიზმების და მცენარეების ცხოველმოქმედებისათვის. ტორფის უმეტესი სახეების სუფთა სახით - სასუქად გამოყენება არაეფექტური და ეკონომიკურად არამიზანშეწონილია.

მაღლობის და გარდამავალი ტიპის ტორფი (ისლის, სფაგნუმის), რომლის დაშლის ხარისხი 25%-ზე დაბალია, ნაცრიანობა 10-15%, ტენიანობა 50 %, გამოიყენება პირუტყვის, ფრინველის საფენად, შემდგომ კი სასუქად, ტორფიანი ნაკელის სახით. იგივე ტიპის ტორფი, მაგრამ 25%-ზე მაღალი დაშლის ხარისხით და pH 5-ზე ნაკლები, მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნეს ტორფ-ფოსფორიანი და ტორფ-კირიანი კომპოსტების სახით. ჩვეულებრივ ისინი შეიცავენ 1%-ზე ნაკლებ Fe_2O_3; 0,2%-ზე ნაკლებ P_2O_5 და 7%-ზე ნაკლებ ნაცარს.

გარდამავალი და დაბლობის ტიპის ტორფს (ისლის, ლერწმის, მერქნის და სხვ.) 25%-ზე მეტი დაშლის ხარისხით და pH 5-ზე ნაკლები, იყენებენ ტორფ-ნაცრის კომპოსტების მომზადებისთვის; ტორფ-სუპერფოსფატიანი გრანულირებული სასუქების, ტორფ-ნაკელიანი და სხვა კომპოსტების, აგრეთვე, ორგანულ კომპონენტებთან და ფოსფორიტის ფქვილთან ნარევების მომზადებისთვის გამოიყენება ყველა სახის ტორფი დაშლის სუსტი ხარისხითა და მჟავიანობით, Fe_2O_3-ის და CaO-ს არა უმეტეს 6%-

ის შემცველობით. ტორფის ყველა ტიპი 6 %-ზე მეტი CaO შემ-ცველობით მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნეს კირიანი სა-სუქის სახით.

ტორფი ვივიანიტის (P_2O_5) მინარევით გამოიყენება ფოს-ფორიანი სასუქის სახით. სარგავი ქოთნების მოსამზადებლად უმჯობესია გამოყენებულ იქნეს დაბლობის ან გარდამავალი ტორფი ნეიტრალური ან სუსტი მჟავე რეაქციით, 30-40% დაშ-ლის ხარისხით და 3-15% ნაცრიანობით.

კომპოსტირების გარეშე, სასუქად ტორფის გამოყენებისა-თვის საუკეთესოა მხოლოდ ძლიერ დაშლილი დაბლობის მაღალ-ნაცრიანი ტორფი, მდიდარი კირით ან ფოსფორით.

უშუალოდ სასუქად იყენებენ ტორფს, რომლის pH მარილის ხსნარში 5,5-ზე მეტია, ნაცრიანობა 10 %-ზე მეტი, CaO 4%-ზე მეტი, დაშლის ხარისხი არა ნაკლები 40-50%. ტორფი, რომელიც გამიზნულია უშუალოდ სასუქად გამოყენებისთვის, მოპოვების შემდეგ, ზედმეტი ტენის მოცილებისთვის და მასში არსებული ქვეჟანგის შენაერთების დაჟანგვისათვის კარგად ანიავებენ.

გამშრალი ტორფი სუფთა სახით ძალზე კარგი მასალაა მულჩირებისთვის, განსაკუთრებით - ხეხილოვანი, კენკროვანი და ბოსტნეული კულტურებისთვის. მულჩირების მიზანია ნია-დაგის ზედა ფენაში წყლის, ჰაერის, საკვების და ტემპერატურის რეჟიმების საუკეთესო პირობების შენარჩუნება, და ასევე, ნიადაგის ქერქის წარმოქმნისა და სარეველა მცენარეების განვი-თარების არიდება.

საკონტროლო კითხვები V.IV. ქვეთავთან დაკავშირებით.

1. რომელ საკვებ ელემენტს შეიცავს ყველაზე დიდი რაოდენობით ტორფი?

2. რომელი მინერალური სასუქი უნდა დაემატოს ტორფს მისი თვისებების გასაუმჯობესებლად?

3. რომელი ტორფი ითვლება დაბალნაცრიანად?

4. რომელ ტორფს აქვს მაღალი ნაცრიანობა?

5. რამდენ აზოტს შეიცავს მაღლობის და დაბლობის ტორფი?

6. რა მიზნებისთვის იყენებენ ტორფს?

7. რა უნდა გაკეთდეს ნიადაგში ტორფის შეტანის წინ?

8. რაზეა დამოკიდებული ტორფის როგორც სასუქის თვისება?

9. რომელი ტორფი შეიძლება შევიტანოთ უშუალოდ ნიადაგში?

10. რა მიზნით საზღვრავენ კალციუმის შემცველობას ტორფში?

11. რომელი ტორფი შეიცავს კალციუმის დიდ რაოდენობას?

12. რომელ ტორფს ახასიათებს არის მჟავე რეაქცია?

13. რა ნიშანი უდევს საფუძვლად ტორფის დაშლის ხარისხის განსაზღვრას?

14. რა მიზნისათვის საზღვრავენ ტორფში რკინის რაოდენობას?

15. ტორფის რამდენი საბადოა დაძიებული საქართველოში და როგორია მისი მარაგი?

16. ჩამოთვალეთ ტორფის ძირითადი საბადოები შავი ზღვის აუზში.

17. როგორ ხდება ტორფის ნიმუშის საანალიზოდ მომზადება?

18. დაწერეთ ტორფის ჰიგროსკოპული ტენის გამოანგარიშების ფორმულა.

19. როგორ საზღვრავენ ტორფის აქტუალურ, გაცვლით და ჰიდროლიზურ მჟავიანობას?

20. მოკლედ გადმოეცით ტორფის ნაცრიანობის განსაზღვრის მეთოდის პრინციპი.

21. დაწერეთ ტორფის ნაცარში ჩატარებული ანალიზის საფუ-ძველზე რკინის გამოანგარიშების ფორმულა.

22. დაასხელეთ ტორფში საერთო აზოტის, ამიაკური და ნიტრატული აზოტის განსაზღვრის მეთოდები.

თავი VI.
აგროქიმიის გამოყენებითი ასპექტები.

VI.1. სასუქებზე მცენარის მოთხოვნილების დიაგნოსტიკა.

სასუქებზე მცენარის მოთხოვნილების დიაგნოსტიკას სხვადასხვა მეთოდებით ატარებენ, როგორიცაა: მცენარის მორფოლოგიურ მდგომარეობაზე დაკვირვება, ფოთლის ან მთლიანი მცენარის ანალიზი, ნიადაგის ქიმიური ანალიზი და მინდვრის ცდის მეთოდი. საკვები ელემენტების ნაკლებობა მჟღავნდება ვიზუალურად: იცვლება ფოთლის ფერი, ნელდება მცენარის ზრდა. საკვები ელემენტების ნაკლებობისას მცენარისათვის დამახასიათებელი გარეგნული ნიშნები მოტანილია № 19 ცხრილში.

ცხრილი № 19

სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის დამახასიათებელი გარეგნული ნიშნები ძირითადი საკვები ელემენტების ნაკლებობისას.

ელემენტების ნაკლებობა	ზრდისა და განვითარების ხასიათი	ფოთლების შეფერილობა
აზოტი	დაჩაგრული (დაბეჩავებული) ზრდა; მოკლე და წვრილი ღეროები და ყლორტები; მცირე ზომის ფოთლები; ხეხილოვანი და კენკროვანი კულტურების სუსტი ყვავილობა; წვრილი ნაყოფი; ნაადრევი მწიფობა.	ღია-მწვანე, ქლოროზულ ფოთლებზე დროთა განმავლობაში ჩნდება ნარინჯისფერი და წითელი შეფერილობა; აზოტით შიმშილის დროს სიმინდის ფოთლის შუა ძარღვი და მასთან მიმდებარე ქსოვილი ყვითლდება და კვდება.
ფოსფორი	სუსტდება ახალი უჯრედების წარმოქმნა. ყლორტები და ფესვები ძალიან შემცირებულია; ფოთლები წვრილია. გვერდითი ყლორტების წარმოქმნა შესუსტებულია; მარცვლოვან	მოცისფრო, მუქი - მწვანე; ჩნდება წითელი, მეწამული (იისფერი), ბრინჯაოსფერი შეფერილობა; ფოთლებს, ხმობის პროცესში აქვთ მუქი, თითქმის შავი ფერი;

	კულტურებში სუსტია ბარტყობა; გვერდითი კვირტები შეიძლება დაილუპოს ან დარჩეს მძინარე მდგომარეობაში. მცენარის განვითარების ფაზები, განსაკუთრებით ყვავილობა და მწიფობა შეიძლება 5-10 დღით დაგვიანდეს.	კვდომის პროცესში არსებული ქსოვილების საზღვარი ფოთლებზე მკვეთრად არის გამოხატული.
კალიუმი	დაჩაგრული (დაბეჩავებული) ზრდა; მოკლე მუხლთშორისები; მარცვლოვანი კულტურების გაძლიერებული ბარტყობა მცირე რაოდენობით ნაყოფმომცემი ღეროებით; კარტოფილის ღერო-ფოჩის ნაადრევი კვდომა. ნაყოფების არათანაბარი მომწიფება;	მოცისფრო-მუქი-მწვანე, მქრქალი; ფოთოლზე ჩნდება ბრინჯაოსფერი შეფერილობა; ფოთლის ნაპირზე ქსოვილების გაყვითლება, გამუქება და კვდომა (განაპირა სიდამწვრე; ფოთლების ,,აშრეტა“), შემდეგ კი ძარღვებს შორისაც.
მაგნიუმი	მცენარის განვითარების ფაზების დაგვიანება; ნაყოფის მოუმწიფებლობა; კარტოფილის ფოჩი ნაადრევად ხმება, ფოთლები ცვივა.	ქლოროზი, ძირითადად ფოთლის ნაპირის და ცენტრალური ნაწილის დასნებოვნება (სენშეყრა), ხშირად მათ შორის მწვანე ზოლის შენარჩუნებით.
კალციუმი	მცენარის შენელებული ზრდა; წვერის (კენწეროს) კვირტების და ფესვების დაზიანება და კვდომა; ფესვების ძლიერი დატოტიანება; წვრილი ფოთლების როზეტის წარმოქმნა;	თეთრი ზოლების გაჩენა ფოთლის ნაპირზე (კომბოსტო, თალგამი); ბარდას უვითარდება წითელი ლაქები.
გოგირდი	ღეროსა და ფესვების შენელებული ზრდა სიმსხოში; პომიდვრის ღერო რამდენადმე გრძელდება;	ფოთლის ფირფიტისა და ძარღვების ღია მწვანე შეფერილობა ქსოვილების კვდომის გარეშე.
მანგანუმი	ხანგრძლივი ნაკლებობის შემთხვევაში მცენარეები ჩამორჩებიან ზრდაში;	ფოთლის ძარღვებს შორის ქლოროზი, ფოთლის ხშირი ლაქიანობა; ფოთლის ძარღვები რჩება მწვანე, რაც ფოთოლს სიჭრელის შეხედულებას აძლევს;

თუთია	დამოკლებული მუხლთშორისები;	ფოთლების გაყვითლება ან ლაქიანობა. ფოთოლზე ჩნდება ბრინჯაოსფერი შეფერილობა; სიმინდის მცენარის ახალგაზრდა ფოთლები ძალიან ღია შეფერილობისაა (თეთრი ღივები);
რკინა	მწვავე ნაკლებობის შემთხვევაში აღინიშნება ზრდის შენელება, წვერის ყლორტების კვდომა;	ფოთლის ძარღვებს შორის თანაბარი ქლოროზი; ფოთლების ღია მწვანე ან ყვითელი შეფერილობა ქსოვილის კვდომის გარეშე.
ბორი	წვერის (კენწეროს) კვირტების და ფესვების დაზიანება და კვდომა; გვერდითი ყლორტების გაძლიერებული განვითარება; მცენარე ბუჩქის ფორმას იღებს;	იღებს ღია მწვანე შეფერილობას;
მოლიბდენი	მოლიბდენის მწვავე ნაკლებობა იწვევს პომიდორის, ყვავილოვანი კომბოსტოს და სხვა მცენარეების ზრდის წერტილის კვდომას;	პარკოსან მცენარეებს ეცვლება მთლიანი ფოთლის შეფერილობა;
სპილენძი	სუსტი ზრდა;	ქლოროზი, ფოთლის ბოლოზე თეთრი შეფერილობის განვითარება; ტურგორის დაკარგვა;

მაკრო- და მიკროელემენტების არასაკმარისი რაოდენობა ნიადაგში შეიძლება შევსებული იქნეს მინერალური სასუქების საჭირო რაოდენობით შეტანის გზით.

VI.II. ნიადაგში არსებული ჰუმუსისა და საკვები ელემენტების მარაგის გაანგარიშება.

ნიადაგის ნაყოფიერების დონის განსაზღვრისა და სასუქების დოზების სწორად გაანგარიშებისათვის, აუცილებელია ვიცოდეთ ჰუმუსის, საკვები ელემენტების საერთო და მოძრავი ფორმების

შემცველობა სახნავ ჰორიზონტში ან ფესვების გავრცელების არეალში;

VI.II. 1. ჰუმუსის და საკვები ელემენტების საერთო ფორმების მარაგების გაანგარიშება ნიადაგში.

ჰუმუსის და საკვები ელემენტების საერთო ფორმების რაოდენობას გამოსახავენ პროცენტებში აბსოლუტურად მშრალ ან ჰაერ-მშრალი ნიადაგის წონაკზე და ანგარიშობენ ნიადაგის 0-20, 0-50 ან 0-100 სმ ფენაში შემდეგი ფორმულის გამოყენებით

$$\text{ტ/ჰა } C = m \cdot d \cdot h,$$

სადაც, **C** - არის ჰუმუსის ან საკვები ელემენტების საერთო ფორმების რაოდენობა საკვლევ ფენაში, ტ/ჰა; **m** - ჰუმუსის ან საკვები ელემენტების საერთო ფორმების შემცველობა, გამოსახული %-ში მშრალ ნიადაგზე; **d** - ნიადაგის სიმკვრივე, გ/სმ^3 ; **h** - ნიადაგის ფენა, სმ;

თუკი არ არსებობს მონაცემები ნიადაგის სიმკვრივის შესახებ, შეიძლება გაანგარიშებებში გამოყენებულ იქნეს გასაშუალებული მოცულობითი მასა (წონა) – 3 000 ტ/ჰა; მაშინ, ჰუმუსისა და საკვები ელემენტების საერთო ფორმების მარაგების გაანგარიშებისათვის გამოყენებული იქნება ფორმულა:

$$\text{ტ/ჰა } C = 30 \times m,$$

სადაც, **m** - არის ჰუმუსისა და საკვები ელემენტების საერთო ფორმების შემცველობა, გამოსახული %-ში მშრალ ნიადაგზე;

VI.II.2. მცენარისათვის შესათვისებელი საკვები ელემენტების მარაგის გაანგარიშება ნიადაგში.

მცენარისათვის შესათვისებელი საკვები ელემენტების შემცველობის მიხედვით ნიადაგის აგროქიმიური დახასიათებისას იყენებენ ანალიზის შედგებს - მგ/100 გ ნიადაგზე ან მგ/1000 გ

ნიადაგზე გადაანგარიშებით. სასუქების დოზების გაანგარიშებისათვის, მათ მარაგებს ნიადაგში საზღვრავენ კილოგრამებში / ჰექტარზე;

თუკი, საკვები ელემენტების რაოდენობა გამოსახულია მგ/100 გ ნიადაგზე, მაშინ მარაგებს ანგარიშობენ ფორმულით

$$\text{კგ/ჰა } C = (m \cdot d \cdot h) : 10,$$

სადაც **C** - არის საკვები ნივთიერებების მარაგი ფენაში, კგ/ჰა; **m** - საკვები ნივთიერების შემცველობა გამოსახული მგ/100 გ ნიადაგზე; **d** - ნიადაგის სიმკვრივე, გ/სმ^3; **h** - ნიადაგის სახნავი ფენა, სმ;

თუკი საკვები ელემენტების რაოდენობა გამოსახულია მგ/1000 გ ნიადაგში, მაშინ მარაგებს ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\text{ტ/ჰა } C = m \cdot d \cdot h$$

VI.II.3. სასუქების დოზების გაანგარიშება

თანამედროვე პერიოდში მოსავლის დაგეგმისათვის გამოიყენება შემდეგი მიდგომები: ბალანსური და სტატისტიკური. სტატისტიკური მეთოდი დაფუძნებულია სასუქების ეფექტურობაზე ჩატარებული მინდვრის ცდების მრავალწლიანი ექსპერიმენტული მონაცემების ანალიზზე.

სასუქების დოზების გაანგარიშებისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ:

- საკვები ელემენტების გამოტანა (კგ) გასანოყიერებელი კულტურის 1 ტონა ძირითადი პროდუქციით, შესაბამისი რაოდენობით მეორად პროდუქციასთან ერთად (ჩალა, ბზე, ღეროფოჩი და სხვ.);
- გასანოყიერებელი კულტურის მიერ სასუქებიდან საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტები.
- საკვები ელემენტების შემცველობა ნიადაგში.

- დაგეგმილი მოსავალი და თესლბრუნვის თითოეული კულტურის საშუალო ფაქტიური მოსავალი ბოლო 3-5 წლის განმავლობაში.

VI.II.3.1. სასუქების დოზების გაანგარიშების ბალანსური მეთოდი.

მეთოდი შემოთავაზებულია **ი.ს.შატილოვის და მ.კ.კაიუმოვის მიერ.** მეთოდის მიხედვით მინერალური ელემენტის დოზა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

(კგ/ჰა მოქმედი ნივთიერება) $Д_{ə.б.} = (100 \cdot B - C \cdot КИП) : КИУ$,

სადაც, $Д_{ə.б.}$ - არის მინერალური სასუქის დოზა, კგ/ჰა მოქმედი ნივთიერება; **B** - მინერალური საკვები ელემენტის გამოტანა დაგეგმილი მოსავლით, კგ/ჰა მ.ნ.; **КИП** - ნიადაგიდან საკვები ელემენტის გამოყენების კოეფიციენტი, %; **КИУ** - სასუქიდან საკვები ელემენტის გამოყენების კოეფიციენტი, %; **C** — შესათვისებელი საკვები ელემენტის შემცველობა ნიადაგში, კგ/ჰა;

შემდეგ, საჭიროა გაანგარიშებული იქნეს თითოეული მაჩვენებელი, რომელიც შედის სასუქის დოზის გასაანგარიშებელ ფორმულაში.

1. საკვები ნივთიერების გამოტანას ანგარიშობენ შემდეგი წესით:

ა) მოსავლით გამოტანილი მინერალური საკვები ნივთიერებების გაანგარიშება (სამეურნეო გამოტანა). სამეურნეო გამოტანას საზღვრავენ აბსოლუტურად **მშრალი ნივთიერების** რაოდენობით მოსავალში (**$У_{ə.б.}$**, ც/ჰა) და საკვები მინერალური ნივთიერების შემცველობით აბსოლუტურად მშრალ მოსავლის მასაში (წონაში) **C,%:**

$$B_x = У_{ə.б.} \cdot C ;$$

ხორბლის მოსავლით აზოტის სამეურნეო გამოტანის ანგარიშის მაგალითი.

მარცვლის აბსოლუტურად მშრალი ნივთიერების მოსავალი (**У**$_{ა.ნ.}$**1**) - 32,0 ც/ჰა; ნამჯის (**У**$_{ა.ნ.}$**2**) – 35,5 ც/ჰა; ბზე (**У**$_{ა.ნ.}$**3**) – 3,2 ც/ჰა. საკვები მინერალური ნივთიერების (აზოტის) შემცველობა აბსოლუტურად მშრალი მარცვლის მასაში (**C**$_1$**):** 3,4 %; ნამჯაში - (**C**$_2$) - 0,7%; ბზეში (**C**$_3$) – 0,8%;

Вმ = 32,0 x 3,4 = 108,8 კგ;

Вნ= 35,5 x 0,7 = 24,85 კგ;

Вბ = 3,2 x 0,8 = 2,56 კგ;

В$_x$**= 108,8 + 24,85 + 2,56 = 136,21 კგ.**

მოსავლის აბსოლუტურად მშრალი ნივთიერება (**Уმ.ნ., ც/ჰა**) გამოანგარიშებულია ფორმულით:

$$Уმ.ნ., ц/ha = [У \cdot (100 - W)] : 100,$$

სადაც **У** - არის მოსავლის რაოდენობა ბუნებრივი ტენით, ც/ჰა;

W - მოსავლის ტენი, %;

ბ) საკვები ელემენტის ბიოლოგიური გამოტანის გაანგარიშებისათვის საჭიროა ასევე გამოანგარიშებული იქნეს საკვები ელემენტის გამოტანა ღეროს ნარჩენებით და მცენარის ფესვთა სისტემით. ჩატარებული იქნეს ზემოთ აღნიშნულის ანალოგიური მოქმედება და ჯამის გაანგარიშება;

2. ნიადაგში საკვები ნივთიერების მარაგის ანგარიში. თუკი საკვები ელემენტების რაოდენობა გამოსახულია მგ-ში 100 გ ნიადაგზე, მაშინ მის მარაგს სახნავ ფენაში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$кг / ha\ C = (m \cdot d \cdot h) : 10,$$

სადაც **C** - არის საკვები ნივთიერებების მარაგი ფენაში, კგ/ჰა; **m** - საკვები ნივთიერების შემცველობა გამოსახული მგ/100 გ ნიადაგზე; **d** - ნიადაგის სიმკვრივე, გ/სმ^3 ; **h** - ნიადაგის სახნავი ფენა, სმ;

3. ნიადაგიდან საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი (КИП),%;

ა) ნიადაგის ბუნებრივი მარაგებიდან (ანუ სასუქის შეტანის გარეშე ნიადაგიდან) საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტს (КИП) ანგარიშობენ ფორმულით:

$$КИП = В_з : С ,$$

სადაც, $В_з$ - არის საკვები ელემენტების გამოტანა ბიომასის მიერ, კგ/ჰა; С - საკვები ელემენტის შემცველობა ნიადაგში, კგ/ჰა;

ბ) პირობითად მიღებულია, რომ მცენარის მოსავლის მატება ხდება მხოლოდ სასუქებიდან მცენარის დამატებითი კვების ხარჯზე;

განოყიერებულ ვარიანტზე ნიადაგიდან საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტს (КИП) ანგარიშობენ ფორმულით:

$$КИП = [Вბ \cdot (У – П)] : (У \cdot С) ,$$

სადაც, **Вბ** - არის მცენარის ბიომასით საკვები ელემენტების საერთო გამოტანა საკვლევ ვარიანტზე, კგ/ჰა;

У - ძირითადი პროდუქციის მოსავალი (უსასუქოდ) ც/ჰა;

П - ძირითადი პროდუქციის მოსავლის მატება განოყიერებულ ვარიანტზე, ც/ჰა;

С - საკვები ელემენტის შემცველობა ნიადაგში, კგ/ჰა;

გაანგარიშების მაგალითი. გავიანგარიშოთ შაქრის ჭარხლით ფოსფორის გამოყენების კოეფიციენტი ნიადაგიდან, თუკი P_2O_5 – ის გამოტანა შაქრის ჭარხლის ბიომასით (**Вბ**) შეადგენს 34,87 კგ/ჰა (ღეროფოჩი - 317 ც/ჰა; ფოსფორის (P) შემცველობა ღეროფოჩში 0,11 %;); შაქრის ჭარხლის მოსავალი (**У**) 575,1 ც/ჰა, რაც 254,3 ც/ჰა მეტია, ვიდრე საკონტროლოზე (სასუქების გამოყენების გარეშე) (**П**). ნიადაგში (კარბონატული) მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის (მაჩიგინით) რაოდენობამ (**С**) შეადგინა 135 კგ P_2O_5 /ჰა.

$КИП = [34,87 \cdot (575,1 – 254,3)] : (575,1 \cdot 135) = 0,14$

4. სასუქებიდან საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი (КИУ), %;

სასუქებიდან საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი (КИУ) - პირობითი სიდიდეა. იგი დამოკიდებულია საკვები ელემენტების შემცველობაზე ნიადაგში, ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე, მის ტენიანობაზე მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში, ტემპერატურის პირობებზე, დასათესი კულტურების სახეებსა და ჯიშებზე; **КИУ % = [($B_у$ - $B_к$) · 100] : Д ,**

სადაც **$B_у$** - არის, მცენარის ბიომასით საკვები ელემენტების საერთო გამოტანა საკვლევ (განოყიერებულ) ვარიანტზე კგ/ჰა; **$B_к$** - საკვები ელემენტების საერთო გამოტანა მცენარის ბიომასით საკონტროლო (უსასუქო) ვარიანტზე, კგ/ჰა; **Д** - საკვები ელემენტის დოზა,შეტანილი სასუქითკგ/ჰა. **100** - პროცენტებში გადასაყვანად.

მცენარის მიერ საკვები ელემენტის გამოყენების პროცენტს (ПЭУ) ანგარიშობენ ფორმულით: **ПЭУ = ($B_у$. П . 100) : У . Д ,**

სადაც, ПЭУ - არის მცენარის მიერ სასუქიდან საკვები ელემენტის გამოყენების ეფექტურობის მაჩვენებელი %; **$B_у$** - მცენარის ბიომასით საკვები ელემენტების საერთო გამოტანა საკვლევ ვარიანტზე, კგ/ჰა; **У** - ძირითადი პროდუქციის მოსავალი, ც/ჰა; **П** - ძირითადი პროდუქციის მოსავლის მატება, ც/ ჰა; **Д** - საკვები ნივთიერების დოზა სასუქში, კგ/ჰა;

ფოსფორიანი სასუქის ეფექტურობის მაჩვენებლის ***გაანგარიშების მაგალითი(%).*** შეტანილია სასუქი **Р 180 კგ/ჰა** – ის შემცველობით; შაქრის ჭარხლის ძირების მოსავალი **(У) 555,2** ც/ჰა; ბიომასით (445 ც/ჰა; 0,11% **Р** შემცველობით) გამოტანილმა ფოსფორმა **($B_у$)** შეადგინა 49 კგ/ჰა; საკონტროლოსთან შედარებით ძირების მოსვლის მატებამ **(П)** შეადგინა 234,4 ც/ჰა:

ПЭУ = (49 x 234,4 x100) : (555,2 x 180) = 11,5%.

VI.II.3.2. სასუქების რაოდენობის გაანგარიშება ფიზიკურ მასაში

მოქმედი ნივთიერების მიხედვით გაანგარიშებული სასუქის დოზა სასუქის ფიზიკურ მასაში გადაჰყავთ შემდეგი ტოლობით:

Дფ.მ. = Дმ.ნ. : Д ,

სადაც, **Дფ.მ.** არის სასუქის რაოდენობა ფიზიკურ მასაში, **ц/ჰა;** ან

Дფ.მ. = (Дმ.ნ. : Д) . 100

Дფ.მ. - არის სასუქის რაოდენობა ფიზიკურ მასაში, **კგ/ჰა; Дმ.ნ. -** სასუქის გაანგარიშებული რაოდენობა, მოქმედი ნივთიერება, კგ/ჰა; **Д -** მოქმედი ნივთიერების შემცველობა სასუქში, %;

გაანგარიშების მაგალითი. გავიანგარიშოთ, რა რაოდენობით უნდა შევიტანოთ ორმაგი სუპერფოსფატი (45%-იანი), თუკი ფოსფორის შესატანი დოზა შეადგენს 90 კგ მოქმედ ნივთიერებას:

Дფ.მ. = 90 : 45 = 2,0 ц/ჰა. ან

Дფ.მ. = (90 : 45) · 100 = 200 კგ/ჰა;

ცხრილი №20

ძირითადი საკვები ელემენტების შემცველობა სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო მცენარეში (%-ობით ჰაერ-მშრალ ნივთიერებაზე; ძირხვენების, გორგლეულის, ბოსტნეული კულტურების, მწვანე საკვები მასის, ხეხილოვანი კულტურების - ნედლ ნივთიერებაზე;)

კულტურა	პროდუქციის სახე	N	P_2O_5	K_2O
საშემოდგომო ხორბალი	მარცვალი	1,8-3,4	0,68-1,12	0,40-0,65
	ნამჯა	0,36-0,7	0,09-0,30	0,67-1,1
საგაზაფხულო ხორბალი	მარცვალი	2,0-3,8	0,65-1,0	0,5-0,90
	ნამჯა	0,4-0,9	0,08-0,30	0,65-1,0

საშემოდგომო ჭვავი	მარცვალი	1,55-1,65	0,72-1,14	0,45-0,70
	ნამჯა	0,44-0,46	0,11-0,32	0,7-1,2
ქერი	მარცვალი	2,0	0,85	0,55
	ნამჯა	0,52	0,23	0,9
შვრია	მარცვალი	2,3	0,9	0,6
	ნამჯა	0,7	0,3	1,5
სიმინდი სამარცვლე	მარცვალი	2,5	0,9	0,8
	ნამჯა	0,7	0,25	2,0
ფეტვი	მარცვალი	1,85	0,65	0,50
	ნამჯა	0,60	0,20	1,6
წიწიბურა	მარცვალი	1,9	0,6	0,29
	ნამჯა	0,7	0,6	2,3
ბარდა	მარცვალი	4,57	1,1	1,31
	ნამჯა	1,6	0,42	0,6
სოია	მარცვალი	5,9	1,12	1,35
	ნამჯა	1,31	0,4	0,64
ცერცველა	მარცვალი	4,55	1,1	1,0
	ნამჯა	1,3	0,38	0,73
შაქრის ჭარხალი	ძირხვენი	0,23-0,65	0,08-0,15	0.25-0,80
	ღეროფოჩი	0,35-1,55	0,1-0,2	0,50-1,8
კარტოფილი	ტუბერი	0,32-0,92	0,12-0,16	0,8-2,1
	ღეროფოჩი	0,30-1,2	0,17-0,20	0,9-3,5
პომიდორი	ნაყოფი	0,2-0,28	0,075-0,082	0,27-0,37
კომბოსტო	ნაყოფი	0,83-0,95	0,9-1,2	0,27-0,44
სტაფილო	ძირხვენი	0,23	0,13	0,38
თამბაქო	ფოთოლი	1,3-3.3	0,3-0,7	2,5-4,6
	ღერო	0,8-1,92	0.36-0,8	2,0-4,0
ჩაი	ჩაის ფოთოლი	5,0	1.0	2,0
ციტრუსები	ნაყოფი	0,15	0,06	0,25
ვენახი	ყურძენი-ნაყოფი	0,17	0,14	0,5

ცხრილში № 21 მოტანილია სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულებების განზოგადებული მონაცემები სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლით საკვები ელემენტების გამოტანის შესახებ - კგ-ობით 1 ტონა ძირითად პროდუქციაზე (მეორადი პროდუქციის გათვალისწინებით).

ცხრილი № 21

სხვადასხვა კულტურის მოსავლით N, P_2O_5 და K_2O გამოტანის საშუალო მონაცემები

კულტურა	ძირითადი პროდუქცია	ძირითადი პროდუქციის შეფარდება მეორადთან	1 ტონა ძირითადი პროდუქციით გამოტანა, კგ;		
			N	P_2O_5	K_2O
1	2	3	4	5	6
ხორბალი საშემოდგომო	მარცვალი	1,0 : 2,0	37	13	23
ხორბალი საგაზაფხულო	მარცვალი	1,0 : 1,6	47	12	18
ჭვავი საშემოდგომო	მარცვალი	1,0 : 2,0	31	14	26
ქერი	მარცვალი	1,0 : 1,4	29	11	20
შვრია	მარცვალი	1,0 : 1,5	33	14	29
სიმინდი სამარცვლე	მარცვალი	1,0 : 2,0	34	12	37
ფეტვი	მარცვალი	1,0 : 1,8	33	10	34
წიწიბურა	მარცვალი	1,0 : 1,5	30	15	40
ბარდა	მარცვალი	1,0 : 1,5	66	16	20
ცერცველა	მარცვალი	1,0 : 1,2	49	14	23
თამბაქო და წეკო	ფოთოლი, ღერო	-	31	7,9	51
შაქრის ჭარხალი	ძირხვენი	1,0 : 1,0	5,6	1,8	7,4
მზესუნზირა	თესლი	-	5,0	2,7	23
სოია	მარცვალი	-	71	16	18
ლობიო	მარცვალი	-	71	16	51
კარტოფილი	ტუბერი	1,0 :1,0	6,2	2,0	14,5
ბოსტნეული	ნაყოფი	-	5,5	1,6	5,0
მათ შორის:					
თეთრთავიანი კომბოსტო	კომბოსტოს თავი	-	3,45	1,5	5,0
პომიდორი	ნაყოფი	-	3,4	1,25	4,9
კიტრი	ნაყოფი	-	1,7	1,4	2,6
სტაფილო სუფრის	ძირხვენი	-	3,2	1,3	5,0

ბაღჩეული კულტურები	ნაყოფი	-	5,5	1,6	5,0
საკვები ძირხვენები	ძირხვენი	-	2,7	0,9	4,8
სამყურა წითელი	თივა	-	19,7	5,6	15,0
იონჯა	თივა	-	26,0	6,5	15,0
ტიმოთელა, ტიმოთის ბალახი	თივა	-	15,5	7,0	24,0
მრავალწლოვანი სათიბი ბალახები (50% პარკოსნები, 50% მარცვლოვანი)	თივა	-	17,6	6,3	19,5
ჩაის ფოთოლი (მშრ.)	ფოთოლი (დუყი)	-	50	10	20
ხეხილოვანი და კურკოვანი კულტურები (ციტრუსის გარდა)	ნაყოფი	-	5	3	6
ციტრუსი	ნაყოფი	-	1,5	0,6	2,5
ყურძენი	ნაყოფი	-	1,7	1,4	5,0
ბუნებრივი სათიბების თივა	თივა	-	15,5	7,0	24,0
ტუნგი	ნაყოფი	-	21	13	6,0

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ქვეშ შესატანი სასუქების რაოდენობის გაანგარიშებისათვის № 20 და № 21 ცხრილებში წარმოდგენილი საშუალო მონაცემებით სარგებლობისას, გათვალისწინებული უნდა იქნეს ადგილობრივი ნიადაგურ-კლიმატური პირობები, კულტურის ბიოლოგიური თავისებურება და აგროტექნიკა;

VI.III. სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის ანგარიში.

იმისათვის, რომ დადგინდეს კონკრეტულ მეურნეობაში მინერალური სასუქების და სხვა ქიმიური საშუალებების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა, აუცილებელია მხედველობაში იქნეს მიღებული შემდეგი მაჩვენებლები: კულტურის მთლიანი მოსავლის მატება და მიწის ფართობის ყოველ ერთეულზე მიღებული პროდუქციის რაოდენობა.მოსავლის აბსოლუტური მატების სიდიდე ყოველთვის არ ითვლება ამათუიმ საშუალების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის განმსაზღვრელად. ნამდვილი ეფექტის დადგენისათვის აუცილებელია განისაზღვროს სასუქების (ან სხვა ქიმიკატების) გამოყენებასთან დაკავშირებული ხარჯები; მიღებული წმინდა შემოსავალი და წარმოების რენტაბელობა.

სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის ანგარიშის მაგალითი:

მეურნეობა ერთ კონკრეტულ ნაკვეთზე საშუალოდ იღებდა 33 ცენტნერ ხორბალს. აღნიშნულ კონკრეტულ ნაკვეთზე მოსავლის კიდევ უფრო მეტად გაზრდის მიზნით დამატებით შეიტანეს ფოსფორიანი სასუქი - ,,მარტივი სუპერფოსფატი“ - 120 კგ P_2O_5-ის (მოქმედი ნივთიერება) ანგარიშით ჰექტარზე; აღნიშნული ღონისძიების შედეგად ხორბლის მარცვლის **მატებამ შეადგინა 17 ცენტნერი ჰექტარზე;** მარცვალი გაიყიდა **1 კგ 45 თეთრად.** ამრიგად,

ნამატი მოსავლის ღირებულებამ („ნ. მ. ღ.“) შეადგინა 765 ლარი.

აღნიშნული ნამატი მოსავლის მისაღებად გაწეულმა **ხარჯებმა** (სასუქის ღირებულებას + მისი გადაზიდვის + ნიადაგში შეტანის + ნამატი მოსავლის აღების და გადაზიდვა -რეალიზაციის ხარჯები) **შეადგინა 266 ლარი.**

პირობითი წმინდა შემოსავალი (პ.წ.შ. ანუ აღნიშნულ ერთ ჰექტარ ფართობზე მიღებული მოგება) = **ნამატი მოსავლის ღირებულებას გამოკლებული ხარჯები ანუ**

პ.წ.შ. = 765 ლარი - 266 ლარი = 499 ლარი / ჰექტარზე;

დანახარჯების რენტაბელობა („რ“) = პირობითი წმინდა შემოსავალი : ხარჯებზე და გამრავლებული 100-ზე

„რ“ = 499 : 266 x 100 =187,6 %;

უკუგება ყოველ დახარჯულ 1 ლარზე უდრის ნამატი მოსავლის ღირებულება : ხარჯებზე

უკუგება = 765 : 266 = 2,9 ლარი;

1 კგ ნამატი მოსავლის თვითღირებულება უდრის ხარჯები გაყოფილი ნამატ მოსავალზე.

თვითღირებულება = 266 ლარი : 17 ც/ჰა = 0,16 ლარი/კგ (16 თეთრი/კგ);

შედეგების ჩაწერის ფორმა

მოსავლის მატება, ც/ჰა	ნამატი მოსავლის ღირებულება, ლარი	ნამატი მოსავლის მისაღებად გაწეული ხარჯები, ლარი	პირობითი წმინდა შემოსავალი ლარი/ჰა	დანახარჯების რენტაბელობა, %	1 კგ ნამატი მოსავლის თვითღირებულება ლ/კგ	უკუგება ყოველ დახარჯულ 1 ლარზე
17	765	266	499	187,6	0,16	2,9

VI.IV. კირის დოზების გაანგარიშება ნიადაგების მოკირიანებისას.

მოკირიანება - ნიადაგის საფუძვლიანი მელიორაციის ხერხია. იგი მრავალმხრივ გავლენას ახდენს: ანეიტრალებს ჭარბ მჟავიანობას, აძლიერებს ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობას, მობილიზაციას უკეთებს ნიადაგში ფოსფორისა და მოლიბდენის სუსტად მოძრავ ფორმებს, ბოჭავს ალუმინის და მანგანუმის მოძრავ

ფორმებს, რომლებიც ტოქსიკურია უმაღლესი მცენარეებისათვის.

-მოკირიანებისათვის საჭირო კირის დოზა დამოკიდებულია:

-ნიადაგის მჟავიანობის საწყის დონეზე, დადგენილი იმ მაჩვენებლების მიხედვით, რომელიც საფუძვლად უდევს დოზის გაანგარიშებას (**pHкс**, ჰიდროლიზური მჟავიანობა, ფუძეებით ნიადაგის მაძღრობის ხარისხი);

- ნიადაგის ტიპი, მისი სახნავი ჰორიზონტის გრანულომეტრული შედგენილობა (ცხრ. № 22);

- კულტურის ბიოლოგიური თავისებურება;

-მოსაკირიანებელი ნიადაგის ფენის სისქე (სიღრმე) და მისი ხვედრითი მასა;

-ჰუმუსის შემცველობა ნიადაგის სახნავ ჰორიზონტში (5%-ზე მეტი შემცველობის შემთხვევაში);

- მინერალური სასუქების გამოყენების დონე, მათ შორის სასუქები, რომლებიც იწვევენ ნიადაგის გამჟავებას;

- ნიადაგიდან და შეტანილი კირიანი სასუქებიდან კალციუმის მოსალოდნელი დანაკარგის ხარისხი და ინტენსივობა;

ცხრილი 22

კირის სავარაუდო დოზები, ტ/ჰა, ნიადაგის pH-ის და გრანულომეტრული შედგენილობის მიხედვით

ნიადაგის გრანულომეტრული შედგენილობა	pH მარილის ხსნარში			
	4,5	**4,8**	**5,0**	**5,5**
ქვიშნარი	**2,5**	**1,6**	**1,3**	**0,6**
საშუალო თიხნარი	**4,5**	**3,5**	**3,0**	**2,0**
მძიმე თიხნარი	**7,0**	**6,0**	**5,5**	**4,5**
თიხა	**8,0**	**7,0**	**6,5**	**5,5**

ეკონომიკური ხარჯების ანაზღაურება ხდება მოსავლის მატებით. მოკირიანებისაგან მიღებული დადებითი ეფექტი შენარ-

ჩუნებულია 10-12 წლის განმავლობაში. pH-ის გამიზნული მაჩვენებელი ნიადაგში არა დაუყოვნებლივ, არამედ, მოკირიანებიდან 2-3 წლის შემდეგ დგება.

ბუნებრივი კირიანი მასალები შეიცავენ სხვადასხვა მინარევებს - ქვიშას, თიხას, სილიციუმის ნატეხებს და ა.შ., ამიტომ შეაქვთ შესწორება სუფთა პროდუქტის შემცველობაზე.

ნიადაგის ფუძეებით მაძღრობის ხარისხის მიხედვით საზღვრავენ კირზე მოთხოვნილებას და კირიანი სასუქების დასაბუთებულ დოზებს.

მოკირიანების საჭიროების მიხედვით ნიდაგებს ყოფენ 3 ჯგუფად:

1 - ნიადაგები, რომლებიც ძალიან საჭიროებენ მოკირიანებას, ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი 50%-ზე ნაკლებია.

2 - ნიადაგები რომლებიც ნაკლებად საჭიროებენ მოკირიანებას. ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი 50-70-%-ია;

3 - ნიადაგები, რომლებიც არ საჭიროებენ მოკირიანებას, ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი 70-%-ზე მაღალია;

კირიანი სასუქების ზუსტ დოზებს საზღვრავენ ჰიდროლიზური მჟავიანობის მიხედვით, იგი იძლევა სრულ წარმოდგენას ნიადაგის მჟავიანობის სიდიდეზე.

კირის ზუსტი დოზა აუცილებელია ნიადაგის მჟავიანობის სრული განეიტრალებისთვის, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სასუქებზე ცდების დაყენებისას.

კირიანი სასუქების ზუსტი დოზების გაანგარიშებისათვის საზღრავენ ჰიდროლიზურ მჟავიანობას და სახნავი ჰორიზონტის სიმკვრივეს. შემდეგ აუცილებელია, გაანგარიშებული იქნეს ნიადაგის სახნავ ფენაში ჰიდროლიზური მჟავიანობის წყალბადიონების რაოდენობა. გაანგარიშებისათვის, სახნავი ჰორიზონტის სისქედ იღებენ - 20 სმ, ხოლო, სიმკვრივეს 1,5 გ/სმ^3, რაც შეესაბამება ეწერი მძიმე თიხნარი ნიადაგის სიმკვრივეს.

აღნიშნული მონაცემების მიხედვით სახნავი ჰორიზონტის მასა 1 ჰა ფართობზე ტოლია 1,5 x 20 x 100000000 = 3000000000გ,

სადაც 100000000 - არის 1 ჰა ფართობზე კვადრატული სანტიმეტრების რიცხვი.

დავუშვათ, რომ სრული ჰიდროლიზური მჟავიანობა შეადგენს 5,4 მგ.ექვ./100 გ ნიადაგზე. აღნიშნული ნიადაგის 1 კგ-ში H - იონების შემცველობა იქნება 54 მგ, ან 0,054 გ H^+. მაშასადამე, 1 ჰა ფართობის სახნავ ჰორიზონტში შთანთქმული წყალბადის რაოდენობა ტოლი იქნება 0,054 x 3000000 = 162 000 გ, ანუ 162 კგ.; 1 მგ H - იონების ნეიტრალიზაციაზე იხარჯება 50 მგ $CaCO_3$, ხოლო, 1 კგ H^+ იონებზე საჭიროა 50 კგ $CaCO_3$;

ამრიგად, სახნავ ფენაში არსებული 162 კგ H - იონების განეიტრალებაზე საჭიროა 162 x 50 = 8 100 კგ, ანუ 81 ც/ჰა, ანუ 8,1 ტ/ჰა $CaCO_3$;

გაანგარიშების გამარტივება შეიძლება, ჰიდროლიზური მჟავიანობის მაჩვენებლის გამრავლებით კოეფიციენტზე - 1,5;

აღნიშნული კოეფიციენტი გაანგარიშებულია შემდეგნაირად. როგორც ზემოთ არის ნაჩვენები, 50 მგ $CaCO_3$ ექვივალენტურია 1 მგ H^+, ე.ი. 1 მგ-ექვ ჰიდროლიზური მჟავიანობის. რამდენადაც ჰიდროლიზური მჟავიანობა გაანგარიშებულია 100 გ ნიადაგზე, და, საჭიროა, 1 ჰა ფართობზე მთელი სახნავი ჰორიზონტის ნეიტრალიზაციისათვის საჭირო $CaCO_3$-ის რაოდენობის ცოდნა, 50-ს ამრავლებენ 3 000 000 000 : 100, ე.ი. 30 000 000. იმისათვის, რომ მილიგრამი $CaCO_3$ გადავიყვანოთ ტონებში, მიღებულ მაჩვენებელს ყოფენ 1 000 000 000-ზე და ღებულობენ კოეფიციენტს, რომელიც ტოლია (50 x 30 000 000) : 1 000 000 000 = 1,5;

კონკრეტული რეგიონისათვის კირიანი სასუქის დოზის გაანგარიშების ყველაზე სარწმუნო (დამაჯერებელი) მეთოდია - მრავალწლიანი მინდვრის ცდების შედეგების გამოყენება, რომლებიც ყველაზე ზუსტად პასუხობენ ს/ს კულტურების მოყვანის ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებს.

როგორც წესი, კირიანი სასუქების დოზებს (**D, ტ/ჰა $CaCO_3$**) ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით:

$$D_{CaCO_3} = Hg \cdot d \cdot h \cdot 0{,}05 \text{ (ტ/ჰა)},$$

სადაც, **Hg -** არის ჰიდროლიზური მჟავიანობა კაპენის მიხედვით, მგ-ექვ/100 გ ნიადაგზე;

d - მოსაკირიანებელი ფენის სიმკვრივე, გ/სმ^3;

h - მოსაკირიანებელი ფენის სისქე, სმ;

0,05 - მილიგრამების გრამებში გადასაყვანი კოეფიციენტი;

აღნიშნული ფორმულის მიხედვით გაანგარიშებული კირის დოზა ითვლება თეორიულად, რადგან დაფუძნებულია კალციუმის კარბონატით წყალბადის იონების ნეიტრალიზაციაზე იდეალურ ხსნარებში, და არა ნიადაგში. იგულისხმება, რომ კირის ასეთი დოზით შეტანისას ნიადაგის ჰიდროლიზური მჟავიანობა მთლიანად ნეიტრალიზდება, ამიტომ უწოდებენ მას ,,სრულს". მელიორაციული მოკირიანების მიზანს ყველაზე ზუსტად პასუხობს ეს გაანგარიშება ნიადაგებზე, სადაც ჰუმუსის შემცველობა 5%-ზე ნაკლებია.

VI.IV.1. კირის დოზების გაანგარიშება ფიზიკურ მასაში.

კირიანი სასუქების დოზების ფიზიკურ მასაში გაანგარიშებისათვის აუცილებელია განისაზღვროს კარბონატების შემცველობა სასუქში ($CaCO_3$-ზე გადაანგარიშებით). კირიანი სასუქის გამანეიტრალებელი უნარი განისაზღვრება სასუქში CaO, $Ca(OH)_2$ და $CaCO_3$ ჯამური შემცველობით, გაანგარიშება ტარდება ჟანგეულებზე. CaO-ს $CaCO_3$-ში გადაანგარიშებისათვის იყენებენ კოეფიციენტებს :

% $CaCO_3$ = % CaO 1,785; % $CaCO_3$ = %MgO · 2,482; %$CaCO_3$ = %$MgCO_3$·1,187.

კირიანი სასუქები შეიცავენ ტენს, აგრეთვე 1 მმ - ზე მეტი ზომის ნაწილაკებს, რომლებიც ნელა ურთიერთმოქმედებენ ნიადაგთან. კონკრეტული სასუქის დოზას (ტ/ჰა) ანგარიშობენ ფორმულით:

$$D_{ფ.ბ.} = (D_{CaCO_3} \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100) : [H \cdot (100 - W) \cdot (100 - K)] ,$$

სადაც, $D_{ფ.ბ.}$ - არის კირიანი სასუქის ფიზიკური მასა (წონა), ტ/ჰა;

D_{CaCO_3} - $CaCO_3$ - ის გაანგარიშებული დოზა, ტ/ჰა;

H - სასუქის გამანეიტრალებელი უნარი $CaCO_3$ %-ის მიხედვით;

W - სასუქის ტენი,%;

K - 1 მმ-ზე მეტი ზომის ნაწილაკების რაოდენობა, %;

VI.V. ქიმიური მელიორანტების დოზების გაანგარიშება.

თაბაშირის ნორმების გაანგარიშებისას ძირითადი, გამოსავალი მაჩვენებელი შთანთქმული ნატრიუმის შემცველობაა ნიადაგში. ნიადაგებზე, რომლებიც შეიცავენ შთანთქმის ტევადობის 5%-ზე ნაკლებ ნატრიუმს მოთაბაშირებას არ ატარებენ, რადგანაც შთანთქმის კონპლექსში არსებული ნატრიუმის ასეთი რაოდენობა მცენარის ზრდა-განვითარებაზე არსებით უარყოფით გავლენას არ ახდენს. აღნიშნულის გამო, თაბაშირის ნორმებს ყველაზე ხშირად ანგარიშობენ აქტიური ნატრიუმის მიხედვით, ე.ი. შთანთქმის ტევადობიდან 5%-ზე მეტი რაოდენობით მისი შემცველობის პირობებში.

თაბაშირის ნორმას ანგარიშობენ ნატრიუმის იმ რაოდენობის მიხედვით, რომელსაც შეიცავს ბიცობიანი ჰორიზონტის ის ნაწილი, რომელიც ექვემდებარება დამუშავებას (მოხვნას). მის მასას საზღვრავენ ტოლობით:

$$B = (h_{სახ.} - h_A) \times 10^8 \times d ,$$

სადაც, **B** - არის მოთაბაშირებას დაქვემდებარებული ბიცობიანი ჰორიზონტის მასა 1 ჰა ფართობზე, გ; **$h_{სახ.}$** - მოხვნის სიღრმე, სმ; **h_A** - ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სისქე, სმ; **d** - ნიადაგის სიმკვრივე, გ/სმ^3;

ქიმიური მელიორანტის დოზებს ანგარიშობენ მოქმედი ნივთიერების მიხედვით (თაბაშირი $CaSO_4 \cdot 2H_2O$); თაბაშირის შესატანი დოზა დამოკიდებულია გაცვლითი ნატრიუმის შემცველობაზე ნიადაგში.

ბიცობების ქიმიური მელიორაციისას თაბაშირის დოზის განსაზღვრისათვის (D, ტ/ჰა) სარგებლობენ შემდეგი ფორმულებით:

მცირე ნატრიუმიანი ბიცობებისთვის, შთანთქმის ტევადობიდან 20%-ზე ნაკლები ნატრიუმის შემცველობით

$$D_{CaSO_4} = 0{,}086 \cdot h \cdot d \cdot Na\,,$$

სადაც, D_{CaSO_4} - არის თაბაშირის დოზა, ტ/ჰა; **h** – მოსათაბაშირებელი ფენის სისქე, სმ; **d** - ნიადაგის სიმკვრივე, გ/სმ^3; **Na** – გაცვლითი ნატრიუმის შემცველობა ნიადაგში, მგ-ექვ./100 გ ნიადაგზე;

ნატრიუმის საშუალო და მაღალი შემცველობის ბიცობებისთვის, შთანთქმის ტევადობიდან 20%-ზე მეტი ნატრიუმის შემცველობით

$$D = 0{,}086 \cdot h \cdot d \cdot (Na - 0{,}1 \cdot a)\,,$$

სადაც **0,1 - არის** კოეფიციენტი, რომელიც განსაზღვრავს ბიცობების შთანთქმის კომპლექსში შენახული გაცვლითი ნატრიუმის 10%-ს; **a** - ნიადაგის შთანთქმის ტევადობა, მგ.-ექვ/100 გ ნიადაგზე.

ბიცობები სოდიანი დამლაშებით:

$$D_{CaSO_4} = 0{,}086 \cdot h \cdot d \cdot (Na - 0{,}1 \cdot a) + (S - 1)\,,$$

სადაც, **S** - არის CO_3 + HCO_3 ნიადაგის წყლის გამონაწურში, მგ.ექვ/100გ ნიადაგზე;

1 - CO_3 + HCO_3-ის დასაშვები კონცენტრაცია ნიადაგის წყლის გამონაწურში, რომელიც მცენარისათვის, არ არის მავნე, მგ.ექვ/100 გ ნიადაგზე;

მცირე ნატრიუმიანი ბიცობებისთვის, შთანთქმის ტევადობის 50%-ზე მეტი გაცვლითი მაგნიუმის შემცველობით.

$$D_{CaSO_4} = 0{,}086 \cdot h \cdot d \cdot (Mg - 0{,}3 \cdot a)\,,$$

სადაც, **Mg -** არის გაცვლითი მაგნიუმის შემცველობა, მგ.ექვ/100 გ ნიადაგზე;

0,3 - კოეფიციენტი, რომელიც განსაზღვრავს შთანთქმის კომპლექსში 30% გაცვლითი მაგნიუმის შენახვას.

საშუალო და დიდი რაოდენობით ნატრიუმიანი ბიცობ-ბისთვის ნეიტრალური და სოდიანი დამლაშებით თაბაშირის დოზებს ანგარიშობენ კალციუმით ნიადაგის გაჯერებამდე მეთოდით, შემდეგი ფორმულით:

$$D_{CaSO_4} = 0{,}086 \cdot h \cdot d \cdot (Ca_c - Ca_a),$$

სადაც, Ca_c - არის კალციუმის იონების რაოდენობა, შთანთქმული ბიცობიანი ნიადაგით თაბაშირის ნაჯერი ხსნარიდან, მგ.ექვ/100 ნიდაგზე;

Ca_a - კალციუმის იონების რაოდენობა, შთანთქმული ზონალური ნიადაგით, მგ,ექვ/100 გ ნიადაგზე;

VI.VI. დისპერსიული ანალიზის მეთოდი

მინდვრის ცდების მიმართ ძირითადი მეთოდური მოთხოვნა მიღებული შედეგების დამაჯერებლობაა. აუცილებელია, დადგენილ იქნეს, რამდენად სარწმუნოა მინდვრის ცდის მონაცემები და რამდენად არის შესაძლებელი მათზე დაყრდნობით სწორი დასკვნების გაკეთება.

მინდვრის ცდის შედეგების დამაჯერებლობის ხარისხის შეფასებისთვის ატარებენ ცდის ციფრობრივი მონაცემების სტატისტიკურ დამუშავებას დისპერსიული ანალიზის მეთოდით; ადგენენ ჩატარებული მინდვრის ცდის სიზუსტეს (P %), ცდის საშუალო ცდომილებას (E ც/ჰა); ანგარიშობენ უმცირეს არსებით სხვაობას (**შეფასების კრიტერიუმი**) 0,95 სარწმუნო დამაჯერებლობის დონეზე (**უ.ა.ს. 0,95**); ფართოდ არის გამოყენებული **რ.ფიშერის** და მისი სკოლის მიერ შემუშავებული დისპერსიული ანალიზის მეთოდი. აღნიშნული მეთოდის პრაქტიკული გამოყენების მაგალითია **პერეგუდოვის (В.Н.Перегудов)** მეთოდური

მითითება **„მინდვრის ცდის შედეგების სტატისტიკური დამუშავება“**. ქვემოთ მოყვანილია ჩვენს მიერ ბაზალეთის ზეგანის ყავისფერ-კარბონატულ ნიადაგზე ჩატარებული მინდვრის ცდის შედეგების სტატისტიკური დამუშავების მაგალითი პერეგუდოვის მიხედვით.

1. მოსავლის მონაცემები გადაჰყავთ ცენტნერობით ჰექტარზე და ადგენენ სათანადო ცხრილს, რომლის ჰორიზონტალურ გრაფებში ჩაწერილია თითოეული ვარიანტის მონაცემები, ხოლო ვერტიკალურ სვეტებში განმეორებები (ცხრილი 23).

მას შემდეგ რაც მოსავლის საწყისი მონაცემებიდან ნაანგარიშევია ვარიანტებზე საშუალო მოსავლები და ცდის საშუალო მოსავალი (**M**), ანგარიშს აგრძელებენ შემდეგი თანმიმდევრობით:

ცხრილი 23

საშემოდგომო ხორბლის მოსავალი, ც/ჰა (14% ტენით). ყავისფერი-კარბონატული ნიადაგი; ბაზალეთის ზეგანი (გ. მარგველაშვილი, 1972-80 წწ).

№ რიგზე	ვარიანტი	განმეორებები				ჯამი S	საშუალო მოსავალი
		I	II	III	IV		
1	**საკონტროლო-უსასუქო**	20,3	22,0	22,2	23,0	87,5	21,8
2	N120 K90 –ფონი	33,9	33,4	32,5	28,7	128,5	32,0
3	N120 K90 +P45	32,6	34,3	33,5	35.0	135,4	33,8
4	N120 K90 +P90	40,0	39,0	36,7	37,3	153,0	38,1
5	N120 K90 +P135	46,8	47,3	47,8	49,6	191,5	47,9
6	N120 K90 +P180	47,7	48,1	46,0	46,9	188,7	47,2
7	N120 K90 +P210	48,0	49,2	48,4	50.0	195,6	48,9
ჯამი P		269,3	273,3	267,1	270,5	1080,2 Q	269,7 M =38,5

2. - ***ადგენენ ვარიანტის საშუალო მოსავლიდან დანაყოფებზე მოსავლის გადახრების (Y) ცხრილს 24.*** მაგალითად: **პირველი**

ვარიანტის (საკონტროლო) საშუალო მოსავლიდან 21,8 გადახრა პირველ განმეორებაზე = -1,5; მეორე განმეორებაზე = +0,2; მესამე განმეორებაზე = +0,4; მეოთხე განმეორებაზე = +1,2 ; **მეორე ვარიანტის (ფონი)** მიხედვით გადახრა: პირველ განმეორებაზე = +1,9; მეორე განმეორებაზე = + 1,4; მესამე განმეორებაზე = +0,5; მეოთხე განმეორებაზე = - 3,3 და ა.შ.

ცხრილი 24

ვარიანტის საშუალო მოსავლიდან გადახრები (Y) დანაყოფებზე

№ რიგზე	ვარიანტი	გადახრები დანაყოფებზე ვარიანტის საშუალო მოსავლიდან (Y)				S
		I	II	III	IV	
1	საკონტროლო-უსასუქო	-1,5	+0,2	+0,4	+1,2	+0,3
2	N120 K90 –foni	+1,9	+1,4	+0,5	-3,3	+0,5
3	N120 K90 +P45	-1,2	+0,5	-0,3	+1,2	+0,2
4	N120 K90 +P90	+1,9	+0,9	-1,4	-0,8	+0,6
5	N120 K90 +P135	-1,1	-0,6	-0.1	+1,7	-0,1
6	N120 K90 +P180	+0,5	+0,9	-1,2	-0,3	-0,1
7	N120 K90 +P210	-0,9	+0,3	-0,5	+1,1	0,0
P ჯამი		-0,4	+3,6	-2,6	+0,8	Q=+1,4

2. - ანგარიშობენ S ვარიანტის ყველა განმეორებისა და თითოეული განმეორების გადახრების ჯამს (P), მაგალითად:

I	II	III	IV
-0,4	+3,6	-2,6	+0,8

ამ უკანასკნელთა ჯამი მოგვცემს **Q**-ს, რომელიც ტოლი უნდა იყოს აგრეთვე **S**-ის ჯამის (ბოლო ვერტიკალური სვეტის მონაცემების ჯამი).

3. ანგარიშობენ დანაყოფებზე გადახრების $(Y)^2$ და მათი ჯამის კვადრატებს (ცხრილი 25).

ცხრილი 25

გადახრებისა (Y) და მათი ჯამის (S) კვადრატები

№ რიგზე	ვარიანტი	Y^2 განმეორებები				S^2
		I	II	III	IV	
1	საკონტროლო-უსასუქო	2,25	0,04	0,16	1,44	0,09
2	N120 K90 –ფონი	3,61	1,96	0,25	10,89	0,25
3	N120 K90 +P45	1,44	0,25	0,09	1,44	0,04
4	N120 K90 +P90	3,61	0,81	1,96	0,64	0,36
5	N120 K90 +P135	1,21	0,36	0,01	2,89	0,01
6	N120 K90 +P180	0,25	0,81	1,44	0,09	0,01
7	N120 K90 +P210	0,81	0,09	0,25	1,21	0,0
P^2		Y^2 =13,18) 0,16	Y^2 =4,32) 12,96	Y^2 =4,16) 6,76	Y^2 =18,6) 0,64	$\sum S^2$ = 0,76; $\sum Y^2$ = =40,26; $\sum P^2$ =20,52; Q^2= 1,96;

4. ამრიგად, 25 ცხრილის მიხედვით ვანგარიშობთ ვერტიკალურ სვეტებში ჩაწერილი გადახრების განმეორებათა კვადრატების ჯამს, რომელიც აღინიშნება **Y^2-ით,** ვკრებთ და ვღებულობთ **$\sum Y^2$**, ასევე ვაჯამებთ **$\sum P^2$ და $\sum S^2$;**

მაშასადამე, Q^2 = 1,96;

$\sum Y^2$ =40,26;

$\sum P^2$ =20,52;

$\sum S^2$ = 0,76;

5. ვანგარიშობთ კვადრატების ჯამის ცდომილებას (S S_0) ფორმულით

$$S\,S_0 = \sum Y^2 - \frac{\sum P^2}{N}$$

ჩვენს მაგალითში:

$$S\,S_0 = 40,26 - \frac{20,52}{7} = 40,26 - 2,93 = 37,33.$$

6. ანგარიშობენ ცდომილების („∂“) თავისუფლების ხარისხის რიცხვს ფორმულით:

$$\partial_0 = (N-1)\cdot(n-1)$$

ჩვენს მაგალითში:

$$\partial_0 = (7-1)\cdot(4-1) = 18$$

7. ანგარიშობენ ცდომილების საშუალო კვადრატს (S^2) ფორმულით :

$$S^2 = \frac{SS_0}{\partial_0}$$

ჩვენს მაგალითში :

$$S^2 = \frac{37,33}{18} = 2.07 \approx 2.1$$

8. ანგარიშობენ საშუალოს (E) ცდომილებას ფორმულით:

$$E = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

ჩვენს მაგალითში :

$$E = \sqrt{\frac{2,1}{4}} = \sqrt{0,525} = 0,724$$

9. ანგარიშობენ ცდის სიზუსტეს (P) პროცენტობით ფორმულით:

$$P = \frac{E}{M} \times 100$$

ჩვენს მაგალითში :

$$P=\frac{0,724}{38,5}\times 100=1,9\%.$$

10. ანგარიშობენ უმცირეს არსებით სხვაობას (შეფასების კრიტერიუმი), 0,95 სარწმუნო დამაჯერებლობის დონეზე (უ.ა.ს. $_{0,95}$), ფორმულით :

უ.ა.ს. = K· E

K კოეფიციენტის სიდიდე შემდეგნაირ დამოკიდებულებაშია ცდომილების (∂_0) თავისუფლების ხარისხის რიცხვთან:

ცხრილი 26

∂_0	1	2	3	4	5	6-7	8-9	10-12	13-15	16 და >
K	17,96	6,08	4,50	3,93	3,64	3,40	3,23	3,11	3,04	3,00

ჩვენს მაგალითში : უ.ა.ს. = 3,00 · 0,724 =2,172 ≈ 2,2 ц/ha;

*----------

შესადარებელ ვარიანტებს შორის სხვაობა სარწმუნოა მაშინ, როცა იგი სამჯერ მაინც აღემატება საშუალო მოსავლიანობის ცდომილებას (E);

VI.VII. კორელაციის და რეგრესიის კოეფიციენტების გამოანგარიშების მაგალითი.

აგრარული მეცნიერების სხვადასხვა დარგში ჩატარებული კვლევის შედეგების ანალიზისას, ხშირ შემთხვევაში, საჭირო ხდება დადგენილ იქნეს, ერთის მხრივ, საცდელი კულტურების ზრდა-განვითარების, მოსავლიანობის დონის, პროდუქციის ხარისხის და, მეორეს მხრივ, გასატარებელ აგროტექნიკურ ღონისძიებებსა და გარეგან ფაქტორებს შორის კორელაციური კავშირი. აუცილებელია, პირველ რიგში დადგენილ იქნეს შესასწავლ

ფაქტორებს შორის კორელაციის კოეფიციენტები და მათი დამაჯერებლობის ხარისხი.

ორი ან რამდენიმე ფაქტორის ერთდროულ ცვალებადობას შორის კავშირს კორელაცია ანუ კორელაციური დამოკიდებულება ეწოდება. კორელაციის კოეფიციენტი უჩვენებს, რამდენად შეთანაწყობილად მიმდინარეობს ერთი რიგის ფაქტორების ცვალებადობა სხვა რიგის ფაქტორების ცვალებადობასთან შესაბამისად.

კორელაციის არსებობა და მისი ხარისხი გამოისახება **კორელაციის კოეფიციენტით,** რომელსაც აღნიშნავენ ლათინური ასო **r**-ით;

კორელაციის კოეფიციენტის სიდიდე იცვლება +1-დან - 1-მდე ფარგლებში; **პირდაპირია კორელაცია „+r"** თუ შესადარებელ წყვილში ერთი განხილული ოდენობის ზრდისას იმატებს მასთან შესადარებელი მეორე ოდენობაც, ან პირიქით, ერთი განხილული ოდენობის კლებისას იკლებს მასთან შესადარებელი მეორე ოდენობაც. **არაპირდაპირ ანუ უკუკორელაციას „-r "** ადგილი აქვს იმ შემთხვევაში, როცა ერთი ოდენობის მატებისას პროპორციულად იკლებს მეორე ოდენობა, ან პირიქით, ერთი ოდენობის კლებისას პროპორციულად იმატებს მეორე ოდენობა.

არჩევენ მარტივი კორელაციის შემდეგ ძირითად სახეებს: **სწორხაზოვანი პირდაპირი, ანუ სრული კორელაცია** როდესაც **r = + 1,0;**

ნაწილობრივი პირდაპირი ანუ არასრული კორელაცია, როდესაც r = +0,8; კორელაცია საერთოდ არ არსებობს, როცა **r = 0; ნაწილობრივი უკუკორელაციაა, როცა r = - 0,8 და სრული უკუკორელაცია, როცა r = - 1,0;**

როცა კორელაციის კოეფიციენტი r 0,8-დან 1,0-მდეა, შესადარებელ წყვილებს შორის კორელაცია მაღალია; თუ კოეფიციენტი r = 0,7 – 0,8 კორელაცია კარგია, როცა r = 0,5– 0,7 კორელაცია საშუალოა, ხოლო, როცა r 0,5-ზე ნაკლებია, შესადარებელ წყვილებს შორის კორელაცია ძალზე დაბალია.

ქვემოთ მოგვყავს კორელაციის კოეფიციენტის გამოანგარიშების ორი მაგალითი:

მაგალითი I

ფოსფორიანი სასუქების რაციონალური გამოყენებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მოძრავი ფოსფატების შემცველობის განსაზღვრას ნიადაგში.

ადვილად ხსნადი ფოსფატების რაოდენობის განსაზღვრა ნიადაგში სხვადასხვა მეთოდით ტარდება. ყველაზე ფართო გამოყენება ჰპოვა მჟავე ნიადაგებზე - მჟავე გამონაწურებმა, ხოლო, კარბონატულ ნიადაგებზე - ტუტე გამონაწურებმა.

მჟავე ნიადაგებზე, როგორიცაა წითელმიწა, ყვითელმიწა და სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგები, ადვილად ხსნადი, მოძრავი ფოსფატების განსაზღვრისათვის გამოიყენება ლიმონის მჟავას 1%-იანი ხსნარი (pH - 2,3;) - არენიუსის მეთოდი გინზბურგის მოდიფიკაციით (1952 წ.); ნიადაგის შეფარდება ხსნრთან შეადგენს 1:10; ნჯღრევა 4 საათი; დაყოვნება 18-20 საათის განმავლობაში 25 $\pm$ 2^0 C ტემპერატურის პირობებში.

მოგვიანებით, 1964 წლიდან, ო.ონიანის მიერ მჟავე ნიადაგებში ფოსფორისა და კალიუმის მოძრავი ფორმების ერთ გამონაწურში განსაზღვრისათვის რეკომენდებული იყო 0,1 ნორმალობის გოგირდმჟავას გამოყენება, მისი ხანმოკლე ურთიერთმოქმედებით ნიადაგთან. ამასთან, ანალიზის ჩატარებისას არ არის საჭირო ფილტრატის წინასწარი დამუშავება (დაჟანგვა, ნეიტრალიზაცია). ანალიზის ხანგრძლივობა 3-4 საათია. ყველა ეს თავისებურებები აღნიშნულ მეთოდს უპირატესობას ანიჭებს წინათ არსებულ მეთოდებთან შედარებით.

აღნიშნული ორი მეთოდის შედარების მიზნით ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის იმერეთის საყრდენ პუნქტზე, № 34 ნაკვეთზე, სადაც, მინდვრის ცდის პირობებში ისწავლებოდა ფოსფორიანი სასუქის სხვადასხვა დოზის გავლენა ჩაის ფოთლის მოსავალზე და ხარისხზე, აღებული იყო ნიადაგის ნიმუშები 0-15 და 15-30 სმ სიღრმეზე (ნიადაგი - გაეწერებული ყვითელმიწა, pH 1 н KCl

სუსპენზიაში - 3,9); აღნიშნულ ნიმუშებში მოძრავი ფოსფორის შემცველობა განისაზღვრა გინზბურგის და ონიანის მეთოდებით. მეთოდების შედარების მიზნით ჩვენს მიერ აღებული იყო აგრეთვე ნიადაგის ნიმუშები ჩაის პლანტაციების სამეურნეო ნაკვეთებიდან 0-20 სმ სიღრმეზე. (ნიადაგი გაეწერებული ყვითელმიწა).

კვლევის მიზანი იყო, დაგვედგინა, შესაძლებელი იყო თუ არა - გინზბურგის მეთოდის შეცვლა მჟავე ნიადაგებში მოძრავი ფოსფატების განსაზღვრის უფრო რაციონალური ონიანის მეთოდით. აღნიშნულ კითხვაზე პასუხის გაცემისათვის უნდა განსაზღვრულიყო კორელაციის კოეფიციენტი, რომელიც მოცემულ შემთხვევაში გვიჩვენებდა აღნიშნულ მეთოდებს შორის კორელაციის ხარისხს.

გინზბურგისა და ონიანის მეთოდები, რომლის მიხედვითაც ჩავატარეთ ანალიზები, აღწერილია 132-135 გვერდებზე. ანალიზი ტარდებოდა ორი განმეორებით. შედეგები მოტანილია № 27 ცხრილში.

ცხრილიდან ჩანს, რომ მოძრავი ფოსფატების შემცველობა ნიადაგში ონიანის მეთოდით უფრო მაღალია გინზბურგის მეთოდთან შედარებით. საშუალოდ, ნიადაგის ნიმუშებში, ონიანის მეთოდით P_2O_5-ის შემცველობა 42,94 მგ/100 გ ნიადაგზე - უფრო მაღალია გინზბურგის მეთოდით მიღებულ შედეგებთან 28,34 მგ/100 გ - შედარებით. მაგრამ, ორივე რიგის ციფრების შედარებისას ვნახავთ, რომ ისინი იცვლებიან ერთმანეთის შესაბამისად. კორელაციის კოეფიციენტის გამოანგარიშებისთვის თითოეული რიგისათვის ვანგარიშობთ მიღებული მონაცემების საშუალო მაჩვენებელს და შემდეგ, მიღებული საშუალო მაჩვენებლიდან თითოეული მონაცემის გადახრის სიდიდეს. უმეტეს შემთხვევაში ერთ რიგში (გინზბურგის) საშუალო მაჩვენებლიდან დადებითი გადახრა ემთხვევა მეორე რიგში (ონიანის) დადებით გადახრას. ამიტომ, გადახრების ნამრავლი უმეტეს შემთხვევაში დადებითი სიდიდეებია.

ცხრილი № 27

კორელაციის კოეფიციენტის გამოანგარიშება ნიადაგში გინზბურგისა და ონიანის მეთოდებით განსაზღვრულ მოძრავი ფოსფატების შემცველობას შორის.

ნიმუშის №	ანალიზი გინზბურგის მეთოდით			ანალიზი ონიანის მეთოდით			გადახ-რების ნამრავლი ($v_1.v_2$)
	P_2O_5, მგ/100	საშუა-ლოდან გადახრა (v_1)	გადახრის კვადრატი v_1^2	P_2O_5, მგ/100	საშუა-ლოდან გადახრა (v_2)	გადახრის კვადრატი v_2^2	
1	3,8	-24,54	602,21	6,5	- 36,44	1327,87	+894,24
2	8,0	-20,34	413,72	12,0	-30,94	957,28	+629,32
3	10,0	-18,34	336,36	15,3	-27,64	763,97	+506,92
4	20,7	-7,64	58,37	29,9	-13,04	170,04	+99,63
5	28,0	-0,34	0,12	36,7	-6,24	38,94	+2,12
6	17,5	-10,84	117,51	25,3	-17,64	311,17	+191,22
7	29,0	+0,66	0,44	35,0	-7,94	63,04	-5,24
8	15,0	-13,34	177.96	22,5	-20,44	417,79	+272,67
9	16,0	-12,34	152,28	26,0	-16,94	286,96	+209,04
10	20,0	-8,34	69,56	30,0	-12,94	167,44	+107,92
11	29,0	+0,66	0,44	35,0	-7,94	63,04	-5,24
12	33,2	+4,86	23,62	48,0	+5,06	25,60	+24,59
13	33,0	+4,66	21,72	50,0	+7,06	49,84	+32,90
14	38,5	+10,16	103,23	52,0	+9,06	82,08	+92,05
15	37,0	+8,66	75,0	57,0	+14,06	197,68	+121,76
16	7,0	-21,34	455,4	64,5	+21,56	464,83	-460,09
17	50,0	+21,66	469,16	66,0	+23,06	531,76	+499,48
18	51,0	+22,66	513,48	78,0	+35,06	1229,2	+794,46
19	58,0	+29,66	879,72	83,0	+40,06	1604,8	+1188,18
20	62,0	+33,66	1133,0	86,0	+43,06	1854,16	+1449,40
ჯამი	566,7		$\sum V_1^2$= =5603,3	858,7		$\sum V_2^2$ = = 10607,49	$\sum v_1.v_2$ = =6645,33
საშუალო	M_1= 28,34			M_2= 42,94			

გადახრების ნამრავლს, როგორც დადებითს, ისე უარყოფითს შევკრებთ და ვღებულობთ მათ ჯამს $\sum v_1.v_2$; მოცემულ შემთხვევაში $\sum v_1.v_2 = 6645,33$; გინზურგის მეთოდით ოცივე ანალიზის შედეგების საშუალო მაჩვენებლიდან $M_1 = 28,34$ ცალკეული ანალიზების გადახრის მაჩვენებლები (v_1) აყვანილია კვადრატში - (v_1^2), რომელთა შეკრების შედეგად მიღებულია ჯამი $\sum V_1^2 = 5603,3$; ონიანის მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში კი $M_2 = 42,94$; $\sum v_2^2 = 10607,49$;

მაშასადამე, კორელაციის კოეფიციენტი გინზბურგისა და ონიანის მეთოდებით მიღებულ მაჩვენებლებს შორის ტოლი იქნება:

$$r = \frac{\Sigma v_1 \cdot v_2}{\sqrt{\Sigma v_1^2 \cdot \Sigma v_2^2}} = \frac{6645,33}{\sqrt{5603,3 \cdot 10607,49}} =$$

$$= \frac{6645,33}{\sqrt{59436948,72}} = \frac{6645,33}{7709,54} = 0,86;$$

$$r = +0,86$$

კორელაციის კოეფიციენტის ცდომილების ანგარიშს, ესეიგი, მის სტანდარტულ, ან კვადრატულ გადახრას კორელაციის კოეფიციენტის შესაძლო ნამდვილი (რეალური) მნიშვნელობიდან, ანგარიშობენ ფორმულით, რომელიც შემოთავაზებული იყო ფიშერის მიერ შესადარებელი წყვილების არა დიდი რაოდენობის შემთხვევისათვის:

$$m_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n\text{-}2}}$$

სადაც n - არის შესადარებელი წყვილების რაოდენობა; მოცემულ შემთხვევაში 20;

ეს რაოდენობა მცირდება 2-ით, რადგან კორელაციის კოეფიციენტის ანგარიშისთვის გამოიყენება ორი საშუალო მაჩვე-

ნებელი ორი შესადარებელი რიგისათვის; მაშასადამე, თავისუფლების ხარისხის რიცხვი მცირდება 2-ით. ჩვენს მიერ მიღებული მონაცემების ჩასმით ფიშერის ფორმულაში მივიღებთ:

$$m_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n\text{-}2}} = \sqrt{\frac{1-0{,}86^2}{20\text{-}2}} = \sqrt{\frac{1-0{,}74}{18}} = \sqrt{\frac{0{,}26}{18}} =$$

$$= \sqrt{0{,}014} = \pm 0{,}118; \quad \approx \pm 0{,}12;$$

ჩატარებული გაანგარიშების შედგად მივიღეთ

$$r = +0{,}86 \pm 0{,}118$$

ან ბოლო რიცხვის დამრგვალებით:

$$r = +0{,}86 \pm 0{,}12.$$

ამრიგად, დასავლეთ საქართველოს მჟავე ნიადაგებზე გინზბურგისა და ონიანის მეთოდებით ჩატარებული ანალიზის შედეგებს შორის არსებობს პირდაპირი კორელაციური დამოკიდებულება და კორელაციის კოეფიციენტი მაღალია.

გინზბურგის მეთოდი ითვლება საერთოდ მიღებულ კლასიკურ მეთოდად მჟავე ნიადაგებში მოძრავი ფოსფატების განსაზღვრისათვის, მაგრამ, იგი საკმაოდ ხანგრძლივი და ნაკლებად მწარმოებლურია (2 საათიანი ნჯღრევა, 20 საათით დაყოვნება, დაჟანგვა, ხსნარის ნეიტრალიზაცია).

მასიური ანალიზებისთვის უფრო მოსახერხებელია ონიანის მეთოდი (3 წუთიანი ნჯღრევა და არ არის საჭირო ხსნარის წინასწარი მომზადება კოლორიმეტრირების წინ; გარდა ამისა, ონიანის მეთოდით მოძრავ ფოსფორთან ერთად იგივე გამონაწურში შეიძლება გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრაც).

კორელაციის კოეფიციენტი გვიჩვენებს მხოლოდ ორი შესადარებელი წყვილის განსხვავებულ ფაქტორებში მიმდინარე ცვლილებს შორის დამთხვევას ან განსხვავებას, მაგალითად, გინზბურგის და ონიანის მეთოდებით მიღებულ შედეგებს შორის დამოკიდებულებას. მაგრამ, კორელაციის კოეფიციენტი არ იძლევა წარმოდგენას შესადარებელ წყვილებში არსებულ ცვლილებებს შორის რაოდენობრივ დამოკიდებულებაზე, ესეიგი იმის

შესახებ, რომ გინზბურგის მეთოდით ნიადაგში მოძრავი ფოსფატების გარკვეული რაოდენობით შემცირებისას, რა რაოდენობით იქნება შემცირებული ონიანის მეთოდით ნიადაგში ფოსფორის რაოდენობრივი მაჩვენებელი.

ამიტომ, სავსებით მიზანშეწონილია შესადარებელ მეთოდებს შორის რეგრესიის კოეფიციენტის (b) დადგენა:

$$r = \frac{\Sigma v_1 \cdot v_2}{\Sigma v_1^2} = \frac{6645,33}{5603,3} = 1,186.$$

ამრიგად, თუკი ნიადაგში მოძრავი ფოსფატების შემცველობა გინზბურგის მეთოდით იცვლება P_2O_5 1 მგ-ით, ონიანის მეთოდით მოძრავი ფოსფატების შემცველობა იცვლება P_2O_5 1,186 მგ-ით; მაშასადამე, გინზბურგის მეთოდით მიღებული მაჩვენებლების (x) მიხედვით შეიძლება გავიანგარიშოთ ნიადაგში ონიანის მეთოდით მოძრავი ფოსფატების მოსალოდნელი შემცველობა (y) შემდეგი ტოლობით:

$y - M_2 = b\ (x - M_1)$,

$y - 42,94 = 1,186\ (x - 28,34)$,

$y = 42,94 + 1,186\ x - 33,61$

$y = 1,186\ x + 9,33$

***მაგალითი* II**

ფოსფორიანი სასუქების დოზის გავლენა ჩაის ფოთლის მოსავალზე შესწავლილ იქნა ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის იმერეთის საყრდენ პუნქტზე. სტაციონარული მინდვრის ცდა დაყენებული იყო წყალტუბოს რაიონში სოფელ გვიშტიბის ტერიტორიაზე, ნიადაგი გაეწერებული ყვითელმიწა. ჩატარებული კვლევის საფუძველზე აღინიშნა გარკვეული კანონზომიერება შეტანილი ფოსფორიანი სასუქების სხვადასხვა დოზებსა და ჩაის ფოთლის მოსავალს შორის. ცდის შედეგების ანალიზისას, დამაჯერებელი დასკვნების გასაკეთებლად, საჭიროდ ჩავთვალეთ პირველ რიგში დაგვედგინა კორელაციის კოეფიციენტი და მისი

დამაჯერებლობის ხარისხი. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში № 28

ცხრილი №28

კორელაციის კოეფიციენტის გამოანგარიშება ნიადაგში შეტანილ ფოსფორიანი სასუქების დოზებსა და ჩაის ფოთლის მოსავალს შორის.

ნიმუშის №	შეტანილი სასუქის დოზები			ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალი			გადახ-რების ნამრავ-ლი ($v_1.v_2$)
	P_2O_5 კგ/ჰა; X	საშუა-ლოდან გადა-ხრა (v_1)	გადა-ხრის კვად-რა-ტი (v^2_1)	კგ/ჰა; y	საშუა-ლოდან გადახ-რა (v2)	გადა-ხრის კვად-რატი (v^2_2)	
1	50	-236	55696	3595	-806	649636	+190216
2	100	-186	34596	4228	-173	29929	+32178
3	150	-136	18496	4300	-101	10201	+13736
4	200	-86	7396	4438	+37	1369	-3182
5	300	+14	196	4597	+196	38416	+2744
6	400	+114	12996	4700	+299	89401	+34086
7	800	+514	264196	4948	+547	299209	+281158
ჯამი საშუ ალო	2000 M_1= 286		$\sum V_1^2$= 393 572	30 806 M_2= 4401		$\sum V_2^2$ = 1118161	$\sum v_1.v_2$ = 550936

$r = +0,83$

$b = 1,4$

$y = 1,4x + 4000,6$

ამრიგად, აღინიშნება კარგი კორელაცია ნიადაგში შეტანილი ფოსფორიანი სასუქების მზარდ დოზებსა და ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალს შორის. კორელაციის კოეფიციენტი - $r =$

+0,83; შეტანილი ფოსფორიანი სასუქების რაოდენობასა (**x**) და მიღებული მოსავლის რაოდენობას (**y**) შორის კავშირი გამოისახება რეგრესიის ტოლობით $y = 1{,}4x + 4000{,}6$;

რეგრესიის ტოლობის გამოყენებით შეიძლება დაახლოებით გამოვიანგარიშოთ ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლის მოსალოდნელი რაოდენობა შეტანილი ფოსფორიანი სასუქის (NK-ს ფონზე) გარკვეული დოზის ფონზე;

ორ შესადარებელ წყვილს შორის კორელაციის ხარისხის თვალსაჩინოდ დახასიათებისთვის ხშირად საჭირო ხდება არა მარტო კორელაციის კოეფიციენტის **r-ის** მითითება, არამედ, ასევე, **r^2-ის ან 1-r^2;** განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ეს მოსავალის რაოდენობასა და შეტანილი სასუქის დოზებს შორის კორელაციის დახასიათებისას, ასევე, ანალიზის მონაცემების ან მოსავლის დონის მიხედვით ნიადაგის ბონიტირებისას და სხვა აგრონომიული საკითხების დადგენისას. მაგალითად, კორელაციის კოეფიციენტი **r = +0,83,** ამ შემთხვევაში შესადარებელ წყვილებს შორის არაშეთანხმებული ცვალებადობა ტოლია **1- r^2 = 1-$0{,}83^2$ = =1 - 0,69 = 0,31;** მაშასადამე, ამ შემთხვევაში არაშეთანხმებული ცვალებადობა შეადგენს 31%-ს.

VI.VIII. ქიმიური ანალიზის მონაცემების სტატისტიკური დამუშავება

რაგინდ ზუსტად არ უნდა შესრულდეს ანალიზი, როგორი ზუსტი, თანამედროვე აპარატურა არ უნდა იყოს გამოყენებული, ანალიზის შედეგები არასდროს არ იქნება აბსოლუტურად ზუსტი. ისინი ყოველთვის შეიცავენ რაღაც ცდომილებას (ანუ, როგორც იტყვიან, ანალიზის შედეგები დამძიმებულია ცდომილებით).

განასხვავებენ სისტემატურ და შემთხვევით ცდომილებას. სისტემატური (ცდომილება გამოწვეულია ფაქტორებით, რომლე-

ბიც ერთნაირად მოქმედებენ ანალიზის მრავალჯერადი განმეორებისას. ასეთი ცდომილების მაგალითი შეიძლება იყოს სასწორზე აწონა საწონების საშუალებით. თუკი საწონებს აქვთ 0,1 გ ცდომილება, მაშინ, რაც არ უნდა ზუსტად ავწონოთ, აწონის შედეგები ყოველთვის დაბალი ან მაღალი იქნება გათვალისწინებულ წონასთან შედარებით.

სისტემატური ცდომილების წყარო შეიძლება იყოს: საზომი აპარატურის დეფექტი ან გაუმართაობა; ანალიტიკოსის ინდივიდუალური თავისებურება (სუბიექტური) და ცდომილება, გამოწვეული ანალიზის მეთოდით;

სისტემატური ცდომილების გამოვლენა და მისი გაანალიზება შეიძლება ჩატარდეს მხოლოდ ელემენტის (ან ნივთიერების) განსაზღვრის როგორც თვითონ მეთოდის, ისე გამოყენებული მთელი საზომი აპარატურის ზედმიწევნით კარგად შესწავლის საფუძველზე.

შემთხვევითი ცდომილება დაკავშირებულია ფაქტორებთან, რომლებმაც უმნიშვნელო ცვლილება განიცადეს ანალიზის ჩატარების (ან აპარატზე გაზომვის) პერიოდში. მაგალითად, სასწორზე აწონის შედეგზე გავლენას ახდენს მრავალი ფაქტორი, მათ რიცხვში ისეთიც, როგორიცაა, სასწორის ჯამების რხევა, სამუშაო ადგილის განათების ცვალებადობა და ა.შ.

ასეთი ფაქტორების ერთობლიობა იწვევს იმას, რომ ერთიდაიგივე ნიმუშის ანალიზის მრავალჯერადი განმეორებისას ყოელთვის განსხვავებული მნიშვნელობები მიიღება. ცალკეული გაზომვის შედეგი დამოკიდებული იქნება რაიმე შემთხვევით ფაქტორზე და ანალიზის შედეგიც არაზუსტი და შემთხვევითი იქნება. ჩატარებული ანალიზის სიზუსტისადმი ასეთი დამოკიდებულებისას, შეიძლება რაოდენობრივად შეფასდეს შემთხვევითი ფაქტორების გავლენა მათემატიკური სტატისტიკის დახმარებით. ამიტომ, შემთხვევით ცდომილებას აგრეთვე „სტატისტიკურს" უწოდებენ იგი დამოკიდებულია განსაზღვრის რაოდენობაზე

$$E=\frac{1}{n}.$$

მაშასადამე, ანალიზის განმეორებების გაზრდით, პარალელური ნიმუშების რაოდენობის გადიდებით, შემთხვევითი ცდომილება შეიძლება დაყვანილი იქნეს ძალიან მცრე სიდიდემდე.

სისტემატურ ცდომილებებს მიეკუთვნება საზომი ხელსაწყოს დაბალი სიზუსტე, რომელიც განისაზღვრება ხელსაწყოსადმი მიკუთვნებული სიზუსტის კლასით. თუკი ხელსაწყოზე მითითებულია სიზუსტის 1 კლასი, ეს ნიშნავს, რომ ხელსაწყოს მაჩვენებელი სწორია 1 %-მდე სიზუსტით. სხვაგვარად, რომ ვთქვათ, ხელსაწყო რომლის შკალაზე 100 დანაყოფია, იძლევა ცდომილებას გაზომვაში არა უმეტეს 1 დანაყოფისა. ცხადია, არ აქვს აზრი ავიღოთ 1-ზე ნაკლები ანათვალი. საერთოდ ხელსაწყოები ხასიათდებიან 0,05-დან 4-მდე კლასის სიზუსტით. მათზე დაბალი სიზუსტის ხელსაწყოებს კლასის აღნიშვნა არ აქვთ.

უხეში შეცდომები. უხეშ შეცდომად ითვლება ხელსაწყოს მაჩვენებლის არასწორად ჩაწერა, არასწორად წაკითხული ანათვალი და ა.შ.;

ანალიზის შედეგები გამოისახება რაოდენობრივი მაჩვენებლებით. განმეორებითი ანალიზები ან პარალელური ნიმუშების ანალიზები იძლევიან მთელ რიგ სიდიდეებს, რომლებთაგანაც არიან გამორჩეულნი. სტატისტიკური დამუშავების ამოცანას შეადგენს: 1) გამორჩევის ძირითადი პარამეტრების განსაზღვრა (საშუალო არითმეტიკული $\overline{x}$, დისპერსია S^2, საშუალო კვადრატული გადახრა S, ვარიაციის კოეფიციენტი V, საშუალოს ცდომილება $S_{\overline{x}}$);

2) გამორჩეული პარამეტრების მიკუთვნება ძირითად (მთავარ) ერთობლივ პარამეტრებთან ან ზოგიერთ კონკრეტულ გასაზომ სიდიდესთან.

გვაქვს რა ზოგიერთი გამორჩეული პარამეტრი, საჭიროა ჩავატაროთ შემდეგი გამოანგარიშება:

1. საშუალო არითმეტიკული: $\overline{x} = \frac{x}{n}$.

2. დისპერსია: $S^2 = \frac{\sum x^2 - \left[\left(\sum x\right)^2 : n\right]}{n-1}$.

3. საშუალო კვადრატული გადახრა $S = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \left[\left(\sum x\right)^2 : n\right]}{n-1}}$.

4. ვარიაციის კოეფიციენტი: $V = \frac{S}{\overline{x}} \cdot 100$.

5. საშუალოს ცდომილება: $S_{\overline{x}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$.

მაგალითი. საჭიროა ფოსფორის განსაზღვრის მეთოდის დახასიათება; მიღებულია მონაცემები პარალელური განსაზღვრების მიხედვით:

x	X^2
0,560	0,3136
0,530	0,2809
0,490	0,2401
0,570	0,3249
0,480	0,2304
$\sum x = 2,63$	$\sum x^2 = 1,3899$

1. საშუალო არითმეტიკული

$$\overline{x} = \frac{x}{n} = \frac{2,63}{5} = 0,526.$$

2. დისპერსია

$$S^2 = \frac{\sum x^2 - \left[\left(\sum x\right)^2 : n\right]}{n-1} = \frac{1,3899 - (2,63^2 : 5)}{4} = 0,0016.$$

3. საშუალო კვადრატული გადახრა

$$S = \sqrt{0,0016} = 0,04.$$

4. ვარიაციის კოეფიციენტი

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100 = \frac{0,04}{0,526} \cdot 100 = 7,60\%.$$

5. საშუალო დომილება

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,0016}{5}} = \sqrt{0,00032} = 0,018.$$

სადაც 0,018 % – არის პარალელური განსაზღვრების ცდომილება.

დასკვნა. პარალელურ განსაზღვრებს შორის ცვალებადობა უმნიშვნელოა. ფოსფორის განსაზღვრის გამოცდილი მეთოდი მაღალი სიზუსტით აღადგენს (იმეორებს) ჩატარებული ანალიზის შედეგებს.

ითვლება, რომ თუ V არ აჭარბებს 10 %-ს – ცვალებადობა უმნიშვნელოა, 10-ზე ზევით საშუალო ცვალებადობაა, 20 %-ზე ზევით – მნიშვნელოვანი ცვალებადობაა.

საკონტროლო კითხვები VI. თავთან დაკავშირებით:

1. დაახასიათეთ როგორი გარეგნული ნიშნები ახასიათებს ს/ს კულტურებს ძირითადი საკვები ელემენტების: **აზოტის, ფოსფორის** და **კალიუმის** ნაკლებობის შემთხვევაში;

2. რა საშუალებით შეიძლება მაკრო- და მიკროელემენტების ნაკლებობის შევსება ნიადაგში?

3. დაწერეთ ნიადაგში ჰუმუსისა და საკვები ელემენტების საერთო ფორმების მარაგების გამოანგარიშების ფორმულა, როცა ნიადაგის მოცულობითი წონა საშუალოდ 3 000 ტონაა ჰექტარზე.

4. როგორ ანგარიშობენ:

ა) მოსავლით გამოტანილი საკვები ნივთიერების რაოდენობას?

ბ) მცენარის მიერ: - ნიადაგიდან საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტს?

გ) - საუქებიდან საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტს?

დაწერეთ თითოეული მათგანის შესაბამისი ფორმულები.

5. როგორ ანგარიშობენ მოქმედი ნივთიერების შემცველობის მიხედვით სასუქების რაოდენობას ფიზიკურ მასაში?

6. გაიანგარიშეთ, რა რაოდენობით უნდა შევიტანოთ ნიადაგში ორმაგი სუპერფოსფატი (45%-იანი), თუკი ფოსფორის შესატანი დოზა შეადგენს 90 კგ მოქმედ ნივთიერებას?

7. ჩამოთვალეთ ის ძირითადი მაჩვენებლები, რომელთა საფუძველზე ადგენენ სასუქების ეკონომიკურ ეფექტიანობას.

8. მაღალი მჟავიანობის ნიადაგებში ჭარბი მჟავიანობის განეიტრალებისათვის მელიორაციის რომელ ხერხს იყენებენ?

9. ნიადაგის მოკირიანებისას კირის დოზების გამარტივებული წესით გაანგარიშებისათვის ნიადაგის ჰიდროლიზური მჟავიანობის მაჩვენებელს ამრავლებენ კოეფიციენტზე. დაასახელეთ ეს კოეფიციენტი.

10. დაასახელეთ ის ძირითადი მაჩვენებელი, რომლის მიხედვით ანგარიშობენ ნიადაგში შესატანი თაბაშირის ნორმებს.

11. რომელ მეთოდს იყენებენ მინდვრის ცდის ციფრობრივი მონაცემების სტატისტიკური დამუშავებისათვის?

12. მინდვრის ცდის შედეგების შეფასების ერთ-ერთი კრიტერიუმია: ,,უმცირესი არსებითი სხვაობა“ **(უ.ა.ს. 0,95). განმარტეთ რას ნიშნავს ეს მაჩვენებელი.**

13. რას ეწოდება კორელაცია ანუ კორელაციური დამოკიდებულება?

14. რომელი მაჩვენებლით გამოისახება კორელაციის არსებობა და მისი ხარისხი? რომელი ასოთი (ლათინური) აღნიშნავენ მას?

დანართები

დანართი 1

აღებული ნიადაგის ნიმუშების თანმხლები უწყისი

ნიადაგის ნიმუშის რაოდენობა ----------ცალი ნიმუში----------
მეურნეობის დასახელება. პერიოდში ----------დან ---------- მდე
ნიადაგმცოდნე -

აგროქიმიკოსის მიერ ----------
გვარი, სახელი, მამის სახელი
ნიმუშის აღების თარიღი „ ----------„ 20 ------- წელი

№	კონტეინერის ტიპი (ყოველი ყუთის და ტომარას ჩამონათვალი)	ნიმუშის რაოდენობა	ნიმუშის ნომერი	შენიშვნა

აღნიშნული სტანდარტის დადასტურება
---------- ----------
პირადი ხელმოწერა სრული სახელი და გვარი

დანართი 2.

ზოგიერთი ელემენტის ატომური მასა

ელემენტი	აღნიშვნა	ატომური მასა	ელემენტი	აღნიშვნა	ატომური მასა
აზოტი	**N**	14,0067	ნახშირბადი	**C**	12,011
ალუმინი	**Al**	26,98154	ნატრიუმი	**Na**	22,98977
ბარიუმი	**Ba**	137,34	ნიკელი	**Ni**	58,70
ბორი	**B**	10,81	ოქრო	**Au**	196,9665
ბრომი	**Br**	79,904	პლატინა	**Pt**	195,09
გოგირდი	**S**	32,06	ჟანგბადი	**O**	15,9994
დარიშხანი	**As**	74,9216	რკინა	**Fe**	55,847
ვანადიუმი	**V**	50,9414	რუბიდიუმი	**Rb**	85,4678
ვერცხლი	**Ag**	107,868	სელენი	**Se**	78,96
ვერცხლის წყალი	**Hg**	200,59	სილიციუმი	**Si**	28,086
ვოლფრამი	**W**	183,85	სპილენძი	**Cu**	63,546
თუთია	**Zn**	65,38	სტრონციუმი	**Sr**	87,62
იოდი	**J**	126,9045	ტიტანი	**Ti**	47,90
კალა	**Sn**	118,69	ტყვია	**Pb**	207,2
კალიუმი	**K**	39,098	ურანი	**U**	238,029
კალციუმი	**Ca**	40,08	ფოსფორი	**P**	30,97376
კობალტი	**Co**	58,9332	ფტორი	**F**	18,99840
ლითიუმი	**Li**	6,941	ქლორი	**Cl**	35,453
მაგნიუმი	**Mg**	24,305	ქრომი	**Cr**	51,996
მარგანეცი	**Mn**	54,9380	ცეზიუმი	**Cs**	132,9054
მოლიბ-დენი	**Mo**	95,94	წყალბადი	**H**	1,0079

დანართი 3

რეაქტივები ნიადაგის ქიმიური ანალიზისთვის

რეაქტივი	ფორმულა	მოლეკუ-ლური წონა	ექვივალენ-ტური წონა
აზოტის მჟავა	HNO_3	63,02	63,02
ამონიუმის ჰიდროჟანგი	NH_4OH	35,05	35,05
აზოტმჟავა ამონიუმი	NH_4NO_3	80,05	80,05
მოლიბდენმჟავა ამონიუმი	$(H_4N)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$	1236,30	–
ნახშირმჟავა ამონიუმი	$(NH_4)_2CO_3 \cdot H_2O$	114,10	57,05
ძმარმჟავა ამონიუმი	$NH_4C_2H_3O_2$	77,09	77,09
ფოსფორმჟავა ამონიუმი ერთჩანაცვლებული	$NH_4H_2PO_4$	115,04	38,35
ფოსფორმჟავა ამონიუმი ორჩანაცვლებული	$(NH_4)_2HPO_4$	132,07	44,02
ამონიუმის ფტორიდი	NH_4F	37,04	37,04
ამონიუმის ქლორიდი	NH_4Cl	53,50	53,50
მჟაუნმჟავა ამონიუმი	$(NH_4)C_2O_4 \cdot H_2O$	142,09	71,05
ბარიუმის ქლორიდი	$BaCl_2 \cdot 2H_2O$	244,40	122,20
კალიუმის ჰიდროჟანგი	KOH	56,11	56,11
მანგანუმმჟავა კალიუმი	$KMnO_4$	158,03	31,61*
ფოსფორმჟავა კალიუმი ერთჩანაცვლებული	KH_2PO_4	136,09	45,36
ფოსფორმჟავა კალიუმი ორჩანაცვლებული	K_2HPO_4	174,18	58,06
ფოსფორმჟავა კალიუმი სამჩანაცვლებული	K_3PO_4	212,27	70,76
კალიუმის ქლორიდი	KCl	74,56	74,56
კალიუმის ბიქრომატი (ქრომმჟავა კალიუმი)	K_2CrO_4	194,20	97,10
ნახშირმჟავა კალციუმი	$CaCO_3$	100,07	50,04
ფოსფორმჟავა კალციუმი ერთჩანაცვლებული	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	252,09	84,03
ფოსფორმჟავა კალციუმი ორჩანაცვლებული	$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$	172,10	57,37
ფოსფორმჟავა კალციუმი სამჩანაცვლებული	$Ca_3(PO_4)_2$	310,20	51,70
ნატრიუმის ჰიდროჟანგი	$NaOH$	40,01	40,01
ნახშირმჟავა ნატრიუმი	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	286,16	143,08

ფოსფორმჟავა ნატრიუმი ერთჩანაცვლებული	$NaH_2PO_4 \cdot H_2O$	138,01	46,00
ფოსფორმჟავა ნატრიუმი ერთჩანაცვლებული	$NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$	156,03	52,01
ფოსფორმჟავა ნატრიუმი ორჩანაცვლებული	Na_2HPO_4	141,98	47,32
ფოსფორმჟავა ნატრიუმი ორჩანაცვლებული	$Na_2HPO_4 \cdot 7H_2O$	268,09	89,36
ფოსფორმჟავა ნატრიუმი ორჩანაცვლებული	$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$	358,17	119,39
ფოსფორმჟავა ნატრიუმი სამჩანაცვლებული	Na_3PO_4	163,97	54,66
ფოსფორმჟავა ნატრიუმი სამჩანაცვლებული	$Na_3PO_4 \cdot 12 H_2O$	380,16	126,72
ნატრიუმის ქლორიდი	$NaCl$	58,46	58,46
ძმარმჟავა ნატრიუმი	$NaC_2H_3O_2 \cdot 3H_2O$	136,06	136,06
ქლორიანი კალა	$SnCl_2 \cdot 2H_2O$	225,64	112,82
აზოტმჟავა ვერცხლი	$AgNO_3$	169,88	169,88
გოგირდმჟავა	H_2SO_4	98,09	49,05
მარილმჟავა	HCl	36,47	36,47
ძმარმჟავა	CH_3COOH	60,03	60,03
მჟაუმნმჟავა	$H_2C_2O_5 \cdot 2H_2O$	63,03	63,03

დანართი 4

ყველაზე ხშირად გამოყენებადი მჟავებისა და ამიაკის ხსნარების კონცენტრაცია.

დასახელება	ხვედრითი წონა 20^0 C	მასური წილი, %	ხსნარის ნორმალობა
კონცენტრირებული ამიაკი	0,907	25,0	13,4
განზავებული	0,957	10,0	6,0
განზავებული	0,977	5,0	3,0
კონცენტრირებული აზოტის მჟავა	1,400	67,0	15,0
განზავებული	1,115	20,0	3,5
განზავებული	1,054	10,0	1,7
კონცენტრირებული გოგირდის მჟავა	1,834	95,0	36,0
განზავებული	1,178	25,0	6,0
განზავებული	1,032	5,0	1,2
კონცენტრირებული მარილმჟავა	1,184	37,0	12,0
განზავებული	1,098	20,0	6,0
განზავებული	1,047	10,0	3,0
ძმარმჟავა ყინულოვანი	1,050	100,0	17,5
განზავებული	1,013	10,0	1,7
განზავებული	1,005	5,0	0,9
კონცენტრირებული ფოსფორის მჟავა	1,700	85,0	14,7
კონცენტრირებული ფტორწყალბადმჟავა	1,146	46,6	26,3
ქლორის მჟავა (15^0 C)	1,540	60,0	9,2

დანართი 5

საწყისი ნივთიერებების რაოდენობა მჟავებისა და ამიაკის პროცენტული ხსნარების მოსამზადებლად (მლ-ობით პროცენტული ხსნარის 1 ლიტრზე).

საწ-ყისი ნივთი-ერება	საწყისი ნივთიერ-ების ხვედრი-თი წონა, 15^0-ზე	საწყისი ნივთი-ერების მასური წილი, %	25 %	20 %	10 %	5 %	2%	1%
HCl	1,19	37,23	634,8	496,8	236,4	115,2	45,5	22,6
H_2SO_4	1,84	95,6	167,7	129,9	60,6	29,3	11,5	5,6
HNO_3	1,40	65,6	313,0	243,6	115,0	56,0	22,0	10,8
CH_3COOH	1,05	99,5	247,8	196,7	97,1	48,2	19,2	9,0
NH_4OH	0,91	25,0	1000,0	814,0	422,0	215,4	87,2	43,7

დანართი 6

საწყისი ნივთიერებების რაოდენობა სხვადასხვა ნორმალობის 1 ლ ტიტრული ხსნარების მოსამზადებლად.

ქიმიურად სუფთა საწყისი ნივთიერება	მოლეკულური მასა	ექვივალენტური მასა	1н	0,5 н	0,2 н	0,1 н	0,05 н	0,02 н	0,01 н
H_2SO_4, d = 1,84	98,08	49,04	28 მლ	14 მლ	5,6 მ მლ	2,8 მლ	1,4 მლ	0,56 მლ	0,28 მლ
HCl, d = 1,19	36,46	36,46	82 მლ	41 მლ	16,4 მლ	8,2	4,1 მლ	1,64 მლ	0,82 მლ
$H_6C_4O_4 \cdot 2H_2O$	126,07	63,4				6,3 გ.	3,15 გ.	1,26 გ.	0,63 გ.
$KMnO_4$ მჟავე არეში	158,03	31,61				3,16 გ.	1,58 გ.	0,63 გ.	0,32 გ.
NaOH	40,00	40,00	40,00 გ.	20,0 გ.	8,0 გ.	4,0 გ.	2,0 გ	0,80 გ.	0,40 გ.
KOH	56,11	56,11	56,11გ.	28,06 გ.	11,2 გ.	5,60 გ.	2,8 გ.	1,12,გ.	1,56 გ.
$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$	315,50	157,75	157,75 გ.	78,88 გ.	31,54 გ.	15,77 გ.	7,88 გ.	3.15 გ.	1,58 გ.
$AgNO_3$	169,89	169,89	-	-	-	17,00 გ.	8,50 გ.	3,40 გ.	1,70 გ.
$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	248,21	248,21	-	-	-	24,80 გ.	12,40 გ.	5,00 გ.	2,50 გ.
$Fe_2SO_4(NH_4)SO_4 \times 6H_2O$ (მორის მარილი)	392,16	392,16	-	-	78,40 გ.	39,20 გ.	19,60 გ.	7,84 გ.	3,92 გ.
$K_2Cr_2O_7$	294,22	49,04	-	-	9,18 გ.	4,90 გ.	2,45 გ.	0,98 გ.	0,49 გ.
ტრილონ Б	372,25	186,12	-	-	-	18,61 გ.	9,30 გ.	3,72 გ.	1,86 გ.

ანალიტიკური მამრავლები

ნაპოვნი	საპოვნი	გადასა-ანგარი-შებელი კოეფიც-იენტი (მამრა-ვლი)	ნაპოვნი	საპოვნი	გადასა-ანგარი-შებელი კოეფი-ციენტი (მამრა-ვლი)
1	2	3	4	5	6
AgCl	**Cl**	0,247	**CO_2**	**CaO**	1,274
AgCl	**$AgNO_3$**	1,185	**CO_2**	**$CaCO_3$**	2,274
Al_2O_3	**Al**	0,529	**CO_2**	**$Na_2 CO_3$**	2,409
Al_2O_3	**$AlPO_4$**	2,393	**CO_2**	**$NaH CO_3$**	1,909
Al_2O_3	**$Al_2(SO_4)_3$**	3,356	**$CaCO_3$**	**C**	0,119
$BaSO_4$	**SO_4**	0,411	**$CaCO_3$**	**CO_2**	0,439
$BaSO_4$	**SO_3**	0,343	**$CaCO_3$**	**CO_3**	0,599
$BaSO_4$	**S**	0,137	**$CaCO_3$**	**Ca**	0,400
$BaSO_4$	**H_2SO_4**	0,420	**$CaCO_3$**	**$CaSO_4$**	1,360
$BaSO_4$	**Ba**	0,588	**$CaCO_3$**	**$CaSO_4 \cdot 2H_2O$**	1,720
$BaSO_4$	**$CaSO_4$**	0,583	**$CaSO_4$**	**Ca**	0,294
$BaSO_4$	**$CaSO_4 \cdot 2H_2O$**	0,737	**$CaSO_4$**	**CaO**	0,412
ჰუმუსი	**C**	0,579	**$CaSO_4$**	**$CaCO_3$**	0,735
ჰუმუსი	**CO_2**	2,123	**Fe**	**Fe_2O_3**	1,430
C	**CO_2**	3,664	**Fe**	**FeO**	1,286
C	**ჰუმუსი**	1,724	**Fe**	**$FeCl_2$**	2,269
CO_2	**ჰუმუსი**	0,471	**Fe**	**$FeCl_3$**	2,904
CO_2	**C**	0,272	**Fe**	**$FeSO_4 \cdot 7H_2O$**	4,978
CO_2	**CO_3**	1,364	**Fe**	**$Fe(SO_4)_3$**	3,580
CO_2	**Ca**	0,911	**Fe_2O_3**	**Fe**	0,699
Fe_2O_3	**FeO**	0,900	**N**	**NO_3**	4,427
Fe_2O_3	**$FePO_4$**	1,889	**N**	**N_2O_5**	3,356
Fe_2O_3	**$FeCl_3$**	2,031	**N**	**$Na NO_3$**	6,069
Fe_2O_3	**$Fe_2(SO_4)_3$**	2,504	**NO_3**	**N**	0,226

H_2O	H	0,111	NO_3	N_2O_5	0,871
H_2O	O	0,888	NO_3	Na NO_3	1,371
KCl	K	0,524	N_2O_5	N	0,259
KCl	K_2O	0,632	N_2O_5	NO_3	1,148
K_2SO_4	K	0,449	N_2O_5	Na NO_3	1,574
K_2SO_4	K_2O	0,541	NH_4	N	0,776
K_2SO_4	KCl	0,856	NH_4	NO_3	3,437
$Mg_2P_2O_7$	Mg	0,218	NH_4	N_2O_5	2,994
$Mg_2P_2O_7$	MgO	0,362	NH_4	Na NO_3	4,712
$Mg_2P_2O_7$	$MgCO_3$	0,757	NH_4	NH_3	0,944
$MgSO_4$	Mg	0,202	NaCl	Na	0,393
$MgSO_4$	MgO	0,335	NaCl	Na_2O	0,530
$MgSO_4$	$MgCO_3$	0,700	NaCl	Na_2 CO_3	0,907
$MgCO_3$	$Mg(HCO_3)_2$	1,735	NaCl	NaH CO_3	1,437
$Mg_2P_2O_7$	P	0,279	Na_2SO_4	Na	0,323
$Mg_2P_2O_7$	PO_4	0,853	$NaHCO_3$	Na_2 CO_3	0,630
$Mg_2P_2O_7$	P_2O_5	0,638	Na_2CO_3	NaH CO_3	1,585
Mn	MnO	1,291	$NaHCO_3$	Na	0,274
Mn	MnO_2	1,582	Na	NaH CO_3	3,653
Mn	$KMnO_4$	2,876	SiO_2	Si	0,467
$MnSO_4$	Mn	0,363	SiO_2	SiO_3	1,266
$MnSO_4$	MnO	0,469	SiO_2	SiO_4	1,533
$MnSO_4$	MnO_2	1,575	SiO_2	Si_2O_7	1,400

დანართი 8

ნიადაგის pH-ის ოპტიმალური მნიშვნელობა ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის

მცენარე	pH-ის ოპტიმალური მნიშვნელობა	მცენარე	pH-ის ოპტიმალური მნიშვნელობა
შვრია	5,0-7,7	კარტოფილი	5,0-5,5
ჭვავი	5,5-7,5	შაქრის ჭარხალი	7,0-7,5
საგაზაფხულო ხორბალი	6,0-7,5	იონჯა	7,0-8,0
საშემოდგომო ხორბალი	6,3-7,6	სამყურა	6,0-7,0
ქერი	6,8-7,5	ძიძო	6,5 da ufro meti
სიმინდი	6,0-7,0	ხანჭკოლა	4,5-6,0
ფეტვი	5,5-7,5	ტიმოთელა	5.6 da ufro meti
წიწიბურა	4,7-7,5	კომბოსტო	6,7-7,4
ბარდა	6,0-7,0	სუფრის ჭარხალი	6,8-7,5
სოია	6,5-7,1	პომიდორი	6,3-6,7
მდოგვი	6,8-7,2	ბოლოკი, თალგამი	5,5 da meti
სელი	5,9-6,5	სტაფილო	5,5-7,0
მზესუმზირა	6,0-6,8	კიტრი	6,0-7,9
კანაფი	7,1-7,4	სალათა	6,0-7,0
ჩაი	4,8-6,2	ბამბა	6,5-9,0

დანართი 9

ნიადაგების დაჯგუფება მცენარისათვის მისაწვდომი აზოტის შემცველობის მიხედვით, მგ N / 100 გ ნიადაგზე.

№	ადვილად ჰიდროლიზებადი აზოტი ტიურინი–კონონოვას მიხედვით			უზრუნველყოფის ხარისხი.
	pH 5	pH 5-6	pH 6	
I	<4	<3	<3	ძალზე დაბალი
II	4-5	3-4	3-4	დაბალი
III	5-7	4-6	4-5	საშუალო
IV	7-10	6-8	5-7	ამაღლებული
V	10-14	8-12	7-10	მაღალი
VI	>14	>12	>10	ძალზე მაღალი

დანართი 10

ნიადაგების დაჯგუფება მოძრავი ფოსფორის შემცველობის მიხედვით, მგ P_2O_5 /100 გ ნიადაგზე

უზრუნ-ველყოფის ხარისხი.	**ნითელმიწა, ყვითელმიწა და სუბტროპიკულ ენერ (მჟავე) ნიადაგებზე ო.ონიანის მეთოდით.**	**კარბონატულ ნიადაგებზე მარგინის მეთოდით**	**კარბონატულ ნიადაგებზე ოლსენის მეთოდით**	**სუსტ მჟავე და ნეიტრალურ ნიადაგებზე ტრიუოგის მეთოდი**	**სხვადასხვა ტიპის ნიადაგზე (მჟავე, ნეიტრალური, კარბონატული) ბურიელ-ჰერნანდოს უნივერსალური მეთოდი**
ძალზე დაბალი	**<8**	**<1,0**	**<1,0**	**<3**	**<4**
დაბალი	**8-15**	**1,0-1,5**	**1,0-1,5**	**3-7**	**4-6**
საშუალო	**15-30**	**1,5-3,0**	**1,5-3,0**	**7-12**	**7-10**
ამაღლებული	**30-45**	**3,0-4,5**	**3,0-4,5**	**12-18**	**11-15**
მაღალი	**45-60**	**4,5-6,0**	**4,5-6,0**	**18-25**	**16-20**
ძალზე მაღალი	**>60**	**>6,0**	**>6,0**	**>25**	**>20**

დანართი 11

ნიადაგების დაჯგუფება გაცვლითი კალიუმის შემცველობის მიხედვით, მგ K_2O /100 გ ნიადაგზე.

№	მასლოვას უნივერსალური მეთოდი როგორც არაკარბონატულ, ისე კარბონატულ ნიადაგებზე	ენნერი ნიადაგებისთვის პეივეს მეთოდი	მეჟავე წითელმიწა, ყვითელმიწა და სუბტროპიკულ ენერ ნიადაგებზე ონიანის მეთოდი	მაჩიგინის მეთოდი კარბონატულ ნიადაგებზე	უზრუნველყოფის ხარისხი.
I	0-5	0-3	<5,0	<5,0	ძალზე დაბალი
II	5-10	3-7	5-10	5-10	დაბალი
III	10-15	7-10	10-15	10-20	საშუალო
IV	15-20	10-15	15-20	20-30	ამაღლებული
V	20-30	15-20	20-25	30-40	მაღალი
VI	>30	>20	>25	>40	ძალზე მაღალი

დანართი 12

ნიადაგების დაჯგუფება მიკროელემენტების მოძრავი ფორმების შემცველობის მიხედვით, მგ/კგ ნიადაგზე.

	Mn		Zn		Cu		Co		B	Mo
უზრუნველ-ყოფის ხარისხი	0,1 n. H_2SO_4	Aამონ. აცეტ. ბუფ. ხსნარი. pH 4,8	1 n. KCl	ამონ. აცეტ. ბუფ. ხსნარი. pH 4,8	1 n. HCl	ამონ. აცეტ. ბუფ. ხსნარი. pH 4,8	1 n.HNO_3	ამონ. აცეტ. ბუფ. ხსნარი. pH 4,8	H_2O	ოქსალატური ხსნარი, pH 3
ღარიბი	<50	<50	<2	<2	<3	<1	<1,5	<0,5	<0,5	<0,1
საშუა-ლო	50-100	50-80	2-3	2-4	3-5	1-1,5	1,5-3	0,5-1,0	0,5-1,5	0,1-0,3
უზრუნველ ყოფილი	100-150	80-100	3-5	4-7	5-7	1,5-2,0	3-5	1,0-1,5	1,5-3	0,3-0,5
მაღალი	>150	>100	>5	>7	>7	>2	>5	>1,5	>3	>0,5

დანართი 13

კარბონატულ ნიადაგებში მიკროელემენტების შემცველობის ზღვრული მნიშვნელობები, მგ/კგ.

ფორმა	მანგანუმი	სპილენძი	თუთია	ბორი	კობალტი	მოლიბდენი
საერთო	150-1000	6-64	20-250	10-200	3-16	1,3-6,2
მოძრავი	50-200	0,1-2,0	0,1-5,0	0,1-5,0	0,05-1,0	0,02-0,5

დანართი 14

ქიმიური ელემენტების მოძრავი ფორმების (მჟავახსნადი) ფონური შემცველობა და ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია ნიადაგში ეკოლოგიური სიტუაციის შეფასებისთვის (მგ/კგ ნიადაგზე).

ელემენტი	დიაპაზონი აღმოსავლეთ საქართველოს ძირითადი ტიპის ნიადაგებში*	დიაპაზონი მსოფლიოს ნიადაგებში	ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია (ზდკ) ლოკე-A მიხედვით.
Cd	0,05-0,1	0,01-1,0	3,0
Ni	3-10	1-100	50
Pb	5-15	0,1-20	100
Hg	0,05-0,1	0,01-1,0	2,0
Sb	0,05-1	1-2	5,0
As	0,05-1	1-50	50
V	1-5	10-100	400
Cr	1-5	1-100	100
Se	1-5	0,1-10	10
Bi	0,2-0,5	0,2-2,5	2,5
Cu	1,0-20	2-50	100
Zn	1,0-30	10-300	300
Mo	0,5-2,0	0,2-10	5.0
Co	0,5-10	1-50	50
Sn	0,5-3,0	1-20	50
Zr	10-50	25-300	300
F	1-20	10-500	200

მ.ნ.საბაშვილის სახ. საქართველოს ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიის და მელიორაციის ს/კ ინსტიტუტის მიერ აღმოსავლეთ საქართველოს ინტენსიური მიწათმოქმედების ძირითადი ტიპის ნიადაგებში (შავმიწა, ყავისფერი კარბონატული, მდელოს ყავისფერი) მძიმე მეტალების ფონური შემცველობის შესასწავლად გამოყენებული იყო სამრეწველო ობიექტებისა და ინტენსიური მოძრაობის ავტომაგისტრალებისაგან საკმაოდ დაცილებული ნიადაგის ნიმუშები, სადაც არ იყო გამოყენებული ქიმიზაციის საშუალებები (200 წერტილი, 0-20 სმ სიღრმე). ანალიზები ჩატარდა მოსკოვში ვ.ვ.დოკუჩაევის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტთან არსებული მცირე საწარმოს – „აგროეკოლოგია" – ლაბორატორიაში (გაფორმებული ხელშეკრულების სფუძველზე სათანადო ანაზღაურების წესით). 1998 წ.

დანართი 15

ქიმიური ელემენტების მაქსიმალურად დასაშვები კონცენტრაციები სარწყავ წყლებში (FAO-ს რეკომენდაცია)

ელემენტი	სარწყავი წყლები, მგ/ლ	ელემენტი	სარწყავი წყლები, მგ/ლ
ალუმინი	5,0	მოლიბდენი	0,01
ბერილიუმი	0,1	ნიკელი	0,2
დარიშხანი	0,1	რკინა	0,5
თუთია	2,0	სელენი	0,02
კადმიუმი	0,05	სპილენძი	0,2
კობალტი	0,1	ტყვია	5,0
ლითიუმი	2,5	ფტორი	1,0
მანგანუმი	0,2	ქრომი	0,1

დანართი 16

ნიტრატების დასაშვები შემცველობა მცენარეებში („ზდკ“) (NO_3^--ის შემცველობა მგ 1 კგ ნედლ პროდუქციაზე)

პროდუქტი	მგ NO_3^-/კგ-ის დასაშვები შემცველობა	
	ღია გრუნტი	დახურული გრუნტი
კარტოფილი საგვიანო	200	
ახალი კარტოფილი	300	
კომბოსტო თეთრთავიანი, საადრეო	500	
კომბოსტო თეთრთავიანი, საგვიანო	300	
სტაფილო საადრეო	300	
სტაფილო საგვიანო	250	
პომოდორი	100	200
კიტრი	100	200
ბადრიჯანი	250	
გოგრა	200	

მწვანე ლობიო	300	
ხმელი ლობიო	200	
ფოთლოვანი ბოსტნეული (მწვანე სალათა, კამა, ქინძი, ოხრახუში, ნიახური,წიწმატი, ტარხუნა და სხვ.	500	600
ისპანახი	500	
ბოლოკი	800	
ნიორი	60	
ჭარხალი სუფრის	900	
ხახვი თავიანი	60	
ხახვი მწვანე	300	
ნესვი	60	
საზამთრო	60	
ბულგარული წიწაკა	100	300
ყაბაყი	300	300
საშემოდგომო ხორბალი (მარცვალი)	120	
სიმინდი	120	
ქერი, ჭვავი, შვრია	120	
ყურძენი სუფრის ჯიშები	50	
ყველა სახის თესლოვანი და კურკოვანი ხილი	50	
ციტრუსი	50	

დანართი 17

ნიტრატ-იონების და ნიტრიტ-იონების დასაშვები შემცველობა („ზდკ“) ცხოველის საკვებში (მგ 1 კგ ნედლ პროდუქციაზე)

საკვების ჩამონათვალი	ნიტრატ-იონი	ნიტრიტ-იონი
კარტოფილი	300	10
ჭარხალი	800	10
სილოსი, სენაჟი	200	10
კომბინირებული საკვები ღორისა და ფრინველისათვის	200	5
კომბიკორმა წვრილი და მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვისთვის	500	10
მწვანე საკვები	200	10
თივა, ნამჯა	500	10
მარცვალი საფურაჟე	300	10

დანართი 18

ბერტრანის ცხრილი ხსნადი ნახშირწყლების გაანგარიშებისათვის.
(რედუცირებული შაქარი მილიგრამებში)

სპილენ-ძი	გლუკო-ზა	სპილენ-ძი	გლუ-კოზა	სპილენ-ძი	გლუკო-ზა	სპილენ-ძი	გლუკო-ზა
1	2	3	4	5	6	7	8
1,1	0,50	5,0	2,27	8,9	4,20	12,8	6,15
1,2	0,54	5,1	2,31	9,0	4,25	12,9	6,20
1,3	0,59	5,2	2,36	9,1	4,30	13.0	6,25
1,4	0,63	5,3	2,40	9, 2	4,35	13.1	6,30
1,5	0,68	5,4	2,45	9,3	4,40	13.2	6,35
1,6	0,72	5,5	2,50	9,4	4,45	13.3	6,40
1,7	0,77	5,6	2,55	9,5	4,50	13.4	6,45
1,8	0,81	5,7	2,60	9,6	4,55	13.5	6,50
1,9	0,83	5,8	2,65	9,7	4,60	13.6	6,55
2,0	0,90	5,9	2,70	9,8	4,65	13.7	6,60
2,1	0,95	6,0	2,75	9,9	4,70	13.8	6,65
2,2	1,00	6,1	2,80	10,0	4,75	13.9	6,70
2,3	1,04	6,2	2,85	10,1	4,80	14,0	6,75
2,4	1,09	6,3	2,90	10,2	4,85	14,1	6,80
2,5	1,13	6,4	2,95	10,3	4,90	14,2	6,85
2,6	1,18	6,5	3,00	10,4	4,95	14,3	6,90
2, 7	1,22	6,6	3,05	10,5	5,00	14,4	6,95
2,8	1,27	6,7	3,10	10, 6	5,05	14,5	7,00
2,9	1,31	6,8	3,15	10,7	5,10	14,6	7,05
3,0	1,36	6,9	3,20	10,8	5,15	14,7	7,10
3,1	1,40	7,0	3,25	10,9	5,20	14,8	7,15
3,2	1,45	7,1	3,30	11,0	5,25	14,9	7,20
3,3	1,50	7,2	3,35	11,1	5,30	15,0	7,25
3,4	1,54	7,3	3,40	11,2	5,35	15,1	7,30
3,5	1,59	7,4	3,45	11,3	5,40	15,2	7,35
3,6	1,63	7,5	3,50	11,4	5,45	15,3	7,40
3,7	1,68	7,6	3,55	11,5	5,50	15,4	7,45
3,8	1,72	7,7	3,60	11,6	5,55	15,5	7,50
3,9	1,77	7, 8	3,65	11,7	5,60	15,6	7,55
4,0	1,81	7,9	3,70	11,8	5,65	15,7	7,60
4,1	1,83	8,0	3,75	11,9	5,70	15,8	7,65
4,2	1,90	8,1	3,80	12,0	5,75	15,9	7,70
4,3	1,95	8,2	3,85	12,1	5,80	16,0	7,75
4,4	2,00	8,3	3,90	12,2	5,85	16,1	7,80

4,5	2,04	8,4	3,95	12,3	5,90	16,2	7,85
4,6	2,09	8,5	4,00	12,4	5,95	16,3	7,90
4,7	2,13	8,6	4,05	12,5	6,00	16,4	7,95
4,8	2,18	8, 7	4,10	12,6	6,05	16,5	8,00
4,9	2,22	8,8	4,15	12,7	6,10	16,6	8,05
16,7	8,10	20,8	10,15	24,9	12,30	29,0	14,36
16,8	8,15	20,9	10,20	25,0	12,35	29,1	14,42
16,9	8,20	21,0	10,25	25,1	12,40	29,2	14,47
17,0	8,25	21,1	10,30	25,2	12,45	29,3	14,52
17,1	8,30	21,2	10,35	25,3	12,50	29,4	14,57
17,2	8,35	21,3	10,40	25,4	12,55	29,5	14,63
17, 3	8,40	21,4	10,45	25,5	12,60	29,6	14,68
17,4	8,45	21,5	10,50	25,6	12,65	29,7	14,73
17,5	8,50	21,6	10,55	25,7	12,70	29,8	14,78
17,6	8,55	21,7	10,60	25,8	12,75	29,9	14,84
17,7	8,60	21,8	10,65	25,9	12,80	30,0	14,89
17,8	8,65	21,9	10,70	26,0	12,85	30,1	14,94
17,9	8,70	22,0	10,75	26,1	12,90	30,2	15,00
18,0	8,75	22,1	10,80	26,2	12,95	30,3	15,05
18,1	8,80	22,2	10,85	26,3	13.00	30,4	15,10
18,2	8,85	22,3	10,90	26,4	13,05	30,5	15,15
18,3	8,90	22,4	10,95	26,5	13,10	30,6	15,20
18,4	8,95	22,5	11,00	26,6	13,15	30,7	15,25
18,5	9,00	22,6	11,05	26,7	13,20	30,8	15,30
18,6	9,05	22,7	11,10	26,8	13,25	30,9	15,35
18,7	9,10	22,8	11,15	26,9	13,30	31,0	15,40
18,8	9,15	22,9	11,20	27,0	13,35	31,1	15,45
18,9	9,20	23,0	11,25	27,1	13,40	31,2	15,50
19,0	9,25	23,1	11,30	27,2	13,45	31,3	15,55
19,1	9,30	23,2	11,35	27,3	13,50	31,4	15,60
19,2	9,35	23,3	11,40	27,4	13,55	31,5	15,65
19,3	9,40	23,4	11,45	27, 5	13,60	31,6	15,70
19,4	9,45	23,5	11,50	27,6	13,65	31,7	15,75
19,5	9,50	23,6	11,55	27,7	13,70	31,8	15,80
19,6	9,55	23,7	11,68	27,8	13,75	31,9	15,85
19,7	9,60	23,8	11,73	27,9	13,80	32,0	15,90
19,8	9,65	23,9	11,78	28,0	13,85	32,1	15,95
19,9	9,70	24,0	11,84	28,1	13,90	32,2	16,00
20,0	9,75	24,1	11,89	28,2	13,95	32,3	16,05
20,1	9,80	24,2	11,94	28,3	14,00	32,4	16,10
20,2	9,85	24,3	12,00	28,4	14,05	32,5	16,15

20,3	9,90	24,	12,05	28,5	14,10	32,6	16,20
20,4	9,95	24,5	12,10	28,6	14,15	32,7	16,25
20,5	10,00	24,6	12,15	28,7	14,21	32,8	16,30
20,6	10,05	24,7	12,20	28,8	14,26	32,9	16,35
20,7	10,10	24,8	12,25	28,9	14,31	33,0	16,40
33,1	16,45	34,3	17,05	35,5	17,65	36,7	18,26
33,2	16,50	34,4	17,10	35,6	17,70	36,8	18,31
33,3	16,55	34,5	17,15	35,7	17,75	36,9	18,36
33,4	16,60	34,6	17,20	35,8	17,80	37,0	18,42
33, 5	16,65	34,7	17,25	35,9	17,85	37,1	18,47
33,6	16,70	34,8	17,30	36,0	17,90	37,2	18,52
33,7	16,75	34,9	17,35	36,1	17,95	37,3	18,57
33,8	16,80	35,0	17,40	36,2	18,00	37,4	18,63
33,9	16,85	35,1	17.45	36,3	18,05		
34,0	16,90	35,2	17,50	36,4	18,10		
34,1	16,95	35,3	17,55	36,5	18,15		
34,2	17,00	35,4	17,60	36,6	18,21		

ცხრილი 19

სპილენძის რაოდენობის (მგ) ექვივალენტური მალთოზის რაოდენობა (მგ), (ბერტრანის მიხედვით ანგარიშისათვის)

შაქარი	სპილენძი	შაქარი	სპილენძი	შაქარი	სპილენძი	შაქარი	სპილენძი
1	2	3	4	5	6	7	8
1,0	1,120	3,7	4,144	6,1	6,832	8,5	9,520
1,1	1,232	3,8	4,256	6,2	6,944	8,6	9,632
1,2	1,344	3,9	4,368	6,3	7,056	8,7	9,744
1,3	1,456	4,0	4,480	6,4	7,168	8,8	9,856
1,4	1,568	4,1	4,592	6,5	7,280	8,9	9,968
1,5	1,680	4,2	4,704	6,6	7,392	9,0	10,080
1,9	2,128	4,3	4,816	6,7	7,404	9,1	10,192
2,0	2,240	4,4	4,928	6,8	7,512	9,2	10,304
2,1	2,352	4,5	5,040	6,9	7,634	9,3	10,416
2,2	2,469	4,6	5,152	7,0	7,840	9,4	10,528
2,3	2,576	4,7	5,264	7,1	7,952	9,5	10,640
2,4	2,688	4,8	5,376	7,2	8,064	9,6	10,752
2,5	2,800	4,9	5,488	7,3	8,176	9,7	10,864
2,6	2,912	5,0	5,600	7,4	8,288	9,8	10,978
2,7	3,024	5,1	5,712	7,5	8,400	9,9	11,090
2,8	3,136	5,2	5,824	7,6	8,512	10,0	11,200
2,9	3,248	5,3	5,936	7,7	8,624	11,0	12,320
3,0	3,160	5,4	6,048	7,8	8,736	12,0	13,440
3,1	3,472	5,5	6,616	7,9	8,848	13,0	14,560
3,2	3,584	5,6	6,272	8,0	8,960	14,0	15,680
3,3	3,692	5,7	6,384	8,1	9,072	15,0	16,800
3,4	3,808	5,8	6,496	8,2	9,184		
3,5	3,920	5,9	6,608	8,3	9,296		
3,6	3,996	6,0	6,720	8.4	9,408		

დანართი 20

აზოტიანი სასუქების ქიმიური შედგენილობა და თვისებები.

სასუქები	ქიმიური შედგენილობა	აზოტის შემცველობა, %	წყალში ხსნადობა	კულტურები, რომლებისთვისაც სასუქი ყველაზე ხელსაყრელია	სხვა სასუქებთან შერევის პირობები
1	2	3	4	5	6
ამონიუმის გვარჯილა	NH_4NO_3	34,7-35	კარგი	ყველასთვის	სუპერფოსფატთან შერევისას საჭიროა ამ უკანასკნელის განეიტრალება
შარდოვანა	$CO(NH_2)_2$	46	ძლიერი	ყველასთვის	შერევა შეიძლება შეტანამდე არა დიდი ხნით ადრე
ამონიუმის სულფატი	$(NH_4)_2SO_4$	20,8- 21,0	ძლიერი	ყველასთვის, განსაკუთრებით კარტოფილისთვის	სუპერფოსფატთან შერევისას საჭიროა ამ უკანასკნელის განეიტრალება
ამონიუმის ქლორიდი	NH_4Cl	24,0 – 25,0	ზომიერი	ქლორისადმი არა მგრძნობიერთათვის, არახელსაყრელია კარტოფილისა და თამბაქოსათვის	შერევა შეიძლება შეტანამდე არა დიდი ხნით ადრე
ნატრიუმის გვარჯილა	$NaNO_3$	16,5	ძალზე ძლიერი	ყველასთვის, განსაკუთრებით ჭარხლისთვის	სუპერფოსფატთან შერევისათვის უნდა იყოს გამშრალი

კალციუმის გვარჯილა	$Ca(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$	15,5 – 17,0	ძლიერი	ყველასთვის.რეკომენ-დებულია მჟავე ნიანიადაგებზე შეტანა.	არ შეიძლება სუპერფოსფატთან შერევა.
კალციუმის ციანამიდი	$CaCN_2$	20,0 – 22,0	კარგი	ყველასთვის.რეკომენდებულია მჟავე ნიადაგებზე შეტანა.	ფხვნილისებრი; შერევა შეიძლება შეტანამდე არა დიდი ხნით ადრე.
შარდოვანა - ფორმალდეჰი-დური სასუქი (МФУ)	შარდოვანას $CO(NH_2)_2$ და ფორმალდე-ჰიდის CH_2O კონდენსაციის პროდუქტი	38,0 – 40,0	დაბალი; სასუქი არ ჩაირეცხება.	მარცვლოვანი კულტურების და სელის ქვეშ, ყველა კულტურის ქვეშ მსუბუქ ნიადაგებზე მორწყვისას.	შერევა შეიძლება შეტანამდე არა დიდი ხნით ადრე
ამიაკური წყალი	NH_4OH	18,0- 20,0	-	ერთიანი თესვის კულტურებისთვის. ჩაკეთდება ნიადაგში 10-12 სმ სიღრმეზე	შეიძლება შეტანა მხოლოდ სხვა სასუქების წყალხსნარებთან ერთად.
კარბამიდ-ამონიუმიან-ნიტრატული სასუქი (КАС)	შარდოვანას და ამონიუმის გვარჯილის წყალხსნარი	28,0-32,0	-	ყველა ს/ს კულტურისათვის ძირითადი განოყიერების სახით და გამოკვებისთვის.	შეიძლება შეტანა მხოლოდ სხვა სასუქების წყალხსნარებთან ერთად. არ შეიცავს თავისუფალ ამიაკს.

დანართი 21

ფოსფორიანი სასუქების ქიმიური შედგენილობა და თვისებები

სასუქები	ქიმიური შედგენილობა	**P_2O_5** შემცველობა, %	წყალში ხსნადობა	სხვა სასუქებთან შერევის პირობები
მარტივი სუპერფოსფატი ფხვნილისებრი	$Ca(H_2PO_4)_2 . H_2O$+ $CaSO_4$ H_3PO_4 თან ნარევით 5,5%-მდე P_2O_5- ზე გადაანგარიშებით	15-22	ფოსფორის მჟავა წყალში ხსნადია	შერევა შესაძლებელია ამიაკურ და ნიტრატულ სასუქებთან, თუკი სუპერფოსფატი განეიტრალებულია.
მარტივი სუპერფოსფატი გრანულირებული	$Ca(H_2PO_4)_2 . H_2O$+ $CaSO_4$ H_3PO_4-თან ნარევით 1,0-2,5%-მდე P_2O_5-ზე გადაანგარიშებით თ .	15-22	ფოსფორის მჟავა წყალში ხსნადია	შერევა შესაძლებელია აზოტიან და კალიუმიან სასუქებთან , შეტანის წინ;
ორმაგი სუპერფოსფატი გრანულირებული	$Ca(H_2PO_4)_2 . H_2O$ H_3PO_4-თან ნარევით 5,7%-მდე P_2O_5-ზე გადაანგარიშებით	38-53	65-97% P_2O_5 წყალში ხსნადია, დანარჩენი ნაწილი ციტრატულხსნადია	შერევა შეიძლება სასუქების შეტანის წინ

ფოსფორიტის ფქვილი	$Ca_3(PO_4)_2 . CaCO_3$ აპატიტთან მინარევით, რკინისა და ალუმინის შენაერთი	19-23	იხსნება ძლიერ მჟავებში, ნაწილობრივ ხსნადია ლიმონის მჟავაში	შერევა შეიძლება ნებისმიერ სასუქთან, გარდა ტუტე აზოტიანის; მჟავე სასუქებთან ხსნადობა იზრდება;
პრეციპიტატი	$CaHPO_4 .2H_2O$	38-40	P_2O_5 ხსნადია ლიმონმჟავა ამონიუმში	შერევა შეიძლება სასუქების შეტანის წინ
ფტორმოცილებული ფოსფატები	სამკალციუმიანი ფოსფატის და სილიკოფოსფატის სახით	32	P_2O_5 ხსნადია ლიმონმჟავაში	შერევა შეიძლება ნებისმიერ მშრალ სასუქებთან მხოლოდ შეტანის წინ.

დანართი 22

კალიუმიანი სასუქების ქიმიური შედგენილობა და თვისებები

სასუქები	ქიმიური შედგენილობა	**K_2O**-ს შემცველობა, %	ქლორის შემცველობა, კგ 1 კგ **K_2O**-ზე	შებელტება	გამფანტველობა
კალიუმის ქლორიდი	KCl, NaCl-ის მცირე მინარევით	53,6 – 62,5	0,90 – 0,95	ძლიერ იბელტება	კარგია მშრალ მდგომარეობაში
კალიუმის ქლორიდი ელექტროლიტი	KCl NaCl-ის და $MgCl_2$-ის მცირე მინარევით	45	-		კარგია
კალიუმის სულფატი	K_2SO_4	45 - 58	0,02 – 0,03	არ იბელტება	კარგია
კალიუმ-მაგნიუმის სულფატი ი	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4$	28-30	0,08 – 0,10	არ იბელტება	კარგია
კალიუმის მარილი 40%-იანი (30%-იანი)	KCl + NaCl	30 - 40	1,35 – 1,92	იბელტება	დამაკმაყოფილებელია მშრალ მდგომარეობაში
კალიმაგნი	$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ კალციუმის სულფატის და	17,5 – 19,0	0,10	არ იბელტება	ძალიან კარგია. არ იმტვერება

	ნატრიუმის ქლორიდის მინარევით				
კაინიტი	$KCl \cdot 2MgSO_4 \cdot 3H_2O$ NaCl-ის მინარევით (50%-მდე).	9 - 10	2,0 – 2,5	იბელტება	დამაკმაყოფილებელია მშრალ მდგომარეობაში
კარნალიტი	$KCl \cdot (MgCl_2) \cdot 6 H_2O$ NaCl-ის მინარევით	12- 13	3,0 -3,3	ძლიერ იბელტება	ძალზე ცუდია
ნახშირმჟავა კალიუმი	K_2CO_3	55 - 65	არ არის	იბელტება	ცუდია.

დანართი 23

1. ტყვიის დიეთილდითიოკარბამატის ხსნარი CCl_4-ში: 664 მგ დიეთილდითიოკარბამატს ათავსებენ 2 ლიტრიან გამყოფ ძაბრში და ასხამენ 1 ლიტრ CCl_4, ამატებენ 486 მგ ტყვიის ნიტრატს, რომელიც გახსნილია 100 მლ ორმაგ გამოხდილ წყალში და ანჯღრევენ 5 წუთის განმავლობაში. ფაზების დაყოფის შემდეგ CCl_4-ის ქვედა ფენას, მასში გახსნილი ტყვიის დიეთილდითიოკარბამატით ფილტრავენ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში. ხსნარს ინახავენ მაცივარში.

2. ამიაკის 10%-იანი ხსნარი: 1:200 განზავებული ამიაკის ხსნარს ამზადებენ გასუფთავებული ამიაკისაგან.

გასუფთავებული ამიაკის მომზადება: ექსიკატორის ძირში ასხამენ 25%-იან NH_4OH, ზემოთ ათავსებენ ფაიფურის სადგამს და მასზე დგამენ კვარცის ჯამს ორმაგი გამოხდილი წყლით, მჭიდროდ ახურავენ ექსიკატორს და ტოვებენ რამდენიმე დღით. ამიაკის კონცენტრაციას კვარცის ჯამში საზღვრავენ არეომეტრით.

3. აცეტატური ბუფერი (pH 5,0): 272 გრამ კრისტალურ ძმარმჟავა ნატრიუმს ($CH_3COONa{\cdot}3H_2O$) ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში, ამატებენ 58 მლ ყინულოვან ძმარმჟავას და მოცულობა წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე. რეაქტივის სისუფთავის დადგენისათვის იღებენ 10 მლ ბუფერს, ამატებენ 1 მლ 0,04%-იან დიტიზონს და ანჯღრევენ. თუკი დიტიზონი იცვლის თავის მკაფიო მწვანე შეფერვას, მაშინ მთელ ხსნარს გამყოფ ძაბრში ამუშავებენ დიტიზონით მანამ, სანამ ფერი არ შეწყვეტს შეცვლას. შემდეგ ხსნარს ჩარეცხავენ CCl_4-ით დიტიზონის კვალის გასაქრობად, ვიდრე ექსტრაქტი არ გახდება უფერული.

4. თიოსულფატი - გოგირდოვანმჟავა ნატრიუმი (25%-იანი ხსნარი): 25გრამ რეაქტივს ხსნიან ორმაგ გამოხდილ წყალში და მოცულობა მიჰყავთ 100 მლ-მდე. სისუფთავეს ამოწმებენ ისე, როგორც ეს აღწერილია ბუფერის მომზადებისას.

5. დიტიზონი (0,04%-იანი ხსნარი): 40 მგ დიტიზონს ათავსებენ 250 მლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში, ამატებენ 100 მლ CCl_4 და

დიტიზონს ხსნიან 15 წუთის განმავლობაში ენერგიული ნჯღრევით. ამატებენ 100 მლ ამიაკის ხსნარს (0,5 მლ 25%-იანი ამიაკი 100 მლ წყალზე) და ანჯღრევენ 2-3 წუთის განმავლობაში. დიტიზონი გადადის ამიაკის ფენაში, აძლევს მას ნარინჯისფერს. შემდეგ აცილებენ ოთხქლორიანი ნახშირბადის ფენას, ხოლო დიტიზონის ამიაკურ ხსნარს რამდენჯერმე ჩარეცხავენ CCl_4 - ის მცირე ულუფებით - (5-10 მლ), ვიდრე იგი არ დაიწყებს მწვანედ შეფერვას. მიღებულ დიტიზონის ამონიაკურ ხსნარს ამატებენ 2,5 მლ განზავებულ გოგირდის მჟავას (1:5), ანჯღრევენ, ამატებენ 100 მლ CCl_4 და კვლავ ანჯღრევენ, ხსნარის შრეებად (ფენებად) დაყოფის შემდეგ სუფთა გამყოფ ძაბრში ასხამენ დიტიზონის ხსნარს ოთხქლორიან ნახშირბადში და გოგირდის მჟავას მოცილებისთვის რეცხავენ 3-ჯერ ორმაგი გამოხდილი წყლით 50 მლ ულუფებით. დიტიზონის ხსნარს ჩაფილტრავენ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში მილესილი საცობით. ხსნარს ინახავენ მაცივარში.

ხანგრძლივი შენახვისას დიტიზონი იშლება, ამიტომ, დიდი ხნის წინ მომზადებული რეაქტივით სარგებლობისას აუცილებელია შემოწმება, რისთვისაც: 5 მლ დიტიზონის ხსნარს რამდენჯერმე ანჯღრევენ გამყოფ ძაბრში 25 მლ 0,01 ნორმალობის ამიაკის ხსნართან ერთად (0,7 მლ 25%-იანი ამიაკი 1 ლ ორმაგ გამოხდილ წყალზე). გამოსაყენებლად ვარგისი რეაქტივის ორგანული შრე (ფენა) უნდა იყოს უფერული ან სუსტი ყვითელი; თუკი ის შეფერილია მუქ მურა ფერად, მაშინ რეაქტივი უვარგისია ანალიზისთვის.

დიტიზონის სამუშაო 0,0012 %-იან ხსნარს ამზადებენ გამოყენების წინ სათადარიგო ხსნარის 15 მლ-ის განზავებით ოთხქლორიანი ნახშირბადის 500 მლ-ში.

6. თუთიის სტანდარტული ხსნარი: 0,1 გრამ (100 მგ) მეტალურ თუთიას ხსნიან 1 ლიტრი მოცულობის კოლბში მცირე რაოდენობის ორმაგ გამოხდილ წყალში, რომელიც შეიცავს 10 მლ 20%-იან მარილმჟავას და მიჰყავთ მოცულობა ნიშანხაზამდე. ხსნარი შეიცავს 100 მკგ/მლ თუთიას.

სამუშაო ხსნარს ღებულობენ 10 მლ სტანდარტული ხსნარის წყლით განზავებით 1 ლიტრამდე; ხსნარი შეიცავს 1 მკგ / მლ თუთიას.

7. შემნიღბავი ხსნარი. თანაბარი მოცულობით ურევენ ლიმონმჟავა ნატრიუმის 20 %-იან ხსნარს და ძმარმჟავა ნატ-რიუმის 40%-იან ხსნარს.

8. კობალტის სტანდარტული შესადარებელი ხსნარი 10 მკგ 1 მლ-ში შემცველობით. (მომზადების ტექნიკა იხ. 32 გვ.).

9. მჟავების ნარევი: 100 მლ 85 %-იან ორთოფოსფორის მჟავას ურევენ 20 მლ კონცენტრირებულ აზოტის მჟავასთან.

10. 2- ნიტროზო - 1- ნაფტოლი (,,ანალიზისთვის სუფთა“) 0,1 % მასური წილით გამოხდილ წყალში.

11. წყალბადის ზეჟანგი

12. მარილმჟავას ხსნარი გამოხდილ წყალში 1:100-თან მოცუ-ლობით.

13. დიტიზონის 0,05%-იანი ძირითადი ხსნარი ოთხქლორიან ნახშირბადში: 50 მგ დიტიზონს (,,ანალიზისთვის სუფთა“) ათავ-სებენ 250 მლ მოცულობის გამყოფ ძაბრში, ამატებენ 100 მლ CCl_4 და ხსნიან ენერგიული ნჯღრევით. მიღებულ ხსნარში ამატებენ 100 მლ ამიაკის 0,1%-იან ხსნარს და ანჯღრევენ 2-3 წუთის განმავლობაში. დიტიზონი გადადის არაორგანულ ფაზაში, ღებავს ამიაკურ ხსნარს ნარინჯის ფერში. ორგანულ ფენას აცილებენ, ხოლო, დიტიზონის ამიაკურ ხსნარს რამდენიმეჯერ ჩარეცხავენ ოთხქლორიანი ნახშირბადის მცირე ულუფებით (5-10 მლ-ობით) მწვნე ფერის წარმოქმნამდე. შემდეგ, მიღებულ დიტიზონის ამიაკურ ხსნარს ამატებენ 2,5 მლ გოგირდმჟავას განზავებულ ხსნარს, ანჯღრევენ, ამატებენ 100 მლ CCl_4 და კვლავ ანჯღრევენ. ორგანულ ფაზას გადაიტანენ სუფთა გამყოფ ძაბრში და გოგირდის მჟავას მოცილებისთვის რამდენიმეჯერ რეცხავენ ორმაგი გამოხდილი წყლით. დიტიზონის ხსნარს ფილ-ტრავენ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში და ინახავენ მაცივარში.

გამოყენებული ლიტერატურა.

1. **სარიშვილი ი.ფ. და სხვ.,** აგროქიმიის პრაქტიკუმი, „განათლება“, თბილისი. 1972.
2. **ჭანიშვილი შ.ფ.** საცდელი საქმის მეთოდიკის საფუძვლები. ,,მეცნიერება“. თბილისი. 1973.
3. **მარგველაშვილი გ.ნ.** ნიადაგის ქიმიური ანალიზი, გამომ-ცემლობა ,,საჩინო“, თბილისი, 2019.
4. **ონიანი ო.გ., მარგველაშვილი გ.ნ.** ნიადაგის ქიმიური ანალიზი. გამომც.,,განათლება“, 1975.
5. **ონიანი ო.გ., მარგველაშვილი გ.ნ.** მცენარის ქიმიური ანალიზი. გამომც.,,განათლება“, 1978.
6. **ონიანი ო.გ., მარგველაშვილი გ.ნ.** საკვები ელემენტების ბალანსი საქართველოს მიწათმოქმედებაში. გამომც. „საბ-ჭოთა საქართველო“, თბილისი, 1983;
7. Агрохимические методы исследования почв. М. Изд. «Наука», 1975.
8. **Аринушкина Е.В.** - Руководство по химическому анализу почв. М. 1971.
9. **Виноградов А. П.** Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.1957.
10. **Галстян А.Ш**. Определение активности ферментов почв. Методические указания. Изд. МСХ Армянской ССР. Ереван. 1978.
11. **Галстян А.Ш**. Ферментативная активность почв Армении. Вып. 8. Изд. ,,Аиастан~.Ереван.1974.
12. **Джон Райан, Джорж Эстефан** (ИКАРДА) и Абдул Рашид (Пакистан) - «Анализ растений и почвы» – Руководство по лабораторным анализам. ИКАРДА, 2002.
13. **Зенова Г.М., Степанов А.Л., Лихачева А.А., Манучарова Н.А.** Практикум по биологии почв. М. Изд. МГУ. 2002.
14. **Корягин Ю.В.; Корягина Р.В.;** Почвенная микробиология. (Лабораторный практикум). Пензенская ГСХА.Пенза.2016.

15. **Маргвелашвили Г.Н.** Сравнение методов определения подвижного фосфора в коричневых лесных почвах Грузии. Ж. „Агрохимия „ № 9, 1974.
16. Методы определения микроэлементов в почвах, растениях и водах. Под. ред.И.Г.Важенина. М., 1974.
17. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур„. Под общей редакцией М. А. Федина. М. 1985
18. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Под ред. Д.Г.Звягинцева. Изд. МГУ.М.1991.
19. **Минеев В.Г.** Практикум по агрохимии. Изд. МГУ.М.1989.
20. **Минеев В.Г.** Практикум по агрохимии. Изд. МГУ.М.2001.
21. **Минеев В.Г.** Химизация земледелия и природная среда. М.1990.Изд. МГУ.М.
22. **Орлов Д.С., Гришина Л. А.** Практикум по химии гумуса. М. 1981.
23. **Перегудов В.Н.** – Статистическая обработка результатов полевого опыта. Методические указания по полевым опытам с удобрениями в садах и ягодниках. М. 1967.
24. **Спирина В.З., Соловьева Т.П.** Агрохимические методы исследования почв, растений и удобрений. Томск. 2014.
25. **Фишер Р.А.** Статистические методы для исследователей. М.Госстатиздат.1958.
26. **Хазиев Ф.Х.** Методы почвенной энзимологии. М. Изд. Наука. 1990.
27. **Ягодин Б.А.** Практикум по агрохимии. М. 1987.

ს ა რ ჩ ე ვ ი

გვ.

ავტორებისაგან 7

თავი I. 10

1.I. უსაფრთხოების ტექნიკა აგროქიმიურ ლაბორატორიაში მუშაობისას 10

საკონტროლო კითხვები I.1. ქვეთავთან 19

1.2. ხსნარების მომზადება..... 20

საკონტროლო კითხვები I.2. ქვეთავთან 34

თავი II. ნიადაგის კვლევის აგროქიმიური მეთოდები 35

II.1. ნიადაგის ნიმუშის აღება და საანალიზოდ მომზადება 35

II.2. ტენის განსაზღვრა ნიადაგში.....44

II.3. ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრა ნიადაგში 46

II.4. ნიადაგის მჟავიანობა 48

II.4.1. pH-ის განსაზღვრა ნიადაგში..... 49

II.4.2.1. გაცვლითი მჟავიანობის განსაზღვრა დაიკუხარას მეთოდით..... 57

II.4.2.2. pH-ის, გაცვლითი მჟავიანობის და ალუმინის განსაზღვრა სოკოლოვის მეთოდით 60

II.4.2.3. ნიადაგის ჰიდროლიზური მჟავიანობის განსაზღვრა კაპენის მეთოდით 62

II.5. შთანთქმული ფუძეების ჯამის (S) განსაზღვრა კაპენ-გილკოვიცის მეთოდით 65

II.6. გაცვლითი (შთანთქმული) კათიონების განსაზღვრა ნიადაგში 68

II.6.1. კალციუმის და მაგნიუმის ტრინოლომეტრული განსაზღვრა 70

II.6.2. გაცვლითი კათიონების გამოძევება ნიადაგიდან ნატრიუმის ქლორიდით და ამონიუმის ქლორიდით 74

II.6.2.1. გაცვლითი ნატრიუმის განსაზღვრა 74

II.6.2.2. გაცვლითი წყალბადის განსაზღვრა გედროიცის მეთოდით 75

II.7. თაბაშირის განსაზღვრა 77

II.8. კარბონატების განსაზღვრა მოცულობითი მეთოდით 78
II.9. ორგანული ნახშირბადის განსაზღვრა ნიადაგში 84
II.9.1. ჰუმუსის განსაზღვრა ი.ვ. ტიურინის მეთოდით 88
II.9.2. ფენილანტრალინის მჟავას, როგორც ინდიკატორის გამოყენება ტიურინის მეთოდით ჰუმუსის განსაზღვრის დროს 92
II.9.3. ჰუმუსის განსაზღვრა ნიადაგში ნიკიტინის მეთოდით .. 97
II.9.4. ჰუმუსის განსაზღვრა ანტონოვას, სკალაბიანის და სუჩილკინას მოდიფიკაციით 99
II.10. ნიადაგში აზოტის შენაერთების განსაზღვრის მეთოდები 100
II.10.1. საერთო აზოტის განსაზღვრა კელდალის მეთოდით 103
II.10.2. ნიადაგში აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის საერთო შემცველობის განსაზღვრის დაჩქარებული მეთოდი (კ.ე.გინზბურგის და სხვ.) 109
II.10.3. ნიადაგში მოძრავი აზოტის განსაზღვრის მეთოდები 110
II.10.3.1. ადვილად ჰიდროლიზებადი აზოტის განსაზღვრა ნიადაგში ტიურინისა და კონონოვას მეთოდით 110
II.10.3.2. ჰიდროლიზური აზოტის განსაზღვრა კარბონატულ ნიადაგებში 113
II.10.3.3. მოძრავი აზოტის განსაზღვრა კორნფილდის მეთოდით 114
II.10.3.4. წყალხსნადი ამიაკის განსაზღვრა ნიადაგში ნესლერის რეაქტივით 116
II.10.3.5. შთანთქმული ამიაკის განსაზღვრა ნესლერის რეაქტივით 118
II.10.3.6. ნიტრატული აზოტის განსაზღვრა დისულფოფენოლის მჟავას გამოყენებით (გრანდვალ-ლიაჟუს მეთოდი) 121
II.11. ნიადაგში ფოსფორის განსაზღვრის მეთოდები 124
II.11.1. ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრა ნიადაგში 126
ფოსფორის განსაზღვრა ნიადაგის ექსტრაქტში 129
II.11.1.1. დენიჟეს მეთოდის ტრუოგ-მეიერის ვარიანტი 129
II.11.1.2. დენიჟეს მეთოდის ცინცაძის ვარიანტი 131

II.11.2. მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრა წითელმიწა ნიადაგში. 132
II.11.2.1. არენიუსის მეთოდის გინზბურგის ვარიანტი 132
II.11.2.2. ა.ე. ბერიძის მოდიფიკაცია 134
II.11.2.3. ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრა მჟავე ნიადაგებში ო.ონიანის მეთოდით 135
II.11.3. ფოსფორის მოძრავი შენაერთების განსაზღვრა კარბონატულ ნიადაგებში 138
II.11.3.1. მაჩიგინის მეთოდი ნახშირმჟავა ამონიუმის გამონაწურით 139
II.11.3.2. ოლსენის მეთოდი 142
II.11.4. ტრუოგის მეთოდი (სუსტ მჟავე და ნეიტრალურ ნიადაგებზე) 143
II.11.5. ბურიელის და ჰერნანდოს მეთოდი 145
II.11.6. წყალხსნადი ფოსფატების განსაზღვრა..... 147
II.11.7. ნიადაგში აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის საერთო შემცველობის განსაზღვრის დაჩქარებული მეთოდი (კ.ე.გინზბურგის, ვ.მ.შჩეგლოვას და ე.ა. ვულფიუსის მიხედვით) 149
II.12. ნიადაგში კალიუმის განსაზღვრის მეთოდები 151
II.12.1. კალიუმის საერთო შემცველობის განსაზღვრა ნიადაგში 152
II.12.2. კალიუმის სხვადასხვა ფორმის განსაზღვრა ნიადაგში 152
II.12.2.1. წყალხსნადი კალიუმის გასაზღვრა 152
II.12.2.2. გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრა ა.ა. მასლოვას მეთოდით 154
II.12.2.3. კალიუმის რაოდენობის განსაზღვრა ალოვანი ფოტომეტრით 155
II.12.2.5. გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრა ეწერ ნიადაგებში პეივეს მეთოდით 158
II.12.2.6. გაცვლითი კალიუმის განსაზღვრა კარბონატულ ნიადაგებში 1%-იანი ნახშირმჟავა ამონიუმის გამოყენებით 161

II.12.2.7. ო.გ.ონიანის მეთოდი მჟავე ნიადაგებისათვის 162
II.12.2.8. გაუცვლელი კალიუმის განსაზღვრა 2,0 ნორმალობის HCl-ის ხსნარში პჩოლკინას მეთოდით 163
საკონტროლო კითხვები მე-II თავთან დაკავშირებით 164

თავი III ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა 167

III.I. ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის კვლევის პრაქტიკული მეთოდები 168
III.I.1. ნიადაგის სუნთქვის ინტენსივობის განსაზღვრის მეთოდები 168
ნიადაგიდან ნახშირორჟანგის გამოყოფის ინტენსივობის განსაზღვრა (გალსტიანის მეთოდი) 171
გამოყოფილი CO_2-ის შემცველობის განსაზღვრა კარპაჩევსკის მეთოდით 172
III.I.2. ნიადაგში აზოტფიქსაციის შესწავლის მეთოდები..... 174
აცეტილენის მეთოდი 175
აცეტილენის მეთოდის თავისებურებანი 176
აზოტფიქსაციის პოტენციური აქტივობის განსაზღვრა..... 182
III.I.3. ნიადაგში დენიტრიფიკაციის შესწავლის მეთოდები ... 184
დენიტრიფიკაციის პოტენციალური აქტივობის განსაზღვრა 186
III.I.4.ნიადაგის ნიტრიფიკაციური აქტივობის განსაზღვრა .. 187
ნიადაგის ნიტრიფიკაციის უნარის განსაზღვრა კრავკოვის მიხედვით 190
ნიტრატების განსაზღვრა კომპოსტებში 194
III.I.5. აპლიკაციური მეთოდები 196
III.I.5.1. ცელულოზის დაშლის ინტენსივობის განსაზღვრა.... 197
III.I.5.2.თავისუფალი ამინომჟავების დაგროვების ინტენსივობის განსაზღვრა ნიადაგში 200
III.I.5.3. ჯამური ტოქსიკურობის განსაზღვრა ნიადაგსა და მცენარეულ პროდუქციაში ბიოტესტირებით 204
III.I.5.4. ნიადაგის სრული ტენტევადობის განსაზღვრა 208
საკონტროლო კითხვები III.I. ქვეთავთან დაკავშირებით 209

III.II. ნიადაგის ფერმენტული აქტივობა 210
ნიადაგის მომზადება ფერმენტების განსაზღვრისათვის 213

III.II.1. ოქსირედუქტაზები 213
III.II.1.1. კატალაზა 214
კატალაზის აქტივობის განსაზღვრა გაზომეტრული მეთოდით 215
კატალაზის აქტივობის განსაზღვრის ჯონსონისა და ტემპლეს პერმანგანატომეტრული მეთოდი..... 216
III.II.1.2. ასკორბინატოქსიდაზა 217
III.II.1.3. პოლიფენოლოქსიდაზა 219
III.II.1.4. პეროქსიდაზა 221
III.II.1.5. დეჰიდრიგენაზები 223
დეჰიდროგენაზის აქტივობის განსაზღვრა ვაკუუმის კოლბაში..... 223
დეჰიდროგენაზის აქტივობის განსაზღვრა ანაეროსტატის გამოყენებით 225
III.II.1.6. ნიტრატრედუქტაზა 227
III.II.1.7. ნიტრიტრედუქტაზა 229
III.II.1.8. ფერირედუქტაზა 232
III.II.1.9. სულფატრედუქტაზა 233
III.II.1.10. MnO_2-რედუქტაზა 236
III.II.2. ჰიდროლაზები 239
III.II.2.1. პეპტიდჰიდროლაზები 239
III.II.2.1.1. პროტეაზა 240
III.II.2.2. ამიდოჰიდროლაზები 242
III.II.2.2.1. ურეაზა 242
ამონიუმის განსაზღვრის კოლორიმეტრული მეთოდი ნესლერის რეაქტივით 243
III.II.2.2.2. ასპარაგინაზა 246
III.II.2.3. ფოსფოჰიდროლაზები 248
III.II.2.3.1. ადენოზინტრიფოსფატაზა (ატფ ფოსფოჰიდროლაზა) 248
III.II.2.3.2.ფოსფატაზები(ორთოფოსფორმჟავას მონოეთერების ფოსფოჰიდროლაზები. ტუტე ფოსფატაზა; მჟავე ფოსფატაზა) 250

ფოსფატაზის აქტივობის განსაზღვრა 252
ფოსფატაზის აქტივობის განსაზღვრა სუბსტრატად ნატრიუმის β-გლიცეროფოსფატის გამოყენებით 253
III.II. 2.4. გლუკოზიდჰიდროლაზები 255
III.II.2.4.1. β–ფრუქტოფურანოზიდაზა (ინვერტაზა) 255
შაქრების განსაზღვრა ბერტრანის მეთოდით 257
გლუკოზის რაოდენობის განსაზღვრის კოლორიმეტრული მეთოდი 259
III.II.2.4.2. α და β ამილაზები (α-ამილაზა: α-1,4-გლუკანი-4-გლუკანოჰიდროლაზა) (β-ამილაზა: β-გლუკანი-მალტოჰიდროლაზა) 259
III.II.2.4.3. ცელულაზა 261
საკონტროლო კითხვები III.II. ქვეთავთან დაკავშირებით 263
თავი IV. მცენარის ანალიზი 265
IV.1. მცენარის ნიმუშის აღება 265
IV.2. მცენარეული მასალის ფიქსაცია 268
IV.3. მცენარეული ნიმუშების დაფქვა და მათი შენახვა 270
IV.4. ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრა ჰაერმშრალ მასალაში 272
IV.5. ,,ნედლი“ ნაცრის განსაზღვრა მცენარეში 273
IV.6. ნაცრის გახსნა 275
IV.6.1. მცენარეული მასალის სველი დანაცრიანება გინზბურგის მიხედვით 275
IV.7. მცენარეულ მასალაში აზოტის სხვადასხვა ფორმების განსაზღვრის მეთოდები 277
IV.7.1. საერთო აზოტის განსაზღვრა კელდალის მეთოდით 278
IV.7.2. ცილოვანი აზოტის განსაზღვრა 284
IV.7.3. ცილოვანი აზოტის განსაზღვრა სამქლორძმარმჟავით (სქძმ) 286
IV.7.4. ცილების ფრაქციების რაოდენობრივი განსაზღვრა მარცვალში (ერმაკოვ - დურინინას მიხედვით) 288
IV.7.5. ვეგეტატიურ ორგანოებში ცილების განსაზღვრის დაჩქარებული მეთოდი 297

IV.7.6. ხსნადი ცილების ექსტრაქცია ვეგეტატიური ორგანოებიდან და მათი რაოდენობრივი განსაზღვრა 299
IV.7.7. ამიდური აზოტის განსაზღვრა..... 302
IV.7.8. ასპარაგინის და გლუტამინის ცალ-ცალკე განსაზღვრა (კრეტოვიჩის მიხედვით) 304
IV.7.9. ამინური აზოტის განსაზღვრა ფოტომეტრული მეთოდით 308
IV.7.10. პურინული ფუძეების და ნუკლეინის მჟავების განსაზღვრა აზოტის მიხედვით (კორჩაგინის მიხედვით) 310
IV.7.11. არაცილოვანი აზოტის განსაზღვრა წყლის გამონაწურში 312
IV.7.12. ამიაკის განსაზღვრის მიკროდიფუზური მეთოდი ... 316
IV.7.13. ნიტრატული აზოტის განსაზღვრა მცენარეულ პროდუქციაში 319
IV.7.14. ნიტრატების განსაზღვრის იონომეტრული მეთოდი. 319
IV.7.15. ნიტრატების შემცველობის განსაზღვრა ნიტრატმზომის - НМ-002 დახმარებით 327
IV.7.16. ნიტრატული აზოტის განსაზღვრა მცენარეში - კოლორიმეტრული მეთოდით 329
IV.8. საერთო ფოსფორის განსაზღვრა მცენარეში დანაცრების შემდეგ 331
IV.9. კალიუმის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ალოვან-ფოტომეტრული მეთოდით 333
IV.10. საერთო გოგირდის განსაზღვრა 335
გოგირდის განსაზღვრის წონითი მეთოდი 337
IV.11. ნახშირწყლების განსაზღვრა მცენარეში 339
IV.11.1.ნახშირწყლების განსაზღვრა ბერტრანის მეთოდით . 341
IV.11.2.მონოსაქარიდების განსაზღვრა 344
IV.11.3.ხსნადი ნახშირწყლების შაქრების ჯამის განსაზღვრა 345
IV.11.4.არაცილოვანი აზოტის და ნახშირწყლების განსაზღვრა ერთი წონაკიდან 346
IV.11.5.შაქრის ჭარხალში შაქრის პოლარიმეტრული განსაზღვრა 347

IV.11.6.სახამებლის განსაზღვრა მარცვალში
პოლარიმეტრზე ევერსის მიხედვით 349
IV.11.7. უჯრედანას განსაზღვრა წონითი მეთოდით 352
IV.11.8. პექტინური ნივთიერებების განსაზღვრა 355
IV.12. ვიტამინების განსაზღვრა მცენარეში 358
IV.12. 1. ასკორბინის მჟავას (C ვიტამინის) განსაზღვრა
მურის მიხედვით 360
IV.13. კაროტინის განსაზღვრა საპოჟნიკოვის მიხედვით 365
IV.14.ცხიმოვან ნივთიერებათა განსაზღვრა მცენარეულ
მასალაში 369
IV.14.1.ცხიმების საერთო შემცველობის განსაზღვრა 371
IV.14.2.ცხიმის განსაზღვრა ცხიმმოცილებული ნაშთის
მასის მიხედვით (ს.ვ. რუშკოვსკის მიედვით) 376
IV.14.3.გასაპვნის რიცხვის განსაზღვრა 379
IV.14.4.იოდური რიცხვის განსაზღვრა განუსის მიხედვით ... 382
IV.14.5.ზეჟანგის რიცხვის განსაზღვრა 386
IV.15. რკინის განსაზღვრა მცენარეში სულფოსალიცილის
მჟავით 389
IV.16. მიკროელემენტების შემცველობის განსაზღვრა
მცენარეებში 391
IV.16.1.მცენარეული ნიმუშების მომზადება მძიმე
მეტალების განსაზღვრისათვის 391
IV.16.2. ხსნარების მომზადება ალოვანი ატომური
აბსორბციული მეთოდით ანალიზისთვის 394
IV.16.3. მიკროელემენტების საერთო შემცველობა 395
IV.16.3.1. თუთიის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში
ატომურ-აბსორბციული მეთოდით 396
IV.16.3.2. თუთიის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში
დიტიზონის მეთოდით 397
IV.16.3.3. სპილენძის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში
ატომურ-აბსორბციული მეთოდით 398
IV.16.3.4.სპილენძის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში
ფოტომეტრული მეთოდით ტყვიის
დიეთილდითიოკარბამატის გამოყენებით 399

IV.16.3.5. მანგანუმის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ატომურ-აბსორბციული მეთოდით 400
IV.16.3.6. მანგანუმის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით ამონიუმის პერსულფატის გამოყენებით 401
IV.16.3.7. მანგანუმის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით ფორმალდოქსიმის გამოყენებით 403
IV.16.3.8. კობალტის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ატომურ-აბსორბციული მეთოდით 405
IV.16.3.9.კობალტის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრულიმეთოდით2-ნიტროზო-ლ-ნაფტოლის გამოყენებით 407
IV.16.3.10. მოლიბდენის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით თუთია-დითიოლის გამოყენებით..... 408
IV.16.3.11. ბორის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით ხინალიზარინის გამოყენებით 411
IV.16.3.12. ბორის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით კარმინის გამოყენებით 413
IV.16.3.13. ტყვიის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ატომურ - აბსორბციული მეთოდით 415
IV.16.3.14. ტყვიის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით დიტიზონის გამოყენებით..... 415
IV.16.3.15. კადმიუმის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ატომურ - აბსორბციული მეთოდით 419
IV.16.3.16. კადმიუმის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით დიტიზონის გამოყენებით 420
IV.16.3.17. ნიკელის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ატომურ-აბსორბციული მეთოდით 422
IV.16.3.18.ნიკელის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით დიმეთილგლიოქსიმის გამოყენებით 422

IV.16.3.19. ქრომის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ატომურ-აბსორბციული მეთოდით 424
IV.16.3.20. ქრომის შემცველობის განსაზღვრა მცენარეში ფოტომეტრული მეთოდით დიფენილკარბაზიდის გამოყენებით 425
საკონტროლო კითხვები მე-4 თავთან დაკავშირებით 428

თავი V. სასუქების ანალიზი 430
V.I. მინერალური სასუქები 430
V.I.1. მინერალური სასუქების ძირითადი თვისებები 430
V.I.2. სასუქებში ჰიგროსკოპული და საერთო წყლის განსაზღვრის მეთოდები 437
V.I.3. აზოტიანი სასუქები 440
V.I.3.1. მინერალური აზოტის განსაზღვრა სასუქებში 441
ამიაკური (ამონიუმიანი) აზოტის შემცველობის განსაზღვრა სასუქებში ფორმალინის მეთოდით 441
ამიაკური (ამონიუმიანი) აზოტის განსაზღვრა სასუქებშილია დულილის მეთოდით 444
ამიაკური სასუქების თავისუფალი მჟავიანობის განსაზღვრა 447
V.I.3.2. ნიტრატული ფორმის აზოტის განსაზღვრა სასუქებში 448
ამიაკური და ნიტრატული აზოტის ჯამის განსაზღვრა სასუქებში დევარდის მეთოდით 449
V.I.3.3. აზოტის ამიდური ფორმის შემცველი სასუქის ანალიზი 454
საერთო აზოტის შემცველობის განსაზღვრა შარდოვანაში ..453
საკონტროლო კითხვები V.I.1; V.I.2. და V.I 3. ქვეთავებთან დაკავშირებით 456
V.I.4. ფოსფორიანი სასუქები 457
V.I.4.1. ფოსფორის შემცველობის განსაზღვრა სასუქებში ...459

საერთო ფოსფორის განსაზღვრა სუპერფოსფატში ციტრატის მეთოდით 460
შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრა ციტრატის მეთოდით 462
წყალხსნადი ფოსფორის განსაზღვრა 465
თავისუფალი ფოსფორის მჟავას განსაზღვრა სუპერფოსფატში 467
საკონტროლო კითხვები V.I. 4. ქვეთავთან დაკავშირებით 468
V.I.5. კალიუმიანი სასუქები 469
V.I.5.1. კალიუმიანი სასუქების ანალიზი 471
ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრა კალიუმიან სასუქებში... 471
კალიუმიან სასუქებში კალიუმის შემცველობის განსაზღვრის მეთოდები 471
ერთკომპონენტიან კალიუმიან სასუქებში კალიუმის შემცველობის განსაზღვრა წონითი ტეტრაფენილბორატის მეთოდით 472
კალიუმის შემცველობის განსაზღვრა რთულ სასუქებში წონითი ტეტრაფენილბორატის მეთოდით 476
კალიუმიან სასუქებში კალიუმის განსაზღვრის ალოვან-ფოტომეტრული მეთოდი 477
საკონტროლო კითხვები V.I. 5. ქვეთავთან დაკავშირებით 480
V.II. ნიადაგის ქიმიური მელიორაცია 481
V.II.1. კირიანი სასუქები და ქიმიური მელიორანტები მოთაბაშირებისთვის 481
V.II.2. კირიანი სასუქების ანალიზი 484
ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრა 484
კირიანი სასუქების გრანულომეტრული შედგენილობის განსაზღვრა 484
კალციუმის კარბონატების განსაზღვრა სასუქებში მოცულობითი მეთოდით..... 485
კირიანი სასუქების საერთო გამანეიტრელებელი უნარის განსაზღვრა 488

V.II.3. ბიცობების და ბიცობიანი ნიადაგების
მოთაბაშირება 491
V.II.4. თაბაშირის ანალიზი 492
ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრა 492
გოგირდის მჟავას განსაზღვრა თაბაშირში 493
საკონტროლო კითხვები V.II. ქვეთავთან დაკავშირებით 497
V.III. ორგანული სასუქები 497
V.III.1. ორგანული სასუქების ნიმუშების აღება 498
მყარი ორგანული სასუქების ნიმუშების აღება 498
თხიერი ნაკელის (უსაფენო) ნიმუშის აღება 500
ძირითადი მოთხოვნები ანალიზის მეთოდების მიმართ 500
V.III.2. ტენისა და მშრალი ნაშთის განსაზღვრის მეთოდი 501
V.III.3. ნაცრის განსაზღვრის მეთოდი 503
V.III.4. საერთო აზოტის განსაზღვრა კელდალის მეთოდით .504
V.III.5. ამონიუმის აზოტის განსაზღვრის მეთოდები 510
ამონიუმის აზოტის განსაზღვრა კელდალის მეთოდით 510
ამონიუმის აზოტის შემცველობის განსაზღვრა ნაკელში
(რომაშკევიჩის მიხედვით.) 513
V.III.6. საერთო ფოსფორის განსაზღვრის მეთოდი 515
V.III.7. საერთო კალიუმის განსაზღვრის მეთოდი..... 518
საკონტროლო კითხვები V.III. ქვეთავთან დაკავშირებით 521
V.IV. ტორფის ანალიზი 522
V.IV.1. ტორფის ზოგადი დახასიათება 522
V.IV.2. ტორფის ჰიგროსკოპული ტენის განსაზღვრა 524
V.IV.3. ორგანულ და მინერალურ ნივთიერებათა
რაოდენობის განსაზღვრა ტორფში 525
V.IV.4. ტორფის აქტუალური და გაცვლითი მჟავიანობის
განსაზღვრა 526
V.IV.5. ტორფის ჰიდროლიზური მჟავიანობის განსაზღვრა... 527
V.IV.6. ტორფის ნაცრიანობის განსაზღვრა 529
V.IV.7. რკინის შემცველობის განსაზღვრა ტორფის ნაცარში..530

V.IV.8. კალციუმის შემცველობის განსაზღვრა ტორფის ნაცარში 534
V.IV.9. საერთო აზოტის განსზღვრა ტორფში 537
V.IV.10. შთანთქმული ამიაკის განსაზღვრა 541
V.IV.11. ნიტრატული აზოტის განსაზღვრა ტორფში დისულფოფენოლის მეთოდით 545
V.IV.12. ტორფის გამოყენება ანალიზის შედეგებზე დაყრდნობით 548
საკონტროლო კითხვები V.IV. ქვეთავთან დაკავშირებით 549
თავი VI. აგროქიმიის გამოყენებითი ასპექტები 551
VI.I. სასუქებზე მცენარის მოთხოვნილების დიაგნოსტიკა..... 551
VI.II. ნიადაგში არსებული ჰუმუსისა და საკვები ელემენტების მარაგის გაანგარიშება 553
VI.II.1. ჰუმუსისა და საკვები ელემენტების საერთო ფორმების მარაგების გაანგარიშება ნიადაგში 554
VI.II.2. მცენარისათვის შესათვისებელი საკვები ელემენტების მარაგის გაანგარიშება ნიადაგში 554
VI.II.3. სასუქების დოზების გაანგარიშება 555
VI.II.3.1. სასუქების დოზების გაანგარიშების ბალანსური მეთოდი 556
ნიადაგიდან საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი (КИП),% 557
სასუქებიდან საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი (КИУ), %; 559
VI.II.3.2. სასუქების რაოდენობის გაანგარიშება ფიზიკურ მასაში 560
VI.III. სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის ანგარიში 564
VI.IV. კირის დოზების გაანგარიშება ნიადაგების მოკირიანებისას 565
VI.IV.1. კირის დოზების გაანგარიშება ფიზიკურ მასაში 569

VI.V. ქიმიური მელიორანტების დოზების გაანგარიშება 570
VI.VI. დისპერსიული ანალიზის მეთოდი 572
VI.VII. კორელაციის და რეგრესიის კოეფიციენტების
გამოანგარიშების მაგალითი 577
VI.VIII. ქიმიური ანალიზის მონაცემების სტატისტიკური
დამუშავება 586
საკონტროლო კითხვები VI. თავთან დაკავშირებით 590
დანართები..... 592
გამოყენებული ლიტერატურა 623