

ი. ფ. სარიშვილი, ი. ა. ნაკაიძე

აგრონომიული ქიმიკა

სახელგამი
თბილისი
1957

წინასიტყვაობა

წინამდებარე წიგნი გათვალისწინებულია როგორც დამამარე სახელმძღვანელო საქართველოს სსრ სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის სტუდენტებისათვის და ვფიქრობთ იგი სათანადო დახმარებას გაუწევს მათ აგრონომიული ქიმიის კურსის ათვისებაში. ეს სახელმძღვანელო მეორე მხრივ მთლიანად პასუხობს სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკუმების პროგრამას აგრონომიულ ქიმიაში. ამიტომ მით სარგებლობა შეუძლიათ ჩვენს რესპუბლიკაში არსებულ მრავალრიცხოვან სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკუმების სტუდენტებს.

სახელმძღვანელოს შედგენისას ვსარგებლობდით როგორც დ. ნ. პრიანიშნიკოვის, ისე სხვა ავტორების აგრონომიული ქიმიით. მის შედგენისას ვითვალისწინებდით ჩვენი რესპუბლიკის მრავალფეროვან ნიადაგებს და კულტურების თავისებურებას სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით.

ასეთი ფართო მასშტაბით მოცულ საკითხებზე აგებული „აგრონომიული ქიმიის“ სახელმძღვანელო ქართულ ენაზე პირველად გამოდის. ამიტომ იგი, უდავოა, დაზღვეული არ იქნება ნაკლოვანებებისაგან. ყოველგვარი საქმიანი შენიშვნა მიღებული და გათვალისწინებული იქნება მომავალ მუშაობაში.

შენიშვნები გთხოვთ გამოგზავნოთ შემდეგი მისამართით: ქ. თბილისი, უნივერსიტეტის ქ. № 33. საქართველოს სსრ სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი, აგროქიმიის კათედრა.

ავტორები.

შესავალი

კომუნისტური პარტია და საბჭოთა მთავრობა სოციალისტური სოფლის მეურნეობის შემდგომ აღმავლობას უდიდეს ყურადღებას აქცევენ.

საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტიის XX ყრილობის დირექტივებში სსრ კავშირის სახალხო მეურნეობის განვითარების 1956 — 1960 წლების მეექვსე ხუთწლიანი გეგმის შესახებ აღნიშნულია, რომ მოსავლიანობის ზრდისა და ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესების საქმეში ორგანული და მინერალური სასუქების წესიერად გამოყენებას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს. სამეცნიერო-საკვლევო დაწესებულებების მიერ ჩატარებული ცდებით და სოფლის მეურნეობის მოწინავეთა პრაქტიკული გამოცდილებით დამტკიცებულია, რომ ორგანული და მინერალური სასუქების წესიერი გამოყენება მყარი და მაღალი მოსავლიანობის მიღების უმნიშვნელოვანესი ღონისძიებაა.

მეფისდროინდელ რუსეთში ქიმიური მრეწველობა და სოფლის მეურნეობის ქიმიზაცია თითქმის არ იყო. აზოტიანი სასუქებიდან მეტად პრიმიტიული წესით მზადდებოდა ამონიუმის სულფატი, როგორც ქვანახშირის კოქსაციის დამატებითი პროდუქტი. სოფლის მეურნეობაში სასუქების გამოყენება თითქმის არ წარმოებდა.

ოქტომბრის სოციალისტური რევოლუციის შემდეგ კომუნისტური პარტიისა და საბჭოთა მთავრობის ყურადღება მიქცეულ იქნა ქიმიური მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის განვითარების საკითხისადმი. დაიწყო ფართო გეოლოგიური ძიებანი კალიუმის მარილისა და მაღალპროცენტიანი ფოსფორიტების საბადოების გამოსაველინებლად.

1925 წელს აღმოჩენილი, შემდეგ წლებში შესწავლილ და ათვისებულ იქნა მსოფლიოში კალიუმის ნედლი მარილით ყველაზე მდიდარი საბადო ჩრდილოეთ ურალში — სოლიკამსკში, აგრეთვე დასავლეთ უკრაინასა და სხვა რესპუბლიკებში. აღმოჩენილი და შესწავლი-

ლია აპატიტის უდიდესი მარაგი ხიბინში, რომლის ბაზაზე ამჟამად მუშაობენ სუპერფოსფატის ქარხნები.

ფოსფორიტებისა და კალიუმის მარილის საბადოების გამოვლინებასა და შესწავლაში დიდი მუშაობა ჩაატარეს რუსმა მეცნიერებმა: კურნაკოვმა, ფერსმანმა, პრეობრაჟენსკიმ და სხვებმა.

მცირე დროის განმავლობაში საბჭოთა კავშირში ათვისებულ იქნა ამონიაკის წარმოების მეტად რთული პროცესი, რომლის ბაზაზე ამჟამად მუშაობს აზოტიანი სასუქების წარმოების კომბინატი ბერეზნიაკში, სტალინოგორსკში და გორლოვკაში; ტამკენტის მახლობლად აგებულია ჩირჩიკის აზოტიანი სასუქების მწარმოებელი კომბინატი და სხვ. საქართველოს სსრ სოფლის მეურნეობა უკვე ღებულობს რუსთავის აზოტიანი სასუქების ქარხნის მიერ გამოშვებულ პროდუქციას.

სოციალისტური სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციისა და ქიმიური მრეწველობის განვითარების საკითხს სერიოზული ყურადღება მიაქცია პარტიის XVIII ყრილობამ, რომელმაც მესამე ხუთწლედო ქიმიის ხუთწლედად გამოაცხადა. მესამე ხუთწლიანი გეგმით გათვალისწინებული იყო სასუქების წარმოების ტემპის ისეთი გადიდება, რომელიც უზრუნველყოფდა ჩვენი ქვეყნის სოფლის მეურნეობის სრულ ქიმიზაციას. მაგრამ ამ დიდი ამოცანის მთლიანად განხორციელება შეაჩერა ჩვენს ქვეყანაზე პიტლერული გერმანიის ვერაგულად თავდასხმამ.

სამამულო ომის გამარჯვებით დამთავრების შემდეგ სასუქების წარმოება და სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის განვითარება კვლავ აღმავლობის გზით წავიდა.

თუ რაოდენ წარმატებებს მიაღწია ამ საქმეში საბჭოთა ხალხმა, ჩანს იქიდან, რომ 1913 წელს რუსეთში ამზადებდნენ 114,9 ათას ტონა სუპერფოსფატს, 1921-22 წლებში სასუქების წარმოება თითქმის შეწყდა, 1933 წელს სოფლის მეურნეობამ მიიღო 690 ათასი ტონა მინერალური სასუქი, 1938 წელს — 3.130.000 ტონა, 1950 წელს — 5.100.000 ტონა. გარდა ამისა, გამოშვებულ იქნა 400.000 ტონა ფოსფორიტის ფქვილი. მიუხედავად სამრეწველო მინერალური სასუქების წარმოების ყოველწლიური ზრდისა, ის მაინც ვერ აკმაყოფილებდა ჩვენი სოციალისტური სოფლის მეურნეობის მზარდ მოთხოვნილებას. ამიტომ საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტიის XX ყრილობამ ამოცანად დასახა სახალხო მეურნეობის განვითარების მეექვსე ხუთწლედში მინერალური სასუქების წარმოება აყვანილ იქნას 1960 წლისათვის 19,6 მილიონ ტონამდე.

ასეთი მიღწევები სოციალისტური ქიმიური მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის დარგში უშუალო შედეგია იმ ზრუნვისა, რომელსაც საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტია და საბჭოთა



აკად. დ. ნ. პრიანიშნიკოვი.

მთავრობა იჩენდა და იჩენს სახალხო მეურნეობის განვითარების მიმართ.

სამრეწველო და ადგილობრივი სასუქებით სოფლის მეურნეობის აღნიშნული მასშტაბით მომარაგება ჩვენს წინაშე აყენებს მეტად დიდ და სერიოზულ ამოცანებს. საჭიროა შესწავლილ და შემუშავებულ იქნას სასუქების წესიერად გამოყენების წესები ნიადაგურ-კლიმატური პირობებისა და მცენარის ბიოლოგიური თავისებურების გათვალისწინებით, რათა თითოეულ კილოგრამ გამოყენებულ სასუქიდან მიღებულ იქნას მეტი მოსავალი, ე. ი. მაქსიმალურად გადიდდეს სასუქების გამოყენების კოეფიციენტი.

აგროქიმია შედარებით ახალი მეცნიერებაა. მისი განვითარების საქმეში სათანადო წვლილი შეიტანეს ფრანგმა მეცნიერმა ბუსენგომ და გერმანელმა ლიბიხმა.

აგრონომიული ქიმიის განვითარებაში დიდი ღვაწლი მიუძღვით ლომონოსოვს, მენდელეეფს, ტიმირიაზეფს, კოსოვიჩს, კოსტინეფს, ენგელგარტს, ვილიამსს, ჰედროიცს, პრიანიშნიკოვს, მელიქიშვილსა და სხვ. აკად. პრიანიშნიკოვმა საფუძველი ჩაუყარა სოციალისტური სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციას. მან შექმნა საბჭოთა აგროქიმიის სკოლა. მას ეკუთვნის აგროქიმიის სახელმძღვანელო. რომელიც ყველა აგრონომისა და მეცნიერ მუშაკისათვის სამაგიდო წიგნს წარმოადგენს.

აგრონომიული ქიმიის განვითარებაში უდიდესი როლი ითამაშა სასუქებისა და ინსექტოფუნგიციდების საკავშირო სამეცნიერო ინსტიტუტმა (НИУФ), რომელიც ჯერ კიდევ 1919 წელს დაარსდა, და სასუქებისა და ნიადაგმცოდნეობის სრულიად საკავშირო სამეცნიერო-საკვლევე ინსტიტუტმა (ВИУАА).

აქვე უნდა აღინიშნოს ის დიდი შემოქმედებითი მუშაობა, რომელიც აგრონომიული ქიმიის განვითარებისა და მრავალრიცხოვანი მაღალკვალიფიციური სპეციალისტების მომზადების დარგში ჩაატარა 1928 წელს ჩამოყალიბებულმა ლენინის ორდენოსანმა ტიმირიაზევის სახელობის საკავშირო სასოფლო-სამეურნეო აკადემიის აგროქიმიის კათედრამ.

ცნობილია, რომ 1928 წლამდე აგროქიმიის დამოუკიდებელი კათედრა არც ერთ უმაღლეს სასოფლო-სამეურნეო სასწავლებელში არ არსებობდა. ტიმირიაზევის სახელობის სასოფლო-სამეურნეო აკადემიაში აგროქიმიის კურსს აკად. დ. ნ. პრიანიშნიკოვი კითხულობდა სხვა კათედრებთან.

საქართველოში სასუქების გამოყენება ძირითადად 1930 — 1932 წლებიდან დაიწყო, მანამდე კი მას მხოლოდ ცდის ხასიათი ჰქონდა. სასუქებზე ცდები ტარდებოდა ზვანის, ყარაიაზის (გარდაბნის), აჭამეთისა და აფხაზეთის საცდელ სადგურებში.

1928 წელს საქართველოს სსრ მიწსახკომთან დაარსებულ იქნა სასუქებისა და ნიადაგმცოდნეობის რესპუბლიკური საცდელი სადგური, რომელიც 1933 წელს გადაკეთდა სასუქებისა და ნიადაგმცოდნეობის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის საქართველოს ფილიალად. 1947 წელს ჩამოყალიბდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აგროქიმიისა და ნიადაგმცოდნეობის სამეცნიერო-საკვლევო ინსტიტუტი.

არ შეიძლება არ აღვნიშნოთ ჩაისა და სუბტროპიკულ კულტურათა სრულიად საკავშირო სამეცნიერო-საკვლევო ინსტიტუტის დიდი დამსახურება საქართველოს სსრ სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის დარგში.

ჩვენი რესპუბლიკის სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის წარმატებით

ჩატარებას კიდევ უფრო შეუწყო ხელი მაღალკვალიფიციური კადრების მომზადებამ, რასაც ემსახურება შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის აგროქიმიის კათედრა, რომელიც 1938 წელს ჩამოყალიბდა. ამ კათედრასთან მცირე დროის მანძილზე შეიქმნა კარგად მოწყობილი სამეცნიერო-სასწავლო ლაბორატორია და სპეციალური სახლი. 1951 წლიდან აგრონომიულ ფაკულტეტთან ჩამოყალიბდა აგროქიმიისა და ნიადაგმცოდნეობის ფაკულტეტი.

სოფლის მეურნეობაში სასუქების გამოყენების ძირითად ამოცანას მცენარის კვების პირობების გაუმჯობესება წარმოადგენს. ცნობილია, რომ სასუქი უდიდეს გავლენას ახდენს როგორც ნიადაგის ქიმიურ, ფიზიკურ, ფიზიკო-ქიმიურ და ბიოლოგიურ, ისე მცენარეში მიმდინარე მეტად რთულ ბიოქიმიურ პროცესებზე.

იმისათვის, რომ გავაუმჯობესოთ ნიადაგის ნაყოფიერება და გავაღვიძოთ მოსავლიანობა, საჭიროა კარგად ვიცოდეთ სასუქების თვისებები, მათი მიღება-შენახვა და გამოყენება, ნიადაგურ-კლიმატური პირობების, მცენარის ბიოლოგიური თვისებების გათვალისწინებით. გარდა ამისა, უნდა ვიცოდეთ მცენარის კვების საკითხები და ის ღრმა ცვლილებები, რომლებიც წარიმართება ნიადაგსა და მცენარეში სასუქების გამოყენების შემდეგ. ყველა ამ საკითხზე ცოდნას იძლევა მეცნიერების ის დარგი, რომელსაც აგრონომიული ქიმია ეწოდება.

აგროქიმიას სხვადასხვანაირად განმარტავენ. ჩვენი აზრით უფრო სრულყოფილ განმარტებას აგროქიმიის საგნის მიზნისა და ამოცანის შესახებ იძლევა აკადემიკოსი დ. ნ. პრიანიშნიკოვი. ნაწილობრივი შესწორების შემდეგ ის შეიძლება ჩამოყალიბებულ იქნას შემდეგნაირად: აგროქიმია არის მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის ნივთიერებათა ბრუნვას მიწათმოქმედებაში და გამოავლენს ზემოქმედებათა ღონისძიებებს, რომლებიც გავლენას ახდენენ ნიადაგის ნაყოფიერებაზე და მცენარეში მიმდინარე პროცესებზე, რათა გაიზარდოს მოსავალი, გაუმჯობესდეს პროდუქციის ხარისხი.

მიწათმოქმედებაში ნივთიერებათა ბრუნვის საქმეში ჩარევის ერთ-ერთ ძირითად საშუალებას სასუქების გამოყენება წარმოადგენს. აგრონომიულ ქიმიას უახლოესი კავშირი აქვს ისეთ მეცნიერებებთან, როგორცაა: ნიადაგმცოდნეობა, მცენარეთა ფიზიოლოგია, მიკრობიოლო-

გია, გარდა ამისა ყველა ქიმიურ დისციპლინასთან. მათ მიერ შემუშავებული მეცნიერული კანონზომიერების ცოდნის საფუძველზე სასუქების წესიერი გამოყენებით შეგვიძლია დავაკმაყოფილოთ მცენარის მაქსიმალური მოთხოვნილება საკვებ ნივთიერებაზე მთელ სავეგეტაციო პერიოდში და უზრუნველყოთ მყარი და მაღალი მოსავლის მიღება ნიადაგის ნაყოფიერების პროგრესულ ზრდასთან ერთად.

მცენარის კვება

1. მცენარის კვებაზე უმჯობესობათა განვითარების წიგნი მომენტი და აპროქიმის მოქალე ისტორია

ადამიანებმა სასუქების გამოყენება უფრო ადრე დაიწყეს, ვიდრე შემუშავებული იქნებოდა მცენარის კვების თეორია. ანტიურ პერიოდში ნიადაგის განოყიერების წესების გამომუშავება წარმოებდა ემპირიული გზით, მაგრამ ზოგიერთი დებულება სასუქების გამოყენების საკითხებზე იმდენად დაზუსტებული იყო, რომ დღესაც არ დაუკარგავს თავისი მნიშვნელობა. ასე, მაგალითად, ძველი რომაელებისათვის ცნობილი იყო არა მარტო ნაკელის როგორც სასუქის ღირებულება და გამოყენების წესები, არამედ ისინი კარგად იცნობდნენ მინერალური ნივთიერების მნიშვნელობასაც ნიადაგის ნაყოფიერებისათვის. განოყიერების მიზნით ფართოდ იყენებდნენ კირს, ტყილს, თაბაშირს, მწვანე სასუქებს. ცხოველური წარმოშობის სასუქებიდან უპირატესობას ანიჭებდნენ ფრინველის ნაკელს, როგორც უფრო ენერგიულად მოქმედს. მწვანე სასუქებად რომაელები თესდნენ პარკოსან მცენარეებს, თუმცა იმ დროისათვის მათთვის არ იყო ცნობილი ის ფაქტი, რომ პარკოსნები აწარმოებენ ატმოსფეროს თავისუფალი აზოტის შთანთქმას კოყრის ბაქტერიების მეშვეობით. რომაელების მიღწევებს სოფლის მეურნეობაში, კერძოდ, სასუქების გამოყენების დარგში, პირველად თავი მოუყარა თავის წიგნში პეტრუს კრეჩენტუსმა 1240 წელს; მისი წიგნი წარმოადგენდა ყველაზე უფრო პოპულარულს მიწათმოქმედებაში.

ანტიურ პერიოდში მცენარის კვების საკითხებზე მრავალი ფაქტი იქნა დადგენილი, მაგრამ ჯერ კიდევ არ იყო შემუშავებული ერთიანი თეორია. იგი შემოიფარგლებოდა მხოლოდ საერთო მითითებებით, რომ მცენარის განვითარებისათვის საჭირო ფაქტორებს წარმოადგენდა ნიადაგი, წყალი, ჰაერი, ცეცხლი, სინათლე, სითბო.

აგრონომიული ქიმიის განვითარებას და მცენარის კვების საკითხების შესწავლას ხელი შეუწყო საერთოდ ქიმიის განვითარებამ, კერძოდ, რაოდენობითი ანალიზის შემუშავებამ.

მცენარის კვების საკითხებისა და სასუქების მნიშვნელობისადმი მიძღვნილ ტრაქტატებს შორის საყურადღებოა ბერნარდ პალისის წიგნი „ტრაქტატი ნიადაგის შედგენილობის მნიშვნელობის შესახებ მიწათმოქმედებისათვის“, რომელიც 1563 წელს გამოიცა. აღნიშნულ წიგნში ჩვენ ვხვდებით მთელ რიგ გონებამახვილ აზრებს, რომლებიც ექსპერიმენტულად დადგენილ იქნა უფრო გვიან. აი რას წერს ნიადაგში არსებული მარილის მნიშვნელობის შესახებ ბერნარდ პალისი: „მარილი არის სიცოცხლის და ყველა ნათესის საფუძველი“. უტრადლებას იპყრობს ნაკელის შეფასება: „ნაკელს, რომელიც გააქვთ მინდორში, არავითარი მნიშვნელობა არ ექნებოდა, რომ ის არ შეიცავდეს მარილს“. ცნება მარილის ქვეშ პალისი გულისხმობდა მცენარისათვის საჭირო საკვებ ელემენტებს.

მეტად საყურადღებოა პალისის აზრი ნიადაგის გაღარიბების შესახებ, მასზე სისტემატურად ერთი და იგივე კულტურის თესვის შემთხვევაში: „თუ ვინმე თესავს მცენარეს ზედიზედ და არ ანოყიერებს მინდორს ნაკელით, მაშინ ნათესი გამოიტანს ნიადაგიდან მარილს, რომელიც საჭიროა მცენარის ზრდისათვის; მიწა ამგვარად ღარიბდება მარილისაგან და მოსავლის მოცემაზე უარს ამბობს. ამიტომ საჭიროა ნიადაგი გავანოყიეროთ ან დავტოვოთ რამდენიმე წელს დაუთესავად. რათა მან ხელახლად შეიძინოს მარილიანობა“.

მოყვანილ ციტატებიდან ნათლად ჩანს, რომ ბერნარდ პალისმა პირველმა გამოსთქვა სწორი აზრი ნიადაგზე, როგორც მცენარისათვის საჭირო მინერალური ნივთიერების წყაროზე.

უფრო გვიან 1629 წელს იოჰანს ბატისტ ვან-გელმონტმა ექსპერიმენტის საფუძველზე გამოსთქვა აზრი, რომ მცენარის კვებისათვის საკმარისია წყალი.

1650 წელს გლაუბერმა ცდის საფუძველზე დაადგინა, რომ გვარჯილა წარმოადგენს მცენარის ზრდის საფუძველს. ამის შემდეგ 1660 წელს დიგოი ამტკიცებს აზრტყეავა კალიუმის უდიდეს მნიშვნელობას მცენარის ზრდის გაძლიერების საქმეში. გომმა 1735 წელს სავეგეტაციო ჭურჭლებში ცდის ჩატარების საფუძველზე მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ მცენარეს ესაჭიროება კალიუმის მარილი.

მცენარის ანალიზის საფუძველზე 1766 წელს ვალერიუსმა წიგნში „აგრონომიული ქიმიის საფუძველები“ გამოსთქვა მოსაზრება, რომ მცენარის ნაცრის შედგენილობა არ შეესაბამება ნიადაგის შედგენილობას. ამიტომ მისი აზრით ნაცრის ელემენტები მცენარეში შეიქმნებიან წყლიდან და ჰაერიდან.

ლავეუაზიემ, რომელიც მოღვაწეობდა XVIII საუკუნეში, საფუძველი ჩაუყარა ანალიზების ჩატარების თანამედროვე მეთოდოლოგიას ქიმი-

ში. მან დაადგინა ატმოსფეროს შედგენილობა, ახსნა დაქანგვის, წვისა და სუნთქვის პროცესის არსი. მანვე ექსპერიმენტულად დაადგინა ნივთიერებათა მარადიულობის კანონი. მასვე ეკუთვნის მეტად საინტერესო აზრები მცენარის კვებაზე. ასე, მაგალითად, ის წერს: „მცენარე თავის ორგანიზმისათვის საჭირო მარილებს იღებს ჰაერიდან, რომელიც მას გარს აკრავს, წყლიდან და საერთოდ მინერალურ სამეფოდან“. ლავუაზიეს ეს აზრები ძალზე უახლოვდება მცენარის მინერალური კვების თეორიას, რომელიც XIX საუკუნეში ლიბიხმა გამოსთქვა. ლავუაზიეს შრომების გამოქვეყნების შემდეგ შესაძლებელი გახდა მცენარის კვების საკითხების დეტალური შესწავლა.

1772 წელს პრისტლიმ ცდის საფუძველზე შენიშნა, რომ მცენარე ზრდის პერიოდში ასუფთავებს ჰაერს, რომელიც ფუჭდება იქვე მყოფი ცხოველების მიერ. ეს მოსაზრება პრისტლიმ გამოსთქვა მაშინ, როცა ჯერ კიდევ არ იცნობდნენ ჟანგბადს. მას შემდეგ, როცა ჟანგბადი აღმოაჩინეს და მან შესძლო მისი განსაზღვრა, პრისტლიმ განიმეორა თავის ცდა მცენარის მიერ ჰაერის გასუფთავების საკითხზე, მაგრამ მან ცდით ვერ დაამტკიცა, წინათ მის მიერ გამოთქმული აზრი, რადგან ცდა ჩაატარა სოკოებზე, ე. ი. არამწვანე მცენარეზე.

უფრო გვიან 1774 წელს ინგენ ჰაუზმა გამოსცა წიგნი „ცდები მცენარეებზე“, რომელშიაც კიდევ უფრო გააღრმავა პრისტლის აზრი და დაამტკიცა, რომ ჟანგბადის გამოყოფა წარმოებს მხოლოდ მწვანე მცენარის მიერ და ისიც სინათლეზე.

სენებემ თავისი გამოკვლევებით დაადგინა, რომ ჟანგბადის გამოყოფისათვის საჭიროა მცენარემ შთანთქას ატმოსფეროდან ნახშირორჟანგი, რომლიდანაც შეითვისებს ნახშირბადს და გამოყოფს ჟანგბადს. სენებეს აზრით, ნაცრის ელემენტები მცენარეში შედიან მექანიკურად ფესვებიდან წყალთან ერთად და მათ არავითარი მნიშვნელობა არა აქვთ მცენარის განვითარებისათვის.

სენებეს მუშაობა განაგრძო სოსიურმა. იგი უარყოფს სენებეს არასწორ შეხედულებას მცენარისათვის ნაცრის ელემენტების მნიშვნელობის შესახებ. სოსიური ატმოსფეროში ხედავდა ნახშირბადის წყაროს მცენარისათვის, ხოლო ნიადაგში ნაცრის ელემენტებს. სოსიურის შეხედულებები მცენარის კვებაზე უცნობი დარჩა იმდროინდელი სოფლის მეურნეობის დარგის მოღვაწეებისათვის.

პირველი აზრი მცენარის ორგანული ნივთიერებით კვების შესახებ ჩამოაყალიბა ინგლისელმა ქიმიკოსმა ჰემფრი-დევიმ 1813 წელს წიგნში „სასოფლო-სამეურნეო ქიმიის ელემენტები“. მასვე იზიარებდა გაზდერი (იტალია) და პაშტელი (საფრანგეთი).

საბოლოოდ მცენარის ორგანული ნივთიერებით კვების თეორია, ე. წ. მცენარის კვების ჰუმუსოვანი თეორია ჩამოაყალიბა გერმანელმა მეცნიერმა ალბერტ თეერმა, რომელმაც ბევრი რამ გააკეთა გერმანიის სოფლის მეურნეობისათვის. თეერმა 1806 წ. ქ. მიგლინში ჩამოაყალიბა მსოფლიოში პირველი უმაღლესი სასოფლო-სამეურნეო სკოლა, 1809 წელს მან გამოსცა წიგნი „რაციონალური მიწათმოქმედების საფუძვლები“, რომელშიაც ჩამოაყალიბა თავისი ჰუმუსოვანი თეორია. თეერის აზრით, მცენარე მისთვის საჭირო საკვებ ნივთიერებას ითვისებს ორგანული ნივთიერების სახით. არაორგანული ნივთიერება, მისი შეხედულებით, მცენარეზე მოქმედებს როგორც მასტიმულირებელი.

თეერი თვითონ არ აწარმოებდა ექსპერიმენტულ გამოკვლევებს, იგი თავის დასკვნებს აკეთებდა სხვის გამოკვლევებზე დაყრდნობით. სენებესა და სოსიურის გამოკვლევები მცენარის მიერ ატმოსფეროდან ნახშირორჟანგის შეთვისების შესახებ თეერისათვის ცნობილი იყო, მაგრამ მაინც აკეთებდა დასკვნას, რომ თუ მცენარე არ მიიღებს ნახშირბადს ჰუმუსიდან ფესვების მეშვეობით ნახშირორჟანგის სახით, მას არ შეუძლია განვითარება. იმ დროისათვის არ იყო დადგენილი, თუ რამდენად საკმარისი იყო მცენარის კვებისათვის ჰაერში არსებული ნახშირორჟანგი, ამიტომ თეერი ნახშირორჟანგის ძირითად წყაროდ ნიადაგის ჰუმუსს თვლიდა, ხოლო ატმოსფეროში არსებულს კი დამხმარე მნიშვნელობას ანიჭებდა.

გამომდინარე იმ ფაქტიდან, რომ ნოყიერი ნიადაგი მდიდარია ჰუმუსით, ხოლო ნაკელში ჰარბობს ორგანული ნივთიერება, რომლის დაშლის შედეგად წარმოიშვება ჰუმუსი, თეერი ასკვნიდა — მცენარე ნახშირბადს ძირითადად ღებულობს ფესვების მეშვეობით ჰუმუსიდან. იგი ჰუმუსის შესახებ წერდა: „ნიადაგის ნაყოფიერება საკუთრივ და მთლიანად ჰუმუსზე არის დამოკიდებული, რადგან გარდა წყლისა ის წარმოადგენს ერთადერთ ნივთიერებას, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას მცენარის მიერ“.

თეერი უარყოფდა აზოტისა და ნაცრის ელემენტების მნიშვნელობას მცენარისათვის. იმ დროისათვის ჯერ კიდევ ფიქრობდნენ, რომ აზოტი დამახასიათებელია მხოლოდ ცხოველთა ორგანიზმისათვის. ასე, მაგალითად, თეერის მიერ არ იყო შეფასებული აზოტის შემცველობა ნიადაგსა და ნაკელის ორგანულ ნივთიერებაში. ასევე არ აძლევდა იგი სათანადო მნიშვნელობას ნაცრის ელემენტებს როგორც თვით მცენარეში, ისე ნიადაგსა და სასუქში. ნაცრის ელემენტები, მისი აზრით, სტიმულატორის როლს თამაშობდა მცენარეში.

თეერი ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირებას უკავშირებდა ნიადაგიდან ჰუმუსის გატანას მცენარის მოსავლით. გულისხმობდა, რომ რამ-

დენ საკვებ ნივთიერებასაც შეიცავს მცენარე, იმდენად მეტ ჰუმუსს შთანთქავს იგი. თეერის შეხედულებით ჰუმუსი, რომელიც დასაბამს აძლევს სიცოცხლეს, ამავე დროს მის შედეგსაც წარმოადგენს, რადგან იგი მიიღება მცენარეული ორგანიზმის გახრწნის შედეგად. ჰუმუსის შეთვისების თვალსაზრისით ის მცენარეებს ყოფდა ორ ჯგუფად: ნიადაგის გამამდიდრებლად და გამლარიბებლად. იგი ძირხვენებს აკუთვნებდა მეორე ჯგუფს. მისი აზრით თუ მცენარე ღებება იმავე ადგილზე, სადაც აღმოცენდა, მაშინ ჰუმუსის რაოდენობა იქ მატულობს. ეს გამოწვეულია იმით, რომ მცენარე სიცოცხლის პერიოდში შეითვისებს და ჰუმუსად გადააქცევს სხვა უფრო მარტივ ნივთიერებებს. ასეთ მცენარეებს ის თვლიდა ნიადაგის გამამდიდრებლად.

მცენარის კვების ჰუმუსოვანმა თეორიამ თეერის დიდი ავტორიტეტისა და ფართო მოღვაწეობის მეოხებით ფართო გავრცელება მოიპოვა. ამ თეორიამ იბატონა XIX საუკუნის პირველი მესამედის განმავლობაში, მაგრამ 30-იან წლების დასასრულს და განსაკუთრებით ორმოციან წლებში განიცადა სასტიკი კრიტიკა ფრანგ მეცნიერ ჟან ბატის ბუსენგოსა და გერმანელ მეცნიერ იუსტუს ლიბიხისაგან. ბუსენგო და ლიბიხი აგრონომიული ქიმიის ფუძემდებლად ითვლებიან მსოფლიოში.

ბუსენგომ პირველმა აწარმოვა აღრიცხვა ნივთიერებათა ბრუნვაზე მიწათმოქმედებაში. ის ანალიზს უკეთებდა თესლბრუნვაში შემავალ ყველა კულტურის მოსავალს, აგრეთვე ნიადაგს და გამოყენებულ სასუქებს. ამ მონაცემების საფუძველზე მას გამოყავდა ნივთიერებათა ბრუნვის ბალანსი, რითაც მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ აზოტს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მცენარისათვის.

ბუსენგომ 1837 წელს პირველმა დააყენა ცდები ქვიშის კულტურაზე. ამასთანავე საყურადღებოა ის, რომ მან ამ კულტურაში შეიტანა ნაცარი და არაორგანული ნივთიერება: ბუსენგო აღნიშნულ ცდებში გამოყენებულ ქვიშის გამოწრობას აწარმოებდა. ამ ცდებით იგი მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ მცენარეს შეუძლია ორგანული ნივთიერების გარეშე განვითარება. მაშასადამე, ბუსენგომ ლიბიხზე ადრე უარყო თეერის ჰუმუსოვანი თეორია, მაგრამ მისი აზრები ვერ გახდა ცნობილი იმდროინდელი სოფლის მეურნეობის მოღვაწეთა ფართო მასებისათვის ნაწარმის ისეთ კრებულში გამოქვეყნების გამო, რომელიც მისაწვდომი იყო მხოლოდ მკითხველთა ვიწრო წრისათვის.

ბუსენგომ გააკრიტიკა რა თეერის ჰუმუსოვანი თეორია, მას დაუპირისპირა მცენარის აზოტოვანი კვების თეორია და გამოსთქვა მოსაზრება, რომ უდიდეს მოქმედებას იჩენენ ის სასუქები, რომლებიც მეტ აზოტს შეიცავენ.

ბუსენგო თეერისა და ლიბისისაგან განსხვავებით იყო უდიდესი მკვლევარი და ექსპერიმენტატორი. ცნობილია მისი კლასიკური გამოკვლევები მცენარის მიერ აზოტისა და ნახშირბადის ასიმილაციის შესახებ. ბუსენგოს ეკუთვნის მსოფლიოში პირველი აგროქიმიური საცდელი სადგურის დაარსება.

გერმანიაში ლიბისის წინაღობიდან მკვლევარებიდან ყურადღებას იპყრობს კარლ შპრენგელი იმდენად, რამდენადაც მის მიერ გამოთქმული აზრები მცენარის კვებაზე უახლოვდებიან ლიბისის უფრო გვიანდელ შეხედულებებს. აი, მაგალითად, რას წერს მცენარის კვების შესახებ კ. შპრენგელი თავის წიგნში „სწავლება სასუქებზე“; „მცენარე არაორგანულ ნვთიერებიდან, რომელსაც ის ღებულობს ნიადაგიდან, ჰაერიდან, ქმნის ორგანულ სხეულს ტენის, ელექტრობის, სინათლის და სითბოს შემწეობით“.

თვლიდა რა მარილებს აუცილებელს მცენარისათვის და იცოდა რა მათი წარმოშობა ნიადაგიდან, შპრენგელი ბუნებრივად მიდიოდა მოსავლიანობის დაცემის მიზეზების ახსნამდე, რაც გამოწვეული იყო ამა თუ იმ კულტურის შეუცვლელად ერთ და იმავე ადგილზე თესვის შედეგად. კ. შპრენგელი განსაკუთრებულ ყურადღებას უთმობდა ნიადაგში იმ სასუქების შეტანას, რომელიც მცირე რაოდენობით მოიპოვებოდა.

შპრენგელი ერთ პუნქტში ეთანხმებოდა თეერს. ის ნახშირბადის ძირითად წყაროდ თვლიდა ჰაერის ნახშირორჟანგს, მაგრამ არ უარყოფდა ჰუმუსიდან ნახშირორჟანგის შეთვისებას, რაც თითქმის ემთხვევა თანამედროვე შეხედულებას მცენარის ნახშირბადოვან კვებაზე.

თეერის ჰუმუსოვანმა თეორიამ საბოლოო განადგურება განიცადა იუსტუს ლიბისის კრიტიკის შემდეგ. ი. ლიბისმა ჰუმუსოვანი თეორიის კრიტიკა მოგვცა მის ცნობილ წიგნში — „ქიმიის გამოყენება მიწათმოქმედებასა და ფიზიოლოგიაში“, რომელიც პირველად გამოქვეყნდა 1840 წელს. მასში იგი იძლევა აგრეთვე თავის ძირითად შეხედულებებს მცენარის კვების შესახებ. ამ წიგნმა დიდი შთაბეჭდილება მოახდინა იმდროინდელ არა მარტო სწავლულებზე, არამედ სოფლის მეურნეობის ფართო მასებზეც. ის პოპულარულ ენაზე იყო დაწერილი, გამოირჩეოდა შესანიშნავი გამოცემით, კრიტიკის სიმძაფრით და გაბედული დასკვნებით. თეერის ჰუმუსოვანი თეორიის კრიტიკის დროს ი. ლიბისი შემდეგ ღებულებებს აყენებდა:

1. თუ მცენარე ნახშირბადს იღებს ჰუმუსიდან, ის წინასწარ უნდა გაიხსნას წყალში, ამისათვის კი მისი გამოანგარიშებით, წვიმების სახით მოსული წყალი ერთი წვეთიც რომ არ დაეკარგოს, არაა საკმარისი იმ რაოდენობით ჰუმუსის გასახსნელად, რომელიც

ესაჭიროება მცენარეს ნორმალური მოსავლის მისაღებად. აქედან ლიბიხი აკეთებდა დასკვნას, რომ მცენარე ნახშირბადს ითვისებს ატმოსფეროს ნახშირორჟანგის ხარჯზე.

2. ლიბიხი ამტკიცებდა, რომ რადგანაც ქანგბადისა და ნახშირორჟანგის გაზის რაოდენობა ატმოსფეროში უცვლელია, ამდენად ისინი, ცხადია, რაღაც ურთიერთ დამოკიდებულებაში იმყოფებიან. მან გამოსთქვა აზრი, რომ მცენარე სუნთქვის დროს გამოყოფს ნახშირორჟანგს, რითაც ივსება მისი რაოდენობა ატმოსფეროში. ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის რაოდენობა დიდდება აგრეთვე წვის პროცესის შედეგადაც. ამიტომ მცენარის მიერ შეთვისებული ნახშირორჟანგის რაოდენობა ვერ მოქმედებს ატმოსფეროში მის შემცველობაზე. აქედან ის აკეთებდა დასკვნას: მცენარე ნახშირბადს ითვისებს ჰაერიდან.

3. ლიბიხის აზრით, რადგან ჰუმუსი მცენარეული ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგია, ამიტომ პირველად უნდა გაჩენილიყო მცენარეები და შემდეგ ჰუმუსი; მაშასადამე, ნახშირბადი პირველად წარმოქმნილ მცენარეებს შეეძლო შეეთვისებია ჰაერიდან. აქედან ლიბიხი ასკვნის: მცენარე ნახშირბადს ითვისებს ჰაერიდან.

ლიბიხი თვლიდა, რომ ჰუმუსი წარმოადგენს ნახშირორჟანგის მუდმივ წყაროს ნიადაგში, რომელიც ხელს უწყობს სილიკატებთან გამოფიტვას და უმზადებს მინერალურ საკვებს მცენარეებს.

ლიბიხმა საბოლოოდ უარყო ფესვებით ორგანული ნივთიერების შეთვისების შესაძლებლობა და წამოაყენა დებულება, რომ მცენარის პირველადი საკვების წყაროა არაორგანული სამეფო. აღნიშნულმა დებულებამ შემდგომში მიიღო მცენარის მინერალური კვების თეორიის სისულწოდება, რომელმაც, რასაკვირველია, ლიბიხის შემდეგ დიდი ცვლილება განიცადა.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, თეერი ნიადაგის გაღარიბების თვალსაზრისით მცენარეებს ყოფდა ორ ჯგუფად — გამამდიდრებლად და გამაღარიბებლად. ლიბიხმა გააკრიტიკა თეერის ეს დებულება და აღნიშნა, რომ სხვადასხვა მცენარე სხვადასხვა მიმართულებით ფიტავს ნიადაგს: ზოგი უმთავრესად იღებს კირს (ბარდა), ზოგიც სილიციუმს (ხორბალი). მაშასადამე, აღნიშნავს ლიბიხი, კულტურების მორიგეობით ჩვენ შეგვიძლია შევანელოთ ნიადაგის გამოფიტვის მსვლელობა და უფრო თანაბრად გამოვიყენოთ მასში არსებული საკვების მარაგი მაგრამ ადრე თუ გვიან მაინც ექნება ადგილი ნიადაგის ნაყოფიერების გამოფიტვის პროცესს. ამიტომ ლიბიხი აუცილებლობად თვლიდა — დაუბრუნდეს ნიადაგს მისგან მოსავლის მიერ გამოტანილი საკვები ნივთიერება. ლიბიხის ამ დებულებამ შემდგომ მიიღო ნიადაგში საკვები ნივთიერების სრული დაბრუნების თეორიის სახელწოდება.

ამ დებულების საფუძველზე გერმანიაში, ლიბიხის წინადადებით, შეიქმნა ილენდორფის სპეციალური მინერალური სასუქების ქარხანა, რომელიც სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის ამზადებდა კომბინირებულ სასუქებს. ეს სასუქები სხვადასხვა შედგენილობის იყო და უპასუხებდა მცენარის მიერ გამოტანილ საკვების რაოდენობას. აღნიშნული ქარხნის მიერ გამოშვებული სასუქები გამოცდილ იქნა ინგლისში და დაადგინეს, რომ ისინი ვერ უპასუხებდნენ თავის დანიშნულებას.

ლიბიხის მიერ შემუშავებული მოსავლის გატანილი საკვები ნივთიერების სრულად დაბრუნების თეორია არ არის სწორი, რადგან თუ ნიადაგს დაუბრუნებთ საკვებ ელემენტებს იმდენი რაოდენობით, რამდენიც გატანილ იქნა, მაშინ კულტურების მოსავლიანობის თანდათანობით დაკემას ექნება ადგილი. ეს აიხსნება იმით, რომ ნიადაგში შეტანილ სასუქებში შემავალი საკვები ნივთიერებები მთლიანად როდი გამოიყენება მცენარის მიერ: ნაწილი ამ საკვები ნივთიერებისა ჩაირეცხება ნიადაგის ქვედა ფენებში და სცილდება მცენარის ფესვთა სისტემის მოქმედების არეს, ნაწილი გადაირეცხება ნიადაგის ზედაპირიდან ეროზიული მოვლენების შედეგად, ხოლო ნაწილი გადავა მცენარისათვის შეუთვისებელ ფორმებში. ამგვარად, რაღაც ნაწილი დარჩება მცენარის განკარგულებაში. ასე, მაგალითად, აზოტის სასუქის გამოყენებას კოეფიციენტი 50 % უდრის, კალიუმისა და სპიჯისა — 50 — 60 პროცენტს, ხოლო ფოსფორიანი სასუქისა კი 20 — 25 პროცენტს. თუ ნიადაგში შეტანილი იქნება საკვები ნივთიერებები სასუქების სახით იმდენივე რაოდენობით, რამდენიც გატანილი იყო მისგან მოსავლის სახით, მაშინ მოსავალი დაეცემა. ამიტომ საჭიროა ნიადაგში შევიტანოთ სასუქები, რომლებიც ბევრად უფრო მეტ საკვებ ნივთიერებებს შეიცავს, ვიდრე კულტურის მოსავლით იყო გამოტანილი.

ლიბიხი აღნიშნავდა, რომ ფოსფორი დიდი რაოდენობით შედის მარცვალში, რომელიც გადის მეურნეობიდან და აღარ უბრუნდება ნიადაგს. ამიტომ ხორბლის მოსავლის დაკემის თავიდან აცილების მიზნით საჭიროა ნიადაგში მეტი რაოდენობით ფოსფორიანი სასუქების შეტანა. აქედან გამომდინარე, ლიბიხი წინადადებდას იძლეოდა ძვლიდან დაემზადებინათ სუპერფოსფატი. ამ წინადადებადამ დიდი ბიძგი მისცა სუპერფოსფატის წარმოების განვითარებას.

უნდა აღინიშნოს, რომ პრიორიტეტი სუპერფოსფატის წარმოების წინადადებაზე, როგორც უკანასკნელ ხანებში გამოირკვა, ეკუთვნის არა გერმანიას, არამედ ჩეხოსლოვაკიას.

ლიბიხი მიუთითებდა, რომ მოსავლის რაოდენობა დამოკიდებული

ლია მცენარისათვის საჭირო იმ საკვებ ელემენტებზე, რომელიც მინიმუმში იმყოფება და იცვლება ამ ელემენტის რაოდენობის შესაბამისად, ვიდრე სხვა ელემენტი მინიმუმში არ ჩადგება. ეს დებულება შემდეგ ლიბიხის კრიტიკოსების მიერ ფორმულირებულ იქნა როგორც „მინიმუმის კანონი“. აღნიშნულ დებულებაზე დაყრდნობით ბურჯუაზიულმა მეცნიერებმა აღიარეს ე. წ. ნიადაგის კლებადი ნაყოფიერების „კანონი“, რომელიც ფაქტიურად ბუნებაში არ არსებობს.

ლიბიხის ზემოთ აღნიშნული დებულება არ არის სწორი იმდენად, რამდენადაც ერთი ფაქტორის მოქმედება მცენარის განვითარებაზე ჩვენ არ შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ იზოლირებულად. ერთი ფაქტორის ეფექტი იცვლება მეორის გავლენით; ერთს არ შეუძლია შესცვალოს მეორე.

აღსანიშნავია, რომ ლიბიხი თავის შრომაში: „ქიმიის გამოყენება მიწათმოქმედებასა და ფიზიოლოგიაში“, მის მიერ ფორმულირებულ დებულებას უფრო სხვანაირად განმარტავს, ვიდრე ის დღესაა ცნობილი ლიტერატურაში. აი რას წერს ის: „ელემენტი სრულიად არ არსებული ან რომელიც არ იმყოფება საკმაო რაოდენობით, ხელს უშლის საკვებ შენაერთებს გამოამჟღავნოს თავისი ეფექტი, ან, ყოველ შემთხვევაში, ამცირებს მათ კვებით მოქმედებას“. ეს დებულება შეიძლება მართებულად ჩაითვალოს თუ გავითვალისწინებთ ბუნებაში არსებულ ფაქტორთა შეუცვლელობის კანონს.

ლიბიხმა დიდად შეუწყო ხელი აგროქიმიის განვითარებას. მის დიდ დამსახურებად ჩაითვლება თეერის ჰუმუსოვანი თეორიის კრიტიკა, სუპერფოსფატის წარმოების განვითარება. კ. მარქსი ლიბიხის შესახებ აღნიშნავს: „თანამედროვე მიწათმოქმედების უარყოფითი მხარის გარკვევა, ბუნებისმეცნიერების თვალსაზრისით, ლიბიხის ერთ-ერთ უკვდავ დამსახურებას შეადგენს“ (კაპიტალი, ტ. I, გვ. 638).

ლიბიხი უდიდეს მნიშვნელობას ანიჭებდა ნაცრის ელემენტებს მცენარისათვის, მაგრამ მან ვერ შეაფასა აზოტის როლი. მრავალი ანალიზის საფუძველზე, რომელიც ჩატარებული იყო მის ლაბორატორიაში, ლიბიხი მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ ნიადაგის ყველა სახეობა, ღარიბი ნიადაგებიც კი, უფრო მეტად მდიდარია აზოტით, ვიდრე ფოსფორით და კალიუმით. რასაკვირველია, აზოტის მონაწილეობა ცილოვანი ნივთიერების შექმნაში მისთვის კარგად იყო ცნობილი, მაგრამ ის ფიქრობდა, რომ ამონიაკის შემცველობა ჰაერში უზრუნველყოფს ყველა მცენარეს აზოტით და ამიტომ აზოტიანი სასუქების ყიდვაში ფულის ხარჯვას ფუჭად თვლიდა. მისი აზრით, მცენარე აზოტის იმ მცირე რაოდენობას, რომელიც მას ესაჭიროება, დებულობს ატმოსფეროდან

ნახშირორქანგთან ერთად ნახშირმჟავა ამონიუმის სახით. ცნობილია, რომ ლიბიხსა და ბუსენგოს შორის დიდი დავა იყო აზოტის მნიშვნელობისა და სასუქის შედგენილობის საკითხზე. ნაკელის მნიშვნელობას ლიბიხი ზედავდა მასში ნაცრის ელემენტების შემცველობაში. ბუსენგო კი ამტკიცებდა, რომ ნაკელი და ნაკელის ნაცრის როგორც სასუქის მნიშვნელობა, ერთი და იგივე არ არის. იგი თვლიდა, რომ ნაკელში აზოტის შემცველობას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მისი სასუქობრივი ღირებულების თვალსაზრისით. ბუსენგოს აღნიშნული დებულება დაამტკიცეს ინგლისელმა მეცნიერებმა ლოზმა და გილბერტმა სპეციალური ცდებით მათ მიერ დაარსებულ როტამსტეტის საცდელ სადგურზე. ბუსენგოს აზრი აზოტის სასუქების უდიდესი მნიშვნელობის შესახებ სწორი აღმოჩნდა. დღეისათვის საბოლოოდ დადგენილია, რომ მაღალი მოსავლის მისაღებად უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის უზრუნველყოფას აზოტით.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ლიბიხი კვების საკითხების გადაწყვეტისათვის ცდებს არ ატარებდა მცენარეზე და თავის შეხედულებებს ავებდა სოსიურის, ბუსენგოს და შპრენგელის გამოკვლევების საფუძველზე დედუქციის გზით. მცენარის ანალიზის შედეგად ლიბიხი მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ სილიციუმი და ნატრიუმი მიეკუთვნება ძირითადი აუცილებელი საკვები ელემენტების რიცხვს. შემდგომმა გამოკვლევებმა კი დაადგინა, რომ ეს შეხედულება მცდარი იყო. მართალია, სილიციუმი დიდი რაოდენობით შედის მცენარის ნაცარში (ქერის ნაცარში 20 პროცენტზე მეტი), მაგრამ ის აუცილებელი ელემენტი არ არის მცენარის ნორმალური განვითარებისათვის. ასევე არააუცილებელი ელემენტია ნატრიუმიც.

ლიბიხისათვის ცნობილი იყო, რომ პარკოსანი ბალახები არამცთუ ვითარდება აზოტიანი სასუქების გარეშე, არამედ ისინი აუმჯობესებენ მის შემდეგ დათესილი პურეული კულტურების აზოტით კვებას. იგი ამ მოვლენას იმით ხსნიდა, რომ პარკოსნები, სხვა მცენარეებთან შედარებით, ასწრებენ ჰაერიდან შთანთქონ დიდი რაოდენობით ამონიაკი, აგრეთვე ნალექების სახით მოსული აზოტი. მაშასადამე, ლიბიხს ესმოდა პარკოსანი ბალახების თესვის მნიშვნელობა ნიადაგის აზოტით გამდიდრებისათვის, მაგრამ მან არ იცოდა მათ მიერ აზოტის შეთვისების გზები და ფორმები, რადგან იმ დროისათვის ჯერ კიდევ არ იყო ცნობილი პასტერის აღმოჩენა ბაქტერიებისა და პარკოსანი მცენარეების სიმბიოზის შესახებ.

ბუსენგომ დიდი მუშაობა ჩაატარა პარკოსნების მიერ აზოტის შეთვისების საკითხის შესწავლაზე, მაგრამ ის პასტერმა გადაწყვიტა სიმბიოზის აღმოჩენის შემდეგ. საბოლოოდ ეს საკითხი დაავიკრვინა გერ-

მანელმა მეცნიერმა ჰელიოგელმა 1886 წელს, რომელმაც ახსნა პარკონების აზოტით კვების თავისებურება.

ლიბიხის მიერ მინერალური კვების თეორიის წამოყენების 30 წლის შემდეგ ფრანგმა მეცნიერმა გრანდომ შეიმუშავა მცენარის კვების ე. წ. ორგანულ-მინერალური თეორია, რომელიც ცდილობდა ჰუმუსისათვის მიეწერა გადამცემი ინსტანციის როლი, მცენარის მიერ საკვები ნივთიერების შეთვისების პროცესში. გრანდო ამტკიცებდა, რომ ჰუმუსს მაინც შეუძლია დაეხმაროს მცენარეს ნახშირბადის შეთვისებაში, თუმცა, მისი აზრით, ის მას ძირითადად ჰაერიდან ითვისებს ნახშირორჟანგის სახით. ეს თეორია თავის დროზე გაკრიტიკებულ და უარყოფილ იქნა.

უკანასკნელ ხანებში აკად. ტ. დ. ლისენკომ მცენარის კვებაზე წამოაყენა შეხედულება, რომლის თანახმად თითქოს აუცილებელია საკვებმა გაიაროს მიკროორგანიზმებში, რომ შეაღწიოს მცენარეში. აღნიშნული მოსაზრება არ არის აგებული რაიმე სპეციალურ გამოკვლევებზე. ამავე დროს ლიტერატურაში დიდი ხანია ცნობილია, რომ მცენარე ნორმალურად შეიძლება განვითარდეს ორგანული ნივთიერების გარეშე სტერილურ პირობებშიაც კი, სადაც მიკროორგანიზმები არ არსებობენ. გამომდინარე აქედან ლისენკოს შეხედულება არ არის სწორი. ის ძალზე წააგავს გრანდოს ორგანულ-მინერალურ თეორიას.

XIX საუკუნეში მცენარის კვების საკითხებზე განუწყვეტელი დავის შედეგად გამომუშავდა აზრი, რომ მინერალურ სასუქებს არ შეუძლია სხვა გავლენა იქონიოს თუ არა მცენარის ზრდის სტიმულირება და აცხადებდნენ, რომ აღნიშნულ სასუქებს შეუძლია საბოლოოდ გააღარიბოს ნიადაგი. როტამსტეტის საცდელ სადგურზე ჩატარებულმა ცდებმა საბოლოოდ გააქარწყლეს ეს შეხედულება. დადგინდა იქნა, რომ ასი წლის განმავლობაში ყოველწლიურად ერთი და იგივე სასუქის შეტანა ერთ და იმავე კულტურის ქვეშ ნორმალურ მოსავალა იძლევა. თუმცა ზოგიერთმა სასუქმა არასასურველი, არაპირდაპირი მოქმედება (ფიზიოლოგიურად მკაცრ სასუქების მიერ არეს-რეაქციის დამყავება) გამოავლინა.

საფრანგეთში მინერალური სასუქების გამოყენების დიდ პროპაგანდისტად ითვლებოდა ჟორჟ ვილი. ის ამტკიცებდა, რომ მინერალური სასუქები იძლევა არა მარტო დიდ ანაზღაურებას, არამედ ითვლება ერთადერთ საშუალებად ნიადაგის ნაყოფიერების შენარჩუნებისათვის. მან შეიმუშავა მინერალური სასუქების ეფექტურობის შესასწავლად სპეციალური სქემა, რომელიც მისი სახელითაა ცნობილი და რომელსაც დღესაც ფართოდ იყენებენ. ჟორჟ ვილის შეხედულებით, ქიმიური სასუქები ყოველთვის ეფექტურია, უფრო იაფმა,

ვიდრე ნაკელი. მან ცდებით დაადგინა, რომ ყველა მცენარისათვის აუცილებელია სასუქების შემდეგი ნარევი: აზოტისა და კალიუმის შენაერთები, ფოსფატები და კირი. მისი აზრით ხორბალი ითხოვს მნიშვნელოვანი რაოდენობით აზოტს, უფრო მცირედ ფოსფორს და კიდევ უფრო მცირეს — კალიუმს.

2. ხელოვნური კულტურის მეთოდი და მისი მნიშვნელობა მცენარის კვების საკითხების გადაწყვეტაში

საჭირო საკვები ელემენტების დადგენისათვის აუცილებელი გახდა მცენარის ხელოვნურ არეში (წყლის კულტურებში) აღზრდის მეთოდის შემუშავება. მის შემუშავებაზე მრავალი ცდა ჩაატარეს ვიგანმა, პოლსტორფმა, სალმ-გორსტმარმა და სხვებმა, მაგრამ წყლის კულტურებში მცენარეები პირველად მომწიფებამდე აღზარდეს კნობმა და საქსმა 1859 წელს, რომლებიც ერთიმეორის დამოუკიდებლად მუშაობდნენ. კნობმა შეიმუშავა სპეციალური საკვები ხსნარების ნარევი, რომელსაც დღესაც იყენებენ სავეგეტაციო ცდებში.

ხელოვნურ არეში მცენარის აღზრდის მეთოდის შემუშავების შემდეგ შესაძლებელი შეიქნა დადგენილი ყოფილიყო მცენარისათვის აუცილებელი ელემენტები და მათი ფიზიოლოგიური როლი. მცენარის ხელოვნურ არეში აღზრდა პირველად ძნელ საქმეს წარმოადგენდა, რადგან არ იყო ცნობილი არამცთუ ის, თუ რა ელემენტები ესაჭიროება მცენარეს, არამედ არც ის, თუ რა ფორმით უკეთესია ხსნარში საკვები ელემენტების მიცემა, ხსნარის როგორი რეაქციის პირობებში ვითარდება მცენარე, ხსნარის რა კონცენტრაციას იტანს ის და სხვ. საჭირო იყო წყლის ხსნარში ყოფილიყო ენგბადი მცენარის ფესვთა სისტემის სუნთქვისათვის, ხსნარი დაცული უნდა ყოფილიყო მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

თანდათანობით დადგენილ იქნა, რომ ხსნარის კონცენტრაცია წყლის კულტურებისათვის 0,3—0,4 პროცენტზე მეტი და რეაქცია არც ძალზე მჟავე და არც ძალზე ტუტე არ უნდა იყოს. ამგვარად, საჭიროა ნეიტრალური ან სუსტად მჟავე ხსნარი. აღმოჩნდა აგრეთვე, რომ მარილებიდან უპირატესობა უნდა მიეცეს დაჟანგულ ფორმებს ნაკლებ დაჟანგულთან შედარებით. შემუშავებულ იქნა აგრეთვე მეთოდი მცენარის მზის სხივებიდან დაცვისა და ხსნარის ენგბადით გამდიდრებისათვის.

რაკი ხელოვნური კულტურის მეთოდი შემუშავებული იყო, შესაძლებელი გახდა ხსნარიდან სურვილისამებრ, რომელიმე ელემენტი გამოარიცხვა და დაკვირვების ჩატარება თუ როგორ რეაგირებს მცე-

ნარე ამ ელემენტზე მისი ხსნარში არ არსებობისას. ამ წესით შესაძლებელი გახდა დადგენილი ყოფილიყო მცენარისათვის აუცილებელი ელემენტები და მათი ფიზიოლოგიური როლი. ამასთან შეტანილ იქნა მთელი რიგი შესწორებები ლიბიხის დასკვნებში მცენარისათვის აუცილებელი საკვები ელემენტების შესახებ. ასე, მაგალითად, აღმოჩნდა, რომ სილიციუმი არ წარმოადგენს აუცილებელ ელემენტს მცენარისათვის. ასევე უარყოფილ იქნა ნატრიუმის მნიშვნელობა მცენარისათვის და რომ ნატრიუმს არ შეუძლია შესცვალოს კალიუმი. ბუსენგოს მოძღვრებით ნათელი გახდა აგრეთვე ისიც, რომ აზოტი მცენარეს უფრო მეტი რაოდენობით უნდა მიეცეს ფესვებიდან ამ გზით შესათვისებელ სხვა საკვებ ელემენტებთან შედარებით.

XIX საუკუნის 50-60-იან წლებში დადგენილ იქნა, რომ საკვებ ხსნარში მცენარისათვის აუცილებელ ძირითად ელემენტებს წარმოადგენენ: აზოტი, ფოსფორი, გოგირდი, კალიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი და რკინა.

XX საუკუნის დასაწყისში კი გაირკვა, რომ მცენარეს, გარდა ზემოთ აღნიშნული ძირითადი ელემენტებისა, ესაჭიროება მცირე რაოდენობით ე. წ. მიკროელემენტები: ბორი, მანგანუმი, თუთია და სპილენძი. უკანასკნელ ხანებში კი მათ დაემატა მოლიბდენი.

ა. ნახშირბადოვანი კვება

მცენარის მოშენების მიზანია ორგანული ნივთიერების შექმნა. მწვანე მცენარე თავისი კვების სინთეზს ახდენს მარტივი ნივთიერებებიდან, რომლებსაც ნიადაგიდან და ჰაერიდან იღებს. მათ ჩვეულებრივ საკვებ ნივთიერებებს უწოდებდნენ. ფაქტიურად კი ისინი წარმოადგენენ ნელლეულს, საიდანაც მზადდება მცენარის საკვები. ორგანულ ნივთიერებას მცენარე ქმნის გარემოდან შეთვისებული არაორგანული საკვები ნივთიერების, წყლისა და მზის ენერჯის ხარჯზე. მცენარის კვების წყაროს წარმოადგენს ნიადაგში — მინერალური ნივთიერება, ნახშირორჟანგი და წყალი, ჰაერში — ნახშირორჟანგი. ამ უკანასკნელიდან ის მზის სხივების ენერჯის მეშვეობით ითვისებს ნახშირბადს, ენგბადს და წარმოქმნის ნახშირბადოვან შენაერთებს.

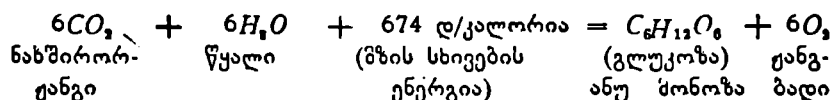
მცენარე ორგანული ნივთიერების სინთეზისათვის ნახშირბადს ითვისებს როგორც ჰაერიდან, ისე ნიადაგიდანაც შესულ ნახშირორჟანგის სახით. მცენარე ნახშირორჟანგიდან ითვისებს ნახშირბადსა და ენგბადს, წყლიდან კი წყალბადს, ხოლო წყალში შემავალ ენგბადს გამოყოფს ატმოსფეროში. ეს პროცესი მიმდინარეობს მწვანე ფოთლების ქსოვილებში და მასში მონაწილეობას იღებს განსაკუთ-

რებული პიგმენტი — ქლოროფილი, რომელიც მცენარეში წარმოადგენს იმ აუცილებელ ნივთიერებას, რომლის მეშვეობითაც წარმოებს ორგანული ნივთიერების წარმოქმნა.

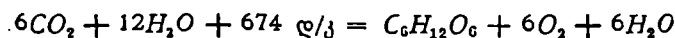
ქლოროფილის წარმოქმნისათვის მცენარეში და ამ უკანასკნელის მიერ ნახშირორჟანგიდან ნახშირბადისა და ჟანგბადის შეთვისებისათვის აუცილებელია მზის სხივების ენერგია, რომლის ხარჯზე ის შთანთქავს 674 დ/კალორია სითბოს ენერგიას.

ორგანული ნივთიერების შექმნის პროცესს მწვანე მცენარის ფოთლებში ნახშირორჟანგისა და წყლის ხარჯზე ქლოროფილის მონაწილეობით, მზის სხივების ენერგიის მეშვეობით ფოტოსინთეზი (ასიმილაცია) ეწოდება.

ამ პროცესს წინათ სქემატურად გამოხატავენ შემდეგი სახით:



გულისხმობდნენ, რომ სინათლის ენერგიით ხდებოდა ნახშირორჟანგის დაშლა ნახშირბადად და ჟანგბადად, აქედან ნახშირბადი უერთდებოდა წყალს და წარმოიშვებოდა მონოზა (გლუქოზა), ხოლო ჟანგბადი გამოიყოფოდა ჰაერში. ამჟამად ნიშანდობილი ატომების გამოყენებით კი დაადგინეს, რომ სინათლის ენერგიის მოქმედებით იშლება წყალი და არა ნახშირორჟანგი. ჟანგბადის გამონთავისუფლება წარმოებს წყლიდან და არა ნახშირორჟანგიდან. ამ დებულებიდან გამომდინარე ფოტოსინთეზის შედეგად მონოზის მიღება სქემატურად შეიძლება შემდეგი სახით გამოვხატოთ:



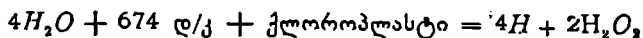
ფოტოსინთეზის შედეგად მიღებული ძირველადი მდგრადი შენაერთი მცენარეში არის მონოზა (გლუქოზა), რომელიც წარმოადგენს გამოსავალ ნივთიერებას ისეთი ორგანული ნივთიერების სინთეზისათვის, როგორცაა რთული ნახშირწყლები, ცილები, ცხიმები და სხვა შენაერთები.

უკანასკნელი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ფოტოსინთეზის შედეგად წარმოიქმნება არა მარტო ნახშირწყლები, არამედ მასთან ერთად ორგანული მჟავები და სხვა შენაერთები.

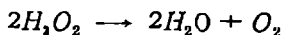
თანამედროვე მონაცემებით ნახშირწყლების ფოტოსინთეზის კი-მიზმი შეიძლება შემდეგი სახით წარმოვიდგინოთ: ნახშირორქანგი უერთდება ქლოროპლასტების რალაც მარტივ შენაერთს და წარმოიქმნება კარბოქსილის ჯგუფი. ეს რეაქცია ასე უნდა წარმოვიდგინოთ:



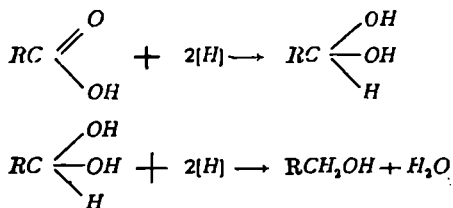
მას კარბოქსილირებას უწოდებენ. ის თითქმის არ თხოულობს სითბოს ენერჯიის ხარჯვას და შეიძლება წარიმართოს როგორც სინთეზში, ისე სინთეზზე. მზის სხივების თბური ენერჯია კი საჭიროა წყლის დაშლისათვის (ფოტოლიზი), რომლის დროსაც მიიღება აქტიური წყალბადი ან ძლიერი ორგანული აღმდგენები. წყლის დაშლა წარმოებს შემდეგი სახით:



წარმოქმნილი წყალბადის ზეყანგი იშლება წყლად და ეანგბადად, ეს უკანასკნელი კი გამოიყოფა ატმოსფეროში:

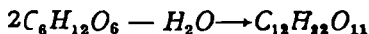


წარმოშობილი აქტიური წყალბადი აღადგენს კარბოქსილის ჯგუფს სპირტამდე. ეს რეაქცია ორ ფაზად შეიძლება გამოვხატოთ:

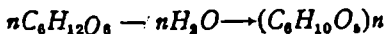


მიღებული სპირტი განიცდის შემდგომ დაეანგვას და მიიღება მონოზა (გლუკოზა).

სახაროზა მცენარეში წარმოიქმნება მონოზის ორი მოლეკულის შემჰიდროების გზით:



მონოზის მრავალი მოლეკულის შემჰიდროების გზით კი მიიღება სახამებელი ანუ უჯრედანა:



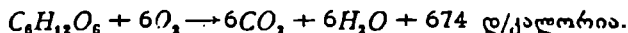
ცილების მისაღებად მცენარეში ჯერ მიმდინარეობს ამინო-მჟავების წარმოქმნა ორგანული მჟავებისა და ამონიაკის ხარჯზე, ხოლო ორგანული მჟავები თავის მხრივ მიიღება მონოზის დაქანგვის გზით. წარმოქმნილი ამინომჟავები იძლევიან ცილებს.

ციხიმები მცენარეში წარმოიქმნება ცხიმის მჟავებისა და გლიცერინის ხარჯზე, ხოლო ეს უკანასკნელი ორი შენაერთი — მცენარეში პირველადი ნახშირწყლების აღდგენის გზით.

ფოტოსინთეზის მიმდინარეობა მცენარეში დამოკიდებულია ჰაერში ნახშირორჟანგის რაოდენობაზე, სითბოზე, სინათლეზე, მცენარის წყლითა და საკვები ნივთიერებით მომარაგებაზე. ფოტოსინთეზის ყველა ეს ფაქტორი შეიძლება რეგულირებულ იქნეს სათანადო ღონისძიებათა მეშვეობით. ასე, მაგალითად, ატმოსფეროს ჰაერი შეიცავს CO₂-ის სულ უმნიშვნელო რაოდენობას — 0,03 პროცენტს. ნახშირორჟანგის ეს რაოდენობა ოპტიმალური არაა ფოტოსინთეზის პროცესისათვის. დამტკიცებულია, რომ ატმოსფეროს ჰაერში ნახშირორჟანგის რაოდენობის 5-10 პროცენტამდე გადიდება აძლიერებს ასიმილაციის პროცესს, რის შედეგად იზრდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობა. სათბურებში ატმოსფეროს ჰაერში ნახშირორჟანგის გადიდება დადებითი შედეგი გამოიღო. მაგრამ ამ ღონისძიების გატარება ღია გრუნტის პირობებში ძალზე ძნელია.

ზოგიერთ მცენარეში ნახშირწყლები მოსაელის მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენს. ასე, მაგალითად, შაქარი შაქრის ჰარხლის ძირებში და სახამებელი კარტოფილის ტუბერებში შეადგენს მშრალი ნივთიერების 80-მდე პროცენტს. ნიშანდობილი ატომების გამოყენებით დადგინდა, რომ მცენარის მიერ შეთვისებულ ნახშირორჟანგიდან ფესვების გზით შეიძლება მასში შევიდეს 25 პროცენტამდე. ამიტომ ნიადაგში ორგანული სასუქების შეტანის გზით შეიძლება გაძლიერდეს მცენარის ნახშირბადოვანი კვება.

სუნთქვის პროცესი მცენარეში. მცენარეში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების წარმართვისათვის საჭიროა ენერჯია, რომლის ერთ-ერთ წყაროს წარმოადგენს სუნთქვა. სუნთქვის პროცესის შედეგად ორგანული ნივთიერების ნაწილი იჟანგება ატმოსფეროს ჟანგბადის ხარჯზე. ამ პროცესის საბოლოო პროდუქტებს წარმოადგენენ ნახშირორჟანგი და წყალი. სქემატურად ეს პროცესი ასეთი იქნება:



ამ რეაქციის შედეგად გამოიყოფა 674 დ/კალორია სითბოს ენერჯია. აღნიშნული რეაქცია აგრეთვე გვიჩვენებს, რომ მცენარე სუნთქვის პროცესში ატმოსფეროდან ითვისებს ჟანგბადს. მაშასადამე, მცენარეში

ერთდროულად მიმდინარეობს ქანგბადის გამოყოფა და შეთვისება. ფოტოსინთეზის შედეგად წარმოებს ქანგბადის გამოყოფა, ხოლო სუნთქვის პროცესისას — ქანგბადის შთანთქმა. დღის განმავლობაში ქანგბადის გამოყოფის პროცესი ჰარბობს შთანთქმის პროცესს, ხოლო ღამის განმავლობაში კი პირიქითაა, რაც გამოწვეულია ფოტოსინთეზისა და სუნთქვის პროცესის სხვადასხვა ინტენსივობით დღედაღამის განმავლობაში; ფოტოსინთეზის ინტენსივობა დღისით ძლიერია, ე. ი. ქანგბადი დიდი რაოდენობით გამოიყოფა, ღამით კი შენელებულია და ამდენად ქანგბადის გამოყოფაც შემცირებულია, ე. ი. იზრდება ქანგბადის შთანთქმა სუნთქვის პროცესის გაძლიერებასთან ერთად.

4. საკვები ელემენტების ფიზიოლოგიური როლი

ბუნებაში ცნობილი 100 ელემენტიდან მცენარეში აღმოჩენილია 74. მცენარის ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის აუცილებელია მხოლოდ ზოგი მათგანი, სახელდობრ: ნახშირბადი (C), ქანგბადი (O), წყალბადი (H), აზოტი (N), გოგირდი (S), ფოსფორი (P), კალიუმი (K), კალციუმი (Ca), მაგნიუმი (Mg) და რკინა (Fe). უკანასკნელ ხანებში მცენარისათვის აუცილებელ ელემენტთა რიცხვს აკუთვნებენ აგრეთვე მანგანუმს (Mn), ბორს (B), სპილენძს (Cu), თუთიას (Zn), მოლიბდენს (Mo) და სხვას, რომელთაც მიკროელემენტებს უწოდებენ.

ნახშირბადსა და ქანგბადს მცენარე ითვისებს CO₂-ის სახით ჰაერიდან ფოთლების საშუალებით და ნიადაგიდან ფესვების მეშვეობით, ხოლო წყალბადს — წყლიდან. რაც შეეხება ზემოჩამოთვლილ დანარჩენ აუცილებელ საკვებ ელემენტებს (N, P, S, K, Ca, Mg, Fe და მიკროელემენტებს), მცენარე მათ ითვისებს ნიადაგიდან ფესვების მეშვეობით. მცენარეში აღნიშნული საკვები ელემენტები შეიძლება შევიდნენ ფოთლებზე მარილების ხსნარების მიხსურების შედეგად ბაგეების გზით. საკვებ ხსნარში ერთი რომელიმე მათგანის სრული უქონლობა აწვევს მცენარის დაღუპვას.

მცენარისათვის აუცილებელი ყველა საკვები ელემენტის ფიზიოლოგიური როლი ჯერ კიდევ არ არის საესებით დადგენილი.

ნახშირბადი, წყალბადი და ქანგბადი. მცენარის მშრალი ნივთიერების 93 პროცენტზე მეტს შეადგენს ნახშირბადი, წყალბადი და ქანგბადი. ისინი შედიან მცენარის ისეთ მთავარ შენაერთებში, როგორცაა ნახშირბადოვანი შენაერთები, ცილები, ცხიმები და სხვ. გარდა ამისა, აღნიშნული ელემენტების შემცველი შენაერთები წარმოადგენენ სითბოს ენერჯის წყაოს მცენარეში. ნახშირბადოვანი შენაერთების დეჟანგვის შედეგად გამოიყოფა სითბოს ენერჯია, რომელსაც მცენარე

იყენებს მასში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების წარმართვისათვის.

აზოტი დიდი რაოდენობით შედის ამინომჟავებში, რომელთაგანაც აგებულია ცილების რთული მოლეკულა. ცილა პროტოპლაზმის მთავარი შემადგენელი ნაწილია, მონაწილეობს ყველა უჯრედში და წარმოადგენს სიცოცხლის საფუძველს. ჟაზოტოდ არ არის ცილა, უცილოდ—პროტოპლაზმა, ხოლო უპროტოპლაზმოდ—სიცოცხლე (პრიანიზნიკოვი). აზოტი შედის აგრეთვე ქლოროფილში, რომელშიაც მიმდინარეობს ფოტოსინთეზის პროცესი. ცილები შეიცავს 16—18 პროცენტ აზოტს. აზოტის პროცენტი სხვადასხვა მცენარეში და მის ორგანოებში ძალზე მერყეობს. ასე, მაგალითად, ჰვავის ჩალა შეიცავს 0,45 პროცენტამდე აზოტს მაშინ, როდესაც პარკოსნების თესლში ის 3—6 პროცენტამდე აღწევს. აზოტი მეტი რაოდენობითაა ახალგაზრდა მონარდ ნაწილებში, ვიდრე მობერებულ, გაუხეშებულ ნაწილებში.

მცენარის აზოტით კვების წყაროდ შეიძლება იყოს როგორც აზოტის მჟავას მარილები, ისე ამონიუმისა და ნაწილობრივ აგრეთვე აზოტოვანი მჟავას მარილები. ორგანულ შენაერთებიდან მცენარეს აზოტი შეუძლია შეითვისოს მარტივი ამინომჟავებიდან და ადვილად ხსნადო აზიდებიდან (ასპარაგინი).

ფოსფორი. ფოსფორს შეიცავს მცენარის ცილოვანი შენაერთები, ნუკლეოპროტეიდები და ნუკლეოალბუმინები, აგრეთვე ლიპოიდები, რომლებიც წარმოადგენენ აზოტშემცველ ცხიმისმაგვარ ნივთიერებას—ფოსფატიდებს. ის შედის აგრეთვე ფიტინისა და სახამებლის შედგენილობაში.]

ნუკლეოპროტეიდები წარმოადგენს უჯრედის ბირთვის მთავარ შემადგენელ ნაწილს და ნუკლეინის მჟავასა და ცილების კომპონენტების კომპლექსური შენაერთებია.

| ფოსფორი დიდ როლს თამაშობს გამრავლების პროცესში, რადგან სპერმატოზოიდი თითქმის მთლიანად შედგება ნუკლეინისაგან. | მცენარის ორგანოებიდან ნუკლეოპროტეიდები უფრო მეტად მოიპოვება მზარდ და ემბრიონალურ ნაწილებში. თესლში ფოსფორის მჟავა წარმოდგენილია უმთავრესად ცილების ან ნახშირწყლების კომპლექსური შენაერთების (ნუკლეოალბუმინების, ფიტინის) სახით.

‡ ფოსფორი აუცილებელია სახამებლის შაქრად გარდაქმნისათვის. ფიქრობენ, რომ ფოსფორი მთავარ როლს თამაშობს აგრეთვე ცხიმების წარმოქმნაში და დაეხვეწის პროცესებში. ის ხელს უწყობს ფერმენტ დიასტაზის, ტრიფსინის და ზიმაზის აქტივობის ზრდას. ფოსფორი ადიდებს ნაყოფიერებას და აგრეთვე აჩქარებს ნაყოფის მომწიფებას. საშემოდგომო კულტურების ფოსფორით კვების გაუმჯობესების შედეგად მატულობს ამ კულტურების ყინვაგამძლეობა. ფოსფორით გაუმ-

ჯობესებული კვება ხელს უწყობს შაქრების დაგროვებას შაქრის ჰარხლის ძირებში, სახამებლის — კარტოფილის ტუბერებში და ცხიმების — მზესუმზირის თესლში. ის მთავარ როლს თამაშობს მცენარის სუნთქვის პროცესში.

ფოსფორის უდიდესი მნიშვნელობა მცენარის ორგანიზმისათვის იმაში მდგომარეობს, რომ ის შედის პროტოპლაზმის კოლოიდების შემადგენლობაში და არსებით როლს თამაშობს ალკოჰოლურ დუღილში, რომელიც ენერგეტიკული პროცესების ძირითად საფუძველს წარმოადგენს.

ფოსფორი მცენარის მიერ შეითვისება ორთოფოსფორის მექავას მარილების სახით. ფიქრობენ, რომ მცენარეს შესწევს უნარი ფოსფორი შეითვისოს მეტაფოსფორის მექავას მარილებიდანაც და აგრეთვე ორგანული შენაერთებიდან (ფიტინი, ცეროფოსფატი, ჰექსოფოსფატი, სახაროფოსფატი).

ფოსფორის მექავა მცენარეში გვხვდება ორგანული და მინერალური შენაერთების სახით. ფოსფორის მინერალური შენაერთები მცენარეში წარმოდგენილია კალიუმის, კალციუმისა და მაგნიუმის მარილების სახით. უფრო მეტად მცენარეში ფოსფორი გვხვდება ორგანულ შენაერთებში. ორგანული ფოსფორის შენაერთები უმთავრესად წარმოდგენილია ფოსფორის მექავას ეთერების სახით, მათ შორის აღსანიშნავია ფოსფატიდები. ფოსფორის საერთო და მისი ცალკეული ფრაქციების შემკველობა მნიშვნელოვნად მერყეობს მცენარის ბიოლოგიური თავისებურების, მისი განვითარების ფაზების, ფოსფორიანი კვების დონისა და სხვა ფაქტორებთან დამოკიდებულების მიხედვით. საერთო ფოსფორისა და მისი ცალკეული ფრაქციების შემკველობაზე წარმოდგენას იძლევა ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი.

ცხრილი 1

ფოსფორის შენაერთების ფრაქციები	წითელი სამყურია თივა		ხორბლის თესლი		შვრიის თესლი	
	% მშრალ ნივთიერებაზე	% ფოსფორის საერთო რაოდენობიდან	% მშრალ ნივთიერებაზე	% ფოსფორის საერთო რაოდენობიდან	% მშრალ ნივთიერებაზე	% ფოსფორის საერთო რაოდენობიდან
საერთო ფოსფორი	0,554	100	1,904	100	1,810	100
არარორგანული	0,070	13	0,364	20	0,370	20
ცილოგენი	0,050	9	0,444	23	0,438	24
ფიტინის	0,300	54	0,390	21	0,680	38
ფოსფატიდის	0,050	9	0,134	7	0,162	9
სახაროფოსფატის	0,084	15	0,552	29	0,160	9

როგორც მონაცემებიდან ჩანს, წითელი სამყურას თივაში და შვრიის თესლში ჭარბობს ფოსფორი ფიტინის სახით, ხოლო ხორბლის მარცვალში კი სახაროფოსფატი. ცილოვანი ფოსფორი ხორბლისა და შვრიის მარცვალში უფრო მეტია, ვიდრე წითელ სამყურას თივაში. ფოსფორული კვების გაძლიერება შეიძლება შეცვალოს მცენარეში ფოსფორიანი შენაერთების თანაშეფარდებას. განვითარების პირველ ფაზებში მცენარეს ესაჭიროება მეტი ფოსფორი, ვიდრე გვიან ფაზებში. ამიტომ ფოსფორით მოჭარბებული კვება მნიშვნელოვნად აჩქარებს ფენოფაზების გავლას და მცენარე მომწიფებას ადრე აღწევს, ხოლო ძლიერი ნაკლოვანების შემთხვევაში ჩერდება განვითარება, ახალი ფოთლები და თესლი არ წარმოიქმნება. ფოთლებზე წარმოიშვება წითელი ლაქები, ნაპირებს ეტყობა მოგრეხა.

— გოგირდი. გოგირდი შედის ცილების შემადგენლობაში; ცილებში შედის ორი ამინომჟავა, რომლებიც გოგირდს შეიცავენ. ესენი არიან ცისტინი და მეთიონინი. ცილებში გოგირდის რაოდენობა მერყეობს 0,4 პროცენტიდან 2,8 პროცენტამდე. გოგირდი არის აგრეთვე გლუტატონში, რომელიც დიდ როლს თამაშობს მცენარეში მიმდინარე დაქანგვა-აღდგენის პროცესებში. ის შედის ჯვაროსანთა ოჯახის მცენარეთა თესლის და მღოვანის ზეთის შედგენილობაში.

მცენარეს გოგირდი შეუძლია შეითვისოს მხოლოდ დაქანგული სახით, ე. ი. გოგირდის მჟავას მარილებიდან (CaSO_4 , K_2SO_4 , MgSO_4 და სხვ.). მცენარეში შესული გოგირდის უმეტესი ნაწილი განიცდის აღდგენას, წარმოიშვება სხვადასხვა ორგანული შენაერთი, მაგრამ ნაწილი რჩება გოგირდის მჟავას მარილების სახით; ამათგან შეიძლება მცენარეში აღმოჩენილი იქნეს გოგირდმჟავა კალციუმი (CaSO_4) კრისტალების სახით. გოგირდის აღდგენილი შენაერთები უმთავრესად ცილების შემადგენლობაში შედის.

გოგირდის რაოდენობა თესლსა და ფოთლებში მეტია, ხოლო ღეროებსა და ფესვებში — ნაკლები, რაც შეესაბამება ცილების გავრცელებას, რომელშიაც შედის ის.

გოგირდის შემცველობა სხვადასხვა მცენარეში საგრძნობლად მერყეობს. ასე, მაგალითად, SO_4 -ზე გადაანგარიშებით, ხორბლის მარცვალში შეადგენს მშრალი ნივთიერების 0,35 — 0,40 პროცენტს, მაშინ როდესაც კომბოსტოს ფოთლებში 2,05 პროცენტამდე აღწევს.

საერთო გოგირდის შემცველობა და ორგანული და მანერალური შემადგენლობის თანაფარდობა მოცემულია ქვემოთ.

კულტურის სახე	საერთო გოგირდი	ზინერალური ფრაქცია
იონჯა (თევა)	0,36	0,17
რადსი	0,42	0, 5
პანიდორი	0, 2	0,23
კომბოსტო	0,84	0,20

საკვებ ხსნარში გოგირდის სიმცირის ან არარსებობისას მცენარე აჩერებს ზრდა-განვითარებას, ფოთოლი გამქვირვალე ან სულ თეთრი ზდება.

კალიუმი. კალიუმით განსაკუთრებით მდიდარია მცენარის ახალ-გაზრდა ცხოველმყოფელი ორგანოები: მერისტემა, კვირტები, ახალ-გაზრდა ფოთლები. კალიუმის შემცველობა პირველ ორ ნაწილში ნაცრის ელემენტების საერთო რაოდენობის 50—60 პროცენტს აღწევს, ხოლო ფოთლებში მერყეობს 30—60 პროცენტის ფარგლებში; მობერებულ ნაწილებში, რომლებიც ღარიბია ცოცხალი ქსოვილებით, კალიუმის რაოდენობა მცირეა, ხოლო უქლოროფილო უმდაბლესი მცენარეულობის ნაცარში 60 პროცენტამდეა.

კალიუმს მცენარე უფრო მეტად განვითარების პირველ სტადიაში ითვისებს. ის მცენარეში არსებობს უმთავრესად იონების სახით. კალიუმის ორგანული კომპლექსური შენაერთები მცენარეში აღმოჩენილი არ არის. უჯრედის შიგნით კალიუმი უმთავრესად უჯრედის წვეწოშია, მაგრამ ის შედის აგრეთვე პლაზმაში ალსანიშნავია, რომ კალიუმი სრულიად არ შედის უჯრედის ბირთვში, მის გარსსა და ქლოროპლასტებში.

კალიუმს მცენარეში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ასიმილაციისა და ნახშირწყლების გადანაცვლების პროცესისათვის. თუმცა მისი ფიზიოლოგიური როლი საბოლოოდ დადგენილი არ არის. ცნობილია, რომ კალიუმის ნაკლებობა მცენარეში იწვევს სახამებლის წარმოქმნის შემცირებას. ნახშირწყლების წარმოქმნაში კალიუმს კატალიზატორის როლს აკუთვნებენ. თუმცა კალიუმი არ შედის ცილების შემადგენლობაში, მაგრამ ის მაინც დიდ როლს ასრულებს მის წარმოქმნაში.

კალიუმით კვება დიდ როლს თამაშობს მცენარის მექანიკური ელემენტების წარმოქმნაში, კერძოდ, ის იწვევს ღეროს გამაგრებას. მისი სიმცირის შედეგად მცენარე კარგავს სოკოვანი დაავადების წინააღმდეგ გამძლეობის უნარს. |

კალიუმი გავლენას ახდენს აგრეთვე თესლის წარმოქმნაზე; ის ზრდის თესლის ნატურას. მისი ნაკლებობის შემთხვევაში მცენარისაგან მიღებული თესლი წერილია, ზოგჯერ მოუმწიფებელი, რომელიც აღმოცენების უნარს ადვილად კარგავს.

საკვებ ხსნარში კალიუმის სიმციროს დამახასიათებელი ნიშანია ფოთლის ფირფიტაზე მურა ფერის წარმოშობა. ფოთლის ხმობა იწყება ნაპირებიდან, თუმცა მის ცენტრში მწვანე შეფერვა შენარჩუნებულია.

აღსანიშნავია, რომ კალიუმის სხვა საკვები ხსნარის ელემენტებისაგან, კერძოდ კალციუმისაგან, იზოლირებულად ცალმხრივი მოქმედება იწყებს მცენარის ფესვების მოწამელას. ამიტომ მცენარის საკვებ არეში კალიუმსა და კალციუმს შორის განსაზღვრული თანაფარდობა ერთ-ერთ მთავარ პირობათაგანს წარმოადგენს კალიუმის დადებითი მოქმედებისათვის.

კალციუმი, კალიუმისაგან განსხვავებით, უფრო მეტი რაოდენობით მოიპოვება მცენარის მობერებულ ნაწილებში. ის ყველაზე მცირეა თესლებში, ზოლო ყველაზე მეტი — ფოთლებში. |

კალციუმი მცენარეში მჟაუნის, ლიმონის, ვაშლისა და სხვა ორგანული მჟავეების მარილების სახითაა. ის გვხვდება აგრეთვე არაორგანული მჟავეების მარილების სახით, როგორცაა: ფოსფორის, გოგირდისა და სხვ. მარილები. |

მცენარეთა დამოკიდებულება კალციუმისადმი ერთნაირი როდია. ასე, მაგალითად, ხავსი — სფავანუმი ვერ იტანს მას. ბაქტერიებსა და სოკოებს, როგორც ჩანს, ნაწილობრივ მაინც შეუძლიათ იარსებონ კალციუმის გარეშე.

კალციუმის რაოდენობა სხვადასხვა მცენარეში და მის ორგანოებში ძალზე მერყევია (ცხრილი 3).

ცხრილი 3

კალციუმის შემცველობა სხვადასხვა მცენარეთა ორგანოებში (შტუცერით)

კულტურის სახე	მოსავლის სახე	ცალკეული ქაერ-მპრალ მათა ჰი
საშემოდგომო ზორბალი	მარცვალი	0,07
	ჩალა	0,28
ქერი	მარცვალი	0,10
	ჩალა	0,39
ცერცველა	მარცვალი	0,22
	ჩალა	0,56
ხანკოლა	მარცვალი	0,28
	ჩალა	0,97

ცხრილის მონაცემები მოწმობს, რომ კალციუმი უფრო მეტია ჩალაში, ვიდრე მარცვალში.

მცენარეში კალციუმის მთელი რაოდენობიდან 20—50 პროცენტი წყალხსნადია.

კალციუმის ფიზიოლოგიური როლის შესახებ ჩვეულებრივ აღნიშნავენ, რომ ის ანიტრალებს ქარბ ორგანულ მჟავებს. თუმცა მცენარეში მართლაც გროვდება მჟაუნის, ლიმონის მჟავას და სხვა ორგანულ მჟავათა კალციუმის მარილები, მაგრამ ჯერ კიდევ არ არის დამტკიცებული კალციუმი აცილებს ხსნარს ქარბ ორგანულ მჟავებს თუ, პირიქით, ორგანული მჟავები აცილებს მას კალციუმს. ეს უკანასკნელი უფრო საფიქრებელია, რადგან ორგანული მჟავები შეიძლება ისედაც დაიჟანგოს ნახშირორჟანგამდე და წყლამდე და, მაშასადამე, მცენარეს ამ გზითაც შეუძლია განთავისუფლდეს მისგან.

თუმცა კალციუმი არ შედის ქლოროფილის შედგენილობაში, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, მწვანე მცენარე უფრო მდიდარია კალციუმით, ვიდრე უქლოროფილო. კომბოსტოს გარეთა ფოთლები, რომლებიც ქლოროფილს შეიცავენ, უფრო მდიდარია კალციუმით, ვიდრე შიგნითა უქლოროფილო ფოთლები.

კალციუმი ხელს უწყობს მცენარის ფესვთა სისტემის განვითარებას. ჩაკვებ ხსნარში კალციუმის უქონლობის დროს მცენარის ფესვთა სისტემა წყვეტს ზრდას, ლორწოვანი ხდება და იოლად ავადდება. თუ კალციუმი მცირეა ფოთოლზე ჩნდება ნაწილობრივი ქლოროზი. ახალგაზრდა ფოთლებზე წარმოიშევა ნათელი ლაქები, მაშინ როდესაც ძველი. ჯერ კიდევ ნორმალური შეფერვისაა.

ზოგიერთი ავტორის აზრით, კალციუმის ფიზიოლოგიური როლი უმაღლეს მცენარეებში მეტად მარტივია. ის ხელს უწყობს ცილების რეგენერაციას აზოტიდან ამინომჟავებამდე და ასპარაგინამდე. ცნობილია აგრეთვე ისიც, რომ კალციუმი ერთ-ერთი ელემენტია, რომელიც მუდამ გარკვეულ თანაფარდობაშია აზოტთან.

მცენარის მოთხოვნილება კალციუმზე მქლავნდება გვიან, უჯრედის კედლების გასქელების შემდეგ. ამიტომ ფიქრობენ, რომ პლანტის წარმოქმნისა და ზრდის პირველადი მოვლენებისათვის ის არ არის საჭირო.

კალციუმის შეტანა ძლიერ უწყობს ხელს იმ მცენარეებს, რომლებიც იჩაგრებიან კვების არანორმალური პირობების გამო. კალციუმის კათიონის როლი მკვეთრად გამოიხატება ფიზიოლოგიურად გაწონასწორებული ხსნარის შექმნით. კალიუმისა და მაგნიუმის ცალმხრივი სიჭარბე ადვილად შეიძლება გაუვნებელი იქნეს კალციუმის მარილების შემწეობით. ასევე შესაძლებელია ქარბი ამონიუმის უარყოფითი

გავლენის აცილება საკვებ ხსნარში გოგირდმკავა კალციუმის ძი-
მატებით.

მაგნიუმი შედის ქლოროფილის შედგენილობაში, რომელიც უდი-
დეს როლს ასრულებს ფოტოსინთეზის პროცესში. აღსანიშნავია, რომ
ქლოროფილში არსებობს მაგნიუმის ის მცირე ნაწილი, რომელსაც
საერთოდ მცენარე შეიცავს. ქლოროფილ მცენარეული ორგანიზმე-
ბიც საკვირობენ მაგნიუმს. ამიტომ უნდა ვიფიქროთ, რომ მცენარეში
მაგნიუმს კიდევ აქვს რაღაც სხვა ფუნქციები, რომლებიც ჩვენთვის
ჯერჯერობით უცნობია და ქლოროფილის არსებობასთან არ არის და-
კავშირებული. ფიქრობენ, რომ მაგნიუმი მცენარეში თამაშობს გარ-
კვეულ როლს ცხიმების შექმნაში. ის ხელს უწყობს აგრეთვე მცენა-
რეში ენზიმების გააქტივებას.

კალციუმისაგან განსხვავებით, მაგნიუმის უფრო მეტი რაოდენობა
მოიპოვება თესლში, ვიდრე ღეროში. ამის გამო ფიქრობენ, რომ მაგ-
ნიუმი მცენარეში ფოსფორის თანამგზავია. აქედან აკეთებენ დას-
კენას, რომ ფოსფორის მოძრაობა მცენარეში წარმოებს მაგნიუმის
ფოსფორმკავა მარილების სახით. მაგნიუმი კალციუმთან ერთად შე-
დის ფიტინის შედგენილობაში. შესაძლებელია, რომ მაგნიუმი თამა-
შობს რაღაც გარკვეულ როლს ცხიმების წარმოქმნაში, ყოველ შემ-
თხვევაში, ცხიმებით მდიდარი თესლები შედარებით მეტ მაგნიუმს
შეიცავენ, ვიდრე ცხიმებით არამდიდარი თესლები. ასე, მაგალითად,
ცხიმით მდიდარი მცენარეების თესლის ნაცარში Mg-ის რაოდენობა
!2,87 პროცენტს უდრის საშუალოდ, ხოლო სახამებლით მდიდარ
მცენარეებში — 8,47 პროცენტს.

მაგნიუმი გავრცელებულია მცენარეში სულ სხვანაირად, ვიდრე
კალიუმი და კალციუმი (ცხრილი 4).

ცხრილი 4

მაგნიუმის, კალციუმისა და კალიუმის შემცველობა შვრიის
ღეროში, ფოთლებსა და თავთავში (გრამობით კილოგრამ
მშრალ ნივთიერებაზე)

ელემენტთა დაახველება	ღეროში	ფოთოლში	თავთავში
MgO	16,6	37,6	46,4
CaO	14,8	68,0	17,2
K ₂ O	51,0	38,8	10,2

• მონაცემების თანახმად, შერიის თავთავში მაგნიუმი შედის უფრო მეტი რაოდენობით, ვიდრე კალციუმი და კალიუმი, ხოლო ამ უკანასკნელთა შემცველობას კალციუმი ქარბობს ფოთლებში. ღეროში კალიუმის შემცველობა მეტია, ვიდრე მაგნიუმისა და კალციუმისა.

ჩკინა. ჩკინის როლი მცენარეში საკმაოდ არ არის ცნობილი. თუმცა ის ქლოროფილში არ შედის, მაგრამ მისი მონაწილეობა ამ უკანასკნელის წარმოქმნაში უეჭველია. ჩკინის ნაკლებობა იწვევს მცენარის სიყვითლეს, რომელიც ცნობილია ქლოროზის სახელით. უქლოროფილო მცენარეს არ გააჩნია მწვანე შეფერვა/ ფიქრობენ, რომ ჩკინა თამაშობს კატალიზატორის როლს აზოტიან ნივთიერებათა დაჟანგვაში, რის შედეგად წარმოიქმნება ქლოროფილი. ჩკინა იმყოფება უმთავრესად ასალგაზრდა, პროტოპლაზმით მდიდარ ნაწილებში. მცენარეს შეუძლია ჩკინა შეითვისოს არა მარტო იონების სახით, არამედ კომპლექსური შენაერთების სახითაც. მცენარე ერთნაირად ითვისებს ჩკინის როგორც ქანგის, ისე ქანგეულის მარილებს. ↑

↑ ჩკინას დიდი მნიშვნელობა აქვს სუნთქვის პროცესში. ის შედის სუნთქვის ფერმენტების შედგენილობაში. ↓

(მცენარეში აქტიური ჩკინა იმყოფება ორგანული შენაერთების სახით და განუწყვეტლივ ხდება მისი გადანაცვლება სიცოცხლისუნარიან ორგანოებისაკენ. ↑

ნიადაგი, ჩვეულებრივ, ჩკინას დიდი რაოდენობით შეიცავს და მცენარე მის სიმცირეს იშვიათად განიცდის. ჩკინის ნაკლებობა შეიძლება წარმოიშვას კირით მდიდარ ნიადაგებზე, სადაც ის ძნელად ხსნად შენაერთებში (ჩკინის ჰიდრატი და ფოსფატები) გადადის და მცენარე მას ვეღარ იყენებს.

მცენარეში ჩკინის შემცველობა მცირეა, მისი რაოდენობა, ჩვეულებრივ, შეასედ პროცენტს არ აღემატება, ამიტომ ზოგჯერ მას მიკროელემენტებს აკუთვნებენ.

მიკროელემენტებს, რომლებიც მცენარეს მეტად მცირე რაოდენობით ესაჭიროება, ეკუთვნიან: ბორი, მანგანუმი, სპილენძი, თუთია ნაწილობრივ მოლიბდენი.

ბორი. უმნიშვნელო რაოდენობით ბორი საჭიროა პარკოსან მცენარეთა ნორმალური ზრდისათვის. ის გავლენას ახდენს ფესვებზე, კოჩრების განვითარებაზე. შენიშნულია აგრეთვე ბორის დადებითი გავლენა თამბაქოს ზრდა-განვითარებაზე მოკარბებული აზოტოვანი კვების პირობებში. ბორის ნაკლებობის გამო შეჭრის ჰარხალი ავადდება გულის სიღამპლით, ხოლო სელის კულტურაში იწვევს ბაქტერიოზს. ყველაზე დაზარალებულ ნიშანს ბორის ნაკლებობისას წარმოადგენს

ზრდის წერტილის სმობა, აგრეთვე ნახშირწყლების რაოდენობის ზრდა ფოთლებში, ხოლო სხვა ორგანოებში კი შემცირება.

ბორი კარგად მოქმედებს კარბად მოკირიანებულ ნიადაგზე. ზოგჯერ ის ტოქსიკურ მოქმედებასაც იჩენს, მეტადრე გვალვიან წლებში. ამერიკაში შენიშნულია ლიმონის, ფორთოხლისა და ვაზის ფოთლების ცვენის შემთხვევები იმ ნიადაგებზე, რომლებიც ხშირად ირწყვებოდა მოტბრებით, ბორის დიდი რაოდენობის შემცველი წყლით. ვირჯინიის შტატში საზიანო მოქმედება გამოიწვია ისეთმა ნაკელმა, რომელიც დამუშავებული იყო ბორაკით. ნიადაგში ბორის უქონლობის ან ნაკლებობის დროს თამბაქოსა და პამიდორის ბოლო კვირტები კვდება. ბორი გავლენას ახდენს ფოთლებიდან შაქრების გადაადგილებაზე. ის მცენარის მხოლოდ მიწისზედა ნაწილებში შედის. გამონაკლისს წარმოადგენს კარტოფილი, რომლის ტუბერები ბორს შეიცავს მეტი რაოდენობით, ვიდრე ფოთლები და ღეროები.

ბორი ხელს უწყობს ნახშირწყლების უკეთ ცვლას და დადებითად მოქმედებს მათ გადანაცვლებაზე მცენარეში.

ბორის შემცველობა სხვადასხვა მცენარეში შემდეგი ციფრებით გამოიხატება (ბორის მქავეა მშრალ ნივთიერებაზე გადანაგარიშებით): სიმინდის ჩალა — 0,019 პროცენტი, შერიის მარცვალი — 0,010 პროცენტი, ხორბლის მარცვალი — 0,0085 პროცენტი.

დადგენილია, რომ ბორის მქავეს მცირე დოზები იწვევს ზრდის სტიმულაციას. მაგალითად, ბორის ერთი წილი 50 მილიონ წილ წყალზე საკმარისია ქერისა და ბარდის ზრდის გარკვეული სტიმულაციისათვის.

მანგანუმი. ეს ელემენტიც მცირე რაოდენობით აუცილებელია მცენარისათვის; დიდი რაოდენობა უარყოფითად მოქმედებს მასზე. ის შედის ფერმენტ ოქსიდაზის, აგრგინაზის, ანოლაზის, კარბოქსილაზის შემადგენლობაში. ფიქრობენ, რომ მანგანუმი შედის იმ ფერმენტების შემადგენლობაში, რომლებიც ხელს უწყობენ პროტეინის წარმოქმნას მცენარეში. მანგანუმი აუცილებელია ფოტოსინთეზის პროცესისათვის და, კერძოდ, ქლოროფილის წარმოქმნისათვის. მისი სიმცირე იწვევს ფოთლების გაყვითლებას.

მანგანუმი მცენარეში შემდეგი რაოდენობით გვხვდება: სელის თესლში — 0,0038 პროცენტი, ხანჭკოლის თესლში — 0,0578 პროცენტი, კენაფში — 0,0165 პროცენტი, ისპანახის მიწისზედა ნაწილში — 0,0141 პროცენტი. მანგანუმით განსაკუთრებით მდიდარია ჰაობის მცენარეები და წყალმცენარეები.

სპილენძი. თვლიან, რომ სპილენძიც წარმოადგენს ისეთ ელემენტს, რომელიც მცირე რაოდენობით აუცილებელია მცენარისათვის.

ის შედის ფერმენტ ოქსიდაზას შემადგენლობაში. ახლად ათვისებულ კაობიან ნიადაგებზე ხშირად მცენარე თესლს არ იძლევა. ამ მოვლენას ხსნიან სპილენძის ნაკლებობით. მისი (მაგალითად, გოგირდმჭაეა სპილენძის) შეტანა სწრაფად აუმჯობესებს ამ ნიადაგების უარყოფით თვისებას. სპილენძი შედის დამკანგველ ფერმენტ პოლიფენოლ ოქსიდაზში, რომელიც წარმოადგენს პროტეინს და შეიცავს 0,3 პროცენტ სპილენძს. ის ხელს უწყობს მცენარეში დაქანგვა-აღდგენის პროცესებს.

სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურა შეიცავს 5—10 მილიგრამ სპილენძს 1 კილოგრამ მშრალ ნივთიერებაზე.

თუთია ხშირად მცენარის მოზარდი ნაწილების შემადგენლობაში გვხვდება. ის აუცილებელია საფუართა ნორმალური განვითარებისათვის. მისი მოქმედებით დუღილი ძლიერდება, ნახშირწყლებსა და აზოტს მცენარე უფრო ეკონომიურად იყენებს. დადგენილია, რომ თუთიასა და მასთან ახლომდგომი კადმიუმის იონები უარყოფითად მოქმედებს ფერმენტებზე: ინვერტაზაზე, პეროქსიდაზაზე, რედუქტაზაზე და იწვევს მათი აქტივობის შესუსტებას. ის მონაწილეობს უჯრედის სუნთქვის პროცესში. სუნთქვის ფერმენტი კარბოანჰიდრაზა შეიცავს 0,31 — 0,34 პროცენტ თუთიას.

მოლიბდენი. უკანასკნელ ხანებში დადგენილ იქნა, რომ ზოგიერთი მცენარის განვითარებისათვის აუცილებელ მიკროელემენტს წარმოადგენს მოლიბდენი. მოლიბდენი სხვა დანარჩენ მიკროელემენტებისაგან იმით განსხვავდება, რომ მის გარეშე ნორმალურად ვითარდება მცენარე თუ საკვებ ხსნარში აზოტი მოიპოვება ამონიაკის სახით. მაგრამ თუ აზოტი ნიტრატების სახითაა, მაშინ მცენარე მოლიბდენის გარეშე ვერ ვითარდება. ფიქრობენ, რომ მოლიბდენი შედის იმ ენზიმების შედგენილობაში, რომლებიც იწვევენ აზოტის ნიტრატული ფორმების გადაყვანას ამონიაკში.

პარკოსანი მცენარეები მოლიბდენის გარეშე ვერ ახდენენ ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციას. წყლის კულტურებზე მისი დადებითი მოქმედება შენიშნული იყო სამყურაზე, პამიდორზე და სხვა კულტურებზე.

5. არაკირდაპირ მოქმედი ელემენტები

ძირითადი საკვები ელემენტები და მიკროელემენტები იმდენად აუცილებელია ზრდა-განვითარებისათვის, რომ მათი უქონლობა ან სიმცირე იწვევს მცენარის დაღუპვას ან ზრდის შეჩერებას. განსხვავება ამ მხრივ მცენარეთა შორის იმაზეა დამოკიდებული, თუ რა რაოდენობით საჭიროებს ის ამა თუ იმ ელემენტს.

ამ ორი კატეგორიის ელემენტებს გარდა, არის ისეთებიც, რომლებიც თუმცა პირდაპირ არ მონაწილეობენ მცენარის კვებაში, მაგრამ შეუძლიათ არაპირდაპირი გავლენა მოახდინონ მის ზრდაზე, მოსავლის რაოდენობასა და ხარისხზე, განვითარების მსვლელობაზე. ასეთ ელემენტთა ჯგუფს ეკუთვნიან სილიციუმი, ნატრიუმი და ქლორი.

სილიციუმი. მცენარისათვის სილიციუმის მნიშვნელობის საკითხზე ბევრი უთანხმოება იყო. ჯერ კიდევ ლიბიხი ფიქრობდა, რომ სილიციუმი ეკუთვნის მცენარისათვის აუცილებელ საკვებ ელემენტს. ასეთ დასკვნას იგი მცენარეში სილიციუმის დიდი რაოდენობით აღმოჩენის საფუძველზე აკეთებდა. მაგრამ, შემდგომ ჩატარებულმა ძალზე ზუსტმა ცდებმა ცხადყო, რომ სილიციუმი მცენარის განვითარებისათვის არ არის აუცილებელი. უფრო გვიან გამოიჩვენა, რომ ფოსფორის უკიდურესი ნაკლებობის დროს, კოლოიდური სილიციუმის ორჟანგის შეტანა საკვებ არეში ნაწილობრივ აღმოგვსებს მდგომარეობას, რადგან ის ხელს უწყობს მცენარის მიერ იმ ფოსფორის უკეთ გამოყენებას, რომელიც საკვებ არეში იმყოფება. მაგრამ ამ მოვლენას ჯერჯერობით პრაქტიკული მნიშვნელობა არა აქვს.

უკანასკნელ ხანებში წარმოებულ გამოკვლევები მიუთითებენ სილიციუმის მცირე რაოდენობის აუცილებლობაზე შაქრის ქარხლისათვის.

ქლორი. როგორც სილიციუმის, ისე ქლორის მნიშვნელობის საკითხზეც დიდხანს დაობდნენ მეცნიერები. მაგალითად, ნობე ამტკიცებდა, რომ უქლორო არეში განვითარებულ წიწიბურას დარღვეული აქვს ფოთლებიდან მარცვალში ნახშირწყლების გადაადგილების უნარი და ემჩნევა ფოთლების დაგრეხა. მაგრამ ცდის დროს საკვებ ხსნარში ქლორის შეტანა წარმოებდა მარილის მკაფას სახით (HCl), რომელშიაც შედიოდა აგრეთვე H იონი. ეს უკანასკნელი კი ცვლიდა საკვები არის რეაქციას. ამიტომ, ეს რომ არ მოხდეს, საჭიროა ქლორის ისეთი ნაერთის შეტანა, რომელიც არ შეცვლის ხსნარის არეს რეაქციას. მხოლოდ ამ წესითაა შესაძლებელი ქლორის მნიშვნელობის გარკვევა.

დ. ნ. პრიანიშნიკოვმა ზუსტი ცდებით გამოარკვია, რომ ქლორზე წიწიბურა სრულიად არ რეაგირებს. სხვა მცენარეებზე ჩატარებულმა ცდებმა კი გამოავლინა მისი დადებითი როლი. მაგალითად, ქლორის შეტანა იმ საკვებ ხსნარში, რომელშიც შაქრის ქარხალი იზრდება, ხსნარში არსებული ამონიუმისა და კალიუმის შეწოვის დაჩქარებას იწვევს, კარტოფილის შემთხვევაში კი, პირიქით, ქლორიდებით დიდდება ტუბერებში სახამებლის შემცირება და წყლის რაოდენობა.

ნატრიუმი. ძალზე მდიდარია ნატრიუმით ბიცობ ნიადაგებზე მზარდი მცენარეები. მას ნაწილობრივ შეუძლია შეცვალოს კალიუმი. ნატ-

რიუმის მარილები, კალიუმის ნაკლებობის შემთხვევაში, ზრდის მოსაყვას. ამის მიზეზია არა მარტო ის, რომ ნატრიუმის შეტანა იწვევს ნიადაგის მშთანთქავ კომპლექსში არსებული კალიუმის გამოძევებას და ხსნარში მის გადასვლას, არამედ ის ხელს უწყობს კალიუმის გადაადგილებას ზრდის წერტილისაკენ, რაც დადებით გავლენას ახდენს მცენარის კვებაზე. ასე, მაგალითად, შაქრის ჭარხლის განვითარებაზე სილიციანიტი, რომელიც შეიცავს NaCl-ის მინარევს, უკეთეს შედეგს იძლევა, ვიდრე KCl-ის მარილი.

გარდა ზემოჩამოთვლილი ელემენტებისა, ზოგიერთ მცენარეში მოიპოვება აგრეთვე იოდი, ალუმინი, კობალტი, ნიკელი, ბარიუმი, სტრონციუმი, ლითიუმი, რუბიდიუმი, ცეზიუმი, რადიუმი და სხვ. მათ ფიზიოლოგიურ როლზე ან არაპირდაპირ მოქმედებაზე ჯერჯერობით ცოტა რამ არის ცნობილი.

მცენარის აზოტით კვება

მცენარეებში აზოტი უმთავრესად ცილების სახით გვხვდება. მისი რაოდენობა 16 — 18 პროცენტს აღწევს, საშუალოდ კი 16 პროცენტს. ცილები წარმოადგენს აზოტის ამინოჯგუფის (NH_2) რთულ შენაერთს ნახშირბადთან, წყალბადთან, ენგბადთან, გოგირდთან და ზოგჯერ ფოსფორთან. მცენარის ყველა იმ ორგანოში, სადაც მიმდინარეობს ზრდა (ფოთლებში, ფესვებში, ნაყოფებში და სხვ.), წარმოებს ცილების წარმოქმნა.

მცენარეში აზოტი გვხვდება აგრეთვე ამინოჰეავების (ტიროზინი, დეიცინი და სხვა), ამიდების — ასპარაგინისა და ნუკლეინის შენაერთების სახით.

აზოტის საშუალო შემცველობა მცენარეში უდრის მშრალი ნივთიერების 1,5 პროცენტს, მაგრამ მერყეობს დიდ ფარგლებში. ასე, მაგალითად, პარკოსნების მარცვალი შეიცავს 3-დან 6 პროცენტამდე აზოტს, პურეულების მარცვალი 1-დან 3 პროცენტამდე, ფოთლები და კვირტები 1-დან 5 პროცენტამდე, ფესვები და ღეროები 1 პროცენტს, ხოლო მერქანი 0,5 პროცენტზე ნაკლებს. მცენარის ახალგაზრდა ნაწილები მეტ აზოტს შეიცავს, ვიდრე მობერებული. აზოტით მდიდარია სოკოები; მათი უჯრედის გარსიც კი აზოტს შეიცავს.

თავისუფალი აზოტის დიდი რაოდენობა (78,23 პროცენტის მოცულობით) მოიპოვება ატმოსფეროში. უმნიშვნელო რაოდენობით არის ის ჰაერში NH_3 -ის და NO_3 -ის სახით. ნიადაგში აზოტი იმყოფება ორგანულ და მინერალურ შენაერთებში. მინერალური აზოტი წარმოდგენილია უმთავრესად აზოტის მყვას და აგრეთვე ამონიაკის მარილებს.

სახით. მცენარეებისა და ცხოველების აზოტმემცველი ორგანული ნარჩენები ლპობის ბაქტერიების მეშვეობით განიცდის დაშლას და წარმოიშვება ამონიაკი. ამ პროცესს ეწოდება ამინოფიკაცია. ხოლო იმ ბაქტერიებს, რომლებიც ამ პროცესს იწვევენ — ამონიფიკატორები. ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად წარმოშობილი ამონიაკი განიცდის დაჟანგვას ნიტროზული ბაქტერიების (*Nitrosomonas*) მეშვეობით და გადადის ანოტოვან მჟავაში (HNO_2), ხოლო ეს უკანასკნელი კი მეორე სახის ბაქტერიების (*Nitrobacter*) მოქმედებით — აზოტის მჟავაში (HNO_3). ამ პროცესს, ე. ი. ამონიაკის გადასვლას აზოტოვან. შემდეგ კი აზოტის მჟავაში, ნიტრიფიკაციას უწოდებენ, ხოლო იმ ბაქტერიების ჯგუფს, რომლებიც იწვევენ ამ პროცესს — ნიტრიფიკატორებს.

ნიტრიფიკატორები და ამონიფიკატორები აერობული ორგანიზმებია. მათთვის საჭირო ენერჯიას ისინი ამონიაკის შენაერთების დაჟანგვის დროს იღებენ. ნიტრიფიკატორები არ საჭიროებენ მზა ორგანულ შენაერთებს, რადგანაც მათ შესწევთ უნარი დაჟანგვისას განთავისუფლებული ენერჯიის ხარჯზე არაორგანული ნივთიერებიდან მოამზადონ ორგანული ნივთიერება.

სხვა ანიონებისაგან განსხვავებით მცენარეს აზოტი შეუძლია შეითვისოს როგორც აღდგენილი ამონიაკის (NH_3)- ისე დაჟანგული ნიტრიტის (NO_2) და ნიტრატის (NO_3) სახით. სხვა ანიონებს მცენარე ითვისებს მხოლოდ დაჟანგული შენაერთებიდან.

რაც შეეხება თავისუფალ ატმოსფერულ აზოტს, მცენარეს არ შეუძლია ის შეითვისოს უშუალოდ. მას იყენებს მხოლოდ პარკოსნები კოჟრის ბაქტერიების (*Bac. radicicola*) მეშვეობით, რომლებიც სახლდებიან ამ კულტურის ფესვებზე.

პარკოსნების მიერ ატმოსფეროს თავისუფალი აზოტის შეთვისების პროცესი შეიძლება სქემატურად შემდეგნაირად წარმოვიდგინოთ. კოჟრის ბაქტერიები შეაღწევენ ნიადაგიდან პარკოსნების ბუსუსა ფესვებში. მათ მიერ გამოწვეული გაღიზიანების შედეგად ფესვების უჯრედები იწყებენ გადაზრდას კოჟრებში, რომლებიც სავსეა ბაქტერიებით. ბაქტერიებს შესწევთ უნარი შეითვისონ ატმოსფეროს თავისუფალი აზოტი და დიდი რაოდენობით დააგროვონ ის კოჟრებში, რომელთა დაშლის შედეგად მცენარე იკვებება მით ამონიაკის სახით.

პარკოსან მცენარეებს, როგორც აზოტის დამაგროვებლებს, უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მოსავლიანობის გადიდებისათვის. დღეისათვის ცნობილია 700-ზე მეტი პარკოსანი მცენარე, რომელთა ფესვებზე აზოტის დამაგროვებელი ბაქტერიები ვითარდებიან. გარდა აღნიშნული კულტურისა, ცნობილია აგრეთვე სხვა ოჯახების მცენარეები.

რომლებსაც შესწევთ უნარი შეითვისოს ატმოსფეროს თავისუფალი აზოტი. ასეთებია თხმელა (*Alnus*), ფშატი (*Elcagnus*) და სხვ.

ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები ზოგიერთი ბაქტერიაც (კლოსტრიდიუმი -- *Chostridium Pasteriamum*, აზოტობაქტერი—*Azotobacter chzoococcum*) ითვისებს ატმოსფეროდან ელემენტარულ აზოტს. მათი დაღუპვისა და გახრწნის შემდეგ აზოტი გადადის მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმებში. აღნიშნული ბაქტერიებიდან პირველი — კლოსტრიდიუმი — წარმოადგენს ანაერობულს და ამიტომ ნორმალურ ნიადაგში მას მცირე მნიშვნელობა აქვს, ხოლო მეორე — აზოტობაქტერი — კი აერობულია და ამდენად მეტად მნიშვნელოვანია ნიადაგში აზოტის დაგროვებისათვის.

როგორც ვიცით, მცენარე აზოტს ითვისებს ნიტრატებისა და ამონიაკის სახით. ნიადაგის ხსნარისა და მცენარისათვის დამახასიათებელი ოპტიმალური რეაქციის მიხედვით, აღნიშნული შენაერთების დაღებიითი მოქმედება მცენარეზე სხვადასხვაა. დადგენილია, რომ ნეიტრალური რეაქციის პირობებში ამონიაკი მცენარეში მეტი რაოდენობით შედის და უკეთესად მოქმედებს მასზე, ვიდრე ნიტრატი. მკაფე არეში კი, პირიქით, უკეთ შეითვისება ნიტრატები. ამ მოვლენით აიხსნება ის ფაქტი, რომ მკაფე ეწერი ტიპის ნიადაგებზე აზოტიანი სასუქების ნიტრატული ფორმები უკეთ მოქმედებენ, ვიდრე ამონიაკური. აზოტ-მკაფე ამონიუმიდან (NH_4NO_3) მცენარე უფრო სწრაფად ითვისებს ამონიაკს, ვიდრე ნიტრატს.

მცენარეში აზოტის ნიტრატული და ამონიაკური ფორმების შესვლა დამოკიდებულია არა მარტო არეს რეაქციაზე, არამედ აგრეთვე სხვა კათიონების არსებობაზე. ამონიაკური კვების დროს აუცილებელია გადიდებული იქნეს კათიონ Ca -ის იონების რაოდენობა ხსნარში; კარგ შედეგებს იძლევა აგრეთვე კალიუმისა (K) და მაგნიუმის (Mg) შემცველობის გადიდებაც.

საკვები ხსნარის არეს რეაქციისა და კათიონების შემადგენლობის გარდა, მცენარისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ამონიაკური და ნიტრატული აზოტის მარილების ოპტიმალურ კონცენტრაციას ნიადაგში. მცენარე ნიტრატებს უფრო მეტი რაოდენობით შთანთქავს, ვიდრე ამონიაკს. იმ შემთხვევაში, როცა აუცილებელია აზოტის ნიტრატული ფორმა შეიცვალოს ამონიაკური ფორმით (ამ უკანასკნელის შეტანა კი საჭიროა დიდი რაოდენობით), მაშინ Ca -ის იონების შეტანისა და ხსნარის რეაქციის შეცვლის გარდა, საჭიროა ამონიაკური ფორმის სასუქები შეტანილ იქნას არა ერთბაშად თესვამდე, არამედ ნაწილ-ნაწილ ვეგეტაციის პერიოდში. ნახშირწყლებით მდიდარი მცე-

ნარეები შთანთქვენ მეტ ამონიაკს, ვიდრე ნიტრატს, ხოლო ნახშირწყლებით ღარიბი მცენარეები კი პირიქით.

მცენარეში ცილოვანი ნივთიერების წარმოქმნის უზრუნველყოფისათვის საჭიროა მასში საკმაო რაოდენობით იყოს ნახშირწყლები და მინერალური აზოტი ამონიაკის სახით. თუ მცენარეში ნახშირწყლები საკმაო რაოდენობით არის, მაშინ მასში შესული ამონიაკური აზოტი შეიკვრება ორგანული მჟავებით. მაგრამ ამ უკანასკნელთა სიმციურის შემთხვევაში, რაც შედეგია, მაგალითად, მცენარის ნახშირწყლებით გაღარიბებისა, ცუდი განათებისა, აზოტით ჰარბი კვებისა და სხვა მიზეზებისა, შეიძლება მოხდეს ამონიაკის დაგროვება მცენარეში, რასაც შეიძლება მოჰყვეს ე. წ. ამონიაკური მოშამღვა.

დადგენილია, რომ ამონიაკს მცენარე ითვისებს უშუალოდ. მისი ნიტრიფიკაცია საჭირო არ არის; შთანთქმება რა მცენარის მიერ, ის გამოიყენება ცილოვანი ნივთიერების შესაქმნელად უფრო ჩქარა, ვიდრე აზოტის ნიტრატული ფორმა. ამონიაკი ორგანულ მჟავებთან ერთად წარმოადგენს საწყის ნივთიერებას, რომლიდანაც წარმოიქმნება ამინომჟავები, ხოლო ამ უკანასკნელებიდან შენდება ცილები. ნიტრატი კი, როგორც აზოტის წყარო, წინასწარ აღდგენილი უნდა იქნეს მცენარეში ამონიაკამდე და მხოლოდ შემდეგ შეუძლია მას მონაწილეობა მიიღოს ასპარაგინისა და სხვა ამინომჟავების, საბოლოოდ ცილის სინთეზში.

მცენარეში შესული ამონიაკი უკვე ფესვებში წარმოშობს ასპარაგინს ($\text{COOHCHNH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2$). ასპარაგინის აზოტს (NH_2 -ის ჯგუფი) კი შემდგომ მცენარე იყენებს სხვადასხვა სახის ამინომჟავების შესაქმნელად (ცხიმოვანი და არომატული რიგის შენაერთები). ამინომჟავები თავის მხრივ იხარჯება ცილების წარმოსაქმნელად.

ასპარაგინის აზოტი რომ მცენარის ცილების შესაქმნელად იქნეს გამოყენებული, ამისათვის საჭიროა ის ხელმეორედ გადავიდეს ამონიაკში. ცილების შექმნასთან ერთად მცენარეში ერთდროულად მიმდინარეობს მათი დაშლა. რადგან ასიმილაციის დროს ცილების სინთეზი ჰარბობს მათ დაშლას, ამიტომ ეს უკანასკნელი შეუმჩნეველია.

ცილების პიდროლიზის შედეგად, დაშლის პირველადი პროდუქტების სახით მიიღება თავისუფალი ამინომჟავები, რომლებიც შემდგომი დაჟანგვისას გამოყოფს ამონიაკური ფორმის აზოტს. მაშასადამე, მცენარეში ამონიაკი წარმოადგენს მთავარ საწყის ნივთიერებას ორგანული აზოტის შემცველი შენაერთების სინთეზისათვის, გარდა ამისა ის მათი დაშლის საბოლოო პროდუქტია. ამ დებულებიდან გამომდინარე, დ. ნ. პრიანიშნიკოვმა ჯერ კიდევ 1915 წელს გამოთქვა აზრი, რომ ამონიაკი წარმოადგენს აზოტშემცველი ორგანული ნივთიერების

რების გარდაქმნის ალფასა და ომეგას, ე. ი. საწყის ფორმას და საბოლოო შენაერთს, რომელიც მიიღება მცენარეში აზოტოვან ნივთიერებათა გარდაქმნისას. ასპარაგინი მცენარისათვის წარმოდგენს ორგანული აზოტის შემცველ შენაერთს, რომლის წარმოშობა ამონიაკის გაუენებლობის პროცესია.

შეიძლება გატარებული იქნეს ცნობილი ანალოგია მცენარეში ასპარაგინის როლსა და ცხოველურ ორგანიზმში შარდოვანას მნიშვნელობას შორის. შარდოვანას წარმოშობაც ცხოველის ორგანიზმში წარმოებს ამონიაკის ხარჯზე, რომელიც ცილების დაშლის პროცესში და ამინომჟავების დაეანგვისას მიიღება. შარდოვანას წარმოშობა ანთაქსისუფლებს ცხოველურ ორგანიზმს ამონიაკისაგან. მაგრამ ამ მხრივ არსებობს განსხვავება მცენარულ და ცხოველურ ორგანიზმებს შორის. ცხოველური ორგანიზმი ხელახლა კი არ იყენებს შარდოვანას აზოტს. არამედ გამოყოფს მას შარდთან ერთად, ხოლო მცენარე კი ასპარაგინს კვლავ იყენებს ორგანული შენაერთების შესაქმნელად.

ზოგიერთ უქლოროფილურ უმდაბლეს მცენარეში, როგორცაა სოკოები, აღმოჩენილ იქნა შარდოვანას დაგროვება, რომელიც თითქოს იგივე როლს თამაშობს, როგორც ასპარაგინი უმაღლეს მცენარეებში.

აზოტოვან ნივთიერებათა გარდაქმნა მცენარეში იწყება თესლის აღმოცენებასთან ერთად, როდესაც თესლის სამარაგო ცილოვანი ნივთიერებანი განიცდის ჰიდროლიზს და ერთდროულად მცენარის მოზარდ ნაწილებში მიმდინარეობს ცილების წარმოქმნა. აზოტოვანი ნივთიერების სინთეზი და დაშლა წარმოებს მცენარის მთელი სიცოცხლის მანძილზე, მაგრამ ამ პროცესების ინტენსივობა იცვლება მცენარის განვითარების ფაზების მიხედვით.

მცენარის ზრდის პერიოდში წარმოებს აზოტოვანი ნივთიერების გადანაცვლება შედარებით უფრო მობერებული ნაწილებიდან ახალგაზრდა, მოზარდ ნაწილებში. თესლის მომწიფების პროცესში რაღაც ნაწილი იმ ცილოვანი ნივთიერებებისა, რომელთაც ფოთლები შეიცავს, განიცდის ჰიდროლიზს და ამ უკანასკნელის პროდუქტები (ამინომჟავები) გადანაცვლებენ თესლებში, სადაც ხელახლად წარმოიქმნება ცილები.

მრავალწლიან მცენარეებიდან შემოდგომაზე ფოთლის ცვენისას, აზოტის მნიშვნელოვანი რაოდენობა არ იკარგება: ფოთოლცვენის დაწყებამდე აზოტიანი ნივთიერება ფოთლებიდან გადანაცვლებს მცენარის სხვა ორგანოებში. აზოტიანი არასაკმარისად მომარაგების შემთხვევაში, მისი შემცველობა მცენარეში ეცემა, მცენარე სუსტად ვითარდება. აზოტის მკვეთრი ნაკლებობა გავლენას ახდენს ფოთლების განვითარებაზე. რაც შეინიშნება ფოთლის ღია მწვანე შეფერილობაში.

აზოტით გაძლიერებული კვება იწვევს მცენარის ვეგეტაციის გაჭიანურებას, ამავე დროს ძლიერ იეთთარებს სასიმილაციო ზედაპირს დღებულობს მუქმწვანე შეფერვას.

არსს რეაქციის გავლენა მცენარის განვითარებაზე

მცენარე თავისი ნორმალური განვითარებისათვის მოითხოვს განსაზღვრულ არეს რეაქციას. ყველა მცენარე არაერთნაირად მგრძობიარეა მჟავე და ტუტე რეაქციებისადმი. ყოველ კულტურულ და არაკულტურულ მცენარეს გააჩნია თავისი ოპტიმალური არეს რეაქცია. რომლის დროსაც ნორმალურად იზრდება და ვითარდება იგი. ნორმალურ პირობებში არეს რეაქცია არ უნდა იყოს ძლიერ მჟავე ან ძლიერ ტუტე. ბუნებრივ პირობებში ნიადაგში მცენარისათვის არამესაფერისი არეს რეაქციის არსებობისას აუცილებელი ზდება მისი ხელოვნურად შეცვლა სასუქების შეტანის გზით.

არეს რეაქციის გაზომვას ახდენენ წყალბადიონების კონცენტრაციის განსაზღვრით, რომელსაც გამოხატავენ არა აბსოლუტური ოდენობით, ე. ი. გრამიონებით ლიტრში, არამედ ამ ოდენობის უარყოფითი ლოგარითმით. მაშასადამე, ნეიტრალურ ხსნარში, სადაც წყალბადიონების კონცენტრაცია 10^{-7} -ია, უარყოფითი ათწილადი ლოგარითმი იქნება $\lg(10^{-7}) = 7$. ამ ოდენობის გამოსახატავად მიღებულია სიმბოლო PH. თუ PH უდრის შვიდს, არეს რეაქცია ნეიტრალურია, თუ შვიდზე ნაკლებია — მჟავეა, ხოლო შვიდზე მეტი ტუტეა.

წყალბადიონების კონცენტრაციისა და მაჩვენებლების დამოკიდებულების ნათელსაყოფად ქვემოთ მოგვყავს ცხრილი დ. ნ. პრიანიშნიკოვის „აგროქიმიის“ სახელმძღვანელოდან.

ცხრილი 5

		წყალბადიონების კონცენტრაცია მილ. გრ. კვ. 1 ლიტრ ხსნარზე							
		$\frac{1}{10^3}$	$\frac{1}{10^4}$	$\frac{1}{10^5}$	$\frac{1}{10^6}$	$\frac{1}{10^7}$	$\frac{1}{10^8}$	$\frac{1}{10^9}$	$\frac{1}{10^{10}}$
PH		3	4	5	6	7	8	9	10
რეაქცია		მჟავე		სუსტი მჟავე		ნეიტრალური		სუსტად ტუტე	ტუტე

PH მაჩვენებელსა და წყალბადიონების კონცენტრაციას შორის მჟავე არეში არსებობს უკუპროპორციულობა, ე. ი. PH-ის შემცირე-

ბის დროს წყალბადიონების კონცენტრაცია იზრდება, ხოლო გადიდებისას მცირდება. მეავე არეში PH-ის მაჩვენებლის ერთით შემცირებით წყალბადიონების კონცენტრაცია 10-ჯერ იზრდება და, პირუკუ, ერთით გადიდებისას 10-ჯერ მცირდება.

ტუტე არეში PH-ისა და OH-ის იონების კონცენტრაციას შორის პირდაპირ პროპორციულობა არსებობს, ე. ი. PH მაჩვენებლის გადიდებით ჰიდროქსილ იონების კონცენტრაცია იზრდება და პირუკუ. მაგალითად, ტუტე არეში PH ერთი მაჩვენებლით გადიდება იწვევს ხსნარში ჰიდროქსილის იონების კონცენტრაციის 10-ჯერ გადიდებას და ერთით შემცირებისას 10-ჯერ შემცირებას. PH საბჭოთა კავშირის ნიადაგებში ძირითადად მერყეობს 3,5 — 9,0-მდე.

საკვების ხსნარის მჟავიანობა და ტუტეანობა მკვეთრად მოქმედებს მცენარის განვითარებაზე. ხსნარის ჰარბი მჟავიანობა ან ტუტეანობა პირველად გავლენას ახდენს მცენარის ფესვთა სისტემის განვითარებაზე, განსაკუთრებით მის ზედაპირულ ქსოვილებზე. ზედმეტი კონცენტრაცია წყალბადისა და ჰიდროქსილის იონებისა იწვევს უჯრედის პლაზმის დაზიანებას, რის შედეგადაც ფერხდება მცენარეში საკვები ნივთიერების შესვლა.

საკვებ ხსნარში ჰარბი მჟავიანობა ან ტუტეანობა მოქმედებს მცენარეში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლაზე. დადგენილია, რომ მეავე რეაქციის პირობებში შეფერხებულია ცილების წარმოქმნა და დაჟანგვის პროცესი მცენარის უჯრედებში, ხოლო ტუტე არეს შემთხვევაში ირღვევა ნახშირწყლების წარმოქმნა.

არეს რეაქცია არაპირდაპირ მოქმედებს აგრეთვე მცენარის განვითარებაზე. ასე, მაგალითად, ნიადაგის დამჟავების შედეგად წარმოებს ალუმიინის იონების გააქტივება, რაც თავისთავად იწვევს ნიადაგში ადვილად ხსნადი, მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის გადაყვანას ძნელად ხსნად და მცენარისათვის ძნელად შესათვისებელ ფორმაში.

რეაქციისადმი დამოკიდებულების მიხედვით, კულტურული მცენარეები შეიძლება რამდენიმე ჯგუფად დაყოფილი: ზოგი მათგანი ვერ იტანს არეს მჟავიანობას და ნორმალურად იზრდება მხოლოდ ნეიტრალურ ან სუსტ ტუტე რეაქციის დროს. ასეთია, მაგალითად, იონჯა, შაქრის ჰარხალი და ქერი. შედარებით უფრო იტანს მჟავიანობას ხორბალი, ბარდა და სამყურა, მაგრამ PH მაჩვენებლის 5 ქვევით დაცემა მათ განვითარებასაც აფერხებს. კიდევ უფრო უკეთ ეგუება მჟავიანობას ხანჭკოლა, ჩაი და სხვ.

შვრია ითვლება ისეთ მცენარედ, რომელიც კარგად იტანს როგორც მეავე, ისე ტუტე რეაქციას.

ზოგიერთი მცენარის დამოკიდებულებას არეს რეაქციისადმი აკად. დ. ნ. პრიანიშნიკოვი შემდეგნაირად გამოხატავს:

მცენარის დასახელება	PH-ის ოპტიმუმი	იზრდება PH მაჩვენებლის ფარგლებში
ხანჯკოლა	4 — 5	4 — 6
კარტოფილი	5	4 — 8
შერია	5 — 6	4 — 8
ჭვავი	5 — 6	4 — 7
სელი	5 — 6	4 — 7
სამყურა	6 — 6,5	5 — 8
ბარდა	6 — 7	5 — 8
ხორბალი	6 — 7	5 — 8
ჭარხალი	7	6 — 8
იონჯა	7 — 8	6 — 8

მონაცემები მცენარის არეს რეაქციისადმი დამოკიდებულების შედარებით დასახიათებას იძლევა. ისინი არ შეიძლება მიჩნეულ იქნან აბსოლუტურ სიზუსტედ, რადგან არეს რეაქციის გავლენა მცენარეზე იცვლება ნიადაგის ავისებებისა და კულტურის აგროტექნიკის დონის შესაბამისად.

8. მარილების მოქმედება მცენარის არეს რეაქციაზე

მარილები, შეტანილი ნიადაგში ან საკვებ ხსნარში, იწვევენ არეს რეაქციის შეცვლას. არეს რეაქციაზე მარილების მოქმედების ორი მხარე უნდა გავარჩიოთ — ქიმიური და ფიზიოლოგიური. სასუქებად გამოყენებული მარილები შეიძლება იყოს ქიმიურად ნეიტრალური, მჟავე ან ტუტე. პირველს მიეკუთვნება NaNO_3 , KCl , K_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. აღნიშნული მარილები, გახსნილი წყალში, თითქმის არ ცვლის არეს რეაქციას. ჰიდროლიზურად ტუტე მარილებია K_2CO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, NH_4HCO_3 . მათი ჰიდროლიზის შედეგად წარმოიშვება ტუტე (KOH , NH_4OH) და სუსტი მჟავე (H_2CO_3). ამიტომ ამ მარილების წყალში გახსნისას არეს რეაქცია ტუტე მიმართულებით იცვლება.

არჩევენ აგრეთვე ჰიდროლიზურად ისეთ მჟავე მარილებს, როგორცაა FeCl_3 , მისი ჰიდროლიზის შედეგად წარმოიშვება სუსტი ტუტე $\text{Fe}(\text{OH})_3$ და ძლიერი მჟავე (HCl). არსებობენ აგრეთვე ქიმიურად მჟავე მარილები, რომლებიც შეიცავენ წყალბადიონებს. ჰიდროლიზურად მჟავე და ქიმიურად მჟავე მარილები იწვევენ არეს რეაქციის დამჟავებას.

არეს რეაქციაზე მარილების მოქმედების ქიმიურ მხარეს მნიშვნელობა აქვს მცენარის განვითარებისათვის, რადგან მას შეუძლია დაამუშაოს ან გაატუტინოს საკვები ხსნარის ან ნიადაგის არეს რეაქცია. მარილები ფიზიოლოგიური ხასიათის მიხედვით ორ ჯგუფად იყოფა — ფიზიოლოგიურად მჟავე და ფიზიოლოგიურად ტუტე მარილები. მარილების ფიზიოლოგიური რეაქცია აიხსნება იმით, თუ მცენარე როგორი ინტენსივობით ითვისებს მარილის ანიონს ან კათიონს. თუ მცენარე უფრო ინტენსიურად ითვისებს კათიონს, ვიდრე ანიონს, მაშინ ასეთი მარილი ამჟღავნებს ფიზიოლოგიურ მჟავიანობას და ის იწვევს არეს რეაქციის მჟავე მიმართულებით შეცვლას. მაგრამ თუ ის უფრო ინტენსიურად ითვისებს ანიონებს, ვიდრე კათიონებს, მაშინ ეს მარილი ავლენს ფიზიოლოგიურ ტუტეანობას, რის შედეგად ადგილი აქვს არეს რეაქციის ტუტე მიმართულებით შეცვლას. ფიზიოლოგიურად მჟავე მარილებს, რომლებიც სასუქებად გამოიყენება მიეკუთვნებიან $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl , K_2SO_4 , KCl და MH_4NO_3 . ფიზიოლოგიურად ტუტე მარილებია: NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

ვოგირდმჟავა ამონიუმიდან $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ მცენარე უფრო ინტენსიურად ითვისებს NH_4 , ვიდრე SO_4 . ხსნარში დარჩენილი SO_4 -ს რადიკალი წარმოშობს ძლიერ მჟავას H_2SO_4 . ამიტომ ამ მარილის ნიადაგში ან საკვებ ხსნარში შეტანის შედეგად წარმოებს არეს რეაქციის მჟავე მიმართულებით შეცვლა. ასევე ამონიუმის ქლორიდი წარმოადგენს ფიზიოლოგიურად მჟავე მარილს, რის გამოც იწვევს არეს რეაქციის მჟავე მიმართულებით წარმართვას.

კალიუმის მარილების ფიზიოლოგიური მჟავიანობა უფრო სუსტად არის გამოხატული, ვიდრე ამონიაკური მარილებისა, ამასთან გოგირდმჟავა კალიუმის ფიზიოლოგიური მჟავიანობა უფრო ძლიერია, ვიდრე კალიუმის ქლორიდისა. მეტად გავრცელებულ აზოტიან სასუქს მიეკუთვნება აზოტმჟავა ამონიუმი ანუ ამონიუმის გვარჯილა NH_4NO_3 . აღნიშნულ მარილს წინათ ფიზიოლოგიურად ნეიტრალურ მარილად თვლიდნენ, მაგრამ გამოკვლევებმა დაადგინა, რომ მეტად გავრცელებულ არეს რეაქციის პირობებში ($\text{pH} = 5,0 - 7,0$) მცენარე უფრო ინტენსიურად შთანთქავს NH_4 , ვიდრე NO_3 , ამიტომ აღნიშნული მარილი იწვევს არეს რეაქციის სუსტად დამჟავებას. ამონიუმის გვარჯილის ფიზიოლოგიური მჟავიანობა ბევრად უფრო ნაკლებია, ვიდრე $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ -ისა და NH_4Cl -ისა.

ნატრიუმის ნიტრატთან ანუ ნატრიუმის გვარჯილიდან (NaNO_3) მცენარე უფრო ინტენსიურად ითვისებს NO_3 -ს. ამიტომ ხსნარში დარჩენილი Na წყალთან წარმოშობს ძლიერ ტუტეს — NaOH . ამ მარილის შეტანა ნიადაგში ან საკვებ ხსნარში იწვევს არეს რეაქციის ტუტე

მარილებით შეცვლას. ასეთივე ფიზიოლოგიურ ტუტეობას ამჟღავნებენ კალციუმის, მაგნიუმის და კალიუმის გვარჯილები ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3) სამკალციუმის ფოსფატს ფიზიოლოგიური ტუტეობა შეუძლია გამოამჟღავნოს მას შემდეგ, როცა ის გაიხსნება. ამ მარილის ვახსნა კი წარმოებს მჟავე ნიადაგებში ან მჟავე საკვებ ხსნარებში. აღსანიშნავია, რომ ქიმიურად ნეიტრალურ მარილებს ნიადაგში ან საკვებ ხსნარში ფიზიოლოგიური რეაქციის მიხედვით შეუძლიათ გამოიწვიონ არეს რეაქციის დამჟავება (NH_4Cl), $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, K_2SO_4 , KCl და NH_4NO_3) ან გატუტეანება NaNO_3 და $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. ნიადაგში შეტანილ ნეიტრალურ მარილებს შეუძლიათ ნიადაგის პოტენციალური მჟავიანობა გადაიყვანოს აქტუალურ მჟავიანობაში, ალუმიისა და წყალბადიონების შემჭურავ კომპლექსიდან გამოძევების გზით.

არჩევნ აგრეთვე მარილების ბიოლოგიურ მჟავიანობას, რაც გამოწვეულია ნიადაგში ან საკვებ ხსნარში ამონიაკური და ამიდური ფორმების აზოტის შემცველ მარილებიდან მიკროორგანიზმების მეშვეობით (ნიტროზომონა და ნიტრობაქტეროს) ამონიუმის NH_4 ნიტრატებში NO_3 გადაყვანით, რის შედეგად არეს რეაქცია მჟავიანდება. ბიოლოგიურად მჟავე მარილებს მიეკუთვნებიან: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl , NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ და $\text{CO}(\text{NH}_4)_2$. კალიუმის სულფატთან და კალიუმის ქლორიდთან შედარებით გოგირდმჟავა ამონიუმისა და ქლორაზონიუმის ნიადაგში ან საკვებ ხსნარში შეტანის შედეგად არეს რეაქციის უფრო ძლიერად დამჟავება აღსნება ფიზიოლოგიურ მჟავიანობასთან ერთად მათი ბიოლოგიური მჟავიანობით.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ სასუქებში შემავალი მარილების მოქმედება ნიადაგის მჟავიანობაზე გამოწვეულია: 1. მარილების ქიმიური მჟავიანობით, ე. ი. სასუქში შემავალი მარილების თავისუფალი მჟავეების არსებობით, 2. სასუქებში შემავალი მარილების ფიზიოლოგიური მჟავიანობით, ე. ი. მცენარე მიერ ჭარბად მარილის კათიონის შთანთქმით, 3. სასუქებში შემავალი მარილების ბიოლოგიური მჟავიანობით, ე. ი. ამონიუმის შემცველი მარილებიდან მიკროორგანიზმების გავლენით კათიონ NH_4 ; გადაყვანით ანიონში NO_3 და 4. სასუქებში შემავალი ნეიტრალური მარილების მიერ ნიადაგის შემჭურავ კომპლექსიდან წყალბადისა და ალუმინის იონების ხსნარში გადაყვანის შედეგად, ე. ი. წყალბადისა და ალუმინის იონების გააქტივებით.

ნიადაგის არეს რეაქცია შეიძლება შეიცვალოს აგრეთვე ტუტე მიმართულებით: 1. სასუქში შემავალი მარილების ჰიდროლიზური ტუტეობის გამო და 2. სასუქში შემავალი მარილების ფიზიოლოგიური

ტუტანობის შედეგად, ე. ი. მცენარის მიერ მარილიდან უფრო ტენსიურად ანიონების შეთვისების შედეგად.

მარილების მოქმედებას არეს რეაქციაზე უდიდესი მნიშვნელობა აქვს სასუქების გამოყენებისათვის. სასუქებში შემავალი მარილები: სისტემატურად მათი გამოყენებისას არსებითად ცვლიან ნიადაგის არეს რეაქციას, მყავე ან ტუტე მიმართულებით, რითაც შეიძლება შეფერხდეს მცენარის განვითარება. ამიტომ სასუქებში შემავალი მარილების არეს რეაქციაზე მოქმედების და ნიადაგის არეს რეაქციის ცოდნის საფუძველზე შეგვიძლია შევარჩიოთ სასუქების შესაფერისი ფორმები ამა თუ იმ ნიადაგობრივი პირობებისათვის. აღნიშნული დებულებიდან გამომდინარე, მყავე ნიადაგებში შეტანილ უნდა იქნას ფიზიოლოგიურად ტუტე მარილების შემცველი სასუქები, ხოლო კარბონატულ და ნეიტრალურ ნიადაგებზე კი ფიზიოლოგიურად და ბიოლოგიურად მყავე მარილების სასუქები.

მ. საკვები ელემენტების უმცლად მცენარეში

მცენარის საკვები ნივთიერებანი ნიადაგში ხსნადობის მიხედვით: სამ ჯგუფად იყოფა: ძნელად ხსნადი, ადვილად ხსნადი (სუსტი კონცენტრაციის ორგანულ და მინერალურ მყავებში ხსნადი) და წყალხსნადი.

საკვები ნივთიერება მცენარეს შეუძლია შეითვისოს როგორც წყალში გახსნილ მდგომარეობაში, ისე ნიადაგის მაგარი ფაზიდანაც.

წყლის მნიშვნელობა მცენარისათვის მრავალმხრივია: 1. ის წარმოადგენს საკვებს მცენარისათვის, 2. ხსნის მცენარისათვის საჭირო მინერალურ საკვებს ნივთიერებას და 3. წარმოადგენს იმ არეს, რომლის საშუალებითაც ხდება მცენარეში საკვებ ნივთიერებათა გადანაცვლება.

აზოტსა და ნაცრის ელემენტებს მცენარე ითვისებს ნიადაგიდან ფესვების მეშვეობით, სხვადასხვა მინერალური მარილების ხსნარებიდან. პარკოსან მცენარეებს შეუძლია აზოტის შეთვისება ჰაერიდანაც. შესაძლებელია აგრეთვე საკვები ნივთიერების შესვლა მცენარეში ფოთლების საშუალებითაც, თუ მას ფოთლებზე მოვასხურებთ. აზოტისა და ფოსფორის წყაროდ, გარდა მინერალური მარილებისა, შეიძლება იყოს აგრეთვე ზოგიერთი ორგანული შენაერთი. ასე, მაგალითად, აზოტის წყაროა — მარტივი ამინომყავები — ასპარაგინი, შარლოვანა და სხვა, ფოსფორისა — ფიტინი, ცეროფოსფატი, ჰექსოფოსფატი, სახაროფოსფატი, ლეციტინი და სხვ.

საკვები ნივთიერებები მცენარეში ბუსუსა ფესვების ცოცხალი უჯრედის გზით შედის და აქედან ჰურჭელბოქკოვან კონებსა და ტრან-

ხეიდებში გადადის, საიდანაც გადაინაცვლებს ღეროსა და ფოთლები ცოცხალ უჯრედებში. საკვები ნივთიერების შესვლის მექანიზმი მცენარეში საბოლოოდ დადგენილი არ არის. ამ მიმართულებით ჯერჯერობით არსებობს მხოლოდ რამდენიმე ჰიპოთეზა:

1. ფიქრობენ, რომ წყალში გახსნილი საკვები ნივთიერება შედის ფესვების უჯრედებში და ფესვების წნევის ძალით მიემართება ჭურჭელბოჭკოვან კონებში, ე. ი. ადგილი აქვს სითხის დიფუზიისა და ოსმოსის მოვლენებს.

2. საკვები ელემენტების შესვლას მცენარეში ფესვების გზით, შედარებით უფრო გვიან ხსნიდნენ ღონანის გარსის წონასწორობის თეორიით. ამ თეორიის თანახმად, უჯრედის ცილების მეშვეობით უჯრედის გარსსა და ხანაის შორის იქმნება ძალა, რომელიც დაფუძნებულია კოლოიდურ მოვლენებზე და რომლის მეშვეობით საკვები ნივთიერება შედის მცენარეში.

უკანასკნელ ხანებში მეცნიერებაში გავრცელებულია ის მოსაზრება, რომ უჯრედებში ნივთიერების შესვლა და დაგროვება წარმოადგენს არა უბრალო ფიზიკურ მოვლენას, ოსმოსური შეწოვის შედეგს, არამედ ეს არის აქტიური ფიზიოლოგიური პროცესი, რომლისთვისაც საჭიროა ორგანიზმის მხრივ განსაკუთრებული რაოდენობის ენერჯის დახარჯვა. ამ თეორიის ავტორების აზრით, უჯრედში საკვები ნივთიერების შეღწევისა და სუნთქვის პროცესებს შორის არსებობს მჭიდრო კავშირი — სუნთქვის პროცესები უჯრედის შიგნითა პროცესებისათვის თითქოს ენერჯის ძირითად წყაროს წარმოადგენენ.

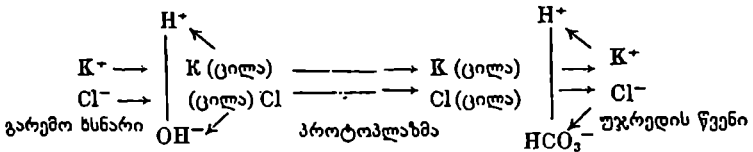
არსებობს საკვები ნივთიერების მცენარეში შესვლის ე. წ. იონური თეორია. ნიადაგის ან საკვებ ხსნარში მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებანი — მარილები იმყოფება იონიზებულ მდგომარეობაში, ე. ი. ელექტრომუხტის მქონე ანიონებისა და კათიონების სახით. მოლეკულების იონებად დაშლის პროცესს, რომელიც მიმდინარეობს ნივთიერების წყალში გახსნის დროს, ელექტროლიზური დისოციაცია ეწოდება. ელექტროლიზური დისოციაციის დროს მარილის მოლეკულა იშლება კათიონებად და ანიონებად. მაგალითად, მარილი NH_4Cl იშლება კათიონად NH_4^+ , რომელიც დადებითი ელექტრობით არის დამუხტული და უარყოფითი ელექტრობით დამუხტულ ანიონად Cl^- . ჩვეულებრივ შემთხვევაში მცენარე უშუალოდ ითვისებს საკვებ ელემენტებს იონების სახით. თითოეული მარილის ცალკეული იონი, როგორც წესი, არათანაბარი რაოდენობით შედის მცენარეში. მაგალითად, ქლორ-ამონიუმიდან, რომელიც იშლება იონებად NH_4^+ და Cl^- , მცენარე მეტი რაოდენობით ითვისებს კათიონ NH_4^+ -ს, ვიდრე ანიონ

Cl⁻ -ს, ზოგჯერ კი, პირიქით, მცენარე მარილიდან უფრო მეტს ითვისებს ანიონს, ვიდრე კათიონს.

მარილების იონების ასეთი არათანაბარი შეთვისების შედეგად მცენარის საკვებ არეში გროვდება ქარბი ფუძეები (ფიზიოლოგიური ტუტეანობა) ან ქარბი მჟავები (ფიზიოლოგიური მჟავეანობა). ამ საფუძველზე მცენარის საკვები მარილები იყოფა ფიზიოლოგიურად ტუტე და ფიზიოლოგიურად მჟავე მარილებად. ისეთ მარილებს, რომლებიდანაც მცენარე მეტ ანიონს ითვისებს, ვიდრე კათიონს, ეწოდება ფიზიოლოგიურად ტუტე მარილები (Ca(NO₃)₂, NaNO₃), ხოლო იმ შემთხვევაში თუ მარილებიდან მეტ კათიონს ითვისებს — ფიზიოლოგიურად მჟავე მარილები (NH₄)₂SO₄, NH₄Cl).

საკვები ნივთიერების მცენარეში შესვლის იონურ თეორიაზე აგებული უჯრედში მარილების შესვლის ბრიუქსის სქემა. ბრიუქსის თანახმად პლაზმის ცილოვანი ნივთიერებები, რომლებსაც გააჩნია როგორც აცედოიდური, ისე ბაზოიდური გვუფები, აღსორბციას ახდენენ საკვები მარილების ანიონების და კათიონების პლაზმის გარეგან ზედაპირზე. შემდეგ, მიგრაციის შედეგად პლაზმის შინაგან შრეში, დესორბციას განიცდის შთანთქმული ანიონები და კათიონები უჯრედის წვეწვში არსებული H⁺ და HCO₃ იონებზე შენაცვლების გზით. უკანასკნელი იონები კი ყოველთვის მოიპოვებიან უჯრედის წვეწვში.

მარილების ანიონებისა და კათიონების ერთდროულად შესვლა მცენარეში ბრიუქსის მიხედვით გამოიხატება ასეთი სქემით:



დაეუშვათ, რომ საკვებ ხსნარში (გარემო ხსნარში) არის მარილი KCl, მაშინ უჯრედის ცილაში, რომელსაც აცედოიდური თვისება აქვს. წყალბად იონი (H) შენაცვლებული იქნება კალიუმით, ხოლო ბაზოიდური უჯრედის ცილაში ჰიდროქსილის იონი (OH) კი ქლორ (Cl) იონით. შემდეგში, როცა ეს შთანთქმული ანიონი და კათიონი შედიან უჯრედის პლაზმის ღრმა ფენებში წარმოებს დიფუნდირება უჯრედის წვეწვში, მასში არსებული წყალბად იონის (H) და HCO₃ იონების შენაცვლების გზით.

მცენარის თვისებას სხვადასხვა ნივთიერებიდან შეითვისოს მეტი რაოდენობით მისთვის აუცილებელი ნივთიერება უწოდებენ შერჩევით უნარიანობას. მცენარე ითვისებს უფრო მეტად იმ იონს, რომელიც

ფიზიოლოგიურად მისთვის აუცილებელია. მაგალითად, პარკოსნები წარმოქმნიან დიდი რაოდენობით ცილებს, რომელთა შექმნისათვის აუცილებელია აზოტი. ამიტომ, სხვა მცენარეებთან შედარებით, პარკოსნები მეტი რაოდენობით ითვისებენ მას. ასევეა კარტოფილი, რომელიც დიდი რაოდენობით წარმოქმნის ნახშირწყლებს სახამებლის სახით, ხოლო ნახშირწყლების წარმოქმნისათვის საჭიროა კალიუმი, ამიტომ ის დიდი რაოდენობით ითვისებს ამ ელემენტს. კალიუმის შეთვისების ასეთივე უნარი გააჩნია აგრეთვე შაქრის კარხალს.

მცენარეში საკვები ნივთიერების შესვლის ინტენსივობას შემდეგი მომენტები განსაზღვრავენ:

1. ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაცია. საკვები ნივთიერებანი მცენარეს შეუძლია შეითვისოს მხოლოდ დაბალი კონცენტრაციის ხსნარებიდან. მცენარის ხელოვნური აღზრდის დროს იყენებენ ხსნარებს, რომელთა კონცენტრაცია არ აღემატება 0,2 — 0,3 პროცენტს. ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაცია კი უფრო დაბალია. მცენარე სუსტ ხსნარებიდან ჩქარა ითვისებს მარილებს.

ნიადაგის ხსნარის მაღალი კონცენტრაცია იწვევს მცენარის დაჩაგრვას და ზოგჯერ დაღუპვასაც. ამიტომ ნიადაგში წყლას საკმარაოდენობით არსებობა წარმოადგენს მცენარეში საკვები ნივთიერების ნორმალური შესვლის აუცილებელ ფაქტორს. წყლის ძლიერი ნაკლებობის შემთხვევაში მცენარე არამცთუ არ ითვისებს ნიადაგიდან საკვებ ნივთიერებას, არამედ პირიქით, წარმოებს მისი გამოყოფა მცენარიდან ხსნარში.

2. ნიადაგის ხსნარში იონების რაოდენობრივი შეფარდება. ხსნარი არათუ ცალმხრივი შედგენილობის, არამედ „ფიზიოლოგიურად გაწონასწორებულ“ მდგომარეობაში უნდა იყოს. ასეთი წონასწორობის დარღვევა შეიძლება დამლუპველი აღმოჩნდეს მცენარისათვის. მაგალითად, თუ მცენარის აღმონაცენს წყლის კულტურაში მივცემთ მაგნიუმს $Mg SO_4$ ხსნარის სახით, მაშინ ის დაიჩაგრება, მაგრამ საკმარისია ხსნარს მიემატოს კალციუმის მარილი $CaCl_2$ -ის ან $CaSO_4$ სახით, რომ მაგნიუმის მავნე მოქმედება გაქრეს. ამ შემთხვევაში კალციუმი დამცველის როლს თამაშობს მოჭარბებული კათიონების მავნე გავლენის წინააღმდეგ. ამ მოვლენას ფუძეების ანტაგონიზმი ეწოდება. კალციუმი ძლიერ ანტაგონისტად ითვლება ერთვალენტოვანი კათიონების მიმართ.

სოფლის მეურნეობაში მინერალური სასუქების გამოყენების გადიდებასთან დაკავშირებით, ნიადაგის ხსნარში კათიონების თანაშეფარდებას უდიდესი ყურადღება უნდა მიექცეს. მაგალითად, აკად. პრიანიშნიკოვი აღნიშნავს, რომ ფუძეებით ღარიბ ნიადაგებზე კალცი-

უმის მარილების ცალმხრივი გამოყენების დროს, დადებით მოქმედებასთან ერთად, შეიძლება გამოქვავდეს მისი უარყოფითი გავლენაც.

3. ნიადაგის ხსნარის რეაქცია. ცნობილია, რომ მკვავე არეს პირობებში მცენარე უფრო ინტენსიურად ითვისებს ანიონებს, ვიდრე კათიონებს და, პირიქით, ნეიტრალურ და სუსტად მკვავე არეში კათიონს, ანიონთან შედარებით.

4. მცენარეში საკვები ელემენტების შესვლის ინტენსივობაზე დიდ გავლენას ახდენს ფოტოსინთეზი. დადგენილია, რომ ფოტოსინთეზის ინტენსივობის შენელებისას, და ამის შედეგად ფოთლებიდან ფესვებისაკენ ნახშირწყლების მოძრაობის შესუსტებასთან ერთად, მკვეთრად ეცემა მცენარეში საკვების შესვლაც. საკვები ელემენტების შესვლა მცირდება აგრეთვე ფესვების ჰაერით მომარაგების შეფერხებასთან ერთად.

5. საკვები ნივთიერების შესვლა მცენარეში დიდადაა დამოკიდებული ფესვთა სისტემის განვითარების ხასიათზე.

6. ამა თუ იმ საკვები ელემენტის შესვლის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლები დამოკიდებულია არა მარტო გარეგან პირობებზე, არამედ მცენარის შინაგან თვისებებზე, ე. ი. იმ ბიოქიმიური პროცესების თავისებურებაზე, რომელიც მცენარის ორგანიზმში მიმდინარეობს. ამიტომ მცენარის ასაკი განსაზღვრულ გავლენას ახდენს საკვები ელემენტების შთანთქმაზე. დადგენილია, რომ სავეგეტაციო პერიოდის დასაწყისში მცენარე უფრო ინტენსიურად ითვისებს საკვებ ელემენტებს, ვიდრე შემდეგ.

საკვები ნივთიერების შეთვისება განსხვავებულია სხვადასხვა მცენარისათვის მისი განვითარების ფაზის მიხედვით. მაგალითად, მარცვლეული კულტურები ყველაზე მეტ საკვებ ნივთიერებას ითვისებენ ვეგეტაციის დასაწყისში ყვავილობამდე. მზესუმზირაში საკვები ელემენტების შესვლა მაქსიმალური ინტენსივობით წარმოებს ყვავილობის პერიოდში, ხოლო სელი კი მას ითვისებს თითქმის თანაბრად მთელი ვეგეტაციის განმავლობაში. ასევე მთელი ვეგეტაციის პერიოდში ითვისებს ფოსფორს შაქრის ჯარხალი და ა. შ.

7. საკვები ნივთიერების ფორმები ნიადაგში წარმოადგენს ფაქტორს, რომელიც განსაზღვრავს მცენარეში მათი შესვლის ინტენსივობას.

10. მცენარის ფესვგარეშე კვება

მეცნიერულად დასაბუთებულია, რომ მცენარეს მისთვის საჭირო საკვები ელემენტები შეუძლია შეითვისოს არა მარტო ფესვების მეშვეობით, არამედ საერთოდ მიწისზედა ნაწილებიდან და, კერძოდ, ფოთ-

ლებიდან. ფოთლებზე დაბალი კონცენტრაციის მქონე საკვები ნივთიერების ხსნარების მოსხურებით მცენარეში შედიან ფოთლებისა და სხვა მიწისზედა ნაწილების ბაგეების გზით. ამგვარად შეთვისებულ საკვებს მცენარე იყენებს ორგანული ნივთიერებების შესაქმნელად. ამიტომ მცენარის გამოკვება შეიძლება განხორციელდეს სასუქების როგორც ნიადაგში შეტანით, ისე დაბალი კონცენტრაციის ხსნარების ფოთლებზე მოსხურების გზითაც.

მინერალური საკვები ნივთიერების მცენარეში ფოთლების გზით შესვლის შესაძლებლობა ჯერ კიდევ გასულ საუკუნეში დაადგინა ბუსენგომ.

მ. კ. დომენტოვიჩისა და პ. ა. ელენზოვის მიერ მოსკოვის სასოფლო-სამეურნეო აკადემიაში (1928-29 წლებში) ჩატარებული ცდებით დადასტურდა მცენარის ფოთლებიდან კვების შესაძლებლობა.

აკად. ა. რისტერი მიუთითებდა, რომ ფოტოსინთეზის ინტენსივობა მნიშვნელოვნად იზრდება მთელი რიგი მიკროელემენტების მცენარის ფოთლებზე მოსხურების გზით. უკანასკნელ ხანებში სრულად სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ფესვგარეშე გამოკვებაზე მრავალრიცხოვანი ცდები ჩაატარეს ფ. ფ. მაკოვმა, ი. ვ. იაკუშკინმა, მ. მ. ედელშტეინმა და სხვ.

დღეისათვის ჩვენს ქვეყანაში ფესვგარეშე გამოკვება მოსავლიანობის გადიდების ერთ-ერთ მოქმედ აგროლონისძიებად გადაიქცა. მრავალრიცხოვანი ცდებით დადგენილ იქნა, რომ ფესვგარეშე გამოკვებას სასუქების შეტანის სხვა წესთან შედარებით შემდეგი უპირატესობა აქვს:

1. ფესვგარეშე გამოკვების შემთხვევაში ადგილი არა აქვს სასუქებში შემავალი საკვები ელემენტების იმობილიზაციას, ე. ი. მათ გადაყვანას მცენარისათვის შეუთვისებელ ფორმებში. ნიადაგში შეტანილ სასუქებში შემავალი საკვები ელემენტების ნაწილს ითვისებენ მიკროორგანიზმები, ნაწილი კი ქიმიური შთანთქმის გზით გადადიან ძნელად ხსნად და მცენარისათვის ნაკლებად შესათვისებელ ფორმებში (ფოსფორი), რის შედეგადაც მცირდება მათი გამოყენების კოეფიციენტი.

2. ფესვგარეშე გამოკვება შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც ვიწრო რიგთაშორისიან, ისე მთლიან ნათესის შემთხვევაში.

3. ფესვგარეშე გამოკვება შეიძლება ჩატარდეს ნიადაგის მშრალ ზედაპირზე, აგრეთვე დამარილებულ და ცივ ნიადაგებზე, ე. ი. იმ შემთხვევებში, როდესაც ჩვეულებრივ ნიადაგიდან გამოკვება არაეფექტურია, ან ძალზე უმნიშვნელო შედეგს იძლევა.

4. ფესვგარეშე გამოკვების დროს საჭიროა სასუქების ბევრად უფრო ნაკლები რაოდენობა, ვიდრე ჩვეულებრივი გამოკვების დროს.

5. ფესვგარეშე გამოკვება საშუალებას იძლევა განვახორციელოთ მცენარის მკაცრი დიფერენცირებული კვება მათი განვითარების სხვადასხვა ფაზების შესაბამისად და ამ გზით მივალწიოთ მოსავლის მიღების მართვას.

6. ფესვგარეშე გამოკვების დროს სასუქების საკვებ ნიუთაერებას, რომელიც შედის ფოთლებსა და ახალგაზრდა ნაზარდებში, ნიადაგში შეტანილთან შედარებით შეუძლია იმოქმედოს უფრო სწრაფად მცენარის განვითარებაზე და მისი კვების რეჟიმზე.

დღეისათვის ფესვგარეშე გამოკვება კარგად არის შემუშავებული: სათესლე პარკოსნებისათვის, შაქრის ჭარხლისა და ბამბისათვის. კარტოფილის ფესვგარეშე გამოკვება ჯერ კიდევ არ არის დანერგილი წარმოებაში, მაგრამ ჩატარებული ცდები ლაპარაკობენ ამ ღონისძიების მაღალ ეფექტურობაზე აღნიშნული კულტურისათვის.

მცენარის ქიმიური შედგენილობა

მცენარე და მისი თითოეული ცალკეული ორგანო შედგება მშრალი ნივთიერებისა და წყლისაგან. წყლის შემცველობა მცენარეში და მის ცალკეულ ორგანოებში ძალზე მერყეობს, რაც ნათლად ჩანს ქვემოთმოყვანილ ცხრილიდან.

ცხრილი 6

კულტურის სახეობა	შემცველობა %	
	წყლის	მშრალი ნივთიერების
ტურნეფსის ძირები	92	8
კარტოფილის ტუბერები	75	25
ცერცველასა და შერიის მწვანე მასა	82	18
ხორბლის მარცვლი	14	86
სელის თესლი	8	92
საკვები ჭარბალი	88	12
სოკოები	92—95	5—8

ამრიგად, მცენარეებში საშუალოდ 80 — 90 პროცენტი წყალია და 10 — 20 პროცენტი მშრალი ნივთიერება. წყალმცენარეები მეტ წყალს შეიცავენ, ვიდრე ხმელეთისა.

მცენარის მშრალი მასის დაწვის შედეგად რჩება უწყვეტი ნაშთი — ნაცარი, ხოლო წყალი ნაწილი ორგანული ნივთიერებისაგან შედგება.

ნაცრის რაოდენობა მცენარეში მეტად ცვალებადია. საშუალოდ იგი უდრის 5 პროცენტს. თესლში ნაცრის შემცველობა აღწევს 3 პროცენტს, ფოთლებში 12 პროცენტამდე, ფესვებში და ბალახეულ მცენარეების ღეროებში 4 — 5 პროცენტამდე, მერქანში 1 პროცენტამდე და

ქერქში 5 პროცენტამდე. მცენარის ერთსა და იმავე ორგანოში ნაცრის რაოდენობა იცვლება კვების პირობებისა და წლის სეზონის მიხედვით. ფოთლებში ნაცრის რაოდენობა მეტია, ხოლო ფესვებსა და ღეროში კი ნაკლები. ნაცრის შემცველობა მცენარეში დამოკიდებულია აგრეთვე კლიმატისაგან, ნიადაგისაგან, მცენარის სახეობისაგან, ასაკისა და სხვა ფაქტორებისაგან.

ნაცრის შემცველობაზე წარმოდგენას გვაძლევს შემდეგი მონაცემები:

**ნაცრის შემცველობა მცენარეში
(პროცენტობით მშრალ ნივთიერებიდან)**

თივა: სამყურას	—5,33
ტიმოთეს ბალახის	—6,07
ჩალა: ჭევის	—4,1—6,1
შერიის	—5,8
თესლი: ბარდასი	—2,63
სოიას	—2,84—5,5
სელის .	—3,92—8,69
თესლი: მხესუმზირას	1,83—4,93
ბამბის	—3,28—4,53
კენაფის .	—2,50—6,81
მლაგვის	—3,61
სამყურას	—3,81
ცხენის ცერცვის	—3,80
შერიის	—2,55

ნაცრის შემადგენლობაში შედის ბევრი ისეთი ელემენტი, რომელსაც შეიცავს ნიადაგი. კათიონებიდან ნაცარი შეიცავს: K, Ca, Mg, Fe, Na, Zn, Mn და სხვ., ხოლო ანიონებიდან — S, P, Cl, SO₄, B მასში ნაპოვნია აგრეთვე ისეთი ელემენტები, როგორცაა Ag, St, Rb.

მცენარის მშრალი ნივთიერების ორგანული ნაწილი შედგება ნახშირბადის (C), წყალბადის (H), ჟანგბადისა (O) და აზოტისაგან (N). ამ ელემენტებს უწოდებენ ორგანოგენებს. მშრალი მცენარეული ნივთიერება საშუალოდ შეიცავს: ნახშირბადს — 45 პროცენტს, წყალბადს — 6,5 პროცენტს, ნაცრის ელემენტებს — 5 პროცენტს, ჟანგბადს — 42 პროცენტს, აზოტს — 1,5 პროცენტს.

მცენარის შემადგენლობაში არსებული ორგანული ნივთიერებანი შეიძლება დაიყოს ორ დიდ ჯგუფად: უაზოტო და აზოტის შემცველ ნაერთებად. მათ მიეკუთვნება:

უაზოტო

1. ნახშირწყლები
2. ცხიმები
3. ორგანული მჟავები
4. მთრიმლავი ნივთიერებები

2. ამინომჟავები

3. ალკალიიდები
4. ფერმენტები
5. ვიტამინები
6. ზრდის ნივთიერებები ანუ ზრდის სტიმულატორები.

აზოტის შემცველი

1. ცილები

უაზოტო შენაერთები. მცენარის უაზოტო ორგანულ შენაერთებს მიეკუთვნება: ნახშირწყლები, ცხიმები, ორგანული მჟავები და მთრიმლავი ნივთიერებები.

ნახშირწყლებიდან მცენარეში გვხვდება მონოსახარიდები, დისახარიდები და პოლისახარიდები.

მონოსახარიდებიდან ($C_6H_{12}O_6$) დექსტროზა (მარჯვენა გლუკოზა — ყურძნის შაქარი) ვაზის ნაყოფშია. აქედან წარმოდგება მისი სახელწოდებაც. ის გვხვდება აგრეთვე ვაშლის, მსხლის, ქლიავის, ბლისა და ალუბლის ნაყოფებში.

ფრუქტოზა — ნაყოფის შაქარი — ლეველოზა ($C_6H_{12}O_6$) ემპირიული ფორმულით არ განსხვავდება დექსტროზისაგან, მაგრამ მას აქვს ატომების სხვანაირი განწყობა სივრცეში. ის გვხვდება ბევრ ნაყოფში (ვაშლის, კენკროვანის და სხვა) და წარმოადგენს გარდამავალ ნივთიერებას, საიდანაც წარმოიშვება ინულინი.

ისეთ შენაერთებს, როგორცაა დექსტროზა, ანუ მარჯვენა გლუკოზა და ფრუქტოზა, მონოსახარიდები ეწოდება. მცენარეში მოიპოვება აგრეთვე რთული ნახშირწყლები, რომლებიც შედგებიან მონოსახარიდების რამდენიმე მოლეკულისაგან. რომელთაც დისახარიდებს უწოდებენ. მათგან მთავარია:

ლერწმის შაქარი ანუ სახაროზა ($C_{12}H_{22}O_{11}$). იგი დიდი რაოდენობით გვხვდება შაქრის ქარხლის (საშუალოდ 18 პროცენტი), სუფრის ქარხლის, საკვები ქარხლისა და სტაფილოს ძირებში, მარწყვის, ვაშლისა და საშამთროს ნაყოფებში. მოიპოვება აგრეთვე ლერწმის ღეროში. გლუკოზისაგან განსხვავებით, მისი დიფუნდირება პლაზმის გარეშე ძნელად წარმოებს და მცენარეში ასრულებს მარაგის როლს. ლერწმის შაქარი გახსნილია უჯრედის წვენში.

შაქრების შემცველობა სხვადასხვა ნაყოფსა და კენკრებში მერყეობს, რაც ჩანს ქვემოთ მოყვანილ ცხრილიდან (ცხრილი 7).

პოლისახარიდებიდან ($C_6H_{10}O_5$) მცენარეში გვხვდება სახამეპელი, ინულინი. უჯრედანა. ანუ ცელულოზა, ჰემიცელულოზა, ლიგნი-

ნი. ლოკებში იმყოფება გლიკოგენი — ნახშირწყალი, რომელიც დამახასიათებელია ცხოველური ორგანიზმისათვის და ამიტომ მას ზოგჯერ ცხოველურ სახამებელს უწოდებენ.

ცხრილი 7

შაქრების შემცველობა ზოგიერთ ახალ ნაყოფსა და კენკრებში

ნაყოფი და კენკრი	გლუკოზა	ფრუქტოზა	სახაროზა
ვაშლი	2,50—5,55	6,46—11,84	1,52—5,31
მსხალი	0,92—3,74	5,97—9,67	0,44—2,58
კომში	1,96—2,37	6,05—6,40	0,38—1,58
გარგარი	3,20—4,74	1,40—4,24	3,46—5,36
ატამი	4,23—6,95	3,92—4,38	4,97—7,11
ქლიავი	3,40—5,98	2,87—4,41	0,98—3,23
ალუბალი	3,84—5,26	3,31—4,38	0,29—0,80
მოცაარი	3,33—3,87	3,97—4,81	0,19—0,36
ხურტყმელი	1,19—3,60	2,08—3,85	0,13—0,60
მარწყვი ტყის	2,39—3,33	2,65—3,78	0,16—0,76
ქოლო	2,36—3,26	2,48—3,57	0,25
მაცვალი	2,88—3,64	3,12—3,24	0,45—0,58
სელმაივი	2,96—4,60	3,96—5,63	0,39—0,83
მოცივი	1,82—2,74	2,81—3,89	0,12—0,80
ყურძენი	7,20—მდე	7,0—მდე	0,50—7,30

სახამებელი წარმოიშვება მცენარის მწვანე ნაწილებში, უმთავრესად ფოთლებში ნახშირბადის ასიმილაციის შედეგად. ის გარდაიქმნება გლუკოზად, რომელიც შემდეგ გადაინაცვლებს ფოთლებიდან მცენარის მოხარდ ნაწილებში ან საკვები ნივთიერების სამარაგო ორგანოებში; აქ გლუკოზა კვლავ გარდაიქმნება სახამებლად და გროვდება წვრილი მარცვლების სახით, ასეთ სახამებელს ეწოდება მეორადი ის თავსაყრის ტუბერებში, ძირებში, ღეროებში, ნაყოფებსა და თესლებში.

სახამებლის გლუკოზაში გადასვლა და, პირიქით, გლუკოზისა სახამებელში, წარმოადგენს ერთ-ერთ უმთავრეს ფიზიოლოგიურ პროცესს მცენარეში. მისი მიმდინარეობა დამოკიდებულია მცენარის განვითარების სტადიაზე და გარემოს პირობებზე. ეს პროცესი შეიძლება შემდეგი სახით წარმოვიდგინოთ: ახალგაზრდა მწვანე ფოთლებში, გლუკოზის ხარჯზე, ინტენსიურად მიმდინარეობს სახამებლის წარმოქმნის პროცესი, რომელიც ფოტოსინთეზის პირველად პროდუქტს წარმოადგენს. მცენარის სამარაგო ორგანოებში, მაგალითად, კარტოფილის ტუბერებში ან მარცვლეულის თესლში, სახამებლის წარმოშობა მიმდინარეობს ამ ორგანოებში მოდენილი მოძრავი გლუკოზის ხარჯზე.

თესლის გალივების დროს კი მიმდინარეობს საწინააღმდეგო პროცესი — სახამებელი გარდაიქმნება გლუკოზად, რომელიც იხარჯება სუნთქვისა და ახალი ორგანოების წარმოქმნისათვის. ღამით, ფოტოსინთეზის შენელების გამო, ქარბობს სახამებლის გპდასვლა გლუკოზაში, ხოლო დღისით კი, პირიქით, მეტია სახამებლის სინთეზი გლუკოზის ხარჯზე.

მცენარეთა ნაყოფმოცემის პერიოდი ხასიათდება მარაგი ნივთიერების — ნახშირწყლების — შემცირებით. ამ პერიოდში უფრო მეტად მობილიზებულია მარტივი შაქრები რეპროდუქტიული ორგანოების შესაქმნელად. სახამებლის შემადგენლობა სხვადასხვა მცენარეში საგრძობლად შერყეობს, რაზედაც წარმოდგენას იძლევა მე-8 ცხრილი.

ცხრილი 8

სახამებლის საშუალო შემცველობა სხვადასხვა მცენარეში

(პროცენტობით მშრალ მასაზე)

კულტურების სახეობა	სახამებელი %
კარტოფილის ტუბერები	70—75
ბრინჯი (მარცვალი)	70—80
ხორბალი	48—68
ქერი	43—68
ქვაჯი	55—63
წიწიბურა	56
შვრია	31—62
სიმინდი	58—83
ბარდა	21—49
ოსპი	35
სორგო	63—70
უგრებელი	43—46
ფეტვი	60
სოიო	2—9

ინულინი ისევე როგორც სახამებელი, მიეკუთვნება პოლისახაროდებს. ინულინის წარმოსაქმნელი საწყისი ნივთიერება მცენარეში ფრუქტოზაა. ინულინი, ისე როგორც სახამებელი, წარმოადგენს მარაგ ნივთიერებას მცენარეში. ის გვხვდება რთულუცვავილოვანთა ოჯახის ზოგი მცენარის (ვარდკაქაჭა, მიწაეაშლა) მიწისქვეშა ნაწილში. სახამებლისაგან განსხვავებით, ინულინი იოლად იხსნება ცხელ წყალში. ინულინის დაშლის (ჰიდროლიზი) შედეგად წარმოიშვება ლევულოზა. მაშასადამე, ინულინი წარმოადგენს ლევულოზის პოლიმერს. მიწაეაშ-

ლას ტუბერების მშრალი ნივთიერება შეიცავს 56 პროცენტს ინულინს. ხოლო ვარდკაჭკას ძირეზი — 58-დან 57 პროცენტამდე.

უჯრედანა ანუ ცელულოზა ($C_6H_{10}O_5$)_n. უჯრედანა წარმოადგენს უჯრედის კედლის მთავარ შემადგენელ ნაწილს. სახამებლისაგან განსხვავებით, ის არ იხსნება ჩვეულებრივ გამხსნელებში (მეავენში, ტუტეებში) და საკმაოდ გამძლეა გარეშე რეაგენტების მიმართ. უჯრედანა მცენარეში წარმოიქმნება გლუკოზისაგან. უჯრედანის შემცველობა მცენარის მობერებულ ნაწილში მეტია, ვიდრე ახალგაზრდაში, ფოთლებში უფრო ნაკლებია ღეროებთან შედარებით; ფოთლებში ის შედის მხოლოდ ძარღვების შემადგენლობაში. მცენარეში უჯრედანა წარმოადგენილია მერქნის მექანიკური ქსოვილის სახით.

ცხრილი 9

უჯრედანის რაოდენობა სხვადასხვა მცენარეში

კულტურის სახეობა	ცელულოზის შემცველობა %
ბამბა (ბოჭკო)	95
სელი (ბოჭკო)	86
ჭვავი მარცვალი	3—4
ქერი "	8—10
თივა "	34
შეოიის ჩალა	40
ჭვავის ჩალა	54

გარემო რეაგენტების მიმართ უჯრედანის მაღალი გამძლეობის გამო ის ფართოდ გამოიყენება ქაღალდისა და ქსოვილების მრეწველობაში.

ჰემიცელულოზა წარმოადგენს უჯრედანის თანამგზავრს უჯრედის კედლებში. თავისი ქიმიური თვისებებით, მას შუალედი ადგილი უკავია უჯრედანასა და სახამებელს შორის. ის განსხვავდება უჯრედანისაგან რეაგენტების, კერძოდ მეავენის მიმართ ნაკლები გამძლეობით. ჰემიცელულოზის წარმომადგენელი არის პენტოზანები, რომლის შემცველობა ჩალაში შეადგენს 28 — 30 პროცენტს. ხორბლის ქატო შეიცავს 21,4 პროცენტ პენტოზანებს. პენტოზანების მაღალი შემცველობა ვანსაზღვრავს ჩალის კვებით ღირებულებას.

პენტოზანები წარმოადგენს პენტოზის ($C_5H_{10}O_5$) პოლიმერს. სათანადო მეავენით მისი დამუშავებისას წარმოიშვება ფურფუროლი, რომელიც გამოიყენება ტექნიკაში.

ცხიმები მიეკუთვნება უაზოტო ორგანულ შენაერთებს. ქიმიური თვალსაზრისით ცხიმები წარმოადგენენ სამატომიანი სპირტების გლიცერინისა და შესაფერისი ცხიმის მკაეების რთულ ეთერებს. მცენარეული ცხიმების მრავალფეროვნება აიხსნება ცხიმის მკაეების რადიკლების მრავალსახეობით. მცენარეული ცხიმები დიდი რაოდენობით გროვდება თესლში, წარმოადგენს მარაგ ნივთიერებას მცენარეში და ხასიათდება დიდი თბობითი ეფექტით. ცხიმების შემცველობა მცენარეში ძალზე მერყეობს. რაც ირკვევა ქვემოთოყვანილ ცხრილიდან (იხ. ცხრილი 10).

ცხრილი 10

ცხიმის რაოდენობა სხვადასხვა მცენარეში

კულტურის სახეობა	ცხიმის შემცველობა %
სელის თესლი	34
კენაფას	33
მზესუმხირას	53
ბამბის	54
ხაშაშის	41
გოგრის	50
სიმინდის მარცვლი	7
შერიის	6
ჭვავისა და ზორბლის მარცვ.	1,5
ხანჭკოლის მარცვლი	5,3
ბარდას	3
სოიას	18 და მეტი
კარტოფილის ტუბერები	0,3
შაქრის კარბლის ძირები	0,1
მარცვლეულის ჩალა	0,7
ცერცელას მწვანე მასა	0,6

მცენარეულ ცხიმს ეწოდება ზეთი, ხოლო ამ უკანასკნელით მდიდარ მცენარეებს კი ზეთოვანები.

ცხიმების ხარჯვა და მისი წარმოშობა დამოკიდებულია მცენარის განვითარების საფეხურზე და პირობებზე, რასაც ამტკიცებს მე-10 ცხრილი.

თესლის მომწიფებასთან ერთად მასში იზრდება ცხიმების რაოდენობაც, ხოლო გადივების პროცესში კი მცირდება, რადგან ის იხარჯება ახალი ორგანოების წარმოქმნასთან დაკავშირებით. ცხიმების წარმოქმნა მცენარეში წარმოებს ნახშირწყლებისა და კერძოდ გლუკოზის ხარჯზე.

ცხიმების გარდა მცენარეში გვხვდება აგრეთვე ეთერზეთები, არომატული მქროლავი ნივთიერებები. მათზეა დამოკიდებული ყვავილების არომატი და საერთოდ მცენარის ყველა არომატული ნაწილის სუნი.

ცხიმების შემცველობის ცვალებადობა
თესლებში (%-ბით)

მცენარის დასახელება	მწვანე სტა- დია	რძისებრი სიმწიფის სტადია	სრული სიმწიფის სტადია
სელი ხაშხაში	4,3 3,5	15,4 17,3	34,8 40,5

ორგანული მჟავები მცენარეში გვხვდება როგორც თავისუფალი, ისე მარილების სახით. უმრავლეს შემთხვევაში მცენარის უჯრედის წვენი ხასიათდება მჟავე რეაქციით. საკმარისია ვაშლის გაჭრილ ნაყოფს ან ხის ღეროს განაჰერს შევეხვით ლურჯი ლაკმუსის ქაღალდით, რომ ის სწრაფად გაწითლდება. უჯრედის წვენის მჟავიანობა შეპირობებულია მასში ორგანული მჟავების არსებობით, რომელთა შორის მცენარეში უფრო მეტად გავრცელებულია რძის (C_2O_2COOH), მჟაუნის $(COOH)_2$, ვაშლის ($C_2H_4O(COOH)_2$), ლიმონის ($C_3H_5O(COOH)_3$), ლენის ($C_2H_3O(COOH)_2$) და ქარვის ($C_2H_2(COOH)_2$) მჟავები.

მჟაუნმჟავა მცენარეში უფრო ხშირად გვხვდება მჟაუნმჟავა კალციუმის წვრილი კრისტალების სახით.

ხსნადი მჟავების შემცველობა ახალ მცენარეში იცვლება მცენარის სახეობის მიხედვით (ცხრილი 12).

ცხრილი 12

კულტურის სახეობა	საერთო მჟავიანობა % -ბით ნედლი წონიდან	შენიშვნა
კომბოსტო	0,09—0,23	გადანჯარიშებულია ვაშლის მჟავაზე
ხაზვი	0,05—0,14	
პამიდორი	0,28—0,49	
საზამთრო	0,038—0,067	
კვახი	0,03—0,10	
ნესვი	0,05—0,09	

ხსნადი მჟავები შედარებით მეტია კომბოსტოს თავში, პამიდორის ნაყოფში, ხოლო ნაკლებია საზამთროში, ნესვში, გოგრაში.

ხსნადი ორგანული მჟავების შემცველობა იცვლება აგრეთვე ახალ ნაყოფებსა და კენკრებში (იხ. ცხრილი 13).

ნაყოფი და კენკარი	საერთო შევნიშვნა (% -ბით ნედლ წონიდან ვაშლის შეკვამზე გადაანგარიშებით)	ნაყოფი და კენკარი	საერთო შევნიშვნა (% -ბით ნედლ წონიდან ვაშლის შეკვამზე გადაანგარიშებით)
ვაშლი	0,19—1,64	'შინდი'	1,56—2,89
მსხალი	0,10—0,79	ყურძენი	0,31—1,36
კომში	0,69—1,22	მოკხარი წითელი	1,54—2,57
კირცელი	0,61—0,63	ხურტკმელი	0,90—2,27
ფეშმელა	1,08—1,22	ჯოლო	1,07—2,04
ქლიავი	0,39—1,72	შაყელი	0,63—1,09
ნუში	0,49—1,36	შტოში	2,45—3,04
ატამი	0,28—1,51	მარწყვი	1,15—1,57
გარგარი	0,75—2,50	ფოთობალი	0,42—2,55
ალუბალი	0,31—0,84	ლიმონი	5,74—8,33
ბალი	1,46—2,16	მანდარინი	0,44—0,74

მთრიმლავი ნივთიერებანი გვხვდებიან მცენარის ქერქში (მუხა, ტირიფი, თრიმლი, შქერი, ფიჭვი და ღეკა), სქელფოთოლა ფხიჯას ღეროში. მათ უწოდებენ მთრიმლავს, რადგან იყენებენ ტყავის გამოყვანის საქმეში.

ლიგნინი წარმოადგენს ყველაზე უფრო მდგრად და რთული შედგენილობის ორგანულ შენაერთს მცენარეში, კვებითი ღირებულება არა აქვს. მცენარეში გროვდება განვითარების გვიან ფაზებში მერქნის გახვევებისას.

ორგანული აზოტის შემცველ შენაერთებს მიეკუთვნება: ცილები, ამინომჟავები, ფერმენტები, ალკალოიდები, ვიტამინები და ზრდის ნივთიერებები.

ცილებს გააჩნიათ მაღალი მოლეკულური წონა. გარდა ნახშირბადისა, ისინი შეიცავენ წყალბადს, ჟანგბადს, აზოტს, გოგირდს და ფოსფორს.

ამ ელემენტების შემცველობა ტიპიურ ცილებში შემდეგ ფარგლებში მერყეობს:

C—50	— 55	პროცენტი
H—6,4	— 7,3	"
N— 15	— 19	"
O— 19	— 24	"
S—0,8	— 2,4	
P— 0	— 0,8	

მარტივი ცილები ფოსფორს არ შეიცავენ, ხოლო რთულში კ აუცილებლად შედის. ცილები წარმოადგენენ მცენარეული და ცხოველური უჯრედების პროტოპლაზმის მთავარ შემადგენელ ნაწილს და სიცოცხლის მოვლენების მატერიალურ საფუძველს, ცილების გარეშე ცოცხალი უჯრედის არსებობა წარმოუდგენელია. მცენარეში ცილები შედის უჯრედის ბირთვში, პლაზმაში, უჯრედის წვეწვში. მარაგის სახით ცილები მოიპოვება მარცვლეულის თესლის ენდოსპერმში, პარკოსნების ლებნებში. ცილების შემცველობა მცენარეში იცვლება ასაკისა და ზრდა-განვითარების პირობების მიხედვით. მისი უფრო მეტი რაოდენობა გვხვდება მცენარის ახალგაზრდა ნაწილებში, ფესვებისა და ღეროების ბოლოებში, კვირტებში, ახალგაზრდა ფოთლებში, ყვავილებსა და თესლებში. ზრდადამთავრებული გაუხეშებული ღეროები, ფესვები და ფოთლები კი, პირიქით, ცილების ნაკლებ რაოდენობას შეიცავს. ბალახები ყვავილობის პერიოდში ცილების მეტ რაოდენობას შეიცავს, ვიდრე გაუხეშების პერიოდში.

ცილებიდან მცენარეში უმთავრესად გვხვდება გლობულინი, რომელიც შედის თესლებში, ფესვებსა და ღეროებში მარაგი საკვები ნივთიერების სახით. ის შეადგენს ფქვილის წებოვანას მთავარ შემადგენელ ნაწილს. უფრო ნაკლებად და იშვიათად გვხვდება მცენარეში ალბუმინი.

მცენარეში ცილების სინთეზი წარმოებს არაორგანული აზოტისა (ჩვეულებრივად ამონიაკის) და ორგანულ მკვავათა ხარჯზე, რის შედეგად წარმოიშვება ამინომკვავები, რომლებიც ქმნიან მალაქმოლეკულურ მარტივ ცილებს.

რთული ცილები (ნუკლეოპროტეინები) მარტივი ცილების შენაერთს წარმოადგენენ.

მცენარეში მიმდინარეობს აგრეთვე ცილოვანი შენაერთების დაშლა ამინომკვავების წარმოშობით; ეს უკანასკნელი განიცდის შემდგომ გარდაქმნას და იძლევა უაზოტო ორგანულ შენაერთებს და აზოტს არაორგანულ ფორმებში ამონიაკის სახით.

ცილების შემცველობა მცენარეებში და მათ შემადგენელ ნაწილებში ძალზე მერყეობს (იხ. ცხრილი 14).

ფერმენტები. მცენარეში არსებული ორგანული შენაერთები უჯრედიდან უჯრედში გადადიან მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ისინი იმყოფებიან ხსნარის სახით (კრისტალიზებურ მდგომარეობაში). ორგანული შენაერთების ძირითადი ნაწილი მცენარეში იმყოფება უხსნად (კოლოიდურ) მდგომარეობაში და შეიძლება გამოყენებულ იქნას კვებისა და სუნთქვის პროცესებისათვის მხოლოდ იმის შემდეგ როცა ისინი განიცდიან დაშლას (ჰიდროლიზს) უფრო მარტივ ადვილ-

ცილების რაოდენობა სხვადასხვა მცენარეში

კულტურის სახეობა	ცილების შემცველობა %-ით
სოიას მარცვალი	33,0
ხანჭკოლის "	35,0
ბარდას "	22,4
ხორბლის "	13,0
შერიის "	12,0
ბოინჯის "	8,0
ჭვავის "	11,0
სინინდის "	10,7
ქერის "	10,0
სელის "	23,0
ცერცველას მწვანე მასა .	3,8
იონჯას "	3,8
შაქრის ჭარხლის ძირები	1,1
კარტოფილის ტუბერები	2,0
საკვები	80,0

ხსნად შენაერთებად. ასეთ გარდაქმნაში მთავარ როლს ასრულებს ფერმენტები (ენზიმები), ე. ი. აზოტოვანი შენაერთები, რომელთა ქიმიური ბუნება ჯერ კიდევ კარგად არაა ცნობილი და რომლებიც ხელს უწყობენ ჰიდროლიზურ რეაქციებს მცენარეში, თვით კი უშუალოდ არ მონაწილეობენ ქიმიურ რეაქციაში. ფერმენტები მცენარეში მცირე რაოდენობით იმყოფება. ისინი წარმოადგენენ თავისებურ კატალიზატორებს (დამაჩქარებლებს), რომლებიც ხელს უწყობენ რეაქციის სვლას როგორც ერთი, ისე მეორე მიმართულებით.

დღეისათვის ცნობილია მრავალი ფერმენტი. მათ შორის მთავარია დიასტაზი. ინვერტინი, ინულაზა და სხვ. დიასტაზს სახამებელი გადაჰყავს გლუკოზაში. ის გვხვდება ფოთლებში, თესლში და მცენარის სხვა ორგანოებში. ფერმენტი ინვერტინი შლის ლერწმის შაქარს დექსტროზად და ლევულოზად. ის იმყოფება სპირტის დუდილის საფუვრებში. ფერმენტ ცელულაზას გადაჰყავს ცელულოზა შაქარში, ხოლო ინულაზას — ინულინი. ლიპაზა შლის ცხიმებს ცხიმის მკავეებად და გლიცერინად. პროტეოლიტური ფერმენტი (ანუ პროტეაზა) შლის ცილებს. დამჟანგველი ფერმენტი, ანუ ოქსიდაზა ხელს უწყობს ნივთიერების დაჟანგვის პროცესებს.

ფერმენტების აქტივობაზე დიდ გავლენას ახდენს ტემპერატურა. მაღალი ტემპერატურა (80°-ზე მეტი) იწვევს მათ დაშლას. მაღალი

მეავეიანობა ან ტუტიანობა, მარილების მაღალი კონცენტრაცია ამცირებს ფერმენტების აქტივობას. ფერმენტების აქტივობაზე გავლენას ახდენს აგრეთვე მცენარის წყლის რეჟიმი, არეს ჰაერაცია და სხვა პირობები. ისინი მცენარეში არსებული ორგანული ნივთიერების არა მარტო დაშლას იწვევენ, არამედ აწარმოებენ სინთეზს.

მცენარის მინერალური კვება ძლიერ გავლენას ახდენს ფერმენტების აქტივობაზე. მინერალური კვების გაძლიერებით ძლიერდება ფერმენტების მოქმედება, იზრდება ნივთიერებათა ცვლა მცენარეში, რის შედეგად მისი ზრდა-განვითარება უმჯობესდება.

ალკალოიდები. აზოტის შემცველ ორგანულ შენაერთს მცენარეში მიეკუთვნება აგრეთვე ალკალოიდები. ბევრ მცენარეულ ალკალოიდს გამოყენება აქვს მედიცინაში როგორც სამკურნალო საშუალებას, მაგრამ ზოგი მათგანი მომწამვლელია. მათ შემადგენლობაში, გარდა ნახშირბადისა, წყალბადისა და აზოტისა, შედის უანგბადი. უეანგბადო ალკალოიდები მცირე რაოდენობით მოიპოვება.

მცენარეში ალკალოიდები მოიპოვება მარილების სახით, რომლებიც წარმოიშეება ორგანული მეავეებისაგან და უმთავრესად გვხვდება ნაყოფში, თესლსა და მცენარის ქერქში. მცენარიდან მათი გამოყოფა წარმოებს სუსტი კონცენტრაციის მეავეების ზემოქმედებით (HCl და H_2SO_4).

ალკალოიდები წყალში ან სუსტად ან სრულიად არ იხსნება, სპირტში ადვილად იხსნება, ხოლო ეთერებში, ბენზოლში, ქლოროფორმში — შედარებით ნაკლებად. მცენარეული ალკალოიდებიდან ყველაზე უფრო ცნობილია სოლანინი, რომელიც კარტოფილის მწვანე ფოჩისა და ტუბერებში, ნიკოტინი — თამბაქოს ფოთლებში, ატროფინი — ლემასა და ბელადონაში, ლუპინინი — ხანჭკოლაში, კუმარინი — თეთრ ძიძოში, მორფინი — ხაშხაშის რძის წვეწვში და ქინინი — ქინაქინის ხის ძირებში იმყოფება და ა. შ.

ვიტამინები. მცენარეებში არსებობს აგრეთვე ვიტამინები, რომლებიც მეტად რთული და სხვადასხვა ქიმიური შემადგენლობის არიან. ისინი დიდ როლს ასრულებენ ცხოველებისა და ადამიანების კვებაში.

ვიტამინებიდან მთავარია:

ვიტამინი A, რომელიც ცოტაოდენი მოიპოვება თევზის ქონში.

პროვიტამინი კაროტინი დიდი რაოდენობით არის ისპანახში, იონჯაში, სამყურასა და სტაფილოში.

ვიტამინი B₁ — ანტინერვოტული — შედის დიდი რაოდენობით ხორბლის ლივებსა და ქატოში, ხოლო ვიტამინი B₂ — პელაგრის საწინააღმდეგო, — გვხვდება მარცვლებში.

ვიტამინი C — ცინგის საწინააღმდეგო, — შეიცავს ასკილის ნაყოფი, მოცხარის ფოთლები და ნაყოფი, კომბოსტო, პაძიდორი, ნაძვისა და ფიჭვის წიწვები და სხვ.

ვიტამინი D — რაქიტის საწინააღმდეგო, — მცირე რაოდენობითაა მწვანე ბალახებში.

ვიტამინი E — ანტისტერილური, — მოიპოვება ახალ ბოსტნეულში, ხორბლის მარცვალში, სალათაში და სხვ.

მცენარის სიცოცხლეში ვიტამინებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვთ. ისინი შედიან მრავალი ფერმენტის შედგენილობაში, რითაც განისაზღვრება ძირითადად მათი ფიზიოლოგიური როლი ცხოველთა ორგანიზმში. ვიტამინების შემცველობაზე მცენარეში დიდ გავლენას ახდენს კვება — მინერალური კვების გაძლიერება იწვევს ვიტამინების რაოდენობის გადიდებას მცენარეში.

ზრდის ნივთიერება ანუ ზრდის სტიმულატორები. მცენარეში აღმოჩენილია მრავალრიცხოვანი ზრდის ნივთიერება ანუ ზრდის სტიმულატორი (აუქსინესი, ფიტოჰორმონები). ასეთ ნივთიერებებს მიეკუთვნებიან აუქსინი ა, აუქსინი ბ, ჰეტეროაუქსინი და სხვ. მათ აქვთ თვისება მცირე დოზებით გამოიწვიონ მცენარის ზრდის გაძლიერება, ხოლო დიდი დოზების შემთხვევაში წყვეტენ უჯრედის გამრავლებას და მცენარის ზრდის შეჩერებას. მათი ხსნარების მაღალი კონცენტრაცია იწვევს მცენარის დაღუპვასაც კი. ამიტომ სტიმულატორებს იყენებენ სარეველებთან საბრძოლველად. ჰეტეროაუქსინი, რომელიც შედის მცენარეში, მზადდება ქიმიურ ქარხნებში და ცნობილია ინდოლილძმრის მჟავას სახელწოდებით. მას ფართოდ იყენებენ მცენარის კალმების დაფესვიანების გაძლიერებისათვის, ყვავილების, ნასკვების, ნაყოფების ცვენის შემცირების მიზნით, უთესლო ნაყოფების მისაღებად და სხვ. დღეისათვის ქიმიური მრეწველობა ფართოდ უშვებს ზრდის ნივთიერების შემცველ მრავალ პრეპარატს. ასეთებია: ინდოლილციხიმის მჟავა, ნაფტილძმრისმჟავა; 2,4 დიქლორფენოქსილძმრისმჟავა და სხვ. აღნიშნულ პრეპარატებს ფართოდ იყენებენ მემცენარეობაში სხვადასხვა მიზნით და კერძოდ სარეველებთან საბრძოლველად.

მრავალ მცენარეში მოიპოვება აგრეთვე ე. წ. ფიტოციდები ანუ ანტიბიოტიკები, რომლებიც იცავენ მცენარეებს მავნე მიკრობებისაგან, მწერებისა და სოკოვან დაავადებათაგან. ასეთი ნივთიერებებით მდიდარია ნიორი, ხახვი და სხვა მცენარეები. ანტიბიოტიკებს იყენებენ მედიცინაში. მცენარეში ზრდის ნივთიერების (სტიმულატორების) და ანტიბიოტიკების შემცველობაზე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს კვება.

ნიადაგის თვისებების მნიშვნელობა სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით

მცენარის კვებისათვის ნიადაგის თვისებებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს, რადგან ის ნიადაგიდან ფესვების მეშვეობით ითვისებს მისთვის საჭირო ძირითად საკვებ ელემენტებს და წყალს. ნიადაგის თვისებები განსაზღვრავენ საკვები ნივთიერების ხსნადობას, ისინი არსებითად მოქმედებენ მიწათმოქმედებისათვის სასარგებლო მიკროორგანიზმების ცხოველყოფილობაზე, რაზედაც დამოკიდებულია ნიადაგის ორგანული ნივთიერების მინერალიზაცია და მასში არსებული საკვები ნივთიერების გადაყვანა მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმებში. ადამიანი სასუქების შეტანით აქტიურად მოქმედებს ნიადაგსა და მცენარეზე, იწვევს მცენარის კვების რეჟიმის გაუმჯობესებას მოსავლიანობის გადიდების მიზნით.

ნიადაგში შეტანილ სასუქებში შემავალი საკვები ელემენტები მთლიანად როდი შეითვისება მცენარის მიერ. ნაწილი ამ საკვები ელემენტებისა ჩაირეცხება ნიადაგის ქვედა ფენებში ნალექებისა და სარწყავი წყლის გავლენით, ნაწილი გადაირეცხება ნიადაგთან ერთად ზედაპირული გადარეცხვის შედეგად, ნაწილი გადადის მცენარისათვის ძნელად შესათვისებელ ფორმებში და მხოლოდ დანარჩენი ნაწილი რჩება მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმებში. მაშასადამე, ნიადაგში შეტანილი სასუქი განიცდის გარკვეულ გარდაქმნებს. ამ უკანასკნელის ინტენსივობა განისაზღვრება ნიადაგის თვისებებით. სასუქში შემავალი საკვები ნივთიერების ნიადაგის ქვედა ფენებში ჩარეცხვის ინტენსივობა დამოკიდებულია ნიადაგის თვისებებზე. ასე, მაგალითად, ქვიშნარ ნიადაგებში სასუქებში შემავალი საკვები ნივთიერების ჩარეცხვა უფრო ინტენსიურია, ვიდრე თიხნარ და თიხიანში.

სასუქებში შემავალი საკვები ნივთიერების გადასვლა მცენარისათვის შეუთვისებელ ფორმებში დამოკიდებულია ქიმიურ, ფიზიკურ-ქი-

მიურ და ბიოლოგიურ თვისებებზე და სხვადასხვა ნიადაგობრივ პირობებში სხვადასხვა ინტენსივობით მეღანელება.

შეტანილი სასუქების მოქმედება მცენარის განვითარებაზე დამოკიდებულია თვით ნიადაგის თვისებებზე. რამდენადაც ხელსაყრელი პირობებია შექმნილი ნიადაგში მცენარის განვითარებისათვის, მით მეტია სასუქებიდან საკვები ელემენტების შეთვისების ხარისხი.

ნიადაგში შეტანილი ორგანული სასუქები იშლებიან მიკროორგანიზმების გავლენით. ამ პროცესის ინტენსივობა დამოკიდებულია ორგანული ნივთიერების დამშლელი მიკროორგანიზმების ცხოველყოფელობაზე, რასაც განსაზღვრავს ნიადაგის თვისებები, როგორცაა ნიადაგის რეაქცია, ფიზიკური თვისებები (სტრუქტურაანობა), ტემპერატურისა და წყლის რეჟიმი, აერაცია. ამიტომ ნიადაგში შეტანილი ორგანული სასუქების გარდაქმნის პროცესი და მათი ეფექტურობა დიდად არის დამოკიდებული ნიადაგის თვისებებზე.

ორგანული სასუქების დაშლის შედეგად მიღებული მინერალური ნივთიერებები განიცდიან გარდაქმნას ნიადაგში. ნაწილი ამ ნივთიერებისა გამოიყენება მცენარის მიერ, ნაწილი ჩაირეცხება ნიადაგის ქვედა ფენებში, ნაწილი გადადის მცენარისათვის შეუთვისებელ ფორმებში. როგორც ორგანული, ისე მინერალური სასუქების გარდაქმნის პროცესები ნიადაგში მიმდინარეობს ერთდროულად სხვადასხვა სიჩქარით და ინტენსივობით სხვადასხვა ნიადაგობრივ და კლიმატურ პირობებში და უარყოფითად ან დადებითად მოქმედებს მცენარის კვების რეჟიმზე.

ჩვენ რომ შევაფასოთ ამა თუ იმ სასუქის სასუქობრივი ღირებულება და ნორმალურად წარვმართოთ მცენარის კვების რეჟიმი მინდვრის პირობებში, საჭიროა ვიცოდეთ არა მარტო მცენარის მოთხოვნილება საკვებ ნივთიერებაზე, არამედ ამასთან ერთად უნდა ვიცოდეთ ნიადაგის თვისებები, რომლებიც განსაზღვრავენ სასუქების ეფექტურობას. ნიადაგის ყველა თვისება ამა თუ იმ ხარისხით გავლენას ახდენს სასუქების მოქმედებაზე, მაგრამ მათ შორის არიან ისეთები, რომლებიც დიდად ცვლიან მის ეფექტურობას. ეს თვისებებია: შთანთქმითი უნარიანობა, მქაფიანობა, ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი და ბუფერობა ადნინული თვისებები დამოკიდებულია ნიადაგის ქიმიურ და მექანიკურ შედგენილობაზე. ამიტომ საჭიროა ზოგადად გავეცნოთ მას. მაგრამ მანამდე აუცილებელია გავარკვიოთ ნიადაგის როლი და ადგილი მცენარის სასიცოცხლო ფაქტორებში.

1. ნიადაგის ალგოლი მცენარის სასიცოცხლო ფაქტორებში და მისი შეღვენილობა

მცენარე თავის განვითარებისათვის შემდეგ ფაქტორებს თხოვლობს: სინათლეს, სითბოს, წყალს და საკვებ ელემენტებს. ღდებისათვის მცენარისათვის საჭირო ფაქტორების ასეთი დაყოფა, რასაკვირველია, არაა სრულყოფილი, რადგან წყალი არის მცენარის საკვები ნივთიერება, ის მონაწილეობას იღებს ფოტოსინთეზის პროცესში. მიუხედავად ამისა, მცენარის განვითარების ფაქტორების ასეთი დაჯგუფება უფრო მოსახერხებელია, ვინაიდან წყალს გააჩნია სხვა ფუნქციებიც.

მცენარის განვითარებისათვის საჭირო ფაქტორები შეიძლება ორჯგუფად დაიყოს:

1. კოსმიური ფაქტორები, რომელთაც მიეკუთვნება სინათლე და სითბო.

2. მიწიერი ფაქტორები — წყალი და საკვები ნივთიერება.

კოსმიური ფაქტორები (სინათლე და სითბო) მოედინებიან კოსმოსიდან — პლანეტა შორის სივრციდან და ჩვენ მათზე მეცნიერების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე, გავლენის მოხდენა ბუნებრივი პირობებში არ შეგვიძლია. ცალკეულ შემთხვევაში ამ ფაქტორების შეცვლა შეიძლება ორანჟერეასა და სათბურში.

მცენარის განვითარებისათვის საჭირო მიწიერი ფაქტორები — წყალი და საკვები ნივთიერებები ჩვენს მატერიკზე იმყოფება და მათი რეგულირება შესაძლებელია ადამიანის ზეგავლენით.

გარდა ზემოაღნიშნულისა, მათ შორის კიდევ ის განსხვავებაა, რომ პირველი ჯგუფის ფაქტორებს — კოსმიურ ფაქტორებს — მცენარე ითვისებს უშუალოდ, მაშინ როდესაც მეორე ჯგუფის ფაქტორების, დიდრ გამონაკლისის გარდა (ატმოსფეროდან CO_2), შეთვისება წარმოებს შუალედის მეშვეობით. ასეთ შუალედს კი წარმოადგენს ნიადაგი.

ადამიანის ზემოქმედებით ნიადაგში იცვლება საკვები ელემენტებისა და წყლის რეჟიმი. იმისათვის, რომ ეს ზემოქმედება ეფექტური იყოს, საჭიროა ნიადაგის თვისებების ცოდნა. ნიადაგის თვისებათა შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია მისი ნაყოფიერება.

ა) ნიადაგის ნაყოფიერება

ნიადაგი ეწოდება დედამიწის ფხვიერ ზედაპირულ ფენს, რომელსაც გააჩნია ნაყოფიერების თვისება. ნიადაგი წარმოადგენს ნიადაგწარმოშობის ფაქტორთა ზანგრძლივად ურთიერთმოქმედების პრო-

დექტს, ამ ფაქტორებს კი მიეკუთვნება: 1. დედაქანი, 2. მცეიარეუ-
ლი და ცხოველური ორგანიზმები (ბიოსფერო), 3. კლიმატი, 4. ქვეყ-
ნის ხნოვანება და 5. ადგილის რელიეფი.

აღნიშნული ფაქტორები არსებით გავლენას ახდენენ ნიადაგის
თვისებებზე. ნიადაგწარმოქმნის პროცესი და მისი თვისებები იცვლება
ადამიანის ზეგავლენით. მართალია, ამ უკანასკნელმა უფრო გვიან პე-
რიოდებში კპოვა გამოხატულება, მაგრამ დღეს ნიადაგის საყოფიე-
რება მკვეთრად იცვლება ადამიანის ზეგავლენით, რაც გამოიხატება
ქაობის ამოშრობაში, ურწყაუ ნიადაგების მორწყვაში, სასუქების შე-
ტანაში, თესლბრუნვის მოწყობაში და სხვა აგროლონისძიების გატა-
რებაში.

ნიადაგის ნაყოფიერებაზე ადამიანის ზეგავლენა შემდეგნაირად
დაახასიათა მარქსმა „კაპიტალიზ“ III ტომში: 1. „...თუმცა ნაყოფიე-
რება მიწის ობიექტურ თვისებას წარმოადგენს, ეკონომიურად იგი
მაინც მუდამ გულისხმობს განსაზღვრულ დამოკიდებულებას, სამიწათ-
მოქმედო ქიმიისა და მექანიკის განვითარების მოცემულ დონის მი-
მართ და იცვლება ამიტომ განვითარების ამ დონესთან ერთად“¹.

არსებობს ნიადაგის ნაყოფიერების სხვადასხვა განმარტებანი,
რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან თავისი ფორმითა და ში-
ნაარსით. ერთი ჭგუფი მეცნიერებისა მას შემდეგნაირად განმარტავენ:
ნიადაგის ნაყოფიერება არის მისი უნარი მოგვეცეს ესა თუ ის მოსა-
ვალი. ეს ვერ გამოხატავს მთელ მის შინაარსს. გარდა ამისა, ნიადაგის
ნაყოფიერებაზე არსებობს მთელი რიგი სხვა განმარტებები, რომლებ-
საც ისტორიული მნიშვნელობა აქვს და ამიტომ აქ არ მოვიყვანთ. მეც-
ნიერების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე ყველაზე ზუსტ ფორ-
მულირებას იძლევა ვ. რ. ვილიამსი: ნიადაგის ნაყოფიერება არის უნა-
რი ნიადაგისა დააკმაყოფილოს მცენარეთა მოთხოვნილება სიცოცხლის
მატერიკული ფაქტორებისადმი, წყლისა და საკვები ნივთიერებისადმი.

კ. მარქსი უკეთებდა რა ანალიზს ნიადაგის ნაყოფიერებას, „კაპი-
ტალიზში“ მოგვცა მისი შემდეგი დაყოფა: 1. ბუნებრივი და 2. ხელოვნ-
ური ნაყოფიერება.

ნიადაგის ბუნებრივი ნაყოფიერება წარმოადგენს მის ისეთ ქი-
მიურ, ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებას, რომელსაც ის იძენს
ბუნებრივად ნიადაგწარმოქმნის პროცესების დროს. ბუნებრივად მა-
ლალნაყოფიერს წარმოადგენს შავმიწა ნიადაგები.

ხელოვნური ნაყოფიერება ეს ისეთი ნაყოფიერებაა, რომელსაც
იძენს ნიადაგი მასზე ადამიანის ზემოქმედების შედეგად. ხელოვნური

¹ კ ა პ ი ტ ა ლ ი, ტ. III, წიგ. 2, გვ. 178. სახელგამი, თბილისი, 1934 წ.

ნაყოფიერების საუკეთესო მაგალითს წარმოადგენს ჭაობის ამოშრობა ანდა ქვიშნარი ნიადაგების გაკულტურება. როგორც ცნობილია, კულტურული მცენარეები ჭაობში არ ვითარდებიან, მაგრამ მელიორაციული ღონისძიების გატარების შემდეგ შესაძლებელია მასზე მცენარეების მოშენება.

შუა აზიაში ქვიშნარ ნიადაგებზე არც ერთი კულტურული მცენარე არ ხარობდა, მაგრამ სისტემატურად ორჯანული და მინერალური სასუქების შეტანით შესაძლებელი გახდა მათი გამოყენება ბამბის კულტურისათვის.

კ. მარქსი არჩევდა აგრეთვე ნიადაგის ეფექტურ და პოტენციალურ ნაყოფიერებას. ეფექტური ნაყოფიერების ქვეშ იგი გულისხმობდა საკვები ელემენტების ისეთ ფორმებს, რომლებიც უშუალოდ ემსახურებიან მცენარის კვებას და გავლენას ახდენენ მის ზრდა-განვითარებაზე, ხოლო რაც შეეხება პოტენციალურ ნაყოფიერებას იგი საჭირო საკვები ელემენტების ის რაოდენობაა, რომლებიც იმყოფებიან მცენარისათვის შეუთვისებელ ფორმებში.

აბსოლუტური რაოდენობით ნიადაგის პოტენციალური ნაყოფიერება ბუნებრივ პირობებში ყოველთვის მეტია, ვიდრე ეფექტური ნაყოფიერება. ასე, მაგალითად, ღრმა შავმიწა ნიადაგებში საერთო აზოტის შემცველობა 0,5 — 0,6 პროცენტს აღწევს. ეს კი ერთი ჰექტარი ფართობის სახნავ ფენაში შეადგენს 15000 — 16000 კილოგრამ სუფთა აზოტს. მაგრამ აქვე უნდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ მცენარისათვის შესათვისებელი აზოტი საერთო აზოტის 1 პროცენტს არ აღემატება. მაშასადამე, აღნიშნულ ნიადაგებში პოტენციალური ნაყოფიერება აზოტის მიმართ ასჯერ მეტია, ვიდრე ეფექტური ნაყოფიერება.

საერთო აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობა სხვადასხვა ნიადაგების სახნავ ფენაში მოცემულია ქვემოთ.

ცხრილი 15

საერთო აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობა ნიადაგების სახნავ ფენაში ერთ ჰექტარზე კილოგრამებში

ნიადაგები	საერთო N კგ ჰექტარზე	საერთო P ₂ O ₅ კგ ჰექტარზე	საერთო K ₂ O კგ ჰექტარზე
ეწერი ქვიშნარი	1021	1700	15000
ეწერი თიხნარი	3720	2834	42500
შავმიწა	10630	6022	68600

მონაცემებიდან ნათლად იანს, რომ ღარიბ ნიადაგებშიაც კი საერთო აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობა საკმაოდ დიდია, მაგრამ მათი საერთო რაოდენობის მცირე ნაწილი იმყოფება მხოლოდ მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმაში. კულტურული მცენარეების სისტემატური მოქმედებით ნიადაგში მცირდება ეფექტური ნაყოფიერება, რითაც ეცემა მოსავლიანობა. ამიტომ საჭიროა ნიადაგში ეფექტური ნაყოფიერების გადიდება სასუქების შეტანის გზით. ნიადაგშიარმოქმნის ბუნებრივი და ხელოვნური ფაქტორების ზეგავლენით შეიძლება პოტენციალური ნაყოფიერება თანდათანობით გადავიდეს ეფექტურ ნაყოფიერებაში. ბუნებრივ ფაქტორებთან ერთად აღამიანი აჩქარებს და ადიდება პოტენციალური ნაყოფიერების ეფექტურ ნაყოფიერებაში გადასვლის პროცესს. ასე, მაგალითად, მკავე ნიადაგების მოკირიანების შედეგად ნეიტრალდება მკავეიანობა და იქმნება ხელსაყრელი პირობები იმ მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობისათვის, რომლებიც იწვევენ ნიადაგში არსებული ორგანული ნივთიერების დაშლას, რის შედეგადაც ძლიერდება მასში შემავალი მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიერების გადასვლა შესათვისებელ ფორმაში, ე. ი. მოკირიანება ფაქტიურად აძლიერებს ნიადაგის პოტენციალური ნაყოფიერების ეფექტურ ნაყოფიერებაში გადასვლას.

ბ) ნიადაგის შედგენილობა

ნიადაგი შედგება მაგარი, თხიერი და გაზისებური ფაზებისაგან. ნიადაგის მაგარი ფაზა წარმოადგენს სხვადასხვა სიდიდის მექანიკურ ნაწილაკებს — დაწყებული მსხვილი ქვიშა ნაწილებისაგან, დამთავრებული უწყრილესი კოლოიდებით. კოლოიდებს მიეკუთვნება ნიადაგის ისეთი ნაწილაკები, რომელთა დიამეტრი 0,001 მილიმეტრზე ნაკლებია. ნიადაგის მექანიკური შემადგენელი წერილი ნაწილაკებიდან წარმოიშვება სტრუქტურული აგრეგატები.

ნიადაგის მაგარი ფაზა ქიმიური შედგენილობის მიხედვით შედგება მინერალური და ორგანული ნივთიერებისაგან. მათი ურთიერთმოქმედებით მიიღება ნიადაგის რთული ორგანულ-მინერალური შენაერთები. ნიადაგის მინერალური შენაერთები ბევრად მეტია მის ორგანულ ნაწილთან შედარებით. აქედან გამონაკლისს წარმოადგენს ტორფიანი ნიადაგები, რომელშიაც ორგანული ნივთიერების რაოდენობა 90 პროცენტზე მეტია.

ნიადაგის მექანიკურ ნაწილაკებსა და აგრეგატებს შორის არსებული სივრცე — ფორები უკავია ჰაერს და წყალს.

გ) ნიადაგის თხიერი ფაზა

ნიადაგის თხიერი ფაზა წარმოადგენს ხსნარს, რომელიც მოთავსებულია ნიადაგის მაგარ ნაწილაკთა შორის სივრცეში. ნიადაგში მოხვედრილი წყალი, ჩვეულებრივ, შეიცავს მასში გახსნილ ქანგბადს, ნახშირორჟანგს და მცირე რაოდენობით სხვა გაზებს. ეს წყალი ეხება რა ნიადაგის მაგარ ფაზას, ხსნის მის ხსნად ნივთიერებას და ამგვარად გადაიქცევა ნიადაგის ხსნარად ანუ თხიერ ფაზად. ნიადაგის ხსნარს ყოველთვის შეიცავს სხვადასხვა მინერალურ და ორგანულ შენაერთებს. მასში ნიადაგის ტიპის მიხედვით შეიძლება ნახულ იქნას ანიონები: HCO_3^- , SO_4^{2-} , HPO_4^- , NO_3^- , OH^- , Cl^- , კათიონები: H^+ , Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , NH_4^+ , იშვიათად Fe^{+++} , Al^{+++} და სხვა მეტალეების ნიშნები. გარდა ამისა, ნიადაგის ხსნარში არსებობს კოლოიდურ მდგომარეობაში მყოფი რკინისა და ალუმინის ნივთიერება ზოლის სახით, აგრეთვე ხსნადი ორგანული ნივთიერება; ორგანული მჟავები, ნახშირწყლები და სხვ. ნივთიერების საერთო რაოდენობა, რომელიც გახსნილია ნიადაგის ხსნარში, პროცენტის მეთხუთმედნიდან პროცენტამდე აღწევს. საშუალოდ ნიადაგის ხსნარში არსებული მარილების კონცენტრაცია 0,05 პროცენტიდან 0,2 პროცენტის ფარგლებში მერყეობს.

გარდა მინერალური და ორგანული ნივთიერებისა, ნიადაგის ხსნარში ყოველთვის შედის მასში გახსნილი გაზები. მათგან ყველაზე აქტიურია ქანგბადი O_2 და ნახშირორჟანგი CO_2 .

ჩვეულებრივ, ნიადაგის ხსნარს გამოსაყოფად იყენებენ ორ წესს: 1. ნიადაგის ხსნარს აძევენ რომელიმე ინერტიული სითხით სუსტი დაწოლისას, მაგალითად, ზეთით, სპირტით. 2. ნიადაგის ხსნარს გამოწურვა წნეხით 16 — 25 ატმოსფეროს წნევის პირობებში. ამ გზით შეიძლება გამოყოფილ იქნას მხოლოდ გრავიტაციული წყალი და ზოგჯერ ნაწილი კაპილარული წყლისა. მაგრამ ამის შემდეგ კიდევ რჩება საკმაოდ დიდი ნაწილი ნიადაგის ხსნარისა, რომელიც მიუწვდომელია ჩვენი გამოკვლევისათვის. იმის გამო, რომ ნიადაგის ხსნარის გამოყოფა ძალზე ძნელია, მის შესასწავლად ხშირად ნიადაგის გამოწურვის ანალიზით კმაყოფილდებიან. ნიადაგს ხსნიან მისი წონის ხუთჯერ მეტ წყალთან, ფილტრავენ და არკვევენ მიღებულ შედგენილობას. ასეთი წესით შესწავლა, რასაკვირველია, არ იძლევა სრულ წარმოდგენას ნიადაგის ხსნარზე, რადგან წყალი ანზავებს მას.

დ) ნიადაგის გაზისებური ფაზა

ნიადაგის გაზისებური ფაზა ნიადაგის ჰაეროვანი ნაწილია, რომელიც ატმოსფეროს ჰაერიდან ორი ნიშნით განსხვავდება. ჯერ ერთი, ნიადაგის ჰაერი გაქლენთილია უფრო მეტად წყლით და მეორე, ნიადაგის ჰაერი ატმოსფეროსთან შედარებით შეიცავს მეტ ნახშირორჟანგს ასე, მაგალითად, ატმოსფეროს ჰაერში CO_2 შემცველობა იშვიათად აღემატება 0,03 — 0,04 პროცენტს მაშინ, როდესაც ნიადაგში აღწევს 2 — 3 პროცენტს (საშუალოდ 0,3 პროცენტია). ნახშირორჟანგის წყაროს ნიადაგში უმთავრესად წარმოადგენს: 1. ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაშლა, 2. ცოცხალი მცენარის ფესვებიდან ნახშირორჟანგის გამოყოფა და 3. მიკროორგანიზმების სუნთქვის შედეგად ნახშირორჟანგის გამოყოფა. ნიადაგში მოხვედრილი CO_2 იოლად იხსნება ნიადაგის ხსნარში და წარმოშობს სუსტ ნახშირმჟავა იონებს, რომელიც წარმოადგენს ძლიერ ფაქტორს ნიადაგის მინერალების გამოფიტვისათვის.

ნიადაგის სამივე ფაზა ურთიერთშორის მჭიდრო კავშირში იმყოფება. ნიადაგის მაგარი და თხიერი ფაზების ურთიერთმოქმედების შედეგად მაგარი ფაზის ხარჯზე და ზოგჯერ პირიქით, ხსნარში იზრდება ნივთიერების რაოდენობა — ნიადაგის მაგარი ფაზა შთანთქავს თხიერ ფაზიდან ზოგიერთ ნივთიერებებს. ასევე ნიადაგის ხსნარსა და ჰაერში CO_2 შემცველობა ზრდის ნიადაგის მაგარ ფაზაში შემავალი ნივთიერების ხსნადობას.

ე) ნიადაგის ორგანული ნივთიერება

ნიადაგის ორგანული ნივთიერება წარმოდგენილია ჯერ კიდევ დაუშლელი მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ორგანული ნივთიერებისა და ნიადაგის მიკროორგანიზმებისა და ჰუმუსის სახით.

პროფ. ი. ტიურინის გამოანგარიშებით ნიადაგის ზედაპირზე მოხვედრილი ორგანული ნივთიერების საერთო რაოდენობა 1 ჰექტარ ფართობზე წელიწადში 3-დან 5 ტონამდე აღწევს.

ნიადაგის ორგანული ნივთიერების შედგენილობა. იმ მცენარეული ნაშთების ქიმიური შედგენილობა, რომლებიც ნიადაგში ხვდება ძალზე მრავალფეროვანია. მიუხედავად ამისა შეიძლება ისინი ქიმიური შედგენილობის მიხედვით დავყოთ ექვს ჯგუფად.

ნახშირწყლები და ორგანული მჟავები. მათ ეკუთვნიან გლუკოზა $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, პენტოზა $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$, ლეინის მჟავა $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$, ლიმონის მჟავა $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$, მეთუნის მჟავა $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$; გარდა ამისა, სხვადასხვა სახის ამინო-

მჟავები: გლიკოგოლი — $\text{CH}_2\text{NH}_2\text{COOH}$, ალანინი $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$, ლიზინი $(\text{NH}_2)(\text{C}_6\text{H}_5)\text{CHNH}_2\text{COOH}$ და სხვ. ყველა ეს ნივთიერება იოლად იხსნება წყალში და ასევე იოლად გამოირეცხება მცენარეულ ნაშთებიდან. ეს შენაერთები მიკროორგანიზმების გავლენით ადვილად იშლებიან.

ფისი, მთრიმლავი ნივთიერებები, ცხიმები, ზეთები და სანთელი. ამ ჯგუფის ორგანული ნივთიერებები არ იხსნებიან წყალში, მაგრამ ისინი ხსნაღია ორგანულ გამხსნელებში: სპირტში, ბენზოლში და სხვ. ეს ნივთიერებები წარმოადგენენ რთულ ქიმიურ შენაერთებს. ისინი ნიადაგის პირობებში უფრო ძნელად, ვიდრე შაქრები და ამინომჟავები, განიცდიან ქიმიურ დაშლას და მათზე უფრო გამძლეა მიკროორგანიზმების მოქმედებისას.

ცელულოზა (უჯრედანა) და ჰემიცელულოზა. მცენარეული ცელულოზა (უჯრედანა) და ჰემიცელულოზა უჯრედის გარსის მთავარი შემადგენელი ნაწილია.

უჯრედანის ქიმიური შედგენილობა საკმაოდ რთულია. იგი გამოიხატება საერთო ფორმულით $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, სადაც n შეიძლება იყოს 5-დან 10.000-მდე. განზავებული მჟავები და ტუტეები უჯრედანაზე არ მოქმედებენ, მაგრამ უფრო ძლიერ მჟავებსა და ტუტეებს, მაგალითად, 72-პროცენტიანი გოგირდის მჟავას უჯრედანა გადაჰყავს გლუკოზაში $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. ჰემიცელულოზა ნაკლებად გამძლეა მჟავებისა და ტუტეების სუსტი ხსნარებისადმი და განიცდის ჰიდროლიზს. ნიადაგის მიკროორგანიზმები, ფერმენტების ანუ ენზიმების გამოყოფის გზით, იოლად ბრწინან უჯრედანას და ჰემიცელულოზას და საბოლოო პროდუქტის სახით გამოყოფენ ნახშირორჟანგს — CO_2 , წყალბადს — H_2 და მეთანს — CH_4 .

ლიგნინი მერქნის მთავარი შემადგენელი ნაწილია. იგი წარმოადგენს რთულ ორგანულ შენაერთს. მისი შედგენილობა იცვლება მცენარის სახეობის მიხედვით. ლიგნინის ქიმიურ შედგენილობას გამოხატავენ ფორმულებით — $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_{10}$ ან $\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O}_{11}$.

ყველა მცენარეულ ნაშთებიდან ლიგნინი წარმოადგენს უფრო გამძლეს როგორც ქიმიური ზემოქმედების, ისე მიკროორგანიზმების მოქმედებისადმი. იგი არ განიცდის ჰიდროლიზს მასზე მჟავების მოქმედებისას, მაგრამ იოლად იჟანგება ჰაერის ენაგბადით.

პროტეინები ანუ ცილოვანი ნივთიერებანი. პროტეინები წარმოადგენენ რთულ ორგანულ აზოტის შემცველ შენაერთებს. მათი მოლეკულური შემადგენლობა დადგენილი არ არის. პროტეინებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმებისათვის, რადგანაც ისინი შედიან უჯრედის პროტოპლაზმის შემადგენლობაში.

პროტეინები, რომლებიც შედიან მცენარის შემადგენლობაში, შეიძლება დაიყოს სამ ჯგუფად: ალბუმინები, გლობულინები და პროლაშინები. პროტეინების შემადგენლობაში შედის აზოტი — 15-დან 19 პროცენტამდე, გოგირდი — 0,5-დან 1 პროცენტამდე და ფოსფორი 0 — 0,8 პროცენტამდე. პროტეინები იოლად იშლებიან მიკროორგანიზმების გავლენით.

ნაცრის ნივთიერება — ეს ის ნივთიერებაა, რომელიც შედის მცენარეების ნაცრის შემადგენლობაში. მასში შედიან საკმაოდ დიდი რაოდენობით ისეთი ელემენტები, როგორცაა კალიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი, ფოსფორი, გოგირდი, სილიციუმი. ნაცრის შემადგენლობა მცენარეში მერყეობს 2 პროცენტიდან 27 პროცენტამდე მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით.

ზემოთ ნაჩვენები ორგანული ნივთიერების ჯგუფების შემცველობის მიხედვით სხვადასხვა მცენარეული ნაშთები მნიშვნელოვნად განიზიარებიან ერთმანეთისაგან. ერთი და იგივე მცენარის ნაშთების ქიმიური შემადგენლობაც კი არ არის ერთნაირი, რაც დამოკიდებულია მცენარის ასაკსა და კვების პირობებზე.

ორგანული ნივთიერების დაშლა ნიადაგში. ნიადაგში მოხვედრილი ორგანული ნივთიერება განიცდის გარდაქმნას, რაც მიმდინარეობს ორი მიმართულებით: 1. ორგანული ნივთიერების მარტივ, ძირითადად მინერალურ შენაერთებად დაშლა და 2. ახალი ორგანული ნივთიერების შექმნა — სინთეზი. ამ უკანასკნელი პროცესის შედეგად წარმოიქმნება მიკროორგანიზმების პლაზმის ან მუქი ფერის განსაკუთრებული ორგანული ნივთიერება, რომელიც შეადგენს ნეშომპალას მთავარ მასას, ე. წ. ჰუმუსოვან ნივთიერებას. ორივე ეს პროცესი მიმდინარეობს ერთდროულად. მათი ინტენსიურობა დამოკიდებულია ნიადაგზე — სხვადასხვა ნიადაგებში სხვადასხვა სიჩქარით წარმოებს და ისინი დაკავშირებული არიან ერთმანეთთან.

ორგანული ნივთიერების დაშლის პროცესში მონაწილეობას ღებულობენ ნიადაგში მცხოვრები ცხოველები და მიკროორგანიზმები. ცხოველთა სახეობა მრავალფეროვანია. ხერხემლიანებიდან აღსანიშნავია ციყვები, თაგვები და სხვა მღრღნელები, ხოლო უხერხემლოებიდან — კიები, მრავალფეხა, მწერები და მათი ქუპრები, და ბოლოს უმარტივესი ორგანიზმები.

ცხოველები ორგანული ნივთიერების დაშლაში ორმხრივ მოქმედებენ. ერთი მხრივ, მათ მიერ გაფხვიერებული ნიადაგის მასაში სწრაფად მიმდინარეობს ორგანული ნივთიერების ქიმიური და ბიოქიმიური დაშლის პროცესი. ამავე დროს მის ნაწილაკებში იოლად შედის წყალი და ჰაერი. მეორე მხრივ, ცხოველები ატარებენ რა თავიანთ ორგა-

ნიშში მცენარეულ ორგანულ ნივთიერებას, აჩქარებენ მათი ქიმიური გარდაქმნის პროცესს.

მიკროორგანიზმებიდან ნიადაგის ორგანული ნივთიერების გახრწნის პროცესში აქტიურ მონაწილეობას იღებენ: სოკოები, აქტინომიცეტები, ბაქტერიები, წყალმცენარეები და უმარტივესი ორგანიზმები. ისინი ძალზე მრავალფეროვანია და ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან თავისი აღნაგობით, ცხოვრების პირობებით, კვებით და სხვ. ზოგი მიკროორგანიზმი მარტივი მინერალური შენაერთებით იკვებება, ზოგი კი რთული ორგანული ნივთიერებით. ერთნი აერობულ, ხოლო მეორენი კი ანაერობულ პირობებში ვითარდებიან.

მიკროორგანიზმების რაოდენობა ნიადაგში ძალზე დიდია. მათი განვითარებისათვის ხელსაყრელ პირობებში მიკროორგანიზმების რიცხვა 1 გრამ ნიადაგში შეიძლება ერთ მილიარდს მიღწიოს. მიკროორგანიზმების ცოცხალი მასის წონა ერთი ჰექტარი ფართობის სახნავ ფენაში ხშირად 5 — 8 ტონამდე აღწევს.

მიკროორგანიზმების განვითარებისათვის საჭიროა მთელი რიგი პირობები. მათ შორის აღსანიშნავია შემდეგი:

1. ნიადაგის ტენიანობა უნდა შეადგენდეს სრული წყალტევადობის არა უმცირეს 50 — 60 პროცენტს.

2. მიკროორგანიზმები უზრუნველყოფილი უნდა იყოს სასარგებლო საკვები ნივთიერებით. საჭიროა ნიადაგში იყოს აზოტის შენაერთები მათი აზოტური კვებით უზრუნველყოფისათვის. გარდა ამისა, მასში უნდა იყოს ფოსფორის, კალიუმის, კალციუმის, მაგნიუმის და სხვა ელემენტების შემცველი შენაერთები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მიკროორგანიზმების ნორმალურ კვებას.

3. მიკროორგანიზმების განვითარებისათვის ნიადაგის ტემპერატურა უნდა იყოს არა უმცირეს 10° და არა უმეტეს 40°. ნორმალური განვითარებისათვის კი საჭიროა 25 — 30°.

4. მიკროორგანიზმების განვითარებისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის არეს რეაქციას. ბაქტერიები კარგად ვითარდებიან მხოლოდ ნეიტრალური რეაქციის პირობებში და ძალზე ფერხდება მყავე არეს არსებობის შემთხვევაში. რაც შეეხება ობის სოკოებს, ისინი, პირიქით, კარგად ვითარდებიან სუსტი მყავე რეაქციის დროს. იზაგრებიან ნეიტრალურ და ილუპებიან ტუტე არეს პირობებში.

5. მიკროორგანიზმები სხვადასხვა დამოკიდებულებას იჩენენ ნიადაგის დაჟანგვა-აღდგენითი რეაქციისადმი. ძლიერი დამჟანგველებისა და აღმდგენლების არსებობა დამლუპველია მათთვის. ისეთი დამჟანგველი ნივთიერების არსებობა, როგორცაა ჟანგბადი, აუცილებელია აერობული მიკროორგანიზმებისათვის, მაგრამ დამლუპველია ანაერო-

ბულთათვის. ბუნებრივ პირობებში ადგილი აქვს ანაერობული ბაქტერიების შეგუებას ჰაერისადმი. ასეთ შემთხვევაში ისინი ხშირად ნორმალურად ვითარდებიან. მიკროორგანიზმების განვითარებაზე ცუდად მოქმედებს ზოგიერთი მძიმე მეტალის მარილი (სპილენძი, ტყვია და სხვა), სხვადასხვა ანტიესპტიკი და თვით მიკროორგანიზმების ცხოველყოფილობის პროდუქტების დაგროვება ნიადაგში. მაგალითად, საფუარები, რომლებიც იწვევენ ალკაჰოლურ დუღილს. ისინი იღუპებიან მაშინ, როცა მათ მიერ წარმოქმნილი ალკაჰოლის შემცველობა ხსნარში 15 პროცენტს აღემატება. ნიადაგის ორგანული ნივთიერების სხვადასხვა შემადგენელი ნაწილები სხვადასხვა ხარისხით და ინტენსივობით იშლებიან. ასე, მაგალითად, იოლად იშლება სახამებელი, ჰემი-ცელულოზა, ცხიმები და ცილები, ხოლო ცელულოზა, ლიგნინი და ფისები კი ძნელად.

თავიანთ ბიოქიმიურ მოქმედებას მიკროორგანიზმები ასორციელებენ მათი ორგანიზმიდან გამოყოფილი რთული ქიმიური შედეგანობის განსაკუთრებული ნივთიერებებით, რომლებსაც ენზიმები ანუ ფერმენტები ეწოდებათ. ამ უკანასკნელთ შესწევთ უნარი გამოიწვიონ და დააჩქარონ ორგანული ნივთიერების დაშლის პროცესი და ასრულებენ კატალიზატორის როლს.

ფერმენტები თავისი მოქმედების მიხედვით ძალზე სპეციფიკურია, ე. ი. ყოველ მათგანს შესწევს უნარი გამოიწვიოს განსაკუთრებული რეაქცია. ასე, მაგალითად, ცელულოზისა და სახამებლის დაშლა წარმოებს პიდროლიზური ფერმენტების მონაწილეობით. მათი მოქმედების შედეგად სახამებლიდან და ცელულოზიდან წარმოიქმნება მარტივი შაქრები, რომელთა შემდგომი დაშლის შედეგად აერობულ პირობებში მიიღება CO_2 და წყალი, ხოლო ანაერობულ პირობებში — მეთანი და CO_2 .

ნიადაგში არსებულ ცილოვან შენაერთებს შლის ფერმენტდ პროტეაზა. ამ შენაერთების დაშლის პირველ ეტაპს წარმოადგენს ამინომჟავები. ამ უკანასკნელის შემდგომი დაშლის შედეგად მიიღება ამონიაკი და ორგანული მჟავები. ორგანული ნივთიერების დაშლისას ამონიაკის წარმოქმნის პროცესს ამონიფიკაციას უწოდებენ. მას იწვევს სოკოები და ბაქტერიები, ე. წ. ამონიფიკატორები. ამონიფიკაციის პროცესი მიმდინარეობს როგორც აერობულ, ისე ანაერობულ პირობებში.

ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად წარმოშობილი ამონიაკი მიკროორგანიზმების გავლენით განიცდის შემდგომ გარდაქმნას, რის შედეგად ჯერ წარმოიშვება ნიტრეტი, ხოლო შემდეგ ნიტრეტი. ამ პროცესს ნიტრიფიკაცია ეწოდება, ხოლო იმ ბაქტერიებს.

რომლებიც იწვევენ მას — ნიტრიფიკატორები. ამ უკანასკნელს ეკუთვნის ნიტროზომონა და ნიტრობაქტერი. ნიტრიფიკაციის პროცესისათვის საჭიროა აერობული პირობები, ნეიტრალური, სუსტი მჟავე ან ტუტე არეს რეაქცია და 25 — 30° ტემპერატურა. ნიტრიფიკაციის პროცესის ინტენსივობა დამოკიდებულია ნიადაგში არსებული ორგანული ნივთიერების რაოდენობასა და სახეობაზე. ორგანული ნივთიერებით მდიდარ ნიადაგებში ეს პროცესი ინტენსიურად მიმდინარეობს, ხოლო ღარიბ ნიადაგებში — სუსტად. ნიტრიფიკაციის პროცესის ინტენსივობა ნიადაგის გაჯუღტურების ერთ-ერთი მაჩვენებელია.

ნიადაგში არსებული ფოსფორის შემცველი ორგანული შენაერთების დაშლას იწვევს ფოსფორობაქტერი. ამის შედეგად წარმოიშვება ფოსფორის მინერალური შენაერთები. ასევე მიმდინარეობს გოგირდის შემცველი ორგანული ნივთიერებების დაშლა ბაქტერიების მეშვეობით, მათში შემავალი გოგირდი გადადის მინერალურ ფორმებში და სხვ.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ნიადაგში არსებული ორგანული ნივთიერებები სხვადასხვა ხარისხით და ინტენსივობით იშლებიან. ორგანული ნივთიერების დაშლა ფერხდება ნიადაგში არსებული პირობების გავლენით. ორგანული ნივთიერების დამშლელი მიკროორგანიზმებისათვის ხელშემწყობი პირობების დარღვევა იწვევს ორგანული ნივთიერების დაშლის შეფერხებას. ლიგნინის, ცელულოზის, ცილოვანი ნივთიერების და ორგანული ნაშთების სხვა შემადგენელი ნაწილების დაშლის ეს პროდუქტები წარმოადგენენ იმ მასალას, რომლიდანაც ქიმიური და ბიოქიმიური პროცესების შედეგად წარმოიშვება ახალი შენაერთები. მათ უმთავრესად გააჩნიათ მუქი, ყომრალი და შავი ფერი. რის გამოც მიიღო ნეშომპალის ანუ ჰუმუსოვანი ნივთიერებების სახელწოდება. ჰუმუსოვანი ნივთიერება ძნელად განიცდის ქიმიურ და მიკრობიოლოგიურ დაშლის პროცესს, რის შედეგად ნიადაგში ბევრი გროვდება. ნიადაგის ჰუმუსოვანი ნივთიერების წარმოქმნის პროცესის არსი ჯერ კიდევ საბოლოოდ დადგენილი არ არის. ჰუმუსოვანი ნივთიერების წარმოქმნაზე არსებობს სამი თეორია, ე. წ. „ლიგნინის“, „ცელულოზის“ და „ცილების“ თეორია. პირველი თეორიის ავტორების თანახმად, ჰუმუსოვანი ნივთიერებები წარმოიშვება მხოლოდ ლიგნინიდან, მეორე ჯგუფი მკვლევარების აზრით — ცელულოზიდან, ხოლო მესამენი ამტკიცებენ, რომ ჰუმუსოვანი ნივთიერება მიიღება ცილებიდან.

საბოლოოდ დადგენილი არ არის აგრეთვე ჰუმუსოვანი ანუ ნეშომპალა ნივთიერების ქიმიური შედგენილობა. დღეისათვის ჰუმუსოვანი ნივთიერებებს ჰყოფენ ორ ჯგუფად: ა) ნივთიერებები, რომლებიც

იხსნებიან 0,1 მ ტუტეებში — ჰუმინის და ულმინის მჟავები, ფულვომჟავები (კრეინის და აპოკრეინის მჟავები) და ბ) ნივთიერებები, რომლებიც 0,1 მ ტუტეებში არ იხსნებიან. ესენია ჰუმინი და ულმინი.

ნიადაგის ჰუმუსი. ნიადაგის ორგანული ნივთიერება იყოფა ორ ჯგუფად: ა) მცენარეული და ცხოველური ნაშთების დაშლისა და ნახევრად დაშლის პროდუქტები და ბ) ჰუმუსი ანუ ნეშომპალა. ეს უკანასკნელი წარმოადგენს ორგანული ნივთიერების იმ ნაწილს, რომელსაც სრულიად დაუპარგავს პირვანდელი შედგენილობა და შერეულია ნიადაგის მინერალურ ნაწილთან. სრულიად დაუშლელი და ნახევრად-დაუშლელი ორგანული ნივთიერების შემცველობა ნიადაგში ძალზე მერყეობს და დამოკიდებულია მათი დაშლის პირობებზე. დ. ვ. ხანის მონაცემებით, ურალის საშუალო ეწერ ნიადაგებში ორგანული ნივთიერების ამ ნაწილის რაოდენობა შეადგენს 9,5 პროცენტს, ხოლო მოსკოვის ოლქის კორდინან-ეწეროვან ნიადაგებში კი 7,7 — 9,9 პროცენტს (საერთო ორგანული ნივთიერების შემცველობიდან). ნიადაგის ორგანული ნივთიერების ამ ნაწილს არა ქიმიური ანალიზით, არამედ მისი საერთო შემცველობით განსაზღვრავენ და მას ნიადაგის ჰუმუსს უწოდებენ. ჰუმუსის შედგენილობა დამოკიდებულია ნიადაგში მოხვედრილი ორგანული ნივთიერების ბუნებასა და რაოდენობაზე და იცვლება ნიადაგის სახეობის მიხედვით. მთ. შემადგენლობაში შედიან ჰუმუსოვანი (ჰუმინის და ულმინის მჟავები, ფულვომჟავები, ჰუმინი და ულმინი) და ცილოვანი ნივთიერებები, სხვადასხვა ნახშირწყლები, ამინომჟავები და სხვა ორგანული შენაერთები. ჰუმუსოვანი ნივთიერების შემცველობა ძალზე მერყეობს ნიადაგის ტიპების მიხედვით, რაც ნათლად ჩანს ქვემოთ მოყვანილი მონაცემებიდან (%-ბით საერთო ორგანული ნივთიერების შემცველობიდან):

ტორფიანი და ჭაობიანი ნიადაგები	—46-დან 49-მდე
ეწერი	—46-დან 52-მდე
გადამპალა-კარბონატული	—57-დან 65-მდე
ტყის მურა	—50-დან 70-მდე
შავმიწა	—71-დან 91-მდე
მდელოს ჭაობიანი	—81-დან 82-მდე.

ჰუმუსის შედგენილობაში შედის აგრეთვე ბითუმი, ე. ი. ფისები, სანთელი, ცხიმის მჟავები და მათი ნაწარმი. ბითუმის შემცველობა სხვადასხვა ნიადაგის ჰუმუსში მერყეობს 2,5 პროცენტიდან 2,9 პროცენტამდე.

ჰუმუსის შედგენილობაში შედის ისეთი ორგანული შენაერთები, როგორცაა: ცელულოზა, ჰემიცილოლოზა (პენტოზანები), სახამებელი, ორგანული მჟავები, ალდეგიდები, ამინები, ამინომჟავები და სხვ.

ყველა ეს ნივთიერება იოლად განიცდის მინერალიზაციას და ნიადაგში არ გროვდება. მიუხედავად ამისა ყველა ნიადაგში მაინც არის მათი გარკვეული რაოდენობა. ასე, მაგალითად, ეწერებში 11 — 14 პროცენტი, შავმიწებში 9 — 11 პროცენტი, წაბლა ნიადაგებში 8 — 10 პროცენტი, რუხ ნიადაგებში 4 — 5 პროცენტი.

დასასრულ, ჰუმუსში შედის აგრეთვე ცილოვანი ნივთიერებები ჰოგორც ჭერ-კიდევ-დაუშლელი, ისე ალბუმოზის და პენტოზას სახით. ცილოვანი ნივთიერების რაოდენობა ჰუმუსში 6 — 8 პროცენტს აღემატება. ჰუმუსის შემცველობა მცირდება ნიადაგის ქვედა ფენებში. მისი საერთო შემცველობა ძალზე მერყეობს ნიადაგების ტიპების მიხედვით (იხ. ცხრილი 16).

მიუხედავად იმისა, რომ ჰუმუსის შემცველობა შედარებით მცირეა, ის მაინც დიდ როლს ასრულებს ნიადაგის ნაყოფიერებაში. ჰუმუსი საკმაო ფავლენას ახდენს ნიადაგის ფიზიკურ, ფიზიკურ-ქიმიურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებზე, აუმჯობესებს მის სტრუქტურას,

ცხრილი 16

ჰუმუსის შემცველობა %-ით და 1 მეტრის სიღრმის ფენაში ტონობით ერთ ჰექტარ ფართობზე
(ნ. ი. ბალოტინის მიხედვით)

ნიადაგები	ჰუმუსის შემცველობა %-ით სახნავ ფენაში	ჰუმუსის საერთო რაოდ. 1 მეტრ ფენაში ტ/ჰა
გაეწერებულ ნიადაგები	2,5	94
ტყის ნაცარა	5,2	175
შავმიწები		
ჩვეულებრივი	6,8	426
გ. მორეხილი	9,6	549
ორმა	11,2	709
მუქი წაბლა	4,9	229
მურა ნიადაგები		
ტიპიური	1,9	83
ნათელი	1,5	67
წითელმიწები	7,7	282

ადიდებს ნიადაგის ტენტევალობას, წყალგამტარობას, ჰაერგამტარობას. აუმჯობესებს ტემპერატურულ რეჟიმს, ადიდებს ნიადაგის შთანთქმით ტევალობას და ბუფერობას. ჰუმუსში შემავალი ზოგიერთი ორგანული ნივთიერება წარმოადგენს მიკროორგანიზმების კვების წყაროს. ამიტომ ჰუმუსი აძლიერებს ნიადაგის მიკროორგანიზმების ცხო-

ველმოყოფელობას. ჰუმუსში შემავალი ზოგიერთი ორგანული ნივთიერების გახრწნის შედეგად წარმოშობილი მარტივი მინერალური შენაერთებით იკვებება მცენარე და სხვ.

ნიადაგში შემავალი ჰუმუსოვანი ნივთიერებები შედარებით ძნელად იცვლება. მათი შენაერთების დაშლასთან ერთად მიმდინარეობს ახალი ჰუმუსოვანი ნივთიერების წარმოქმნა. მაშასადამე, ჰუმუსში ერთდროულად მიმდინარეობს ჰუმუსოვანი ნივთიერების სინთეზი და დაშლა. ჰუმუსის რაოდენობა ნიადაგში დამოკიდებულია ამ ორი დიამეტრალურად საწინააღმდეგო პროცესის გამოხატულებაზე. ამ პროცესების ინტენსივობა იცვლება ნიადაგის სახეობისდა მიხედვით. ამით აიხსნება ის მოვლენა, რომ ჰუმუსოვანი ნივთიერების რაოდენობა სხვადასხვა ტიპის ნიადაგში სხვადასხვაა.

ნიადაგში არსებობს აგრეთვე ორგანულ-მინერალური შენაერთები, რომელთა ბუნება თითქმის შეუსწავლელია. პროფ. ა. ფ. ტიულინმა გამოთქვა მოსაზრება, რომ ნიადაგის მინერალური, კოლოიდების ზედაპირზე გადაეკვრება ორგანული ნივთიერების ფენა და წარმოიშვება ორგანულ-მინერალური შენაერთი. მის მიერ შემუშავებულ იქნა აგრეთვე ამ უკანასკნელი შენაერთის ნიადაგიდან გამოყოფის მეთოდი, ე.წ. წილაღობრივი პეპტიზაციის მეთოდი.

ვ) ნიადაგის მინერალური ნივთიერება

ნიადაგის მინერალური ნაწილის შედგენილობა დამოკიდებულია დედაქანისა და ნიადაგაწარმოქმნის ფაქტორების ხასიათზე. ნიადაგის მაგარი ფაზის მინერალური ნაწილი შედგება სხვადასხვა დიამეტრისა და ქიმიური შედგენილობის მექანიკურ ნაწილაკებისაგან. მექანიკური შედგენილობის მიხედვით არჩევენ მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის (ქვიშიანს და ქვიშნარს) ნიადაგებს, რომლებშიაც ჰარბობს 0,05 მილიმეტრზე მეტი დიამეტრის ნაწილაკები. ცნობილია აგრეთვე თინიანი და ქვეთინიანი ნიადაგები, რომლებშიაც მეტი რაოდენობითაა 0,001 მილიმეტრზე ნაკლები დიამეტრის მქონე წვრილი თინა. მათ მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებს უწოდებენ. მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებში ჰარბობს სილიციუმის ორჟანგის რაოდენობა. რაც მეტია ნიადაგში თიხის შემცველობა, მით მეტია ერთნახევარი ენგულელების Al_2O_3 და Fe_2O_3 რაოდენობა.

ნიადაგის მინერალური ნაწილის შედგენილობაში შედის მრავალრიცხოვანი ელემენტი. მათი საშუალო შემცველობა წარმოდგენილია ქვემოთ.

**ნიადაგის მაგარ ფაზაში ქიმიური ელემენტების
საშუალო შემცველობა წონით პროცენტებში
(ვინოგრადოვის მიხედვით)**

ჟანგბადი	49,0	გოგირდი	0,08	კალა	1. 10 ⁻⁴
სილიციუმი	33,0	ბარიუმი	0,05	კობალტი	8. 10 ⁻⁴
ალუმინიუმი	7,1	სტრონციუმი	0,03	თორიუმი	6. 10 ⁻⁴
რკინა	3,7	ციკონია	0,03	დარიშანი	5. 10 ⁻⁴
ნახშირბადი	2,0	ფტორი	0,02	იოდი	5. 10 ⁻⁴
კალციუმი	1,3	ქლორი	0,01	ცეზიუმი	2. 10 ⁻⁴
კალიუმი	1,3	ვანადიუმი	0,01	მოლიბდენი	3. 10 ⁻⁴
ნატრიუმი	0,60	რუბიდიუმი	6. 10 ⁻⁴	ბერილიუმი	1. 10 ⁻⁴
მაგნიუმი	0,60	ცერია	5. 10 ⁻³	გერმანიუმი	1. 10 ⁻⁴
წყალბ. დი	0,50	ნიკელი	4. 10 ⁻³	კადიუმი	5. 10 ⁻⁴
ტიტანი	0,40	სპილენძი	2. 10 ⁻³	სვენი	1. 10 ⁻⁴
ახორტი	0,10	ბორი	1. 10 ⁻³	ვერცხლის	
ფოსფორი	0,08	ტყვია	1. 10 ⁻³	წყალი	1. 10 ⁻⁴
მანგანუმი	0,08	ჰელიუმი	1. 10 ⁻³	რადიუმი	8. 10 ⁻¹¹

მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ნიადაგის შედგენილობაში 89 პროცენტი წონით უკავია სამ ელემენტს: ჟანგბადს, სილიციუმს და ალუმინს. მათგან პირველია ჟანგბადი, შემდეგ სილიციუმი და ბოლოს ალუმინი, ნიადაგის შედგენილობაში მნიშვნელოვანი რაოდენობით მოიპოვება აგრეთვე რკინა, ნახშირბადი, კალიუმი, კალციუმი, ნატრიუმი, მაგნიუმი, წყალბადი, ტიტანი, ფოსფორი, მანგანუმი და გოგირდი. მათი რაოდენობა საშუალოდ 10 პროცენტამდე აღწევს. დანარჩენი ელემენტები ნიადაგში 0,2 პროცენტის რაოდენობითაა. განვიხილოთ თვითეული ელემენტი ცალ-ცალკე.

ჟანგბადი წარმოადგენს ნიადაგის ძირითად შემადგენელ ნაწილს. იგი წარმოადგენილია სილიციუმთან და ერთნახევარ ჟანგეულებთან შენაერთებში. ნიადაგში გვხვდება აგრეთვე სხვადასხვა ანიონებთან შენაერთების სახით.

სილიციუმი ნიადაგში უმთავრესად წარმოადგენილია კვარცის, სილიკატებისა და ალუმოფეროსილიკატების სახით.

კვარცი — SiO_2 — ყველაზე უფრო გავრცელებული შენაერთის ფორმას წარმოადგენს ნიადაგში. მისი რაოდენობა თითქმის ყოველთვის 60 პროცენტზე მეტია, ხოლო ზოგიერთ ნიადაგებში 80 პროცენტს და მეტსაც აღწევს. კვარცი წარმოადგენს მეტად მდგრად, ინერტულ შენაერთს. ის ძალზე ძნელად განიცდის დაშლას.

ნიადაგში მნიშვნელოვანი რაოდენობით მოიპოვება მეტასილიციუმის და ორტოსილიციუმის მჟავას მარილები, სილიკატები, მაგალ-

ადა, ოლივინი $Mg_2(Fe)SiO_4$ და სხვ. წყლის გავლენით სილიკატები იშლებიან და სილიციუმი გადადის ხსნარში ზოლის სახით. შემდგომში კი ნაწილი ამ კოლოიდური ხსნარიდან გამოილეკება გელის სახით. ზოგჯერ ასეთი გზით გამოლეკილი გელი წარმოშობს მინერალებს — ოპალს და ხალცედონს, ზოგჯერ კი კარგავს წყალს და გადადის ჩვეულებრივ კვარცში. გარდა კვარცისა და სილიკატებისა, სილიციუმი ნიადაგებში გვხვდება მინერალების შედგენილობაშიც. ასეთ მინერალებს წარმოადგენენ ორთოკლაზი $K_2Al_2Si_2O_8$, ალბიტი $Na_2Al_2Si_2O_8$, ბიოტიტი — $K_2H_4(MgFe)_6Al_2Si_6O_{24}$, მუსკოვიტი — $K_2H_2Al_3Si_3O_{12}$, ანორტიტი — $CaAl_2Si_2O_8$, რუტყუარა და სხვ. ეს მინერალები ეკუთვნიან ალუმოსილიკატებს და ნაწილობრივ ფეროსილიკატებს. ზოგ შემთხვევაში მათი დაშლის შედეგად წარმოიშევა ალუმინისა და რკინის ქანგი, ჰიდროქსანი ე. წ. ალიტები ($Al_2O_3 \cdot H_2O$, $AlOOH$, $Fe_2O_3 \cdot H_2O$). სხვა პირობებში ალუმოსილიკატები და ფეროსილიკატები წარმოშობენ თიხამინერალებს: მონტმორილონიტს — $Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O + n H_2O$ და კაოლინიტს $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$.

ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ზონაში მალალი ტემპერატურის გავლენით ალუმოსილიკატების და ფეროსილიკატების გამოფიტვის პროცესი მეტად სწრაფია და მათი დაშლის პროდუქტებიდან სილიციუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, ნატრიუმი და კალციუმი დიდი ნალეკების გავლენით ირეცხება ნიადაგის ქვედა ფენებში. ნიადაგის ზედა ფენებში რჩება ალუმინისა და რკინის ქანგი და ჰიდროქსანი, რაც გამოფიტულ ქერქს აძლევს წითელ ფერს, ასეთი ალიტური გამოფიტვის მაგალითს წარმოადგენს წითელმიწა და ლატერიტის ნიადაგები.

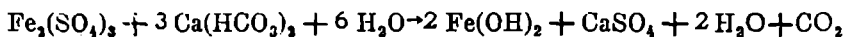
ზომიერი კლიმატის ზონის პირობებში ალუმო და ფეროსილიკატების გამოფიტვის პროცესი შედარებით ნელი ტემპით მიმდინარეობს, რის შედეგადაც ნიადაგში გროვდება თიხა მინერალი — მონტმორილონიტი და კაოლინიტი (სიალიტური გამოფიტვის ქერქი).

ალუმინი. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ალიტური ტიპის გამოფიტვის შემთხვევაში წარმოიშევა ალუმინის ქანგი და ჰიდროქსანი, ხოლო სიალიტური ტიპის გამოფიტვისას ნიადაგში გროვდება ალუმინი თიხა მინერალების სახით, მონტმორილონიტი და კაოლინიტი.

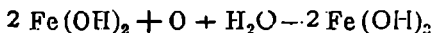
რკინა. რკინა შედის მინერალ ფეროსილიკატებში. ის გვხვდება აგრეთვე მთის მინერალებში: პირიტში FeS_2 , გემატიტში Fe_2O_3 , მაგნეტიტში Fe_3O_4 , ილმენიტში $FeTiO_3$, ლიმონიტში $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ და სხვ. რკინა შენაერთებში გვხვდება ორვალენტოვანი (Fe^{++}) და სამვალენტოვანი (Fe^{+++}). ასე, მაგალითად, მინერალ სიდერიტში $FeCO_3$ რკინა ორვალენტოვანია, ხოლო მინერალ გემატიტში — Fe_2O_3 — კი სამვალენტოვანი. ორვალენტოვანი რკინის სამვალენტოვან რკინაში გა-

დასვლის პროცესს ეწოდება დაქანგვა, სამვალენტოვანი რკინის ორვალენტოვანში გადასვლას კი ეწოდება აღდგენა. ორვალენტოვანი რკინის დაქანგვა ნიადაგში მიმდინარეობს ინტენსიური აერაციის პროცესში, ხოლო სამვალენტოვანი რკინის აღდგენას ადგილი აქვს აერაციის შეზღუდულობის შემთხვევაში. აღდგენის მოვლენას ნიადაგში ადგილი აქვს ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგადაც.

რკინის შემცველი მინერალების გამოფიტვის პროცესი მიმდინარეობს უმთავრესად დაქანგვის გზით. ასე, მაგალითად, პირიტის დაქანგვის გზით წარმოიშვება რკინის სულფატი და გოგირდის სიმჟავე. წარმოშობილი რკინის სულფატი — $FeSO_4$ — კალციუმის ბიკარბონატის არსებობისას ნიადაგში გარდაიქმნება შემდეგი რეაქციის თანახმად:



რკინის ქანგულას ჰიდრატი ჩქარა იქანგება და წარმოშობს რკინის ჰიდრატის ქანგს. ეს რეაქცია ასე შეიძლება გამოვხატოთ:



რკინა ეკუთვნის „ორგანოგენებს“, ე. ი. ისეთ ელემენტებს, რომლებიც მონაწილეობას იღებენ ორგანული ნივთიერების შექმნაში და რომლის გარედაც მცენარეს განვითარება არ შეუძლია. რკინას მცენარე იყენებს ძალზე მცირე რაოდენობით. მაგალითად, ერთ ჰექტარ ფართობზე გაშენებული ნაძვის ტყე ერთი წლის განმავლობაში ითვისებს დაახლოებით 8,09 კილოგრამ რკინას, ფიჭვისა კი 4,18 კილოგრამს.

კალციუმი, მაგნიუმი, კალიუმი, ნატრიუმი. კალციუმი და მაგნიუმი შედიან მთის ქანებში უმთავრესად შემდეგი მინერალების შედგენილობაში: ანორტიტის $CaAl_2Si_2O_8$, ბიტიტის $K_2H_4(MgFe)_6Al_2Si_6O_{24}$, რქატყუარას და სხვ. კალიუმი შედის ორტოკლაზში $K_2Al_2Si_6O_{18}$, და ლეიციტში $K_2AlSiO_5O_{11}$, ნატრიუმი კი ალბიტში $Na_2Al_2Si_6O_{16}$, ნეფელინიტში $Na_2Al_2Si_2O_8$, მიკროკლინში და სხვ. აღნიშნული მინერალების დაშლის შემდეგ მათში შემავალი კათიონები გამოიყოფა ჯერ კარბონატების სახით, რომლებიც შემდეგ გადადიან ბიკარბონატებში. $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$, $KHCO_3$, $NaHCO_3$, შემდგომში კი ნიადაგში ჩანაცვლებითი რეაქციის შედეგად წარმოიშვება აღნიშნული კათიონების ქლორიდები, სულფატები, ნიტრატები, ფოსფატები.

ფოსფორი. მინერალებიდან, რომლებიც შეიცავენ ფოსფორს ნიადაგში ყველაზე უფრო გავრცელებულია აპატიტი, ფტოროაპატიტი $Ca_8(PO_4)_6Fe$ და ჰიდროქსილაპატიტი $Ca_8(PO_4)_6OH$. აპატიტი შედის ისეთ ქანებში, როგორცაა დიორიტები, გაბრო და სხვ. გარდა აპატიტებისა ნიადაგში მოიპოვებიან აგრეთვე ფოსფორიტები, რომელშიც

ფოსფორი წარმოდგენილია სამკალციუმიანი და სამმაგნიუმიანი ფოსფატების ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$), ალუმინის და რკინის ფოსფატების სახით (FePO_4 , AlPO_4), ჭაობიანი ნიადაგების პირობებში წარმოიშვება აგრეთვე ფოსფორის შემცველი მინერალი ვივიანიტი $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$. აპატიტების გამოფიტვის შედეგად ფოსფორი თავისუფლდება წყალხსნადი შენაერთების სახით, მაგრამ შეიძლება წყალხსნადი ფოსფორი ნიადაგში შეუერთდეს კალციუმს, მაგნიუმს, რკინას და ალუმინს და წარმოშვას აღნიშნულ კათიონებთან ძნელადხსნადი ფოსფატები.

გოგირდი. გოგირდის შემცველობა ქანებში 0,05% ნაკლებია ყველაზე უფრო გავრცელებულ მინერალებს, რომლებიც გოგირდს შეიცავენ, არიან: თაბაშირი — $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, პირიტი — FeS_2 . თუთიის მატყუარა — ZnS . ტყვიის კრიალა — PbS , გაიუინი — $\text{NaAlSi}_3\text{CaSO}_4$. გოგირდი, ისე როგორც რკინა და მაგნიუმი, ხსნადობა ცვალებად ვალენტოვნებით. გოგირდის შემცველი მინერალის, პირიტის, დაჟანგვის შედეგად წარმოიშვება რკინის სულფატი და გოგირდის მჟავა, უკანასკნელი კი ნიადაგში არსებულ კალციუმთან და მაგნიუმთან წარმოშობს სულფატებს. კალციუმის სულფატის ხსნადობა უმნიშვნელოა. ის არ იხსნება 2 გრამზე მეტი ერთ ლიტრ წყალში.

მანგანუმი. მანგანუმის შემცველობა ნიადაგში და ქანებში არ არის დიდი. მისი რაოდენობა ამონთხეულ ქანებში იშვიათად აღემატება 0,1 % -ს, ქვაკირებში მისი შემცველობა უდრის 0,05 %.

მანგანუმის შემცველ მინერალებს უფრო ხშირად მიეკუთვნებიან: როდანიტი MnSiO_3 , მანგანიტი MnO , პიროლოზიტები MnO_2 და სხვა. მცირე რაოდენობით მანგანუმი შედის სილიკატებში, ალუმოსილიკატებში და სხვა შენაერთებში. მანგანუმს აქვს ცვალებადი ვალენტოვნება. ნიადაგში მანგანუმი შეიძლება იყოს ორ და ოთხვალენტოვანი ფორმების სახით. ასე, მაგალითად, მანგანიტში (MnO) მანგანუმი ორვალენტოვანია, პიროლოზიტში (MnO_2) კი ოთხვალენტოვანი. მანგანუმის შემცველი მთის ქანების გამოფიტვის შედეგად წარმოიშვება ან მანგანუმის ბიკარბონატი ან მისი ზოლი. უკანასკნელი ნიადაგში ჩქარა შედის კავშირში ორგანულ ან სილიციუმის ორგანოს კოლოიდებთან. გამოილექება ხსნარიდან და იძლევა მანგანუმის მკვრივ, ამორფულ სხვადასხვა შედგენილობის შენაერთებს. ე. წ. მანგანუმის კუაგელს.

კარბონატულ ნიადაგებში არც რეაქციის გავლენით მცენარისათვის შესათვისებელი ორვალენტოვანი მანგანუმი (MnO) გადადის მცენარისათვის ძნელად შესათვისებელ ოთხვალენტოვან (MnO_2) მანგანუმში, რის შედეგად მცენარე ზიანდება ქლოროზით. ანალოგიურ მოვლენას აქვს ადგილი ნიადაგის ქარბად მოკირიანების შემთხვევაში.

მიკროელემენტები. ნიადაგის მიკროელემენტებს მიეკუთვნება ყველა ის ნივთიერება, რომლებიც შედიან ნიადაგში პროცენტით ერთმესამედზე ნაკლები რაოდენობით. ასეთ ელემენტებს მიეკუთვნებიან: ბორი, იოდი, ვანადიუმი, კობალტი, ლითიუმი, სპილენძი, მოლიბდენი, დარიშხანი, ტყვია, სელენი, ტიტანი, ფტორი, ქრომი, თუთია და სხვ. ეს ელემენტები ხვდებიან ნიადაგში სხვადასხვა ქანების შემცველობაში შემავალი მინერალების გამოფიტვის შედეგად. ასეთ მინერალებს მიეკუთვნება ალუმოფეროსილიკატები, ფეროსილიკატები, ფტორაპატიტები. ნიადაგის თიხნარი მინერალები და სხვ. მიკროელემენტები ნიადაგში შედიან აგრეთვე მცირე რაოდენობით ატმოსფეროს ნალექებთან ერთად.

2. ნიადაგის კოლოიდები

ყოველი ნიადაგი შედგება სხვადასხვა ზომის ნაწილაკებისაგან, რომელიც შეიცავს უმაღლესი დაქუცმაცების ანუ მაღალი დისპერგირების მდგომარეობაში მყოფ ნაწილაკებს — კოლოიდებსაც.

ქანების მექანიკური და ქიმიური გამოფიტვისა და აგრეთვე ნიადაგის ორგანულ და მინერალურ ნივთიერებებს შორის მიმდინარე რეაქციის შედეგად ნიადაგში გროვდება კოლოიდები, რომელთა დიამეტრი მერყეობს 1 მიკრონსა და 1 მილიმიკრონს შორის. ერთ მილიმიკრონზე ნაკლები ნაწილაკები კი ეკუთვნიან ქვემარტ ხსნარებს. კოლოიდური ნაწილაკების რაოდენობა ნიადაგებში მერყეობს მისი მექანიკური შედგენილობის მიხედვით. ასე, მაგალითად, ქვიშნარ ნიადაგებში მისი რაოდენობა უმნიშვნელოა და იშვიათად აღემატება 2-3 პროცენტს, თიხნარ ნიადაგებში - 10-30 პროცენტს აღწევს, ხოლო თიხიან ნიადაგებში კი 50 პროცენტს-შეადგენს. ნიადაგის კოლოიდალური ნაწილის ქიმიური შედგენილობა მკვეთრად განსხვავდება მთელი ნიადაგის ქიმიურ შედგენილობისაგან, რაც ნათლად ჩანს ქვემოთ:

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	ჰ უ მ უ ს ი
ნიადაგი	74,8	12,6	4,1	4,3
მის კოლოიდალურ ნაწილში	40,6	24,1	10,1	22,7

როგორც მოყვანილი მონაცემები მოწმობენ, ნიადაგის კოლოიდური ნაწილი განსხვავდება ნიადაგის მთელი მასიდან სილიციუმის ორჯანგის შემცველობით და ერთნახევარი უანგეულების, განსაკუთრებით ჰუმუსის გადიდებული რაოდენობით.

კოლოიდები... წყალში... „გახსნილი“ წარმოადგენს კოლოიდურ ხსნარს ანუ ზოლს. კოლოიდურ ხსნარში შემავალი ნაწილაკი უხილავია

ჩვეულებრივი მიკროსკოპით. მისი შემჩნევა შეიძლება მხოლოდ ულტრამიკროსკოპით. კოლოიდური ხსნარი გადის ქაღალდის ფილტრში, მაგრამ ვერ გადის ცხოველთა აპკში. ქემმარიტი ხსნარი კი გადის ცხოველთა აპკში. ამ თვისებით სარგებლობენ ქემმარიტი ხსნარისა და კოლოიდური ხსნარის ურთიერთისაგან დასაცილებლად დიალიზის საშუალებით. კოლოიდური ხსნარის თვითეული ნაწილაკი შედგება მრავალრიცხოვანი მოლეკულებისაგან, სხვა სიტყვით რომ ვთქვათ, ყოველი კოლოიდური ნაწილაკი წარმოადგენს ცალკეული მოლეკულების აგრეგატს.

ქ. კ. გედროციმა ნიადაგების კოლოიდები დაპყო სამ ჯგუფად: ა) მინერალური — ნიადაგის პირველადი და მეორადი მინერალების კოლოიდები; ბ) ორგანული — ჰუმინისა და ულმინის მჟავას და მათი მარილების გელი; გ) ორგანულ-მინერალური — ნიადაგის ორგანულ-მინერალური შენაერთების კოლოიდები.

ნიადაგის მინერალურ კოლოიდებს წარმოადგენენ მეორადი (თიხა) მინერალები: კაოლინიტი, მონტმორილონიტი, ბეიდელიტი, ნონტრონიტი, სერიციტი, ლიმონიტი, გემატიტი.

ნიადაგის ორგანულ კოლოიდებს მიეკუთვნება ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად წარმოშობილი ჰუმუსის ნივთიერებანი — ჰუმინისა და ულმინის მჟავები.

მინერალური და ორგანული კოლოიდები შედიან რა ურთიერთ-მოქმედებაში შეუძლიათ მოგვცენ უფრო რთული შედგენილობის ორგანულ-მინერალური კოლოიდები, რომელთა ქიმიური ბუნება ჯერ კიდევ საბოლოოდ არ არის დადგენილი.

კოლოიდების თვისებები. ნიადაგის წვრილად დაქუცმაცებულ ნაწილაკებს გააჩნია ე. წ. ზედაპირული ენერჯია. მოლეკულები და ატომები, რომლებიც განლაგებული არიან კოლოიდური ნაწილაკის ზედაპირზე, სულ სხვა პირობებში იმყოფებიან, ვიდრე ის მოლეკულები და ატომები, რომლებიც მოთავსებულია კოლოიდური ნაწილაკების შიგნით.

მოლეკულები, რომლებიც მოთავსებულია ნაწილაკების შიგნით, განიცდიან ერთნაირ მიზიდულობას მის ირგვლივ განლაგებულ ასეთივე სახის მოლეკულებისაგან. კოლოიდური ნაწილაკების ზედაპირული მოლეკულები კი, უშუალოდ ეხებიან გარემო ხსნარს ან გაზისებურ არეს და შიგნით და გარეთ განსხვავებული მიზიდულობა აქვს. კოლოიდების ზედაპირული მოლეკულები ხასიათდება თავისუფალი ენერჯიის რაღაც რაოდენობით, რომელიც წარმოადგენს მიზეზს კოლოიდური ნაწილაკების გარემო არესთან შეხების ზედაპირზე არსებული ეგრეთ წოდებული ზედაპირული დაჰიმულობისა. რაც მეტი

ხვედრითი ზედაპირი აქვს ნივთიერებას, მით მეტი იქნება მისი ზედაპირული ენერჯია.

ნივთიერების ხვედრითი ზედაპირი დაკავშირებულია მისი დაქუცმაცების ხარისხზე. რაც უფრო წვრილ ნაწილაკებად არის ის დაქუცმაცებული, მით მეტია მისი ხვედრითი ზედაპირი. ასე, მაგალითად. 1 მილიმეტრი დიამეტრის მქონე ნაწილაკის 1 კუბიკური სანტიმეტრის მოცულობის ნიადაგის ხვედრითი ზედაპირი უდრის 60 სანტიმეტრს. ხოლო იმავე მოცულობის 0,2 მიკრონის დიამეტრის ნაწილაკებისაგან შემდგარი ნიადაგის ზედაპირი კი 500000 სანტიმეტრს. 1 ჰექტარი ნიადაგის 20 სანტიმეტრი ფენის სიღრმეში 10 პროცენტი 1 მიკრონი დიამეტრის მქონე კოლოიდების შემცველობისას ხვედრითი ზედაპირი შეადგენს 70.000 ჰექტარს. ზედაპირული ენერჯია წარმოადგენს ერთ-ერთ მთავარ მიზეზს, რომელიც ნიადაგის შთანთქმით თვისებას აპირობებს. ამიტომ რაც უფრო მდიდარია ნიადაგი კოლოიდებით, მით უფრო ძლიერადაა მასში შთანთქმის უნარი გამოხატული.

კოლოიდების მუხტი. კოლოიდური ხსნარის ნაწილაკები განუწყვეტელ უწყსრივ მოძრაობაში არიან (ბროუნის მოძრაობა). ეს მოძრაობა გამოწვეულია იმით, რომ კოლოიდური ნაწილაკები განიცდიან განუწყვეტელ დარტყმას გამხსნელის მოლეკულებისაგან, რომლებიც იმყოფებიან მოძრაობაში სითბოს გავლენით. რაც უფრო მცირეა კოლოიდური ნაწილაკების სიდიდე, მით უფრო ძლიერად მოძრაობენ ისინი. ნაწილაკები, რომელთა დიამეტრი 2 მიკრონზე მეტია ბროუნის მოძრაობას არ განიცდიან. ხსნარში ატივტივებული კოლოიდური ნაწილაკების შეერთებას და უფრო მსხვილი ნაწილაკების წარმოქმნას ხელს უშლის მათი ერთნაირი მუხტი.

ნიადაგის კოლოიდები ელექტრომუხტის მიხედვით ორ ჯგუფად იყოფა: დადებითი და უარყოფითი მუხტის კოლოიდები. პირველს ეკუთვნის აციდოიდები, ხოლო მეორეს — ბაზოიდები. ამის გამო აციდოიდს შეუძლია შთანთქოს კათიონები. ასეთ კოლოიდებს მიეკუთვნებიან სილიციუმის ორჟანგის და ორგანული მჟავების კოლოიდები.

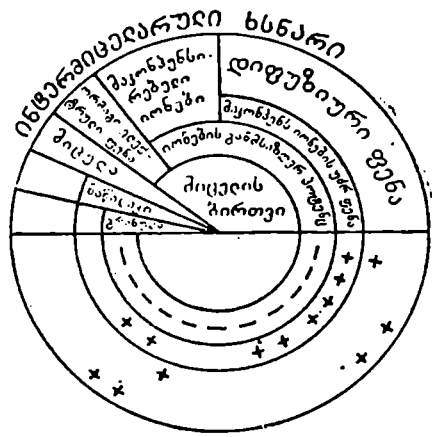
ბაზოიდ კოლოიდებს უნარი აქვთ შთანთქონ ანიონები. ასეთ კოლოიდებს მჟავე ნიადაგებში მიეკუთვნება ალუმინისა და რკინის კოლოიდები. ალუმინისა და რკინის კოლოიდები ამფოტერული თვისებისაა, ე. ი. ეს კოლოიდები არეს რეაქციის მიხედვით იცვლიან თავის მუხტს. ნეიტრალურ, სუსტად მჟავე და ტუტე არეში ამ კოლოიდებს გააჩნია უარყოფითი მუხტი, ძლიერ მჟავე არეში კი ისინი იძენენ დადებით მუხტს. დადებითი მუხტის მქონე კოლოიდებით მდიდარია მჟა-

ვე რეაქციის წითელმიწა ნიადაგები, რაც აპირობებს მათ მიერ ფოსფორის დიდი რაოდენობით შთანქმის უნარს.

კოლოიდების აღნაგობა (სტრუქტურა). კოლოიდურ ნაწილსაკს გააჩნია რთული აღნაგობა. ყოველ კოლოიდურ ნაწილსაკში არჩევენ რიგ სტრუქტურულ ნაწილებს, რომლებიც ყველა ერთად შეადგენს მიცელას.

მიცელის ცენტრალური ნაწილი მოლეკულების აგრეგატს წარმოადგენს. კოლოიდური მიცელის ამ ნაწილს ეწოდება ბირთვი. ის წარმოადგენს ან ამორფულ სხეულს ანდა კრისტალურ ნივთიერებას. ქიმიური თვალსაზრისით ბირთვი მეტად რთული შედგენილობისაა. მიცელიუმის ზედაპირზე განლაგებულია მოლეკულების იონიზებული ფენა. ამ ფენას იონოგენურს ანუ ორმაგ ელექტროლიტურ ფენას უწოდებენ. იონოგენური მოლეკულების დისოციაციის ერთი ჯგუფი იონებისა უძრავად გარს აკრავს ბირთვის, ხოლო გარე შემონაფენში მოქცეულ იონებს მოძრაობის უნარი ახასიათებს. კოლოიდის პოტენციალის განმსაზღვრელ იონებს წარმოადგენს ამ იონების შიგნითა ფენა. ორმაგ ელექტრულ შემონაფენს გარედან ეკვრის დიფუზიური შრე; რომელიც კოლოიდის ელექტრომუხტის საწინააღმდეგო ნიშნის იონებს შეიცავს.

იმისდა მიხედვით, თუ რომელ იონებისაგან შედგება ამ უკანასკნელის შიგნითა ფენა, ე. ი. იონების ის ფენა, რომელიც უშუალოდ ეხება ბირთვის, იცვლება კოლოიდური მიცელიუმის მუხტი. თუ ამ ფენას შეადგენენ ანიონები, მაშინ კოლოიდური მიცელიუმში ატარებს უარყოფით მუხტს, ხოლო მის ირგვლივ არსებულ დისპერსიულ არეში დადებითად დამუხტული კათიონები იქნება. თუ მიცელიუმის ბირთვის გარს აკრავს კათიონები, მაშინ კოლოიდური მიცელიუმში დადებითი მუხტისაა, ხოლო მის ირგვლივ არსებულ დისპერსიულ ფენაში, ანიონები უარყოფითადაა დამუხტული. მიცელიუმის ბირთვის, მათზე განლაგებულ მოლეკულებსა და იონებს ერთად გრანულას უწოდებენ, ხო-



ნახ. 1. კოლოიდური მიცელის სტრუქტურის სქემა (ნ. გორბუნოვის მიხედვით).

ნახ. 1. კოლოიდური მიცელის სტრუქტურის სქემა (ნ. გორბუნოვის მიხედვით). მიცელიუმის ბირთვის, მათზე განლაგებულ მოლეკულებსა და იონებს ერთად გრანულას უწოდებენ, ხო-

ლო მთელ კოლოიდურ წილაკს, ე. ი. გრანულას დისოცირებულ იონებთან ერთად — მიცელას. მაშასადამე, კოლოიდური ნაწილაკის, ე. ი. მიცელის მუხტს განსაზღვრავს არა ბირთვი და მისი დიფუზური ფენა, ირამედ ორმაგი ელექტრული შემონათენის შიგნითა ანუ პოტენციალური განმსაზღვრელი ფენა. ასე, მაგალითად, სილიციუმის ორქანგის კოლოიდური მიცელის ბირთვი შეადგენს SiO_2 მოლეკულების აგრეგატს, ხოლო მისი ორმაგი ელექტრული შემონათენის შიგნითა ფენას კი SiO_2 მოლეკულები, რომლებიც მიიღებიან სილიციუმის მჟავას (H_2SiO_4) მოლეკულების დისოციაციის შედეგად. დიფუზურ ფენაში მოთავსებული იქნებიან წყალბადიონები H^+ , ვინაიდან კოლოიდური მიცელიუმის იონოგენური ანუ შინაგანი ფენა SiO_2 იონებისაგან შედგება, რომლებსაც უარყოფითი მუხტი გააჩნია, ამდენად თვით კოლოიდური მიცელიუმიც უარყოფით მუხტს ატარებს. ძირითადი მასა ნიადაგის კოლოიდებისა, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, დამუხტულია უარყოფითად. კოლოიდებს, რომლებიც ატარებენ უარყოფით მუხტს და დიფუზურ ფენაში გააჩნიათ H^+ იონები, იწოდებიან აციდოიდებად, ხოლო კოლოიდებს, რომლებიც ატარებენ დადებით მუხტს და დიფუზურ ფენაში ჰიდროქსილის იონები (OH^-) გააჩნიათ — ბაზოიდებად. აციდოიდურ კოლოიდებს მიეკუთვნებიან სილიციუმის ორქანგის და ჰუმინის მჟავას კოლოიდები, ხოლო ბაზოიდ კოლოიდებს მჟავე არეში ერთნახევარი ქანგეულების კოლოიდები.

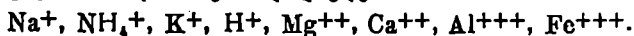
კოლოიდების კოაგულაცია და პეპტიზაცია. ყველა კოლოიდი ფიზიკურად შეიძლება ორ სხვადასხვა მდგომარეობაში იყოს: ა) კოლოიდური ხსნარის, ე. ი. ზოლის და ბ) ამორფული ნალექის — გელის მდგომარეობაში.

კოლოიდები ზოლის მდგომარეობაში იმყოფება მანამ, ვიდრე მათ გააჩნიათ ელექტრომუხტი. მაგრამ ისინი თუ რაიმე მიზეზის გამო დაკარგავენ მას ან შესუსტდება ის, ცალკეული კოლოიდური ნაწილაკები იწყებენ შეერთებას და გამოილექებიან ხსნარიდან. ამ პროცესს კოლოიდების აქრა ანუ კოაგულაცია ეწოდება. იმ მომენტს, როდესაც კოლოიდები კარგავენ თავის მუხტს იზოელექტრული წერტილი ეწოდება. იზოელექტრულ წერტილში ზოლი განიცდის კოაგულაციას. გელის გადასვლა ზოლის მდგომარეობაში პეპტიზაციის სახელწოდებითაა ცნობილი.

კოლოიდების კოაგულაცია უმთავრესად წარმოებს მათი ელექტროლიტებთან, ე. ი. მარილების, მჟავების და ტუტეების ხსნართან შეხებისას. ელექტროლიტების მოლეკულები წყალში იშლებიან იონებად, წარმოშობენ დადებითად დამუხტულ კათიონებს და უარყოფითად დამუხტულ ანიონებს. ეს იონები ხვდებიან რა კოლოიდურ მი-

ცელს, იწვევენ მისი მუხტის განეიტრალებას. უარყოფითად დამუხტული ანიონების მუხტის განეიტრალებას იწვევს კათიონები, დადებითად დამუხტული კოლოიდებისას ანიონები.

კათიონების კოაგულაციის უნარი იზრდება ვალენტოვნების გადიდებასთან ერთად. ამიტომ ერთვალენტოვანი კათიონების კოაგულაციის უნარი ნაკლებია, ვიდრე ორვალენტოვანი კათიონებისა, ხოლო ამ უკანასკნელისა კიდევ უფრო ნაკლები, ვიდრე სამვალენტოვანისა. კოაგულაციის უნარის მიხედვით კათიონები შეიძლება შემდეგი თანმიმდევრული მზარდი რიგით დალაგდეს:



დადგენილია, რომ ორვალენტოვანი კათიონების კოაგულაციის უნარი 25-ჯერ მეტია, ვიდრე ერთვალენტოვანისა, ხოლო სამვალენტოვანისა 10-ჯერ მეტია ორვალენტოვანთან შედარებით.

კოლოიდების კოაგულაცია დამოკიდებულია ელექტროლიტების კონცენტრაციისაგან ხსნარში. ელექტროლიტების იმ კონცენტრაციას, რომლის დროსაც წარმოებს მოცემული კოლოიდის კოაგულაცია მოცემული ელექტროლიტის კოაგულაციის ზღვარი ანუ ელექტროლიტური კიდე ეწოდება.

ელექტროლიტების კოლოიდების კოაგულაციის უნარს აძლიერებს ხსნარში წყალბადიონების შემცველობა, ხოლო ჰიდროქსილიონებისა კი ამცირებს.

კოლოიდები შეიძლება იყოს შექცევადი და შეუქცევადი. შექცევადი კოლოიდები ეწოდება ისეთს, რომლებიც განსაკუთრებულ პირობებში გელის მდგომარეობიდან შეიძლება გადავიდნენ ზოლის მდგომარეობაში. გელიდან კოლოიდები იოლად განიცდიან ზოლის მდგომარეობაში გადასვლას თუ მათი კოაგულაცია გამოწვეული იყო ერთვალენტოვანი კათიონებით (Na^+ , K^+).

შეუქცევადი კოლოიდები ეწოდება ისეთს, რომლებიც არ განიცდიან გელის მდგომარეობიდან ზოლის მდგომარეობაში გადასვლას. ის კოლოიდები, რომელთა კოაგულაცია გამოწვეული იყო ორი ან სამვალენტოვანი კათიონებით, არ განიცდიან გელის მდგომარეობიდან ზოლის მდგომარეობაში გადასვლას.

კოლოიდებს, წყლის მოლეკულებთან შექიდილობის ძალის მიხედვით, არჩევენ ჰიდროფილურს (წყალმოყვარულს) და ჰიდროფობურს (წყალმოძულეს). ჰიდროფილური კოლოიდები ისეთია, რომელთაც წყლის მოლეკულებთან შექიდილობის ძალები გააჩნიათ და ამიტომ ბირთვის ირგვლივ ჰიდრატულ აკეს ქმნიან, რაც შეეხება ჰიდროფობურ კოლოიდებს, წყლის მოლეკულებთან ნაკლები შექიდილობის გამო, ისინი ბირთვის ირგვლივ ჰიდრატულ აკეს არ წარმოქმნიან.

3. ნიადაგის შთანთქმითი უნარიანობა

ნიადაგის შთანთქმითი უნარიანობის შესწავლა დიდი ხანია იპყრობდა მკვლევარების ყურადღებას. მაგრამ ფაქტიურად მას საფუძველი ჩაუყარა იტალიელმა მეცნიერმა გაზდერმა, რომელმაც 1819 წელს გამოაქვეყნა თავისი შრომა სათაურით „სასუქების ახალი თეორია“. ამ წიგნში მან აღწერა ცდები, რომლებიც მის მიერ იყო ჩატარებული. გაზდერმა დაადგინა, რომ თიხაში გატარებული წუნწუხი უფერული, გამჭვირვალე ხდება. ამის შედეგად ის მიდის იმ დასკვნამდე, რომ ნიადაგი და განსაკუთრებით თიხა ლებულობს მასში განვლოლ და მათთან შეხებულ ნივთიერებებს, აკავებს მათ და შემდეგ გადასცემს მცენარეს მოთხოვნილებისამებრ.

1836 წელს გერმანელმა მეცნიერმა ბრონერმა გაზდერისაგან დამოუკიდებლად გაიმეორა ანალოგიური ცდები. ბრონერი არ იცნობდა მის შრომებს. იგი თავისი ცდებიდან გამომდინარე იქამდე მიდის, რომ ქვიშნარ ნიადაგსაც კი შესწევს უნარი მიიზიდოს მასში გატარებული ხსნადი ნივთიერებები და მათი მოცილება წყალსაც არ შეუძლია. ის მხოლოდ მცირე რაოდენობით გამორეცხავს ნიადაგის მიერ შთანთქმულ ხსნად მარილებს. აქედან ბრონერი აკეთებს დასკვნას: სასუქების მოქმედება ეხება მხოლოდ ნიადაგის ზედაფენებს და არ აღწევს ქვედა ფენებამდე.

1845 წელს ინგლისელმა ტომსონმა პირველმა შენიშნა ნიადაგის მიერ გარკვეული მარილების შთანთქმა. ასე, მაგალითად, ამონიუმისა ამონიუმის მარილებიდან. ამასთანავე მან დაადგინა, რომ ნიადაგზე გოჯირდმეჯავა ამონიუმის ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) ხსნარის მოქმედებისას ფილტრატში გადადის კალციუმი და SO_4 რადიკალთან წარმოშობს CaSO_4 -ს.

1850 წელს ინგლისში გამოქვეყნდა უეიეს ცნობილი გამოკვლევები ნიადაგის შთანთქმითი უნარიანობის შესახებ, რომლებიც მრავალრიცხოვანი ცდების მონაცემებზე იყო აგებული. მას უნდოდა დაედგინა თუ ნიადაგის რა ნაწილით არის შეპირობებული შთანთქმითი უნარიანობა. იგი ნიადაგში ატარებდა კალიუმისა და ამონიუმის მარილების ხსნარს. დაადგინა მათი შთანთქმა და სხვა კათიონების ხსნარში გადასვლა. მანვე შენიშნა, რომ ანიონები SO_4 , Cl შეყვანილი ნიადაგში, მთლიანად გადადიან ხსნარში, მაგრამ არ შთაინთქმებიან, ხოლო ფოსფატიონი შთაინთქმება. უეიესი ფიქრობდა, რომ ნიადაგი კათიონებს შთანთქავს ქიმიური გზით.

ა. ლიბინმა 1858 წელს ყურადღება გაამახვილა უეიეს გამოკვლევებზე და დიდი შეფასება მისცა ნიადაგის შთანთქმისუნარიანობას სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით. იგი უარყოფდა უეიეს შეხე-

დღლებას ნიადაგის შთანთქმის ქიმიური ბუნების შესახებ. მისი აზრით ნიადაგის მიერ კათიონები ფიზიკურად შთანთქმებიან.

1863 წელს რაუტენბერგმა მიუთითა, რომ ნიადაგის შთანთქმის მოვლენებში აქტიურ როლს თამაშობს არა მარტო დისპერგირებული კვარცი, არამედ კაოლინი, ერთნახევარი ენგულუმების ჰიდრატები, კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატები.

გენებერგის, შტომანის, პეტერსონის და რაუტენბერგის მიერ დაგროვილ იქნა დიდი ფაქტიური მასალა, რომელიც ახასიათებდა ნიადაგის შთანთქმის მოვლენას როგორც თვისობრივად, ისე რაოდენობრივად.

კოლოიდური ქიმიის ჩამოყალიბებიდან, შთანთქმის მოვლენების ახსნაში მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა ამ მეცნიერების კანონებმა. პირველად კოლოიდების მნიშვნელობის შესახებ შთანთქმით მოვლენებთან დაკავშირებით მიუთითა ვან-გემელონმა. მისი აზრით, ნიადაგის კოლოიდები იძლევა ადსორბირებულ შენაერთებს, რომელიც განსხვავდება ჩვეულებრივი ქიმიური შენაერთებიდან არამუდმივი მოლეკულარული თანაფარდობით. იგი ნიადაგის შთანთქმითუნარიანობაში დიდ მნიშვნელობას ანიჭებდა ჰუმუსს და სილიკატებს.

ნიადაგის შთანთქმითი მოვლენების შემდგომი შესწავლა წინ წასწია კ. კ. გელროიცმა. მან 1908 წელს დაიწყო ნიადაგის შთანთქმითი მოვლენების შესწავლა და დაადგინა რიგი საინტერესო ფაქტებისა. გელროიცმა დააზუსტა თვით ცნება ნიადაგის შთანთქმითი უნარიანობის შესახებ. შეისწავლა უმთავრესი ფაქტები, რომლებიც შთანთქმით ტევადობას ეხებიან, მან დაადგინა სხვადასხვა ნიადაგის მიერ შთანთქმული კათიონების შედგენილობა, შთანთქმითი ენერგია, შთანთქმის სიჩქარე, სახეობები და სხვ.

გელროიცს შთანთქმითი უნარიანობის ქვეშ ესმოდა ნიადაგის თვისება შეაკავოს მასში ცირკულირებულ წყლიდან ესა თუ ის ნივთიერება ნიადაგის მაგარ ფაზაში. იგი არჩევდა ნიადაგის შთანთქმითი უნარიანობის ხუთ სახეობას: მექანიკურს, ფიზიკურს, ფიზიკურ-ქიმიურს, ქიმიურს და ბიოლოგიურს. ამათგან სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით ყველაზე მეტი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური შთანთქმის მოვლენებს. ამიტომ მასზე უფრო დაწვრილებით შევჩერდებით.

4. ნიადაგის შთანთქმითი უნარიანობის მნიშვნელობა სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით

ნივთიერების ნიადაგის თხიერი ფაზიდან, ე. ი. ხსნარიდან მაგარ ფაზაში გადასვლას შთანთქმა ეწოდება. ასე, მაგალითად, რომ ავიღოთ

ამონიუმის ქლორიდი (NH_4Cl) და მისგან დაემზადოთ განზავებული ხსნარი, რომლის კონცენტრაცია წინასწარ ცნობილია და მით ვიმოქმედოთ ნიადაგზე, შემდგომ კი ეს უკანასკნელი გავფილტროთ და განვსაზღვროთ ამონიუმი, შემდეგი აღმოჩნდება: ფილტრატი შეიცავს ბევრად უფრო ნაკლებ ამონიუმს (NH_4), ვიდრე იყო გამოსავალ ხსნარში. მასასადამე, ნიადაგმა შთანთქა ხსნარში არსებული ნაწილი ამონიუმისა. ანალოგიურ მოვლენას აქვს ადგილი ნიადაგში სასუქების შეტანისას. მაგალითად, შეტანილი გოგირდმჟავა ამონიუმი იხსნება ნიადაგის ხსნარში და ამონიუმის იონის დიდი უმეტესი ნაწილი შთანთქმება. სასუქებიდან მარილების კათიონების შთანთქმის რაოდენობა დიდად არის დამოკიდებული ნიადაგის ფიზიკურ, ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე და იცვლება ნიადაგის სახეობის მიხედვით. ნიადაგში შეტანილი სასუქების მარილების კათიონების შთანთქმას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს სასუქების ეფექტურობისათვის. ორი სხვადასხვა მექანიკური შედგენილობის ნიადაგში, ერთ და იმავე კულტურის ქვეშ შეტანილი ერთი და იგივე სასუქი, ერთნაირი დოზით, წესით და ვადაში სრულიად სხვადასხვა ეფექტს იძლევა. ასე, მაგალითად, ქვიშნარ და თიხნარ ნიადაგებზე საშემოდგომო ხორბლის ქვეშ თუ შევიტანთ თანაბარ, საკმაოდ დიდი დოზით გოგირდმჟავა ამონიუმის სასუქს ერთ და იმავე ვადაში და ერთი და იგივე წესით, სასუქიდან მიღებული მკვეთრად განსხვავებული ეფექტი აღინიშნება. გვალვების შემთხვევაში ქვიშნარ ნიადაგებში საკმაოდ მაღალი დოზით შეტანილი გოგირდმჟავა ამონიუმი გაზრდის ხსნარის კონცენტრაციას და შეიძლება ნათესის ამოწვაც კი გამოიწვიოს, ხოლო დიდი ნალექების ან მორწყვის შემთხვევაში მასში შემავალი ამონიუმი იოლად ჩაირეცხება ნიადაგის ქვედა ფენებში და სცილდება მცენარის ფესვთა სისტემის მოქმედების არეს, რის გამოც ძალზე დაბალი ეფექტი მიიღება. თიხნარ ნიადაგში შეტანილი იგივე გოგირდმჟავა ამონიუმი არ იწვევს გვალვების პერიოდში მცენარის ამოწვას და წვიმებისა და მორწყვის შემთხვევაში შედარებით ბევრად მეტი ეფექტი მიიღება. ორი სხვადასხვა მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე სასუქებიდან მიღებული მკვეთრად განსხვავებული ეფექტი ძირითადად აიხსნება ამ ნიადაგების სხვადასხვა შთანთქმითი უნარიანობით. ქვიშნარი ნიადაგები ხასიათდება მცირე შთანთქმითი უნარიანობით. ამიტომ გვალვების შემთხვევაში მეტისმეტად იზრდება ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაცია, რაც იწვევს მცენარის დაღუპვას. ამავე ნიადაგების იგივე მცირე შთანთქმითი უნარიანობის გამო ატმოსფეროს ნალექებით იოლად ირეცხება შეტანილი გოგირდმჟავა ამონიუმი და მისგან გამოწვეული ეფექტი დაბალია. თიხნარ ნიადაგებს კი, როგორც ცნობილია, ახასიათებს მაღალი შთანთქმის

უნარი, რის გამოც მასში შეტანილი გოგირდმჟავა ამონიუმში არ იწვევს ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაციის გაღილებას და ამით აცილებულია ნათესის ამოწვა. ამიტომ გვალვების შემთხვევაშიც კი მისი შეტანით მიიღება საკმაოდ მაღალი ეფექტი. შეტანილი გოგირდმჟავა ამონიუმში დიდი რაოდენობით ატმოსფეროს ნალექების და მორწყვის შემთხვევაში, ამ ნიადაგების მაღალი შთანთქმითი უნარის გამო, ნაკლებად ჩაირეცხება ქვედა ფენებში. ამის შედეგად ამ სასუქიდან მიღებული ეფექტი თიხნარ ნიადაგებზე ბევრად უფრო მეტია, ვიდრე ქვიშნარ ნიადაგებზე.

ნიადაგის შთანთქმითი უნარიანობის ცოდნა საშუალებას გვაძლევს სასუქების შეტანის ვადები ისეთნაირად წარვმართოთ, რომ მისგან მივიღოთ რაც შეიძლება მეტი ეფექტი. დაბალი შთანთქმითი უნარიანობის ნიადაგებზე (ქვიშნარებზე) საჭიროა სასუქების ხშირად და მცირე დოზებით შეტანა, ხოლო თიხნარ ნიადაგებზე კი შედარებით უფრო მაღალი დოზები და არახშირად.

ნიადაგის შთანთქმითი უნარიანობა ამჟამად საფუძვლად უდევს ნიადაგზე ზემოქმედების ისეთ დიდმნიშვნელოვან ღონისძიებებს, როგორცაა მოკირიანება, მოთაბაშირება და ფოსფორიტის ფქვილის გამოყენება. ნიადაგის შთანთქმითი უნარიანობის ცოდნა საშუალებას იძლევა ავსხნათ მთელი რიგი პროცესი, რომლებიც წარმოიშვებიან ნიადაგსა და სასუქის ურთიერთმოქმედებისას. ასე, მაგალითად, საკვები ნივთიერებების ნიადაგის მაგარ ფაზიდან ხსნარში გადასვლა ან შეტანილი სასუქიდან მასში შემავალ საკვები ნივთიერების გადასვლა მაგარ ფაზაში, ნიადაგში ფიზიოლოგიურად გაწონასწორებული ხსნარების შექმნა, არეს რეაქცია და მისი შეცვლის გზები, მკიდრო კავშირში იმყოფება ნიადაგის შთანთქმით უნარიანობასთან. დღეისათვის დადგენილად შეიძლება ჩათვალოს, რომ არსებობს გარკვეული კანონზომიერება შთანთქმით უნარიანობასა და ნიადაგში კოლოიდების შემცველობას შორის. აღმოჩნდა, რომ ნიადაგის ლამისებური ნაწილი, ნემომპალა და თიხა ეკუთვნიან კოლოიდების იმ ნაწილს, რომელსაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს შთანთქმით მოვლენებში.

ა) ნიადაგის მექანიკური შთანთქმითი უნარი

მექანიკური შთანთქმითი უნარი — ეს არის ნიადაგის თვისება შეაკავოს წყალში ამღვრეული ან ნიადაგის ხსნარში ატივტივებული მის ფორებსა და კაპილარებზე უმსხვილესი ნაწილაკები.

ნიადაგის მექანიკური შთანთქმითი უნარი მკიდრო კავშირში იმყოფება მის მექანიკურ შედგენილობასა და სტრუქტურულ თვისებებთან. რაც უფრო მდიდარია ნიადაგი თიხით, მით ნაკლებია მექანიკურ

წაწილებს შორის ფორების დიამეტრი და მეტია ამ ნიადაგების მექანიკური შთანთქმის უნარი და, პირიქით, მსხვილი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებს მექანიკური შთანთქმის ნაკლები უნარი აქვთ. თიხნარი და თიხიანი ნიადაგები მეტი მექანიკური შთანთქმის უნარით ხასიათდებიან კვიშნარ და კვიშიანებთან შედარებით.

უფრო მეტი შთანთქმითი უნარიანობა აღინიშნება სტრუქტურულ ნიადაგებში უსტრუქტუროსთან შედარებით. პირველი ტიპის ნიადაგში არსებულ ცალკეულ უწყრილეს დისპერგირებულ ნაწილაკებს, რომლებიც ურთიერთშორის შეკოწიწებული სტრუქტურული აგრეგატების სახითაა, შესწევთ უნარი უფრო მეტი რაოდენობით შეაკავონ წყალში ატივტივებული ნაწილაკები, მეორესთან შედარებით. მექანიკური შთანთქმის შედეგად ნიადაგის ფორებში შეკავდება არა მარტო მსხვილი, არამედ კოლოიდური ნაწილებიც კი. ამიტომ ამ მოვლენას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ნაყოფიერებისათვის, აგრეთვე დიდი ატმოსფერული ნალექების რაიონებისა და მორწყვისათვის. მაგრამ სასუქების შთანთქმის თვალსაზრისით ის შედარებით ნაკლებ მნიშვნელოვანია. დასასრულ უნდა აღინიშნოს, რომ ნიადაგის მექანიკური შთანთქმითი მოვლენები ჭერჯერობით შედარებით ნაკლებად არის შესწავლილი.

ბ) ნიადაგის ფიზიკური ანუ მოლეკულური შთანთქმითი უნარი

ფიზიკური შთანთქმა არის ნიადაგის უნარი ზედაპირული ენერჯის საშუალებით შთანთქმას როგორც გაზისებური, ისე წყალში გახსნილი მარილების მთელი მოლეკულები. ნიადაგის მიერ გაზების შთანთქმა შეიძლება წარმოვიდგინოთ ნიადაგის მაგარი ფაზის ორთქლისებურ წყალთან ურთიერთმოქმედების მაგალითზე. როგორც ცნობილია, ხელით შეხებისას, როგორი მშრალიც არ უნდა გვეჩვენოს ნიადაგი, თავისში ყოველთვის შეიცავს განსაზღვრული რაოდენობით ჰიგროსკოპულ წყალს. ეს აიხსნება იმით, რომ ნიადაგის ნაწილაკებს, მოლეკულური მიზიდვის ძალების მეშვეობით, გააჩნიათ უნარი მიიზიდონ და შეაკავონ თავის ზედაპირზე წყლის ორთქლის მოლეკულები. ნიადაგის ტენის ორთქლისმაგვარი მოლეკულები გარს შემოეკვრება ნიადაგის მაგარი ფაზის ნაწილაკებს და კავდება ამ უკანასკნელის ზედაპირზე დიდი ძალებით. ჰიგროსკოპული წყლის მოსაცილებლად, როგორც ცნობილია, საჭიროა ნიადაგის 105°-ზე ხანგრძლივი გახურება. ამგვარი მკვიდრო კავშირი, რომელსაც საფუძვლად უდევს მოლეკულური მიზიდულობის ძალები, ადსორბციის სახელწოდებითაა ცნობილი. რადგანაც ამ დროს წარმოებს მთელი მოლეკულების სუფთა ფიზიკური შთანთქმა მათი ხარისხობრივი ცვლილებების გარეშე, მას მოლეკუ-

ლურ ადსორბციას, ე. ი. არადისოცირებულ და სუსტად დისოცირებულ მთელი მოლეკულების ადსორბციას უწოდებენ. მოლეკულური ადსორბციის დროს შთანთქმული ნივთიერება არა თუ შედის ნიადაგის მაგარ ფაზაში, არამედ მხოლოდ გროვდება ანუ თავს იყრის ხსნარში, რომელიც გარს აკრავს ნიადაგის კოლოიდებს.

ნიადაგის მოლეკულური ადსორბცია დამოკიდებულია ნიადაგში დისპერგირებული კოლოიდური ნაწილაკების რაოდენობაზე. რაც მეტია კოლოიდური ნაწილაკების რაოდენობა ნიადაგში, მით მეტია ზედაპირითი ზედაპირი, მით მეტად შთანთქავს და მეტია ნიადაგის ადსორბციული თვისება.

ნიადაგს აქვს უნარი ფიზიკურად შთანთქოს გაზები. ამიტომ ნიადაგი მშრალ მდგომარეობაში ყოველთვის შეიცავს კოლოიდური ნაწილაკების მიერ შთანთქმულ გაზებს.

ნიადაგის ამ უნარს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს. სახელდობრ ამ თვისებით ნიადაგში შეიძლება შეკავდეს მცენარის კვებისათვის ისეთი მეტად მნიშვნელოვანი ნივთიერება, როგორცაა ამონიაკი, რომელიც წარმოიშვება ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად. ყველა ნიადაგი ტენიანობის პირობებში წარმოადგენს დისპერსულ სისტემას, რომელშიაც ნიადაგის ხსნარი დისპერსული არეა, ხოლო ორგანული და მინერალური კოლოიდალური ნაწილაკები დისპერსული ფაზა. ასეთ სისტემას ნიადაგების ნაწილაკების დაქუცმაცების ანუ დისპერსიულობის მიხედვით გააჩნია ამა თუ იმ ხარისხის ზედაპირული ენერგია.

ნიადაგის ტენი ეხება ნიადაგის მაგარ მასას და ირგვლივ შემოეხვევა მას წყლის მთლიან აკად. ამასთან წყლის თხელი ფენა, რომელიც უშუალოდ ეხება ნიადაგის მაგარ ფაზას, ადსორბციის შედეგად მიიზიდება მაგარ ნაწილაკებთან 10.000 ატმოსფეროს და მეტი ძალით. ეს უდიდესი დაწოლა მკლავნდება მხოლოდ ნიადაგის ნაწილაკების ზედაპირთან და წყლის მოლეკულები, რომლებიც განლაგებულია რამდენიმე მაგარი ნაწილაკების ზედაპირიდან დაცილებით, სრულიად არ განიცდიან მას ან განიცდიან, მაგრამ შესამჩნევად ნაკლები ხარისხით. აღსანიშნავია, რომ მრავალი ნივთიერება, და მათ შორის უმთავრესად მინერალური მარილები, მიიზიდება დაწოლის გადიდებასთან ერთად. ამ მიზეზის გამო უმეტესი კონცენტრაცია გახსნილი მარილებისა იქნება ნიადაგის ნაწილაკების ზედაპირზე, ე. ი. სახელდობრ წყლის იმ ფენაში, რომელიც უშუალოდ ეხება მაგარ ნაწილაკებს და იმყოფება დიდი დაწოლის ქვეშ. ამ მოვლენის გამო ნიადაგის ხსნარი თავის სხვადასხვა ნაწილებში არ არის ერთფეროვანი. რაც უფრო ახლოა ის მაგარ ნაწილაკებთან, მით კონცენტრაცია ხსნარისა მაღალია და, პირიქით. მაგრამ უკანასკნელ შემთხვევაში მარილების მოძრაობა იზრდება. მა-

შასადამე, ნიადაგის ნაწილაკების ზედაპირული ენერგიის მეშვეობით, რალაც ნაწილი ხსნადი შენაერთებისა შთაინთქმება და შეკავდება ნიადაგის მიერ. ასეთი სახის შთანთქმას, როცა ამა თუ იმ ნივთიერების მოლეკულები მიიზიდება ხსნარიდან ნიადაგის მაგარი ფაზების მიერ და გროვდება ამ ნაწილაკების ზედაპირთან, დადებით მოლეკულურ ადსორბციას უწოდებენ.

ნიადაგის მიერ მოლეკულურ ადსორბციის საუკეთესო მაგალითს წარმოადგენს შეფერილი ხსნარის გაუფერულება ნიადაგში გატარებისას. ნიადაგის დადებით ადსორბციაზე მიუთითებს აგრეთვე ნიადაგში გატარებული ზღვის მარილიანი წყლის გასუფთავება.

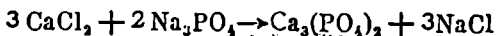
ნიადაგის დადებითი ადსორბციის მნიშვნელობა. ცხადია, ერთი მხრივ, ამ თვისების შედეგად ხსნადი საკვები ნივთიერების რალაც ნაწილი დაკუთვია ნიადაგის ქვედა ფაზებში სწრაფად ჩარეცხვისაგან, ხოლო, მეორე მხრივ, ნიადაგის ხსნარის ერთფეროვნების გამო, მცენარისათვის იქმნება შესაძლებლობა ნიადაგის არეში შექმნას ისეთი კონცენტრაცია, რომელიც უფრო შეესაბამება მცენარის მოთხოვნილებას. სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით შთანთქმის ამ სახეობას დიდი ნალექებისა და მორწყვის პირობებში არა აქვს არსებითი მნიშვნელობა.

ნიადაგში ადგილი აქვს-აგრეთვე ე. წ. უარყოფით მოლეკულურ ადსორბციას. ამ მოვლენის შედეგად წყალში გახსნილი ნივთიერების მოლეკულები ნიადაგის მიერ არ შთაინთქმება ან შთაინთქმება მეტად უმნიშვნელოდ. უარყოფითი ადსორბცია დამახასიათებელია ისეთი შენაერთებისათვის, რომელთა ხსნადობა დაწოლის გადიდებით მცირდება, რის შედეგადაც მათი ყველაზე მეტი კონცენტრაცია იქნება არა წყლის აქთან, რომელიც გარს აკრავს ნიადაგის მაგარ ნაწილაკებს, არამედ თავისუფალი ხსნარის ყველაზე მოძრავ ნაწილში. ნალექებითა და სარწყავი წყლით ამ შთანთქმული ნივთიერების გარეცხვა ხდება სწრაფად. ნიადაგში უარყოფითი შთანთქმის მაჩვენებელია ნიტრატების შთანთქმა. ამიტომ აზოტიანი სასუქების გვარჯილების ფორმების გამოყენებისას ის შეტანილ უნდა იქნას ნიადაგში თესვამდე არა დიდი ხნით ადრე, აგრეთვე ვეგეტაციის პერიოდში მცირე დოზებით და ხშირად.

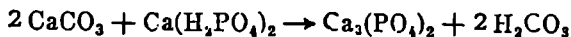
გ) ნიადაგის ქიმიური შთანთქმითი უნარი

ნიადაგის ხსნარში არსებული ნივთიერებები ურთიერთ ან ძნელად უხსნად ნივთიერებასთან შეხების დროს შედის ქიმიურ რეაქციაში და იძლევა უხსნად ან ძნელად ხსნად შენაერთებს. ნიადაგის ამ თვისებას ქიმიურ შთანთქმით უნარს უწოდებენ. ასეთი ურთიერთმოქმედების

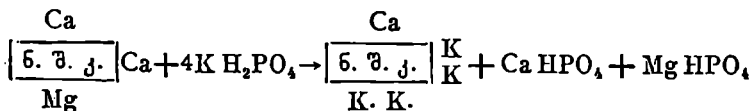
შედგად წარმოქმნილი უსხნადი შენაერთები შენარჩუნებულია ნიადაგში გარეცხვისაგან. ნიადაგში შეიძლება იყოს ისეთი ადვილად ხსნადი შენაერთი, როგორც არის ნატრიუმის სამზანაცვლებული ფოსფატი Na_3PO_4 და კალციუმის ქლორიდი. ამ მარილების ურთიერთმოქმედების შედეგად წარმოიშევა ძნელად ხსნადი სამკალციუმიანი ფოსფატი. ეს რეაქცია ასე შეიძლება გამოვხატოთ:



სამკალციუმიანი ფოსფატი გამოილეკება ნიადაგის ხსნარიდან. ანალოგიურად შეიძლება შთაინთქას ნიადაგში შეტანილი ფოსფორიანი სასუქების ფოსფორის მკვა. ასე, მაგალითად, თუ ნიადაგში, რომელშიც მოიპოვება კალციუმის კარბონატი, შევიტანეთ ერთმანადაცვლებული კალციუმი ფოსფატის სახით და ფოსფორის შემცველი სუპერფოსფატი, მაშინ ამ მარილების ურთიერთმოქმედების შედეგად წარმოიშევა ძნელად ხსნადი სამკალციუმიანი ფოსფატი, რომელიც გამოილეკება ნიადაგის ხსნარიდან. ამ რეაქციას ასეთი სახე ექნება:

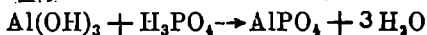
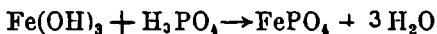


შთანთქმულ კალციუმსა და მაგნიუმს შეუძლია აგრეთვე წარმოშვას ნიადაგის ხსნარში ფოსფორთან ძნელად ხსნადი შენაერთები:



მარილები CaHPO_4 და MgHPO_4 წყალში არ იხსნება და გამოილეკება ნიადაგის ხსნარიდან.

ეწერ და წითელმიწა ნიადაგის ხსნარში იმყოფება რკინისა და ალუმინის ჰიდრატები, რომლებსაც შესწევს უნარი ფოსფორის მკვასთან წარმოშვას ძნელად ხსნადი ფოსფატები:



ქიმიური გზით გარდა ფოსფატონისა, შეიძლება შთაინთქას აგრეთვე SiO_2 , HCO_3 და SO_4 , რომლებიც წარმოშობენ რა ნიადაგში კალიუმის სილიკატს, კარბონატს და სულფატს. ქიმიურად ნიადაგის მიერ არ შთაინთქმება Cl , NO_2 და NO_3 იონები.

ნიადაგის ქიმიური შთანთქმის უნარის ცოდნას დიდი მნიშვნელობა აქვს სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით. მისი ცოდნის საფუძველზე საჭიროა ნიადაგში ფოსფორიანი სასუქების ისეთი წესით შეტანა, რომელიც უზრუნველყოფს მეტი ეფექტის მიღებას (სასუქების

ადგილობრივი შეტანა). შთანთქმის ეს სახეობა უარყოფითია სასუქების ეფექტურობის თვალსაზრისით.

დ) ნიადაგის ბიოლოგიური შთანთქმა

ბიოლოგიური შთანთქმის ქვეშ იგულისხმება სხვადასხვა შენაერთების დაკავება ნიადაგის ხსნარიდან და ატმოსფეროდან მიკროორგანიზმებითა და მცენარის ფესვების საშუალებით. ნიადაგში არსებული მიკროორგანიზმები, რომლებიც ეწევიან მიწათმოქმედებისათვის სასარგებლო მუშაობას, ორგანული ნივთიერების დამშლელი მიკროორგანიზმები და ატმოსფეროს თავისუფალი აზოტის ფიქსატორები, — თავიანთი კვებისათვის ითხოვენ საკვებ ელემენტებს, რომელთაც იღებენ ნიადაგის ხსნარიდან და ატმოსფეროდან. ასეთი საკვები ნივთიერებები ზოგიერთ მიკროორგანიზმებს შეუძლია შეითვისოს აგრეთვე ნიადაგის მაგარ ფაზიდანაც. მიკროორგანიზმების მიერ შთანთქმული საკვები ნივთიერებები გადადის მათი ორგანიზმის ორგანულ შენაერთებში და თავისი განვითარების ციკლის დამთავრების შემდეგ ისევ უბრუნდება ნიადაგის ხსნარს.

ბიოლოგიური შთანთქმა წარმოებს აგრეთვე მცენარის ფესვების მეშვეობით. ეს უკანასკნელი რჩება ნიადაგში და გახრწნის შემდეგ. მასში შემავალი საკვები ნივთიერებები უბრუნდებიან ნიადაგის ხსნარს. მცენარის ფესვები მიისწრაფვის ნიადაგის ღრმა ფენებში და შთანთქავს მისთვის საჭირო საკვებ ელემენტებს ქვედა ჰორიზონტებიდან, რომელთაც გადაანაცვლებს ზედა ფენებში. ამ პროცესის შედეგად ადგილი აქვს საკვები ნივთიერების არა მარტო შეკავებას ჩარეცხვისაგან, არამედ დაგროვებას, კონცენტრირებას ორგანული ნივთიერების ხაზით ნიადაგის ზედა ჰორიზონტებში. მცენარეების როლი ნიადაგში ხაკვები ნივთიერების შთანთქმისა და კონცენტრაციისათვის მეტისმეტად დიდია და შეუცვლელი.

ნიადაგში ბიოლოგიური შთანთქმა წარმოებს აზოტისა, ფოსფორისა, გოგირდისა, კალიუმისა, კალციუმისა და მცენარისათვის საჭირო სხვა საკვები ნივთიერებისა. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს აზოტის ნიტრატული ფორმის ბიოლოგიურ შთანთქმას, რადგან ის სხვაგვარად არ შთაინთქმება. ნიადაგში მცხოვრები აზოტის თავისუფალი ფიქსატორები და პარკოსანი მცენარეების ფესვებზე არსებული კოფის ბაქტერიები იწვევენ ატმოსფეროდან თავისუფალი აზოტის ფიქსაციას და ის განვითარების ციკლის დასრულების შემდეგ უბრუნდება ნიადაგს მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმებში. ატმოსფეროს აზოტის ბიოლოგიურ შთანთქმას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მცენარის აზოტური კვებისათვის. ცნობილია, რომ ერთ ჰექტარზე არსებულ თა-

ვისუფალ ფიქსატორ აზოტობაქტერს, მისი განვითარებისათვის ხელ-
ხაყრელ პირობებში, შეუძლია დააგროვოს 30-45 კილოგრამი აზო-
ტი, ხოლო ჰარკოსანი მცენარეების ფესვებზე მცხოვრები კოჟრის ბაქ-
ტერიებს (*Bacterium zadiccicola*) კი ამავე ფართობზე 160-200 კი-
ლოგრამი. მაშასადამე, ამ ბაქტერიების ცხოველმყოფელობის შედე-
გად მცენარე შეიძლება უზრუნველყოფილ იქნას აზოტით.

ნიადაგის ბიოლოგიური შთანთქმის ინტენსივობა დამოკიდებუ-
ლია იმ პირობებისაგან, რომლებიც გავლენას ახდენენ მიკროორგანიზ-
მების ცხოველმყოფელობაზე. ეს პირობებია: ტემპერატურა, ნიადაგის
არეს რეაქცია, წყლისა და აერობული რეჟიმი ნიადაგში და სხვ.

ბიოლოგიური შთანთქმის დადებითი მოქმედება აიხსნება იმით,
რომ ამ პროცესის შედეგად მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიე-
რების გამოარეცხვა ნიადაგიდან მცირდება. ცნობილია აგრეთვე, რომ
ბიოლოგიური პროცესების მკვეთრად გაძლიერება იწვევს აზოტის
შთანთქმის გადიდებას ნიადაგის აზოტის ხარჯზე, რაც უარყოფითად
მოქმედებს მცენარის აზოტით კვების რეჟიმზე. ასე, მაგალითად, მრავალწლიანი ნარგავების (ჩაი, ციტრუსები) ნიადაგში გვიან გაზაფხულ-
ზე ან ზაფხულის პერიოდში მწვანე სასუქების ჩახვნამ, ნიადაგში მი-
კრობიოლოგიური პროცესების გაძლიერების შედეგად, პირველ წელს
მოსავლის მატების ნაცვლად შეიძლება მოსავლის დაცემაც კი გა-
მოიწვიოს.

ე) კათიონების ფიზიკურ-ქიმიური ანუ ჩანაცვლებითი შთანთქმა

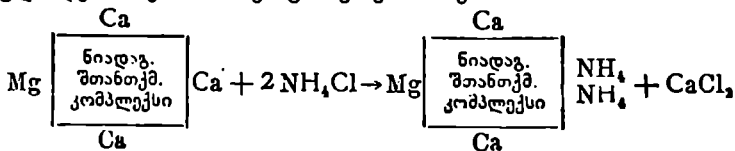
კოლოიდური კომპლექსი შეიცავს შთანთქმულ კათიონებს, რომ-
ლებიც შეიძლება ჩანაცვლებულ იქნას ნიადაგის ხსნარში მყოფი რომელიმე სხვა კათიონით.

ნიადაგის ხსნარში მოხვედრილი მჟავები, ტუტეები და მარილები განიცდიან დისოციაციას ანიონებად და კათიონებად. ყოველი იონი დისოციაციის შედეგად ატარებს განსაკუთრებულ მუხტს. ასე, მაგალითად, KCl მოლეკულა განიცდის დისოციაციას K^+ და Cl^- იონებად, მარილის მჟავას მოლეკულა იშლება H^+ და Cl^- იონებად, ნატრიუმის ტუტე $NaOH$ წარმოშობს Na^+ და OH^- იონებს და სხვ. ამიტომ ნიადაგის მაგარ ფაზასთან ხსნარის შეხებისას, დადებითი მუხტის მქონე კოლოიდის ზედაპირზე შთანთქმულ კათიონებს ჩანაცვლებს ხსნარში არსებული კათიონები. ნიადაგის უნარს, ჩანაცვლოს შთანთქმული კათიონები ხსნარში არსებულ რომელიმე სხვა კათიონით, ეწოდება კათიონის ფიზიკურ-ქიმიური ანუ ჩანაცვლებითი შთანთქმითი უნარიანობა.

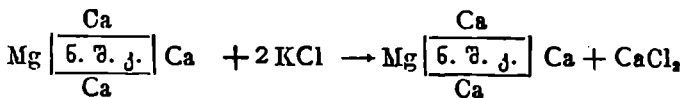
ნიადაგის წვილ დისპერსიულ ფრაქციას, რომელსაც შესწევს უნარი მასში შემცველი კათიონები შეცვალოს ხსნარის სხვა კათიონებზე, ეწოდება ნიადაგის შთანთქმითი კომპლექსი. ნიადაგის ეს ნაწილი შედგება როგორც მინერალური, ისე ორგანული წარმოშობის სხვადასხვა ქიმიურ შენაერთებისაგან, ამიტომ მას კომპლექსი უწოდეს. რადგან ნიადაგის ამ ნაწილს გააჩნია შთანთქმის უნარი მას უწოდებენ შთანთქმით კომპლექსს.

შთანთქმითი უნარიანობა ძირითადად შეპირობებულია ნიადაგის კოლოიდებისაგან, თუმცა ამ უკანასკნელთა გარდა შთანთქმის უნარი აქვს უფრო მსხვილ ნაწილაკებსაც. რაც უფრო მსხვილია ნაწილაკები, მით უფრო მცირეა მისი შთანთქმის უნარი.

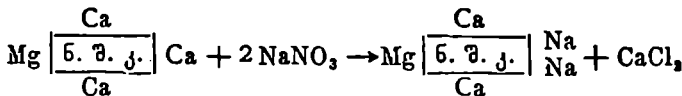
ნიადაგში კათიონების ფიზიკურ-ქიმიური შთანთქმა ანუ ჩანაცვლებითი რეაქცია მიმდინარეობს გარკვეული ეკვივალენტური რაოდენობით. ასე, მაგალითად, თუ ნიადაგზე ვიმოქმედებთ NH_4Cl, KCl ან $NaNO_3$ მარილების ხსნარით, მათი კათიონები ჩანაცვლებენ შთანთქმულ მდგომარეობაში მყოფ სხვა კათიონებს:



აბ



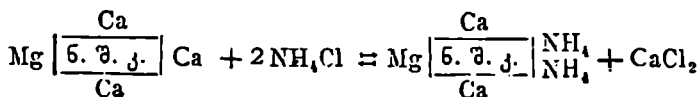
აბ



ნიადაგის მიერ ერთი რომელიმე კათიონის შთანთქმისას წარმოებს მშთანთქავი კომპლექსიდან ეკვივალენტური რაოდენობით შთანთქმული კათიონების გამოძევება და ხსნარში გადასვლა. ამიტომ შეიძლება დავუშვათ, რომ ნიადაგი ბუნებრივ პირობებში ყოველთვის შეიცავს რაღაც განსაზღვრული რაოდენობით შთანთქმულ კათიონებს, რომლებიც შეიძლება გამოძევებულ იქნას მშთანთქავ კომპლექსიდან რომელიმე სხვა კათიონებით. ნიადაგში შთანთქმულ მდგომარეობაში მოიპოვება შემდეგი კათიონები: $\text{Ca}^{++}, \text{Mg}^{++}, \text{K}^+, \text{Na}^+, \text{H}^+, \text{NH}_4^+, \text{St}^{++}, \text{Ae}^{+++}$.

ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიურ ანუ ჩანაცვლებით შთანთქმით რეაქციებს ახასიათებს მთელი რიგი თავისებურებანი, რომლებსაც უდიდესი მნიშვნელობა აქვს სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით:

1. კათიონების ჩანაცვლებითი რეაქცია შექცევადია. ეს იმას ნიშნავს, რომ ნიადაგის მშთანთქავი კომპლექსის მიერ ხსნარში არსებული რომელიმე კათიონის შთანთქმასთან და მეორე კათიონის გამოძევებასთან ერთად შეიძლება ადგილი ექნეს შექცევად პროცესს, ე. ი. გამოიძევა წინათ შთანთქმული კათიონი და გადავა ხსნარში. ამიტომ ამონიუმის ქლორიდის ხსნარის მოქმედების რეაქცია ნიადაგზე შეიძლება შებრუნებით გამოვხატოთ:

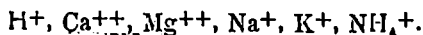


კათიონების ჩანაცვლებითი რეაქციის შექცევადობას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგში შეტანილი ზოგიერთი სასუქების ეფექტურობისათვის. სასუქების ნიადაგში შეტანის დროს მცენარისათვის საჭირო კათიონები შთანთქმება და თავიდან იქნება აცილებული მათი გამორეცხვა. ამავე დროს ჩანაცვლებითი რეაქციის უქუქცევადობის გამო შთანთქმული კათიონები ხელახლა გადავა ნიადაგის ხსნარში, რომელიც მცენარეს შეუძლია შეითვისოს.

2. ნიადაგში კათიონების ჩანაცვლებითი რეაქცია მიმდინარეობს მეტად სწრაფად — მყისეულად. ძირითადად წონასწორობა ნიადაგის მშთანთქავ კომპლექსსა და ხსნარს შორის მყარდება 1-5 წუთის განმავლობაში. ჩანაცვლებითი რეაქციის ეს თავისებურება მნიშვნელოვანია სასუქებში შემავალი კათიონების ნიადაგის მიერ შეკავების თვალსაზრისით. რადგან კათიონების ჩანაცვლება სწრაფად მიმდინარეობს, ამიტომ შეტანილ სასუქებში შემავალი კათიონების შეკავება სწრაფად მოხდება და არ არის საშიშროება მოსული ნალექებითა და სარწყავი წყლით მისი ნიადაგიდან გამორეცხვისა.

3. სხვადასხვა კათიონებს გააჩნია სხვადასხვა შთანთქმის ანუ ჩანაცვლებითი ენერგია. ზოგიერთი მათგანი შთანთქმება ძლიერად, ხოლო ზოგი სუსტად. უფრო მეტი შთანთქმითი ენერგიით ხასიათდება ორვალენტოვანი კათიონები (Ca^{++} , Mg^{++}), ნაკლებით კი ერთვალენტოვანი (K^+ , NH_4^+ , Na^+). ხსნარის ერთნაირი კონცენტრაციის პირობებში შთანთქმითი ენერგია იცვლება ვალენტოვნებისა და ატომური წონის მიხედვით. რაც მეტია კათიონების ვალენტოვნება, მით მეტია მისი შთანთქმითი ენერგია. ერთ და იგივე ვალენტოვნების შემთხვე-

ვაში კი რაც მეტია ელემენტის ატომური წონა, მხო მეტია შთანთქმითი ენერგია. ამიტომ ხსნარის ერთნაირი კონცენტრაციის პირობებში კალციუმი შთანთქმება უფრო ინტენსიურად (ატომური წონა 40,07), ვიდრე მაგნიუმი (ატომური წონა 24,32). მაგრამ კალციუმი და მაგნიუმი უფრო სწრაფად შთანთქმება, ვიდრე კალიუმი და ნატრიუმი. ამ საერთო წესიდან გამონაკლისს წარმოადგენს წყალბადიონი, რომლის შთანთქმის ენერგია მრავალჯერ მეტია, ვიდრე ერთვალენტოვანი კათიონებისა, ამ მხრივ ის თითქმის უტოლდება ორვალენტოვანი კათიონების შთანთქმით ენერგიას. შთანთქმითი ენერგიის მიხედვით კათიონები შეიძლება შემდეგ რიგზე განვალაგოთ:



მაშასადამე, შთანთქმითი ენერგიის მიხედვით პირველი ადგილი უკავია წყალბადიონს, შემდეგ მოდის კალციუმი, მაგნიუმი, ნატრიუმი და კალიუმი. უკანასკნელ ადგილზეა ამონიუმი.

4. კათიონების შთანთქმაზე დიდ გავლენას ახდენს მათი კონცენტრაცია ნიადაგის ხსნარში. რაც მეტია ხსნარში კათიონების კონცენტრაცია, მით მეტია ნიადაგის მიერ კათიონების შთანთქმის ინტენსივობა. თუ ხსნარში ერთვალენტოვანი კათიონების კონცენტრაცია ბევრად უფრო მეტია, ვიდრე ორვალენტოვანისა, უფრო ძლიერ შთანთქმება პირველი მეორესთან შედარებით. ასე, მაგალითად, დავეუშვათ ხსნარში იმყოფება Ca^{++} და Na^+ იონები. თუ ნატრიუმის კონცენტრაცია ბევრჯერ მეტია, ვიდრე კალციუმისა, მაშინ მიუხედავად იმისა, რომ უკანასკნელის შთანთქმითი ენერგია უფრო მაღალია ნატრიუმთან შედარებით, ნიადაგის მიერ უმეტესად შთანთქმება ნატრიუმის იონები. ნიადაგის ამ თვისებაზე არის აგებული სასუქებში შემავალი კათიონების ინტენსიური შთანთქმა. შთანთქმით კომპლექსში არსებული კათიონები მთლიანად შეიძლება შეეცვალოთ სხვა რომელიმე კათიონით, თუ ნიადაგზე ვიმოქმედებთ მაღალი კონცენტრაციის ხსნარით.



ნიადაგის შთანთქმითი ტევადობა. ნიადაგები არაერთნაირი რაოდენობით შთანთქავენ კათიონებს ხსნარიდან. ამიტომ NH_4Cl ხსნარით დამუშავებისას ერთ ნიადაგს შეუძლია შთანთქას მეტი NH_4 , ხოლო მეორეს ნაკლები. კათიონების იმ მაქსიმალურ რაოდენობას, რომელიც 100 გრამ ნიადაგს შეუძლია შთანთქას ხსნარიდან ეწოდება ნიადაგის შთანთქმითი ტევადობა.

ნიადაგის შთანთქმითი ტევადობა მოცემულ ნიადაგისათვის წარმოადგენს საკმაოდ მუდმივ სიდიდეს და ის შეიძლება შეიცვალოს შთანთქმითი კომპლექსის შეცვლასთან ერთად. შთანთქმითი ტევადობა

იზრდება ნიადაგის ორგანული სასუქებით გამდიდრების შედეგად, მკაფიე ნიადაგების მოკირიანებისას, ნიადაგში თიხის შემცველი სასუქების შეტანისას. ნიადაგის შთანთქმითი ტევადობა შეიძლება შემცირდეს ნიადაგის დამჟავებისას, ნიადაგიდან დისპერგირებული-კოლოიდური ნაწილაკების ქვედა ფენებში ჩარეცხვის შედეგად.

ნიადაგის შთანთქმის ტევადობას გამოხატავენ კალციუმის (Ca^{++}) იონის ეკვივალენტით ან მილიეკვივალენტით. თუ ნიადაგში შთანთქმული წყალბადიონების რაოდენობა უდრის 0,1 პროცენტს, მაშინ ის გამოხატული კალციუმის იონის ეკვივალენტში, იქნება:

$$\frac{0,1 \cdot 20}{1} = 2 \text{ პროცენტი.}$$

მაშასადამე, 0,1 პროცენტი შთანთქმული წყალბადიონი ეკვივალენტია 2 პროცენტი Ca^{++} . უფრო ხშირად ნიადაგის შთანთქმით ტევადობას გამოხატავენ მილიეკვივალენტებით 100 გრამ ნიადაგში. თუ, მაგალითად, 100 გრამი ნიადაგი შეიცავს 500 მილიგრამ შთანთქმულ Ca^{++} -ს და ნიადაგი მადლარია კალციუმით, მაშინ ნიადაგის შთანთქმის ტევადობა უდრის $500 : 20 = 25$ მილიეკვივალენტს (500 მგ Ca^{++} იყოფა 20-ზე ჩმიტომ, რომ Ca ეკვივალენტური წონა უდრის 20).

კოლოიდების რაოდენობისა და შედგენილობის შესაბამისად სხვადასხვა ნიადაგები შთანთქმის ტევადობის მიხედვით ძლიერ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ასე, მაგალითად, გაუწერებულ ნიადაგში შთანთქმის ტევადობა უდრის 6-8 მილიეკვივალენტს 100 გრამ ნიადაგზე, შავმიწანი ნიადაგებში — 40-დან 60 მილიეკვივალენტამდე, ხოლო ტორფში — 60-დან 100 მილიეკვივალენტს. შთანთქმის ძალზე დიდი ტევადობით ხასიათდება ნიადაგის ჰუმუსოვანი ნივთიერება. ჰუმუსის მკაფიე შთანთქმითი ტევადობა 350 მილიეკვივალენტს უდრის. შთანთქმის ტევადობა დიდია თიხნარ და თიხიან ნიადაგებში, მკირეა ქვიშნარში. ნიადაგის შთანთქმის ტევადობას დიდი მნიშვნელობა აქვს სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით. რაც მეტია შთანთქმითი ტევადობა, მით მეტი კათიონები შეუძლია ნიადაგს შთანთქას და შემდეგ გადასცეს ნიადაგის ხსნარს. ბუნებრივ პირობებში შავმიწანი ნიადაგები 1 ჰექტარზე 30 სანტიმეტრ ფენაში შეიცავს: 42500 კილოგრამ კალციუმს, 5400 კილოგრამ მაგნიუმს, 300 კილოგრამ კალიუმს და 300 კილოგრამამდე ნატრიუმს.

ნიადაგის მშთანთქავ კომპლექსში გროვდება ნიადაგის ხსნარში ზედმეტად დაგროვილი მცენარისათვის საჭირო ნივთიერებები, რომლებიც მის გარეშე იოლად შეიძლება ჩამორეცხილიყო ატმოსფეროს ნალექებით ან სარწყავი წყლით. ასე, მაგალითად, ნიადაგში კალიუმის სასუქის შეტანისას, ეს უკანასკნელი იხსნება რა წყალში, ქმნის

ხსნად კალიუმის მაღალ კონცენტრაციას, რის შედეგად კალიუმი შთანთქმება ნიადაგის მიერ და მისი რაოდენობა ხსნარში მცირდება. მცენარის მიერ ნიადაგის ხსნარიდან კალიუმის შეთვისების შემდეგ, შთანთქმული კალიუმი გალადონ ხსნარში და ხმარდება მცენარის კვებას.

↓

შთანთქმული კათიონების შედგენილობის გავლენა ნიადაგის თვისებებზე. ნიადაგები ბუნებრივ პირობებში ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან არა მარტო შთანთქმითი ტევადობით, არამედ შთანთქმული კათიონების შედგენილობითაც. შთანთქმული კათიონების შემცველობის მიხედვით ნიადაგები გედროიციმა დაყოფილებით მაძლარ და არამაძლარ ნიადაგებად. პირველ ჯგუფს მან მიაკუთვნა ის ნიადაგები, რომელთა მშთანთქმელ კომპლექსში შედის Ca^{++} , Mg^{++} და Na^{+} , ხოლო მეორეს ისეთები, რომლებიც შთანთქმულ კომპლექსში სხვა კათიონებთან ერთად შეიცავენ წყალბადიონებს. ფუძეებით მაძლარს მიეკუთვნებიან შავმიწები, წაბლა და რუხი ნიადაგები, არამაძლარს კი ეწერი და წითელმიწა ნიადაგები. შავმიწა ნიადაგებში მშთანთქმელ კომპლექსში უმთავრესად იმყოფება კალციუმი და მაგნიუმი, ამავე დროს პირველი ყოველთვის მეტია მეორეზე. ბიცობიანი ნიადაგები შთანთქმულ Ca და Mg ერთად შეიცავენ ნატრიუმს.

ეწერი და წითელმიწა ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია შთანთქმულ კომპლექსში H^{+} და Al^{+++} იონების არსებობა. ამ ნიადაგებში შთანთქმული წყალბადიონების რაოდენობა ფართო ფარგლებში მერყეობს, მაგრამ ძალზე ხშირად წყალბადის რაოდენობა შთანთქმის ტევადობის 50-80 პროცენტს აღწევს.

სხვადასხვა ნიადაგებს განსხვავებული შთანთქმითი კათიონები და შთანთქმითი ტევადობა ახასიათებს, რაც ნათლად ჩანს ცხრ. 17 მონაცემებიდან.

შთანთქმული კათიონების შედგენილობა განსაკუთრებით გავლენას ახდენს ნიადაგის თვისებებზე. კათიონების შთანთქმითი რეაქციის შექცევადობის გამო ნიადაგს შესწევს უნარი შთანთქმული კათიონების მეშვეობით რეგულირება უყოს ნიადაგის ხსნარს. ამიტომ ნიადაგის ხსნარის შედგენილობა დიდად არის დამოკიდებული შთანთქმული კათიონების შედგენილობაზე. ასე, მაგალითად, თუ შთანთქმულ მდგომარეობაში ბევრია კალციუმი, მაშინ ასეთ ნიადაგში ქლორკალიუმის შეტანის შედეგად, კალიუმი გამოაძევებს მშთანთქავ კომპლექსიდან კალციუმს. წყალბადიონების დიდი რაოდენობით არსებობის შემთხვევაში კალიუმის ქლორიდის შეტანა გამოიწვევს მშთანთქმელ კომპლექსიდან მათ გამოძევებას და ისინი არსებითად შეცვლიან ხსნარის არეს რეაქციას.

შთანთქმული კათიონების შთანთქმითი ტევადობა
სხვადასხვა ნიადაგებში მილ. ეკვ-ით
(რემეზოვის მიხედვით)

ნიადაგები	ნიმუშ. აღების სიღრმე	კათიონები მილ. ეკვ.				შთანთქმის ტევადობა მილ. ეკვ.
		Ca	Mg	H	Na	
წითელმიწები	0—14	2	4	11	—	17
	14—40	1	1	8	—	10
კორდიან-ენეროვანი	0—14	5	2	7	—	14
	20—40	3	2	5	—	10
ძლიერი ქვეთიხნარი შავი მიწები	0—10	50	10	5	—	65
	20—30	39	10	1	—	50
სამხრეთი ქვეთიხნარი შავი მიწები	0—10	28	—	—	2	30
	15—20	26	—	—	2	28
ბიცობი	0—6	10	4	—	2	16
	9—14	9	15	—	9	33

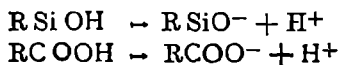
შთანთქმული კათიონების შედგენილობა არსებით გავლენას ახდენს თვით ნიადაგის შთანთქმითი კომპლექსის შედგენილობაზე. მშთანთქავ კომპლექსში კალციუმისა და მაგნიუმის დიდი რაოდენობით არსებობა აპირობებს კოლოიდების კოაგულაციას, რადგან ისინი წარმოადგენენ კარგ კოაგულატორებს. კოლოიდების კოაგულაციის შედეგად ნიადაგში წარმოიქმნება მტკიცე სტრუქტურული აგრეგატები. ამიტომ შთანთქმული კალციუმი და მაგნიუმი შავმიწებში ორგანულ ნივთიერებასთან ერთად აპირობებენ ამ ნიადაგების კარგ სტრუქტურურობას.

ბიცობიანი ნიადაგების მშთანთქავ კომპლექსში ნატრიუმის სიჭარბე იწვევს სტრუქტურისა და ფიზიკური თვისებების გაუარესებას. ცნობილია, რომ საერთოდ ერთვალენტოვანი კათიონები და მათ შორის ნატრიუმი ითვლება კოლოიდების ყველაზე სუსტ კოაგულატორად. ამ კათიონების მოქმედებით წარმოშობილი გელი მეტად არამყარია, წყალთან შეხებისას იოლად იშლება და გადადის ზოლის მდგომარეობაში. სწორედ ამით აიხსნება ბიცობ ნიადაგების ცუდი ფიზიკური თვისებები. წყალბადიონიც კოლოიდების სუსტ კოაგულატორად ითვლება, მისი სიჭარბე ნიადაგის მშთანთქავ კომპლექსში იწვევს კოლოიდების დაშლას, რის შედეგად მცირდება შთანთქმის ტევადობა და უარესდება ნიადაგის ფიზიკური თვისებები. ამიტომ გაეწერებული და წითელმიწა ნიადაგები ხასიათდებიან დაბალი შთანთქმითი ტევადობით და ცუდი ფიზიკური თვისებებით.

შთანთქმით კომპლექსში შთანთქმული ფუნქციების ხელოვნურად შეცვლის გზით იცვლება კოლოიდების თვისებები და უმჯობესდება ნიადაგის ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები. მაგალითად, მკავე ნიადაგებში კირის შეტანით შთანთქმით კომპლექსში წყალბადონების ადგილს იკავებს კალციუმის იონები, რითაც უმჯობესდება ნიადაგის სტრუქტურა, იზრდება შთანთქმითი ტევადობა და სხვ. ასევე ბიცობდანი ნიადაგების მოთაბაშირების შედეგად შთანთქმით კომპლექსში ნატრიუმი გამოიძევება კალციუმით და უმჯობესდება მისი სტრუქტურა, იზრდება ფიზიკურ-ქიმიური შთანთქმითი ტევადობა.

ნიადაგის კოლოიდების შედგენილობის გავლენა შთანთქმით უნარიანობაზე. ნიადაგში კათიონების შთანთქმა-ჩანაცვლების რეაქცია წარმოებს კოლოიდური ნაწილაკების ზედაპირზე. ამდენად, რაც მეტია ნიადაგში კოლოიდების რაოდენობა, მით მეტია მისი შთანთქმითი ტევადობა. ამით აიხსნება ის მოვლენა, რომ თიხნარი ნიადაგები უფრო მაღალი შთანთქმითი ტევადობით ხასიათდებიან, ვიდრე თიხიანი ნიადაგები.

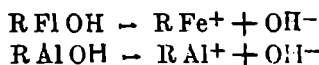
ამავე დროს ნიადაგის შთანთქმითი ტევადობა დამოკიდებულია კოლოიდების ქიმიურ შედგენილობაზე. მაგალითად, რაც მეტია სილიციუმის (SiO_2) და ორგანული ნივთიერების კოლოიდების, ხოლო ნაკლები ერთნახევარი ჟანგეულების კოლოიდების რაოდენობა, მით მეტია ნიადაგის შთანთქმითი ტევადობა. ეს აიხსნება იმით, რომ სილიციუმის ორჟანგის და ორგანული ნივთიერების კოლოიდები წარმოადგენენ აციდოიდებს, ე. ი. მათ გააჩნია უარყოფითი მუხტი. ამიტომ ისინი შთანთქავენ კათიონებს. სილიციუმის ორჟანგის და ორგანული კოლოიდების უარყოფითი მუხტის წარმოქმნა სქემატურად შემდეგი სახით შეიძლება წარმოვიდგინოთ:



მოყვანილ განტოლებებში RSiOH -ით აღნიშნულია სილიციუმის ორჟანგის კოლოიდის მიცელიუმი, ხოლო RCOOH -ით კი ორგანული კოლოიდის მიცელიუმი. ამ უკანასკნელ კოლოიდებში წარმოდგენილია კარბოქსილის ჯგუფი COOH -ის სახით.

ერთნახევარი ჟანგეულების კოლოიდები (რკინა და ალუმინი) წარმოადგენენ ამფოტერულს, ე. ი. ისეთ კოლოიდებს, რომლებიც არც რეაქციის შესაბამისად იცვლიან თავიანთ მუხტს. ნეიტრალურ და ტუტე ან სუსტ მკავე არეში აღნიშნულ კოლოიდებს გააჩნიათ უარყოფითი მუხტი და შთანთქავენ კათიონებს, ხოლო მკავე არეში კი იძენენ დადებით მუხტს და შთანთქავენ ანიონებს. მკავე არეში რკინისა და

ალუმინის კოლოიდების დადებითი მუხტის წარმოქმნა შემდეგნაირად მიმდინარეობს:



მკვლე არეში დადებითად დამუხტული რკინისა და ალუმინის კოლოიდები შთანთქავენ ანიონებს. ამით აიხსნება წითელმიწა და ეწერი ნიადაგების მიერ ფოსფორმკვას ანიონების დიდი რაოდენობით შთანთქმა. როგორც ცნობილია, წითელმიწა და ეწერი ნიადაგები დიდი რაოდენობით შეიცავენ რკინის და ალუმინის კოლოიდებს. მკვლე არეს პირობებში ეს კოლოიდები იძენენ დადებით მუხტს, რის გამოც ფიზიკურ-ქიმიურად შთანთქავენ ანიონებს, კერძოდ, ფოსფორმკვას ანიონებს. მაშასადამე, ნიადაგების კათიონებისა და ანიონების ფიზიკურ-ქიმიური შთანთქმა დამოკიდებულია კოლოიდების ქიმიურ შედგენილობაზე. კერძოდ, დადგენილ იქნა, რომ ნიადაგების კათიონების შთანთქმითი ტევადობა დამოკიდებულებაში იმყოფება სილიციუმის ორჟანგის კოლოიდების ერთნახევარი ჟანგეულების კოლოიდების რაოდენობათა შეფარდებაზე. რაც მეტია ასეთი შეფარდების გამომხატველი რიცხვი, მით მეტია ნიადაგის კათიონების შთანთქმითი ტევადობა და პირიქით. ამის საილუსტრაციოდ მოვიყვანთ სხვადასხვა ნიადაგებში სილიციუმის ორჟანგის (SiO_2) და ერთნახევარი ჟანგეულების კოლოიდების შეფარდებას და შთანთქმითი ტევადობის მაჩვენებლებს (იხ. ცხრილი 18).

ცხრილი 18

სილიციუმის ორჟანგის (SiO_2) და ერთნახევარი ჟანგეულების (Al_2O_3 და Fe_2O_3) შეფარდების გავლენა ნიადაგის კათიონების შთანთქმით ტევადობაზე

ნიადაგის ნიმუში	მოლეკულური შეფარდება $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$	კათიონების შთანთქმითი ტევადობა მილ. გვ-ით
I	3,62	112,6
II	2,73	60,5
III	1,60	14,6
IV	1,2	9,8

ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან ნათლად ჩანს, რომ რაც მეტია სილიციუმის ორჟანგის შეფარდება ერთნახევარ ჟანგეულებთან ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$), მით მეტია ნიადაგის შთანთქმითი ტევადობა და პი-

ჩიქით, რაც ნაკლებია ეს შეფარდება, მით ნაკლებია შთანთქმითი ტევადობა. რადგან წითელმიწებში, ეწერებში ერთნახევარი ჟანგეულების რაოდენობა დიდია და აქედან სილიციუმის ორჟანგის შეფარდება მასთან შევიწროებულია, ამიტომ ამ ნიადაგების შთანთქმითი ტევადობა მცირეა. შავმიწა ნიადაგებში, სადაც ერთნახევარი ჟანგეულების კოლოიდების რაოდენობა არ არის დიდი, სილიციუმის ორჟანგის შეფარდება ერთნახევარ ჟანგეულებთან დიდია და შთანთქმითი ტევადობაც მაღალია.

აკად. გედროიცი ნიადაგის მიერ ანიონების ფიზიკურ-ქიმიურ შთანთქმას არ სცნობდა. მისი აზრით, ანიონები ნიადაგის მიერ შთანთქმება ქიმიური გზით. ანტიპოვ-კარატაევის, ტიულინის და სხვათა გამოკვლევებით კი დადგენილ იქნა, რომ ერთნახევარი ჟანგეულებით მდიდარ ნიადაგებში მჟავე არეს პირობებში ანიონები (ფოსფატი და გოგირდის იონები) შთანთქმებიან ფიზიკურ-ქიმიურად. ერთნახევარი ჟანგეულების კოლოიდები, როგორც უკვე აღნიშნული იყო, წარმოადგენენ ამფოტერულს. ამიტომ მჟავე არეს პირობებში ისინი იძენენ დადებით მუხტს და თავის ზედაპირზე შთანთქავენ ანიონებს.

5. ნიადაგის რეაქცია

ნიადაგის არეს რეაქცია მცენარის ზრდა-განვითარებაზე დიდ გავლენას ახდენს. ნიადაგის წარმოშობის მიხედვით არეს რეაქცია შეიძლება იყოს მჟავე, ნეიტრალური და ტუტე. სასუქების შეტანით იცვლება ნიადაგის არეს რეაქცია. განსაკუთრებით ამას აღვილი აქვს ფიზიოლოგიურად მჟავე და ტუტე სასუქების ნიადაგში შეტანისას. ზოგიერთი სასუქის შეტანა ნიადაგში წარმოებს სპეციალურად არეს რეაქციის შეცვლის მიზნით (კირიანი სასუქები და გოგირდი).

არეს რეაქცია გავლენას ახდენს ნიადაგის ეფექტურ ნაყოფიერებაზე. ის განსაზღვრავს ნიადაგში მცხოვრებ მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობას. ცნობილია, რომ PH-ის 4,0 ქვევით არსებობისას ნიადაგში ძლიერდება სოკოების ცხოველმყოფელობა და საგრძნობლად სუსტდება ბაქტერიების განვითარება, ხოლო 6,0 ზევით პირუკუ ხდება. ნიადაგში მცხოვრები ატმოსფეროს აზოტის თავისუფალი ფიქსატორი აზოტობაქტერი ნორმალური განვითარებისათვის თხოულობს PH არა ნაკლებ 6,0-ისა.

ნიადაგში არსებული ორგანული ნივთიერების დამშლელი მიკროორგანიზმების განვითარებას განსაზღვრავს აგრეთვე არეს რეაქცია. ნიადაგში წარმოქმნილი ამონიაკის ნიტრიტებში გადამყვანი ბაქტერია ნიტროზომონა ნორმალური განვითარებისათვის საჭიროებს PH—

7,8, ხოლო ნიტრიტებიდან ნიტრატების წარმოქმნელი ბაქტერია ნიტრობაქტერი — 7,1. ამიტომ ნიტრიფიკაციის — ნდრძალურად წარმართვისათვის ნიადაგში საჭიროა მჟავიანობის განეიტრალება.

ნიადაგის ორგანული ფოსფოროვანი შენაერთების დამშლელი ბაქტერია — ფოსფორობაქტერი და პარკოსანი მცენარის ფესვებზე მცხოვრები კოჟრის ბაქტერიები ნორმალურად ვითარდებიან ნეიტრალურ ან სუსტ მჟავე, ანდა ტუტე არეს პირობებში.

ნიადაგის მჟავიანობა, ერთი მხრივ, აღიღებს, ხოლო, მეორე მხრივ, ამცირებს მცენარისათვის შესათვისებელი საკვები ელემენტების რაოდენობას ნიადაგის ხსნარში. ასე, მაგალითად, გაცვლითი და ჰიდროლიზური მჟავიანობა აღიღებს მცენარისათვის ძნელად შესათვისებელი ფოსფატების ხსნადობას და მათში შემავალი ფოსფორის გადაყვანას მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმებში. ამიტომ ეწერ ნიადაგებში შეიძლება გამოყენებულ იქნას ფოსფორიტის ფქვილი, მეორე მხრივ, მჟავიანობა იწვევს ალუმინისა და რკინის გააქტივებას. რის შედეგადაც ნიადაგის ხსნარში არსებული ფოსფორის მჟავას გადაყვანა წარმოებს მცენარისათვის ძნელად შესათვისებელ ფორმებში.

არეს რეაქცია განსაზღვრავს აგრეთვე საკვები ნივთიერების შესვლას მცენარეში. როგორც ცნობილია, ნეიტრალურ არეს პირობებში მცენარეში უფრო ინტენსიურად შედიან კათიონები, ვიდრე ანიონები, ხოლო მჟავე არეს არსებობისას კი პირიქით.

ნიადაგის მჟავიანობა იწვევს მცენარისათვის მავნე ელემენტების გადიდებას ხსნარში. ნიადაგის ძლიერ მჟავე არეს შემთხვევაში ალუმინის, მანგანუმისა და რკინის ხსნადობა იზრდება. მათი სიჭარბე მცენარის განვითარების შეფერხებას და დაღუპვასაც კი იწვევს.

ნიადაგში არჩევენ მჟავიანობის ორ ფორმას: აქტიურს და პოტენციურს. უკანასკნელი იყოფა ორ სახედ: გაცვლით და ჰიდროლიზურ მჟავიანობად.

აქტიური მჟავიანობა შეპირობებულია იმ წყალბადიონებით, რომლებიც იმყოფებიან ნიადაგის ხსნარში, ხოლო პოტენციური მჟავიანობა კი ნიადაგის მთანთქავ კომპლექსში მთანთქმული წყალბად და ალუმინის იონებით.

ა) ნიადაგის ხსნარის რეაქცია

ნიადაგის ხსნარის რეაქცია განისაზღვრება მასში წყალბად და ჰიდროქსილიონების რაოდენობით. ქიმიურად სუფთა წყალიც განიცდის დისოციაციას და მასში წარმოიშვება H^+ და OH^- იონები. ერთი ლიტრი ქიმიურად სუფთა წყალი შეიცავს 0,0000001 გრამ ($\frac{1}{10^7} H^+$) წყალბადს და ამავე რაოდენობით ჰიდროქსილის იონებს ($\frac{1}{10^7} OH^-$).

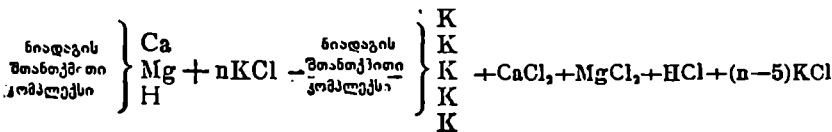
თუ ქიმიურად სუფთა წყალს დავუმატებთ მჟავებს, მაშინ ხსნარში ვაიზრდება H^+ იონები და შემცირდება ჰიდროქსილის იონების რაოდენობა, თუმცა საერთო ჯამი იონებისა მუდმივი იქნება. ამიტომ წყალბად და ჰიდროქსილიონების კონცენტრაციის გამოსახატავად პირობით მიღებულია წყალბადიონების კონცენტრაცია, რომელსაც გამარტივებით აღნიშნავენ სიმბოლო PH -ით, მასში წყალბადიონების კონცენტრაცია გამოხატულია ათწილადი ლოგარითმით (შებრუნებული ნიშნით). თუ ხსნარის ნეიტრალური რეაქციის დროს წყალბადიონების კონცენტრაცია უდრის $0,0000001$, ე. ი. $1/10^7$, მაშინ PH იქნება 7. მჟავიანობის გადიდებისას წყალბადიონების კონცენტრაცია იზრდება, და თუ იგი 1 ლიტრ ხსნარში უდრის $0,0001$ გრამს ანუ $1/10^4$, მაშინ PH იქნება 4. ხსნარში ტუტეების დამატებით იზრდება ჰიდროქსილიონები, მცირდება წყალბადიონების რაოდენობა. როცა ხსნარში ჰიდროქსილის რაოდენობა უფრო მეტია, ვიდრე წყალბადიონებისა, PH 7-ზე მეტია. საბჭოთა კავშირის ნიადაგებში არეს რეაქცია მერყეობს PH 3,5-დან 9,0-მდე. ნიადაგის ხსნარის მჟავე რეაქცია შეპირობებულია მასში ნახშირორჟანგის (CO_2), ნახშირის მჟავას (H_2CO_3) წყალში ხსნადი ორგანული მჟავების და ალუმინის მარილების არსებობით.

მჟავე რეაქცია ახასიათებს კარბი ტენის პირობებში წარმოშობილ წითელმიწა და ეწერ ნიადაგებს. მათში მჟავიანობა, ერთი მხრივ, შეპირობებულია მინერალური და ორგანული მჟავების, აგრეთვე მჟავე მარილების არსებობით და, მეორე მხრივ, შთანთქმულ წყალბად და ალუმინის იონებით. მჟავე ნიადაგებში ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად წარმოიშვება ჰუმუსოვანი მჟავები. ამ ნიადაგების მჟავიანობა შეპირობებულია ნახშირის მჟავას არსებობით. ნიადაგში ტუტე რეაქცია გამოწვეულია მასში ნატრიუმის, კალიუმის, კალციუმის კარბონატების და ბიკარბონატების არსებობით. გარდა ამისა, შთანთქმულ კომპლექსში შთანთქმული ნატრიუმით, რომელიც ნატრიუმის კარბონატისა და ბიკარბონატის წარმოშობას იწვევს ნიადაგში. არჩევენ ნიადაგის სუსტ, საშუალო და ძლიერ ტუტიანობას. სუსტი ტუტე რეაქცია დამახასიათებელია წაბლა ნიადაგებისათვის. ამ ნიადაგების წყლის გამონაწურში PH უდრის 7,5 — 7,8. საშუალო ტუტიანობა ახასიათებს ნახევრად უდაბნოს დამლაშებულ ნიადაგებს, რომელთა PH 8,0 — 8,5-ია. ძლიერ ტუტე რეაქცია დამახასიათებელია ბიცობი ნიადაგებისათვის. ასეთი ნიადაგების წყლის გამონაწურში PH უდრის 8,5 — 9,0.

ნეიტრალური რეაქცია აღინიშნება შავმიწა ნიადაგებში, რაც გამოწვეულია ამ უკანასკნელის წარმოქმნის ფაქტორებით და ორგანული ნივთიერების დაგროვებით.

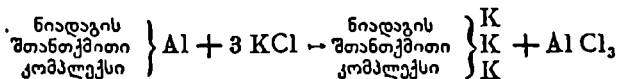
ბ) გაცვლითი მჟავიანობა

ნიადაგის გაცვლითი მჟავიანობა შედგება შთანთქმით კომპლექსში უფრო მეტად მოძრავი წყალბადისა და ალუმინის იონებისა, რომლებიც შეიძლება გამოძევებულ იქნას ნეიტრალური მარილების კათიონებით, მაგალითად, ქლორიანი კალიუმით. ამ მარილების მოქმედებით ისეთ ნიადაგებზე, რომელთაც აქვთ გაცვლითი მჟავიანობა, წარმოებს კათიონების ჩანაცვლებითი რეაქცია. ამ დროს მარილის კათიონი ჩადგება შთანთქმით კომპლექსში წყალბადიონების ადგილზე, ხოლო წყალბადიონი გადავა ხსნარში და წარმოშობს მჟავას. ეს რეაქცია ასე შეიძლება გამოვხატოთ:

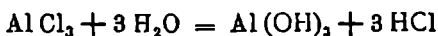


შთანთქმით კომპლექსიდან გამოძევებულ წყალბადიონებს ანეიტრალებენ ტუტით (ტიტრავენ), რითაც იგებენ ნიადაგის გაცვლით მჟავიანობას, რომელიც შეპირობებულია შთანთქმულ წყალბადიონებით.

შთანთქმული წყალბადიონების გარდა, გაცვლითი მჟავიანობა ძლიერ მჟავე მინერალურ ნიადაგებში გამოწვეულია ალუმინით, რომელიც გამოძევდება შემწურავ კომპლექსიდან ნეიტრალურ მარილების კათიონებით.



წარმოშობილი ალუმინის ქლორიდი განიცდის ჰიდროლიზს, რის შედეგად მიიღება ალუმინის სუსტი ტუტე და ძლიერი მარილის მჟავა:



მარილის მჟავას ტიტრავენ ტუტით და იგებენ გაცვლით მჟავიანობას, რომელიც შეპირობებულია გაცვლითი ალუმინით.

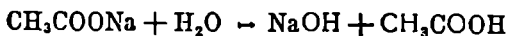
გაცვლითი მჟავიანობა წარმოიშევა ისეთ ნიადაგებში, რომლებსაც საგრძნობი რაოდენობით დაკარგეს შთანთქმულ კომპლექსიდან უძებები და მისი ადგილი დაიკავეს წყალბადიონებმა. გაცვლითი მჟავიანობის არსებობა იმაზე მიუთითებს, რომ მიმდინარეობს ნიადაგის ღამჯავების პროცესი. გაცვლითი მჟავიანობის მქონე ნიადაგებში საუქების სახით ნეიტრალური მარილების შეტანამ შეიძლება მისი გააქტივება გამოიწვიოს, რის შედეგადაც ადგილი ექნება მოსავლის დაკემას.

გაცვლითი მჟავიანობის მიხედვით წარმოებს კირის ღოზების დადგენა ისეთი მცენარეებისათვის, რომლებიც მის ოდნავ სიკვარბეს ვერ იტანენ. ასეთ კულტურებს მიეკუთვნებიან კარტოფილი და სელი. ასევე ზღება კირის ღოზების დადგენა დაქაობებული ტორფიანი ნიადაგებისათვის.

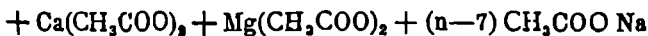
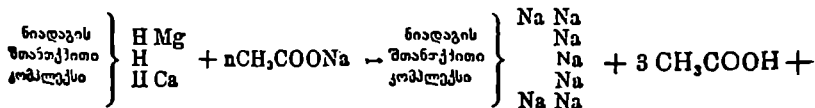
გ) ჰიდროლიზური მჟავიანობა

ნიადაგის კომპლექსში არსებული ყველა წყალბადიონი არ შეიძლება გამოძევებულ იქნას ნეიტრალური მარილების ხსნარებით. ნიადაგის კოლოიდური მიცელის ზედაპირზე ზოგიერთი წყალბადიონი არამკიდროდაა დაკავშირებული, ზოგი კი ძალზე მკიდროდ. პირველ შემთხვევაში წყალბადიონები შეიძლება გამოძევებულ იქნას ნეიტრალური ან სუსტი მჟავა არეს პირობებში, ე. ი. ნეიტრალური მარილების მეშვეობით. აღნიშნულ მჟავიანობას, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, გაცვლითი ეწოდება.

ნიადაგის შთანთქმულ კომპლექსიდან კოლოიდურ მიცელასთან მკიდროდ დაკავშირებული წყალბადიონების გამოძევება შეიძლება ტუტე არეს პირობებში. ეს ხერხდება ტუტეების ან ჰიდროლიზურად ტუტე მარილების ხსნარების ნიადაგზე ზემოქმედების შედეგად. პრაქტიკაში მჟავიანობის გამომხატველ ამ წყალბადიონების განსაზღვრისას იყენებენ ჰიდროლიზურად ტუტე მარილებს (CH_3COONa და $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$). ჰიდროლიზურად ტუტე მარილები ეწოდება ისეთს. რომელთა ჰიდროლიზით წარმოიშვება სუსტი მჟავა და ძლიერი ტუტე, რის შედეგად ხსნარში იქმნება ტუტე რეაქცია ($\text{PH} = 8,5$). ჰიდროლიზურ ტუტე მარილებს მიეკუთვნება მმარმჟავა ნატრიუმი (CH_3COONa). რომლის ჰიდროლიზის შედეგად მიიღება ასეთი რეაქცია:



ჰიდროლიზური მჟავიანობა ეწოდება წყალბადიონების იმ რაოდენობას, რომელიც გამოძევდება ნიადაგის შთანთქმის—კომპლექსიდან ჰიდროლიზურად ტუტე მარილებით. ამ უკანასკნელის მჟავე ნიადაგებზე მოქმედებით ხსნარში გადადის უფრო მეტი წყალბადიონების რაოდენობა, ვიდრე ნეიტრალური მარილების დამუშავებისას. ამიტომ ჰიდროლიზური მჟავიანობა თითქმის ყოველთვის უფრო მეტია, ვიდრე გაცვლითი. ნიადაგზე ჰიდროლიზურად ტუტე მარილების მოქმედება შემდეგნაირია:



ნიადაგის ჰიდროლიზური მჟავიანობის განსაზღვრის დროს ჩვენ ფაქტიურად ვტიტრავთ ჰიდროლიზის შედეგად გამოთავისუფლებულ ძმრის მჟავას, ხოლო შთანთქმით კომპლექსიდან გამოძევებული ამ უკანასკნელის ეკვივალენტური წყალბადი ნეიტრალდება ნატრიუმის ტუტის ჰიდროქსილის იონებით.

ნიადაგს შეიძლება ჰქონდეს ჰიდროლიზური, მაგრამ არ ჰქონდეს გაცვლითი მჟავიანობა. ასე, მაგალითად, დეგრადირებულ შეემიწა ნიადაგებში ყოველთვისაა ჰიდროლიზური მჟავიანობა, მაგრამ არ არის გაცვლითი; ნიადაგში გაცვლითი მჟავიანობის არსებობისას ყოველთვის არის აგრეთვე ჰიდროლიზური მჟავიანობა. ჰიდროლიზური მჟავიანობა ფაქტიურად გამოხატავს ნიადაგის მჟავიანობის ჯამს, ე. ი. პოტენციურს და აქტიურს. ნიადაგებში უფრო გავრცელებულია ჰიდროლიზური მჟავიანობა, ვიდრე გაცვლითი. შეემიწა ნიადაგების დიდ უმრავლესობას გააჩნია ჰიდროლიზური მჟავიანობა.

ფაქტიურად ჰიდროლიზური და გაცვლითი მჟავიანობა ახასიათებს ნიადაგის მიერ შთანთქმულ წყალბადიონებს, მაგრამ ისინი განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან იმით, რომ გვიჩვენებენ დამჟავების სხვადასხვა ხარისხს — პირველი მაჩვენებელია ნაკლები დამჟავებისა, ხოლო მეორე მეტისა.

ნიადაგებში ჩვეულებრივი ჰიდროლიზური მჟავიანობა მერყეობს 1—7 მილ. ეკვ. ფარგლებში. ზოგიერთ ძალზე დამჟავებულ წითელმიწა ნიადაგებში ის 20 მილ. ეკვივალენტსაც კი აღწევს.

ნიადაგის ჰიდროლიზური მჟავიანობის ცოდნით აღგენენ კირის ღოზებს, აგრეთვე ფოსფორიტის ფქვილის მოსალოდნელ ეფექტურობას მჟავე ნიადაგებზე.

6. ნიადაგის ფუძეებით მამარობა

ნიადაგის მჟავიანობის ხარისხის დასახასიათებლად არ კმარა მართო მისი ოდენობის ცოდნა, არამედ საჭიროა, ამასთან ერთად, ვიცოდეთ მშთანთქმელ კომპლექსში მთელი შთანთქმის ტევადობის რა ნაწილი უკავია ფუძეებს (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , Al^{+++} , Li^{++}) და წყალბადს. შთანთქმული ფუძეების პროცენტული რაოდენობა გვიჩვენებს ნიადაგის დამჟავების ხარისხს. ასე, მაგალითად, თუ გვაქვს ორი ნიადაგი, რომლებშიც შთანთქმული წყალბადის რაოდენობა 5 მილ. ეკვ. უდრის, რომელთაგან ერთი ნიადაგის შთანთქმითი ტევადობა 10 მილ. ეკვ., ხოლო მეორისა კი 40 მილ. ეკვ., ნიადაგის დამჟავების ხარისხი პირველში უფრო მეტი იქნება, ვიდრე მეორეში. პირველ ნიადაგში მთელი შთანთქმის ტევადობის 50 პროცენტი შთანთქმულ წყალბადიონებს უკავია და 50 პროცენტი შთანთქმულ ფუძეებს, მეორე ნია-

დაგში კი პირველზე მოდის 12,5 პროცენტი, ხოლო დანარჩენი 87,5 პროცენტი მეორეზე.

ნიადაგის მკვებლობის ხარისხის დასახასიათებლად იყენებენ ფუძეებით მაძღრობის ხარისხს, რომელსაც აღნიშნავენ ლათინური ასოთი V და გამოხატავენ პროცენტებით. ნიადაგის შთანთქმული ფუძეების ჯამს აღნიშნავენ ასო S, ხოლო შთანთქმული წყალბადიონების რაოდენობას (ჰიდროლიზური მკვებანობა) H-ით. ნიადაგის მთელი შთანთქმის ტევადობა უდრის შთანთქმული ფუძეების ჯამი პლუს შთანთქმული წყალბადიონები. თუ ჩვენ შთანთქმის ტევადობას აღნიშნავთ T, მაშინ:

$$T = S + H,$$

ხოლო ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი

$$V = \frac{S \cdot 100}{T}$$

თუ უკანასკნელ ფორმულაში ჩავსვათ T მნიშვნელობას, ფუძეების მაძღრობის ხარისხი ასე შეიძლება გამოვხატოთ:

$$V = \frac{S \cdot 100}{S + H} \quad)$$

აღნიშნული ფორმულიდან: V — არის ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი პროცენტობით, S — შთანთქმული ფუძეების ჯამი მილიეკვივალენტობით, H — შთანთქმული წყალბადიონი გამოხატული მილიეკვივალენტობით. მას ვამრავლებთ 100-ზე, რომ ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი გამოვხატოთ პროცენტებში. ფუძეებით მაძღრობის ხარისხის ცოდნა საშუალებას გვაძლევს შევაფასოთ ნიადაგის დამკვებების ხარისხი და გადავწყვიტოთ მოკირიანების საჭიროება.

7. ნიადაგის გუფმრობა

მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ სხვადასხვა ნიადაგებში სისტემატურად ფიზიოლოგიურად მკავე სასუქების შეტანისას აქტიური რეაქცია ერთნაირად არ იცვლება: ზოგში ასეთი ხასიათის სასუქების შეტანა მთელი რიგი წლების განმავლობაში თითქმის არ იწვევს აქტიური რეაქციის ცვლილებას, ხოლო ზოგში მკვეთრად იცვლება. ეს მოვლენა აიხსნება ნიადაგის სხვადასხვა ბუფერობით. ნიადაგის უნარს წინ აღუდგეს აქტიური რეაქციის შეცვლას მასში ტუტეების, მკავეების ანდა მკავე ან ტუტე მარილების შეტანისას ეწოდება ნიადაგის ბუფერობა.

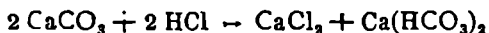
ნიადაგის ბუფერობა წარმოადგენს საკმაოდ რთულ მოვლენას, ზომილიც დაკავშირებულია ნიადაგში მიმდინარე მთელ რიგ პროცე-

სებთან. საერთოდ ბუფერულ მოვლენაზე წარმოდგენა რომ ვიქონიოთ მოვიყვანოთ მაგალითს. ასე, მაგალითად, $0,1 n$ ძმრის მქავეს დისოციაციის ხარისხი უდრის 1 პროცენტს. ამ მქავეს დისოციაცია შეიძლება შემდეგი განტოლებით გამოვხატოთ:



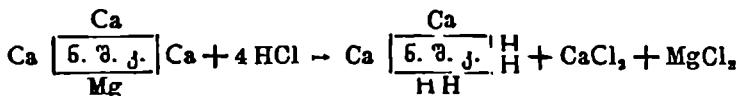
ასეთი კონცენტრაციის ძმრის მქავეს ხსნარში 99 პროცენტი მოლეკულებისა იმყოფება არადისოცირებულ მდგომარეობაში. თუ მას დავუმატებთ ნატრიუმის ტუტეს, მაშინ დისოცირებულ წყალბადიონებს გაანეიტრალებს ნატრიუმის ტუტის ჰიდროქსიდის იონები და ხსნარის წონასწორობა დაირღვევა. ამ დროს ძმრის მქავეს არადისოცირებული მოლეკულა განიცდის დისოციაციას და არეს რეაქცია არ შეიცვლება ან სუსტად შეიცვლება. თუ ამ ხსნარს ახალი წყება ნატრიუმის ტუტეს დავუმატებთ, ანალოგიური მოვლენა განმეორდება და ხსნარის აქტიური რეაქცია არ შეიცვლება ან უმნიშვნელოდ შეიცვლება. ძმრის მქავეს ხსნარის არეს რეაქცია მკვეთრად არ შეიცვლება მანამ, სანამ ხსნარში იქნება მისი არადისოცირებული მოლეკულები. ნიადაგში ბუფერობის მოვლენა წააგავს ძმრის მქავეს ბუფერობას. ნიადაგებზე მარილების, მქავეების და ტუტეების ხსნარების მოქმედებისას აქტიური რეაქცია შეიძლება შეიცვალოს მქავე და ტუტე მიმართულებით. მქავე მიმართულებით არეს რეაქციის შეცვლას ნიადაგში წინ აღუდგება მასში არსებული ბიკარბონატები, ორგანული მქავეები და მათი მარილები, ფოსფატები, შთანთქმული კალციუმი და მაგნიუმი.

მქავე მიმართულებით ნიადაგის აქტიური რეაქციის შეცვლას წინ აღუდგება კალციუმის, მაგნიუმისა და სხვა მეტალის კარბონატების არსებობა ნიადაგში. ასე, მაგალითად, კალციუმის კარბონატის მიერ აქტიური რეაქციის შეცვლის წინააღმდეგობა შემდეგი სახისაა:



მაშასადამე, კარბონატულ ნიადაგებზე მქავეების მოქმედებისას მქავეს წყალბადიონები იხარჯება კარბონატების გასანეიტრალებლად. ამ შემთხვევაში ნიადაგის აქტიური რეაქცია არ იცვლება. ამით აიხსნება კარბონატული ნიადაგების მაღალი ბუფერობა მასზე ფიზიოლოგიურად მქავე მარილების შემცველი სასუქების შეტანისას.

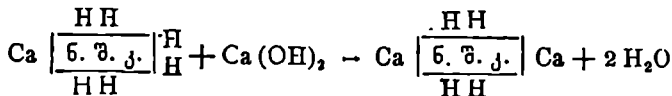
ნიადაგის აქტიური რეაქციის შეცვლას მქავე მიმართულებით, მათზე მქავეების მოქმედებისას, წინ აღუდგება მშთანთქავ კომპლექსში არსებული კალციუმი და მაგნიუმი:



მაშასადამე, კალციუმისა და მაგნიუმის ფუძეებით მაძღარ ნიადაგებზე მარილის მკვებას მოქმედებისას, ამ უკანასკნელის წყალბადიონები დაიხარკება შთანთქმული კალციუმისა და მაგნიუმის გამოსაძევებლად. ამიტომ ნიადაგის აქტიური რეაქცია ან არ შეიცვლება ან შეიცვლება უმნიშვნელოდ. ასეთი ნიადაგები ბუფერულია მანამდე, ვიდრე მის მშთანთქავ კომპლექსში იქნება შთანთქმული კალციუმი და მაგნიუმი. ამდენად, ნიადაგის ბუფერობა მკვავე მიმართულებით დამოკიდებულია მის შთანთქმით ტევადობაზე და ფუძეებით მაძღრობის ხარისხზე. რაც მკვტია შთანთქმის ტევადობა და ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი, მით მკვტია ნიადაგის ბუფერობა და, პირიქით, რაც ნაკლებია შთანთქმის ტევადობა და ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი, მით ნაკლებია ბუფერობა მკვავე მიმართულებით. ამიტომ ეწერ და წითელმიწა ნიადაგებს ახასიათებს დაბალი ბუფერობა, კარბონატულ და შავმიწა ნიადაგებს კი მაღალი.

ნიადაგში არსებულ ორგანულ ნივთიერებას, რომელიც წარმოდგენილია ცილებისა და ორგანული მკვავების სახით, შეუძლია მკვავების მოქმედებისას წყალბადიონები შთანთქოს, რის გამო აქტიური რეაქცია არ შეიცვლება ან შეიცვლება უმნიშვნელოდ. ამიტომ ორგანული ნივთიერებით მდიდარი ნიადაგები წარმოდგენენ მაღალ ბუფერულს მკვავე მიმართულებით.

ტუტე მიმართულებით მკვავე ნიადაგების აქტიური რეაქციის შეცვლას წინ აღუდგება ნიადაგში შთანთქმული წყალბადიონები. ასე, მაგალითად, თუ მკვავე ნიადაგზე, რომელსაც გააჩნია შთანთქმული წყალბადი, ვიმოქმედებთ კალციუმის ჰიდრატით, ნიადაგის აქტიური რეაქცია არ შეიცვლება ან შეიცვლება უმნიშვნელოდ, რადგან კალციუმის ჰიდრატის ჰიდროქსილის იონები დაიხარკება შთანთქმული წყალბადიონების გასანეიტრალებლად. რეაქციას ასეთი სახე ექნება:



მკვავე ნიადაგებში აქტიური რეაქციის ტუტე მიმართულებით შეცვლა დამოკიდებულია შთანთქმის ტევადობაზე. რაც მკვტია შთანთქმითი ტევადობა და ნაკლები ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი, მით მკვტია მკვავე ნიადაგების ბუფერობა ტუტე მიმართულებით.

ნიადაგის ბუფერობა თავისთავად არ წარმოდგენს უცვლელს. ორგანული სასუქების შეტანით, შთანთქმული კალციუმის რაოდენობის გადიდებით, მკვავე ნიადაგების მოკირიანების გზით იზრდება ბუფერობა.

ნიადაგის ბუფერობას მცენარის კვებისათვის სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით უდიდესი მნიშვნელობა აქვს. თითქმის ყველა კულტურული მცენარე ნორმალურად იზრდება ნეიტრალურ, სუსტად მჟავე ან სუსტად ტუტე არეს რეაქციის პირობებში. ნიადაგში ფიზიოლოგიურად მჟავე ან ტუტე სასუქების შეტანით შეიძლება ხსნარში წარმოიშვას მჟავე ან ტუტე. თუ ნიადაგს ახასიათებს მაღალი ბუფერობა, ასეთი სასუქების შეტანა არ იწვევს აქტიური რეაქციის გადახრას ტუტე ან მჟავე მიმართულებით და არეს რეაქცია სტაბილური რჩება. ამიტომ ფიზიოლოგიურად მჟავე ან ტუტე სასუქების გამოყენება არ აუარესებს მცენარის ზრდის პირობებს. ნიადაგის ბუფერობის ცოდნის საფუძველზე შეიძლება სწორად შევარჩიოთ ნიადაგში შესატანი სასუქების ფორმები. ასე, მაგალითად, მაღალი ბუფერობის ნიადაგებზე საჭიროა გამოყენებულ იქნას ფიზიოლოგიურად მჟავე სასუქები, ხოლო ნაკლები ბუფერობის ნიადაგებზე კი ფიზიოლოგიურად ტუტე სასუქები. ნიადაგები ხასიათდებიან სხვადასხვა ბუფერობით: ქვიშნარი ნაკლებ ბუფერულია, ვიდრე თიხნარი და თიხიანი ნიადაგები. ორგანული ნივთიერებით მდიდარი ნიადაგები მაღალი ბუფერობისაა, ვიდრე მით ღარიბი ნიადაგები. ამიტომ სისტემატურად ორგანული სასუქების (ნაკელის ან მწვანე სასუქების) შეტანა წარმოადგენს ნიადაგის ბუფერობის გადიდების მნიშვნელოვან ღონისძიებას.

სასუქების კლასიფიკაცია

ტერმინ სასუქის განმარტების შესახებ მკვლევარები სხვადასხვა შეხედულების არიან. ლიბიხის მიხედვით, სიტყვა სასუქის ან გამანაყოფიერებელი საშუალების ქვეშ ჩვეულებრივ აღნიშნავენ ყველა იმ ნივთიერებას, რომელიც, მიმატებული მინდვრად ნიადაგს, ზრდის მცენარეული მასის რაოდენობას შემდგომ მოსავალში, ანდა კულტურული მცენარით გამოფიტული ნიადაგი მოჰყავს ისეთ მდგომარეობაში, რომ მას ხელახლა შეუძლია სასურველი მოსავლის მოცემა.

აკადემიკოსი დ. ნ. პრიანიშნიკოვი აღნიშნავს, რომ სასუქი — ეს არის ყველა ნივთიერება შეტანილი ნიადაგში მოსავლიანობის გადიდების მიზნით.

მაერის განმარტებით, სასუქის ქვეშ იგულისხმება ნაკვეთზე შეტანილი ყოველგვარი ნივთიერება, რომლის მიზანია აღნიშნული დროის შემდეგ ნაყოფიერების გადიდება. მისი აზრით, გამანაყოფიერებელ საშუალებად ჩაითვლება ყველა ნივთიერება, რომელიც ამ მიზნით გამოიყენება. ტერმინ სასუქის შესახებ სხვაგვარ განმარტებას იძლევა დეჰენერი. მას სასუქად მიაჩნია მცენარისათვის სასარგებლო ყველა ის ნივთიერება, რომელიც არასაკმაო რაოდენობით მოიპოვება ნიადაგში.

უნდა აღინიშნოს, რომ აღნიშნული განმარტებით ვერ იძლევიან ტერმინ სასუქის სრულ შინაარსს. ამ მიმართულებით აღსანიშნავია ა. ვ. სოკოლოვის განმარტება. იგი წერს: ამჟამად, როდესაც წარმოების პირობებში სასუქს იყენებენ ნიადაგის ფიზიკური თვისებებისა და ბაქტერიული პროცესების გასაუმჯობესებლად, არეს რეაქციის შესაცვლელად, აგრეთვე ნაწილობრივ ნიადაგის სტერილიზაციისათვის, ტერმინ სასუქის ქვეშ ნაგულისხმები უნდა იქნეს ყოველგვარი ნივთიერების შეტანა ნიადაგში, რომელიც გააუმჯობესებს მის ფიზიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებს როგორც მცენარის ზრდა-განვითარების არეს. ამ თვალსაზრისიდან გამომდინარე სწავლება ნიადაგის ნაყოფიერებაზე სცილდება მცენარეთა კვების ფიზიოლოგიურ ფარგლებს ისე, როგორც ის სცილდება აგრონომიულ ნიადაგმცოდნეობას.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ტერმინ სასუქის ქვეშ უნდა გვესმოდეს ნიადაგში შეტანილი ყველა ორგანული და არაორგანული

ნული წარმოშობის ნივთიერება, რომლებიც გავლენას ახდენენ ნიადაგის ფიზიკურ, ქიმიურ, ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებზე — აუმჯობესებს ნიადაგის ნაყოფიერებისა და მცენარის ზრდა-განვითარების პირობებს კვების რეჟიმის შეცვლით, რათა მიღებულ იქნას მაღალი და მყარი მოსავალი პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებით.

სასუქების დაყოფა შეიძლება სხვადასხვა პრინციპების გათვალისწინებით, კერძოდ:

I — სასუქების მიღების ან მისი გენეზისის მიხედვით.

II — ქიმიური შედგენილობის მიხედვით.

III — ნიადაგზე და მცენარეზე მოქმედების მიხედვით.

IV — საკვები ელემენტების შემცველობის მიხედვით და სხვ.

მიღების წესის ან მისი გენეზისის მიხედვით სასუქები შეიძლება დაიყოს:

1. ბუნებრივ ანუ სამეურნეო სასუქებად, რომლებიც მიიღებიან მეურნეობაში ანარჩენების სახით ანდა სპეციალურად შექმნილი სამეურნეო საშუალებებით. ასეთ სასუქებს ეკუთვნის: ნაკელი, ტორფი. მწვანე სასუქები, ფეკალი და ა. შ.

2. ხელოვნურ სასუქებად, ე. ი.

I — სასუქები, მიღებული აგრომადნების დაფქვის შედეგად. ასეთებია: ფოსფორიტის ფქვილი, ჩილის გვარჯილა, ნედლი კალიუმის მარილები და სხვ.

II — სასუქები, მიღებული აგრომადნების ქიმიურ-ქარხნული გადამუშავებით — სუპერფოსფატი, პრეციფიტატი, თერმოფოსფატები და სხვ.

III — სასუქები, მიღებული სინთეზური გზით, კერძოდ: აზოტოგენი და რთული სასუქები, რომლებიც მიიღებიან სინთეზური ამონიაკის მონაწილეობით.

IV — სასუქები, რომლებიც მიიღება წარმოების ანარჩენების გადამუშავების შედეგად: თომასის წიდა, გოგირდმყავა ამონიუმის კოქსაციით მიღებული და სხვ.

V — ბაქტერიული სასუქები, რომელთაც ეკუთვნის ნიტრაგენი. აზოტოგენი, ფოსფორობაქტერინი და სხვ.

სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული ყველა სასუქი მათი შედგენილობის მიხედვით შეიძლება დაიყოს: 1. ორგანულ, 2. მინერალურ. 3. ორგანულ-მინერალურ და 4. ბაქტერიულ სასუქებად.

ორგანული სასუქებია: ნაკელი, ტორფი, ფრინველის ექსკრემენტი. ფეკალები, მწვანე სასუქები და აგრეთვე ორგანული ნივთიერების შემცველი სოფლის მეურნეობის სხვა ანარჩენები, რომლებიც გამოი-

ყენება ნიადაგის თვისებებისა და მცენარის კვების პირობების გაუმჯობესებისათვის. გარდა ზემოთ ჩამოთვლილისა, ორგანულ სასუქებს, თავისი შედგენილობის მიხედვით მიეკუთვნება შარლოვანაც, თუმცა ის ქიმიური მრეწველობის პროდუქტს წარმოადგენს.

მინერალურ სასუქებში შედის: აზოტიანი, ფოსფორიანი, კალიუმიანი, კალციუმის, მაგნიუმის, მიკროელემენტების შემცველი სასუქები და სხვ.

ორგანულ-მინერალურ სასუქებს ეკუთვნის ისეთები, რომლებიც თავის შემადგენლობაში შეიცავენ როგორც ორგანულ, ისე მინერალურ ნივთიერებას. ასეთია გუმატამონიუმი, გუმაფოსი, გულმატინი და სხვ.

ბაქტერიულ სასუქებიდან აღსანიშნავია, როგორც ეს ზემოთ იყო აღნიშნული: ნიტრაგინი, აზოტოგენი, ფოსფორობაქტერიინი და სხვ.

სასუქები ნიადაგზე და მცენარეზე მოქმედების მიხედვით იყოფიან:

1. პირდაპირმოქმედად, 2. არაპირდაპირმოქმედად.

პირდაპირმოქმედს მიეკუთვნება ყველა ის, რომელიც შეიცავს მცენარისათვის საჭირო ნივთიერებას და შეგვაქვს ნიადაგში საკვები ელემენტების შევსების მიზნით. ასეთი სასუქებია: აზოტიანი, ფოსფორიანი, კალიუმიანი და სხვ.

არაპირდაპირმოქმედი ყველა ის, რომლებიც შეგვაქვს ნიადაგში საკვები ნივთიერების მობილიზაციისა და მისი თვისებების გაუმჯობესების მიზნით. ასეთებად ითვლება: კირი, თაბაშირი, ბაქტერიული სასუქები და სხვ. აღსანიშნავია, რომ ამ უკანასკნელ ხანებში პირდაპირ და არაპირდაპირმოქმედ სასუქებს შორის ისეთი პრინციპული სხვაობა, როგორც ძველად ფიქრობდნენ აღარაა. ყოველი სასუქი ერთ და იმავე დროს შეიძლება მოქმედებდეს როგორც პირდაპირ, ისე არაპირდაპირ. ასე, მაგალითად, გოგირდმჟავა ამონიუმში არის პირდაპირმოქმედი სასუქი და მას სოფლის მეურნეობაში ვიყენებთ იმიტომ, რომ მისი შეტანით ნიადაგში ვზრდით მცენარისათვის საჭირო და აუცილებელ აზოტოვან ნივთიერებათა რაოდენობას. მაგრამ რადგან იგი ფიზიოლოგიურად მჟავე მარილია, ამიტომ მისი სისტემატურად გამოყენება იწვევს რა არეს რეაქციის გამჟავებას, რაც ხელს უწყობს ნიადაგში არსებულ ძნელად ხსნადი ფოსფატების ხსნადობის გაძლიერებას, უმჯობესდება მცენარის ფოსფორით კვება. ამრიგად, პირდაპირმოქმედმა სასუქმა, გოგირდმჟავა ამონიუმმა ნიადაგსა და მცენარეზე ზრდაპირდაპირად იმოქმედა. კირი არაპირდაპირმოქმედი სასუქია, ნიადაგში მისი შეტანით წარმოებს ზედმეტი მჟავიანობის განეიტრალება, არსებული საკვები ნივთიერების მობილიზაცია, ნიადაგის ფი-

ზიკური, ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებების გაუმჯობესება. მაგრამ მოკირიანების ჩატარებით ნიადაგში იზრდება მცენარისათვის საჭირო და აუცილებელი ნივთიერების — კალციუმის რაოდენობა, რომელიც შეუძლია მას უშუალოდ გამოიყენოს, როგორც საკვები ელემენტი. ამრიგად, არაპირდაპირმოქმედი სასუქი კირი იწინს პირდაპირმოქმედებასაც და სხვ.

მიუხედავად ზემოთქმულისა, ჩვენ სასუქებს მაინც ვყოფთ პირდაპირ და არაპირდაპირმოქმედ სასუქებად, იმისდა მიხედვით, თუ მოცემულ სასუქში რომელი მათგანი ქარბობს.

საკვები ნივთიერების შემცველობის მიხედვით სასუქეში იყოფიან ორ ჯგუფად:

1. ცალმხრივ მოქმედი და 2. მრავალმხრივ მოქმედი სასუქები.

ცალმხრივ მოქმედ სასუქს ეკუთვნის ყველა ის, რომლებიც თავის შემადგენლობაში შეიცავენ მცენარისათვის საჭირო მხოლოდ ერთ რომელიმე ელემენტს (ნატრიუმის გვარჯილა, აზოტმჟავა ამონიუმი, კალიუმქლორი და სხვ.), ხოლო მრავალმხრივ მოქმედი სასუქები კი რამდენიმე საკვებ ელემენტს (ამოფოსი, დიამოფოსი, კალიუმის გვარჯილა, ნიტროფოსკა და სხვა). მრავალმხრივ მოქმედი სასუქები შეიძლება მიღებულ იქნას როგორც ქიმიურ-ტექნოლოგიური, ისე მარტივი სასუქების შერევის გზითაც. პირველს ეწოდება რთული, ხოლო მეორეს — შერეული სასუქი.

სასუქები ნიადაგის არეს რეაქციაზე მოქმედების თვალსაზრისიდან გამომდინარე იყოფა ორ ჯგუფად: 1. ფიზიოლოგიურად მჟავე. 2. ფიზიოლოგიურად ტუტე.

ფიზიოლოგიურად მჟავე სასუქებს ეკუთვნის ისეთები, რომლებიდანაც მცენარე უფრო ენერგიულად შეითვისებს კათიონს, ვიდრე ანიონს, ხოლო ანიონი ამჟავებს ნიადაგის არეს რეაქციას. ასეთი სასუქებია: $(NH_4)_2SO_4$, NH_4Cl და სხვ.

ფიზიოლოგიურად ტუტე სასუქებიდან მცენარე უფრო ინტენსიურად შეითვისებს ანიონს, ვიდრე კათიონს; ხოლო თანდათანობით დაგროვილი კათიონი გამოიწვევს ნიადაგის არეს რეაქციის გატუტიანებას, ასეთ სასუქებს ეკუთვნის: $NaNO_3$, $Ca(NO_3)_2$ და სხვ.

სამკრეწელო სასუქები

1. აზოტიანი სასუქები

აზოტს მცენარის ზრდა-განვითარების საქმეში უპარესად დიდი მნიშვნელობა აქვს. ის აუცილებელია მცენარისათვის ცილოვანი ნივთიერების შესაქმნელად. მცენარის მოთხოვნილება აზოტზე, ნაცრის ელემენტებთან შედარებით საკმაოდ დიდია.

მცენარის მიერ შექმნილი ორგანული ნივთიერების შემადგენლობაში არც ერთი მინერალური ელემენტი არ შედის იმ რაოდენობით, რამდენითაც აზოტი. ცილოვანი ნივთიერების წონიდან მასზე მოდის დაახლოებით $\frac{1}{6}$ ნაწილი (16 — 18 პროცენტი).

ყველა მცენარე, გარდა პარკოსნებისა, მისთვის საჭირო აზოტს ითვისებს ნიადაგიდან, რომელიც მასში ორგანული და მინერალური შენაერთების სახითაა წარმოდგენილი.

მინერალური ფორმის აზოტი ნიადაგში მოიპოვება როგორც დაეანგული — აზოტოვანი და აზოტის მქაეას მარილების, ისე აღდგენილი — ამონიუმის მარილების სახით. ნიადაგში არსებული საერთო აზოტის დაახლოებით 99 პროცენტი ორგანული შენაერთების ფორმის აზოტზე მოდის, ხოლო უმნიშვნელო ნაწილი, დაახლოებით 1 პროცენტი მინერალური აზოტიანი შენაერთების სახით მოიპოვება.

ორგანული ნივთიერებით მდიდარი ნიადაგი, მაგალითად, შავმიწა ნიადაგი, შეიცავს მეტ საერთო აზოტს და მეტი რაოდენობით მინერალურ აზოტს, ვიდრე ღარიბი ეწერი ნიადაგი.

ცნობილია, რომ ნიადაგში არსებული ორგანული ფორმის აზოტი მცენარის მიერ თითქმის შეუთვისებელია.

ორგანული ფორმის აზოტს მცენარე შეითვისებს მხოლოდ მას შემდეგ, რაც ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად ორგანული ფორმის აზოტი გადმოვა მინერალური აზოტის ფორმაში. ნიადაგში ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად ცილოვანი ნივთიერების შემადგენლობაში არსებული აზოტი გადმოდის ამონიაკის, ნიტრატისა და ნიტრატის ფორმის აზოტიან შენაერთებში.

ნიადაგში ორგანული ფორმის აზოტის ამონიაკის შენაერთამდე გარდაქმნის პროცესს ეწოდება ამონიფიკაცია.

ამონიფიკაციის პროცესი ფართოდ არის გავრცელებული ბუნებაში. იგი მიმდინარეობს აერობული და ანაერობული ბაქტერიების მეშვეობით. მასზე დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის არეს რეაქცია, ტემპერატურა, ტენი და სხვა პირობები. ანაერობულ პირობებში ორგანული ფორმის აზოტის დაშლის პროცესი ჩერდება ამონიაკის წარმოშობის სტადიაზე, აერობულ პროცესში კი ადგილი აქვს ამონიაკის დაქანგვას, ნიტრიტების და ნიტრატების წარმოშობას.

ნიადაგში ამონიაკის ნიტრატამდე დაქანგვის პროცესს ეწოდება ნიტრიფიკაცია. ეს პროცესი მიმდინარეობს სპეციალური აერობული ბაქტერიების შემწეობით.

ნიადაგში ნიტრიფიკაციის პროცესის მსვლელობაზე დიდ გავლენას ახდენს არეს რეაქცია, ტემპერატურა, ტენიანობა, ჰაერაცია და სხვა. ნიტრიფიკაციის პროცესი ნორმალურად მიმდინარეობს ნეიტრალურ და სუსტ მჟავე რეაქციის პირობებში, 25 — 30° ტემპერატურისას, როდესაც ნიადაგის ტენიანობა 60 პროცენტს უდრის მთლიან ტენტევადობიდან. ორგანული და მინერალური სასუქების გამოყენება აძლიერებს ნიადაგში ნიტრიფიკაციის პროცესს. ორგანული სასუქის შეტანით ჩვენ ნიადაგში შეგვაქვს არა მარტო ორგანული ნივთიერება, არამედ სოფლის მეურნეობის თვალსაზრისით სასარგებლო მიკროორგანიზმები. მინერალური სასუქების გამოყენება ხელს უწყობს ნიტრიფიკაციის პროცესის გაძლიერებას, რადგან ნიადაგში შეტანილ აზოტს, ფოსფორს, კალიუმს და სხვა ნივთიერებებს მიკროორგანიზმი იყენებს როგორც საკვები ნივთიერების წყაროს. ნიტრიფიკაციის პროცესზე ზემოქმედებს ორგანული და მინერალური სასუქების ერთობლივი გამოყენება. იგი ხტენსიურად წარიმართება კარგი სტრუქტურის მაღალნაყოფიერების მქონე ნიადაგებში. მჟავე ნიადაგების მოკირიანება იწვევს ნიადაგში ნიტრიფიკაციის პროცესის გაძლიერებას.

ნიტრიფიკაციის პროცესის ინტენსივობა მიგვიითებს ნიადაგის გაკულტურებაზე. მაღალნაყოფიერების ნიადაგებში ეს პროცესი ინტენსიურად მიმდინარეობს.

ნიადაგში, გარდა ამონიფიკაციისა და ნიტრიფიკაციისა, ადგილი აქვს დენიტრიფიკაციასაც.

დენიტრიფიკაცია — ეს არის ნიტრიტული და ნიტრატული აზოტის აღდგენა თავისუფალ ჰაეროვან აზოტამდე (N_2). დენიტრიფიკაციის პროცესი მიმდინარეობს ტუტე რეაქციის ნიადაგებში, როდესაც ამ უჯანასკნელში ჰაერაციის პროცესი შენელებულია და დიდი რაოდენობით მოიპოვება თითქმის დაუშლელი ორგანული ნივთიერება. კულტურული მიწათმოქმედების დროს დენიტრიფიკაციის პროცესი ნიადაგში თითქმის არ მიმდინარეობს.

მიკროორგანიზმების მეშვეობით წარმოებს ატმოსფეროში არსებული აზოტის ფიქსაცია და მით ნიადაგის გამდიდრება.

ექსპერიმენტული მონაცემებით დამტკიცებულია, რომ შესაძლებელია საერთო აზოტი დიდი რაოდენობით მოიპოვებოდეს ნიადაგში. მაგრამ ეს უკანასკნელი მაინც დიდ მოთხოვნილებას აყენებდეს აზოტიან სასუქებზე, ამიტომ არა საერთო აზოტის, არამედ შესათვისებელ ფორმაში არსებული აზოტის რაოდენობა განსაზღვრავს მცენარის უზრუნველყოფას მით. საერთო აზოტის რაოდენობა ნიადაგში მერყეობს 0,05-დან 0,5 პროცენტამდე. ზოგიერთ ნიადაგში შესაძლებელია აზოტის საერთო რაოდენობა ერთ პროცენტამდეც იყოს. ნიადაგში აზოტის საერთო რაოდენობაზე ნათელ წარმოდგენას იძლევა მე-19 ცხრილში მოყვანილი ციფრობრივი მონაცემები.

ცხრილიდან ჩანს, რომ სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში საერთო აზოტის რაოდენობა ძლიერ მერყეობს. ამასთან ერთად შემჩნეულია გარკვეული დამოკიდებულება ნიადაგში საერთო აზოტის რაოდენობასა და ჰუმუსის შემცველობას შორის.

იმისათვის, რომ უზრუნველყოთ მთელ სავეგეტაციო პერიოდში მცენარის მაქსიმალური მოთხოვნილების დაკმაყოფილება აზოტით, საჭიროა, ერთი მხრივ, გაძლიერებულ იქნას ნიადაგში მიკრობიოლოგიური პროცესები, რათა ორგანული ნივთიერების ინტენსიური დაშლით მეტი ორგანული ფორმის აზოტი გადმოვიდეს მცენარისათვის. შესათვისებელ მინერალურ შენაერთთა ფორმაში, ხოლო, მეორე მხრივ, შეტანილ იქნას ნიადაგში აზოტიანი სასუქები და ამით დაეაგმავოფილოთ მცენარის აზოტზე მოთხოვნილება.

მცენარე თავის ზრდა-განვითარებისათვის საკმაოდ დიდი რაოდენობით შეითვისებს ნიადაგიდან აზოტს. მისი რაოდენობა დამოკიდებულია მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე და მოსავლის დონეზე. მაგალითად, შაქრის ჭარხლის საშუალო მოსავალს ნიადაგიდან გამოაქვს მეტი აზოტი, ვიდრე მარცვლეული კულტურების საშუალოდ მოსავალს. მოსავლიანობის ზრდის შესაბამისად იზრდება ნიადაგიდან აზოტის გამოტანა და ა. შ. (იხ. ცხრილი 20).

ტექნიკური და მარცვლეული კულტურების ერთსა და იმავე ადგილზე თესვით აზოტისაგან საგრძნობლად ღარიბდება ნიადაგი.

პარალელურად ამისა, ადგილი აქვს ატმოსფეროს ნალექების მიერ აზოტის ჩარეცხვას. მინერალური ფორმის აზოტი ადვილად ჩაირეცხება ატმოსფეროს ნალექების ზემოქმედებით, რის შედეგადაც ნიადაგი ღარიბდება აზოტით.

ნიადაგის აზოტით გაღარიბების თვალსაზრისით მცენარეები იყოფა ოთხ ძირითად ჯგუფად: პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება ისეთი მცე-

აოცები, რომელთა მიერ ნიადაგიდან გამოტანილი აზოტი მთლიანად გაიტანება მეურნეობიდან. ასეთი მცენარეებია: თამბაქო, ჩაი, სული და სხვ. ისინი ნიადაგს აზოტით ძლიერ გამლარებებლად ითვლებიან.

ცხრილი 19

	კარტოფილი	ტყე	ცენარეობი	კარტოფილი	კარტოფილი	კარტოფილი	კარტოფილი	კარტოფილი
სოტი	0,05—0,2	0,20—0,25	0,10—0,45	0,25—0,45	0,40—0,60	0,15—0,25	0,1—0,2	0,2—0,3
უშისი	0,5—1,0	2,0—4,0	7—8	5—10	8—10	1,0—2,0	0,5—2,0	4—8

მეორე ჯგუფში შედიან ისეთი მცენარეები, რომელთა მიერ შეტვისებული აზოტის ნაწილი გაიტანება მეურნეობიდან, ხოლო ნაწილი

ცხრილი 20

სხვადასხვა მცენარის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილი აზოტის რაოდენობა (აკად. დ. ნ. პრიანიშნიკოვის მიხედვით)

მცენარეები	მოსავალი ც/ჰა	გამოტანილი აზოტის რაოდენობა კგ/ჰა
თავთაფიანი პურეული	15—20	მარცვალი 40—60
	23—30	" 85—100
კარტოფილი	200—250	ტუბერები 100—125
	300—350	" 150—175
ვაჭრის კარხალი	200—250	ძირები 90—125
	400—500	" 180—250
	600—700	" 270—350
ბანბა	15—20	ბოჭკო 90—120
	30—40	" 160—200
	50—60	" 240—270
	90—100	" 360—400

კი ისევ დაუბრუნდება ნიადაგს. ესენია მარცვლოვანები. მართლაც, მარცვალში არსებული აზოტი ვადის მეურნეობიდან, მაგრამ ჩალის აზოტი უბრუნდება ნიადაგს ნაქელის სახით. ასეთი მცენარეები ნიადაგის აზოტით ნაწილობრივ გამლარებებლად ითვლებიან.

მესამე ჯგუფის მცენარეები ნიადაგს იმდენსავე აზოტს უბრუნებენ, რამდენიც ამოიღეს. მათ მიეკუთვნება საკვები კარხალი და სხვა საკვები ძირსვენები. ამ ჯგუფის მცენარეები ნიადაგს თეორიულად აზოტით არც აღარბებენ და არც ამდიდრებენ. ვინაიდან მეურნეობაში ხშირად ნაქელი წესიერად არ ინახება და ამის გამო აღგილი აქვს ? აგრონომიული ქიმია

აზოტის დაკარგვას, ამიტომ ძირხვენების მიერ ამოღებული აზოტი მთლიანად ნიადაგს არ უბრუნდება.

მეოთხე ჩგუფის მცენარეები ნიადაგს უბრუნებენ იმაზე მეტ აზოტს, რაც მათ გაიტანეს ნიადაგიდან. ასეთებია პარკოსნები, რომლებიც ამღიდრებენ ნიადაგს აზოტით. დ. ნ. პრიანიშნიკოვი აღნიშნავდა, რომ სათესის საერთო ფართობის 97 პროცენტი მოდის პირველ და მეორე ჩგუფის მცენარეებზე, ე. ი. იმ მცენარეებზე, რომლებიც ძლიერ ან ნაწილობრივ აღარბებენ ნიადაგს აზოტით. ამიტომ სოციალისტურ სოფლის მეურნეობაში საჭიროა საგრძნობლად გადიდდეს პარკოსან მცენარეთა სათესის ფართობის ხვედრითი წონა, რომ ამით ხელი შევეწყუთ ნიადაგში იაფფასიანი აზოტის დაგროვებას. პარალელურად ამისა, მაქსიმალურად უნდა იქნეს გამოყენებული ნაკელი, რათა უზრუნველყოთ მცენარის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილი აზოტის ნაწილობრივ დაბრუნება და ნიადაგის ნაყოფიერების ამა თუ იმ ხარისხით გაუმჯობესება. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მარტო მწვანე სასუქების და ნაკელის გამოყენებით უდავოდ ძნელია მიწათმოქმედებაში აზოტის პრობლემის გადაჭრა, ამიტომ საჭიროა და აუცილებელი ხდება კონცენტრული სამრეწველო აზოტიანი სასუქების წარმოება და მისი ფართოდ გამოყენება სოფლის მეურნეობაში. სამრეწველო კონცენტრული მინერალური აზოტიანი სასუქების ფართოდ გამოყენება მოსაველიანობის გადიდების სწრაფი ღონისძიებაა.

ა) აზოტიანი სასუქების ეფექტურობა

ჩატარებული ცდებით და პრაქტიკული გამოცდილებით დამტკიცებულია, რომ აზოტიანი სასუქების გამოყენება საგრძნობლად ადიდებს სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების მოსაველიანობას, რასაც ადასტურებს 21-ე ცხრილის მონაცემები.

ცხრილი 21

აზოტიანი სასუქების ღონისძიების გავლენა ჩაის მწვანე ფოთლის მოსაველზე

(მ. ბ. გაბისონიას ექსპერიმენტული მონაცემების მიხედვით)

	ცდის სქემა	ჩაის მწვანე ფოთლის მოსაველი კგ/ჰა საშუალოდ 19 წლის მანიილზე	მოსაველის ნამატი კგ/ჰა	მოსაველის ნამატი %-ობით
1	უსასუქო	825,5	—	100
2	P ₁₂₀ K ₁₂₀	929,0	103,5	112
3	P ₁₂₀ K ₁₂₀ + N ₁₀₀	2049,9	1224,4	248
4	P ₁₂₀ K ₁₂₀ + N ₁₃₀	2214,1	1388,6	268

აზოტიანი სასუქების გამოყენებით ხშირად კიდევ უფრო მეტად აზრდება ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალი. შემჩნეულია აზოტიანი სასუქების მაღალი დოზების უარყოფითი გავლენა ჩაის მზა პროდუქციის ხარისხზე. აღნიშნულ საკითხს ყურადღება უნდა მიექცეს და აზოტიანი სასუქები გამოყენებულ იქნას ფოსფორისა და კალიუმიან სასუქებთან გარკვეული შეფარდებით.

ასევე დიდია აზოტიანი სასუქების როლი საშემოდგომო ხორბლის მოსავლის ამაღლების საქმეშიც (იხ. ცხრილი 22).

ცხრილი 22

აზოტიანი სასუქების გავლენა საშემოდგომო ხორბლის მოსავალზე

ცდის სქემა	საშემოდგომო ხორბლის მოსავალი		
	ც/ჰა	%	მოსავლის მატება ც/ჰა
უსასუქო	8,5	100	—
P ₈₀ K ₈₀	11,2	132	2,7
P ₈₀ K ₈₀ + N ₈₀	14,6	172	6,1
P ₈₀ K ₈₀ + N ₁₀₀	18,1	213	9,6

დიდად ზრდის აზოტიანი სასუქები შაქრის კარხლის, ბამბის, სელისა და სხვა კულტურების მოსავლიანობას.

აზოტიანი სასუქების გამოყენება იწვევს არა მარტო მოსავლის გადიდებას, არამედ მისი წესიერი გამოყენებით უმჯობესდება პროდუქციის ხარისხიც. აზოტიანი სასუქების წესიერი გამოყენებით დიდდება ცილების რაოდენობა ხორბლის მოსავალში (იხ. ცხრილი 23).

ცხრილი 23

აზოტიანი სასუქების გავლენა ცილების რაოდენობაზე საშემოდგომო ხორბალში

(ციფრობრივი მონაცემები ამოღებულია შესტაკოვის რედაქციით გამოქვეყნებულ სახელმძღვანელოდან „აგრონომიული ქიმია“)

ცდის სქემა	ცილების რაოდენობა %
უსასუქო	1,88
NPK ₁	1,72
NPK აზოტის ორმაგი დოზით გამოყენებისას	2,63

აზოტიანი სასუქების წესიერად გამოყენება მცენარის განვითარების ფაზების შესაბამისად, უდავოდ უზრუნველყოფს მოსავლის გა-

დიდებას და პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებას. მაგრამ მისი ცალმხრივი გამოყენებისას, ე. ი. ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ვარეში, შესაძლებელია პროდუქციის ხარისხის გაუარესება.

ბ) აზოტიანი სასუქების სახეები

სოფლის მეურნეობაში აზოტიან სასუქებად იყენებენ: გვარჯილებს, ამონიუმის მარილებს, ამონიაკისა და ნიტრატის შემცველ აზოტიან სასუქებს და ამიდური ფორმის აზოტიან შენაერთებს. სოფლის მეურნეობაში შეიძლება გამოყენებულ იქნას აგრეთვე ორგანულ წარმოშობის აზოტიანი სასუქებიც. აზოტიან სასუქებადან ბუნებრივ პირობებში საბადოების სახით გვხვდება ჩილის გვარჯილა. ბუნებრივ პირობებში არსებობს აგრეთვე კალიუმის ანო თურქესტანის გვარჯილა, მაგრამ მას სამრეწველო მნიშვნელობა ჯერჯერობით არა აქვს. ძირითადი სამრეწველო მნიშვნელობის კონცენტრული აზოტიანი სასუქები მიიღება ქიმიურ-ტექნოლოგიური გზით. აქედან აღსანიშნავია:

1. ამონიუმის მარილების მიღება საკოქსავე ლუმელებიდან და გაზის ქარსნების გამწმენდ დანადგარებიდან გამოსული აირების ამონიაკის გამოყენების საფუძველზე.

2. ჰაერის აზოტის ქანგზადთან შეერთება (ვოლტას რკალის აღშიშვლებისა და ქანგზადის გატარებით მაღალი ტემპერატურის პირობებში გარკვეული ქიმიური რეაქციის შედეგად მიიღება HNO_2 . ამას უწოდებენ აზოტის მჟავას მიღების ნორვეგიულ წესს).

3. სინთეზური ამონიაკის მიღება (აიროვანი აზოტის შეერთება წყალბადთან დიდი წნევის, მაღალი ტემპერატურისა და სპეციალური კატალიზატორების გამოყენებით).

4. ციანამიდის მიღება (აიროვან აზოტს შეუერთებენ კალციუმის კარბიდს და ამ გზით მიიღებენ კალციუმის ციანამიდს).

სანამ სინთეზურ აზოტის მრეწველობა დაიწყებოდა, სოფლის მეურნეობაში, გარდა ჩილის გვარჯილისა, იყენებდნენ საკოქსავე ლუმელის ამონიაკისაგან მიღებულ აზოტიან შენაერთებს. ცნობილია, რომ ქვანახშირი შეიცავს 0.5 --- 1 პროცენტ აზოტს. ნახშირის მშრალი გამოხდისას ნაწილი აზოტისა გადადის ამონიაკში, რომელიც შედის კონდენსირებულ წყალსა და გამოსულ გაზებში, ამათგან მისი გამოყოფა ხდება წყლით გარეცხვის დროს, რომელშიაც აზოტი ძირითადად ნახშირმჟავა ამონიუმის სახით მოიპოვება. ნახშირმჟავა ამონიუმიან წყალს უმატებენ კირს და გამოყოფილ ამონიაკს იკერენ გოგირდის მჟავით. რის შედეგადაც ღებულობენ ამონიუმის სულფატს. ამ გზით მიღებულ ამონიუმის სულფატს დიდი გამოყენება აქვს სოფლის მეურნეობაში.

გ) სინთეზური აზოტის მჟავას მიღება

ჩერ კიდევ 1898 წელს ინგლისელმა ქიმიკოსმა კრუქსმა გამოკვევინა წერილი, რომელშიაც აღნიშნა, რომ ჩილის გვარჯილას გამოზიდვა საგრძნობლად იზრდება. აქედან ის გამოსთქვამდა საშიშროებას ჩილის გვარჯილის რესურსების ამოწურვას. იმ დროისათვის ცნობილი იყო, რომ შესაძლებელია ჰაერიდან მთელი აზოტის მოცილება, თუ მას ვაიძულებთ შეუერთდეს ქანგბადს ელექტრონაპერწყლის ზეგავლენით. კრუქსმა წინადადება წამოაყენა გამოეყენებიათ ეს ხერხი აზოტის მჟავას მისაღებად. აღნიშნული წინადადების საფუძველზე მიღებული აზოტის მჟავა ძვირი ჯდება, საჭირო იყო დიდი ხარჯების ვაწვევა დანადგარებზე. ნორვეგიელმა ფიზიკოსმა ბიკერლანდმა ამ საქმეში შეიტანა რიგი გაუმჯობესებანი და მიღწია აპარატურის გაიაფებას, მისი მწარმოებლობის გადიდებას. ბიკერლანდით აზოტის მჟავას მოღება შემდეგნაირად წარმოებდა. ვოლტას რკალის მაღალ ტემპერატურაზე (3000°C) ხდებოდა აზოტის დაქანცვა და აზოტის ქანგის მიღება, სადაც ასეთი რეაქცია მიმდინარეობდა: $N + O = NO$.

აზოტის ქანგი ჩვეულებრივი ტემპერატურისა და ჰარბი ჰაერის პირობებში იქანგება და მიიღება აზოტის ორქანგი: $N_2 + O_2 = 2NO$. ამ უქანასკნელს გაატარებენ „მშთანქმელ კოშკებში“, სადაც აზოტის ქანგეულები რეაგირებენ წყალთან და იძლევიან აზოტის მჟავას: $2NO_2 + H_2O = HNO_2 + HNO_3$, არამდგრადი ნაერთია. ის იშლება NO_2 და NO , რომელსაც კვლავ ატარებენ მშთანქმელ კოშკებში და ღებულობენ აზოტის მჟავას. მას ანეიტრალებენ კირქვით და ღებულობენ კალციუმის გვარჯილას.

აზოტის მჟავას ამგვარი ხერხით მიღებამ პირველად გამოყენება პოვა ნორვეგიაში და ამიტომ ეწოდა მას ნორვეგიული წესი.

გარდა ამისა, მეცნიერების მიერ დამუშავებულ იქნა ატმოსფეროს აზოტის შეერთება კალციუმის ჯარბიდთან და ამ გზით კალციუმის ციანამიდის მიღება. ორივე წესი რაუულია და ძვირი. ამიტომ წარმოების პირობებში უფრო მეტი მნიშვნელობა მოიპოვა სინთეზური ამონიაკის მიღების წესმა.

დ) სინთეზური ამონიაკის მიღება

სინთეზური ამონიაკის მიღების თეორია დამუშავებულ იქნა ნელსტისა და ჰაბერის მიერ, რომელიც ტექნიკური მხარეების გაუმჯობესების შემდეგ ერთ-ერთ გავრცელებულ წესად იქნა მიჩნეული.

დამტკიცდა, რომ მაღალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში კატალიზატორების ზემოქმედებით აზოტისა და წყალბადის ურთი-

ერთმოქმედების შედეგად მიიღება ამონიაკი. სინთეზური ამონიაკის მისაღებად საჭიროა წყალბადი და აზოტი. აზოტი მიიღება ჰაერიდან (ჰაერში არსებულ აზოტს საჭიროა მოაცილონ მინარევი, რომელიც ხელს უშლის ამონიაკის მიღებას, რასაც სხვადასხვა გზით აღწევენ).

წყალბადი შეიძლება მიღებულ იქნას:

1. წყლის ელექტროლიზით, რისთვისაც საჭიროა დიდი რაოდენობით ელექტროენერგია. ამიტომ ამ წესით წყალბადის მიღება ძვირი ჯდება.

2. გავარვარებულ ნახშირზე წყლის ორთქლის მოქმედებით. ასე, მაგალითად: $C + H_2O = CO + H_2$.

3. ქვანახშირის გოქსაციის დროს გამოყოფილი კოქსის აირიდან. აზოტისა და წყალბადის ურთიერთ მოქმედების შედეგად 200 ატმოსფეროს წნევისა და 650° ტემპერატურის პირობებში კატალიზატორების გამოყენებით მიიღება სინთეზური ამონიაკი.

სინთეზური წესით მიღებული ამონიაკიდან შეიძლება მიღებულ იქნას როგორც ამონიუმის მარილები, ისე ამონიაკის დაქანგვით აზოტის მჟავა და ამ უკანასკნელის განეიტრალებით აზოტმჟავა მარილები, ამჟამად აზოტის მჟავას დებულობენ სინთეზური წესით მიღებულ ამონიაკის დაქანგვის გზით, რადგან ის უფრო იაფი ჯდება.

სოფლის მეურნეობაში სასუქების წესიერად გამოყენება დიდად არის დამოკიდებული სასუქების შედგენილობაზე და მის თვისებებზე. ამიტომ საჭიროა მისი მიღების წესების, შედგენილობის და თვისებების დაწერილებით გაცნობა.

ვინაიდან აზოტიან სასუქებიდან სოფლის მეურნეობაში პირველად გამოყენებულ იქნა ჩილის გვარჯილა, ამიტომ ჩვენც მისი დახასიათებით დავიწყებთ.

ვ) ჩილის გვარჯილა $NaNO_3$. N=15—16 პროცენტს

ჩილის გვარჯილა საბადოების სახით მოიპოვება სამხრეთ ამერიკაში — ჩილსა და პერუში, უდაბნო და უტყეო ზეგანზე კორდილერებსა და ოკეანის სანაპირო მალღობებს შორის ზღვის დონიდან 1000 მეტრის სიმაღლეზე. ნატრიუმის გვარჯილის საბადოებს ვხვდებით აგრეთვე ბოლივიის ზოგიერთ რაიონში. ჩილის გვარჯილის საბადოს სისქე 1-5 მეტრს აღწევს და ზემოდან დაფარულია სილით და თიხით.

ჩილის გვარჯილაში მინარევების სახით ვხვდებით: ქლორნატრიუმს, გოგირდმჟავა ნატრიუმს, თიხას, სილას და სხვ. ჩილის გვარჯი-

ლის შედგენილობაზე ნათელ წარმოდგენას იძლევა ორი ნიმუშის ქიმიური ანალიზი¹:

	I	II ¹
NaNO ₃	60,97	47,21
NaCl	16,85	7,4
Na ₂ SO ₄ და H ₂ O	4,06	26,0
ქვეიოდმეავა კალიუმი.....	0,73	0,2
სილა, თიბა.....	—	18,7

ჩილის საბადოებიდან პირველ ხანებში იყენებდნენ მალალპროცენტიან გვარჯილებს, შემდეგ კი დაიწყეს უფრო ნაყლები ხარისხის ბუდობების გამოყენება. ჩილის გვარჯილის წარმოშობის შესახებ ლიტერატურაში მრავალი შეხედულება არსებობს. ჩვენ არ ვისახავთ მიზნად დეტალურად განვიხილოთ ისინი. აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ მეცნიერების აზრით ჩილის გვარჯილის წარმოშობას ხელს უწყობდა იქ ენერგიულად მიმდინარე ნიტრიფიკაციის პროცესები. ზოგიერთის შეხედულებით ნიტრიფიკაციის მასალა შეიძლება ყოფილიყო გუანო, სხვების მტკიცებით კი ზღვის წყალმცენარეების მასა. უკანასკნელ ხანებში გამოთქმული იყო მოსაზრება, რომ ჩილის გვარჯილა ნიადაგური წარმოშობისაა. ნიტრატები თანდათანობით ირეცხებოდა კორდილერის მთაგრეხილის ფერდობებიდან და გროვდებოდა დაბლობ წყალგაუვალ ადგილებში, საბადოდან ამოღებული ჩილის გვარჯილის ნედლ მასას ხსნიან ცხელ წყალში. ხსნარს აორთქლებენ და მისი გაცივებისას გამოკრისტალდება გვარჯილა, რომელშიაც დაახლოებით 95 პროცენტამდე NaNO₃ შედის. ჩილის გვარჯილა ღია ყვითელი ფერის კრისტალური მარილია. ის წყალში კარგად იხსნება, ფიზიოლოგიურად ტუტე სასუქია.

ქიმიურად სუფთა ნატრიუმის გვარჯილა ფორმულის მიხედვით უნდა შეიცავდეს 16,47 პროცენტ აზოტს, გასასყიდი კი 15 — 16 პროცენტს.

ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით, ჩილის გვარჯილის ათვისება დაიწყო 1830 წელს და მისი გამოზიდვა ყოველწლიურად მატულობდა. 1913 წელს გატანილ იქნა 2740000 ტონა. მისი მთავარი მომხმარებელი იყო ევროპა. მეფისდროინდელ რუსეთში ჩილის გვარჯილის შემოტანა თითქმის არ წარმოებდა.

¹ მონაცემები მოყვანილია აკად. დ. ნ. პრიაანიშნიკოვის წიგნიდან: „აგროქიმიკა“, გამომცემლობა „ტექნიკა და შრომა“, თბილისი, 1940 წ.

ვ) სინთეზური ნატრიუმის გვარჯილა

სინთეზურ გვარჯილას ღებულობენ როგორც თანანაწარმს ამონიაკისაგან აზოტის მქავეს მიღებისას. ამ დროს გამოყოფილ NO და NO_2 აირებს გაატარებენ სოდის ხსნარით მორწყულ კოშკებში, სადაც წარმოებს ნატრიუმის გვარჯილის წარმოშობა, თანხმად ქვემოთ მოყვანილი რეაქციისა: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NO} + \text{NO}_2 = 2 \text{NaNO}_2 + \text{CO}_2$. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{NO}_2 = \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{CO}_2$.

NaNO_2 -ის მოსაშორებლად ხსნარს შეამქავებენ აზოტის მქავეთი. შემქავებულ ხსნარს გაანეიტრალებენ, შემდეგ ააორთქლებენ და ცენტროფუგის საშუალებით მოაშორებენ ხსნარს.

სინთეზური ნატრიუმის გვარჯილა შეიცავს 16,4 პროცენტ აზოტის წყალში კარგად იხსნება. ნატრიუმის გვარჯილა მწარე მარილის გემოს მქონე გამჟღავნებელ კრისტალური ნივთიერებაა. ის ნაკლებად ჰიჯროსკოპიულია და ჩვეულებრივად შენახვისას არ იბეღტება.

ზ) ნატრიუმის გვარჯილის მოქმედება ნიადაგზე და მცენარეზე

ნატრიუმის გვარჯილა ფიზიოლოგიურად ტუტე სასუქია და მისი სისტემატურად გამოყენება იწვევს არეს რეაქციის გატუტინებას, ნიადაგში ნატრიუმის იონების დაგროვებას, რის შედეგადაც ადგილი აქვს მშთანთქმელ კომპლექსიდან კალციუმის იონების გამოქეცებას და მია ნიადაგის ვადარიბებას, ამას კი მოსდევს უკანასკნელის ფიზიკური ავიუებების გაქარესება (ნიადაგის პირის წაქვრა, ქერქის გაჩენა). ამიტომ საჭიროა ნატრიუმის გვარჯილის გამოყენება მორიგეობდეს კალციუმის შემცველ სასუქებთან.

ცნობილია, რომ საერთოდ ნიტრატები, გარდა ბიოლოგიური შთანთქმისა, ნიადაგს მიერ არ შთაინთქმება. ამიტომ ნიადაგში ნატრიუმის გვარჯილის შეტანისას NO_3 ატმოსფეროს ნალექების ზემოქმედებით ადვილად ჩარეცხება ქვედაფენებში, ხოლო გვალეების დროს კი პირიქით. კაპილარული წყლით ქვედა ფენებიდან ადვილად გადმოადგილდება ზედაფენებში. ამიტომ ნატრიუმის გვარჯილის გამოყენება უმჯობესია ნაკლებ ტენიანობის მქონე რაიონებში, ანდა შეტანილი უნდა იქნეს არა ერთბაშად თესვის წინ, არამედ რამდენჯერმე გამოკვების სხით, მცენარის განვითარების ფაზების მიხედვით.

ნატრიუმის გვარჯილის გამოყენება კარგ შედეგს იძლევა შაქრისა და საკვები ჰარხლის, კარტოფილისა და სხვა კულტურების მიმართ. ამიტომ აზოტიანი სასუქების ფორმების შერჩევის დროს ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებთან ერთად მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებას უდავოდ დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს. გვარჯილები მიზანშე-

წინილია გამოყენებულ იქნას მარცვლეული და სხვა კულტურების მიმართ დამატებით განოყიერების სახით, რადგან ის სხვა აზოტიანი სასუქთა შორის ითვლება სწრაფმოქმედად.

აზოტიანი სასუქების დიდი დოზებით გამოყენებამ შეიძლება გამოიწვიოს მარცვლეული მცენარეების ვეგეტატიური ნაწილების ზრდა და მოსავლის შემცირება, ე. ი. პურეულის „აოდვა“, ხორბლის სოკოვებით დაავადება და სხვ. გარდა ამისა, შესაძლებელია პროდუქციის ხარისხის გაუარესებაც. აზოტიანი სასუქების ოპტიმალური დოზებით გამოყენებისას კი ადგილი აქვს მოსავლიანობის ზრდას პროდუქციის ხარისხის გაუარესების გარეშე.

(ტრილი 24

ნატრიუმის გვარჯილის გავლენა მარცვლეულ კულტურათა მოსავლიანობის ზრდაზე

	უახოტო	გვარჯილა		
		1 ც	2 ც	3 ც
ჭვავის მოსავალი საშუალოდ სამი წლის განმავლობაში	11,2	14,0	18,4	20,4
მარცვლის საერთო ნ.მატი	—	3,8	7,2	9,24
მარცვლის ნამატი ერთი ცენტნერ გვარჯილაზე	—	3,8	3,6	3,1

როდესაც ნიადაგში საკმარის რაოდენობით მოიპოვება მცენარისთვის საჭირო სხვა საკვები ნივთიერება და წყალი, ყოველი ცენტნერ გვარჯილის გამოყენება ჭვავის მოსავალს 3,1 — 3,8 ცენტნერამდე ზრდის.

გვარჯილების დადებითი მოქმედება შემზნეულია არა მარტო მოსავალზე, არამედ მარცვლის ხარისხზე. ასე, მაგალითად, აზოტიანი სასუქების გამოყენებით მარცვალში დიდდება ცილებს რაოდენობა, მატულობს რქისებრი მარცვლების რიცხვი ფქვილისებრი მარცვლების ხარჯზე.

ყოველივე ამის გამო აზოტიანი სასუქების დოზების ზუსტად დადგენას და მის რაციონალურად გამოყენებას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს მოსავლიანობის ზრდისა და პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესების საქმეში.

თ) კალციუმის („ნორვეგიის“) გვარჯილა $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{N} = 13$ პროცენტს

კალციუმის გვარჯილა ძლიერ გავრცელებულია ბუნებაში. ნიადაგში ნიტრიფიკაციის პროცესის შედეგად წარმოშობილი აზოტის მქონე უერთდება კალციუმს და წარმოიშვება კალციუმის გვარჯილა.

მცენარეების მიერ აზოტის შეთვისება უმთავრესად ნიადაგში არსებული კალციუმის გვარჯილიდან წარმოებს. იგი საუკეთესო ფორმის აზოტიანი სასუქია.

კალციუმის გვარჯილის საბადოები ბუნებაში არ მოიპოვება. მასღებულობენ მხოლოდ სინთეზური აზოტის მქაეას კირით განეიტრალეებისას. კალციუმის გვარჯილას უწოდებენ აგრეთვე ნორვეგიის გვარჯილას — მაღალ ტემპერატურაზე ვოლტას რკალის შემწეობით ატმოსფეროს აზოტის დაქანგვით აზოტის მქაეას მიღება და მისი კირით განეიტრალება პირველად ნორვეგიაში მოახდინეს და დაიწყეს მისი წარმოება. ამქამად აზოტის მქაეას ღებულობენ არა ატმოსფეროს აზოტის დაქანგვით, არამედ სინთეზური ამონიაკის დაქანგვით, რომელიც გაცილებით იაფი ჳდება. დღეისათვის მისი მიღება შეიძლება ყველა სინთეზური ამონიაკის ქარხანაში, სადაც კი არსებობს დამქანგველი დანადგარები.

კალციუმის გვარჯილა ძლიერ პიგროსკოპული მარლია. ის ჩვეულებრივი ტემპერატურის პირობებში ადვილად შთანთქავს წყალს. ამავე პირობებში უფრო სტაბილურია $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ და შეიცავს 11,86 პროცენტ აზოტს. ვინაიდან კალციუმის გვარჯილა პიგროსკოპულია, ამიტომ საჭიროა ის შეფუთულ იქნას სპეციალურად გაქღენთილ წყალგაუქალი ქალაღდის ტომრებში ან ჰერმეტიულად დახურული ხის ან რკინის კასრებში.

კალციუმის გვარჯილის პიგროსკოპულობის შემცირების მიზნით მას უმატებენ ჩამქრალ კირს, რის შედეგადაც მიიღება $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{OH}$. ამ ღროს რეაქცია ასე მიმდინარეობს: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{Ca}(\text{NO}_3)\text{OH}$, რომელიც 9 პროცენტ აზოტს შეიცავს. კალციუმის გვარჯილის ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესებისათვის მას მიღების პროცესში უმატებენ 5 პროცენტ ამონიუმის გვარჯილას. კალციუმის გვარჯილის ერთერთ უარყოფით მხარედ ითვლება მისი პიგროსკოპულობა, რაც პრაქტიკულად მის ფართოდ გამოყენებას უშლის ხელს. კალციუმის გვარჯილის წარმოების ხარჯების შემცირების მიზნით აქადემიკოსი დ. ნ. ჰრიანიშნიკოვი ურჩევს, რომ იგი მიღებულ იქნას, როგორც ფოსფორიტის ფქვილის გადამუშავების დამატებითი პროდუქტი.

ი) კალციუმის გვარჯილის მოქმედება ნიადაგზე

ნატრიუმის გვარჯილისა და ამონიუმის მარილებსაგან განსხვავებით, კალციუმის გვარჯილა არამცთუ აუარესებს ნიადაგის ფიზიკურ თვისებას, არამედ, პირიქით, ადგილი აქვს მის გაუმჯობესებას. მცენარე კალციუმის გვარჯილიდან უფრო მეტ აზოტს შეითვისებს, ვიდრე კალციუმს. ამიტომ ის ფიზიოლოგიურად ტუტე მარლია და მისი გა-

მოყენება მჟავე ნიადაგებში იწვევს არეს რეაქციის განეიტრალებას. ეს უკანასკნელი და ნიადაგში კალციუმის იონების რაოდენობრივი ზრდა დადებით გავლენას ახდენს აზოტის ფიქსატორ და სხვა ბაქტერიებზე.

სასუქთა სამეცნიერო-საკვლევი ინსტიტუტის მიერ ჩატარებულ ცდებით დამტკიცებულია, რომ აზოტიან სასუქთა შორის კალციუმის გვარჯილა განსაკუთრებით მჟავე ნიადაგებში კარგ შედეგს იძლევა. მისი მოქმედება ჩამორჩება ნატრიუმის გვარჯილის მოქმედებას მხოლოდ შაქრის ჰარხლის კულტურის შემთხვევაში. ჩაისა და სუბტროპიკულ კულტურათა სრულიად საკვშირო სამეცნიერო-საკვლევი ინსტიტუტის უფროს მეცნიერ მუშაკის გ. ნ. ურუშაძის ცდები ადასტურებენ, რომ ჩაის კულტურის მიმართ კალციუმის გვარჯილა ყველა აზოტიან სასუქზე უკეთეს შედეგს იძლევა.

კალციუმის გვარჯილა სწრაფადმოქმედი აზოტიანი სასუქია. ამიტომ იგი მცენარის გამოსაკვებად, განსაკუთრებით მარცვლეულ კულტურათა მიმართ, კარგ შედეგს იძლევა.

სარწყავი მეურნეობის პირობებში და აგრეთვე დიდი რაოდენობის ატმოსფეროს ნალექებიან რაიონებში კალციუმის გვარჯილა ამონიუმის ფორმის აზოტიან სასუქებთან შედარებით ნაკლებ ეფექტს იძლევა.

კ) კალიუმის (თურქესტანის) გვარჯილა KNO_3 . N=13 პროცენტს,
 $K_2O=46$ პროცენტს

წინათ კალიუმის გვარჯილაზე დიდ იმედებს ამყარებდნენ, რადგან შეიცავს მცენარისათვის საჭირო და აუცილებელ ორ ელემენტს — აზოტსა და კალიუმს. მაგრამ შემდეგ გამოიჩინა, რომ იგი ისევე ზრდის მოსავლიანობას, როგორც $NaNO_3$ და KCl -ის ნარევი შეტანილი KNO_3 -ში არსებული აღნიშნული ორი ელემენტის ეკვივალენტური რაოდენობით.

კალიუმის გვარჯილა საბადოების სახით მოიპოვება თურქმენეთში. მაგრამ მას საწარმოო მნიშვნელობა არა აქვს. კალიუმის გვარჯილის მიღება შეიძლება ნატრიუმის გვარჯილაზე ქლორკალიუმის მოქმედებით: $NaNO_3 + KCl = KNO_3 + NaCl$.

მიღებულ მარილთა ხსნარის გაცხელებისას KNO_3 ხსნადობა საგრძნობლად იზრდება, ხოლო $NaCl$ -ისა კი იგივე რჩება. ხსნარის გაცივების შემდეგ გამოკრისტალდება მხოლოდ KNO_3 . კალიუმის გვარჯილა შეიძლება მიღებულ იქნას ამონიუმის გვარჯილაზე ქლორკალიუმის მოქმედებით: $NH_4NO_3 + KCl = KNO_3 + NH_4Cl$.

კალიუმის გვარჯილას ამჟამად დებულობენ აზოტის მეშვეობით: $\text{HNO}_3 + \text{KOH} = \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

კალიუმის გვარჯილას დიდი გამოყენება აქვს სამხედრო საქმეში, კვების მრეწველობაში და სხვ.

კალიუმის გვარჯილაში კალიუმის რაოდენობა 3—4-ჯერ მეტია აზოტთან შედარებით. როგორც ცდებით არის დამტკიცებული, ნიადაგები პირველ რიგში დიდ მოთხოვნილებას აყენებენ აზოტზე, ხოლო შემდეგ ფოსფორზე. ნიადაგის აზოტითა და ფოსფორით უზრუნველყოფის შემდეგ შედარდება მოთხოვნილება კალიუმზე. აქედან გამომდინარე, კალიუმის გვარჯილის გამოყენება დაკავშირებულია მთელ რიგ არახელსაყრელობასთან. ასე, მაგალითად, თუ ნიადაგში კალიუმის გვარჯილას შევიტანთ მასში აზოტის შემცველობის მიხედვით, მაშინ მასთან ერთად უნებლიედ შევიტანთ კალიუმის ზედმეტ რაოდენობას, რაც, რა თქმა უნდა, არ არის სასურველი; მაგრამ თუ შევიტანთ კალიუმის შემცველობის მიხედვით, მაშინ ნიადაგში ძალზე ნაკლები რაოდენობის აზოტი იქნება შეტანილი. ამის გამო კალიუმის გვარჯილამ წარმოების პირობებში ფართო გამოყენება ვერ ჰპოვა.

კალიუმის გვარჯილა შეიძლება გამოყენებულ იქნას პარკოსანი მცენარეებისათვის მაშინ, როდესაც მათი მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად შეიტანება ის. ამ შემთხვევაში შეტანილ მცირე რაოდენობით აზოტს შეუძლია დადებითად იმოქმედოს პარკოსანი მცენარეების ზრდა-განვითარებაზე. გარდა ამისა, კალიუმის გვარჯილა შეიძლება გამოყენებულ იქნას ანულებზე იმ შემთხვევაში, როდესაც ნიადაგი უზრუნველყოფს მცენარეს აზოტით, ხოლო ნიადაგისა და მცენარის მოთხოვნილება კალიუმზე დიდია. ამ შემთხვევაში აზოტის მცირე რაოდენობით შეტანას შეუძლია დადებითი გავლენა მოახდინოს მცენარის ზრდა-განვითარებაზე. ამავე დროს კალიუმზე მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად შეგვიძლია ნიადაგში შევიტანოთ კალიუმის გვარჯილა, ხოლო აზოტის დანაკლისი შევავსოთ სხვა რომელიმე აზოტიანი სასუქით; აზოტიან სასუქთა ასორტიმენტში კალიუმის გვარჯილის ხვედრითი წონა მცირეა.

კალიუმის გვარჯილის მოქმედება მცენარეზე დიდად არ განსხვავდება ნატრიუმის გვარჯილის მოქმედებისაგან, თუ კალიუმისა და აზოტის შეფარდება შეესაბამება კულტურის მოთხოვნილებას და ნიადაგის თვისებებს.

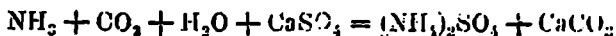
ლ) სულფატამონიუმი $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$. N = 20 — 21 პროცენტს

სულფატამონიუმს აზოტიან სასუქთა ასორტიმენტში საკმაო ხვედრითი წონა უკავია. ამონიუმის ფორმის აზოტიანი სასუქების წარმოება გაცილებით ადვილია, ვიდრე გვარჯილებისა.

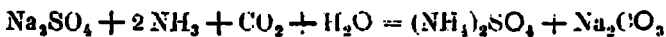
ამჟამად ამონიუმის ფორმის აზოტიანი სასუქები წარმოებას თვის ამონიაკს ლებულობენ სინთეზური ამონიაკის ხარჯზე ან ნახშირის კოქსაციის დროს მეტალურგიულ ქარხნებში. მეტალურგიული მრეწველობის გაფართოებასთან ერთად იზრდება ამონიაკის წარმოების ბაზა.

სულფატამონიუმის წარმოებას საბჭოთა კავშირში მეორე ადგილი უკავია. პირველ ადგილზე მოდის ამონიუმის გვარჯილის წარმოება. გარეგნული შეხედულებით სულფატამონიუმი თუთია კრისტალურია ფხვნილია. წარმოებაში გვხვდება მწვანე ფერის კრისტალური ნივთიერების სახითაც. იგი წყალში კარგად ხსნება. მიიღება გოგირდის მჟავას ამონიაკით განეიტრალებისას: $2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_3 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ხსნარ. აცილებენ ცენტროფუგირებით, შემდეგ შრობენ და ლებულობენ ამონიუმის სულფატს. ამონიუმის სულფატში მინარეცების სახით მოიპოვება Ca, Mg, SiO₂ და აგრეთვე 0,2-0,3 პროცენტით ვერცხლს გოგირდის მჟავა.

გერმანიაში ამონიაკის შესაბამისად გოგირდის მჟავა შეცვლილ იქნა თაბაშირით. ეს რეაქცია ასე შეიძლება გამოვსახოთ:



აკად. დ. ნ. პრიანიშნიკოვის მიერ წამოყენებული იყო მოსაზრება, რომ ამონიუმის სულფატის დამზადებისას გოგირდის მჟავა შეეცვალათ Na_2SO_4 -ით. ამ უკანასკნელით ამონიაკის შეზოქვისას წარმოების ანარჩუნის სახით მიიღება სოდა:



სულფატამონიუმი ნაკლებად ჰიგროსკოპული სასუქია. სტანდარტის მიხედვით სულფატამონიუმში ტენი 1,5 პროცენტს არ უნდა აღემატებოდეს. ის მშრალ მდგომარეობაში კარგი ფიზიკური თვისებების სასუქია: არ იბელტება და ამიტომ მისი მოზნევა ადვილად მოსახერხებელია.

მ) სულფატამონიუმის მოქმედება ნიადაგზე

ნიადაგში შეტანილი სულფატამონიუმი იხსნება ნიადაგის ტენის მოქმედებით. წარმოშობილი ამონიაკი ნიადაგის მიერ შთანთქმება, რის შედეგადაც ხსნარში მისი ეკვივალენტური რაოდენობით გადმოდის სხვა კათიონი.

ნიადაგის მიერ ამონიაკის შთანთქმას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს. შთანთქმული ამონიაკი ნაკლებად მოძრავია და ის ატმოსფეროს ნალექების მოქმედებით ან რწყვის ჩატარებისას ადვილად არ ჩაირეცხება ქვედა ფენებში. ამავე დროს შთანთქმულ ამონიაკს მცენარე კარ-

გად ითვისებს. ის გარემოება, რომ სულფატამონიუმში შემავალი ამონიაკი ნაკლებ მოძრავია, მას ზოგ შემთხვევაში შეიძლება ჰქონდეს უარყოფითი მნიშვნელობაც. სულფატამონიუმის გამოყენება გამოკვების სახით, როდესაც საჭიროა მცენარეზე აზოტით სწრაფი მოქმედება, ყოველთვის არ იძლევა დადებით შედეგს.

სულფატამონიუმში შემავალი ამონიაკი ნიადაგში არსებული ნიტრატიფიკაციის ბაქტერიების შემწეობით იქანება და გადადის ნიტრატული ფორმის აზოტში, რომელიც კოლოიდების მიერ არ შთაინთქმება და კარგად შეითვისება მცენარის მიერ. ამიტომ მცენარის გამოკვებისათვის უმჯობესია გვარჯილების გამოყენება, ვიდრე სულფატამონიუმისა. სულფატამონიუმში შემავალი ამონიაკის დაქანვა და მისი გადაყვანა ნიტრატულ აზოტიან შენაერთთა ფორმაში სხვადასხვა ნიადაგში სხვადასხვა ინტენსივობით მიმდინარეობს. ის დამოკიდებულია ნიადაგის ტემპერატურაზე, ტენზე, ჰაერაციასა და არეს რეაქციაზე. სულფატამონიუმში შემავალ აზოტის დაქანვასა და ამ გზით აზოტის მქაევას წარმოშობასთან ერთად წარმოიქმნება გოგირდის მქაევაც, რაც იწვევს ნიადაგის არეს რეაქციის გამჟავებას.

სულფატამონიუმიდან მცენარე უფრო ინტენსიურად ითვისებს ამონიაკს, ვიდრე SO_4 რადიკალს. ამიტომ ამონიუმის სულფატი ფიზიოლოგიურად მქავე სასუქია. აკად. დ. ნ. პრიანიშნიკოვი აღნიშნავს, რომ ყოველი სამი ცენტნერი სულფატამონიუმის შეტანა ნიადაგში გულისხმობს 2,25 ცენტნერი კონცენტრული გოგირდის მქაევას შეტანას, რაც უდავოდ დიდ გავლენას ახდენს არეს რეაქციის გამჟავებაზე. ექსპერიმენტული მონაცემებით დამტკიცებულია, რომ წითელმიწა ნიადაგზე სისტემატურად სულფატამონიუმის გამოყენებამ (დაახლოებით 15 წლის განმავლობაში) გამოიწვია არეს რეაქციის გამჟავება PH 5,0 — 5,2-დან 4,0 — 3,8-მდე.

სულფატამონიუმის გამოყენებით არეს რეაქციის გამჟავების ინტენსივობა დიდად არის დაკავშირებული ნიადაგის ბუფერობასთან. რამდენადაც მცირეა ნიადაგის ბუფერობა, იმდენად ინტენსიურად მიმდინარეობს არეს რეაქციის გამჟავება და პირიქით.

მირონოვის საცდელი სადგურის მონაცემების მიხედვით ყველაზე უფრო მაღალი ბუფერული თვისების მქონე შავმიწა ნიადაგზე სულფატამონიუმის სისტემატურად 19 წლის განმავლობაში გამოყენებამ გამოიწვია არეს რეაქციის ინტენსიური გამჟავება (იხ. ცხრილი 25).

მოყვანილი მონაცემები ნათლად ამტკიცებენ, რომ სულფატამონიუმი იწვევს მაღალი ბუფერული თვისების მქონე შავმიწა ნიადაგების გამჟავებასაც კი.

შავმიწა ნიადაგზე 19 წლის განმავლობაში სულფატამონიუმის სისტემატურად გამოყენების გავლენა არეს რეაქციაზე (მირონოვის საცდელი სადგურის მონაცემების მიხედვით)

	PH (KCl)	გაცვლითი მჟავიანობა	ჰიდროლიზური მჟავიანობა
უსასუქოდ	6,0	0,15	69,6
(NH ₄) ₂ SO ₄	4,9	0,24	164,0

5) სულფატამონიუმის ეფექტურობის გადიდების ღონისძიებები

ცნობილია, რომ სულფატამონიუმის ეფექტურობა დამოკიდებულია ნიადაგის თვისებებზე და მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე. მჟავე ნიადაგებზე იმ კულტურული მცენარეების მიმართ, რომლებიც თავის ზრდა-განვითარებისათვის მოითხოვენ ნეიტრალურ რეაქციას, სულფატამონიუმის გამოყენება არ იძლევა სასურველ შედეგს. პირიქით, ასეთ შემთხვევაში მისი ეფექტურობა დიდად ჩამოუვარდება ფიზიოლოგიურად ტუტე ნატრიუმის გვარჯილის ეფექტს.

სულფატამონიუმის და ნატრიუმის გვარჯილის სისტემატური გამოყენების ეფექტურობა სხვადასხვა მცენარის მოსავალზე

	მოსავალი ც/ჰა		
	ქერის მარცვალი	კარტოფილის ტუბერები	ქარხლის ძიობი
უსასუქოდ	12,5	178,6	189,9
(NH ₄) ₂ SO ₄	15,2	200,8	163,2
NaNO ₃	15,9	212,7	309,9

ამრიგად, სულფატამონიუმის სისტემატურად 7 წლის განმავლობაში შეტანამ ქერის მარცვლის მოსავალზე უარყოფითი გავლენა ვერ მოახდინა, მაშინ როდესაც საგრძნობლად შეამცირა შაქრის ქარხლის მოსავალი. თითქმის ანალოგიური შედეგია მიღებული ჩაის კულტურის მიმართ. ჩაისა და სუბტროპიკულ კულტურათა სრულიად საკავშირო სამეცნიერო-საკვლევო ინსტიტუტის უფროს მეცნიერ მუშაკ მ. გაბისონიას ცდებით სულფატამონიუმის სისტემატურად გამოყენებამ მნიშვნელოვნად გაამჟავა არეს რეაქცია, მაგრამ ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლის საგრძნობი შემცირება ჯერჯერობით არ აღინიშნება. ეს კი

ნიუთონებს იმაზე, რომ მკაცრ რეაქციის მოყვარული მცენარეების აქ-
ძართ სულფატამონიუმის გამოყენება არ იწვევს მოსაგლის შიშ-
ვობას.

მკაცრ ნიადაგებზე სულფატამონიუმის ეფექტურობის გადიდებ-
ვის მიზანშეწონილია ჩატარებულ იქნას მოკირიანება, რაც დამ-
ტვიცებულია ცდებით. ამავე მიზნით საჭიროა მისი წინასწარ განეიტრ-
ლება კირით. ერთი ცენტნერი სულფატამონიუმის ფიზიოლოგიურ
ჩვევების ვასანეიტრალებად საჭიროა ამავე რაოდენობის კირი.

მკაცრ ნიადაგებზე სულფატამონიუმის გამოყენება კარგ შედეგს
იძლევა ძნელადხსნად ფოსფატებთან: ფოსფორიტის ფქვილი, თომასის
შიდა და სხვ. სულფატამონიუმისა და ფოსფორიტის ფქვილის ერთობ-
ლივი გამოყენებით საგრძნობლად იზრდება როგორც პირველის, ის
შეორის ეფექტურობა. რადგან ამონიუმის სულფატის შეტანით წარ-
მოშობილი გოგირდის მკაცრ განზნუნებულ მოქმედებს ფოსფორიტ-
ვოსფორზე, რის შედეგადაც იზრდება მცენარისათვის შესათვისებელი
ვოსფორის რაოდენობა ნიადაგში. სულფატამონიუმისა და ფოსფორი-
ტის ფქვილის ერთობლივი შეტანისას არ არის შემჩნეული ნიადაგის
არეს რეაქციის გამკაცრება და ამის შედეგად მცენარეზე წყალბადისა და
კალციუმის იონების უარყოფითი მოქმედება. აზოტიანი სასუქების
ფორმების ეფექტურობა, ვარდა ნიადაგის თვისებებისა, დიდად არის
დამოკიდებული მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე. მაგალითად,
კარტოფლის კულტურის მიმართ კარგ შედეგს იძლევა როგორც სულ-
ფატამონიუმის, ისე კალციუმისა და ნატრიუმის გეარჯილის გამოყ-
ნება; კენაფი თავის ზრდა-განვითარებისათვის მოითხოვს აზოტის შე-
ღარებით უფრო მაღალ დოზებს. მის მიმართ გეარჯილები უფრო უკ-
ანეს შედეგს იძლევიან. ვიდრე ამონიუმის ფორმის აზოტიანი სასუ-
ქები; ბრინჯი, რომელსაც ზრდა-განვითარება უხდება თითქმის ანაერო-
ბულ პირობებში, სადაც ძალზე მცირე რაოდენობით წარმოებს ამო-
ნიაკის დაქანგვა. შეგუებულია ამონიაკური აზოტით ეყება: შაქრის
გარბლის კულტურის მიმართ ნეიტრალური რეაქციის პირობებში ამო-
ნიაკური და ნიტრატული ფორმის აზოტი თითქმის ერთნაირი ეფექ-
ტურობით აღინიშნება; სარწყავი მეურნეობისა და დიდი რაოდენო-
ბით ატმოსფეროს ნალექებიან რაიონებში საშემოდგომო ხორბლის გა-
ბოკვება სულფატამონიუმით კარგ შედეგს იძლევა. საერთოდ მცენა-
რების გამოკვებისას უკეთესი შედეგებით ხასიათდება ნიტრატული
ფორმის აზოტი ამონიაკურთან შედარებით. ამრიგად, სულფატამონიუ-
მის გამოყენება აუცილებლად უნდა წარმოებდეს ნიადაგურ-კლიმა-
ტური პირობებისა და მცენარის ბიოლოგიური თავისებურების გათ-
ვალისწინებით.

ო) ქლორამონიუმი NH_4Cl . N = 24 — 25 პროცენტს

ქლორამონიუმი მიიღება როგორც სოდის წარმოების თანაპროდუქტი: $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$.

ნატრიუმის ბიკარბონატის ნალექს ფილტრავენ, შემდეგ მას ორთქლებენ NH_4Cl -ის გამოკრისტალვამდე. ქლორამონიუმი წარმოადგენს კრისტალურ ნივთიერებას, წყალში კარგად იხსნება. იგი ნაკლებად ჰიგროსკოპულია, შენახვისას არ იბელტება, ხასიათდება კარგი ფიზიკური თვისებებით, ამიტომ მისი მოზნევა ნიადაგზე სასუქების შემტანი მანქანით შესაძლებელია.

ქლორამონიუმი ნიადაგის წყლის მოქმედებით ადვილად იხსნება, წარმოშობილი ამონიაკი ნიადაგის მიერ შთაინთქმება ისევე, როგორც სულფატამონიუმის ამონიაკი.

ანალოგიურად სულფატამონიუმისა, ქლორამონიუმიც განიცდის ნიადაგში ნიტრიფიკაციას. თუმცა შემჩნეულია აღნიშნული პროცესის რამდენადმე შემცირება, რაც უნდა მიეწეროს ქლორის უარყოფით მოქმედებას ნიტრიფიკაციის ბაქტერიების ცხოველყოფელობაზე.

ქლორამონიუმიდან მცენარე უფრო ინტენსიურად ითვისებს ამონიაკს, რის შედეგადაც ნიადაგის ხსნარში რჩება დიდი რაოდენობით ქლორი, რაც იწვევს არეს რეაქციის გამოყვებას. ნიადაგში ქლორის დიდი რაოდენობით დაგროვება და არეს რეაქციის გამოყვება უარყოფითად მოქმედებს მიკროორგანიზმის ცხოველყოფელობაზე, მცენარის ზრდა-განვითარებაზე, მოსავალზე და მიღებული პროდუქციის ხარისხზე.

მეავე ნიადაგებზე ქლორამონიუმის ეფექტურობის გადიდებისათვის საჭიროა მისი წინასწარი განეიტრალება კირით ანუ ნიადაგის მოკირიანება. გარდა ამისა, ქლორამონიუმი მეავე ნიადაგებში გამოყენებული უნდა იქნეს ისეთ ძნელადხსნად ფოსფატებთან, როგორცაა ფოსფორიტის ფქვილი, თომასის წილა და სხვ.

ცხრილი 27

სხვადასხვა ფორმის აზოტიანი ხასუქის მოქმედება შაქრის

კარხლის მოსავალზე

(ლიუბურეცკის საცდელი მიწის მონაცემების მიხედვით)

მოსავალი	ხასუქი	ნაკელი + PK			
		NaNO_3	NH_4NO_3	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	NH_4Cl
მოსავალი ძირებისა ც/ჰა		335	305	211	221
შაქრიანობა %-ით		19,4	19,6	19,7	21,1

ქლორამონიუმი თავისი მოქმედებით არ ჩამოუვარდება სულფატ-ამონიუმს, რაც ნათლად ჩანს ზემოთ მოყვანილი ექსპერიმენტული მონაცემებიდან (იხ. ცხრილი 27).

ამგვარად, შაქრის ქარხლის კულტურის მიმართ ნიტრატული ფორმის აზოტიანი სასუქის გამოყენებით შემჩნეულია მოსავლის უფრო მეტი რაოდენობით ზრდა ამონიუმის ფორმის აზოტიან სასუქთან შედარებით.

აქვე აღსანიშნავია ის, რომ ქლორამონიუმი თავისი მოქმედებით არ ჩამოუვარდება სულფატამონიუმის მოქმედებას.

ცდებიდან მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემებით მტკიცდება, რომ სხვა ფორმის აზოტიან სასუქებთან შედარებით ქლორამონიუმში არამცთუ უარყოფითად, არამედ, პირიქით, დადებითადაც მოქმედებს შაქრის ქარხლის პროდუქციის ხარისხზე. ასე, მაგალითად, შემჩნეულია შაქრის ქარხალში შაქრიანობის პროცენტული ზრდა. მაგრამ ყველა კულტურაში არ აღინიშნება ასეთი რამ. ცნობილია, რომ ქლორამონიუმი შეიცავს დიდი რაოდენობით ქლორს, დაახლოებით 66,6 პროცენტს. ეს კი უდავოდ უარყოფითად მოქმედებს მთელი რიგი მცენარეების პროდუქციის ხარისხზე, კერძოდ: კარტოფილზე, თამბაქოზე, ვაზზე და სხვ., რომლებიც ქლორისადმი ძლიერ მგრძნობიარენი არიან. ასევე რეაგირებენ ეწერ ნიადაგებზე ხახვი, კომბოსტო, სელი და სხვ.

კარტოფილში სახამებლის პროცენტულ შემცველობაზე ქლორის უარყოფითი მოქმედება ნათლად ჩანს ლიუბერეცკის საცდელ მინდორზე ჩატარებული ცდებიდან (იხ. ცხრილი 28).

ც ხ რ ი ლ ი 28

სასუქი	კარტოფილის ტუბერის მოსავალი		სახამებლ. პროცენტული შემცველობა
	ც'ა	მატება	
უზოტოდ	147,7	—	—
N ₃₀ კვ/ა NaNO ₃ სახით	179,2	31,5	17,9
N ₃₀ " (NH ₄) ₂ SO ₄ "	177,5	29,8	17,7
N ₃₀ " NH ₄ Cl "	182,7	35,0	16,3

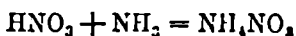
ამრიგად, NaNO₃-თან შედარებით, ქლორამონიუმის გამოყენებით კარტოფილში სახამებლის რაოდენობა 1,6 პროცენტით მცირდება.

ქლორი ნიადაგის მიერ არ შთაინთქმება. ამიტომ მის მიმართ მგრძნობიარე კულტურის ქვეშ ქლორამონიუმი შეტანილ უნდა იქნეს ადრე გაზაფხულზე, რათა ატმოსფეროს ნალექების ზემოქმედებით ქლორი ჩაირეცხოს ქვედა ფენებში, ხოლო ამონიუმი, რომელიც შთაინ-

თქმება ნიადაგის მიერ, შეუძლია გამოიყენოს მცენარემ. ამ გზით შესაძლებელია მიღწეულ იქნას მოსავლიანობის გადიდება პროდუქციის ხარისხის გაუარესებით.

ა) ამონიუმის გვარჯილა NH_4NO_3 . N— 28—34 პროცენტს

ამონიუმის გვარჯილა მიიღება 50—60-პროცენტისანი აზოტის მჟავაზე გაზისებური ამონიაკის მოქმედების შედეგად:



მიღებულ ხსნარს აორთქლებენ და შემდეგ აკრისტალებენ. მარილს ცენტრაფუგის შემწობით გამოყოფენ და ამრობენ. ამონიუმის გვარჯილა წარმოადგენს თეთრ კრისტალურ ნივთიერებას. იგი კონცენტრული აზოტიანი სასუქია და თავის შემადგენლობაში შეიცავს აზოტს როგორც NH_3 -ის, ისე NO_3 -ის სახით. ამონიუმის გვარჯილა ხასიათდება ჰალალი ჰიგროსკოპულობით, ის დიდი რაოდენობით შთანთქავს ატმოსფეროში არსებულ ტენს, რის გამოც შენახვის დროს იბელტება და წარმოიქმნება მკერივი მასა, რომლის შეტანა ნიადაგში დაქუცმაცების გარეშე არ შეიძლება. დაქუცმაცება და 2—3-მილიმეტრიან საცერში გატარება კი ძნელია და დიდ შრომას მოითხოვს. ამიტომ მისი ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესების მიზნით, უკანასკნელ ხანებში მიმართავენ მარცვლისებურ (გრანულირებულ) ამონიუმის გვარჯილის წარმოებას. ამ უკანასკნელის ზედაპირი დაფარულია ამონიუმის სულფატით, თაბაშირით, ფოსფორიტის ფქვილით ან ჰიდროფილური ნივთიერებებით, ფისებით, პარაფინით, ერთნახევარგველებით და სხვ. ამავე მიზნით მას ურევვენ ფოსფორიტის ფქვილთან, თაბაშირთან, პრეციპიტატთან, დაფქულ ჯირქვასთან და სხვა ნივთიერებებთან.

ამონიუმის გვარჯილას მისი ჰიგროსკოპულობის გამო ინახავენ წყალგაუვალ ხუთფენიან ქალაღის ტომრებში, ხის ან რკინის ჰერმეტიულად დახურულ კასრებში. იგი წყალში კარგად იხსნება.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ამონიუმის გვარჯილა აზოტს შეიცავს როგორც NH_3 -ის, ისე NO_3 -ის სახით. მცენარე ორივეს კარგად ითვისებს. მისი გამოყენებისას ადგილი აქვს არეს რეაქციის სუსტად გამჟავებას, რაც გამოწვეულია, ერთი მხრივ, იმით, რომ მცენარე NH_4NO_3 -დან ხშირად მეტი რაოდენობით ითვისებს NH_3 -ს და, მეორე მხრივ, იმით, რომ ნიტრიფიკაციის შედეგად ამონიაკი იქანგება, რის შედეგად ნიადაგში წარმოიშვება აზოტის მჟავა (იხ. ცხრილი 29).

ცხრილში მოყვანილი ციფრობრივი მონაცემები იმაზე მიუთითებენ, რომ ამონიუმის გვარჯილა სხვა ფორმის აზოტიან სასუქებთან შედარებით ნაკლებად ამჟავებს არეს რეაქციას. ვინაიდან იგი აზოტს NH_3 -ისა და NO_3 -ის სახით შეიცავს, ამიტომ მისი გამოყენება გამოკვე-

ბის სახით გაცილებით უკეთეს შედეგს იძლევა სულფატამონიუმთან შედარებით.

ცხრილი 29

სხვადასხვა ფორმის აზოტიანი სასუქების სისტემატური გამოყენების გავლენა არეს რეაქციაზე

	გაცილებით მევენა- ნობა მილიმეტრულ- 100 ზ ნიადაგში	მომრავი Al 2 O 3 100 ზ ნიადაგში	კიდრლოზური მგა- ვიანობა მილიმეტრულ- ვალ. 100 ზ ნიადაგზე.	შთანთქმულ კომპლ. არსებულ ფურცლის ჯამი მილიმეტრულზე. 100 ზ ნიადაგზე.	S+H	ფურცლებით მამორიის ხარის- ხი % (Q)
უსაღწო	1,12	10,0	4,0	6,5	10,5	61,8
NaNO ₃ ..	0,80	7,1	3,8	8,2	12,0	68,3
NH ₄ NO ₃ ..	0,97	8,4	4,1	6,7	10,8	61,6
(NH ₄) ₂ SO ₄	1,84	16,4	5,4	6,2	11,6	53,5

ამონიუმის გვარჯილის შენახვისას საჭიროა სიფრთხილის დაცვა: დაუშვებელია მისი რომელიმე მფეთქავ ნივთიერებასთან ახლოს მოთავსება, რადგან მას ახასიათებს აფეთქებით დაწვის უნარი.

ვინაიდან ამონიუმის გვარჯილა კონცენტრული აზოტიანი სასუქია, იგი შეტანის წინ კარგად უნდა დაქუცმაცდეს და გატარდეს 2—3-მილიმეტრიან საცერში, რათა მიღწეულ იქნას მისი თანაბარი განაწილება ნიადაგის ზედაპირზე, წინააღმდეგ შემთხვევაში მცირდება ეფექტურობა. ამონიუმის გვარჯილა საუკეთესო აზოტიანი სასუქია, ის გამოიყენება ყველა ტიპის ნიადაგზე ყველა კულტურის მიმართ. მისი ხვედრითი წონა აზოტიან სასუქთა ასორტიმენტში საკმაოდ დიდია.

ამჟამად ჩვენი ქიმიური მრეწველობა აზოტიანი სასუქებიდან ყველაზე მეტი რაოდენობით უშვებს ამონიუმის გვარჯილას.

ე) ამონიუმის სულფატნიტრატი (NH₄)₂SO₄ · 2NH₄NO₃ („ლინაგვარჯილა“ და „მონტანგვარჯილა“). N 25 = 26 პროცენტს

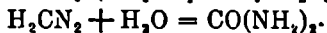
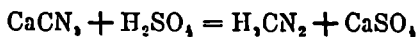
ამონიუმის სულფატნიტრატი (NH₄)₂SO₄ · 2NH₄NO₃ მიიღება მშრალი სულფატამონიუმის და ამონიუმის ნიტრატის, ანდა ამონიუმის გვარჯილის კონცენტრულ ხსნარში მშრალი სულფატამონიუმის შერევით. ამონიუმის სულფატნიტრატის წარმოების ძირითადი მიზანია ამონიუმის გვარჯილის ფიზიკური თვისების გაუმჯობესება. ცნობილია, რომ ამონიუმის გვარჯილაზე სულფატამონიუმის მიმატებისას მცირდება პირველის ჰიგროსკოპულობა და მისი შებეღტების უნარია-

ნობა. ამონიუმის სულფატნიტრატს უშვებენ წვრილი კრისტალების ან მარცვლების სახით. ის თეთრი ან მორუხო ყვითელი ფერის კრისტალური მარილია. ამონიუმის სულფატნიტრატის ნარევე სასუქს გერმანიაში ამზადებდა ლენინას ქარხნები და ამიტომ მას ლენინაგვარჯილა უწოდეს. ის შეიცავს დაახლოებით 26 პროცენტ აზოტს, აქედან 18 — 19 პროცენტი ამონიაკური ფორმისაა, ხოლო 7 — 8 პროცენტი ნიტრატული ფორმის. გერმანელებმა ამ სასუქს ლენინაგვარჯილა უწოდეს მხოლოდ კომერციული მიზნით, რადგან იმ დროისათვის იქ გვარჯილებს მეტი გასავალი ჰქონდა. ამონიუმის სულფატნიტრატი უფრო ტრანსპორტაბელურია, ვიდრე სულფატამონიუმისა, ხოლო ამონიუმის გვარჯილას ამ მხრივ დიდად ჩამორჩება. ამონიუმის სულფატნიტრატი უფრო ამჟავებს ნიადაგის არეს რეაქციას, ვიდრე ამონიუმის გვარჯილა, ხოლო არეს რეაქციის გამჟავების თვალსაზრისით ის ჩამორჩება სულფატამონიუმს.

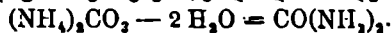
ეფექტურობის თვალსაზრისით ის არ ჩამოუვარდება არც სულფატამონიუმის და არც ამონიუმის გვარჯილას. მისი გამოყენება შეიძლება ყველა ნიადაგზე ყველა კულტურული მცენარის მიმართ.

რ) შარლოვანა $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. N=46 პროცენტს

შარლოვანა ეკუთვნის აზოტიანი სასუქების ამიღურ ფორმას. იგი აზოტიან სასუქთა შორის ყველაზე უფრო კონცენტრულია. მასში აზოტის რაოდენობა 46 პროცენტს უდრის. მიუხედავად ყოველივე ამისა, მან ჯერ კიდევ მაინც ვერ ჰპოვა წარმოებაში ფართო გამოყენება. ამის მიზეზი ის არის, რომ მისი მიღება ძნელია და ძვირი ჯდება. შარლოვანას მიღების რამდენიმე ხეობი არსებობს: 1. მაღალი ტემპერატურისა და მაღალი წნევის პირობებში ნახშირორჟანგისა და ამონიაკის ურთიერთმოქმედება. 2. წვრილად დაფქულ კალციუმის ციანამიდზე გოგირდის მჟავას მოქმედება. ასე, მაგალითად:



ცნობილია, რომ ამონიაკის შებოქვა გარდა აზოტის, გოგირდისა და მარილის მჟავასი, შეიძლება აგრეთვე ნახშირის მჟავითაც. ნახშირმჟავაზე ამონიაკის მოქმედების შედეგად მიიღება ნახშირმჟავა ამონიუმი. ეს უკანასკნელი არამყარი ნაერთია, ადვილად კარგავს ამონიაკს. ამიტომ ნახშირმჟავა ამონიუმის ფართოდ გამოყენება წარმოებაში მიზანშეწონილია. მიზანშეწონილია აგრეთვე მისგან დამზადებულ იქნას შარლოვანა. ამ მიზნით ნახშირმჟავა ამონიუმს ათავსებენ დაბ-შულ არეში, სადაც ის კარგავს წყალს და მიიღება შარლოვანა:



შარდოვანა წყალში კარგად იხსნება. იგი ნემსისებური კრისტალური ნივთიერებაა, ახასიათებს მაღალი ჰიგროსკოპულობა და იოლად იბელტება.

ამილური ფორმის აზოტს მცენარე ვერ ითვისებს. ის შეტანილია ნიადაგში ურობაქტერიების შემწეობით, რომელიც გამოყოფს ფერმენტ ურეაზს, ადვილად გადადის მცენარისათვის შესათვისებელი აზოტის ნახშირმჟავა ამონიუმის ფორმაში. ამ დროს რეაქცია ასე წარმართება:



ნიადაგში შარდოვანას შეტანის შედეგად საბოლოოდ არეს რეაქცია მნიშვნელოვნად არ იცვლება. შარდოვანა საუკეთესო აზოტიანი სასუქია. მისი გამოყენება შეიძლება ყველა ნიადაგზე ყველა კულტურული მცენარის მიმართ.

ჩატარებული ცდების შედეგად დამტკიცებულია, რომ შარდოვანათვის იფექტურობით არ ჩამოუვარდება სხვა აზოტიან სასუქებს.

ს) კალციუმის ციანამიდი CaCN_2 . N=20 — 22 პროცენტს

კალციუმის ციანამიდი მიიღება მაღალ ტემპერატურაზე კალციუმის კარბიდის მიერ აზოტის შეკვრით და შედგება ორი პროცენტისაგან: 1. კალციუმის კარბიდის მიღება და 2. კალციუმის კარბიდის მოაზოტოვება.

კალციუმის კარბიდის მიღება წარმოებს გამომწვარი ღირისა და ნახშირის მაღალ ტემპერატურაზე (1800°) გახურებისას ელექტროლუმში. ეს რეაქცია ასე შეიძლება გამოვხატოთ:

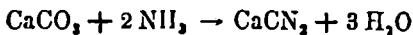


წერილად დაფშენილ კალციუმის კარბიდს ყრიან განსაკუთრებულ ცილინდრში, რომელშიაც ატარებენ ატმოსფეროს აზოტს. 700 — 800° ტემპერატურაზე გახურებისას პირველი იერთებს მეორეს და საბოლოოდ ვლებულობთ კალციუმის ციანამიდს. რეაქციის დაწყებისათვის საჭიროა კალციუმის კარბიდით სავსე ცილინდრი გავახუროთ 700 — 800°, შემდეგ კი პროცესი თავისით მიმდინარეობს სითბოს გამოყოფით:



სუფთა კალციუმის ციანამიდი შეიცავს 34,98 პროცენტ აზოტს, ხოლო ტექნიკური ციანამიდი 20 — 21 პროცენტს, რადგან ის მინარევების სახით შეიცავს CaO არარეაგირებულ ნახშირს, ამიტომ ჩვეულებრივ ამ წესით მიღებული კალციუმის ციანამიდი წარმოადგენს შავ ან მუქ ნაცრისფერ მსუბუქ ფხვნილს.

ამ უკანასკნელ ხანებში ამზადებენ ე. წ. თეთრ კონცენტრირებულ კალციუმის ციანამიდს, რომელიც კირზე გაზისებური ამონიაკის მოქმედებით მიიღება. ეს რეაქცია ასეთია:

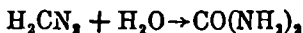


კალციუმის კარბიდის მოაზოტოვების გზით კალციუმის ციანამიდის წარმოება ძვირი ჯდება და ამიტომ მან საბჭოთა კავშირში ფართო გამოყენება ვერ ჰპოვა.

უკანასკნელი წესით მიღებული კალციუმის ციანამიდი წარმოადგენს მოთეთრო ფხენილს და ნიადაგში შეტანისას ძლიერ მტვერიანდება. ის შეიცავს 35 პროცენტ აზოტს: კალციუმის ციანამიდი მოქმედებს მხედველობისა და სასუნთქ ორგანოებზე და იწვევს მათ ანთებას. კალციუმის ციანამიდის მტვერიანობის შემცირების მიზნით მას უმატებენ მცირე რაოდენობის ნავთობის მძიმე ზეთს ანდა სასუქს ამზადებენ მარცვლისებური სახით. მიუხედავად ამისა, კალციუმის ციანამიდის ნიადაგში შეტანისას საჭიროა მიემართოს გამაფრთხილებელ ზომებს. კერძოდ, უნდა გამოვიყენოთ სათვალეები, ხელთათმანები და თუ არსებობს სასუქების შემტანი მანქანა. ხელით მუშაობისას იგი უნდა მოვაბნოთ ქარის მიმართულებით.

ამიღური ფორმის აზოტს მცენარე ვერ ითვისებს. ამისათვის საჭიროა ნიადაგში მისი გადასვლა ამონიაკის ან ნიტრატული ფორმის აზოტში.

ნიადაგში შეტანილი კალციუმის ციანამიდი განიცდის გარდაქმნას და წარმოიშვება ნახშირმჟავა ამონიუმში. გარდა ამისა, ამ დროს შთაინთქმება კალციუმი და წარმოქმნილ ციანის მჟავაზე წყლის მოქმედების შედეგად მივიღებთ შარდოვანას:



ეს პროცესი მიმდინარეობს სუსტ მჟავე რეაქციის დროს მიკროორგანიზმების გარეშე. ნიადაგში არსებული კატალიზატორების ზეგავლენით წარმოშობილი შარდოვანა ბაქტერიების შემწეობით ადვილად იშლება და გადადის ნახშირმჟავა ამონიუმის შენაერთში: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, რომელიც ნიტრიფიკაციის ბაქტერიების მოქმედებით თანდათანობით შეიძლება გადავიღეს ნიტრატული ფორმის აზოტიან შენაერთში.

კალციუმის ციანამიდი უარყოფითად მოქმედებს ახლად აღმოცენებულ მცენარეებზე. გარდა ამისა იგი ხშირად ნიადაგში დიდხანს რჩება დაუშლელი, რაც ხელს უშლის თესლის გაღვივებას. ყოველივე ეს ყველაზე მეტად შემჩნეულია ღარიბ ქვიშნარ და ტორფნარ ნიადაგებზე. მაგრამ შთანთქმითი კომპლექსით მდიდარ ნიადაგებში კალციუ-

მის ციანამიდის კარგად შერევისას მისი უარყოფითი მოქმედება შეტანიდან 12 საათის შემდეგ ძლიერ კლებულობს, 36 საათის შემდეგ თითქმის შეუმჩნეველია, ხოლო 60 საათის შემდეგ კი მთლიანად ქრება.

იმისათვის, რომ თავიდან ავიცილოთ კალციუმის ციანამიდის უარყოფითი მოქმედება მცენარეზე და მისი გამოყენებით მნიშვნელოვნად გავზარდოთ მოსავლიანობა, საჭიროა ერთი კვირით ადრე თესვის დაწყებამდე შევიტანოთ ნიადაგში და თანაბრად გავანაწილოთ, კარგად ავეუროთ ნიადაგს.

მძიმე მექანიკური შედგენილობის ტენიან, ნაკლები ჰაერაციის მქონე ნიადაგებში დაბალი ტემპერატურის პირობებში შეტანილი კალციუმის ციანამიდის დაშლის შედეგად წარმოშობილი ციანის მჟავას გარდაქმნა შარდოვანად ვერ მიმდინარეობს და მისგან მიიღება დიციანდიამიდი. ეს უკანასკნელი კი დამლუპველად მოქმედებს მცენარეზე და ნიადაგში არსებულ მიკროორგანიზმებზე.

კალციუმის ციანამიდი შეიცავს საკმაო რაოდენობით CaO და $CaCO_3$. იგი ნიადაგში შეტანისას იწვევს არეს რეაქციის განეიტრალებას. ამის გამო კალციუმის ციანამიდის გამოყენება მჟავე ნიადაგებზე კარგ შედეგს იძლევა (იხ. ცხრილი 30).

ცხრილი 30

**სხვადასხვა ფორმის აზოტიანი სასუქების მოქმედება
მჟავე ნიადაგებზე**

კულტურები	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$CaCN_2$	$(NH_4)_2SO_4$ +კირი
სიმინდი	21,8	7,6	25,7	28,0
შვრია	11,9	3,9	12,1	11,3
ხორბალი	14,4	1,0	18,8	17,3

აღნიშნული მონაცემები იმაზე მიგვივითებენ, რომ სულფატამონიუმში არ შეიძლება შეტანილ იქნას მჟავე ნიადაგებზე მოკირიანების გარეშე, ხოლო კალციუმის ციანამიდის გამოყენებისას კი ისეთი რთული პროცესის ჩატარება, როგორცაა მოკირიანება უკვე აღარ არის საჭირო. ამრიგად, მჟავე ნიადაგებზე კალციუმის ციანამიდის წესიერი გამოყენებით ჩვენ შეგვიძლია მნიშვნელოვნად გავზარდოთ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობა.

ჩაისა და სუბტროპიკულ კულტურათა სრულიად საკავშირო სა-მეცნიერო-საკვლევ ინსტიტუტში ჩატარებული ცდებიდან მტკიცდება კალციუმის ციანამიდის დადებითი მოქმედება ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალზე. ირკვევა, რომ აღნიშნული კულტურის მიმართ კალციუმის

ციანამიდი რიგ შემთხვევებში სხვა ფორმის აზოტიან სასუქებს არაშე-
თუ ჩამორჩება, არამედ უკეთეს შედეგსაც იძლევა.

2. ფოსფორიანი სასუქები

მცენარის ზრდა-განვითარების საქმეში ფოსფორს ისეთივე დიდი მნიშვნელობა აქვს, როგორც აზოტს.

ფოსფორი მონაწილეობას ლებულობს მცენარისათვის მეტად მნიშ-
ვნელოვანი ორგანული ნივთიერების — რთული ცილებისა და ნახშირ-
წყლების ფიტინის, სახაროფოსფატიდის, ფოსფატიდის და სხვ. შექ-
მნაში.

მაღალი და მყარი მოსავლიანობის მიღებისათვის მცენარის კვების რეგულირება ფოსფორიანი სასუქების წესიერი გამოყენებით მეტად მნიშვნელოვანია.

ლიტერატურაში ცნობილია ნიადაგის აზოტით გამდიდრებისა და მცენარის აზოტით კვების პირობების გაუმჯობესების მრავალი ხერხი. მაგრამ იგივე არ შეიძლება ითქვას ფოსფორის მიმართ. ამჟამად ნიადაგის ფოსფორით გამდიდრების და მცენარის ფოსფორით კვების პირობების გაუმჯობესების მხოლოდ ერთი გზა არსებობს. ეს არის ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება. აი რას ამბობს ამის შესახებ აკადემიკოსი დ. ნ. პრიანიშნიკოვი: „მაშინ, როდესაც აზოტის შემთხვევაში საქმე გვექონდა ისეთ ელემენტთან, რომელსაც ახასიათებს ძიმოქცევა და სასუქების შეტანის გარდა შესაძლებელია ნიადაგის აზოტით გამდიდრება ჰაერის აზოტის ხარჯზე, ფოსფორის შემთხვევაში საქმე გვაქვს ნიადაგიდან მოსავალთან ერთად ფოსფორის გამოტანის ცალმხრივ პროცესთან, რასაც შეიძლება დაუპირისპიროთ მხოლოდ ნიადაგში სასუქების შეტანა“.¹ სწორედ ამით აიხსნება ფოსფორიანი სასუქების უდიდესი როლი სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების მოსავლიანობის ზრდის და პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესების საქმეში.

ფოსფორიანი სასუქების წარმოება ჩვენში გიგანტური ტემპით ვითარდება. ამას ხელს უწყობს ის მდიდარი საბადოები, რომელიც სსრ კავშირში მოიპოვება ფოსფორიტისა და აპატიტის საბადოების სახით. სამრეწველო მინერალურ სასუქთა ასორტიმენტში მისი ხვედრითი წონა საკმაოდ დიდია იგი 50 პროცენტს აღემატება.

მცენარე ფოსფორს ნიადაგიდან ძირითადად ორთოფოსფორის მექავას მარილების სახით ითვისებს.

¹ აკად. დ. ნ. პრიანიშნიკოვი — აგროქიმიკა, გამოცემლობა „ტექნიკა და შრომა“ 1938 წ.

ნიადაგში ფოსფორი მოიპოვება ორგანული და მინერალური შენაერთების სახით. პირველის რაოდენობა ნიადაგში ძლიერ მერყეობს. რასაც კარგად გვიჩვენებს 31-ე ცხრილში მოცემული ექსპერიმენტული მონაცემები.

ცხრილი 31

ორგანული და მინერალური ფოსფორის შემცველობა ხხვადახხვა ტიპის ნიადაგებში.

ნიადაგის დასახელება	ფოსფორის % საერთო ფო.ფორიდან	
	ორგანული	მინერალური
ბეულებრივი შემიწა ნიადაგი ყამირი კამენოსტეპის საცდელ სადგურიდან	60	40
იგივე გაყულტურებული	54	46
სილიან-თიხიანი ეწეროვანი ნიადაგი ძლიერ გაყულტურებული	59	41
სილიან-თიხიანი ეწეროვანი ნიადაგი ტყის ქვეშ	45	55
შუქი წაბლა ნიადაგი	35	65

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ორგანული ფორმის ფოსფორის რაოდენობა საკმაოდ დიდია და იგი ზოგიერთ ნიადაგში 60 პროცენტსაც აღწევს.

ცდებით დამტკიცებულია, რომ ნიადაგში საერთო ფოსფორის რაოდენობა მერყეობს 0,01 პროცენტიდან 0,2 პროცენტამდე. ზოგიერთ ნიადაგში მისი შემცველობა 0,3 პროცენტამდეც კია. ეს დამოკიდებულია ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობაზე, ჰუმუსის შემცველობაზე და სხვა პირობებზე. ყველაზე ნაკლები რაოდენობა საერთო ფოსფორისა მოიპოვება ჰუმუსით ღარიბ სილნარ ნიადაგებში.

საერთო ფოსფორის რაოდენობა ნიადაგის ზედა ფენებში გაცილებით მეტია, ვიდრე ქვედა ფენებში (იხ. ცხრილი 32).

ნიადაგის ზედა ფენების გამდიდრება ფოსფორით დაკავშირებულია მცენარის მოქმედებასთან. მას ქვედა ფენიდან ამოაქვს ფოსფორი და მცენარეული მასის ზედა ფენაში ჩახვნის შედეგად ადგილი აქვს საერთო ფოსფორის რაოდენობრივ ზრდას. რა თქმა უნდა, ქვედა ფენებში მისი რაოდენობა მცირდება. გარდა ამისა, ნიადაგში სისტემატურად ფოსფორიანი სასუქების შეტანაც გარკვეულ გავლენას ახდენს ზედა ფენებში საერთო ფოსფორის რაოდენობაზე.

საერთო ფოსფორის შემცველობის მიხედვით აკად. დ. ნ. პრის-ნიშნიკოვი ნიადაგებს ოთხ ჯგუფად ჰყოფს (იხ. ცხრილი 33).

ცხრილი 32

საერთო ფოსფორის რაოდენობა სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში
 შორიზონების მიხედვით
 (ასისტენტ ნ. ზალიევის მონაცემების მიხედვით)

შემიწამავარი ნიადაგი		წითელმიწა ნიადაგი		ენური ნიადაგი	
ნიმუშის ალუბის სიღრმე სმ-ში	P ₂ O ₅ %	ნიმუშის ალუბის სიღრმე სმ-ში	P ₂ O ₅ %	ნიმუშის ალუბის სიღრმე სმ-ში	P ₂ O ₅ %
0—12	0,24	0—15	0,20	0—10	0,14
40—60	0,12	30—48	0,09	26—37	0,07
80—100	0,09	60—96	0,07	42—63	0,06

მიუხედავად იმისა, რომ რიგ ნიადაგებში საერთო ფოსფორის რაოდენობა საკმაოდ დიდია — 3000—6000 კილოგრამამდეც კი აღ-

ცხრილი 33

	P ₂ O ₅ %	ჰექტარზე P ₂ O ₅ რაოდ. კგ (გადაანგარიშებულია 40 სმ სიღრმის ფენაზე 3.00.000 კგ-ზე)
ძლიერ ღარიბი ნიადაგი	0,01	300
ღარიბი ნიადაგი	0,01—0,05	300—1500
საშუალოდ ღარიბი ნიადაგი	0,05—0,1	1500—3000
ზღიდარი ნიადაგი	0,1—0,2	3000—6000

წევს ჰექტარზე, მაინც ფოსფორიანი სასუქების გამოყენების გარეშე მაღალი მოსავლის მიღება ძალზე ძნელია. ეს აიხსნება იმით, რომ ნიადაგში არსებული ფოსფორი ყველა მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმაში არ იმყოფება. ცნობილია, რომ მცენარეს ნიადაგში არსებული საერთო ფოსფორის ძალზე მცირე რაოდენობა (დაახლოებით 1/100 ნაწილი) შეუძლია გამოიყენოს თავის ზრდა-განვითარებისათვის.

ნიადაგში არსებული ფოსფორი ხსნადობისა და მცენარის მიერ შეთვისების მიხედვით შეიძლება სამ ჯგუფად დავყოთ:

I. წყალხსნადი ფოსფორი, რომელიც მცენარის მიერ კარგად შეთვისება. ნიადაგში არსებული მინერალური ფოსფორიდან წყალში იხსნება კალიუმის, ნატრიუმისა და ამონიუმის ყველა ფოსფატი. ამავე ჯგუფს ეკუთვნის კალციუმისა და მაგნიუმის ერთხანაცვლებული ფოსფატი [Ca(H₂PO₄)₂ და Mg(H₂PO₄)₂].

II. ადვილადხსნადი ფოსფორი, ე. ი. ის ნაწილი საერთო ფოსფორის, რომელიც არ იხსნება წყალში, მაგრამ იხსნება სუსტი კონცენტრაციის მინერალურ და ორგანულ მჟავებში. ნიადაგში არსებული ფოსფორიანი შენაერთების ეს ფორმა მცენარის მიერ ადვილად შეითვისება, ე. ი. ეს ადვილადხსნადი მცენარისათვის ადვილადშესათვისებელი ფორმაა. მცენარისაუვის ადვილშესათვისებელ ადვილადხსნად ფოსფატებს მიეკუთვნება ორჩანაცვლებული კალციუმისა და მაგნიუმის ფოსფატები: Ca HPO_4 და MgHPO_4 .

სუსტი კონცენტრაციის ორგანულ და მინერალურ მჟავებში შეიძლება გაიხსნას აგრეთვე ნიადაგში არსებული სხვა ძნელადხსნადი მინერალური ფოსფატები, მაგრამ მათი ხსნადობა ძალზე მცირეა.

III. მცენარისათვის ძნელადშესათვისებელ ძნელადხსნად ფოსფორიან შენაერთებს მიეკუთვნება კალციუმისა და მაგნიუმის სამჩანაცვლებული ფოსფატები $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, აგრეთვე რკინისა და ალუმინის ფოსფატები. უნდა აღინიშნოს, რომ ნიადაგში არსებული რკინისა და ალუმინის შენაერთები ყველა ერთნაირი ხსნადობის არაა. რკინისა და ალუმინის ძნელადხსნად ფოსფატებთან შედარებით სამკალციუმიანი და სამმაგნიუმიანი ფოსფატები უფრო ხსნად ფოსფორიან შენაერთებს მიეკუთვნებიან. ნიადაგში არსებული ორგანული მჟავების ან მიკროორგანიზმების ზემოქმედებით შეიძლება ნაწილობრივ გაიხსნას და გადავიდეს მცენარისათვის შესათვისებელი ფორმის ფოსფატებში.

აქვე უნდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ ნიადაგში მოიპოვება აგრეთვე ორგანული ფორმის ფოსფორიც, რომელსაც მცენარე შეითვისებს მინერალიზაციის შემდეგ.

როგორც საერთო, ისე წყალხსნადი და ადვილადხსნადი ფოსფორის რაოდენობა სხვადასხვა ნიადაგებში სხვადასხვა რაოდენობითაა. ნიადაგში მინერალური ფოსფორი ძირითადად კალციუმის, მაგნიუმის, რკინისა და ალუმინის ფოსფატების სახით მოიპოვება, ხოლო კალიუმის, ამონიუმისა და ნატრიუმის ფოსფატები კი ძალზე მცირეა.

კარბონატულ ნიადაგებში ფოსფორი უმეტესად კალციუმისა და მაგნიუმის ფოსფატების სახით გვხვდება, ეწერ და წითელმიწებში კი მინერალური ფოსფორი ძირითადად რკინისა და ალუმინის ფოსფატების სახით არსებობს. ნიადაგში არსებული კალიუმის, ნატრიუმისა და ამონიუმის ყველა ფოსფატი წყალში კარგად იხსნება. ამავე თვისებით ხასიათდებიან აგრეთვე კალციუმისა და მაგნიუმის ერთჩანაცვლებული ფოსფატები: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ და $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. კალციუმისა და მაგნიუმის ორჩანაცვლებული ფოსფატები CaHPO_4 და MgHPO_4 კი წყალში არ იხსნებიან, მაგრამ ადვილად იხსნებიან სუსტი კონცენტრაციის მინე-

რალურ და ორგანულ მკვებებში. რაც შეეხება სამკალციუმთან და სამ-
მაგნიუმთან ფოსფატებს, რკინისა და ალუმინის ფოსფატებს $Ca_3(PO_4)_2$,
 $Mg_3(PO_4)_2$, $AlPO_4$, $FePO_4$, ისინი მცენარისათვის ძნელადშესათვისებელ
ძნელადხსნად ფოსფორიან შენაერთ ფორმად იწოდებიან.

აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ შეტანილი ფოსფორიანი სასუქების
 PO_4 იონები ნიადაგის მიერ შთაინთქმება და გადავა მცენარისათვის
ძნელადშესათვისებელ ძნელადხსნად ფორმაში. PO_4 იონების შთანთქმა
სხვადასხვა ნიადაგებში სხვადასხვა რაოდენობით წარმოებს. ყველაზე
მეტად PO_4 იონები შთაინთქმება წითელმიწა ნიადაგების მიერ, რომ-
ლებიც მდიდარია რკინისა და ალუმინის ერთნახევარი ჟანგულებით,
რის შედეგადაც წარმოიშვება მცენარისათვის ძნელადშესათვისებელი
ძნელადხსნადი რკინისა და ალუმინის ფოსფატი. ამიტომაც, რომ ფოს-
ფორიანი სასუქების გამოყენების კოეფიციენტი ძლიერ დაბალია და ის
15—30 პროცენტს არ აღემატება, ე. ი. ნიადაგში შეტანილ ყოველ
100 კილოგრამ ფოსფორიან სასუქიდან მცენარეს შეუძლია შეითვისოს
15—30 კილოგრამი, ხოლო დანარჩენი 70—85 კილოგრამი კი რჩება
ნიადაგში, რადგან ის მცენარისათვის ძნელადშესათვისებელ ფორმა-
შია. ნიადაგში შეტანილი ფოსფორი რადგანაც შთაინთქმება, მისი ჩა-
რეცხვა ქვედა ფენებში ატმოსფეროს ნალექების ზემოქმედებით ძა-
ლიან მცირე რაოდენობით წარმოებს. ამიტომ ფოსფორიანი სასუქები
ნიადაგში შეტანილი უნდა იქნეს ღრმად. ეს უკანასკნელი კი ძირითა-

ცხრილი 34

სხვადასხვა მცენარის მიერ P_2O_5 გამოტანა

მცენარის დასახელება	მოსავალი	მცენარის მიერ გამოტანილი ფოსფ რაოდენობა კგ/ჰა
1. ხორბალი	10—15 ცენტნ. მარცვალი 25—30 " "	15—20 30—40
2. კარტოფილი	200—250 " ტუბ. 300—350 " ტუბ.	40—50 60—70
3. შაქრის ჭარხალი	200—250 " ძირები 400—500 " " 600—700 " "	25—40 55—80 85—120
4. ბამბა	15—20 ნედლი ბოკო 30—40 " " 50—60 " " 90—100 " "	30—40 50—70 80—90 120—130
5. სიმინდი	10—15 " მარცვალი 20—30 " "	14—21 28—42
6. ვაზი	50 ჰექტოლიტრ. ღვინო 100 " " 200 " "	9,75 13,5 21,0
7. სამყურა, იონჯა	50—60 ცენტნ. თივა	30—40

დად დამოკიდებულია მცენარის ფესვთა სისტემის განვითარების სიღრმეზე.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მცენარე ფოსფორს ითვისებს ნიადაგიდან. ნიადაგიდან გამოტანილი ფოსფორის რაოდენობა დამოკიდებულია მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე და მოსავლის დონეზე (იხ. ცხრილი 34).

ცხრილის მონაცემები ნათლად მიგვითითებს იმაზე, რომ მოსავლის ზრდასთან ერთად მატულობს ნიადაგიდან ფოსფორის გამოტანა. გარდა ამისა, ტექნიკურ კულტურებს: შაქრის კარხალს, ბამბას და სხვა მცენარეებს ყოველ ჰექტარზე უფრო მეტი ფოსფორი გამოაქვთ, ვიდრე მარცვლოვანებს.

ექსპერიმენტული მონაცემებით დამტკიცებულია, რომ მცენარის სხედასხვა ორგანოში სხედასხვა რაოდენობის ფოსფორია. ასე, მაგალითად, მარცვალში გაცილებით მეტია, ვიდრე ჩალაში (იხ. ცხრილი 35).

ცხრილი 35

P₂O₅-ის რაოდენობა მარცვალსა და ჩალაში

მცენარის დასახელება	%	
	მარცვალი	ჩალა
პურეული	0,7—0,8	0,2
სამარცვლე პარკოსნები	1,1—1,5	0,4
ზეთოვანები	1,0—1,5	0,1—0,4

როგორც ვხედავთ, მარცვალში ფოსფორი დაახლოებით 3 — 4-ჯერ მეტია, ვიდრე ჩალაში.

ვინაიდან მარცვალში შემავალი ფოსფორი მთლიანად გაგვაქვს მინდერიდან მოსავალთან ერთად, ამიტომ ერთსა და იმავე ფართობზე სისტემატურად მარცვლეულის თესვა საგრძნობლად აღარბეებს ნიადაგს ფოსფორით. ცნობილია, რომ ჩალაში შემავალი ფოსფორი ნაკელის სახით კვლავ შეიძლება დაუბრუნდეს ნიადაგს, მაგრამ მით მცენარის უზრუნველყოფა ფოსფორით, რა თქმა უნდა, ძნელია. ნაკელით სისტემატურად სარგებლობის პირობებში ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება კიდევ უფრო აქტიური ხდება, რადგან პირველში აზოტის რაოდენობა უფრო მეტია, ვიდრე ფოსფორისა. ამიტომ ასეთ შემთხვევაში იზრდება ჩალის მოსავალი, ხოლო მარცვლისა — მცირდება. ჩატარებული ცდებით და პრაქტიკული გამოცდილებით დამტკიცებულია, რომ ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება თითქმის ყვე-

ლა ტიპის ნიადაგზე საგრძნობლად აღიდეხს ყველა სასოფლო-სამეურ-
ნეო კულტურული მცენარის მოსავლიანობას.

საცდელ-საგამოკვლევო დაწესებულებების მიერ ჩატარებული
ცდებით დამტკიცებულია აგრეთვე ისიც, რომ ფოსფორიანი სასუქე-
ზის გამოყენებით მნიშვნელოვნად უმჯობესდება პროდუქციის ხარის-
ხი, ადგილი აქვს სიმწიფის დაჩქარებას, მცენარეში მატულობს ყინვა-
გამძლეობა, მნიშვნელოვნად დიდდება სასარგებლო მიკროორგანიზმე-
ბის ცხოველმყოფელობა ნიადაგში და სხვ. ჩვენ მიერ ასისტენტ
მ. თ. გეგეჰკორთან ერთად ჩატარებულ ცდებში პამიდორის სიმწიფე
ფოსფორიანი სასუქების გამოყენებით 10 — 15 დღით ადრე დაიწყო,
ხოლო შაქრის კარხალში გაიზარდა შაქრიანობა.

დამტკიცებულია, რომ მცენარე ფოსფორზე დიდ მოთხოვნილე-
ბას აყენებს ზრდის პერიოდში, როდესაც ის თესლთა კვებიდან გა-
დადის ნიადაგურ კვებაზე. ამ პერიოდში საკვებ ხსნარში ფოსფორის
სიმცირე ისე უარყოფითად მოქმედებს მცენარეზე, რომ შემდეგში
ფოსფორიანი სასუქების გამოყენებას არ შეუძლია მისი გამოსწო-
რება. ამიტომ, რომ ფოსფორიანი სასუქების შეტანა მწკრივში
თესლთან ერთად და ამ გზით ზრდის პერიოდშივე მცენარის კვების
პირობების გაუმჯობესება ფოსფორით საგრძნობლად აღიდეხს მო-
სავალს.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე ფოსფორიანი სასუქების წარ-
მოებას და მის გამოყენებას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა.
ნიადაგის გამდიდრება ფოსფორით და მით მცენარის კვების რეგუ-
ლირება წარმოებს ფოსფორის შემცველი ნივთიერებების გამოყენე-
ბით. ასეთებია: ფოსფორიტები, აპატიტები და მათი გადამუშავე-
ბის შედეგად მიღებული სასუქები; მეტალურგიული ქარხნის ფოს-
ფორით მდიდარი ანარჩენები: თომასის წილა, მარტენის წილა და სხვ.

ა) ხიზინის აპატიტი

აპატიტი ფოსფორის შემცველი მინერალია. მასში ფოსფორი
წარმოდგენილია $3Ca_3(PO_4)_2CaF_2$ სახით. აპატიტებში ფოსფორის შემ-
ცველობა მერყეობს. გვხვდება ისეთები, რომლებიც შეიცავენ P_2O_5 -ს
7-15, 11-22 და 28,5 პროცენტს. აკად. ფერსმანის ხელმძღვანე-
ლობით ხიზინის ტუნდრების ველოგეიური გამოკვლევის დროს
1925 წელს კოლის ნახევარკუნძულზე აღმოჩენილ იქნა აპატიტ-ნეფე-
ლინის ქანების მქალაერი საბადო, რომელიც სუპერფოსფატის წარ-
მოების ყველაზე მნიშვნელოვან ნედლეულს წარმოადგენს. თუმცა
აპატიტთან ერთად არსებული კალიუმის შემცველი მინერალი ნეფე-
ლინი ამცირებს P_2O_5 პროცენტულ შემცველობას.

საბადოდან ამოღებული აპატიტისა და ნეფელინის დახარისხება წარმოებს გარეგანი შეხედულებით. დახარისხებულ აპატიტში P_2O_5 შემცველობა 30-31 პროცენტს უდრას. აპატიტის შემდგომი გამდიდრება წარმოებს ფლოტაციის გზით, რაც საშუალებას იძლევა თითქმის მთლიანად იქნეს დაშორებული ერთმანეთისაგან ორივე მინარევი. ეს პროცესი შემდეგნაირად მიმდინარეობს: წვრილად დაქუცმაცებულ მადანს წყალთან ერთად უმატებენ ფლოტორეაგენტებს. მაგალითად, მადანს წყალთან ერთად უმატებენ ოლეინის მჟავას ნარევის ნავთთან და ხსნად შუშას. ამ დროს აპატიტი ამოტივტივდება ზემოთ, ხოლო ნეფელინი დაილექება ხსნადი შუშის მოქმედებით. ამ გზით მიღებული აპატიტის კონცენტრატი შეიცავს 40 პროცენტ P_2O_5 . მასზე მუშაობს სუპერფოსფატის მთელი რიგი ქარხანა. აპატიტი გარდა იმისა, რომ წარმოადგენს სუპერფოსფატის წარმოების ნედლეულს, შეიძლება აგრეთვე გამოყენებულ იქნას უშუალოდ სასუქად. პროფ. ა. ტ. კირსანოვმა საკმაოდ დიდი მუშაობა ჩაატარა აპატიტის უშუალოდ სასუქად გამოყენების პირობების შესწავლაზე და მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ მასში შემავალი P_2O_5 ძნელად ხსნადია. ამიტომ შეიძლება გამოყენებულ იქნას ძლიერ მჟავე ნიადაგებზე.

ბ) ფოსფორიტები

ფოსფორიტი ფოსფორიანი სასუქების წარმოების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნედლეულია. იგი დიდი რაოდენობით მოიპოვება საბადოების სახით. დაღეჟილ ქანებში ფოსფორიტების წარმოშობა დაკავშირებულია ორგანიზმების დახოცვასთან ან კირით ფოსფორის მჟავას დაღეჟვასთან.

აპატიტები გვხვდება ვულკანურ, ხოლო ფოსფორიტები დანალექ ქანებში. ფოსფორიტის შედგენილობა დამოკიდებულია მის წარმოშობასა და შექმნის პირობებზე. იგი, გარდა ფოსფორის მჟავასი, შეიცავს მინარევებს: თიხას, სილას და სხვ. ფოსფორის მჟავა ფოსფორიტში გვხვდება: $3 Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF$, $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaOH_2$, $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3$ სახით.

ფოსფორიტები გარეგანი ნიშნებით შეიძლება იყოს: ქვიშიანი, გლაუკონიტის და თიხიანი. ამ უკანასკნელში P_2O_5 რაოდენობა უფრო მეტია, ვიდრე პირველსა და მეორეში. რაც შეეხება გლაუკონიტისა და ქვიშიან ფოსფორიტებს, მათ შორის გლაუკონიტში უფრო მეტი რაოდენობითაა ფოსფორი. ფოსფორიტების საბადოები უმეტეს წილად მოიპოვება საბჭოთა კავშირის ევროპულ ნაწილში, რომელთაგან ყველაზე მნიშვნელოვანია: ვიატსკის, ეგოროვის, კურსკის, ეორო-

ნეის, ტამბოვის, ბრიანსკის, კალუჟსკისა და სმოლენსკის. ფოსფორიტის საბადოები აღმოჩენილია აგრეთვე სუმსკისა და ივანოვის ოლქებში, იზიუმში, ჩუვაშეთის ასსრ, ყაზახეთის სსრ (კარატაუსში) და სხვ.

ფოსფორიტების საბადოების გამოსავლინებლად საკმაოდ დიდი გეოლოგიური ძიება ჩატარდა საქართველოშიც. 1931 წელს სასუქთა სამეცნიერო ინსტიტუტის გეოლოგიური ექსპედიციის მიერ ცაგერის რაიონში (ლეჩხუმში) აღმოჩენილ იქნა ფოსფორიტის საბადოები. ზონოვის გამოკვლევებით დამტკიცებულია, რომ ფოსფორიტის მცირე სისქის შრე შექრილია ნიადაგის ღრმა ფენებში. საბადო მდებარეობს გზიდან დიდ მანძილზე დაშორებით. ფოსფორიტის ძარაგი მცირეა. ყოველივე ამის გამო მას სამრეწველო მნიშვნელობა არა აქვს. საბადოები აღმოჩენილ იქნა აგრეთვე ელდარის ველზე. მაგრამ მასაც არა აქვს სამრეწველო მნიშვნელობა. საქართველოს მეცხიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის გ. ძოწენიძის მიერ გამოქვეყნებული მეცნიერული შრომების საფუძველზე ახალგაზრდა გეოლოგმა ო. ნარჩემაშვილმა ქუთაისის რაიონის სოფელ გოდოგანში აღმოაჩინა ფოსფორიტის საბადოები, რომლის აგრონომიული თვისებები ჩვენი ხელმძღვანელობით შეისწავლა ასპირანტმა ა. ბერიძემ, გამოიკვია, რომ გოდოგანის ფოსფორიტები თავისუფლად შეიძლება გამოყენებულ იქნას უშუალოდ ყოველგვარი ქიმიური გადამუშავების გარეშე წითელმიწა ნიადაგზე მოზარდ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მიმართ.

ტ ბ რ ი ლ ი 36

სსრ კავშირში გავრცელებული ფოსფორიტებისა და აპატიტების მთავარი საბადოების ქიმიური შედგენილობა (%-ბით მშრალ ნივთიერებაში)

საბადოების დასახელება	P ₂ O ₅	CaO	R ₂ O ₃	CO ₂	F	უბსალო ნაწილი
ვიატკა-კამის	23,5	37,2	5,4	4,5	2,5	15,6
გოდოგანის (მოსკოვის ოლქი)	27,1	42,0	5,4	5,2	3,3	9,4
ბრიანსკის	15,6	24,0	3,1	2,7	1,8	48,3
შიგრის (კურსკის ოლქი)	16,1	26,2	3,0	3,1	1,9	45,8
კრილევცკის (სუმსკის ოლქი)	18,7	28,9	6,4	3,5	2,0	35,8
იზიუმის—დონბასის	20,0	31,9	5,5	4,0	2,2	21,3
აქტიუბინსკის	19,1	31,5	4,7	4,1	2,5	32,7
კარატაუს	35,2	47,8	1,7	2,3	3,0	6,1
აპატიტ-უფელინის ქანი	30,1	39,5	9,0	0,0	2,6	15,6
აპატიტის კონცენტრატი	40,5	51,6	0,9	0,2	3,3	—

ფოსფორიტები თავის შემადგენლობაში გარდა P₂O₅-ისა, შეიცავენ კალციუმის რკინას, ალუმინს და სხვა ნივთიერებებს. როგორც

11. აგრონომიული ქიმია

P_2O_5 -ის, ისე კალციუმისა და ერთნახევარი ჟანგულების შემცველობა ფოსფორიტებში ძალზე მერყეობს, რასაც ადასტურებს 36-ე ცხრილის მონაცემები.

ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ კარატაუს ფოსფორიტები ყველაზე უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავენ ფოსფორს — P_2O_5 რაოდენობა 35,2 პროცენტს უდრის და იგი თავისუფლად შეიძლება გამოყენებულ იქნას სუპერფოსფატის წარმოებისათვის. აღნიშნული საბადოს ფოსფორიტში საკმაოადაა, CaO , ხოლო R_2O_3 შედარებით მცირეა. კარატაუს ფოსფორიტი თავისი შედგენილობით თითქმის უახლოვდება აპატიტის კონცენტრატის შედგენილობას. შედარებით დაბალპროცენტიან ფოსფორიტებს იყენებენ მჟავე ნიადაგებზე, როგორც ადგილობრივი მნიშვნელობის სასუქს. ლიტერატურაში ცნობილია, რომ მჟავე ნიადაგებზე შეაქვთ ისეთი ფოსფორიტებიც კი, რომელშიაც P_2O_5 -ის რაოდენობა 8-10 პროცენტს უდრის.

საბჭოთა კავშირის ფოსფორიტების მარაგი მსოფლიო მარაგის დაახლოებით 70 პროცენტს უდრის. აქვე უნდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ საბჭოთა კავშირში გავრცელებული ფოსფორიტების უმეტესი ნაწილი შედარებით მცირე რაოდენობით შეიცავს P_2O_5 , რაც ირკვევა ქვემოთ მოყვანილი 37-ე ცხრილიდან.

ც ხ რ ი ლ ი 37

P_2O_5 -ის რაოდენობა %-ობით	მარაგი ათას ტონობით	საერთო მარაგის %
12-დან 18-მდე	9121	55,6
18-დან 24-მდე	7039	42,9
24 მეტი	245	1,5

ცნობილია, რომ მარტივი სუპერფოსფატის წარმოებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნას მხოლოდ მაღალპროცენტიანი ფოსფორიტები, რომელიც P_2O_5 შეიცავს არა ნაკლებ 28 — 32 პროცენტისა.

გ) ფოსფორიტის ფქვილი

გარდა იმისა, რომ ფოსფორიტი წარმოადგენს ნედლეულს სუპერფოსფატის წარმოებისათვის, ის შეიძლება აგრეთვე გამოყენებულ იქნას სოფლის მეურნეობაში უშუალოდ როგორც ფოსფორიანი სასუქი, მისი ყოველგვარი ქიმიური გადამუშავების გარეშე. ამისათვის საბადოებიდან ამოღებულ ფოსფორიტს ფქვავენ სპეციალურ წისკვილში. ჩამდენადაც წვრილად იქნება დაფქვილი ფოსფორიტი, იმ-

დენად უკეთეს შედეგს იძლევა მისი უშუალოდ სასუქად გამოყენება. ჩვეულებრივ ურჩევენ ფოსფორიტის ფქვილის ისე დაფქვას, რომ ის მთლიანად გალიოდეს 1 მილიმეტრის მქონე დიამეტრიან საცერში, ხოლო 0,17-მილიმეტრიან საცერზე არ უნდა რჩებოდეს მისი 25 პროცენტზე მეტი. როგორც აღნიშნული იყო, ფოსფორიტის ფქვილში ფოსფორი ძნელადხსნად ფორმაში მოიპოვება. ამიტომ მისი უშუალოდ სასუქად გამოყენება ყველა ნიადაგზე არ იძლევა სასურველ შედეგს. ფოსფორიტის უშუალოდ სასუქად გამოყენების საკითხი დიდი ხანია იპყრობდა მეცნიერების ყურადღებას. ფოსფორიტების საბადოების გამოვლინებისა და მისი უშუალოდ გამოყენების შესწავლის საკითხებზე დიდი მუშაობა ჩაატარა ენგელვარტმა.

აკად. დ. ნ. პრიანიშნიკოვმა და მისმა მოწაფეებმა შეისწავლეს ფოსფორიტის უშუალოდ სასუქად გამოყენების პირობები და აღნიშნეს, რომ ფოსფორიტის უშუალოდ სასუქად გამოყენებაზე გავლენას ახდენს: მისი შედგენილობა, ნიადაგის თვისებები, თანამგზავრი სასუქები და მცენარის ბიოლოგიური თავისებურება.

ფოსფორიტი უშუალოდ სასუქად შეიძლება გამოყენებულ იქნას მკავე რეაქციის ნიადაგებზე. იმ ნიადაგებზე, რომლის პოტენციური მკავეიანობა 2,0 მილიგრამ ეკვივალენტზე მეტია 100 გრამ ნიადაგში. ხშირად ფოსფორიტის გამოყენება სუპერფოსფატზე ნაკლებ ეფექტს არ იძლევა. ამ შემთხვევაში ნიადაგის მკავეიანობა გამხსნელად მოქმედებს ფოსფორიტში შემავალ ფოსფორზე, რის შედეგადაც იზრდება მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის რაოდენობა. მკავე ნიადაგებზე ფოსფორიტის ეფექტურობა გაპირობებულია არა მარტო ფოსფორის რაოდენობრივი ზრდით, არამედ იმიტაც, რომ მისი გამოყენებისას იზრდება კალციუმის რაოდენობა და კლებულობს მკავეიანობა, ამის გამო კი მცირდება მცენარეზე წყალბად და ალუმინის იონების მომწამვლელი მოქმედება.

ფოსფორიტის ფქვილის ეფექტურობაზე დიდ გავლენას ახდენს თანამგზავრი სასუქები. იგი გამოყენებული უნდა იქნეს ფიზიოლოგიურად ისეთ მკავე სასუქებთან ერთად, როგორცაა სულფატამონიუმი. ქლორკალიუმი და სხვ. ცნობილია, რომ ნიადაგში სულფატამონიუმის შეტანისას ადგილი აქვს მცენარის მიერ ამონიაკის მეტი რაოდენობით შეთვისებას, რასაც თან მოჰყვება გოგირდის მკავეს წარმოშობა, რომელიც გამხსნელად მოქმედებს ფოსფორიტის ფქვილში შემავალ სამკალციუმიან ფოსფატზე, რაც იწვევს ფოსფორიტის ეფექტურობის გადიდებას. ექსპერიმენტული მონაცემებით დამტკიცებულია, რომ ფოსფორიტის ფქვილი, შეტანილი ფიზიოლოგიურად მკავე სასუქებთან. იძლევა უფრო კარგ შედეგს, ვიდრე ფიზიოლოგიურად ტუტე მარ-

ლებთან. მკავე ნიადაგების მოკირიანების შემდეგ შეტანილი ფოსფორიტის ფქვილი არ იძლევა ეფექტს. ასეთ შემთხვევაში შეტანილი უნდა იქნეს სუპერფოსფატი.

ფოსფორიტის ეფექტურობაზე მოქმედებს აგრეთვე თვით მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებაც. ცნობილია, რომ რიგი მცენარეების ფესვთა სისტემას უნარი აქვს შეითვისოს ფოსფორი ძნელად ხსნადი შენაერთებიდან. მაგალითად, ხანჭკოლის, წიწიბურას და სხვა მცენარეთა ფესვთა სისტემას შეუძლია დაშალოს ფოსფორიტი და შეითვისოს მისგან ფოსფორი. ასეთი უნარი არა აქვს მარცვლეულს, შაქრის ჭარხალს და სხვა მცენარეებს.

ყველა ფოსფორიტი ერთნაირი ქიმიური შედგენილობის და აქედან გამომდინარე ყველა მათგანში არსებული ფოსფორი ერთნაირი ხსნადობის არ არის. ამიტომ სხვადასხვა ფოსფორიტი სხვადასხვა ეფექტს იძლევა. ფოსფორიტის ეფექტურობაზე მრავალრიცხოვანი ცდებია ჩატარებული. ჩვეულებრივ მკავე ნიადაგებზე სუპერფოსფატში შემავალი P_2O_5 ორმაგი დოზის ეკვივალენტური რაოდენობით შეტანილი ფოსფორიტის ფქვილი თუ იძლევა სუპერფოსფატის თანაბარ ეფექტს, მაშინ მისი სასუქად გამოყენება მიზანშეწონილად არის ცნობილი (იხ. ცხრილი 38).

ცხრილი 38

ფოსფორიტის ფქვილისა და სუპერფოსფატის შედარებითი ეფექტურობა საშემოდგომო ხორბლისათვის (მრავალი წლის საშუალო)

ნიადაგი	მოსავალი ც/ჰა უსააუქოდ	მოსავლის მატება	
		45 კგ P_2O_5 შეტანილი სუპერფოსფატის სახით	90 კგ P_2O_5 შეტანილი ფოსფორიტის ფქვილის სახით
ეწერი	9,3	3,5	3,0
შავმიწა	10,12	3,7	3,3

ფოსფორიტის ფქვილის ეფექტურობა სხვადასხვა ტიპის ნიადაგზე სხვადასხვაა, რასაც ადასტურებს 39-ე ცხრილში მოყვანილი მონაცემები.

როგორც მონაცემებიდან ჩანს, ეწერ ნიადაგზე ფოსფორიტის ფქვილის მოქმედება მეტია, ვიდრე ტყის რუხ და გამოტუტულ შავმიწა ნიადაგებზე.

ძალზე დიდია ფოსფორიტის ფქვილის ეფექტურობა დასავლეთ საქართველოს წითელმიწა და ეწერ ნიადაგებზე. თუ საბჭოთა კავშირის

ჩრდილოეთის ზონის ეწერ ნიადაგზე სუპერფოსფატის P_2O_5 ორმაგი დოზის ეკვივალენტური რაოდენობით შეტანილი ფოსფორიტის ფქვი-

ცხრილი 39

ფოსფორიტის ფქვილის ეფექტურობა სხვადასხვა ტიპის ნიადაგზე

	მარცვლის მოსავალი ც/ჰა უსასუქოდ	მარცვლის მოსავლის მატება ფოსფორიტის ფქვილის გამოყენებით ც/ჰა	
		45 კგ	90 კგ
ეწერი—მძიმე თიხნარი	8,5	4,1	5,1
ეწერი—საშუალო თიხნარი	12,4	3,5	4,5
ეწერი—ქვიწნარი	6,8	1,9	3,2
ტყის რუხი თიხნარი	15,0	1,2	1,8
გამოტუტული შავმიწა	14,8	2,3	3,1

ლი სუპერფოსფატის თანაბარ ეფექტს იძლევა, წითელმიწა ნიადაგზე პირიქით ხდება, სუპერფოსფატის P_2O_5 ეკვივალენტური რაოდენობით შეტანილი ფოსფორიტის ფქვილის ეფექტურობა თითქმის სუპერფოსფატზე უკეთესი შედეგით აღინიშნება (იხ. ცხრილი 40).

ცხრილი 40

სუპერფოსფატისა და ფოსფორიტის ფქვილის შედარებითი ეფექტურობა წითელმიწა ნიადაგზე სიმინდის კულტურის მიმართ

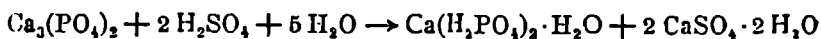
ცდის სქემა	სიმინდის მოსავალი ც/ჰა		
	1941 წ.	1942 წ.	1943 წ.
1. უსასუქოდ	3,7	4,8	3,5
2. NK + სუპერფოსფატი	15,9	13,7	12,6
3. NK + ფოსფორიტის ფქვილი	14,1	15,2	16,0

ცხრილიდან ჩანს, რომ წითელმიწა ნიადაგზე ფოსფორიტის ფქვილის სისტემატური გამოყენება იწვევს სიმინდის მოსავლის უფრო მეტად გადიდებას, ვიდრე მასში შემავალი ფოსფორის ეკვივალენტური რაოდენობით სუპერფოსფატის გამოყენება. ასეთივე შედეგებია მიღებული ჩაის, ციტრუსებისა და ტუნგოს კულტურების მიმართ. ამრიგად, დასავლეთ საქართველოს წითელმიწა და ეწერ ნიადაგებზე უკეთესია სუპერფოსფატის ნაცვლად შეტანილ იქნას ფოსფორიტის ფქვილი. ამ უკანასკნელის წესიერად გამოყენებას შეუძლია მნიშვნელოვნად გააუმჯობესოს მკვავე ნიადაგების ნაყოფიერება და შექმნას პირობა მყარი და მაღალი მოსავლის მიღებისათვის.

დ) მარტივი სუპერფოსფატი $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. $\text{P}_2\text{O}_5 = 16 - 20$
პროცენტს

სუპერფოსფატი ეწოდება ისეთ ფოსფორიან სასუქს, რომელიც თავის შემადგენლობაში შეიცავს ძირითადად წყალხსნად — ერთ ჩანაცვლებულ კალციუმის ფოსფატს $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. იგი ხშირად შეიცავს თავისუფალ ფოსფორის მჟავას — H_3PO_4 -ს და ორ ჩანაცვლებულ კალციუმის ფოსფატს ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). გარდა ამისა ფოსფორიტის ფქვილისაგან დამზადებულ სუპერფოსფატში არსებობს აგრეთვე რკინისა და ალუმინის ფოსფატი — $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$, $\text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$.

სუპერფოსფატი მიიღება ფოსფორიტის ფქვილის ან აპატიტის და გოგირდის მჟავას ურთიერთშერევით. ამისათვის იღებენ დაახლოებით წონით ერთნაირი რაოდენობის ფოსფორიტის ფქვილს, 61-67 პროცენტ H_2SO_4 და ერთმანეთში კარგად აურევენ, ე. ი. 1 ტონა ფოსფორიტის ფქვილში ურევენ 1 ტონა 61 — 67-პროცენტია H_2SO_4 . სუპერფოსფატის მიღებისას წარიმართება შემდეგი სახის რეაქცია:



ზედმეტი რაოდენობით გოგირდის მჟავას მიმატებისას წარმოიშობება თავისუფალი გოგირდის მჟავა ან ფოსფორის მჟავა, რის შედეგადაც მიიღება უფრო მჟავე რეაქციისა და უფრო მეტი ჰიგროსკოპულობის მქონე სუპერფოსფატი. სუპერფოსფატში ფოსფორი ძირითადად წყალხსნადი შენაერთების სახით მოიპოვება. მასში P_2O_5 -ის რაოდენობა მერყეობს 16-20 პროცენტამდე.

ფოსფორიან სასუქთა ასორტიმენტში სუპერფოსფატს საკმაოდ დიდი ხვედრითი წონა უკავია. კერძოდ, მსოფლიოში ფოსფორიან სასუქთა წარმოების 70 პროცენტი სუპერფოსფატზე მოდის.

საბჭოთა კავშირში სუპერფოსფატის წარმოება გიგანტური ტემპით მიმდინარეობს. იგი ამ მხრივ ევროპაში პირველ ადგილზეა. სუპერფოსფატი ნაცრისფერი სასუქია, აქვს გოგირდის მჟავას დამახასიათებელი სუნი და ქიმიურად მჟავეა. ვინაიდან იგი შეიცავს თავისუფალი გოგირდის მჟავას ან ფოსფორის მჟავას, ამიტომ მჟავე ნიადაგებში თესლთან ერთად მწკრივში სუპერფოსფატის შეტანისას საჭიროა მისი განეიტრალება გარკვეული რაოდენობით კირის შერევით. სუპერფოსფატი საკმაოდ კარგ შედეგს იძლევა თითქმის ყველა ნიადაგზე. მისი გამოყენება უმჯობესია ნეიტრალურ და ტუტე რეაქციის ნიადაგებზე. მჟავე ნიადაგებზე უკეთესია ფოსფორიტის ფქვილის ან თომასის წიდას შეტანა. სუპერფოსფატი მნიშვნელოვნად აღიძვებს საოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარეების მოსავალს და აუმჯობესებს პროდუქციის ხარისხს. ექსპერიმენტული მონაცემებით დამ-

ტიცებულია მისი საკმაოდ დიდი ეფექტურობა ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლის ზრდაზე (იხ. ცხრილი 41).

ცხრილი 41

სუპერფოსფატის მზარდი დოზების ეფექტურობა ჩაის

კულტურის მიმართ

(გ. ს. გოძიაშვილის მონაცემების მიხედვით)

ცდის სქემა	პირდაპირი მოქმედება			შემდეგი მოქმედება		
	1931 - 1935 წწ.			1936 - 1945 წწ.		
	მოსავალი კგ/ჰა	მატე- ბა კვ/ჰა	%	მოსავალი კგ/ჰა	მატე- ბა კვ/ჰა	%
უსასუქოდ	1411	—	75	2120	—	67
N ფოთი (150 კგ/ჰა)	1986	—	100	3.27	—	1'0
N + 70 კგ P ₂ O ₅	2350	364	117	3453	326	110
N + 140 კგ P ₂ O ₅	2412	426	121	3789	652	120
N + 210 კგ P ₂ O ₅	2417	431	121	4136	999	132

ამრიგად, სუპერფოსფატის გამოყენება მნიშვნელოვნად აღიძვრს ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალს. ასევე ღიღია სუპერფოსფატის ეფექტურობა მარცვლეულ კულტურათა მიმართ, რაც ნათლად ჩანს ქვემოთ მოყვანილი ციფრობრივი მონაცემებიდან (იხ. ცხრილი 42).

ცხრილი 42

სუპერფოსფატის ეფექტურობა საშემოდგომო ხორბლის მიმართ

ცდის სქემა	მარცვლის მოსავალი	
	ც/ჰა	%
უსასუქოდ	8,4	100
NK	12,1	144
NK + P ₁₀₀ კგ/ჰა	16,1	192
NK + P ₁₂₀ კგ/ჰა	18,3	218

ზემომოყვანილი ციფრობრივი მონაცემები ნათლად ამტკიცებენ სუპერფოსფატის უდიდეს როლს საშემოდგომო ხორბლის მოსავლიანობის ზრდის საქმეში.

ნიადაგში შეტანილი სუპერფოსფატის ფოსფორი კოლოიდებთან ურთიერთმოქმედების შედეგად გადადის მცენარისათვის ძნელადმისათვისებელ ძნელადხსნად სამკალციუმიანი და სამმაგნიუმიანი ფოსფატების ან რკინისა და ალუმინის ფოსფატების ფორმაში, ე. ი. ნიადაგში შეტანილი სუპერფოსფატის ფოსფორი განიცდის რეტროგრადაციას. მკვე ნიადაგებში სუპერფოსფატის ფოსფორი გადადის ძირითადად რკინის ან ალუმინის ფოსფატების ფორმაში და ამიტომ

კორის გავლენა სუპერფოსფატის ეფექტურობაზე წითელმიწა ნიადაგებზე

	ო დ ი ს ს კ ე მ ა	მშაალი მასის წონა კუბელებზე		მარცელის მოსავალი კუბელებზე	
		ბ	%	ბ	%
1	უსასუქოდ (საკონტროლო)	4,3	100	0,70	100
2	სუპერფოსფატის 1 დოზა	5,1	118,4	1,1	157,1
3	სუპერფოსფატის 2 დოზა	7,8	181,4	2,3	328,5
4	სუპერფოსფატის 3 დოზა	10,2	237,4	3,4	485,7
5	CaCO ₃ 1/2 ჰიდროლიზ. მეთიანობის მკვიცალუნტი	5,4	125,6	0,85	121,4
6	CaCO ₃ 1/2	22,5	523,2	10,3	1471,4
7	CaCO ₃ 1/2	29,1	676,7	13,7	1257,1
8	CaCO ₃ 1/2	30,2	702,3	16,1	2300,0
9	CaCO ₃ 1	8,6	200	0,93	132,8
10	CaCO ₃ 1	30,7	713,9	14,1	2014,2
11	CaCO ₃ 1	35,6	827,9	16,3	2328,1
12	CaCO ₃ 1	36,3	844,1	19,4	2771,4

ო დ ი ს ს კ ე მ ა

უსასუქოდ (საკონტროლო)
 სუპერფოსფატის 1 დოზა
 სუპერფოსფატის 2 დოზა
 სუპერფოსფატის 3 დოზა
 CaCO₃ 1/2 ჰიდროლიზ. მეთიანობის მკვიცალუნტი
 CaCO₃ 1/2
 CaCO₃ 1/2
 CaCO₃ 1/2
 CaCO₃ 1
 CaCO₃ 1
 CaCO₃ 1
 CaCO₃ 1

+სუპერფოსფატის 1 დოზა
 +სუპერფოსფატის 2 დოზა
 +სუპერფოსფატის 3 დოზა

მცირე ეფექტს იძლევა. მისი ეფექტურობის გადიდება კი შესაძლებელია ნიადაგის მოკირიანებით (იხ. ცხრილი 43), ნიადაგის ორგანული ნივთიერებით გამდიდრებით, შეტანის ტექნიკის გაუმჯობესებით და სხვ.

43-ე ცხრილი ნათლად გვიჩვენებს, რომ მოკირიანების შემდეგ წი-
აქლმიწა ნიადაგში შეტანილი სუპერფოსფატის ეფექტურობა გაცი-
ლებით მეტია, ვიდრე თვითეული მათგანისა ცალ-ცალკე. მისი ეფექ-
ტურობა ასევე დიდია ორგანული სასუქების ფონზე.

სუპერფოსფატის ეფექტურობაზე დიდ გავლენას ახდენს აგრეთვე
შეტანის ტექნიკა. მწკრივში ან ბუნდებში შეტანისას, როდესაც მცირ-
დება ნიადაგის კოლოიდების და სუპერფოსფატის შეხების არე, იგი
უფრო მეტ ეფექტს იძლევა, ვიდრე მობნევისას (იხ. ცხრილი 44).

ცხრილი 44

**სუპერფოსფატის შეტანის ტექნიკის ეფექტურობა
კარტოფილის მოსავალზე**

ცდის სქემა	სასუქების შეტანის წესი	ტუბერების მოსავალი ც/ჰა	მოსავლის ნამატი ც/ჰა
უსასუქოდ	—	143	—
1,5 ცენტნერი სუპერფოსფატი ჰექტარზე	მობნევით	154	11
1,5 " " " "	ბუნდაში	175	32
3,0 " " " "	მობნევით	160	17
3,0 " " " "	ბუნდაში	203	60
6,0 " " " "	მობნევით	170	27

როგორც მონაცემებით მტკიცდება, სუპერფოსფატის ბუნდებში
შეტანით კარტოფილის მოსავლის ნამატი ორ-სამჯერ აღემატება მობ-
ნევით შეტანასთან შედარებით.

ვინაიდან სუპერფოსფატის ფოსფორი-ნიადაგის მიერ ადვილად
შთანთქმება და გადავა მცენარისათვის ძნელადშესათვისებელ, ძნე-
ლადხსნად ფორმაში, ამიტომ მისი გამოყენების კოეფიციენტი ძალზე
დაბალია — არ აღემატება 15-25 პროცენტს. გარდა ამისა, სუპერფოს-
ფატი ჰიგროსკოპული სასუქია და ხასიათდება ცუდი ფიზიკური თვი-
სებებით, რის გამოც მისი შეტანა სასუქების შემტანი მანქანებით ძნე-
ლია. იმისათვის, რომ გაზრდილიყო სუპერფოსფატის გამოყენების
კოეფიციენტი, გაუმჯობესებულიყო ფიზიკური თვისებები და უზრუნ-
ველგვეყო ნიადაგში მისი შეტანის მექანიზაცია, აკად. ტ. დ. ლისენ-
კოს მიერ რეკომენდებულ იქნა მარცვლისებური სუპერფოსფატის
ფართოდ დანერგვა სოფლის მეურნეობაში.

წინამდებარე სახელმძღვანელოში მოკლედ განვიხილავთ მარცვ-
ლისებური სუპერფოსფატის მომზადებას და მის გამოყენებას.

ე) მარცვლისებური სუპერფოსფატის მომზადება და გამოყენება

მყარი და მაღალი მოსავლიანობის მიღების საქმეში ფოსფორიანი
სასუქების გამოყენებას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ჩვენი ქიმიური მრეწველობა ყოველწლიურად მზარდი რაოდენ-
ობით აწვდის სოციალისტურ სოფლის მეურნეობას ფოსფორიან სა-
სუქს. ფოსფორიან სასუქთა ასორტიმენტში სუპერფოსფატს საკმაოდ
დიდი ხვედრითი წონა უკავია.

ნიადაგში ჩვეულებრივი წესით — მობნევით სუპერფოსფატის შე-
ტანისას ადგილი აქვს მასში შემავალი ფოსფორის ინტენსიურად
შთანთქმას, რის შედეგადაც წყალხსნადი ფოსფორი კოლოიდებთან
ზემოქმედების შემდეგ გადადის მცენარისათვის ძნელად შესათვისე-
ბელ ძნელადხსნად შენაერთთა ფორმაში, რაც ძალზე ამცირებს ფო-
სფორიანი სასუქების გამოყენების კოეფიციენტს. ჩვეულებრივი წესით
(მობნევით) სუპერფოსფატის შეტანისას მისი გამოყენებითი კოეფი-
ციენტი ძალზე დაბალია და 15 პროცენტს არ აღემატება.

აქვე უნდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ სუპერფოსფატის ფოსფორის
გამოყენების კოეფიციენტის გადიდების საქმეში მისი შეტანის ტექნი-
კას, კერძოდ, მწკრივში ან ბულნაში შეტანას, ნიადაგის ორგანული ნიე-
თიერებით გამდიდრებას, არეს რეაქციის შეცვლას და სხვა აგროტექ-
ნიკური ღონისძიებების ჩატარებას უდავოდ დიდი მნიშვნელობა
აქვს.

როგორც ცნობილია, სუპერფოსფატი ჰიგროსკოპული სსსუქია და
ის ცუდი ფიზიკური თვისებებით ხასიათდება. ამიტომ მისი შეტანა
მწკრივში სასუქების შემტანი მანქანების გამოყენებით ძალზე ძნელია.
ყოველივე ამის გამო სოფლის მეურნეობაში ფართოდ გამოიყენება
მარცვლისებური სუპერფოსფატი: ამ უკანასკნელის გამოყენებისას
ნიადაგში იქმნება ფოსფორიანი სასუქების კერები, მცირდება სუპერ-
ფოსფატისა და ნიადაგის კოლოიდების შეხების არე, რაც ამცირებს
სუპერფოსფატში არსებულ ფოსფორის რეტროგრადაციას. ამის შე-
დეგად კი საგრძნობლად იზარდება სუპერფოსფატის ფოსფორის გამო-
ყენების კოეფიციენტი. გარდა ამისა, მარცვლისებური სუპერფოსფა-
ტის გამოყენებისას საგრძნობლად უმჯობესდება სასუქების შეტანის
მექანიზაცია.

ვ) ქარხნული მარცვლისებური სუპერფოსფატის მომზადება

ჩვეულებრივი სუპერფოსფატის ნაწილაკების დიამეტრი მერყეობს
მტერის სიდიდიდან რამდენიმე მილიმეტრამდე. სუპერფოსფატის

ნაკლს წარმოადგენს ის, რომ ჩვეულებრივი სათესი მანქანით მისი გამოთესვა ძნელდება, რადგან შენახვის დროს ტენიანდება, წარმოიშვება მსხვილი კოშტები, რაც იზილება და ახშობს სასუქების შემტანი მანქანის გამომთეს აპარატს. ამ უარყოფითი თვისებების თავიდან აცილების მიზნით ქარხნული წესით ამზადებენ მარცვლისებურ სუპერფოსფატს, რომელიც შედგება ცოტად თუ ბევრად თანაბარი პატარა ზომის მარცვლებისაგან (იხ. ნახ. 2).

მარცვლისებური სუპერფოსფატი არ მტვერიანდება, ის ნაკლებად ჰიგროსკოპულია და ძისი შეტანა ხელით ან მანქანით საგრძნობლად გაადვილებულია. მარცვლისებური სუპერფოსფატის გამოყენებისას დანაკარგები ძალზე მცირეა.



ნახ. 2. მარცვლისებრი სუპერფოსფატი.

მარცვლისებური სუპერფოსფატის დამზადება წარმოებს სპეციალური აპარატის მეშვეობით. ქარხნული წესით ფხვიერი სუპერფოს-

ფატიდან მარცვლისებური სუპერფოსფატის მიღება რამდენიმე თანმიმდევარ ოპერაციისაგან შედგება. უპირველეს ყოვლისა, მარცვლისებური სუპერფოსფატის მომზადებისათვის საჭიროა ფხვიერი სუპერფოსფატის შესველება წყლის მისხურებით. ამას კი დამარცვლის საქმეში გადსწყვეტი მნიშვნელობა აქვს, რადგან ტენის მცირე რაოდენობით არსებობისას ან არ მოხდება დამარცვლა ანდა წარმოიშვება ძალიან მცირე ზომის მარცვლები და, პირიქით, ტენის დიდი რაოდენობით არსებობისას მიიღება ძალზე მსხვილი მარცვლები ანდა შეიძლება აიზილოს. შესველებულ სუპერფოსფატს კარგად ურევენ. ტენიანობა მასში არ უნდა აღემატებოდეს 10,5 პროცენტს. ამგვარად შესველებულ სუპერფოსფატს ათავსებენ დამმარცვლელ აპარატში. მიღებული მარცვლისებური სუპერფოსფატი შეაქვთ საშრობ დოლში და აშრობენ მანამ, სანამ მასში ტენი 5 პროცენტამდე არ შემცირდება.

მარცვლისებური სუპერფოსფატის მომზადებისას მარცვლის სიდიდე დამოკიდებულია მასში ტენის რაოდენობაზე. მარცვლის სიდიდე, რომელიც გათვალისწინებულია მანქანით შესატანად, არ უნდა იყოს ერთ მილიმეტრზე ნაკლები და 5 მილიმეტრზე მეტი.

მარცვლისებური სუპერფოსფატის დახარისხებისათვის ქარხნებში ჩვეულებრივ იყენებენ სამ ფრაქციას — ერთ, სამ და ხუთმილიმეტრიან საცრებს, რომლებიც თანმიმდევრობით არის დალაგებული. ხუთმილიმეტრიან და ერთმილიმეტრზე ნაკლებ საცრებში გაუსვლელი მარცვლები ხელახლად მუშავდება, შუა საცრებზე დარჩენილი მარცვლები კი წარმოადგენს მზა პროდუქტს.

სუპერფოსფატის ზომიერი შესველებისა და ნორმალური დამარცვლის შემთხვევაში მიიღება საკმაოდ ერთგვაროვანი მარცვლისებური სუპერფოსფატი და რჩება უმნიშვნელო ანარჩენი ძალზე წვრილი და მსხვილი მარცვლების სახით.

ორგანულ-მინერალური მარცვლისებური სასუქების მომზადება
ორგანულ-მინერალური მარცვლისებური სასუქის მომზადება შემდეგი ოპერაციებისაგან შედგება: ა) ორგანული სასუქების მომზადება (დაქუცმაცება და გაცრა); ბ) ორგანული სასუქების შერევა მინერალურ სასუქებთან და შესველება; გ) ორგანულ-მინერალური სასუქების ნარევის დამარცვლა; დ) მარცვლისებური სასუქის გაშრობა; ე) მარცვლისებური სასუქის გაცრა.

ორგანულ-მინერალური მარცვლისებური სუპერფოსფატის მოსამზადებლად იღებენ კარგად გადამწვარ ორგანულ სასუქს, აქუცმაცებენ და ცრიან 3 — 5-მილიმეტრიან საცერში. ცალკე ცრიან 2 — 3-მილიმეტრიან საცერში ფხვიერ სუპერფოსფატს. ორგანულ-მინერალური მარცვლისებური სუპერფოსფატის მომზადებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს მათ შეფარდებას. ჩვეულებრივ ოთხ წილ ორგანულ სასუქს ურევენ ერთ წილ მინერალურ სასუქს. ასე, მაგალითად, 80 კილოგრამ მშრალ გაცრილ ორგანულ სასუქს თხელ ფენად შლიან იატაკზე და უმატებენ 20 კილოგრამ ასევე მშრალ გაცრილ სუპერფოსფატს. ორგანული და მინერალური სასუქის ნარევის გულდასმით ურევენ ფოცხით. ნარევის შეასველებენ წუნწუხით ან წყლით. ორგანულ-მინერალური მარცვლისებური სუპერფოსფატის მომზადებისას შესველება ყველაზე უფრო საპასუხისმგებლო პროცესია, რადგან ნარევიში მცირე რაოდენობის ტენის არსებობისას მზადდება ძალიან წვრილი მარცვლები, ხოლო დიდი ტენის შემთხვევაში — ძალზე მსხვილი. ნარევიში სინესტე დაახლოებით 55-60 პროცენტი უნდა იყოს. შესველება იმდგვარად უნდა ვაწარმოოთ, რომ დაგუნდავებული ნარევი ხელის გაშლის შემდეგ არ დაიშალოს. თუ ნარევის დაგუნდავების დროს სითხემ თითებს შორის გამოჟონა, ეს იმას მოწმობს, რომ იგი ზედმეტად არის შესველებული და საჭიროა მას მიემატოს მშრალი ორგანული ნივთიერება. შესველებულ ორგანულ-მინერალურ ნარევის მარცვლავენ სპეციალური აპარატის „დამმარცვლელის“, ფოცხის ან ბოძზე ჩამოკიდე-

ბული ვარცლის შემწეობით. მიღებულ ორგანულ-მინერალურ მარცლისებურ სასუქს აშრობენ და შემდეგ ცრიან საცერში. 2—3-მილიმეტრიანი დიამეტრის მქონე ორგანულ-მინერალური მარცლისებური სასუქი შეაქვთ თესლთან ერთად მწკრივში სათესი მანქანით. უფრო მსხვილსა და წვრილს კი ხელით აბნევენ.

ამ უკანასკნელ ხანს სამეცნიერო-საკვლევი დაწესებულებების მიერ დამტკიცებულია, რომ ქარხნული მარცლისებური სასუქი და ორგანულ-მინერალური მარცლისებური სუპერფოსფატი თითქმის ერთნაირი ეფექტურობით ხასიათდებიან (იხ. ცხრილი 45).

ცხრილი 45

ქარხნული მარცლისებური სუპერფოსფატის და ორგანულ-მინერალური მარცლისებური სუპერფოსფატის შედარებითი

ეფექტურობა

(ციფრობრივი მონაცემები მოყვანილია შესტაკოვის რედაქციით გამოქვეყნებულ სახელმძღვანელოდან „აგრონომიული ქიმია“)

სასუქი	ქვავის მოსავალი		მოსავლ. მატება ც/ჰა
	უსასუქოდ	50 კგ სუპერფოსფატი	
ქარხნული მარცლისებური სუპერფოსფატი	22,0	26,3	4,3
ორგანულ-მინერალური მარცლისებური სუპერფოსფატი	19,7	23,2	4,5

ორგანულ-მინერალური მარცლისებური სუპერფოსფატის მომზადება და გამოყენება დაკავშირებულია მთელ რიგ სიძნელეებთან. კერძოდ, მკითხვეს საკმარის დიდი რაოდენობით მუშახელს.

ვინაიდან ორგანულ-მინერალური მარცლისებური სუპერფოსფატი და ორგანულ-მინერალურ სასუქთა ნარევი (ნაკელისა და სუპერფოსფატის ნარევი) თითქმის თანაბარ ეფექტს იძლევიან, ამ ბოლო ხანებში პირველს სოფლის მეურნეობაში უკვე პრაქტიკული მნიშვნელობა არ ეძლევა. ორგანული სასუქისა და სუპერფოსფატის ერთობლივი შეტანისას ადგილი აქვს ფოსფორიანი სასუქების ეფექტურობის მნიშვნელოვნად გადიდებას.

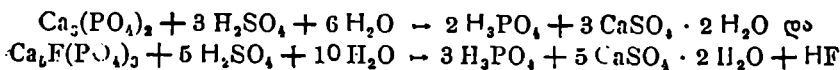
ზ) ორმაგი სუპერფოსფატი

ორმაგი სუპერფოსფატი კონცენტრული ფოსფორიანი სასუქია. ფოსფორის რაოდენობა მასში დაახლოებით 40 პროცენტზე მეტია. იგი მიიღება ფოსფორიტებისა და აპატიტების გადამუშავების შედეგად. ორმაგ სუპერფოსფატში ფოსფორი ძირითადად იმყოფება ერთნაირად ცვლებული კალციუმის ფოსფატის სახით.

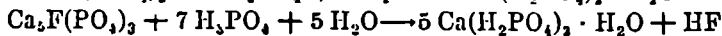
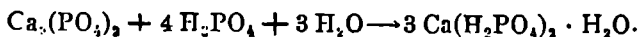
ფოსფორიტების დამუშავების შედეგად მიღებულ ორმაგ სუპერფოსფატში, გარდა ერთნაწილობრივი კალციუმის ფოსფატისა, შეიძლება ფოსფორი იმყოფებოდეს რკინისა და ალუმინის ფოსფატების შენაერთების სახითაც.

ორმაგი სუპერფოსფატის მიღება ძირითადად ორი პროცესისაგან შედგება:

1. ფოსფორიტის ფქვილზე ან აპატიტზე გოგირდის მჟავას მოქმედებით ფოსფორის მჟავას მიღება. ამ დროს რეაქცია ასე მიმდინარეობს:



2. მიღებული ფოსფორის მჟავით ფოსფორიტის ან აპატიტის ფოსფორის ხსნადობის გადიდება და მისი ფოსფორით გამდიდრების რეაქცია ასეთია:



თუ მარტივ სუპერფოსფატში საკმაოდ დიდი რაოდენობით შედის R_2O_3 , სამაგიეროდ ორმაგ სუპერფოსფატში იგი თითქმის არაა.

ორმაგი სუპერფოსფატის მიღების ძირითადი მიზანი მდგომარეობს, ერთი მხრივ, კონცენტრული ფოსფორიანი სასუქის დამზადებაში და, მეორე მხრივ, დაბალპროცენტიანი ფოსფორიტების გამოყენებაში. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ჩვენში ძალზე დიდი რაოდენობით მოიპოვება დაბალპროცენტიანი ფოსფორიტები, ხოლო მარტივი სუპერფოსფატის მისაღებად კი საჭიროა მაღალპროცენტიანი ფოსფორიტები. ამიტომ ამ უკანასკნელის გამოყენებას და შესაბამის კონცენტრული ფოსფორიანი სასუქების მომზადებას უპირატესად დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. ორმაგ სუპერფოსფატში P_2O_5 -ის რაოდენობა და მისი ხსნადობა დამოკიდებულია ნედლეულის (ფოსფორიტის)

ცხრილი 46

P_2O_5 -ის შემცველობა სხვადასხვა ნედლეულიდან მიღებულ

ორმაგ სუპერფოსფატში

(ა. ვ. სოკოლოვის მონაცემების მიხედვით)

ნედლეულის დასახელება	P_2O_5 %-ობით		
	საერთო	წყალხსნადი	შესათვისებელი
ვიატის ფოსფორიტი	38,0	25,5	36,0
კარაჩაუს ფოსფორიტი	45,0	39,0	43,0
აპატიტის კონცენტრატი	53,5	52,0	52,5

რიტისა და აპატიტის) ხარისხზე. სხვადასხვა ნედლეულიდან დამზადებულ ორმაგ სუპერფოსფატში P₂O₅-ის რაოდენობა მნიშვნელოვნად იცვლება, რაც ნათლად ჩანს 46-ე ცხრილიდან.

ორმაგი სუპერფოსფატი კონცენტრული ფოსფორიანი სასუქია და ამიტომ ის ტრანსპორტაბელურად ითვლება. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ მისი წარმოება უფრო რთულია და ძვირიც ჯდება.

ორმაგი და მარტივი სუპერფოსფატის შედარებით ეფექტურობაზე ჩატარებული ცდებიდან ჩანს, რომ P₂O₅-ის ერთი და იგივე რაოდენობით შეტანის შემთხვევაში მათი ეფექტურობა თითქმის ერთნაირია. პარკოსანი და ზოგიერთი ჯვაროსანი კულტურების მიმართ მარტივი სუპერფოსფატის ეფექტურობა რამდენადმე მეტია ორმაგ სუპერფოსფატთან შედარებით. ეს გამოწვეულია იმით, რომ მარტივი სუპერფოსფატი თავის შემადგენლობაში შეიცავს CaSO₄ და პარკოსანი მცენარეები დადებითად რეაგირებენ მასზე.

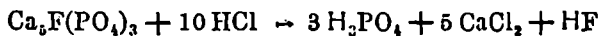
თ) პრეციფიტატი

პრეციფიტატი კონცენტრული ფოსფორიანი სასუქია. იგი მიიღება ფოსფორის მჟავაზე კირის მოქმედებით. ფოსფორის მჟავა პრეციფიტატში იმყოფება ორ ჩანაცვლებულ კალციუმის ფოსფატის სახით — Ca HPO₄ · 2H₂O, რომელიც მართალია წყალში არ იხსნება, მაგრამ ადვილად იხსნება სუსტი კონცენტრაციის ორგანულ და მინერალურ მჟავებში.

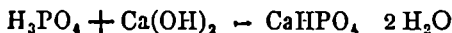
პრეციფიტატის მიღებისათვის უპირველეს ყოვლისა საჭიროა ფოსფორის მჟავა. ამ უკანასკნელს კი ღებულობენ შემდეგნაირად:



ან



ამის შემდეგ მიღებულ ფოსფორის მჟავას ანეიტრალებენ ჩამქრალი კირით:



პრეციფიტატის მიღებისათვის საჭიროა ზუსტად განისაზღვროს კირის დოზა, რათა მიღებულ იქნას სწორედ ორჩანაცვლებული კალციუმის ფოსფატი და არა სამჩანაცვლებული. დიდი რაოდენობით კირის მიმატებისას შესაძლებელია ნაცვლად პირველისა მივიღოთ მეორე.

პრეციფიტატში P₂O₅-ის რაოდენობა მერყეობს 27-დან 31 პროცენტამდე.

პრეციფიტატი თავისი მოქმედებით არ ჩამოუვარდება სუპერფოსფატს, იგი ფუძეებით არამაძლარ ნიადაგებზე უკეთეს შედეგს იძლევა, ვიდრე სუპერფოსფატი.

პრეციფიტატი უმთავრესად გამოიყენება ძირითადი განოყიერებისას.

აკად. დ. ნ. პრიანიშნიკოვმა ჯერ კიდევ 1908 წელს გამოთქვა მოსაზრება იმის შესახებ, რომ შეიძლება პრეციფიტატის მიღების დაკავშირება კალციუმის გვარჯილის მიღებასთან.

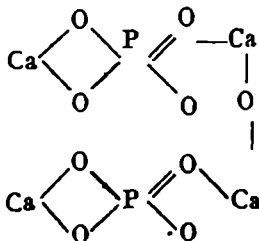
პრეციფიტატი კარგი ფიზიკური თვისების მქონე ფოსფორიანი სასუქია, მისი შერევა შეიძლება აზოტიან და კალიუმიან სასუქებთან.

ი) თომასის წილა

თომასის წილა მიიღება როგორც თანაპროდუქტი ფოსფორის შემცველი თუჯის ფოლადად და რკინად გადამუშავებისას. რკინის მადნები ხშირად 1 პროცენტამდე P_2O_5 შეიცავენ. ფოსფორის არსებობა რკინასა და ფოლადში უარყოფით გავლენას ახდენს მათ ხარისხზე. 1879 წელს ინჟინერმა თომასმა და პილბრისტმა წამოაყენეს თუჯიდან რკინისა და ფოლადის მიღების გაუმჯობესებული წესი. ამ წესით მიღებული რკინა ან ფოლადი ძალზე მკირე რაოდენობით შეიცავს ფოსფორს. თუჯის ფოლადად და რკინად გადაღობისას ქარხნის ანარჩენში — წიდაში დიდი რაოდენობით რჩება ფოსფორის შემცველი წიდა, რომელიც ინჟინერ თომასის რჩევით შეიძლებოდა ფოსფორიან სასუქად ყოფილიყო გამოყენებული სოფლის მეურნეობაში. ამიტომ ამ ანარჩენს თომასის წილა უწოდეს. მასში გარდა P_2O_5 -ისა შედის Ca, Mg, Mn, Fe, Al, SiO_2 და სხვ.

თომასის წიდას ქიმიური შედგენილობა მოცემულია 47-ე ცხრილში.

თომასის წილის ქიმიური შედგენილობა დამოკიდებულია თუჯის ქიმიურ შედგენილობაზე და დამატებული კირის რაოდენობაზე. ფოსფორი თომასის წიდაში ოთხკალციუმიანი ფოსფატის სახითაა, რომლის სტრუქტურული ფორმულა შეიძლება ასე წარმოვიდგინოთ:



თომასის წილაში არსებული P_2O_5 წყალში არ იხსნება, კარგად იხსნება 2-პროცენტიან ლიმონმჟეაში ან ლიმონმჟეა ამონიუმში. სტანდარტის მიხედვით თომასის წილაში ლიმონმჟეა ხსნადი ფოსფორი 14-პროცენტი უნდა იყოს. მასში არსებული ფოსფორი სუპერფოსფატისა და პრეციპიტატის ფოსფორთან შედარებით ნაკლებად ხსნადია, მაგრამ უფრო ადვილად ხსნადია, ვიდრე ფოსფორიტების ფქვილში არსებული ფოსფორი.

ვინაიდან თომასის წილის ფოსფორი წყალში უხსნადი შენაერთების სახით მოიპოვება და თავის შემადგენლობაში შეიცავს საკმაოდ დიდი რაოდენობით კალციუმს, ამიტომ მისი გამოყენება უმჯობესია ფუძეებით არამაძლარ მჟავე ნიადაგებზე. ჩატარებული ცდებით დამტკიცებულია, რომ მჟავე ნიადაგებზე თომასის წილას გამოყენება გაცილებით უფრო მეტ ეფექტს იძლევა, ვიდრე სუპერფოსფატი. განსაკუთრებით კარგია თომასის წილის გამოყენება მჟავიანობისადმი

ცხრილი 47

თომასის წილის ქიმიური შედგენილობა პროცენტობით

	P_2O_5	CaO	MgO	Fe_2O_3	FeO	Al_2O_3	MnO	S	SiO_2
შაქსიმუმი	22,97	58,91	8,10	7,00	18,00	3,70	5,62	1,49	12,00
საშუალო	17,25	48,29	4,89	3,78	9,41	2,04	3,91	0,49	7,96
მინიმუმი	11,39	28,00	1,14	1,91	5,86	0,14	0,55	0,05	2,70

მგრძნობიარე კულტურების მიმართ, რაც ნათლად ჩანს დოლოგოპრულის აგროქიმიურ საცდელ სადგურში ფოსფორიანი სასუქების ეფექტურობაზე ჩატარებული მინდვრის ცდების მონაცემებით (იხ. ცხრილი 48).

ცხრილი 48

ფოსფორიანი სასუქის ფორმები	მოსავლის მატება ც/ა		
	კარტოფილი (ტუბერები)	საშემოდგვე კვავი (მარცხ.)	სამეურა (თივა)
მარტივი სუპერფოსფატი	24,0	5,6	4,8
პროციფიტაუი	25,0	7,6	8,2
თომასის წილა	19,0	7,3	10,4

ძალზე დიდია თომასის წილის ეფექტურობა წითელმიწა ნიადაგზე. ცდებით დამტკიცებულია, რომ მჟავიანობისადმი მგრძნობიარე კულტურების, კერძოდ ქერის მიმართ წითელმიწა ნიადაგზე ფოსფორიან სასუქებიდან ყველაზე უკეთეს შედეგს იძლევა თომასის წილა (იხ. ცხრილი 49).

თომასის წილა კარგი ფიზიკური თვისების მქონე სასუქია. იმის გამო, რომ თომასის წილაში 10—12 პროცენტი CaO შედის, მისი

ცხრილი 49

**ხვდალახვა ფორმის ფოსფორიანი სასუქების ეფექტურობა
წითელმიწა ნიადაგზე**

ცდის სქემა	ქერის მარცვლის მოსავალი კურკულზე გრამობით
უსასუქოდ	0,8
NK	1,45
NK + სუპერფოსფატი	3,56
NK + ფოსფორიტის ფქვილი	4,71
NK + თომასის წილა	6,02

შერევა ამონიუმის მარილებთან არ შეიძლება, რადგან შესაძლებელია ამ დროს ამონიაკის ღიდი რაოდენობით დაკარგვა. არც გვარჯილებთან შეიძლება მისი შერევა: შერევის შედეგად, რკინის ზემოქმედებით, წდება აზოტის მკაფას აღდგენა ამონიაკამდე. ასევე არ შეიძლება თომასის წილას შერევა კალიუმის მარილთან, თუ ეს უკანასკნელი შეიცავს ბევრ მაგნიუმს, რადგან ამ დროს მოსალოდნელია წარმოიქმნას მაგნეზიტი ცემენტის სახით.

კ) თერმოფოსფატი

თერმოფოსფატი მიიღება ფოსფორიტის ან აპატიტის შედნობით ტუტე მეტალებთან, ბუნებრივ სილიკატებთან, წიდასთან და კირთან. თერმოფოსფატის წარმოების ძირითადი არსი ისაა, რომ გავადიდოთ ფოსფორიტში ან აპატიტში შემავალი P_2O_5 -ის ხსნადობა მჟავების გამოყენების გარეშე, მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით ტუტე მეტალთა ნარეგზე. თერმოფოსფატის უპირატესობა იმაში გამოიხატება, რომ თერმოფოსფატის წარმოებისათვის გამოიყენება დაბალპროცენტიანი ფოსფორიტები, რომელიც თავის შედგენილობაში შეიცავს ერთნახევარ ეანგეულებს და რომელიც არ გამოიყენება სუპერფოსფატის მისაღებად. გარდა ამისა თერმოფოსფატის წარმოებისათვის არ იხარჯება მეტად დეფიციტური გოგირდის მჟავა. თერმოფოსფატის ქიმიური შედგენილობა დაახლოებით ასეთია: $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{aH}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$. თერმოფოსფატში საერთო P_2O_5 -ის რაოდენობა მერყეობს 19,19-დან 30, 80 პროცენტამდე.

• თერმოფოსფატში ფოსფორის საერთო რაოდენობა და მისი ხსნადობა მოცემულია 50-ე ცხრილში.

თერმოფოსფატში შემავალი ფოსფორი წყალში არ იხსნება, მაგრამ კარგად იხსნება ლიმონის მჟავაში. როგორც ზემოთ მოყვანილ

თერმოფოსფატში არსებული P₂O₅-ის ხსნალობა

თერმოფოსფატის დასახელება	P ₂ O ₅ %-ობით			P ₂ O ₅ %-ობით საერთო ფოსფორიდ ნ	
	საერთო	ლიმონ-მჟავა მინდობი	ლიმონ-მჟავა კაპრონიკის ხსნარი	ლიმონ-მჟავა ბანარი	ლიმონ-მჟავა ამონიუმის ხსნარი
აპტიტის შენადნობი პოტასიუმთან ...	22,70	19,72	16,49	86,9	72,6
აპტიტის შენადნობი სოდასთან	21,58	19,00	12,47	88,8	58,3
აპტიტის შენადნობი ნატრიუმის სულფატთან	21,73	18,14	12,62	87,5	60,9
ვიატკის ფოსფორიტის შენადნობი სოდასთან	19,91	17,84	11,41	87,8	57,3
ჩენანია ფოსფატი	30,80	30,00	16,74	97,4	54,3

ცხრილიდან ჩანს, თერმოფოსფატში შემაველი საერთო ფოსფორის 86-97 პროცენტი ლიმონმჟავა ხსნადია. მისი ხსნალობა უახლოვდება თომასის წილის ფოსფორის ხსნალობას.

ფოსფატწილების ქიმიური შედგენილობა სხვადასხვაა (იხ. ცხრილი 51).

ფოსფატწილების ქიმიური შედგენილობა და ხსნალობა (კურსატანოვის მიხედვით)

ფოსფატწილის დასახელება	%-ობით				საერთო ფოსფორიდან ლიმონმჟავა ბანარი %-ობით
	P ₂ O ₅	SiO ₂	CaO	MgO	
აპტიტი და საბრძმედ ლუმელის წიდა	19,0	18,7	41,4	--	87
აპტიტი და მარტეაის ლუმელის წიდა	17,7	18,8	36,6	6,9	83
აპტიტი და სპილენძის გალლობის წიდა	17,9	24,9	26,2	12,2	95
ვიატკის ფოსფორიტი და საბრძმედ ლუმელის წიდა	18,7	16,5	42,2	5,9	80
ვგოროვის ფოსფორიტი და საბრძმედ ლუმელი წიდა	16,8	21,4	38,6	4,9	72
ვგოროვის ფოსფორიტი და საბრძმედ ლუმელის წიდა	16,3	41,2	41,5	4,4	90

როგორც თერმოფოსფატებს, ისე ფოსფატწილებს ტუტე რეაქცია აქვს. ისინი მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავენ კალციუმს და ამიტომ პირველ რიგში გამოყენებულ უნდა იქნას ეწერ და წითელმიწა ნიადაგებზე.

ეწერ და წითელმიწა ნიადაგებზე თერმოფოსფატების და ფოსფატწილების გამოყენება იწვევს ფოსფორის რაოდენობის ზრდასთან ერთად კალციუმის რაოდენობრივ ზრდას და არეს რეაქციის განეიტრალებას.

თერმოფოსფატების ეფექტურობა უახლოვდება თომასის წიდას. ეწერ და წითელმიწა ნიადაგებზე თერმოფოსფატების ეფექტურობა მნიშვნელოვნად აქარბებს სუპერფოსფატის ეფექტურობას. ამიტომ თერმოფოსფატები და ფოსფატწილები პირველ რიგში გამოყენებული უნდა იქნეს სწორედ მკავე ნიადაგებზე.

ლ) ძვლის ფქვილი

ძვლები თავის შემადგენლობაში შეიცავენ ფოსფორს. დაფქული ძვალი პირველი ფოსფორიანი სასუქი იყო. გასული საუკუნის დასაწყისში ევროპაში ძვალს, როგორც ფოსფორის შემცველ ნივთიერებას (ფოსფორიან სასუქს) დიდი რაოდენობით იყენებდნენ. ბუნებრივ პირობებში ფოსფორიანი სასუქების საბადოების აღმოჩენის შემდეგ ძვლის ფქვილის გამოყენება შემცირდა და დღეს მას თითქმის არ იყენებენ.

უკანასკნელ ხანებში ძვლებს იყენებენ პრეციფიტატის დასამზადებლად, რომელიც გამოიყენება პირუტყვის საკვებად. ძვალი შედგება ორგანული და მინერალური ნივთიერებისაგან. ძვლის შედგენილობაში შედის:

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	— 58,62 პროცენტი
$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$	— 1—2 "
CaCl_2 — 6—7 "
CaF_2	— 2 "
ცხიმი . .	· — 10—15 "
წყბოვან ნივთიერებები	— 13—15 "
აზოტი წებოვან ნივთიერებებში	— 4—5 "
ტენი	— 10

დაუმუშავებელი ძვალი, ერთი მხრივ, ძნელი დასაფქვეავია, ხოლო, მეორე მხრივ, ნიადაგში შეტანილი ძნელად იშლება. ცხიმით დაფარულ ძვლის ნაწილაკებზე ნიადაგის წყალი ძნელად მოქმედებს და ამიტომ მასში არსებული ფოსფორის ხსნადობაც მცირეა. ამიტომ დაუმუშავებელი ძვლის ეფექტი მცირეა, დამუშავებულთან შედარებით.

ძვლის გადამუშავების დროს ყურადღება უნდა მიექცეს მის შემადგენლობაში არსებული ძვირფასი ორგანული ნივთიერების — ცხიმისა და ოსეინის გამოყენებას. ამჟამად მთავარი ყურადღება ექცევა ძვლიდან ცხიმისა და ოსეინის მიღებას, ხოლო ძვლის ფქვილი ამ

წარმოების ანარჩენია. ძვლიდან ცხიმს ღებულობენ ბენზინით (ან სხვა გამსხნელით) მისი დამუშავებისას. შემდეგ, ასეთ ძვალზე მოქმედებენ ცხელი წყლის ორთქლით მაღალი წნევის პირობებში და რეცხავენ მას ცხელი წყლით წებოს მოსაცილებლად. ცხიმ და წებოგაცილი ძვალს ამუშავებენ მარილის მკევათი, რომლის დროსაც $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ და $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ იხსნება, ხოლო ნალექში რჩება ოსეინი. წყალთან გაცხელებისას ეს უკანასკნელი იძლევა მაღალი ხარისხის წებოს. მიღებულ ფოსფორის მკევას ლექავენ კირით და ღებულობენ პრეციპიტატს. ამ დროს რეაქცია შემდეგნაირად წარიმართება:



ცხიმ და წებომომზარებულ ძვალს ფქვავენ. სხვადასხვა წესით დამუშავებულ ძვლის ფქვილში ფოსფორისა და აზოტის რაოდენობა ძალზე მერყეობს, რაც ნათლად ჩანს ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში (იხ. ცხრილი 52).

ცხრილი 52

ძვლის ფქვილი	P_2O_5	N
დაუშვავებელი	18—20	4—5
ცხიმომზარებული	20—24	4
ცხიმ და წებომომზარებული	30—35	0,5—1,0

ძვლის ფქვილში ფოსფორი მოიპოვება სამკალციუმიანი ფოსფატის სახით — $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, რომელიც წყალში არ იხსნება. ძვლის ფქვილის ფოსფორს მცენარე უფრო უკეთესად ითვისებს, ვიდრე ფოსფორიტის ფქვილისას. ძვლის ფქვილი მოყვითალო ფერის ფხენილია, მას აქვს სიღამპლის სუნი.

ძვლის ფქვილი გამოყენებულ უნდა იქნას მკევე ნიადაგებზე ფიზიოლოგიურად მკევე სასუქებთან. ძვლის ფქვილი თავისი ეფექტურობით არ ჩამოუვარდება ფოსფორიტის ფქვილს.

მ) ვივიანიტი

სოფლის მეურნეობაში, როგორც ადგილობრივი ფოსფორიანი სასუქი, შეიძლება გამოყენებულ იქნას ტორფი, რომელიც შეიცავს ვივიანიტს. ვივიანიტის გამომსახველი ფორმულაა $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. მასში P_2O_5 რაოდენობა 28 პროცენტს უდრის. იგი ბუნებაში სუფთა სახით ძალიან იშვიათად მოიპოვება. ვივიანიტი უფრო ხშირად გვხვდება ტორფიანი დაბლობის ქაობებში. ტორფოვივიანიტი შეიცავს 10-15 პროცენტამდე P_2O_5 , იშვიათად აღწევს 20 პროცენტს. ტორფოვივიანი-

ტი გვხვდება: ბელორუსიაში, მოსკოვის, კურსკის, იაროსლავის, სმოლენსკისა და სხვ. ოლქებში. ვივიანიტი თეთრი-მონაცრისფერო ნივთიერებაა. ნიადაგიდან ამოღების შემდეგ ჰაერზე ლურჯ ფერს ღებულობს. გაშრობის შემდეგ მონაცრისფერო მტრედის ფერია, დიდი ხნის შენახვისას კი მუქი-მოყვითალოა. გაშრობის შემდეგ ვივიანიტი ადვილად იშლება და ნიადაგში შეტანისას არაა საჭირო მისი დაფქვა.

საცდელ-საგამოკვლევო დაწესებულებების მიერ ჩატარებული ცდებიდან დამტკიცებულია, რომ ვივიანიტის გამოყენებით მნიშვნელოვნად იზრდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარეების მოსავლიანობა. ვივიანიტი თავისი ეფექტურობით უახლოვდება ფოსფორიტის ფქვილის ეფექტურობას. სიღნარ ნიადაგებზე ტორფოვივიანიტის ეფექტურობა მეტია, ვიდრე ფოსფორიტის ფქვილისა.

მ. კალიუმის ნაწარმი

კალიუმი, ისე როგორც აზოტი, ფოსფორი და სხვა ელემენტი, მეტად დიდ როლს ასრულებს მცენარის ზრდა-განვითარების საქმეში. ის ხელს უწყობს მცენარეში ნახშირწყლების სინთეზს და მის გარდაქმნას. ექსპერიმენტული მონაცემებით დამტკიცებულია, რომ კალიუმის ნაკლებობისას შაქრის კარხალში მცირდება შაქრის პროცენტული შემცველობა, კარტოფილში — სახამებლის რაოდენობა. პურეულშიც კლებულობს სახამებელი, მარცვალი არანორმალურად ვითარდება და ის უხარისხია. კალიუმის გარეშე მცენარის ნორმალური ზრდა-განვითარება შეუძლებელია. კალიუმს მცენარე ითვისებს ნიადაგიდან.

კალიუმი ნიადაგში შედარებით უფრო მეტი რაოდენობით მოიპოვება, ვიდრე აზოტი და ფოსფორი. თუ ამ უკანასკნელთა რაოდენობა

ცხრილი 53

ხაერთა კალიუმის რაოდენობა სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში

პორიზონტების მიხედვით

(ა. პ. ვინოგრადოვის მონაცემების მიხედვით)

ნიადაგის ტიპი	ნიმუშის აღების ადგილი	K ₂ O შემცველობა %-ობით	
		A პორიზონტი	B პორიზონტი
მთის ტუნდრა	ზიბინი	2,87	3,37
კორდიანი ეწერი	ლენინგრადის ოლქი	3,10	3,79
ტ-ის ნაყრისფერი	ტულის ოლქი	2,81	3,07
შაქმიწა ნიადაგი	კამენაია სრეკ	2,64	2,13
ღია წაბლა ნიადაგი	ჩრდილო კავკასია	2,67	2,38
რუხი ნიადაგი	ბუდიონოვკა	2,34	2,14
წითელმიწა	ბათუმი	0,52	0,22

მეთედი ან მესადედი პროცენტით განისაზღვრება, მაშინ კალიუმი 1 — 3 პროცენტი იქნება. აქვე უნდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ ზოგიერთ ნიადაგებში წინააღმდეგ ფოსფორისა, კალიუმის რაოდენობა ნიადაგის ქვედა ფენებში მატულობს ზედასთან შედარებით (იხ. ცხრილი 53).

როგორც ცხრილში მოყვანილი ექსპერიმენტული მონაცემებიდან ჩანს, სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში კალიუმის რაოდენობა მერყეობს. ძირითადად კალიუმი ზედა ფენებში უფრო მეტია, ვიდრე ქვედაში. დამტკიცებულა, რომ საერთო კალიუმის რაოდენობასა და თიხის შემცველობას შორის ნიადაგში არსებობს ერთდაგვარი პროპორციული დამოკიდებულება. რამდენადაც მეტია ნიადაგში თიხის შემცველობა. იმდენად მეტია კალიუმი და პირიქით. სიღნარ მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებში კალიუმის რაოდენობა, როგორც წესი, ნაკლებია, ვიდრე მძიმე მექანიკური შედგენილობის თიხნარ ნიადაგებში. ნიადაგის თიხის შემცველობასა და კალიუმის რაოდენობას შორის დამოკიდებულებაზე მონაცემებს იძლევა წნეიდევისის ექსპერიმენტული მასალები (იხ. ცხრილი 54).

ც ხ რ ი ლ ი 54

შემცველობა %-ით	ქვიშანი ნიადაგი	ქვიშნარი ნიადაგი	თიხანი ნიადაგი	თიხარი ნიადაგი	მძიმე თიხარი
ოთხის	5	13	19	25	41
კალიუმის	0,046	0,164	0,259	0,380	0,548

ამრიგად, თიხის შემცველობის ზრდასთან ერთად ნიადაგში იზრდება კალიუმის რაოდენობა. თიხისებური ფრაქციის რაოდენობრივი ზრდისას მცირდება მცენარისათვის შესათვისებელი კალიუმის რაოდენობა.

ნიადაგში არსებული კალიუმი ხსნადობისა და შეთვისების მიხედვით ძირითადად ოთხ ჯგუფად შეიძლება დავყოთ: 1. წყალხსნადი (მცენარისათვის კარგად შესათვისებელი), 2. შთანთქმული (მცენარისათვის შესათვისებელი), 3. ადვილად ხსნადი (მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი) და 4. ძნელად ხსნადი (მცენარისათვის ძნელად შესათვისებელი).

წყალხსნადი და შთანთქმული კალიუმის რაოდენობა ნიადაგში საერთო კალიუმის რაოდენობასთან შედარებით მცირეა, ხოლო ადვილად ხსნადი (0,2nHCl-ში ხსნადი) მეტია, ვიდრე შთანთქმული. ასე, მაგალითად, შავმიწა ნიადაგებში საერთო კალიუმის რაოდენობა 1 — 2

პროცენტია მაშინ, როდესაც მასში შთანთქმული K_2O 0,05 პროცენტს არ აღემატება, რასაც ადასტურებს შემდეგი მონაცემები:

შთანთქმული კალიუმი	—0,05 პროცენტი
0,2 nHCl ხსნადი	—0,6—0,5 „
საერთო K_2O	—1—2 „

სხვადასხვა ნიადაგში როგორც საერთო, ისე შთანთქმული და ადვილადხსნადი კალიუმის რაოდენობა მერყეობს. სილნარ, ქვიშნარ და ტორფიან ნიადაგებში იგი ყველაზე მცირედ მოიპოვება. ამიტომაც რომ ასეთ ნიადაგებზე მზარდი სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარეები მასზე დიდ მოთხოვნილებას აყენებენ.

დამლაშებულ ნიადაგებზე კალიუმშიანი სასუქები არ გამოიყენება, რადგან ის ხელს უწყობს ნიადაგის კიდევ უფრო დამლაშებას.

დასავლეთ საქართველოში გავრცელებული წითელმიწა და ეწერი ნიადაგები საკმაო რაოდენობით შეიცავენ კალიუმს. ასევეა აღმოსავლეთ საქართველოს ძირითადი ტიპის ნიადაგებიც. ამიტომ ამ ნიადაგებზე მცენარეები კალიუმისადმი ნაკლებ მომთხოვნილობას იჩენენ. ჩატარებული ცდებით მტკიცდება, რომ საქართველოში გავრცელებულ მთელ რიგ ნიადაგებზე კალიუმშიანი სასუქების გამოყენება არ იწვევს მოსავლიანობის გაზრდას. აზოტიანი და ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება იწვევს რა მოსავლის ზრდას, ხელს უწყობს ნიადაგში მცენარისათვის შესათვისებელი კალიუმის რაოდენობის შემცირებას. ასეთ შემთხვევას ადგილი ჰქონდა ჩაის კულტურის მიმართ. ცნობილია, რომ ჩაის პლანტაციების გაშენების პირველ წლებში, როდესაც წითელმიწა ნიადაგი კალიუმს საკმაო რაოდენობით შეიცავდა, მცენარე მასზე მოთხოვნილებას არ აყენებდა და ამიტომ მისი შეტანა არავითარ ეფექტს არ იძლეოდა. ასეთ ნიადაგებზე სისტემატურად NP გამოყენებამ გამოიწვია ჩაის მწვეანე ფოთლის მოსავლის ზრდა, რამაც გაადიდა ნიადაგიდან მცენარის მიერ კალიუმის გამოტანა და აქედან გამომდინარე მისი შემცირება. ასეთ ნიადაგებზე კალიუმშიანი სასუქების გამოყენებით მნიშვნელოვნად გაიზარდა ჩაის ფოთლის მოსავალი. ამიტომ სასუქების გამოყენებისას საჭიროა ყურადღება მიექცეს ნიადაგში მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიერების რაოდენობას.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მცენარე კალიუმს ითვისებს ნიადაგიდან. მცენარის მიერ ნიადაგიდან კალიუმის გამოტანის რაოდენობა დამოკიდებულია მოსავლის დონეზე და მის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე (იხ. ცხრილი 55).

როგორც ქვემოთ მოყვანილი ცხრილიდან ჩანს, ძირხვეწა კულტურებს მეტი რაოდენობით გამოაქვთ კალიუმი, ვიდრე მარცვლოვანებს.

აღსანიშნავია ისიც, რომ ნივთიერებათა ბრუნვა მიწათმოქმედებაში უფრო ხელსაყრელად მიმდინარეობს კალიუმისათვის, ვიდრე ფოსფორისათვის. ეს იმიტოა გამოწვეული, რომ კალიუმი მეტი რაოდენობით შედის ჩალაში, ვიდრე მარცვალში. ჩალაში შემავალი კალიუმი კი ნაკლებად ერთად უბრუნდება ნიადაგს. ფოსფორი, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ჩალასთან შედარებით მეტია მარცვალში და ამიტომ ნაკელის სახით იგი უფრო ნაკლები რაოდენობით უბრუნდება ნიადაგს. ჩალასა და მარცვალში კალიუმის შემცველობაზე ნათელ წარმოდგენას იძლევა ქვემოთ მოყვანილი მონაცემები:

	მარცვალში	ჩალაში
შერია.....	0,42	0,97
ჭ ვ ა ვ ი.....	0,54	0,80
წიწიბუჯა.....	0,45	1,23

აქ ისიც უნდა აღვნიშნოთ, რომ ჩალის მასა მეტია მარცვლის მასაზე და აქედან გამომდინარე კალიუმის უმეტესი ნაწილი უბრუნდება ნაკელის სახით ნიადაგს.

ცხრილი 55

სხვადასხვა მცენარის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილი K_2O რაოდენობა

მცენარის დასახელება	მოსავალი ც/ჰა	მცენარის მიერ შეთვისებული K_2O რაოდენობა კგ/ჰა
სამარცვლე პურეული	15—20 მარცვ.	40—60
	20—25 "	60—90
სელი	20—30 ჩალა	25—40
	40—60 "	50—80
კარტოფილი	200—250 ტუბერი	140—230
	300—350 "	200—320
შაქრის კარაალი	200—250 ძირები	150—200
	400—500 "	250—400
	600—700 "	350—550
ბამბა	65—20 ნელდი ბამბა	90—120
	30—40 " "	160—200
	50—60 " "	240—270
	90—100 " "	360—400
სამყურა	20—30 თივა	40—50
	50—60 "	60—90

სისტემატურად ერთ და იმავე ნაკვეთზე კულტურული მცენარეების თესვა ნიადაგის კალიუმით გაღარიბებას იწვევს. ამას, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ხელს უწყობს რეგულარულად მინერალური,

აზოტიანი და ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება. საერთოდ უნდა აღინიშნოს, რომ კალიუმი სწორედ ეფექტურია მას შემდეგ, როცა მცენარე უზრუნველყოფილია აზოტით და ფოსფორით. ამ ორი უკანასკნელი სასუქით უზრუნველყოფის ფონზე მელავენდება მცენარის მოთხოვნილება კალიუმისადმი.

კალიუმიანი სასუქების გამოყენებით არამარტო იზრდება მოსავალი, არამედ უმჯობესდება პროდუქციის ხარისხიც. იგი ხელს უწყობს მცენარეში შაქრების დაგროვებას, ყინვაგამძლეობის გადიდებას და სხვ.

აქვე არ შეიძლება არ აღინიშნოს ისიც, რომ ქლორის შემცველ კალიუმიანი სასუქების გამოყენებით ადგილი აქვს პროდუქციის ხარისხის გაუარესებას, რაზედაც ნათელ წარმოდგენას იძლევა აკად. დ. ნ. პრიანიშნიკოვის სახელობის დოლოგოპრუდის აგროქიმიურ საცდელ სადგურში კარტოფილის კულტურაზე ჩატარებული ცდები (იხ. ცხრილი 56).

ცხრილი 56

კალიუმიანი სასუქების ფორმების ეფექტურობა კარტოფილის კულტურის მიმართ

	უასუქოდ	გ მოყენებული სასუქი				
		NP+60 კგ K ₂ O ჰექტარზე				
		NP	KCl	K ₂ SO ₄	40% ქლორკალიუმი	სილვინიტი
კარტოფილის ტუბერების მოსავალი (ც/ჰა)	129	166	211	217	224	222
სახამებლის შემცველობა %-ობით	16,2	15,6	14,6	15,4	14,3	12,6
ჰექტარზე მიღებული სახამებლის რაოდენობა ც/ჰა	20,9	25,9	30,8	33,4	32,0	28,0

ექსპერიმენტული მონაცემებიდან ჩანს, რომ კალიუმიანი სასუქების გამოყენებით საგრძნობლად იზრდება კარტოფილის მოსავალი. მისი სხვადასხვა ფორმები აღნიშნული კულტურის მოსავლიანობის ზრდაში სხვაობას არ იწვევს, ხოლო ქლორის შემცველი კალიუმიანი სასუქი კი სახამებლის პროცენტულ შემცველობაზე დიდ გავლენას ახდენს. ასე, მაგალითად, თუ K₂SO₄ გამოყენებით კარტოფილში სახამებლის პროცენტულ შემცველობას არ მოუკლია, სილვინიტის შეტანისას იგი 15,6-დან 12,6 პროცენტამდე დავიდა, ე. ი. 3 პროცენტით შემცირდა.

კალიუმიანი სასუქებიდან ნიადაგის მიერ შთაინთქმება კალიუმი. რომელიც ხშირად გადადის მცენარისათვის ძნელადშესათვისებელ

ფორმაში. შევმიწა ნიადაგები უფრო მეტ კალიუმს შთანთქავენ, ვიდრე ეწერი ნიადაგები. ამ მხრივ გამოირჩევიან მლაშე ნიადაგები.

კალიუმის შთანთქმის შესამცირებლად მიმართავენ: 1. კალიუმის ნიადაგში ღრმად შეტანას, 2. კალიუმის შეტანას ლენტისებურად, ან ბუნებში მცენარის ფესვთა სისტემის არეში და 3. კალიუმის ნორმალური დოზის ხშირხშირად შეტანას თესლბრუნვაში.

კალიუმთან სასუქად გამოიყენება ბუნებრივ პირობებში გავრცელებული კალიუმის ნედლი მარილები, კალიუმის სილიკატი — ნეფელინი და სხვ. აგრეთვე ნაცარი, რომელიც ერთ-ერთ საუკეთესო აღგილობრივ სასუქად ითვლება.

ა) კალიუმის მარილები

პირველად კალიუმის სასუქების საბადოები აღმოჩენილ იქნა სტასფურტში (გერმანია). ამიტომ პირველ ხანებში კალიუმის სასუქით მსოფლიოს ამარაგებდა გერმანია. პირველი მსოფლიო ომის შემდეგ დაიწყო ელზას საბადოების დამუშავება, რომელიც უკვე საფრანგეთს ეკუთვნოდა. ამავე პერიოდში იწყებენ გალიციის (პოლონეთი) საბადოების ათვისებას. უფრო გვიან საბჭოთა კავშირში აღმოჩენილ იქნა მსოფლიოში ყველაზე მძლავრი საბადო სოლიკამსკში.

სოლიკამსკის კალიუმის სასუქების საბადოების გამოვლინება უშუალოდ დაკავშირებულია აკად. კურნატოვისა და პროფ. პრეობრაჟენსკის მეცნიერულ გამოკვლევებთან. 1925 წელს პრეობრაჟენსკის მიერ სოლიკამსკში აღმოჩენილ იქნა კალიუმის მარილების სქელი ფენა. სოლიკამსკში მთავარი მინერალებია კარნალიტი და სილვინიტი. 1929 წლიდან დაწყებულ იქნა სოლიკამსკის კალიუმის სასუქების წარმოება. ამჟამად ამ საბადოდან ჩვენი სოციალისტური სოფლის მეურნეობა ყოველწლიურად მზარდი რაოდენობით ღებულობს კალიუმის სასუქს. მისი მარაგი სოლიკამსკში ძალზე დიდია — რამდენჯერმე აღემატება მსოფლიო მარაგს.

გარდა ამისა სსრ კავშირში კალიუმის სასუქების საბადოები გამოვლინებულია ყაზახეთში, თურქმენეთში, ბელორუსიაში, სარატოვის ოლქში და სხვ. აღნიშნულ საბადოებში მოიპოვება ნედლი მარილები: კანიტი, პოლიგალიტი, ლანგბენიტი, შენიტი, გლაბერიტი. კალიუმის სასუქად შეიძლება გამოყენებულ იქნას ნეფელინი, რომელიც კალიუმის სილიკატის სახითაა.

სოლიკამსკის კალიუმის მარილის საბადოს ზედა ფენებში მოთავსებულია მინერალი კარნალიტი, ხოლო ამ უკანასკნელის ქვევით საკმაოდ სქელი შრე სილვინიტისა. როგორც სტასფურტის, ისე სოლიკამსკის კალიუმის მარილის საბადოები ზღვის წარმოშობისაა.

კარნალიტი $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O \cdot K_2O = 13$ პროცენტს. კარნალიტი ბუნებრივ პირობებში მოიპოვება სოლიკამსკში. ის თავის შემადგენლობაში ძირითადად შეიცავს KCl და $MgCl_2$. მინარევეების სახით მასში მცირე რაოდენობით შედის ბრომი, ბორი, იოდი და სხვ. კარნალიტში შედის 13 პროცენტი K_2O . კარნალიტი დაბალპროცენტიანი კალიუმიანი სასუქია. მასში დიდი რაოდენობითაა ქლორი. კარნალიტი ფიზიოლოგიურად მკავე მარილია. ის ჰიგროსკოპული მარილია. ყოველივე ზემოთქმულის გამო ის კალიუმიან სასუქად სოფლის მეურნეობაში თითქმის არ გამოიყენება.

სილვინიტი $KCl \cdot NaCl \cdot K_2O = 12 - 15$ პროცენტს. სილვინიტი შეიცავს KCl და $NaCl$. იგი დიდი რაოდენობითაა სოლიკამსკში. სასუქად გამოშვებული სილვინიტი შეიცავს: 15 პროცენტ K_2O , 40 პროცენტ Na_2O , 55 პროცენტ Cl , 0,3-0,6 პროცენტამდე CaO , 0,1 პროცენტამდე MgO და 0,04-0,8 პროცენტამდე SO_3 . სილვინიტი, მასში არსებული მინარევეების გამო, შეფერილია ნარინჯის და წითელ ფერად. მასში დიდი რაოდენობითაა ქლორი და ამიტომ არ გამოიყენება ზოგიერთი კულტურის მიმართ. მაგალითად, ქლორისადმი მგრძობიარე კულტურების — კარტოფილის, თამბაქოს, ვაზისა და სხვ. მიმართ. მისი გამოყენებისას ეცემა პროდუქციის ხარისხი. სილვინიტის ზოგიერთი დოზა დადებითად მოქმედებს შაქრის ქარხლის მოსავალზე და შაქრის პროცენტულ შემცველობაზე. ქლორის რაოდენობრივი ზრდა ნიადაგში უარყოფითად მოქმედებს მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობაზე და ც. სილვინიტი თავის შემადგენლობაში შეიცავს საკმარ რაოდენობით ნატრიუმს. სილვინიტის სისტემატურად გამოყენება იწვევს რა ნიადაგში ნატრიუმის რაოდენობრივ ზრდას, ეს უკანასკნელი აუარესებს ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებს. სილვინიტი მკვეთრად გამოხატული ფიზიოლოგიურად მკავე სასუქია. მისი გამოყენება ფუძეებით არამძლარ ნიადაგში იწვევს არეს რეაქციის ინტენსიურ გამჟავებას. მისი შეტანა შეიძლება მკავე ნიადაგების მოკირიანების შემდეგ. სილვინიტი გადაუმუშავებლად სოფლის მეურნეობაში ძალიან მცირე რაოდენობით გამოიყენება. ის წარმოადგენს ნედლეულს კონცენტრული კალიუმიანი სასუქების მისაღებად.

კაინიტი $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O \cdot K_2O = 12-14$ პროცენტს. კაინიტში შედის KCl და $MgSO_4$. ის ფორმულის მიხედვით უნდა შეიცავდეს 18,9 პროცენტ K_2O . ვინაიდან კაინიტში სხვადასხვა მინარევეებია, ამიტომ მასში K_2O რაოდენობა 12-14 პროცენტს არ აღემატება. კაინიტი მოიპოვება მინერალ პოლიგალიტთან ერთად საბჭოთა კავშირის სხვადასხვა საბადოებში. სოლიკამსკის საბადოებში იგი ჭერჭერობით არ არის გამოვლინებული. ვინაიდან კაინიტში კარნალიტთან შედარე-

ბით ქლორის რაოდენობა ნაკლებია, ამიტომ მისი გამოყენება უშუალოდ სასუქად უფრო მიზანშეწონილია.

პოლიგალიტი $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$. საბჭოთა კავშირი მდიდარია კალიუმის მარილების საბადოებით, რომლებშიაც იგი ქლორების სახით მოიპოვება. ქლორის შემცველი კალიუმის სასუქების გამოყენება კი ყოველთვის კარგ შედეგს არ იძლევა. ამ თვალსაზრისით პოლიგალიტის და საერთოდ კალიუმის სულფატის გამოყენებას სოფლის მეურნეობაში უდავოდ დიდი პერსპექტივა აქვს. პოლიგალიტი კაინიტთან ერთად გვხვდება ვოლგის გაღმავალი საბადოებში, მასში K_2O რაოდენობა 10-15 პროცენტის ფარგლებში მერყეობს. მისგან შეიძლება დამზადდეს კალიუმ-მაგნიუმის სულფატი.

ბ) კონცენტრული ქლორკალიუმის სასუქები. ქლორკალიუმი. KCl . $K_2O=50-57$ პროცენტს.

ქლორკალიუმი მიიღება სილვინიტის გადამუშავების შედეგად. ამ მიზნით სილვინიტს ხსნიან ცხელ წყალში. სილვინიტის ცხელი მამლა ხსნარის გაცივებისას გამოკრისტალდება ქლორკალიუმი, ხოლო ქლორნატრიუმი კი დარჩება, რადგან გაცივებისას მისი ხსნადობა არ იცვლება. ამრიგად მიღებული სასუქი თავის შემადგენლობაში შეიცავს 80-85 პროცენტ ქლორკალიუმს, რომელშიაც დაახლოებით 50-50 პროცენტია K_2O . ქლორკალიუმი თეთრი ფერის მარილია, კონცენტრული სასუქია და ამიტომ ტრანსპორტაბელურიცაა. ის სილვინიტთან შედარებით ნაკლებად ჰიგროსკოპულია და ამავე დროს 5-ჯერ ნაკლებ Cl შეიცავს. ქლორკალიუმი გამოიყენება, როგორც კალიუმის სასუქი თითქმის ყველა კულტურის მიმართ. ქლორისადმი მგრძობიარე კულტურების: კარტოფილის, თამბაქოს, ვაზის და სხვ. მიმართ უმჯობესია იგი შეტანილ იქნას არა თესვის ან რგვის წინ, არამედ შემოდგომით ან ადრე გაზაფხულზე, რათა ამ პერიოდის ნალექების შემოქმედებით ქლორი ჩაირეცხოს ქვედა ფენებში და ამრიგად, თავიდან ავიცილოთ მისი უარყოფითი მოქმედება. ქლორკალიუმი ფიზიოლოგიურად მკავე სასუქია, ამიტომ ის მკავე ნიადაგებზე გამოყენებული უნდა იქნეს ფიზიოლოგიურად ტუტე სასუქებთან ან ფოსფორიტის ფქვილთან ერთად. მკავე ნიადაგებზე ქლორკალიუმი უმჯობესია შეტანილ იქნას მოკირიანების შემდეგ. ქლორკალიუმს კალიუმის სასუქთა შორის დიდი ხვედრითი წონა უჭირავს. ის ერთ-ერთი ძირითადი კალიუმის სასუქია.

გ) კალიუმის 30-40-პროცენტის მარილი. $K_2O=30-40$ პროცენტს. კალიუმის 30-40-პროცენტის მარილი მიიღება ქლორკალიუმის სილვინიტთან შერევით. ის კრელი ნივთიერებაა — თეთრი-მოწითალო-მოვარდისფრო ლურჯი კრისტალებით. თავის შემადგენლობაში შეიცავს საკმაოდ დიდი რაოდენობით ქლორსა და ნატრიუმს. მისი გამო-

ყენება შაქრის კარხლის ქვეშ კარგ შედეგს იძლევა, ხოლო ქლორისადმი მგრძობიარე კულტურების მიმართ უმჯობესია ქლორკალიუმის კონცენტრული მარილი.

30-40-პროცენტიანი ქლორკალიუმი ფიზიოლოგიურად მკავე სასუქია და ამიტომ მისი გამოყენება ისევე წარმოებს როგორც ამავე სახის 50-57-პროცენტიანი სასუქისა. იგი ჰიგროსკოპიულია და ახასიათებს შებეღტება. ამიტომ საჭიროა შეტანის წინ მისი დაფშენა-დაქუცმაცება.

დ) კალიუმის სულფატი K_2SO_4 . $K_2O=48-52$ პროცენტს

კალიუმის სულფატი საუკეთესო კალიუმიანი სასუქია. ის ბუნებრივ პირობებში საბადოების სახით არ მოიპოვება. მისი მიღება შეიძლება ქლორკალიუმზე გოგირდის მკავეს მოქმედებით, რომლის რეაქცია შემდეგნაირად წარმართება:



კალიუმის სულფატი თავის შემადგენლობაში შეიცავს 48-52 პროცენტ K_2O . იგი ნაკლებად ჰიგროსკოპულია, კარგი ფიზიკური თვისებების მქონეა და ფიზიოლოგიურად მკავე მარილია. მისი გამოყენება შეიძლება ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურულ მცენარეებისათვის, რაც იწვევს როგორც მოსავლის ზრდას, ისე პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებას. კალიუმის სულფატს პირველ რიგში იყენებენ ქლორისადმი მგრძობიარე კულტურების მიმართ.

ე) კალიმაგნეზიური მარილი $K_2SO_4 \cdot MgSO_4$

კალიმაგნეზია შეიცავს 39 პროცენტ K_2SO_4 , 55 პროცენტ $MgSO_4$, 1% $NaCl$ და 5 პროცენტ უხსნად ნივთიერებას. კალიუმმაგნეზიურ მარილში შედის 19 პროცენტი K_2O . უფრო პერსპექტიულია კალიმაგნეზია, რომელშიც 27-28 პროცენტი K_2O . იგი კარგ შედეგს იძლევა ქლორისადმი მგრძობიარე კულტურების მიმართ მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე.

ვ) კალიელექტროლიტი $K_2O = 45$ პროცენტს

კალიელექტროლიტი მიიღება კარნალიტიდან მაგნიუმის ანარჩენის სახით. ის თავის შედგენილობაში შეიცავს 45 პროცენტ K_2O და 4-5 პროცენტ $MgCl_2$.

ზ) ნაცარი წარმოადგენს კალიუმიან, ფოსფორიან და კირიან სასუქს. მასში კალიუმი K_2CO_3 სახით მოიპოვება. კალიუმის რაოდენობა სხვადასხვა მცენარის ნაცარში მერყეობს 4-5-დან 36,3 პროცენტის ფარგლებში (იხ. ცხრილი 57).

როგორც ქვემოთ მოყვანილ მონაცემებიდან ჩანს, ზოგიერთი მცენარის ნაცარში კალიუმის რაოდენობა საკმაოდ დიდია და მას თავისუფ-

ლად შეუძლია შესცვალოს არა მარტო დაბალპროცენტიანი კალიუმის სასუქები, არამედ 30—40-პროცენტიანი ქლორკალიუმის სასუქიც

ცხრილი 27

სხვადასხვა მცენარის ნაცარი კალიუმის, ფოსფორისა და კირის შემცველობა %-ობით .

ნაცრის დასახელება		P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
არყის ზის	ნაცარი	7.10	13.30	36.30
ტირიფის	"	2.05	4.55	43.45
მუზის	"	4.90	8.00	60.40
ალეის ზის	"	11.50	12.50	40.00
ფიქვის	"	2.0	6.90	31.80
ნაძეის	"	2.40	3.20	95.30
ჭეავის ნაძეის	"	4.70	16.8	8.50
ხორბლის	"	6.3	13.59	5.92
წიწიბურას ჩალის	"	2.50	32.28	18.54
მზესუმხირას	"	2.50	36.28	18.54
ტოფის	"	7.20	4.75	25.75

(მზესუმხირას ჩალის ნაცარი). გარდა კალიუმისა, მასში საკმაოდ მოიპოვება ფოსფორი და კალციუმი. ნაცარი ტუტე რეაქციისაა, ამიტომ მისი შეტანა უმჯობესია მკავე ნიადაგებში, რითაც შესაძლებელია ამ უკანასკნელის ერთ და იმავე დროს გამდიდრება კალიუმით, ფოსფორით, კალციუმით და ამით არეს რეაქციის განეიტრალება. ნაცარი შეიძლება გამოყენებულ იქნას ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარისათვის, მაგრამ უმჯობესია ქლორისადმი მგრძობიარე კულტურების მიმართ, რადგან მასში კალიუმი K_2CO_3 -ის სახით მოიპოვება. ნაცრის დოზა დამოკიდებულია ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებზე, კულტურული მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე და აგროტექნიკის დონეზე. ჩვეულებრივ ჰექტარზე შეაქვთ 3-5 ცენტნერის რაოდენობით. საჭიროა ამ ძვირფასი ადგილობრივი მნიშვნელობის კალიუმთან, ფოსფორთან და კირთან სასუქის წესიერად შეგროვება-გამოყენებას ჯეროვანი ყურადღება მიექცეს.

4. რთული მრავალმხრივი სასუქები

რთულ სასუქებს ეკუთვნის ყველა ის, რომლებიც შეიცავენ მცენარისათვის საჭირო ერთ საკვებ ელემენტზე მეტს. ასეთია როგორც ორგანული, ისე მინერალური სასუქები. მათ სხვანაირად მრავალმხრივს, კომბინირებულს, ორმაგი ან სამმაგი მოქმედების კონცენტრატებსაც უწოდებენ. თუ სასუქი შეიცავს აზოტს, ფოსფორს და კალიუმს, მას სრულს უწოდებენ. რთული მინერალური სასუქები მიიღება ქიმიური (სინთეზური) გზით ან მარტივი სასუქების უბრალო შერევით.

რთული სასუქების წარმოებას ორი მიზანი აქვს:

1. სასუქის გადასაზიდად სატრანსპორტო ხარჯების შემცირება და
2. სასუქების ხარისხის გაუმჯობესება.

სატრანსპორტო ხარჯების შემცირებას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს. კერძოდ, საბჭოთა კავშირში სასუქების წარმოების გეოგრაფიული განაწილება ისეთია, რომ საჭირო ხდება მათი შორ მანძილზე გადაზიდვა. გადაზიდვისას კი მასში შემავალი მარტივი სასუქები შეიცავენ უსარგებლო ბალასტის მნიშვნელოვან რაოდენობას. ასე, მაგალითად, გოგირდმჟეა ამონიუმში 75 პროცენტი ბალასტია, ხოლო სუპერფოსფატში 82 პროცენტი და ა. შ. რთული მინერალური სასუქების წარმოებით მნიშვნელოვნად მცირდება სასუქში ბალასტი, რაც იწვევს სატრანსპორტო ხარჯებისა და აქედან გამომდინარე სასუქის ღირებულების შემცირებას. გარდა ამისა, უმჯობესდება მისი ხარისხიც. ასე, მაგალითად, ამონიუმბული სუპერფოსფატის დამზადებისას, მასზე ამონიაკის მიმატებით იკვრება თავისუფალი ფოსფორმჟეა, რითაც საგრძნობლად უმჯობესდება სასუქის ფიზიკური თვისებები. ასევე უმჯობესდება ჰიგროსკოპულობის შემცირების შედეგად რთული სასუქების ხარისხი. თუ საკვები ელემენტების თანაფარდობა ასეთ სასუქებში არ არის ნორმალური, მაშინ მათ უმატებენ მარტივ სასუქებს. მარტივი სასუქების დამატება შეიძლება ჩატარდეს როგორც სასუქის დამამზადებელ ქარხნებში, ისე ადგილზე. ისეთ რთულ სასუქებს, რომლებსაც არ ესაქიროებათ მარტივი სასუქების დამატება, გაწონასწორებული ანუ ჰარმონიული ეწოდება.

რთულ სასუქებში მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტების შეფარდება დამოკიდებულია ნიადაგისა და კულტურის თვისებებზე, თესლბრუნვასა და სასუქების დოზებზე. მას განსაზღვრავს აგრეთვე სასუქების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, მათი დამზადების ტექნოლოგია. მაგალითად, თუ ქვიშნარი ნიადაგის ყოველ ჰექტარზე შეგვაქვს 20 კილოგრამი აზოტი, მაშინ საუკეთესო თანაშეფარდება $N:K_2O$ უდრის $1:4$. მაგრამ აზოტის უფრო გადიდებული დოზების შეტანის შემთხვევაში იგივე ელემენტების უკეთესი შეფარდება უკვე სხვა იქნება — $1:2$ ან $1:1$. გამომდინარე აქედან საკვები ელემენტების სასურველი თანაშეფარდების დადგენა რთულ სასუქებში ძნელ ამოცანას წარმოადგენს და იგი შეიძლება გადაწყდეს მხოლოდ კონკრეტულ პირობებში.

უნდა აღინიშნოს, რომ მინერალური სასუქების ძირითად წყაროდ უახლოეს ხანში მარტივი, ე. ი. ცალმხრივი სასუქები დარჩება, მაგრამ ეს არ გამორიცხავს რთული სასუქების გამოყენებას.

რთული სასუქები ორ ჯგუფად იყოფა:

1. რთული სასუქები, რომლებიც შეიცავენ აზოტსა და ფოსფორს, აზოტსა და კალიუმს, ან ფოსფორსა და კალიუმს.

ასეთ სასუქებს ორმაგს უწოდებენ.

2. რთული სასუქები, რომლებიც შეიცავენ აზოტს, ფოსფორს და კალიუმს.

მათ სამმაგს უწოდებენ.

ორმაგ რთულ სასუქებს ეკუთვნიან:

1. ამონიზებული სუპერფოსფატი, ამიაკური სუპერფოსფატი, ამოფოსი, ნიტროფოსფატი, რომელთა შემცველობაში შედის აზოტი და ფოსფორი.

2. კალიუმის გვარჯილა და პოტაზოტი შეიცავს კალიუმსა და აზოტს.

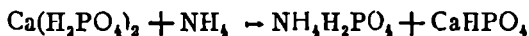
3. კალიუმისანი სუპერფოსფატი (კალიფოსფატი), რომელიც შეიცავს კალიუმს და ფოსფორს (შერეული სასუქი).

სამმაგ რთულ სასუქს წარმოადგენს ნიტროფოსკა, ამოფოსკა და შარდოვანკალიფოსფატი, რომლებიც შეიცავენ აზოტს, ფოსფორს და კალიუმს.

ზემოთ ჩამოთვლილიდან ჩვენთვის უფრო საყურადღებოა ის სასუქები, რომლებიც შეიცავენ აზოტსა და ფოსფორს, რადგან საქართველოში ყველა კულტურაზე და თითქმის ყოველგვარ ნიადაგზე იძლევიან ეფექტს. რაც შეეხება კალიუმს, იგი ყველგან არ გამოიყენება და საჭიროებისდა მიხედვით შეიძლება შეტანილ იქნას. მარტივი სასუქების სახით.

ა) ამონიზებული სუპერფოსფატი

ამონიზებული სუპერფოსფატი მიიღება გაზისებური ან ამონიაკის წყლის ხსნარით გაჟღენთვის გზით. რეაქცია ასეთია:

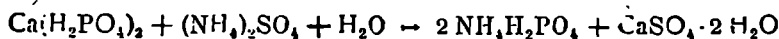


მიღებული სასუქი შეიცავს 2-3 პროცენტ აზოტს. სუპერფოსფატის ამონიაკით მეტი მაძრობისას მიიღება სასუქი, რომელიც შეიცავს 5-6 პროცენტ აზოტს, მაგრამ ამ შემთხვევაში ფოსფორის მკაფიას დიდი ნაწილი გადადის ძნელადხსნად სამკალციუმთან ფოსფატში, რაც, ცხადია, უარყოფით მოვლენად უნდა ჩაითვალოს. ამიტომ, ჩვეულებრივ, ამონიაკით სუპერფოსფატის გაჟღენთვის ამთავრებენ ამ უკანასკნელის ფოსფორის მკაფიას სამკალციუმთან ფოსფატში გადასვლის დაწყების მომენტამდე. საზღვარგარეთ ძლიერ გავრცელებულია ამონიზებული სუპერფოსფატის დამზადება. საბჭოთა კავშირში მის წარმოებას დიდი პერსპექტივები აქვს.

ამონიზებულ სუპერფოსფატს ჩვეულებრივ სუპერფოსფატთან შედარებით, შემდეგი უპირატესობა აქვს: მასში იპპობა მეაიანობა, მცირდება სასუქის ჰიგროსკოპულობა და კარგი მობნევალობის თვისებას იძენს. გარდა ამისა, თვით სუპერფოსფატის წარმოების პროცესიც უფრო მარტივდება. მაგრამ იგი მცირე რაოდენობით შეიცავს აზოტს, რის გამოც გამოყენებისას უნდა დაემატოს აზოტიანი სასუქები.

ბ) ამონიაკური სუპერფოსფატი

ამონიაკური სუპერფოსფატი გოგირდმეფავა ამონიუმთან შერევით მიიღება. ამ დროს მიმდინარეობს შემდეგი სახის რეაქცია:



ამ პროცესში წარმოშობილი თაბაშირი შეიწოვს წყალს და სასუქი მაგრდება, რაც უარყოფით მხარედ უნდა ჩაითვალოს, ამიტომ გაფხვიერების გარეშე შეუძლებელია მისი ნიადაგში შეტანა.

ამონიაკურ სუპერფოსფატს თავისთავად მკავე რეაქცია აქვს, მისი მკავეიანობა იზრდება ფიზიოლოგიური მკავეიანობის გამო და მასში შემავალი ამონიაკის ნიტროფიკაციის შედეგად. ამიტომ იგი ნიადაგს უფრო ამკავეებს, ვიდრე ამონიზებული სუპერფოსფატი.

გ) ამოფოსი

ამოფოსი მიიღება ფოსფორის მკავეას ამონიაკით განეიტრალების გზით. განეიტრალების ხარისხის შესაბამისად არსებობს ამოფოსის სამი სახე: მონოამოფოსფატი $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, დიამოფოსი $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ და ტრიამოფოსი $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$. ეს უკანასკნელი ჩვეულებრივ ოთახის ტემპერატურაზე გამოყოფს ამონიაკს და ამიტომ სასუქად არ გამოიყენება.

მონოამოფოსი და დიამოფოსი შემდეგი მაჩვენებლებით ხასიათდება:

სასუქის დასახელება	შეიცავს %-ობით		შეთარდება N:P ₂ O ₅	მოლიარული ხსნარის PH
	N	P ₂ O ₅		
მონოამოფოსი	11—12	20—01	1 : 4	4,4
დიამოფოსი	20—21	51—52	1 : 2,5	8,0

თუ მონოამოფოსი და დიამოფოსი დამზადდა სუფთა ფოსფორის მკავეისაგან, მაშინ მათში P₂O₅ შემცველობა გაიზრდება, ხოლო თუ მათ დასამზადებლად ხმარებული ფოსფორის მკავეა მიიღება ფოსფორიტზე

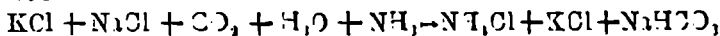
გოგირდის მქაევას მოქმედებით, მაშინ სასუქი შეიცავს გარკვეული რაოდენობით გოგირდის მქაევას, კალციუმს, რკინას და ალუმინს. ასეთი ამოფოსი ყოველთვის მინარევის სახით შეიცავს გოგირდმქაევა ამონიუმს, კალციუმის სულფატს ან კალციუმის ფოსფატს და რკინისა და ალუმინის ფოსფატებს, რაც უარყოფითად მოქმედებს მის ხარისხზე. აპატიტიდან მიღებული ფოსფორის მქაევა ალუმინისა და რკინის ფოსფატს უფრო ნაკლები რაოდენობით შეიცავს. გარდა ფოსფორის ძალი შემცველობისა, მონო და დიაფოსფატს დადებით თვისებად ჩაითვლება ის, რომ იპინი მცირე ჰიკროსკოპულობით და კარგი ბნევალობით ხასიათდებიან, მათში საკვები ნივთიერებანი მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელ ფორმებში იმყოფება.

ამოფოსი ნიადაგს ნაკლებად ამეავეებს, რაც დადებითია. გარდა ამისა, მასში არსებული აზოტის ამონიაკური ფორმის ნაწილი შედის ნიადაგის შემწურავ კომპლექსში, ხოლო ნაწილი მიკროორგანიზმების გავლენით გადადის ნიტრატებში. 1 ტონა დიაფოსფატი P_2O_5 და N-ის შემცველობის მიხედვით 3,5 ტონა სუპერფოსფატს და 1 ტონა გოგირდმქაევა ამონიუმს უდრის. იგი კარგი ტრანსპორტაბელობით ხასიათდება.

ამოფოსი პირველ რიგში გამოყენებული უნდა იქნეს ისეთ ნიადაგებზე, რომლებზეც ფოსფორიანი სასუქები დიდ ეფექტს იძლევიან. მაგრამ თუ მას ვიყენებთ ისეთი კულტურებისათვის ისეთ ნიადაგებზე, რომლებზედაც ფოსფორის გარდა აზოტიც კარგად მოქმედებს, მაშინ აუცილებელია მასზე მარტივი აზოტიანი სასუქის დამატება იმგვარად, რომ აზოტისა და ფოსფორის შეფარდება დაახლოებით უდრიდეს 1 : 1. ამოფოსის წარმოება საბჭოთა კავშირში დიდი ხანია დაიწყო, ის მომავალში ალბათ კიდევ უფრო გაფართოვდება, რადგანაც რთული სასუქებიდან ყველაზე უფრო პერსპექტულია.

დ) პოტაზოტი $NH_4Cl \cdot KCl \cdot N=12$ პროცენტს, $K_2O=24$ პროცენტს

პოტაზოტი მიიღება როგორც დამატებითი პროდუქტი სოლვეის მეთოდით სოდის წარმოებისას. ამ შემთხვევაში სოდის მისაღებად სილვინიტს უმატებენ ამონიაკს, ნახშირორჟანგს და წყალს. ეს რეაქცია შემდეგნაირად მიმდინარეობს:



რეაქციის დამთავრებისას გამოილექება სოდა, ხოლო ხსნარში კი დარჩება NH_4Cl და KCl . ამ უკანასკნელი მარილების გამოლექვა ხსნარიდან წარმოებს გამოკრისტალებით. პოტაზოტის მიღება შეიძლება აგრეთვე კარნალიტიდანაც. რაც მეტია კარნალიტში კალციუმის შემცველობა, მით ნაკლებია მისგან მიღებულ პოტაზოტში აზოტის შეფარ-

დება კალიუმთან და, პირიქით, რაც უფრო ხაკლებია კალიუმის შემცველობა კარნალიტში, მით მეტია პოტაზოტში შეფარდება აზოტისა კალიუმთან. საბჭოთა კავშირში პოტაზოტს არ ამზადებენ. მას გააჩნია მთელი რიგი უარყოფითი მხარეები: შეიცავს დიდი რაოდენობით ქლორს, ფიზიოლოგიურად ძლიერ მკავე სასუქია, აზოტის შემცველობა ძალზე მცირეა. პოტაზოტში ქლორის მაღალი შემცველობის გამო მის გამოყენება ამ ელემენტისადმი მგრძობიარე მცენარეების ქვეშ (თამბაქო, ვაზი, კარტოფილი და სხვა) არ შეიძლება.

პოტაზოტი, ისე როგორც სილენიტი, შეტანილ უნდა იქნას ნიადაგში წინასწარ, რათა მოხდეს ქლორის ნაწილობრივი ჩარეცხვა ქვედა ფენებში.

ე) კალიუმის გვარჯილა KNO_3 . $K_2O=46$ — 46 პროცენტს, $N=13$ პროცენტს

რთულ სასუქებს ეკუთვნის აგრეთვე კალიუმის გვარჯილა, რომელიც შეიცავს მცენარისათვის საჭირო ორ ელემენტს — აზოტსა და კალიუმს. კალიუმის გვარჯილაში აზოტის შეფარდება კალიუმთან არის $1 : 3,5$ -თან. ამიტომ მისი გამოყენებისას საჭიროა დამატებით სხვა აზოტიანი სასუქების შეტანა.

საბჭოთა კავშირში კალიუმის გვარჯილა უმთავრესად გამოიყენება მრეწველობაში, მცირე რაოდენობით კი სასუქის სახით ძვირფასი ტექნიკური კულტურების გასანაოყიერებლად. კალიუმის გვარჯილას ახასიათებს კარგი ფიზიკური თვისებები, ინახება კარგად.

ორმაგ რთულ სასუქებს ეკუთვნიან აგრეთვე პოტაზოტი, ნიტროფოსფატი, კალიუმისანი სუპერფოსფატი.

პოტაზოტი მიიღება ფოსფორიტისა და ციანამიდის გოგირდის მკავით დამუშავებით. მისი წარმოება ცნობილია საფრანგეთში.

ნიტროფოსფატი მზადდება ფოსფორიტიდან ფოსფორის მკავის აზოტის სიმკავით ექსტრაქციის გზით. ის შეიცავს კალციუმის გვარჯილას და კალციუმის მონოფოსფატს. ამ სასუქის საერთო ფოსფორის მკავას 90 პროცენტი წყალში იხსნება.

კალიუმისანი სუპერფოსფატი მიიღება სუპერფოსფატის შერევით კალიუმქლორთან ან კალიუმის სულფატთან სხვადასხვა შეფარდებით. კალიუმისანი სუპერფოსფატი წარმოადგენს რთულ შერეულ სასუქს, რომელიც გამოიყენება მდელოსა და პარკოსანი ბალახების ნათესების გასანაოყიერებლად.

ვ) ხაშხაგი რთული ხასუქები

სამმაგ რთულ სასუქებს მიეკუთვნება ნიტროფოსკა, ამოფოსკა, შარლოვანა-კალიფოსფატი.

ნიტროფოსკას მისაღებად გამოიყენება NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ და KCl . ზოგ ნიტროფოსკაში კალიუმქლორი შეეცვლილია კალიუმის გვარჯილით. მას ომამდე ამზადებდნენ გერმანიაში. ნიტროფოსკას ექვსი სხვადასხვა სახე მზადდებოდა. იგი კარგი ფიზიკური თვისებებით და ბნევალობით ხასიათდება.

ამოფოსკა მიიღება გოგირდმჟავა ამონიუმის, ამოფოსისა და კალიუმქლორისაგან. თავისი ფიზიკური თვისებებით იგი სჯობს ნიტროფოსკას, რადგანაც მასში სრულიად არ შედის აზოტმჟავა ამონიუმი. ამოფოსკის შედგენილობაში ფოსფორის შემცველობა ქარბობს აზოტს და კალიუმს.

შარდოვანა-კალიფოსფატი ანუ ხაკაფოსი მზადდება შარდოვანას, კალიუმის გვარჯილისა და დიამონიფოსფატისაგან. იგი სრულიად არ შეიცავს ბალასტ ნივთიერებას. მასში აზოტი წარმოდგენილია ნიტრატულ, ამონიაკურ და ამიდურ ფორმებში. მას ომამდე ამზადებდა გერმანია, მაგრამ სასუქის ღირებულება ძალზე ძვირი იყო, ამიტომ აყენებდნენ ძვირფასი ხეხილისა და ბოსტნეულის კულტურებისათვის ხსნარის სახით.

ქვემოთ მოგვყავს ზოგიერთი რთული სასუქის ქიმიური შედგენილობა და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები (იხ. ცხრილი 5B)¹.

ზ) შერეული სასუქები

შერეული ეწოდება ისეთ სასუქებს, რომლებიც მიიღება მარტივი სასუქების მექანიკური შერევის გზით.

მათი მომზადება რთულისაგან იმით განსხვავდება, რომ ამ შემთხვევაში მარტივი სასუქების ნაწილაკები მექანიკურადაა არეული ერთმანეთში ნიჩბით, მანქანებით, ან ამ მიზნით სპეციალურად მოწყობილ ქარხნებში.

შერეული სასუქების მომზადების დრო მრავალ პირობაზეა დამოკიდებული. საერთოდ ის არ უნდა მომზადდეს ნიადაგში შეტანამდე დიდი ხნით ადრე. ზოგი სასუქის წინასწარი შერევა დაუშვებელია, ზოგიც საერთოდ არ შეიძლება ერთმანეთს შეერიოს. ასე, მაგალითად, აზოტიანი სასუქების ამონიაკური ფორმები $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, \text{NH}_4\text{Cl}]$ არ შეიძლება შეერიოს კირის შემცველ სასუქებს, რადგან ამ უკანასკნელის ზემოქმედებით კალციუმი ანაცვლებს ამონიაკს, რომელიც ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე ადვილად ქროლდება და იკარგება.

6. შიკროსპსუქები

მეოცე საუკუნის დასაწყისში დადგენილ იქნა, რომ მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის გარდა ძირითადი ელემენტებისა — აზოტი,

¹ Грушина авторов—Курс учения об удобрении с основами агрохимии. М., 1937 г.

რთული სასუქების შედგენილობა

სასუქის დასახელება	მთავარი შე- მაღვენილი ნ.წილის ქიმიური შედგენილობა	საკვები ნივთიერება %	წყალში ხსნადობა	მიღები- სას ტენის %																								
ამოფოსი	NH_4HPO_4 და $NH_4H_2PO_4$	N—11-12, P_2O_5 —61 ან N—20-21, P_2O_5 —51-53	კარგად ხსნა- დია	2-მდე																								
ამონიებული სუპერფოსფა- ტი	$NH_4H_2PO_4$ + CaHPO ₄	N—2-3 მარტივ სუპერ- ფოსფატში, 7-8 N ორმაგ სუპერფოსფატში	ამონიუზის ფოსფატის ნაწილი კარ- გად ხსნადია	5—12																								
პოტაზოტი	NH_4Cl +KCl	N—12 და K_2O —24	კარგად ხსნადია	3-მდე																								
ნიტროფოსკა	NH_4NO_3 + $NH_4H_2PO_4$ + KCl ან K_2SO_4	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>N</td> <td>P_2O_5</td> <td>K_2O</td> </tr> <tr> <td>შავი</td> <td>17,5</td> <td>13,0</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>ციფური</td> <td>14</td> <td>10</td> <td>25,0</td> </tr> <tr> <td>წითელი</td> <td>16,5</td> <td>16,5</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>მწვანე</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>მიხაკის ფერი</td> <td>15,5</td> <td>15,5</td> <td>19</td> </tr> </table>		N	P_2O_5	K_2O	შავი	17,5	13,0	22	ციფური	14	10	25,0	წითელი	16,5	16,5	20	მწვანე	15	30	15	მიხაკის ფერი	15,5	15,5	19	კარგად ხსნადია	5-მდე
	N	P_2O_5	K_2O																									
შავი	17,5	13,0	22																									
ციფური	14	10	25,0																									
წითელი	16,5	16,5	20																									
მწვანე	15	30	15																									
მიხაკის ფერი	15,5	15,5	19																									

და მთავარი თვისებები

ჰიგროსკოპულობა	შემკვრივება	ბნევალობა	ნიადარის რეაქციაზე მოქცელება	გარეუანი ნიშნები	დაზნასიათება, თვისებითი რეაქცია
არაჰიგროსკოპულია	სუსტად იბელებება	კარგი	სუსტად ამჟავებას	თეთრი ფერის კრისტალური ფხვნილი	იოლად ლღვება, გავარჯარებულ ნახშირზე დღოს და იძლევა ამონიაცის სუას. თითქმის მთლ ნად ხსნადია; $AgNO_3$ მიმაჯებით ხსარი ყვითლდება და იძლევა ნალეს
არაჰიგროსკოპულია	არ იბელებება	კარგი	იგივე	თეთრი ფერის წყრილი კრისტალური ფხვნილი	განსხვავდება ამოფოსისაგა გარეუანი ნიშნებით. წყალში მთლიანად არ იხსნება. გავარჯარეულ ნახშირზე უმნიშვნლოდ იცვლება
ნაკლებად ჰიგროსკოპულია	სუსტად იბელებება	კარგი	ამჟავებს	თეთრი ან მონაცრისფრო კრისტალური ფხვნილი	იხ. რეაქცია კალიუმქლორზე და ქლორამონიუმზე
ნაკლებად ჰიგროსკოპულია	სუსტად იბელებება	დამაჯმაყოფილებელი	სუსტად ამჟავებს	თეთრი ან ვარდისფერი კრისტალური ფხვნილი	იხ. რეაქცია ამოფოსზე და ქლორკალიუმზე ან გუგარზე (თუ ამოფოსი შეიცავს K_2SO_4)

ფოსფორი, გოგირდი, კალიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი, რკინა, ნახშირბადი, წყალბადი, ენგბადი — ესაჭიროება: ბორი, მანგანუმი, თუთია, სპილენძი, მოლიბდენი და სხვ. ეს უკანასკნელი ელემენტები მცენარის ორგანიზმში მცირე რაოდენობით მოიპოვებიან. ამიტომ მათ მიკროელემენტებს უწოდებენ, ხოლო იმ სასუქებს, რომლებიც ამ ელემენტებს შეიცავენ — მიკროსასუქებს.

მიკროელემენტების შემცველობა მცენარეში პროცენტის მეასედს არ აღემატება. მიუხედავად ასეთი სიმცირისა, მაინც შენიშნულია ზოგიერთ ნიადაგებზე მათი ნაკლებობის შედეგად მცენარის განვითარების შეფერხება. დღეისათვის დადგენილია ბორის, მანგანუმის, სპილენძისა და თუთიას პრაქტიკული მნიშვნელობა. არასაკმაოდ არის დადგენილი ისეთი მიკროელემენტების მნიშვნელობა, როგორცაა მოლიბდენი, გერმანიუმი და რადიოაქტიური ნივთიერებები. ზოგიერთი მიკროელემენტი — იოდი, კობალტი თითქმის არ მოქმედებს მცენარის მოსავლიანობაზე, ხოლო რაც შეეხება მცენარის შემადგენლობაში შემავალ დანარჩენ მიკროელემენტებს, მათი ფიზიოლოგიური როლის შესახებ ჭერჯერობით არაფერი არაა ცნობილი.

მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ნიადაგში მიკროელემენტების სიმცირის დროს ან მათი ძნელადხსნად ფორმებში არსებობისას, მცენარე ნორმალურად ვერ ვითარდება და მოსავალი ეცემა. ასეთ შემთხვევაში მიკროსასუქების გამოყენება მნიშვნელოვნად აღიძებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობას. ცდებით დამტკიცებულია, რომ ბორის შემცველი მიკროსასუქების გამოყენებით შაქრის ჭარხლის მოსავლიანობა 20-25 პროცენტით იზრდება და მოსავლის ხარისხი არსებითად უმჯობესდება. მიკროსასუქების ეფექტურობა დამოკიდებულია ნიადაგის ტვისებებსა და მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებებზე. ასე, მაგალითად, ცნობილია, რომ ბორი და მანგანუმის შემცველი მიკროსასუქები მეტად ეფექტურია კარბონატულ ტუტე რეაქტივის მქონე და ჭარბად მოკირიანებულ ნიადაგებზე, რადგან მასში აღნიშნული ელემენტები მცენარისათვის ძნელად შესათვისებელ ფორმებში იმყოფებიან. სპილენძის შემცველი მიკროსასუქები განსაკუთრებით კარგ შედეგებს იძლევა ჭაობიან და ახლად გამოსულ ნიადაგებზე. შენიშნულია, რომ კარბონატულ ნიადაგებზე ბორისა და მანგანუმის შემცველი მიკროსასუქების შეტანა მნიშვნელოვნად აღიძებს შაქრის ჭარხლის, სელისა და მდოგვის მოსავალს, მაშინ როდესაც იგივე სასუქები იმავე ნიადაგებზე ხორბლეული კულტურებისათვის ნაკლებად ეფექტურია.

ბორის შემცველ მიკროსასუქებად გამოიყენება:

	ბორის შემცველობა %
ბორის მჟავა.....	17,5
ბო რ ა ქ ს ი.....	11,3
ბო რ ა ნ ც ი.....	3,0
ბორმანგანუმის სასუქი....	1—2

ბორის შემცველი სასუქის დოზა იცვლება ნიადაგისა და კულტურის თავისებურების და შეტანის ტექნიკის მიხედვით. შაქრის, სუფრისა და საკვები ქარხლის, ბოლოკისა და თურნეფისათვის კარბონატულ და გაკირიანებულ ეწერ ნიადაგებზე მოხვნის წინ მობნევით შეტანისას საშუალოდ ჰექტარზე საჭიროა 1—1,5 კილოგრამი ბორი, იგივე კულტურებისათვის იმავე ნიადაგზე სასუქის თესვის წინ მწკრივში შეტანის შემთხვევაში კი 0,2—0,3 კილოგრამი ჰექტარზე. ონჯისათვის ყავისფერ ნიადაგებზე მოხვნის წინ მობნევით შეტანისას საჭიროა 1,0—2,0 კილოგრამი ბორი ჰექტარზე, ხოლო სამყურასათვის იგივე ნიადაგებზე იმავე წესით შეტანისას — 0,5—1,5 კილოგრამი ჰექტარზე. ხეხილის ბაღში თითო ძირ ხეზე, კარბონატულ ნიადაგებზე, გამოიყენება 1—5 გრამი სუფთა ბორი.

მანგანუმის შემცველ სასუქებს მიეკუთვნება: მანგანუმი გოგირდ-ჰეავასი (კრისტალური), მანგანუმის შემცველობა 24,6, მანგანუმის წილა 9—15 პროცენტი.

მანგანუმის წილა მიიღება როგორც ანარჩენი მარგანეცის წარმოებისას. მანგანუმის საჭირო დოზები ისე როგორც ბორისა, იცვლება ნიადაგისა და კულტურის თავისებურებისა და სასუქის შეტანის ტექნიკის მიხედვით. ასე, მაგალითად, შაქრის, სუფრისა და საკვები ქარხლისათვის კარბონატულ, ბიცობ, ქარბად მოკირიანებულ ეწერ ნიადაგებზე მოხვნის წინ, მობნევისას ჰექტარზე შეიტანება 30—40 კილოგრამი Mn მარგანეცის შლამის სახით. თუ იგივე სასუქი შეგვაქვს მწკრივში თესვისას, მაშინ მისი დოზა 15—20 კილოგრამს უდრის ჰექტარზე.

სპილენძის შემცველ მიკროსასუქებს ეკუთვნიან:

	სპილენძის შემცველობა %
სპილენძი გოგირდის მჟავასი (კრისტალური)	25,9
კოლჩედრიანი (პირიტისანი) ნამწვევი	0,3—0,4

კოლჩედრიანი ნამწვევი წარმოადგენს გოგირდის მჟავას წარმოების ანარჩენს.

ცდებით დადგენილია, რომ სპილენძის შემცველი სასუქები კარგად მოქმედებენ ქაობიდან ახლად გამოსულ ნიადაგებზე. დაბლობის ტორფნარებზე, რომლებიც ამოშრობის შემდეგ კულტურულ ნია-

დაგებად იქცენ, მარცვლელ, ბოსტნეულ და სხვა კულტურებისათვის შეიტანება სპილენძის შემცველი სასუქები ჰექტარზე 5—6 კილოგრამი სპილენძის ანგარიშით.

თუთიის სასუქად გამოიყენება თუთია გოგირდის მქადასი, რომელიც 22,8 პროცენტ თუთიას შეიცავს. თუთიას ნაკლოვანება მცენარეებს გარეგანი ნიშნებით ეტყობა. ხეხილის ხეების ფოთლები წვრილი და ვიწროა, თეთრი ან მოყვითალო-ქლოროზის ნიშნებით. ცვივა ფოთლები და სხე.

თუთიას შემცველი სასუქი ხეხილის ბაღში შეიძლება შევიტანოთ ფესვთა სისტემის გავრცელების ზონაში მოხვნის ან გადაბარვის წინ. ამ შემთხვევაში სუფთა თუთიას დოზა ერთ ძირ ხეზე 5—10 გრამამდე საკმარისია.

გარდა ნიადაგში შეტანისა, თუთიას შემცველ სასუქებს ხეხილის ბაღში ხის ფოთლებზეც ასხურებენ. ამ მიზნით ამზადებენ აღნიშნული სასუქის ხსნარს, რომელშიაც 0,05—0,08 პროცენტი თუთია შედის. შესხურებას აწარმოებენ დილით ნამის გაშრობამდე, ან საღამოს, აგრილების დაწყებისთანავე.

6. მინერალური სასუქების გამოყენების ტექნიკა

ა) მინერალური სასუქების შენახვა

მინერალური სასუქების ეფექტურობა სხვა პირობებთან ერთად დიდად არის დამოკიდებული თვით მის ხარისხზე. მინერალური სასუქების ხარისხს კი განსაზღვრავს შენახვის პირობები. ცუდი შენახვისას იკარგება მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებების დიდი რაოდენობა და სასუქების ფიზიკური თვისებები ძალზე უარესდება.

მინერალური სასუქების დიდი უმრავლესობა წყალში ხსნადია. ამიტომ არ შეიძლება მათი ღია ცის ქვეშ დაყრა. შენობაში, მიწაზე მოთავსებული მინერალური სასუქი შთანთქავს მიწიდან წყალს, სველდება და იბელტება, რის შედეგად ძნელდება მისი ნიადაგში შეტანა. საჭირო ხდება მისი წინასწარი დაქუცმაცება, რაზედაც იხარჯება მუშახელის მნიშვნელოვანი რაოდენობა. მინერალური სასუქები არაერთნაირი ჰიგროსკოპულობით ხასიათდებიან და ამიტომ შენახვის სხვადასხვა პირობებს მოითხოვენ. ამის მიხედვით მინერალური სასუქები შეიძლება სამ ჯგუფად დავყოთ:

1. არაჰიგროსკოპული სასუქები, რომლებიც შენახვისადმი ნაკლებ მოთხოვნილებას იჩენენ. მათ მიეკუთვნება: კირის ფქვილი, თაშისის წიდა, ფოსფორიტის ფქვილი და ნაცარი.

2. შენახვის პირობებისადმი უფრო მეტი მოთხოვნილების მქონე ნაკლებად ჰიგროსკოპული სასუქები: ამონიუმის სულფატი, პრეციფი-

ტატი, სილვინტი, კალციუმის ციანამიდი, ამოფოსი და სუპერფოს-
ფატი.

3. მაღალი ჰიგროსკოპული სასუქები მოითხოვენ შენახვის განსა-
კუთრებულ პირობებს. ასეთი სასუქებია: ამონიუმის გვარჯილა, კალ-
ციუმის გვარჯილა, ამონიუმის ნიტრატსულფატი. სასუქი, ხარისხის
შენარჩუნებისათვის უნდა ინახებოდეს სპეციალურად მოწყობილ საწ-
ყობებში.

ბ) მინერალური სასუქების საწყობები

სასუქების მომარაგების სისტემაში აუცილებელია ოთხი ტიპის საწ-
ყობის მოწყობა.

1. საბაზისო საწყობები, რომელთა მოცულობა 5 — 10 ათას ტონას
უდრის.

2. სარკინიგზო საწყობები, 500 — 1000 ტონის ტევადობით.

3. 3 ათას ტონიანი სარაიონო საწყობები და

4. შიდასამეურნეო საწყობები, რომელთა მოცულობა 500 ტო-
ნამდე აღწევს.

მინერალური სასუქების მწარმოებელი ქარხნებიდან პროდუქცია
იგზავნება საბაზისო საწყობებში, საიდანაც უმთავრესად გადააქვთ სა-
რკინიგზო საწყობებში, აქედან კი შეიძლება გადაიზიდოს სოფლმომარა-
გების საწყობებში ან პირდაპირ საბჭოთა მეურნეობებსა და კოლმეურ-
ნეობებში. მეურნეობაში ორი ტიპის მინერალური სასუქების საწყობი
ეწყობა: ა) შიდასამეურნეო ცენტრალური საწყობი, რომელიც კოლ-
მეურნეობის ან საბჭოთა მეურნეობის სამეურნეო შენობების ტერიტო-
რიაზე იგება, და ბ) მინდვრის საწყობი, სასუქების გამაყენების ადგი-
ლას აშენებული. ეს უქანასკნელი ძალზე მარტივი ტიპისაა.

ჩვეულებრივ არაა აუცილებელი მინერალური სასუქები საბაზისო
საწყობებში მოხვდეს. იგი ხშირად ქარხნებიდან პირდაპირ რაიონებში
იგზავნება. ასევე არ არის აუცილებელი სასუქების სარაიონო საწყო-
ბებში გატარება, შეიძლება იგი რკინიგზის სადგურიდან გადაიზიდოს
კოლმეურნეობაში ან საბჭოთა მეურნეობაში.

მინერალური სასუქების საწყობებისათვის უნდა შეირჩეს ისეთი
შემადლებული ადგილი, სადაც გრუნტის წყალი ახლოს არ არის ნია-
დაგის ზედაპირთან. საწყობის იატაკი დაცილებულ უნდა იქნეს მიწი-
დან 0,5 — 1 მეტრის სიმაღლეზე. იატაკს აკეთებენ ასფალტისას, ხის
ან რკინაბეტონისას. საწყობის კედლები შეიძლება იყოს ხის ან აგუ-
რის. სასუქებმა რომ არ დააზიანოს კედლები და იატაკი, მას ასფალტის,
ბითუმს, ქვანახშირის ან ხის ფისის საღებავებს უსვამენ. საწყობის სა-
ხურავად გამოიყენება ტოლი, შიფერი, ყავარი და სხვა. თუნუქის სა-
ხურავი არაა მიღებული, რადგან იოლად ზიანდება სასუქებიდან გამო-

ყოფილი გაზებით. საწყობს უკეთებენ ორ კარს ტრანსპორტის შესასვლელ-გასასვლელად და ფანჯრებს განათებისათვის. თანაბარი განათების მიზნით ფანჯრებს სახურავზე აკეთებენ. საწყობში სხვადასხვა სახის სასუქებს ცალ-ცალკე ინახავენ. ამ მიზნით კეთდება ტიხრები, რომლებზედაც აღნიშნულია ნომერი.

მინერალური სასუქების საწყობში უნდა იყოს შემდეგი ინვენტარი: სასწორი, ნიჩბები, ტომრები, ვედროები, ხანძარსაწინააღმდეგო მოწყობილობა და სხვა. მზიან ამინდში საწყობს ანიავებენ კარის გაღებით.

საწყობის მოცულობა დამოკიდებულია მეურნეობაში მისაღები მინერალური სასუქების რაოდენობაზე. ამ მიზნით კი საჭიროა ვიცოდეთ ერთი ტონა სასუქის მოცულობა.

ერთი ტონა მინერალური სასუქის მოცულობა კუბურ მეტრებში

ამონიუმის გვარჯილა	— 1,22	პრეციფიტატი	— 1,16
ამონიუმის სულფატი	— 1,12	ქლორკალიუმი	— 1,13
სულფატნიტრატ ამონიუმი	— 1,15	კალიუმის მარილი	— 1,06
მარტივი სუპერფოსფატი	— 1,02	კალიუმის სულფატი	— 0,77
ფოსფორიტის ფქვილი	— 0,62	ქვაკირის ფქვილი	— 0,98
თომასის წიდა	— 0,5		

სასუქები საწყობში უნდა დაიყაროს 2 — 2,5 მეტრის სიმაღლეზე.

გ) სასუქების დოზებისა და ნორმების გამოანგარიშება

სასუქების ეფექტურობა დიდად არის დამოკიდებული დოზების სწორად შერჩევაზე. დოზები ეწოდება სასუქების იმ რაოდენობას, რომელიც შეტანილ უნდა იქნას ნიადაგში. ნორმა კი წარმოადგენს სასუქების საშუალო წლიურ რაოდენობას ერთ ჰა-ზე, რომელიც დადგენილია სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისა და რაიონებისათვის.

სასუქების დოზები მოცემული კულტურისათვის შეიძლება შეიცვალოს არა მარტო ნიადაგის ტიპებისა და თესლბრუნვის მიხედვით, არამედ დროშიც — მცირდება თუ იზრდება საკვები ელემენტების რაოდენობა ნიადაგში. სასუქების დოზები იცვლება აგრეთვე აგროტექნიკურ და ტექნიკურ-ეკონომიური მიზეზების გამო.

ნიადაგში შესატან სასუქების ნორმებს გამოხატავენ: აზოტს N-ით, ფოსფორს P₂O₅-ით, კალიუმს K₂O-თი, კირს CaO-თი; მიკროელემენტებს: ბორს B-თი, მანგანუმს Mn-ით, თუთიას Zn-ით და სპილენძს Cu-ით. სასუქები შეიცავენ არა მარტო ხალას საკვებ ნივთიერებას, არამედ მინარევებსაც. იმისთვის, რომ დავადგინოთ სასუქის ნორმა, რომელიც შეიცავს სათანადო რაოდენობის საკვებ ნივთიერებას, საჭიროა მოვახდინოთ შესაფერისი გაანგარიშება.

ვთქვათ ერთ ჰექტარზე საჭიროა 100 კილოგრამი ხალასი აზოტის შეტანა სულფატამონიუმის სახით, რომელიც შეიცავს 20 პროცენტ N. იმისთვის, რომ გავიგოთ რამდენი სულფატამონიუმი საჭიროა 100 კილოგრამი ხალასი აზოტის მისაღებად, ვიქცევით შემდეგნაირად: აზოტის ნორმა 100 კილოგრამი უნდა გავამრავლოთ 100-ზე და გავყოთ სასუქში არსებული საკვები ელემენტის (აზოტის) პროცენტულ შემცველობაზე (20-ზე).

$$x = \frac{100 \cdot 100}{20} = 500 \text{ კილოგრამი}$$

მაშასადამე, ერთ ჰექტარზე რომ შევიტანოთ 100 კილოგრამი ხალასი აზოტი, საჭიროა 500 კილოგრამი სულფატამონიუმი. ამ გზით სასუქების ნორმების გამოსაანგარიშებლად იყენებენ შემდეგ ფორმულას

$$x = \frac{a \cdot 100}{b},$$

ხადაც x ნიშნავს სასუქის საჭირო რაოდენობას ჰექტარზე,

a — ნორმას საკვები ელემენტისა ჰექტარზე კილოგრამობით,

b — პროცენტულ შემცველობას საკვები ელემენტისა სასუქში.

თუ მოცემულ ფორმულაში ჩაესვამთ შესაფერის მაჩვენებლებს. მივიღებთ ნიადაგში შესატანი სასუქების ნორმებს.

დ) სასუქების დაფხვნა

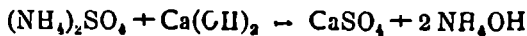
შებელტილი სასუქები გამოყენების წინ უნდა დაიფხვნას. შებელტილი სასუქების ნიადაგში შეტანა დაუშვებელია, რადგან მსხვილმა კოშტებმა ნიადაგის ხსნარის მაღალი კონცენტრაციის შექმნის შედეგად შეიძლება გამოიწვიოს მცენარის ამოწვა. შებელტილი სასუქების გამოყენება განსაკუთრებით საფრთხილია ჭეჭილის გამოსაკვებად.

სასუქების შებელტვის თავიდან აცილების მიზნით უკანასკნელ ხანებში ფართოდ ინერგება მარცვლისებური სასუქების დამზადება. სასუქის დასაფხვენლად გამოიყენება მოძრავი საფხვენელი, რომელიც კონსტრუირებულია საკავშირო სასუქების, ნიადაგმოკონდენობის და აგროტექნიკის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში ჰ. ა. ბარანოვის მიერ. ამ მანქანის მწარმოებლობა საათში 2 — 3 ტონას უდრის. დაფხვნილი სასუქი ჭეჭილის გამოსაკვებად უნდა გატარდეს 5 მილიმეტრის დიამეტრის მქონე საცერში. თუ მეურნეობაში არ არსებობს ასეთი მანქანა, მაშინ შეიძლება გამოყენებულ იქნას კოპტონის საფხვენელი, სილოსის საჭრელი, ხეხილის ან ცხენის სალუწი მანქანები.

წყალხსნადი ფოსფორიანი, კალიუმიანი და განსაკუთრებით აზოტიანი სასუქები, მათი კარგი ბნევალობის მიზნით, საჭიროა დაიფხვნას 3 მილიმეტრ დიამეტრიან ნაწილაკებად.

ე) სასუქების შერევა

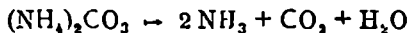
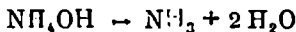
თუ მინდორზე ერთდროულად საჭიროა შეტანილ იქნას ორი ან მეტი სხვადასხვა სახის სასუქი, დროსა და მუშახელის ეკონომიის მიზნით მათ წინასწარ შეურევინ საჭირო შეფარდებით და ისე შეაქვთ ნიადაგში. შერეული სასუქების შეტანაზე უფრო ნაკლები შრომა და დრო იხარჯება, ვიდრე ცალ-ცალკე სასუქების შეტანას. ზოგიერთი სასუქის ურთიერთშერევა აღმჯობესებს მათ ფიზიკურ თვისებებს. პრეციფიტატის შერევით კალციუმის გვარჯილასთან, უკანასკნელის ფიზიკური თვისებები უმჯობესდება. მაგრამ ყველა სასუქის ურთიერთშერევა არ შეიძლება, რადგან ამან შეიძლება გამოიწვიოს მასში შემავალი საკვები ნივთიერების დაკარგვა ან ფიზიკური თვისებების გაუარესება. ასე, მაგალითად, ნაცართან, კირთან, თომასის წიდასთან და კირის შემცველ სხვა სასუქებთან არ შეიძლება ამონიუმის შემცველი სასუქების შერევა, რადგან კალციუმს შეუძლია მისგან გამოაძევეს ამონიუმი, რომელიც ჩვეულებრივი ჰაერის ტემპერატურაზე ადვილად ორთქლდება. კირის შემცველ და ამონიაკური ფორმის აზოტის სასუქთა შორის (სულფატამონიუმი) ზიმიდინარეობს შემდეგი რეაქცია:



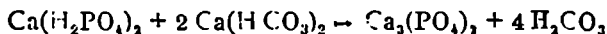
ან



ამ რეაქციების შედეგად წარმოშობილი ამონიუმის ჰიდრატი და ნახშირმჟავა ამონიუმი ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე იშლება და წარმოშობს ამონიაკს, რომელიც იოლად ორთქლდება და იკარგება. ნახშირმჟავა ამონიუმისა და ამონიუმის ჰიდრატის დაშლა შემდეგი სახით გამოიხატება:



კირის შემცველი სასუქების შერევა არ შეიძლება აგრეთვე წყალხსნად ფოსფორიან სასუქებთან, რადგან კირი იწვევს წყალხსნადი ფოსფორის გადაყვანას ძნელადხსნად, მცენარისათვის ძნელადშესატვისებელ ფორმებში. ასე, მაგალითად, სუპერფოსფატის შერევა კალიუმის კარბონატთან შეიძლება გამოვხატოთ შემდეგნაირად:



სასუქების ურთიერთშერევისას არჩევენ სამ შემთხვევას:

- ა) სასუქების შერევა წინასწარ დიდი ხნით ადრე;
- ბ) სასუქების შერევა ნიადაგში შეტანის წინ და
- გ) სასუქების ურთიერთშორის შერევის დაუშვებლობა.

სასუქების სხვადასხვა სახეობის ურთიერთშერევისა შემდეგი მომენტები უნდა გავითვალისწინოთ.

შეიძლება ერთმანეთში არეულ იქნას:

1. ამონიუმის სულფატი სუპერფოსფატთან ნიადაგში შეტანამდე დიდი ხნით ადრე. თუ ამ შემთხვევაში წარმოიშევა მაგარი მასა, საჭიროა ის წინასწარ დაიფხვნას. ამიტომ უმჯობესია მათი შერევა შეტანის წინ, რადგან ამ შემთხვევაში თავიდან იქნება აცილებული ნარევის დაფხვნა.

2. სულფატამონიუმი სილვინიტთან, ქლორკალიუმთან და კალიუმის სულფატთან წინასწარ, დიდი ხნით ადრე.

3. ფოსფორიტის ფქვილისა სილვინიტთან, ქლორკალიუმთან და კალიუმის სულფატთან.

4. სულფატნიტრატამონიუმისა ამონიუმის გვარჯილასთან მხოლოდ ნიადაგში შეტანის წინ.

5. სუპერფოსფატისა და სილვინიტისა, ქლორკალიუმისა და კალიუმის სულფატისა ნიადაგში შეტანის წინ, რადგან მათი დიდხნით ადრე შერევა იწვევს ნარევის აზელვას და მისი შეტანის გაძნელებას.

დაუშვებელია არეულ იქნას ერთმანეთში:

1. ამონიუმის გვარჯილა, ქლორამონიუმი და ამონიუმის სულფატი ნაცართან, კირთან, თომასის წიდასთან და ფოსფორიტის ფქვილთან, რადგან ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს ამონიაკის დაკარგვას.

2. ამონიუმის გვარჯილასა და სულფატნიტრატამონიუმისა სუპერფოსფატთან, ვინაიდან ნარევი იზილება და ძნელი ხდება ნაკვეთზე მისი მობნევა.

3. კალციუმის ციანამიდისა სუპერფოსფატთან. ამ დროს პირველის მოქმედებით მეორის ხსნადობა მცირდება, ხოლო თვით ციანამიდში წარმოიშევა მცენარისათვის მომწამვლელი შენაერთები — ციანის მჟავა.

4. შარდოვანისა სუპერფოსფატთან — ნარევის ფიზიკური თვისებები უარესდება.

5. კირის შემცველი სასუქებისა ნაკელთან — კირი იწვევს ნაკელიდან ამონიაკის დაკარგვას.

სასუქების შერევა შეიძლება როგორც უშუალოდ მეურნეობაში, ისე სპეციალურად ამ მიზნით მოწყობილ სასუქის შემრევ ქარხნებში. შერევა წარმოებს სასუქის მარტივი შემრევი მანქანებით.

ვ) სასუქების ნიადაგში შეტანის ტექნიკა

სასუქების ეფექტურობა დამოკიდებულია არა მარტო მის რაოდენობასა და თვისებებზე, არამედ ნიადაგში შეტანის ტექნიკაზე. არჩე-

ვენ შეტანის ორ ძირითად წესს: 1. მთელ ფართობზე მოფანტვით და 2. ადგილობრივი შეტანა.

პირველი წესით შეტანისას, მთლიანი ღოზა მოიფანტება თანაბრად ნიადაგის მთელ ზედაპირზე და შემდეგ ფარცხის, კულტივატორის ან გუთნის მეშვეობით ჩაიხვნება. რაც შეეხება სასუქების მეორე წესით შეტანას, მას ორგვარი ხერხით აწარმოებენ: სასუქების შეტანა მწკრივში ლენტისებურად და ბუდნებში. მწკრივში შეტანა შეიძლება განხორციელდეს მცენარის მწკრივზე ლენტისებურად ან მცენარეთა მწკრივის გვერდებზე, ხოლო ბუდნაში მცენარის ჩარგვის ადგილას ან მის გვერდზე.

სასუქების ადგილობრივი შეტანის მიზანია:

1. დაახლოებულ იქნას სასუქები მცენარის ფესვთა სისტემასთან. რითაც უმჯობესდება კვების პირობები.

2. შემცირდეს სასუქების შეხების ზედაპირი ნიადაგთან. ამ შემთხვევაში მცირდება სასუქებში შემავალი საკვები ნივთიერებების გადასვლის ინტენსივობა მცენარისათვის ძნელად შესათვისებელ ფორმებში, რის შედეგად იზრდება ეფექტურობა. მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ სასუქების მწკრივში შეტანა მოფანტვასთან შედარებით ზრდის მათ ეფექტურობას 2 — 3-ჯერ. გარდა ამისა 2 — 3-ჯერ მცირდება საჭირო სასუქის რაოდენობა. ეს კი შესაძლებლობას იძლევა განოყიერებულ იქნას მეტი ფართობები.

სასუქების ადგილობრივი შეტანა წარმოადგენს პროგრესულ ღონისძიებას და ის საჭიროა ფართოდ დაინერგოს წარმოებაში. მაგრამ აქ ასიც უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ამ წესით სასუქის შეტანა ყველგან და ყველა კულტურის მიმართ არ შეიძლება, ზოგჯერ აუცილებელია მასთან ერთად გამოყენებულ იქნას სასუქების მოფანტვით შეტანის წესი.

სასუქების შეტანაში დროისა და დანიშნულების მიხედვით არჩევენ: 1. ძირითად განოყიერებას (ხვნის წინ), 2. თესვის დროს განოყიერებას და 3. გამოკვებას, ე. ი. სასუქების შეტანას მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში.

ძირითადი განოყიერება მოცემული სასოფლო-სამეურნეო კულტურისათვის მთავარია. ამ დროს სასუქი შეაქვთ მეტწილად მოფანტვის წესით, რომელიც ჩაიხვნება საკმაოდ დიდ სიღრმეზე.

თესვის დროს განოყიერება წარმოებს მწკრივში, კომბინირებული სათესი მანქანით, ან ბუდნაში და ხნულის ძირზე შეტანით და ა. შ. თესვის დროს განოყიერების შემთხვევაში თუ სასუქები შეიტანება ადგილობრივად მწკრივში ან ბუდნაში, მაშინ უკეთესია მათი მცირე

დოზები; დიდი დოზები ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაციის გადიდების შედეგად მცენარის დაზიანებას და ზოგჯერ დაღუპვასაც კი იწვევს.

მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში სასუქების შეტანა ანუ გამოყება შეიძლება მოფანტვის ან ადგილობრივი შეტანის წესით. საერთოდ გამოყებას მოფანტვის წესით აწარმოებენ. მას არ შეუძლია შესცვალოს ძირითადი და თესვის დროს განოციერება.

აღწერილი სამივე ხერხი საჭიროა ერთდროულად იქნას გამოყენებული.

კალიუმთან და ფოსფორთან სასუქები ჩვეულებრივ შეტანილ უნდა იქნეს ძირითადი განოციერების დროს და ნაწილობრივ თესვისას. ამ შემთხვევაში გამონაკლის წარმოადგენს სარწყავი პირობები, როდესაც მათი გამოყენება მიზანშეწონილია როგორც ძირითადი განოციერების, ისე თესვისა და გამოყების დროს. ურწყავ პირობებში გამოყების სახით საჭიროა მხოლოდ აზოტიანი სასუქების შეტანა.

უკანასკნელ ხანებში დიდი გავრცელება ჰპოვა მცენარის ფესვგარეშე გამოყება, რაც შემდეგში მდგომარეობს. სასუქს ხსნიან წყალში ან წვრილად დაფხვნიან და აფრქვევენ ფოთლებზე და ყვავილებზე მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში. ამ მიზნით უფრო ხშირად იყენებენ სუპერფოსფატს, ხოლო იშვიათად აზოტიან და კალიუმთან სასუქებს. განსაკუთრებული ეფექტია მიღებული ბორის შემცველი სასუქების პარკოსან მცენარეებზე და ბოსტნეულ კულტურებზე ფესვგარეშე გამოყებით. ასეთ შემთხვევაში სასუქის ხსნარის კონცენტრაცია არ უნდა აღემატებოდეს 2—3 პროცენტს, გამოყება უნდა ჩატარდეს 2—3-ჯერ მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში. ხსნარის მოსხურებას მცენარეზე აწარმოებენ დილით ადრე და საღამოთი, როდესაც ფოთლის ბაგეები ყველაზე მეტადაა გახსნილი და მოსხურებული ხსნარების მეტი რაოდენობა შედის მცენარეში.

ზ) სასუქების ნიადაგში შეტანის მექანიზაცია

სასუქები ნიადაგში შეიძლება შეტანილ იქნას როგორც ხელით, ისე მანქანებით.

სასუქების ხელით შეტანა არ არის სრულყოფილი, რადგან იგი დიდი რაოდენობით მუშახელს მოითხოვს. გარდა ამისა, ამ დროს შეუძლებელი ხდება სასუქების თანაბრად განაწილება ნაკვეთზე.

დიდი რაოდენობით სასუქების ნიადაგში შეტანის დროს აუცილებელია მექანიზაციის გამოყენება. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, სასუქების შეტანა წარმოებს ორი წესით: ა) მოფანტვით ნიადაგის მთელ ზედაპირზე და ბ) ადგილობრივად მწკრივში ან ბუნდებში შეტანით.

მოფანტვის წესით სასუქის შეტანისას მისი ჩაკეთება ნიადაგში წარმოებს სხვადასხვა იარაღების მეშვეობით — გუთნით, კულტივატო-

რით, ფარცხით. ზოგჯერ სასუქები შეაქვთ ნათესზე და ფარცხავენ ანდა ისე ტოვებენ.

სასუქების შესატანი მანქანა შემდეგ მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს: სასუქების თანაბრად განაწილება, ერთდროულად სხვადასხვა სახის სასუქების შეტანა 50 კილოგრამიდან 800 კილოგრამის ფარგლებში, ზუსტად და სწრაფად დაყენება მანქანისა სასურველ გამოთესვაზე და სხვ.

სასუქების შესატანად გამოიყენება შემდეგი მანქანები: 1. სასუქების მომბნევი სათესი, 2. კომბინირებული სათესი, 3. კირის სათესი, 4. ნაკელის მომბნევი, 5. ნაკელის წუნწუხის მწკრივში გამნაწილებელი, 6. „მცენარევეები“ (თხიერი სასუქის შესატანად გარკვეულ სიმაღლეზე).

ფართოდ მიმართავენ აგრეთვე თვითმფრინავით სასუქების ნიადაგში შეტანას. ამ წესით სასუქი უმთავრესად შეიტანება ნათესის გამოკვების მიზნით. თვითმფრინავით შეიძლება ჩატარდეს ნიადაგიდან გამოკვება და ფესვგარეშე გამოკვება. უკანასკნელ შემთხვევაში სასუქი შეიტანება სითხის სახით.

ორგანული სასუქები

ორგანულ სასუქებს უწოდებენ ისეთს, რომელთა შემადგენლობაშიც დიდი რაოდენობით შედის ორგანული ნივთიერება. გახრწნის შედეგად მასში არსებული საკვები ელემენტები გადადიან ხსნად ფორმებში, ე. ი. მცენარისათვის ადვილადშესათვისებელ შენაერთებში.

დაუშლელი ორგანული ნივთიერება, უწინარეს ყოვლისა, შედგება ისეთი ელემენტებისაგან, როგორიცაა ნახშირბადი, წყალბადი და ჟანგბადი. მისი დადებითი მოქმედება ნიადაგის თვისებებზე და მცენარის ზრდა-განვითარებაზე არ არის შეპირობებული მარტო ზემოაღნიშნული. შენაერთების არსებობით; მცენარე მათ ჰაერიდან და წყლიდან ითვისებს.

ორგანული სასუქების დადებითი მოქმედება ნიადაგის ნაყოფიერებაზე ძირითადად აიხსნება მასში აზოტის, ფოსფორის, კალიუმის და ორგანული ნივთიერების შემცველობით, აგრეთვე მიწათმოქმედებისათვის სასარგებლო მრავალრიცხოვანი მიკროორგანიზმების არსებობით.

ორგანული სასუქები არსებით გავლენას ახდენენ ნიადაგში მიმდინარე ქიმიურ, ფიზიკურ, ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ პროცესებზე, წარმართავენ რა მას მცენარის განვითარებისათვის სასურველი მიმართულებით.

ზოგიერთი ორგანული სასუქი მცენარისათვის საჭირო ყველა მთავარ საკვებ ელემენტს — აზოტს, ფოსფორს და კალიუმს შეიცავს. ორგანულ სასუქებში მოიპოვება აგრეთვე მცენარისათვის საჭირო მიკროელემენტები. ორგანული სასუქები ნიადაგსა და მის ატმოსფეროს, მცენარის ირგვლივ არსებულ ფენებს ამდიდრებენ ნახშირორგანოებით, რითაც უმჯობესდება მცენარის ნახშირბადოვანი კვება.

მაგრამ ორგანული სასუქები მცენარისათვის საჭირო საკვებ ელემენტებს — აზოტს, ფოსფორს და კალიუმს მცირე რაოდენობით შეიცავენ წყალთან შედარებით. ამიტომ მათი შეტანა დიდი რაოდენობით წარმოებს.

ორგანულ სასუქებში საკვები ელემენტების ნაკლები რაოდენობით შემცველობის გამო გამოირიცხულია მისი შორ მანძილზე გადატანა. ამის გამო იგი ძირითადად ადგილობრივ სასუქადაა მიღებული — იყე-

ნებენ იქ, სადაც მიიღება; ყოველ შემთხვევაში მისი მიღების ადგილიდან არცთუ დიდ მანძილზე გადააქვთ.

საერთოდ ორგანულ სასუქებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გადიდების საქმეში. ჩვენს ქვეყანაში ორგანული სასუქების დიდი რეზერვები არსებობს. ასე, მაგალითად, ცხოველთა სულადობის მიხედვით მიახლოებითი გამოანგარიშებით საბჭოთა კავშირის მხოლოდ ევროპულ ნაწილში ყოველწლიურად შეიძლება 300 — 500 მილიონ ტონამდე ნაკელი დამზადდეს, რაც სუფთა საკვებ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით 2 მილიონ ტონა აზოტს, 1 მილიონ ტონა P_2O_5 და 2 მილიონ ტონა K_2O უდრის. საკვები ელემენტების ეს რაოდენობა დაახლოებით შეესაბამება 10 მილიონ ტონა გოგირდმჟავა ამონიუმს, 7 მილიონ ტონა სუპერფოსფატს და 7 მილიონ ტონა 40-პროცენტიან კალიუმის მარილს.

საქართველოში ყოველწლიურად შეიძლება დაგროვდეს 1 მილიონ ტონამდე ნაკელი, საიდანაც სუფთა საკვებ ელემენტებზე გადაანგარიშებით მიიღება 6 ათასი ტონა აზოტი, 2,5 ათასი ტონა P_2O_5 და 6 ათასი ტონა K_2O . თუ აღნიშნულ საკვებ ელემენტებს გადავიყვანთ მინერალურ სასუქებზე, მივიღებთ: გოგირდმჟავა ამონიუმს — 30 ათას ტონას, სუპერფოსფატს — 10 ათას ტონას და 40-პროცენტიან კალიუმის მარილს — 15 ათას ტონას. ერთ ჰექტარ მწვანე სასუქს კარგ პირობებში შეუძლია დააგროვოს 160 კილოგრამი ბმული აზოტი. გამოანგარიშებულა, რომ საბჭოთა კავშირის ევროპულ ნაწილში მწვანე სასუქებით შეიძლება დაკავებულ იქნას 3 მილიონი ჰექტარი ფართობი, რასაც შეუძლია მოგვცეს 500 ათასი ტონა აზოტი. ეს კი შეესაბამება 2 მილიონ ტონა გოგირდმჟავა ამონიუმს. ყოველწლიურად თვითულ ადგიანზე გროვდება ისეთი რაოდენობა უსუფთაობისა, რომელიც შეიცავს 5 კილოგრამ აზოტს, 1,5 კილოგრამ K_2O და 1 კილოგრამ P_2O_5 . თუ ამ საკვები ელემენტების რაოდენობას გადავიანგარიშებთ საბჭოთა კავშირში მცხოვრებ მთელ მოსახლეობაზე, მაშინ შეიძლება დაგროვდეს 960 ათასი ტონა აზოტი, 290 ათასი ტონა K_2O და 190 ათასი ტონა P_2O_5 , რაც შეესაბამება 4,8 მილიონ ტონა გოგირდმჟავა ამონიუმს, 695 ათას ტონა 40-პროცენტიან კალიუმის მარილს და 950 ტონა სუპერფოსფატს. საბჭოთა კავშირის ევროპულ ნაწილში 25 მილიონ ჰექტარამდე ტორფიანი ჭაობებია, რომელთა მარაგი 8 მილიარდ ტონას აღწევს. კიდევ მეტი მარაგია საბჭოთა კავშირის აზიურ ნაწილში, სადაც ტორფიანი ჭაობების ფართობი 100 მილიონ ჰექტარს აღწევს.

1. ნაკელი

ა) ნაკელის ქიმიური შედგენილობა და მისი გარდაქმნა შენახვის პროცესში

ადამიანმა ნიადაგის გამანაყოფიერებელი საშუალების გამოყენებას ხელი მიჰყო მას შემდეგ, რაც დაიწყო მუდმივად ერთ ადგილზე ცხოვრება და სწორ მიწათმოქმედებაზე გადასვლა.

ანტიკური დროის მწერლები ნიადაგის გამანაყოფიერებელ საშუალებად ნაკელს ასახელებენ. ასე, მაგალითად, პომეროსი თავის „ოდისეაში“ ნაკელზე და მის მნიშვნელობაზე მიუთითებდა ნიადაგის ნაყოფიერებისათვის. ქსენოფონტე იძლეოდა რჩევას, რათა გაედიდებიათ ნაკელის რაოდენობა მცენარეული ანარჩენების მიმატებით. ელინებს კანონით ნაკელის მომპარავი მკაცრად ისჯებოდა. ნაკელის წარმოება და გამოყენება კარგად ჰქონდათ დაყენებული ძველ რომაელებსაც.

მინერალური სასუქების წარმოებასა და მოხმარებაზე გადასვლის შემდეგ მოსახლეობამ ნაკელის გამოყენებისადმი ყურადღება შეანელა. რასაკვირველია, ეს სრულიად არ არის მართებული, რადგან არც ერთ მინერალურ სასუქს არ შეუძლია შეცვალოს ნაკელი.

ნაკელი წარმოადგენს ცხოველის მაგარი და თხიერი განავლის ნარევის საფენთან. ახალი ნაკელი შენახვის პერიოდში განიცდის გარდაქმნას მიკროორგანიზმების ზემოქმედებით, რის შედეგად იცვლება მისი ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებები.

ნაკელის ხარისხი დამოკიდებულია პირუტყვის სახეობაზე, საკვების ხარისხზე, საფენის რაოდენობაზე, მის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებსა და შენახვის პირობებზე.

ცხოველის მაგარი განავალი. მაგარი განავლის რაოდენობა ძირითადად დამოკიდებულია პირუტყვის სახეობაზე, მაგრამ ის იცვლება

ცხრილი 59

სხვადასხვა ცხოველის მიერ გამოყოფილი მაგარი განავლის რაოდენობა (პერიტურიანის მიხედვით)

ცხოველთა სახეობა	დღე-ღამის განმავლობაში ერთ სულ ცხოველზე გამოყოფილ მაგარი განავალი კილოგრამებში		
	საშუალო	მ.ქსიმუმი	მინიმუმი
მსხვილი რქოსანი პირუტყვი	20—30	46	15
ცხენი	15—20	23	10
ცხვარი	1,5—2,5	3	0,45
ღორი	1,2—2,2	3	0,80

აგრეთვე საკვების რაოდენობისა და ხარისხის მიხედვით. სხვადასხვა ცხოველის მიერ გამოყოფილი მაგარი განავლის რაოდენობა მოცემულია 59-ე ცხრილში.

მაგარი განავლის რაოდენობა იცვლება აგრეთვე ერთ და იმავე სახეობის ცხოველთა შორისაც და დამოკიდებულია პირუტყვის ცოცხალ წონაზე. მაგარი განავალი შეიცავს წყალს (იხ. ცხრილი 60).

ცხრილი 60

წყლისა და მშრალი ნივთიერების შემცველობა სხვადასხვა ცხოველთა განავალში (პროცენტებში) (პერიტურინის მიხედვით)

ექსპერმენტის შემადგენელი ნ.წილები	ცხრის	ცხენის	მსხვილი რქოსანი პირუტყვის	ლორის
მაგარი განავალი	35	24	16	18
წყალი	65	76	84	82

ახალი მაგარი განავლის ქიმიური შემადგენლობა იცვლება ცხოველის სახეობის მიხედვით (იხ. ცხრილი 61).

ცხრილი 61

ცხოველთა მაგარი განავლის ქიმიური შემადგენლობა (პროცენტებში) (პერიტურინის მიხედვით)

	წყალი	მშრალი ნივთიერება	N	K ₂ O	CaO	P ₂ O ₅	SO ₃	MnO
მსხვილი რქოსანი პირუტყვი	83,8	16,2	0,29	0,1	0,34	0,17	0,04	0,13
ცხენი	75,7	24,3	0,44	0,35	0,15	0,35	0,06	0,12
ცხვარი	65,5	34,5	0,55	0,15	0,46	0,31	0,14	0,15
ლორი	82,0	18,0	0,6	0,26	0,09	0,41	0,04	0,1
თხა	—	—	1,24	1,82	1,28	2,12	—	—

ცხრილიდან ჩანს, რომ მსხვილი რქოსანი პირუტყვის განავალი ყველაზე უფრო ღარიბია აზოტითა და ფოსფორის მქავეთი. მსხვილი რქოსანი პირუტყვისა და ლორის მშრალი გამონაყოფი შეიცავს წყლის დიდ, ხოლო აზოტის მცირე რაოდენობას, რის გამოც იგი უფრო ნელა იხრწნება, ვიდრე ცხენისა; ამ უკანასკნელის მაგარი განავალი ნაკლებ წყალს და მეტი რაოდენობით აზოტს შეიცავს.

ფრინველის მაგარი განავლის როგორც რაოდენობა, ისე ქიმიური შემადგენლობა დამოკიდებულია სახეობაზე (იხ. ცხრილი 62).

სხვადასხვა ფრინველის შავარი განავლის რაოდენობა ერთ ფრთაზე (პერიტურინის მიხედვით)

ფრინველის სახეობა	მშრალი ნივთიერება ერთი წლის განავალბაში კლოგამებში
მტრედი	2,75
ქათამი	5,50
ბატი	11,00
იხვი	8,50

ამასთან ერთად ფრინველთა სახეობის მიხედვით იცვლება მშრალი განავლის ქიმიური შედგენილობაც (იხ. ცხრილი 63).

სხვადასხვა ფრინველის მშრალი განავლის ქიმიური შედგენილობა (პროცენტებში) (პერიტურინის მიხედვით)

ფრინველის სახეობა	წყალი	მშრალი ნივთიერება	N	K ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₄
ბატი	77,1	22,90	0,55	0,95	0,84	0,20	0,54	0,14
ქათამი	51,0	44,00	1,63	0,85	2,40	0,74	1,54	0,45
იხვი	56,6	43,40	1,00	0,62	1,70	0,35	1,40	0,35
მტრედი	51,9	48,10	1,76	1,00	1,60	0,50	1,78	0,33

ცხოველის თხევადი განავალი. ცხოველთა მიერ გამოყოფილი თხევადი განავლის რაოდენობა, როგორც აღვნიშნეთ, დამოკიდებულია პირუტყვის სახეობასა და საკვების შედგენილობაზე. წვნიანი საკვებით კვების დროს გაცილებით მეტი შარდი გამოიყოფა. პირუტყვის სახეობის მიხედვით შარდის რაოდენობის ცვალებადობაზე წარმოდგენას გვაძლევს ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი (იხ. ცხრილი 64).

სხვადასხვა ცხოველის მიერ გამოყოფილი შარდის რაოდენობა დღე-ღამის განმავლობაში (ლიტრებით) (პერიტურინის მიხედვით)

ცხოველის სახეობა	საშუალო	მაქსიმუმი	მინიმუმი
მსხვილი რქოსანი პირუტყვი	10-15	25,0	4,0
ცხენი	4-6	12,0	2,5
ცხვარი	0,6-1,0	1,5	0,5
ღორი	2,8-4,5	8,0	1,5

მსხვილი რქოსანი პირუტყვი და ღორი ცოცხალ წონასთან შეფარდებით, მეტ შარდს გამოყოფენ ცხენთან და ცხვართან შედარებით.

შარდის ქიმიურ შედგენილობას ძირითადად განსაზღვრავს ცხოველთა სახეობა და საკვების შემცველობა (იხ. ცხრილი 65).

ცხოველთა შარდი მაგარ განავალთან შედარებით უფრო მდიდარია აზოტით და კალიუმით, ვიდრე ფოსფორით.

ცხოველთა ორგანიზმიდან გამოყოფილი შარდი ჩქარა მდიდრდება ბაქტერიებით და იშლება. შარდში შემავალი შარდოვანას დაშლა გაზსაკუთრებული სახის ბაქტერიების ან ენზიმების (ურეაზა) მეშვეობით წარმოებს. მისი დაშლის შედეგად გამოიყოფა ამონიაკი და ნახშირორჟანგი; ამიტომაც, რომ ცხოველთა ბინაში ყოველთვის შეიმჩნევა ამონიაკის მკვეთრი სუნი. დადუღებულ შარდს წუწუწებს უწოდებენ.

ცხრილი 65

სხვადასხვა ცხოველის შარდის ქიმიური შედგენილობა პროცენტებში (პერიტორინის მიხედვით)

ცხოველის სახეობა	წყალი	მზრალი ნიკოტირება	N	K ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₄
მსხვილი რქოსანი პირუტყვი	93,8	6,2	0,58	0,49	0,01	0,04	0	0,13
ცხენი	90,1	9,9	1,55	1,50	4,50	0,24	0	0,06
ცხვარი	87,2	12,8	1,95	2,26	0,16	0,34	0,01	0,39
ღორი	96,7	3,3	0,49	0,83	0,0	0,07	0,07	0,08

ს ა ფ ე ნ ი. ნაკელის შედგენილობასა და თვისებებს განსაზღვრავს საფენის სახეობა და რაოდენობა. ცხოველთა განავალში საფენის შერევით იზრდება ნაკელის რაოდენობა, იცვლება მისი თვისებები და ქიმიური შედგენილობა. საფენი იწოვს თხევად განავალს და ამცირებს მის დანაკარგებს. გარდა ამისა, საფენი შთანთქმავს ისეთ გაზებს, როგორცაა ამონიაკი, რითაც მცირდება აზოტის დანაკარგი. ცხოველთა მაგარი განავალი წყლის დიდი რაოდენობით შემცველობის და შეწოვის უნარის გამო ძნელად იშლება მიკროორგანიზმების მეშვეობით. მხოლოდ განავალთან საფენის შერევის შედეგად ხდება ის ფხვიერი. ამ დროს მასში იქმნება ნორმალური პირობები მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობისათვის. საფენის გამოყენების მიზანია არა მარტო ნაკელის ხარისხის გაუმჯობესება, არამედ ცხოველებისათვის რბილი, მშრალი, თბილი და სუფთა საწოლის შექმნა, ე. ი. საფენის გამოყენებით ბოსელში პირუტყვისათვის იქმნება ჭანსალი ჰიგიენური პირობები.

საფენად გამოიყენება საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბლეული კულტურების ნაძგა, აგრეთვე ტორფი. იშვიათად იყენებენ ნახერხს, ბურბუშელას, მერქნიანი მცენარეების ფოთლებს, წიწვიანების წიწ-

ვებს, მიწას და სხვ. კარგ საფენად ითვლება ის მასალა, რომელსაც ახასიათებს თხევადი ნივთიერების და გაზების მაღალი შეწოვის უნარი. საფენად გამოსაყენებელი მასალის სხვადასხვა სახეობები თხევადი ნივთიერების, კერძოდ წყლის განსხვავებული შეწოვის უნარით ხასიათდება.

ნაკელის ხარისხი დიდად არის დამოკიდებული საფენის ქიმიურ შედგენილობაზე. განავალთან საფენის შერევა იწვევს ნაკელის გამდიდრებას მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტებით. ამდენად მისი შემცველობა საფენის სხვადასხვა სახეობაში სხვადასხვაა (იხ. ცხრილი 66).

ცხრილი 66

სხვადასხვა სახეობის საფენის ქიმიური შედგენილობა (პროცენტებში)
(სავადასხვა წყაროებით)

საფენის სახეობა	წყალი	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
სამემოდგომო ქვაკის ნამჯა	14,3	0,45	0,26	1,0	0,29
შვოიის ხაჯა	14,3	0,65	0,35	1,5	0,38
საგახათხულო ხორბლის ნამჯა	14,0	0,56	0,20	0,75	0,25
მუიის ფათოლი	14,0	0,8	0,34	0,25	2,02
ნაქვის წიწვები	—	0,50	0,20	0,03	0,54
ფიქვის	—	0,80	0,10	0,13	0,48
სოკის	—	0,90	0,20	0,13	1,60
გვიძრა	—	2,40	0,45	2,42	—
ტორფი მდელოს	30,0	2,30	0,40	0,9	—
ტორფი მაღლოაის (ხავსი)	25,0	1,05	0,10	0,02	0,30
ნახვრხა	—	0,20	0,30	0,74	1,08

დასაყველეთ საქართველოს რაიონებში უმთავრესად პირუტყვის საფენად გამოყენებულ უნდა იქნას ტორფები, რომლებიც დიდი რაოდენობით მოიპოვება ამ მხარეში, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს რაიონებში — ხორბლეული კულტურების ნამჯა.

ს ა ფ ე ნ ი ს რ ა ო დ ე ნ ო ბ ა. საფენის რაოდენობა იცვლება მისი სახეობისა და პირუტყვის მიხედვით. არამეწველ პირუტყვთან შედარებით მერძეული პირუტყვისათვის გამოყენებული უნდა იქნეს დიდი რაოდენობის საფენი. ჩვეულებრივ ნამჯის საფენად გამოყენების შემთხვევაში მისი რაოდენობა მერყევობს პირუტყვის სახეობისა და მიხედვით (იხ. ცხრილი 67).

ტორფი საუყეთესო საფენ მასალას წარმოადგენს. იგი ზაფხულის განმავლობაში უნდა მოიპრას და გამოშრეს ისე, რომ საფენად გამოყენებისას მასში სინესტე 40 — 45 პროცენტს არ აღემატებოდეს. ტორფის საჭირო რაოდენობა დღე-ღამის განმავლობაში იცვლება პირუტყვის სახეობის მიხედვით. ასე, მაგალითად, მსხვილი რქოსანი პი-

ნამჯის ხაჭირო რაოდენობა ერთ სულ პირუტყვზე დღე-ღამის განმავლობაში კილოგრამებში
(პერიტურინის მიხედვით)

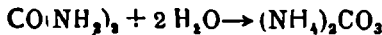
პირუტყვის სახეობა	ერთ დღე-ღამეში ნამჯის რაოდენობა კგ
მსხვილი რქოსანი პირუტყვი	3—4,0
ცხენი	2—3,0
ცხვარი	1—2,0
ლორი	2—3,5

რუტყვისათვის საჭიროა — 3-4 კილოგრამი, ცხენისათვის — 2-3 კილოგრამი, ლორისათვის — 1-1,5 კილოგრამი და ცხვრისათვის — 0,5 კილოგრამი.

ბ) ნაკელის გახრწნა

ცხოველის ექსკრემენტი და საფენის ნარევი ნაკელის სახით შენახვისას განიცდის გარდაქმნას, მასში ინტენსიური მიკრობიოლოგიური პროცესების მიმდინარეობის შედეგად. ამ პროცესების მიმდინარეობის ინტენსივობისა და ხასიათის შესაბამისად სხვადასხვა რაოდენობით იყარება ნაკელში შემავალი მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტები. ამდენად ცოდნა იმისა, თუ როგორ წარიმართება ნაკელში გახრწნის პროცესები მისი შენახვისას, აუცილებელია.

შარდში შემავალი ნივთიერების გახრწნა: ცხოველის ორგანიზმიდან გამოყოფისთანავე შარდში გროვდება უამრავი მიკროორგანიზმი. ურობაქტერიების მოქმედებით და მათი ფერმენტების ურეაზას გველენით შარდოვანა შეიერთებს ორ მოლეკულა წყალს და წარმოიშვება ნახშირმჟავა ამონიუმში. რეაქცია შეიძლება გამოვხატოთ შემდეგნაირად:



ეს პროცესი მიმდინარეობს როგორც აერობულ, ისე ანაერობულ პირობებში. ასევე განიცდიან დაშლას შარდის მჟავა და გიპურის მჟავა. გიპურის მჟავას დაშლის შედეგად ჯერ წარმოიშვება ბენზოინის მჟავა და შემდეგ ამონიუმრის მჟავა. შარდის მჟავა იშლება და მიიღება ჯერ ბენზოინი, ხოლო შემდეგ ნახშირმჟავა ამონიუმში.

საფენისა და მაგარი განავლის შემადგენელი ნაწილების გახრწნა. ექსკრემენტი ჯერ კიდევ ცხოველის ორგანიზმშივე განიცდის გახრწნას იმ მიკროორგანიზმების მეშვეობით, რომლებიც ნაწლავებში იმყოფებიან. მაგრამ იგი უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს ორგანიზმიდან გამოყოფის შემდეგ. ასევე ინტენსიურად მიმდინარეობს ახალ ნაკელში

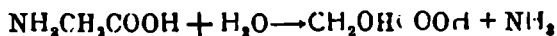
შემაველი საფენის გახრწნის პროცესი მიკროორგანიზმების მეშვეობით. მაგარი ექსკრემენტი და საფენში შემაველი უაზოტო ნივთიერებები --- ნახშირწყლები აერობულ პირობებში იშლებიან ნახშირორჟანგისა და წყლის გამოყოფით. ასე, მაგალითად, აერობულ პირობებში უჯრედანას ანუ ცელულოზას დაშლა შემდეგი სახით შეიძლება წარმოვიდგინოთ:



იგივე ცელულოზა ანაერობულ პირობებში იშლება ნახშირორჟანგად და მეთანად:



განავლის აზოტოვანი ნივთიერებები ცილებისა და მისი დაშლის პროდუქტების სახით ნახშირწყლებთან ერთად წარმოადგენენ სუბსტრატს მიკროორგანიზმების განვითარებისათვის. მაგარ ექსკრემენტში და საფენში შემაველი ცილების დაშლის შედეგად წარმოშობილი ამინომჟავები განიცდიან შემდგომ გარდაქმნას და წარმოიშვება ამონიაკი და ოქსიმჟავები. ეს რეაქცია ასე შეიძლება გამოვხატოთ:



რამდენადაც მეტია ნაკელში იოლად შლადი ნახშირწყლები და აზოტის შემცველი ნივთიერებები, იმდენად ინტენსიურად მიმდინარეობს გახრწნის პროცესი. უკანასკნელი კი გავლენას ახდენს ნაკელის ტემპერატურაზე. რაც უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს გახრწნის პროცესი, მით უფრო ცხელდება ნაკელი.

ჩვეულებრივად ცხენისა და ცხვრის ნაკელი, რომელიც შედარებით მცირე რაოდენობით შეიცავს წყალს, ხოლო ადვილადხსნად ნახშირწყლებს კი მეტი რაოდენობით, იხრწნება უფრო სწრაფად, ვიდრე მსხვილი რქოსანი პირუტყვის ნაკელი. ამიტომ ცხენისა და ცხვრის განავალს „ცხელ ნაკელს“ უწოდებენ, ხოლო მსხვილი რქოსანი პირუტყვისას „ცივ ნაკელს“.

ნაკელის დატყეპვით მასში იქმნება ანაერობული პირობები, რის შედეგად ნელდება ორგანული ნივთიერების გახრწნის პროცესი და ტემპერატურა არ იწვევს.

ნაკელის შენახვის დროს მიმდინარეობს ამონიაკური აზოტის დაკარგვა. ნაკელის გახრწნის შედეგად წარმოქმნილი ნახშირმჟავა ამონიუმში არ წარმოადგენს მყარ შენაერთს, ის იოლად იშლება და წარმოშობს ამონიაკს, წყალსა და ნახშირორჟანგს:



ნახშირმჟავა ამონიუმის დაშლით წარმოქმნილი ამონიაკი ადვილად ქროლდება და იკარგება. აზოტის ეს დანაკარგი მეტად საგრძნობია მა-

შინ, თუ ნაკელი არაწესიერად ინახება. ამონიაკის სახით აზოტის და-
ნაკარგი მით მეტია, რაც მაღალია ტემპერატურა ნაკელში, ამიტომ დატ-
კეპნილი სახით შენახულ ნაკელში აზოტის დანაკარგი ნაკლებია ფაშა-
რად შენახულთან შედარებით.

ნაკელში წარმოშობილი ნახშირმჟავა ამონიუმში ნიტრიფიკაციის
ბაქტერიების მეშვეობით აერობულ პირობებში წარმოშობს ნიტრი-
ტებს და ნიტრატებს. მაგრამ თუ ნაკელში ანაერობული პირობები
შეიქმნა დენიტრიფიკაციის ბაქტერიების საშუალებით, მაშინ წარმოებს
წარმოშობილი აზოტის მჟავას აღდგენა თავისუფალ აზოტამდე, უკანას-
კნელი კი ქროლდება და იკარგება. მაგარი განავლის და საფენის დაშ-
ლის შედეგად მიღებულ მინერალურ აზოტოვან შენაერთებს ნაკელში
არსებული მრავალრიცხოვანი მიკროორგანიზმები იყენებენ თავიანთ
საკვებად, რის შედეგად ნაკელში არსებული მინერალური აზოტის ნა-
წილი კვლავ გადადის ორგანულ შენაერთში. ნაკელის აერობული გახ-
რწნის პროცესში მონაწილეობენ აგრეთვე სოკოები, რომლებიც იწვე-
ვენ მინერალური აზოტის შებოქვას. მაშასადამე, ნაკელში შემავალი
აზოტოვანი შენაერთები განიცდიან რთულ გარდაქმნებს. ორგანული
აზოტოვანი შენაერთები განიცდიან მინერალიზაციას, ამის გამო აღგი-
ლი აქვს მის დაკარგვას ამონიაკისა და აღდგენილი აზოტის სახით. აზო-
ტოვანი შენაერთების მინერალიზაციის პარალელურად მიმდინარეობს
მინერალიზებული აზოტის შეკვრა მიკროორგანიზმებისა და სოკოების
მიერ. ამ შემთხვევაში იგი შეიძლება ხელმეორედ გადავიდეს მინერა-
ლურ აზოტში. აზოტიანი შენაერთების ეს ორი საწინააღმდეგო პრო-
ცესის ინტენსივობა დამოკიდებულია ნაკელის შედგენილობასა და
მისი შენახვის პირობებზე.

ნაკელში შემავალი ფოსფორიანი შენაერთების გარდაქმნის პრო-
ცესი უფრო ნაკლებად არის შესწავლილი. ახალ ნაკელში ფოსფორი
მინერალურ და ორგანულ შენაერთებში (ნუკლეოპოტიდები და ფოს-
ფატიდები) შედის. ფოსფორის დამშლელი მიკროორგანიზმების გავლე-
ნით წარმოებს ორგანული ფოსფორის მინერალიზაცია, პარალელურად
კი მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობის შედეგად მიმდინარეობს
ფოსფორის გადასვლა ორგანულ შენაერთებში.

კალიუმში უმთავრესად შედის ცხოველის თხევად ექსკრემენტში,
რომელშიაც ის მოიპოვება თითქმის მთლიანად წყალხსნადი მარილე-
ბის სახით და ნაკელის გახრწნისას არ იცვლის ხსნადობას. უფრო
რთული ორგანული მჟავების ანიონები, რომელთანაც დაკავშირებუ-
ლია კალიუმში, ახალ განავალში განიცდის დაშლას და უკავშირდება
უფრო მარტივ ორგანულ მჟავებს ან ნახშირმჟავას.

კალიუმის დაკარგვა შეიძლება იმ შემთხვევაში, როცა წარმოებს ნაეკლის გარეცხვა წყლით (წვენი იკარგება). თავისთავად ცხადია, რომ ასეთი დანაკარგი მთლიანად ნაეკლის შენახვაზე და მოკიდებულს.

ახალი ნაეკლის გახრწნით მასში იზრდება ნაცრის ელემენტების რაოდენობა და მცირდება ორგანული ნივთიერების, აგრეთვე აზოტის შემცველობა. ორგანული ნივთიერების და აზოტის დანაკარგის რაოდენობა დამოკიდებულია შენახვის პირობებსა და საფენის სახეობაზე, რაც ნათლად ჩანს 68-ე ცხრილიდან.

[ცხრილი 68

ორგანული ნივთიერების და აზოტის დანაკარგი ნაეკლის სხვადასხვა წესით შენახვისას 4 თვის განმავლობაში პროცენტებში (სასუქების სამეცნ. ერო ინსტიტუტის მონაცემებით)

ნაეკლის შენახვის წესი	ნაეკლი ჩალის საფენით		ნაეკლი ტორფის საფენით	
	ორგანული ნივთიერ. დანაკარგ.	აზოტის დანაკარგ.	ორგანული ნივთიერ. დანაკარგ.	აზოტის დანაკარგი
ცხელი (ფაშარად ჩადება) .	32,6	31,4	40,0	25,2
ცხელი (ფაშარად ჩადეული შემდგომი დატყეპნით).....	24,6	21,6	32,9	17,1
ცივი (დატყეპნილი ჩადება).....	12,2	10,2	7,0	1,0

68-ე ცხრილის მონაცემები ნათლად მოწმობენ, რომ ნაეკლის სა-ნაეკლეში ფაშარად („ცხლად“) შენახვისას ორგანული ნივთიერების და აზოტის დანაკარგი უფრო მეტია დატყეპნილ, ე. ი. „ცივად“ შენახვასთან შედარებით. ასევე მეტია დანაკარგი ჩალის საფენის გამოყენებისას ტორფთან შედარებით.

ნაეკლის ხარისხი და მისი ქიმიური შედგენილობა დამოკიდებულია ცხოველთა განავლის ქიმიურ შედგენილობასა და საფენის შემცველობაზე. ის ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ცხოველთა განავლის შედგენილობაზე, მოქმედებენ აგრეთვე ნაეკლის შედგენილობაზედაც. მაშასადამე, ცხოველის სახეობა, მისი ასაკი, გამოყენების პირობები და უმთავრესად კი საკვების რაოდენობა და ხარისხი გავლენას ახდენს ნაეკლის ხარისხზე. პირუტყვის კონცენტრული საკვებით კვების პირობებში მიიღება აზოტით მდიდარი ნაეკლი და პირიქით, უხეში საკვებით კვებისას — აზოტით ღარიბი. სხვადასხვა ცხოველის ნაეკლის საშუალო ქიმიური შედგენილობა მოყვანილია 69-ე ცხრილში.

ცხრილიდან ნათელია, რომ სხვადასხვა ცხოველის ნაეკლი სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობით ხასიათდება. გარდა ამისა, იცვლება მისი

**სხვადასხვა ცხოველის ნაკელის ქიმიური შედგენილობა
პროცენტებში
(პერიტურინის მიხედვით)**

ნაკელის შედგენილობა	ნამჯის საფენზე				ტორფის საფენზე	
	ცხენი	მსხვილი რქოსანი პირუტყვი	ცხვარი	ლოჩი	ცხენი	მსხვილი რქოსანი პირუტყვი
წყალი	71,3	77,0	68,0	72,4	67,0	77,5
ორგანული ნივთიერება	25,4	20,0	30,0	25,0	—	—
საერთო აზოტი	0,58	0,45	0,85	0,45	0,80	0,60
ცილოვანი აზოტი	0,35	0,28	—	—	0,28	0,38
ამონიაკური აზოტი	0,19	0,14	—	—	0,28	0,18
საერთო P ₂ O ₅	0,28	0,23	0,23	0,19	0,25	0,22
საერთო K ₂ O	0,53	0,50	0,67	0,10	—	—
საერთო CaO	0,3	0,45	0,3	0,05	0,44	0,65

ქიმიური შედგენილობაც საფენის სახეობის მიხედვით. საფენად ტორფის გამოყენებისას ნაკელში მეტია საერთო და ამონიაკური აზოტი ნამჯასთან შედარებით.

ცხენის ნაკელის შედგენილობა ნაკლებად მერყევეია, რადგანაც კვების რაციონი ნაკლებად ცვალებადია. ცხენის ნაკელი შეიცავს საერთო აზოტის და ამონიაკური აზოტის უფრო მაღალ პროცენტს, ვიდრე სხვა პირუტყვისა. ცხენის ნაკელი ითვლება მშრალ, ცხელ, ადვილადხრწნად ნაკელად.

მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის ნაკელის შედგენილობა არ არის მუდმივი, რადგან მისი კება იცვლება როგორც საკვების სახეობის, ასე რაოდენობის მიხედვით. ასეთი ნაკელი შეიცავს უფრო მეტ წყალს და შედარებით მკვრივია, ამიტომ ის ნელა იშლება და პრაქტიკაში „ცივი ნაკელის“ სახელწოდება მიიღო.

ცხვრის ნაკელი თავისი შედგენილობით ახლოს დგას ცხენის ნაკელთან, მაგრამ ამ უკანასკნელთან შედარებით ნაწილობრივ უფრო მდიდარია მშრალი ნივთიერებით და მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტებით.

ლოჩის ნაკელი წააგავს მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის ნაკელს, ხასიათდება მერყევი ქიმიური შედგენილობით, შეიცავს ბევრ წყალს და წარმოადგენს შედარებით ძნელადხრწნადს.

გ) ფრინველის განავალი

ძვირფასი ორგანული სასუქია ბოსტნეული კულტურებისათვის. ფრინველის განავლის მოსალოდნელი რაოდენობა და მისი ქიმიური შედგენილობა მოცემულია ქვემოთ (იხ. ცხრილი 70).

ფრინველის განავლის ქიმიური შედგენილობა
(პერიტურინის მიხედვით)

ფრინველების სახეობა	მისთვის განავლის რაოდენობა (გრ)	შემკვლელობა პროცენტობით				
		წყალი	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
ქათამი	5,5	56,0	1,2-4,1	1,1-2,6	0,8-2,3	2,4-6,8
იხვი	8,5	56,6	1,0	1,4	0,6	1,7
ბატი	11,0	77,1	0,6	0,5	1,0	0,8
მტოვდი	2,75	51,9	1,5-5,0	1,0-2,8	0,7-2,6	1,6

დ) ნაკელის რაოდენობის განსაზღვრა მეურნეობაში

მეურნეობაში დაგროვილი ნაკელის რაოდენობა დამოკიდებულია ჭოგის სახეობაზე, მის სულადობაზე, ცხოველთა ბაგურ კვებაზე ყოფნის ხანგრძლიობაზე, საფენისა და საკვების რაოდენობაზე.

მეურნეობაში ნაკელის რაოდენობის განსაზღვრის რამდენიმე წესი არსებობს.

პირველი წესი. ნაკელის რაოდენობას ანგარიშობენ ერთი სული ცხოველის მიერ ერთ წელიწადში დაგროვილი ნაკელის რაოდენობის გადამრავლებით ცხოველთა საერთო სულადობაზე (იხ. ცხრილი 71).

ერთი სული ცხოველისაგან მიღებული ნაკელის რაოდენობა წლის განმავლობაში (ტონებში)

(სსრ კავშირის სოფლის მეურნეობის სამინისტროს მიერ მიღებული მონაცემებით)

ბაგურ კვებაზე ყოფნის პერიოდი	ცხენი	მზვილფეხა რკოსათი პირუტყვი	ცვარი	ლორი
220-დან 240 დღემდე	6-7	8-9	0,8-0,9	1,5-2
200-დან 220 "	5-6	7-8	0,7-0,8	1,2-1,5
180-დან 200 "	4-5	6-7	0,6-0,7	1,0-1,2
180 დღეზე ნაკლები	3-4	4-5	0,4-0,5	0,8-1,0

მეორე წესი (ბუსენვოს). ნაკელის რაოდენობას (N) ანგარიშობენ ცხოველებისათვის გამოყენებული საკვების (K) და საფენის რაოდენობის (Π) 2-ზე გამრავლებით. ეს ფორმულა შემდეგი სახით გამოიხატება:

$$(K + \Pi) \cdot 2 = H$$

მესამე წესი (საფრანგეთში მიღებული წესი). მეურნეობაში მისაღები მოსალოდნელი ნაკელის რაოდენობას ანგარიშობენ ჭოგის ცოცხალი წონის 25-ზე გამრავლებით.

მეოთხე წესი (ვოლფის) ემყარება ცდებს, რომლის თანახმად ცხოველების საკვების მშრალი ნივთიერების დაახლოებით ნახევარი გამოიყოფა განავალში და ამასთან ერთად ნაკელში გადავა საფენის მშრალი ნივთიერების მთელი რაოდენობა. რადგან 25 პროცენტი მშრალი ნივთიერება და 75 პროცენტი წყალი შედის ახალ ნაკელში; ამიტომ მისი საერთო რაოდენობა (N) ოთხჯერ მეტი იქნება საკვების მშრალი ნივთიერების ნახევრისა ($\frac{K}{2}$) და მშრალი საფენის ჯამზე (Π). ეს შეიძლება შემდეგი ფორმულის სახით გამოვხატოთ:

$$\left(\frac{K}{2} + \Pi \right) \cdot 4 = H$$

ერთი კუბური მეტრი სხვადასხვა ხარისხით გახრწნილი ნაკელი იწონის:

ახალი ნაკელი	— 300 — 400 კგ
დატყეპნილი ნაკელი .	— 700
ნახევრად გადამწვარი	— 800
გადამწვარი	— 900

ე) ნაკელის შენახვის წესები

ნაკელის ნიადაგში შეტანამდე საჭიროა მისი სათანადო შენახვა. ნაკელის შენახვის რამდენიმე წესი არსებობს, მათ შორის აღსანიშნავია:

ნაკელის შენახვა ცხოველის ფეხქვეშ. ამ წესით ნაკელის შენახვა იმაში მდგომარეობს, რომ იგი მთელი წლის განმავლობაში რჩება ცხოველის ფეხქვეშ. გაზაფხულზე კი პირდაპირ გააქვთ გასანაყოფიერებელ ნაკვეთზე. მრავალრიცხოვანი დაკვირვებებით დადგენილ იქნა, რომ შენახვის ეს წესი უზრუნველყოფს მაღალი ხარისხის, ნაკელის მიღებას. მიუხედავად ამისა, ამ წესის გამოყენება მსხვილ სოციალისტურ ხაბჭოთა მეურნეობებსა და კოლმეურნეობებში მიუღებლად უნდა ჩაითვალოს, რადგანაც ის ქმნის არაპიგიენურ პირობებს პირუტყვის ბინებში. ასეთი წესის გამოყენება განსაკუთრებით დაუშვებელია მერძეეობის ფერმებში, რადგანაც პირუტყვის სადგომში გამოყოფილი ამონიაკი სცემს რძის ხარისხს.

ნაკელის შენახვა სანაკელეში. ყოველდღიურად ბოსელიდან გამოტანილი ნაკელი ნიადაგში შეტანამდე შენახული უნდა იქნეს სპეციალურად მოწყობილ სანაკელეში. სანაკელეში მისი შენახვა შემდეგ ძირითად მიზანს ისახავს:

ნაკელში შემავალი უაზოტო შენაერთების ნაწილის რაც შეიძლება უფრო სრულად გახრწნას;

ნაკელის გახრწნისას მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტების აღვილად შესათვისებელ ფორმებში გადაყვანას;

ნაკელში არსებული საკვები ელემენტების დანაკარგების მინიმუმამდე დაყვანას.

სანაკელეში შენახვის შემდეგ მიღებული ნაკელის შედგენილობა და ხარისხი მრავალ პირობაზეა დამოკიდებული. მათგან მთავარია: ახალი ნაკელის თვისება და ხარისხი, სანაკელეს მოწყობა და მასში ნაკელის ჩადების წესები, ნაკელის შენახვის დრო და ამ პერიოდისათვის მოქმედი მეტეოროლოგიური ფაქტორები.

ვ) სანაკელეს მოწყობა

მაღალხარისხოვანი ნაკელის მიღება დიდად არის დამოკიდებული წესიერი სანაკელეს მოწყობაზე, ამიტომ მას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს. სანაკელეს მოწყობა არ ჯდება ძვირი და მის ახაგებად შეიძლება გამოყენებული იქნეს ადგილობრივი, თვით მეურნეობაში არსებული საშენი მასალა. სანაკელე უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნილებებს: მას უნდა ჰქონდეს სითხის არაგამტარი ფსკერი და კედლები, რათა არ მოხდეს წუნწუნის დაკარგვა. ნაკელი დაცული უნდა იქნეს წვიმისაგან, ქარისა და მზისაგან.

აღმოსავლეთ საქართველოში სანაკელე უნდა მოეწყოს ორმული წესით, ხოლო დასავლეთ საქართველოში კი ნიადაგის ზედაპირზე. მისთვის შერჩეული უნდა იქნეს ქარებისაგან დაცული შემადგენელი ადგილი. სანაკელე ბოსელიდან დაშორებული უნდა იყოს 50 მეტრით, ხოლო საცხოვრებელი შენობებიდან დაახლოებით 200 მეტრით. სანაკელეს ორ მოპირდაპირე მხარეზე საჭიროა მისასვლელი გზების გაყვანა. ერთი გზით ხდება ბოსელიდან სანაკელეში ნაკელის მიზიდვა, ხოლო მეორეთი — მზა ნაკელის გატანა. სანაკელეს მოცულობა დამოკიდებულია პირუტყვის რაოდენობასა და მის ბაგურ კვებაზე ყოფნის ხანგრძლიობაზე. სანაკელეს მოცულობას განსაზღვრავს აგრეთვე ნაკელის მინდვრად გატანის დროც.

ერთ მსხვილ რქოსან პირუტყვზე სანაკელეს სავარაუდო ფართობი შემდეგია:

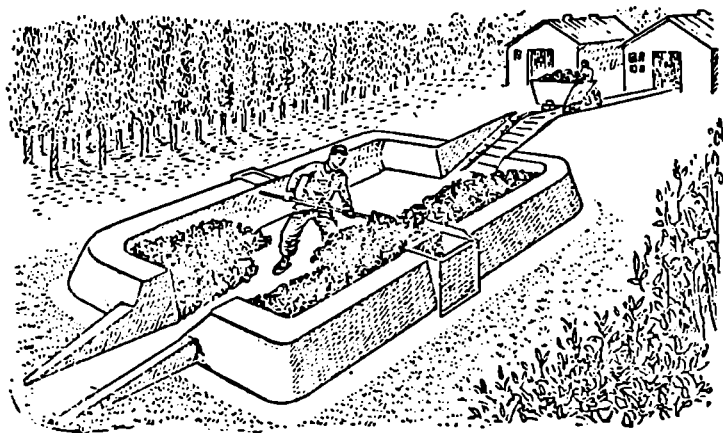
ბაგური კვების ხანგრძლიობა (დღეებში)	სანაკელეს საჭირო ფართობი ერთ სულ მხვილ რქოსან პირუტყვზე კუბურ ზეტრებში
200—240	3
180—200	2,5
140—180	2,0
100—140	1,5
80—100	1,0

სანაკელეს სიგანე არ უნდა აღმატებოდეს 9—10 მეტრს, სიღრმე — 1,5-2 მეტრს, ხოლო სიგრძე დამოკიდებულია მეურნეობაში მოსალოდნელი დასაგროვებელი ნაკელის რაოდენობაზე.

წუნწუხის შესაგროვებლად სანაკელეს ორ მხარეზე ეწყობა საწუნწუხე კები. მათში წუნწუხის დაგროვების მიზნით, საჭიროა სანაკელეს ფსკერს ორივე მხარეზე კების მიმართულებით მიეცეს დაქანება. ყოველ 150 კუბურ მეტრ სანაკელეზე, საჭიროა მოეწყოს დაახლოებით 2 კუბური მეტრი მოცულობის საწუნწუხე კა. საწუნწუხე კის სიღრმე 1—1,5 მეტრი უნდა იყოს სანაკელეს ძირიდან, ხოლო კედლები საჭიროა გაილესოს თიხით და გაუკეთდეს სახურავი.

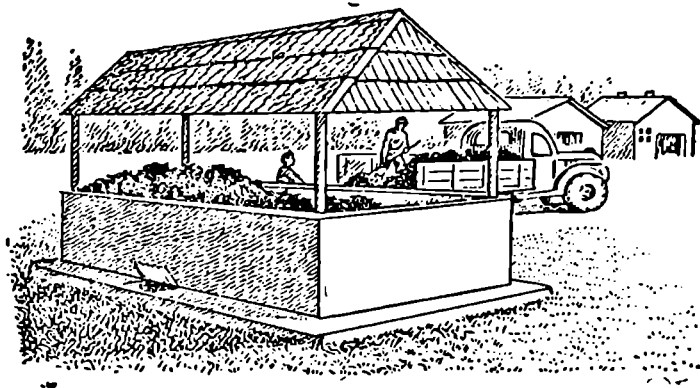
როგორც აღვნიშნეთ, აღმოსავლეთ საქართველოს რაიონებისათვის სანაკელე ეწყობა ორმული წესით. ამ მიზნით ითხრება 2—10 მეტრი სიგანის და 1,5—2 მეტრის სიღრმის ორმო. ორმოს კედლებს უნდა ჰქონდეს 45—60° დაქანება.

ორმოს კედლები და ძირი 20—30 სანტიმეტრის სისქეზე გულდასმით უნდა გაილესოს თიხით ან ცემენტით. ვინაიდან აღმოსავლეთ საქართველოს რაიონებში ნალექები არ მოდის დიდი რაოდენობით, სანაკელეს გადახურვა არ არის საჭირო. მაგრამ ნაკელი რომ დაცული იქნეს ქარებისა და მზის სხივების უარყოფითი გავლენისაგან, სანაკელეს თავზე უნდა დაეფაროს 15—20 სანტიმეტრის სისქის ნამჯა ან ჩალა.



ნახ. 3. სანაკელეს საერთო ხედი აღმოსავლეთ საქართველოს რაიონებისათვის.

დასავლეთ საქართველოს რაიონებისათვის, ისე როგორც აღმოსავლეთ საქართველოსათვის, სანაკელეს მოსაწყობად ირჩევენ შემადლებულ, ქარებისაგან დაცულ ადგილს. ის ეწყობა ზედაპირულად. სანაკელეს ასაშენებელ ადგილზე აცლილი უნდა იქნას ნიადაგის ზედაპირი 15 — 20 სანტიმეტრის სისქეზე, მიწის უფრო იოლად დატკეპვის მიზნით. სანაკელეს ძირი კარგად ილესება 20 — 30 სანტიმეტრი სისქის თიხის ფენით. კედლები სანაკელეს უკეთდება ფიცრული ან ცემენტის 1,5 — 2 მეტრის სიმაღლემდე. სანაკელე აუცილებლად უნდა გადაიხუროს, რისთვისაც შეიძლება გამოყენებული იქნეს ადგილობრივი მასალა: ჩალა, ყავარი, ფიცარი და სხვ. სანაკელეს ორივე მხარეზე ნიადაგში ეწყობა საწუნწუხე კები, რომელთა მიმართ დაქანებული უნდა



ნახ. 4. სანაკელეს საერთო ზედი დასავლეთ საქართველოს რაიონებისათვის.

იყოს ძირი. წვიმის წყლის ასაცდენად სანაკელეს ირგვლივ საჭიროა შემოეკლოს 20 — 25 სანტიმეტრის სიღრმის და 30 სანტიმეტრის სიგანის კვლები.

ზ) სანაკელეში ნაკელის შენახვის წესები

სანაკელეში ნაკელის შენახვის სამი წესია გავრცელებული:

- ა) ნაკელის დატკეპნილი შენახვა, ე. ი. „ცივად“ შენახვა,
- ბ) ნაკელის შენახვა „ცხელი“ წესით (კრანცის მეთოდით) და
- გ) ნაკელის ჩვეულებრივი „ცხელი“ წესით შენახვა.

სანაკელეში ნაკელის შენახვის ყველაზე კარგი მეთოდია მისი დატკეპნილი, ე. ი. „ცივად“ შენახვა. ეს წესი მდგომარეობს იმაში, რომ ახალ ნაკელს ბოსლიდან გამოტანისთანავე ათავსებენ სანაკელეში და

კარგად ტყეპნიან. სანაკელეს შევსება წარმოებს თანდათანობით. სანაკელეში ნაკელის ჩადება შემდეგი წესით წარმოებს: ერთი დღე-ღამის განმავლობაში მიღებული ნაკელი თავსდება სანაკელეს ერთ კუთხეში 1 მეტრის სიმაღლის გროვად და გულდასმით იტყეპნება; მეორე დღეს პირველი გროვის გვერდით დგამენ მეორე გროვას, რომელიც ისეთივე წესით იტყეპნება, როგორც პირველი და ა. შ. მანამ, სანამ სანაკელეს ერთი კუთხიდან მეორემდე არ წარმოიშვება ზოლი. შემდეგ იწყებენ მეორე ფენის ისევე ჩადებას, როგორც პირველის და ა. შ., ვიდრე დატყეპნილი ნაკელის გროვის სიმაღლე არ მიაღწევს 1,5 — 2 მეტრს. ამ წესით შენახვისას ნაკელი მუდამ უნდა იყოს დატყეპნილ მდგომარეობაში, რის შედეგადაც მისი გახრწნა წარმოებს ჰაერის შემციობილი რაოდენობით შესების პირობებში და უმთავრესად ანაერობული გახრწნის პროცესი მიმდინარეობს. ტემპერატურის აწევა გახრწნის პირველ სტადიაში არ წარმოებს და ის გაქლენთილია ნახშირორჟანგით, რომელიც წარმოიშვება ორგანული ნივთიერების დაშლისას. მაშასადამე, ასეთ პირობებში ნაკელში წარმოშობილი ნახშირბადაც ამონიაკის დისოციაციის პირობები არ არსებობს და ამონიაკის დაკარგვას ადგილი არა აქვს. გარდა ამისა, ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად ანაერობულ პირობებში წარმოიშვება ორგანული მჟავები, რომლებიც შეკრავენ ნაკელში წარმოშობილ ამონიაკს, რითაც მცირდება ამ უკანასკნელის დანაკარგი. ნაკელის ანაერობულ პირობებში დაშლისას ადგილი არა აქვს ნიტრიფიკაციის პროცესს, ამიტომ გამოირიცხულია დენიტრიფიკაციის პროცესიც. ნაკელის ამ წესით შენახვისას, მის გახრწნაში მონაწილე ბაქტერიების ცხოველმყოფელობა შედარებით სუსტად მიმდინარეობს და ამ პროცესში სრულიად არ მონაწილეობენ სოკოები, რის გამო მიკროორგანიზმების მიერ აზოტის ბიოლოგიური შთანთქმა მცირდება; აზოტი ძირითადად წარმოდგენილია იოლად შესათვისებელ ამონიაკურ ფორმაში.

სანაკელეში ნაკელის შენახვის მეორე წესი წამოყენებული იყო კრანცის მიერ გერმანიაში. ზემოაღნიშნულისაგან კრანცის წესი განსხვავდება მით, რომ დასაწყისში ახალი ნაკელი სანაკელეში იდება ფაშარად ერთი მეტრის სიღრმეზე. ფაშარად ჩაწყობისას კარგი ჰაერაციის პირობებში ნაკელი სწრაფად იწყებს გახრწნას და ტემპერატურა მალე იწევს. როდესაც ნაკელის გროვაში ტემპერატურა მიაღწევს 60 — 65°, მას გულდასმით ტყეპნიან, ხოლო მის ზემოთ ათავსებენ ფაშარად ნაკელის ახალ გროვას, რომლის დატყეპენა წარმოებს მასში ტემპერატურის 60 — 65°-მდე მიღწევისას.

ნაკელის ჩაწყობის ასეთი წესით ავსებენ სანაკელეს 1,5 — 2 მეტრის ღრმემდე. ამგვარად, შენახვისას ადგილი აქვს ნაკელის გახრწნის

შედევად წარმოშობილი ამონიაკის დიდ დანაკარგს. ასე, მაგალითად, სასუქების, ნიადაგმცოდნეობის და აგროტექნიკის საკავშირო ინსტიტუტის ცდების შედეგად დადგენილ იქნა, რომ ნაკელის კრანციის წესით შენახვისას აზოტის დანაკარგი უდრიდა 21,6 პროცენტს, მაშინ როდესაც დატყეპვით შენახვისას დანაკარგი 7,7 პროცენტს არ აღემატებოდა. იმავე ინსტიტუტის მონაცემებით, კრანციის წესით ნაკელის შენახვისას მშრალი ნივთიერების დანაკარგი იზრდებოდა და 27,6 პროცენტს აღწევდა, დატყეპნილი წესით შენახვისას იგი 10,8 უდრიდა. კრანციის წესით ნაკელის შენახვისას, დატყეპნილთან შედარებით, მცირდება აზოტის ამონიაკური ფორმა და წყალხანაღი P_2O_5 , იზრდება წუნწუხის გამოყოფა, რაც უარყოფით მოვლენად ითვლება. ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ჩვენს სოციალისტურ სოფლის მეურნეობაში საჭიროა დაინერგოს ნაკელის შენახვა დატყეპვით.

ნაკელის ჩვეულებრივი, „ცხელი“ შენახვის წესი განსხვავდება კრანციის წესისაგან იმით, რომ ნაკელი სანაკელეში ჩადებისას დაუტყეპნავი რჩება და ადგილი აქვს აზოტის უფრო მეტ დანაკარგს.

თ) ნაკელის ხარისხის გაუმჯობესების ღონისძიებები

სასუქების, ნიადაგმცოდნეობის და აგროტექნიკის საკავშირო ინსტიტუტის მიერ დადგენილ იქნა, რომ ფოსფორიტის ფქვილთან ნაკელის დაკომპოსტებისას იზრდება მისი ჰუმუფიკაცია, ხოლო ფოსფორიტის ფქვილში P_2O_5 გადაღის მცენარისათვის ადვილადშესათვისებელ ფორმაში. ფოსფორიტის, ფქვილის ემატება ნაკელის წონის 1 — 3 პროცენტი, დაკომპოსტების ვადა გრძელდება 2 — 4 თვემდე. ფოსფორიტის ფქვილის ნაკელთან კარგად შერევის მიზნით მას პირდაპირ პირუტყვის სადგომში ნაკელზე სისტემატურად აბნევენ. ფოსფორიტის ფქვილის ნაკელთან შერევა არათანაბრად წარმოებს იმ შემთხვევაში, თუ მას ვუმატებთ სანაკელეში ნაკელის ჩადებისას. ნაკელის ფოსფორიტის ფქვილთან დაკომპოსტება ადიდებს ფოსფორიტის ფქვილის ღირსებას. ამიტომ ნაკელის გაუმჯობესების ეს წესი ფართოდ უნდა დაინერგოს. ნაკელის ხარისხის გაუმჯობესებისათვის მას აკომპოსტებენ სუპერფოსფატთან. ნაკელის სუპერფოსფატთან შერევა და დაკომპოსტება იწვევს შენახვის პროცესში აზოტის დანაკარგების მნიშვნელოვან შემცირებას. სუპერფოსფატთან ნაკელის შერევა წარმოებს ან ბოსელში ანდა მისი სანაკელეში ჩადებისას. ნაკელის ხარისხის გაუმჯობესების ღონისძიებას წარმოადგენს აგრეთვე მასზე თაბაშირის, ბისულფატისა და მაგნიუმის მარილების დამატება. ზემოთ აღნიშნული მარილების შერევა, ნაკელთან სანაკელეში ჩადების წინ იწვევს შენახვის პროცესში ამონიაკის დანაკარგების შემცირებას. ნაკელის ხარის-

ხის გაუმჯობესებას იწვევს აგრეთვე ტორფისა და ნაძვის ნორმის გადიდება ბოსელში. ფართოდ უნდა დაინერგოს პრაქტიკაში დაკომპოსტება ტორფთან, რითაც უმჯობესდება როგორც ნაკელის, ისე ტორფის სასუქობრივი ღირებულება.

ი) ნაკელის წუნწუხი

ჩვეულებრივ ცხოველთა განავლის თხევადი ნაწილის არა მთელი რაოდენობა რჩება ნაკელში და საფენში; ნაწილი სითხისა იწრიტება ცხოველის ბინიდან და წარმოშობს ნაკელის წუნწუხს. ნაკელის წუნწუხის შედგენილობა იცვლება და დამოკიდებულია წარმოშობისა და შენახვის პირობებისაგან. თუ ნაკელის წუნწუხის შენება ჰაერთან დიდხანს წარმოებს ან ადგილი აქვს მისი ტემპერატურის გადიდებას, მაშინ მასში არსებული ამონიაკი იოლად ორთქლდება და წუნწუხი ღარიბდება აზოტით. რაც უფრო ნაკლები იქნება წუნწუხის შენება ჰაერთან და რაც უფრო დაბალი ტემპერატურის პირობებში მოხდება მისი შენახვა, მით უფრო მდიდარია ის აზოტით და ამდენად მაღალია სასუქობრივი ღირებულება. ნაკელის წუნწუხში უმთავრესად გადადის წყალში ალვილადხსნადი შენაერთები. ამიტომ წუნწუხი ყოველთვის უფრო მდიდარია კალიუმით და აზოტით, ვიდრე ფოსფორით. საშუალოდ წუნწუხი შეიცავს (%-ით):

K_2O — 0,4—0,6
 N — 0,2—0,25
 P_2O_5 — 0,01

ნაკელის წუნწუხის რაოდენობა დამოკიდებულია ბოსელის აგებულებაზე, ბაგური კვების ხანგრძლიობაზე და ცხოველთა სახეობაზე.

ნაკელის წუნწუხის საშუალო რაოდენობა ერთ სულ ცხოველზე მოცემულია ქვემოთ:

ცხოველის ბაგურ კვებაზე ყოფნის ხანგრძლიობა (დღეებში)	დაგროვილი წუნწუხის რაოდენობა (მ ³)
240	2,2
220	2,0
200	1,8
180	1,5

ნაკელის წუნწუხის შეგროვებისათვის ბოსელთან აწყობენ სპეციალურ მიმღებ ორმოს. მისი მოცულობა უნდა იყოს დაახლოებით 0,5 კუბური მეტრი, რომელსაც უნდა ჰქონდეს სახურავი. ორმოს კედლები და ძირი გალესილია თიხით ან ცემენტით. მიმღებ ორმოდან მიღებით

წუნწუხი გროვდება წუნწუხის შესანახ ორმოში, რომელიც ეწყობა ბოსელიდან 2—3 მეტრის დაცილებით.

წუნწუხის შესანახი ორმო ეწყობა შემდეგი წესით: თხრიან 2—2,5 კუბ. მეტრი მოცულობის ორმოს, რომლის კედლებსა და ძირს ლესავენ 20—30 სანტიმეტრის სისქის თიხით ან ცემენტით. წუნწუხის შესანახ ორმოს ძირზე აფენენ 10—15 სანტიმეტრის სისქის ტორფს ან ნაძვას, რომელსაც ზემოდან გადალესავენ თიხით (15 სმ) და დატკეპნიან. ორმოს აქვს ამოსაღები ღრუ, რომელსაც გააჩნია ორი ხის სარკველი, მათ შორის დარჩენილ სივრცეში ათავსებენ ტორფის ან ნაძვის 15—20 სანტიმეტრის შრეს. წუნწუხის შესანახ ორმოში აზოტის და ნაქარგის თავიდან აცილების მიზნით, წუნწუხს თავზე მოასხამენ გადამუშავებულ ზეთს.

კ) ხელოვნური ნაკელი

ხელოვნური ნაკელი მიიღება ჩალის, ნაძვის და სხვადასხვა მცენარეების ფოთლების მინერალურ ან ორგანულ სასუქებთან დაკომპოსტებით. დასაკომპოსტებელ ჩალაში საჭიროა შეიქმნას 60 პროცენტი მისი სრული წყალტევადობიდან. ასეთ შემთხვევაში წარმოებს სწრაფი გახრწნა დასაკომპოსტებელი მასალისა სხვადასხვა მიკროორგანიზმებით. ადვილადხსნადი ორგანული შენაერთების (უჯრედანა, პენტოზანები) და ნახშირბადის შემცველობის პროცენტი მცირდება, ხოლო აზოტისა — იზრდება. გახრწნის დაჩქარებისათვის დაკომპოსტებულ მასალაში ჩალას უმატებენ აზოტიანი და ბაქტერიული ფლორით მდიდარ ორგანულ სასუქებს, მაგალითად, წუნწუხს. აზოტიანი სასუქის დამატების მიზანია აგრეთვე ჩალის გამდიდრება აზოტით ისე, რომ ხელოვნური ნაკელი თავისი შემადგენლობით უახლოვდებოდეს ბუნებრივს. ამავე მიზნით დაკომპოსტებულ ჩალას უმატებენ ზოგჯერ ფოსფორიან და კალიუმიან სასუქებს.

აზოტიანი სასუქებიდან ხელოვნური ნაკელის დასამზადებლად იყენებენ კალციუმის ციანამიდს, შარლოვანას, გოგირდმყავა ამონიუმს. მაგრამ არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას აზოტიანი სასუქების ნიტრატული ფორმები, რადგანაც ეს უკანასკნელი იწვევს დენიტრიფიკაციის პროცესს და ხელოვნური ნაკელიდან აზოტის დიდი რაოდენობით დაკარგვას. აზოტიან სასუქებს უმატებენ დასაკომპოსტებელი ჩალის წონიდან 0,3-დან 0,5 პროცენტამდე. ფოსფორიანი სასუქებიდან ხელოვნური ნაკელის მომზადებისას იყენებენ ფოსფორიტის ფქვილს, დასაკომპოსტებელი ჩალის წონის 2—3 პროცენტს ან სუპერფოსფატს 0,5—0,8 პროცენტამდე. გარდა ამისა, დასაკომპოსტებელ ჩალას ზოგჯერ უმატებენ კირს მისი წონის 2—2,5 პროცენტის რაოდენობით

(CaCO₃-ის სახით). ხელოვნური ნაკელის დამზადების რამდენიმე წესი არსებობს, მათგან აღსანიშნავია:

პირველი წესი. კომპოსტის¹ დასადგმელად მეურნეობაში საჭიროა შერჩეულ იქნას ოდნავ შემალეებული და ქარებისაგან დაცული ადგილი. იღებენ 10 — 15 სანტიმეტრზე დაჭრილ ჩალას, აფენენ მას 30 სანტიმეტრის სიმაღლის ფენად და გულდასმით ტკეპნიან. ამავე დროს ჩალას ასველებენ მისივე წონის რაოდენობის წყლით. შემდეგ მასზე ისევ აფენენ 30 სანტიმეტრზე დაჭრილ ჩალას, კვლავ ტკეპნიან და ასველებენ წყლით. ამ ოპერაციას იმეორებენ მანამდე, სანამ გროვის სიმაღლე არ მიაღწევს 2 მეტრამდე. თითოეული 30 სანტიმეტრის ფენის ჩაწყობის შემდეგ თავზე მოაყრიან აზოტიან, ფოსფორიან, კალიუმიან და კირიანი სასუქების ნარევს. ერთ ტონა მშრალ ჩალაზე იღებენ 50 — 70 კილოგრამ სასუქების ნარევს. სასუქების ნარევი შედგება კალციუმის ციანამიდის, ფოსფორიტის ფქვილის, კალიუმის შარილისა და კირისაგან, რომელიც შეიცავს 9,6 პროცენტ აზოტს, 9,7 პროცენტ P₂O₅, 2,2 პროცენტ K₂O და 51,1 პროცენტ CaCO₃. კომპოსტის გროვა მიაღწევს რა ორი მეტრის სიმაღლეს, აწარმოებენ მის დამატებით მორწყვას იმ ანგარიშით, რომ წყლის რაოდენობა მასში აღწევდეს 60 — 70 პროცენტს ჩალის სრულ წყალტევადობასთან შედარებით, ე. ი. ერთ ტონა ჩალაზე დაახლოებით იხარჯება 2,25 — 2,5 ტონა წყალი.

ხელოვნური ნაკელის გაზრუნისათვის საჭიროა 2 — 4 თვე. ამ ხნის განმავლობაში, განსაკუთრებით მშრალ და ქარიან ამინდში, საჭიროა კომპოსტის გროვა მოირწყვას ერთი-ორჯერ, თუ შევამჩნიებთ, რომ დაკომპოსტებული ჩალა გაშრობას იწყებს. ხელოვნური ნაკელი მომზადებულად ჩაითვლება მაშინ, როდესაც მისი მასა მიიღებს შავ ფერს და ადვილად დაიფხვნება.

მეორე წესი (კრანცის). ამ წესით ხელოვნური ნაკელის მომზადება მდგომარეობს შემდეგში: იღებენ 10 — 15 სანტიმეტრზე დაჭრილ შესველებულ ჩალას და დგამენ 90 — 100-სანტიმეტრიან ფაშარა გროვად. როდესაც კომპოსტის შიგნით ტემპერატურა მიაღწევს 60 — 65°, გროვას დატკეპნიან, ასეთივე წესით აწყობენ მეორე, მესამე ფენებს და ა. შ. მანამ, სანამ კომპოსტის სიმაღლე 1,5 — 2 მეტრს არ მიაღწევს.

მინერალური სასუქებიდან ამ შემთხვევაში კომპოსტს ემატება მხოლოდ აზოტიანი სასუქები: შარდოვანა, კალციუმის ციანამიდი, გოგირდმყავა ამონიუმი ჩალის წონის 0,5 — 0,7 პროცენტის რაოდენობით.

ზოგჯერ მინერალურ აზოტიანი სასუქების ნაცვლად ჩალას უმატებენ წუნწუხს, ფეკალურ მასას ან აზოტის შემცველ სხვა ორგანულ სასუქებს (ფრანგული წესი).

ხელოვნური ნაკელის შედგენილობა დამოკიდებულია მისი დამზადების წესზე. შედარებისათვის მოვიყვანთ მშრალი ჩალის, დაკომპოსტებული ჩალისა და ხელოვნური ნაკელის შედგენილობას (იხ. ცხრილი 72).

ცხრილი 72

	შედგენილობა პროცენტობით		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
მშრალი ჩალა	0,78	0,33	2,90
დაკომპოსტებული ჩალა	1,22	0,56	3,72
ხელოვნური ნაკელი (ჩალა დაკომპოსტებული კალიუმის ციანამიდთან და ფოსფორიტის ფქვილთან)	2,14	1,84	3,30

ხელოვნური ნაკელი თავისი ეფექტურობით თითქმის არ ჩამოუვარდება ბუნებრივ ნაკელს (იხ. ცხრილი 73).

ცხრილი 73

ხელოვნური ნაკელის და ბუნებრივი ნაკელის მიერ მოსავლის შატება (%-ით საკონტროლოსთან შედარებით) (სასუქების ინსექტიციდების და ფუნგიციდების ინსტიტუტის მონაცემების მიხედვით)

	ქვეთინარ ნიადაგზე		ქვექვიშნარ ნიადაგზე	
	ხელოვნური ნაკელი	ჩვეულებრივი ხაკელი	ხელოვნური ნაკელი	ჩვეულებრივი ნაკელი
მოქმედების პირველი წელი (კარტოფალი)	28	47	164	187
მოქმედების მეორე წელი (შვრია)	59	47	204	167

აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებში დიდი რაოდენობით გროვდება ხორბლის ნამჯა, რომელიც უმეტეს შემთხვევაში უსარგებლოდ იკარგება. საჭიროა იგი ფართოდ იქნეს გამოყენებული ხელოვნური ნაკელის მოსამზადებლად. ხელოვნური ნაკელის ეფექტურობაზე წარმოდგენას იძლევა ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი (იხ. ცხრილი 74).

ლ) ნაკელის მოქმედება ნიადაგის თვისებებზე და მცენარის ზრდა-განვითარებაზე

ნაკელის მოქმედების პირობები. ნაკელის მოქმედება მოსავლიანობაზე პირველ რიგში დამოკიდებულია ნიადაგში აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის შემადგენლობაზე. ამიტომ აღნიშნული ელემენტები საჭიროა რაც შეიძლება მეტი შევიწარმოთ ნაკელის შენახვისას. 30 — 40 ტონა ნაკელის შეტანისას, საშუალოდ შეგვაქვს N — 200 კი-

ლოგრამი, P_2O_5 —80-100 კილოგრამი და K_2O —240 კილოგრამი. საკვები ელემენტების ეს რაოდენობა ბევრად მეტია ჩვეულებრივ მიწერალური სასუქების ნორმებთან შედარებით, მაგრამ მხედველობაში

ცხრილი 74

ბელოვური ნაკელის ეფექტურობა

ვარიანტები	ქვეთიხნარ ნიადაგზე			ქვექვიშნარ ნიადაგზე		
	პირდაპირი მოქმედება		შემდგომი მოქმედება შერიაზე	პირდაპირი მოქმედება		შემდგომი მოქმედება შერიაზე
	კარტოფილი	საშემოდგომო ქვევი		კარტოფილი	საშემოდგომო ქვევი	
უსასუქოდ	100	100	100	100	100	100
ჩ.ლა, დაკომპოსტებული უსასუქოდ	127	136	142	168	184	229
ჩალა, დაკომპოსტებული შაოდოვანასთან და ფოსფორიტის ფქვილთან	128	175	159	225	465	244
შარდოვანა-ფოსფორიტის ფქვილი	—	120	—	—	270	—
ჩვეულებრივი ნაკელი	147	—	—	287	—	267

უნდა მივიღოთ-ის გარემოება, რომ ნაკელში ამ ელემენტების ყველა რაოდენობა არ იმყოფება მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმებში. ნაკელში მცენარისათვის შესათვისებელი აზოტის ფორმები არის ამონიაკი და ნიტრატი, ხოლო ამავე ელემენტის სხვა ფორმები მისაწვდომი ხდება მცენარისათვის თანდათანობით, მათი გარდაქმნის შემდეგ.

ნაკელის სწრაფი გახრწნა ნიადაგში და მასში შემავალი აზოტის გადასვლა მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმებში დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე. უფრო მსუბუქ ნიადაგებში გახრწნა წარმოებს სწრაფად, ვიდრე მძიმე თიხნარ ნიადაგებში. ღრმა ჩახვნა იწვევს ნაკელის უფრო ნელა გახრწნას, ამიტომ მძიმე თიხნარ ნიადაგში ნაკელი შეტანილ უნდა იქნას არალრმად. ნაკვეთში შეტანილ ნაკელის გახრწნაზე გავლენას ახდენს ნიადაგების რეაქციაც. მყავე რეაქცია ანელებს ნაკელის გახრწნას, მაგრამ მყავე ნიადაგების მოკირიანება პირიქით, ხელს უწყობს მას.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე მცენარისათვის შესათვისებელი აზოტის რაოდენობა ნაკელში ძალზე მერყეობს. ჩვეულებრივ, პირველ წელს შესათვისებელი აზოტის რაოდენობა მერყეობს 20 — 40 პროცენტამდე. ნაკელი პირველ წელს ზოგჯერ სრულ უმოქმედობას ან უმნიშვნელო მოქმედებას ამჟღავნებს. უკანასკნელ შემთხვევას ადგილი აქვს მაშინ, როცა ნიადაგში შეტანილი ნაკელი მცირე რაოდენობით შეიცავს მცენარისათვის შესათვისებელი აზოტის ფორმებს, ამავე დროს თუ მდიდარია ის გაუხრწნელი ნახშირწყლებით, ამ შემთხვევაში ნახ-

შირწყლების დამშლელი ბაქტერიები ითვისებენ ნიადაგში არსებული აზოტის ხსნად ფორმებს და გადაჰყავთ ის მცენარისათვის ძნელადშესათვისებელ ფორმებში, რის შედეგად ნაკელის დადებითი მოქმედების ნაცულად შეიძლება კულტურის მოსავალი კიდევ დაეცეს. ამიტომ გაუხრწნელი ნაკელის შეტანა მიზანშეუწონლად უნდა ჩაითვალოს.

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ნაკელის გავლენა ნიადაგის აზოტის რეჟიმზე დამოკიდებულია არა მარტო აზოტის შემცველ შენაერთებისაგან, არამედ უაზოტო ნივთიერების შემცველობისაგანაც, განსაკუთრებით კი ისეთი ნივთიერებების, რომლებიც ადვილად განიციდებიან გახრწნას. რადგანაც ეს ნივთიერებები აძლიერებენ აზოტის შეკვრას (იმობილიზაციას), ე. ი. ნიტრატებისა და ამონიაკის გადაყვანას მცენარისათვის ძნელადშესათვისებელ ფორმებში, ამიტომ ნაკელის შენახვის დროს საჭიროა მივადწიოთ უაზოტო ნივთიერებების სრულ გახრწნას. მცენარის მიერ აზოტის შეთვისებაზე გავლენას ახდენს აგრეთვე ნაკელის ნიადაგში შეტანის დროც. გაზაფხულზე შეტანის შემთხვევაში ვერ ხდება ნაკელში არსებული ნახშირწყლების დამლა და მისი უარყოფითი გავლენა აზოტურ კვებაზე მქლავნდება, ხოლო შემოდგომით შეტანილ ნაკელში არსებული ადვილადხსნადი ნახშირწყლები მთლიანად იშლებიან, რის შედეგად აზოტის შეკვრას მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში არა აქვს ადგილი. ამიტომ, ასეთ შემთხვევაში, ნაკელის აზოტის დიდი ნაწილი შეიძლება შეთვისებული იქნეს მცენარის მიერ მისი შეტანის პირველ წელს.

ნაკელის აზოტის საშუალო გამოყენების შემთხვევაში, მისი, 30 — 40 ტონა ნორმის დროს, ჰექტარზე მოდის 50 — 60 კილოგრამი აზოტი პირველ წელს, ხოლო დანარჩენი ნაწილის მოქმედება მქლავნდება მეორე და მესამე წელს, ზოგჯერ უფრო გვიანაც. ნაკელში შემავალ ფოსფორს და კალიუმს უფრო იოლად ითვისებს მცენარე, ვიდრე აზოტს. მინერალური სასუქებისა და ნაკელის ფოსფორის, აგრეთვე კალიუმის შეთვისების ხარისხის შედარებისას დადგინდა იქნა, რომ ამ სასუქების ფოსფორი და კალიუმი უმთავრეს შემთხვევაში არა მარტო ერთნაირი მაჩვენებლებით ხასიათდება, არამედ პირიქით უპირატესობა მოდის ნაკელის მხარეზე. შნეიდენის მონაცემებით ნაკელისა და მინერალური სასუქის აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის შეთვისების ხარისხი შემდეგნაირია:

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
კარტოფილი და შვრია			
ნაკელი	36,2%	32%	78,2%
მინსასუქები	76,9 "	14,6 "	52,7 "
შაქრის კაობალი და შვრია			
ნაკელი	40,9 "	41,9 "	47,5 "
მინსასუქები	93,5 "	23,2 "	48,7 "

როგორც ამ მონაცემებიდან ჩანს, შესათვისებელი კალიუმი ნაკელში მეტია, ვიდრე აზოტი, ხოლო რაც შეეხება ფოსფორის შეყვას, იგი უფრო მეტად შეითვისება ნაკელიდან, ვიდრე მინერალური სასუქებიდან. მაგრამ მისი აბსოლუტური რაოდენობა ნაკელში მცირეა აზოტთან და კალიუმთან შედარებით.

მაშასადამე, ნაკელის ჩვეულებრივი ნორმებით შეტანისას მცენარე უზრუნველყოფილია მთლიანად კალიუმით და ნაკლები რაოდენობის აზოტითა და ფოსფორით. ნაკელი მცენარის კვების რეჟიმზე პირდაპირი მოქმედების გარდა, გავლენას ახდენს აგრეთვე ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებზე. 40 ტონა ნაკელის შეტანისას ჰექტარზე დაახლოებით 10 ტონა მშრალი ორგანული ნივთიერება შედის ნიადაგის სახნავ ფენაში. ამ რაოდენობის ორგანული ნივთიერების შეტანას იწვევს მის გადიდებას 0,33 პროცენტით. ნაკელის ორგანული ნივთიერების მძიმე თხნარ ნიადაგებში შეტანით მცირდება წებვადობა და წარმოიშვება სტრუქტურული აგრეგატები, რის შედეგად უმჯობესდება ნიადაგის წყლის და ჰაერობული რეჟიმი, მსუბუქ კვიშნარ ნიადაგებში ორგანული ნივთიერების მოქმედებით კი პირიქით იზრდება მისი ბმულობა და უმჯობესდება ნიადაგის სტრუქტურა. ნაკელის ორგანული ნივთიერების გავლენით იზრდება წყალტევადობა, რის შედეგად უმჯობესდება ნიადაგის წყლის რეჟიმი.

ნიადაგში შეტანილი ნაკელის ორგანული ნივთიერება იწვევს მის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებების შეცვლას. ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებას, განსაკუთრებით მის იმ ნაწილს, რომელიც წარმოიშვება ნაკელის გახრწნის პროცესში ჰუმუსოვანი ნივთიერების სახით, წარმოადგენს კოლოიდები, რომლებიც მონაწილეობას ღებულობენ ნიადაგში მიმდინარე შთანთქმა-ჩანაცვლების მოვლენებში. ამიტომ ნაკელის შეტანით, ერთი მხრივ, იზრდება შთანთქმითი ტევადობა, ბუფერობა, ხოლო, მეორე მხრივ, მცირდება მისი რეაქციის რყევადობა, რაც თავისთავად ნიადაგის ხსნარის ფიზიოლოგიურ გამოწონასწორებას იწვევს. მკავე ეწერი ტიპის ნიადაგებზე ნაკელის შეტანამ შეიძლება არასრულად გამოამჟღავნოს ყველა ზემოთ აღნიშნული მოქმედება. ამიტომ ასეთ ნიადაგებზე, ნაკელის სრული მოქმედების გამოვლინებისათვის, საჭიროა წინასწარ ჩატარდეს მოკირიანება. მოკირიანებულ ნიადაგებში ორგანული ნივთიერების გახრწნის შედეგად წარმოშობილი ჰუმუსი შეიკვრება კალციუმით, რის შედეგად ნაკელის დადებითი მოქმედება ნიადაგის ფიზიკურ და ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე ძლიერდება.

ნიადაგში ნაკელის შეტანა იწვევს მიწათმოქმედებისათვის სასარგებლო მიკროორგანიზმების რაოდენობის გადიდებას და მათი ცხოველყოფილობის ზრდას.

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, ნაკელის დადებითი მოქმედების კიდევ ერთი მხარე არსებობს, რითაც მისი გავლენა მცენარის კვების რეჟიმზე განსხვავდება მინერალური სასუქებისაგან. ნაკელის ორგანული ნივთიერების გახრწნის შედეგად ნიადაგში წარმოიშეება საკმაოდ დიდი რაოდენობით ნახშირორჟანგი. მიახლოებითი გამოანგარიშებით დადგენილ იქნა, რომ ნაკელის ნიადაგში შეტანის პირველ წელს მასში შემავალი ორგანული ნივთიერების ნახევრის გახრწნის შედეგად გამოიყოფა 5 ტონა CO_2 , ანუ 3000 მ³ CO_2 ჰექტარზე. თუ დაუშვებთ, რომ ნიადაგის ზედაპირიდან მთელი ვეგეტაციის პერიოდში თანაბრად გამოიყოფა CO_2 , მაშინ 1 მ³ ფართობი დღეში გამოყოფს 1,5 ლიტრ CO_2 . გამოყოფილი ნახშირორჟანგი აღიღებს ნიადაგის ზედაპირის ატმოსფეროს ფენებში CO_2 -ის შემცველობას, რაც თავისთავად აძლიერებს ფოტოსინთეზის ინტენსივობას, რის შედეგადაც იზრდება კულტურების მოსავლიანობა.

ამრიგად, ნაკელის დადებითი მოქმედება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობაზე ნაწილობრივ უნდა აიხსნას მისი დაშლის შედეგად გამოყოფილი CO_2 -ის გავლენით ფოტოსინთეზის ინტენსივობაზე.

ნაკელის ეფექტურობა სხვადასხვა ნიადაგზე. ნაკელის მოქმედება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობაზე, ნიადაგის თვისებებისა და მასში საკვები ელემენტებით უზრუნველყოფის გარდა დამოკიდებულია აგრეთვე თვით ნაკელის ხარისხზე, მის დოზაზე, კულტურის ბიოლოგიაზე, აგროტექნიკის დონესა და კლიმატური ფაქტორების ხასიათზე. აღნიშნულ პირობათა შორის ნიადაგის თვისება კლიმატურ ფაქტორთან კავშირში წარმოადგენს მთავარს და გადამწყვეტს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობაზე ნაკელის მოქმედების განსაზღვრისათვის.

ნაკელი მოსავლიანობას ყველაზე უფრო მეტად ზრდის ეწერი ტიპის ნიადაგებზე, რადგანაც მათში საკვები ნივთიერების მარაგი შედარებით მცირეა, ხოლო წყლის რეჟიმი არანორმალური. ასეთ ნიადაგში ნაკელის შეტანა, ერთი მხრივ, იწვევს საკვები ნივთიერების გამდიდრებას, ხოლო მეორე მხრივ, ნიადაგის ფიზიკური თვისებების — სტრუქტურის გაუმჯობესებას, რაც თავისთავად ნიადაგის ტენიანობას ცვლის. გარდა ამისა, ეწერ ნიადაგებში ნაკელის შეტანით მისი ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებების გაუმჯობესება ხდება.

მცენარის საკვები ნივთიერებების მაღალი შემცველობით, კარგი ფიზიკური, ფიზიკურ-ქიმიური, ბიოლოგიური თვისებებით აიხსნება ნაკელის სუსტი ეფექტურობა შავმიწა ნიადაგებში, თუმცა ამ ტიპის ნიადაგებზე კულტურების სისტემატურად თესვის შემთხვევაში ნაკელი

საკმაოდ მაღალ ეფექტს იძლევა. არაშავმიწა ნიადაგების ზონისათვის საშუალოდ ნაკელით გამოწვეული მოსავლის მატება მერყეობს 40 — 100 პროცენტს შორის საკონტროლოსთან შედარებით, მაშინ როდესაც შავმიწა ნიადაგების ზონაში 15 პროცენტს იშვიათად აღემატება.

სხვადასხვა ნიადაგებზე ნაკელის მოქმედების ასეთი არათანაბრობის გამო, მისი შემდგომი მოქმედებაც სხვადასხვაა. ეწერი ტიპის ნიადაგებზე, სადაც ნაკელის პირველი წლის მოქმედება მაღალია, შემდგომი მოქმედება მცირდება, ე. ი. მალე ქრება. შავმიწა ნიადაგების შემთხვევაში პირველ წელს ნაკელის სუსტად მოქმედების გამო, მისი შემდგომი მოქმედება ხანგრძლივია.

ნიადაგში ნაკელის გახრწნის ხასიათზე დამოკიდებულია აგრეთვე მისი შემდგომი მოქმედება და ხანგრძლიობა. მსუბუქ ნიადაგებში ნაკელი უფრო მალე იხრწნება, ვიდრე მძიმე თიხნარებში. ამიტომ მსუბუქ ნიადაგებზე მისი პირველ წელს მოქმედება უფრო მეტია, ვიდრე თიხნარებზე, მხოლოდ მოქმედების ხანგრძლიობა კი ნაკლები.

ნაკელის მოქმედება და ხანგრძლიობა დამოკიდებულია მისი დოზებისა და განმეორებით შეტანის სიხშირეზე. დოზები დამოკიდებულია, ერთი მხრივ, მეურნეობაში მიღებული ნაკელის რაოდენობაზე, ხოლო მეორე მხრივ, კულტურისა და ნიადაგის თავისებურებაზე, მეურნეობაში არსებული სხვა სასუქების სახეობაზე.

მეურნეობაში ნაკელის სიმცირის და სხვა სასუქების არარსებობის დროს მიზანშეწონილია ის შეტანილი იქნეს შედარებით მცირე დოზებით — 18-20 ტონა ჰექტარზე. შავმიწა ნიადაგების ზონაში, მარცვლოვანი კულტურებისათვის ნაკელის დოზის 20 ტონაზე ზევით გადიდება არ იძლევა მოსავლის არსებით ზრდას, მაშინ როდესაც არაშავმიწა ნიადაგების ზონაში ამავე კულტურებისათვის საჭიროა ნაკელის დოზა 36-40 ტონამდე გადიდდეს ჰექტარზე.

მსუბუქ ქვიშნარ ნიადაგებზე საჭიროა ნაკელი შეტანილი იქნეს უფრო მცირე დოზებით და ხშირად, ხოლო მძიმე თიხნარ ნიადაგებზე კი პირიქით — დიდი დოზებით და არახშირად; უკანასკნელ შემთხვევაში ნაკელის შემდგომი მოქმედება დიდია. ნაკელი ყოველთვის შეტანილი უნდა იქნეს მინერალურ სასუქებთან ერთად, ამ შემთხვევაში შეიძლება ნაკელის ნორმა განახევრდეს.

ნაკელისა და მინერალური სასუქების შედარებითი ეფექტურობა. ყოველგვარი სასუქის მოქმედება, გარდა თვით სასუქების თვისებისა, მისი გამოყენების პირობებზეა დამოკიდებული. ამიტომ ყველა პირობისათვის ამა თუ იმ სასუქის შედარების დროს არ შეიძლება უცვლელად მივიჩნიოთ მიღებული მონაცემები. სასუქების მოქმედება დამო-

კიდებულია ნიადაგობრივ პირობებზე, კულტურის თავისებურებასა და კლიმატურ ფაქტორებზე.

ამიტომ, ნაკელისა და მინერალური სასუქის შედარებითი ეფექტურობის დროს ერთნაირი შედეგები არ მიიღება ყველა პირობისათვის. ნაკელისა და მინერალური სასუქების შედარების დროს მნიშვნელოვან მომენტს წარმოადგენს ის თუ მათი ექსპლუატაციის შედეგება რამდენ წელს და როგორი დოზებით წარაიღებს. ნაკელის მოქმედებას თუ შევადარებთ მინერალური სასუქების მოქმედებას ერთი წლის განმავლობაში მასში შემავალი ეკვივალენტური საკვები ელემენტების შემცველობის მიხედვით, მაშინ ცხადი გახდება, რომ ნაკელის მოქმედება უფრო ნაკლები იქნება, ვინაიდან ის შეიცავს აზოტის დიდ ნაწილს მცენარისათვის ძნელადშესატვისებელ ფორმებში. ეს სხვაობა კიდევ უფრო მეტი იქნება, თუ ნაკელი მცირე რაოდენობით შეიცავს აზოტის ამონიაკურ ფორმებს და მასში დიდია უაზოტო ნივთიერებების შემცველობა. მინერალური სასუქების უპირატესობა ორგანულთან შედარებით გამოძეგლავდება აგრეთვე იმ შემთხვევაში, როცა ნაკელის მოქმედება ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებზე მცირეა, ე. ი. თუ ნიადაგი თავისთავად კარგი ფიზიკური თვისებებით ხასიათდება. როდესაც ნიადაგს აქვს ცუდი ფიზიკური თვისებები, მაშინ ნაკელის მოქმედება, ბუნებრივია, უკეთესი იქნება მინერალურ სასუქთან შედარებით.

მრავალრიცხოვანი ცდებით დადგენილია, რომ ნაკელისა და მინერალური სასუქების ერთობლივი შეტანა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობას უფრო მეტად ზრდის, ვიდრე მათი ცალკე გამოყენება. ეს კი აიხსნება შემდეგით:

ნაკელისა და მინერალური სასუქების ნარევი იქმნება მცენარისათვის უფრო ხელსაყრელი საკვები ნივთიერებების თანაფარდობა;

ნაკელის გავლენით მცირდება მინერალურ სასუქებში ადვილადხსნად ფორმებში ჰარბად არსებული საკვები ნივთიერების უარყოფითი გავლენა მცენარეზე, რადგანაც ნაკელის ორგანული ნივთიერება შთანთქმავს მინერალურ სასუქებში არსებულ ადვილადხსნად ნივთიერებებს და შემდეგ თანდათანობით გადასცემს მას ნიადაგის ხსნარს;

ნაკელისა და მინერალური სასუქის კომბინირება უზრუნველყოფს მცენარეს როგორც მისი განვითარების პირველ, ისე შემდგომ სტადიებში, რადგან მინერალური სასუქების ადვილადშესატვისებელი საკვები ნივთიერებები მცენარის მიერ გამოიყენება განვითარების პირველ ხანებში, ხოლო ნაკელის ორგანული ნივთიერების გახრწნის შედეგად, მასში არსებული საკვები ნივთიერებები მოდიან მოქმედებაში მცენარის განვითარების უფრო გვიან ფაზებში;

მინერალური სასუქის ორგანულზე დამატებამ შესაძლებელია შეავსოს მცენარისათვის შესათვისებელი აზოტის ნაკლებობა.

ნაკელისა და მინერალური სასუქების ერთობლივი გამოყენება დადებითია იმ მხრივაც, რომ ნაკელის ორგანული ნივთიერება აუქმობესებს ნიადაგის ფიზიკურ, ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებს, აძლიერებს აგრეთვე მცენარის ნახშირორჟანგით კვებას.

ნაკელისა და მინერალური სასუქების ერთობლივი გამოყენება ყველაზე კარგ შედეგს იძლევა ისეთ კულტურებზე, რომლებიც მეტ მოთხოვნილებას აყენებენ საკვები ნივთიერებებისა და ნიადაგის თვისებებზე, ასეთია ბოსტნეული, ძირ და ფესვნაყოფა კულტურები.

ნაკელისა და მინერალური სასუქების ერთობლივი გამოყენება იწვევს მათში არსებული საკვები ელემენტების შეთვისების გადიდებას. ამდენად მათი კომბინაცია სასუქების ეფექტურობის გადიდების ღონისძიებას წარმოადგენს.

ნაკელის გავლენა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობაზე. ნაკელის ეფექტურობა დიდად არის დამოკიდებული ნიადაგობრივ და კლიმატურ პირობებზე. საკმაოდ ტენიანი ეწერი ტიპის ნიადაგებზე ნაკელი ყველაზე მაღალ ეფექტს იძლევა. გვალვიან ზონაში ნაკელის ეფექტურობა ეცემა. ნაკელის შემდგომი მრქმედება მოსავლიანობის მატების თვალსაზრისით გვალვიან რაიონებში თითქმის არ ჩამოუვარდება მის პირდაპირ მოქმედებას. მძიმე თიხნარ ნიადაგებზე ნაკელის დადებითი მოქმედება 8 და ზოგჯერ 12 წელსაც გრძელდება. მაშინ, როდესაც მსუბუქ ქვიშნარ ნიადაგებზე მისი ეფექტი 3—4 წელში ამოიწურება.

ნაკელის ეფექტურობა იცვლება ნიადაგის თვისების მიხედვით. შაქრის კარხლის ძირების მოსავლის ნამატი სხვადასხვა ნიადაგებზე მოცემულია 75-ე ცხრილში.

ცხრილი 75

ნაკელის მრქმედება შაქრის კარხლის მოსავლიანობაზე სარწყავ რაიონებში

(წიგნიდან „სასუქების ცნობარი აგრონომებისათვის“)

ცდების ჩატარების ადგილი	ნიადაგი	მოსავალი ც/ჰა-ზე გაუნოყიერებლად	მოსავლის მატება ც/ჰა ნაკელის მოქმედებით	
			20 ტ/ჰა	40 ტ/ჰა
ყირგიზეთის სასელექციო სადგური	ღია წაბლა	273	116	206
ალბა-ატის საცდელი მიწორობი	ჩვივე	3.6	77	127
ჯამბულის დასაყოფ. პუნქტი	რუხი	540	118	—
საქ. მეზინდვრეობის საცდ. სადგური (გორის ო-ნი)	ალეუფრი	159	116	153

75-ე ცხრილში მოყვანილი მონაცემები მოწმობენ, რომ შაქრის ქარხლის ძირების მოსავალი ნაქლის გავლენით მკვეთრად იზრდება. ნაქლის ეფექტურობა იცვლება ნიადაგის სახეობის მიხედვით. ნაქლის დოზების 20 ტონიდან 40 ტონამდე გადიდება ღია წაბლა ნიადაგებზე მოსავლიანობა თითქმის გააორჯევს. დოზის გაორჯევების შემთხვევაში ასევე მნიშვნელოვნად გაიზარდა შაქრის ქარხლის მოსავალი გორის რაიონის ალუვიურ ნიადაგებზე.

ნაქლის გავლენით დიდად იზრდება აგრეთვე კარტოფილის ტუბერების მოსავლიანობა (იხ. ცხრილი 76).

ცხრილი 76

ნაქლის მოქმედება კარტოფილის ტუბერების მოსავლიანობაზე
(წიგნიდან: „სასუქების ცნობარი აგრონომებისათვის“)

ნიადაგი	მოსავალი ც/ჰა-% გაუ- სიყიერებ- ლად	მოსავლის მატება ც/ჰა ნაქლით განოყიერებისას	
		18 ტ/ჰა	36 ტ/ჰა
ღრმა შავმიწა.....	150	13	25
გამოტუტული შავმიწა.....	96	28	48
თიხნარი ეწერი	81	22	42
ქვიშიანი ეწერი	105	39	59

76-ე ცხრილის მონაცემებით, ნაქლის ეფექტურობა იცვლება ნიადაგის თვისებების მიხედვით. ნაქლით გამოწვეული მოსავლიანობის მატება შემდეგი თანრიგობით იცვლება: ნაქლი ყველაზე მეტ ეფექტს იძლევა ქვიშნარ ეწერ ნიადაგზე, შემდგომ გამოტუტულ შავმიწებზე, უფრო ნაქლებს თიხნარ გაეწერებულ ნიადაგზე, ხოლო ღონიერ შავმიწებზე ნაქლი შედარებით უმნიშვნელოდ ზრდის კარტოფილის მოსავალს.

იმავე ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ნაქლის დოზის გაორჯევების შემთხვევაში მოსავალი მკვეთრად იზრდება, ხოლო ზოგიერთ ნიადაგზე (შავმიწები, თიხნარი ეწერები) თითქმის ორჯეცდება. ნაქ-

ცხრილი 77

ნაქლის სხვადასხვა დოზის მოქმედება კარტოფილის ტუბერების მოსავლიანობაზე

(წიგნიდან: „სასუქების ცნობარი აგრონომებისათვის“)

	გაუნოყი- რეული	ნაქლის დოზები ტ/ჰა-ზე			
		18	36	54	72
მოსავალი ც/ჰა-ზე.....	53	101	143	158	176
მატება ც/ჰა-ზე	—	48	90	105	123

ლის სხვადასხვა დოზების გავლენა კარტოფილის ტუბერების მოსავლიანობაზე მოცემულია 77-ე ცხრილში (იხ. ცხრილი 77).

77-ე ცხრილიდან ნათელია, რომ ნაკელის დოზების ზრდის შესაბამისად იზრდება ტუბერების მოსავლის ნამატი, მაგრამ სამეურნეო თვალსაზრისით მინერალური სასუქის დოზის 36 ტონის ზევით გადიდება კარტოფილის კულტურისათვის მიზანშეუწონელია.

ნაკელი მნიშვნელოვნად ადიდებს აგრეთვე სუბტროპიკული კულტურების მოსავლიანობას წითელმიწა ნიადაგებზე (იხ. ცხრილი 78).

ც ხ რ ი ლ ი 78

ნაკელის გავლენა მანდარინის მოსავლიანობაზე

ანასეული, წითელმიწა ნიადაგი. პლანტაცია გაშენებულია 1936 წ. (საშუალო მოსავალი ერთ ხეზე მ. ბზიავას მონაცემებით)

ვარიანტები	1946 წ.				1947 წ.				1948 წ.			
	კგ	%	წ/ტ	%	კგ	%	წ/ტ	%	კგ	%	წ/ტ	%
PK+C (კირი).....	18,2	100	368	100	21,5	100	381	100	16,3	100	265	100
PK+კირი + ნაკელი 5 ტ/ჰა აბსოლუ- ტურად მშრალი მასა ყოველწლი- ურად.....	19,1	106	373	103	27,5	281	484	127	17,7	109	269	102

ვარიანტები	1949 წ.				ოთხი წლის საშუალო			
	კგ	%	ცალი	%	კგ	°/0	ცალი	°/0
PK+Ca (კირი)	9,0	100	186	100	16,2	100	300	100
PK+კირი + ნაკელი 5 ტ/ჰა აბსოლუ- ტურად მშრალი მასა ყოველწლი- ურად	14,5	161	329	117	19,7	122	365	

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ნაკელის გავლენით მანდარინის მოსავლიანობა ზოგიერთ წლებში უმნიშვნელოა, რაც ნალექების სიმცირით უნდა აიხსნას.

მეტად დიდია ნაკელის ეფექტურობა ჩაის პლანტაციებში (იხ. ცხრილი 79).

როგორც 79-ე ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, ნაკელის გავლენით ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლის ნამატი წითელმიწა ნიადაგებზე საშუალოდ 17 პროცენტს აღწევს. ნაკელის შემდგომი მოქმედება პირდაპირზე უფრო მეტია.

ნაკელის ეფექტურობა ჩაის პლანტაციაში
(ი. გამყრელიძისა და ვ. იოსავას მონაკვებით)

ვარიანტები	ანასუული						ზუგდიდი					
	NPK შეჯანის გარეშე			შეტანილია NPK			NPK შეჯანის გარეშე			შეტანილია NPK		
	ნაკელის პირ-დაირი მოქმედება	ნაკელის შემდგომი მოქმედება	ნაკელის შემდგომი მოქმედება	ნაკელის შემდგომი მოქმედება	ნაკელის შემდგომი მოქმედება	ნაკელის შემდგომი მოქმედება	ნაკელის შემდგომი მოქმედება	ნაკელის შემდგომი მოქმედება	ნაკელის შემდგომი მოქმედება	ნაკელის შემდგომი მოქმედება	ნაკელის შემდგომი მოქმედება	ნაკელის შემდგომი მოქმედება
	1938 ჟ	1939 ჟ	2 ზღის საშ.შე- სავალი	9 ზღის საშ.შე- სავალი	1949 ჟ	1950 ჟ	2 ზღის საშ.შე- სავალი	1941 ჟ	7 ზღის საშ.შე- სავალი	1949 ჟ	1950 ჟ	2 ზღის საშ.შე- სავალი
	კმ/ჰა	კმ/ჰა	კმ/ჰა	კმ/ჰა	კმ/ჰა	კმ/ჰა	კმ/ჰა	კმ/ჰა	კმ/ჰა	კმ/ჰა	კმ/ჰა	კმ/ჰა
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	625 100	2070 100	1348 100	1345 100	1156 100	3736 100	2471 100	1092 100	650 100	833 100	799 100	816 100
უსასუქო (საკონტრო- ლო)	-	-	-	-	-	-	-	2571 238	1038 160	3852 462	5589 699	4720 578
ფონი PK	600	2552 123	1576 117	1739 129	1292 112	4372 117	2832 115	3067 283	1574 242	4163 500	5691 712	4927 604
PK + ნაკელი 10 ტონა/ჰა აბს. მშრალი ორგ. ნივთ. ანგარიშით ...												

ნაკელის გავლენა ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლიანობაზე (ანახეული)
(მ. ბზიავას მონაცემებით)

	პირობაირი მოქმედება		2 წლის საშ. მოსავალი		შემდეგი მოქმედების წლები													
	1938 წ.		1939 წ.		1940 წ.		1941 წ.		1942 წ.		1943 წ.		1944 წ.		1945 წ.			
	კგ	%	კგ	%	კგ	%	კგ	%	კგ	%	კგ	%	კგ	%	კგ	%		
უსასუქო	625	91	2070	74	1348	78	1914	55	1819	47	2483	45	1904	63	1746	52	932	32
NPK	684	100	2794	100	1939	100	3468	100	3860	100	5551	100	3040	100	2864	100	2409	100
NPK+ნაკელი	700	102	3059	110	1885	108	5059	146	4337	112	6369	115	4195	138	3431	120	2904	121

	შემდეგი მოქმედების წლები												11 წლის შემდეგ მოქმედ. საშ. მოსავალი		13 წლის შემდეგ მოქმედ. საშ. მოსავალი			
	1946 წ.		1947 წ.		1948 წ.		1949 წ.		1950 წ.		1951 წ.		1952 წ.		1953 წ.		1954 წ.	
	კგ	%	კგ	%	კგ	%	კგ	%	კგ	%	კგ	%	კგ	%	კგ	%	კგ	%
უსასუქო	557	31	685	32	555	26	1156	52	3737	78	1590	51	1552	53	1552	51	1552	53
NPK	1772	100	2174	100	2155	100	2213	100	4778	100	3117	100	2905	100	2905	100	2905	100
NPK+ნაკელი 10 ტ ჰა-ზე	1992	112	2653	122	2631	121	2507	113	5277	110	3760	121	3471	119	3471	121	3471	119

ნაკელი მინერალური სასუქების (NPK) ფონზე იწვევს ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლის მატებას 15 პროცენტით (საშუალოდ ორი წლის მონაცემები). ზუგდიდის ეწერ ნიადაგებზე ნაკელი 10 ტონა მშრალი ნივთიერების ანგარიშით მოსავალს ჰექტარზე 45 პროცენტით ზრდის. ნაკელის შემდგომი მოქმედების 7 წლის საშუალო მოსავლის ნამატი 82 პროცენტს უდრის.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ამავე ნიადაგზე ნაკელის შემდგომი მოქმედება უფრო მცირეა სრული მინერალური სასუქების ფონზე, ვიდრე ამ უკანასკნელის გარეშე.

ნაკელის შემდგომი მოქმედება ჩაის პლანტაციის მოსავლიანობაზე 11 წელსაც კი გრძელდება (იხ. ცხრილი 80).

სრული მინერალური სასუქების ფონთან შედარებით, ნაკელის შემდგომი მოქმედებით ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლიანობა 11 წლის საშუალო მონაცემებით 21 %-ით იზრდება. ამავე ცხრილიდან ნათელია, რომ ნაკელის პირდაპირი მოქმედება უფრო ნაკლებია, ვიდრე შემდგომი მოქმედება.

ნაკელის მოქმედება მოსავლიანობაზე უფრო კარგად მკლავდება თესლბრუნვაში, რადგან მასში შემავალი კულტურები სხვადასხვა დამოკიდებულებას იჩენენ ნაკელში არსებული საკვები ნივთიერებისად-

ცხრილი 81

ნაკელის ეფექტურობა თესლბრუნვაში
(ეფექტის ჯამი ნაკელიდან. მისი მოქმედება ყველა წლისათვის თესლბრუნვაში)

მონაცემების წყარო	ნაკელის დონა თესლბრუნვაში	თესლბრუნვის კულტურა	ნაკელი მატება ტ/ჰა-ზე	მატება ბა-დაზმგარეშ. მარცხელზე ტ/ჰა-ზე
დოლოგორუდის საცდელი სადგური—მრავალწლიანი მინდვრის ცდა 6 წლის მონაცემებით	36	საშემოდგომო ჰევი შერია	10,7	10,7
		სამეურა თივად	5,3	5,3
		საკვები ჰაობალი	6,5	2,6
		სულ:	155,5	15,5
		სულ:		34,1
სუმის საცდ. სადგური—მრავალწლიანი მინდვრის ცდა 6 წლის მონაცემებით	20	საშემოდგომო ჰევი შაქონის ჰარხალი	5,7	5,7
		შერია	66,0	13,2
			1,5	1,5
		სულ:		24,0
დანის მრავალწლიანი ცდა (ასკოვი) 30 წლის მონაცემებით	36	საშემოდგომო ჰევი შერია	6,7	6,7
		სამეურა თივა	8,1	8,1
		საკვ. ჰარხალი	16,8	6,7
		სულ:	264,0	26,4
		სულ:		47,9

მი. თუ თესლბრუნვაში შემავალი მცენარეების ერთ ჯგუფს სჭირდება მეტი აზოტი, მაშინ მეორე ჯგუფი მცენარეებისა (პარკოსნები) ძირითადად იკვებებიან ატმოსფეროს აზოტის ხარჯზე. ამდენად ნაკელის შეტანის დროს ადგილს თესლბრუნვის მინდვრებში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ნაკელის სრული ეფექტურობის გამოვლინებისათვის. ზემოთ მოგვყავს დოლოგოპრუდის, სუმისა და ასკოვის საცდელი სადგურების მონაცემები ნაკელის ეფექტურობის შესახებ თესლბრუნვაში.

აღნიშნული საცდელი სადგურების მონაცემებით, თესლბრუნვაში შემავალი ყველა კულტურიდან ნაკელი ყველაზე მეტად ზრდის შაქრისა და საკვები ჭარხლის მოსავლიანობას, შემდეგ მოდის საშემოდგომო ქვაყვი და შერია. დოლოგოპრუდის საცდელი სადგურის მონაცემებით ნაკელის ეფექტი სამყურის მოსავლიანობაზე თესლბრუნვაში ყველაზე დაბალია. სხვადასხვა საცდელი სადგურის მონაცემებით ირკვევა, რომ ნაკელისაგან გამოწვეული მოსავლის მატება თესლბრუნვაში სხვადასხვაა, რადგან მისი ეფექტი იცვლება ნიადაგური და კლიმატური პირობების შესაბამისად.

ნაკელის შეტანის ადგილი თესლბრუნვაში შესწავლილ იქნა ხარკოვის საცდელ სადგურზე 1917 — 1924 წლებში (იხ. ცხრილი 82).

ცხრილი 82

შაქრის ჭარხლის მოსავლიანობა სხვადასხვა მინდორზე

ნაკელის შეტანით

(წიგნიდან: „სასუქების ცნობარი აგრონომებისათვის“)

კულტურა	მოსავლი უნაკელოდ ც/ჰა-ზე	შაქრის ჭარხლის მოსავლის მატება ც/ჰა-ზე 36 ტ. ნაკელის შეტანით	
		საშემოდგომო ხორბალი	შაქრის ჭარხალი
შაქრის ჭარხალი	228	7,5	91
საშემოდგომო ხორბალი	15,1	8,8	6,0
შერია	9,7	2,9	3.3

ამ მონაცემებიდან ნათლად ჩანს, რომ იმ შემთხვევაში, როცა ნაკელი უშუალოდ ჭარხლისა და საშემოდგომო ხორბლისათვის განკუთვნილ მინდორზეა შეტანილი, პირველის მოსავლიანობა 16 ც მეტი, ხოლო მეორის — 2,8 ც ნაკლები. მაშასადამე, ნაკელის შეტანის ადგილის შერჩევას თესლბრუნვაში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მისი ეფექტურობის გადიდებისათვის.

მცენარეების მიერ ნაკელიდან საკვები ნივთიერებების გამოყენების კოეფიციენტი. ნაკელიდან მცენარის მიერ საკვები ნივთიერების

შეთვისების ხარისხი დამოკიდებულია მრავალ პირობაზე. ასე, მაგალითად, მცენარის მიერ ნაკელის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი დამოკიდებულია ცხოველების სახეობაზე, ნაკელში აზოტის შემცველობაზე, მცენარის ბიოლოგიაზე, საფენის სახეობაზე და ნაკელის შენახვის წესზე, მის დოზასა და ნიადაგის თვისებებზე. ქვემოთ მოგვყავს ნაკელის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი სხვადასხვა ავტორების მონაცემებით (იხ. ცხრილი 83).

ცხრილი 83

მცენარის მიერ ნაკელის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი

გამოყენების კოეფიციენტი	მონაცემების წყარო						
	ვანარი (1 წლის)	ხიგანდი (2 წლის)	ინიკე-კინდი (2 წლის)	შულკი (1 წლის)	პედური (3 წლის)	IIIY გონაგე-ბით (1 წლის)	RIVAA მონაცემები (1 წლის)
ნიადაგში შეტანილ ნაკელში შემავალი საერთო აზოტიდან	20	38	38,5	24,3	33	26,2	21,5

ნაკელის აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი ღიდადაა დამოკიდებული პირუტყვის სახეობაზე (იხ. ცხრილი 84).

ცხრილი 84

მცენარის მიერ სხვადასხვა ცხოველის ნაკელიდან აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი (სხვადასხვა მონაცემებით)

ცხვის ნაკელი	ცხნის ნაკელი	მსხვილი რქოსანი პირუტყვის ნაკელი	ლორის ნაკელი (უხვი კვების პირობებში)	ლორის ნაკელი (ცუდი კვების პირობებში)
33,6	20,3	18,2	29,5	10,2

მოყვანილი მონაცემებით ნაკელის აზოტის ყველაზე მაღალი გამოყენების კოეფიციენტი ახასიათებს ცხვის ნაკელს, შემდეგ მოდის ლორის ნაკელი უხვი კვებისას, მესამე ადგილზე დგას ცხნის ნაკელი, მეოთხეზე — მსხვილი რქოსანი პირუტყვის და მეხუთეზე — ლორის ნაკელი ცუდი კვებისას.

ნაკელის ფოსფორისა და კალიუმის გამოყენების კოეფიციენტი სხვადასხვა ავტორების მონაცემებით ძალზე მერყეობს (იხ. ცხრილი 85).

ცხრილი 85

პირველი კულტურის მიერ ნაკელის ფოსფორისა (P_2O_5) და კალიუმის (K_2O) გამოყენების კოეფიციენტი

ფოსფორი (P_2O_5)			კალიუმი (K_2O)		
БНУАА-ს მონაცემებით	ვაგნერის მონაცემებით	შულცის მონაცემებით	БНУАА-ს მონაცემებით	ვაგნერის მონაცემებით	შულცის მონაცემებით
28,3	30,4	16,5	0	85,0	28,4

ნაკელის კალიუმის გამოყენების კოეფიციენტი უფრო მეტია, ვიდრე ფოსფორისა და აზოტისა, რაც დაკავშირებულია ნაკელში კალიუმის შენაერთების უფრო ადვილად ხსნადობასთან.

ნაკელის ფოსფორისა და კალიუმის გამოყენების კოეფიციენტი დამოკიდებულია მის დოზაზე (იხ. ცხრილი 86).

ცხრილი 86

ნაკელის ფოსფორისა (P_2O_5) და კალიუმის (K_2O) გამოყენების კოეფიციენტი ნაკელის დოზაზე დამოკიდებით

მონაცემების წყაროები	ფოსფორი (P_2O_5)		კალიუმი (K_2O)	
	ერთმაგი დოზა	ორმაგი დოზა	ერთმაგი დოზა	ორმაგი დოზა
შნიდეინდის მიხედვით	37,3	28,7	62,9	47,6
НИУИ-ის მონაცემები	44,5	25,6	67,0	54,5

როგორც ვხედავთ, ნაკელის ფოსფორისა და კალიუმის გამოყენების კოეფიციენტი ერთმაგი დოზის შემთხვევაში უფრო მეტია, ვიდრე ორმაგი დოზისას.

მ) ნაკელის გამოყენება

ნაკელის დოზები. ნიადაგში შესატანი ნაკელის დოზა დამოკიდებულია მის ხარისხზე, ნიადაგურ-კლიმატური პირობების თავისებურებაზე, აგრეთვე კულტურული მცენარის საკვებ ელემენტებისადმი მოთხოვნილებაზე. დასავლეთ საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკების პირობებში წითელმიწა და ეწერი ტიპის ნიადაგებზე გამოიყენება ნაკელის შედარებით უფრო მაღალი დოზები, ვიდრე აღმოსავლეთ სა-

ქართველოში, ნაკლები ნალექებისა და უფრო მდიდარი ნიადაგების პირობებში.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურებიდან საშემოდგომო და საგაზაფხულო მარცვლოვანები მოითხოვენ უფრო ნაკლებ ღოზებს, ვიდრე კარტოფილი, შაქრის ჭარხალი და სხვა ტექნიკური კულტურები. ნაკელის ყველაზე მაღალი ღოზები გამოიყენება საკვები ძირხვევნების, ბოსტნეული და ბალჩეული კულტურებისათვის. ნაკელის საჭირო ღოზები ზოგიერთ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის მოგვეყავს ქვემოთ:

ბოსტნეული კულტურებისათვის მოზნევით	— 60 — 100 ტ/ჰა
ბოსტნეული კულტურებისათვის ბუღწებში	— 10 — 15 „
კარტოფილისათვის მოზნევით	— 40 — 50 „
კარტოფილისათვის შჭკრევში ან ბუღწაში	— 20 — 25
ვენახისათვის დას. საქართ. რაიონებისათვის	— 50 — 80
ვენახისათვის აღმოს. საქართ. რაიონებისათვის	— 40 — 60
ჩაის პლანტაციისათვის	50
ციტრუსოვანი პლანტაციებისათვის	— 30 — 50
ტუნგოს პლანტაციებისათვის	— 30 — 50
საშემოდგომო ხორბლისათვის მწირ ნიადაგებზე	— 20 — 40
საგაზაფხულო ხორბლისათვის შედარებით მდიდარ ნიადაგებზე	— 30 — 40
საგაზაფხულო ხორბლისათვის მწირ ნიადაგებზე ..	— 20 — 30
სიმინდისათვის	— 30 — 40
მზესუმზირისათვის	— 15 — 20
არაქისისათვის	30

ნაკელის გატანა. ნაკელის მინდვრად გატანის დრო დამოკიდებულია სანაკელეში მისი გახრწნის ხარისხზე. როგორც წესი, ის გატანილი უნდა იქნეს გახრწნის შემდეგ. ახალი, გაუხრწნელი ნაკელის შეტანა ნიადაგში თესვის წინ, უარყოფით გავლენას ახდენს სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე. საგაზაფხულო კულტურების ქვეშ ნაკელის შეტანა შეიძლება შემოდგომით ან ადრე გაზაფხულზე უმაღლესი ჩაქეთებით. სამეურნეო და ორგანიზაციული თვალსაზრისით, ხშირად აუცილებელია ნაკელი მინდვრად გატანილი იქნეს ზამთარში. ზამთარში ნაკელის მინდვრად გატანა და პატარა გროვებად დადგმა იწვევს აზოტის დიდ დანაკარგებს. ზამთარში ასეთი სამუშაოს ჩატარება შეიძლება მხოლოდ მცირე ატმოსფეროს ნალექებიან რაიონებში (აღმოსავლეთ საქართველო); ნაკელი, ნიადაგში შეტანამდე, აუცილებლად უნდა დაიდგას დიდ დატყეპნილ გროვებად, რომელსაც ქვეშ ტორფი, ნაძვა ან ნაკელის წუნწუხის შემწოვი სხვა მასალა დაეფინება. გროვები უნდა იყოს 3 — 4 მეტრი სიგანისა და 1,5 — 2 მეტრი სიმაღლისა. სანაკელედან მინდორში გასატანი ნაკელი აღებული უნდა იქნეს არა

პორიზონტალურ შრეებად, არამედ ვერტიკალური მიმართულებით. ისე რომ მინდვრის თვითეულ უჯრედში მოხვდეს საშუალო შემადგენლობის ნაეკლი. ამით თავიდან ავიცილებთ მინდვრის არათანაბარ განოყიერებას.

ნ ა კ ე ლ ი ს ჩ ა კ ე თ ე ბ ა. მინდვრად გატანილი და მოფანტული ნაეკლი საჭიროა უმაღლესე ჩაიხნას. თუ ნაკელს ნიადაგის ზედაპირზე მობნეულს დავტოვებთ, მაშინ ამონიაკური აზოტი დაიკარგება და მისი, როგორც სასუქის ღირსება ძალზე დაეცემა. მაგალითად, სასუქების სამეცნიერო ინსტიტუტის მონაცემებით, ნიადაგის ზედაპირზე მოფანტულ მდგომარეობაში ნაკელის დატოვებამ 5 დღის განმავლობაში გამოიწვია მისი საერთო აზოტის 13 — 15 პროცენტის დანაკარგი; ნაკელის ერთი დღე-ღამის განმავლობაში მოფანტულ მდგომარეობაში დატოვებით შემცირდა მისი ეფექტურობა და შერეის მოსავალი 10 პროცენტით დაეცა, ხოლო ხუთი დღით ნიადაგის ზედაპირზე დატოვებით კი 18 პროცენტით ამავე დოზით ნაკელის მობნევისთანავე ჩახვნასთან შედარებით.

ნ ა კ ე ლ ი ს ნ ი ა დ ა გ შ ი ჩ ა კ ე თ ე ბ ი ს ს ი ლ რ მ ე. ნაკელის ჩაკეთების სიღრმე დამოკიდებულია ნიადაგის თვისებასა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სახეობაზე. მძიმე თიხნარ ნიადაგებზე ნაეკლი საჭიროა შეტანილ იქნას ნაკლებ სიღრმეზე, ვიდრე ქვიშნარ ნიადაგებზე. ხორბლოვანი და სათოხნი კულტურების ქვეშ ნაეკლი შეტანილი უნდა იქნეს მოხვნის წინ. ჩაის, ციტრუსების, ვენახისა და საერთოდ მრავალწლიანი ნარგავების ქვეშ ნაეკლი შეაქვთ გადაბარვის წინ, ე. ი. იმ სიღრმეზე, რომელზედაც წარმოებს ნიადაგის გადაბარვა. ნაკელს ნიადაგზე ხელით ან ნაკელის მომბნევი მანქანის მეშვეობით აწარმოებენ.

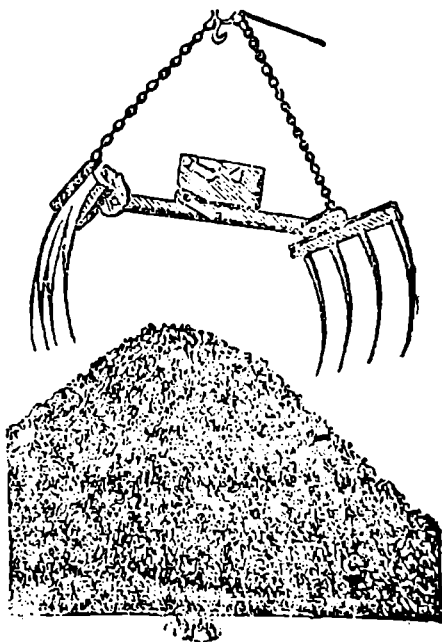
ნაკელის წუნწუხის გამოყენება. ნაკელის წუნწუხში აზოტი იკარგება არა მარტო მისი არაწესიერი შენახვის შემთხვევაში, არამედ ნიადაგში არაწესიერად შეტანის დროსაც. ნიადაგის ზედაპირზე მოსხმული წუნწუხიდან მალე იკარგება აზოტი ამონიაკის სახით. ამიტომ მისი მაღალი ეფექტურობისათვის საჭიროა ის შეტანისთანავე ჩაიხნას.

წუნწუხის მოქმედებაზე გავლენას ახდენს ნიადაგში ჩახვნის სიღრმეც. წუნწუხის ღრმა შეტანა განსაკუთრებით საჭიროა ქვიშნარ ნიადაგებზე. აზოტის დიდ დანაკარგს აქვს ადგილი, როდესაც წუნწუხი ნიადაგის ზედაპირზე შეაქვთ საშემოდგომო და საგაზაფხულო კულტურების ნათესებში. მისი შეტანა თესვის შემდეგ შეიძლება მხოლოდ სათოხნი კულტურების მწკრივთაშორის უმაღლესე ჩაკეთებით. ნაკელის წუნწუხის დოზას ჩვეულებრივად ანგარიშობენ მასში აზოტის შემცველობის მიხედვით. ნაკელის წუნწუხის საშუალო დოზად ითვლება

10-დან 20 კუბური მეტრი ჰექტარზე, რაც შეესაბამება დაახლოებით 25 — 50 კილოგრამ აზოტს და 50 — 100 კილოგრამ K_2O . ნაკელის წუნ-წუხი კარგი სასუქია მდელის, ბოსტნეული და ძირხვენა კულტურებისათვის. ის გამოიყენება აგრეთვე ტორფის, ჩალის და შერეული კომპოსტების დაკომპლექტების დროს.

ნაკელის გამოყენების მექანიზაცია. ნაკელის თანაბრად განაწილებას მინდორში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მისი ეფექტურობისათვის. ჩვეულებრივად, გროვებად დადგმული ნაკელის ფიწლით ან ბარით მოხვევა ვერ უზრუნველყოფს მის თანაბარ განაწილებას მინდორზე. ამ წესით ნაკელის შეტანისას ადგილი აქვს მინდურის სიჭრელეს, რადგან ზოგიერთ ადგილებში ნაკელი დიდი რაოდენობით ხვდება, ზოგან კი სრულიად გაუნაყოფიერებელია ან მცირე რაოდენობით შედის. ამის შედეგად მცენარე არათანაბრად ვითარდება და მოსავლის შემოსვლის ფაზებიც სხვადასხვა პერიოდში დგება. გარდა ამისა, იმ ადგილებში, სადაც ნაკელი დიდი რაოდენობით შედის, ქარბი აზოტური კვების შედეგად, ხორბლის კულტურის შემთხვევაში ადგილი აქვს ჩაწოლას და

მისი მოსავლიანობის დაცემას. კოლმეურნეობებსა და საბჭოთა მეურნეობებში, სადაც დიდი რაოდენობით გროვდება ნაკელი, ნაკვეთებში მისი ხელით შეტანა ძალზე ძნელდება. ნაკელის გამოყენებაში მექანიზებული უნდა იქნეს ცხოველთა ბიხებთან საფენი მასალის მიზიდვა, იქიდან ნაკელის გამოზიდვა სანაკელემდე და მისი ჩადება, ნაკელის მომზენევი მანქანის დატვირთვა და ნაკელის მინდორად განაწილება. ნაკელის შიდასამეურნეო პროცესების შესრულება არ წარმოადგენს რთულ საქმეს. ნაკელის გადატანა ბოსელიდან სანაკელემდე შეიძლება განხორციელდეს პატარა რონოდებით, რომელიც მოძრაობს ამ მიზნით გაყვანილ ლიანდაგზე.

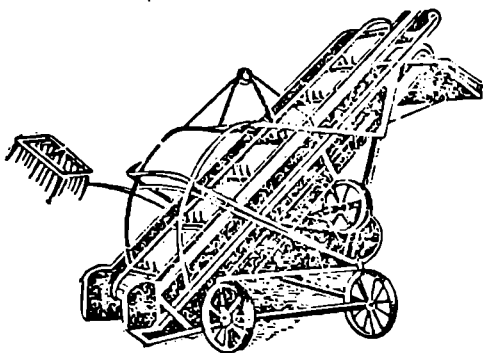


ნახ. 5. ნაკელის ფიწალი.

სანაკელედან ნაკელის გადაზიდვისას მანქანების ან ურმების დატვირთვა შეიძლება აგრეთვე მექანიზებულ იქნას სპეციალური ნაკელის ფიწლების (იხ. ნახ. 5) ან ნაკელის მტვირთავის გამოყენებით (იხ. ნახ. 6). ნაკელის მტვირთავი ელექტროდენით მუშაობს და წარმოადგენს ელევატორის ტიპის დანადგარს.

ნაკელის გამოყენებაში ყველაზე შრომატევად პროცესს წარმოადგენს მისი ნიადაგში შეტანა. ერთ ჰექტარზე 25 — 100 ტონამდე ნაკელის ხელით შეტანა მეტად ძნელია. ნაკელის ხელით მობნევის შემთხვევაში, როგორც აღვნიშნეთ, არ წარმოებს მისი თანაბრად განაწილება მიწაში, რამაც შეიძლება ნათესის სიჭრელე გამოიწვიოს.

ნაკელის ნიადაგში შესატანად არსებობს როგორც ტრაქტორზე, ისე ცხენზე მისაბმელი მრავალი ტიპის ნაკელის მომბნევი მანქანა (ნახ. 7, 8). ტრაქტორზე მისაბმელი ნაკელის მომბნევის საერთო ხედი მო-

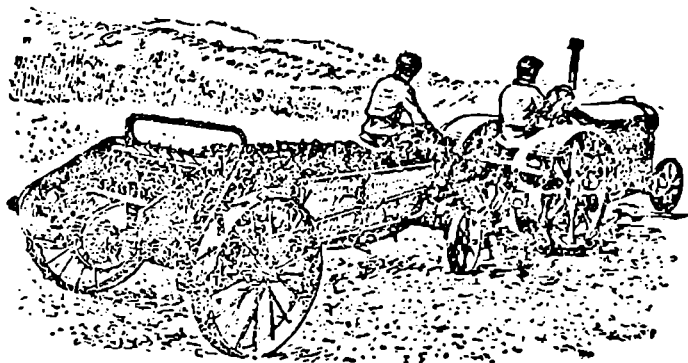


ნახ. 6. ნაკელის მტვირთავი.

ცულებია მე-7 ნახ-ზე აღნიშნული ნაკელის მომბნევის ყუთის სიგრძეა—2,8 მეტრი, სიგანე—0,92 მეტრი, სიმაღლე—0,43 მეტრი. ყუთის მოცულობა 1,6 კუბ. მეტრი, სამუშაო ნაწილის ზეხების სიგანე—1,45 მეტრი, მანქანის წონაა 750 კილოგრამი. მომბნევეზე ნაკელის გადანაცვლებას ყუთის უკანა ნაწილები-საკენ, სადაც მოთავსებულია მომბნევი ხელსაწყო, ასრულებს ტრანსპორტიორი, რომელიც შედგება ორი გადაბმული ჭაჭვისაგან. ეს უკანასკნელი გატარებულია ყუთის გარეთა კედელში და შეეკრებულა ფოლადის ღერძთან. ჭაჭვის მუშაობის სიჩქარე, ანუ ნაკელის გადანაცვლების რეგულირება წარმოებს განსაკუთრებული ბერკეტით. ნაკელის მომბნევის სატვირთულის უკანა ნაწილში მოთავსებულია ფიცრის ორი დოლი, რომელსაც აქვს კბილანები. ზედა დოლი გლეჯს ნაკელის გუნდებს და ყრის უკანვე ყუთში. ქვემო დოლის კბილანები საბოლოოდ აქუცმაცებს ნაკელს და გადასცემს მას ხრახნილიან გამომბნევე ხელსაწყოს. დაქუცმაცებელი დოლები აკეთებენ 8 ბრუნს მოძრავი ბორბლის ყოველი მობრუნებისას. გამომბნევი ხელსაწყოს ღერძი აკეთებს 3-ჯერ მეტ ბრუნს, ვიდრე დოლები და იწვევს დაქუცმაცებული ნაკელის გამომბნევას. ნაკელის მომ-

ბნევის დატვირთვა ნაკელის ფიწლით ან ნაკელის მტვირთავით წარმოებს.

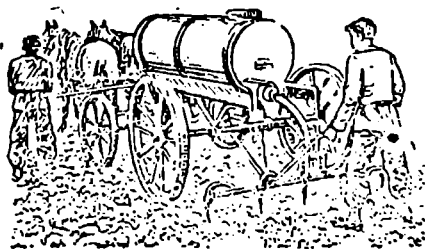
წუნწუხის გამოყენების მექანიზაცია. წუნწუხი ნიადაგში შეაქვთ კასრებით, ცხენის საშუალებით (ნახ. 8), ან



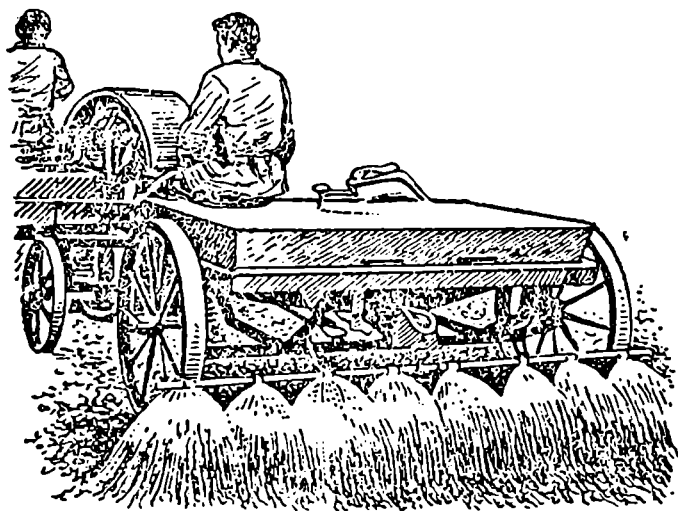
ნახ. 7. ნაკელის მომზენვი.

ცისტერნებით ტრაქტორის მეშვეობით (ნახ. 9). ნიადაგის ზედაპირზე წუნწუხის განაწილება წარმოებს კასრზე მიმაგრებული განსაკუთრებული გამანაწილებელით, რომელიც ცრის სითხეს წვრილ ქავლებად.

წუნწუხის ნიადაგის ზედაპირზე მოსხურებისას ადგილი აქვს აზოტის დიდ დანაკარგებს. ამიტომ უკანასკნელ ხანებში მისი შეტანა წარმოებს ნიადაგის ფენებში. ამისათვის კასრზე ან ცისტერნზე ეწყობა ხელსაწყო, რომელიც იწვევს წუნწუხის განაწილებას რიგთაშორის—5—10 სანტიმეტრ სიღრმეზე. ასეთი ხელსაწყოს მოწყობილობა ნაჩვენებია მე-10 ნახატზე. ამ ხელსაწყოს გამტარი მილები ბოლოვდება საშნიკებით, რომლებსაც წუნწუხი შეაქვთ ნიადაგის სიღრმეში. თუ მეურნეობაში დიდი რაოდენობით გროვდება წუნწუხი, მაშინ მიზანშეწონილია მისი მინდორში განაწილება მოხდეს სპეციალური მილებით, რომლებიც დროებით ნიადაგის ზედაპირზე ეწყობა.

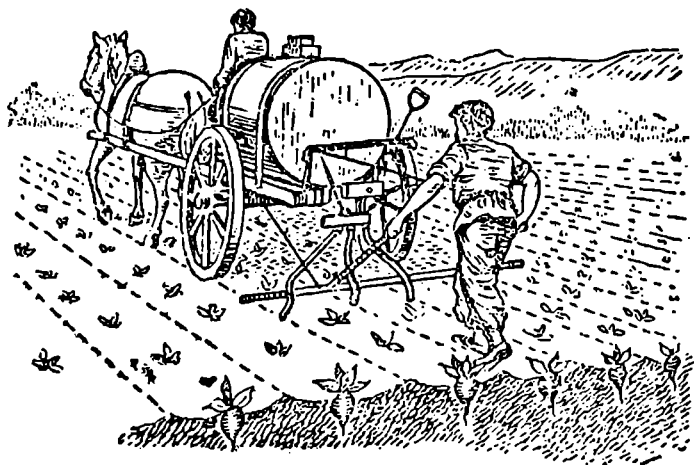


ნახ. 8. წუნწუხის შეტანა კასრებით ცხენის საშუალებით.



ნახ. 9. წუნწუნის შეტანა ცისტერნით ტრაქტორის საშუალებით.

მილებში წუნწუნის მოძრაობა წარმოებს ტუმბვით, რასაც ასრულებს ტრაქტორი. მილებზე მოწყობილი განსაკუთრებული მომსხურე-



ნახ. 10. წუნწუნის შეტანა რიგთაშორისებში ცხენის კულტივატორით.

ბელი ხელსაწყოთი წარმოებს წუნწუხის მოსხურება ნიადაგის ზედაპირზე. წუნწუხის გამტარ მილებზე სხვადასხვა ადგილას შეიძლება ავტომატური მომსხურებლები მოეწყოს.

2. ტორფი

ა) ტორფის წარმოშობა და მისი თვისებები

ტორფი წარმოადგენს ნახევრად გახრწნილი მცენარეული ნაშთის ნარეუს, რომელიც გროვდება დიდი რაოდენობით ქარბი ტენიანობისა და ჟანგბადის ნაკლებობის პირობებში.

ძირითადად არჩევენ ტორფიანი ჭაობების ორ სახეობას: დაბლობის ჭაობები და მალლობის ჭაობები. ისინი იძლევიან ორი სხვადასხვა ხარისხისა და შედგენილობის — მალლობისა და დაბლობის ტორფს.

მალლობის ტორფის შექმნაში უმთავრესად მონაწილეობას იღებს ხავსი — სფაგნიუმი. ამიტომ მას ხავსის ტორფს უწოდებენ. მალლობის ტორფის წარმოქმნაში მონაწილეობას იღებენ აგრეთვე ისეთი მცენარეულობანი, როგორცაა შტოში, ვლაგალიშა, მიწა-მაყვალა, ნაგალა, ნაძვი, ნახევრად ბუჩქნარები — ბუერა და სხვ. მალლობის ტორფის შექმნაში მონაწილე მცენარეები იზრდებიან ნაცრის ელემენტების ნაკლებობის პირობებში, ამიტომ მათგან მიღებული ტორფი ძალზე მაღალი მჟავიანობით ხასიათდება და ნაცრის ელემენტებს მცირე რაოდენობით შეიცავს. მალლობის ტორფი თითქმის უშუალოდ სასუქად არ იხმარება. საქართველოში ამ სახის ტორფნარები წარმოდგენილია ბორჯომის რაიონში საგოჯაოს ტორფის სახით.

დაბლობის ტორფები წარმოიშებიან დაბლობში ტბების, გუბურების, მდინარეებისა და რუების ნაპირებზე. ტორფები წარმოიქმნებიან უმთავრესად მდელის მცენარეებისაგან — ჩალამ-კალამი, შვიტა, ისლი, კილი, ლაქაში და სხვ. ამიტომ მას სხვანაირად მდელის ტორფებს უწოდებენ. დაბლობის ტორფების წარმომშობი მცენარეულობის განვითარება განსხვავდება მალლობის ტორფების წარმომშობი მცენარეულობის განვითარების პირობებისაგან. დაბლობის ჭაობების მცენარეები იყენებენ გრუნტისა და ზედაპირულ წყლებს, რომლებიც ირეცხებიან შემალლებულ რელიეფურ ფერდობებიდან. ისინი იყენებენ აგრეთვე შლამს, რომელიც რჩება გაზაფხულის წყალდიდობის დროს. ამიტომ დაბლობის ჭაობების მცენარეულობა კარგად მარაგდება მისთვის საჭირო საკვები ელემენტებით. ასეთი მცენარეებიდან მიღებული ტორფი ხასიათდება ნაცრის ელემენტების მაღალი შემცველობით და შედარებით დაბალი მჟავიანობით.

არჩევენ აგრეთვე მესამე ტიპის ქაობებს — შუალედს ზემომოყვანილ ორი ტიპის ქაობთა შორის და ამიტომ მას გარდამავალს უწოდებენ, მისგან მიღებულ ტორფს კი გარდამავალ ტორფს. ასეთი ტორფის წარმოშობა შემდეგ პირობებში მიმდინარეობს: თუ დაბლობის ქაობის პირობებში ტორფის ფენების დაგროვების შემდეგ რაიმე მიზეზის გამო მცენარეების მომარაგება ნაცრის ელემენტებით შეფერხდა (ტორფის მაღალი ფენის შექმნის შედეგად), ტორფის ფენებზე წარმოიქმნება ხავსი სფაგნიუმი. ასეთ ქაობში ქვემოთ წარმოიქმნება მდელოს, ხოლო ზემოთ — ხავსის ტორფი. მდელოსა და ხავსის ტორფის ფენებს შორის იმყოფება გარდამავალი ტორფის ფენა.

დასავლეთ საქართველოს რაიონებში გავრცელებული ტორფები ძირითადად დაბლობის წარმოშობისაა. ასეთი ტორფები წარმოდგენილია ქობულეთის, ფოთის, ზუგდიდის, ლანჩხუთის, წყალტუბოს, წალენჯიხის, სოხუმისა და სხვა რაიონებში. დასავლეთ საქართველოს დაბლობის ტორფების თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ ისინი ნაკლებად ჰუმინფიცირებული არიან და ხასიათდებიან მაღალი მკაევიანობით, რის გამოც მათში მიკროორგანიზმების ცხოველყოფილობა ძალზე შენელებულია.

აღმოსავლეთ საქართველოში ტორფები მოიპოვება ბორჯომის, მცხეთის, დმანისის და სხვა რაიონებში, მაგრამ ისინი დიდი გავრცელებით არ ხასიათდებიან და საწარმოო მნიშვნელობა არა აქვს.

ბ) ტორფის ქიმიური შედგენილობა

ტორფის მთავარ შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს ორგანული ნივთიერება. მინერალური შენაერთები ტორფში ძალზე მცირეა. ორგანული ნივთიერებები წარმოდგენილია ორი ჯგუფი შენაერთების სახით: ა) აზოტის შემცველი ნივთიერებები — უმთავრესად ცილები და ბ) უაზოტო ორგანული ნივთიერებები. უაზოტო ორგანული ნივთიერება შედგება შენაერთების სხვადასხვა ორგანული ჯგუფისაგან. ამ შენაერთების შემცველობა ძალზე მერყეობს აგრეთვე ტორფის წარმოშობი მცენარეების ბოტანიკური შედგენილობის, ნაცრიანობის და სხვა მრავალი ფაქტორის მიხედვით.

მაღლობისა და დაბლობის ტორფების ცილების უაზოტო ორგანული შენაერთების და ნაცრის შემცველობაზე წარმოდგენას გვაძლევს სასუქების სამეცნიერო ინსტიტუტის მონაცემები (იხ. ცხრილი 88).

88-ე ცხრილის მონაცემებიდან ნათელია, რომ მდელოსა და ხავსის ტორფები ცილების, ჰემიცელულოზის, ლიგნინის და ნაცრის შედგენი-

ორგანული და მინერალური ნივთიერების შემცველობა ტორფებში (პროცენტობით)

ნივთიერებათა დასახელება		ალფერიფის ხავსის ტორფი	ჩაშნიკოვის მდელის ტორფი
1	ნივთიერებები, რომლებიც ეთერში და ეთილის სპირტში იხსებიან—ცხიმები, ცვილი, ტანილები, ალკოლიდები ..	4,58	1,39
2	ნივთიერებები, რომლებიც იხსნებიან ცივ და ცხელ წყალში — შაქრები, ამინომჟავები, ორგანული მჟავები, ხსნადი ცილები და სხვ.	9,07	6,38
3	ჰემიციელოზა	27,10	1,93
4	ციელოზა (უჯრედანა)	5,85	5,93
5	ლიგნინი	36,56	21,46
6	„ნედლი“ ცილა	7,43	14,80
7	ნაცარი	5,88	36,6

ლობით ძალზე განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ტორფების შემადგენლობა იცვლება გაზრწნის ხარისხის მიხედვით (იხ. ცხრილი 88).

სხვადასხვა ხარისხით გაზრწნილი ტორფის ქიმიური შედგენილობა (პროცენტობით)

ტორფის გაზრწნილი ხარისხი	ნახშირბადი	წყალბადი	ვაზბადი	აზოტი	ციელოზა	ჰემიტოზანები	ლიგნინი
სუსტად გაზრწნილი	57,8	5,4	36,0	0,8	46,82	9,04	23,36
საშუალოდ „	62,0	5,2	30,7	2,1	34,56	6,52	39,12
ძარგად „	64,0	5,0	26,8	4,1	13,38	2,22	59,61

მდელის, ხავსის და გარდამავალი ტორფები მცენარისათვის სასარგებლო ნივთიერების შემცველობის მიხედვით მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, რაც ნათლად ჩანს 89-ე ცხრილიდან.

ხავსის ტორფებში ორგანული ნივთიერება უფრო მეტია, ვიდრე მდელის ტორფებში, მაგრამ მასში საერთო აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობა უფრო ნაკლებია მდელის ტორფთან შედარებით.

დასაველეთ საქართველოს ტორფები თავისი ქიმიური შედგენილობის მიხედვით ერთმანეთისაგან ძალიან განსხვავებულია. (იხ. ცხრილი 91).

ზავის, მდელის და გარდამავალი ტორფების ქიმიური
შედგენილობა (პროცენტებით)
(პერიტურინის მიხედვით)

	ორგანული ნივთიერება	ნაკარი	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
ზავის ტორფი	95,1	4,9	1,0	0,1	0,2	0,4
მდელის ტორფი	87,1	12,9	2,8	0,4	0,1	2,0
გარდამავალი.....	90,1	5-6	1,0-2,3	0,1-0,2	0,1	0,5-2,5

მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებები ტორფის სხვადასხვა სახეობაში მცენარისათვის შესათვისებელ და არაშესათვისებელ

დასავლეთ საქართველოს ტორფის ქიმიური შედგენილობა
(% მშრალ ნივთიერებაზე)
(ა. ჯ. მენალარიშვილის მონაცემებით)

ტორფის სახადო	წყლის გამონაქურში	ორგანული ნივთიერება	ნეფლი ნაკარი	საერთო აზოტი	საერთო ფოსფორი	CaO
ქობულეთის 0-25 სმ	4,40	81,0	19,0	2,56	0,70	0,10
25-50 სმ	4,50	88,3	11,7	2,27	0,60	0,02
იმნათის-- (ლანჩხუთის რ-ნი) 0-50 სმ	5,90	71,26	28,74	1,78	0,63	3,32
50-100 სმ	5,30	85,45	13,55	1,90	0,42	3,10
ანაკლიის (ხუგდიდის რ-ნი) 0-25 სმ	4,32	80,58	19,42	2,18	0,48	0,12
25-50 სმ	4,19	79,16	20,84	2,04	0,45	0,06
ანარიის-- (წყალტუბოს რ-ნი) 0-25 სმ	5,90	71,96	28,04	2,22	0,57	5,20
25-50 სმ	6,31	73,68	26,32	1,93	0,31	7,10

ფორმებში იმყოფება. მცენარისათვის არაშესათვისებელი საკვები ნივთიერებები ტორფებში წარმოდგენილია ორგანული ნივთიერების სახით, რომელსაც ჯერ კიდევ არ განუცდია გახრწნის პროცესი. ტორფებში არსებული მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებების შეთვისებადობა დამოკიდებულია გახრწნის ხარისხზე. მაღლობის ტორფი წარმოადგენს მკვდარი მცენარეების მასას, რომლის ორგანული ნივთიერების გახრწნის პროცესი სუსტადაა გამოხატული, მაშინ როდეს

საც მდელოს ტორფი, განსაკუთრებით მისი ქვედა ფენები, წარმოადგენს ძლიერად გახრწნილ მასას. ამიტომ ტორფის ქვედა ფენებში მცენარისათვის შესათვისებელი ფორმის საკვები ნივთიერებები უფრო მეტი რაოდენობით მოიპოვება.

ტორფებში მცირე რაოდენობით შედის ფოსფორის მჟავა, რომელიც იმყოფება მცენარისათვის ადვილადშესათვისებელ ფორმებში. ტორფში შემავალი საერთო ფოსფორის 60 პროცენტი იხსნება წყალში, დანარჩენი 40 პროცენტი კი 0,5 ნორმალობის მარილის მჟავაში. მდელოს ტორფებში ზოგჯერ ფოსფორის მჟავას შემცველობა 1 პროცენტამდე აღწევს, ტორფის მშრალი მასიდან. ამ შემთხვევაში ტორფის გამდიდრება ფოსფორის მჟავით წარმოებს იმ ფოსფორის ხარჯზე, რომელსაც ტორფნარევეებში მოდენილი წყლები შეიცავენ, ამ უკანასკნელის ფოსფორის საბადოებში გავლის შედეგად. მდელოს ტორფებში ფოსფორის მჟავა ზოგჯერ გამოილექება რკინის შენაერთის სახით, რომელიც მინერალური ვივიანიტის სახელით არის ცნობილი. ვივიანტი, რომელიც წარმოადგენს რკინის ფოსფორის მჟავას მარილს — თეთრი ფერისაა, მაგრამ ჰაერზე ცისფერ შეფერვას იღებს.

კალიუმი ტორფებში შედის ძალზე უმნიშვნელო რაოდენობით, მაგრამ თითქმის მთლიანად მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმებში იმყოფება. ზოგიერთ შემთხვევაში ტორფებში კალიუმის რაოდენობა იზრდება ადიდებული მდინარეების წყლის მიერ მოტანილი კალიუმის ხარჯზე.

კალციუმი ტორფებში ორი გზით წარმოიშვება: ის შედის იმ მცენარეების შემადგენლობაში, რომლებიდანაც ტორფი მიიღება. ამას გარდა, კალციუმი ტორფებს ემატება ნაკადულების, წყაროების და გრუნტის წყლებში შემავალი კალციუმის სახით. უკანასკნელ შემთხვევაში კალციუმის რაოდენობა ტორფებში 20 — 30 პროცენტს აღწევს მშრალი ტორფის მასიდან. მარილმჟავას 0,5 ნორმალობის ხსნარით ტორფის დამუშავებისას მთელი კალციუმი ხსნარში გადადის.

ხავსის ტორფებში კალციუმის ნაკლოვანების შემთხვევაში ტორფის არეს რეაქცია ძალზე მჟავა და აღწევს PH — 3,0 — 3,5-მდე, მაშინ როდესაც მდელოს ტორფების რეაქცია ნეიტრალური ან სუსტად მჟავაა. ტორფის არეს რეაქციას დიდი მნიშვნელობა აქვს ტორფების სასუქად გამოყენების შემთხვევაში. ძლიერ მჟავე ტორფების გახრწნა დაკომპოსტების დროს არ წარმოებს თუ მას არ მიემატა კირი ან მჟავიანობის გამანეიტრალებელი სხვა საშუალება.

აზოტის შემცველობა ტორფებში დიდად მერყეობს. მდელოს ტორფებში აზოტის შემცველობა თითქმის სამჯერ მეტია, ვიდრე ხავსის ტორფებში. ზოგჯერ მდელოს ტორფებში საერთო აზოტის შემ-

ცელობა 4 პროცენტამდე აღწევს, აზოტის ძირითადი ნაწილი ტორფში იმყოფება რთული ცილოვანი შენაერთების სახით. უმნიშვნელო რაოდენობა აზოტისა ტორფში იმყოფება შთანთქმული ამონიაკის სახით, რომელიც წყალში არ იხსნება და იხსნება მხოლოდ რომელიმე ნეიტრალური მარილის მოქმედებით.

ხავსის ტორფში აზოტი შთანთქმული ამონიაკის სახით არის დასაერთო აზოტის შემცველობის 14,1 — 19,6 პროცენტს აღწევს, ხოლო მდელის ტორფში — 1,3 — 1,4 პროცენტს. პრაქტიკულად შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ მდელის ტორფში მინერალური ფორმის აზოტი დაკომპოსტებამდე არ იმყოფება, ამიტომ მდელის ტორფი უშუალოდ სასუქად შეტანის შემთხვევაში, როგორც აზოტის წყარო, არ იძლევა ეფექტს. ამ თვალსაზრისით უფრო ეფექტურია ხავსის ტორფი, რომელიც შედარებით მეტ აზოტს შეიცავს შთანთქმული ამონიაკის სახით. ტორფის გახრწნის ხარისხის გადიდებასთან ერთად, მასში მცირდება ადვილად ხსნადი ორგანული ნივთიერების — უჯრედანას, ჰემიცილუ-

ცხრილი 91

ტორფის გახრწნის ხარისხის განსაზღვრა გარეგანი ნიშნებით

მცენარეული ნაშთების მდგომარეობა	ტორფის პლასტიკურობა	ტორფიდან გამონაწერი წყლის შეფერვა	გახრწნის ხარისხი
მცენარეული ნაშთები კარგად არის შენარჩუნებული. მცენარეების ძირითადი სახეები (ხავსი, ისლი და სხვ.) იოლად შეიძლება გარჩეული იქნეს. გახრწნილი მასალა მციერა	ხელის მოკერით ტორფი თითქმის არ იხნიჭება. დაფხვნისას ხელს არ სვრის	წყალი უფერულია ან სუსტად შეფერილი, იოლად გამოიწურება	25%-მდე.
მცენარეული ნაშთები კარგად ეტყობა, მაგრამ მათი სახეობის გამოცნობა ძნელია, გადამპალას არსებობა გარკვევით ეტყობა	ხელის მოკერით ტორფის ნაწილი თითქმის შორის იხნიჭება, ხელებს სვრის.	წყლის შეფერვა მუქი ყვითელია ან რუხია. წყალი გამოიწურება საკმაო ეფერვის დახარჯვით	25—50%.
მცენარეული ნაშთები ნაკლებად შესამჩნევია, გახრწნილი გადამპალას მასა კარბობს	ტორფი ხელის მოკერით თითქმის შორის იოლად იხნიჭება, ხელებს ძლიერად სვრის	წყლის შეფერვა მოყვითალო-მორუხია, გამოიწურება ძნელად ან ათ გამოიწურება	50—75%.
მცენარეული ნაშთები თვალით შეუმჩნეველია	ტორფი თითქმის მთლიანად იხნიჭება თითქმის შორის	წყალი არ გამოიწურება	75%.

ლოზის და პენტოზანების რაოდენობა, ორგანული ნივთიერების შემცირებასთან ერთად ტორფში იზრდება მცენარისათვის შესათვისებელი აზოტის რაოდენობა.

ტორფის გახრწნის ხარისხი შეიძლება განისაზღვროს ორგანული ნივთიერების შემცველობის მიხედვით და გარეგანი ნიშნებით.

ტორფის გახრწნის ხარისხი გარეგანი ნიშნებით მოცემულია 91-ე ცხრილში.

გ) ტორფის უშუალოდ სასუქად გამოყენების პირობები

მალლობის ტორფები უშუალოდ სასუქად იშვიათად გამოიყენება, რადგანაც მისი დოზები მოსავალს არ აღიდეგს, ხოლო დიდი დოზები მკავე ნიადაგებზე მოსავლის დაცემასაც კი იწვევს. ეს ტორფები საუკეთესოა როგორც საფენი. მალლობის ტორფების დაკომპოსტების შედეგად მიიღება მაღალხარისხოვანი სასუქები.

დაბლობის ტორფებიც პირველ რიგში საფენად და დასაკომპოსტებლად გამოიყენება. მაგრამ მას იყენებენ უშუალოდ სასუქადაც. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში უმთავრესად მიმართავენ კარგად გახრწნილ ტორფებს. გახრწნის ხარისხი არ უნდა იყოს 45 — 50 პროცენტზე ნაკლები და PH არა უმცირეს 5,5. უშუალოდ სასუქად გამოიყენება მხოლოდ წინასწარ გამომშრალი ტორფი, რომლის სინესტე 60 — 76 პროცენტს არ უნდა აღემატებოდეს. პირველ რიგში უშუალოდ ტორფი სასუქად უნდა გამოიყენოთ ისეთ ნიადაგებზე, რომლებიც ცუდი ფიზიკური თვისებებით ხასიათდებიან. მკავე ნიადაგებზე მათი გამოყენების შემთხვევაში საჭიროა ნიადაგის წინასწარ მოკირიანება.

დაბლობის ტორფის უშუალოდ სასუქად გამოყენებისას უმჯობესდება ნიადაგის ფიზიკური, ფიზიკურ-ქიმიური, ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებები, იზრდება ნიადაგის წყალტევადობა, შთანთქმითი ტევადობა, ჰუმუსისა და მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტების შემცველობა, ძლიერდება მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობა და სხვ. ტორფი ნიადაგში შეტანისას აუმჯობესებს მის თვისებებს და ზრდის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობას. ასე, მაგალითად, 36 ტონა ტორფის შეტანა საშუალოდ იძლევა ჰევის მოსავლის მატებას 1,5 — 2 ცენტნერს ჰექტარზე, ხოლო 72 ტონა — 2,8 ცენტნერს ჰექტარზე. ტორფის ეფექტი არ ამოიწურება ერთი წლით. მისი მოქმედება სამ წლამდე და მეტ ხანსაც გრძელდება. ახალ მოჭრილი ტორფის ნიადაგში შეტანამდე საჭიროა მისი გაქარვა, რისთვისაც მოჭრილ ტორფს აწყობენ დამზადების ადგილას ან იმ ნაკვეთზე, სადაც მომავალში უნდა იქნეს შეტანილი. ტორფის დაწყობა წარმოებს დაახლოებით 1,5 კუბური მეტრის გროვებად და ამ სახით ტოვებენ ზამ-

თრის განმავლობაში. გაქარვა იწვევს ტორფში წყლის შემცირებას, მასში იზრდება მცენარისათვის ადვილადშესათვისებელი აზოტი და ფოსფორი. გაქარვა საჭიროა აგრეთვე იმისათვის, რომ მოხდეს ტორფში არსებული მცენარისათვის მავნე შენაერთების დაუანგვა. ტორფის სინესტის 50 პროცენტზე ქვევით დაწვეა არ არის მიზანშეწონილი, რადგან ასეთი ტორფის შეტანამ შეიძლება გამოიწვიოს ნიადაგის გამოზრობა და მოსავლის შემცირება. ტორფში სინესტის 75 პროცენტზე ზევით არსებობისას სატრანსპორტო ხარჯები იზრდება. ამიტომ ყველაზე უკეთესია ნიადაგში შევიტანოთ 60 — 75 პროცენტი სინესტის მქონე ტორფი.

ტორფის შეტანა მინერალურ სასუქებთან ერთად იწვევს ამ უკანასკნელთა ეფექტურობის მკვეთრ გადიდებას, ამიტომ ფართოდ უნდა დაინერგოს წარმოებაში ტორფისა და მინერალური სასუქების ერთობლივი გამოყენება.

დ) ტორფო-კომპოსტების მომზადება

ტორფის დაკომპოსტების მიზანს წარმოადგენს მისი, როგორც სასუქის, ხარისხის გაუმჯობესება. ამისათვის მას სხვადასხვა ნივთიერებებს უმატებენ და ტოვებენ განსაზღვრული ვადით გროვის სახით. ტორფის სახეობისა და მასზე მიმატებული ნივთიერების მიხედვით მიიღება სხვადასხვა ტორფო-კომპოსტები. ტორფის დაკომპოსტება გულისხმობს მისი განზრუნისათვის ხელსაყრელი პირობების შექმნას. ეს კი ზრდის მასში მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი საკვები ელემენტების რაოდენობას. არჩევენ: ტორფო-ნაკელის, ტორფო-წუნწუნის, ტორფო-ფეკალის, ტორფო-ფოსფორის ფქვილის, ტორფო-კირისა და ტორფო-ნაცრის კომპოსტებს.

ტორფო-ნაკელის კომპოსტის მომზადება წარმოადგენს ტორფისა და ნაკელის გამოყენების ყველაზე ეფექტურ ღონისძიებას. კომპოსტის მოსამზადებლად გამოიყენება როგორც დაბლობის, ისე მაღლობის ტორფები. ტორფს და ნაკელს აწყობენ შრეებად. ერთ ტონა ნაკელს უმატებენ 3 ტონა ნაკლებად გაზრწნილ ან 4 — 5 ტონა საკმაოდ გაზრწნილ ტორფს. მკავე ტორფის ყოველ 1 ტონაზე უმატებენ 50 კილოგრამ კირს.

კომპოსტის ჩაწყობა ხდება შემდეგი წესით: ნიადაგზე აფენენ 30 — 40 სანტიმეტრი სისქის და 2 — 2,5 მეტრი სიგანის ტორფს, რომელსაც ზემოდან აყრიან ნაკელს, შემდეგ კვლავ იმავე წესით ტორფი, ნაკელი და ა. შ., მანამ, სანამ კომპოსტის გროვის სიმაღლე არ მიაღწევს 1,5 — 2 მეტრს. კომპოსტის გროვაში სინესტე არ უნდა იყოს 60 — 70 პროცენტზე ნაკლები. საჭირო შემთხვევაში კომპოსტი უნდა

შიორწყას. ტორფო-ნაკელის კომპოსტი შეიძლება გამოყენებული იქნეს მშენ, როდესაც ის მიიღებს მუქ ფერს და ხელში ადვილად დაიმტრევა. ტორფის დაკომპოსტება გრძელდება 2,5 — 4 თვეს.

ტორფო-წუნწუნხის დაკომპოსტება წარმოებს ისეთივე წესით, როგორც ტორფო-ნაკელის კომპოსტისა, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ ნაკელის ნაცვლად ყოველ ტონა ტორფს ემატება ერთი ტონა წუნწუნხი. ტორფო-წუნწუნხის კომპოსტი წარმოადგენს ძლიერ მოქმედ სასუქს.

ტორფო-ფეკალური კომპოსტის მოსამზადებლად ყოველ ტონა ტორფს ემატება 0,5 ტონა ფეკალური მასა. დაკომპოსტების წესი ისეთივეა, როგორც ტორფო-ნაკელის მომზადების შემთხვევაში. ტორფო-ფეკალური კომპოსტი ძლიერ ეფექტური სასუქია.

ტორფო-ფოსფორიტის ფქვილის კომპოსტს ამზადებენ შემდეგი წესით: დაახლოებით 40 — 60 ტონა ტორფს ჯარგად ურევენ ერთ ტონა ფოსფორიტის ფქვილს და დგამენ შტაბელებად. ამ კომპოსტის მოსამზადებლად გამოიყენება როგორც მალლობის, ისე დაბლობის ტორფები, რომელთა გახრწნის ხარისხი 35 პროცენტზე მეტია, ხოლო ნაცრიანობა 10 პროცენტით დაბალია.

ტორფო-კირის კომპოსტის მოსამზადებლად გამოიყენება როგორც მალლობის, ისე დაბლობის ტორფები, რომელთა გახრწნის ხარისხი 35 პროცენტზე მეტია, ხოლო ნაცრიანობა 10 პროცენტზე ნაკლები. ყოველ 20 — 40 ტონა გაქარულ ტორფს ურევენ 1 ტონა კირს. ამგვარად მომზადებული კომპოსტი შეაქვთ მკავე ეწერ ნიადაგებზე 40 — 60 ტონის რაოდენობით ჰექტარზე.

უკეთესია მისი გამოყენება კალიუმიან და ფოსფორიან სასუქებთან ერთად.

ტორფო-ნაცრის კომპოსტი მზადდება ისეთივე წესით, როგორც ტორფო-კირიანი კომპოსტი, მხოლოდ ყოველ 60 — 80 ტონა ტორფს უმატებენ ერთ ტონა ნაცარს. ხორბლეული კულტურების ქვეში იგი შეაქვთ 40 ტონის რაოდენობით ჰექტარზე, ბოსტნეული კულტურების ქვეში კი 60 — 80 ტონა ჰექტარზე.

ვ) ტორფი როგორც საფენი

ტორფის როგორც საფენის ხარისხი შეპირობებულია: ა) მისი მაღალი წყალტევადობით, ბ) ამონიაკის მაღალი შთანთქმითი უნარით და გ) მასში აზოტის საკმაოდ მაღალი შემცველობით. განსაკუთრებით მაღალი წყალტევადობა ახასიათებს ხავსის ტორფს, ამავე დროს მისი მაღალი მკავეიანობის გამო ის უფრო მეტ ამონიაკს შთანთქავს, ვიდრე მდელის ტორფი. ხავსის ტორფი თვით შეიცავს შთანთქმულ ამონიაკს

საკმაოდ დიდი რაოდენობით. მაღლობის ტორფის საფენად გამოყენების უპირატესობა მრავალრიცხოვანი ცდებითაა დადგენილი. მდელის ტორფი, როგორც საფენი, დიდად ჩამოუფარდება ხავსის ტორფს: 1. ის ხასიათდება წყლის ნაკლები შთანთქმის უნარით, 2. მისი სუსტი მჟავე ან ნეიტრალური რეაქცია ამონიაკის ნაკლებად შთანთქმავს. მდელის ტორფის ჰუმფიფიკაციის მაღალი ხარისხის გამო ის ძალზე აქუქყიანებს ცხოველებს, ამიტომ საფენად გამოყენებისას საჭიროა მასზე ნაძვის ან ჩალის გადაფენა.

მდელის ტორფს დადებითი მხარეებიც ახასიათებს, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ ის შეიცავს აზოტისა და ნაცრის ელემენტების ბევრად მეტ რაოდენობას, ვიდრე ხავსის ტორფი. მდელის ტორფის ნეიტრალური რეაქციაც წარმოადგენს მის დადებით თვისებას, რაც იქიდან ჩანს, რომ დიდი რაოდენობით ნაკელზე დამატებისას არ ლუარესებს ამ უკანასკნელის ხარისხს, მაშინ როდესაც ხავსის ტორფის დიდი რაოდენობით დამატება, მაღალი მჟავიანობის გამო, პირიქით მოქმედებს — ნაკელის ხარისხი ძალზე ეცემა.

მდელის ტორფის საფენად გამოყენება დასაშვებია მთელ რიგ შემთხვევაში. ნაკელის რაოდენობის გადიდების მიზნით შეიძლება ჰას დაემატოს მხოლოდ მდელის ტორფი.

ვ) ტორფის მულჩად გამოყენება

ტორფი შეიძლება აგრეთვე გამოყენებულ იქნას როგორც მულჩი. ტორფის მულჩი უფრო ადიდებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობას, ვიდრე ქაღალდის მულჩი (იხ. ცხრილი 92).

ცხრილი 92

ტორფის მულჩის შედარებითი ეფექტურობა კარტოფილზე (ივანოვის საცდელი მიწდერის მონაცემებით)

ცდის სქემა	უსასუქოდ		სრული მინერალური სასუქის ფონზე		ნაკლის ფონზე	
	ც/ზა	ა/ა	ც/ზა	%	ც/ზა	%
დაუმულჩავად	106	100	180	100	124	100
დამულჩული	151	143	284	158	207	168
დამულჩული ტორფით	151	143	341	175	268	217

92-ე ცხრილში მოყვანილი მონაცემებით აშკარად მტკიცდება, რომ ტორფის მულჩი კარტოფილის კულტურაზე მეტ ეფექტს იძლევა, ვიდრე ქაღალდის.

ნიადაგის დასამულჩად შეიძლება გამოყენებულ იქნას ყოველგვარი ტორფი, მაგრამ უპირატესობა ეძლევა ხავსის ტორფს. მინდვრის კულტურების დამულჩვა ტორფით წარმოებს დათესვისთანავე 2 — 3 სანტიმეტრი სისქის ფენად. ბოსტნეული კულტურებისათვის ტორფის მულჩს იყენებენ რიგთაშორისებში 5 სანტიმეტრის სისქის ფენად. ტორფი ფართოდ გამოიყენება ჩაის, ციტრუსოვანი პლანტაციების, აგრეთვე ზეხილის ბაღის რიგთაშორისების დასამულჩად.

ზ) ტორფის ეფექტურობა

ტორფის ეფექტურობა დიდად არის დამოკიდებული ნიადაგის თვისებებზე. ორგანული ნივთიერებით ღარიბ, ცუდი ფიზიკური თვისების მქონე ნიადაგებზე ტორფის ეფექტურობა უფრო მეტია, ვიდრე თიხნარ, ორგანული ნივთიერებით შეღარებით მდიდარ ნიადაგებზე.

არჩევენ ტორფის მოქმედების ორ მხარეს: ა) როგორც მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტების გადიდების საშუალება ნიადაგში; ბ) როგორც ორგანული ნივთიერების წყარო, რომლის შეტანა იწვევს ნიადაგის ფიზიკურ, ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიური თვისებების გაუმჯობესებას. უშუალოდ სასუქად უმთავრესად გამოიყენება მდელოს ტორფი. რაც შეეხება ხავსის ტორფებს, მისი გამოყენება უშუალოდ სასუქად თითქმის არ წარმოებს მინერალიზაციის დაბალი ხარისხის გამო. მეურნეობაში ნაკელის ნაკლებობისა და ტორფნარების აბლო არსებობისას, ამ უკანასკნელის უშუალოდ სასუქად გამოყენება მოსავლიანობის გადიდების მძლავრი საშუალებაა. მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ მდელოს ტორფის უშუალოდ სასუქად გამოყენება მკვეთრად აღიძვებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობას.

მდელოს ტორფი თავისი ეფექტურობით არ ჩამოუვარდება ჩვეულებრივ ნაკელს. ბელორუსიის საცდელი სადგურის მონაცემებით ტორფი და ნაკელი თიხნარ ნიადაგებზე კარტოფილის მოსავლიანობას თითქმის თანაბრად აღიძვებენ (იხ. ცხრილი 93).

ცხრილი 93

ტორფისა და ნაკელის შედარებითი ეფექტურობა კარტოფილის მოსავლიანობაზე ც/ჰა
(ბელორუსიის საცდელი სადგურის მონაცემებით)

სასუქები	შეტანილი ტორფი ტ/ჰა-ზე			
	0	18	36	54
ნაკელი	132	152	157	—
ტორფი	132	159	146	155

ნოვოზიბიკოვის საცდელი სადგურის მონაცემებით, ქვიშნარ ნო-
დაგებზე ქვავის მოსავლიანობა იზრდება ტორფის დოზების შესაბამი-
სად (იხ. ცხრილი 94).

ცხრილი 94

მდელოს ტორფის მზარდი დოზების გავლენა ქვავისა და
კარტოფილის მოსავლიანობაზე

ც/ჰა-ზე

(ნოვოზიბიკოვის საცდელი სადგურის მონაცემებით)

კულტურები	ტორფის რაოდენობა ტონობით					
	0	18	36	54	72	108
ქვავი (მოქმედების პირველ წელს)	5,5	8,4	11,1	12,8	13,6	17,1
კარტოფილი (მოქმედების მეორე წელს)	48,0	—	62,3	—	86,8	55,4

94-ე ცხრილის მონაცემები ამტკიცებენ აგრეთვე, რომ ტორფის ეფექტი საკმაოდ მაღალია მისი შეტანის მეორე წელსაც. ასე, მაგალი-
თად, 36 ტონა ტორფი შეტანის მეორე წელს იწვევს კარტოფილის ტუ-
ბერების მოსავლის მატებას 14,3, ხოლო 72 ტონა 38,8 ც/ჰა-ზე.

ახლად ამოღებული ტორფის გაუნიავებლად შეტანამ შეიძლება
მოსავლის გადიდების ნაცვლად დაცემა გამოიწვიოს, რაც ნათლად
ჩანს 95-ე ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან (იხ. ცხრილი 95).

ცხრილი 95

ტორფის განიავების გავლენა მის ეფექტურობაზე

ცდის ვარიანტები	კომბოსტოს მოსავალი	
	ც/ჰა-ზე	%
უსასუქოდ	214,5	100
გადაუსუქავი ახალი ტორფი	185,0	86
ტორფი განიავებული	225,8	105

ცხრილიდან ნათელია, რომ გაუნიავებელი ტორფის შეტანა იწვევს
კომბოსტოს მოსავლის 4 პროცენტით დაცემას საკონტროლოსთან შე-
დარებით, რაც უნდა აიხსნას ტორფის მინერალიზაციის დაბალი ხა-
რისხით. ასეთი ტორფის შეტანა იწვევს ნიადაგში არსებული საკვები
ელემენტების გადაყვანას მცენარისათვის მიუწვდომელ ფორმებში
(ტორფში შემავალი ნახშირწყლების დამშლელი ბაქტერიების ცხო-
ველმყოფელობის შედეგად). ახალი ტორფის შეტანით მცირდება აგრე-
თვე მცენარის მიერ წყლის შეთვისება. ტორფს თვითონ ახასიათებს
წყლის დიდი შეთვისების უნარი, რომლისგანაც მცენარე შემდეგ ძნე-
ლად იღებს წყალს.

ტორფისა და მინერალური სასუქების ერთად შეტანა მკვეთრად ადიდებს კულტურების მოსავლიანობას. სასუქების, ნიადაგმცოდნეობის და აგროტექნიკის საკავშირო ინსტიტუტის მიერ სმოლენსკის ოლქში ჩატარებული ცდებით დადგენილ იქნა, რომ მინერალური სასუქების ეფექტურობა მნიშვნელოვნად იზრდება ტორფის ფონზე (იხ. ცხრილი 96). ამიტომ წარმოებაში ფართოდ უნდა დაინერგოს ტორფისა და მინერალური სასუქების ერთად გამოყენება.

ცხრილი 96

ტორფის გავლენა მინერალური სასუქების ეფექტურობაზე
(სმოლენსკის ოლქი. კულტურა ზერია)

ცდის ვარიანტები	მოსავალი ც/ჰა ზე		მოსავლია მატება ც/ჰა-ზე	
	მარცვალი	ნამჯა	ნარცვალი	ნამჯა
უსასუქოდ	4,0	3,8	—	—
მდელოს ტორფი 40 ც/ჰა-ზე	6,0	7,1	2,7	3,3
მინ. სასუქები (N ₆₀ P ₇₀ K ₆₀)	12,0	12,8	8,0	9,0
მინ. სასუქები (N ₆₀ P ₇₀ K ₆₀) + მდელოს ტორფი 40 ც/ჰა-ზე	16,3	16,1	12,3	12,3

ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო ინსტიტუტის მიერ ანასეულში ჩატარებული ცდების მონაცემებით 10 ტონა ტორფის მშრალი მასის ანგარიშით შეტანა იწვევს ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლის 25 პროცენტამდე გადიდებას. აღსანიშნავია, რომ ტორფის პირდაპირი მოქმედება უფრო დაბალია, ვიდრე შემდგომი, რომელიც ამავე ინსტიტუტის მონაცემებით 13 წელზე მეტ ხანს გრძელდება. მინერალური სასუქების ეფექტი მკვეთრად იზრდება ჩაის პლანტაციებში ტორფის ფონზე.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ხავსის ტორფს უშუალოდ სასუქად თითქმის არ იყენებენ, თუმცა აბსოლუტურად გამორიცხული არაა მისი გამოყენება. კირით განეიტრალების შემდეგ ან ფოსფორიტის ფქვილის მიმატებით ხავსის ტორფის ეფექტი იზრდება. ტიპირია-

ცხრილი 97

ცდის ვარიანტები	ცერცველა-ზერის ნარევის მწვანე მ.სის მოსავალი ც/ჰა-ზე	მოსავლის მატება	
		ც/ჰა-ზე აკურ-როლოთან შედარებით	%
უსასუქოდ	31,0	—	—
ფოსფორიტის ფქვილი	32,0	1,0	103,0
ტორფი	36,0	4,0	112,0
ფოსფორიტის ფქვილი + ტორფი	47,0	16,0	151,0

ზევის სახელობის სასოფლო-სამეურნეო აკადემიის მინდვრის ცდების შედეგებით (იხ. ცხრილი 97) დადგენილ იქნა, რომ ხავსის ტორფთან ერთად ფოსფორიტის ფქვილის შეტანა იწვევს ამ უქანასკნელის ეფექტურობის გადიდებას.

როგორც ვხედავთ, ცალ-ცალკე ფოსფორიტის ფქვილი და ტორფი ცერცველა-შვრიის ნარევის მასის მოსავალს უმნიშვნელოდ ადიდებას, მაშინ როდესაც მათი ერთად შეტანისას იმავე კულტურების ნარევის მწვანე მასის მოსავალი 51 პროცენტით იზრდება.

ხავსის ტორფის უშუალოდ სასუქად გამოყენებისას მისი ცუდი მოქმედება პირველ რიგში უნდა აიხსნას ტორფის მაღალი მჟავიანობით. ლარიბ ქვიშნარ ან მჟავე ეწერი ტიპის ნიადაგებზე ხავსის ტორფის მჟავიანობის განეიტრალება არ წარმოებს, რის შედეგად მისი გაბრწნა შეფერხებულია. ტორფის მჟავიანობამ ასეთ ნიადაგებზე შეიძლება თავისთავად უარყოფითად იმოქმედოს მცენარის განვითარებაზე.

ხავსის ტორფში ნაცრის ელემენტების მცირე შემცველობის გამო, ის შეიძლება განვიხილოთ როგორც აზოტისა და ორგანული ნივთიერების წყარო. ამ ტორფის დადებითი მოქმედება მქლავნდება მისი მჟავიანობის განეიტრალების შემდეგ. ამიტომ მისგან მაღალ ეფექტს უნდა ველოდოთ კირთან ან ნაცართან, ან კიდევ ფოსფორიტის ფქვილთან დაკომპოსტების შემდეგ.

ტორფო-კომპოსტის ეფექტურობა ბევრად მეტია განიავებულ ტორფთან შედარებით. ტორფო-კომპოსტების მრავალ სახეობიდან ყველაზე მაღალ ეფექტურობას ამქლავნებს ტორფო-ფეკალური კომპოსტი.

ალფეროვის საცდელი სადგურის მონაცემებით ტორფო-ფეკალური კომპოსტების შეტანით კარტოფილის ტუბერების მოსავალი 41 პროცენტით გაიზარდა ნაკელთან შედარებით. ასევე ეფექტურია იგი ტურნეფსის კულტურის მიმართაც (იხ. ცხრილი 98).

ც ხ რ ი ლ ი 98

ტორფო-ფეკალური კომპოსტის ეფექტურობა
(ალფეროვის საცდ. სადგურის მონაცემებით)

ცდის ვარიანტები	კარტოფილის მოსავალი		ტურნეფსის მოსავალი	
	ც/ჰა-ზე	%	ც/ჰა-ზე	%
უსასუქოდ	133	88	594	83
ტორფო-ფეკალური კომპოსტი 9 ტ/ჰა-ზე	188	124	787	110
ტორფო-ფეკალ. კომპოსტი 18 ტ/ჰა-ზე	212	141	856	120
ტორფო-ფეკალ. კომპოსტი 27 ტ/ჰა-ზე	227	150	898	126
ჩალიახი ნაკელი 18 ტ/ჰა-ზე	151	100	712	100

კარტოფილის საკავშირო ინსტიტუტის მონაცემებით ტორფო-წუნწუხი თავისი ეფექტურობით ბევრად არ ჩამოუვარდება ნაკელს. (იხ. ცხრილი 99).

ცხრილი 99

ტორფო-წუნწუხის ეფექტურობა
(კარტოფილის საკავშირო ინსტიტუტის მონაცემებით)

უდის ვარიანტები	კარტოფილის მოსავალი ც/ჰა-ზე	მოსავლის მატება ც/ჰა-ზე
უსასუქოდ	119,9	—
ნაკელი 18 ტ	175,3	55,4
ტორფო-წუნწუხის კომპოსტი 18 ტ	161,0	41,1

ალფეროვის საცდელი სადგურის მონაცემებით ტორფის ნაცართან დაკომპოსტება იწვევს მისი ეფექტურობის გადიდებას. ტორფო-ნაცარის კომპოსტი ნიადაგში შეტანის პირველ წელს საშემოდგომო ჰეავის მოსავალს უფრო მეტად აღიძვებს, ვიდრე ტორფი და ნაცარი ცალცალკე (იხ. ცხრილი 100).

ცხრილი 100

ტორფო-ნაცრის კომპოსტის ეფექტურობა
(ალფეროვის საცდ. სადგურის მონაცემებით)

სასუქები	უსასუქოდ	კომპოსტი (ტორფი+ნაცარი)	ტორფი	ნაცარი
საშემოდგომო ჰეავი მარცვლად	16,3	20,5	18,7	18,1
შვრია მარცვლად (შემდგომი მოქმედება)	13,7	16,7	14,6	14,8

ამავე სადგურის მონაცემებით ტორფო-ნაცრის შემდგომი მოქმედება საკმაოდ მაღალი იყო შვრიის კულტურის მიმართ.

მეავე ტორფის დაკომპოსტება ფოსფორიტის ფქვილთან აღიძვებს აგრეთვე საშემოდგომო ჰეავისა და შვრიის მოსავალს (იხ. ცხრილი 101).

ცხრილი 101

ტორფო-ფოსფორიტის კომპოსტის ეფექტურობა
(ალფეროვის საცდ. სადგ. მონაცემებით)

სასუქები	უსასუქოდ	კომპოსტი (ხავის ტორფი + ფოსფორიტი)	ფოსფორიტი
საშემოდგომო ჰეავი მარცვლად	12,3	14,9	13,1
შვრია მარცვლად (შემდგომი მოქმედება)	12,6	15,2	14,7

ტორფო-ფოსფორიტის ფქვილის ეფექტურობა აიხსნება, ერთი მხრივ, იმით, რომ ტორფის მქაეიანობა იწვევს ფოსფორიტის ფქვილის გადაყვანას მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმებში, ხოლო მეორე მხრივ, ტორფის ორგანული ნივთიერება აუმჯობესებს ნიადაგის თვისებებს და ამავდროულად ამზიადრებს მას მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტებით. ტორფის გავლენა ფოსფორიტის ფქვილის ფოსფორის (P_2O_5) ხსნადობაზე მტკიცდება ტორფის საცდელი სადგურის მიერ ჩატარებული ლაბორატორიული გამოკვლევებით (იხ. ცხრილი 102).

ცხრილი 102

ტორფის გავლენა ფოსფორიტის P_2O_5 ხსნადობაზე
 (ფოსფორიტის P_2O_5 რაოდენობის ხსნადობა პროცენტობით, საერთო რაოდენობასთან შედარებით)
 (ტორფის საცდელი სადგურის მონაცემებით)

კომპოსტის სახეობა	ნიმუშის აღების ადები			
	26/8	3/9	9/9	17/9
მდელის ტორფი დაკომპოსტებული ფოსფორიტის ფქვილთან	0,89	0,86	0,78	0,78
ხავსის ტორფი დაკომპოსტებული ფოსფორიტის ფქვილთან	17,82	29,21	26,51	32,81

ამ გამოკვლევებით დადგენილ იქნა, რომ ფოსფორიტის ფქვილის მდელის ტორფიდან დაკომპოსტება უმნიშვნელოდ ზრდის P_2O_5 წყალხსნადი ფორმის რაოდენობას, მაშინ როდესაც ხავსის ტორფთან მისი დაკომპოსტებით მკვეთრად დიდდება წყალხსნადი P_2O_5 -ის რაოდენობა.

ტორფის დაღებითი გავლენა არ შემოიფარგლება მარტო უშუალოდ მცენარის კვების რეჟიმის გაუმჯობესებით: მისი სისტემატურად შეტანა იწვევს ნიადაგის ფიზიკური, ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებების გაუმჯობესებას, რის შედეგად, რასაკვირველია, უმჯო-

ცხრილი 103

ტორფის სისტემატური შეტანის გავლენა ნიადაგის კათიონების შთანთქმით ტევადობაზე
 (ტორფის საცდელი სადგურის მონაცემებით)

ნიადაგის დასახელება	შთანთქმითი ტევადობა (მლმ ეკვ. 100 გ ნიადაგზე)	
	უსასუქოდ	ტორფის სასუქით
ქვიშნარი	4,1—6,7	13,2—27,3
თიხნარი	9,8—26,6	13,5—33,5

ბესდება მცენარის კვების პირობები და იზრდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობა.

• ტორფის საცდელი სადგურის მონაცემებით ტორფის სისტემატური გამოყენებით იზრდება ნიადაგის კათიონების შთანთქმითი ტევადობა (იხ. ცხრილი 103).

ცდების მონაცემები ნათელყოფს, რომ ტორფის სისტემატური გამოყენებით ქვიშნარი ნიადაგების შთანთქმითი ტევადობა სამკერ და პეტად იზრდება, მაშინ როდესაც თინნარ ნიადაგებზე ასეთი გავლენა არ შეიმჩნევა.

ტორფის სისტემატური შეტანით უმჯობესდება ნიადაგის ბუფერობა, რასაც ადასტურებს ტორფის საცდელი სადგურის მონაცემები (იხ. ცხრილი 104).

ცხრილი 104

ტორფის სისტემატური შეტანის გავლენა ნიადაგის ბუფერობაზე (ტორფის საცდელი სადგურის მონაცემებით)

ნიადაგები	PH შეცვლა 0,1 HCl მლ მხარდი რაოდენობით შეტანის შედეგად							
	0	1	2	3	4	5	7	10
გაუნოიერებელი ქვიშნარი ნიადაგი	5,19	2,23	2,55	2,24	2,09	—	—	—
ქვიშნარი ნიადაგი, სისტემატ. ტორფით განოიერებული	5,28	5,04	4,66	4,50	4,20	4,12	3,83	3,55

ნიადაგის უნარს, წინააღმდეგობა გაუწიოს არეს რეაქციის შეცვლას მათზე მკვებების და ტუტეების მოქმედებისას, უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მცენარის კვებისათვის. დაბალი ბუფერობის ისეთ ნიადაგებზე, როგორცაა ეწერი და წითელმიწები, ფიზიოლოგიურად მკავე სასუქების გამოყენება იწვევს არეს რეაქციის დამკვებას, რის შედეგადაც მცენარის განვითარება ფერხდება და მოსავალიც ეცემა. ამიტომ ტორფის სისტემატური გამოყენებით შესაძლებელია ასეთი ნიადაგების ბუფერობის გადიდება, ამით კი იზრდება მათზე შეტანილი მინერალური სასუქების ეფექტიანობა.

თ) ტორფის გამოყენება

ტორფის მოპოვების პროცესები თითქმის მთლიანად მექანიზებულია. ჭაობის ზედაპირის შეშრობის შემდეგ მისი დამუშავება წარმოებს ფრეზერით. ფრეზერი იწვევს 5—10 სანტიმეტრი ტორფის ფხვიერი ფენის წარმოშობას, რომელიც შეიცავს მტვერს. 3—4 დღის შემდეგ

გამშრალი ტორფის ფენას განსაკუთრებული დიდი ზარებით თხრიან ტრაქტორის წევის ძალით და აწყობენ გროვებად შეშრობის მიზნით. ასეთი გზით შემშრალი ტორფის გატანა მინდვრად წარმოებს უმთავრესად მაშინ, როცა მეურნეობაში ტრანსპორტი თავისუფალია.

ზამთარში გატანილი ტორფი იღვმება დიდ გროვებად. ზამთარში მინდვრად გატანილი ტორფის ნიადაგზე მობნევა წარმოებს ნაკელის მომბნევი მანქანით, ხოლო შემდეგ მიმდინარეობს მისი ჩახვნა.

ტორფის დოზა ჰექტარზე საშუალოდ 36 ტონას არ აღემატება. მაგრამ თუ ის მინერალური სასუქის გარეშე შეაქვთ, მაშინ ნორმა უნდა გადიდდეს. ტორფო-კომპოსტების ნორმებია: მარცვლეული კულტურებისათვის — 20 ტონა, ბოსტნეულისათვის — 50 — 60 ტონა, კარტოფლისათვის — 20 — 30 ტონა, ციტრუსოვანებისათვის — 20 ტონა, ჩაისათვის — 80 — 100 ტონა.

ტორფოკომპოსტებიც ნაკელის მომბნევი მანქანით შეაქვთ ნიადაგში.

ტორფისა და ტორფო-ფეკალების გამოყენება შეიძლება ჩაის, ციტრუსების, ტუნგოს პლანტაციებში, მარცვლოვანებიდან — სიმინდის კულტურისათვის. მას ფართოდ იყენებენ აგრეთვე ბოსტნეული კულტურების განოყიერებისთვისაც. ტორფის დიდი დოზები, პირველ რიგში, შეაქვთ ქვიშნარ ნიადაგებზე, ამ უკანასკნელის ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესების მიზნით.

8. ფეკალური სასუქები

ფეკალური სასუქი წარმოადგენს ადამიანის განავალისა და სხვა უსუფთაობის ნარევეს.

ადამიანის ექსკრემენტი შეიცავს მაგარ განავალს და შარდს. მაგარი განავალი შედგება საკვების გადაუხარშავი ნაწილისაგან, ხოლო შარდი კი წარმოადგენს ორგანიზმის ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტს.

ადამიანის მიერ გამოყოფილი ექსკრემენტის შედგენილობა დამოკიდებულია საკვების ხარისხსა და რაოდენობაზე, ხოლო ფეკალის, როგორც სასუქის ღირებულება, განისაზღვრება მისი დაგროვებისა და შენახვის პირობებით. საშუალოდ ერთი ადამიანი წელიწადში გამოყოფს 40 — 50 კილოგრამ მაგარ განავალს და 420 — 450 ლიტრ შარდს. მაგარი და თხევადი გამონაყოფის ჯამი საშუალოდ ერთ ადამიანზე შეადგენს 500 კილოგრამს, თუმცა ეს რიცხვი ძალზე მერყეობს (იხ. ცხრილი 105).

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ექსკრემენტი შეიცავს 5-ჯერ მეტ აზოტს, ვიდრე კალიუმს და ფოსფორს.

ადამიანის მაგარი განავლისა და შარდის შედგენილობა
(პერიტურინის მიხედვით)

	წყალი	შრალი ნივ- თიერება	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
მაგარი განავალი კგ	37	13	0,7	0,5	0,2
შაილი	427	23	4,5	0,7	0,8
ექსკოემენტი წელიწადში	464	36	5,2	1,2	1,0
მსკრემები %	93	7	1,0	0.2	0,2

ა) თხევადი განავალი

შარდის შედგენილობა იცვლება ასაკის, სქესისა და კვების ხასიათის პირობების მიხედვით. საშუალოდ ერთი ლიტრი შარდი შეიცავს აზოტს გრამებში:

მამაკაცისა — 7,6 — 10,8
ქალისა — 7,6 — 8,8
ბავშვისა — 4,3 — 7,6

აზოტის შემცველობა შარდში დამოკიდებულია კვებაზე. ხორციელ კვების შემთხვევაში შარდში ერთი ღლე-ლამის განმავლობაში გადადის 12,6 გრამი აზოტი, ხოლო მის გარეშე კვებისას — 10,9 გრამი. ადამიანი საშუალოდ ღლე-ღამეში გამოყოფს 1500 მილილიტრ შარდს, რომელიც შეიცავს 60 გრამ მშრალ ნაშთს (უფრო დაწვრილებით იხ. ცხრილი 106).

შარდის საშუალო შედგენილობა (გრამობით)
(პერიტურინის მიხედვით)

შედგენილობის დასახელება	შემცველობა	შედგენილობის დასახელება	შემცველობა
ორგანული ნივთიერება	35	არაორგანული ნივთიერება	25
მათ შორის:		მათ შორის:	
შარდოვანა	30	ნატრიუმის ქლორიდი	15,0
შარდის მჟავა	0,7	ფოსფორის მჟავა (P ₂ O ₅)	2,5
გაბური მჟავა	0,7	კალიუმი (K ₂ O)	3,3
კრეატინინი	1,5	ამონიაკი	0,7
სხვა ორგ. ნივთიერებები	2,1	CaO და MgO	0,8
		სხვა არაორგ. ნივთიერებები	0,2

აზოტი ძირითადად შარდში წარმოდგენილია შარდოვანას სახით $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, რომელიც ადვილად იშლება და წარმოიშვება ნახშირბედიანი ამონიუმი $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ და წყალი. პირველის დაშლის შედეგად კი მიიღება ამონიაკი (NH_3) და ნახშირორჟანგი (CO_2) .

ბ) მშრალი განავალი

ადამიანის მშრალი განავალი წარმოადგენს სხვადასხვა ნივთიერების ნარევის. ის შეიცავს საკვების დაუშულ მასას, ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტს, სხვადასხვა ბაქტერიებს და სხვ. მაგარი განავლის რაოდენობა და შედგენილობა იცვლება საკვების რაოდენობისა და ღირსების მიხედვით. ხორცითა და რძით კვების შემთხვევაში მიიღება მაგარი განავლის უმნიშვნელო რაოდენობა.

საშუალოდ ერთი დღე-ღამის განმავლობაში ადამიანი გამოყოფს 100—200 გრამ განავალს, რომელიც შეიცავს 30—45 გრამ მშრალ ნივთიერებას. განავალი აზოტს შეიცავს ცილების და მისი დაშლის პროდუქტების სახით. ადამიანის მიერ გამოყოფილი მშრალი განავლისა და შარდის დაგროვების რაოდენობასა და შედგენილობაზე წარმოდგენას იძლევა 107-ე ცხრილის მონაცემები.

ცხრილი 107

ადამიანის ექსკრემენტის რაოდენობა და ქიმიური შედგენილობა

შედგენილობის დასახელება	შარდი		მაგარი განავალი		შარდი და მაგარი განავალი	
	დღე-ღამის დაბნეულობაში (გ)	წლის განმავლობაში (კგ)	დღე-ღამის დაბნეულობაში (გ)	წლის განმავლობაში (კგ)	დღე-ღამის დაბნეულობაში (გ)	წლის განმავლობაში (კგ)
აბალი განავალი	1200	438	123,0	48,5	1333,0	483,5
მშრალი ნივთიერება	63,0	23,0	30,3	11,0	96,3	34,0
ორგანული ნივთიერება	50,0	18,2	25,8	9,4	75,8	27,6
მინერალური ნივთიერება	13,0	4,8	4,5	1,6	17,5	6,4
აზოტი ორგ. ნივთ. სახით	12,1	4,4	2,1	0,8	11,2	5,2
კალიუმი (K_2O)	0,22	0,8	0,73	0,27	2,95	1,08
CaO მინ. ნივთ. სახით	0,22	0,08	0,08	0,29	0,23	0,37
ფოსფორი (P_2O_5)	1,80	0,66	1,64	0,60	3,44	1,26

107-ე ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ფეკალური მასა ღიდი რაოდენობით შეიცავს აზოტს, ხოლო ფოსფორი და კალიუმი მასში უმნიშვნელოდ შედის, რომელიც მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმაში იმყოფება. ნატრიუმის ქლორიდის შემცველობა სცემს ფეკალური მასის როგორც სასუქის ღირსებას. საშუალოდ შარდი შეიცავს

0,82 პროცენტ ნატრიუმის ქლორიდს. ერთი წლის განმავლობაში ადამიანი გამოყოფს 0,34 პროცენტ ნატრიუმის ქლორიდს მთელ განავალთან შედარებით. ფეკალურ მასაში ნატრიუმის ქლორიდის შემცველობა იწვევს თიხნარი ნიადაგების ფიზიკური თვისებების გაუარესებას, ხოლო ტორფოვანი ნიადაგების თვისებებს კი აუმჯობესებს. ფეკალური მასის შენახვისა და გადატანის დროს წარმოებს აზოტისა და სხვა შემადგენელი ნივთიერებების დაკარგვა, ამიტომ მის შენახვას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს.

გ) ფეკალური სასუქების შენახვა

მეურნეობაში ფეკალის შენახვის ყველაზე უფრო გავრცელებულ წესს წარმოადგენს მისი მოთავსება ორმოებში. მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ამ წესით შენახვისას ადგილი აქვს აზოტის დიდ დანაკარგებს. ფეკალური მასის გაუვნებლობისა და სუნის დაკარგვის მიზნით მას უმატებენ კირს, რაც იწვევს აზოტის დანაკარგს, ამავე დროს სანიტარიის თვალსაზრისითაც მიუღებელია. ამიტომ უფრო მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნეს ხავსის ტორფიდან მომზადებული ფხვნილი, რომლის ერთი ნაწილი 6 — 7 ნაწილ ექსკრემენტს ემატება. მიღებული ტორფის ფეკალური მასა ძლიერად მოქმედ სასუქს წარმოადგენს. ტორფის ფქვილის შერევა ფეკალურ მასასთან საპირფარეშოებში თუ რაიმე მიზეზის გამო არ მოხერხდა, მაშინ სასუქი შეიძლება მიღებული იქნეს ფეკალური მასის ტორფთან დაკომპოზიტებით. იქ, სადაც კანალიზაცია არ არსებობს, ფეკალური მასის ორპული შენახვის გარდა მიმართავენ აგრეთვე საპირფარეშოებში მისი დაგროვებისთანავე კასრებით ან ყუთებით გატანას. გატანილი მასა უნდა გამოყენებული იქნეს ტორფო-ფეკალური სასუქების მოსამზადებლად.

დიდ ქალაქებში ფეკალური მასის გატანა საპირფარეშოებიდან კანალიზაციის სისტემის მეშვეობით წარმოებს. კანალიზაციის სისტემაში მოხვედრილი ფეკალური მასა ძალზე განსხვავებულია წყლის შემცველობით. კანალიზაციის სისტემაში გასული ფეკალური მასა შეიძლება გამოყენებული იქნეს სასუქად სარწყავ მინდვრებში ან შეყვანილ იქნას საფილტრაციო მინდორში, რომელიც სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ქვეშ არ გამოიყენება. ფეკალური მასის ორგანული ნივთიერების გახრწნა და გაუვნებლობა წარმოებს მთლიანად როგორც საფილტრაციო, ისე სარწყავ მინდვრებში.

საკანალიზაციო წყლების საშუალო შედგენილობა ზოგიერთ ქალაქებისათვის მოყვანილია 108-ე ცხრილში.

საბჭოთა კავშირში სარწყავი მინდვრები მოწყობილია მოსკოვში, ოდესასა და კიევში.

ხაკანალიზაციო წყლების საშუალო შედგენილობა
(პერიტურინის მისედეით)

ქალაქები	1 ლიტრის ზემცველობა მგ			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
ზოსკოვი	102,4	20,0	40,0	112,0
პარაბი	140,0	41,0	89,0	484,0
ბეულინი	109,0	31,6	72,9	107,5

ფეკალური მასის შედგენილობის მკვეთრი მერყეობა სხვადასხვა პირობებში შენახვისას უმთავრესად დამოკიდებულია აზოტის, კალიუმის და სხვა ნივთიერებათა დანაკარგზე. ფეკალური მასის ორმული სისტემით შენახვისას აზოტის დიდი ნაწილი ორთქლდება.

ფეკალური სასუქი ორგანული ნივთიერების შემცველობით დიდად არ ჩამოუვარდება ნაკელს, მაგრამ ის უფრო მეტ ორგანულ ნივთიერებას შეიცავს, ვიდრე წუნწუხი. სხვადასხვა ორგანული სასუქის ქიმიურ შედგენილობაზე წარმოდგენას გვაძლევს 109-ე ცხრილი.

ორგანული სასუქების ქიმიური შედგენილობა (პროცენტობით)
(პერიტურინის მიხედვით)

შედგენილობა	ფეკალი	წუნწუხი	ნაკელი
წყალი	85-97	98,20	75,00
ორგანული ნივთიერება	1,6-12	0,70	18,10
საერთო აზოტი (N)	0,3-0,9	0,15	0,53
ფოსფორის მკვა (P ₂ O ₅)	0,2-0,7	0,01	0,32
კალიუმი (K ₂ O)	0,2-0,3	0,49	0,68

ზემომოყვანილი ცხრილის მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ ფეკალი კალიუმის შემცველობით ჩამოუვარდება წუნწუხს და ნაკელს, მაგრამ საერთო ფოსფორისა და აზოტის შემცველობა მასში ბევრად მეტია, ვიდრე წუნწუხსა და ნაკელში.

შარდისა და მაგარი გამონაყოფის, როგორც სასუქის ღირებულება, სხვადასხვაა. შარდში ყველა საკვები ელემენტი იმყოფება მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმებში. მასში შემავალი შარდოვანა 10-15 დღის შემდეგ თითქმის მთლიანად იშლება ამონიაკისა და წყლის წარმოშობით. შარდში შემავალი ფოსფორის სიმკვლე და კალიუმი აგრეთვე იოლად შეითვისება მცენარის მიერ. მაგარ გამონაყოფში მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტები თითქმის მთლიანად იმყოფებიან

ორგანულ შენაერთებში. ასე, მაგალითად, აზოტი შედის საკვების მოუნელებელ ნაწილში, დაზოცილ ბაქტერიულ უჯრედებში და ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტებში. მცენარისათვის უფრო ადვილად მისაწვდომია ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტებში არსებული აზოტი, რადგან ის ადვილად გადადის ნეიტრალურ და ამონიაკურ ფორმებში.

ფეკალური სასუქის ღირსება დამოკიდებულია მასში მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტების შემცველობაზე, მაგრამ ამ ელემენტების შემცველობა დამოკიდებულია მრავალ პირობაზე, ვანსაკუთრებით კი შენახვის პირობაზე. ახალი ფეკალური სასუქების სხვადასხვა სახის ქიმიურ შედგენილობაზე წარმოდგენას იძლევა 110-ე ცხრილი.

ცხრილი 110

სხვადასხვა წესით შენახული ფეკალური მასის ქიმიური შედგენილობა (კგ-ით 1 ტონაში)
(აერიტორინის მიხედვით)

შენახვის წესი	მშრალი ნივთიერება	საერთო აზოტი	ამონიაკოვი აზოტი	საერთო კალიუმი (K ₂ O)	საერთო ფოსფორი (P ₂ O ₅)
ფეკალი ორ მლლი სისტემის ..	36,5	3,7	1,1	1,5	1,6
ფეკალი კასრული სისრემის ..	76,9	7,5	4,3	2,9	2,7
ფეკალი ტორფის ფხვნილის დამატებით	174,9	6,9	2,6	2,8	3,3
პულრეტი	921,6	77,0	39,7	25,9	26,1

დ) პულრეტების მომზადება

პულრეტებს ამზადებენ ფეკალური მასის გაშრობის გზით. ის წარმოდგენს ფხვნილისებურ მასას. პულრეტების მომზადების ყველაზე მარტივი წესი იმაში მდგომარეობს, რომ ორმოში მოთავსებულ ფეკალურ მასას ლექავენ და სითხეს აცილებენ; ნალექი ამოაქვთ ორმოს ნაპირებზე გასაშრობად. ნესტიანი მასის გაშრობა ძალზე ნელა წარმოებს, რასაც თან ახლავს გაზრწის პროცესი, რის შედეგადაც ადგილი აქვს ამონიაკის დიდ დანაკარგს. ფეკალური მასის გაშრობის დროს ზოგჯერ იყენებენ ტორფის ფხვნილს და სხვა მასალას, რომელიც იწვევს აზოტის დანაკარგის შემცირებას. ზოგჯერ მასში წარმოებს გოგირდის სიმკვავების მიმატება, რაც იწვევს ამონიაკის შეკვრას. ამონიაკის შეკვრის მიზნით გასაშრობ ფეკალურ მასას უმატებენ სუპერფოსფატს. ფეკალურ მასას ხშირად ამუშავებენ გაზისებური ქლორით, რის შედეგადაც სუნი ეკარგება და მნიშვნელოვნად მცირდება აზოტის დანაკარგები. ქლორირებული ფეკალური მასის გაშრობას აწარმოებენ სპეციალურ საშრობებში.

საშუალოდ პულრეტი შეიცავს: აზოტს (N) — 7,3 — 9,0 პროცენტს, ფოსფორს (P_2O_5) — 2,7 — 3,1 პროცენტს და კალიუმს (K₂O) — 3,1 — 4,3 პროცენტს. პულრეტები ჩვეულებრივ აზოტს შეიცავენ მცენარისათვის უფრო მისაწვდომ ფორმებში, ვიდრე ნაკელი. ასე, მაგალითად, პირველ წელს მცენარეს პულრეტიდან შეუძლია შეითვისოს საერთო აზოტის შემცველობის 56 — 65 პროცენტი.

პულრეტები მეტად ძვირფას სააუქებს წარმოადგენენ, მაგრამ ფოსფორისა და კალიუმის ნაკლები რაოდენობის შემცველობის გამო საჭიროა მათთან ერთად დამატებით შეტანილი იქნეს ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები. პულრეტების უარყოფით მხარეს წარმოადგენს მათში ქლორის დიდი რაოდენობა (3 — 5 %).

პულრეტი ნიადაგში შეტანილი უნდა იქნეს თესვამდე დიდი ხნით ადრე, უკეთესია შემოდგომით. მობნევისთანავე საჭიროა მისი ჩახვნა. პულრეტების დოზას ანგარშობენ მასში აზოტის შემცველობის მიხედვით.

ე) ფეკალური სასუქების ეფექტურობა

ნიადაგში ფეკალური სასუქის შეტანისას უმთავრესად საკვები ელემენტის გაანგარიშება აზოტის შემცველობის მიხედვით წარმოებს, მაგრამ ამ შემთხვევაში საჭიროა მას დაემატოს ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები. ფეკალური სასუქების ნიადაგში შეტანისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ მასში სუფრის მარილის დიდი შემცველობა, რაც იწვევს სახამებლის შემცირებას კარტოფილის ტუბერებში და ბოსტნეულის გემოს გაუარესებას. ფეკალური სასუქის დოზა ჰექტარზე პირველ რიგში დამოკიდებულია თვით ფეკალის შემადგენლობაზე. თუ ფეკალის განსხვავება წყლის შემცველობით არ წარმოებს, მაშინ პრაქტიკული მიზნით შეიძლება მიღებული იქნეს შემდეგი შედგენილობა (1 ტონაში კილოგრამობით):

	მინიმუმი	საშუალო	მაქსიმუმი
მშრალი ნივთიერება	13,5	40,0	88,5
აზოტი	2,9	5,8	7,1
ფოსფორი (P_2O_5)	0,5	1,2	4,5
კალიუმი (K ₂ O)	1,2	2,2	2,3
ქლორი	1,8	3,0	4,8

20 ტონა ფეკალური სასუქი ზემოთ მოყვანილი შედგენილობის დროს შეიცავს 100 კილოგრამ აზოტს. თუ ფეკალური სასუქი შეგვაქვს კომპოსტის, ჭარხლის და სხვა დიდი მოთხოვნილების მქონე მცენარეებისათვის, მაშინ ფეკალის დოზა უნდა გადიდდეს, მას უნდა დაე-

მატოს ფოსფორიანი და კალიუმიანი მინერალური სასუქი. გარდა ამისა, თუ ფეკალური მასა განზავებულია, მაშინ მისი დოზა უნდა გადიდდეს. მაშასადამე, ფეკალური სასუქის დოზა დამოკიდებულია მის შედგენილობასა და კულტურის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე. ფეკალური სასუქების დოზა იცვლება აგრეთვე ნიადაგის თვისებების მიხედვით. იგი მსუბუქ ქვიშნარ ან ქვექვიშნარ ნიადაგებში უფრო მაღალი დოზებით შეაქვთ, ვიდრე თიხნარ ნიადაგებში, სადაც ორგანული ნივთიერების გახრწნა უფრო ნელა წარმოებს. გარდა ამისა, მძიმე ნიადაგებში ქარბი ფეკალური სასუქების შეტანა, სუფრის მარილის შემცველობის გამო, იწვევს ქერქის შექმნას და საერთოდ ნიადაგის ფიზიკური თვისებების გაუარესებას. მჟავე ნიადაგებზე ფეკალის სასუქების შეტანას წინ უნდა უსწრებდეს მოკირიანება. საგანგებო კულტურებისათვის ფეკალური სასუქის შეტანა უფრო მიზანშეწონილია შემოდგომით, ხოლო სამემოდგომო პურეულებისათვის — დათესვამდე. ზედაპირულად ფეკალური სასუქის შეტანა წარმოებს მდელოებსა და საძოვრებზე ადრე გაზაფხულზე. ფეკალური სასუქების ზამთარში მინდვრად გატანას ის უარყოფითი მზარე აქვს, რომ იკარგება დიდი რაოდენობით საკვები ნივთიერებები, მაგრამ ორგანიზაციული თვალსაზრისით უფრო მიზანშეწონილია, გაზაფხულზე გატანასთან შედარებით.

ნიადაგის ზედაპირზე ფეკალური სასუქის განაწილება ძალზე ძნელია, მით უმეტეს თუ ის განზავებული არ არის. განზავებული ფეკალური მასის განაწილება მინდორში იხეთივე წესით წარმოებს, როგორც წუნწუხის. სასუქის ჩაქებება უნდა მოხდეს ძობნევისთანავე, რადგან ზედაპირზე დატოვებით იზრდება აზოტის დანაკარგი.

ფეკალური სასუქების მაღალი ეფექტურობისათვის საჭიროა სწორად იქნეს შერჩეული დოზა მცენარისა და ნიადაგის თავისებურების გათვალისწინებით. ნიადაგის ზედაპირზე სასუქის თანაბრად განაწილების, აგრეთვე მჟავე ნიადაგებზე მისი გამოყენების დროს, უნდა ჩატარდეს წინასწარი მოკირიანება.

4. შერეული კომპოსტი

შერეული კომპოსტი ორგანული სასუქია, რომლის შეტანა ნიადაგში საგრძნობლად აუჭარბებს მის ფიზიკურ, ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებს. შერეული კომპოსტი თავისი შედგენილობით არ ჩამოუვარდება ჩვეულებრივ ნაკელს. საშუალოდ ის შეიცავს აზოტს — 0,3 — 0,5 პროცენტს, ფოსფორს — 0,2 — 0,4 პროცენტს, კალიუმს — 0,25 — 0,6 პროცენტს.

შერეული კომპოსტი წარმოადგენს სოფლის მეურნეობის ანარჩუნების ისეთ ნარევს, რომელიც დაშლის შედეგად იძლევა მცენარისა-

თვის საჭირო საკვებ ელემენტებს და ისეთ ნივთიერებებს, რომელთაც უნარი შესწევთ შეაკავონ და დაიცვან აღნიშნული მცენარის საკვები ელემენტები.

შერეული კომპოსტის მოსამზადებლად გამოიყენება სოფლის მეურნეობის ისეთი ანარჩენები, როგორცაა: ცხოველთა ძვლები, რქები, ჩლიქები, მატყლი, მავნე მწერები (თუ ისინი გროვდება მნიშვნელოვანი რაოდენობით). კომპოსტისათვის შეიძლება აგრეთვე გამოყენებული იქნეს ცხოველთა და ფრინველთა განავალი, ცხოველებისათვის განკუთვნილი, მაგრამ უვარგისი მცენარეული საკვები, მცენარეთა ფოთლები, სარეველა ბალახები, კარ-მიდამოს ნაგავი, სამზარეულოს ანარჩენები, ნარეცხი წყალი, საკვების უვარგისი ანარჩენები, ნაცარი, ქვარტლი, ნახერხი და სხვ.

ზემოთ აღნიშნულ ანარჩენებს ურევვენ აგრეთვე ჰუმუსით მდიდარ ნიადაგს, რომლის მიზანია კომპოსტში წარმოშობილი ხსნადი ორგანული ნივთიერების შეწოვა და შეკავება. ნიადაგის ნაცვლად უკეთესია გამოყენებული იქნეს ტორფი, რომელიც ხასიათდება შთანთქმის მნიშვნელოვანი უნარიანობით და შეიცავს აზოტოვან ორგანულ ნივთიერებას.

კომპოსტის შემადგენლობაში შეიძლება შედიოდეს მეტად სხვადასხვა სახის მასალა, მაგრამ საჭიროა ადვილად დასაშლელი ორგანული ნივთიერება არ აერიოს ძნელად დასაშლელს. მაგალითად, ცხოველის მატყლი, რქები, ძვლები არ უნდა შეერიოს ადვილად ხსნადი მცენარეული წარმოშობის ანარჩენებს იმიტომ, რომ ადვილად ხსნადი ორგანული ნივთიერება მალე იშლება და ადრე შეიძლება მისი ნიადაგში შეტანა, მაშინ როდესაც ძნელად ხსნადი ცხოველური წარმოშობის მასალა დიდხანს საჭიროებს დაკომპოსტებას. ძნელად ხრწნადი ანარჩენებისათვის უნდა მოეწყოს ცალკე საკომპოსტე.

ა) დაკომპოსტების წესი

საკომპოსტესათვის ადგილი უნდა შეირჩეს კარმიდამოდან 200 — 300 მეტრის მოცილებით, მშრალ ადგილას. აღმოსავლეთ საქართველოს რაიონებისათვის გრუნტის წყალი უნდა იყოს არა უმცირეს 1,5 — 2,0 მეტრის სიღრმეზე.

აღმოსავლეთ საქართველოს რაიონებში საკომპოსტე ეწყობა ორმული წესით, დასავლეთ საქართველოში კი ნიადაგის ზედაპირზე.

აღმოსავლეთ საქართველოში ნალექების სიმცირის გამო საკომპოსტეს გადახურვა საჭირო არ არის. საკომპოსტეს აწყობენ შემდეგი წესით: თხრიან 9 — 11 მეტრის სიგანის და 1,5 — 2 მეტრის სიღრმის

ორმოს. სიგრძე კი დამოკიდებულია მეურნეობაში დაგროვილი დასაკომპოსტებელი მასალის რაოდენობაზე. საკომპოსტეს ორმოს კედლებსა და ფსკერს გულდასმით ტყეპნიან და ლესავენ თიხით, რათა ადგილი არ ჰქონდეს კომპოსტის წვენი და ნაჰარგს და წვიმების დროს წყლის შესვლას. საკომპოსტეს ორმოს ნაპირები უნდა იყოს ოდნავ შემალღებული. მას წვიმის წყლისაგან დაცვის მიზნით ორივე მხარეზე ავლებენ ერთი მხრით დაქანებულ 50—60 სანტიმეტრი სიღრმის კვალს.

დასაველეთ საქართველოს პირობებში საკომპოსტე უნდა მოეწყოს ნიადაგის ზედაპირზე და აუცილებლად გადაიხუროს, რათა თავიდან იქნეს აცილებული წვიმის წყლებით კომპოსტის ხსნადი ნივთიერების გამორეცხვა. საკომპოსტეს კედლები კეთდება ფიცრის, აგურის ან ცემენტის. ხშირად საკომპოსტეს კედლებს აკეთებენ დაწნული ლასტებისაგან. საკომპოსტეს სახურავად შეიძლება გამოყენებული იქნეს ყავარი, ისლი ან ჩალა. საკომპოსტეს ფსკერი გულდასმით იტყეპნება 30 სანტიმეტრი სისქის თიხით და ორმოს ორივე მხარეზე შემოველება 60 სანტიმეტრი სიღრმის კვალი.

დასაკომპოსტებელ მასალას საკომპოსტეში შემდეგნაირად ყრიან: საკომპოსტეს ძირზე 10—15 სანტიმეტრი სისქით ყრიან ნიადაგს ან ტორფს, ხოლო ზემოდან 30 სანტიმეტრ სისქეზე ათავსებენ დასაკომპოსტებელ მასალას, შემდეგ კვლავ 10—15 სანტიმეტრი სისქის ნიადაგს ან ტორფს, ზედ 30 სანტიმეტრზე დასაკომპოსტებელ მასალას და ასე შემდეგ მანამ, სანამ დასაკომპოსტებელი მასალის სიღრმე არ მიაღწევს 1,5 მეტრამდე. ამის შემდეგ ორმოს თავზე 20 სანტიმეტრი სისქის ფენად ეყრება ნიადაგი ან ტორფი.

საკომპოსტეს ასეთი წესით შევსების შემდეგ საჭიროა მისი მორწყვა წყლით, უფრო უკეთესია ნაკელის წუნწუხით. მორწყვა წარმოებს იმ ვარაუდით, რომ დასაკომპოსტებელ მასალას კარგად ეტყობოდეს შესველება. დაკომპოსტების პერიოდში გამოშრობის თავიდან აცილების მიზნით აწარმოებენ განმეორებით მორწყვას.

დაკომპოსტების ნორმალურად მიმდინარეობისათვის საჭიროა კომპოსტის პერიოდულად არევა ნიჩბით, მასში აერაციის გაძლიერების მიზნით. დაკომპოსტებული მასალა ნიადაგში შესატანად მზად არის მაშინ, როდესაც ის მიიღებს ერთგვაროვანი გადამწვარი მასის სახეს. დაკომპოსტების ხანგრძლიობა დამოკიდებულია დასაკომპოსტებელ მასალაზე. ჩვეულებრივ იგი გრძელდება 3 თვიდან 1 წლამდე.

ბ) შერეული კომპოსტის გამოყენება

კომპოსტს უმთავრესად იყენებენ ბოსტნებში, ბაღებში, ციტრუსოვან და ჩაის პლანტაციებში. იგი შეაქვთ აგრეთვე მარცვლეული კულტურების ქვეშ. კომპოსტის უპირატესობა ნაკლებად შედარებით იმაში მდგომარეობს, რომ ადვილად შეიძლება მისი თანაბრად განაწილება ნაკვეთზე. კომპოსტის დადებითი მოქმედება კულტურების მოსავლიანობაზე გრძელდება შეტანიდან 2—3 წლის განმავლობაში. ის ჩვეულებრივ ბოსტნის კულტურის ქვეშ შეაქვთ 60—100 ტონის რაოდენობით ჰექტარზე, ვენახში, ხეხილის ბაღში, ჩაისა და ციტრუსების პლანტაციაში — 40—60 ტონა, ხორბლოვანი კულტურების ქვეშ კი — 20—40 ტონა ჰექტარზე. კომპოსტის ნიადაგში შეტანის ვადები და ტექნიკა ისეთივეა, როგორც ნაკელისა.

გ. ქალაქის ნაბავი

ქალაქის ნაგავი შედგება ოჯახური ანარჩენებისაგან, ქუჩის მონახვეტისაგან. ოჯახურ ანარჩენებს შეადგენს უმთავრესად ბოსტნეული, ნაცარი, დამტვრეული შუშა, ქალაღი, ჩვარი, ძვლები და სხვ. ანარჩენები. ქუჩის მონახვეტი კი შეიცავს მტვერს, ქვიშას, ცხენის განავალს, ჩამოცვენილ ფოთლებს და სხვ. მასში შედის აგრეთვე დიდი რაოდენობით მინერალური შენაერთები და მცირე წყალი.

ა) ქალაქის ნაგვის ქიმიური შედგენილობა

ქალაქის ნაგავი აზოტს, ფოსფორს და კალიუმს თითქმის იმავე რაოდენობით შეიცავს, როგორც ნაკელი. ასე, მაგალითად, სასუქების სამეცნიერო ინსტიტუტის მონაცემებით ქალაქის ნაგავი საშუალოდ შემდეგი შედგენილობისაა:

ცხრილი 111

	შედგენილობა %					
	წყალი	ნაცარი	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
ოჯახური ანარჩენები	48	54	0,54	0,46	0,43	1,94
ქუჩის მონახვეტი	13	84	0,30	0,33	0,20	1,10

ქალაქის ნაგვის ქიმიური შედგენილობა არ წარმოადგენს მუდმივს, იგი იცვლება და დამოკიდებულია მრავალ პირობაზე. ასე, მაგალითად, მისი შედგენილობა იცვლება წლის დროისა და საყოფაცხოვრებო პირობების მიხედვით. სხვადასხვა წლის ნაგავი, აგრეთვე თავისი შედგენილობით ძალზე განირჩევა ერთმანეთისაგან.

ქალაქის ნაგვის რაოდენობა ცვალებადია, იგი მიიღება ქალაქის მეურნეობისაგან და უდრის ერთ სულ მცხოვრებზე საშუალოდ 0,2 — 0,8 კუბ. მეტრს. ერთი კუბ. მეტრი ქალაქის ნაგავი საშუალოდ იწონის 0,5 — 0,7 ტონას.

უმეტეს შემთხვევაში ქალაქის ნაგვის სასუქად გამოყენება არ წარმოებს, მაგრამ მისგან მომზადებული სასუქის ეფექტურობა არ ჩამოუვარდება ნაყელისას.

მებოსტნეობაში კარგად გადამწვარ ქალაქის ნაგავს იყენებენ სათბურებში. მას იყენებენ რრგორც წინასწარი დაკომპოსტების შემდეგ, ისე გამოიშრალს ან წინასწარი მომზადების გარეშე. ნაგვის დაკომპოსტების შედეგად მიიღება უფრო ერთგვარი მასა, რომელშიც საყვები ელემენტების შემცველობა იზრდება.

ბ) ქალაქის ნაგვის დაკომპლექტება

დაკომპლექტების მიზნით ქალაქის ნაგავი გადააქვთ გარეუბნის მეურნეობაში, სადაც სპეციალურად საკომპოსტე ნაკვეთია გამოყოფილი. საკომპოსტე ნაკვეთი შერჩეული უნდა იქნეს ქარებიდან დაცულ და ოდნავ შემალლებულ ადგილებში (წვიმის წყალი რომ არ დადგეს). გარდა ამისა, საკომპოსტედ განკუთვნილ ნაკვეთზე გრუნტის წყლის დონე 1 — 1,5 მეტრი უნდა იყოს ნიადაგის ზედაპირიდან. საკომპოსტედ გამოყოფილ ფართობს წინასწარ მოაცილიან 5 სანტიმეტრ ფენას და ზედაპირს დატყეპნიან ან თიხის 20 — 30 სანტიმეტრი ფენით გალესავენ.

ქალაქიდან გადმოზიდული ნაგავი იყრება 1 — 1,5 მეტრის სიმაღლის გროვად, ხოლო გროვის სიგრძე და სიგანე დამოკიდებულია ნაგვის რაოდენობაზე. ასეთი წესით დაყრილი ნაგავი სველდება წვიმის წყლით და იწყებს გახრწნას. გახრწნის დაჩქარების მიზნით კომპოსტს რწყავენ წუნწუხით ან განზავებული ფეკალური მასით. კომპოსტის მომწიფება გრძელდება 3 — 4 თვეს, რის შემდეგ მას ატარებენ 5 — 10 მილიმეტრიან საცერში, რათა მოაცილონ ჭერ კიდევ გაუხრწნელი მინარევები, ქვები, რკინისა და შუშის ნამტვრევები და სხვ.

გ) ქალაქის ნაგვის ეფექტურობა

ქალაქის ნაგავი სათანადო დაკომპლექტების შემდეგ თავისი ეფექტურობით არ ჩამოუვარდება მინერალურ სასუქს და ზოგჯერ აჭარბებს კიდევ მას (იხ. ცხრილი 112).

112-ე ცხრილის მონაცემები მოწმობენ, რომ დაკომპოსტებული ნაგავი ეფექტურობით ბევრად მაღლა დგას, ვიდრე სრული მინერალური სასუქი. დაკომპოსტებული ნაგვის ეფექტი უფრო მეტია, ვიდრე დაუკომპოსტებელი ნაგვისა.

სხვადასხვა სახის ნაგვის შედარებითი ეფექტურობა
(პროცენტობით საკონტროლოსთან)

ვარიანტები	მოსავალი %	
	კარტოფილი	შემდგომი მოსავლა შვონია
უსასუქო (საკონტროლო)	100	100
სრული მინ. სასუქი (NPK)	159	165
ნაგავი დაკომპოსტებული	163	152
ნაგავი დაკომპლექტირებული ფეკალურ მასასთან	178	145
ნაგავი დაუკომპოსტებული	151	143

მოსკოვის მებალეობა-მევენახეობის ინსტიტუტის ცდებით ჰექტარზე 100 ტონა ქალაქის ნაგვის კომპოსტოს კულტურის ქვეშ შეტანით მოსავლის ისეთივე მატება იქნა მიღებული, როგორც იმავე რაოდენობის ნაკელისაგან.

ქალაქის ნაგავი კარტოფილის კულტურის ქვეშ ჰექტარზე 20 — 30 ტონის რაოდენობით შეაქვთ, ხოლო ბოსტნეული კულტურების ქვეშ — 80 — 100 ტონა. ქალაქის ნაგვის შეტანის ვადები და წესები ისეთივეა, როგორც ნაკელისა.

ე. მდინარის შლამი

საქართველოს მთელ რიგ მდინარეებს მოაქვს დიდი რაოდენობით ატივტივებული ორგანულ და მინერალურ ნივთიერებათა ნაწილაკები. ორგანული ნივთიერებიდან წყალში ატივტივებულია სხვადასხვა ხარისხით გაზრწნილი მცენარეული პროდუქტები, ხოლო მინერალური ნივთიერებიდან ძირითადად კარბონატული ქანები. წყალში ატივტივებული ნაწილაკების რაოდენობა იცვლება წლის პერიოდების მიხედვით. შემოდგომაზე და ადრე გაზაფხულზე წყალს მეტი ორგანული და მინერალური ნივთიერება მოაქვს, ვიდრე ზაფხულის პერიოდში. წყალში ატივტივებული ნაწილაკების რაოდენობა იზრდება წვიმიან და დიდ ნალექებიან ამინდებში. მდინარის წყალში ატივტივებული ნაწილაკების, ე. ი. შლამის შემცველობა წლის განმავლობაში 0,15 — 0,3 პროცენტის ფარგლებში მერყეობს. მდინარის შლამში საშუალოდ შედის 0,09 — 2,16 პროცენტი აზოტი, 0,15 — 0,52 პროცენტი P_2O_5 , 0,13 — 0,94 პროცენტი K_2O და 6,5 პროცენტი $Ca CO_3$.

აღმოსავლეთ საქართველოში ნიადაგის მოსაშლამად იყენებენ მტკვრის, ალაზნის, ივრისა და სხვა მდინარეების შლამს, ხოლო დასავლეთ საქართველოში რიონის, ცხენისწყლის, გუბისწყლის, ტეხურას,

სუფსის, წყალწითელასა და სხვა მდინარეების შლამს. ნიადაგის მოშლამვას ახდენენ როგორც წყლის მიშვებით ნაკვეთზე, ისე არხებში და მდინარის ნაპირებზე დაგროვილი შლამის ნაკვეთზე გატანით. დასავლეთ საქართველოს რაიონებში, როგორცაა სამტრედია, ქუთაისი, წულუკიძე, წყალტუბო, მახარაძე, აბაშა და სხვ. რაიონები, დიდი ხანია იცნობენ მდინარის შლამის სასუქად გამოყენებას. ამ რაიონების კოლმეურნეები მდინარის შლამის გამოყენებით მკვეთრად აღიღებენ სიმინდის, ხორბლისა და ბოსტნეული კულტურების მოსავლიანობას. ცდებით დადგენილია, რომ ნიადაგის მოშლამვით წულუკიძის რაიონში სიმინდის მოსავალი საშუალოდ გაიზარდა 11,9 ცენტნერით ჰექტარზე. შლამის მოქმედება არ განისაზღვრება ერთი წლით. მისი შემდგომი მოქმედება უფრო მეტია პირდაპირ მოქმედებასთან შედარებით. შლამის დოზების წინასწარი განსაზღვრა მეტისმეტად ძნელია, რადგან ერთი და იგივე მდინარის შლამის შედგენილობაც კი იცვლება წლის სეზონისა და მოსული ნალექების რაოდენობის მიხედვით. საშუალოდ ერთ ჰექტარზე ხორბლოვანი კულტურების ქვეშ შეაქვთ 40—50 ტონა, ხოლო ბოსტნეული კულტურების ქვეშ — 60—100 ტონა შლამი.

მოშლამვის ჩატარება შეიძლება მთელი წლის განმავლობაში. იგი ნიადაგის ზედაპირზე მობნეული უნდა იქნეს რაც შეიძლება თანაბრად, იმავე დროს აუცილებელია მისი მალე ჩახვნა.

7. მრეწველობის ნარჩენები

მრეწველობის სხვადასხვა დარგების ნარჩენები გამოიყენება სასუქებად პირდაპირ ან უმნიშვნელო გადამუშავების შემდეგ. უფრო მეტი მნიშვნელობისაა ორგანული წარმოშობის ნარჩენები, რადგან მათში საკვებ ელემენტებთან ერთად მოიპოვება ორგანული ნივთიერება, რომლის შეტანით უმჯობესდება ნიადაგის ფიზიკური, ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებები. თავისი შედგენილობის მიხედვით ეს ნარჩენები მეტად მრავალფეროვანია. მრეწველობის ნარჩენებს მიეკუთვნება სასაქლო, ტყავის წარმოების, აბრეშუმის წარმოების, თამბაქოს მრეწველობის, ბადაგისა და სახამებლის ქარხნის, სპირტის წარმოების, ლილების და სეარცხლის წარმოების, ჯაგრისის, მატყლის, კოფეინის წარმოების, გერანის ზეთისა და ტუნგოს ზეთსახდელი ქარხნების ნარჩენები, მეღვინეობის წარმოების ნარჩენი და სხვ.

ა) სასაქლოის ნარჩენები

სასუქებად გამოიყენება სასაქლოების სხვადასხვა ნარჩენები: სისხლი, ნაკუქარი, ხორცი, ძვლები და სხვ. ზოგი მათგანი არაერთარ წინას-

წარ გადამუშავებას არ თხოულობს. სასუქად გამოსაყენებელი სპა-კლასის ნარჩენების ქიმიური შედგენილობა მოცემულია 113-ე ცხრილში.

ცხრილი 113

სასაკლავოს ნარჩენების ქიმიური შედგენილობა (პროცენტობით)
(პერიტურინის მიხედვით)

სასუქების სახეობა	წყალი	P ₂ O ₅	N	K ₂ O	CaO
გამწრალი სისხლი	13,5	14,3	1,0	0,8	—
სისხლის ფქვილი	11,5	11,2	1,2	—	0,3
ხორცის ფქვილი	—	9,2	3,8	—	3,1
ხორც-ძვლის ფქვილი	13—15	6,6	18,0	—	27,7
ნაკუჭაი	85,5	0,2	0,8	0,4	1,0
მშოალი ნაწლავების ანაქერი	13—15	14,0	—	—	—

მოყვანილი ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ სასაკლავოს ნარჩენები საკმაოდ დიდი რაოდენობით შეიცავს ფოსფორს. აზოტის შემცველობით განსაკუთრებით გამოირჩევა ხორც-ძვლის ფქვილი, მასში აზოტის შემცველობა 18 პროცენტს აღწევს.

გამწრალი სისხლი მიიღება ცხელი ორთქლით სისხლის დამუშავებისას, რითაც აღწევენ ცილების გამოლექვას. სისხლის თხევად ნაწილს გადაღვრიან, დარჩენილ ნაღვეს ამრობენ და ფქვავენ. სისხლიდან ალბუმინის წარმოებისას ნარჩენის სახით მიიღება სასუქი, რომელიც სისხლის ფქვილის სახელწოდებით არის ცნობილი.

ხორცის და ხორც-ძვლის ფქვილს ამზადებენ ცხოველების ხორცის ნარჩენების ან მთელი ცხოველის სხეულის გაშრობისა და დაფქვის შედეგად. თუ გადასამუშავებლად მიდის ცხოველების სხვადასხვა ორგანოები, მაშინ მიიღება ხორცის ფქვილი, ხოლო იმ შემთხვევაში თუ მთელი ცხოველის სხეულის გადამუშავება წარმოებს (ვეტერინალური თვალსაზრისით დაწუნებული ცხოველები), მიიღება ხორც-ძვლის ფქვილი.

ხორცისა და ხორც-ძვლის ფქვილი წარმოადგენს ძვირფას სასუქს ბოსტნეული, ხეხილისა და ტექნიკური კულტურებისათვის. ამ სასუქების შეტანა ნიადაგში უნდა მოხდეს თესვამდე ადრე. ნაკუჭარი ანუ დაღეჭილი საკვები, რომელიც სასაკლავოზე გროვდება, თავისი ქიმიური შედგენილობით ნაკელს უახლოვდება. საჭიროა მისი ნიადაგში შეტანამდე 2—3 თვის განმავლობაში დაკომპოსტება.

ბ) ტყავის წარმოების ნარჩენები

ამ სახის ნარჩენები იყოფა ორ ჯგუფად: 1) ტყავის ქარხნისა და 2) იმ ფაბრიკების ნარჩენები, რომლებიც ამზადებენ ტყავის სხვადასხვა ნაწარმს.

ტყავის წარმოების ნარჩენების ქიმიური შედგენილობა სხვადასხვაა (იხ. ცხრილი 114).

ცხრილი 114

ტყავის წარმოების ნარჩენების ქიმიური შედგენილობა (პროცენტობით) (პერიტურინის მიხედვით)

სასუქის სახეობა	წყალი	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
წყლის წარმოების ნარჩენი	61,5	1,86	—	—	—
მეზდრა	16—20	—	0,33	—	—
მოთრიმული ტყავის ნარჩენი	12—15	0,99	0,23	—	0,4
ტყავის ფქვილი	12,0	6,0—7,0	—	—	—

მოთრიმული ტყავის ნარჩენს ეკუთვნის ტყავის ნაქერი, ბურბუშელა, რომლებიც გროვდება ტყავის სათრიმლავ ქარხნებში. ტყავის ფაბრიკაში გროვდება ტყავის ჩამონაქრები, რომლებიც ძნელად იხრწნება. ამიტომ მას წინასწარ აშრობენ და მოქმედებენ 5—6 ატმოსფეროს წნევის წყლის ორთქლით, რის შედეგად მიიღება ადვილადხსნადი და ადვილადხრწნადი მასა, რომლის ფქვილი ცნობილია ტყავის ფქვილის სასუქის სახელწოდებით.

წყბოს წარმოების ნარჩენი მიიღება მეზდრისაგან წებოს გამოცლის შედეგად. ნიადაგში მისი შეტანა საჭიროა თესვამდე ადრე.

გ) აბრეშუმის წარმოების ნარჩენი

იგი უმთავრესად შედგება აბრეშუმის კიებისაგან, რომელიც შეიცავს აზოტს 9—11 პროცენტს, P₂O₅—2,2—2,6 პროცენტს და წყალს 10—15 პროცენტს. აბრეშუმის კია ნიადაგში შეტანის წინ საჭიროა დაიფქვას. სასუქის დოზას ანგარიშობენ აზოტის შემცველობის მიხედვით. ნიადაგში აბრეშუმის კიის სასუქი შეაქვთ თესვამდე ადრე.

დ) თამბაქოს მრეწველობის ნარჩენები

თამბაქოს ფაბრიკებში გროვდება თამბაქოს მტვერი, წენგოს მტვერი, თამბაქოს ფოთლის ყუნწები. მათი ქიმიური შედგენილობა მოცემულია 115-ე ცხრილში.

თამბაქოს მრეწველობის ნარჩენების ქიმიური შედგენილობა
(პროცენტობით) (პერიტურინის წიხედვით)

სასუქის სახელწოდება	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CO	წყალი
თამბაქოს მტვერი	2,5	0,38	—	5,4	—
წინაგას მტვერი	2,6	0,86	3,5—4,2	5,0	—
თამბაქოს ფოთლის ყუნწების ნარჩენები	1,5—1,8	—	—	—	40—50

ამ სასუქების ნიადაგში შეტანა საჭიროა თესვამდე 15-20 დღით ადრე.

ე) ბადაგისა და სახამებლის ქარხნის ნარჩენები

ბადაგი, ტალახი, რბილეული და ქენჭო საკმაო რაოდენობით შეიცავს აზოტს, ფოსფორს და კირს. ამ ნარჩენებს იყენებენ ხორბლეული და კარტოფილის კულტურების ქვეშ. ბადაგის ტალახი კარგ შედეგებს იძლევა მუავე ნიადაგებზე. იგი 5 ტონის რაოდენობით შეაქვთ ჰექტარზე.

ვ) სპირტის წარმოების ნარჩენი — ბარდა (თხლე)

სპირტის წარმოების ნარჩენი წარმოადგენს საუკეთესო სასუქს. იგი შეიცავს აზოტს — 0,22 პროცენტს და P₂O₅ — 0,01 პროცენტს. ნიადაგში შეაქვთ წინასწარ გადამუშავების გარეშე. ღოზას ანგარიშობენ აზოტის შემცველობის მიხედვით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეხილეობის საცდელი სადგურის მონაცემების თანახმად, ბარდას გამოყენება საგრძნობლად ზრდის ხეხილის, შაქრის ჰარხლისა და მარცვლეული კულტურების მოსავლიანობას.

ზ) ლილებისა და ხავარცხლების წარმოების ნარჩენი

ლილებისა და ხავარცხლების წარმოებაში გროვდება როგორც ნარჩენი ძვლის ბურბუშელა და ფქვილი, რომლის ქიმიური შედგენილობა მოცემულია 116-ე ცხრილში.

რქის ნარჩენების ქიმიური შედგენილობა (პროცენტობით)
(პერიტურინის მიხედვით)

ნარჩენის სახეობა	N	P ₂ O ₅	CaO	K ₂ O
ძვლის ბურბუშელა	14,0	0,12	0,55	10—12
ძვლის ფქვილი	14,9	—	0,15	10—12

ძელის ფქვილი და ბურბუშელა ნიადაგში შეტანილი უნდა იქნეს 0,3—0,6 ტონის რაოდენობით ჰექტარზე დათესვამდე 10—15 დღით ადრე.

მატყლის ნარჩენს წარმოადგენს ქუქყიანი, მოკლე, უვარგისი მატყლი და მისი მტვერი. ის შეიცავს 4—8 პროცენტ აზოტს. ნიადაგში შესატან ღოზას ანგარიშობენ აზოტის შემცველობის მიხედვით. მისი შეტანა ნიადაგში წარმოებს 1—2 ტონის რაოდენობით ჰექტარზე, თესვამდე ერთი თვით ადრე.

ჯაგარისის წარმოებას გააჩნია ნარჩენის სახით უვარგისი ჯაგარი და მისი მტვერი. საშუალოდ ეს ნარჩენი შეიცავს 2,7 პროცენტ აზოტს და წარმოადგენს ძვირფას სასუქს თითქმის ყველა კულტურისათვის. ნიადაგში შეიტანება 2—4 ტონის რაოდენობით ჰექტარზე თესვამდე 20 დღით ადრე.

თ) კოფეინის ქარხნის ნარჩენი

კოფეინის ქარხანაში ჩაის ნახსლავიდან კოფეინის გამოყოფის შემდეგ დიდი რაოდენობით გროვდება ნარჩენი. კოფეინის ქარხნის ნარჩენი შეიცავს 3,47 პროცენტ აზოტს, 1,03 პროცენტ P_2O_5 და 82 პროცენტ ორგანულ ნივთიერებას.

კოფეინის ქარხნის ნარჩენი საჭიროა დაკომპოსტდეს ფოსფორიტის ფქვილთან ან კირთან, ნაკელის წუნწუხის ან ფეკალური მასის დამატებით. ერთ ტონა ნარჩენს ჩვეულებრივ უმატებენ 50 კილოგრამ ფოსფორიტის ფქვილს ან 10 კილოგრამ დაფქვილ კირს და 10—15 კედრო ნაკელის წუნწუხს. დაკომპოსტების ხანგრძლიობა 6 თვეა.

კოფეინის ნარჩენი დაახლოებით 6000 ტონა გროვდება ბათუმის კოფეინის ქარხანაში, რომელიც საჭიროა გამოყენებული იქნეს ჩაისა და ციტრუსოვანი კულტურების მოსავლიანობის გასაძლიერებლად.

ი) ზეთის სახდელი ქარხნის ნარჩენები

ზეთის გამოხდის შემდეგ ნარჩენის სახით მიიღება კოპტონი. ასე, მაგალითად, აბუსალათინის თესლიდან ზეთის გამოხდის შედეგად მიღებული კოპტონი ცხოველების საკვებად არ გამოდგება. ასევე უვარგისია ცხოველების საკვებად ტუნგოს ნაყოფიდან ზეთის გამოხდის შემდეგ მიღებული კოპტონი. ასეთი სახის კოპტონები, მისი წინასწარ დაკომპოსტების შემდეგ, წარმოადგენენ საუკეთესო სასუქს. აბუსალათინის კოპტონი შეიცავს 7 პროცენტ აზოტს, 1,7 პროცენტ P_2O_5 და 0,7 პროცენტ K_2O . ტუნგოს კოპტონი შეიცავს 0,85 პროცენტ აზოტს. ტუნგოს კოპტონის გარდა, ქარხანაში გროვდება აგრეთვე ტუნგოს ნა-
19. აგრონომიული ქიმიკა

ყოფის ნაქუჭი, რომლის დაკომპოსტების შემდეგ მიიღება საუკეთესო ორგანული სასუქი. იგი თავისი ეფექტურობით არ ჩამოუვარდება ნაკელს. ტუნგოს ზეთის სახდელი ქარხნის ეს ორივე ნარჩენი საჭიროა წინასწარ დაკომპოსტდეს ფოსფორიტის ფქვილთან და წუნწუხთან. დაკომპოსტების ხანგრძლიობაა 6 თვე. დაკომპოსტების შედეგად მიღებული სასუქი ფართოდ უნდა იქნეს გამოყენებული ჩაისა და ციტრუსოვანი კულტურების მოსავლიანობის გადიდებისათვის იმ სუბტროპიკულ რაიონებში, რომლებიც ზეთის სახდელ ქარხნებთანაა ახლოს.

კ) თევზის მრეწველობის ნარჩენები

თევზიდან ცხიმის გამოცლის შემდეგ ნარჩენ ორგანულ ნივთიერებას აშრობენ, ფქვავენ და სასუქად იყენებენ, რომელიც თევზის გვანოს სახელწოდებით არის ცნობილი.

თევზის გვანოს დასამზადებლად იყენებენ აგრეთვე ვეშაპის სარეწაობისა და საკონსერვო ქარხნების ნარჩენებს (თავებს, ნაწლავებს). თევზის გვანო შეიცავს 10 — 11 პროცენტ აზოტს და 7 — 8 პროცენტ P_2O_5 . ის ნიადაგში შეიტანება ყოველგვარი წინასწარი დაკომპოსტების გარეშე თესვამდე 10 — 15 დღით ადრე.

ღ) ღვინის წარმოების ნარჩენი — ჭაჭა

ორგანული წარმოშობის ადგილობრივი სასუქები მიიღება ყურძნის გადამუშავების ნარჩენის — ჭაჭის დაკომპლექტებით. ყურძნის გამოწურვის შედეგად მიღებული ჭაჭა შეიცავს მცენარისათვის უფრო მეტ საკვებ ნივთიერებებს, ვიდრე ცხოველური ექსკრემენტი. ამას ამტკიცებს ქვემოთ მოყვანილი მონაცემები.

	ჯამი	შემცველობა %-ით მსხვ. რქოსანი პირუტყ. მშრალი ექსკრემენტი
აზოტი (N).....	0,80	0,29
ფოსფორი (P_2O_5).....	0,35	0,17
კალიუმი (K_2O).....	0,63	0,1

ამ მონაცემებიდან ნათლად ჩანს, რომ ახალი ჭაჭა შეიცავს თითქმის 2,5-ჯერ უფრო მეტ აზოტს, 2-ჯერ მეტ ფოსფორს და თითქმის 5-ჯერ მეტ კალიუმს, ვიდრე ცხოველის ექსკრემენტი. ჭაჭიდან არყის გამოხდისა და ღვინის მყავას მიღების შემდეგ მასში მეტად მცირდება კალიუმის რაოდენობა, ხოლო აზოტისა და ფოსფორისა თითქმის უცვლელი რჩება. აზოტი, ფოსფორი და კალიუმი უფრო მეტია ჩენჩოსა, წიპწასა და კლერტში. გარდა საკვები ელემენტებისა, ჭაჭა შეიცავს ორ-

განულ ნივთიერებას, რომელსაც უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ფიზიკურ, ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიური თვისებების გასაუმჯობესებლად.

საქართველოში მევენახეობის განვითარებასთან ერთად იზრდება ყურძნის მოსავლიანობა, ე. ი. იზრდება მიღებული ჭაჭის რაოდენობაც. ზოგიერთ სასოფლო საბჭოებში მიღებული ყურძნის მოსავლის ჭაჭის რაოდენობაზე წარმოდგენას გვაძლევს 117-ე ცხრილის მონაცემები.

ცხრილი 117

საქართველოს ზოგიერთ სასოფლო საბჭოში ყურძნის მოსავალი და ჭაჭის კომპოსტის რაოდენობა ყოველწლიურად

სასოფლო საბჭოების დასახელება	ვენახის ფართობი ჰექტარებით	ყურძნის საერთო მოსავალი ცენტნერებით	ჭაჭის რაოდენობა ცენტნერებით	ჭაჭის კომპოსტის რაოდენობა ცენტნერებით	განყოფილებული ფარგონის რაოდ. ჰექტარებით
წინანდალი	406	16240	2200	1540	7.7
კონდოლი	403	16120	2200	1540	7.7
კურდღელაური	402	16080	2200	1540	7.7
ნაფრეული	329	13160	1800	1260	6.3
კარდახაზი	493	19720	2800	1960	9.8
ვეჯინი	252	10080	1600	1120	5.6
ბუჯაანი	733	29320	4800	3360	16.8
ჩუმლაყი	144	5760	800	560	2.8
ახალშენი	237	9480	1400	1080	5.0
ველისციხე	725	29000	4800	3360	16.8
საქობო	206	8240	1200	800	4.0
ბოდბისხევი	84	3360	400	300	1.5
ჯუჯაანი	114	4560	600	500	2.5
მანავი	110	4400	600	500	2.5
საგარეჯო	170	6800	1000	600	3.0
ყვარელი	519	20760	2800	3000	10.0
სულ		225380	32600	83140	115.0

მოყვანილი მონაცემები მოწმობენ, რომ მევენახეობის რაიონში მიღებულ ჭაჭას შეუძლია დიდი როლი შეასრულოს ვენახის განოყიერების საქმეში.

ჭაჭის კომპოსტად გამოყენებისათვის საჭიროა მისი წინასწარ დაკომპოსტება. ჭაჭა მყავე რეაქციისაა. ამიტომ მისი ნორმალურად გახარწვისათვის საჭიროა მყავიანობის განეიტრალება, რასაც აღწევენ კირით ან ფოსფორიტის ფქვილით.

ჰაჰის დაკომპოსტება შეიძლება საკომპოსტე ორმოებში. დაკომპოსტება შემდეგი წესით წარმოებს: საკომპოსტე ორმოში ჰაჰას დააფენენ 25—30 სანტიმეტრი სისქის ფენად. საზღვრავენ დაახლოებით ამ ფენის წონას, რის საფუძველზე გამოანგარიშებული დოზით მასზე თანაბრად გაანაწილებენ მინერალურ სასუქებს. ყოველ 100 კილოგრამ ჰაჰაზე იღებენ 4 კილოგრამ თომასის წიდას ან ამავე რაოდენობის ფოსფორიტის ფქვილს და 2 კილოგრამ გოგირდმჟავა კალიუმს. ეს უკანასკნელი შეიძლება შეცვლილი იქნეს 3 კილოგრამი 40-პროცენტიანი კალიუმის მარილით ან 4 კილოგრამი სილვინიტით. ამის შემდეგ კომპოსტის ფენას რწყავენ ჩამქრალი კირისა და გოგირდმჟავა ამონიუმის ხსნარით. ამ ხსნარის მოსამზადებლად იღებენ 1 კილოგრამ ჩამქრალ კირს და 2 კილოგრამ გოგირდმჟავა ამონიუმს და ხსნიან 100 ლიტრ წყალში. ყოველ 100 კილოგრამ დასაკომპოსტებელ ჰაჰას უმატებენ 15 ლიტრ ხსნარს და კომპოსტის ფენას ზემოდან აყრიან 5—10 სანტიმეტრის სისქის ფენად შავნიადგს ან ტორფს, შემდეგ კვლავ აყრიან 25—30 სანტიმეტრი სისქის ფენა ჰაჰას, ისევ უმატებენ 4 კილოგრამ თომასის წიდას და გოგირდმჟავა კალიუმს, შეასველებენ ჩამქრალი კირისა და გოგირდმჟავა ამონიუმის ხსნარით, ისევ აყრიან 5—10 სანტიმეტრი სისქის შავი მიწის ფენას ან ტორფს და ა. შ. ამ ოპერაციას იმეორებენ მანამდე, სანამ კომპოსტის ფენის სიღრმე 1,5—2,0 მეტრს არ მიაღწევს, რის შემდეგ კომპოსტის გროვას თავზე აფენენ ტორფის ან ნაძვის 5—10 სანტიმეტრ ფენას. კომპოსტი თუ გამოშრა, საჭიროა მისი მორწყვა წყლით ან წუნწუხით, უფრო უკეთესია უკანასკნელით. გახრწნის დაჩქარების მიზნით საჭიროა დაკომპლექტებიდან 25—30 დღის გავლის შემდეგ, კომპოსტის ფენები ერთმანეთში გულდასმით აირიოს და ისევ დაიდგას შტაბელებად. აღნიშნული ოპერაცია აჩქარებს ჰაჰის გახრწნას. ჰაჰის დაკომპოსტება გრძელდება დაახლოებით 3 თვეს. კომპოსტი ნიადაგში შესატანად მზადაა მაშინ, როდესაც ჰაჰის კლერტი ხელში იოლად იმტერევა, ხოლო ჰაჰა მუქ შავად შეიფერება.

ჰაჰის კომპოსტი ბევრად უფრო მდიდარია საკვები ელემენტებით, ვიდრე ნაკელი. ამიტომ ის ნიადაგში შეიტანება 12—15 ტონის რაოდენობით, რომლის ეფექტი არ ჩამოუვარდება 50—60 ტონა ჩვეულებრივი ნაკელის მოქმედებას. ჰაჰის კომპოსტის ნიადაგში შეტანის წესები და ვადები ისეთივეა, როგორც ნაკელის.

8. მწვანე სასუქი

ა) მწვანე სასუქის განმარტება, მისი გამოყენების მოკლე ისტორია

მწვანე სასუქი ანუ სიდერატი წარმოადგენს ნიადაგის განოყიერების აგროტექნიკურ ხერხს, რომელიც ხორციელდება გასანოყიერებელ

ნაკვეთზე სპეციალური მცენარის თესვით და მისი მწვანე მასის ნიადაგში ჩახვნით.

მწვანე სასუქის ცნება პირობითია, რადგან ამ ლონისძიების ქვეშ აგულისხმება ნიადაგში არა მარტო მცენარის მწვანე მასის, არამედ ვესეთა სისტემის, კოჟრის ბაქტერიებისა და სოკოების ჩახვნა, რაც, რასაკვირველია, აძლიერებს მწვანე სასუქის ეფექტურობას.

მწვანე სასუქზე უფრო ნაკლებად მისაღები ტერმინია სიღერატი, რომელიც ლათინური სიტყვაა და ქართულად ნიშნავს „მზიურს“, „ვარსკვლავანს“. ზოგჯერ სიღერაციის ქვეშ გულისხმობენ მხოლოდ პარკოსნების ჩახვნას ნიადაგში, მაშინ როდესაც მწვანე სასუქებად იყენებენ როგორც პარკოსნებს, ისე არაპარკოსნებსაც. ამიტომ მწვანე სასუქის ცნება უფრო სრულყოფილია და მას ფართოდ იყენებენ რუსულ და უცხოეთის სასოფლო-სამეურნეო ლიტერატურაში.

მწვანე სასუქად უმთავრესად გამოიყენება პარკოსანი მცენარეები. მათ შესწევთ უნარი ისარგებლონ და ნიადაგში დააგროვონ ატმოსფეროს თავისუფალი აზოტი.

როგორც ცნობილია, ატმოსფეროს თავისუფალი აზოტის გამოყენება მცენარის კვებისათვის წარმოებს მრეწველობის მიერ სინთეზური ამონიაკისა და მისგან აზოტიანი სასუქების დამზადების გზით. ამასთან ერთად, ატმოსფეროს თავისუფალი აზოტი შეუძლია შეითვისოს პარკოსანმა და ზოგიერთი სხვა ოჯახის წარმომადგენელი მცენარეების ფესვებზე არსებულმა მიკროორგანიზმებმა — კოჟრის ბაქტერიებმა. მათ მიერ შეთვისებულ აზოტს იყენებს მცენარე თავის კვებისათვის. ამიტომ მწვანე სასუქად უმთავრესად იყენებენ პარკოსან მცენარეებს. პარკოსანი მცენარეების მწვანე სასუქად გამოყენებით წარმოებს ნიადაგის გამდიდრება აზოტით და ორგანული ნივთიერებით, რის შედეგადაც უმჭობესდება მცენარის კვების პირობები და ნიადაგის ქიმიური, ფიზიკური, ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებები. მწვანე სასუქს, ზოგჯერ იყენებენ არა მარტო ნიადაგის გასანოყიერებლად, არამედ ეროზიასთან (ჩამორეცხვასთან) ბრძოლის მიზნითაც.

მწვანე სასუქმა სოფლის მეურნეობაში გამოყენება ჰპოვა შედეგებით უფრო გვიან, ვიდრე ნაკელმა. ფიქრობენ, რომ მწვანე სასუქის გამოყენებას 3 — 4 ათასი წლის ისტორია აქვს. იგი პირველად გამოიყენეს ჩინეთში, ინდოეთში, იაპონიაში, სადაც პარკოსანი კულტურების განვითარებისათვის მეტად ხელსაყრელი პირობები არსებობდა.

ცნობილია, რომ ძველი რომაელები ნიადაგის განოყიერებისათვის ფართოდ იყენებდნენ მწვანე სასუქს და, რაც მთავარია, ამ მიზნით თესდნენ პარკოსან მცენარეებს. თუმცა იმ დროისათვის არ იყო ცნობილი, რომ პარკოსნები ატმოსფეროს თავისუფალ აზოტს აგროვებდნენ.

რომაელებზე კიდევ უფრო ადრე იცნობდნენ მწვანე სასუქის ღირსებას ძველი ეგვიპტელები.

დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში მწვანე სასუქის გამოყენების პრაქტიკა სოფლის მეურნეობაში დაიწყო XVIII საუკუნის დასაწყისიდან.

მეფის რუსეთში, მართალია, მწვანე სასუქის გამოყენების საკითხებზე მუშაობა XIX საუკუნეში წარმოებდა, მაგრამ მისი დანერგვა სოფლის მეურნეობის წარმოებაში მხოლოდ საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების შემდეგ დაიწყო. რევოლუციის შემდეგ მწვანე სასუქის გამოყენებას საბჭოთა კავშირში ფართო გასაქანი მიეცა. ამას მოწმობს ის, რომ ჯერ კიდევ 1939 წელს საბჭოთა კავშირში მარტო ხანკოლის მწვანე სასუქად ნათესის ფართობი 3 მილიონ ჰექტარს უდრიდა.

დიდი სამამულო ომის პერიოდში საბჭოთა კავშირში მწვანე სასუქების გამოყენების მასშტაბი მნიშვნელოვნად შემცირდა, მაგრამ ომის შემდგომ პერიოდში სხვა ღონისძიებათა შორის მის ფართოდ გამოყენებას პარტიამ და ხელისუფლებამ განსაკუთრებული ყურადღება მიაქცია.

საქ. კ. პ. (ბ) ცენტრალურმა კომიტეტმა 1947 წლის თებერვლის პლენუმის დადგენილებაში მწვანე სასუქის გამოყენების საკითხზე აღნიშნა: „უზრუნველყოფილი იქნეს ხანკოლისა და სხვა კულტურების როგორც მწვანე სასუქის ნათესის გადიდება არაშეუვამიწა ნიადაგების ზოლის რაიონებში, განსაკუთრებით ქვიშნარ ნიადაგებზე“.

საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტიის ცენტრალური კომიტეტის 1953 წლის სექტემბრის პლენუმმა მიუთითა ზოგიერთ რესპუბლიკებსა და ოლქებში მწვანე სასუქის გამოყენების დაბალ დონეზე და დასახა ღონისძიება მისი გამოყენების შემდგომი გადიდებისათვის.

საქართველოში მწვანე სასუქის გამოყენება მჭიდროდაა დაკავშირებული სუბტროპიკული კულტურების განვითარებასთან. ჩაის, ციტრუსებისა და ტუნგოს პლანტაციაში ფართოდ ინერგება მწვანე სასუქის გამოყენება. არანაკლები გამოყენება აქვს მწვანე სასუქს ხეხილის ბაღში, ვენახებში და სხვ.

ბ) მწვანე სასუქის მოქმედება ნიადაგის ნაყოფიერებაზე

მწვანე სასუქის გამოყენების ძირითად მიზანს წარმოადგენს ნიადაგის გამდიდრება აზოტით და ორგანული ნივთიერებით. ამავე დროს იგი ამდიდრებს ნიადაგს ფოსფორით, კალიუმით, კალციუმით და მცენარისათვის საჭირო სხვა საკვები ელემენტებით.

ნიადაგის აზოტით და ორგანული ნივთიერებით გამდიდრების ხარისხი დამოკიდებულია მწვანე სასუქად გამოყენებული კულტურის:

ბიოლოგიურ თავისებურებაზე, აგროტექნიკის დონესა და ნიადაგის თვისებებზე. ერთ და იგივე ნიადაგობრივ და აგროტექნიკურ პირობებში სხვადასხვა პარკოსანი კულტურები არაერთნაირი რაოდენობით ამდიდრებენ ნიადაგს აზოტით, ორგანული ნივთიერებით და მცენარისათვის საჭირო სხვა საკვები ელემენტებით. საილუსტრაციოდ ქვემოთ მოგვყავს სხვადასხვა პარკოსნების მიწისზედა ნაწილების რაოდენობა ჰექტარზე და მათი ქიმიური შედგენილობა (იხ. ცხრილი 118).

ცხრილი 118

მწვანე სასუქის მიწისზედა ნაწილების რაოდენობა ჰექტარზე და მათი ქიმიური შედგენილობა (პერიტურინის მონაცემებით)

მცენარის სახეები	მწვანე მასის რაოდენობა ტ/ჰა-ზე	მწვანე მასაში აზოტის შემც. %-ით	შეზველობა %-ით				ჯამი
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	
ხანკოლა	16—30	80—150	0,50	0,11	0,40	0,17	85
ცეცხელი	16—25	80—130	0,50	0,15	0,50	0,30	83
ბარდა	13—25	75—130	0,50	0,15	0,50	0,30	85
ჩიტყვა	12—28	60—140	0,40	0,15	0,35	0,30	80
ტურკვი ცხენის	15—25	80—140	0,50	0,15	0,50	0,32	87
ფერო	10—18	50—90	0,48	0,14	0,40	0,30	82
იონჯა სვიისებრი	14—23	85—140	0,60	0,16	0,45	0,39	75
სამყურა წითელი	13—26	70—140	0,46	0,13	0,44	0,40	80

მოყვანილი მონაცემებიდან ნათელია, რომ სხვადასხვა პარკოსნები ერთ ჰექტარზე დაგროვილი აზოტისა და მწვანე მასის, აგრეთვე მათი ქიმიური შედგენილობის მიხედვით მეტად განსხვავდებიან. ცხრილის მონაცემებიდან ცხადია აგრეთვე, რომ მწვანე მასის მოსავალი და ნიადაგში დაგროვილი აზოტის რაოდენობა პარკოსნების განვითარების პირობების მიხედვით დიდად მერყეობს.

მწვანე სასუქის გამოყენებისას პარკოსანი მცენარეების მიწისზედა ნაწილების რაოდენობა ჯერ კიდევ არ ვაძლევს წარმოდგენას ნიადაგის ორგანული ნივთიერებით და აზოტით გამდიდრების ხარისხზე, რადგან იხვნება პარკოსანი მცენარეების მიწისქვედა ნაწილებიც (ნაწვერალი და ფესვები). პარკოსანი მცენარეების მიერ ერთ ჰექტარზე დაგროვილი მიწისქვედა ნაწილებისა და ნაწვერალის რაოდენობა, მისი ქიმიური შედგენილობა მოცემულია 119-ე ცხრილში.

119-ე ცხრილში მოყვანილი მონაცემები მოწმობენ, რომ მიწისქვედა ნაწილების სახით, პარკოსნებს საკმაოდ დიდი რაოდენობით შეუძლია საკვები ნივთიერების დაგროვება ნიადაგში. მწვანე სასუქი ორგანული ნივთიერებით, აზოტით და მცენარისათვის საჭირო სხვა საკ-

პარკოსნების მიწისქვედა ნაწილების, ე. ი. ნაწვერალის რაოდენობა და მისი ქიმიური შედეგნილობა კგ/ჰა-ზე (პერიტურინის ძონაცემებით)

მცენარის სახეები	მიწისქვედა ნაწვერალას ნაშთის საერთო წონა	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
ხანკოლა	2000	50	10	12
იოზჯა	5500	75	22	20
წითელი სამეურა	5000	103	47	45
ესპარტტი	3400	60	16	24

ვები ნივთიერებებით ნიადაგის გამდიდრებასთან ერთად, მოქმედებს აგრეთვე სხვა თვისებებზე, რის შედეგადაც უმჯობესდება მცენარის ზრდა-განვითარების პირობები. კერძოდ, მწვანე სასუქი იწვევს:

ა) ბაქტერიული ცხოველმყოფელობის გაძლიერებას ნიადაგში, რადგანაც მწვანე მასის ჩახვნის შედეგად იზრდება ორგანული ნივთიერების დაშლელი ბაქტერიების ამონიფიკატორები და ნიტრიფიკატორების მოქმედება;

ბ) მწვანე სასუქის ორგანული ნივთიერების დაშლას, რის შედეგად წარმოშობილი კოლოიდები უშუალოდ დადებითად მოქმედებენ ნიადაგის სტრუქტურული აგრეგატების წარმოქმნაზე და უმჯობესდება წყლისა და აერაციის რეჟიმი;

გ) ორგანული ნივთიერების გახრწნას. წარმოშობილი ნახშირორჟანგა (CO₂) დადებითად მოქმედებს მცენარის ფოტოსინთეზის პროცესის ინტენსივობაზე, რადგან მისი რაოდენობა იზრდება როგორც ნიადაგში, ისე ატმოსფეროს მიწის ახლო მდებარე შრეებში.

სისტემატური გამოყენების შედეგად შთანთქმითი უნარიანობისა და ნიადაგის ბუფერობის გადიდებას;

დ) პარკოსანი კულტურები ძლიერ ღრმად ივითარებენ ფესვთა სისტემას, აფხვიერებენ ნიადაგის ქვედა ფენებს და იქ არსებული საკვები ელემენტები შეთვისების შედეგად ამოაქვთ ზედა ფენებში. ამრიგად, სიღერატები წარმოადგენენ საუკეთესო წინამორბედს მომდევნო კულტურებისათვის;

ე) მცენარისათვის საჭირო ზოგიერთი საკვები ნივთიერების მობილიზაციას ნიადაგში, გადაჰყავს რა ისინი მცენარისათვის ძნელადშესათვისებელ ფორმებიდან ადვილადშესათვისებელ ფორმებში, განსაკუთრებით ეს აღსანიშნავია ხანკოლის მიმართ, რომელსაც შესწევს უნარი ადვილად შეითვისოს ფოსფორი ძნელადხსნად, ე. ი. სხვა მცე-

ნარეებისათვის ძნელად შესათვისებელ ფოსფატებიდან (რკინის, ალუმინისა და სამკალციუმიანი ფოსფატები) და დაუბრუნოს ნიადაგს მწვანე მასით, ორგანული ფოსფატებსა სახით, რომლებიც ადვილად იშლება და კარგად შეითვისებიან მცენარეების მიერ;

ვ) სასიდეარაციო კულტურების მიერ მძლავრ ფესვთა სისტემის განვითარებისა და ნიადაგის ზედაპირზე გართხმული დიდი მწვანე მასის შექმნის შედეგად მცირდება ეროზია (ზედაპირული გადაარეცხვა). მწვანე სასუქის ამ მხარეს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ქარბნალექებიანი რაიონებისა და დაქანებული ადგილებისათვის;

ზ) მრავალწლიანი კულტურების რიგთაშორისებში დათესილი სიდეარატები ითვისებენ ძირითადი კულტურის მიერ გამოყენებულ ნიტრატებს და ამცირებენ მათ ჩარეცხვას ნიადაგის ქვედა ფენებში, რასაც განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს შემოდგომით ტენიანი სუბტროპიკული რაიონებისათვის;

თ) ნიადაგის ფიზიკური, ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების გაუმჯობესების შედეგად იზრდება სხვა ორგანული და მინერალური სასუქების ეფექტურობა;

ი) პირველ ხანებში მულჩის სახით გამოყენების შემთხვევაში ნიადაგის წყლისა და ტემპერატურის რეჟიმის გაუმჯობესებას. ეს კი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს გვალვების პერიოდში;

კ) ციტრუსოვანი კულტურების რიგთაშორისებში შემოდგომისა და ზამთრის სიდეარატების თესვა. საკვები ელემენტებისა და წყლის შეთვისების მხრივ კონკურენციის შედეგად იწვევს ციტრუსების სწრაფი ზრდის შენელებას, რის შედეგადაც მატულობს მათი ზამთარგამძლეობა;

ლ) როგორც ორგანული სასუქი, სუბტროპიკული კულტურების ზამთარგამძლეობის გაძლიერებას;

მ) კარგად განვითარებული სასიდეარაციო კულტურები ახშობენ სარეველებს, რითაც აღუმჯობესებენ მომდევნო კულტურების განვითარების პირობებს.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე ნათელია, რომ მწვანე სასუქის გამოყენება წარმოადგენს ნიადაგის ნაყოფიერების გადიდების მძლავრ აგროტექნიკურ ღონისძიებას. მისი გამოყენება არ არის დაკავშირებული ისეთ დიდ სატრანსპორტო ხარჯებთან, როგორც ნაკელის გამოყენების დროს, მაშინ როდესაც მისგან მიღებული ეფექტი არ ჩამოუვარდება ნაკელის ეფექტურობას. მწვანე სასუქი, როგორც აკად. დ. ნ. პრიანიშნიკოვი აღნიშნავს, არის ნაკელი — გამოყენების ადგილზე მიღებული.

მწვანე სასუქის ეფექტი მნიშვნელოვანია არა მარტო გამოყენების პირველ წელს, არამედ შემდეგაც, რაც 10 წლამდე გრძელდება. მწვანე სასუქად უმთავრესად გამოიყენება პარკოსნების ოჯახის წარმომადგენლები, მაგრამ ამ მიზნით ზოგჯერ წარმოებს არაპარკოსანი კულტურების და მათი ნარეკების გამოყენება.

გ) მწვანე სასუქის ფორმები

მწვანე სასუქის გამოყენების ფორმები მრავალმხრივია. ისინი იცვლებიან კლიმატის, ნიადაგის, მწვანე სასუქად დათესილი მცენარის თავისებურებათა მიხედვით. არჩევენ მწვანე სასუქის შემდეგ ფორმებს:

1) მწვანე სასუქის დამოუკიდებელი ნათესი, რომელსაც ფართობი უკავია მთელი ვეგეტაციის პერიოდში და

2) მწვანე სასუქი, როგორც შუალედი ნათესი. ეს უკანასკნელი თავისთავად შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად: ა) როდესაც სიდერატის გამოთესვა წარმოებს საგაზაფხულო ან საშემოდგომო ხორბლეულში. ამ შემთხვევაში სიდერატების განვითარება მიმდინარეობს ძირითადი კულტურების (ხორბლეულის) აღების შემდეგ და ბ) სიდერატები მწვანე სასუქად დათესილი ძირითადი კულტურის აღებისთანავე, ე. ი. ნაწვერალზე (სანაწვერალო მწვანე სასუქი).

3) მწვანე სასუქების საცელავი ფორმა.

4) მწვანე სასუქად აქვითის (წამონაზარდი) გამოყენება.

მწვანე სასუქების დამოუკიდებელი ნათესი. მწვანე სასუქების ამ ფორმის შემთხვევაში ნაკვეთი დაკავებულია მთლიანად ან ნაწილობრივ ერთწლიანი კულტურების ვეგეტაციის პერიოდში. მწვანე სასუქების ამ ფორმას უმთავრესად იყენებენ მხოლოდ ძალზე ჩამორეცხილი და ღარიბი ნიადაგების ნაყოფიერების გადიდებისათვის. ამ მიზნით თესენ როგორც ერთწლიან, ისე მრავალწლიან სიდერატებს. სიდერატები იმისდა მიხედვით, თუ წლის რომელ პერიოდში მიმდინარეობს მათი ვეგეტაცია, იყოფა სამ ჯგუფად: გაზაფხულის, ზაფხულისა და ზამთრის სიდერატები. ტენიან სუბტროპიკულ რაიონებში არის აგრეთვე საშემოდგომო სიდერატები, რადგან იქ შემოდგომა ხანგრძლივია და ხასიათდება ნალექების სიუხვით.

ზაფხულის სიდერატების თესვა წარმოებს თებერვლიდან ივნისამდე, საშემოდგომო სიდერატებისა — ივლისიდან აგვისტომდე, ხოლო ზამთრის სიდერატებისა — სექტემბრიდან თებერვლამდე. მრავალწლიანი სიდერატებიდან დამოუკიდებელ სიდერატებად შეიძლება გამოყენებული იქნეს ლურჯი ხანჭკოლა, იონჯა, წითელი სამყურა, ლესპედეზა და კურდლისფრჩხილა.

თესვის ოპტიმალურ ფადად მრავალწლიანი სიდერატებისათვის ითვლება სექტემბერი და ოქტომბრის პირველი ნახევარი. ამ მხრივ გამო-ნაკლისს წარმოადგენს ლესპედეზა, რომლის თესვა თებერვალ-მარტში წარმოებს.

გაზაფხულის სიდერატებად ერთწლიანი კულტურებიდან გამოიყენება ყვითელი და ლურჯი ხანჭკოლა, ბრინჯისებური ლობიო, სოია და სხვ.

ზამთრის სიდერატებად უმთავრესად თესენ თეთრ ხანჭკოლას, მინდვრის ბარდას, ჩიტფეხას, ცერცველას, ტანყერის ცულისპირას და სხვ., ხოლო საშემოდგომო სიდერატებად ტენიან სუბტროპიკულ რაიონებში — ყვითელ და ლურჯ ხანჭკოლას, ბარდას ზოგიერთ სახეს („კაპიტალი“) და ცერცველას. ბარდასთან და ცულისპირასთან ნარევის სახით მარცვლეული კულტურებიდან გამოიყენება შვრია, ქერი ან კვავი. ტენიან სუბტროპიკულ რაიონებში შვრია ივითარებს უფრო მეტ მწვანე მასას, ვიდრე ქერი და კვავი, ამიტომ ნარევეში მისი გამოყენება უფრო მიზანშეწონილია.

აღსანიშნავია, რომ სუბტროპიკული რაიონების ტემპერატურა და წყლის რეჟიმი საშუალებას იძლევა ერთ სავეგეტაციო პერიოდში სიდერატები მოყვანილი იქნეს ორჯერ.

თუ ფართობის ათვისება ძირითადი კულტურებით აღრე გაზაფხულზეა გათვალისწინებული, მაშინ წინა წელს საჭიროა დაითესოს ზაფხულისა და შემოდგომის სიდერატები, ხოლო თუ იმავე წლის შემოდგომით ითვისებენ, მაშინ გაზაფხულის სიდერატები.

მწვანე სასუქების შუალედი ფორმისას სიდერატები სავეგეტაციო პერიოდის იმ ნაწილს იყენებენ, რომელიც ძირითადი კულტურებით ან სრულიად არაა, ანდა ნაწილობრივად არის დაკავებული. მწვანე სასუქის შუალედი ფორმა შეიძლება იყოს სანაწვერალო სიდერატები, როცა ისინი ერთწლიანი კულტურების აღებისთანავე ითვისებინან (ხორბლეული, გერანი, ბრინჯი, ლობი და სხვ.).

შუალედი ფორმის დროს მწვანე სასუქების სიდერატები ითვისება ძირითადი კულტურის საფარის ქვეშ (ხორბალი, სიმინდი, თამბაქო და სხვ). ძირითადი კულტურების აღების შემდეგ მიმდინარეობს სიდერატების სწრაფი განვითარება. შუალედ მწვანე სასუქებისათვის სიდერატებად გამოიყენება ცერცველა (სათესი და ბანჯგვლიანი), ცულისპირა, ჩიტფეხა, ბარდა, თეთრი, ყვითელი და ლურჯი ხანჭკოლა და მათი ნარევი ქერთან, შვრიასთან და კვავთან.

მწვანე სასუქების შუალედ ფორმას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მრავალწლიანი კულტურების რიგთაშორისებში. ჩვეულებრივ,

ტენიანი სუბტროპიკული კულტურების პლანტაციებში იყენებენ სა-
შემოდგომო და ზამთრის სიდერატებს. გაზაფხულ-ზაფხულის სიდერა-
ტების გამოყენება შესაძლებელია ტუნგოსა და ციტრუსების პლანტა-
ციაში 4-5 წლის ასაკამდე, მცენარის შტამბიდან ერთი მეტრის დაშო-
რებით თესვით, რომ ადგილი არ ექნეს ვეგეტაციის პერიოდში სიდერა-
ტების მიერ ძირითადი კულტურებისადმი კონკურენციას საკვებზე.

მწვანე სასუქების საცელავი ფორმა. ამ შემთხვევაში მწვანე მასის
მისაღებად სიდერატები ითესება სხვა ნაკვეთზე, რომელიც შემდეგ გა-
სანოყიერებელი კულტურის ან ძირითადი კულტურისათვის განკუთ-
ვნილ ფართობზე შეაქვთ. ამ ფორმის მწვანე სასუქი განსაკუთრებით
ფართოდ უნდა იქნეს გამოყენებული ჩაისა და ციტრუსოვანი კულტუ-
რების სრულასაკოვან პლანტაციებში, სადაც რიგთაშორისები თითქმის
მთლიანად დაფარულია მცენარეების ვარჯით და სიდერატების მოყვანა
შეუძლებელია.

ამ შემთხვევაში მწვანე მასის მისაღებად იყენებენ ძირითადი
კულტურებისათვის უვარგის ნაკვეთებს. ამ მიზნით უკეთესია დაითე-
სოს მრავალწლიანი სიდერატები.

მწვანე სასუქად აკვიტის (წამონაზარდის) გამოყენება. მწვანე სა-
სუქის ამ ფორმისას სიდერატების პირველი მონაცელი გამოიყენება
პირუტყვის საკვებად, სხვა ნაკვეთის გასანოყიერებლად ან მულჩად,
ხოლო დანარჩენი ფესვთა სისტემა და ახალი წამონაზარდი მწვანე სა-
სუქად ჩაიხვება. ამ მიზნით თესვენ სამყურას, ძიძოს, კურდღლის-
ფრჩხილას, ტანყერის ცულისპირას, ჩიტფეხას და სხვ.

საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკების ზონაში ამ ფორმის მწვანე
სასუქისათვის გამოყენებული უნდა იქნეს ჩიტფეხა ჭვავთან ან შერიას-
თან ნარევის სახით, რომელიც აგვისტოს ან სექტემბრის პირველ ნა-
ხევარში ითესება. ეს სიდერატები მძლავრად იზრდებიან და ზამთარში
შეიძლება გაითიბოს, რომელსაც პირუტყვის საკვებად იყენებენ. გა-
ზაფხულზე ნაზარდის მწვანე მასა, მარტ-აპრილში პირველი მოცელების
შემდეგ, იმავე რაოდენობამდე და ზოგჯერ მეტსაც აღწევს, რასაც
უდრიდა მისი მოსავალი ვეგეტაციის პირველ პერიოდში.

დ) მწვანე სასუქის გამოყენება

მწვანე სასუქის ეფექტურობას განსაზღვრავს სიდერატის მწვანე
მასის მოსავლიანობა. ეს უკანასკნელი კი დამოკიდებულია მისი განვი-
თარების პირობებზე. სხვადასხვა სიდერატები არაერთნაირ ნიადაგობ-
რივ პირობებს მოითხოვენ. სიდერატების მწვანე მასის მაღალი მოსა-
ვლიანობისათვის საჭიროა ნიადაგის შერჩევის გარდა დაცული იქნეს

თესვის ნორმები, ვადები და სხვ. სიდერატების მწვანე მასის მოსავალი ასევე დიდად არის დამოკიდებული მათ ქვეშ გამოყენებულ სასუქებზე. ნაკელი, შეტანილი სიდერატების დათესვამდე, ზრდის მწვანე მასის მოსავლიანობას. ასე, მაგალითად, ნოვოზიბიკოვის საცდელი სადგურის მონაცემებით 27 ტონა ნაკელის შეტანამ სიდერატის მწვანე მასის მოსავალი 81 პროცენტით გაზარდა საკონტროლოსთან შედარებით, ხოლო 54 ტონა ნაკელმა კი 107 პროცენტით. სიდერატების ქვეშ ნაკელის გამოყენება, როგორც წესი, არ წარმოებს, მაგრამ ძლიერ გაღარიბებულ ქვიშნარ ნიადაგებზე, სიდერატის მწვანე მასის გადიდების მიზნით მიზანშეწონილია მისი 15—20 ტონის რაოდენობით შეტანა. სიდერატების მწვანე მასის მოსავალი მკვეთრად იზრდება მინერალური სასუქების გამოყენებით, რაც ნათლად ჩანს ნოვოზიბიკოვის საცდელ სადგურზე ჩატარებული ცდის მონაცემებიდან (იხ. ცხრილი 120).

ცხრილი 120

მინერალური სასუქების გავლენა ხანკოლას მწვანე მასის მოსავლიანობაზე

ვარიანტები	სიდერატის მწვანე მასის მოსავალი	
	ტ/ჰა-ზე	%
უსასუქოდ	14,8	100
კალიუმის მარილი (K_2O) 60—90 კგ ჰა-ზე	21,6	146
თონასის წიდა 60 კგ P_2O_5 ჰა-ზე	24,5	165

მოყვანილი მონაცემები მოწმობენ, რომ ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები მნიშვნელოვნად აღიძვრებენ ხანკოლას მწვანე მასის მოსავალს. ამიტომ მათი გამოყენება სიდერატების ქვეშ აუცილებელია. კალიუმიანი და ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება სიდერატების ქვეშ აღიძვრებს აგრეთვე ბმული აზოტისა და ორგანული ნივთიერების რაოდენობას, რის შედეგადაც მწვანე სასუქის მოქმედება ძლიერდება.

სიდერატების ნორმალური განვითარებისათვის და აზოტის დაგროვებისათვის, საჭიროა ნიადაგში საკმაო რაოდენობით სათანადო კოჟრის ბაქტერიების არსებობა. ამიტომ სიდერატების თესვის წინ უნდა ჩატარდეს თესლის ბაქტერიზაცია სათანადო შტამბის კოჟრის ბაქტერიებით.

მწვანე სასუქების ეფექტურობა დიდად არის დამოკიდებული სიდერატების ნიადაგში ჩახვნის ვადაზე. მწვანე სასუქის ნიადაგში ჩაბნე შეფარდებული უნდა იქნეს მომდევნო კულტურისათვის ნიადაგის მომზადებასთან. ქვიშნარ ნიადაგებზე დიდნალექებიან რაიონებში ან სარწყავ პირობებში სიდერატების ჩახვნა შეიძლება ჩატარდეს შემოდგო-

მის ხორბლეულის თესვამდე, 15 დღით ადრე, ხოლო თიხნარ ნიადაგებზე — 20 — 30 დღით, ისიც იმ შემთხვევაში თუ ნიადაგში სინესტე საკმარისია.

სიდერატების ნიადაგში ჩახვნის ვადის განსაზღვრისას მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ჩასახნავი მცენარის განვითარების ფაზები. ადრეულ ფაზებში ნიადაგში ჩახნული მცენარის მწვანე მასა იხრწნება უფრო ჩქარა და, პირიქით, მწიფე მცენარე გახევებული ღეროთი უფრო ძნელად. ამ თვალსაზრისით ჩახვნის ვადა უკეთესია სიდერატის განვითარების ადრეულ ფაზაში. მაგრამ გახრწნის სიჩქარის გარდა, მწვანე სასუქის მეტი ეფექტურობის მიზნით, მნიშვნელობა აქვს ნიადაგში ჩასახნავ მწვანე მასის რაოდენობას და სიდერატებში აზოტის დაგროვებას, რომელიც გრძელდება მცენარის სიმწიფის დასაწყისამდე. ამიტომ თუ მწვანე მასის გახრწნისათვის ნიადაგში პირობები არსებობს, მაშინ სიდერატების ჩახვნის საუკეთესო ფაზად ჩაითვლება ყვავილობისა და მწვანე პარკების ამოღების ფაზა, მხოლოდ ადგილი არ უნდა ჰქონდეს მცენარის ღეროს გაუხეშებას. ამ პერიოდში ჩახვნას ის უპირატესობა აქვს, რომ ამ დროს მცენარეში უკვე დაგროვილია საკმაო რაოდენობით აზოტი და ადვილადხრწნადი ორგანული ნივთიერებები, რაც უზრუნველყოფს მწვანე სასუქის მაღალ ეფექტურობას. სიდერატების ჩახვნის სიღრმე დამოკიდებულია სიდერატების სახეობასა და ნიადაგის თვისებებზე. ამასთანავე მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული, რომ მწვანე სასუქი ქვიშნარ ნიადაგებზე უნდა ჩაიხვნას ცოტა უფრო ღრმად, ვიდრე თიხნარ ნიადაგებზე. სიდერატების მწვანე მასაში აზოტი იმყოფება უმთავრესად ცილოვანი შენაერთების სახით. ორგანული ნივთიერების გახრწნა მიმდინარეობს ამონიფიკაციის და ნიტრიფიკაციის პროცესის შედეგად, რის გამოც მწვანე სასუქებში შემავალი აზოტი გადადის მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმებში. მწვანე მასის გახრწნის სიჩქარე და მისი, აზოტის მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმებში გადასვლა დამოკიდებულია ნიადაგის თვისებაზე, სიდერატების სახეობასა და მცენარის განვითარების ფაზებზე, ამიტომ სხვადასხვა პირობებში მცენარის მიერ მწვანე სასუქში შემავალი აზოტის შეთვისება არაერთნაირია. სიდერატების მწვანე მასაში შემავალი აზოტის მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმაში გადასვლის სიჩქარე დამოკიდებულია ორგანულ ნივთიერებაში ნახშირწყლების შემცველობაზე. შენიშნული იყო, რომ მწვანე მასაში უჯრედანის მეტი შემცველობის შემთხვევაში ნიადაგში წარმოიშვება მცენარისათვის უფრო ნაკლები რაოდენობის შესათვისებელი აზოტის ფორმები, ვიდრე უჯრედანის მცირე შემცველობისას. ეს მოვლენა იმით აიხსნება, რომ უჯრედანას დამშლელი ბაქტერიების ცხო-

ველმყოფელობისათვის საჭიროა მინერალური აზოტი, რომელსაც ეს ბაქტერიები ითვისებენ ნიადაგიდან. მაშასადამე, მიმდინარეობს აზოტის იმობილიზაცია ნიადაგში, რის შედეგადაც მასში მცენარისათვის შესათვისებელი ფორმის აზოტი მცირდება. მწვანე მასაში უჯრედანის ნაკლები შემცველობით ხასიათდება ჩიტფეხა საკონტროლოსთან შედარებით, ამიტომ ჩიტფეხას მწვანე მასაში შემავალი აზოტი მცენარის მიერ შეითვისება უფრო სრულად, ვიდრე ხანჭკოლას აზოტი. მაშასადამე, სიდერატის მწვანე მასაში უჯრედანის შემცველობის პროცენტის გადიდებას თან ახლავს აზოტის იმობილიზაციის შემცირება, ორგანული ნივთიერების ნიადაგში გახრწნისას.

მწვანე სასუქების ჩახვნის პირველ წელს მცენარეს შეუძლია შეითვისოს მწვანე მასაში შემავალი აზოტის 30—40 პროცენტი. სიდერატების კარგი მოსავლის შემთხვევაში ნიადაგში გროვდება 150—160 კილოგრამი აზოტი ჰექტარზე. აზოტის ამ რაოდენობიდან პირველ წელს მცენარეს შეუძლია შეითვისოს მხოლოდ 45—60 კილოგრამი. მაშასადამე, სიდერატების დიდი მწვანე მასის ჩახვნით ჩვენ ნიადაგში შეგვაქვს აზოტის საკმაოდ დიდი ღონა, ამასთან ერთად მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ისიც, რომ მწვანე სასუქის ნარჩენი აზოტი მოქმედებს შემდგომ წლებშიც, გარდა ამისა, ამავე მწვანე სასუქის ორგანული ნივთიერება აუმჯობესებს ნიადაგის ფიზიკურ, ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებს. მწვანე სასუქის მოქმედება ღარიბ ნიადაგებზე, მინერალური სასუქების გარეშე, შეიძლება შემცირდეს იმის გამო, რომ მწვანე სასუქების აზოტი თავის მოქმედებას ვერ ამჟღავნებს და სიდერატების შემდეგ მომდევნო კულტურა კალიუმისა და ფოსფორის ნაკლოვანებას განიცდის. ამიტომ როგორც სიდერატების თესვის წინ, ისე სიდერატების ნიადაგში ჩახვნის შემდეგ მომდევნო კულტურის ქვეშ კალიუმიანი და ფოსფორიანი სასუქების შეტანა აუცილებელ ღონისძიებად უნდა ჩაითვალოს. ესენი იწვევენ მწვანე სასუქების ეფექტურობის გადიდებას. მათი ჩახვნის შემდეგ მომდევნო კულტურის მოსავლიანობაზე აზოტიან სასუქებს არა აქვს ისეთივე მნიშვნელობა როგორც კალიუმიან და ფოსფორიან სასუქებს, მაგრამ გარკვეულ პირობებში აზოტიანი სასუქებიც მწვანე სასუქებიან თესლობრუნვაში წარმოადგენენ მეტად ეფექტურ ღონისძიებას მოსავლიანობის გადიდებისათვის. მწვანე სასუქების აზოტი თუ საკმარისია თესლობრუნვის პირველი კულტურისათვის, მაშინ მომდევნო კულტურები არ იქნებიან უზარუნველყოფილი მით. გარდა ამისა, მწვანე სასუქებში შემავალი აზოტი, რომელიც მცენარისათვის შესათვისებელი ხდება თანდათანობით, შესაძლებელია არასაკმარისი იყოს პირველი კულტურისათვისაც, განსაკუთრებით ისეთი კულტურებისათვის, რომლებიც დიდ

მოთხოვნილებას აყენებენ აზოტზე (ბოსტნეული კულტურები). ჩაზვნის წინ სიდერატების მწვანე მასაზე ნაკელის დამატება იწვევს მწვანე სასუქების ეფექტურობის გადიდებას. ნაკელის შეტანით სიდერატების მწვანე მასაში შეაქვთ ორგანული ნივთიერების დამშლელი ბაქტერიები, რის შედეგადაც ჩქარდება მწვანე მასის მინერალიზაცია და მასში შემავალი აზოტის გადაყვანა მცენარისათვის მისაწვდომ ფორმებში.

მამსადამე, თესლბრუნვაში მწვანე სასუქის, მინერალური სასუქების და ნაკელის ერთდროული გამოყენება კი არ ეწინააღმდეგება ერთიმეორეს, არამედ პირიქით, მათი მოქმედება ძლიერდება. მწვანე სასუქების მოქმედება ძლიერდება მინერალურ სასუქებთან ერთად და პირიქით, მინერალური სასუქების ეფექტურობა იზრდება მწვანე სასუქების ფონზე. ამიტომ საჭიროა თესლბრუნვაში მათი ისეთი შეხამება, რომელიც მოსავლის მაქსიმალურ გადიდებას მოგვცემს.

ე) მწვანე სასუქების ეფექტურობა

მწვანე სასუქების ეფექტურობა დამოკიდებულია ნიადაგის თვისებაზე, სიდერატების თავისებურებაზე, ჩაზნული მწვანე მასის რაოდენობაზე, ჩაზვნის ტექნიკასა და ვადებზე. ზემოთ ჩამოთვლილ ფაქტორთა შორის ნიადაგის თვისებებს გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს.

ზოგიერთ ნიადაგზე მწვანე სასუქების გავლენა უმნიშვნელოა ან სრულიად არ არის, მაშინ როდესაც მთელ რიგ ნიადაგებზე იგი მნიშვნელოვნად აღიდებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობას. ქვიშნარ ნიადაგებზე ფართო მასშტაბით შეიძლება გამოყენე-

ცხრილი 121¹

მწვანე სასუქის მოქმედება ზამთრის ჭვავის მოსავლიანობაზე სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე

საცდელი სადგურის დასახელება	ცდების წარმოებ. წლები	ნიადაგის მექანიკური შემადგენლობა	მოსავალი უსასუქოდ (კვ.ა.ე)	მოსავლის ნამატი მწვანე სასუქისაგან	
				ც/ა	%
ნოვოზიბიკოვის (ბრიანსკის ოლქი)	4	მშრალი, ფხვიერი, კვიშა	3,0	2,5	83
პოლონე (უსსრ)	3	ფხვიერი, კვიშა	2,7	4,1	152
სუდოვოდის (ვლადიმირის ოლქი)	4	ქვიშნარი	4,7	4,2	89
ჰსკოვის (ჰსკოვის ოლქი) ..	3	"	3,5	4,1	114
ტურის (უსსრ)	3	"	9,1	5,4	60
დრიბანსკის საცდ. მინდორი (სმოლენსკის ოლქი) ..	3	"	9,8	7,8	80
სმოლენსკი (სმოლენსკის ოლქი) ..	2	თიხნარი	9,3	4,5	48
გორკი (უსსრ)	3	"	10,2	76	74

ბული იქნეს პარკოსნები მწვანე სასუქად, რადგან მხოლოდ ამ უკანასკნელთ შეუძლიათ ასეთ ნიადაგებზე ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ფონზე საკმაოდ მაღალი მწვანე მასა მოგვეცეს. მთელი რიგი საცდელი სადგურების მონაცემებით მწვანე სასუქი სხვადასხვა მექანიკური შედეგნილობის ნიადაგებზე განსხვავებულ ეფექტს იძლევა, რაც ნათლად ჩანს 121-ე ცხრილის მონაცემებიდან.

მწვანე სასუქის ეფექტი არ ამოიწურება ერთი წლით, მისი მოქმედება რამდენიმე წლის განმავლობაში გრძელდება. ამას ნათლად ამტკიცებს ა. ჯათარიძის მიერ ჩატარებული გამოკვლევები გარდაბანში (იხ. ცხრილი 122).

ცხრილი 122

**მწვანე სასუქის მოქმედება ხიმინდის მოხავალზე გარდაბნის
სარწყავ ზონაში
(ა. ჯათარიძის მონაცემებით)**

განოყიერება	პირდაპირი მოქმედება		შემდგომი მოქმედება					
	1942 წ.		1943 წ.		1944 წ.		1945 წ.	
	ცქა	%	ცქა	%	ცქა	%	ცქა	%
აჩერვა, მზრალად მოხვნა (საკონტროლო)	28,5	100	25,7	100	26,9	100	24,7	100
მწვანე სასუქი—ბარდა, დათესილი ავვისტოში და ჩახ ული ნოემბერში	33,8	118,6	48,2	187,5	39,4	146,4	28,0	113,3
მწვანე სასუქი—ცერცველა, დათესილი ავვისტოში და ჩახ ული ნოემბერში	33,2	116,4	51,5	200,3	40,2	149,4	28,4	115,0

მოყვანილი ცდების შედეგებიდან ჩანს, რომ აღმოსავლეთ საქართველოს სარწყავ რაიონებში მწვანე სასუქი 4 წელს მაინც მოქმედებს, თუ ჩახნული მწვანე მასის რაოდენობა 15—20 ტონას აღწევს ჰექტარზე.

მწვანე სასუქი კარგ შედეგს იძლევა სარწყავ ან ნალექებით საკმაოდ უზრუნველყოფილ ზონაში. გვალვიან ზონაში სიდერატების მიერ წყლის ღიდი ხარჯვის გამო, ტენის მნიშვნელოვანი დეფიციტი იქმნება ძირითადი კულტურისათვის. მწვანე სასუქის გამოყენებით სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გადიდება ძირითადად აიხსნება აზოტითა და ორგანული ნივთიერებით ნიადაგის გამდიდრებით. მწვანე სასუქში არსებული ორგანული შენაერთების აზოტი, თუ სიდერატის მწვანე მასა დროულად იქნება ჩახნული ნიადაგში, საკმაოდ შეუძლია შეითვისოს მცენარემ პირველსავე წელს. მწვანე სასუქის, ნა-

კელისა და აზოტის გამოყენების ხარისხზე წარმოდგენას გვაძლევს ქვე-
მოთ მოყვანილი 123-ე ცხრილის მონაცემები.

ცხრილი 123

მწვანე სასუქისა და ნაკელის აზოტის გამოყენება მცენარის მიერ
(შნეიდერის მონაცემებით)

ნაკელიდან.....	28,6
სეისებრი იონჯიდან	43,2
შედური სამყურადან	41,0
ცერცველადან და ცერცვიდან ...	33,0

მოყვანილი მონაცემები მოწმობენ, რომ მცენარის მიერ მწვანე სა-
სუქში შემავალი აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი მნიშვნელოვნად
მეტია, ვიდრე ნაკელის. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ნია-
დაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და მელიორაციის ინსტიტუტის მეცნიერ
მუშაკის პ. თადეოსიანის გამოკვლევებით დადგენილია მწვანე სასუქის
მნიშვნელოვანი ეფექტურობა მინდვრის კულტურების მოსავლიანო-
ბაზე. მისი მონაცემებით თამბაქოსა და საშემოდგომო ხორბლის მო-
სავალი მნიშვნელოვნად იზრდება მწვანე სასუქის გამოყენებით (იხ.
ცხრილი 124).

ცხრილი 124

მწვანე სასუქის გავლენა თამბაქოსა და საშემოდგომო
ხორბლის მოსავალზე
(ლაგოლები)

ცდის ვარიანტები	ჩახვნის დრო	ჩახვნის მწვა- ნე მასის რაოდენ. ცქა-ზე	1950 წ. თამბ. მოსა- ვალი ცქა-ზე	1951 წ. ხორ- ბლის საშ. მოსავალი ცქა-ზე
საკონტროლო	—	—	13,90	17,6
ბაოდა ახალქალაქის	2/IX-49	25,6	15,46	20,9
ულისპირა სათესი	"	9,44	14,10	18,3

მწვანე სასუქის ეფექტი მკვეთრად იზრდება მინერალური სასუქე-
ბის ფონზე (იხ. ცხრილი 125) და ჩახნული მწვანე მასის შესაბამისად.

ცხრილი 125

მწვანე სასუქის გავლენა თამბაქოს მოსავლიანობაზე
(წიგნიდან: „სასუქების ცნობაოი აგრონომებისათვის“)

ვარიანტები	თამბაქოს მოსავალი	
	ცქა-ზე	%
NPK	9,96	100
NPK + მწვანე სასუქი 11,1 ტ ქაზე	13,23	133
NPK + მწვანე სასუქი 21,5 ტ ქაზე	14,36	144

სიმიონდის მარცვლის მოსავალი შ. კანიშვილის მონაცემებით საგ-
ჩნობლად მატულობს შემოდგომით — 6,1—10,7 ტ/ჰა-ზე და ცერ-
ცველას ჩახენით (იხ. ცხრილი 126).

ცხრილი 126

მწვანე სასუქის გავლენა სიმიონდის მარცვლის მოსავალზე
(ც/ჰა-ზე)

წლები ვარიანტები	1944 წ.	1945 წ.	1946 წ.	3 წლის საშუალო
	მწვანე სასუქის გარეშე ჩახნული ცერცველას შემდეგ	24,4 29,9	23,6 31,5	

მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ მწვანე სასუქის ეფექტი სი-
მიონდის კულტურაზე მესამე წელსაც საკმაოდ მაღალია.

მწვანე სასუქის მაღალი ეფექტურობა დადგენილ იქნა კასპის
რაიონში შაქრის ჰარხლის კულტურაზეც (იხ. ცხრილი 127).

ცხრილი 127

მწვანე სასუქის გავლენა შაქრის ჰარხლის მოსავლიანობაზე
(პ. თადეოსიანის მონაცემები)

ვარიანტები	ჩახნული მა- სის რაოდე- ნობა ც/ჰა-ზე	შაქრის ჰარხლის ძირების მოსავალი	
		ც/ჰა-ზე	%
საკონტროლო $N_{60}P_{90}K_{60}$ ჰარხლის ქვეშ	—	294,8	100
იმერული სოიანი $N_{60} + P_{90}K_{60}$	5,11	301,3	102,2
ძაია ზე ბნ $+ N_{60}P_{90}K_{60}$	6,41	289,8	98,3
ბარდა ახალქალაქის $+ N_{60}P_{90}K_{60}$	17,78	420,0	142,5
ცერცველა ახალქალაქის $+ N_{60}P_{90}K_{60}$	13,41	360,2	122,2
ცულისპირა სათესი $+ N_{60}P_{90}K_{60}$	14,10	321,0	119,0

127-ე ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ 17 ტონა მწვანე მა-
სის ჩახენამ ჰარხლის მოსავლიანობა 42 პროცენტით გააძლია.

საქართველოს მემინდვრობის რესპუბლიკური საცდელი სადგუ-
რის მონაცემებით ყველაზე დიდ ეფექტს შაქრის ჰარხლის მოსავლიან-
ობაზე იძლევა მწვანე სასუქად ბარდას გამოყენება (იხ. ცხრილი 128).

იმავე მემინდვრობის რესპუბლიკური საცდელი სადგურის მონა-
ცემებით ნატახტარში მწვანე სასუქად 17,1 ტონა ბარდას ჩახენამ შაქ-
რის ჰარხლის ძირების მოსავალი ნაკელთან შედარებით გააძლია
44 ცენტნერით ჰექტარზე (იხ. ცხრილი 129).

სასუქების, ნიადაგმცოდნეობისა და აგროტექნიკის სრულიად სა-
კავშირო ინსტიტუტის მონაცემებით მწვანე სასუქების გამოყენება

მკვეთრად აღიღებს გერანის მწვანე მასის მოსავლიანობას (იხ. ცხრილი 130).

ცხრილი 128

სხვადასხვა სიღერატების გავლენა შაქრის კარხლის მოსავლიანობაზე

(მეჩინდერ. რესპ. საკდ. სადგ. მონაცემებით)

მწვანე სასუქებად გამოყენებ. კულტურები	ჩახნული მწვანე მასის რ.ოდ. ტ/ჰა-ზე	შაქრის კარხლის ძირების მოსავალი ტ/ჰა-ზე	შენიშვნა
ცერცველა	12,8	268,2	მწვანე მასის ჩახნისას შეტანილი იყო N_{80} , ააზადხულზე მწკრივი კარხლს თესვისას $N_{30}P_3$ და შემდეგ გამოყვების სახით $N_{15}P_{30}$
ბარდა	9,6	304,2	
სოია	3,3	217,2	

ცხრილი 129

მწვანე სასუქის გავლენა შაქრის კარხლის მოსავლიანობაზე (ნატახტარი)

ვარიანტები	ჩახნული მწვანე მასის რაოდენობა ჰა-ზე	შაქრის კარხლის ძირების მოსავალი ტ/ჰა-ზე	შენიშვნა
ბარდა	17,1	457,6	მწვანე მასა ჩაიხენა 11.XI
$N_{120}P_{120}K_{120}$	—	429,9	
ნაკელი	—	413,0	

ცხრილი 130

მწვანე სასუქის ღოჯების გავლენა გერანის მოსავლიანობაზე

ვარიანტები	საერთო მოსავალი	
	ტ/ჰა-ზე	%
უსასუქოდ	17,13	100
მწვანე სასუქი 10 ტ ჰა-ზე	24,12	142
მწვანე სასუქი 20 ტ ჰა-ზე	40,30	182
მწვანე სასუქი 40 ტ ჰა-ზე	44,18	257

გერანის მოსავლიანობა იზრდება ნიადაგში ჩახნული მწვანე მასის შესაბამისად.

მწვანე სასუქი დიდ ეფექტს იძლევა (მ. ბზიავას მონაცემებით) ჩაის პლანტაციებში და იგი თერთმეტ წელს გრძელდება (იხ. ცხრილი 131).

ახალგაზრდა ჩაის პლანტაციის სიღერატის ეფექტიანობა, ანასეული (მ. ბზიავას მოსავლეებით)

ვარიანტები	3 წლის პირდაპირკმედების საშუალო მოსავალი		მე-11 წლის საშუალო მოსავალი		შემდეგკმედების 8 წლის საშუალო მოსავალი		11 წლის საშუალო მოსავალი	
	1940 წ.		1950 წ.		1943—50 წწ.		1940 50 წწ.	
	კვ.ა	%	კვ.ა	%	კვ.ა	%	კვ.ა	%
უსასუქოდ	1473	69	1448	27	1260	44	1317	49
NP (ფონი)	2132	100	5347	100	2899	100	2690	100
NP + შემოდგომის სიღერატი	2631	124	6332	119	3565	123	3316	123

შენიშვნა: 1940, 1941 და 1942 წლებში სულ შეტანილ იქნა ნიადაგში 80 ტონა სიღერატის მწვანე მასა პექტარზე.

მწვანე სასუქის გავლენა ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლიანობაზე იცვლება ჩახნული მწვანე მასის რაოდენობის ზრდის შესაბამისად, ჩახვნის ვადებისა და მისი გამოყენების წესის მიხედვით (იხ. ცხრილი 132).

132-ე ცხრილის მონაცემების მიხედვით, მწვანე სასუქის სხვადასხვა წესით გამოყენებიდან ყველაზე მეტ ეფექტს იძლევა 20 ტონა

მწვანე ხასუქების სხვადასხვა წესით გამოყენების გავლენა ჩაის პლანტაციის მოსავლიანობაზე (წითელმიწა ნიადაგი, ანასეული) (მ. ბზიავას მონაცემებით)

ვარიანტები	ჩაის მწვანე ფოთლის საშუალო მოსავალი					
	სიღერატის გამოყენების წლებში		მწვანე სასუქის შემდეგი მოკმედების წლები		12 წლის საშუალო მოსავალი	
	1939—1942 წ.		1943—1950 წ.		—	
	კვ.ა-ზე	%	კვ.ა-ზე	%	კვ.ა-ზე	%
უსასუქოდ	2146	57	948	35	1035	44
NP (ფონი) N 200 კვ.ა-ზე + 200 კვ. P ₂ O ₅	3719	100	2638	100	2998	100
NP + მწვანე სასუქი 5 ტონა ყოველწლიურად ჩახენით	3987	105	2992	113	3324	111
NP + 10 ტ მწვანე სასუქი ორ წელიწადში ერთხელ ჩახენით	4036	106	3217	122	3490	116
NP + 20 ტ მწვანე სასუქი ოთხ წელიწადში ერთხელ ჩახენით	4331	114	3167	120	3655	119
NP + 20 ტ მწვანე სასუქი 4 წელიწადში ერთხელ მულჩის სახით	4598	121	3176	120	3650	122

მწვანე მასის მულჩად გამოყენება და შემდეგ ჩახვნა 4 წელიწადში ერთხელ.

მწვანე სასუქი მაღალ ეფექტს იძლევა ტუნგოს პლანტაციების მოსავლიანობაზე (იხ. ცხრილი 133).

ცხრილი 133

**მწვანე სასუქის გავლენა ტუნგოს მოსავლიანობაზე
(წითელმიწა ნიადაგი, ბათუმის ბოტანიკური ბაღი)**

ვარიანტები	ნაყოფის ნაშატი ტ/ჰა-ზე				
	1934 3 წელი	1935 4 წელი	1936 5 წელი	1937 6 წელი	1938 7 წელი
უსასუქოდ	0,27	1,08	4,28	5,30	8,26
მწვანე სასუქი	0,27	1,04	7,60	5,81	10,22

მოყვანილი მონაცემებიდან ნათელია, რომ მწვანე სასუქები გამოყენების პირველ ორ წელს შედარებით უმნიშვნელოდ აღიღებენ ტუნგოს ნაყოფის მოსავალს, მაგრამ ჩახენიდან მეხუთე-მეექვსე და მეშვიდე წელს მიღებული ეფექტი საკმაოდ მაღალია.

ამგვარად, მწვანე სასუქები წარმოადგენენ მძლავრ საშუალებას ნიადაგის ნაყოფიერების გადიდებისათვის. მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით დადგენილია აგრეთვე, რომ მწვანე სასუქის შეტანა ნიადაგში იწვევს მინერალური სასუქების საკვები ნივთიერების გამოყენების კოეფიციენტის გადიდებას.

8. ორგანულ-მინერალური სასუქები

ორგანულ-მინერალური ეწოდება ისეთ სასუქებს, რომლებიც მინერალური საკვები ელემენტების გარდა შეიცავენ ორგანულ ნივთიერებას.

ორგანულ-მინერალური სასუქების მიღება შეიძლება ორი გზით: 1. მინერალური სასუქების უბრალო შერევით ქალაქისა და მრეწველობის ორგანული წარმოშობის ნარჩენებთან. ასეთი ორგანულ-მინერალური სასუქების დასამზადებლად ორგანული ნივთიერების სახით გამოიყენება თევზის სარეწაოს, სასაქლოოს, შაქრის ქარხნების, თამბაქოს ქარხნების და სხვათა ორგანული ნარჩენები. 2. ორგანულ-მინერალური სასუქები მიიღება აგრეთვე ტორფის ნახშირნარევ ამონიაკით გაძლომის გზით.

ორგანულ-მინერალური სასუქების შემადგენლობა, ფიზიკური თვისებები და დამზადების მეთოდები მოყვანილია 134-ე ცხრილში.

ორგანულ-მინერალური სასუქების დახასიათება
(ს. ლოგენოვის მიხედვით)

სასუქები	ქიმიური შემადგენლობა %-ით				ფიზიკური თვისებები	დაზმადების მეთოდები
	ს ა მ რ თ		აზოტი ამონია- კური	ფორფორი		
	N	P ₂ O ₅				
ამონიუმის გუმბატი	5,0—7,0	—	—	2,5—3,0	კარგად ბნევალი მზრალი ფუზილი	ტორფის ამონიაკით გაძღობა ჩვეულებრივი ტემპერატურისა და წყლის აირბეზში
ამონიუმის გუმბატი	17,7	—	—	0,5	იგივე	ტორფის ამონიაკით გაძღობა 250°-ზე და ჩვეულებრივი წყლის აირბეზში
ნიტროგუმბატი	14,1—17,8	—	—	8,8—12,8		ტორფის NH ₃ და NO ₂ ით დამუშავება
ჭუმფოსი	7,0—10,0	14,0—31,0	—	5,0—8,0		ტორფის NH ₃ და ფოსფორიტის გამოწარმოების ნარევით დამუშავება
ჭუმფოსკა	7,2—11,9	13,5—22,6	4,3—3,7	—		ტორფის, NH ₃ ფოსფორი იის გამოწარმოით დამუშავება, რომელშიც გახსნილია სოლიკაისკის კარნალიტი
ამონიუმული ტორფი	4—6	—	—	—		ტორფის გაძღობა NH ₃ -ით 50°-ზე
ამონიუმული ტორფი	10—13	—	—	—		ტორფის გაძღობა NH ₃ , 180°-ზე
ამონიუმული ტორფი	14—21	—	—	—		ტორფის გაძღობა NH ₃ , 300°-ზე
ჭერკულესი	6,9	5,5	4,0	5,7	კარგად ბნევალი	შაქრის ქარხნის ნარჩენთან არევა
ნიტროსალპეტრინი	9,9	6,1	5,4	4,9	იგივე	იგივე
ნიტრაქემბტალი	6,8	6,0	6,5	5,5	"	"
ნიტროლეფი	10,3	1,1	9,7	7,1	"	"
შერეული სასუქები	2,3	8,5	1,9	—		ორგანულ ნარჩენთან არევა

კარტოფილის მოსავალი ც/ჰა-ზე
(ქვექვიშნარი ნიადაგები)

უსასუქოდ	ჭერკულესი	ნიტრო-სალსი	ნიტრაჟე-მეტალი	ნიტრა-მლენი	ჭერკულესი + KP	ნიტრასალ-სი + KP	ნიტრაჟე-ტალი + KP	ნიტრომლენი + KP	NPK (NH ₄) ₂ SO ₄ სუბეო KCl	KP
5,0	123,6	115,6	128,9	108,9	134,1	140,2	129,7	125,2	140,3	114,5

კარტოფილის მოსავალი ც/ჰა-ზე
(ქვექვიშნარი ნიადაგი)

ჭუმადოსი 180 კგ N ჰა-ზე	ამოდოსი 180 კგ N ჰა-ზე	ჭუმადოსი 90 კგ N ჰა-ზე	ამოდოსი 90 კგ N ჰა-ზე	NH ₄ NO ₃ 90 კგ N ჰა-ზე	უსასუქოდ
176,4	164,1	146,0	121,1	128,6	40,7

ორგანულ-მინერალური სასუქები ეფექტურობით უმეტეს შემთხვევაში არამცთუ ჩამოუვარდება მინერალურ სასუქებს, არამედ კიდევ აჭარბებს მათ (იხ. ცხრილი 135, 136).

ზემომოყვანილი მონაცემები მოწმობენ, რომ ორგანულ-მინერალური სასუქები იჩენენ მაღალ დადებით მოქმედებას კარტოფილის ტუბერების მოსავლიანობაზე. მათი ეფექტურობა ჭარბობს აზოტმყავა ამონიუმის ეფექტურობას. ეს მოვლენა იმით უნდა აიხსნას, რომ ორგანულ-მინერალური სასუქები, საკვებ ელემენტებს გარდა, შეიცავენ ორგანულ ნივთიერებას, რომელიც დადებითად მოქმედებს ქვიშნარი ნიადაგების ფიზიკურ თვისებებზე, რის შედეგადაც უმჯობესდება მცენარის განვითარების პირობები და იზრდება მისი მოსავლიანობა. აღნიშნული მონაცემები მიუთითებენ აგრეთვე იმაზე, რომ ორგანულ-მინერალური სასუქების ფონზე მინერალური სასუქების შეტანით იზრდება ამ უკანასკნელთა ეფექტურობა. ყველაფერი ეს მეტყველებს ორგანულ-მინერალური სასუქების დიდ პერსპექტივებზე. ამიტომ მისი წარმოება და გამოყენება შემდგომში უნდა გაიზარდოს.

ბაქტერიული სასუქები

სოფლის მეურნეობაში ფართო გამოყენება აქვს ბაქტერიულ სასუქებს — ნიტრაგინს, აზოტობაქტერინს და ფოსფორობაქტერინს. ნიტრაგინის სახით ნიადაგში შეგვაქვს კოყრის ბაქტერიები, რომლებიც სიმბიოზურად ცხოვრობენ პარკოსნების ფესვებზე. მათ აქვთ უნარი შეითვისონ ატმოსფეროს თავისუფალი აზოტი. აზოტობაქტერინი შეიცავს აზოტობაქტერს, რომელიც თავისუფლად ცხოვრობს ნიადაგში და ითვისებს ატმოსფეროს თავისუფალ აზოტს. ფოსფორობაქტერი შეიცავს ნიადაგის ორგანულ ფოსფორის შენაერთების დამშლელ მიკროორგანიზმებს.

კოყრის ბაქტერიები და აზოტობაქტერი, არამც თუ უზრუნველყოფენ თავის თავს აზოტით, არამედ მცენარესაც ამარაგებენ შესათვისებელი ფორმის აზოტიანი შენაერთებით. ბაქტერიულ სასუქებს ამზადებენ ლაბორატორიებსა და ქარხნებში, აგრეთვე უშუალოდ კოლმეურნეობებსა და საბჭოთა მეურნეობებში.

1. ნიტრაგინი

ადამიანისათვის დიდი ხნის წინათ იყო ცნობილი, რომ პარკოსანი მცენარეები: იონჯა, სამყურა, ხანკოლა, ბარდა, ცერცველა, სოია, ლობიო და სხვ. არამცთუ აღარბებენ ნიადაგს აზოტით, არამედ კიდევ ამდიდრებენ მას. ერთი ჰექტარი პარკოსნების ნათესი ნიადაგში კოყრის ბაქტერიების მეშვეობით 100 — 200 კილოგრამ აზოტს ტოვებს. ეს ისეთი რაოდენობაა, რომელსაც 20 — 40 ტონა ნაკელი შეიცავს. მაგრამ პარკოსანი მცენარეების თესვით ნიადაგი მდიდრდება აზოტით მხოლოდ იმ შემთხვევაში თუ მათ ფესვებზე წარმოიქმნება კოყრები. პარკოსნების ფესვებზე კი კოყრების წარმოქმნა დამოკიდებულია ნიადაგში კოყრის ბაქტერიების არსებობაზე. კოყრის ბაქტერიები შედიან მცენარის ფესვებში ნიადაგიდან. მაგრამ ყველა ნიადაგი როდი შეიცავს საკმაო რაოდენობით მათ აქტიურ ფორმებს. ჭაობიან ნიადაგებში ისინი თითქმის სრულიად არ მოიპოვებიან. მცირე რაოდენობით გვხვდება ისეთ ნიადაგებში, სადაც დიდი ხანია პარკოსნები არ დათესილა; მკავე ნიადაგებზე მათი სისტემატურად თესვის შემთხვევაშიაც

კი გადადიან ნაკლებად აქტიურ ფორმაში და ცუდად ითვისებენ ატმოსფეროდან აზოტს.

ამიტომ პარკოსნების ფესვებზე აქტიური კოჟრის ბაქტერიების განვითარებისათვის საჭიროა ხელოვნურად იქნეს გამდიდრებული ნიადაგი. ამ მიზნით შეაქვთ ბაქტერიული სასუქი — ნიტრაგინი, რომელსაც სპეციალურ ქარხნებში ამზადებენ.

ა) ნიტრაგინის მომზადება

კოჟრის ბაქტერიების მისაღებად მსხვილ ვარდისფერ კოჟრებს გულდასმით რეცხვენ, ჭყლეტენ და მის შიგნით არსებულ მასას სპეციალურ საკვებ არეში გადათესავენ. აქ კოჟრის ბაქტერიები კარგად ვითარდებიან. შემდეგ ისინი საკვები არედან გადააქვთ ქილებში, სადაც მოთავსებულია სტერილური ნიადაგი. 5 — 6 დღის განმავლობაში აღნიშნულ ქილებს თერმოსტატში 28° ტემპერატურაზე ათავსებენ. ამ დროის განმავლობაში ბაქტერიები სწრაფად მრავლდებიან ნიადაგში.

ნიტრაგინის მოსამზადებლად აღებული ნიადაგი უნდა იყოს მდიდარი ჰუმუსით. თვითეულ ჰექტარისათვის საჭიროა 0,5 კილო ნიტრაგინი. 1 გრამი ასეთი ნიტრაგინი უნდა შეიცავდეს არა უმცირეს 100 მილიონ ბაქტერიის უჯრედს. ნიტრაგინს ჩვეულებრივად ათავსებენ თუნუქის პატარა ქილებში ანდა ნახევარლიტრიან ბოთლებში. ყოველ ნიტრაგინს თან აქვს ეტიკეტი, რომელზედაც აღნიშნულია თუ რომელი კულტურისათვის უნდა იქნეს გამოყენებული. არსებობს კოჟრის ბაქტერიების მრავალი რასა. ყოველ რასა ვითარდება განსაზღვრული სახის პარკოსნების ფესვებზე. დღეისათვის კოჟრის ბაქტერიების 16 სახეობაა ცნობილი, რომელთაგან საწარმოო მნიშვნელობა მხოლოდ ცხრას აქვს.

1-ლი ჯგუფი კოჟრის ბაქტერიებისა ბარდას, ცერცველას, ოსპის და თეროს ფესვებზე წარმოშობენ კოჟრებს;

მე-2 ჯგუფი — წითელი სამყურის, თეთრი სამყურისა და ალისფერი სამყურის ფესვებზე;

მე-3 ჯგუფი — იონჯისა და ძიძოს ფესვებზე;

მე-4 ჯგუფი — ლობიოს ფესვებზე;

მე-5 ჯგუფი — ხანჭკოლისა და ჩიტფხას ფესვებზე;

მე-6 ჯგუფი — სოიას ფესვებზე;

მე-7 ჯგუფი — ძაძას და არაქისის ფესვებზე;

მე-8 ჯგუფი — მუხუდოს ფესვებზე;

მე-9 ჯგუფი — ესპარცეტის ფესვებზე.

აღსანიშნავია, რომ ზოგიერთი მერქნიანი მრავალწლიანი პარკოსანი შცენარის ფესვებზეც ვითარდებიან კოჟრის ბაქტერიები. ასეთია,

მაგალითად, თეთრი აკაცია, რომელიც დიდი რაოდენობით ირგვეზა მინდორსაცავე ზოლებში. ამიტომ საჭიროა აკაციების დარგვასთან ერთად ნიადაგში შევიყვანოთ კოჟრის სათანადო ბაქტერიები.

ნიტრაგინით კოლმეურნეობებსა და საბჭოთა მეურნეობებს ამარაგებს სოფლმომარაგება. ნიტრაგინს თან ახლავს მისი გამოყენების წესი. ნიტრაგინი შენახული უნდა იქნეს სუფთა, მშრალ და ბნელ ადგილას.

ბ) ადგილობრივი ნიტრაგინი

ადგილობრივი ნიტრაგინი მზადდება იმ პარკოსნის ფესვებიდან, რომლისთვისაც განკუთვნილია იგი. მაგალითად, ბარდასათვის იღებენ ბარდას ფესვებს, სოიოსათვის სოიას, იონჯისათვის იონჯის და ა. შ. ფესვებს აგროვებენ სექტემბერ-ოქტომბერში ან გაზაფხულზე. ფესვებს აგროვებენ იმ ნაკვეთიდან, სადაც პარკოსნები არ იყო დაავადებული და კარგი განვითარებით ხასიათდებოდნენ. მრავალწლიანი პარკოსნებისათვის უმჯობესია 2—3 წლის ასაკის მცენარეების ფესვების შეგროვება, ხოლო ერთწლიანისათვის — მოთიბვის შემდეგ.

ერთწლიანი პარკოსნების ყოველი 10 ჰექტარისათვის საჭიროა 0,25 კილოგრამი მშრალი ფესვები, მრავალწლიანებისათვის 1,5 კილოგრამი. ნედლი ფესვების რაოდენობა უნდა უდრიდეს შესაბამისად 2,5 და 4—6 კილოგრამს. ნიტრაგინს ამზადებენ შემდეგი წესით: პარკოსნების ნათესის სახნავ ფენს თხრიან ბარით, აფხვიერებენ ნიადაგს ფოცხით ან ხელით და არჩევენ ფესვებს. ფესვებს აცილებენ ნიადაგს, რეცხავენ წყლით და თხელ ფენად აფენენ გამოსაშრობად ისეთ ადგილას, სადაც ტემპერატურა 30°-ზე მეტი არაა. ფესვების გამოშრობა მზეზე არაა დასაშვები, რადგან მზის სხივები კლავს კოჟრის ბაქტერიებს. გამოშრობილ ფესვებს ფქვავენ, ყრიან ტომარაში და ნიადაგში შეტანამდე ინახავენ გრილ, მშრალ შენობაში. გამომშრალი ფესვების ერთი გრამი უნდა შეიცავდეს კოჟრის ბაქტერიის ისეთ რაოდენობას, რამდენსაც ნიტრაგინი, ე. ი. 100 მილიონ უჯრედს. ასეთი წესით მომზადებული ნიტრაგინი შეიძლება გამოყენებულ იქნას მშრალი სახით, მაგრამ უკეთესია მისი წინასწარ დაკომპოსტება. ამ მიზნით, ნიადაგში შეტანამდე 15—20 დღით ადრე ნიტრაგინს ყრიან კარგად გარეცხილ ხის გობში, ასველებენ ადუღებული ცივი წყლით იმ ანგარიშით, რომ ყოველ 1 კილოგრამ ფესვზე მოდიოდეს 1,5 ლიტრი წყალი. ამის შემდეგ გობს თავზე ახურავენ ქალაღს და ათავსებენ თბილ ადგილას 20—25° ტემპერატურაზე. გობზე ნიტრაგინს ხშირად ურევენ ხის კოვზით. 10—15 დღის შემდეგ ნიტრაგინი მზად არის ნიადაგში შესატანად. ამგვარად მომზადებული ნიტრაგინის 1 გრამი შეიცავს 10—30 მილიონ და მეტ კოჟრის ბაქტერიებს.

ვ) კოჟრის ბაქტერიების აქტივობის შემოწმება

არჩევნ აქტიურ და არააქტიურ კოჟრის ბაქტერიებს. კოჟრის ბაქტერიების აქტივობის შემოწმება შეიძლება მცენარის განვითარების მიხედვით. აქტიური კოჟრის ბაქტერიები მცენარეს ამარაგებენ აზოტით და ამ შემთხვევაში მისი განვითარება ნორმალურია, არააქტიური კოჟრის ბაქტერიებს კი არ შესწევთ უნარი მისცენ მცენარეს აზოტი, რის გამოც იგი სუსტად ვითარდება, ფოთლები მოყვითალო შეფერილობისაა და აშკარად ემჩნევა დაჩაგვრა. გარდა ამისა, კოჟრის ბაქტერიების შემოწმება შეიძლება ფესვებზე კოჟრების განვითარების მიხედვით. თუ გამოყენებული კოჟრის ბაქტერიები აქტიურია, იმ შემთხვევაში პარკოსნების ფესვებზე ვითარდება მსხვილი ვარდისფერი კოჟრები, ხოლო თუ არაა აქტიური, მაშინ წვრილი ყვითელი ან მომწვანო კოჟრებს ვხვდებით, რომლებიც გაფანტულია მთელ ფესვთა სისტემაზე.

დ) კოჟრის ბაქტერიების განვითარებისათვის აუცილებელი პირობები

კოჟრის ბაქტერიები ატმოსფეროს აზოტს ითვისებენ მხოლოდ კოჟრებში. ჩვეულებრივი მყავე ნიადაგები უვარგისია კოჟრის ბაქტერიებისათვის. ასეთ ნიადაგებში პარკოსნების ფესვებზე კოჟრების წარმოქმნა შეფერხებულია. გამონაკლისს წარმოადგენენ ხანჭკოლის კოჟრის ბაქტერიები, რომლებიც მყავე არეშიც ნორმალურად ვითარდებიან. კრიტიკული მყავიანობა, რომლის დროსაც კოჟრის ბაქტერიები იღუპებიან, სხვადასხვა კულტურისათვის სხვადასხვაა და მერყეობს PH-ის შემდეგ ფარგლებში:

იონჯისა და სამყურის ბაქტერიებისათვის	— 4,9
ცერცვისა და ბარდას ბაქტერიებისათვის	— 4,7
სოიას ბაქტერიებისათვის	— 4,2
ხანჭკოლის ბაქტერიებისათვის	— 3,2

ტუტიანობის ზღვარი კოჟრის ბაქტერიების განვითარებისათვის თითქმის ერთნაირია და უდრის — 9,6-ს. ოპტიმალური რეაქცია, რომელიც უზრუნველყოფს კოჟრის ბაქტერიების ნორმალურ განვითარებას, უდრის PH 6,8 — 7,2. მყავე ნიადაგების მოკირიანება მკვეთრად აღიძებს კოჟრის ბაქტერიების აქტივობას. ასე, მაგალითად, თუ მოკირიანებამდე ერთი გრამი მყავე ნიადაგი შეიცავდა 7 ათას კოჟრის ბაქტერიას, მოკირიანების შემდეგ მისი რიცხვი გაიზარდა 2,5 მილიონამდე. პ. ლამპოვემიკოვას მონაცემებით ნიადაგის მოკირიანებამდე ბარდის კულტურის შემთხვევაში კოჟრების რაოდენობა ერთ მცენარეზე 84 ცალია, ხოლო მოსავალი 32 ცენტნერი იყო ჰექტარზე. მოკირიანების შემდეგ კი მისი რაოდენობა 135-მდე და მოსავალი 41 ცენტნერამ-

დე გაიზარდა. მკავე ნიადაგების მოკირიანება აღიღებს არა მარტო კოყრის ბაქტერიების რაოდენობას, არამედ აძლიერებს აგრეთვე ნიადაგში არსებულ სხვა სასარგებლო ბაქტერიების ცხოველმყოფელობას.

ნიადაგში ტენიანობის პირობების გაუმჯობესება ხელს უწყობს კოყრის ბაქტერიების განვითარებას. მაგალითად, თუ ერთ გრამ შემიწა ნიადაგში 30 პროცენტ ტენიანობის დროს აღმოჩნდა 2 მილიონი კოყრის ბაქტერია, ტენიანობის 50 პროცენტამდე გადიდებით მათი რიცხვი 433 მილიონამდე გაიზარდა.

ხშირია შემთხვევა, როცა პარკოსნები ვეგეტაციის დასაწყისში, ტენიანობის ნორმალურ პირობებში, კარგად ივითარებენ კოყრებს, მაგრამ შემდგომ, გვალვების შედეგად, მათი რაოდენობა და აქედან გამომდინარე აზოტის ფიქსაცია ნელდება, რაც აფერხებს მცენარის განვითარებას. კოყრის ბაქტერიები ჰაერიდან ითვისებენ აზოტსა და სუნთქვისათვის აუცილებელ ჟანგბადს. ამიტომ მათი განვითარებისათვის საჭიროა ნიადაგის კარგი ჰაერაცია. მძიმე თიხნარზე და უსტრუქტურო ნიადაგებზე, რომელთაც ცუდი ჰაერაცია ახასიათებთ, კოყრის ბაქტერიები სუსტად ვითარდებიან, რის გამოც პარკოსნები კოყრებს მცირე რაოდენობით ივითარებენ.

ნიადაგის სტრუქტურის გაუმჯობესება ხელს უწყობს კოყრის ბაქტერიების ცხოველმყოფელობის გაძლიერებას და პარკოსნების მოსავლიანობის გადიდებას.

ზზის პირდაპირი სხივების გავლენით კოყრის ბაქტერიები იზოცებიან. გაფანტული სხივები კი მათთვის უვნებელია. კოყრის ბაქტერიებზე და მათ ცხოველმყოფელობაზე მოქმედებს აგრეთვე თვით პარკოსანი მცენარეების განათება. ცუდი განათების პირობებში პარკოსნები მცირედ წარმოქმნის შაქრებს, რომლითაც იკვებებიან კოყრის ბაქტერიები. ამის შედეგად კი მცირდება კოყრების რიცხვი და ბაქტერიების მიერ შეთვისებული აზოტის რაოდენობა. კოყრის ბაქტერიების განვითარებაზე გავლენას ახდენს აგროტექნიკის დონეც. ცუდი აგროტექნიკის პირობებში კოყრების რიცხვი პარკოსნების ფესვებზე მცირდება. კოყრის ბაქტერიები კარგად იტანენ დაბალ ტემპერატურას და არ იყინებიან ზამთრის ყინვების დროს. მათზე ცუდად მოქმედებს ზამთრის მერყევი ტემპერატურა. ნიადაგის 40° ტემპერატურაზე მათი ცხოველმყოფელობა ფერხდება, თუმცა ამ დროს კოყრის ბაქტერიები ამარაგებენ პარკოსნებს აზოტით, მაგრამ განვითარების დასაწყისში საჭიროებენ ბმულ აზოტს, ეს იმით აიხსნება, რომ კოყრის ბაქტერიები, რომლებიც შედიან ფესვებში, პირველ ხანებში ვერ ითვისებენ ატმოსფეროს აზოტს. ამ ხნის განმავლობაში როგორც მცენარეს, ისე კოყრის ბაქტერიებს ესაჭიროებათ ნიადაგის ბმული აზოტი. მას შემდეგ, რაც

კოჟრის ბაქტერიები დაიწყებენ ატმოსფეროს თავისუფალი აზოტის შეთვისებას, მცენარეს უკვე აღარ ესაჭიროება ნიადაგის აზოტი. ნიადაგში რომ დიდი რაოდენობით შევიტანოთ აზოტიანი სასუქი, კოჟრის ბაქტერიები პარკოსნების ფესვებზე არ განვითარდებიან. ისეთ ნიადაგებში, სადაც ბევრია ადვილადხსნადი აზოტი, კოჟრის ბაქტერიების ნორმალური განვითარებისათვის საჭიროა შევიტანოთ გადიდებული დოზებით ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები.

კოჟრის ბაქტერიების განვითარებისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ფოსფორიან და კალიუმიან სასუქებს. ფოსფორი საჭიროა არა მარტო მცენარისათვის, არამედ კოჟრის ბაქტერიებისთვისაც. ცნობილია, რომ პარკოსნები მეტი რაოდენობით მოითხოვენ კალიუმს, ვიდრე სხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურები. ამიტომ მით ღარიბ ნიადაგში კალიუმიანი სასუქის შეტანა აძლიერებს როგორც მცენარის განვითარებას, ისე კოჟრის ბაქტერიების ცხოველმყოფელობას.

ე) ნიტრაგინის გამოყენება

ნიტრაგინი ნიადაგში შეიტანება თესლთან ერთად. ამისათვის თესვის დღეს თესლს ყრიან ხის იატაკზე ან რაიმე საფენზე. შემდეგ იღებენ საჭირო რაოდენობის ნიტრაგინიან ბოთლებს, რომლებიდანაც გადმოყრიან ნიტრაგინს სუფთა ქურქულზე. სუფთა წყალს ასხამენ ერთი ჩაის ჭიქის ანგარიშით ყოველ 10 კილოგრამ წვრილ (სამყურა, იონჯა და სხვა) და ყოველ 20 კილოგრამ შედარებით მსხვილ თესლზე (სოია, ხანკოლა, ლობიო, მუხუდო და სხვა).

ნიტრაგინის კოშტებს გულდასმით თქვეფენ კოვზით 5 წუთის განმავლობაში მღვრიე ხსნარის მიღებამდე. მას, ვიდრე დაილექებოდეს, თანდათანობით ასხურებენ თესლზე. ამ უკანასკნელს ურევენ ხის ნიჭბით დახველებამდე. ადგილობრივი ნიტრაგინის გამოყენება ისევე წარმოებს, როგორც ქარხნულის.

ნიტრაგინი გამოიყენება პირველ რიგში იმ პარკოსნებზე, რომლებიც პირველად ითესება ნაკვეთზე.

სასოფლო-სამეურნეო მიკრობიოლოგიის საკავშირო ინსტიტუტის მონაცემებით, მოსკოვის საშუალო მატება ნიტრაგინის გამოყენებით ერთ ჰექტარზე უდრის სოიასათვის — 2,8 ცენტნერ მარცვალს, იონჯასათვის 6,0 ცენტნერ თივას, ხანკოლისათვის — 3,5 ცენტნერ მარცვალს და 8,5 ცენტნერ მწვანე მასას.

ჟ. აზოტობაჰატირინი

კოჟრის ბაქტერიების გარდა ნიადაგში მოიპოვება სხვა ბაქტერიებიც, რომლებსაც აქეთ უნარი შეითვისონ ატმოსფეროს თავისუფალი

აზოტი. ამ ბაქტერიებიდან მიწათმოქმედებისათვის მეტად საინტერესოა აზოტობაქტერი.

აზოტის თავისუფალი ფიქსატორები ნიადაგში პირველად აღმოაჩინა რუსმა მეცნიერმა ს. ვინოგრადოვმა. 1901 წელს ბეიერიწმა გამოკოცა ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები ატმოსფეროს აზოტის ფიქსატორი ბაქტერიები, რომლებსაც აზოტობაქტერ ხროოკოკუმი ეწოდება. არსებობს აზოტობაქტერის რამდენიმე სახეობა, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან შეფერვით. აზოტობაქტერ ხროოკოკუმს ახასიათებს მუქი, თითქმის შავი კოლონიები, აზოტობაქტერ ავილეს კი მწვანე იისფერი კოლონიები.

აზოტობაქტერი ჰაერიდან საგრძნობი რაოდენობის აზოტს ითვისებს. საშუალოდ ერთ ჰექტარ ნიადაგში აზოტობაქტერი 30—40 ტონა აზოტს აგროვებს. აზოტის დაგროვება აზოტობაქტერის მიერ ნორმალურად მიმდინარეობს, მაშინ თუ ნიადაგში მისი რაოდენობა საკმაოა. მაგრამ ზოგჯერ სხვადასხვა მიზეზების გამო, ნიადაგში აზოტობაქტერი ან არ მოიპოვება, ანდა მისი რაოდენობა მცირეა. ამ შემთხვევაში საჭიროა აზოტობაქტერის ნიადაგში ხელოვნურად შეტანა. სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში აზოტობაქტერს იყენებენ ბაქტერიული სასუქების დასამზადებლად, რომელსაც აზოტობაქტერინს უწოდებენ.

გარდა ქარხნული წესით დამზადებული აზოტობაქტერინისა, პრაქტიკაში ფართოდ იყენებენ ადგილობრივ მომზადებულ აზოტობაქტერინსაც.

ა) ქარხნული წესით დამზადებული აზოტობაქტერინი

აზოტობაქტერინს ამრავლებენ სპეციალურ საკვებ არეზე, რომელიც წარმოშობს ლორწოსებურ მასას. მას გულდასმით ურევენ ნიადაგში ან ტორფში და რამდენიმე დღით ათავსებენ თბილ შენობაში. ამგვარად აზოტობაქტერინი უკვე მზადაა. ერთი გრამი ასეთი წესით დამზადებული აზოტობაქტერინი უნდა შეიცავდეს 40—50 მილიონ აზოტობაქტერინის უჯრედს. ერთი ჰექტარი ნიადაგი უნდა შეიცავდეს არა ნაკლებ 120 მილიონ აზოტობაქტერინს. ზოგიერთი ქარხანა, გარდა ზემოთ აღწერილი წესით დამზადებული აზოტობაქტერინისა, ამზადებს აგრეთვე აგარის აზოტობაქტერინს. ნახევარლიტრიან ქურქელში მოთავსებულია ერთი ჰექტარისათვის საჭირო რაოდენობის აზოტობაქტერინი. აზოტობაქტერინი შენახული უნდა იქნეს მშრალ, გრილ და სუფთა შენობაში. მისი დასველება ყოველად შეუძლებელია. მას იყენებენ დამზადებიდან არა უგვიანეს სამი თვისა, რის შემდეგ მისი აქტივობა მკვეთრად ეცემა და გამოუსადეგარი ხდება.

ბ) ადგილობრივი აზოტობაქტერიანი

ადგილობრივი აზოტობაქტერიანის დასამზადებლად იყენებენ კარგ გაკულტურებულ ნიადაგს, რომელსაც ცრიან. აზოტობაქტერიის კარგი განვითარებისათვის ერთ კილოგრამ ნიადაგს უმატებენ 15 გრამ შაქრის ფხენილს ან 200—300 გრამ სტაფილოს, 1 გრამ სუპერფოსფატს და 10 გრამ კირს. თუ ნიადაგში აზოტობაქტერი ცოტაა, მაშინ უმატებენ სუფთა კულტურას. ასეთი წესით მომზადებულ ნიადაგს დანამავენ და თბილ სათბურში მოათავსებენ. სათბურის ჩარჩოს ზემოდან ახურავენ ქალაღს. 2—3 დღის შემდეგ 25—30° ტემპერატურის პირობებში ნიადაგის ზედაპირზე ჩნდება ლორწოსებრი მასა, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ აზოტობაქტერიანი მზადაა და შეიძლება მისი ნიადაგში შეტანა.

გ) აზოტობაქტერიანის განვითარებისათვის აუცილებელი პირობები

როგორც უკვე ვიცით, აზოტობაქტერს არ შეუძლია განვითარდეს და შეითვისოს ატმოსფეროს აზოტი მყავე ნიადაგში. ამიტომ მყავე ეწერი ტიპის წითელმიწებსა და ტორფიან ნიადაგებში, სადაც ხსნარის რეაქცია PH—6 ნაკლებია, აზოტობაქტერი ატმოსფეროს თავისუფალ აზოტს არ შეითვისებს. ასეთი ნიადაგები უნდა მოვაკირიანოთ. კირის, ნაცრის, ფოსფორიტის ფქვილის შეტანა ქმნის კარგ პირობებს აზოტობაქტერიის განვითარებისათვის.

აზოტობაქტერიის განვითარებისათვის არანაკლები მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ტენიანობას. იგი ტენის მოყვარული მიკროორგანიზმია. ტენიანობის შემცირებასთან ერთად მცირდება აზოტობაქტერიის რაოდენობა ნიადაგში.

აზოტობაქტერი დიდ მოთხოვნილებას უყენებს აგრეთვე ჰაერაციას. ნიადაგში ჰაერის ცუდი ცირკულაციის პირობებში აზოტობაქტერის ცხოველყოფილება მკვეთრად ეცემა.

საუკეთესო ტემპერატურას აზოტობაქტერიის განვითარებისათვის წარმოადგენს 25—30° აზოტობაქტერი, რომელიც გამოყოფილია ჩრდილოეთის ნიადაგებიდან, შედარებით უფრო დაბალ ტემპერატურაზე ვითარდება, ვიდრე სამხრეთის რაიონების ნიადაგიდან გამოყოფილი რასები.

აზოტობაქტერიის კარგი განვითარებისათვის საჭიროა შესაფერისი საკვები არე, განსაკუთრებით კი ნახშირბადოვანი შენაერთების არსებობა საკვებ არეში, რადგან ისინი წარმოადგენენ აზოტობაქტერიის ენერჯის წყაროს. აზოტობაქტერი იყენებს შაქარს, ორგანულ მყავებს და სპირტებს, რომლებიც მცენარეული ორგანიული ნივთიერების გახსნის პროდუქტსა და მცენარის ფესვებიდან გამოყოფილ ნივთიერებაში

მოიპოვებიან. აზოტობაქტერიისათვის აუცილებელია აგრეთვე ხსნად ფორმებში კალციუმისა და ფოსფორის მარილები. კალიუმს უფრო ნაკლები მნიშვნელობა აქვს, ვიდრე ფოსფორს, რადგან პირველი ნაწილობრივ შეიძლება შეიცვალოს ნატრიუმით.

დ) აზოტობაქტერიის გამოყენება

აზოტობაქტერიის გამოყენება ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურისათვის. ნიადაგით ან ტორფით მომზადებული აზოტობაქტერიის მარცვლეული, ბოსტნეული და ტექნიკური კულტურების გასანოყიერებლად იხმარება 3 კილოგრამის რაოდენობით ჰექტარზე, ხოლო კარტოფილის კულტურისათვის გაორკეცებული ნორმით (6 კგ).

აზოტობაქტერიის შეაქვთ აგრეთვე ბოსტნეული და სხვა კულტურების ჩითილის, ხე-მცენარის ნერგის ქვეშ დარგვისას. 25 — 30 ათას ცალ ნერგზე საჭიროა 3 კილოგრამი აზოტობაქტერიის.

მარცვლეულ და ბოსტნეულ კულტურებში აზოტობაქტერიის შეტანა წარმოებს თესლთან ერთად. ამისათვის თესლს ნამავენ წყლით, რათა აზოტობაქტერიის კარგად მიეკრას ზედ. თესლს წინასწარ გაშლიან ბრეზენტზე ან იატაკზე. ყოველ 30 — 40 კილოგრამ თესლს ასხამენ 1 ლიტრ წყალს და ხის ნიჩბით კარგად ურევენ, რის შემდეგ თხლად გაშლიან, რომელსაც მიაყრიან აზოტობაქტერიის დოზით 3 კილოგრამი ერთ ჰექტარ სათეს ნორმაზე და კვლავ გულდასმით ურევენ. აზოტობაქტერიის თესლთან არევა არ უნდა წარმოებდეს მზეზე, რადგან, როგორც ცნობილია, მზის სხივები იწვევს მათ დახოცვას. აზოტობაქტერიის თესლს ურევენ უშუალოდ თესვის წინ.

აზოტობაქტერიით დამუშავებული თესლის დათესვა უკეთესია დილით ან საღამოს. თესლი მაშინვე უნდა ჩაკეთდეს ნიადაგში, რათა დაცულ იქნას იგი მზის სხივების მოქმედებისაგან.

თუ თესლი ფორმალინითაა შეწამლული, მაშინ ამ უკანასკნელის აქროლების მიზნით მას წინასწარ ანიავებენ და შემდეგ ასხურებენ აზოტობაქტერინს. წინააღმდეგ შემთხვევაში ფორმალინი დახოცავს აზოტობაქტერს. კარტოფილზე აზოტობაქტერიის შეტანა წარმოებს შემდეგი წესით. იღებენ 1 ჰექტარისათვის საჭირო რაოდენობის კარტოფილის სათესლე ტუბერებს და გაშლიან ჩრდილში, რის შემდეგ შეასველებენ ყოველ 100 კილოგრამზე 10 — 15 ლიტრი წყლით და გულდასმით აურევენ ხის ნიჩბით. შესველებულ სათესლე მასალას უმატებენ 1 ჰექტარისათვის საჭირო 6 კილოგრამ აზოტობაქტერინს, რომელიც წინასწარ შერეულია 8 — 10 ნაწილ ნიადაგთან.

ბოსტნეული ან სხვა კულტურების ჩითილის ფესვებს ასველებენ აზოტობაქტერიის წყლიან სქელ ხსნარში და დაუყოვნებლივ რგავენ.

აზოტობაქტერიის შეტანა შეიძლება ბუნდაშიც, რისთვისაც 1 ჰექტარისათვის გათვალისწინებულ აზოტობაქტერიის წინასწარ ურევენ 100 — 200 კილოგრამ ბოსტნის ნიადაგს და თითოეულ ბუნდაში ყრიან ნარევის დაახლოებით 5 — 10 გრამს, რომელსაც მიწას მიაყრიან. ადგილობრივ დამზადებული აზოტობაქტერიის გამოყენება წარმოებს ისეთივე წესით, როგორც ქარხნულის.

აგარზე დამზადებულ აზოტობაქტერიის იყენებენ შემდეგნაირად: ბოთლში, რომელშიც აგარზე დამზადებული აზოტობაქტერია, ასხამენ მისი მოცულობის მეოთხედ წყალს და 24 საათის განმავლობაში 6-ჯერ მაინც შეანჯღრევენ. თესვის დღეს კი ამ ნარევს განაზავებენ იმ ვარაუდით, რომ ყოველ 30 — 40 კილოგრამ თესლზე ან 50 — 60 კილოგრამ კარტოფილის ტუბერებზე მოდიოდეს ერთი ლიტრი ხსნარი. მიღებულ მღვრიე ხსნარს ასხურებენ სათესლე მასალაზე და გულდასმით ურევენ, რის შემდეგ თესლს მაშინვე თესენ. ჩითილის ფესვებს დარგვის წინ ამოავლებენ ზემოთ აღწერილი წესით მომზადებული აზოტობაქტერიის ხსნარში.

აგარზე დამზადებული აზოტობაქტერიის საკირო რაოდენობა 1 ჰექტარზე მოცემულია 137-ე ცხრილში.

ცხრილი 137

კულტურის დასახელება	ფართობი და ჩითილის რაოდენობა	აზოტობაქტერიის ბოთლების რიცხვი	განხა ეზიათის საკირო წყლის რაოდენობა ლიტრებით
კარტოფილი	ჰექტარი	2—3	20—30
მარცვლეული და ბოსტნეული	25" — 30	1	3
სხვადასხვა კულტურების ჩითილები	ათასი ჩითილი	1	2

სსრ კავშირში ჩატარებული მრავალი ცდით დადგენილია, რომ აზოტობაქტერია იწვევს არაპარკოსანი კულტურების მოსავლის ზრდას. მათგან ყველაზე მეტი მატება აღნიშნულია ბოსტნეულ კულტურებზე. ასე, მაგალითად, პამიდორის მოსავლის საშუალო მატება ჰექტარზე უდრის 20 პროცენტს, კომპოსტოსი 3 — 5 ტონას, კარტოფლისა — 2 — 3 ტონას, შაქრის ჭარხლისა — 3,4 — 5 ტონას.

დასასრულ, უნდა აღინიშნოს, რომ აზოტობაქტერიის ეფექტურობა მით უფრო მეტია, რამდენადაც დაცულია მისი გამოყენების ყველა წესი.

3. ფოსფორობაქტერია

ნიადაგში ფოსფორი მინერალურ და ორგანულ შენაერთებში იმყოფება. მისი საერთო რაოდენობა ერთი ჰექტარი ფართობის სახნავ

უენაში საშუალოდ 3-დან 9 ტონამდე აღწევს. ასეთ ნიადაგებზე მცენარე ხშირად განიცდის ფოსფორის ნაკლებობას, რაც აიხსნება იმით, რომ მასში არსებული ფოსფოროვანი შენაერთები არ იმყოფება მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმებში. იგი რომ მცენარისათვის მისაწვდომი გახდეს, საჭიროა მისი გარდაქმნა. ნიადაგში არსებული საერთო ფოსფორის შემადგენლობიდან ნიადაგის სახესხვაობის მიხედვით იგი 28-დან 85 პროცენტამდე ორგანულ შენაერთებში იმყოფება, დანარჩენი ნაწილი კი წარმოდგენილია მინერალური შენაერთების სახით.

ნიადაგში ფოსფორის ორგანული შენაერთები წარმოადგენენ მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ნაშთებს, რომლებიც სისტემატურად გროვდებიან ნიადაგში. ისინი რომ მცენარისათვის მისაწვდომი გახდნენ, საჭიროა მათი დაშლა, ე. ი. მინერალიზაცია. ფოსფორის ორგანული შენაერთების მინერალიზაცია ნიადაგში წარმოებს განსაკუთრებული ჯგუფის მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობის შედეგად, რომლებიც შლიან რა ნიადაგის ფოსფორის შემცველ ორგანულ შენაერთებს, წარმოშობენ ფოსფორის მჟავას, ეს უკანასკნელი კი უერთდება ნიადაგში არსებულ კათიონებს და წარმოშობენ, ერთი მხრივ, მცენარისათვის ძნელადშესათვისებელ და, მეორე მხრივ, მცენარისათვის ადვილადშესათვისებელ მარილებს, რის შედეგად უმჯობესდება მცენარის კვება ფოსფორით. ამის შედეგად იზრდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობა. დადგენილია, რომ ფოსფორის ორგანული შენაერთების დამშლელი ბაქტერიები ტორფიან, გადამპალა-კარბონატულ ნიადაგებში და შავმიწებში იწვევენ ადვილადხსნადი ფოსფორის მჟავას შემცველობის გადიდებას. საშუალოდ 100 გრამ ნიადაგში ასეთი ბაქტერიების შეყვანით P_2O_5 შემცველობა 15 — 42 პროცენტით იზრდება. ამასთან დაკავშირებით დაიბადა აზრი ფოსფორის შემცველი ორგანული ნივთიერების დამშლელი ბაქტერიების ხელოვნურად შეყვანით ორგანული ნივთიერებით მდიდარ ნიადაგებში მიღწეათ მცენარის ფოსფორული კვების გაუმჯობესება. ამ მიზნით შემუშავებულ იქნა ბაქტერიული სასუქის პრეპარატი, რომელსაც ფოსფორობაქტერიინი ეწოდება.

სავეგეტაციო ცდებით დადგენილია, რომ ფოსფორობაქტერიინის გამოყენება შვრიის მარცვლის მოსავალს ზრდის 20 — 40 პროცენტით. მრავალრიცხოვანი მინდვრის ცდების შედეგები მოწმობენ, რომ ფოსფორობაქტერიინის ორგანული ნივთიერებით მდიდარ ნიადაგებში შეტანით შვრიის, ქერისა და ხორბლის მარცვლის მოსავალი ჰექტარზე 1 — 3 ცენტნერით იზრდება.

ფოსფორობაქტერიინის მომზადება და მისი გამოყენება არაა რთული. მას დიდი რაოდენობით უშვებს ჩვენი ქვეყნის საეციალური ქარ-

ხნები. ფოსფორობაქტერიანი მოთავსებულია სპეციალურ პარკებში ან მუყაოს ყუთებში. იგი წარმოადგენს თიხის მშრალ ფხვნილს, რომელიც შეიცავს ორგანული ფოსფორიანი შენაერთების დამშლელი ბაქტერიების სუფთა კულტურას.

ფოსფორობაქტერიანი ნიადაგში შეაქვთ თესლთან ერთად. თესლის ბაქტერიზაცია წარმოებს შემდეგი წესით: დათესვამდე ორი-სამი საათით ადრე 250 გრამ ფოსფორობაქტერიის სუფთა კურკელში ათავსებენ და უმატებენ 2,5—3 ლიტრ ნელთბილ წყალს, რომლის ტემპერატურა 15—18° არ აღემატება. გულდასმით ურევენ ხის კოვზით და შემდეგ ამ კურკელს ათავსებენ 15—20° პირობებში ბაქტერიების აქტიურ მდგომარეობაში გადასაყვანად, თან დროგამოშვებით 5—6-ჯერ ურევენ ხის კოვზით. ამის შემდეგ ამზადებენ ერთ ჰექტარზე საჭირო თესლს, შლიან მას თხელ ფენად და განუწყვეტელი ნჯღრევით ასხურებენ ფოსფორობაქტერიის უკვე ზემოთ აღნიშნული წესით მომზადებულ პრეპარატს, თან თესლს გულდასმით ურევენ, რათა ბაქტერიული სასუქი თანაბრად განაწილდეს.

ამასთან არ უნდა დავივიწყოთ ის, რომ თესლის ბაქტერიზაცია ჩრდილში უნდა ჩატარდეს, რადგანაც მზის პირდაპირი სხივები კლავს ბაქტერიებს. ბაქტერიზებულ თესლს შეაშრობენ ჩრდილში, ჩაყრიან სუფთა ტომრებში და დაუყოვნებლივ თესავენ. შეიძლება ერთდროულად რამდენიმე ჰექტარისათვის საჭირო თესლის ბაქტერიზება. რა თქმა უნდა, თვითული ჰექტარისათვის აღებული უნდა იქნეს ფოსფორობაქტერიის სათანადო დოზა—250 გრამი.

თესლის შეწამლვა ფორმალინით უნდა ჩატარდეს ბაქტერიზაციის წინ, რის შემდეგ კარგად უნდა გაშრეს და განიავდეს, ვინაიდან ფორმალინი ცუდად მოქმედებს ბაქტერიების ცხოველმყოფელობაზე.

ფოსფორობაქტერიის თესლთან ერთად შეტანისას ორგანული ნივთიერების ფოსფოროვანი შენაერთების დამშლელი ბაქტერიები გროვდებიან მცენარის ფესვთა სისტემის ირგვლივ და ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად აუმჯობესებს მცენარის ფოსფორით კვებას.

ფოსფორობაქტერიანი მაღალ ეფექტს იძლევა ორგანული ნივთიერებით მდიდარ ნიადაგებზე, ასეთია: ტორფიანი, გადამპალა კარბონატული, კორდიანი ეწერის ტიპის და შავმიწა ნიადაგები. ორგანული ნივთიერებით ღარიბ ნიადაგებზე ის შეიძლება გამოყენებულ იქნას ორგანული სასუქების (ნაკელის, კომპოსტის) შეტანის შემდეგ ან მწვანე სასუქების ჩახვნისას.

ნათესბალახიან თესლბრუნვის მინდვრებზე ფოსფორობაქტერიის შეაქვთ მარცვლეულ კულტურებზე, რომლებიც საფარს წარმოადგენენ ბალახებისათვის და იმ მარცვლეულებს ქვეშ, რომელიც კორღზე ან

ამობრუნებულ კორდზე ითესება, რადგანაც ეს ნაკვეთები ყველაზე უფრო უზრუნველყოფილია ორგანული ნივთიერებებით.

ფოსფორობაქტერიის იყენებენ აგრეთვე იმ საშემოდგომო კულტურებისათვის, რომლებიც სუფთა ანეულზე ითესებიან. მკავე ეწერი ტიპის და წითელმიწებზე ფოსფორობაქტერიანი ეფექტს არ იძლევა. ასეთ შემთხვევაში მისი გამოყენება შეიძლება მხოლოდ აღნიშნული ნიადაგების მოკირიანების შემდეგ. ფოსფორობაქტერიის ნიადაგში შეტანა არ გამოიციხავს აზოტიანი და კალიუმიანი სასუქების გამოყენებას.

ფოსფორობაქტერიანი შედარებით ახალი ღონისძიებაა, ამიტომ საჭიროა განსაკუთრებული ყურადღება მიექცეს მისი გამოყენების ზემოთ აღნიშნული წესების დაცვას, რათა უზრუნველყოფილი იქნეს მაღალი ეფექტურობა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის ზრდა.

4. ბაქტერიული სასუქი „ამბ“

დიდი ხანი არ არის მას შემდეგ, რაც საკავშირო სასოფლო-სამეურნეო მიკრობიოლოგიის ინსტიტუტმა გამოიმუშავა ბაქტერიული სასუქი „ამბ“ (აუტოხტონურა...მიკროფლორა ბ). იგი განკუთვნილია უმთავრესად კორდიან ეწერიდან ნიადაგებისათვის. სასუქი „ამბ“ თავის შემადგენლობაში აქტიურ მდგომარეობაში შეიცავს ნიადაგის ნაყოფიერებისათვის მეტად საყურადღებო მიკროორგანიზმების ჯგუფს, რომლებიც ახორციელებენ ნიადაგის ჰუმუსის მდნე რაღაცეას, რითაც გადაყავთ საკვებ ნივთიერებათა მარაგი ძნელად ხსნადიდან ადვილად ხსნად ფორმებში. ამ სასუქის შემადგენლობაში შედის ისეთი ანაერობული ბაქტერიები, როგორცაა: ამონიფიქსატორები, ნიტრიფიკატორები, დენიტრიფიკატორები, ცელულოზის და ფოსფოროვანი შენაერთების დამშლელი ბაქტერიები. ამვე პრეპარატში შედის აგრეთვე აერობული აზოტის შემთვისებელი ბაქტერიებიც.

საკავშირო სასოფლო-სამეურნეო მიკრობიოლოგიის ინსტიტუტის მონაცემების თანახმად, მცენარის მოსავალი დამოკიდებულია ნიადაგში არსებულ ორგანულ ნივთიერებაზე და ზემოთ ხსენებულ მიკროორგანიზმების არსებობაზე.

მკავე ნიადაგების მიკროფლორის ანალიზის შედეგად დადგინდა იქნა, რომ ამ ნიადაგებში მცირე რაოდენობითაა ნიტრიფიკაციის გამომწვევი ბაქტერიები (ნიტრიფიკატორები), ხოლო სრულიად არაა აზოტობაქტერიები. ასევეა მკავე ჰაობიან ნიადაგებშიც. ყამირ ეწერი ნიადაგებზე აღნიშნული ბაქტერიების არსებობა აღმოჩენილ იქნა მხოლოდ ზედაპირულ ფენებში. ასეთი ნიადაგების დამუშავება აუმაჯობესებს ჰაერის მოძრაობას. ქვედა ფენებში და ხელს უწყობს ნიტრიფი-

კატორებისა და აზოტობაქტერიების განვითარებას, რის შედეგად იზრდება საერთო ბიოლოგიური აქტივობა.

მკვლე ნიადაგების მოკირიანება ანეიტრალებს რა მის მკვავიანობას, იწვევს მასში არსებული მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობის გაძლიერებას. ეწერ ნიადაგში დამუშავებისა და მოკირიანების გარდა ბაქტერიების ცხოველმყოფელობის გაზრდა შეიძლება შესაფერისი მიკროფლორით, დამატებითი ბაქტერიზაციის მეშვეობით. სწორედ ამ მიზნით იყენებენ ბაქტერიულ სასუქს „ამბ“. შემოღდომის ზამთრისა და აღრე გაზაფხულის განმავლობაში ორგანული ნივთიერების დამშლელი მიკროორგანიზმების რაოდენობა ნიადაგში ასჯერ და ზოგჯერ ათასჯერაც მცირდება. ეს მოვლენა გამოწვეულია დაბალი ტემპერატურისა და აერაციის შესუსტების გამო. ბაქტერიული პროცესების შენელების შედეგად ნიადაგში მცირდება ნიტრატების შემცველობა. ამიტომ საჭიროა საშემოღდომო კულტურის გაზაფხულზე გამოკვება.

გაზაფხულზე, ნიადაგის გათბობისთანავე, მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობა მკვეთრად იზრდება. დადგენილია, რომ მიკროორგანიზმების ყველაზე უკეთესი განვითარება შენიშნულია 20° ტემპერატურის დროს, უფრო დაბალი ტემპერატურის დროს კი მათი ცხოველმყოფელობა თანდათანობით ეცემა. მეტად გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ისეთი ღონისძიებების გამონახვას, რომელიც გამოიწვევდა მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობის გაზრდას გაზაფხულზე, რითაც გაძლიერდებოდა მცენარის ფესვით კვება. ასეთ ღონისძიებად შეიძლება მივიჩნიოთ განსაზღვრული რაოდენობის ნიადაგის ხელოვნური გახურება და შემდეგ მისი ნაკვეთში შეტანა, ანდა ბიოლოგიურად აქტიური ორგანული ნივთიერების—კარგად მომზადებული ნაკელის მობწევა. უკანასკნელ ხანებში ამავე მიზნით იყენებენ „ამბ“-ს, რომელიც აერობულ მიკროფლორას შეიცავს. აღსანიშნავია, რომ ერთი გრამი ბაქტერიული სასუქი „ამბ“ ათეულ მილიონ მიკროორგანიზმს შეიცავს. „ამბ“-ს ჩვენში ამზადებენ როგორც სპეციალურ ქარხნებში. ისე მუერწნობაშიც. მუერწნობაში მიღებულ პრეპარატს ურევენ კარგად გახრწნილ და კირით განეიტრალებულ ტორფს. ერთ ჰექტარზე საჭირო პრეპარატს ურევენ 250 კილოგრამ ტორფს.

მასასადამე, ბაქტერიული სასუქი „ამბ“ წარმოადგენს ტორფის გახრწნილ მასას, რომელშიც ხელოვნურად შეყვანილია ნიტრიფიკატორების, ამონიფიკატორების, აერობული ცელულოზის ბაქტერიების შემცველი მიკროორგანიზმები, აგრეთვე ფოსფორის შემცველი ორგანული შენაერთების დამშლელ და ნიადაგის ფლორის მთელ რიგ სხვა მიკროორგანიზმებს, აზოტის ფიქსატორებს. ნიადაგში „ამბ“ შესატანად

მომზადება არ წარმოადგენს რთულ ოპერაციას, ის შეიძლება დამზადდეს ყველა მეთურნობაში. ამ მიზნით, თესვის წინ, არა უგვიანეს ერთი თვისა, იღებენ მუავე ტორფს (ტორფის საბადოების ზედაპირიდან), შეაშრობენ მას, დააქუცმაცებენ და გაატარებენ 0,5—1-სანტიმეტრიან საცერში. ერთ ტონა ასეთი წესით მომზადებულ ტორფს უმატებენ ერთ ცენტნერ წვრილად დაფქვილ კირქვას, გაჯს ან ფოსფორიტის ფქვილს და ერთ კილოგრამ ბაქტერიული სასუქის „ამბ“ სადღედ კულტურას.

„ამბ“ სადღედ კულტურა მზადდება ქარხნული წესით და კილოგრამი შეიცავს არა უმცირეს 10 მილიონ ნიადაგის ფლორის ბაქტერიებს. იმ შემთხვევაში, თუ სადღედ კულტურა არ მოიპოვება სოფლმომარაგებაში, ის შეიძლება შეცვლილ იქნას 50 კილოგრამი ძლიერ ნოყიერი საბოსტნე ნიადაგით და 1-2 კგ ბაქტერიული სასუქით— აზოტოგენით. მათ ერთმანეთში კარგად ურევენ და სამი კვირით ათავსებენ ისეთ შენობაში, რომლის გათბობა წარმოებს. ამგვარად მომზადებული სასუქის ფენის სისქე 70—80 სანტიმეტრზე მეტი და მასში ტემპერატურა 40° ზევით არ უნდა იყოს. სასუქის „მომწიფებისათვის“ ოპტიმალურ ტემპერატურად ითვლება 25°, რომლის შენარჩუნებისათვის მას ყრიან ხის იატაკზე. დაუშვებელია სასუქში ტემპერატურის 40°-ზე ზევით აწევა. ასეთი წესით შენახული სასუქი კვირაში ორ-სამჯერ უნდა აირიოს ხის ნიჩბით, ხოლო ზედაპირის შეშრობისას შესველდეს სუფთა წყლით. 3 კვირის შემდეგ სასუქი მზადაა, რომელსაც თესვის წინ ნიადაგის ზედაპირზე აბნევენ 250 კილოგრამის რაოდენობით ჰექტარზე. თანაბრად და წესიერად განაწილების მიზნით, შესატან ფართობიდან იღებენ 1000 კილოგრამ ნიადაგს და მასში გულდასმით ურევენ „ამბ“ სათანადო დოზას. ნიადაგის ზედაპირზე მობნევისთანავე წარმოებს მისი ფარცხით ან გუნთით ჩაქეთება, რადგან მზის სხივებზე და ტემპერატურის დაცემით მიკროორგანიზმების ცხოველყოფელობა ეცემა. სასუქის შეტანა უკეთესია ნიადაგის მოფარცხვის წინ. საერთოდ სასუქის ჩაქეთების წესი დამოკიდებულია თესვისწინა დამუშავების ხასიათზე.

მრავალრიცხოვანი მინდვრის ცდებით დადგენილია, რომ ბაქტერიული სასუქი „ამბ“ ტორფიან გაეწერებულ ნიადაგებზე შვრიის მარცვლის მოსავალს 2,6 ცენტნერით ზრდის ჰექტარზე, ხოლო კორდიან ეწეროვან ნიადაგებზე (კირის ფონზე) 2,5 ცენტნერით. ასევე მაღალი ეფექტურობით ხასიათდება იგი გადამპალა კარბონატულ ნიადაგებზე. „ამბ“ თითქმის სრულიად არ იძლევა ეფექტს შავმიწა და ორგანული ნივთიერებით ღარიბ ნიადაგებზე.

ბაქტერიულ სასუქს („ამბ“) იყენებენ აგრეთვე ტორფის დავომპოსტებისას, მასში შემავალი ორგანული ნივთიერების გახრწნის დაჩქარებისათვის.

არაპირდაპირი სასუქები

არაპირდაპირი ეწოდება ისეთ სასუქებს, რომლებიც გავლენას ახდენენ ნიადაგის ფიზიკურ, ქიმიურ, ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებზე და აუმჯობესებენ მცენარის ზრდა-განვითარების პირობებს, ზრდიან სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარეების მოსავლიანობას. არაპირდაპირი სასუქებიც მოქმედებენ პირდაპირ მცენარის ზრდა-განვითარებაზე, მაგრამ ძალზე უმნიშვნელოდ. არაპირდაპირ სასუქებს ეკუთვნის: კირი, თაბაშირი, გოგირდი, ნატრიუმქლორი და სხვ.

1. ნიადაგის მოპირიანება

მაღალი ტემპერატურის, დიდი რაოდენობის ატმოსფეროს ნალექების ზემოქმედებით და ნიადაგწარმოქმნელი სხვა ფაქტორების გარკვეული პირობების არსებობისას, შესაძლებელია ნიადაგის მშთანთქმელი კომპლექსიდან გამოძევებულ იქნას: კალიუმი, ნატრიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი და სხვა კათიონები და მისი ადგილი დაიკავოს წყალბადის ან ალუმინის იონებმა. ამის შედეგად შეიძლება ნაცვლად ფუძეებით მაძლარი ნეიტრალური და ტუტე რეაქციის ნიადაგებისა, მივიღოთ ფუძეებით არამაძლარი — მჟავე, ეწერი და წითელმიწა ნიადაგები. არეს რეაქციის გამჟავებას, როგორც ვიცით, ხელს უწყობს ნიადაგში სისტემატურად ფიზიოლოგიურად მჟავე სასუქების გამოყენება.

საბჭოთა კავშირში ძალზე გავრცელებულია მჟავე ნიადაგები. მას საერთო სახნავი ფართობის დაახლოებით 30 მილიონ ჰექტარზე მეტი უკავია.

მჟავე ნიადაგები ღარიბია მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებით და ჰუმუსით. ის ცუდი ფიზიკური თვისებებით ხასიათდება. მჟავე ნიადაგებში დიდი რაოდენობით მოიპოვება წყალბადისა და ალუმინის იონები, რაც ცუდ გავლენას ახდენს მცენარის ზრდა-განვითარებაზე. მჟავე ნიადაგებში ძალზე შემცირებულია მიწათმოქმედების თვალსაზრისით სასარგებლო მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობა და სხვ.

ლიტერატურაში კარგად არის ცნობილი, რომ მცენარე თავისი ზრდა-განვითარებისათვის გარდა წყლისა, საკვები ნივთიერებისა, სითბოსა, სინათლისა და ჰაერისა მოითხოვს აგრეთვე მისთვის სასურველ

არეს რეაქციას. დადგენილია, რომ სხვადასხვა მცენარე სხვადასხვანაირ დამოკიდებულებას იჩენს არეს რეაქციისადმი. მაგალითად, ჩაი, კარტოფილი, ხანჭკოლა და სხვ. კარგად ვითარდებიან მკავე რეაქციის მქონე ნიადაგებზე, მაგრამ ცუდად ან სრულებით ვერ ხარობენ ნეიტრალურ ან ტუტე რეაქციის ნიადაგებზე და პირიქით, ისეთი მცენარეები, როგორცაა: ხორბალი, შაქრის ქარხალი, კომბოსტო, იონჯა და სხვ. კარგად ვითარდებიან ნეიტრალურ და სუსტ ტუტე რეაქციის ნიადაგებზე, ცუდად ან სრულიად ვერ ხარობენ ძლიერ მკავე რეაქციის მქონე ნიადაგებზე და სხვ.

მცენარის ზრდა-განვითარებაზე არეს რეაქციის გავლენა ჭერჯირობით კარგად არ არის შესწავლილი.

ცნობილია, რომ წყალბადიონების მოქარბებული რაოდენობა უარყოფითად მოქმედებს ფესვთა სისტემის განვითარებაზე და უჯრედის პლაზმის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე, არღვევს მცენარეში საკვები ნივთიერების ნორმალურ შესვლას და ნივთიერებათა ცვლას. ყოველივე ამის შედეგად მკავე რეაქციის პირობებში უარესდება მცენარის კვებისა და მისი ზრდა-განვითარების პირობები.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, მკავე ნიადაგები დაბალი ნაყოფიერებით ხასიათდებიან. მასზე მზარდი მცენარეები ნორმალურად ვერ ვითარდებიან და მცირე მოსავალს იძღვევიან. მასში შეტანილი სასუქებიც დაბალი ეფექტურობით ხასიათდებიან და სხვ. ასეთი ნიადაგების ნაყოფიერების გაუმჯობესების, მცენარეების ნორმალური ზრდა-განვითარების და მასში შეტანილი სასუქების ეფექტურობის გაღდიების მიზნით საჭიროა მათი მოკირიანება.

მოკირიანების ქვეშ იგულისხმება ნიადაგში კირის (CaCO_3 , CaO , Ca(OH)_2) ან კალციუმის და მაგნიუმის კარბონატის, ანდა კირის შემცველი სხვა სასუქის შეტანა, რომელიც უზრუნველყოფს მკავე ნიადაგის არეს რეაქციის განეიტრალებას და მისი ნაყოფიერების გაუმჯობესებას.

ა) მოკლე ისტორიული ცნობები ნიადაგის მოკირიანების შესახებ

სოფლის მეურნეობაში კირის გამოყენება ღიდი ხანია იპყრობდა კაცობრიობის ყურადღებას. ლიტერატურაში მოიპოვება მრავალი ფაქტი იმის შესახებ, თუ რა ღიდი გამოყენება მქონდა კირს ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესებისა და მაღალი მოსავლიანობის მიღების საქმეში. ინგლისში ჭერ კიღევ პლინიუსის. (რომაელების ბატონობის პერიოდი) დროს იყენებდნენ ტკილს ნიადაგის ნაყოფიერების გასაუმჯობესებლად. ინგლისელები ტკილში ხეღავდნენ ნიადაგის კონცენტრულ სიმღიდრეს — „მის სიმსუქნეს“.

ნიადაგის მოკირიანებამ იქ ფართო გამოყენება ჰპოვა XVI—XVII საუკუნეებში, განსაკუთრებით კი XIX საუკუნეში. საერთოდ უნდა აღინიშნოს, რომ ხშირი მოკირიანებისა და კირის მაღალი დოზების გამოყენების ქვეყანა იყო ინგლისი.

წინათ ინგლისში ნიადაგის მოკირიანებას ვერ ანსხვავებდნენ ნაკელის გამოყენებისაგან. ამიტომ ხშირი მოკირიანებით და კირის დიდ დოზებით შეტანის შედეგად ადგილი ჰქონდა მოსავლიანობის შემცირებას, რაც მისდამი დიდ გულგატეხილობას იწვევდა. ამის მიზეზი იყო იმ დროისათვის შეუსწავლელი და ფართო მასებისათვის უცნობი ნიადაგის მოკირიანების თეორია და პრაქტიკა. მხოლოდ მას შემდეგ, რაც შესწავლილი და ფართო მასებისათვის ცნობილი გახდა მთავე ნიადაგების მოკირიანების თეორია და პრაქტიკა, ასეთ გულგატეხილობას ადგილი აღარ ჰქონია.

ლიტერატურაში ცნობილია, რომ საფრანგეთში ნიადაგის მოკირიანების შემდეგ შესაძლებელი გახდა იონჯის ფართო მასშტაბით თესვა და ამის საფუძველზე მეცხოველეობის წინ წაწევა. თავის მხრივ იონჯის პირდაპირი და მისგან მიღებული ნაკელის მოქმედების შედეგად ამავე ნიადაგებზე ხორბლის მაღალი მოსავალი იქნა მიღებული.

ნიადაგის მოკირიანებას დიდი ყურადღება ექცეოდა გერმანიაშიც. განსაკუთრებით მის ჩრდილოეთ ნაწილში. ლიტერატურული წყაროების მიხედვით, ტკილის გამოყენება გერმანიის სოფლის მეურნეობაში XII საუკუნიდან დაიწყო და შემდეგ თანდათანობით გაფართოვდა. მწირი ნიადაგების ნაყოფიერების გაუმჯობესებისა და მოსავლიანობის გადიდების საქმეში ტკილის გამოყენებამ გერმანიაში დიდი როლი შეასრულა: დაბალი ნაყოფიერების მქონე ნიადაგები გარდაქმნილ იქნა მაღალნაყოფიერ ნიადაგებად, გაიზარდა სათესი ფართობები.

მეფისდროინდელ რუსეთში მთავე ნიადაგების მოკირიანების შესწავლა პირველად დაიწყო პროფესორმა სტებუტმა, რომელმაც თავისი საღისერტაციო შრომა („ნიადაგების მოკირიანება“, 1865 წელი) ამ საკითხს მიუძღვნა და ექსპერიმენტული მონაცემებით დაამტკიცა მისი ეფექტურობა სხვადასხვა კულტურების მიმართ.

ამ მხრივ მეტად ნაყოფიერი მუშაობა ჩაატარა დიდმა რუსმა მეცნიერმა მენდელეევმა. მის მიერ ჯერ კიდევ 1872 წელს გამოქვეყნებულ მეცნიერულ შრომებში აღნიშნული იყო ნიადაგის მოკირიანების უდიდესი როლი მყარი და მაღალი მოსავლის მიღების საქმეში.

ბროფ. ა. ნ. ენგელგარდტი თავის საკუთარ მამულში ბატიშჩევოში (სმოლენსკის ოლქში) ჩატარებული ცდებით მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ სამყურის მოსავლის ზრდის საქმეში ეწერი ნიადაგების მოკირიანებას დიდი მნიშვნელობა აქვს.

მეავე ნიადაგების მოკირიანებას უაღრესად დიდ ყურადღებას აქცევდა პროფესორი პ. ა. კოსტინევიც.

1897—1898 წლებიდან ნიადაგის მოკირიანებას მეცნიერულად სწავლობენ აკად. დ. ნ. პრიანიშნიკოვი და მისი მოწაფეები.

არ შეიძლება არ აღინიშნოს მეავე ნიადაგის მოკირიანების თეორიისა და პრაქტიკის შესწავლის საქმეში აკად. კ. კ. გედროიციის დამსახურება. მეტად მნიშვნელოვანი მეცნიერული გამოკვლევები მიუძღვნეს ამ საკითხს აკად. კ. კ. კედროვ-ზიზმანმა, ი. ი. სამუელოვმა, პროფ. ა. ვ. სოკოლოვმა, რემეზოვმა, იარუსოვმა, ასკინაზიმ, უფროს მეცნიერ მუშაკებმა შერბამ, კორნილოვმა და სხვ.

რემეზოვსა და შერბას ეკუთვნის მეცნიერული შრომა „ნიადაგის მოკირიანების თეორია და პრაქტიკა“, რომელმაც დიდი როლი შეასრულა ამ მეტად მნიშვნელოვანი ღონისძიებების პრაქტიკულად განხორციელების საქმეში.

ახლა საბჭოთა კავშირის ჩრდილოეთ ზონის ეწერი ნიადაგის მოკირიანება სავალდებულო აგროტექნიკურ ღონისძიებად არის მიჩნეული.

საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტია და საბჭოთა მთავრობა მეავე ნიადაგის მოკირიანების საკითხს უაღრესად დიდ ყურადღებას აქცევენ.

საქართველოს პირობებში ნიადაგის მოკირიანება თვით გლეხთა ინიციატივით დაიწყო 1900 წლიდან. მისი პირველი ინიციატორი იყო გეგუქორის რაიონის სოფელ ნამიკოლოვოს მცხოვრები უთა (ივანე) გვილავა, რომელმაც ტკილის გამოყენებით სიმინდის დიდი მოსავალი მიიღო. საქართველოში გავრცელებული წითელმიწა და ეწერი ნიადაგების მოკირიანების მეცნიერულად შესწავლის საქმეში დიდი მუშაობა ჩაატარა სასუქების, ნიადაგმცოდნეობისა და აგროტექნიკის საკავშირო სამეცნიერო-საკვლევო ინსტიტუტის (ВИУАА-ს) საქართველოს ფილიალმა, შრომის წითელი დროშის ორდენის საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის აგროქიმიის კათედრამ, ჩაისა და სუბტროპიკულ კულტურათა სრულიად საკავშირო სამეცნიერო-საკვლევო ინსტიტუტმა, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტმა და სხვ. ამჟამად დამუშავებულია საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკული ნიადაგების მოკირიანების თეორია და პრაქტიკა.

ბ) კირის გავლენა ნიადაგის თვისებებზე

მოკირიანების შედეგად ნიადაგში მიმდინარეობს მეტად რთული და მრავალმხრივი ცვლილებები. კირი გავლენას ახდენს არც რეაქციაზე, უმჯობესდება ნიადაგის ფიზიკური, ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური და

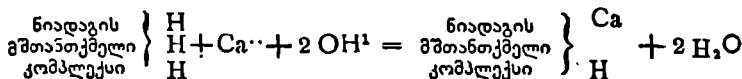
ბიოლოგიური თვისებები, მცენარის ზრდა-განვითარების პირობები, იზრდება მისი ნაყოფიერება. მოკირიანების შედეგად მიღებული მოსავლის ზრდა გამოწვეულია: არეს რეაქციის განეიტრალებით, ნიადაგის ფიზიკური თვისებებისა და მასში მიმდინარე მიკრობიოლოგიური პროცესების გაუმჯობესებით, მცენარისათვის საჭირო ნივთიერებების მობილიზაციით, მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებების რაოდენობრივი ზრდით და სხვ. აკად. დ. ნ. პრიაანიშნიკოვი აღნიშნავს, რომ ნიადაგის მოკირიანების ძირითადი დანიშნულებაა არეს რეაქციის განეიტრალება.

გ) კირის გავლენა ნიადაგის არეს რეაქციაზე და მოძრავი ალუმინის რაოდენობაზე

ნიადაგის მოკირიანების შედეგად ადგილი აქვს არეს რეაქციის განეიტრალებას და მოძრავი ალუმინის რაოდენობის შემცირებას. მოკირიანება იწვევს ნიადაგში არსებული ორგანული მჟავების განეიტრალებას; ეს რეაქცია შეიძლება შემდეგი სახით წარმოვიდგინოთ:



მოკირიანება იწვევს არა მარტო ნიადაგის ორგანული მჟავების განეიტრალებას, არამედ ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსში არსებული წყალბადიონების გამოძევებას კალციუმის იონების სახით. ამის შედეგად მშთანთქმელ კომპლექსში იზრდება კალციუმის იონები. რეაქცია ასეთი სახით მიმდინარეობს:



ცნობილია, რომ მჟავე რეაქციის პირობებში ალუმინის ხსნადობა ღიძია. ნეიტრალურ ინტერვალისაკენ არეს რეაქციის შეცვლასთან ერთად მცირდება მისი ხსნადობა, ხოლო ნეიტრალური რეაქციის პირობებში თითქმის ნულამდე დადის. ამრიგად, მჟავე ნიადაგების მოკირიანებისას წარმოებს როგორც ნიადაგის არეს რეაქციის განეიტრალება, ისე მოძრავი ალუმინის ხსნადობის შემცირება (იხ. ცხრილი 138).

ამრიგად, კირის გამოყენება იწვევს არეს რეაქციის განეიტრალებას და ნიადაგში არსებული მოძრავი ალუმინის რაოდენობის შემცირებას. PH 6,0 ახლოს ნიადაგში მოძრავი ალუმინის რაოდენობა თითქმის ნულს უახლოვდება.

კირის თანდათანობით მალალი დოზების გამოყენებისას ადგილი აქვს არა მარტო არეს რეაქციის განეიტრალებას და მოძრავი ალუმინის რაოდენობის შემცირებას, არამედ ამ დროს ნიადაგში იზრდება

ფუძეების მაძღრობის ხარისხი, შთანქმული და წყალხსნადი კალციუმის რაოდენობა, რასაც ადასტურებს სასუქების, ნიადაგმცოდნეობისა

ცხრილი 138

კირის გავლენა არეს რეაქციაზე და ნიადაგში არსებული მოძრავი ალუმინის რაოდენობაზე

ცდის სქემა	PH KCl-ის გამონაწერში	გაცვლითი ალუმინის რაოდენობა მილიგრამ ეკვივალენტი 100 გ ნიადაგში
უსასუქოდ (საკონტროლო)	4,6	7,2
2 ტონა CaCO ₃ ჰექტარზე	5,1	2,3
4 ტონა CaCO ₃ "	5,8	0,7
6 ტონა CaCO ₃ "	6,4	0,0
8 ტონა CaCO ₃ "	6,7	0,0
10 ტონა CaCO ₃ "	7,1	0,0

და აგროტექნიკის სამეცნიერო-საკვლევი ინსტიტუტის (ВНУАН) მოკირიანების ლაბორატორიის მონაცემები (იხ. ცხრილი 139).

ცხრილი 139

კირის მზარდი დოზების გავლენა არეს რეაქციაზე, ფუძეებით მაძღრობის ხარისხზე და წყალხსნადი კალციუმის რაოდენობაზე

	კირის დოზები ჰიდროლიზური მჟავიანობის მიხედვით				
	0	1/3	2/3	1	2
PH წყლის სუსუნეზიაში	4,4	5,0	5,8	6,5	6,9
ჰიდროლიზური მჟავიანობა მილიგრამ ეკვივ. 100 გ ნიადაგში	5,5	3,4	1,9	1,1	0,6
ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი (γ) %-ით	47,3	65,3	82,2	89,7	95,6
შთანქმული კალციუმის რაოდენობა მილიეკვივ. 100 გ ნიადაგში	4,4	4,8	5,6	6,0	7,6
წყალხსნადი კალციუმის რაოდენობა მილიგრამობით 100 გ ნიადაგში	23	30	35	40	48

ამრიგად, კირის დოზების გადიდების შესაბამისად მცირდება მჟავიანობა, მატულობს ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი და იზრდება შთანქმული და წყალხსნადი კალციუმის რაოდენობა, რაც უდიდეს გავლენას ახდენს ნიადაგის თვისებებზე და მცენარის კვების პირობებზე.

დ) კირის გავლენა ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებზე

ნიადაგის მშთანქმელ კომპლექსში არსებული წყალბადიონების შეცვლა კალციუმის იონებით იწვევს კოლოიდების კოაგულაციას, რის

შედევადაც ადგილი აქვს ნიადაგის ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესებას. შემჩნეულია, რომ მოკირიანების შემდეგ ნიადაგის დამუშავება ადვილდება, თვითეულ ჰექტარ ფართობზე ნაკლები საწვავი იხარჯება. ნიადაგის ფიზიკური თვისების გაუმჯობესებას თან ახლავს წყლისა და ჰაერაციის რეჟიმის გაუმჯობესება. მოკირიანების შედეგად ნიადაგში არსებული კალციუმის იონები აქტიურ ჰუმუსთან, რომელიც წარმოიშვება მრავალწლიანი ბალახების ან სხვა მცენარეების ფესვთა სისტემის დაშლის შედეგად, იწვევენ წვრილი აგრეგატების შექმნას, რის შედეგადაც ადგილი აქვს სტრუქტურის გაუმჯობესებას. მყავე ნიადაგების მოკირიანების შემდეგ ორგანული სასუქების წესიერი გამოყენებით შესაძლებელია მისი ფიზიკური თვისებების მნიშვნელოვნად გაუმჯობესება. ამიტომ მოკირიანებულ ნიადაგებში შეტანილი ორგანული ნივთიერების დაშლას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს. ორგანული ნივთიერება ნიადაგში, როგორც წესი, ძირითადად ანაერობულ პირობებში უნდა იშლებოდეს.

ვ) კირის გავლენა ნიადაგში მიმდინარე მიკრობიოლოგიურ პროცესებზე

მოკირიანების შედეგად ნიადაგის არეს რეაქციის განეიტრალება, მასში კალციუმის იონების რაოდენობრივი ზრდა, მისი ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესება და სხვ. იწვევენ ნიადაგში მიმდინარე მიკრობიოლოგიური პროცესების გაუმჯობესებას.

მყავე ნიადაგის მოკირიანება საგრძნობლად აუმჯობესებს მიწათმოქმედების თვალსაზრისით სასარგებლო მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობას, ზრდის ამონიფიკატორული ბაქტერიების ცხოველმყოფელობას, რომელიც შლის ორგანული ნივთიერების შემადგენლობაში არსებულ ცილოვან აზოტს და გადაყავს ის ამონიაკის ფორმაში. ეს უკანასკნელი კი ნიტრიფიკაციის ბაქტერიების მოქმედებით გადადის ჯერ აზოტოვან და შემდეგ აზოტის მყავას შენაერთში.

მოკირიანებით შესამჩნევად უმჯობესდება ნიტრიფიკაციის ბაქტერიების ცხოველმყოფელობა.

მოკირიანებით გამოწვეული მიკრობიოლოგიური პროცესების გაუმჯობესებით მცენარისათვის ძნელადშესათვისებელი აზოტი გარდაიქმნება ადვილადშესათვისებელ აზოტის ფორმად. ამის ნათელ სურათს იძლევა დოღგოპრუდის საცდელი სადგურის მონაცემები სახნავ ფენებში ნიტრატების რაოდენობის შესახებ (იხ. ცხრილი 140).

კირი ხელს უწყობს ნიადაგში შეტანილი ამონიუმის სულფატში არსებული ამონიაკის ნიტრიფიკაციასაც.

აზოტობაქტერი და კოჟრის ბაქტერიები ცუდად ვითარდებიან მუჟე რეაქციის პირობებში, მაგრამ მოკირიანებით მათი ცხოველყოფე-

ცხრილი 140

კირის გავლენა ნიადაგში ნიტრატების დაგროვებაზე

სასუქები	4.VII	22.VII	19.VIII	15.IX
18 ტონა ნაკელი ჰექტარზე	10	30	71	91
18 ტონა ნაკელი + 4,5 ტონა კირი ჰექტარზე	23	43	83	103

ლობა დიდდება, რის შედეგად იზრდება ატმოსფეროში არსებული აზოტის ფიქსაცია და მით ნიადაგის გამდიდრება.

მოკირიანების შედეგად პარკოსან მცენარეთა ფესვთა სისტემაზე მატულობს კოჟრის ბაქტერიების რაოდენობა, რაც ნათლად ჩანს ნახატიდან.



ნახ. 11. კირის გავლენა პარკოსანი მცენარეების კოჟრების განვითარებაზე: ა—მოკირიანებულ ნიადაგზე; ბ—მოკირიანებულ ნიადაგზე.

აღსანიშნავია ისიც, რომ მოკირიანება ნიადაგში არა მარტო ზრდის კოჟრის ბაქტერიების რიცხვს, არამედ ამის შედეგად საგრძნობლად აქტიური ხდებიან ისინი, ხოლო სოკოებისა და სხვა პარაზიტი მიკროორგანიზმების რაოდენობა მცირდება.

ვ) კირის გავლენა ნიადაგში საკვები ნივთიერების მობილიზაციაზე

ნიადაგის მოკირიანების შედეგად უმჯობესდება მცენარის კვების პირობები არა მარტო აზოტითა და ნაცრის ელემენტებით, არამედ ფოს-

ფორითაც. ეს უკანასკნელი გამოწვეულია, ერთი მხრივ, ნიადაგის ორგანული ნივთიერების შედგენილობაში არსებული ფოსფორის მიკრო-ორგანიზმების მოქმედების შედეგად მინერალური ფორმის ფოსფორიან შენაერთებში გადმოყვანით და, მეორე მხრივ, არეს რეაქციის შეცვლით რკინისა და ალუმინის ფოსფატების კალციუმის ფოსფატის ფორმაში გადმოყვანით. ყოველივე ამის გამო მატულობს ნიადაგში მცენარისათვის შესათვისებელი ფორმის ფოსფორის რაოდენობა. საბჭოთა კავშირის ჩრდილოეთის ზონის ეწერ ნიადაგებში ადვილადხსნადი P_2O_5 რაოდენობის ზრდის საილუსტრაციოდ მოგვყავს იარუსოვისა და ასკინაზის მიერ ჩატარებული ცდის მონაცემები (იხ. ცხრილი 141).

ცხრილი 141

კირის გავლენა ნიადაგში ადვილადხსნადი P_2O_5 -ის რაოდენობაზე

ცდის სქემა	ლიმონმჟავა ხსნადი P_2O_5	
	მილიგრამობით 1 კლოგრამ აბსოლუტურ მშრალ ნიადაგზე	%-ობით
უსასუქოდ	58	100
$\frac{1}{4}$ ჰიდროლიზური მჟავე ეკვივალ. კირი	62	107
1 " " " "	70	121
2 " " " "	118	208

როგორც ვხედავთ, მოკირიანებით საგრძნობლად იზრდება ადვილადხსნადი P_2O_5 -ის რაოდენობა და უმჯობესდება მცენარის ფოსფორით კვების პირობები. აქვე უნდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ ვინაიდან წითელმიწა ნიადაგში ფოსფორი ძირითადად რკინისა და ალუმინის ფუძე მარილების სახითაა წარმოდგენილი, ამიტომ მასში არ ხდება ადვილადხსნადი P_2O_5 -ის მნიშვნელოვნად გადიდება. წითელმიწა ნიადაგის პირობებში მოკირიანება ძირითადად განიხილება როგორც ხსნადი ფოსფორიანი სასუქების ეფექტურობის გადიდების ღონისძიება.

შემჩნეულია, რომ მოკირიანების შემთხვევაში მცენარე ივითარებს უფრო მძლავრ ფესვთა სისტემას, რომელიც უფრო უკეთესად ითვისებს ფოსფორს ნიადაგში არსებული ძნელადხსნადი შენაერთებიდან.

მოსკოვის ოლქში შესწავლილ იქნა კირის გავლენა არა მარტო არეს რეაქციაზე, არამედ ნიადაგში არსებული საკვები ნივთიერების მობილიზაციაზეც. ექსპერიმენტული მონაცემებით დამტკიცებულია, რომ მოკირიანებით იზრდება ნიადაგში მცენარისათვის შესათვისებელი აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის რაოდენობა.

ზ) კირის კალციუმი როგორც საკვები ნივთიერება

მეავე ეწერ და წითელშიწა ნიადაგებში არა მარტო წყალხსნადი, არამედ შთანთქმული კალციუმიც მცირე რაოდენობით მოიპოვება. მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის აუცილებელი ელემენტია კალციუმი. ამ უკანასკნელით მცენარის კვების პირობების გაუმჯობესებას კი იწვევს მოკირიანება.

საერთოდ ცნობილია, რომ მარცვლოვანებს ნიადაგიდან ამოაქვთ შედარებით ნაკლები რაოდენობის კალციუმი, ვიდრე კომპოსტოს და სხვა კულტურებს, რასაც ადასტურებს 142-ე ცხრილი.

ცხრილი 142

სხვადასხვა მცენარის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილი კალციუმის რაოდენობა

№№	მცენარის დასახელება	მოსავალი ც/ჰა	მოსავალში CaO რაოდენობა კგ	
1	ხორბალი	20—30	მარცვლი	20—40
2	ბარდა	15—20	„	40—60
3	კარტოფილი	200—300	ტუბერი	60—120 და მეტი
4	სამყურა	40—80	თივა	120—250
5	იონჯა	40—80	თივა	120—250
6	კომპოსტო	500—700	თავები	300—400

ამრიგად, ვხედავთ, რომ მთელ რიგ მცენარეებს მოსავლით ნიადაგიდან საკმაოდ რაოდენობით კალციუმი გამოაქვთ. მოკირიანებით მეავე ნიადაგებში კალციუმის იონების რაოდენობრივ ზრდას მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის უარესად დიდი მნიშვნელობა აქვს.

აქვე უნდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ მოკირიანების შედეგად ადგილი აქვს არა მარტო საკვები ნივთიერების მობილიზაციას და ამ გზით კვების პირობების გაუმჯობესებას, არამედ ნიადაგში მოკარბებული წყალბადიონების, ალუმინის იონებისა და მანგანუმის უარყოფითი მოქმედების შემცირებას მცენარეზე.

საკულისხმოა აგრეთვე ის ფაქტიც, რომ მოკირიანებით ნიადაგში მცირდება მცენარისათვის შესათვისებელი ბორის რაოდენობა, რადგან იგი გადადის ძნელადხსნად კალციუმის ბორატებში. ამიტომ მთელ რიგ შემთხვევებში მცენარე დიდ მოთხოვნილებას აყენებს მასზე, რის გამოც საჭიროა ბორის შემცველი სასუქების გამოყენება, ეს უკანასკნელი კი მნიშვნელოვნად ადიდება მოსავლიანობას და ზრდის მოკირიანების ეფექტურობას.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე ნათელია, რომ მოკირიანების შედეგად მიმდინარეობს მთელი რიგი რთული ცვლილებები, 22. აგრონომიული ქიმი

რაც იწვევს ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესებას და მცენარის კვების პირობების რეგულირებას. ეს კი თავის მხრივ ზრდის მოსავლიანობას და პროდუქციის ხარისხს.

თ) მოკირიანების ეფექტურობა

მრავალრიცხოვანი ცდებით და პრაქტიკული გამოცდილებით დამტკიცებულია, რომ მკაფე ნიადაგების მოკირიანება მნიშვნელოვნად ზრდის სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარეების მოსავლიანობას (იხ. ცხრილი 143).

ცხრილი 143

კირის ეფექტურობა სხვადასხვა კულტურული მცენარეების მიმართ¹

მცენარის დასახელება	მოსავლის მატება პირველ წელს ც/ჰა	
	მსუბუქი კული მუდგენილობის ნიადაგზე	მძიმე მუქანიკური შეფუგეხილობის ნიადაგზე
კვავი და შერია (მარცვალი)	2-3	3-5
ქერი (მარცვალი)	2-4	3-5
გაზაფხულის ხორბალი (მარცვალი)		2-5
საშემოდგომო ხორბალი (მარცვალი)		3-7
ცერცველა შერიის ნარევი (მარცვალი)		5-8
საკვები კარბალი და საკვ. კომბოსტო		40-100
სუფრის კარბალი და სუფრის კომბოსტო		30-80
კარტოფილი (ტუბერები)	5-15	10-30
კენაფი (ჩალა)		4-10
კენაფი (თესლი)		1,5-2,5
სამყურა (თივა)	5-10	10-15

საქართველოს სს რესპუბლიკაში ჩატარებული ცდების მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ კირის გამოყენებით ერთიორად და ზოგჯერ მეტჯერაც იზრდება სიმინდის მოსავალი (იხ. ცხრილი 144)

ცხრილი 144

კირის გავლენა სიმინდის მოსავლიანობაზე

ცდის სქემა	სიმინდის მარცლის მოსავალი	
	ც/ჰა	%-ობით
უსასუქოდ (საკონტროლო)	7,4	100
1/2 ჰიდროლიზ. მკ. მკვ. კირი	9,0	121
1 ჰიდროლიზ. მკ. მკვ. კირი	10,1	136
NPK	12,0	162
1/2 ჰიდროლიზ. მკ. მკვ. კირი + NPK ..	18,7	252
1 ჰიდროლიზ. მკ. მკვ. კირი + NPK ..	26,8	362

¹ ციფრობრივი მონაცემები მოყვანილია აკად. ფ. კ. კედროვ-ზიხმანის წიგნიდან „კორდიან ეწეროვანი ნიადაგის მოკირიანება“, 1954 წ. (რუსულ ენაზე).

როგორც ვხედავთ, კირის გამოყენებით სიმინდის მოსავალი 7,4 ცენტნერიდან 10,1 ცენტნერამდე, ხოლო სრული მინერალური სასუქების გამოყენებისას 12,0 ცენტნერამდე გაიზარდა. კირისა და სრული მინერალური სასუქების შეტანით კი სიმინდის მოსავალმა 26,8 ცენტნერს მიაღწია.

ამრიგად, წითელმიწა ნიადაგზე სიმინდის მაღალი მოსავლის მიღების საქმეში უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს კირისა და სრული მინერალური სასუქების ერთობლივ გამოყენებას. ასეთივე შედეგებია მიღებული საშემოდგომო ხორბლის მიმართაც (იხ. ცხრილი 145).

ცხრილი 145

დეფექციური ტალახის ეფექტურობა საშემოდგომო ხორბლის მიმართ სამტრედიის რაიონის სუსტ ეწერ ნიადაგზე

ცდის სქემა	საშემოდგომო ხორბლის მარცვლის მოსავალი	
	ც/ჰა	%-ობით
უსასუქო (საკონტროლო)	3,4	100
დეფექციური ტალახი 1 ჰიდროლიზ მკვ. ეკვ.	10,63	312,7
NPK	12,15	357,3
NPK + დეფექტ. ტალახი 1 ჰიდროლიზ. მკვ.	14,64	430,6

მიუხედავად იმისა, რომ საშემოდგომო ხორბლის მოსავალი მცირეა, კირის ეფექტი მაინც საკმაოდ დიდია. ამიტომ მკვებ ნიადაგებზე საშემოდგომო ხორბლის მიმართ საჭიროა ნიადაგის მოკირიანება.

კირის ოპტიმალური დოზების გამოყენება მნიშვნელოვნად ადიდებს ციტრუსოვანი კულტურების მოსავალს და აუმჯობესებს პროდუქციის ხარისხს, რის ნათელსაყოფადაც ქვემოთ მოგვყავს ექსპერიმენტული მონაცემები (იხ. ცხრილი 146).

ანალოგიური შედეგები მიიღეს ჩაისა და სუბტროპიკულ კულტურათა სრულიად საკავშირო სამეცნიერო-საჯვლეე ინსტიტუტში და მის ფილიალებში.

მარტო კირის გამოყენებით შემჩნეულია ჩაის კულტურის მწვანე ფოთლის მოსავლის ზრდა, ხოლო მინერალური სასუქების ფონზე — შემცირება. ვინაიდან ჩაის კულტურის მიმართ გამოყენებულია მთლიანი ქიმიზაცია, ამიტომ კირის გამოყენება მის მიმართ უდავოდ არ არის მიზანშეწონილი.

კირის ეფექტურობა დამოკიდებულია არა მარტო ნიადაგის მკვანინობაზე, არამედ თვით კულტურული მცენარის მისდამი დამოკიდებულებაზე. მოკირიანება მოსავლიანობის ზრდასთან ერთად აუმჯობესებს პროდუქციის ხარისხს. მისი მოქმედება ნიადაგის თვისებებსა და

მოსავალზე გრძელდება დაახლოებით 15—20 წლის განმავლობაში. ამიტომ ნიადაგის მოკირიანება ითვლება უაღრესად დიდ აგროტექნი-

ცხრილი 146

კირის გავლენა მანდარინის მოსავალზე

ცდის სქემა	საშუალო მოსავ. ერთ ძირზე 1939 წ.				საშუალო ერთ ძირზე 1940 წ.				საშუალო ერთ ძირზე 1941 წ.			
	ც/ნ	მ	ფ	პ	ც/ნ	მ	ფ	პ	ც/ნ	მ	ფ	პ
NPK + ნაკელი	162	100	9,2	100	169	100	10,2	100	120	100	7,2	100
NPK + ნაკელი + ტკილი PH 6,0-მდე	177	109	10,6	115	217	128	14,1	138	175	137	9,4	130
NPK + ნაკელი + კირი PH 6,0-მდე	176	108	9,3	101	226	134	12,2	119	108	111	8,9	124

კურ ღონისძიებად. ხშირად შემინეულია კირის მაღალი დოზების უარყოფითი გავლენა მცენარის ზრდა-განვითარებასა და მოსავალზე. დამტკიცებულია, რომ ბორის შემცველი სასუქების გამოყენება იწვევს მცენარეზე კირის მაღალ დოზების უარყოფითი გავლენის შემცირებას. აქვე უნდა მივითითოთ ისიც, რომ კირის სასუქებში მაგნიუმი მთელ რიგ სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარეების ზრდა-განვითარებაზე და მოსავლიანობაზე დადებითად მოქმედებს. მაგნიუმის შემცველი სასუქების შეტანა ამცირებს კირის მაღალი დოზების უარყოფით მოქმედებას მცენარეზე.

ბ) ნიადაგის მოკირიანების გავლენა სასუქების ეფექტურობაზე

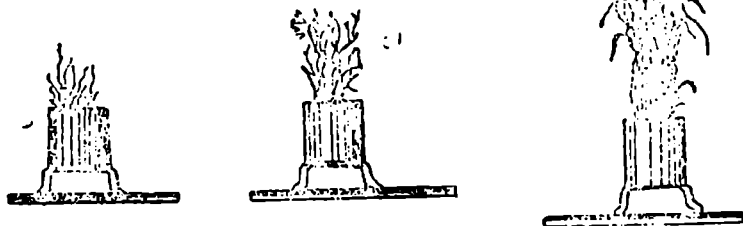
ნიადაგის მოკირიანება იწვევს არა მარტო არეს რეაქციის განეიტრალებას, ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესების გაუმჯობესებას, არამედ ქმნის სამრეწველო და ადგილობრივი სასუქების ეფექტურობის გადიდების ხელსაყრელ პირობებს. ცნობილია, რომ მკავე ნიადაგებში შეტანილ საკვებ ნივთიერებას მთელი რიგი სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარეები ვერ ითვისებენ და ამიტომ მათი ეფექტურობაც მცირეა. მაგრამ მოკირიანების შემდეგ მცენარეს ექმნება საკვები ნივთიერების შეთვისების უკეთესი პირობები. ამ დროს შეტანილი სასუქები საკმაოდ დიდ ეფექტს იძლევიან.

მკავე ნიადაგზე სავეგეტაციო ცდის პირობებში დათესილი იყო შვრია. პირველ ჭურჭელში სასუქი სრულებით არ შეუტანიათ, მეორეში შეიტანეს სრული მინერალური სასუქი (NPK), ხოლო მესამეში დაუმატეს კირი.

ცდიდან ნათლად ჩანს, რომ პირველ ჭურჭელში მცენარე ცუდად განვითარდა, მეორე შემთხვევაში, მიუხედავად სრული მინერალურა

სასუქის შეტანით ზრდა-განვითარების პირობების ოდნავ გაუმჯობესებისა, მცენარე ნორმალურად მაინც ვერ განვითარდა, რადგან ნიადაგში წყალბადისა და ალუმინის იონების დიდი რაოდენობით არსებობამ

შეამცირა მცენარეში საკვები ნივთიერების შესვლა, ხოლო მესამე კურკულში ნიადაგის მოკირიანობის შედეგად სრული მინერალური სასუქების NPK შეტანამ გამოიწვია ზრდა-განვითარების პირობების გაუმჯობესება და ამის შედეგად მოსავლის ზრდა. ამრიგად



ნახ. 12. კირის გავლენა მინერალური სასუქების ეფექტურობაზე.

როგორც ვხედავთ, მეავე ნიადაგების მოკირიანება კმნის პირობებს სასუქების მაღალი ეფექტურობისათვის. ანალოგიური მაგალითები

ცხრილი 147

	უმეზესად ძლიერ და საშ. გაფერებულ ნიადაგზე PH 4,1—5,2				უფეთესად საშუალო და სუსტ ეწვეო ნიადაგზე და ხშირად ტყის ნაცროისფერ თიხიან ნიადაგზე			
	ნაკელი	კირი	მატებთან ჯამა	ნაკელი + კირი ერთად	ნაკელი	კირი	მატების ჯამა	ნაკელი + კირი ერთად
კეაქი	4,1	1,0	5,1	6,3	3,7	2,1	5,8	4,6
შერია	2,6	3,4	6,0	5,2	6,3	4,2	10,5	7,0
სამყურა 1 წელს	10,7	6,3	16,7	16,4	7,4	5,1	12,5	11,4
სამყურა 2 წელს	5,6	3,4	9,0	11,4	6,2	3,2	9,4	9,1

ბევრი შეიძლება მოგვეყვანა. კირისა და ნაკელის ერთობლივი გამოყენება ხშირად მოსავლიანობის საგრძნობ ზრდას გვაძლევს. ზოგჯერ კირისა და ნაკელის ნიადაგში ერთად შეტანისას ვლებულობთ ისეთივე მოსავალს, რასაც მათი ცალკე გამოყენებისას (იხ. ცხრილი 147).

ფიზიოლოგიურად მჟავე სასუქების ეფექტურობა მნიშვნელოვნად დიდდება ნიადაგის მოკირიანების შემდეგ, ხოლო ამ უკანასკნელის გარეშე გამოყენებისას კი ხშირად იწვევს მოსავლიანობის შემცირებას. მჟავე ნიადაგების მოკირიანებით იზრდება სუპერფოსფატის ეფექტურობა და სხვ.

კ) კირზე ნიადაგის მოთხოვნილების განსაზღვრის მეთოდები

მოკირიანება ყველა ნიადაგს არ ესაჭიროება. თუ ჩვენ მას შევიტანთ ისეთ ნიადაგზე, რომელსაც არ ესაჭიროება იგი, ამით მოსავლიანობის გადიდების ნაცვლად შეიძლება გამოვიწვიოთ მისი შემცირება. ამიტომ საერთო სათესი ფართობიდან მოსაკირიანებელი ნაკვეთის გამოყოფას და მოწოდების სიმალლეზე მოკირიანების პრაქტიკულად გატარებას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს.

კირზე ნიადაგის მოთხოვნილების განსაზღვრა შესაძლებელია:

1. ნიადაგზე გავრცელებული მცენარეების განვითარების მიხედვით. თუ ნაკვეთზე მრავალწლიანი ბალახი, ხორბალი, ქერი, პარკოსანი მცენარეები და სხვა კულტურული მცენარეებია, რომლებიც ნეიტრალურ რეაქციას თხოულობენ და მიუხედავად მაღალი აგროტექნიკური ღონისძიების გატარებისა ცუდად ვითარდებიან, ხოლო ისეთი სარეველა მცენარეები, როგორცაა: კოკომჟავა, შვიტა, სპერგულა, ქილი, მახრჩობელა, ქისრიბა, ძიგვა, თავცეცხლა, მანანა, ნიახურა და სხვა კარგად ხარობენ, მაჩვენებელია იმისა, რომ ნიადაგი მჟავე რეაქციისაა და მას ესაჭიროება მოკირიანება.

2. ქლორკალიუმის გამონაწურში PH-ისა და ფუძეებით მაძღრობის ხარისხის (V) დაბალი მაჩვენებლის მიხედვით. ცნობილია, რომ KCl-ის გამონაწურში PH-ისა და ფუძეებით მაძღრობის ხარისხის მიხედვით შეგვიძლია დავადგინოთ ესაჭიროება თუ არა ნიადაგს მოკირიანება და რა ხარისხით. ასე, მაგალითად:

თუ PH — 4,5 ნაკლებია, მაშინ ნიადაგი ძლიერ უნდა იქნეს მოკირიანებული;

თუ PH = 5,1 — 5,5 აუცილებელია სუსტი მოკირიანება;

თუ PH = 5,5-ზე მეტია უმეტეს შემთხვევაში არაა აუცილებელი მოკირიანება.

თუ ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი (V):

50 პროცენტზე ნაკლებია ნიადაგს ძლიერი მოკირიანება ესაჭიროება;

თუ V 50 — 70 პროცენტს უდრის — საშუალო მოკირიანება;

თუ V 70 პროცენტზე მეტია მოკირიანება არ უნდა.

კირზე მოთხოვნილების განსაზღვრის დროს საჭიროა ყურადღება მიექცეს ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობას და მოძრავი ალუმინის რაოდენობას. ცნობილია, რომ მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგები კირზე უფრო მეტ მოთხოვნილებას აყენებენ, ვიდრე მსუბუქი შედგენილობის. ნიადაგში გაცვლითი ალუმინის არსებობა მიგვითითებს მოკირიანების აუცილებლობაზე და სხვ.

კირზე ნიადაგის მოთხოვნილების დადგენისას საჭიროა ყველა შემთხვევაში ჩამოთვლილი ნიშანთვისების გათვალისწინება.

ლ) კირის დოზების განსაზღვრის მეთოდები

ნიადაგის მოკირიანების პრაქტიკულად მოწოდების სიმალლეზე გატარების საქმეში კირის დოზების ზუსტად დადგენას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს. კირის ზედმეტი რაოდენობით შეტანა იწვევს ხარჯების გადიდებას და ზოგ შემთხვევაში მოსავლიანობის შემცირებასაც კი, ხოლო მცირე რაოდენობით გამოყენებისას შესაძლებელია არ გამოქვამდეს მოკირიანების სრული ეფექტურობა.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მოკირიანების ძირითადი დანიშნულებაა ნიადაგში მცენარისა და მიკროორგანიზმებისათვის სასურველი არეს რეაქციის შექმნა. ამიტომ კირის დოზები უნდა განისაზღვროს იმ ანგარიშით, რომ მან უზრუნველყოს ნიადაგის სახნავ ფენაში კარბი მჟავიანობის განეიტრალება.

კირის დოზები დამოკიდებულია, ერთი მხრივ, ნიადაგის არეს რეაქციაზე და მის მექანიკურ შედგენილობაზე, ხოლო, მეორე მხრივ, თვით

ცხრილი 148

კირის დოზები ზექტარზე ტონობით

	უფრო მეავე ნიადაგი			ნაკლებად მეავე ნიადაგი		
	PH KCl-ის გამონაწერში					
	4,5 და ნაკლები	4,6	4,8	5,0	6,2	5,4 5,5
სიღნარჩი და მსუბუქი თიხნარჩი ნიადაგები	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5
საშუალო თიხნარჩი	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
მძიმე თიხნარჩი	8,0	7,5	6,5	5,5	5,0	4,5

კულტურული მცენარეების მისადმი დამოკიდებულებაზე. ასე, მაგალითად, რაც უფრო მეტია ნიადაგი, მით უფრო მეტი კირია საჭირო ნიადაგის არეს რეაქციის გასაწესებლად. ასევე მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებში კირის უფრო მაღალი დოზები შეიტანება, ვიდრე მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგში.

ამრიგად, ერთი და იმავე ნიადაგის არეს რეაქციის პირობებში კირის დოზები დიდადაა დამოკიდებული ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობაზე. გარდა ამისა, დოზები დამოკიდებულია თვით მცენარეების მოთხოვნილებაზე: ერთი და იგივე მკვლელობისაჲ კარტოფილისათვის კაცილებით მცირე დოზებია საჭირო, ვიდრე ხორბლის, სიმინდის, ჭარხლის, სამყურას და სხვა კულტურებისათვის.

ლიტერატურაში ცნობილია კირის დოზების განსაზღვრის ოთხი მეთოდი:

1. კირის დოზების განსაზღვრა მინდვრის ცდების მიხედვით.
2. კირის დოზების განსაზღვრა ჰიდროლიზური მკვლელობის ეკვივალენტური კალციუმის მიხედვით.
3. კირის დოზების განსაზღვრა გაცვლითი მკვლელობის ეკვივალენტური კალციუმის მიხედვით და
4. კირის დოზების განსაზღვრა ტიტრაციის მრუდის მიხედვით.

მინდვრის ცდებით კირის დოზების დადგენა უდავოდ ზუსტი და დამაჯერებელია. მაგრამ ეს მეთოდი დიდ დროსა და ამავე დროს მნიშვნელოვან ხარჯებს მოითხოვს.

გაცვლითი მკვლელობის ეკვივალენტ კალციუმის შეტანით ჩვენ ვერ უზრუნველყოფთ ნიადაგში იმ რაოდენობით კირის შეტანას, რომელსაც შეეძლება არეს რეაქციის განეიტრალება და თავიდან მცენარეზე ჭარბი რაოდენობის წყალბადიონებისა და ალუმინის იონების უარყოფითი მოქმედების ამორება.

საკმაოდ დამაკმაყოფილებელ შედეგს იძლევა მეორე მეთოდი. ჰიდროლიზური მკვლელობის მიხედვით კირის დოზების დასადგენად საჭიროა, უპირველეს ყოვლისა, ჰიდროლიზური მკვლელობის განსაზღვრა და ამის შემდეგ ჰექტარ ფართობზე სახნავი ჰორიზონტის გასაწესებლად საჭირო კირის რაოდენობის გამოანგარიშება. ამ მეთოდის მიხედვით კირის დოზების გაანგარიშება წარმოებს შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$x = \frac{aT \cdot 5 \cdot 50 \cdot 1,75 \cdot 3\,000\,000 \cdot 10}{10 \cdot 1\,000\,000\,000}, \text{ სადაც } x = \text{CaCO}_3 \text{ -ის რაოდენობა}$$

დენობას ტონობით ჰექტარზე,

a — 0,1 nNaOH რაოდენობას მილილიტრებში, რომელიც და-
ხარჯა 50 მილილიტრი ფილტრატის გასანეიტრალეზებად.

T — 0,1 nNaOH-ის ტიტრის შესწორება,

5 — ანალიზის შედეგები 100 გრამ ნიადაგზე გადასაანვარიშებლად.

50 — წყალბადიონების მილიეკვივალენტებიდან CaCO₃-ის მილიგრა-
მებზე გადასაყვანად,

1,75 — შესწორება სრულ ჰიდროლიზურ მქავეიანობაზე გადასაანვა-
რიშებლად,

3 000 000 — ერთ კილოგრამ ნიადაგიდან სახნავეი ფენის წონით
1 ჰექტარზე გადასაყვანად,

10 მრიცხველში — 100 გრამ ნიადაგიდან 1 კილოგრამზე გადაყვა-
ნისათვის,

10 მნიშვნელში — 0,1 nNaOH-ის რაოდენობა მილილიტრიდან მი-
ლიეკვივალენტურზე გადასაყვანად,

1 000 000 000 CaCO₃-ის მილიგრამების რაოდენობა ტონებში გა-
დასაყვანად.

ზემოთ მოყვანილ ფორმულაში თუ ყველა არითმეტიკულ გაანგა-
რიშებას მოვახდენთ, მივიღებთ $X = aT \cdot 1,31$ -სე. ჰიდროლიზური მქავეი-
ანობის მიხედვით კირის დოზების განსაზღვრის გასამარტივებლად სარ-
გებლობენ სათანადო ცხრილით (იხ. ცხრილი 149).

ცხრილი 149

50 მილილიტრი ფილტრატის გასანეიტრალეზებად დახარჯული
0,1nNaOH-ის მიხედვით კირის დოზების განსაზღვრა

0,1 n NaOH მილილიტრებით	CaCO ₃ ტონებით ჰექტარზე	0,1 n NaOH მილილიტრებით	CaCO ₃ ტონებით ჰექტარზე	0,1 n NaOH მილილიტრებით	CaCO ₃ ტონებით ჰექტარზე	0,1 n NaOH მილილიტრებით	CaCO ₃ ტონებით ჰექტარზე	0,1 n NaOH მილილიტრებით	CaCO ₃ ტონებით ჰექტარზე	0,1 n NaOH მილილიტრებით	CaCO ₃ ტონებით ჰექტარზე	0,1 n NaOH მილილიტრებით	CaCO ₃ ტონებით ჰექტარზე	0,1 n NaOH მილილიტრებით	CaCO ₃ ტონებით ჰექტარზე
1,0	0,875	2,1	1,838	3,1	2,712	4,1	3,588	5,1	4,462	6,1	5,338	7,1	6,212	8,1	7,098
1,1	0,962	2,2	1,925	3,2	2,80	4,2	3,675	5,2	4,550	6,2	5,425	7,2	6,300	8,2	7,175
1,2	1,06	2,3	2,012	3,3	2,888	4,3	3,762	5,3	4,638	6,3	5,512	7,3	6,388	8,3	7,262
1,3	1,138	2,4	2,100	3,4	2,975	4,4	3,85	5,4	4,725	6,4	5,600	7,4	6,475	8,4	7,350
1,4	1,225	2,5	2,189	3,5	3,062	4,5	3,938	5,5	4,812	6,5	5,698	7,5	6,562	8,5	7,438
1,5	1,312	2,6	2,275	3,6	3,150	4,6	4,025	5,6	4,900	6,6	5,775	7,6	6,650	8,6	7,525
1,6	1,400	2,7	2,362	3,7	3,238	4,7	4,112	5,7	4,988	6,7	5,862	7,7	6,738	8,7	7,612
1,7	1,488	2,8	2,450	3,8	3,325	4,8	4,200	5,8	5,075	6,8	5,950	7,8	6,825	8,8	7,700
1,8	1,575	2,9	2,538	3,9	3,412	4,9	4,298	5,9	5,162	6,9	6,038	7,9	6,912	8,9	7,788
1,9	1,662	3,0	2,625	4,0	3,500	5,0	4,375	6,0	5,250	7,0	6,125	8,0	7,000	9,0	7,875
2,0															

შენიშვნა: კირის დოზები შეესატყვისება $\frac{2}{3}$ ჰიდროლიზური მქავეიანობის ეკვივა-
ლენტს.

ჰიდროლიზური მჟავიანობის მიხედვით, კირის დოზების განსაზღვრის უპირატესობა იმაში მდგომარეობს, რომ ის ადვილია, სწრაფი და უმნიშვნელო ხარჯებს მოითხოვს. მას აქვს ნაკლი — ნაკლებად ზუსტია და დამაჭერებელი მინდვრის ცდებით კირის დოზების განსაზღვრასთან შედარებით. კოეფიციენტი 1,75 მერყეობს 1,5-დან 3,0-მდე. გარდა ამისა, ჰიდროლიზური მჟავიანობის მიხედვით კირის დოზების განსაზღვრისას ლაბორატორიულ პირობებში ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსიდან წყალბადიონების გამოქვევა წარმოებს ნატრიუმის იონებით, ხოლო ბუნებრივ პირობებში მოკირიანებისას კი კალციუმის იონებით. ჰიდროლიზური მჟავიანობის მიხედვით ჩვენ შეგვიძლია განვსაზღვროთ კირის ის დოზები, რომელიც საჭიროა ნიადაგის არეს რეაქციის განეიტრალებისათვის. ამ მეთოდის მიხედვით კირის დოზების განსაზღვრა, რომელიც უზრუნველყოფს მცენარისათვის სასურველ არეს რეაქციის შექმნას, ძნელია. ცნობილია, რომ ყველა მცენარე არ თხოულობს არეს რეაქციის განეიტრალებას. ზოგიერთისათვის საჭიროა PH 4,6-დან შეიცვალოს PH 5,2-მდე. ასეთ პირობებში კირის დოზების დადგენა ჰიდროლიზური მჟავიანობის მიხედვით, რა თქმა უნდა, ძნელია. ამ შემთხვევაში იყენებენ ტიტრაციის მრუდს. ამ უკანასკნელით კირის დოზების განსაზღვრისას მიმართავენ ნიადაგზე მზარდი რაოდენობით კირის მიმატებას და შემდეგ PH-ის განსაზღვრას, ე. ი. იღებენ მჟავე ნიადაგს, მას უმატებენ მზარდი რაოდენობით კირს. ნიადაგს და კირს გულდასმით ურევენ და შემდეგ უმატებენ წყალს 60 პროცენტ მთლიან წყალტევადობიდან. სამი დღის შემდეგ ნიადაგში საზღვრავენ PH და ამით განსაზღვრავენ კირის დოზას. ტიტრაციის მრუდით კირის დოზების განსაზღვრა უფრო ზუსტია და, ამდენად, შეგვიძლია მცენარე უზრუნველყოთ მისთვის სასურველი რეაქციის შექმნით და სხვ. ტიტრაციის მრუდით კირის დოზების განსაზღვრა ჰიდროლიზურთან შედარებით უფრო ძნელია და უფრო მეტ დროს მოითხოვს.

კირის დოზების განსაზღვრისათვის საჭიროა კირიანი სასუქების შედგენილობის ცოდნა. ჩვეულებრივ მას CaCO_3 -ზე ანგარიშობენ. კირის პროცენტული შემცველობის მიხედვით ერთი და იგივე ნორმის შეტანისას საჭიროა სხვადასხვა რაოდენობის კირიანი სასუქები. ასე, მაგალითად, ერთ ტონა CaCO_3 შეესაბამება 560 კილოგრამი დამწვარი კირი (CaO) ან 740 კილოგრამი ჩამქრალი კირი $\text{Ca}(\text{OH})_2$. ზოგიერთი კირიანი სასუქი ბევრ მინარევს შეიცავს. ამიტომ საჭიროა მათი შედარებით დიდი რაოდენობით შეტანა. კირიან სასუქებში კირის შემცველობის ცოდნის შემდეგ შეიძლება სწორად გავიანგარიშოთ დოზა. დავუშვათ გვაქვს ტკილი, რომელშიაც 16 პროცენტი CaCO_3 . ჰექტარზე

უნდა შევიტანოთ 8 ტონა კირი. მაშინ ტკილის დოზას ვიანგარიშებთ ქვემოთ მოყვანილი ფორმულის მიხედვით:

$$\text{CaCO}_3 \text{ ტონობით } \text{ჰა} = \frac{\text{ა}}{\text{ბ}} \cdot 100$$

ა — არის ჰექტარზე შესატანი CaCO_3 -ის რაოდენობა ტონობით,
ბ — კირიან სასუქში CaCO_3 პროცენტული შემცველობა. ჩვენი მაგალითის მიხედვით ჰექტარზე ტკილის რაოდენობა ტონობით უდრის $\frac{8}{16} \cdot 100 = 50$. მაშასადამე, ჰექტარზე საჭიროა 50 ტონა ტკილის შეტანა.

მ) კირიანი სასუქები

ნიადაგის მოკირიანებისათვის გამოიყენება კირის შემცველი სასუქები, რომლებიც ბუნებრივ პირობებში ფართოდაა გავრცელებული ანდა მიიღება ზოგიერთ წარმოებაში როგორც ნარჩენი. ნიადაგის მოსაკირიანებლად გამოსაყენებელი კირი უნდა იყოს ფხვიერ მდგომარეობაში. იგი რაც უფრო წვრილად იქნება დაფხვნილი, მით უფრო სწრაფად მოქმედებს ნიადაგზე და მით უფრო უკეთესია მისი სასუქობრივი ღირებულება.

კირიანი სასუქებია: კირქვები, დოლომიტები, კირის ტუფები, გლაუკონიტები, ტკილი, დეფეკაციური ტალახი, ბრძმელის წიდა და მრეწველობის ნარჩენები, რომლებიც საკმაო რაოდენობით შეიცავენ კირს.

კირის ტუფი რბილი, შედარებით უფრო ფხვიერი სასუქია. მასში კირი კალციუმის კარბონატის სახითაა წარმოდგენილი.

კირქვები დიდი რაოდენობითაა საბადოების სახით. ის განლაგებულია სხვადასხვა სიღრმის ფენებში და სისქით რამდენიმე სანტიმეტრიდან რამდენიმე მეტრს აღწევს. საბადოებში გვხვდება მაგარი, ხშირად ქვისებური მასის სახით. კირქვა შეიძლება იყოს თეთრი, ნაცრისფერი და მუქი ნაცრისფერი, რაც დამოკიდებულია მასში შემავალი სხვადასხვა ნივთიერების რაოდენობაზე. ხშირად კირქვა თითქმის სუფთა სახით მოიპოვება ბუნებრივ პირობებში. ჩვეულებრივ კირქვებში 1 — 5 პროცენტამდე სილა ან თიხაა. უკიდურეს შემთხვევაში შეიძლება მისი რაოდენობა 10 — 20 პროცენტამდე ავიდეს. ასეთი კირქვები დასაშვებია ნიადაგის მოსაკირიანებლად.

დასავლეთ საქართველოში კირქვები საკმაოდ დიდი რაოდენობით მოიპოვება მოსაკირიანებელი ფართობების ახლოს. იმისათვის, რომ ის გამოყენებულ იქნას მოსაკირიანებლად, საჭიროა მისი დაფხვნა, რაც მიიღწევა დაფქვით ან გამოწვით. დაფქვა წარმოებს სპეციალური წისქვილის მეშვეობით (იხ. ნახ. 13). დაფქვის სიწმინდე, თანახმად არსე-

ბული სტანდარტისა, ისეთი უნდა იყოს, რომ 0,17-მილიმეტრიანი დიამეტრის მქონე ნახვრეტებიან საცერში გადიოდეს არანაკლები 30 პროცენტისა, ხოლო 1,65-მილიმეტრიან დიამეტრიან საცერში არანაკლები 45 პროცენტისა.



ნახ. 13. „ქლეროს“ ტიპის კირის საფეკვაი წისქვილი.

გამოყენებული ნიადაგის მოსაკირიანებლად. ფხვიერი კირი საკმაო რაოდენობითაა ქუთაისის რაიონში.

ცარცი სუფთა კალციუმის კარბონატი, ის თეთრი ფერისაა, რბილია და ადვილად იფქვება:

დოლომიტი ძლიერ წააგავს კირქვას. იგი ბუნებრივ პირობებში საბადოების სახით გვხვდება. დოლომიტი კირქვისაგან განსხვავდება იმით, რომ მასში გარდა CaCO_3 -ისა მოიპოვება MgCO_3 . დოლომიტი უფრო მკარია, ვიდრე კირქვა. იგი დაფქვის შემდეგ შეიძლება გამოყენებულ იქნას ნიადაგის მოსაკირიანებლად, თუ მასში კალციუმი და მაგნიუმი მცენარისათვის სასურველ ოპტიმალურ შემადგენლობაშია.

ტკილი განეკუთვნება კირქვებსა და დოლომიტებს. იგი თიხანარევი კირია. ტკილი, გარდა კალციუმისა, შეიცავს მაგნიუმს, კალიუმს, ფოსფორს და სხვა ნივთიერებას. აღნიშნულ ნივთიერებათა რაოდენობა მასში ძალზე მერყეობს. ტკილის ქიმიურ შედგენილობაზე ნათელ წარმოდგენას იძლევა 150-ე ცხრილი.

კირქვები შეიძლება დაიფხენეს გამოწვეითაც. გამოწვეის შედეგად მიიღება CaO — გამომწვარი კირი, ხოლო მისი ჩაქრობით ჩამქრალი კირი Ca(OH)_2 კირის ჩაქრობა. უმჯობესია შეტანის ადგილას. ვინაიდან გამოწვეა ძვირი ჯდება, ამიტომ წარმოებაში უფრო მეტი გამოყენება აქვს დაფქვილ კირქვებს. ზოგჯერ კირი ბუნებრივ პირობებში მოიპოვება ფხვიერ მდგომარეობაში, რომელიც შეიძლება პირდაპირ იქნეს

დასავლეთ საქართველოში გავრცელებული ტყილების
ქიმიური შედგენილობა

	SiO ₂	R ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃	N	CaCO ₃
საბჭოთა მეურნეობა „ურე- კი“, მახაოაძის რაიონი	53,99	20,76	8,75	3,71	0,238	0,47	0,059	15,62
საბჭოთა მეურნეობა „კო- ხორა“, გალის რაიონი— თიხნარი	42,40	17,85	17,0	2,90	0,169	0,82	0,036	30,34
საბჭოთა მეურნეობა „კო- ხორა“, გალის რაიონი— სილნარი	52,48	28,51	9,0	3,25	0,171	0,75	0,033	16,06
სიმონეთი	37,46	22,25	44,70	5,52	0,246	4,21	0,040	26,23
წვერმაღალა — მახარაძის რაიონი	45,92	24,3	6,0	4,25	0,156	5,24	0,03	10,71
ტყილი — ზუგდიდის რაიონი	51,78	20,27	8,50	3,31	0,227	0,07	0,046	15,27
ტყილი — ცხაკიას რაიონი	49,50	19,87	10,25	3,25	0,134	5,27	0,027	18,29
ტყილი — ლახიხუთის რაი- ონი	37,16	18,62	16,40	3,50	0,080	5,24	0,071	29,27
ტყილი — გეგეკორის რაი- ონი	50,12	18,15	9,87	2,51	0,021	5,48	0,037	17,61

ტყილი დასავლეთ საქართველოს თითქმის ყველა რაიონშია გავრცელებული (გარდა აჭარის ასსრ) მოსაკირიანებელი ნიადაგების ახლოს.

ცხრილში მოყვანილი ციფრობრივი მონაცემებიდან ჩანს, რომ დასავლეთ საქართველოში გავრცელებული ტყილები თავისი ქიმიური შედგენილობით და სასუქობრივი ღირებულებით დიდად განსხვავდებიან ურთიერთისაგან.

ტყილი ჩაწოლილია სხვადასხვა სიღრმის თხელი ფენის შრეებად. საბაზოების სიღრმე ხშირად ერთი მეტრიდან ოც მეტრამდე აღწევს. ტყილი სხვადასხვა ფერისაა: ლურჯი, ნაცრისფერი და ჟანგისფერი. სასუქობრივი ღირებულების მიხედვით უმჯობესია ლურჯი, შემდეგ კი ნაცრისფერი. მექანიკური შედგენილობით ტყილი შეიძლება იყოს თიხნარი და სილნარი. სასუქად გამოყენებისათვის არ არის საჭირო მისი დაფქვა ან გამოწევა. იგი მოსაკირიანებელ ნიადაგზე გაშლილი ატმოსფეროს ნალექების ზემოქმედებით ადვილად იშლება და ამის გამო შესაძლებელია მისი ჩახენა. ამიტომ მან სოფლის მეურნეობაში დიდი გამოყენება ჰპოვა. თითქმის ყველა ქვეყანაში ნიადაგის მოკირიანება მოტყილიანებით დაიწყო. ვინაიდან ტყილი თავის შემადგენლობაში შედარებით მცირე რაოდენობით კირს შეიცავს, ამიტომ მისი შორ მანძილზე გადატანა მიზანშეწონილი არ არის. ტყილი ადგილობრივი მნიშვნელობის სასუქია.

დეფეკაციური ტალახი. შაქრის ქარხნებში ყოველწლიურად გროვდება დეფეკაციური ტალახი, რომელიც თავის შემადგენლობაში საკმაო რაოდენობით შეიცავს CaO და მცენარისათვის სხვა საჭირო საკვებ ნივთიერებას: ფოსფორს, კალიუმს და აზოტს. იგი შეიცავს აგრეთვე ორგანულ ნივთიერებას. საქართველოში დეფეკაციური ტალახი დიდი რაოდენობით გროვდება (ყოველწლიურად 1000 — 15000 ტონამდე) აგარის შაქრის ქარხანაში წარმოების ნარჩენის სახით.

აგარის შაქრის ქარხნის დეფეკაციური ტალახის ქიმიური შედგენილობა მოყვანილია 151-ე ცხრილში.

ცხრილი 151

	CaO	MgO	P ₂ O ₅	N	K ₂ O	ორგანული ნივთიერება	მინერალური ნივთიერება
აგარის შაქრის ქარხნის დეფეკაციური ტალახი	36,75	4,45	0,54	0,32	0,1	13,3	86,7

დეფეკაციური ტალახის გამოყენება შეიძლება ყოველგვარი დაფქვისა და გამოწვის გარეშე. იგი ჰაერზე გაშრობის შემდეგ ფხვიერ მასად იქცევა. თავისი ეფექტურობით არათუ ჩამოუვარდება კირქვებს, არამედ უფრო მაღალი ეფექტურობით ხასიათდება. აგარის შაქრის ქარხნის დეფეკაციურ ტალახს ფართო გამოყენება უნდა მიეცეს წითელმიწა ნიადაგების ნაყოფიერების გაუმჯობესების საქმეში კირის მოყვარულ მცენარეთა მოსაეღიანობის გადიდების მიზნით.

ბრძმედისა და მარტენის წილები. ბრძმედისა და მარტენის წილები დიდი რაოდენობით გროვდება მეტალურგიულ ქარხნებში. ისინი შეიცავენ დაახლოებით 40 — 50 პროცენტამდე CaO. ბრძმედისა და მარტენის წილებში მოიპოვება აგრეთვე სილიციუმიც — CaSiO₃ და CaSiO₄ და სხვათა სახით. ბრძმედისა და მარტენის წილები საუკეთესო სასუქია. ისინი შეიძლება გამოყენებულ იქნან სასუქად დაფქვის გარეშე.

გაზიანი კირი წარმოადგენს გაზის წარმოების ნარჩენს. იგი თავის შემადგენლობაში გარდა კალციუმის კარბონატისა და კალციუმის ქანგის ჰიდრატისა, შეიცავს გოგირდის მჟავისა და გოგირდოვან მჟავა კალციუმს, რომელიც მომწამვლელად მოქმედებს მცენარეზე, ამიტომ გაზიანი კირი რომ სასუქად იქნას გამოყენებული, საჭიროა მისი დაახლოებით ერთი წლის მანძილზე ჰაერზე დატოვება.

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, ნიადაგის მოსაყირიანებლად გამოიყენება ქალაღის, სოდის, ტყავის, პოტასიუმისა და სხვ. წარმოებები

ნარჩენები. აღნიშნული კირის შემცველი სასუქების წარმოებაში ფართოდ გამოყენებისათვის საჭიროა მასში CaO რაოდენობის განსაზღვრა და მისი სასუქობრივი ღირებულების დადგენა უშუალოდ მცენარის მონაწილეობით.

ბ) კირის გამოყენების ზოგიერთი საკითხი.

მოკირიანების ეფექტურობაზე დიდ გავლენას ახდენს კირის შეტანის დრო, სიღრმე, ტექნიკა და სხვ. კირის შეტანა შესაძლებელია წლის ყოველ დროში, მაგრამ უმჯობესია შემოდგომით ან ზამთარში, როდესაც მუშახელი და ტრანსპორტი შედარებით უფრო თავისუფალია. კირის მოქმედების ხანგრძლიობა გაცილებით მეტია, ვიდრე მინერალური და ორგანული სასუქებისა. მინერალური სასუქები შეაქვთ ყოველწლიურად, ხოლო ორგანული კი ყოველ 2—3 წელიწადში ერთხელ. სრული დოზით კირის შეტანა ყოველწლიურად არ შეიძლება, რადგან მისი მოქმედება 15—20 წელს გრძელდება. განმეორებით მოკირიანება შეიძლება ჩატარებულ იქნას მხოლოდ 15—20 წლის შემდეგ, როდესაც ნიადაგი კვლავ გამჟავდება. სრული დოზით კირის შეტანისას საჭიროა მისი თანაბრად განაწილება ნიადაგის მთელ ფართობზე და 20—25 სანტიმეტრის სიღრმეზე ჩახენა. მცირე დოზებით კირის შეტანის გაუმჯობესებული წესი დაამუშავა სასუქების, ნიადაგმცოდნეობისა და აგროტექნიკის სრულიად საკავშირო სამეცნიერო-საკვლევმა ინსტიტუტმა. ექსპერიმენტული მონაცემები გვიჩვენებს, რომ თესლთან ერთად შუკრივში სათვის მანქანებით კირის მცირე დოზების გამოყენებით შეიძლება მიღებულ იქნას მაღალი მოსავალი.

მოკირიანების ეფექტურობის ზრდის საქმეში მნიშვნელოვანია მოკირიანების შემდეგ ნიადაგში კალციუმისა და მაგნიუმის შეფარდება. ცნობილია, რომ ნიადაგში კალციუმისა და მაგნიუმის შეფარდებას მცენარის კვებისა და მისი ზრდა-განვითარებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს. კალციუმისა და მაგნიუმის შეფარდებაზე დიდი მუშაობა ჩაატარა აკად. კ. კ. გედროიცმა, ო. კ. კედროვ-ზიხმანმა და სხვებმა. ასევე ახდენს გავლენას კირის ეფექტურობაზე ბორის შემცველი სასუქების გამოყენება და სხვ. მოკირიანებულ ნიადაგებზე განსაკუთრებით დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს მასში ორგანული ნივთიერების რაოდენობრივ ზრდას. ამიტომაც, რომ კირის გამოყენება ნათესალახიან თესლბრუნვაში ნიადაგის ნაყოფიერების, გაუმჯობესების ერთ-ერთ მეტად ეფექტურ აგროტექნიკურ ღონისძიებად ითვლება. მოკირიანებულ ნიადაგებზე მიმართავენ აგრეთვე მწვანე სასუქების თესვას. კირისა და სასუქების ერთობლივი გამოყენებით შესაძლებ-

ლია მიღებულ იქნას მეავე ნიადაგების ნაყოფიერების გაუმჯობესება. რაც უზრუნველყოფს მყარი და მაღალი მოსავლიანობის მიღებას პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებით.

2. ნიადაგის მოთავაზირება

თაბაშირი ბუნებრივ პირობებში მოიპოვება საბადოების სახით და დიდი გამოყენება აქვს ქიმიურ მრეწველობაში.

თაბაშირს, როგორც წარმოების ნარჩენს; დიდი რაოდენობით ვლუბულობთ ორმაგი სუპერფოსფატის წარმოების დროს, რომელიც ცნობილია ფოსფოროთაბაშირის სახელწოდებით. თაბაშირი თავის შემადგენლობაში საკმაო რაოდენობით შეიცავს კალციუმსა და გოგირდს. თაბაშირში, გარდა კალციუმისა და გოგირდისა, არსებობს ფოსფორი, რომლის რაოდენობა ფოსფოროთაბაშირში 2-5 პროცენტამდე მერყეობს. ფოსფოროთაბაშირის შედგენილობა ასეთია $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — 64 პროცენტი, P_2O_5 — 2-3-5 პროცენტი, თიხა და ქვიშა — 30 პროცენტი.

თაბაშირს სასუქად სოფლის მეურნეობაში ძირითადად ორი მიზნით იყენებენ: როგორც კალციუმისა და გოგირდის წყარო. ცდებით დამტკიცებულია, რომ რიგ მცენარეებს, განსაკუთრებით პარკოსნებს — იონჯას, სამყურას და სხვ. დიდი რაოდენობით ამოაქვთ ნიადაგიდან კალციუმი და გოგირდი და კარგად რეაგირებენ თაბაშირის გამოყენებაზე. პარკოსანი მცენარეების ქვეშ ჰექტარზე შეაქვთ 3-4 ცენტნერი თაბაშირი. გარდა ამისა, მას იყენებენ მლაშე ნიადაგების ქიმიური მელიორაციის მიზნით. მლაშე ნიადაგებზე თაბაშირის შეტანა იწვევს მშთანთქმელ კომპლექსში არსებული ნატრიუმის იონების შეცვლას კალციუმის იონებით, რაც უზრუნველყოფს ნიადაგის ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესებას და არც რეაქციის შეცვლას მცენარისათვის სასურველ ოპტიმალურ რეაქციისაკენ, რის შედეგადაც უმჯობესდება ნიადაგის ნაყოფიერება და იზრდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარეების მოსავლიანობა. მლაშე ნიადაგებში ქიმიური მელიორაციის მიზნით თაბაშირი შეაქვთ რამდენიმე ტონის რაოდენობით.

ლიტერატურაში თაბაშირის დადებითი მოქმედება სამყურას მოსავალზე დიდი ხნის წინათ იყო ცნობილი. მას ავსტრიაში ყურადღება მიაქცია შუბარტმა. როდესაც სამყურას თივის მოსავალი იკლებდა, მოსავლიანობის გადიდების მიზნით მეურნეობაში იყენებდნენ თაბაშირს. თაბაშირის გამოყენებით საკმაოდ დიდი ეფექტი მიიღო ბუსენგომ. მან ექსპერიმენტული მონაცემებით გვიჩვენა, რომ თაბაშირის გამოყენებით სამყურას თივის მოსავალი ჰექტარზე 10 ცენტნერიდან

59 ცენტნერამდე გაიზარდა. ჩვენში თაბაშირის სასუქად გამოყენებაზე ცდები ჩაატარა ა. ნ. ენგელგარდტმა. თაბაშირის შეტანით მან სამყურას მოსავალი ჰექტარზე 28,6 ცენტნერიდან 50,5 ცენტნერამდე გაზარდა.

სსრ კავშირში თაბაშირის ეფექტურობაზე ჩატარებული ცდებიდან მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემები შეჯამებულია ი. ა. აფანასიევის მიერ, რომელიც მოცემულია 152-ე ცხრილში.

ცხრილი 152

**თაბაშირის ეფექტურობა სამყურას კულტურის მიმართ
ხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე**

ნიადაგის დასახელება	ჩატარებული ცდის რაოდენობა	საშუალო მოსავალი საკონტრულზე ტონებში	თაბაშირის საშუალო დოზების გამოყენებისას მოსავლის მატება	
			ტ/ა	წილობით საკონტრ შვიდარებ.
ეწერი, მძიმე თიხნარი.....	270	28,7	16,2	56,4
ეწერი, მუხუბუქი და საშუალო თიხნარი .	661	32,2	11,1	34,4
ეწერი, სილნარი	58	27,2	7,2	28,7
დეგრადირებული შავმიწა და ტყის ნაც-რისფერი ნიადაგები	41	32,0	6,5	20,3

ცდიდან ჩატარებული ექსპერიმენტული მონაცემებიდან ჩანს, რომ თაბაშირის ეფექტი მეტია მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე, ხოლო შედარებით ნაკლები მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ეწერებზე და დეგრადირებულ შავმიწებზე.

თაბაშირის შეტანა ნიადაგში წარმოებს ზედაპირულად.

სამყურას გათიბვის შემდეგ აწარმოებენ თაბაშირის მოზნევას, რომელსაც ფოთლებიდან ჩამორეცხავს პირველივე წვიმა. იგი სამყურას ფოთლებს არ აზიანებს. გვალვიან რაიონში მიმართავენ თაბაშირის შეტანას შემოდგომით.

თაბაშირის დადებითი მოქმედება სამყურას და იონჯას მიმართ, ერთი მხრივ, აიხსნება იმით, რომ აღნიშნულ კულტურებს დიდი რაოდენობით ამოაქვთ ნიადაგის კალციუმი და ამიტომ მათ ჰქვმ შედარებით უფრო ხსნადი კალციუმის სასუქის შეტანას უდავოდ დიდი მნიშვნელობა აქვს. გარდა ამისა, თაბაშირის გამოყენებისას ადგილი აქვს ნიადაგში წყალბად და ალუმინის იონების მცენარეზე უარყოფითი მოქმედების შემცირებას.

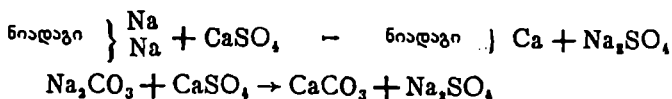
აღსანიშნავია ისიც, რომ თაბაშირის შეტანისას მცენარე უკეთ იყენებს ნიადაგში არსებულ კალიუმს, ე. ი. თაბაშირის გამოყენებისას ნიადაგში იზრდება მცენარისათვის შესათვისებელი კალიუმის რაოდენ-

ნობა. თაბაშირის დაღებითი მოქმედება შეიძლება აიხსნას იმითაც, რომ მისი გამოყენებისას უმჯობესდება მცენარის გოგირდით კვების პირობები. ისეთი მცენარეები როგორცაა: კომპოსტო, თურნეფსი და სხვა, ნიადაგიდან იღებენ მეტ გოგირდს, ვიდრე ფოსფორს, ამიტომ მათ მიმართ ნიადაგში გოგირდის რაოდენობრივ ზრდას უდავოდ დიდი მნიშვნელობა აქვს. თაბაშირი აძლიერებს მცენარის ყლორტებისა და ფესვების ზრდას. ამგვარად, თაბაშირი აუმჯობესებს მცენარის ზრდა-განვითარების პირობებს და ზრდის მოსაველიანობას.

თაბაშირის მოქმედება გრძელდება 4 — 5 წელიწადს.

ცნობილია, რომ თაბაშირი საკმაოდ დიდი რაოდენობით გამოიყენება მლაშე ნიადაგების ქიმიური მელიორაციის მიზნით.

მლაშე ნიადაგების ცუდი ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები გამოწვეულია ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსში ნატრიუმის იონების დიდი რაოდენობით არსებობით, რომელსაც კალციუმის იონებით ცვლის თაბაშირი. ასე, მაგალითად:



ნიადაგისა და თაბაშირის ურთიერთმოქმედების შედეგად წარმოშობილი Na_2SO_4 ნეიტრალური მარილია, რომელიც წყალში კარგად იხსნება და რომელიც შეიძლება გაირეცხოს მორწყვის შედეგად. ამრიგად, მლაშე ნიადაგის მოთაბაშირებისას ადგილი აქვს ნიადაგის მშთანთქმელი კომპლექსის გამდიდრებას კალციუმით და არეს რეაქციის შეცვლას ტუტედან ნეიტრალურ ინტერვალისაკენ. ყოველივე ეს კი იწვევს ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესებას და მასზე მზარდი მცენარეების მოსავლის ზრდას. მლაშე ნიადაგის მელიორაციის მიზნით შეტანული თაბაშირის დოზა დამოკიდებულია მშთანთქმელ კომპლექსში არსებული ნატრიუმის რაოდენობაზე. მლაშე ნიადაგების ქიმიური მელიორაციის შემდეგ ყურადღება უნდა მიექცეს ორგანული სასუქების გამოყენებას. მრავალწლიანი ბალახების თესვა უაღრესად დიდ გავლენას ახდენს მლაშე ნიადაგების ნაყოფიერების გაუმჯობესებაზე. განსაკუთრებით ეფექტურია ის ქიმიური მელიორაციის ჩატარების შემდეგ.

8. გოგირდის სასუქად გამოყენება

გოგირდის დაღებითი მოქმედება მცენარის ზრდა-განვითარებაზე დიდი ხნის წინათ იყო შემსწავლული. გოგირდი დაღებითად მოქმედებს მდოგვზე, შაქრის ჭარხალზე, კარტოფილზე, ხანჭკოლზე, ჩაიზე და სხვა მცენარეებზე.

ნიადაგში შეტანილი გოგირდი მიკროორგანიზმების ზემოქმედებით განიცდის დაჟანგვას და წარმოიშევა გოგირდმჟავა შარბილები. ამ დროს, ერთი მხრივ, წარმოებს ნიადაგზე განზავებული გოგირდის მჟავას მოქმედება, ხოლო, მეორე მხრივ, ნიადაგის ხსნარი მდიდრდება სულფატებით. გოგირდის შეტანა დადებით გავლენას ახდენს ტუტე რეაქციის ნიადაგების არეს რეაქციის შეცვლაზე. შემჩნეულია, რომ გოგირდის გამოყენებით ადგილი აქვს PH შემცირებას, ე. ი. ტუტე რეაქციის ნიადაგების არეს რეაქცია უახლოვდება ნეიტრალური ნიადაგების არეს რეაქციას. გარდა ამისა, გოგირდის გამოყენებისას წარმოებს ნიადაგში არსებული ძნელადხსნადი ფოსფატების ხსნადობა და ამრიგად, მასში დიდდება მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის რაოდენობა. გარდა არაპირდაპირი მოქმედებისა, გოგირდი შეიძლება პირდაპირაც მოქმედებდეს. ნიადაგში გოგირდის შეტანისას უმჯობესდება მცენარის გოგირდით კვების პირობები, ეს კი უდავოდ დიდ გავლენას ახდენს ღარიბ ნიადაგებზე ისეთი მცენარეების მიმართ, როგორცაა პარკოსნები და ჯვაროსნები.

დიდი რაოდენობით შეტანილმა გოგირდმა შეიძლება უარყოფითად იმოქმედოს მცენარის ზრდა-განვითარებაზე. შემჩნეულია, რომ დიდი დოზით გოგირდის მწკრივში შეტანა უარყოფითად მოქმედებს მცენარის ზრდა-განვითარებაზე, მაშინ როდესაც იგივე დოზით გოგირდის გამოყენება მოზნევის წესით იწვევს მოსავლის ზრდას.

შემჩნეულია, რომ გოგირდის ეფექტურობა დიდად არის დამოკიდებული ნიადაგში ტენის რაოდენობაზე. მცირე რაოდენობით ტენის არსებობისას შესაძლებელია გოგირდის გამოყენებამ გამოიწვიოს მოსავლის შემცირება. კარბონატულ ნიადაგებზე გოგირდის შეტანით შეიძლება გაუმჯობესებულ იქნას მცენარის რკინითა და მიკროელემენტებით კვების პირობები და სხვ.

4. ქლორნატრიუმი როგორც სასუპი

ცნობილია, რომ ნატრიუმს მცენარის ზრდა-განვითარების საქმეში ისეთივე მნიშვნელობა არა აქვს, როგორც კალიუმს. მაგრამ გარკვეულ პირობებში მას შეუძლია დადებითად იმოქმედოს მცენარის ზრდა-განვითარებაზე. მართალია, ზუფთა ქლორნატრიუმს სოფლის მეურნეობაში არ იყენებენ, მაგრამ სოლიკამსკიდან მიღებული კალიუმის სასუპი — სილვინიტი, დიდი რაოდენობით შეიცავს Na. ამიტომ უნდა ვიცოდეთ, როდის მოვაცილოთ სოლიკამსკის კალიუმთან სასუპს ნატრიუმი და როდის არა.

ქლორნატრიუმი არაპირდაპირი სასუქია და მისი მოქმედება მცენარეზე აიხსნება იმით, რომ ის აუმჯობესებს კალიუმით კვების პირობებს. შემჩნეულია, რომ მთელ რიგ მცენარეებზე NaCl დადებითად მოქმედებს მცენარის ზრდა-განვითარებაზე და მოსავალზე. ეგვროვმა თავის ცდებში შენიშნა ნატრიუმქლორის დადებითი მოქმედება შაქრის ჭარხლის მოსავალზე. ამჟამად ჩატარებული მრავალრიცხოვანი ცდებით მტკიცდება ნატრიუმის შემცველი სასუქების დადებითი გავლენა შაქრის ჭარხლის მოსავალზე და აღნიშნულ კულტურაში შაქრიანობის პროცენტულ ზრდაზე. ასევე შემჩნეულია ქლორნატრიუმის და საერთოდ ნატრიუმის შემცველი სასუქების დადებითი გავლენა საკვები ჭარხლის მოსავალზე, სართავ კულტურებსა და საკვებ ბალახებზე.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განყოფილება

1. ჩაის პლანტაციის განოშიერება

ჩაის პლანტაციის მოსავლიანობის გადიდებისათვის სასუქების გამოყენებას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს. სხვა აგროტექნიკურ ღონისძიებათა შორის მას პირველი ადგილი უკავია. ჩაის ბუჩქის ნორმალური ზრდისა და უხვი მოსავლის მისაღებად საჭიროა მცენარე მთელი ვეგეტაციის პერიოდში უზრუნველყოფილი იყოს მისთვის საჭირო საკვები ელემენტებით მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმებში.

ჩაის მოსავლით პლანტაციებიდან გადის დიდძალი საკვები ელემენტები. ასე, მაგალითად, სრულმოსავლიან ჩაის პლანტაციიდან ყოველწლიურად გადის საშუალოდ 2,5 ტონა მწვანე მასა, რომელიც შეიცავს 70 კილოგრამ აზოტს (N), 15 კილოგრამ ფოსფორს (P_2O_5) და 25 კილოგრამ კალიუმს (K_2O). ჩაის კულტურის გავრცელების ზონაში დიდი რაოდენობით მოსული ატმოსფეროს ნალექები იწვევენ ნიადაგის ზედა ფენიდან მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტების ჩარეცხვას ქვედა ფენებში, რაც კიდევ უფრო აღარბებს ნიადაგს. ამიტომ ჩაის კულტურის მოსავლიანობის გადიდებაზე დიდ გავლენას ახდენს აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანა, რაც ნათლად ჩანს ქვემოთ მოყვანილი ცხრილიდან (იხ. ცხრილი 153).

ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან ირკვევა, რომ წითელმიწა ნიადაგებზე მინერალური სასუქები (NPK) მკვეთრად აღიღებენ ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალს.

ცდებით დადგენილია, რომ სამი სახის სასუქებიდან ყველაზე მეტ ეფექტს იძლევა აზოტიანი, შემდეგ ფოსფორიანი და უკანასკნელ ადგილზე მოდის კალიუმიანი სასუქები.

ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლიანობა მნიშვნელოვნად იზრდება აგრეთვე ორგანული სასუქების გამოყენებით. განსაკუთრებით დიდ ეფექტს იძლევა ორგანული და მინერალური სასუქების ერთობლივი გამოყენება.

ჩაის მცენარე კარგად ვითარდება PH 5,2 — 6,0 ფარგლებში. ფაგელერის მონაცემებით, ჩაის ბუჩქის ზრდისათვის აქტიური რეაქციის ქვედა ზღვარი უდრის PH 2,3, ხოლო ზედა ზღვარი PH 7,5. მაშასადამე, ჩაის მცენარე კარგად ვითარდება მყავე და სუსტად მყავე არეში. იგი უარყოფით დამოკიდებულებას იჩენს კირის მიმართ.

ცხრილი 153

აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმისანი სასუქების გავლენა ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალზე წითელმიწა ნიადაგზე (მრავალი წლის საშუალო მოსავალი)
(მ. გაბისონიას მონაცემებით)

ვარიანტები	ანასუელი		ზენი	
	მოსავალი კგ/ჰა	წიგ-ობით საკონტროლოსთან შედარებით	მოსავალი კგ/ჰა	წიგ-ობით საკონტროლოსთან შედარებით
უსასუქოდ	1306	100	1915	100
NPK	2229	171	3523	184

ა) სასუქების სახეები ჩაის პლანტაციისათვის

ჩაის პლანტაციის განოყიერებისათვის გამოიყენება როგორც ორგანული, ისე მინერალური სასუქები. ორგანული სასუქებიდან ჩაის პლანტაციაში გამოიყენება ნაკელი, ტორფის კომპოსტები, ფეკალური სასუქები, შერეული კომპოსტი, ტუნგოს კოპტონი და მწვანე სასუქები.

მინერალური სასუქებიდან ჩაის პლანტაციაში გამოიყენება აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმისანი სასუქები.

აზოტიანი სასუქებიდან ჩაის პლანტაციაში შეაქვთ ამონიუმის გვარჯილა, ამონიუმის სულფატი. ამონიუმის გვარჯილიდან აზოტის დანაკარგი მეტია, მაგრამ მისი სისტემატურად გამოყენება არ იწვევს არც რეაქციის ისე მკვეთრად გამჟავებას, როგორც გოგირდმჟავა ამონიუმი.

ფოსფორიანი სასუქებიდან გამოიყენება სუპერფოსფატი და ფოსფორიტის ფქვილი. სისტემატურად ამონიუმის სულფატით განოყიერებულ ნიადაგებზე ფოსფორიტის ფქვილი იძლევა უკეთეს შედეგს, ვიდრე სუპერფოსფატი. ჩაის პლანტაციებში შეაქვთ აგრეთვე თომასის წილა და პრეციფიტატი, კალიუმისანი სასუქებიდან კი ქლორკალიუმი, კალიუმის სულფატი და 30 — 40-პროცენტისანი კალიუმის მარილი, მაგრამ უფრო ფართო გამოყენება აქვს ქლორკალიუმს.

ბ) ორგანული სასუქები

ორგანული სასუქებიდან ჩაის პლანტაციებში ფართო გამოყენება აქვს ნაკელს, ტორფოკომპოსტებს და მწვანე სასუქებს. ორგანული სასუქების გამოყენება მინერალურ სასუქებთან ერთად ზრდის უკანასკნელის ეფექტს. ორგანული სასუქები შეაქვთ ყველა ასაკის ჩაის პლანტაციებში, მაგრამ მით განოყიერება საჭიროა დაიწყოს პირველ წლიდანვე. სრულმოსავლიან ჩაის პლანტაციაში ორგანული სასუქები 4 წელიწადში ერთხელ შეაქვთ და თუ შესაძლებელია, უფრო ხშირადაც. ჰექტარზე შეაქვთ 50 ტონა ნაკელი, ნიადაგის 70—75 პროცენტ ტენიანობისას კი 80—100 ტონა ტორფოკომპოსტები. ორგანული სასუქები პირველ რიგში შეტანილი უნდა იქნეს ძალზე დარეცხილ ფერდობისა და მძიმე თიხნარ დაბლობის პლანტაციებში. მძიმე გასახლავ პლანტაციაში ორგანული სასუქები შეაქვთ მძიმე გასხვლის წინ. ორგანული სასუქები შეიტანება მწკრივთაშორის მთლიან ფართობზე ნიადაგის საზამთრო გადაბარვის ან მოხვნის წინ.

მწვანე სასუქების დამოუკიდებელი ფორმა გამოიყენება ახალგაზრდა და ისეთ პლანტაციებში, სადაც რივთაშორისებში არის საკმარის თავისუფალი არე, არანაკლები 50 სანტიმეტრი. ამ ფორმის მწვანე სასუქების გამოყენება შეიძლება აგრეთვე პლანტაციის მძიმე გასხვლის პირველ-მეორე წელს და ზოგჯერ მესამე წელსაც. ისეთ პლანტაციებში, სადაც მწკრივთაშორისები ძალზე ვიწროა, მათ ანოყიერებენ მწვანე სასუქების საცელავი ფორმით. ჩაის პლანტაციებში გამოიყენება შემოდგომისა და ზამთრის სიდერატები, უმთავრესად, პარკოსანი მცენარეები: თეთრი, ყვითელი და ლურჯი ხანჭკოლა. სიდერატების ნორმალური ზრდის პირობებში ჰექტარზე მიიღება 15 ტონამდე მწვანე მასა. უხვი მწვანე მასის მისაღებად საჭიროა მწკრივთაშორისებში შეტანილი იქნეს ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები. ფოსფორიანი სასუქებიდან იყენებენ ფოსფორიტის ფქვილს ან სუპერფოსფატს. ფოსფორის დოზა ერთ ჰექტარზე საჭიროა ჰუმუსით მდიდარ ნიადაგებზე 100 კილოგრამი P_2O_5 , ხოლო ჩამორეცხილ დარიბ ნიადაგებზე კი 150 კილოგრამი P_2O_5 . კალიუმიანი სასუქებიდან გამოიყენება ქლორკალიუმი—100 კილოგრამი K_2O ჰექტარზე. სიდერატების თესვის წინ წარმოებს ნიადაგის კულტივატორით დამუშავება 6—8 სანტიმეტრის სიღრმეზე. ჩაის პლანტაციებში საშემოდგომო-საზამთრო სიდერატებიდან ითვლება ყვითელი, ლურჯი და თეთრი ხანჭკოლა. ყვითელი ხანჭკოლის თესვის ნორმა ჰექტარზე 150 კილოგრამია, ლურჯისა 160 კილოგრამი, ხოლო თეთრისა კი 200 კილოგრამი. ერთ და ორწლიან პლანტაციებში სიდერატები ითვლება მცენარის ძირიდან 20 სანტიმეტრის დაცილებით. ორ წელზე მეტი ხნის პლანტა-

ციაში კი სიდერატებს თესენ მთელ რიგთაშორისებში, მწკრივში ან მოზნევით. სიდერატების თესვის ვადად მიღებულია აგვისტოს პირველი ნახევარი და არა უგვიანეს 1 სექტემბრისა, ამთავან გამონაკლისს წარმოადგენს ადგილობრივი თეთრი ხანჭკოლა, რომელიც აგვისტოს შუა რიცხვებამდე ითესება.

გ) აზოტიანი სასუქების დოზები

ჩაის პლანტაციაში აზოტიანი სასუქების დოზები იცვლება პლანტაციის ასაკისა და მოსავლიანობის მიხედვით. შვიდ წელზე ნაკლები ხნოვანების ჩაის პლანტაციაში აზოტიანი სასუქები შეიტანება შედარებით უფრო მცირე დოზებით, რადგან ნიადაგი ჯერ კიდევ მდიდარია მით, და მოსავლით შედარებით ნაკლები აზოტი გადის პლანტაციიდან. სრულმოსავლიან ჩაის პლანტაციებში (7 წელზე მეტი ხნის) აზოტიანი სასუქების დოზები იცვლება მწვანე ფოთლის მოსავლიანობის მიხედვით. მძიმე გასხვლის წელს სრულმოსავლიანი ჩაის პლანტაცია ნაკლებ აზოტს მოითხოვს, ვიდრე ჩვეულებრივი შპალერული გასხვლის ჩატარების წელს.

ახალგაზრდა ჩაის პლანტაციისათვის საკირო აზოტის დოზები მოცემულია 154-ე ცხრილში.

ცხრილი 154

ჩაის პლანტაციის ხნოვანების მიხედვით აზოტის საშუალო წლიური დოზები

	პლანტაციის ხნოვანება (წლები)		
	1—3	4—5	6—7
აზოტის (N) ნორმა კგ/ჰა	50	100	150

7 წელზე მეტი ხნოვანების პლანტაციაში აზოტის დოზები იცვლება მოსავლიანობის მიხედვით (იხ. ცხრილი 155).

ცხრილი 155

სრულასაკოვანი ჩაის პლანტაციის მოსავლიანობის მიხედვით, აზოტის საშუალო წლიური დოზები

	მოსავალი კგ/ჰა				
	1500	1500—2500	2500—3500	3500—7000	7000 მეტი
აზოტის (N) დოზა კგ/ჰა	200	250	300	350	400

აზოტიანი სასუქების ნიადაგში შეტანის წესები და ვადები. ჩაის პლანტაციის გასანოყიერებლად, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ძირითადად გამოიყენება ამონიუმის სულფატი და ამონიუმის გვარჯილა. ნიადაგის არეს რეაქციის ძალზე დამყავების თავიდან აცილების მიზნით, უკეთესია ამ ორი ფორმის აზოტიანი სასუქების მორიგეობა ჩაის პლანტაციაში. ამ მორიგეობაში ეწერ ნიადაგებზე და გაეწერებულ წითელმიწებზე უფრო ხანგრძლივად უნდა გამოვიყენოთ ამონიუმის სულფატი, ვიდრე ამონიუმის გვარჯილა. ხოლო დაბლობის წითელმიწებზე საჭიროა ორივე ფორმა თანაბარი დროით.

ყველა ხნოვანების ჩაის პლანტაციაში გოგირდმყავა ამონიუმი შეაქვთ სრული დოზით — 15 თებერვლიდან 1 აპრილამდე და ჩათონიან 5 — 6 სანტიმეტრის სიღრმეზე, ამონიუმის გვარჯილა შეიტანება ორჯერ, პირველად მთელი დოზის 60 პროცენტი — 1 მარტიდან 1 აპრილამდე, ხოლო მეორედ 40 პროცენტი ივლისში. ახალგაზრდა პლანტაციას გაშენების მესამე წლამდე ანოყიერებენ ლენტისებურად. ლენტის სიგანე ბორღიურის ორივე მხარეზე უნდა იყოს 40 სანტიმეტრი, მცენარის ფესვის ყელიდან 10 სანტიმეტრის დაცილებით. დანარჩენი ასაკის პლანტაციაში კი სასუქები შეიტანება მთელ მწკვრივთაშორისებზე, ფესვის ყელიდან 10 სანტიმეტრის დაშორებით.

დ) ფოსფორიანი სასუქების დოზები

ფოსფორიანი სასუქების დოზები ჩაის პლანტაციაში იცვლება ნიადაგის ტიპების მიხედვით. წითელმიწა ნიადაგებზე გაშენებული ყველა ხნოვანების პლანტაციებში ფოსფორიანი სასუქები შეაქვთ 150 კილოგრამი P_2O_5 ანგარიშით ერთ ჰექტარზე, ხოლო გაეწერებულ ნიადაგებზე კი 100 კილოგრამი.

სრულასაკოვან პლანტაციაში, რომელიც წინათ სისტემატურად ნოყიერდებოდა 10 წლის და მეტი ხნის განმავლობაში ფოსფორიანი სასუქებით, ეს უკანასკნელი შეაქვთ არა ყოველწლიურად, არამედ 4 წელიწადში ერთხელ ერთი აგროტექნიკური დოზის რაოდენობით, მაგრამ თუ პლანტაცია აღნიშნული სასუქით ნოყიერდებოდა 10 წელზე ნაკლები ხნის მანძილზე, მაშინ იგი შეაქვთ 4 წელიწადში ერთხელ ოთხმაგი აგროტექნიკური დოზის რაოდენობით. თუ სიღერატების თესვის დროს შეიტანება ფოსფორიანი სასუქები, მაშინ ამ უკანასკნელის დამატებითი შეტანა არაა საჭირო ორი წლის განმავლობაში.

ე) ფოსფორიანი სასუქების შეტანის ვადები და წესი

ფოსფორიანი სასუქები პლანტაციაში შეიტანება იმ ვადებში, როდესაც წარმოებს ნიადაგის საზამთრო გადაბარვა.

ახალგაზრდა პლანტაციებში (5 წლის ასაკამდე) ფოსფორიანი სასუქები შეაქვთ ბორდიურის ორივე მხარეზე 40 სანტიმეტრის სიგანის ლენტისებურად, ფესვის ყელიდან 10 სანტიმეტრის დაცილებით. დანარჩენი ხნოვანების პლანტაციებში კი მთელ მწკრივთაშორისებზე, ფესვის ყელიდან იმავე მანძილის დაცილებით.

ე) კალიუმის სასუქების დოზები

კალიუმის სასუქებიდან ჩაის პლანტაციებში ყველაზე მეტი იყენებენ ქლორკალიუმის, იშვიათად 30 — 40-პროცენტის კალიუმის მარილს, კიდევ უფრო იშვიათად კალიუმის სულფატს. კალიუმის სასუქების დოზები იცვლება ნიადაგის ტიპების მიხედვით. წითელმიწა ნიადაგებზე გაშენებულ 10 წელზე ხნირ პლანტაციაში კალიუმის სასუქები შეიტანება ორ წელიწადში ერთხელ 200 კილოგრამი K_2O -ს ანგარიშით ჰექტარზე. იგივე დოზა შეაქვთ ეწერ ნიადაგებზე გაშენებულ 5 წელზე ნაკლებ ხნირ პლანტაციებშიც (იხ. ცხრილი 156).

ცხრილი 156

კალიუმის (K_2O) დოზები კლოგრამებში ერთ ჰექტარზე 2 წელში ერთხელ

ნიადაგები	დაწყებული 5 წლიანი ხნოვანებიდან	დაწყებული 10 წლიანი ხნოვანებიდან
წითელმიწა	—	200
ეწერი	200	—

ზ) კალიუმის სასუქების ნიადაგში შეტანის ვადები და წესები

კალიუმის სასუქები ნიადაგში შეიტანება ორგანულ და ფოსფორიან სასუქებთან ერთად ნიადაგის საზამთრო გადაბარვის წინ, მთელ მწკრივთაშორისებზე, ფესვის ყელიდან 20 — 25 სანტიმეტრის დაშორებით.

ა. ციტრუსოვან კულტურათა განოქმიერება

ციტრუსოვანი კულტურების ნორმალური ზრდა-განვითარებისა და უხვი მოსავლის მისაღებად აუცილებელია ნიადაგში დიდი რაოდენობით იყოს მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმებში აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი და სხვ. აზოტის ნაკლოვანება იწვევს ციტრუსოვანი კულტურების ზრდის შენელებას, ნაყოფმოცემობის შემცირებას.

ნიადაგში ფოსფორის სიმცირე აგვიანებს ნაყოფის მომწიფებას და მასში ნახშირწყლების დაგროვებას. კალიუმის დანაკლისი კი ამცირებს ნაყოფის ხარისხს და მცენარის ყინვაგამძლეობას. ციტრუსების ნორმალური განვითარებისათვის საჭიროა ნიადაგის ხსნარში PH 6,0—6,5. მაგრამ თუ იგი 5,0—4,5 ნაკლებია, საჭიროა ნიადაგის შეავიანობის განეიტრალება კირით.

ზოგიერთ ნიადაგებზე ციტრუსოვანი კულტურები განიცდიან მიკროელემენტების (ბორის, თუთიას) ნაკლოვანებას, რაც იწვევს ფოთლებისა და ყლორტების არანორმალურ განვითარებას, მოსავლის ხარისხის დაცემას.

ციტრუსოვან კულტურებს ნიადაგიდან მოსავლით გააქვთ მნიშვნელოვანი რაოდენობით საკვები ელემენტები. ასე, მაგალითად, თუ ციტრუსოვანების მოსავალი ჰექტარზე უდრის 300—400 ცენტნერს, მაშინ აღნიშნული ფართობიდან გადის: აზოტი (N) 45—70 კილოგრამი, ფოსფორი (P₂O₅) 25—40 კილოგრამი და კალიუმი (K₂O) 80—120 კილოგრამი.

ციტრუსოვანი კულტურები ძირითადად გაშენებულია წითელმიწა და ეწერ ნიადაგებზე, რომლებიც ხასიათდებიან მცენარისათვის შესათვისებელი საკვები ელემენტების სიმცირით. გარდა ამისა, აღნიშნული ნიადაგები ძალზე მჟავე რეაქციისაა და ამიტომ მცენარის განვითარება მათზე ფერხდება. ამ რაიონებში მოსული ატმოსფეროს დიდი ნალექების წყალი იწვევს საკვები ნივთიერების ჩარეცხვას ქვედა ფენებში, რის შედეგად მწირი ნიადაგები კიდევ უფრო ღარიბდება მცენარისათვის შესათვისებელი საკვები ნივთიერების მარაგით. ამით აიხსნება ის მოვლენა, რომ ციტრუსოვანი კულტურების პლანტაციებში აზოტიანი, ფოსფორიანი, კალიუმიანი და კირის შემცველი

ცხრილი 157

აზოტის (გოგირდმჟავა ამონიუმის) დოზების გავლენა მანდარინის მოსავლიანობაზე

ვარიანტები	საშუალო მოსავალი კგ ერთი ზიდან				4 წლის საშუალო მოსავალი			საშ. წლიური მოსავალი კგ/ჰა
	1938 წ.	1939 წ.	1940 წ.	1941 წ.	კგ ერთ ზიდან	ც/ც	კგ/ჰა	
უსასუქოდ	12,5	3,5	13,5	25,5	13,7	108	9590	700
PK	8,2	9,8	9,0	23,8	12,7	100	9890	—
PK+N ₁₂₀ გ 1 ზეზე	9,6	10,2	19,7	28,5	17,0	134	11900	3010
PK+N ₂₄₀ გ 1 ზეზე	12,2	11,2	22,8	34,7	20,2	159	14240	5260
PK+N ₄₈₀ გ 1 ზეზე	11,4	8,8	23,5	31,5	18,8	148	13160	4270

სასუქების შეტანა აღიღებს მოსავალს და აუმჯობესებს მის ხარისხს, რასაც ადასტურებს 157-ე ცხრილი.

ცხრილის მონაცემები მოწმობენ, რომ აზოტიანი სასუქების სხვადასხვა დოზები იწვევენ მოსავლიანობის 50—60 პროცენტით გადიდებას. ასევე ღიღია ფოსფორიანი, კალიუმიანი და მოკირიანების ეფექტი ციტრუსოვან კულტურებზე. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მცენარის ყინვაგამძლეობის, მოსავლის რაოდენობრივი და მისი ხარისხის გაუმჯობესებისათვის ორგანულ სასუქებს. მაშასადამე, ციტრუსოვანი კულტურების მოსავლიანობის გადიდების მძლავრ ღონისძიებას წარმოადგენს ორგანული, აზოტიანი, ფოსფორიანი, კალიუმიანი და კირის შემცველი სასუქების ნიადაგში შეტანა.

ა) სასუქების ფორმები

ციტრუსოვან პლანტაციებში გამოიყენება როგორც ორგანული, ისე მინერალური სასუქები. ამ უკანასკნელიდან ციტრუსების პლანტაციებში შეაქვთ ნაკელი, ტორფოკომპოსტები, შერეული კომპოსტები, ფეკალური სასუქი, მწვანე სასუქები და სხვ.

მინერალური სასუქებიდან ციტრუსებისათვის იყენებენ აზოტიან, ფოსფორიან, კალიუმიან და კირის შემცველ სასუქებს, უფრო იშვიათად მიკროელემენტების შემცველ მიკროსასუქებს.

აზოტიანი სასუქებიდან ნიადაგში შეაქვთ გოგირდმყავა ამონიუმი (ამონიუმის სულფატი) და აზოტმყავა ამონიუმი (ამონიუმის გვარჯილა).

ფოსფორიანი სასუქებიდან პლანტაციებს ანოყიერებენ სუპერფოსფატით, ხოლო მოუკირიანებელ მყავე ნიადაგებს კი ფოსფორიტის ფქვილით და თომასის წილით.

კალიუმიანი სასუქებიდან ძირითადად იყენებენ ქლორკალიუმს და 30—40-პროცენტიან კალიუმის მარილს, იშვიათად კალიუმის სულფატს.

მყავე ნიადაგების მოკირიანებას აწარმოებენ დეფექციური ტალახით. ტკილით, კირქვის ფქვილით და სხვ.

ბ) ორგანული სასუქები

ორგანული სასუქებიდან ციტრუსების განოყიერებისათვის უფრო მეტად გამოიყენება ნაკელი, ტორფოკომპოსტები და მწვანე სასუქები.

ნაკელის დოზები ციტრუსებისათვის იცვლება, ნარგაობის ასაკისა და ნიადაგის სახეების მიხედვით. 10 წლამდე ასაკის ნარგაობაში თანდათანობით გაზრდილი დოზები შეაქვთ, ხოლო ათი წლის შემ-

დღე კი მოცემულ ნიადაგობრივ პირობებში იგი უცვლელი რჩება. ალუვიურ გაეწერებულ ღარიბ და ღარეცხილ წითელმიწებზე გამოიყენება ნაკელის შედარებით დიდი დოზები, ვიდრე ყვითელ, ალუვიურ და ყომრალ ღრმა ნიადაგებზე. თვითეულ ძირ ხეზე საჭირო ნაკელის დოზები მოცემულია 158-ე ცხრილში.

ცხრილი 158

ნაკელის დოზები ციტრუსოვანი პლანტაციისათვის

ნიადაგები	ნარგავთა აააკი			
	ღარგვის დროს	1-5 წლამდე	5-10 წლამდე	10 წელზე მეტი ხნის
ალუვიური გაეწერებული ღარიბი ნიადაგები და ღარეცხილი წითელმიწები წითელმიწები და ყვითელმიწები, ღრმა ალუვიური	25	25	30	50
გადამალა კარბონატულ კირნარ ფერდობებზე, ყომრალი ღრმა ნიადაგები	15	15	25	40
	10	10	15	30

ნაკელი შეიძლება შეიცვალოს ეკვივალენტური რაოდენობის ტორფოკომპოსტებით, შერეული კომპოსტით ან ფეკალური სასუქებით. ციტრუსოვან პლანტაციებში, სადაც მწვანე სასუქები ითესება, ორგანული სასუქების დოზები იცვლება სიდერატების მწვანე მასის მოსავლიანობის მიხედვით. თუ სიდერატების მოსავლიანობა 20 ტონას აღემატება ჰექტარზე, ორგანული სასუქები არ შეიტანება. მაგრამ სიდერატის მწვანე მასის 10—12 ტონა მოსავლის შემთხვევაში საჭიროა ორგანული სასუქების გათვალისწინებული ნორმის ნახევარი, ხოლო თუ სიდერატები სუსტად არის განვითარებული, მაშინ ორგანული სასუქები შეიტანება სრული ნორმით.

ნაკელი და სხვა ორგანული სასუქების შეტანა წარმოებს გადარვისას მთელ რიგთაშორისებზე მოზნევის გზით.

გ) მწვანე სასუქები

ციტრუსოვან პლანტაციებში მწვანე სასუქებად გამოიყენება შემოდგომა-ზამთრის სიდერატები. მჟავე ნიადაგებზე ითესება: ყვითელი, თეთრი და ლურჯი ხანჭკოლა. ყველა დანარჩენ ნიადაგებზე, გარდა ძლიერ მჟავე და ჩამორეცხილი წითელმიწებისა—ტანეერის ჩინა, ალუვიურ და კარბონატულ ნიადაგებზე თესვენ ფიგა-შერისნარეკს.

ყვითელი, ლურჯი და თეთრი ხანჭკოლა პლანტაციაში ითესება 20 აგვისტოდან 1 სექტემბრამდე. თესვის ნორმა ჰექტარზე ყვითელი

ხანკოლისათვის — 160 კილოგრამი, თეთრისა — 180 კილოგრამი, ლურჯისა — 180 კილოგრამი.

ტანეერის ჩინა ითვისება 20 აგვისტოდან 1 სექტემბრამდე. თესვის ნორმა 150 კილოგრამი. ფიგა-შერიის ნარევს თესენ სექტემბრის ავეში 150 კილოგრამის რაოდენობით ჰექტარზე. ახალგაზრდა ციტრუსოვან პლანტაციებში სიდერატების თესვის წინ წარმოებს ნიადაგის გაფხვიერება 3—5 სანტიმეტრის სიღრმეზე და მასში ფოსფორიანი სასუქების შეტანა მომდევნო წლის ანგარიშში, თანახმად არსებული ნორმებისა. სიდერატების თესლი ჩაითესება 2—5 სანტიმეტრის სიღრმეზე ნიადაგის ტენიანობის მიხედვით: ნიადაგის ზედაპირის გამოშრობის შემთხვევაში 5 სანტიმეტრის, ხოლო სველ ნიადაგებში 2 სანტიმეტრის სიღრმეზე.

სიდერატების მწვანე მასის ჩახვნა წარმოებს გაზაფხულზე ნიადაგის დამუშავების წინ არა უგვიანეს მარტის ბოლო რიცხვებისა.

ციტრუსების ისეთ სრულმოსავლიან პლანტაციაში, რომელთა რიგთაშორისები დაფარულია მცენარეების ვარჯით, მწვანე სასუქების დამოუკიდებელი ფორმა უნდა შეიცვალოს საცელავი ფორმით. სიდერატების სახეები, თესვის ვადები და ნორმები საცელავი ფორმისათვის ისეთივე იქნება, როგორც დამოუკიდებელი ფორმისათვის.

დ) მინერალური სასუქები

ორგანულ სასუქებთან ერთად ციტრუსოვან პლანტაციებში შეაქვთ აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის შემცველი მინერალური სასუქები. მათი ნორმები ციტრუსოვან პლანტაციებისათვის იცვლება ნარგაობის ხნოვანებისა და ნიადაგის ნაყოფიერების მიხედვით. ღარიბ ნიადაგებში (ეწერი, დარეცხილი წითელმიწები) შეიტანება მინერალური სასუქების შედარებით მაღალი დოზები, ვიდრე მდიდარ ნიადაგებში (მდიდარი კარბონატული, წითელმიწები და ყვითელმიწები). მინერალური სასუქების ნორმები ციტრუსოვან კულტურებისათვის მოცემულია 59-ე ცხრილში.

ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები შეიძლება შეტანილი იქნეს ნიადაგში წინასწარი შერევით საზამთრო გადაბარვისას. აზოტიანი სასუქები შეაქვთ ორ ვადაში: პირველად — ნორმის $\frac{2}{3}$ გადაბარვისას, მეორედ — ნორმის $\frac{1}{3}$ ყვავილობის შემდეგ.

ციტრუსოვანი კულტურების მაღალმოსავლიანობის შემთხვევაში აზოტიანი სასუქების ნორმა საჭიროა გათვალისწინებულ ნორმიდან გადიდებულ იქნეს 30 პროცენტით.

ახალგაზრდა 1 — 5 წლის ნარგაობაში სასუქები შეაქვთ ხის შტამბის ირგვლივ. ნარგაობის ხნოვანების მიხედვით თანდათან იზრდება

მინერალური სახეულების შეტანის ნორმები ხაკვების ნივთიერების მიხედვით გრამებში

ნიადაგები	აზოტი (N)				ფოსფორი P ₂ O ₅		კალიუმი K ₂ O	
	1-3 წელი	4-5 წელი	6-8 წელი	9 წ და ზევით	1-5 წლამდე	1 წლებზე მეტი 1 წლიდან დადებით	1-5 წლამდე	6 წლებზე მეტი და დადებით
ლარიბი, ალუვიური გაეწერებული, მკიოედ დარეცხილი წითელმიწები, ყვითელმიწები.....	40	80	150	250	120	250	50	120
მდიდარი, გადამალა კარბონატული, წითელმიწა, ყვითელმიწა და ყოფრალი ნიადაგები.....	30	60	100	200	100	200	50	100

დაცილების მანძილი. პლანტაციის დარგვიდან პირველ-მეორე წელს სასუქს მცენარის ფესვის ყელიდან ამორებენ 5 სანტიმეტრის რადიუსით, ანოყიერებენ წრეს 30 სანტიმეტრით; მესამე წელს აცილებენ 10 სანტიმეტრით, ანოყიერებენ 60 სანტიმეტრით, მეოთხე წელს ფესვის ყელიდან გაუნოყიერებლად ტოვებენ 15 სანტიმეტრს, ხოლო ანოყიერებენ 80 სანტიმეტრ წრის რადიუსით; მეხუთე წელს ფესვის ყელთან ტოვებენ 20 სანტიმეტრს, ანოყიერებენ წრეს 100 სანტიმეტრით; შემდგომ წლებში ანოყიერებენ მთელ მწკრივთაშორისებს, ხის ირგვლივ 50-სანტიმეტრიანი რადიუსის მქონე წრის გამოკლებით.

ე) ნიადაგის მოკირიანება

მეავე წითელმიწების და ეწერი ნიადაგების, რომელთა PH 5,0 — 4,5 ნაკლებია, მოკირიანება უნდა ჩატარდეს 10 — 12 წელიწადში ერთხელ. საჭირო კირის დოზები შეაქვთ ერთი გაცვლითი მეავიანობის ეკვივალენტური რაოდენობით. უფრო უკეთესია თუ კირის დოზები დადგენილი იქნება ტიტრაციის მრუდის მიხედვით, იმ ვარაუდით, რომ ნიადაგის PH წყლის გამონაწურში აღწევდეს 6,0 — 6,5-მდე. კირი ნიადაგში შეაქვთ პლანტაციის გადაბარვის წინ. მოკირიანებისათვის გამოიყენება დეფეკაციური ტალახი, ტკილი, ქვაკირის ფქვილი, მარტენის წიდა და კირის შემცველი სხვა სასუქები.

მეავე ნიადაგის მოკირიანება იწვევს მეავიანობის განეიტრალებას, საკვები ნივთიერების მობილიზაციას, მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობის გაძლიერებას, ნიადაგის ფიზიკური თვისებების

გაუმჯობესებას, ტოქსიკური ალუმინის, მანგანუმის და რკინის გადაყვანას მცენარისათვის შეუთვისებელ ფორმებში, ნიადაგის შთანთქმითი ტევადობისა და ბუფერობის გადიდებას, მინერალური სასუქების ეფექტურობის ზრდასა და მცენარის კალციუმთან კვების გაუმჯობესებას, რის შედეგადაც ციტრუსოვანი კულტურების მოსავლიანობა მნიშვნელოვნად იზრდება, მოსავლის ხარისხი უმჯობესდება.

8. ტუნგოს კლანტაციის განოპიარება

ტუნგოს მოსავლიანობის გადიდება მჭიდროდაა დაკავშირებული სასუქების გამოყენებასთან. ტუნგოს მოსავლიანობას აღიწერს როგორც მინერალური, ისე ორგანული სასუქები. საკვები ელემენტებიდან ტუნგოს მოსავალს ყველაზე მეტი გამოაქვს აზოტი. ასე, მაგალითად, 2250 კილოგრამი თესლის მოსავლით ტუნგოს ნიადაგიდან გამოაქვს აზოტი — 48 კილოგრამი, P_2O_5 — 31 კილოგრამი და K_2O — 13,5 კილოგრამი. ტენიან სუბტროპიკულ რაიონებში ჩატარებულმა ცდებმა ნათელყო მინერალური და ორგანული სასუქების მალალი ეფექტი ტუნგოს მოსავლის გადიდების საქმეში.

გ. ზ. ხუციშვილის მიერ ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში წითელმიწა ნიადაგებზე ჩატარებული მრავალწლიანი მინდვრის ცდით დადგენილია მინერალური და ორგანული სასუქების მკვეთრი გავლენა ტუნგოს „ფორდის“ ნაყოფის მოსავალზე (იხ. ცხრილი 160).

ცხრილი 160

სასუქების გავლენა ტუნგოს „ფორდის“ მოსავლიანობაზე ხეების ახაკის მიხედვით

(გ. ზ. ხუციშვილის მონაცემებით)

სქემა	ნაყოფის მოსავალი ჰექტარზე ტონობით					
	მე-6 წ.	მე-7 წ.	მე-8 წ.	მე-9 წ.	მე-10 წ.	მე-11 წ.
	1932 წ.	1933 წ.	1934 წ.	1935 წ.	1936 წ.	1937 წ.
უსასუქოდ	0,097	0,14	0,67	1,00	1,05	1,13
ნაკელი	0,105	0,22	0,84	1,96	1,89	2,48
NPK	0,127	0,51	1,67	1,89	2,62	3,43
NP	0,094	0,47	1,48	1,70	2,00	3,19
NK	0,73	0,36	0,53	0,86	1,10	0,97
PK	0,081	0,25	0,57	1,00	1,13	1,73

ცხრილში მოყვანილი მონაცემები იმაზე მეტყველებენ, რომ სრული მინერალური სასუქი იძლევა უფრო მეტ ეფექტს, ვიდრე ნაკელი. აზოტიანი ან ფოსფორიანი სასუქის ეფექტი უფრო მეტია, ვიდრე კალიუმთან სასუქისა.

საბჭოთა სუბტროპიკებში გავრცელებულია ტუნგოს ორი სახეობა: ჩინური — ფორდი და იაპონური — კორდატა. ჩინურ ტუნგოს, იაპონურთან შედარებით, ახასიათებს უფრო გრძელი სავეგეტაციო პერიოდი. ის იოლად გამოდის ზამთრის მოსვენებული მდგომარეობიდან და შემოდგომით გვიან ამთავრებს ვეგეტაციას. ამიტომ ტუნგო-ფორდი ხშირად ძალიან ზიანდება ყინვებისაგან: გაქიანურებული ვეგეტაციის გამო მოუმზადებელი, მერქანმოუწიფებელი შედის ზამთარში. ტუნგო-ფორდს არ ახასიათებს ღრმა მოსვენების პერიოდი, რის გამოც გაზაფხულზე დროებითი სითბოს დადგომისთანავე ანახლებს ვეგეტაციას, ამის გამო მას გაზაფხულის დილის ყინვები აზიანებს.

შემოდგომით ნიადაგში მცენარისათვის ადვილადშესათვისებელი აზოტის დაგროვება კიდეც უფრო აქიანურებს ტუნგო-ფორდის ვეგეტაციას; აზოტი აძლიერებს ვეგეტატიურ ზრდას, რაც იწვევს მცენარის ყინვაგამძლეობის შესუსტებას.

იაპონურ ტუნგოს — კორდატას ახასიათებს შედარებით მოკლე სავეგეტაციო პერიოდი და ზამთრის ღრმა მოსვენებითი მდგომარეობა. ამიტომ კორდატა ადვილად არ გამოდის ზამთრის მოსვენებითი მდგომარეობიდან, შემოდგომაზე ადრე ამთავრებს სავეგეტაციო პერიოდს, რის გამოც იგი მომზადებული შედის ზამთარში და ადვილად არ ზიანდება ზამთრისა და გაზაფხულის დილის ყინვებისაგან. მიუხედავად ამისა, ტუნგო-კორდატასათვის ადვილადშესათვისებელი აზოტის დაგროვება ნიადაგში, როგორც მრავალრიცხოვანი დაკვირვებებით გამოირკვა, მაინც საფრთხეს წარმოადგენს ყინვაგამძლეობის თვალსაზრისით.

ტენიან სუბტროპიკულ რაიონებში ტუნგოს პლანტაციები ძირითადად გაშენებულია ეწერი ტიპისა და წითელმიწა ნიადაგებზე. ეს ნიადაგები, როგორც ცნობილია, ხასიათდებიან მაღალი მჟავიანობით. მათზე ფიზიოლოგიურად და ბიოლოგიურად მჟავე სასუქების გამოყენება ტუნგოს განვითარების შეფერხებას და მოსავლიანობის დაცემას იწვევს. განსაკუთრებით მკვეთრია ნიადაგის მაღალი მჟავიანობის გავლენა მცენარის ახალგაზრდა ასაკში, რასაც კარგად ამტკიცებს ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში ჩატარებული სავეგეტაციო ცდა ახლად აღმოცენებულ ტუნგო-ფორდის ნერგებზე კირის გავლენის დასადგენად. ცდა ჩატარდა წითელმიწა ნიადაგზე, რომლის PH 4,86 იყო.

ამგვარად, მჟავე წითელმიწა ნიადაგში ერთი და ორი ჰიდროლიზური მჟავიანობის ეკვივალენტური რაოდენობით კირის შეტანა საგრძობლად აუმჯობესებს ტუნგოს ზრდას და აღიღებს ორგანულ მა-

კირის გავლენა ტუნგო-ფორდ-ს განვითარებაზე (მშრალი მასის საშუალო მოავეალი გრამობით ერთ ჰურტელზე)
(ი. ა. ნაკაიძის მონაცემებით)

ცდის სქემა	მშრალი საერთო მოსავალი გრამობით	მშრალი მიწის ზედა ნაწილის მრავალი გრამობით	მშრალი ფესვ. გრამობით	PH ნაიდაგის წყლის სუსპენზია
NK	75,2	28,3	46,9	4,86
NPK	78,5	42,1	36,4	4,85
NPK + 1 ჰიდრ. მჟავიანობ.	97,5	46,4	53,1	5,76
NPK + 2 " "	139,4	60,6	78,5	6,61

სას. ორი ჰიდროლიზური მჟავიანობის ეკვივალენტური რაოდენობით შეტანილი კირი იძლევა ტუნგოს მიწისზედა და ფესვების მასის რაოდენობის მკვეთრ გადიდებას. ამავე დროს ნიადაგში იქმნება PH — 6,61. ზემომოყვანილი ცხრილისა და სხვა მკვლევართა მონაცემებით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ტუნგოს განვითარება ძალზე ფერხდება თუ ნიადაგის PH — 5,0-ზე ნაკლებია. რეაქციის ოპტიმალური არე ტუნგოს კულტურისათვის მერყეობს PH 5,0 — 7,0 შორის. ტუნგოს მგრძნობიარობა რეაქციის მჟავიანობისადმი მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული სასუქების ფორმების შერჩევის დროს.

ა) ორგანული სასუქები

ტუნგოს პლანტაციების გასანაყოფიერებლად ყველაზე უკეთესია ორგანული სასუქები. მათგან გამოიყენება ნაკელი, ტორფოფეკალი, ტორფოკომპოსტები, ტუნგოს ზეთსახდელი ქარხნის ნარჩენები, შერეული კომპოსტები და სხვ. ტორფოფეკალი შეიტანება. ნიადაგში ნაკელის დოზის ნახევარი რაოდენობით, დანარჩენი ჩამოთვლილი ორგანული სასუქები კი ისეთივე რაოდენობით, როგორც ნაკელი.

ტუნგოს პლანტაციებში ნაკელის დოზები იცვლება ნიადაგის თავისებურებისა და ნარგაობის ხნოვანების მიხედვით (იხ. ცხრილი 162).

თუ ტუნგოს ნარგაობაში კულტურები მწვანე სასუქად ითვლება, მაშინ ნაკელის დოზა მცირდება სიდერატების განვითარების ინტენსივობის შესაბამისად. თუ ნათესი კარგადაა განვითარებული, ნაკელი შეაქვთ ჩვეულებრივი დოზის ნახევარი, საშუალოდ განვითარებული სიდერატების შემთხვევაში კი $\frac{2}{3}$, ხოლო თუ სიდერატები სუსტადაა განვითარებული, ნაკელის მთელი დოზა.

ორგანული სასუქების შეტანა წარმოებს ნიადაგის გადაბარვის წინ. უკეთესია ეს ოპერაცია დაეუკავშიროთ რიგთაშორისების დამუ-

შავებას. ორგანული სასუქების შეტანასთან ერთად შეაქვთ ფოსფორიანი სასუქები.

ცხრილი 162

ნაკელის დოზები ტუნგოს პლანტაციებისათვის კილოგრამობით ერთ ძირ ხეზე

	ნარგაობის ხნოვნება			
	დარგვის წინ	3-5 წლის	6-10 წლის	10 წელსზე მეტი ხნის
ალუვიური კვიშნარი, მწირი თიხნარი, ეწერები, გადარეცხილი წითელმიწა ნიადაგები	10	30	40	50
წითელმიწები, ყვითელმიწები, ეწვოები ფერდობებზე, ღმა ალუვიური, მდინარისპირა ნიადაგები	8	25	30	40
ომრალი ტიპის და მაისი ძირის ღრმა ნიადაგები	—	15	25	30

ბ) მწვანე სასუქი

ტუნგოს მოსავლიანობის გადიდების ერთ-ერთ მძლავრ საშუალებას წარმოადგენს მწვანე სასუქების გამოყენება. ეს უკანასკნელი ამდიდრებს საკვები ელემენტებითა და ორგანული ნივთიერებით: ნიადაგის ფიზიკური თვისებები უმჯობესდება, ეროზია მცირდება და სხვ. ამასთან ერთად, მწვანე სასუქის გამოყენებით შეიძლება ტუნგოს ვეგეტაციის რეგულირება, რაც საგრძნობლად აღიძებს ტუნგოს ყინვაგამძლეობას. შემოდგომა-ზამთრის სიღერატების დროულად თესვით ტუნგოს პლანტაციის დამუშავებულ ზოლში ან მთელ რიგთაშორისებში შეიძლება შეჩერებულ იქნეს ტუნგო-ფორდის შემოდგომის ვეგეტაცია; ამის შედეგად იქმნება პირობები მეჩქნის ნორმალურად მომწიფებისათვის, რაც თავისთავად აძლიერებს ტუნგოს ყინვაგამძლეობას. ტუნგოს ნარგაობაში გამოიყენება როგორც შემოდგომა-ზამთრისა და გაზაფხულ-ზაფხულის, ისე ნიადაგის საფარი მრავალწლიანი სიღერატები.

შემოდგომა-ზამთრის სიღერატების თესვა, მათი სახეობის მიხედვით, წარმოებს აგვისტოში, სექტემბერში ან ვეგეტაციის მთელი პერიოდის განმავლობაში.

ლურჯი, ყვითელი, თეთრი ხანჭკოლას და სერადელას (ჩიტყვება) აღრეული ნათესები უკვე ნოემბრის შუა რიცხვებში იძლევიან მწვანე მასის დიდ რაოდენობას, რაც შეიძლება გაითელოს მოსავლის აღების პერიოდში. ამიტომ ამ სიღერატების თესვა უფრო მიზანშეწონილია 15 აგვისტოდან პლანტაციის უკანასკნელი გათხზვისას.

თუ სიდერატებმა დაახლოებით 15—20 ნოემბრისათვის დაიწყო მასობრივი ყვავილობა და მწვანე მასაც საკმაოა, მაშინ ნოემბრის 20-დან 25-მდე უნდა ჩატარდეს გათიბვა და ნათიბი დაიყაროს ზოლებად რიგთაშორისებში; ამ შემთხვევაში მწვანე მასის ჩახვნა მომდევნო წლის შემოდგომა-ზამთრის გადაბარვის დროს წარმოებს, ხოლო თუ ტუნგოს ნაყოფის შეგროვების პერიოდში სიდერატების მასობრივი ყვავილობა დაწყებული არაა, იგი ნოემბრის თვეში არ ითიბება, დაიტოვება მასობრივი ყვავილობის დაწყებამდე და მხოლოდ ჩაიბარება ზამთარ-გაზაფხულის გადაბარვისას — თებერვალ-მარტში.

შემოდგომა-ზამთრის სიდერატები ითესება მოზნევიით ან მწკრივში მთელ დამუშავებულ რიგთაშორისებში ხის შტამბიდან 20—50 სანტიმეტრის დაცილებით, მცენარის ხნოვანების მიხედვით. გაზაფხულ-ზაფხულის სიდერატები ახალგაზრდა ნარგობაში ითესება ხის შტამბიდან 1 მეტრის დაცილებით დარგვის პირველ წელს, იმავე მანძილით დარგვის მეორე წელს, 2 მეტრის დაცილებით დარგვის მესამე წელს, 3 მეტრის დაცილებით მეოთხე წელს და 4 მეტრის დაცილებით შემდგომ წლებში.

10 გრადუსზე მეტად დაქანებულ ფერდობებზე ეროზიასთან ბრძოლის მიზნით თესენ მრავალწლიან სიდერატებს. მათი თესვა წარმოებს მარტში ნიადაგის ზამთარ-გაზაფხულის დამუშავებისთანავე.

ტუნგოს კულტურისათვის გამოიყენება შემდეგი სიდერატები:

1. შემოდგომა-ზამთრის სერადელა (ჩიტფეხა), ლურჯი და თეთრი ხანჭკოლა, ბარდა და ცულისპირა;
2. გაზაფხულ-ზაფხულის სიდერატები: სოია იმერული და გურული, ხავერდა ცერცვი და სხვა;
3. ნიადაგის დამამაგრებელი მრავალწლიანი სიდერატები: კურდღლისფრჩხილა, მრავალწლიანი ხანჭკოლა, ლესპედეზა სერიცეა და ბიკოლორი.

სიდერატების განვითარებაზე დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის არეს რეაქცია. მყავე წითელმიწა და ეწერ ნიადაგებზე, რომელთა PH—5,0-ზე დაბალია, კარგად ხარობს ხანჭკოლა, სერადელა, ლესპედეზა; ტუტე რეაქციის მქონე ნიადაგებზე — ცერცველა, ბარდა, იონჯა, ლობიო; ნეიტრალურ ნიადაგებზე — პარკოსნები. ძლიერ დარეცხილ ნიადაგებზე სიდერატების ასორტიმენტი ძალზე შეზღუდულია. ამ პირობებში კარგ შედეგს იძლევა კურდღლისფრჩხილა.

თუ შემოდგომა-ზამთრის სიდერატები კარგად განვითარდა, მათი ჩახვნა უკავშირდება ნიადაგის ზამთარ-გაზაფხულის დამუშავებას.

თუ ტუნგოს პლანტაციის რიგთაშორისების დამუშავება მექანიზებული წესით წარმოებს, მოთიბული სიდერატები წინასწარ უნდა

განაწილდეს იმ ფართობზე, რომელზედაც ჩატარდება ნიადაგის დამუშავება. ნიადაგის დამუშავების წინ კი საჭიროა სიღერატების მწკნე მასა წინასწარ დაქუცმაცდეს და სატყეპნით დაიტყეპნოს. ამისათვის თეფშებიან ფარცზე უნდა მოვაბათ სატყეპნი. იგი მწკნე მასაზე რამდენჯერმე უნდა გატარდეს, რის შემდეგ ჩატარდება პლანტაციის რიგთაშორისების მექანიზებული დამუშავება.

გ) მინერალური სასუქები

ორგანულ სასუქებთან ერთად ტუნგოს პლანტაციებში გამოიყენება მინერალური სასუქები. აზოტიანი სასუქებიდან გამოიყენება ამონიუმის სულფატი, ამონიუმის გვარჯილა, კალციუმის ციანამიდი. ძლიერ მჟავე ეწერის ტიპისა და წითელმიწა ნიადაგებისათვის გამოყენებული უნდა იქნეს ამონიუმის გვარჯილა და კალციუმის ციანამიდი, ხოლო სუსტი მჟავე ან ნეიტრალური და კარბონატული ნიადაგებისათვის — ამონიუმის სულფატი.

ფოსფორიანი სასუქებიდან გამოიყენება სუპერფოსფატი, ფოსფორიტის ფქვილი, თომასის წიდა. მჟავე ნიადაგებში, რომელთა PH 5-ზე ნაკლებია, გამოყენებული უნდა იქნეს ფოსფორიტის ფქვილი და თომასის წიდა, ხოლო დანარჩენ ნიადაგებზე სუპერფოსფატი.

კალიუმისანი სასუქებიდან იყენებენ ქლორკალიუმს. ტუნგოს პლანტაციის დარგვის პირველ წელს მინერალური სასუქები არ შეაქვთ, მეორე წელს შეაქვთ მხოლოდ მწირ ნიადაგებში, მესამე წლიდან კი ყველა ნიადაგებში. ტუნგოს ახალგაზრდა ნარგობაში აზოტიანი სასუქების დიდი დოზები არ უნდა იქნეს შეტანილი, რადგანაც ეს იწვევს ვეგეტატიური ორგანოების ზრდას და ვეგეტაციის გახანგრძლივებას შემოდგომით, რაც თავის მხრივ, ასუსტებს მცენარეთა ყინვაგამძლეობას.

ფოსფორიანი და კალიუმისანი სასუქები, ხოლო აზოტიანი სასუქებიდან გოგირდმჟავე ამონიუმი, ერთდროულად შეიტანება ნაკლებთან ერთად, ნიადაგის გადაბარვის წინ — თებერვალ-მარტში. ამონიუმის გვარჯილა შეაქვთ ორ ვადაში: მთელი დოზის ნახევარი ნიადაგის პირველი გაფხვიერების წინ, არა უგვიანეს 1 აპრილისა, მეორე ნახევარი — მეორე გაფხვიერების დროს, არა უგვიანეს 15 ივნისისა. აზოტიანი სასუქების გვიან შეტანა იწვევს ვეგეტაციის გახანგრძლივებას შემოდგომით, რაც ამცირებს ტუნგოს ყინვაგამძლეობას. თუ სიღერატები ითვისება, ფოსფორიანი სასუქი ტუნგოს პლანტაციაში შეიტანება მისი დათვისვის წელს გასამკეცებელი დოზით.

როგორც ორგანული, ისე მინერალური სასუქები შეიტანება რიგთაშორისების დასამუშავებელ ზოლში ან ხის ირგვლივ წრეში: ორი

მეტრის დაცილებით დარგვის მეორე წელს, სამი მეტრის დაცილებით მესამე წელს და ოთხი მეტრის დაცილებით მე-4 — 5 წელს, ამის შემდეგ კი მთელ რიგთაშორისებში.

სასუქები შეტანილ უნდა იქნეს ხის შტამბიდან დარგვის მეორე წელს 10 სანტიმეტრის, მესამე წელს 20 სანტიმეტრის, ხოლო ოთხი წლის შემდეგ და მომდევნო წლებში 50 სანტიმეტრის დაცილებით.

მინერალური სასუქების დოზები, მარილებზე გადაანგარიშებული, მოცემულია 163-ე ცხრილში.

ცხრილი 163

მინერალური სასუქების დოზები გრამობით ერთ ძირ ტუნგოზე

ხის ასაკი	აზოტიანი სასუქები		ფოსფორიანი სასუქები		კალიუმიანი სასუქები
	ამონიუმის სულფატი (25% N)	ამონიუმის გეარჯილა (20% N)	სუპერფოსფატი (18% P ₂ O ₅)	ფოსფორიტის ფეკილი (18% P ₂ O ₅)	კალიუმის მარილი (40% K ₂ O)
2 წლის	125	75	235	235	100
3 "	125	75	235	235	100
4 "	250	150	350	350	190
5 "	250	150	350	350	190
6 "	500	255	470	470	250
7 "	900	530	700	700	450
8 "	1250	735	840	840	625
9 "	1500	885	1115	1115	750
10 წლის და მეტი ხნის	1800	1050	1400	1400	900

მეავე წითელმიწა და ეწერ ნიადაგებზე გაშენებულ პლანტაციებში, რომელთა PH 4,5 ნაკლებია, საჭიროა ჩატარდეს მოკირიანება. კირის დოზების დადგენა წარმოებს ერთი გაცვლითი მეკვიანობის მიხედვით. უკეთესია კირის დოზები დადგენილ იქნას ტიტრაციის მრუდის მიხედვით იმ ვარაუდით, რომ ნიადაგში PH მივიდეს 6,5-მდე. მოკირიანების მიზნით გამოიყენება ტილები, დეფექციური ტალახი, ქვაკირის ფეკილი, მარტენისა და დომენის წილები და სხვა კირის შემცველი სასუქები. კირის შეტანა წარმოებს პლანტაციის გადაბარვის წინ. ტუნგოს პლანტაციებში მოკირიანება საჭიროა ჩატარდეს 10 — 15 წელიწადში ერთხელ.

4. ვენახის განოქმიერება

ვენახის მოსავლიანობის გადიდებისა და მისი ხარისხის გაუმჯობესებისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ორგანული და მინერალური სასუქების გამოყენებას. ვენახი მრავალწლიანი მცენარეა და ის

ერთ და იმავე ნაკვეთზე იზრდება ათეული წლების განმავლობაში, რის შედეგად ნიადაგი ღარიბდება მცენარისათვის შესათვისებელი საკვები ნივთიერებებით.

აზოტი დიდი რაოდენობით შედის ფოთლებში, ყლორტებში და მოზარდ ნაწილებში. აზოტის სიმცირე პირველ რიგში შეინიშნება ფოთლებზე, იგი ღებულობს მოყვითალო-მწვანე შეფერვას. აზოტის უკიდურესი ნაკლებობის შემთხვევაში ფოთლები სრულიად ყვითლდებიან. აზოტით ნორმალური კვების შემთხვევაში ისინი შეფერილია მწვანედ. ჰარბად აზოტით კვება კი იწვევს მუქმწვანე შეფერვას, ვაზის ყლორტები ძალზე ხარბად იზრდებიან.

ვაზის აზოტით ნორმალურად კვების შედეგად უმჯობესდება ღვინის ხარისხი. ჰარბი აზოტური კვების გავლენა ღვინის ხარისხზე ჯერ კიდევ დადგენილი არ არის.

ფოსფორის სიმცირე იწვევს ვაზის ზრდის შესუსტებას, ფერხდება ყვავილობა, რის შედეგად ნაყოფმომცემობა მცირდება. ფოსფორით ნორმალური კვება კი მოსაველიანობას აღიდებს, ნაყოფის დამწიფებას აჩქარებს და ხელს უწყობს შაქრის დიდი რაოდენობით დაგროვებას. გარდა ამისა, ფოსფორით ნორმალური კვების შედეგად მნიშვნელოვნად უმჯობესდება ღვინის ხარისხი.

კალიუმით ვაზის კვების ნაკლოვანების შემთხვევაში მისი მუხლთაშორისები მცირდება, ფოთლის წვეროში ლაქებად ბრინჯაოს შეფერილობას ღებულობს, ივითარებს მრავალ წვრილ ნამხრევს, ყინვაგამძლეობა ეცემა.

არანორმალური კალიუმისანი კვების შედეგად ეცემა ყურძენში შაქრიანობა, იზრდება მჟავიანობა, რის გამოც მიიღება დაბალი ხარისხის ღვინო. ნორმალური კალიუმისანი კვება კი იწვევს ღვინის ხარისხის მნიშვნელოვან გაუმჯობესებას. ჰარბად კალიუმით კვება მკვეთრად ზრდს შაქრიანობას და ამცირებს მჟავიანობას ყურძენში, რას შედეგადაც მიიღება დაბალი ხარისხის ღვინო.

კალციუმი აუმჯობესებს ღვინის ხარისხს. კალციუმის მაღალი შემცველობისას ყურძენი დიდი შაქრიანობით ხასიათდება და უფრო მაგარი ღვინო მზადდება. კალციუმი ღვინოს მატებს სიხალისეს, აღიდებს მის ბუკეთს. ამით უნდა აიხსნას ის, რომ კირიან ნიადაგებზე ყოველთვის მაღალი ხარისხის ყურძენი და კარგი ღვინოები მიიღებიან.

ზოგიერთ კარბონატულ ნიადაგზე საქართველოს სხვადასხვა რაიონში ადგილი აქვს ვაზის ქლოროზით დაავადებას. ამ უკანასკნელის გარეგანი ნიშნები შემდეგია: ყვავილობისა და განსაკუთრებით ნაყოფების გამოღებისა და მათი დამსხვილების ფაზაში ფოთლები ყვითლდებიან, ზრდა ნელდება, ლერწები წარმოიქმნება უსუსური, ნა-

ყოფები მიიღება წერილი. ამ გზით ვაზი თანდათანობით კნინდება და რამდენიმე წლის შემდეგ იღუპება. მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ქლოროზით დაავადება შენიშნულია მხოლოდამხოლოდ კარბონატულ ნიადაგებზე. არაკარბონატულ ნიადაგებზე ჭერჭერობით ქლოროზით დაავადებული ვაზი არ არის აღმოჩენილი. დადგენილია აგრეთვე, რომ ვაზის ქლოროზით დაზიანების ხარისხი არ იზრდება ნიადაგის კარბონატების ზრდის შესაბამისად. პირიქით, ზოგჯერ შედარებით დაბალ კარბონატულ ნიადაგებზე ვაზი ძლიერ ზიანდება ქლოროზით, ხოლო მაღალი კარბონატების შემცველ ნიადაგებზე ან სრულიად ჭანსალია ან სუსტადაა დაზიანებული. რაც მეტია ნიადაგებში ბიკარბონატების რაოდენობა, მით ძლიერია ვაზის ქლოროზით დაზიანების ხარისხი.

ვაზის ქლოროზით დაზიანება იწყება მხოლოდ დარგვის 4—5 წლიდან, ე. ი. სრული მსხმოიარობის დაწყებიდან. დაზიანების მიზეზი ჭერ კიდევ დადგენილი არ არის, მაგრამ არსებობს მოსაზრება, რომ ვაზის ქლოროზით დაზიანება შეიძლება გამოწვეული იყოს მცენარეში ზოგიერთი საკვები ელემენტების შესვლის შეფერხებით. ნიადაგში კარბონატების და განსაკუთრებით ბიკარბონატების არსებობას შეუძლია მთელი რიგი საკვები ელემენტები (რკინა, ბორი, მანგანუმი, თუთია) გადაიყვანოს ძნელადშესათვისებელ ფორმებში და მათი შესვლა მცენარეში შეფერხდეს. ვაზის ქლოროზით დაზიანების ხარისხზე დიდ გავლენას ახდენს როგორც საძირე, ისე სანამყენე მასალა. ცნობილია, რომ რიპარია-რუპესტრის საძირეზე ვაზი ძლიერ ზიანდება ქლოროზით, ხოლო ბერლანდიერის საძირეზე (5-ბბ, 41-ბ და სხვ.) თითქმის არა. სანამყენებიდან ქლოროზით ძლიერად ზიანდება პინო-ფრანი, ალიგოტე, საფერავი. ნაკლებად ზიანდებიან რქაწითელი, ჩინური და სხვ. სხვადასხვა საძირეებისა და სანამყენეების შემთხვევაში ვაზის განსხვავებული დაზიანების მიზეზი ჭერ კიდევ ახსნილი არ არის.

უკანასკნელ ხანებში ვაზის განოყიერების საქმეში დიდი გავრცელება ჰპოვა მიკროსასუქებმა, რომელსაც განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ქლოროზით დაზიანების შემთხვევაში. ვაზი კარგად ვითარდება ნეიტრალურ ან სუსტად მჟავე ნიადაგებზე. ზოგიერთ საძირეებზე დამყნილი ვაზი კარგად ვითარდება ტუტე რეაქციის კარბონატულ ნიადაგებზე. ნიადაგში კარბი მჟავიანობის შემთხვევაში ვაზის განვითარება ფერხდება, ყურძენი დაბალი ხარისხის მიიღება. ამიტომ ასეთ ნიადაგებზე საჭიროა კარბი მჟავიანობის განეიტრალება, ნიადაგში კირის შეტანით.

საკვები ელემენტების რაოდენობა ვაზის სხვადასხვა ორგანოებში ძალზე მერყეობს და იცვლება განვითარების ფაზების, ნიადაგურაჲ

რობების, კლიმატის, ჭიშის, დატვირთვის და მსხმოიარობის მიხედვით. მიუნცის მონაცემებით, ერთ ჰექტარიდან ვაზს ყოველწლიურად გამოაქვს აზოტი (N) 47 კილოგრამი, ფოსფორი (P_2O_5) 11 კილოგრამი, კალიუმი (K_2O) 51 კილოგრამი. ვაზის ახალგაზრდა ნარგავები შეტი რაოდენობით მოითხოვენ აზოტს, ვიდრე ხნოვანი. იგი აზოტს მეტი რაოდენობით ითვისებს ვეგეტაციის პირველ ნახევარში. ნიადაგში არსებულ საკვებ ელემენტებს უმთავრესად ითვისებს ადვილადხსნად ფორმებიდან. ვაზი, როგორც აღვნიშნეთ, მრავალწლიანი კულტურაა, იგი ერთ და იმავე ნაკვეთზე ათეული წლების განმავლობაში იზრდება და ნიადაგს აღარბიებს მცენარისათვის ადვილადშესათვისებელი საკვები ელემენტებით. ვაზი ძირითადად აღარბიებს ნიადაგს აზოტით, ფოსფორით და კალიუმით. ამიტომ ორგანული და მინერალური სასუქების გამოყენება მნიშვნელოვნად აღიღებს ყურძნის მოსავლიანობას. იგი ამავე დროს აუმჯობესებს აგრეთვე ყურძნისა და ღვინის ხარისხს.

ა) სასუქების სახეები და ფორმები

ვაზის განოციერებისათვის გამოიყენება როგორც ორგანული, ისე მინერალური სასუქები.

ორგანული სასუქებიდან ნიადაგში შეაქვთ ნაკელი, ტორფი, ტორფოკომპოსტები, შერეული კომპოსტი, მწვანე სასუქები, ქაქა და სხვა, ხოლო მინერალური სასუქებიდან აზოტიანი, ფოსფორიანი, კალიუმიანი, ბორის, მანგანუმის და თუთიას შემცველი სასუქები, მკავე ნიადაგებზე მოკირიანების მიზნით გამოიყენება კირის შემცველი სასუქები.

აზოტიანი სასუქებიდან ვაზის კულტურისათვის იყენებენ გოგირდ-მკავე ამონიუმს, აზოტმკავე ამონიუმს, კალიუმის ციანამიდს. დაბალი ბუფერობის მკავე ეწერ ნიადაგებზე უკეთესია აზოტმკავე ამონიუმი და კალიუმის ციანამიდი, მაღალი ბუფერობის კარბონატულ ნიადაგებზე გოგირდმკავე ამონიუმი.

ფოსფორიანი სასუქებიდან მაღალი ეფექტურობით ხასიათდებიან სუპერფოსფატი, თომასის წიდა, ფოსფორიტის ფქვილი. მკავე ნიადაგებზე — თომასის წიდა და ფოსფორიტის ფქვილი, ხოლო კარბონატულ ნიადაგებზე სუპერფოსფატი. მკავე ნიადაგების მოკირიანების შემთხვევაში შეიტანება სუპერფოსფატი.

კალიუმიანი სასუქებიდან ვაზისათვის იყენებენ კალიუმის სულფატს, ნაცარსა და ქლორკალიუმს. ქლორის შემცველი სასუქები ნიადაგში შეიტანება შემოდგომით, რომ მასში შემავალი ქლორი ჩაირეცხოს ქვედა ფენებში და თავიდან იქნეს აცილებული მისი უარყოფითი გავლენა მოსავლის ხარისხზე. მკავე ნიადაგების მოკირიანების მიზ-

ნით გამოიყენება — ტყილი, ქვაკირის ფქვილი, დეფეკაციური ტალახი და სხვ.

ბ) ორგანული სასუქები

ორგანული სასუქებიდან ვენახში უმთავრესად გამოიყენება ნაკელი, ტორფოკომპოსტები, ქაჭა, მწვანე სასუქები და სხვ.

ნაკელის დოზები იცვლება ნიადაგის ნაყოფიერების მიხედვით. დასავლეთ საქართველოს მევენახეობის რაიონებში, სადაც უმთავრესად გავრცელებულია ღარიბი, ცუდი ფიზიკური თვისებების მქონე ნიადაგები, ნაკელი შეაქვთ 60 — 70 ტონა ჰექტარზე, აღმოსავლეთ საქართველოს სარწყავ რაიონებში ხირხატან ნიადაგებზე — 60 ტონა, ხოლო შედარებით ნაკლებ ღარიბ ნიადაგებზე — 40 ტონა. ნაკელი შეიძლება შეიცვალოს ეკვივალენტური რაოდენობის შერეული კომპოსტით, ტორფით, ტორფოკომპოსტით ან მელვინეობის ნარჩენით — ქაჭით. ნაკელი და სხვა ორგანული სასუქები ნიადაგში შეიტანება გადახვნისას 18 — 22 სანტიმეტრის სიღრმეზე. ორგანული სასუქების მოქმედების ხანგრძლიობა 3 წელს და მეტხანს გრძელდება. ამიტომ ისინი 3 წელში ერთხელ შეაქვთ. თუ ვენახში მწვანე სასუქებია გამოყენებული და მისი მწვანე მასის მოსავალი საკმაოდ მაღალია, მაშინ სხვა ორგანული სასუქების შეტანა საჭირო აღარ არის.

გ) მწვანე სასუქები

საქართველოს მევენახეობის რაიონებისათვის გამოიყენება თეთრი და ყვითელი ხანჭკოლა, სოია, მუხუღო, ფიგი, დასავლეთ საქართველოში უმთავრესად ითესება თეთრი და ყვითელი ხანჭკოლა, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში მუხუღო, ფიგი და მათი ნარევი. სიღერატების თესვა წარმოებს ადრე შემოდგომით და ნიადაგში ჩაიხვენება ყვავილობის ფაზაში.

სიღერატების თესვის ნორმები ერთ ჰექტარზე შემდეგია:

თეთრი ხანჭკოლა.....	— 200	კგ
ყვითელი „	— 160	„
სოია.....	— 60—80	„
მუხუღო.....	— 120—150	„
ფიგი.....	— 70—80	„

მუხუღო-ფიგის ნარევისთვის იღებენ 20 კილოგრამამდე მუხუღოს და 30 კილოგრამ ფიგას ჰექტარზე.

მწვანე სასუქების ჩახვნა ნიადაგში წარმოებს ყვავილობის ფაზაში 15 — 18 სანტიმეტრის სიღრმეზე.

დ) მინერალური სასუქების ნორმები

მინერალური სასუქების ეფექტი დამოკიდებულია ნიადაგის თვისებებზე. მისი ეფექტი დიდია მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის, ორგანული ნივთიერებით ღარიბ ნიადაგებზე, შედარებით მცირეა შავმიწა და გადამჰალა-კარბონატულ ნიადაგებზე. სარწყავ ნაკვეთებზე ეფექტი უფრო მაღალია, ვიდრე ურწყავზე. სასუქების ნორმების დადგენის დროს საჭიროა მხედველობაში იქნეს მიღებული კლიმატური პირობები, ვაზის ჯიშის, დარგვის სიხშირე, ხნოვანება, ვაზის დატვირთვა და სხვა.

საქართველოს მევენახეობის რაიონებისათვის მიღებული მინერალური სასუქების სავარაუდო დოზები მოცემულია 164-ე ცხრილში.

ცხრილი 164

საქართველოს მევენახეობის რაიონებისათვის საკვები ელემენტების სავარაუდო დოზები

ადგილმდებარეობა	ნიადაგის ნაყოფიერება და რწყვის პირობები	ერთ ჰექტარ მსხმოიარე ვენახის ფართობზე				
		მსხვილი რქოსანი პირუტყვის ნაკელი ტონობით	აზოტი (N) კგ-ით	ფოსფორი (P ₂ O ₅) კგ-ით	კალიუმი (K ₂ O) კგ-ით	
დასავლეთ საქართველოში	ნაკლებად ღარიბი	40—60 60—100	120—150 150—200	100—120 120—150	120—150 150—200	
	ღარიბი ურწყავი	30—50	100—120	80—100	100—120	
	ღარიბი სარწყავი	40—60	120—150	100—120	120—150	
აღმოსავლეთ საქართველოში	შედარებით მდიდარი	20—25	50—70	30—50	50—70	

ცხრილში მოყვანილი დოზები სავარაუდოა და შეიძლება შეიცვალოს ადგილობრივი პირობების მიხედვით.

ე) მინერალური სასუქების ნიადაგში შეტანის ვადები და წესები

ფოსფორიანი, კალიუმიანი და ორგანული სასუქები ნიადაგში შეიტანება შემოდგომით 18—22 სანტიმეტრის სიღრმეზე ხვნის ან გადაბარვის დროს. ნიადაგში სასუქების არაღრმად შეტანა მის ეფექტს მკვეთრად ამცირებს. აზოტიანი სასუქები ნიადაგში შეაქვთ გაზაფხულზე პირველი გათონის ან კულტივაციის წინ. სასუქებს მთელ ფართობზე ფანტავენ.

უკანასკნელი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ აზოტიან-კალიუმის და ფოსფორიან-კალიუმის სასუქების ნიადაგში შეტანა ღრმა ფენობრივად იწვევს მინერალური სასუქების ეფექტურობის გადიდებას, რისთვისაც შემუშავებულია სპეციალური მანქანა.

ვ) მიკროსასუქების გამოყენება

ცდებით დამტკიცებულია, რომ ვაზის მოსავალს მნიშვნელოვნად აღიძებს მიკროელემენტების შემცველი სასუქები. მათი ეფექტი დადგენილია კარბონატულ ტუტე რეაქციის ნიადაგებზე. აღნიშნულ ნიადაგებში ბორის, მანგანუმის და თუთიას შემცველი სასუქების შეტანა თითქმის არავითარ ეფექტს არ იძლევა, რადგან მათში შემავალი მიკროელემენტები გადადიან მცენარისათვის ძნელადშესათვისებელ ფორმებში. მიკროსასუქების ხსნარების ფოთლებზე მოსხურება კი მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს მცენარის ზრდა-განვითარების პირობებს და იწვევს მოსავლიანობის გადიდებას. ბორის შემცველი სასუქებიდან მევენახეობაში გამოიყენება ბორის მჟავა (H_3BO_3), ბურა და ბორანცის ფქვილი. აღნიშნული სასუქების 0,2-პროცენტიანი ხსნარი უნდა მოვასხუროთ ვაზის ფოთლებზე ვეგეტაციის განმავლობაში 2—3-ჯერ. მცენარეში ხსნარის მეტი რაოდენობით შესვლის მიზნით მოსხურება უნდა ჩატარდეს დილით ან საღამოთი.

მანგანუმის შემცველ მიკროსასუქებიდან ვაზისათვის გამოიყენება მანგანუმის სულფატი ($MnSO_4$). როგორც ბორის შემთხვევაში, ისე მანგანუმის სულფატით ვაზის გამოკვება წარმოებს ფესვგარეშე 0,2-პროცენტიანი ხსნარით, ვეგეტაციის პერიოდში 2—3-ჯერ ფოთლებზე მოსხურებით.

თუთიას შემცველი სასუქებიდან თუთიას სულფატის ($ZnSO_4$) 0,2-პროცენტიანი ხსნარს ასხურებენ ფოთლებზე.

ზ) ნიადაგის მოკირიანება

მეავე ნიადაგებზე ვაზის კვების არეს რეაქციის გაუმჯობესებისა და სასუქების ეფექტურობის გადიდებისათვის აწარმოებენ მოკირიანებას. კირი ვაზისათვის ნიადაგში შეაქვთ 1 გაცვლითი მეავეიანობის ეკვივალენტური რაოდენობით. მოკირიანების მიზნით გამოიყენება ტილები, დეფეკაციური ტალახი, ქვაკირის ფქვილი და სხვა, რომელიც შეაქვთ შემოდგომით, ნიადაგის გადახვნის წინ, მთელ მწკრივთა-შორისებზე მოფანტვის წესით. კირის ჩახვნა უნდა ჩატარდეს 22—25 სანტიმეტრის სიღრმეზე.

კირის მოქმედების ხანგრძლიობა 12—15 წელს გრძელდება. ამიტომ მოკირიანება, როგორც წესი, 15 წელიწადში ერთხელ უნდა ჩატარდეს.

5. ხეხილის ნაკარგობის განოქიერება

ხეხილოვანი კულტურები წარმოადგენენ მრავალწლიანებს, რომლებიც იზრდებიან ერთ და იმავე ადგილზე რამდენიმე წლის განმავლობაში. ამიტომ ამ კულტურებს ყოველწლიურად გამოაქვთ საკვები ნივთიერებები და ამით აღარბებენ ნიადაგს აზოტით, ფოსფორით, კალიუმით და სხვა ელემენტებით.

ნიადაგიდან საკვებ ნივთიერებათა შეთვისება იცვლება ხეხილის ჯურის მიხედვით, რაც ნათლად ჩანს 165-ე ცხრილიდან.

მოყვანილი მონაცემები მოწმობენ, რომ ვაშლი და ატამი აზოტს, ფოსფორს და კალიუმს ყოველწლიურად შედარებით მეტი რაოდენობით ითვისებენ, ვიდრე მსხალი, ქლიავი და კომში.

ხეხილოვანი კულტურების ზრდა-განვითარება დიდად არის დამოკიდებული მცენარეში აზოტის ცვლის ხასიათისაგან. აზოტის სიმცირე მცენარეში იწვევს ცილების წარმოქმნის შეჩერებას, ზრდის შეწყვეტას და ფოთლების განუვითარებლობას. ფოთლები ამ შემთხვევაში ღია ყვითელი შეფერილობისაა. ხეხილოვანი კულტურები ნიადა-

ცხრილი 165

ჯურა	ხნოვანება (წლიობი)	ძირთა რაოდენობა კა-ზე	ხელდი მასის წლიური ნა- მატი აქსა	საკვებ ნივთიერებათა შეთვისება 1 კგ/კა				
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
ვაშლი	30	100	64466	66,8	17,9	71,5	73,4	30,1
მსხალი	15	300	26019	33,6	8,1	37,8	43,5	12,3
ატამი	10	300	31333	84,9	20,4	81,9	129,6	39,9
კომში	11	600	24317	51,6	17,4	64,8	73,8	21,6
ქლიავი	8	300	12511	34,8	10,2	47,5	43,1	14,0

გიდან აზოტის შეთვისების შეფერხების შემთხვევაში იყენებენ ფესვებში, ღეროებსა და ტოტებში არსებულ სამარაგო აზოტიან ორგანულ ნივთიერებებს, რითაც უზრუნველყოფენ ტოტების ნაწილობრივ ზრდას. მაგრამ მცენარეში საერთო აზოტის რაოდენობა მკვეთრად მცირდება, რაც გავლენას ახდენს ნაყოფმოძემობაზე. აზოტის მკვეთრი სიმცირის შემთხვევაში აზოტოვანი ორგანული შენაერთები მცენარის ახალგაზრდა ნაწილებიდან გადაინაცვლებენ მოხერხებულ ნაწილებში, რის შედეგადაც ისინი უღროვოდ ხმებიან.

აზოტით ნორმალური კვება გაძლიერებული ზრდის ფაზაში ხელს უწყობს ორგანული ნივთიერების ინტენსიურ წარმოქმნას, ზრდის პროცესების ნორმალურად განვლას და მცენარის განვითარების დაჩქარებას. მაგრამ აზოტით ჭარბად კვება, განსაკუთრებით მცენარის

ვეგეტაციის გვიან ფაზებში, იწვევს ზრდის გაქიანურებას, ანელებს მცენარის მომწიფებას და ეცემა მისი ყინვაგამძლეობა. ამავე დროს ფოთლები ძალზე ნაზი ხდება და იოლად ზიანდება მავნე მწერებისა და პარაზიტული სოკოებისაგან.

ხეხილოვან მცენარეში აზოტის ყველაზე მეტი რაოდენობა შედის ფოთლებში, ნაყოფებსა და სანაყოფე კვირტებში; შედარებით ნაკლებია მზარდ ტოტებში და კიდევ უფრო ნაკლები ძველ ტოტებში, ფესვებსა და ღეროში.

ფენოფაზების მიხედვით აზოტის შემცველობა ხეხილოვანი მცენარეების სხვადასხვა ორგანოებში არსებითად იცვლება. გაზაფხულზე, ზრდის ფაზის დასაწყისში, ფოთლები და ყლორტები მეტად მდიდარია აზოტით, სამარაგო აზოტოვანი შენაერთების ხარჯზე, რომელსაც აგროვებს მცენარე წინა წელს. შემდგომი ფაზების განვლისას აზოტის რაოდენობა მცენარეში ეცემა და თუ ვეგეტაცია ძალზე გაქიანურდა, ზამთარში აღნიშნული ნივთიერებით გაღარიბებული შედის, რაც თავისთავად იწვევს მის ყინვაგამძლეობის შემცირებას.

ფოსფორის ნაკლებობა ხეხილოვან კულტურებში ანელებს ტოტებისა და ფოთლების ზრდას, ეს უკანაპნელი იწვევს იისფერი და ვარდისფერი ლაქების წარმოქმნას. ყველაზე მეტი რაოდენობით ფოსფორი შედის ფოთლებში, შემდეგ სანაყოფე ტოტებსა და ნაყოფებში. ძველ ტოტებში, ღეროსა და მსხვილ ფესვებში ფოსფორის შემცველობა უმნიშვნელოა. მისი რაოდენობა მცენარეში მცირდება ფენოფაზების გავლასთან ერთად.

კალიუმი დიდ გავლენას ახდენს მცენარეში პლაზმის კოლოიდების ფიზიკურ მდგომარეობაზე, ხელს უწყობს მათ გაფუებას, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ნივთიერებათა ცვლის ნორმალურად წარმართვისათვის, კერძოდ მცენარეში წყლის შესვლისათვის. შენიშნულია აგრეთვე, რომ კალიუმით ნორმალურად უზრუნველყოფა ადიდებას მცენარის ყინვაგამძლეობას. კალიუმის სიმცირე ხეხილოვანებში იწვევს შტამბის, ტოტებისა და ყლორტების სუსტად ზრდას, ხოლო მკვეთრი სიმცირე კი ფოთლის ფირფიტის გახშობას, რომელიც იწყება ნაპირებიდან და მიდის ცენტრისაკენ. კალიუმი უმთავრესად მეტი რაოდენობით გროვდება ახალგაზრდა მოზარდ ნაწილებში, ფოთლებში, ზრდის წერტილებში, კამბიუმში, თესლებში. მცენარის გახევებულ ნაწილებში კალიუმი შედარებით მცირე რაოდენობით მოიპოვება.

გარდა აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმისა, ხეხილოვანი კულტურები ზოგიერთ ნიადაგებზე განიცდიან რკინისა და მიკროელემენტ-

ტების ნაკლებობას, რაც თავისთავად გავლენას ახდენს მცენარის განვითარებაზე და მოსავლიანობაზე.

ხეხილოვანი კულტურები მეტად მომთხოვნია წყლისა და საკვები ნივთიერებებისადმი, რომელიც იცვლება სავეგეტაციო პერიოდის მიხედვით. ხეხილოვანი კულტურების მცენარეებს ვეგეტაციის პერიოდში ნიადაგიდან საკვები ნივთიერების შეთვისების ორი პერიოდი გააჩნია. პირველი პერიოდი გრძელდება ვეგეტაციის დაწყებიდან ყლორტების ზრდისა და მოსავლის აღების დამთავრებამდე, ხოლო მეორე პერიოდი კი იწყება მოსავლის აღებიდან და მთავრდება ვეგეტაციის დამთავრებისას.

პირველ, ე. ი. გაზაფხულისა და ზაფხულის პერიოდში ყველა საკვები ნივთიერება გაძლიერებული ტემპით შედის მცენარეში, განსაკუთრებით აზოტი. ამ დროს, მცენარის განვითარების მიხედვით, საკვები ნივთიერებები ყველაზე ინტენსიურად შედის ყლორტების სწრაფი ზრდის, ყვავილების წარმოქმნისა და ნაყოფის გაძლიერებული ზრდის ფაზებში. აღნიშნულ ფაზებში თუ ნიადაგში საკმარისი რაოდენობით მოიპოვება მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმებში არსებული საკვები ელემენტები, მაშინ მცენარე ჩქარი ტემპით და ნორმალურად ამთავრებს ყლორტების ზრდას, ფოთლების განვითარებას, ყვავილობას, ნაყოფის გამონასკვას, ზრდას და საბოლოოდ ნაყოფის შემოსვლაც ნორმალურად მთავრდება.

ხეხილოვანი კულტურების ვეგეტაციის მეორე, ე. ი. ზაფხულ-შემოდგომის პერიოდში მცენარეს ემჩნევა ე. წ. ფესვების ზრდის მეორე მაქსიმუმი, გრძელდება სანაყოფე კვირტების ჩასახვა მომავალი წლის მოსავლისათვის, მცენარე იზრდება სიმსხოზე და გროვდება სამარაგო საკვები ნივთიერებები.

ზაფხულში და შემოდგომით დიდი ნალექებისა და მაღალი ტემპერატურის პირობებში ხეხილოვანი კულტურებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია აზოტისა და წყლის მცენარეში შესვლის შენელება, მცენარის ქსოვილების თავის დროზე მომწიფება და საერთოდ მცენარის ზამთრისათვის დროულად მომზადება. ამასთან დაკავშირებით აზოტის სისუქები ნიადაგში შეტანილი უნდა იქნეს ადრე გაზაფხულზე, რათა მცენარემ შესძლოს მისი დროულად გამოყენება და ფენოფაზების ნორმალურად განვლა. ამ მხრივ უდიდესი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე საშემოდგომო-საზამთრო სიდერატების თესვას.

ხეხილის იმ სახეობასა და ჯურებს, რომლებსაც გააჩნიათ საკვები ნივთიერებათა შეთვისების ხანგრძლივი პერიოდი (ზამთრის ვაშლი და მსხალი), საჭიროებენ ზაფხულის განმავლობაში უფრო მეტი რაოდენობით გამოკვებას, ვიდრე ის ჯურები, რომლებსაც ახასიათებს საკვები

ნივთიერების შეთვისების შედარებით მოკლე პერიოდი (საზაფხულო თესლოვანი ჯურები, კურკოვანები და კენკროვანები). ეს კულტურები უმრავლეს შემთხვევაში არ საჭიროებენ ზაფხულის პერიოდში გამოკვებას და მათთვის საკმარისია ძირითად განოყიერებისას შეტანილი სასუქები.

ვაშლისა და მსხლის საზამთრო ჯიშებისათვის ზრდის მეორე პერიოდში საკვები ნივთიერების შეთვისების ხანგრძლიობა ძალზე მოკლეა. ამიტომ მათთვის საკმარისია ის საკვები ნივთიერებები, რომლებიც შეიტანება ნიადაგში მოსავლის აღებისთანავე. საზაფხულო ჯიშებისათვის (თესლოვანი, კურკოვანი და კენკროვანი ხეხილისათვის) კი საკვები ნივთიერების შეთვისების პერიოდი მოსავლიანობის აღების შემდეგ საკმაოდ ხანგრძლივია, რის გამოც საჭირო ხდება მათი გამოკვების ჩატარება.

ხეხილოვანი კულტურების ხნოვანებაც განაზღვრავს სასუქების გამოყენებას. ასე, მაგალითად, ახალგაზრდა მცენარის ვეგეტატიური ზრდის პერიოდში საჭიროა გაძლიერებული ფოსფოროვანი კვება ნაყოფმომცემობის დაჩქარების მიზნით, ხოლო ნაყოფის მოცემის პერიოდში იგი უნდა შეიცვალოს აზოტიანი და კალიუმიანი კვებით.

სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით და მოკირიანების ჩატარების თვალსაზრისით უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მცენარის განვითარებისათვის ნორმალური არეს რეაქციას. ხეხილოვანი და კენკროვანი კულტურები შედარებით გამძლენი არიან ნიადაგის მჟავიანობის მიმართ. მსხალი, ქლიავი, ვაშლი კარგად ვითარდება როგორც მჟავე, ისე სუსტად ტუტე რეაქციის ნიადაგებზე. მაგრამ შენიშნულია, რომ ძლიერ დამჟავებულ ნიადაგებზე საგრძნობლად ეცემა ყველა ხეხილოვანი კულტურის მოსავლიანობა და განსაკუთრებით კი ალუბლის. ამიტომ ასეთ ნიადაგებზე უნდა ჩატარდეს მოკირიანება, რომელიც გარდა ჰარბი მჟავიანობის განეიტრალებისა, აღიდებს საკვები ნივთიერების მობილიზაციას, ზრდის მიწათმოქმედებისათვის სასარგებლო ბაქტერიების ცხოველმყოფელობას, აღმჭობებს ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებს. ამავე დროს ის მკვეთრად ზრდის ნიადაგში შეტანილი სასუქების ეფექტურობას.

ხეხილოვანი კულტურები მჟავიანობის ამტანობის თვალსაზრისით სამ ჯგუფად შეიძლება დაყვით:

1. ხეხილის ის ჯურები, რომლებიც ნორმალურად ვითარდებიან ნეიტრალურ არეს რეაქციის პირობებში. ასეთებია: ალუბალი, ბალი, ქლიავი, გარგარი და ატამი.

2. ხეხილის ის ჯურები, რომლებიც ნორმალურად ვითარდებიან სუსტად. მეავე არეს რეაქციის პირობებში: ვაშლი, მსხალი და მოცხარი.

3. კენკროვანები, რომლებიც შედარებით უფრო იტანენ ნიადაგის ჰეავიანობას: მარწყვი, ყოლო და სხვ.

ხეხილოვანი კულტურების ეს დამოკიდებულება არეს რეაქციისადმი მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული ბალების გაშენებისა და სასუქების გამოყენების დროს.

ა) სასუქების გავლენა ხეხილოვანი კულტურების მოსავლიანობაზე და ყინვაგამძლეობაზე

ხეხილოვანი კულტურები მეტად მგრძობიარეა სასუქებისადმი, რადგან მათ არ შესწევთ უნარი საკვები ნივთიერებები შეითვისონ მწვანადსნაღი შენაერთებიდან. ქალაქ სოკის მეხილეობის სადგურის გამოკვლევებით, მინერალური სასუქები მკვეთრად აღიღებს ქლიავის მოსავლიანობას (იხ. ცხრილი 166).

ცხრილი 166

სასუქების გავლენა ქლიავის მოსავლიანობაზე

ცდის ჩატარების წელი	მოსავალი ცქ/ა					შენიშვნა
	უსასუქოდ	PK	NK	NP	NPK	
1930	66,7	67,5	98,3	138,3	135,9	სასუქების ნორმები ცქ/ა N—200 კგ P ₂ O ₅ —270 კგ K ₂ O—100 კგ
1931	72,4	60,7	74,1	75,9	96,9	
1933	31,9	20,4	52,3	49,7	51,8	

მოყვანილი მონაცემების თანახმად, ქლიავის მოსავლიანობა განსაკუთრებით მკვეთრად იზრდება აზოტიანი და ფოსფორიანი სასუქების ერთდროულად გამოყენების შემთხვევაში. კალიუმთანა სასუქებმა პირველ წელს უარყოფითად იმოქმედა მოსავლიანობაზე, მაგრამ მეორე და მესამე წელს დადებითი მოქმედება გამოამჟღავნა. ასევე იზრდება სხვა ხეხილოვანი კულტურების მოსავალი მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენებით.

ძლიერ მეავე ნიადაგების მოკირიანება ზრდის მოსავლიანობას და აუმჯობესებს მის ხარისხს. სასუქების გავლენით უმჯობესდება სანაყოფე კვირტებისა და ყვავილების განვითარება, ნაყოფის გამონასკვპ, ნაყოფის მომწიფება, მცირდება მსხმოიარობის პერიოდულობა და ჩქარდება ნაყოფმომცემობა, ძლიერდება დატოტვისა და ფესვთა სისტემის განვითარება, იზრდება მცენარის ყინვაგამძლეობა, უმჯობესდება ნაყოფის ხარისხი.

მლევების საცდელი სადგურის მონაცემებით, აზოტიანი სასუქების გამოყენება აღიძვრს სანაყოფე კვირტების განვითარებას. ამასთან ერთად, აღნიშნული სასუქების კარბად შეტანა ნიადაგში, ი. ვ. მიჩურინის სახელობის მეხილეობის ინსტიტუტის მონაცემებით, ახანგრძლივებს ნაყოფის შემოსვლას, რაც თავისთავად იწვევს ვეგეტაციის გადნაცვლებას გვიან შემოდგომისაკენ, რითაც ეცემა მცენარის ყინვაგამძლეობა.

პროფ. პ. გ. შიტის დაკვირვებებით სასუქები აძლიერებენ ხეხილოვანი კულტურების დატოტიანებას და ფოთლების განვითარებას, რაც თავისთავად ზრდის ტოტების ხანგრძლივ ნაყოფმომცემობას.

ნ. დ. სპივაკოვსკის მიხედვით მინერალური სასუქები (აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები) მკვეთრად აღიძვრს ხეხილოვანი კულტურების ყინვაგამძლეობას. ამასვე ადასტურებს მლევების საცდელი სადგურის დაკვირვებებიც. აქვე უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ მოკარბებული დოზებით აზოტიანი სასუქების გამოყენებით თბილი შემოდგომის და ნალექების სიკარბის პირობებში მოსალოდნელია ვეგეტაციის გაკვიანურება შემოდგომით, რის შედეგადაც მცენარე მოუმზადებელი შედის ზამთარში და ეცემა მისი ყინვაგამძლეობა. ორგანული და მინერალური სასუქების გამოყენება დადებით გავლენას ახდენს ნაყოფის ხარისხზე: იზრდება მასში შაქრიანობა, არომატი და სხვა. ამ მხრივ განსაკუთრებით აღსანიშნავია კირის გავლენა. მოკვიანება იწვევს ნაყოფის შემოსვლის დაჩქარებას, მკვიანობის შემცირებას მასში და შაქრიანობის გადიდებას.

ხეხილის ბაღში სასუქების ეფექტურობა დამოკიდებულია მთელ რიგ პირობებზე, კერძოდ: ნიადაგის ნაყოფიერებაზე, კლიმატურ პირობებზე, ხეხილის განვითარების პერიოდსა და ფენოფაზებზე, ხეხილის რიგთაშორისების გამოყენების სისტემაზე, სასუქების დოზებზე, ფორმებზე, შეტანის დროსა და წესებზე. ამიტომ ხეხილის ნარგაობისათვის სასუქების სისტემის შედგენისას ყველა ეს მომენტი მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული, რომ უზრუნველყოფილი იყოს მცენარის მოთხოვნილება საკვებ ნივთიერებაზე მისი განვითარების ფენოფაზების მიხედვით. ცნობილია, რომ სანაყოფე კვირტების ჩასახვა ხეხილოვან კულტურებში ძირითადად წარმოებს წინა წლის ივლის-აგვისტოში და ზოგჯერ გრძელდება ვეგეტაციის დამთავრებამდე. მაშასადამე, მომავალი წლის მოსავლის ფორმირების საწყისი ფაზა ძირითადად მიმდინარეობს იმ პერიოდში, როცა წარმოებს ნაყოფის განვითარება და დამსხვილება. ამიტომ სათანადო სასუქების გამოყენებით უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს როგორც სანაყოფე კვირტების განვითარება, ისე ნორმალური ყვავილობა, ნასკვების გამოღება და ნაყოფის ზრდა.

ხეხილის ნარგაობის განოციერებაში არჩევენ: 1. დარგვის წინა განოციერებას, 2. ახალგაზრდა ნარგაობის განოციერებას და 3. მსხმოიარე ნარგაობის განოციერებას.

ეს უკანასკნელი კი ითვალისწინებს ძირითად განოციერებას და გამოკვებას.

ბ) ხეხილის დარგვის წინა განოციერება

ხეხილის დარგვის წინ ნაკვეთის მომზადებისათვის ატარებენ ღრმა მოხვნას (პლანტაჟს), ხოლო მოხვნამდე კი შეაქვთ ორგანული და მინერალური სასუქები. მკვავე ნიადაგებზე ატარებენ მოკირიანებას, ბიცობ ნიადაგებზე კი მოთაბაშირებას. ნიადაგის ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესების მიზნით ნაკვეთზე აწარმოებენ მრავალწლიანი პარკოსანი და მარცვლოვანი ბალახების ნარევის ან სიდერატების თესვას.

ეწერ და წითელმიწა ნიადაგებს ხნავენ 50 სანტიმეტრის სიღრმეზე. მოხვნის წინ შეაქვთ ნაკელი, ტორფი ან ტორფოკომპოსტები 80 — 100 ტონის რაოდენობით ჰექტარზე. ამასთან ერთად შეაქვთ 150 კილოგრამი ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები. მკვავე ეწერ და წითელმიწა ნიადაგებზე შეიტანება ერთი ჰიდროლიზური მკვავიანობის ეკვივალენტი კირი.

შავმიწა ნიადაგებზე მოხვნა ტარდება 60 სანტიმეტრის სიღრმეზე და შეაქვთ 40 ტონა ორგანული სასუქები ჰექტარზე, მასთან ერთად 120 კილოგრამი ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები ხალასი საკვები ელემენტის რაოდენობით.

წაბლა და რუხ ნიადაგებზე მოხვნა ტარდება 65 — 70 სანტიმეტრის სიღრმეზე. მოხვნის წინ ნიადაგში შეაქვთ 40 — 60 ტონა ორგანული სასუქები და 120 კილოგრამი ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები ხალასი საკვები ნივთიერების რაოდენობით ჰექტარზე.

ბიცობ ნიადაგებზე მოხვნა წარმოებს 70 სანტიმეტრის სიღრმეზე, ნიადაგში შეაქვთ 100 ტონა ორგანული სასუქები, 150 კილოგრამი ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები ხალასი საკვები ელემენტის რაოდენობის მიხედვით, მოხვნის წინ შეაქვთ აგრეთვე თაბაშირი შთანთქმული ნატრიუმის ეკვივალენტური რაოდენობით.

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, ეწერი და წითელმიწა ნიადაგების ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესების მიზნით 2 წლის განმავლობაში მაინც ითესება მრავალწლიანი და მარცვლოვანი ბალახების ნარევი ან სიდერატები.

ხეხილოვანი ნარგაობისათვის დასარგავ ორმოში შეაქვთ ორგანული და მინერალური სასუქები შემდეგი წესით: ნაკელი ან სხვა ორგანული სასუქები შავმიწა წაბლა ნიადაგებზე 10 — 12 კილოგრამი, ეწერ,

წითელმიწა და ბიცობ ნიადაგებზე 15—20 კილოგრამი ნიადაკის მთელ მასაში შერევით. გარდა ამისა, ორმოებში შეაქვთ სრული მინერალური სასუქები — აზოტი (N) 20 გრამი (ამონიუმის გვარჯილა), ფოსფორი (P₂O₅) 60 გრამი (სუპერფოსფატი) და კალიუმი (K₂O) 30 გრამი (ქლორ-კალიუმი ან გოგირდმყავა კალიუმი).

გ) ახალგაზრდა ნარგაობის განოციერება

ახალგაზრდა ხეხილის ნარგაობაში ხის ძირის ირგვლივ ნიადაგს ინარჩუნებენ შავი ანეულის სახით ან ახდენენ დამულჩვას ტორფით და მწვანე სასუქის მასით. ნიადაგის საშემოდგომო ან საგანაფხვლო დამუშავების წინ შეაქვთ ორგანული და მინერალური სასუქები. ნარგაობის რიგთაშორისები, რომლებიც მცენარეების ფესვთა სისტემით ჯერ კიდევ არ არის დაკავებული, გამოიყენება ბოსტნეული, ბალჩეული, ტუბერიანი და ფესვნაყოფა კულტურების თესვისათვის. სარწყავ ნაკვეთებზე და დიდი რაოდენობით ნალექების პირობებში ზემოთ ჩამოთვლილ კულტურებთან შეიძლება მორიგეობდეს მრავალწლიანი და ერთწლიანი ბალახების ნარევი, რომლიდანაც მიღებულ თივას პირუტყვის საკვებად იყენებენ.

ნიადაგის დამუშავების სისტემა და განოციერება ახალგაზრდა ხეხილის ნარგაობაში ისე უნდა მოეწყოს, რომ უზარუნველყოფილ იქნას ნიადაგის ნაყოფიერების პროგრესული გადიდება და ნარგაობის ნაყოფმომცემობის ფაზაში შესვლის წინ რიგთაშორისების კულტურულ მდგომარეობაში არსებობა. ამიტომ ძლიერი კულტურული ფენის შექმნა ახალგაზრდა ნარგაობაში წარმოადგენს გადაუდებელ ამოცანას, რომლის მიღწევაც შესაძლებელია ორგანულ-მინერალური სასუქების სისტემატური გამოყენებით და მყავე ნიადაგების მოკირიანებით. რიგთაშორისებში კულტურების თესვისას სასუქები შეაქვთ როგორც ამ უკანასკნელთა, ისე ხეხილის ნარგაობის გასანოციერებლად.

ახალგაზრდა ხეხილის ნარგაობისათვის საჭირო სასუქების დოზები მოცემულია 167-ე ცხრილში.

დ) მსხმოიარე ხეხილის ნარგაობის განოციერება

მსხმოიარე ხეხილის ნარგაობის განოციერების სისტემამ უნდა უზარუნველყოს ნიადაგის მაღალი ნაყოფიერება მოსავლიანობის განუხრელად გადიდებისათვის.

მსხმოიარე ხეხილის ნარგაობაში შეაქვთ როგორც ორგანული, ისე მინერალური სასუქები. მყავე ნიადაგებზე გამოიყენება კირის შემცველი სასუქები, ბიცობ ნიადაგებზე კი თაბაშირი.

სასუქების დოზები აბალგაზრდა ხეხილის წარგობისათვის

დამზადების წელი	ხეხილის ჯგუფი	როგორ გამოიყენებენ	სასუქების შეტანის წესები	განოყენებელი ფართობი გუ	სასუქების დოზები კგ-ით		
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1-3	ვაშლი, მსხალი	სიდერატები	მთელ ფართობზე მოფანტვით	10 000	90	90	45
	ბალი, გარგარი	სათონი კულტ.	"	10 000	120	90	45
	ქლიავი, ატამი	თავისუფალი	შტამბის ირგვლივ	1 მ დიამეტ. ხიდან	0,04	0,03	0,015
4-5	ვაშლი, მსხალი	სიდერატები	მთელ ფართ. მოფანტვით	10 000	90	90	45
	ბალი, გარგარი	სათონი კულტ.	"	2 მ დიამეტ. ხიდან	0,144	0,108	0,054
	ქლიავი, ატამი	თავისუფალი	მთელ ფართობზე მოფანტვით	10 000	120	90	45
7-10	ვაშლი, მსხალი	"	"	"	90	90	45
	ბალი, გარგარი	სიდერატები	"	"	90	90	45
	ქლიავი, ატამი	სათონი კულტ.	"	"	120	90	45

ე) სასუქების ფორმები

ორგანული სასუქებიდან ხეზილის ბაღში იყენებენ ნაკელს, ტორფს. ტორფოკომპოსტებს, შერეულ კომპოსტებსა და მწვანე სასუქებს, ხოლო მინერალურ სასუქებიდან აზოტიანს, ფოსფორიანსა და კალიუმთანს. აზოტიანი სასუქებიდან შეაქვთ აზოტმყავა ამონიუმი, სულფატ-ამონიუმი და კალციუმის ციანამიდი. ფოსფორიანიდან სუპერფოსფატი. თომასის წიდა და ფოსფორიტის ფქვილი, ხოლო კალიუმისა და კალიუმის სულფატი და ნაცარი. თომასის წიდა და ფოსფორიტის ფქვილით ანოყიერებენ მყავე ეწერ და წითელმიწა ნიადაგებს.

კირის შემცველ სასუქებიდან იყენებენ ტილს, ქვაკირის ფქვილს. ჩამქრალ და დამწვარ კირს, დეფექციურ ტალახს და სხვ., ხოლო მოთაბაშირების მიზნით თაბაშირს.

ვ) სასუქების დოზები

ორგანული და მინერალური სასუქების დოზები მსხმოიარე ხეხილის ნარგაობისათვის იცვლება ნიადაგის ტიპების მიხედვით. ორგანული სასუქები ნარგაობაში შეაქვთ 2 — 3 წელში ერთხელ, მინერალური სასუქები კი ყოველწლიურად.

მინერალური და ორგანული სასუქების სავარაუდო დოზები მსხმოიარე ხეხილის ნარგაობისათვის მოცემულია 168-ე ცხრილში.

ცხრილში მოყვანილი ორგანული და მინერალური სასუქების დოზები სავარაუდოა და შეიძლება შეიცვალოს სხვადასხვა ნიადაგობრივ და კლიმატურ პირობებში.

ზ) სასუქების შეტანის ვადები და წესები

ორგანული, ფოსფორიანი და კალიუმისანი სასუქები შეაქვთ შემოდგომით ნიადაგის მოხვნისას. აზოტიანი სასუქების ნორმის $\frac{1}{3}$ შეიტანება მოხვნის წინ, ხოლო $\frac{2}{3}$ კი გამოკვების სახით. პირველი გამოკვება ტარდება ყლორტების პირველი ზრდის ან ყვავილობის პერიოდში და შეიტანება აზოტიანი სასუქის ნორმის $\frac{2}{3}$, ხოლო თუ გათვალისწინებულია სანაყოფე კვირტების ჩასახვისას გამოკვების ჩატარება, მაშინ $\frac{1}{3}$, დანარჩენი $\frac{1}{3}$ კი აგვისტო-სექტემბერში. გამოკვების დროს სასუქის ნიადაგში ჩაქეთება წარმოებს კულტივატორით ან თოხით.

გამოკვებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნას ადგილობრივი ორგანული სასუქები: ნაკელი, წუნწუხი, ფრინველის განავალი, რომელთაც ანზავებენ წყალში — ნაკელს 6 — 7-ჯერ, წუნწუხს 2 — 3-ჯერ, ფრინველის ნაკელს 10 — 12-ჯერ. სითხისებური სასუქი შეაქვთ ხეხი-

სასუქების დოზები მსხმოიარე ხეხილის ნარგავობისათვის¹

ზონა და ნიადაგი	მინერალური და ორგანული სასუქების შეთანწყობა	ნაკელი ტ/ჰა	მინერალური სასუქების ნორმები (ხა-ლასი საკვები ნივთიერებანი კვ/ჰა)		
			აზოტი (N)	ფოსფორი P ₂ O ₅	კალიუმი K ₂ O
I. დახვედეთ საქართველო					
1. სიღნაღი ალუვიური ნიადაგები	ნაკელთან ერთად ნაკელი წლის გამომშვებით რიგთაშორისებში NPK	10—20	50—60	50—60	50—60
2. გაეწერებული ალუვიური ნიადაგები	ნაკელთან ერთად ნაკელი წლის გამომშვებით რიგთაშორისებში NPK	20—30	40	40	40
3. ეწერიანი ნიადაგები	ნაკელთან ერთად ნაკელი წლის გამომშვებით რიგთაშორისებში NPK	20—30	50—60	60—70	60—70
4. წითელშიწა ნიადაგები	ნაკელთან ერთად ნაკელი წლის გამომშვებით რიგთაშორისებში NPK	20—30	50—60	70—80	60—70
II. აღმოსავლეთ საქართველო					
1. ალუვიური და ძველი ალუვიური ნიადაგები	ნაკელთან ერთად ნაკელი წლის გამომშვებით რიგთაშორისებში NPK	20—30	40	40	40
2. ყომრალი და ტყის ყვისფერი ნიადაგები	ნაკელთან ერთად ნაკელი წლის გამომშვებით რიგთაშორისებში NPK	20—30	60	60	60
3. წაბლა ნიადაგები	ნაკელთან ერთად ნაკელი წლის გამომშვებით რიგთაშორისებში NPK	20—30	50	40	30
4. შუმშიწა ნიადაგები	ნაკელთან ერთად ნაკელი წლის გამომშვებით რიგთაშორისებში NPK	20—30	40	40	20

ლის ირგვლივ გაკეთებულ კვალში 1 გრძივ მეტრზე ერთი ვედროს რაოდენობით.

თ) მწვანე სასუქები

მწვანე სასუქებად ითვისება თეთრი და ლურჯი ხანკოლა, ბარდა, სერადელა, მუხულო, ცერცვი და სხვა. ხეხილის ახალგაზრდა ნარგავ-

¹ სასუქი გამოიყენება მოკირიანების ფონზე.

ბაში ან მეჩხერად დარგულ ბაღებში იყენებენ მწვანე სასუქების დამოუკიდებელ ფორმას, ხოლო ხშირად ნარგაობის ბაღებში, სადაც რიგთაშორისები დაფარულია მცენარის ვარჯით, მწვანე სასუქის საცელავ ფორმას. მწვანე სასუქების დამოუკიდებელი ფორმის გამოყენების შემთხვევაში უკეთესია შემოდგომა-ზამთრის სიდერატები, რომელიც ითესება სექტემბერში და ჩაიხვნება ადრე გაზაფხულზე.

ი) ნიადაგის მოკირიანება

ეწერ და წითელმიწა ნიადაგებზე კარბი მჟავიანობის განეიტრალებისათვის, ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების გაუმჯობესებისათვის. მიკრობიოლოგიური პროცესების გაძლიერებისათვის, მინერალური და ორგანული სასუქების ეფექტურობის გადიდებისათვის აწარმოებენ ნიადაგში კირის შეტანას 12 — 15 წელში ერთხელ, 1 ჰიდროლიზური მჟავიანობის ეკვივალენტური დოზით.

მოკირიანებისათვის იყენებენ ქვაკირის ფქვილს, ჩამქრალ და დამწვარ კირს, ტკილს, დეფეკაციურ ტალახს. ამ მიზნით შეიძლება გამოყენებულ იქნას აგრეთვე ნაცარი, რომლის შეტანით ნიადაგი ერთდროულად ნაყოფიერდება ფოსფორითა და კალიუმით. ახალგაზრდა ნარგაობის რიგთაშორისების ბოსტნეული კულტურებისათვის გამოყენების შემთხვევაში მოკირიანების შემდეგ მასზე თესენ ისეთ კულტურებს, რომლებიც ვერ იტანენ ნიადაგის მჟავიანობას.

კირი ნიადაგში შეაქვთ შემოდგომაზე ხეხილის ბალის გადახვნისას მთელ მწკრივთაშორისებზე მობნევით და 18 — 25 სანტიმეტრის სიღრმეზე ჩახენით.

ე. თუთის ნარგაობის განოქსიდება

მეაბრეშუმეობის შემდგომი განვითარების საქმეში თუთის ფოთლის მოსავლის ზრდას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს. ამ მიზნით სხვა აგროტექნიკურ ღონისძიებათა კომპლექსში იყენებენ სასუქებსაც.

თუთის ხეს მნიშვნელოვანი რაოდენობით ამოაქვს ნიადაგიდან მისთვის საჭირო საკვები ნივთიერება. ასე, მაგალითად, თუ ერთი ჰექტარი თუთის მოსავალი 100 ცენტნერ ფოთოლს და 80 — 100 ცენტნერ ტოტებსა და ყლორტებს უღრის, გამოტანილ საკვებ ნივთიერებათა რაოდენობა საშუალოდ შეადგენს 150 — 200 კილოგრამ აზოტს, 40 — 60 კილოგრამ ფოსფორს და 60 — 120 კილოგრამ კალიუმს. თუთის ხე დიდ მოთხოვნილებას არ აყენებს გარემო პირობებისადმი. იგი ხარობს როგორც მჟავე, ისე ნეიტრალურ და ტუტე რეაქციის ნიადაგებზე, როგორც მალალტენიან, ისე მცირეტენიან რაიონებში. თუთის ხე ძალიან

ღრმად ივითარებს ფესვთა სისტემას და ამიტომ შეუძლია გამოიყენოს ნიადაგის ქვედა ფენებში არსებული წყალი და საკვები ნივთიერება. მაგრამ ეს ერთი წუთითაც არ ნიშნავს იმას, რომ თუთის ხის მოსავლიანობის ზრდის საქმეში მნიშვნელობა არ ჰქონდეს ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესებას. თუთის ზე დიდ მგრძობიარობას იჩენს სასუქებისადმი. დამტკიცებულია, რომ სასუქების გამოყენებით მნიშვნელოვნად იზრდება თუთის ხის ფოთლის მოსავალი და უმჯობესდება მისი ხარისხი. თუთის ხის მოსავალზე მინერალური სასუქების გავლენა ნათლად ჩანს ა. ა. დიდიძის მიერ ქუთაისის მეაბრეშუმეობის საცდელ სადგურში ჩატარებული ცდიდან (იხ. ცხრილი 169).

ცხრილი 169

წელი	ფოთლის მოსავალი მთლიანად	სასუქების შეტანით მიღებული მოსავლის ნამატი ცქა				სასუქების შეტანით მიღებული მოსავლის მატება %-ით			
		N	P	NP	NPK	N	P	NP	NPK
1947 ¹	3,7	2,7	0,3	3,1	3,2	73	8	84	86
1948	14,5	10,5	1,7	12,1	12,4	72	12	83	85
1949	21,6	12,9	1,7	16,8	17,5	60	8	78	82
1950 ²	24,7	25,0	5,1	15,2	—	101	21	207	—
1951	21,6	26,5	9,3	43,6	44,1	123	44	202	204
საშუალოდ:	17,4	15,5	3,6	18,9	25,7	85,8	18,6	128,8	132,6

ამრიგად, ცდიდან მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემებით შტკიცდება მინერალური სასუქების გამოყენებით მოსავლიანობის ზრდა. კიდევ უფრო იზრდება მოსავლიანობა ორგანული და მინერალური სასუქების ერთობლივი გამოყენებით.

მინერალური სასუქებიდან მნიშვნელოვანია აზოტიანი, ხოლო შემდეგ ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება. აზოტითა და ფოსფორით უზრუნველყოფის ფონზე მცენარისათვის შესათვისებელი კალიუმის მცირე რაოდენობით არსებობისას მეღვენდება კალიუმის როლი თუთის ფოთლის მოსავლის ზრდის საქმეში.

მინერალური სასუქებიდან თუთის პლანტაციაში შეაქვთ აზოტი $(NH_4)_2SO_4$ და NH_4NO_3 -ის და ფოსფორი სუპერფოსფატის სახით, ხოლო მეავე ნიადაგებზე ფოსფორიტის ფქვილი და კალიუმი (ქლორკალიუმის) სახით.

1 სასუქები შეიტანეს გუთნით კვლის ფსკერზე 20—25 სანტიმეტრის სიღრმეზე.
2 1950 წლიდან შექონდათ მარცვლისებური სუპერფოსფატი.

თუთის პლანტაციის თვითეულ ჰექტარს 3—4 წელიწადში ერთ-ხელ ანოყიერებენ 30—40 ტონა ორგანული სასუქით, ხოლო მინერალური სასუქები შეაქვთ ყოველწლიურად. ამ უკანასკნელის დოზები დიდად არის დამოკიდებული ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებზე, ჯიშზე, მცენარის ხნოვანებაზე, აგროტექნიკის დონეზე და სხვა პირობებზე. მიახლოებით თუთის პლანტაციებში მინერალური სასუქებიდან შეტანილ უნდა იქნას $N_{90}-120$ $P_{60}-90$ K_{60} ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები, აგრეთვე ნაკელი შეტანილი უნდა იქნეს ღრმად ნიადაგის ძირითადი დამუშავებისას, ხოლო აზოტი ორჯერ: $\frac{2}{3}$ წლიური დოზისა ადრე გაზაფხულზე ვეგეტაციის დაწყების წინ, ხოლო $\frac{1}{3}$ მაისში ან ივნისში თუთის ხის ექსპლოატაციის შემდეგ. ძლიერ მყავე ნიადაგებზე აწარმოებენ მოკირიანებას.

თუთის პლანტაციებში ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესებისა და მაღალი მოსავლიანობის მისაღებად მიზანშეწონილია მწვანე სასუქების ფართოდ გამოყენება. ამ მიზნით თესენ საშემოდგომო-ზამთრის სიდერატებს: მყავე ნიადაგებზე ხანკოლასა და ჩიტფეხას, ხოლო ნეიტრალურ და ტუტე ნიადაგებზე — საშემოდგომო ბარდას, ცერცველას. ქვავეში ნარევი ცულისპირას და სხვ. სიდერატები ითესება აგვისტოში და ჩაიხვნება საზამთროდ ან გაზაფხულზე ნიადაგის დამუშავებისას.

მარცვლეულ კულტურათა განოყიერება

მარცვლეულ კულტურათა მოსავლიანობის ზრდას უაღრესად დიდი სახალხო-მეურნეობრივი მნიშვნელობა აქვს. სტალინი თავის ნაშრომში „ლენინიზმის საკითხები“ აღნიშნავდა: „მარცვლეულის პრობლემა ითვლება ძირითად რგოლად სოფლის მეურნეობის სისტემაში და წარმოადგენს სოფლის მეურნეობის სხვა პრობლემების გასაღებს“.

საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტია და მთავრობა მარცვლეულის პრობლემის გადაჭრაა ყოველთვის უდიდეს ყურადღებას აქცევდნენ და აქცევენ.

საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტიის XX ყრილობის დირექტივებში სსრ კავშირის სახალხო მეურნეობის განვითარების 1956—1960 წლების მეექვსე ხუთწლიანი გეგმის შესახებ აღნიშნულია, რომ ხუთწლედის ბოლოს, 1960 წელს მიღებულ უნდა იქნას 11 მილიარდი ფუთი მარცვლეული. ასეთი დიდი და საპატიო ამოცანის გადაჭრა შეიძლება, ერთი მხრივ, მარცვლეულ კულტურათა სათესი ფართობების გადიდებით და, მეორე მხრივ, მოსავლიანობის ამაღლებით.

მარცვლეულ კულტურათა მოსავლიანობის სწრაფად გადიდების ერთ-ერთ მძლავრ საშუალებას სხვა აგროტექნიკურ ღონისძიებათა კომ-

პლექსში ორგანული და მინერალური სასუქების წესიერი გამოყენება წარმოადგენს, ასეთ შემთხვევაში ორჯერ და მეტად იზრდება მოსავლიანობა.

ხორბლის წარმოების დარგში საბჭოთა კავშირის მსოფლიოში პირველი ადგილი უჭირავს.

საქართველოს სოფლის მეურნეობაში მარცვლელ კულტურათა შორის წამყვანია საშემოდგომო ხორბალი და სიმინდი. ამიტომ წინამდებარე სახელმძღვანელოში ჩვენ მათი განოყიერების წესებს შევხებით.

ა) საშემოდგომო ხორბლის განოყიერება

მარცვლელ კულტურათა ნათეს ფართობში მთავარია საშემოდგომო ხორბალი. იგი თავისი ზრდა-განვითარებისათვის მეტად დიდ მოთხოვნილებას აყენებს გარემო პირობებისადმი. ჩვენ დეტალურად არ შევხებით ამ საკითხს, აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ როგორც ძლიერ დაბალი, ისე მაღალი ტემპერატურა და ტენი უარყოფითად მოქმედებს მის ზრდა-განვითარებაზე და მოსავალზე. იგი ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის მოითხოვს ჰუმუსით და მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიერების მდიდარ, კარგი სტრუქტურის მქონე ნიადაგებს. დამტკიცებულია, რომ საშემოდგომო ხორბალი დიდ მგრძნობიარობას იჩენს არეს რეაქციისადმი: ნორმალურად ვითარდება ნეიტრალურ, სუსტ მჟავე, სუსტ ტუტე რეაქციის ნიადაგებზე. ძლიერ მჟავე ნიადაგებზე, რაგინდ დიდი რაოდენობით არ უნდა იყოს უზრუნველყოფილი მისთვის საჭირო საკვები ნივთიერებითა და ტენით ნორმალურად ვერ ვითარდება თუ არ ჩატარდა არეს რეაქციის შეცვლა მოკირიანებით და სხვა ღონისძიებებით. ასევე ვერ ვითარდება ნორმალურად საშემოდგომო ხორბალი დამლაშებული ნიადაგების მოთაბაშირებისა და სხვა აგროტექნიკურ ღონისძიებათა კომპლექსის გატარების გარეშე.

საშემოდგომო ხორბალს თავის ზრდა-განვითარებისათვის ნიადაგიდან ამოაქვს გაცილებით ნაკლები რაოდენობის საკვები ნივთიერება, ვიდრე ტექნიკურ კულტურებს, ამას ნათლად ადასტურებს ქვემოთ მოყვანილი ციფრობრივი მონაცემები:

	N	კილოგრამობით	
		P ₂ O ₅	K ₂ O
ხორბალი.....	86	36	82
ჭ ვ ა ვ ი	69	46	105
კარტოფილი.....	113	37	165
შაქრის ჭარხალი.....	201	69	232
საკვები ჭარხალი.....	183	73	253
კომბოსტო	300	და მეტი 85 (140)	320 (560)

მიუხედავად იმისა, რომ ხორბალს ნაკლები რაოდენობით გამოაქვს ნიადაგიდან საკვები ნივთიერება, ის სასუქებზე მაინც დიდ მოთხოვნილებას აყენებს. ცდებით დამტკიცებულია, რომ მის მიმართ სასუქების გამოყენება საკვები ნივთიერებით მდიდარ შედეგზე ნიადაგებზეც კი იძლევა მოსავლიანობის ზრდას. ეს გამოწვეულია იმით, რომ საშემოდგომო ხორბლის ფესვთა სისტემას არ შეუძლია შეითვისოს მისთვის საჭირო საკვები ნივთიერება ცოტად თუ ბევრად ძნელად ხსნად შენაერთებიდანაც კი. საშემოდგომო ხორბალი ფესვთა სისტემას ძირითადად ზერეულ, 20 — 25 სანტიმეტრის სიღრმის ფენაში ივითარებს. ამიტომ ქვედა ფენებში არსებულ საკვებ ნივთიერებას ის ძლიერ მცირე რაოდენობით ითვისებს. ყოველივე ეს აპრობებს სასუქების გამოყენების უაღრესად დიდ ეფექტურობას.

შრომის წითელი დროშის ორდენის საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის მუხრანის სასწავლო მეურნეობაში ტყის ყავისფერ კარბონატულ ნიადაგზე სამი წლის განმავლობაში ჩატარებული მინდვრის ცდების შედეგები მეტყველებენ საშემოდგომო ხორბლის მიმართ სასუქების უაღრესად დიდ ეფექტურობაზე (იხ. ცხრილი 170).

ცხრილი 170

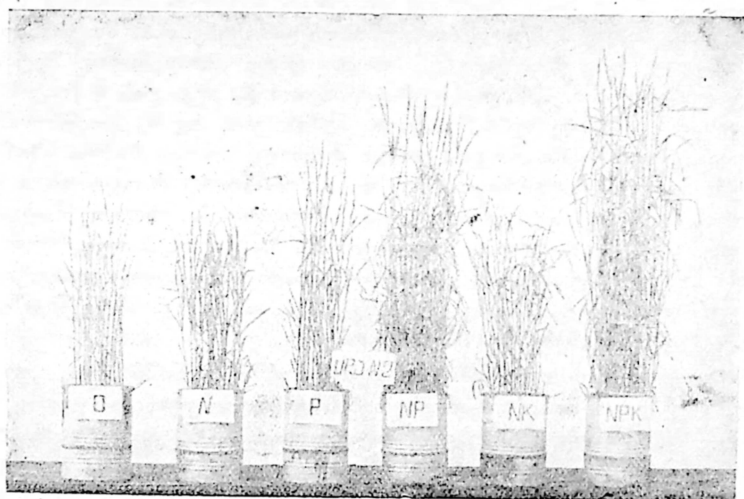
**სასუქების ეფექტურობა საშემოდგომო ხორბლის მიმართ
(სამი წლის საშუალო მოსავალი)**

ცდის სქემა	საშემოდგომო ხორბლის მოსავალი	
	ც/ა	წ/ით
უსასუქოდ	7,3	100
NPK	18,3	250,1
ნაკელი	15,1	206,8
ნაკელი + NPK	22,3	305,5

მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებით ღარიბ ნიადაგზე სასუქების წესიერი გამოყენებით მნიშვნელოვნად უმჯობესდება ნიადაგის ნაყოფიერება და დიდდება მოსავალი. ამ მხრივ დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანული და მინერალური სასუქების ერთობლივ გამოყენებას. საქართველოს ძირითადი ტიპის ნიადაგებზე საშემოდგომო ხორბლის მიმართ აზოტიანი და ფოსფორიანი სასუქების (NP) ერთობლივი შეტანა საგრძნობლად ზრდის მოსავლიანობას (იხ. ნახ. 14).

კალიუმის სასუქის ეფექტი მქლავდება მცენარის აზოტით და ფოსფორით უზრუნველყოფის შემდეგ მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის და მცენარისათვის შესათვისებელი ფორმის კალიუმის მცირე

რაოდენობის ნიადაგებზე. საშემოდგომო ხორბლის მიმართ სამრეწველო მინერალური ტენით მდიდარ რაიონებში ან სარწყავი მეურნეობის



ნახ. 14. მინერალური სასუქების ცალკეული ელემენტების ეფექტურობა საშემოდგომო ხორბლის მიმართ.

პირობებში აზოტიან სასუქებიდან ნეიტრალურ და ტუტე რეაქციის ნიადაგებზე გამოიყენება ამონიუმის სულფატი, ხოლო სუსტ მჟავე რეაქციის ნიადაგებზე ურწყავი მეურნეობისა და ტენის მცირე რაოდენობის მქონე რაიონებში კი უმჯობესია ამონიუმის გვარჯილა. ნიადაგის მოკირიანების შემდეგ შეაქვთ ამონიუმის სულფატი. საშემოდგომო ხორბლის გამოკვებისათვის უკეთეს შედეგს იძლევა სწრაფად მოქმედი აზოტიანი სასუქები — გვარჯილები, კერძოდ ამონიუმის გვარჯილა.

ფოსფორიანი სასუქებიდან ნეიტრალურ და ტუტე რეაქციის ნიადაგებზე გამოიყენება სუპერფოსფატი, ხოლო მჟავე ნიადაგებზე ფოსფორიტის ფქვილი. რაც შეეხება კალიუმიან სასუქებს საშემოდგომო ხორბლის მიმართ იყენებენ ქლორკალიუმის სასუქებს. გარდა სამრეწველო მინერალური სასუქებისა, საშემოდგომო ხორბლის განოყიერების საქმეში დიდი გამოყენება აქვს ადგილობრივი მნიშვნელობის სასუქებს: ნაკელს, ტორფს, სხვანდასხვა კომპოსტებს, ნაცარს, ტკილს, მდინარის შლამს და სხვ.

საშემოდგომო ხორბლის მოსავლიანობის ზრდისა და სასუქების რაციონალურად გამოყენების საქმეში მნიშვნელოვანია ოპტიმალური დოზების დადგენა. ცნობილია, რომ საშემოდგომო ხორბლის მიმართ აზოტიანი სასუქის მცირე რაოდენობით გამოყენებისას მთლიანად ვერ გამოძლავნდება მისი ეფექტი, ხოლო დიდი რაოდენობით შეტანისას ადგილ აქვს ნათესის დაკადებას ჟანგათი და ჯეჟილის ჩაწოლას, რის შედეგადაც შემჩნეულია მოსავლის შემცირება. ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს აზოტისა და ფოსფორის შეფარდებას. ცნობილია, რომ ნიადაგში დიდი რაოდენობით აზოტის, ხოლო მცირე რაოდენობით ფოსფორის არსებობისას ადგილი აქვს საშემოდგომო ხორბლის ვეგეტატიური ნაწილების ზრდას, რაც ამცირებს მარცვლის, ხოლო ზრდის ჩალის მოსავალს. სასუქების დოზები დიდად არის დამოკიდებული ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებზე, სასუქების გამოყენების ტექნიკაზე, აგროტექნიკის დონეზე და სხვა პირობებზე.

მარცვლეულ კულტურათა აგროწესებში აღნიშნულია, რომ გაზაფხულზე ძირითადი განოყიერების სახით შეტანილ უნდა იქნას 150 — 220 კილოგრამი სუპერფოსფატი და 40 — 60 კილოგრამი ქლორკალიუმი, ხოლო თესვის წინ დამუშავებისას 150 — 250 კილოგრამი ამონიუმის სულფატი და 70 — 110 კილოგრამი სუპერფოსფატი. ჩვენი აზრით, ყველა ნიადაგზე, ყველა პირობებში ასე ხელაღებით სასუქების გამოყენება, რა თქმა უნდა, არ არის მიზანშეწონილი, ვინაიდან ტენის რაოდენობა მის ეფექტურობაზე დიდ გავლენას ახდენს. ამიტომ სასუქების დოზები საშემოდგომო ხორბლის მიმართ ძალზე მიახლოებით სარწყავი მეურნეობის პირობებში უნდა განისაზღვროს $N_{60-90}P_{90-180}K_{60}$, ხოლო ურწყავი მეურნეობის პირობებისათვის — $N_{45}P_{60}K_{45}$.

აგროწესების მიხედვით ფოსფორი და კალიუმი შეაქვთ ნიადაგის ძირითადი დამუშავებისას, ხოლო აზოტი თესვის წინ. ცდებით დამტკიცებულია, რომ საშემოდგომო ხორბალი მისი განვითარების პირველ ფაზაში დიდ მოთხოვნილებას აყენებს ფოსფორზე. ამიტომ თესლთან ერთად მწკრივში მარცვლისებური სუპერფოსფატის შეტანა საგრძნობლად დადებით გავლენას ახდენს სასუქების ეფექტურობაზე. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ საშემოდგომო ხორბლის სავეგეტაციო პერიოდი თითქმის 8 — 9 თვით განისაზღვრება. იგი დიდი რაოდენობით ითვისებს საკვებ ნივთიერებას დაბარტყებისა და აღერების პერიოდში. საშემოდგომო ხორბლის მიმართ შემოდგომით შეტანილი სასუქის ნაწილი — აზოტიანი სასუქი ჩაირეცხება ნიადაგის ქვედა ფენაში, ხოლო ნაწილი — ფოსფორიანი სასუქი შთაინთქმება, რის გამოც გაზაფხულზე, როდესაც დიდ მოთხოვნილებას აყენებს მცენარე საკვებ ნივთიერებაზე, ნიადაგში მცირე რაოდენობით აღმოჩნდება. ამის შედეგად

ზოგადად მოსალოდნელია, აქედან გამომდინარე, საშემოდგომო ხორბლის გამოკვება მოსავლიანობის გადიდების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ღონისძიებად ითვლება. დამტკიცებულია, რომ მარტო გამოკვებით საშემოდგომო ხორბლის მოსავალი დაახლოებით 4 — 5 ცენტნერით იზრდება. აღნიშნული ღონისძიება უნდა ჩატარდეს ადრე გაზაფხულზე, როდესაც ჭეჭილი კარგადაა გადამჭდარი. გამოკვებას ატარებენ როგორც სამრეწველო მინერალური, ისე ადგილობრივი სასუქების გამოყენებით. საშემოდგომო ხორბლის გამოკვებისას სარწყავ და ტენით უზრუნველყოფილ რაიონებში შეაქვთ N₂P₂. მაგრამ თუ ნიადაგში ფოსფორი საკმარის რაოდენობითაა, ნიადაგი არ ირწყვება და მცირე რაოდენობის ტენია, შეიძლება შეტანილ იქნას აზოტი (N) 20 კილოგრამის რაოდენობით. არსებობს მონაცემები, რომლებიც ამტკიცებენ, რომ ურწყავი მეურნეობის პირობებში, წლიური ატმოსფეროს მცირე ნალექების დროს, აზოტით ნიადაგს ანოციერებენ მისი ღრმად დაქუშავებისას, რაც, ერთი მხრივ, ზრდის მოსავლიანობას, ხოლო, მეორე მხრივ, ამცირებს მუშაზღის რაოდენობას.

მნიშვნელოვნად მაღალი მოსავალი და ეფექტი მიიღება მკაფიო ნიადაგების მოკირიანებით. საშემოდგომო ხორბლის მიმართ კირი შეაქვთ პიდროლიზური მკაფიანობის ეკვივალენტური რაოდენობით. კირის მოქმედების ხანგრძლიობა 15 — 20 წელს გრძელდება.

საშემოდგომო ხორბლის მიმართ დადებითად მოქმედებს მწვანე სასუქები. ასევეა ბაქტერიული სასუქებიც. ისინი საშემოდგომო ხორბლის მოსავალს თვითიველ ჰექტარზე 3 — 4 ცენტნერით ზრდიან.

ბ) სიმინდის კულტურის განოციერება

მარცვლეულის პრობლემის გადაჭრისა და მეცხოველეობისათვის მტკიცე საკვები ბაზის შექმნის საქმეში სიმინდის ნათესი ფართობისა და მოსავლიანობის გადიდება ერთ-ერთი მეტად მნიშვნელოვანი ამოცანაა. სიმინდი ყველაზე უფრო მაღალმოსავლიანი კულტურაა.

სიმინდის სახალხო-მეურნეობრივი მნიშვნელობა იმაშიც მდგომარეობს, რომ ის ერთ და იმავე დროს წყვეტს ორ ამოცანას — მარცვლეულის რესურსების შევსებას და სიმინდის ღეროსაგან კარგი სილოსის მიღებას, პირუტყვის მაღალხარისხოვანი საკვებით უზრუნველყოფას.

საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტიის ცენტრალური კომიტეტის 1954 წლის იანვრის პლენუმმა სიმინდის კულტურის შემდგომი განვითარების საკითხს უპირატესად დიდი ყურადღება მიაქცია. სსრ კავშირის სახალხო მეურნეობის განვითარების მეექვსე ხუთწლიანი გეგ-

მით სიმინდის ნათესი ფართობები გადიდებულ უნდა იქნას 28 მილიონ ჰექტარამდე. ამასთან ერთად უნდა გაიზარდოს მოსავლიანობა.

საბჭოთა აგრობიოლოგიური მეცნიერების მიერ შემუშავებულია სიმინდის მაღალი და მყარი მოსავლის მიღების აგროტექნიკა. სოფლის მეურნეობის მოწინავე ადამიანებმა პრაქტიკულად, საკოლმეურნეო მინდვრებზე მოწოდების სიმალლეზე გაატარეს რა იგი, უზრუნველყვეს უხვი მარცვლის მიღება. ასე, მაგალითად, დნეპროპეტროვსკის ოლქის ნოვომოსკოვის რაიონის ჩკალოვის სახელობის კოლმეურნეობამ უკანასკნელი ხუთი წლის მანძილზე 150—180 ჰექტარ ფართობიდან საშუალოდ თვითეულ ჰექტარზე 50 ცენტნერი სიმინდის მოსავლის მიღება უზრუნველყო. 1950 წელს ამ კოლმეურნეობაში 130 ჰექტარ ფართობზე 80,5 ცენტნერი სიმინდი მიიღეს ჰექტარზე. მაღალი მოსავალი მიიღეს აგრეთვე ე. ვ. ბლაჟევსკიმ, გაბადამ, ქ. ქეჩახიამ, ძ. რიგვაემ და სხვა მრავალმა.

სიმინდის მაღალი და მყარი მოსავლიანობის მიღების საქმეში სხვა აგროტექნიკურ ღონისძიებათა კომპლექსში მეტად მნიშვნელოვანია სასუქების გამოყენება.

სიმინდის კულტურის მიმართ სასუქების ეფექტურობა დამოკიდებულია გარემო პირობებზე. სიმინდი დიდ მოთხოვნილებას აყენებს სითბოსადმი. მისი სრული მოწიფებისათვის საჭიროა 1700—4000-მდე გრადუსი სითბოს ჯამი.

სიმინდი ტენის ნაკლებ მომთხოვნია, ე. ი. გვალვაგამძლე კულტურაა. იგი ადვილად იტანს გაზაფხულის გვალვიან პერიოდს, ხოლო რაციონალურად იყენებს ზაფხულის ნალექებს. ყველაზე მეტი რაოდენობის ტენი სიმინდისათვის საჭიროა დაყვავილებისა და მარცვლის ჩასახვის პერიოდში. მისი ნორმალური ზრდა-განვითარების საქმეში დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის თვისებებს. იგი კარგად ვითარდება და მაღალ მოსავალს იძლევა ორგანული და საკვები ნივთიერებით მდიდარ, სტრუქტურულად, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის, ნეიტრალურ, სუსტ მჟავე ან სუსტ ტუტე რეაქციის ნიადაგზე. მისთვის გამოსადეგია თითქმის ყველა ტიპის ნიადაგი, გარდა დამლაშებული და დაჭაობებული ნიადაგებისა. აქვე უნდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ სიმინდი ნიადაგის თვისებებისადმი ისეთ დიდ მგრძობიარობას იჩენს, როგორც ხორბალი.

სიმინდი გარემო პირობებისადმი უფრო შეგუებული და ელასტიკური მცენარეა, ვიდრე თავთავიანი პურეულები.

სიმინდი საკვები ნივთიერების დიდი მომთხოვნია. ამიტომ აღნიშნული ნივთიერებით ღარიბ ნიადაგებზე სასუქების ეფექტურობა საკმაოდ მაღალია და მცენარეც დიდად რეაგირებს მის მიმართ. სიმინდს ნიადაგიდან საკმაო რაოდენობით ამოაქვს მისთვის საჭირო საკვები ნივ-

თიერება, რაც დამოკიდებულია მოსავალზე. სიმინდის საშუალო მოსავლის მისაღებად საჭიროა 180 კილოგრამი აზოტი; 45 კილოგრამი ფოსფორი და 140 კილოგრამი კალიუმი.

სიმინდის მიერ ნიადაგიდან საკვები ნივთიერების გამოტანა მატულობს ზრდის შესაბამისად და მაქსიმუმს აღწევს დაყვავილება-მარცვლის ჩასახვის პერიოდში. ამიტომ ამ პერიოდში განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მივაქციოთ საკვები ნივთიერებით და წყლით მის უზრუნველყოფას. ასევე უნდა მიექცეს ყურადღება მწკრივში თესლთან ერთად ფოსფორის შეტანას, რადგან ზრდის პერიოდში მის ნაკლებობას ძლიერ რეაგირებს სიმინდი.

სიმინდი თავთავიან კულტურებთან შედარებით უფრო ღრმად ივითარებს ფესვთა სისტემას. ამის გამო მას თავის ზრდა-განვითარებისათვის უფრო მეტი რაოდენობით შეუძლია გამოიყენოს ნიადაგის ქვედა ფენებში არსებული საჭირო საკვები ნივთიერება და წყალი. გარდა ამისა, იგი უფრო ადვილად ითვისებს საკვებ ნივთიერებას ძნელადხსნადი შენაერთებიდან.

ჩატარებული ცდებიდან მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემები ადასტურებენ მინერალური სასუქების გამოყენებით სიმინდის მოსავლის მნიშვნელოვნად ზრდას (იხ. ცხრილი 171).

ამრიგად, სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე სასუქების ეფექტურობა სხვადასხვაა. დასავლეთ საქართველოს ეწერ და წითელმიწა ნიადაგებზე მინერალური სასუქების გამოყენებით სიმინდის მოსავალი ორ-სამჯერ იზრდება.

სიმინდის მოსავლიანობა და სასუქების ეფექტურობა დამოკიდებულია ნიადაგის ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესებაზე, წყლისა და ჰაერაციის რეგულირებაზე. დამტკიცებულია, რომ ნიადაგის ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესების საქმეში დიდ როლს თამაშობს ორგანული სასუქები. გარდა ამისა, მათი გამოყენებით იზრდება მცენარისათვის საჭირო საკვებ ნივთიერებათა რაოდენობა და მიწათმოქმედების თვალსაზრისით სასარგებლო მიკროორგანიზმების რიცხვი. დამტკიცებულია, რომ ორგანული და მინერალური სასუქების ერთობლივი გამოყენებით იზრდება სიმინდის მოსავალი, მნიშვნელოვნად დიდდება მინერალური სასუქების ეფექტურობა. მინერალური სასუქებიდან სიმინდის კულტურის ქვეშ შეაქვთ აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმისანი სასუქები. მთავე ნიადაგებზე აწარმოებენ მოკირიანებას, ხოლო მლაშე ნიადაგებზე მოთაბაშირებას.

სიმინდის კულტურის მიმართ სხვადასხვა ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებში საჭიროა სხვადასხვა ფორმის სასუქების გამოყენება. ცდებით და პრაქტიკული გამოცდილებით დამტკიცებულია, რომ ნეიტრა-

მინერალური სასუქების ეფექტურობა სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე სიმინდის კულტურის მიმართ

№№	ცდის ჩატარების ადგილი	ნიადაგის დასახელება	ცდის სქემა	სიმინდის მოსავალი ც/ა	სიმინდის მოსავლის ნაშთი ც/ა	სიმინდის მოსავალი ც/ა
1	ჩაქვი	წითელმიწა ნიადაგი	უსასუქო N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	4,7 13,5	— 8,8	100 287
2	ანასეული	წითელმიწა ნიადაგი	უსასუქო N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	4,9 14,2	— 9,3	100 289
3	აჯამეთი	ენწერი	უსასუქო N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	2,26 8,18	— 5,9	100 361
4	ზუგდიდის რაიონი	სუსტი ეწერი	უსასუქო N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	17,5 37,7	— 20,2	100 215
5	დიდი ჯიხაიში ...	სუსტი ეწერი	უსასუქო N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	24,2 32,2	— 12,0	100 132
6	სამტრედიის რაიონის სოფელი ეწერი	სუსტი ეწერი	უსასუქო N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	18,2 23,6	— 5,4	100 130
7	მახარაძის რაიონი	გაეწერებული წითელმიწა	უსასუქო N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	4,4 16,3	— 11,9	100 370
8	კასპის რაიონი სოფ. ხანდაკი ..	ალუვიური კარბონატული ნიადაგი	უსასუქო N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	29,7 34,2	— 4,5	100 115

ლური და ტუტე რეაქციის ნიადაგებზე, ტენიან რაიონებში ან სარწყავი მეურნეობის პირობებში, სიმინდის კულტურის მიმართ აზოტიან სასუქებიდან უმჯობესია გამოყენებულ იქნას ამონიუმის სულფატი. ამონიუმის ნიტრატი (გვარჯილა) უკეთეს ეფექტს იძლევა მკავე რეაქციის ნიადაგებზე მცირე ტენიან რაიონებში, ურწყავი მეურნეობის პირობებში. მკავე, განსაკუთრებით მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე, ამონიუმის სულფატის სისტემატური გამოყენებით საგრძნობლად მცირდება სასუქის ეფექტურობა. ამიტომ აღნიშნული სასუქი ასეთ ნიადაგებზე გამოიყენება მოკირიანების შემდეგ ან მისი წინასწარ შეტანამდე კირით განეიტრალების შემდეგ.

ფოსფორიანი სასუქებიდან ნეიტრალურ და ტუტე რეაქციის ნიადაგებზე სიმინდის კულტურის ქვეშ შეტანილი უნდა იქნას სუპერფოსფატი, ხოლო მკავე რეაქციის ნიადაგებზე ფოსფორიტის ფქვილი, თომასის წილა ან სხვა ძნელად ხსნადი ფოსფატები. მკავე ნიადაგების მოკირიანების შემდეგ კარგ შედეგს იძლევა სუპერფოსფატი. კალიუმიანი სასუქებიდან სიმინდის კულტურის მიმართ გამოყენებული უნდა იქნას ქლორკალიუმი. ნაცარი დადებითად მოქმედებს სიმინდის კულტურის მიმართ. მისი დოზა მკავე ნიადაგებზე 4 — 7 ცენტნერია ჰექტარზე.

სიმინდის მოსავლიანობის ზრდის მიზნით კარბონატულ ან ქარბაღ ზოკირიანებულ ნიადაგებზე შეაქვთ მიკროსასუქები: ბორი, მარგანეცი და სხვ. შემჩნეულია, რომ მიკროსასუქების შესხურება, ე. ი. ფესვგარეშე კვება სასურველ შედეგს იძლევა.

სიმინდის უხვი მოსავლის მიღების და სასუქების მაღალი ეფექტურობის გამოვლინების საქმეში სასუქების ოპტიმალური დოზების დადგენას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს. სასუქების დოზები დამოკიდებულია ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებზე, აგროტექნიკის დონეზე, სასუქების გამოყენების ტექნიკაზე და სხვა მრავალ პირობაზე. ტენიან რაიონებში ან სარწყავი მეურნეობის არსებობის შემთხვევაში სასუქების დოზებს ზრდიან ურწყავ ან მცირე რაოდენობის ტენით უზრუნველყოფილ რაიონებთან შედარებით. რამდენადაც მაღალია აგროტექნიკა, იმდენად მეტი სასუქია საჭირო და პირიქით. სასუქების დოზები უშუალო კავშირშია მისი შეტანის ტექნიკასთან. იმ შემთხვევაში, როდესაც იგი მოხვედრით შეგვაქვს ნიადაგში, გაცილებით მეტი რაოდენობის სასუქი დაგვკირდება, ვიდრე მწკრივში ან ბუდნებში შეტანისას. დოზებზე დიდ გავლენას ახდენს სასუქების შეტანის სიღრმე და სხვა პირობები. საორიენტაციოდ საკვები ნივთიერებით ღარიბ ნიადაგებზე, სარწყავი მეურნეობის პირობებში ან იმ რაიონებში, რომლებიც საკმაოდ რაოდენობის ტენით ხასიათდებიან, სიმინდის კულტურის მიმართ შეიძლება ვურჩიოთ მინერალური სასუქის შემდეგი დოზები: N₆₀₋₈₀ P₈₀₋₁₂₀ K₄₅₋₆₀, ხოლო შედარებით მდიდარ ნიადაგებზე მცენარის ტენით ნაკლებად უზრუნველყოფის შემთხვევაში კი N₄₅₋₆₀ P₄₅₋₆₀ K₃₀₋₄₅.

რა თქმა უნდა, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მინერალური სასუქების ეს დოზები საორიენტაციოა და ის უნდა დაზუსტდეს ცალკეული რაიონის ნიადაგურ-კლიმატური პირობების შესაბამისად.

ძალიან კარგ შედეგს იძლევა სასუქების მწკრივში შეტანა. ასეთ შემთხვევაში მინერალური სასუქების დოზების ნახევარია საჭირო. კიდევ უფრო მაღალი ეფექტი შეიძლება მივიღოთ მწკრივში ორგანულ-მინერალურ სასუქთა ნარევის შეტანით. ამ დროს სასუქების საჭირო რაოდენობა მნიშვნელოვნად მცირდება.

ცდებით და ექსპერიმენტალური მონაცემებით დადგენილია, რომ ორგანული, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები სიმინდის კულტურის მიმართ უმჯობესია შეტანილი იქნას ღრმად, ნიადაგის ძირითადი და მუშავებისას, ხოლო აზოტიანი სასუქი კი ორ ვადაში: წლიური დოზის ნახევარი თესვის წინ, მეორე ნახევარი კი სიმინდის მეორედ გათოხნისას; სიმინდი დიდ მოთხოვნილებას საკვებ ნივთიერებაზე აყენებს დაუვავილებისა და მარცვლის ჩასაზვის პერიოდში. ამიტომ უმჯობესია სარწყავი მეურნეობის პირობებში ან ტენიან რაიონებში მეორე თოხნას

წინ აზოტიან სასუქთან ერთად ნიადაგში შეტანილი იქნას ჰექტარზე 20 კილოგრამი ფოსფორი სუფთა საკვებ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით. აქვე უნდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ სიმინდის კულტურა ფოსფორზე დიდ მოთხოვნილებას აყენებს ზრდის პერიოდში. ამიტომ თესლთან ერთად მწკრივში ფოსფორის შეტანას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს. ამ მიზნით შეიძლება ფართოდ იქნეს გამოყენებული მარცვლისებური სუპერფოსფატი. სიმინდის კულტურის მიმართ თესლთან ერთად ჰექტარზე შეიძლება შეტანილი იქნას 15 — 20 კილოგრამი ფოსფორი სუფთა საკვები ნივთიერების ანგარიშში.

მეავე ნიადაგების ნაყოფიერების გაუმჯობესების, სასუქების ეფექტურობის გადიდების და სიმინდის უხვი მოსავლიანობის მიღების მიზნით ფართოდ უნდა იქნას გამოყენებული ნიადაგის მოკირიანება — კირქვებით, ტყილებით, გლაუკონიტებით, დეფეკაციური ტალახით და სხვ. კირი სიმინდის კულტურის მიმართ შეტანილი უნდა იქნეს ჰიდროლოზური მეავეიანობის მიხედვით შემოდგომით ან ზამთარში ნიადაგის ძირითადი დამუშავებისას.

ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესების მიზნით ფართოდ იყენებენ მწვანე სასუქს. აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობ რაიონებში სარწყავი მეურნეობის პირობებში ან საკმაო რაოდენობის ატმოსფეროს ნალექებით უზრუნველყოფილ რაიონებში, პურეულ კულტურათა მოსავლის აღების შემდეგ ნაწვერალზე აუცილებლად უნდა დაითესოს პარკოსანი მცენარეები — ცერცველა, ბარდა, ჩინა და სხვა — მწვანე სასუქად, რომელიც შემოდგომით ჩაიხენება ნიადაგში. დასავლეთ საქართველოს რიგ რაიონებში; სადაც ჯერ კიდევ არ არის გატარებული თესლბრუნვა, სიმინდის მოსავლის აღების შემდეგ ნაწვერალზე დათესილი პარკოსანი მცენარეები საკმაო რაოდენობის მწვანე მასას იძლევიან და კარგ სიდერატს წარმოადგენს, მაგრამ ისეთ რაიონებში, სადაც სიმინდის შემდეგ დათესილი პარკოსანი მცენარეები მწვანე მასის მეტად დაბალ მოსავალს იძლევიან, შეიძლება ისინი შეთესილ იქნას სიმინდში მესამე კულტივაციის დროს. დასავლეთ საქართველოს მეავე ნიადაგებზე პარკოსან მცენარეებიდან მწვანე სასუქად რეკომენდებულია ხანჭკოლა, ჩიტვეხა, ხოლო ნეიტრალურ, კარბონატულ და მეავე ნიადაგის მოკირიანების შემდეგ — ცულისპირა, ბარდა და სხვა.

სიმინდის უხვი მოსავლიანობის მიღების მიზნით ფართოდ უნდა იქნას გამოყენებული ადგილობრივი სასუქები, შერეული კომპოსტები, ორგანულ-მინერალურ სასუქთა ნარევი, ბაქტერიული სასუქები და სხვა. ორგანული და მინერალური სასუქების წესიერი გამოყენებით, აგროტექნიკური ღონისძიებების დროზე და მაღალხარისხოვნად გატარებით

შესაძლებელია დროის მცირე მონაკვეთში სიმინდის უხვი და მყარ მოსავლის მიღება.

8. შაქრის ჰარხლის განოქიარება

შაქრის ჰარხალი ძვირფასი სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობის ტექნიკური კულტურაა.

საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტია და მთავრობა შაქრის ჰარხლის ნათესი ფართობების და მათზე მოსავლიანობის ზრდის საქმეს მეტად დიდ ყურადღებას აქცევენ.

ერთეულ ჰექტარ ფართობიდან შაქრის ჰარხლის მაღალ მოსავლიანობაში კვების რეგულირებას მისი განვითარების ფაზების მიხედვით. ე. ი. სასუქების წესიერად გამოყენებას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს. ამას ადასტურებს სამეცნიერო-საკვლევი ინსტიტუტების ცდები და სოფლის მეურნეობის მოწინავე ადამიანების პრაქტიკა.

აქვე უნდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ ფართო მასშტაბით პირველად იქნა შემოღებული სამრეწველო მინერალური სასუქების გამოყენება.

მიუხედავად იმისა, რომ შაქრის ჰარხალი კარგად დაქსელილ მთავარღერძიან ფესვთა სისტემას ღრმად ივითარებს, მაინც დიდი მომთხოვნია საკვები ნივთიერებისადმი, რაც აიხსნება, ერთი მხრივ, იმით, რომ მას მინდვრის ყველა მცენარესთან შედარებით მეტი რაოდენობით ამოაქვს ნიადაგიდან მისთვის საჭირო საკვები ნივთიერება, და, მეორე მხრივ, იმით, რომ მის ფესვთა სისტემას არა აქვს უნარი შეითვისოს ნიადაგში არსებული საკვები ნივთიერება ძნელადხსნადი შენაერთებიდან.

დადგენილია, რომ 500 ცენტნერი შაქრის ჰარხლის მოსავალს ნიადაგიდან გამოაქვს: 250 — 300 კილოგრამი აზოტი, 75 — 100 კილოგრამი ფოსფორი და 275 — 375 კილოგრამი კალიუმი. თუ მხედველობაში მივიღებთ იმას, რომ სოფლის მეურნეობის მოწინავეები ერთეულ ჰექტარ ფართობიდან შაქრის ჰარხლის გაცილებით მაღალ მოსავალს ღებულობენ, მაშინ, ცხადია, ნიადაგიდან გამოტანილი საკვები ნივთიერების რაოდენობა კიდევ უფრო გაიზრდება.

მეცნიერების მიერ დამტკიცებულია, რომ შაქრის ჰარხალი საკვებ ნივთიერებას ნიადაგიდან ითვისებს თითქმის მთელ სავეგეტაციო პერიოდში, რომელიც არათანმიმდევრულ ხასიათს ატარებს. სასუქების ზრდასთან ერთად იზრდება მცენარეში საკვები ნივთიერების შესვლაც. საგულისხმოა ის ფაქტი, რომ შაქრის ჰარხალს ყველაზე მეტი რაოდენობის საკვები ნივთიერება ამოაქვს ივნისში, ივლისში უაგვისტოში. ამიტომ ამ პერიოდში სასუქების გამოყენებით მის უზრუნ-

ველყოფას საკვები ნივთიერებით განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს. მცენარის განვითარების ფაზების მიხედვით სასუქების შეტანამ, ე. ი. გამოყვების წესიერად ჩატარებამ საგრძნობლად გაადიდა შაქრის ჭარხლის მოსავალი და მნიშვნელოვნად გააუმჯობესა პროდუქციის ხარისხი.

შაქრის ჭარხალი დიდად რფაგირებს ნიადაგის ტიპისადმი. იგი კარგად ვითარდება ჰუმუსით და საკვები ნივთიერებით მდიდარ, ღრმა, კარგი სტრუქტურის მქონე, ნეიტრალურ და სუსტ ტუტე რეაქციის ნიადაგებზე.

შაქრის ჭარხალი ნიადაგის ტენის მომთხოვნია. შემჩნეულია, რომ ტენის დიდი რაოდენობით არსებობისას, განსაკუთრებით ძირების დამსხვილების პროცესში, ადგილი აქვს შაქრის პროცენტული შემცველობის შემცირებას.

შაქრის ჭარხალი თავისი განვითარების პირველ პერიოდში საჭიროებს დიდი რაოდენობით ფოსფორს. ამიტომ მისი შეტანა მწკრივში თესლთან ერთად მოსავლიანობის გადიდების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი აგროტექნიკური ღონისძიებაა.

ასევე მოითხოვს იგი კალიუმსა და აზოტს. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, შაქრის ჭარხალი თავის ზრდა-განვითარებისათვის საკმაოდ დიდი რაოდენობით ითვისებს ნიადაგიდან მათ. გარდა აღნიშნული საკვები ელემენტებისა, ნიადაგში შეტანილი უნდა იქნეს მიკროელემენტები: ბორი, მანგანუმი და სხვ. სწორედ ამით აიხსნება ის, რომ მიკროსასუქებმა ფართო გამოყენება სწორედ შაქრის ჭარხლის კულტურის მიმართ ჰპოვეს.

სამეცნიერო-საკვლევე დაწესებულებების ცდებით და მოწინავე გამოცდილებით ნათელია, რომ სხვა აგროტექნიკურ ღონისძიებათა კომპლექსში სასუქების გამოყენებით მნიშვნელოვნად იზრდება შაქრის ჭარხლის მოსავალი. ამით აიხსნება შაქრის ჭარხლის კულტურაში მთლიანი ქიმიზაციის გატარება, ე. ი. ყოველწლიურად სასუქების სრული დოზის შეტანა.

ზემოთქმულს ადასტურებს 172-ე ცხრილის მონაცემები.

ცხრილში მოყვანილ ექსპერიმენტულ მონაცემებიდან ნათლად ჩანს, რომ სასუქების ეფექტი შაქრის ჭარხლის კულტურის მიმართ გაცილებით მეტია კარტოფილთან შედარებით.

შაქრის ჭარხლის მოსავლიანობის ზრდის საქმეში მეტად მნიშვნელოვანია სასუქების ფორმები. აზოტიანი სასუქებიდან ყველაზე კარგ შედეგს იძლევა ნატრიუმის გვარჯილა. ამ უკანასკნელის დადებითი მოქმედება გამოწვეულია არა მარტო აზოტის, არამედ მასში აგრეთვე ნატრიუმის შემცველობით, როგორც ცნობილია, ნიადაგის ხსნარში

სასუქების ეფექტურობა შაქრის ჭარხლისა და კარტოფილის კულტურის მიმართ

საცდელი სადგურებისა და ნიადაგის ტიპების დასახელება	მოსავლის მატება ცქა			
	შაქრის ჭარხლის ძრები		კარტოფილის ტუბეოები	
	ნაკელი	მინერ. სასუქი	ნაკელი	მინერ. სასუქი
ხარკოვი—ძლიერი შავმიწა	89	56	37	11
ბელოცერკოვი (კიევის ოლქი)— გამოტუტული შავმიწა	95	103	30	8
კუხნეცი (პენზის ოლქი)—გამო- ტუტული მოშავო შავმიწა	53	63	22	39

ნატრიუმის არსებობა დადებით გავლენას ახდენს შაქრის ჭარხლის მოსავალზე და მის ხარისხზე. შაქრის ჭარხლის მოსავლიანობის ზრდისათვის აზოტიან სასუქებიდან იყენებენ აგრეთვე ამონიუმის გვარჯილას და სულფატამონიუმს.

ფოსფორიანი სასუქებიდან შაქრის ჭარხლის მოსავლიანობის ზრდისათვის იყენებენ სუპერფოსფატს, ხოლო კალიუმიანი სასუქებიდან სილინიტს, მაგრამ, როგორც ცნობილია, იგი დაბალპროცენტიანი სასუქია. ამჟამად შაქრის ჭარხლის ნათესებში შეაქვთ კონცენტრული ქლორკალიუმიანი სასუქი, მიკროსასუქებიდან კი ბორი და მანგანუმის შემცველი სასუქები.

შაქრის ჭარხლის კულტურის მოსავლიანობის ზრდის საქმეში მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს სასუქების ოპტიმალურ დოზას.

დამტკიცებულია, რომ შაქრის ჭარხლის მყარი და მაღალი მოსავალი მიიღება ორგანული და მინერალური სასუქების ერთობლივი გამოყენებით. სასუქები შეაქვთ ძირითადი განოციერების სახით მწკრივში თესლთან ერთად, და გამოკვების სახით. ძირითადი განოციერების დროს — მზრალად ხვნის წინ, აგროწესების თანახმად ჰექტარზე შეაქვთ ნაკელი არა ნაკლებ 15 ტონისა, ხოლო მინერალური სასუქები იმავე პერიოდში შემდეგი რაოდენობით (ცენტნერობით):

სასუქების დასახელება	სარწყავ ფართობზე	ურწყავ ფართობზე
სუპერფოსფატი	6	5
სულფატამონიუმი	5,5	4,5
ამონიუმის გვარჯილა	3,3	2,7
კალიუმის მარილი	1,5	1,5
ქლორკალიუმი	1	1

ჩენი აზრით, ამონიუმის გვარჯილის შეტანა შემოდგომით, მზრალად ხენის წინ, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე, ტენით საკმაოდ უზრუნველყოფილ რაიონებში, მიზანშეწონილი არაა.

შაქრის ჰარხლის კულტურის თესვის დროს მწკრივებში შეტანილი უნდა იქნეს მინერალური სასუქების შემდეგი რაოდენობა: სუპერფოსფატი 1,5 ცენტნერი, სულფატამონიუმი 0,5 ან ამონიუმის გვარჯილა 0,3, კალიუმის მარილი 0,25 ან ქლორკალიუმი 0,15 ცენტნერი ჰექტარზე.

თესვისას მწკრივში მინერალური სასუქების უფრო მაღალი დოზების გამოყენება არაა მიზანშეწონილი, რადგან ის გამოიწვევს მცენარეების დაჩაგვრას და მათ ჩამორჩენას ზრდა-განვითარებაში.

შაქრის ჰარხლის კულტურის მიმართ დიდ ეფექტს იძლევა სასუქების შეტანა მცენარის განვითარების ფაზების მიხედვით, ე. ი. მცენარის გამოკვება. გამოკვება პირველად ჩატარებულ იქნა სოფლის მეურნეობის ინიციატორის მარია დემჩენკოს მიერ. შაქრის ჰარხლის გამოკვებას დაახლოებით სამჯერ აწარმოებენ: პირველად გაძონშირვის ჩატარებისთანავე, მეორედ — შემოწმების ჩატარებისთანავე, მესამედ — მეორე გამოკვებიდან 12 — 15 დღის შემდეგ. გამოკვებისას შეაქვთ მინერალური სასუქები შემდეგი რაოდენობით:

	შეტანილ უნდა იქნეს ჰექტარზე ცენტნერობით					შეტანის სულზე ჰექტარობით
	აზოტიანი სასუქი		კალიუმიანი სასუქი		სუპერფოსფატი	
	სულფატ-ამონიუმი	ამონიუმის გვარჯილა	კალიუმის მარილი	ქლორ-კალიუმი		
პირველი გამოკვება	1	0,6	0,5	0,3	1,5	7 - 8
მეორე	1	0,6	0,5	0,3	1,5	8 - 10
მესამე	—	—	0,5	0,3	1,5	10 - 12

გარდა სამრეწველო მინერალური სასუქებისა, გამოკვების სახით იყენებენ ადგილობრივ სასუქებს: ფრინველის ნაკელს, წუნწუხს, ნაცარს და სხვ.

წუნწუხი შეაქვთ ჰექტარზე 2 — 3 ტონა. მისი ეფექტურობის გადიდების მიზნით მას უმატებენ 1,5 ცენტნერ სუპერფოსფატს.

ფრინველის ნაკელის დოზა ჰექტარზე 4 — 5 ცენტნერია, რომელსაც ხსნიან 15 წილ წყალში.

კალიუმის სასუქის ნაცვლად გამოკვების სახით ჰექტარზე შეიძლება შეტანილ იქნას 2 — 3 ცენტნერი ნაცარი.

გამოკვების მიზნით სასუქი შეიძლება შეტანილ იქნას როგორც მშრალი, ისე ხსნარის სახით. უკანასკნელ შემთხვევაში საჭიროა სასუქი

განზავებულ იქნას 3 — 4 წილ წყალში. ხსნარით მცენარის გამოკვებ-
ვას აწარმოებენ სპეციალური მანქანით.

ზრდაში ჩამორჩენილი მცენარეების სწრაფი განვითარებისათვის
ტარდება შერჩევითი გამოკვება.

შაქრის ჰარხლის კულტურის მიმართ კარგ შედეგს იძლევა მიკრო-
სასუქების გამოყენება. დამტკიცებულია, რომ ჰექტარზე სამი კილო-
გრამი ბორის შეტანა 20 — 30 პროცენტით ზრდის შაქრის ჰარხლის
მოსავალს და მნიშვნელოვნად აღიდეგს მასში შაქრის პროცენტულ
შემცველობას. ბორი განსაკუთრებით დიდ ეფექტს იძლევა ძლიერ
კარბონატულ ან ჰარხად მოკირიანებულ ნიადაგებზე. ასევეა მარგა-
ნეცი. შაქრის ჰარხლის კულტურის საგრძნობლად მაღალი მოსავალი
მიიღება ფესვგარეშე გამოკვებითაც.

დადგენილია ბაქტერიული სასუქების როლი შაქრის ჰარხლის
მოსავლიანობის ზრდის საქმეში. კარგი შედეგები მიიღება ქლორნატ-
რიუმით პლანტაციის განოყიერებით. ნიადაგის ორგანული ნივთიერე-
ბით გამდიდრების და მისი ნაყოფიერების გაუმჯობესების მიზნით დიდი
ყურადღება უნდა მიექცეს მწვანე სასუქების გამოყენებას.

მცენარის კვების სწორი რეგულირებით — ორგანული და მინე-
რალური სასუქების წესიერად გამოყენების შედეგად, შესაძლებელია
მიღებულ იქნას შაქრის ჰარხლის უხვი და მყარი მოსავალი პროდუქ-
ციის ხარისხის გაუმჯობესებით.

შაქრის ჰარხალი სამემოდგომო ხორბლის საუკეთესო წინამორ-
ბედია, თუ ის დროზე იქნა აღებული და ხარისხიანად ჩატარდა საშე-
მოდგომო ხორბლის თესვა.

9. კარტოფილის განოყიერება

კარტოფილს სახალხო მეურნეობაში მეტად მრავალმხრივი გამო-
ყენება აქვს. იგი წარმოადგენს როგორც სასურსათო, ისე სამრეწველო
მნიშვნელობის კულტურას. მისგან ამზადებენ იაფსა და დიდი რაოდე-
ნობის სახამებელს. კარტოფილს იყენებენ: სპირტის, ბადაგის, დექს-
ტრინის გლუკოზის, მალტოზის და სხვათა მისაღებად. გარდა ამისა,
კარტოფილი პირუტყვის ერთ-ერთი საუკეთესო საკვებია. ყოველივე
ზემოთქმულიდან გამომდინარე, საბჭოთა კავშირში განსაკუთრებუ-
ლი ყურადღება ექცევა კარტოფილის მაღალი მოსავლის მიღების
საქმეს.

კარტოფილი თავისი ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის დიდ
მოთხოვნილებას აყენებს გარემო პირობებისადმი.

აქვე უნდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ იგი გარემო პირობებისადმა
დიდ შეგუებულობას იჩენს და ამიტომ ფართოდაა გავრცელებული
ზღვის სანაპირო დაბლობებიდან დაწყებული 2200 მეტრ სიმაღლემდე

ზღვის დონიდან. მიუხედავად ამისა, კარტოფილი ყველგან კარგად არ ხარობს და მაღალ მოსავალს ვერ იძლევა.

კარტოფილი დიდ მოთხოვნილებას აყენებს ტემპერატურისადმი. დამტკიცებულია, რომ 3° ტემპერატურის პირობებში ფოთლებში ორგანული ნივთიერების წარმოქმნა, ხოლო ნიადაგში 29° ტემპერატურის შემთხვევაში ტუბერების განვითარება წყდება. ტუბერების მაქსიმალური განვითარება წარმოებს მაშინ, როდესაც ნიადაგის ტემპერატურა 16 — 18° არ აღემატება. მართალია, კარტოფილს სიცხე არ უყვარს. მაგრამ ვერც დიდ სიცივეს იტანს.

იგი დიდ რეაგირებას იჩენს ტენისადმი. დამტკიცებულია, რომ კარტოფილის ტუბერები თავის შემადგენლობაში 75 პროცენტ წყალს შეიცავს. მიუხედავად ამისა, იგი თავთავიან პურეულებთან შედარებით ორჯერ ნაკლებ წყალს ხარჯავს და გვალვის უფრო გამძლე კულტურად ითვლება. კარტოფილი ვერ იტანს ნიადაგში ტენის დიდ რაოდენობას. ამიტომ დაბლობ ტენიან ადგილებში ნორმალურად ვერ ვითარდება. იგი წყლის მიმართ დიდ მოთხოვნილებას აყენებს ყვავილობის პერიოდში. კარტოფილის ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის საჭიროა გრილი და ზომიერი ნალექებით უზრუნველყოფილი ჰავა.

კარტოფილი სინათლის მოყვარული მცენარეა. ნორმალურად ვერ ვითარდება დაჩრდილულ ადგილებში. კარგად ვითარდება ჰუმუსით და საკვები ნივთიერებით მდიდარ, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის, კარგი სტრუქტურის მქონე ნიადაგზე, რომელიც კარტოფილის მთელ სავეგეტაციო პერიოდში შეიცავს საკმარის რაოდენობით ტენს. მძიმე მექანიკური შედგენილობის ტენიან ნიადაგებზე კარგად ვერ ხარობს. კარტოფილი ვერ ვითარდება აგრეთვე ჭაობიან და დამლაშებულ ნიადაგებზედაც. ნორმალურად ვითარდება სუსტ მჟავე რეაქციის ნიადაგზე. იგი დიდად რეაგირებს არეს რეაქციისადმი.

კარტოფილი თავის ზრდა-განვითარებისათვის საკმარის დიდი რაოდენობით ითვისებს ნიადაგში არსებულ მისთვის საჭირო საკვებ ნივთიერებას. ჰექტარზე 200 ცენტნერი მოსავლის მიღებისას ნიადაგიდან გამოაქვს: 80 — 120 კილოგრამი აზოტი, 30 — 40 კილოგრამი ფოსფორი და 120 — 180 კილოგრამი კალიუმი.

როგორც ვხედავთ, კარტოფილი თავის ზრდა-განვითარებისათვის დიდი რაოდენობით ითვისებს ნიადაგში არსებულ კალიუმს და ამიტომ მას ხშირად კალიუმის მოყვარულ მცენარეს უწოდებენ. საკვები ნივთიერების შეთვისება ნიადაგიდან სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში არათანაბრად მიმდინარეობს, ყველაზე მეტი რაოდენობით ითვისებს ყვავილობის დამთავრების შემდეგ, ტუბერების ინტენსიური

ზრდის პერიოდში. კარტოფილში საკვები ნივთიერების შესვლა გრძელდება თითქმის მოსავლის აღებამდე.

კარტოფილის უხვი მოსავლის ოსტატების ა. ე. კარატაევს და ა. კ. იუტკინას პრაქტიკული გამოცდილებით, აგრეთვე სამეცნიერო-საკვლევო ინსტიტუტების მიერ ჩატარებული ცდებით მტკიცდება, რომ სასუქების წესიერი გამოყენებით მნიშვნელოვნად იზრდება აღნიშნული კულტურის მოსავლიანობა (იხ. ცხრილი 173).

ცხრილი 173

ორგანული და მინერალური სასუქებზე ერთობლივი გამოყენების მნიშვნელობა კარტოფილის მოსავლიანობის ზრდის საქმეში

ნიადაგის დასახელება	მოსავალი ც/ჰა	მოსავლის ნაშატი ც/ჰა				მატარებული ცდის რაოდენობა
		18 ტონა ნაკელი ჰა	N ₁₈ P ₁₈ K ₁₈ სუფთა საკვები. ანგარიშიში ჰა	18 ტონა ნაკელი N ₁₈ P ₁₈ K ₁₈	ნაკელი 36 ტონა ჰა	

კარტოფილის სამეცნიერო-საკვლევო ინსტიტუტის 6 წლის მონაცემების მიხედვით

ეწერი ნიადაგი	მოსავალი ც/ჰა	18 ტონა ნაკელი ჰა	N ₁₈ P ₁₈ K ₁₈ სუფთა საკვები. ანგარიშიში ჰა	18 ტონა ნაკელი N ₁₈ P ₁₈ K ₁₈	ნაკელი 36 ტონა ჰა	მატარებული ცდის რაოდენობა
სილიანი	106	39	50	66	59	21
თიხიანი	81	22	36	44	42	17
გამოტუტული შვემიწა ...	96	28	44	58	48	11
ღრმა შვემიწა	150	13	24	32	25	6

სასუქების საკავშირო სამეცნიერო-საკვლევო ინსტიტუტის ლენინგრადის განყოფილების 2 წლის მონაცემების მიხედვით

ეწერი ნიადაგი	მოსავალი ც/ჰა	18 ტონა ნაკელი ჰა	N ₁₈ P ₁₈ K ₁₈ სუფთა საკვები. ანგარიშიში ჰა	18 ტონა ნაკელი N ₁₈ P ₁₈ K ₁₈	ნაკელი 36 ტონა ჰა	მატარებული ცდის რაოდენობა
თიხნარი	181	28	74	91	—	12

დიდი მნიშვნელობა აქვს კარტოფილის მოსავლიანობის ზრდის საქმეში ორგანული და მინერალური სასუქების ერთობლივ შეტანას.

მინერალური სასუქებიდან კარტოფილის კულტურის მიმართ იყენებენ აზოტიან, ფოსფორიან და კალიუმიან სასუქებს. აზოტიან სასუქიდან ნიადაგში შეაქვთ ამონიუმის გვარჯილა და ამონიუმის სულფატი; ფოსფორიან სასუქებიდან, სუპერფოსფატით ძლიერ მყავე ნიადაგებზე, ფოსფორიტის ფქვილს, ხოლო კალიუმიან სასუქებიდან კალიუმის სულფატს, კალიმაგნეზიას, ნაცრიას და ქლორის სხვა არაშემცველ სასუქებს.

დადგენილია, რომ ქლორის შემცველი კალიუმიანი სასუქების ეფექტი ძალზე დაბალია, ის საგრძნობლად ამცირებს კარტოფილში სა-

ხამებლის პროცენტულ შემცველობას. ამიტომ ქლორკალიუმის შეტანა უმჯობესია შემოდგომით.

რიგ შემთხვევაში კარტოფილის მოსავალზე დადებით გავლენას ახდენს გოგირდი და მაგნიუმი. მათი გამოყენებით უმჯობესდება კარტოფილის ხარისხი.

კარტოფილის მოსავალზე დიდ გავლენას ახდენს სასუქების დოზები. მცირე დოზებით აზოტიანი სასუქების გამოყენებისას სრულიად არ მკლავდება მათი ეფექტი, ხოლო დიდი დოზების შემთხვევაში შემჩნეულია მოსავლიანობის შემცირება. თავის მხრივ სასუქების დოზების რაოდენობა დამოკიდებულია მრავალ პირობაზე. საქართველოს პირობებში ეს საკითხი ჯერჯერობით კარგად არ არის დაზუსტებული.

ძალზე მიახლოებით კარტოფილის კულტურის მიმართ იყენებენ 20 — 40 ტონა ორგანულ სასუქს. მინერალური სასუქებიდან 60 — 90 კილოგრამ აზოტს, 60 — 90 კილოგრამ ფოსფორს და 90 — 120 კილოგრამ კალიუმს ჰექტარზე ხალას საკვებ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით. თუ კარტოფილის ნათესში შეეიტანთ ორგანულ სასუქს, მაშინ მინერალური სასუქების დოზები მცირდება. კარგ შედეგს იძლევა კარტოფილის კულტურის მიმართ ორგანული და მინერალური სასუქების შეტანა ბუნებში. ასეთ შემთხვევაში აღნიშნული სასუქების დაახლოებით სამჯერ ნაკლები რაოდენობაა საჭირო. ბუნებში შეტანისას სასუქებს ნიადაგთან კარგად ურევენ, რომ არ მოხდეს კარტოფილის ფესვების დაზიანება, ანდა შეაქვთ ტუბერების გვერდზე, ზოგჯერ მის ქვემოთ ისე, რომ ტუბერსა და სასუქს შორის მოთავსებული იყოს გარკვეული შრის ნიადაგი.

ნაკელი, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები შეაქვთ ნიადაგის ძირითადი დამუშავებისას, ხოლო აზოტი თესვის წინ და გამოკვების სახით.

როგორც ორგანული, ისე მინერალური სასუქები ბუნებში შეიტანება კარტოფილის დარგვის წინ კვლების დამზადების შემდეგ.

გამოკვება, ე. ი. სასუქის შეტანა მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში დადებით შედეგს იძლევა იმ შემთხვევაში, თუ იგი ძირითადი განოყიერების სახით ან მცირე რაოდენობით არ იყო გამოყენებული. გამოკვება ეფექტურია სილნარ ნიადაგებზე და სარწყავი მეურნეობის პირობებში. გამოკვების მიზნით უმეტესად იყენებენ აზოტიან სასუქს ამონიუმის გვარჯილის სახით. სარწყავი მეურნეობის პირობებში გამოკვების შემდეგ მიმართავენ მორწყვას.

აზოტიანი სასუქების მოჭარბებული შეტანის შემთხვევაში, როდესაც ნიადაგის ზედა მწკანე მასა ძლიერ ინტენსიურად ვითარდება,

ხოლო ტუბერუბისა შედარებით ნაკლებად, მიმართავენ ერთპროცენტანი მაგნიუმის ხსნარის შესწურებას ჰექტარზე 300 ლიტრის რაოდენობით. კარტოფილის კულტურის მიმართ მოკირიანება რიგ შემთხვევაში არ იძლევა სასურველ შედეგს. ამიტომ ძლიერ მყავე ნიადაგზე საჭიროა კირის მცირე დოზებით შეტანა. უმჯობესია მოკირიანება ჩავატაროთ კარტოფილის წინამორბედი კულტურის მიმართ.

კარგ შედეგებს იძლევა მწვანე და ბაქტერიული სასუქები. ფართოდ უნდა იქნეს გამოყენებული ადგილობრივი სასუქები. ტორფოკომპოსტი ზრდის მოსავლიანობას განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც იგი შეტანილია ბუნებში.

სასუქების მაღალი ეფექტურობისათვის მათი გამოყენება საჭიროა მაღალი აგროტექნიკის ფონზე.

სასუქებით მცენარის წესიერი განოყიერებით იზრდება არა მარტო მოსავალი, არამედ უმჯობესდება მისი ხარისხიც. შემჩნეულია, რომ დადებით გავლენას კარტოფილის მოსავალზე ახდენს ფოხფორიანი სასუქი. აღნიშნული სასუქი კარტოფილში სახამებლის პროცენტულ შემცველობას 1—2 პროცენტით ზრდის, რაც ჰექტარზე 7—10 ცენტნერს უდრის.

კალიუმის მოქმედება შეიძლება იყოს სხვადასხვანაირი. ქლორის შემცველი კალიუმის სასუქის გამოყენებისას მისი უარყოფითი მოქმედება რომ ავიცილოთ თავიდან, საჭიროა ქლორკალიუმის შემოდგომით შეტანა, რათა ატმოსფეროს ნალექების მოქმედებით ქლორი ჩაირეცხოს, ხოლო კალიუმი, ნიადაგის მიერ შთაინთქას და შემდგომ მცენარე გამოიყენოს თავის ზრდა-განვითარებისათვის.

ქლორკალიუმის წესიერი გამოყენებისას კარტოფილში სახამებლის პროცენტული შემცველობა 1 პროცენტით მატულობს.

კალიუმის სულფატის გამოყენებით, განსაკუთრებით მასში მაგნიუმის არსებობისას, სახამებლის პროცენტული შემცველობა კარტოფილში მატულობს 2—3 პროცენტით, რაც ჰექტარ მოსავალში გადაყვანისას 1—2 ცენტნერს უდრის. კიდევ უფრო იზრდება სახამებლის რაოდენობა კალიუმის სულფატისა (4—5 ცენტნერი) და კალიმაგნიუმის (9—12 ცენტნერი) გამოყენებისას. აზოტიანი სასუქები სუსტად მოქმედებენ კარტოფილში სახამებლის პროცენტულ შემცველობაზე და მით მოჭარბებული კვების პირობებში კიდევ უფრო იკლებს სახამებლის შემცველობა.

10. მზესუმზირის განოყიერება

მზესუმზირას, როგორც ზეთის საკმაოდ დიდი რაოდენობით შემცველ ტექნიკურ კულტურას, მეტად დიდი სახალხო-მეურნეობრივი

მნიშვნელობა აქვს. იგი თითქმის მთელი ვეგეტაციის განმავლობაში ითვისებს საკმარის რაოდენობის მისთვის საჭირო საკვებ ნივთიერებას, ნიადაგიდან გაცილებით მეტი კალიუმი გამოაქვს, ვიდრე აზოტი და ფოსფორი. ასე, მაგალითად, თუ ჰექტარ ფართობზე მივიღებთ 21 ცენტნერ მზესუმზირას თესლის მოსავალს, მაშინ იგი ნიადაგიდან გამოიტანს 124,5 კილოგრამ აზოტს, 32,8 კილოგრამ ფოსფორს და 248 კილოგრამ კალიუმს. მზესუმზირა ღრმად ივითარებს ფესვთა სისტემას, რაც საშუალებას აძლევს საკვები ნივთიერება და წყალი შეითვისოს ნიადაგის ქვედა ფენებიდან. მზესუმზირა გვალვაამტანი კულტურაა. მისი ფესვთა სისტემა საკვებს ნიადაგში არსებული ძნელადხსნადი შენაერთებიდანაც კი ითვისებს. საერთოდ მზესუმზირას უმთავრესად შედარებით მდიდარ ნიადაგებზე თესენ. სასუქების გამოყენება არ იწვევს მზესუმზირას თესლის მოსავლის მნიშვნელოვან ზრდას, როგორც ეს შემჩნეულია შაქრის ჰარხლის, ხორბლისა და სხვა კულტურების მიმართ. სასუქების გამოყენებით მზესუმზირას თესლის მოსავალი დაახლოებით 4 — 5 ცენტნერით იზრდება. შემჩნეულია, რომ მზესუმზირას მოსავლის გადიდებისა და მისი ხარისხის გაუმჯობესების საქმეში დიდი მნიშვნელობა აქვს აზოტისა და ფოსფორის ერთობლივ გამოყენებას. მარტო აზოტიანი სასუქების შეტანით მზესუმზირას თესლში მცირდება ზეთის გამოსავლიანობა. მზესუმზირას დიდი რაოდენობით გამოაქვს ნიადაგიდან კალიუმი და მიუხედავად მისი შეტანისა ეფექტი მაინც მცირეა. ეს აიხსნება იმით, რომ იმ ნიადაგებზე, რომლებზედაც ითვისება მზესუმზირა, მდიდარია ადვილადხსნადი კალიუმით ანდა მის ფესვთა სისტემას აქვს უნარი აღნიშნული საკვები ელემენტი შეითვისოს შედარებით ძნელადხსნად შენაერთებიდან და ამავე დროს გამოიყენოს ქვედა ფენებში არსებული კალიუმიც.

იგივე არ ითქმის ორგანული სასუქების შესახებ. შემჩნეულია მათი დადებითი მოქმედება მზესუმზირას მოსავლიანობის ზრდის საქმეში. ჰექტარზე 20 — 40 ტონა ნაკელის გამოყენება მნიშვნელოვნად აღიძვრებს მზესუმზირას მოსავალს. ლიტერატურა იცნობს ნაცრის ეფექტურობას მზესუმზირას მიმართ.

მზესუმზირას ნათესაში აზოტიანი სასუქებიდან იყენებენ ამონიუმის გვარჯილას და ამონიუმის სულფატს. ფოსფორიანი სასუქებიდან სუპერფოსფატს, ხოლო კალიუმიანი სასუქებიდან — ქლორკალიუმს.

საქართველოს პირობებში მზესუმზირასათვის საჭირო სასუქების დოზები კარგად არ არის შესწავლილი. შედარებით საკვები ნივთიერებით ღარიბი მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე სარწყავი მეურნეობის პირობებში სასუქი მეტი რაოდენობით უნდა იქნას შეტანილი, ვიდრე საკვები ნივთიერებით შედარებით მდიდარ, მძიმე

მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე. მზესუმზირას მიმართ შეიძლება შეტანილ იქნას N_{60-80} , P_{60-80} , K_{45-60} კილოგრამის რაოდენობით.

ვინაიდან მზესუმზირა ფესვთა სისტემას ღრმად ივითარებს, ამიტომ სასუქებიც ღრმად შეიტანება, განსაკუთრებით ურწყავი მეურნეობის პირობებში. აწარმოებენ აგრეთვე ფოსფორიანი სასუქების თესლთან ერთად მწკრივში შეტანასაც.

შემწინეულია გამოკვების დადებითი გავლენა მზესუმზირას მოსავალზე, რომელიც ტარდება 2—3 წყვილი ფოთლის გამოღებისა და დაცოკრების დასაწყისში.

11. თამბაქოს კულტურის განოპიერება

ნიადაგის ნაყოფიერება განსაზღვრავს თამბაქოს როგორც მოსავლის რაოდენობას, ისე მის ხარისხს. თამბაქოს ფოთოლში აზოტის შემცველობა მშრალი ნივთიერებიდან 2-3 პროცენტს უდრის. თამბაქოში ორგანული შენაერთების რაოდენობას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს პროდუქციის ხარისხისათვის. მთავარ ორგანულ შენაერთს, რომელიც გავლენას ახდენს თამბაქოს ხარისხზე, წარმოადგენს ნიკოტინი. მისი შემცველობა მცენარეში შეათვლიდან 5 პროცენტამდე აღწევს. თამბაქოს ხარისხს განსაზღვრავს აგრეთვე ფოთლებში ცხიმების, ფისის, ეთერზეთების შემცველობა. ცილების დიდი რაოდენობით არსებობა თამბაქოს ხარისხზე უარყოფითად მოქმედებს, რადგან ის ამცირებს წვადობას და არმატს. ცილების შემცველობა თამბაქოში მერყეობს 6-დან 16 პროცენტამდე. ნახშირწყლების გადიდებასთან ერთად მცირდება ცილების შემცველობა და პირიქით. ნიადაგში მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმებში დიდი რაოდენობით აზოტის არსებობა იწვევს მოსავლიანობის გადიდებას, მაგრამ პროდუქციის ხარისხი მკვეთრად ეცემა — ადიდება ცილების, კერძოდ ნიკოტინის შემცველობას, და პირიქით — მისი სიმცირე ანელებს მცენარის ზრდას, ფოთლები წვრილდება. ამიტომ ახალ გატეხილ ყამირზე თამბაქოს მოსავლის ხარისხი მეორე და მესამე წელს უფრო უკეთესია.

მცენარეში ფოსფორის გადიდება იწვევს ნახშირწყლების რაოდენობის ზრდას, რაც თავის მხრივ აუმჯობესებს თამბაქოს ხარისხს.

თამბაქოს არ შეუძლია ფოსფორი ნიადაგიდან შეითვისოს ძნელადსნად შენაერთებიდან. ამიტომ წყალსნადი ფოსფორიანი სასუქების სახით მის შეტანას დიდი მნიშვნელობა აქვს მოსავლიანობის გადიდებასა და პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებისათვის.

თამბაქოს ფოთლებში კალიუმის გადიდება ზრდის წვადობას. მის კვებაზე საუკეთესო შემცველობას წარმოადგენს 4-5 პროცენტი

მშრალი ნივთიერებიდან. ქლორის შემცველი კალიუმისა და სპსუქების ნიადაგში შეტანით მცენარეში იზრდება ქლორის რაოდენობა, რის შედეგადაც მცირდება თამბაქოს წვადობა. ფოთოლში მისი შემცველობა 0,4 პროცენტს არ უნდა აღემატებოდეს.

თამბაქოში კალიუმის გადიდება ზრდის ნახშირწყლების რაოდენობას, რაც დადებითად მოქმედებს წვადობაზე. ასევე დადებითად მოქმედებს თამბაქოს ხარისხზე ვაშლის; ლიმონის და მჟაუნის მჟავების შემცველობა.

თამბაქოს მოსავალით ნიადაგიდან მნიშვნელოვანი რაოდენობის აზოტი და ნაცრის ელემენტები გადის. ასე, მაგალითად, ჰექტარზე 15 ცენტნერი თამბაქოს ფოთლის მოსავლის მიღების შემთხვევაში მცენარის მიწისზედა ნაწილები შეიცავენ: აზოტს (N) — 90 კილოგრამს, კალიუმს (K_2O) — 68 კილოგრამს, ფოსფორს (P_2O_5) — 24 კილოგრამს და კალციუმს (CaO) — 102 კილოგრამს. თამბაქო მოთხოვნილებას აყენებს ნიადაგში აღვილადხსნადი საკვები ნივთიერების არსებობაზე. სისტემატურად ერთ და იმავე ნაკვეთზე თამბაქოს მოყვანის შემთხვევაში კი იგი იღევა ნიადაგში, რის შედეგად მოსავალი მცირდება და ხარისხი ეცემა. ასეთ ნიადაგებზე აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმისა და სპსუქების შეტანა მნიშვნელოვნად აღიძვრებს თამბაქოს მოსავალს და აუმჯობესებს მის ხარისხს (იხ. ცხრილი 174).

ასევე მნიშვნელოვნად იზრდება თამბაქოს მოსავალი ორგანული სასუქების ფონზე.

ა) სასუქების ფორმები

თამბაქოს გასანოყიერებლად იყენებენ როგორც ორგანულ, ისე მინერალურ სასუქებს.

ორგანული სასუქებიდან ნიადაგში შეაქვთ ნაკელი, ტორფოკომპოსტი, თესენ სიდერატებს. მინერალური სასუქებიდან გამოიყენება აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის შემცველი სასუქები.

აზოტიანი სასუქებიდან რეკომენდებულია გოგირდმჟავა ამონიუმი, აზოტმჟავა ამონიუმი და კალციუმის ციანამიდი; ფოსფორიანი სასუქებიდან: სუპერფოსფატი, თომასის წილა; კალიუმის სასუქებიდან: ნაცარი, კალიმაგნეზია, გოგირდმჟავა კალიუმი. ამ უკანასკნელის უქონლობის შემთხვევაში მას ცვლიან ქლორკალიუმით. იგი ნიადაგში შეაქვთ შემოდგომით, რათა ზამთრის ნალექების გავლენით ქლორი ჩაირეცხოს ქვედა ფენებში და შემცირდეს მისი უარყოფითი გავლენა მოსავლის ხარისხზე.

სასუქების გავლენა თამბაქოს მოსავალზე და მის ხარისხზე
(წიგნიდან: „სასუქების ცნობარი აგრონომებისათვის“)

ცდის ვარიანტები	მშრალი მასის მოსავალი		სასუქო ხარისხი %-ით			
	ც/ჰა-ზე	%-ით	1	2	3	4
0	16,3	100	5	25	39	81
NP	19,9	122	—	10	49	41
NK	19,8	122	1	14	45	40
PK	18,9	115	7	17	42	34
NPK	21,3	130	3	24	36	37

ბ) ორგანული სასუქები

ნაკელი და სხვა ორგანული სასუქები პირველ რიგში შეაქვთ უფრო ღარიბ, ნაკლებად ნაყოფიერ ნიადაგებზე 20-30 ტონის რაოდენობით მშრალად ხვნის დროს, შედარებით უფრო მდიდარ ნიადაგებზე კი 18-20 ტონა.

მწვანე სასუქები მნიშვნელოვანი საშუალებაა თამბაქოს მოსავლიანობისა და მისი ხარისხის გაუმჯობესებისათვის. მისი გამოყენებისას სხვა ორგანული სასუქებით ნიადაგის განოყიერება არ არის საჭირო. მწვანე სასუქებისათვის საჭიროა გამოვიყენოთ ის პერიოდი, როცა ნაკვეთი თავისუფლდება ძირითადი კულტურებისაგან, ე. ი. გამოყენებულ უნდა იქნას მწვანე სასუქების ნაწვერალის ფორმა (შუალედი ფორმა). მწვანე სასუქის დამოუკიდებელი ფორმა, რომელიც ნაკვეთს იკავებს მთელი წლის განმავლობაში, ჩვენ რესპუბლიკაში არ გამოიყენება. თესლბრუნვის შემთხვევაში მწვანე სასუქად უნდა დაითესოს სიდერატები ხორბლოვანი კულტურების მოსავლის აღების შემდეგ. თამბაქოს მონოკულტურისას სიდერატები ითესება შემოდგომით. ამ მიზნით გამოიყენება საშემოდგომო-საზამთრო სიდერატები: ხანჭკოლა, ბარდა, ცერცველა, ცულისპირა და სხვ., რომლებიც ჩაიხვნება ნიადაგში გაზაფხულზე.

აფხაზეთის მეთამბაქოეობის საცდელი სადგურის მონაცემებით ღარიბ ნიადაგებზე¹ კარგ შედეგს იძლევა ხანჭკოლა, ცერცველა შვრიის ნარევი და ბარდა. სიდერატების თესვა როგორც მოზნეით, ისე მწკრივში უნდა ჩატარდეს მოსავლის აღებისთანავე, მაგრამ არა უგვიანეს ოქტომბრის პირველი ნახევრისა. აფხაზეთისა და აჭარის 27. აგრონომიული ქიმიკა.

რაიონებში ჰექტარზე უნდა დაითესოს 180 კილოგრამი ლურჯი ხან-
კოლა, 200 კილოგრამი თეთრი ადგილობრივი ხანკოლა. ცერცველა-
შერიის ნარევის შემთხვევაში, პირველი 150 კილოგრამი და მეორე
50 კილოგრამი. ნარევი შერია შეიძლება შეიცვალოს ქერით. ლაგო-
დებისა და მარნეულის რაიონებში საჭიროა დაითესოს ცერცველა
100 კილოგრამი და შერია 50 კილოგრამი.

სიღერატების მწვანე მასის მოსავლის გადიდებისათვის მოხვნის
წინ ნიადაგში შეაქვთ: 3 ცენტნერი სუპერფოსფატი, 3 ცენტნერი
ქლორკალიუმი და 0,75 ცენტნერი გოგირდმჟავა ამონიუმი.

მწვანე სასუქები ნიადაგში უნდა ჩაიხნას თამბაქოს რგვამდე
20 დღით ადრე 18 — 20 სანტიმეტრის სიღრმეზე. ჩახვნის წინ მწვანე
მასა უმჯობესია დაიფარცხოს დისკობიანი ფარცხით.

გ) მინერალური სასუქების ნორმები, ნიადაგში შეტანის ვალები და წესები

მინერალური სასუქების ნორმები თამბაქოს კულტურისათვის იც-
ვლება ნიადაგების ტიპისა და მათი ნაყოფიერების მიხედვით. სხვადა-

ცხრილი 175

მინერალური სასუქების ნორმები კილოგრამობით ჰექტარზე (წიგნიდან: „სასუქების ცნობარი აგრონომებისათვის“)

რაიონები და ნიადაგების ტიპები	სუპერფოს- ფატი P_2O_5 18%	გოგირდმჟა- ვა ამონიუმი 20% N	ქლორკალი- უმი K_2O 54%
1. აფხაზეთის ასსრ-ში			
ა) ნაყოფიერი ნიადაგები: სუსტად გაუწერებული, ალუვიური, ნემომპალა კარბონატული ნიადა- გები	200	75	—
ბ) საშუალოდ ნაყოფიერი: ძირითადად საშუალოდ გაუწერებული, წითელი ნიადაგები	300	150	—
გ) გამოფიტული ნიადაგები: ძლიერ ეწეროვანი და ჩამოფეცხილი ნიადაგები	400	200	200
2. აჭარის ასსრ-ში			
ა) გამოფიტული ჩამოფეცხილი ნიადაგები	400	200	200
ბ) დანარჩენი ნიადაგები	350	125	100
გ) საქარფველოს აღმოსავლეთი რაიონები .	300	150	150

სხვა რაიონისათვის მინერალური სასუქების ნორმები კილოგრამობით ერთ ჰექტარზე მოცემულია 175-ე ცხრილში.

თამბაქოს კულტურისათვის სასუქები შეიტანება სამ ვადაში: 1. ძირითადი განოყიერების სახით ნიადაგის ღრმად დამუშავების დროს, 2. დარგვის წინ მწკრივში განოყიერების სახით, 3. თამბაქოს ვეგეტაციის პერიოდში გამოკვების სახით.

ნაკელისა და ქლორკალიუმის მთელი ნორმა ნიადაგში შეაქვთ ღრმად დამუშავების დროს — ძირითადი განოყიერების სახით.

სუპერფოსფატის მიღებული ნორმის 75 პროცენტი შეიტანება თამბაქოს დარგვის წინ გადახვნისას და 25 პროცენტი მწკრივში დარგვის დროს.

აზოტიანი სასუქების სრული ნორმის 50 პროცენტი გოგირდმეყვა ამონიუმის სახით მწკრივში დარგვის დროს და ეკვივალენტის მიხედვით 50 პროცენტი აზოტმეყვა ამონიუმში მწკრივში გამოკვების სახით მეორე თოხნისას.

იმ ნაკვეთზე, სადაც წინა წლებში შენიშნული იყო თამბაქოს დაავადება ბაიყუმით, გარდა ცხრილში მოყვანილი კალიუმისა და სასუქებისა, დარგვის წინ, ნიადაგის დამუშავებისას შეაქვთ 5 — 6 ცენტნერი ნაცარი ჰექტარზე.

ურწყავ ნაკვეთებზე მწკრივში განოყიერება უნდა ჩატარდეს დარგვამდე, სარწყავ ნაკვეთზე კი დარგვისას, მორწყვის შემდეგ.

აზოტმეყვა ამონიუმში გამოკვების სახით შეიძლება ნიადაგში შევიტანოთ მეორე გათოხნისას, მთელ მწკრივთაშორისზე, მცენარის ფესვის ყელიდან 5 — 8 სანტიმეტრის დაცილებით, ხოლო აზოტმეყვა ამონიუმში კი სითხის სახით 1 გრამი ერთ ძირ მცენარეზე.

დ) თამბაქოს სანერგეს განოყიერება

სათბურებში თამბაქოს გასანოყიერებლად იყენებენ გადამწვარ ნაკელს, რაც არაა საკმარისი ნერგების ნორმალური განვითარებისათვის. ამიტომ საჭირო ხდება ნერგის დამატებით გამოკვება მინერალური სასუქებით ან ფრინველის ნაკელით.

მინერალური სასუქებიდან გამოსაკვებად იყენებენ აზოტმეყვა ამონიუმს ან გოგირდმეყვა ამონიუმს, სუპერფოსფატს და გოგირდმეყვა კალიუმს. ერთი გამოკვებისათვის 1 კვადრატულ მეტრზე საჭიროა 2 გრამი აზოტი, 2 გრამი ფოსფორი და 3 გრამი კალიუმი. აღნიშნული სასუქები შეიტანება სარწყავ წყალთან ერთად ნერგების მორწყვისას.

მინერალური სასუქების გარდა გამოკვებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნას ფრინველის ნაკელი. ამისათვის 1 ვედრო ფრინველის

ნაკელს ყრიან ხის კასრში, უმატებენ 8 — 10 ვედრო წყალს და კარგად ურევენ. დადუღებისათვის მზეზე რამდენიმე დღით დატოვების შემდეგ ფილტრავენ ტომრის ტილოში და ანზავენ ორჯერ, ხოლო ტომრიდან დაწურული ხსნარით რწყავენ სანერგეს.

ზემოთ აღნიშნული წესით მინერალური ან ფრინველის ნაკელიდან მიღებული წუნწუხით ნერგს გამოკვებავენ 3—4-ჯერ. უკანასკნელი გამოკვება ტარდება ნერგების პირველ ამორჩევამდე 10 — 12 დღით ადრე.

12. ბოსტნეული კულტურების განოქიმიება

იმის გამო, რომ ბოსტნეულს ნიადაგიდან დიდი რაოდენობით გამოაქვს საკვები ელემენტები, ამ კულტურების მიმართ სასუქების გამოყენებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს. ბოსტნეული კულტურები კვების თვალსაზრისით განსხვავებული ჯგუფის მცენარეებს წარმოადგენს. ამიტომ აუცილებელია შემდგომში შემუშავებულ იქნას თვითეული კულტურისათვის სასუქების გამოყენების დიფერენცირებული სისტემა; რაც უზრუნველყოფს მაღალი მოსავლის მიღებას.

ბოსტნეული კულტურების სხვადასხვა სახეობას განსხვავებული რაოდენობით გამოაქვს საკვები ელემენტები ნიადაგიდან, რაც დამოკიდებულია მოსავლის რაოდენობაზე (იხ. ცხრილი 176).

ცხრილი 176.

აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის გამოტანა ბოსტნეული კულტურების მიერ მოსავლით

კულტურები	მოსავალი ც/ა-ზე	საკვები ნივთიერებების რაოდენობა კგ		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
კომბოსტო	600	150	50	225
	700	230	88	312
სუურის კარხალი	200	80	35	125
	400	96	32	208
კიტრი	209	51	36	78
	200	109	41	103
ხახვი	261	75	22	54
	300	90	37	120
ბოლჯი	361	75	22	54
	300	90	37	120

ბოსტნეულ კულტურებს ყველაზე მეტი რაოდენობით გამოაქვს ნიადაგიდან კალიუმი, შემდეგ აზოტი და ბოლოს ფოსფორი. კალიუმი

დიდი რაოდენობით გამოაქვს ნიადაგიდან კომპოსტოს, სუფრის ქარსალს და კიტრს. აზოტის გამოტანის თვალსაზრისით განსაკუთრებით გამოირჩევა კომპოსტო. მას ჰექტარზე 700 ცენტნერი მოსავლის მიღების შეზღვევაში 230 კილოგრამი აზოტი გამოაქვს.

ბოსტნეული კულტურების სხვადასხვა სახეობას განვითარების სხვადასხვა ფაზებში აქვს საკვები ნივთიერებები ინტენსიური შეთვისების პერიოდი. კომპოსტოში საკვები ნივთიერების შესულა თანაბრად იზრდება ხნოვანებასთან ერთად და მაქსიმუმს აღწევს თავების დაზვევისა და განვითარების ფაზაში. პამიდორი ფოსფორს ინტენსიურად ითვისებს აბალგანარდა ასაკში და ნიადაგში მისი სიმცირე მკვეთრ გავლენას ახდენს მცენარის განვითარებაზე. პამიდორის მოთხოვნილება აზოტსა და კალიუმზე აბალგანარდა ასაკში უმნიშვნელოა, მაგრამ იზრდება ნაყოფების ფორმირებისა და მისი ზრდის პერიოდში. კიტრში საკვები ნივთიერებების შეთვისება განვითარების დასაწყისში სუსტია და, პირიქით, ყვავილობისა და ნაყოფის ზრდის ფაზაში მკვეთრად იზრდება.

სუფრის ძირნაყოფებში საკვები ნივთიერების ინტენსიური შესვლა იწყება ზრდის მეორე პერიოდში, ე. ი. ძირების დამსხვილების ფაზაში, ამასთან სტაფილოსათვის ეს ფაზა უფრო გვიან დგება, ვიდრე ჭარხლისათვის.

საკვები ნივთიერების ინტენსიურად შეთვისების ფაზები განსაზღვრავენ ბოსტნეული კულტურების გამოკვების ვადებს. აქედან გამომდინარე მის ცოდნას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს სასუქების ეფექტურობის გადიდების თვალსაზრისით.

ბოსტნეული კულტურების დიდ უმრავლესობას არ შესწევს უნარი საკვები ნივთიერებები და განსაკუთრებით ფოსფორი შეითვისოს ძნელადხსნადი შენაერთებიდან. ძნელადხსნად ფოსფატებიდან ფოსფორს უკეთ ითვისებს კომპოსტო და სტაფილო. ბოსტნეული კულტურები სხვადასხვა დამოკიდებულებას იჩენენ მარილების ხსნარების კონცენტრაციისადმი. ამ მხრივ გადიდებული ხსნარის კონცენტრაციისადმი ყველაზე უფრო მგრძობიარობით გამოირჩევა კიტრი, ხაზვი და სტაფილო. ამასთან დაკავშირებით ვეგეტაციის პერიოდში ნიადაგში შეტანილი სასუქების ხსნარების კონცენტრაცია იცვლება ბოსტნეული კულტურების სახეობის მიხედვით:

კიტრის, ხაზვისა და სტაფილოსათვის სასუქების ხსნარის კონცენტრაცია პირველი გამოკვებისას არ უნდა აღემატებოდეს 0,5 პროცენტს, მეორე გამოკვებისას 1 პროცენტს.

სუფრის ჭარხლისათვის პირველი გამოკვებისას ხსნარის კონცენტრაცია არ უნდა იყოს 1 პროცენტზე, ხოლო მეორე გამოკვებისას 1,5 პროცენტზე მეტი.

კომბოსტოსა და პამიდორისათვის პირველი გამოკვებისას ხსნარის კონცენტრაცია 1 პროცენტი, მეორე გამოკვებისას 1,5, ხოლო შემდგომი გამოკვებისას კი 2 პროცენტი.

ბოსტნეული კულტურები სხვადასხვა მგრძნობიარობას იჩენენ აგრეთვე ნიადაგის მჟავიანობის მიმართ. ამ თვალსაზრისით ძალზე მგრძნობიარეა ზახვი, კომბოსტო, სალათა, ისპანახი, ჭარხალი, ნიახური, კამა. საშუალო მგრძნობიარეა კიტრი, სტაფილო, წიწაკა და ყვავილოვანი კომბოსტო; ნაკლებად მგრძნობიარეა პამიდორი, თვის ბოლოკი, თალგამი.

ბოსტნეული კულტურების ეს თვისება განსაზღვრავს კირის შეტანას თესლბრუნვაში. კირი შეაქვთ იმ ბოსტნეული კულტურების ნათესებში, რომლებიც მაღალ ან საშუალო მგრძნობიარობას იჩენენ მჟავიანობისადმი.

საქართველოში გავრცელებულ ნიადაგებში ბოსტნეული კულტურებისათვის ძირითადად საჭიროა აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის: შემცველი სასუქების გამოყენება. მჟავე ნიადაგებზე კი აუცილებელია მოკირიანების ჩატარება. სასუქების შეტანით ბოსტნეული კულტურების მოსავლიანობა მკვეთრად იზრდება, რაც ნათლად ჩანს საქართველოში ჩატარებული მინდვრის ცდების შედეგებიდან (იხ. ცხრილი 177).

ცხრილი 177

აზოტის დოზების გავლენა ბოსტნეული კულტურების მოსავალზე
(წიგნიდან: „სასუქების ცნობარი აგრონომებისათვის“)

კულტურის დასახელება	ცდის ჩატარების ადგილი	ნიადაგი	მოსავალი ც.პა-ზე		მოსავლის ნაშტი აზოტის ნორმ. მიხედვით P.K ფონზე				
			0	P.K	45-60	90	120	135-180	180
1. პამიდორი	სამტრედია	ძლიერ გაფერებული ნიადაგი	117	151	3	26	—	7	—
2. კომბოსტო	ხაშური	ტყის ყვეისფერი ნიადაგი	87	95	51	—	141	—	161
3.	„	„	9	75	11	—	37	—	26
4. პამიდორი	სამტრედია სოფ. ვეჭერი	ძლიერ გაფერებული ნიადაგი	114	22	3	7	—	5	—
5 ბადრიჯანი	ურეკი	საშუალოდ გაფერებული ნიადაგი	9	8	3	3	—	9	—

ამგვარად, აზოტის სხვადასხვა დოზები კალიუმთან და ფოსფორთან სასუქების ფონზე აღიდებს ბოსტნეული კულტურების მოსავალს. ასევე იზრდება ბოსტნეული კულტურების მოსავალი და ხარისხი ორგანული სასუქების და კირის გამოყენებით.

ცნობილია, რომ სასუქების გამოყენებით მოსავლიანობის მატებასთან ერთად უმჯობესდება მოსავლის ხარისხიც. ასე, მაგალითად, სასუქები იწვევენ კომპოსტის განვითარების დაჩქარებას, პამიდორის მოშვიფებას და ნაყოფში შაქრიანობის გადიდებას. ნიადაგის მოკირიანებით მცირდება პამიდორის ნაყოფში მჟავიანობა, იზრდება შაქრიანობა და სხვ.

ა) ორგანული ხასუქები

ბოსტნეული კულტურების მაღალი და მყარი მოსავლიანობის მისაღებად უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ორგანული სასუქების გამოყენებას, განსაკუთრებით მინერალურ სასუქებთან ერთად. ორგანული სასუქები ამდიდრებენ ნიადაგს აზოტით, ფოსფორით, კალიუმით და მცენარისათვის საჭირო სხვა საკვები ელემენტებით. ამასთან ერთად, ისინი არაპირდაპირ მოქმედებასაც იჩენენ ნიადაგის თვისებებზე; ორგანული სასუქების გამოყენებით დიდდება მიწათმოქმედებისათვის სასარგებლო მიკროორგანიზმები, უმჯობესდება ნიადაგის ფიზიკური თვისებები, მცენარის ნახშირბადოვანი კვება, იზრდება ნიადაგის ბუფერობა და შთანთქმითი ტევადობა.

ორგანული სასუქებიდან მებოსტნეობაში გამოიყენება ნაკელი, შერეული კომპოსტი, ნაგავი, ტორფი, ტორფოკომპოსტები, მწვანე სასუქი.

მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტებ ა შემცველობის მიხედვით სხვადასხვა სახის ნაკელი შეიძლება შედგეს: 1. ფრინველის, 2. ცხენისა და ცხვრის, 3. მსხვილი რქოსანი პირუტყვის და 4. ღორის ნაკელში. ცხენისა და ცხვრის ნაკელი შეიცავს მტკ მშრალ ნივთიერებას და ნაკლებ წყალს. ამიტომ ისინი სწრაფად იხრწნებიან, რის გამოც ცხელ ნაკელს უწოდებენ. მას ფართოდ იყენებენ სათბურებსა და კვალსათბურებში.

ბოსტნეული კულტურების სხვადასხვა სახეობა არაერთნაირ და მოკიდებულებას იჩენენ ნაკელის მიმართ (იხ. ცხრილი 178).

ცხრილში მოთავსებული პირველი ჯგუფის ბოსტნეული კულტურები სასურველია დაითესოს ახალი ნაკელით განოყიერებულ ნაკვეთზე, მეორე ჯგუფის კი ახლად განოყიერებულ ნაკვეთზე, ხოლო მესამე ჯგუფის ბოსტნეული არ არის მიზანშეწონილი დაითესოს ნაკელით ახლად განოყიერებულ ნაკვეთზე. ბოსტნეული კულტურების მართკონი ნაკელით განოყიერების შემთხვევაში იგი ჰექტარზე შეტანილ უნდა იქნას 60-100 ტონის რაოდენობით. ამ შემთხვევაში ნაკელს აბნევენ

ბოსტნეული კულტურების დამოკიდებულება ნაკელის მიმართ

სასურველია ახლად განყოფიერებულ ნაკვეთზე მოთავსდეს	შესაძლოა ახლად განო- ციერებულ ნაკვეთზე მოთავსდეს	მიზანშეწონილი არაა ახლად გაპოყიერებულ ნაკვეთზე მოთავსდეს
1	2	3
კიტრი	ლობიო	ხახვი
ნიაბური	კომპოსტო ადრეული	თაღვამი
კომპოსტო საფიანო	ჭარხალი	სტაფილო
გოგრა	ნესვი	იხრახუნი (საძირე)
პრასა	სახამაო	თვის ბოლოკი
თხრახუნი საფოთლე	ისპანახი	სალათა
პამიდორი	კამა (ცერეცო)	

მთელ ფართობზე თანაბრად და ჩაზნავენ ნიადაგში. მიიქმე ნიადაგებში ნაკელი შედარებით ნაკლებ სიღრმეზე უნდა ჩაიზნას (10-12 სმ), ვიდრე მსუბუქ ნიადაგებში (15-18 სმ).

ხშირად ნეურნეობაში ნაკელი არ მოიპოვება ზემოთ გათვალისწინებული ნორმის რაოდენობით. ამავ დროს დადგენილია, რომ ორგანული და მინერალური სასუქების ადგილობრივი შეტანა ბუდნებში ან მწკრივში თითქმის ათჯერ ამცირებს პირველის ხარჯს, სოლო მეორისას 2 — 3-ჯერ. ნაკელსა და მინერალური სასუქების ბუდნაში შეტანა დიდი ხანია ცნობილი მებრატნეობაში, მაგრამ მისი ფართო გამოყენება ჯერ კიდევ არ არის დანერგილი.

ორგანულ-მინერალური სასუქების ნარევის გამოყენება შეიძლება ისეთი ბოსტნეული კულტურებისათვის, რომლებიც ირგვება ან ითესება ბუდნაში. მისი შეტანა შეიძლება აგრეთვე მწკრივში თესვის შემთხვევაში.

ბუდნებში და სარგავი ბოსტნეულისათვის ორგანულ-მინერალური სასუქის ნარევს ამზადებენ შემდეგნაირად: ერთ ბუდნაზე იღებენ 0,3 — 0,4 კილოგრამ ნაკელს, უმატებენ 4 — 10 გრამ სუპერფოსფატს, 1 — 5 გრამ ამონიუმის გვარჯილას და 1 — 3 გრამ კალიუმქლორს და გულდასმით ურევენ. ზოგჯერ შეიძლება მას დამატოს მცირე რაოდენობის ბორისა და მანგანუმის შემცველი მიკროსასუქები. ორგანულ-მინერალური ნარევის ბუდნაში შეტანისას მას გულდასმით ურევენ საკმაოდ დიდი ნიადაგის მასაში. ნარევის ნიადაგთან არაწესიერი არევისას ხშირად მაღალი კონცენტრაციის გამო მცენარის განვითარება ფერხდება და ზოგჯერ ხმება კიდეც. ნარევის შეტანის შემთხვევაში

ნარგობა სწორად უნდა მოიჩქეს, რითაც შემცირდება ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაცია და ამით თავიდან აიცილება მცენარის განვითარების შეფერხება. ამასვე მიზნით სწორად მიმართავენ ნაკელისა და სუპერფოსფატის ნარევის შეტანას ბუდნაში, ასეთ შემთხვევაში ანოტიანი და კალიუმისი სასუქები ამა თუ იმ ბოსტნეულ კულტურებისათვის გათვალისწინებული დოზით შეაქვთ მთელ ფართობზე მოფანტვის წესით. ნაკელისა და სუპერფოსფატის შეფარდება ორგანულ-მინერალურ ნარევესი იგივე რჩება, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული: ორგანულ-მინერალური ნარევის გამოყენებისას ჰექტარზე საჭიროა 8 — 12 ტონა ნაკელი, მინერალური სასუქების რაოდენობა კი თითქმის 2 — 3-ჯერ მცირდება მოფანტვით შეტანასთან შედარებით. ორგანულ-მინერალური ნარევის გამოყენებისას საჭიროა ერთდროულად შეტანილ იქნას მინერალური სასუქი ძირითადი განოციერების სახით.

ორგანულ-მინერალური ნარევი გამოიყენება სარგავი ბოსტნეულისათვის: პამიდორი, კომბოსტო, ბაღრიჯანი, წიწაკა და სხვ., ბუდნაში სათესი ბაღრიჯულებისათვის (ვოგრა, საწამთრო, ნესვი, კტრი და სხვ.) და მწკრივში სათესი ბოსტნეულებისათვის: სუფრის ქარხალი, სტაფილო, ხახვი, ისპანახი, სალათა და სხვ.

გარდა ნაკელისა, ბოსტნეული კულტურების განოციერებისათვის გამოიყენება სხვა ორგანული სასუქებიც, როგორცაა ტორფი, ტორფონაკლას კომპოსტი, ტორფოფეკალური კომპოსტი, ტორფოკირის კომპოსტი და ტორფოფოსფორიტის ფქვილის კომპოსტი, შერეული კომპოსტები, ფრინველის ნაკელი — წუნწუსი. სათბურებში ფართოდ იყენებენ ნაგავს. მარტო ორგანული სასუქებით განოციერების შემთხვევაში ჰექტარზე შეაქვთ:

ტორფი.....	— 80—100	ტონა
ტორფოკომპოსტები....	— 40 — 80	"
შერეული კომპოსტები..	— 30— 60	"
გადაწვეარი ნაკელი.....	— 60— 80	"
ფრინველის ნაკელი.....	— 1.0—1.5	"

ზემოთ აღნიშნული ორგანული სასუქებიდან ორგანულ-მინერალური ნარევის დასამზადებლად გამოიყენება ტორფი და ტორფოკომპოსტები.

ბ) მწვანე სასუქები

ნაკელის სიმცირის შემთხვევაში ბოსტნეული კულტურების გასანოციერებლად მიმართავენ მწვანე სასუქებს ანუ სიდერატებს. მწვანე სასუქების არსებული ფორმებიდან ბოსტნეული კულტურებისათვის

შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც დამოუკიდებელი, ისე შუალედი ფორმა. ამ უკანასკნელი ფორმის გამოყენების შემთხვევაში უკეთესია საშემოდგომო-საზამთრო სიღერატების თესვა. მწვანე სასუქებად ითესება ხანჭკოლა, ცერცველა, მუხუდო, ბარდა, ცულისპირა, ძაძა და სოიო.

დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში მწვანე სასუქებად ითესება ბარდა და ხანჭკოლა კვავთან ან ქერთან შერევით, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში კი ცულისპირა, მუხუდო, ცერცველა და სხვ.

გ) მინერალური სასუქები

მინერალური სასუქებიდან ბოსტნეული კულტურებისათვის იყენებენ აზოტიან, ფოსფორიან და კალიუმიან სასუქებს. აზოტიანი სასუქებიდან ნიადაგში შეაქვთ აზოტმეჩავა ამონიუმი და გოგიზდმეჩავა ამონიუმი, ფოსფორიან სასუქებიდან კი სუპერფოსფატი. მეჩვე ნიადაგებზე შეიძლება გამოყენებულ იქნას ფოსფორიტის ფქვილი და თომასის წილა, კალიუმიან სასუქებიდან ქლორკალიუმი, კალიუმის სულფატი, 30-40-პროცენტიანი კალიუმის მარილი. ბოსტნეულ კულტურებისათვის კარგ კალიუმიან სასუქს წარმოადგენს ნაცარი, რომელიც მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავს აგრეთვე ფოსფორსაც, ქლორის შემცველი კალიუმიანი სასუქები არ გამოიყენება ლობიოს, კომბოსტოს და სტაფილოს მიმართ, რადგან მათში შემავალი ქლორი აუარესებს მოსავლის ხარისხს.

ბოსტნეული კულტურებისათვის მინერალური სასუქების გამოყენების შემთხვევაში ნაკელისა და სხვა ორგანული სასუქების ნორმები მცირდება ორჯერ.

დ) მინერალური სასუქების დოზები

მინერალური სასუქების დოზები ბოსტნეული კულტურებისათვის იცვლება ნიადაგის ტიპისა და კულტურის თავისებურების მიხედვით. აზოტიანი სასუქები მეტი რაოდენობითაა საჭირო ფოთლოვანი ბოსტნეულისათვის—კომბოსტო, ისპანახი, სალათა, მწვანილეული; ფოსფორიანი სასუქები პამიდორისათვის, ბადრიჯანისათვის, ნესვისათვის, გოგრასათვის, საზამთროსათვის, ხოლო კალიუმიანი სასუქების უფრო დიდი დოზები იძირხენა და ტუბერიანი ბოსტნეული კულტურებისათვის.

მინერალური სასუქების დოზები აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს ძირითადი ნიადაგების ტიპებისათვის კულტურებისა და მიხედვით მოცემულია 179-ე ცხრილში.

ე) მინერალური სასუქების შეტანის ვადები და წესები

მინერალური სასუქების შეტანის ვადებს და წესს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს სასუქების ეფექტურობისათვის. მინერალური სასუქების მთელი დოზის ნიადაგში ღრმად შეტანა მოხვნის წინ ვერ უსრუნველყოფს ბოსტნეული კულტურების ნორმალურ კვებას, რადგან ახლად აღმოცენებულ მცენარეს ჯერ კიდევ არ შეუძლია ისარგებლოს 20—25 სანტიმეტრის სიღრმეზე შეტანილი სასუქებით. ამიტომ მინერალური სასუქების ნაწილი ნიადაგში შეტანილი უნდა იქნეს ხვნის წინ. ხოლო ნაწილი კი უფრო ზედაპირულად, ფარცხვის ან აოშვის წინ. ბუდნებში დასარგავ ბოსტნეულისათვის სასუქები მოფანტვასთან შედარებით 3 — 4-ჯერ ნაკლები დოზებით შეიტანება ბუდნებში, მჭკრივში თესვის შემთხვევაში კი 2—3-ჯერ ნაკლები თესვის წინ.

მოფანტვით სასუქების შეტანის დროს ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების გათვალისწინებული ნორმის $\frac{2}{3}$ ან $\frac{1}{2}$ შეტანილი უნდა იქნეს შემოდგომით მზრალად მოხვნის წინ, ხოლო ნორმის დანარჩენი $\frac{1}{3}$ ან $\frac{1}{4}$ ნაწილი კი გაზაფხულზე, თესვის წინ, ნიადაგის აოშვისას.

დასარგავი ბოსტნეული კულტურებისათვის მინერალური სასუქები შეიძლება შეტანილ იქნას ბუდნებში დარგვისთანავე მოსარწყავ წყალთან ერთად. ამ შემთხვევაში განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს სასუქის კონცენტრაციას სარწყავ წყალში. კომპოსტო კარგად ვითარდება, თუ 10 ლიტრ წყალში გახსნილია 40 გრამი აზოტმქავა ამონიუმი, 70 გრამი სუპერფოსფატი, 30 გრამი კალიუმის მარილი. ასეთი კონცენტრაციის ხსნარი თვითველ ბუდნას ეძლევა 0,5 — 1 ლიტრის რაოდენობით.

ბოსტნეული კულტურების ბუდობრივი თესვისას მინერალური სასუქების მოხვნის წინ შეტანასთან ერთად, ბუდნებში გამოყენებულ უნდა იქნას ორგანულ-მინერალური ნარევი, რომლის დოზები მოცემულია 180-ე ცხრილში.

ვ) ბოსტნეული კულტურების გამოკვება

ბოსტნეული კულტურების მოსავლიანობის გადიდების მნიშვნელოვან ღონისძიებას წარმოადგენს სასუქების შეტანა მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში, ე. ი. გამოკვება. გამოკვებას აწარმოებენ ერთხელ

საკვები ნორმები ქვ(ა) ბოსტნეული კულტურების განყოფიერებისათვის (ხალახი საკვები ნივთიერებაში: აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი)

ცხრილი 179

ბოსტნეული კულტურების დასახელება	ალუციური სიღარიბე			ალუციური და გეო-ქიმიური ხილავები			გაფორებული ხილავები			1-ლი დამატებითი გამოცემა			მე-2 დამატებითი გამოცემა		
	ცდნ	სმნ	სმპ/წ	ცდნ	სმნ	სმპ/წ	ცდნ	სმნ	სმპ/წ	ცდნ	სმნ	სმპ/წ	ცდნ	სმნ	სმპ/წ

საქართველოს დასავლეთ რაიონებისათვის

1. სა იანო კომბოს.	45	55	50	60	50	60	55	65	45	55	55	65	60	20	30	15	20	30	15	20	10	15
2. სადრეო "	45	55	50	60	50	60	55	65	45	55	55	65	60	70	55	60	10	20	15	20	10	15
3. პამიდ. ბაღრიჯ.	40	50	55	65	40	50	45	55	60	50	50	60	65	70	40	50	10	15	10	15	10	15
4. ჭარხალი სტფ.	40	50	50	60	45	55	55	65	90	60	50	60	60	70	55	65	15	20	15	20	15	20
5. ხაჭი	35	45	40	50	35	45	40	50	45	55	40	50	45	55	60	45	55	10	15	10	15	10
6. კიტრი	40	50	50	60	35	45	45	55	55	60	60	70	40	50	10	15	10	15	10	15	10	15
7. მწვანელი	45	55	35	45	45	55	50	60	50	60	40	50	55	65	45	55	15	20	10	15	10	15
8. კარტოფილი	35	45	50	60	40	50	35	45	40	50	45	55	40	70	50	60	10	15	10	15	10	15
9. ბალნეული	35	45	40	50	35	45	40	50	45	55	35	45	45	55	60	40	50	10	15	10	15	10

საქართველოს აღმოსავლეთ რაიონებისათვის

1. სვეიანო კომბოს. სტფოლო	45	55	50	60	30	40	40	50	45	55	30	40	50	60	55	65	30	40	20	30	15	10	10
2. სადრეო კომბოს.	45	55	50	60	30	40	40	50	45	55	30	40	50	60	55	65	30	40	10	20	15	20	10
3. პამიდ. ბაღრიჯ.	40	50	55	65	30	40	35	45	60	30	40	45	55	60	70	40	40	10	15	10	15	10	15
4. ჭარხალი, სტფ.	40	50	50	60	40	50	35	45	60	40	50	45	55	60	60	40	50	15	20	15	20	10	15
5. ხაჭი	35	45	40	50	30	40	35	45	40	50	30	40	40	55	45	55	30	40	10	15	10	15	10
6. კიტრი	40	50	50	60	30	40	35	45	50	60	30	40	45	55	50	60	40	10	15	10	15	10	15
7. მწვანელი	45	55	45	55	30	40	40	50	40	50	30	40	45	55	45	55	30	40	15	20	10	15	10
8. კარტოფილი	35	45	50	60	40	50	35	45	50	60	40	50	40	50	50	60	40	50	10	15	10	15	10
9. ბალნეული	35	45	45	50	30	40	35	45	40	50	20	40	40	50	45	55	30	40	10	15	10	15	10

ან ორჯერ. პირველი გამოკვებისათვის სასუქები უნდა მიეცეს იმ რაოდენობით, რომ მცენარე უზრუნველყოფილ იქნას 20—30 ღლის განმავლობაში. მინერალური სასუქების დოზები პირველი გამოკვებისათვის მოცემულია 181-ე ცხრილში.

ხელსაყრელ მატერიალურ პირობებში შეიძლება ჩატარდეს ბოსტნეული კულტურების მეორე გამოკვება. მეორე გამოკვების დროს სასუქები ჩვეულებრივად შეაქვთ მშრალი სახით მწკრივთა შუაში, 10—12 სანტიმეტრის სიღრმეზე. ასეთ შემთხვევაში გამოკვებისას დასაშვებია სუპერფოსფატის შეუტანლობა, რადგან მცენარე ამ ფაზაში კარგად იყენებს ნიადაგის ფოსფორს.

მინერალური სასუქების ნაცვლად გამოსაკვებად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ადგილობრივი სასუქებიც— ფრინველისა და ცხოვე-

ცხრილი 181

სასუქების დოზები ბუდნებში შესატანად ბოსტნეული კულტურების კვადრატულ-ბუდობრივი და კვადრატული დარგებისას (ბ. ი. ჟურბიციის მონაცემებით)

კულტურები	გაღამწვარი ნაკელი ტქა-ზე	მინერალური სასუქების დოზები კგ/ა-ზე			მინერალური და ორგანული სასუქების დოზები ბუდნაზე (გ)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ორგანული	ანტიკვამბ-ნიუმი	სუბსტრ-ფოსფატი	ქლორკალიუმი
თავიანი კომბოს.	8—12	2	20	20	300—400	2—3	4—5	1—2
ყვავილ. კომბოს.	8—12	15	20	15	300—400	1—2	4—5	1
პამიდორი	6—10	15	30	15	250—300	1—2	6—7	1—1,5
კიტრი	10—15	20	30	20	500—800	3—5	7—10	2—3

ლის ნაკელი, წუნწუხი, შარღი, ნაცარი. ფრინველისა და ცხოველის ნაკელიდან გამოკვებისათვის ხსნარს ამზადებენ შემდეგი წესით: ფრინველის ან ცხოველის ნაკელს ყრიან კასრში, უმატებენ 10-ჯერ მეტ წყალს და თქვეფენ ჯობის მორვეით, ტოვებენ რამდენიმე დღე დასადუღებლად. ასეთი სახით მომზადებული ფრინველის ნაკელის წუნწუხს ანზავებენ 10-ჯერ, ხოლო ცხოველისას 4—5-ჯერ, შარღს კი 8—10-ჯერ. მას უმატებენ 100 გრამ ნაცარს.

ზემოაღნიშნული წესით მომზადებული ადგილობრივი სასუქების ხსნარებით აწარმოებენ კომბოსტოს, კარბლის, გოგრის, პამიდორის, ბოლოკის, პრასის გამოკვებას. კიტრის, ხაჭვისა და სტაფილოს გამოსაკვებად აღნიშნულ ხსნარს კიდევ ანზავებენ ორჯერ და ერთ ვედროს

მინერალური სასუქების დოზები ბოსტნეული კულტურების
პირველი გამოცვებისათვის

კულტურები	დოზები (კგ/ჰა)			მინერალური სასუქების დოზაგეოვ ედრო.			ერთ ჰა საკრო-ხსნარის დენობა ვედროებით
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	აზოტმე- ნა ნიმი	სუპერ- ფოსფატი	კალიუმის მალია	
კომბოსტო საგვიანო	20	20	20	36	69	31	1600
კომბოსტო საადრეო და ყვ ვილოვანი	15	20	15	33	85	29	1300
პამიდორი	15	30	15	29	111	25	1500
კიტრი	20	30	20	18	52	16	3200
ქარხალი	15	20	20	31	79	36	1400
სტაფილო	8	10	10	16	40	18	1400
ხაბჯი	20	15	20	21	31	18	2700

ანაწილებენ 20 ბუდნაზე. ბოსტნეული კულტურების მწკრივში თესვის შემთხვევაში 10 — 12 გრძივ მეტრზე ასხამენ ერთ ვედრო ხსნარს. ადგილობრივი სასუქებით გამოცვებისას ზემოაღნიშნული წესით დამზადებულ ყოველ ვედრო ხსნარს უმატებენ 36 გრამ აზოტმეყავა ამონიუმს და 70 გრამ სუპერფოსფატს.

ზ) ნიადაგის მოკირიანება

ბოსტნეული კულტურებიდან კიტრი, ქარხალი, სტაფილო, ხაბჯი, ნიორი, ლობიო, კომბოსტო, სალათა, ისპანახი, ნესვი, გოგრა კარგად ვითარდება თუ არეს რეაქცია PH 6,0 — 7,0 ფარგლებში მერყეობს. მაგრამ თუ PH 5 — 5,5 ნაკლებია, მაშინ საჭიროა აღნიშნული კულტურების ქვეშ ნიადაგის მოკირიანება. ნაკლებად საჭიროებენ მოკირიანებას: პამიდორი, ცერცვი, ბოლოკი, საზამთრო, თვის ბოლოკი, რადგან შედარებით მეტი მჟავიანობის ამტანები არიან. ამიტომ ისინი თესლობრუნვაში შეიძლება გაშვებულ იქნან მოკირიანებიდან 2-3 წლის შემდეგ.

მოკირიანებისათვის იყენებენ ქვაკირის ფქვილს, დამწვარ კირს, ტვილს, დეფეკაციურ ტალახს. მოკირიანებას ატარებენ შემოდგომით ან ადრე გაზაფხულზე. მოკირიანების შემთხვევაში კირის შემცველ სასუქს ფანტავენ ნიადაგის მთელ ზედაპირზე და ჩახნავენ 22 — 25 სანტიმეტრის სიღრმეზე. კირი შეაქვთ 1 ჰიდროლიზური მჟავიანობის ეკვივალენტური რაოდენობით.

თ) ბაქტერიული სასუქები

ბოსტნეული კულტურების მოსავლიანობის გადიდების მიზნით იყენებენ ბაქტერიულ სასუქებსაც. პარკოსანი ბოსტნეულისათვის გამოიყენება ნიტრაგინი, რომელიც შეიცავს კოურის ბაქტერიებს და რომლებიც აღნიშნული კულტურის მცენარეებს ეხმარებიან ატმოსფერო აზოტის ფიქსაციაში, ხოლო არაპარკოსანი ბოსტნეულისათვის კი ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები ატმოსფეროს აზოტის ფიქსატორის შემცველ აზოტოგენს. ნიადაგში არსებული ან სასუქის სახით შეტანილი ორგანული ნივთიერებას გახრწნის დაჩქარების მიზნით იყენებენ აგრეთვე ფოსფორობაქტერინს. ეს უკანასკნელი შეაქვთ ტორფიან, კორდიან-ეწეროვან, შავმიწა ნიადაგებზე ან ნიადაგში ტორფისა და ნაკელის შეტანისა და მწვანე სასუქების ჩახვნისას. უკანასკნელ ხანებში ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაშლის დაჩქარების მიზნით მიმართავენ ბაქტერიულ სასუქს „ამბ“.

ბაქტერიული სასუქები სათესლე ბოსტნეულებისათვის შეაქვთ თესლთან ერთად. ამისათვის დათესვის წინ აწარმოებენ თესლის ბაქტერიზაციას. მაგრამ სარგავი ბოსტნეულისათვის აღნიშნული სასუქის შესატანად ნერგის ფესვებს ავლებენ ბაქტერიული სასუქის ხსნარში.

ბაქტერიული სასუქები მნიშვნელოვნად ადიდებენ ბოსტნეული კულტურების მოსავლიანობას, რის გამოც ფართოდ უნდა დაინერგოს წარმოებაში.

ი) მიკროსასუქები

ზოგიერთ ნიადაგზე ბორის, მანგანუმისა და სპილენძის შემცველი მიკროსასუქების გამოყენებით საგრძნობლად იზრდება ბოსტნეული კულტურების მოსავლიანობა.

ბორის შემცველი მიკროსასუქები ძალად ეფექტურობას იჩენენ ბადრიჯნის, ყვავილოვანი კომბოსტოს, კიტრის, ბოლოკის, პამიდორისა და სუფრის ქარხლის მიმართ. ამ მიზნით 5 კილოგრამ ბორის მყავას ერთ ჰექტარზე შესატან სხვა მინერალურ სასუქებს გულდასმით ურევენ. ბორის შემცველი სასუქები კარგ შედეგებს იძლევიან კარბონატულ ან ქარბად მოკირიანებულ ნიადაგებზე.

ბოსტნეული კულტურების მანგანუმით გამოსაკვებად გამოიყენება გოგირდმყავა მანგანუმი. ამისათვის 5 გრამ გოგირდმყავა ამონიუმს ხსნიან 1 ვედრო წყალში და ასხურებენ ბოსტნეულის ფოთლებზე.

სპილენძი, გოგირდმყავა სპილენძის სახით, ქაობიდან ახლად გამოსულ ნიადაგებზე ჰექტარზე 20 — 30 კილოგრამის რაოდენობით შეაქვთ, რაც საგრძნობლად ზრდის ბოსტნეული კულტურების მოსავლიანობას.

სასუპრემოს განოყენებასთან დაკავშირებული კვლევითი მეთოდები

1. სასუპრემო მინდვრის ცდების მეთოდობა

სასუპრემოს ეფექტურობის საკითხების შესწავლისათვის მინდვრის ცდების მეთოდს გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს, რადგან მხოლოდ მით შეიძლება განესაზღვროთ მოსავლის რეალური ნამატი ბუნებრივ პირობებში.

სასუპრემოს მოქმედების მიზეზობრივი დამოკიდებულების დასადგენად მინდვრის ცდებს პარალელურად თან უნდა ახლდეს ნიადაგის, მცენარისა და სასუპრემოს აგროქიმიური შესწავლა, ზოგჯერ სავეგეტაციო ცდებიც, რადგან გამოკვლევის ასეთი კომპლექსური მეთოდი იძლევა საშუალებას ღრმად შევიცნოთ სასუპრემოს გამოყენების საკითხები.

ა) მინდვრის ცდის სქემის შედგენა

მინდვრის ცდების სქემა ისე უნდა შედგეს, რომ მკაფიოდ უპასუხოს დასმულ საკითხებს. სქემაში, როგორც წესი, დაყენებული უნდა იქნეს გადასაწყვეტად სასუპრემოს გამოყენების ერთი რომელიმე საკითხი; ყოვლად დაუშვებელია ერთი ცდის სქემაში რამდენიმე საკითხის დაყენება. ცდის სქემა უნდა იყოს რაც შეიძლება მარტივი, ხოლო ვარიანტები: რაოდენობა არაუმეტეს ათისა. ცდის სქემის შედგენისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს ამ საკითხის შესახებ წინათ ჩატარებული ექსპერიმენტები.

ბ) სარეკოგნოსცირო ნათესები

იმ მიზნით, რომ გამოვლინდეს ნიადაგის ნაყოფიერების სიჭრელე და არჩეული იქნას რაც შეიძლება მინდვრის გამოთანაბრებული ნაკვეთი, ხშირად ცდის დაყენების წინა წელს ატარებენ სარეკოგნოსცირო ნათესს. ამ ხერხის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ერთნაირი წესით დამუშავებულ ნაკვეთზე ერთ და იგივე ვადაში და ყველა სხვა თან-

ბარ პირობებში წარმოებს რომელიმე კულტურის თესვა — ვეგეტაციის პერიოდში ნათესის განვითარებაზე დაკვირვებით ირკვევა მინდვრის სიჭრელე. თუ ნაკვეთი ნაყოფიერებით ძირითადად თანაბარია, მოსავლის აღრიცხვა წარმოებს მთელ ფართობზე, მაგრამ თუ რომელიმე ნაწილზე გამოვლინებული იქნა სიჭრელე, მაშინ მოსავალი აღირიცხება წინასწარ გამოყოფილ თანაბარ დანაყოფებზე, რომელთაგანაც მომდევნო წელს შეირჩევა ცდისათვის დანაყოფები. სარეკოგნოსცირო ნათესებისათვის უფრო ხშირად იყენებენ პურეულ კულტურებს.

მრავალწლიან ნარგავებზე (ვაზი, ციტრუსები, ხეხილი, ჩაის პლანტაცია) საცდელი ნაკვეთის წესიერი შერჩევისათვის ნიადაგის სიჭრელის, საცდელი ხეების თუ ბუჩქების ბიოლოგიური თავისებურების გათვალისწინებისათვის, საჭიროა არა ნაკლებ ორი წლის განმავლობაში მოსავლის წინასწარი აღრიცხვა. ამ უკანასკნელის მონაცემების დამუშავების საფუძველზე არჩევენ რაც შეიძლება თანაბარ მოსავლიან ხეებს ან პლანტაციის დანაყოფებს ცდების დასაყენებლად. ცდისათვის გამოყოფილ ნარგავში ან პლანტაციაში მოსავლის წინასწარი აღრიცხვის წლებში ტარდება ერთნაირი აგროტექნიკური ღონისძიებები. მოსავლის წინასწარი აღრიცხვა წარმოებს ცალკეულ ხეებზე ან წინასწარ გამოყოფილ თანაბარ დანაყოფებზე.

გ) დანაყოფის სიდიდე

მინდვრის ცდების სიზუსტე დიდადაა დამოკიდებული დანაყოფის სიდიდეზე. პატარა დანაყოფის შემთხვევაში შესაძლებელია მიღებული იქნეს ისეთი შედეგები, რომლებიც არ იქნება დამახასიათებელი მოცემული ნიადაგის ტიპისათვის; მოსალოდნელია პატარა დანაყოფი მოხვდეს არა ტიპიურ ნაკვეთზე.

სასუბქებზე მინდვრის ცდებს აყენებენ სხვადასხვა სიდიდის დანაყოფებზე — რამდენიმე კვადრატულ მეტრიდან რამდენიმე ჰექტარამდე. საცდელი ნაკვეთის დანაყოფის სიდიდე დამოკიდებულია ნიადაგის ნაყოფიერების სიჭრელეზე. იმ შემთხვევაში, თუ ნიადაგის ნაყოფიერების სიჭრელე გავრცელებულია მოზრდილ ნაკვეთებზე, მაშინ საჭიროა ცდა მოთავსდეს მხოლოდ ერთ-ერთ ასეთ ფართობზე. ამ შემთხვევაში არჩეულ უნდა იქნას მცირე დანაყოფები და პირიქით, როდესაც ნიადაგის ნაყოფიერების სიჭრელე გავრცელებულია პატარა ნაკვეთებზე, შეირჩევა შედარებით დიდი დანაყოფები, რათა დაიფაროს იგი.

საცდელი ნაკვეთის დანაყოფის სიდიდე ისეთი უნდა იყოს, რომ შეიძლებოდეს ჩვეულებრივი სასოფლო-სამეურნეო იარაღების გამოყენება. თუ ნაკვეთების სიდიდე ამის საშუალებას არ იძლევა, მაშინ

28. აგრონომიული ჭიბია.

ცდიდან მიღებული შედეგები არ იქნება ზუსტი და მოცემულ სამეურნეო პირობებში მისი განზოგადება არ შეიძლება.

ცდებში უფრო ხშირად გამოიყენება 100, 200, 500 და 1000 კვადრატული მეტრის სიდიდის დანაყოფები. დანაყოფის სიდიდე საწარმოო ცდებში შეიძლება განისაზღვროს რამდენიმე ჰექტარით. მაგრამ ცდაზე მუშაობის გართულების თავიდან აცილების მიზნით უმჯობესია მისი სიდიდე არ აღემატებოდეს 0,5 ჰექტარს. ფორმის მიხედვით დანაყოფი უნდა იყოს მოგრძო სწორკუთხედის ფორმისა და მათი განლაგება საპირთა ადგილის დაქანების გასწვრივ, ვინაიდან ამ მიმართულებით ვრცელდება უფრო ხშირად ნიადაგის სიჭრელი.

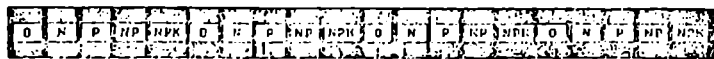
სარწყავ პირობებში საცდელი დანაყოფები განლაგებული უნდა იქნეს წყლის დინების გასწვრივ, ე. ი. დანაყოფის სიგრძის პარალელურად უნდა მიედინებოდეს წყალი.

დ) განმეორება

ცდის სქემა მეორდება რამდენჯერმე, რათა აცილებული იქნეს ის შეცდომები, რომლებიც წარმოიშეებიან საცდელი ნაკვეთის ნიადაგისა და რელიეფის სიჭრელის, სასუქების შეტანის, ნიადაგის დამუშავებისა და თესვის ჩატარების არასიზუსტის შედეგად. პატარა დანაყოფების შემთხვევაში განსაკუთრებით აუცილებელია მეტჯერ განმეორება. ჩვეულებრივ კმაყოფილდებიან 4—6 განმეორებით. აღნიშნულზე მეტი განმეორება ცდის სიზუსტეზე არსებით გავლენას არ ახდენს, ცდაზე მუშაობა კი ძალზე რთულდება. მცირე დანაყოფების შემთხვევაში ოთხზე ნაკლები განმეორებისას ცდის სიზუსტე არსებითად ეცემა, ხოლო ძალზე დიდი დანაყოფის დროს განმეორება შეიძლება სრულებით არ ჩატარდეს ან შემცირდეს 2—3-მდე.

ე) დანაყოფების განლაგება საცდელ ნაკვეთზე

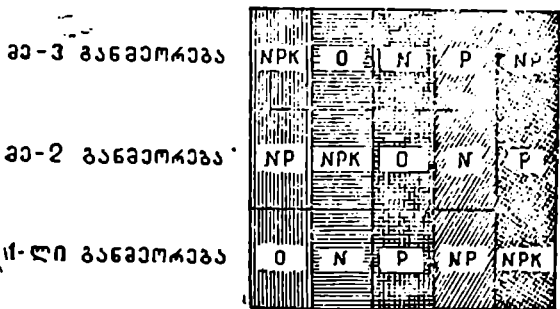
ცდის სქემის, დანაყოფის სიდიდის და განმეორების რიცხვის დადგენის შემდეგ საპირთა განსაზღვრულ იქნას დანაყოფების განლაგება საცდელ ნაკვეთზე, ადგილზე დანაყოფების ერთ ზოლში განლაგება



1-ის განმეორება 2-ის განმეორება 3-ის განმეორება 4-ის განმეორება

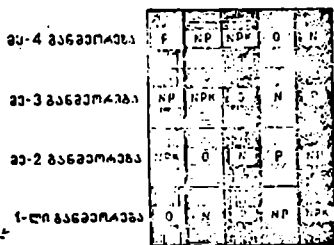
ნახ. 15. დანაყოფების განლაგება ერთ ზოლში.

ძალზე კარგია ცდის სიზუსტისათვის, მაგრამ თუ ამის შესაძლებლობას ნაკვეთი არ იძლევა, საჭირო ხდება მათი რამდენიმე ზოლში განლა-



ნახ. 16. დანაყოფების განლაგება სამ ზოლში.

გება. ამ შემთხვევაში დაუშვებელია ერთი და იგივე ვარიანტის ერთ-მანეთის გასწვრივ მოხვედრა. ცდის დანაყოფები შეიძლება განლაგდეს ერთ, ორ ან რამდენიმე ზოლში. ქვემოთ მოგვყავს დანაყოფების განლაგების რამდენიმე ვარიანტი (იხ. ნახ. 15, 16, 17).

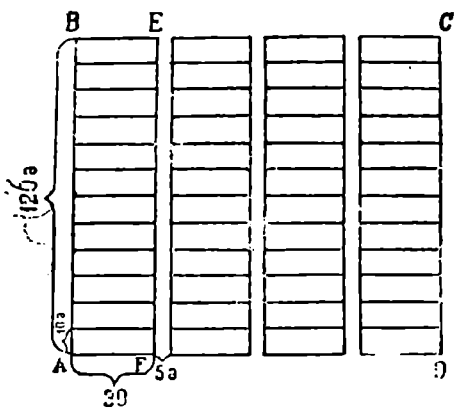


ნახ. 17. დანაყოფების განლაგება ოთხ ზოლში.

ვ) საცდელი ნაკვეთის აგეგმვა

საცდელი ნაკვეთის შერჩევის შემდეგ ტარდება მისი აგეგმვა, ე. ი. მასზე დანაყოფების გამოყოფა. საცდელი ნაკვეთის აგეგმვა იწყება ყველაზე გრძელი სწორი ხაზის (AD) გაყვანით. ამ სწორი ხაზის ბოლოებზე ასობენ პალოებს და ადგენენ სწორ კუთხეს, ე. ი. ადგენენ AD ხაზის პერპენდიკულარს. ამ პერპენდიკულარზე გადაზომიან მხარეებს

AB და DC, რომელთა ბოლოებში ასობენ პალოებს. პალოებზე აბამენ თოკს და გაზომავენ BC მანძილს. თუ ხაზ BC სიგრძე უდრის ხაზ AD სიგრძეს, მაშინ ცდის საერთო კონტურის გამოყოფა დამთავრებულად ჩაითვლება (იხ. ნახ. 18).

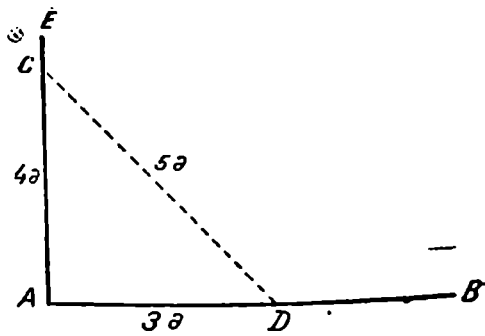


ნახ. 18. საცდელი ნაკვეთის აგებვა.

საცდელ ნაკვეთზე სწორი კუთხის შედგენა შეიძლება ეკერის მეშვეობით. მაგრამ თუ ეს უკანასკნელი არ არის. მაშინ სწორ კუთხეს აღგენენ შემდეგი წესით: დაეშვათ, AB ხაზზე საჭიროა აიგოს სწორი კუთხე, მაშინ AB ხაზზე გადაზომავენ რულეტით სამ მეტრს და ასობენ პალოს, დაეშვათ. C წერტილზე. შემდეგ თვლით აღგენენ სწორ კუთხეს, რისთვისაც AD ხაზის პერპენდიკულარულად წერტილ A-დან

გაყავთ სწორი ხაზი თოკის გაბმით და ამ ხაზზე გადაზომავენ 4 მეტრს, სადაც ასობენ პალო D-ს. თუ კუთხე სწორად არის შედგენილი, მაშინ პირდაპირი ხაზი, რომელიც გატარებულია წერტილ D და C შორის, ზუსტად უნდა იყოს ხუთი მეტრი, წინააღმდეგ შემთხვევაში პალო D უნდა გადანაცვლდეს მარჯვნივ ან მარცხნივ, ვიდრე D და C წერტილებს შორის მანძილი არ იქნება ზუსტად 5 მეტრი (იხ. ნახ. 19). ასეთივე წესით წარმოებს ცდის სხვა კუთხეების შედგენა.

ცდის საერთო კონტურის გამოყოფის შემდეგ აწარმოებენ ცდის ზოლების გამოყოფას. დაეშვათ, რომ ასაგეგმი ცდის დანაყოფის სიგრძე უდრის 30 მეტრს, სიგანე 10 მეტრს. ასეთ შემთხვევაში კონტურის AD ხაზზე გადაზომავენ 30 მეტრს და ბოლოზე დაასობენ პალოს. შემ-



ნახ. 19. სწორი კუთხის შედგენა.

დღე გამოყოფენ ამ ზოლის საფარს 5 მეტრს. ასევე იქცევიან ცდის მეორე ზოლის გამოსაყოფად, რისთვისაც ისევ AD ხაზზე გადაზომავენ 30 მეტრს და საფარს 5 მეტრს. ამ ოპერაციას იმეორებენ იმდენჯერ, რამდენი ზოლიც უნდა იქნეს ცდამი. ზუსტად ასეთივე წესით გამოყოფენ კონტურის მეორე მხარეზე (BC) ზოლებს. თვითეულ ზოლზე გამოყოფენ დანაყოფებს, რისთვისაც პირველი ზოლის AD ხაზზე გამოყოფენ დანაყოფის განს ათ-ათ მეტრს და ყოველი ათი მეტრის ბოლოზე დაასობენ პალოს. ასევე აწარმოებენ დანაყოფების გამოყოფას ზოლის მეორე ხაზზე (EF). ასეთი წესით დანაყოფის გამოყოფის შემდეგ ზოლის პირველ ხაზზე პალოებს უკეთებენ წარწერას. პალოზე არაქიმიური ფანქრით აღინიშნება ვარიანტის და განმეორების ნომერი. ასე, მაგალითად, ცდის პირველ დანაყოფს უკეთებენ წარწერას 1/I, საიდანაც მრიცხველი გამოხატავს ვარიანტის რიგით ნომერს, ხოლო მნიშვნელი კი განმეორებას. საცდელი ნაკვეთის აგეგმვის შემდეგ ჟურნალში ჩახაზავენ საცდელ ნაკვეთს გეოგრაფიული მხარეების ჩვენებით. საცდელ ნაკვეთზე ჩატარებული ყოველგვარი სამუშაოები, მათი შესრულების თარიღი შეაქვთ ჟურნალში.

ზ) დამცველი ზოლები

საცდელი ნაკვეთის მთელი ფართობის დამუშავებისას თანდათანობით წარმოებს ნიადაგის და მასში შეტანილი სასუქების გადატანა ერთი დანაყოფიდან მეორეზე. გარდა ამისა, თვით მცენარეებს, რომლებიც მდებარეობენ დანაყოფის ნაპირზე, შეუძლია შეითვისოს საკვები ნივთიერებები არა მარტო თავის დანაყოფიდან, არამედ მოსაზღვრე დანაყოფებიდანაც. საცდელი ნაკვეთის ნაპირზე არსებულ მცენარეებს შეუძლიათ შეითვისონ მეტი წყალი და საკვები ნივთიერებები დაუთესავ ზოლებიდან. დანაყოფის ნაპირის მცენარეების ძლიერი განვითარებით გამოწვეული გავლენა დანაყოფის მოსავალზე იმდენად მეტია, რამდენადაც მცირეა დანაყოფი. იმ შეცდომების თავიდან აცილების მიზნით, რომელიც გამოწვეულია სასუქების ერთი დანაყოფიდან მეორეზე გადატანით ან დანაყოფის ნაპირის მცენარეების ძლიერი განვითარებით, მოსავლის აღებისას აღრიცხვას ახდენენ არა დანაყოფის მთელ ფართობზე, არამედ მხოლოდ მის ცენტრალურ ნაწილზე, წინასწარ ჩამოსუკრიან რა დანაყოფის ორთავე მხარეზე ვიწრო ზოლებს, რომელთაც დამცველ ზოლებს უწოდებენ. დანაყოფის მთელ ფართობს, რომელშიაც შედის დამცველი ზოლები, უწოდებენ დანაყოფის საცდელ ფართობს, მხოლოდ ფართობი, რომელიც რჩება დამცველი ზოლების ჩამოჭრის შემდეგ, დანაყოფის სააღრიცხვო ფარ-

თბს. თავთავიანი კულტურებისათვის დამცველ ზოლებად ტოვებენ 2—3 განაპირა მწკრივს, ხოლო სათოხნ კულტურებისათვის კი ერთ მწკრივს. მრავალწლოვან ცდებში დამცველი ზოლის სიგანე ერთ მხარეზე უნდა იყოს არა უმცირეს 1 მეტრისა, ორივე მხარეზე კი ორი მეტრი. საცდელი ნაკვეთის ირგვლივ ტოვებენ 3-3 მეტრის განის საფარ ზოლებს. საცდელი ნაკვეთის ზოლებს შორის იტოვება აგრეთვე 3—6 მეტრის განის საფარი ზოლები. დანაყოფის დამცველი ზოლის ნიადაგის დამუშავება, მასზე სასუქების შეტანა და თესვა წარმოებს ისე, როგორც მთელ დანაყოფზე. მოსავალს დამცველ ზოლებზე იღებენ საცდელი ნაკვეთის სააღრიცხვო ფართობზე მოსავლის აღების წინ. ზოგჯერ დამცველ ზოლებს მავთულების გაბმით გამოყოფენ დანაყოფზე, ცდის დაყენებისას.

თ) სასუქების შეტანა საცდელ ნაკვეთზე

საცდელ ნაკვეთზე სასუქის შეტანისას საჭიროა წინასწარ გამოვიანგარიშოთ თვითნებულ დანაყოფზე შესატანი სასუქების რაოდენობა. სასუქების რაოდენობის გაანგარიშება წარმოებს შემდეგი წესით: დავუშვათ, თანახმად სქემისა, 100 კვადრატულ მეტრიდან დანაყოფზე საჭიროა შევიტანოთ 90 კილოგრამი აზოტი ჰექტარზე გოგირდმქაფა ამონიუმის სახით, რომელიც 20 პროცენტ აზოტს შეიცავს. პირველად საჭიროა გავიგოთ რა რაოდენობით უნდა შევიტანოთ გოგირდმქაფა ამონიუმი ჰექტარზე 90 კილოგრამი აზოტის დოზის შემთხვევაში. ამისათვის ვადგენთ შემდეგ პროპორციას:

$$\begin{array}{l} 100 - 20 \\ x - 90 \end{array} \quad x = \frac{100 \cdot 90}{20} = 450 \text{ კგ}$$

მაშასადამე, 90 კილოგრამი აზოტის დოზის შემთხვევაში საჭიროა ერთ ჰექტარზე შევიტანოთ 450 კილოგრამი გოგირდმქაფა ამონიუმი. ამის შემდეგ უნდა გავიგოთ 100 კვადრატულ მეტრ დანაყოფზე საჭირო გოგირდმქაფა ამონიუმის რაოდენობა, ვადგენთ პროპორციას:

$$\begin{array}{l} 10000 - 450 \\ 100 - x \end{array} \quad x = \frac{100 \cdot 450}{10000} = 4,5 \text{ კგ}$$

ე. ი. 100 კვადრატულ მეტრ ფართობზე 90 კილოგრამი აზოტის დოზის შემთხვევაში ჰექტარზე საჭიროა შეტანილ იქნას 4,5 კილოგრამი გოგირდმქაფა ამონიუმი. სასუქების შეტანისას ყურადღება უნ-

და მიექცეს მათ თანაბარ განაწილებას დანაყოფის მთელ ფართობზე. ხელით შეტანისას ახდენენ დანაყოფის წინასწარ მარკირებას და მის თანაბარ ნაწილებზე შეაქვთ წონით სასუქები, ხოლო მანქანით შეტანისას სათეს მანქანას გულდასმით აყენებენ სასურველი გამოთესვის ნორმაზე. საცდელ ნაკვეთზე შესატანი სასუქები წინასწარ უნდა დაქუცმაცდეს, აირიოს და მისვან აღებული ნიმუში შემოწმდეს ანალიზით.

თვითეულ დანაყოფზე შესატანი სასუქების რაოდენობას წინასწარ წონიან, ყრიან ტოპრაკებში ან ვედროებში და ათავსებენ დანაყოფის დასაწყისში. თუ სასუქების შეტანა წარმოებს ხელით, მაშინ მასზე მომუშავე მუშები წინასწარ უნდა გაეჩვიონ არასაცდელ ნაკვეთზე სასუქების თანაბარ განაწილებას დანაყოფზე და შემდეგ გადაყვანილ იქნან საცდელ ნაკვეთზე. თუ სასუქები ძალზე მტვერიანდება ანდა მცირე რაოდენობით უნდა იქნას შეტანილი, მაშინ შესატან სასუქს ურევენ მშრალ ნიადაგს და შემდეგ ანაწილებენ თანაბრად დანაყოფზე. სასუქების შეტანა უნდა მოხდეს წყნარ ამინდში. თუ მცირე ქარი ამოვარდა სასუქების შეტანის დაწყების შემდეგ, მაშინ იგი შეაქვთ ქარის მიმართულებით ორი მეტრის სიგრძის ფანერის ერთი მეტრის სიმაღლეზე დაყენებით, რომელიც იცავს სასუქს ერთი დანაყოფიდან მეორეზე გადატანისაგან. სასუქების შეტანისთანავე საჭიროა მისი ნიადაგში ჩაკეთება, რაც ტარდება კულტურის თავისებურებისა და ცდის ამოცანის შესაბამისად.

ი) საცდელი ნაკვეთის მოვლა და ვეგეტაციის პერიოდში მცენარის განვითარებაზე დაკვირვებების ჩატარება

* საცდელ ნაკვეთზე ყოველგვარი აგროტექნიკური ღონისძიება უნდა ჩატარდეს დროულად და მაღალხარისხოვნად, თანაბმად კულტურაზე გათვალისწინებული აგროწესებისა. საცდელ ნაკვეთზე საჭირო აგროტექნიკური ღონისძიებების დაგვიანება, არაუხარისხოდ გატარება მკვეთრ გავლენას ახდენს სასუქების ეფექტურობაზე. ამა თუ იმ სასუქის მოქმედებისა და მოსავლიანობაზე ეფექტის შეფასებისათვის, გარდა მოსავლის აღრიცხვისა, საჭიროა ვიცოდეთ მცენარის განვითარების ფაზებში მომხდარი ცვლილებები სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით. სასუქების გამოყენებამ შეიძლება შეცვალოს მცენარის სხვადასხვა ორგანოს ფორმა და შედგენილობა. ამიტომ საჭიროა შევისწავლოთ მცენარის ცალკეული ორგანოების მოსავლის სტრუქტურა (ფოთლები, თავთავი, მარცვალი, ტუბერები, ფოჩი ან ნაყოფი

და სხვ.). ამ მიზნით საჭიროა პერიოდულად მცენარეული ნიმუშების აღება, რაც უნდა შევეუფარდოთ მცენარის განვითარების ფაზებს.

სასუქების გამოყენების კოეფიციენტის დასადგენად და სხვა სა-
კითხვების შესასწავლად, აუცილებელია პერიოდულად ჩატარდეს ნია-
დაგისა და მცენარის ანალიზი. ამ უკანასკნელს ანალიზისათვის ნიმუ-
შების აღება უნდა შევეუფარდოთ მცენარის განვითარების ფაზებს:

საცდელ ნაკვეთზე ჩატარებული ყოველგვარი სამუშაოების შეს-
რულების ხარისხი და თარიღი შეიტანება მინდვრის ცდების ქურ-
ნალში, იქვე აღინიშნება ყველა დაკვირვება, რომლებიც ტარდება
ცდაზე ვეგეტაციის პერიოდში.

კ) მოსავლის აღება და აღრიცხვა

მოსავლის აღება და აღრიცხვა წარმოადგენს მთავარ მომენტს
ცდის ჩატარების საქმეში. ეს სამუშაო უნდა სრულდებოდეს მეტის-
მეტად დაკვირვებით და ყურადღებით. მოსავლის აღების წინ გულ-
დასმით უნდა დათვალიერდეს ცდის ყველა დანაყოფი, გამოიყოს დამ-
ცველი ზოლები, გაიზომოს სააღრიცხვო ფართობი თვითნებულ დანა-
ყოფზე, გამოყოფილი და გაზომილი იქნას გამოსარიცხი ფართობი და
საბოლოოდ აღებული და გატანილ იქნას მოსავალი დამცველ ზო-
ლებსა და გამოსარიცხ ფართობიდან. საცდელ ნაკვეთზე მოსავლის
აღრიცხვის სამუშაოები იწყება დამცველ ზოლებზე მოსავლის აღე-
ბით. წინასწარ კი საჭიროა შემოწმდეს საცდელ ნაკვეთზე დანაყოფე-
ბის გამომყოფი პალოები და აღდგეს სამუშაოების შესრულების
დროს დაკარგული. მოსავლის აღება დამცველ ზოლებზე უმთავრესად
ტარდება ხელით. აღებული მოსავალი საჭიროა გატანილ იქნას საც-
დელი ნაკვეთიდან.

ცდის დანაყოფიდან გამორიცხვა ჩატარდება იმ შემთხვევაში, თუ
გამოვარდნილი, დაზიანებული ან ძლიერად განვითარებული მცენარეე-
ბის რიცხვი არის არა უმცირეს ხუთი ეგზემპლარისა. თუ დანაყოფის
ნათესის ან ნარგავის 50 პროცენტზე მეტია დაზიანებული, ასეთი და-
ნაყოფები დაწუნებულ უნდა იქნას და მათზე აღრიცხვა არ ტარდება.
გამორიცხვაში შედის არა მარტო არანორმალურად განვითარებული
მცენარეები, არამედ მის გვერდზე მყოფი ნორმალური მცენარეებიც.
გამოსარიცხ ფართობს უნდა მიეცეს სწორკუთხედის ან კვადრატული
ფორმა. მწკრივში ნათესი კულტურების შემთხვევაში გამორიცხვა
ტარდება, თუ მწკრივის 75 სანტიმეტრზე მცენარეები გამოვარდნილი ან
დაზიანებულია. დანაყოფზე გამოსარიცხი ფართობი წინასწარ აღი-

ნიშნება პალოებით ან კვლების გატარებით, რის შემდეგ აწარმოებენ მასზე მოსავლის აღებას. თვითეული გამოსარიცხი ფართობი იზომება, შეიტანება ჟურნალში და გამოაკლდება დანაყოფის სააღრიცხვო ფართობს. გამორიცხულ ფართობიდან აღებული მოსავალი გატანილ უნდა იქნას საცდელ ნაკვეთიდან.

საცდელი ნაკვეთის სააღრიცხვო ფართობზე მოსავლის აღება წარმოებს აგროწესებით გათვალისწინებულ ვადებში. მოსავლის აღება ყველა დანაყოფზე აუცილებლად ტარდება ერთ და იმავე დღეს, ერთი და იგივე წესით. პურეული და საერთოდ მარცვლოვანი კულტურებისათვის მოსავლის აღრიცხვა შეიძლება ჩატარდეს მთელ ფართობზე ან მის ნაწილზე საშუალო სანიმუშო სინჯის (ძნებისის) აღების გზით. მოსავლის აღრიცხვის პირველ მეთოდს უწოდებენ პირდაპირს, ხოლო მეორეს კი არაპირდაპირს.

პურეული და მარცვლოვანი კულტურებისათვის ყველაზე უფრო სწორ მეთოდად ჩაითვლება მოსავლის აღრიცხვა მთელ ფართობზე.

აღრიცხვა დანაყოფის მთელი მოსავლის გაღწევით. ამ მეთოდით მოსავლის აღრიცხვისას, სააღრიცხვო დანაყოფზე აღებული მთელი მოსავალი მიაქვთ გადახურულ შენობაში და ინახავენ გაღწევამდე. მოსავლის მინდორში აწონვა ამ შემთხვევაში არ არის აუცილებელი, თუმცა ზოგჯერ იქვე წონიან, რადგან ეს საშუალებას იძლევა დავადგინოთ ის დანაკარგი, რომელიც მიიღება მოსავლის მინდვრიდან გადახურულ შენობაში გატანის დროს. მოსავლის აღრიცხვა თავთავიანი კულტურებისათვის შეიძლება ჩატარდეს ცელით, ნამგლით, სამკელი მანქანით, ან კომბაინით. სამკელი მანქანით მოსავლის აღება წარმოებს იმ შემთხვევაში, როცა საცდელი დანაყოფის ფართობი 200—300 მეტრს აღემატება. მოსავლის ამა თუ იმ წესით აღების შემდეგ კრავენ ძნებს, ითვლიან და მიაქვთ შენობაში შესანახად, სადაც დგამენ ზეინებად, რის შემდეგ წონიან მოსავალს და აწარმოებენ გაღწევას ხელის საღწეი მანქანით ან ხელით. გაღწევის შემდეგ იწონება მარცვალის ხოლო ნამჯის წონის გასაგებად მოსავლის საერთო წონას აკლებენ მარცვლის წონას. ამ წესით მოსავლის აღრიცხვა ძნელია და თხოულობს დიდ დროს, განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, როცა საქმე გვაქვს დიდ დანაყოფებთან.

მოსავლის აღრიცხვა სანიმუშო ძნების მიხედვით. მოსავლის აღრიცხვის ამ მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ სააღრიცხვო ფართობიდან გაიღწეა არა მთელი მოსავალი, არამედ მისი ნაწილი.

დანაყოფზე მოსავლის ამა თუ იმ წესით აღების შემდეგ იღება სანიმუშო ძნები. სანიმუშო ძნა დგება ყველა ძნიდან აღებული ნიმუშებისაგან. სანიმუშო ძნებში გვხვდება სარეველებიც, რომლებიც მოსავ-

ლის ალების დროს ითიბება. დანაკარგების თავიდან აცილების მიზნით უმჯობესია სანიმუშო ძნები მოვათავსოთ სატარებელზე ან ტომრებში. ყველა დანაყოფიდან სანიმუშო ძნების ალება უნდა მოხდეს ერთი და იგივე პირის მიერ. სანიმუშო ძნა უნდა შეადგენდეს დანაყოფის მოსავლის არა ნაკლებ 3 პროცენტს. თუ დანაყოფის ფართობი მცირეა და მოსავალი დაბალია, სანიმუშო ძნა იღება არანაკლები 10 კილოგრამისა. დანაყოფზე საერთო მოსავლის აწონვა წარმოებს სანიმუშო ძნების ალების შემდეგ. ერთდროულად ნაკვეთზე იწონება სანიმუშო ძნები პატარა სასწორზე (5 — 10 გრამის სიზუსტით). საერთო მოსავლისა და სანიმუშო ძნების წონა შეტანილ უნდა იქნას ცდის ჩანაწერებისათვის განკუთვნილ ჟურნალში. უკეთესია სანიმუშო ძნები მოვათავსოთ წინასწარ გამოწონილ ტომრებში თავთავით ქვემოთ. ტომრებს უკეთებენ ეტიკეტებს, რომელზედაც აღინიშნება ცდისა და დანაყოფის ნომერი, განმეორება და მოსავლის ალების თარიღი. სანიმუშო ძნების გალევვა წარმოებს საღებო მანქანით ან ხელით.

სანიმუშო ძნის გალევვის შემდეგ მიღებულ მასას ათავსებენ ბრენტზე. ხელით ამოკრეფენ ჩაღას, ცხავით მოაცილებენ მსხვილ ბზეს, ანიავებენ და დარჩენილ მარცვალს წონიან. სასურველია ცდის ყველა სანიმუშო ძნის გალევვა ჩატარდეს ერთ დღეს და მიღებული შედეგები შეტანილ იქნას სააღრიცხვო ჟურნალში. სასურველია აგრეთვე აღებულ იქნას სინჯი მარცვლის სინესტის განსაზღვრისათვის ან სხვა ანალიზებისათვის.

ყველა შემთხვევაში ჩამოთვლილი ოპერაციის ზუსტად ჩატარების შემთხვევაში მოსავლის აღრიცხვა სანიმუშო ძნების მიხედვით საკმაოდ ზუსტ შედეგებს იძლევა.

ლ) ციფრობრივი მასალის დამუშავება

დანაყოფზე მიღებულ მოსავალს გამოხატულს კილოგრამებით გადაიყვანენ ჰექტარზე და გამოხატავენ ცენტნერებში. შემდეგ ამოწერენ ყველა განმეორებისათვის თვითიული ვარიანტის მაჩვენებლებს და გამოიანგარიშებენ საშუალო არითმეტიკულს.

ცალკეული ვარიანტებისა და საკონტროლოს მოსავალთა შორის სხვაობა გამოხატავს ვარიანტებიდან მიღებული მოსავლის ნამატის ოდენობას. ერთდროულად ანგარიშობენ მოსავლის შეფარდებით ნამატს, რომელსაც გამოხატავენ პროცენტებით საკონტროლოსთან შედარებით.

ცდამი, რომელშიაც განმეორება ოთხზე ნაკლები არ არის, არ კმაყოფილდებიან საშუალო არითმეტიკულის გამოანგარიშებით. ასეთ

შემთხვევაში ვარიაციული სტატისტიკის გამოყენებით გამოყავთ ცდის ცდომილებაც. ამ დროს სარგებლობენ შემდეგი ფორმულით:

$$m = \pm \sqrt{\frac{Ed^2}{n(n-1)}}$$

სადაც m არის საშუალო არითმეტიკული ცდომილება, E ჯამი, d განმეორების გადახრა საშუალოდან, ხოლო n კი განმეორებათა რიცხვი. ასე, მაგალითად, ვარიანტის განმეორებებში — 15, 5; 17, 0; 16, 8; 15, 0 ცენტნერის მოსავლის შემთხვევაში ჰექტარზე საშუალო არითმეტიკულიდან გადახრა იქნება: — 0,6; + 0,9; + 0,7; — 1,1 ც/ჰექტარზე, მაშინ

$$Ed^2 = (-0,6)^2 + (0,9)^2 + (0,7)^2 + (1,1)^2 = 2,87; n = 4,$$

$$\text{საიდანაც } m = \pm \sqrt{\frac{2,87}{4 \cdot 3}} = 0,49..$$

მაშასადამე, საშუალო მოსავალი დანაყოფზე და საშუალო ცდომილება უდრის 16,1 — 0,49 ცენტნერს ჰექტარზე. ცდომილების ($\pm m$) შეფარდება მის საშუალო არითმეტიკულთან გამოხატული პროცენტებით გვიჩვენებს ცდის სიზუსტეს ჩვენს მაგალითზე. ხოლო ორი საშუ-

$$\frac{m \cdot 100}{M} = \frac{0,49 \cdot 100}{16,1} = 3\%,$$

ალო არითმეტიკულ სხვაობათა ($M_1 - M_2$) შეფარდება თავის სხვაობის ცდომილებისადმი $m = \pm \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2}{n_1 + n_2}}$ აღნიშნავს მიღებული მოსავლის ნამატის დამაჭერებლობის ხარისხს. მოსავლის ნამატი საკმაოდ დამაჭერებელი იქნება, როცა საშუალოთა სხვაობა ორჯერ და მეტჯერ გადააჭარბებს თავის ცდომილებას.

2. ნიადაგის ანალიზი

ა) ნიადაგის ნიმუშების აღება და მისი საანალიზოდ მომზადება

ნიადაგის ნიმუშის საანალიზოდ აღება მეტად საპასუხისმგებლო საქმეა. ნიმუში დამახასიათებელი უნდა იყოს იმ ნაკვეთისა, რომლის გამორკვევასაც ვაწარმოებთ. ნიმუშის აღება დამოკიდებულია ნაკვეთის თავისებურებაზე, წინამორბედ კულტურაზე, წარმოებულ აგროტექნიკაზე და სხვ.

ნიადაგის ნიმუშის აღებისას, უპირველეს ყოვლისა, უნდა ვიცოდეთ, თუ რა დანიშნულებისათვის ვიღებთ მას. ნიმუშები სულ სხვადა-

სხვანაირად აიღება აგროქიმიური რუკის შედგენის ან საერთოდ ნიადაგის გამორკვევის და სასუქებზე ნიადაგის მოთხოვნილების დადგენის შემთხვევაში.

სასუქების მოსალოდნელი ეფექტურობის განსაზღვრისათვის ნიადაგის ნიმუშები ძირითადად უნდა ავიღოთ სახნავე ჰორიზონტიდან, 0—25 სანტიმეტრი სიღრმის ფენიდან. აღნიშნული საკითხი უფრო დაწვრილებით რომ შევისწავლოთ, უმჯობესია ნიადაგის ნიმუშები ავიღოთ 0—25 და 25—50 სანტიმეტრი სიღრმის ფენიდან. საანალიზო ნიმუშების რიცხვი დამოკიდებულია: ნიადაგის ტიპზე, რელიეფზე, წინამორბედ კულტურაზე, წარმოებულ აგროტექნიკურ ღონისძიებასა და სხვა პირობებზე, ე. ი. ნიადაგი თავისი ნაყოფიერებით რაც უფრო კრელია, მით უფრო მეტი რიცხვის ნიმუში უნდა ავიღოთ და, პირიქით, ერთნაირი რელიეფის, ერთი და იმავე წინამორბედი კულტურის, ერთნაირი აგროტექნიკის გამოყენების პირობებში 20—25 ჰექტარი თანაბარი ნაყოფიერების მქონე ნაკვეთიდან საკმარისია სამი სხვადასხვა ადგილიდან აღებული ნიმუში. ხშირად, ნაკვეთის დახასიათებისათვის ნიადაგის რამდენიმე ნიმუშს ერთიმეორეში კარგად ურევენ და ამგვარად იღებენ ერთ საშუალო ნიმუშს, რომელსაც შერეული ეწოდება.

ნიადაგის ნიმუშს შემდეგნაირად იღებენ. ნიმუშის ასაღებ ადგილს წინასწარ წმენდენ ბალახებისაგან, შემდეგ სპეციალური ბურღის ან ბარის საშუალებით იღებენ ნიადაგის ნიმუშს გარკვეული სიღრმიდან. ნიმუშები აიღება ისეთი ტენიანობის პირობებში, რომ ნიმუშების ასაღებ ბურღს ან ბარს ნიადაგი ძლიერ არ მიეკრას. ნიადაგს, უპირველეს ყოვლისა, აცლიან ფესვებს, ქვებს და სხვა მინარევებს და შემდეგ იღებენ ნიმუშს დაახლოებით 700—1000 გრამის რაოდენობით. ნიადაგის ნიმუში ეტიკეტითურად კარგად იხვევა ქაღალდში და იგზავნება საანალიზოდ ლაბორატორიაში. ეტიკეტზე იწერება რაიონის, სოფსაბჭოს, კოლმეურნეობისა და ნაკვეთის სახელწოდება. აგრეთვე რა სიღრმეზე, ვის მიერ და როდისაა აღებული ნიადაგის ნიმუში.

თუ განზრახული გვაქვს ნიადაგში წყალხსნადი საკვები ნივთიერების განსაზღვრა, მაშინ საჭიროა ნიმუში ჩავეყაროთ მინის ჰერმეტიკულად თავდახურულ მილესილისაცობიან ქილაში. იმ შემთხვევაში, თუ ნიადაგში არ ვსაზღვრავთ წყალხსნად საკვებ ნივთიერებებს, მაშინ შესაძლებლობის მიხედვით უმჯობესია ადგილზევე გავაშროთ ნიადაგის ნიმუში და ისე გავგზავნოთ ლაბორატორიაში. ლაბორატორიაში მიღებული ნიადაგის ნიმუშს ადვრიცხავთ, ლაბორატორიის ჟურნალში ჩავეწერთ, თუ საიდან არის გამოგზავნილი ნიადაგის ნიმუში, ვის მიერ და როდის არის აღებული და სხვ. თუ ნიადაგის ნიმუში არ არის ჰაერზე მშრად

ლი, მაშინ ის სპეციალურ ოთახში, რომელიც მკვებებისა და ამონიაკისაგანაა დაცული, უნდა გავშალოთ თხელ ფენად და გამოვაშროთ. შემდეგ მოვაცილოთ მექანიკური მინარევიები და დავაწყვით ფაიფურის როდინში, აღებული ნიმუში მთლიანად უნდა გავატაროთ ერთმილიმეტრიან დიამეტრის მქონე საცერში. გაცირილი ნიადაგის ნიმუში უნდა მოვათავსოთ სპეციალურ მუყაოს ყუთში ეტიკეტთან ერთად და შევინახოთ სპეციალურ ადგილას. თუ გვსურს ნიადაგში განვსაზღვროთ ჰუმუსი და აზოტი, მაშინ ჰაერზე გამშრალ ნიადაგის ნიმუშიდან (დაწყვიძმდე) უნდა ავიღოთ საშუალო სინჯი დაახლოებით 40 — 50 გრამის რაოდენობით; გამადიდებელი შუშის დახმარებით პინცეტით მას უნდა მოვაშროროთ ფესვები და სხვა მინარევიები და შემდეგ დავნაყოთ აგატის როდინში. ჰუმუსისა და აზოტის განსაზღვრისათვის აღებული ნიადაგის ნიმუში უნდა შევახვიოთ ქალაღში და შევინახოთ მუყაოს ყუთში ჩაყრილ 1 მილიმეტრიან საცერში გაცირილ ნიადაგთან ერთად.

ამის შემდეგ ნიადაგის ნიმუში საანალიზოდ მზადაა. ყოველი ანალიზის წარმოების წინ საჭიროა ავიღოთ საშუალო დამახასიათებელი სინჯი, რისთვისაც მუყაოს ყუთში მოთავსებული ნიადაგი უნდა გადმოვყაროთ პერგამენტის ქალაღზე და გავშალოთ თხელ ფენად. თხელ ფენად გაშლილი ნიადაგის ნიმუში უნდა დავყოთ პატარა ოთხკუთხედად და კოვზით თითოეული ოთხკუთხედიდან საანალიზოდ ავიღოთ საშუალო სინჯი დაახლოებით თანაბარი რაოდენობით.



ნახ. 20. ფაიფურისა და აგატის ფილი.

ბ) ტენიანობისა და ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრა ნიადაგში

აგრონომიულ მეცნიერებაში ცნობილია, რომ მცენარის ნორმალური ზრდა-განვითარება და მაღალი მოსავლის მიღება დიდადაა დამოკიდებული მთელ სავეგეტაციო პერიოდში ტენით მის უზრუნველყოფაზე. ეს უკანასკნელი განსაზღვრავს სასუქების ეფექტურობასაც. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მიწის პირობებში ნიადაგში არსებული ტენის რაოდენობის ცოდნას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ნიადაგის ტენიანობა დამოკიდებულია როგორც გარემო პირობებზე (ატმოსფეროს ნალექებზე, ტემპერატურაზე, ჰაერის ტენიანობაზე და

სხვა), თვით ნიადაგის თავისებურებებზე. ზოგჯერ ატმოსფეროს წლიური ნალექები დიდია, მაგრამ მცენარე იჩაგრება ნიადაგში წყლის ნაკლებობით, ასეთ შემთხვევებს შეიძლება ადგილი ჰქონდეს მაშინ, როდესაც ნიადაგს თავისი თვისებების გამო, არ შეუძლია წყალი საკმარის რაოდენობით შთანთქმას და ის მცენარეს რეგულარულად მიაწოდოს. ხშირად ბუნებაში ვხვდებით საწინააღმდეგო ფაქტსაც. მაგალითად, ატმოსფეროს ნალექები შედარებით ნაკლები რაოდენობითაა, ხოლო მცენარე კი უზრუნველყოფილია წყლით. ეს აიხსნება იმით, რომ ნიადაგს აქვს უნარი შთანთქმოს წყალი და რეგულარულად მიაწოდოს მცენარეს. ამრიგად, როგორც ზემოთ დავინახავთ, ატმოსფეროს ნალექების, ტემპერატურისა და ჰაერის ტენიანობის გარდა, მცენარის წყლით მომარაგების საქმეში დიდ როლს თამაშობს თვით ნიადაგის თვისებები.

ნიადაგში ტენის (წყლის) რეგულირება შეიძლება სხვადასხვა აგროტექნიკური ღონისძიებების გატარებით. მაგალითად, სილნარს ან ქვიშნარს არა აქვს უნარი შეაკავოს წყალი. ასეთ ნიადაგში კოლოიდების რაოდენობის გადიდებით (ორგანული სასუქების შეტანით) წყლის შემცველობა გაიზრდება, ე. ი. აღნიშნული ღონისძიების გატარების შემდეგ ნიადაგს საშუალება მიეცემა მეტი რაოდენობით შთანთქმოს წყალი და რეგულარულად მიაწოდოს მცენარეს. გარდა ამისა, წყლის რეგულირება შეიძლება ნიადაგის წესიერი დამუშავებით, ნიადაგის დამულჩვით, მორწყვითა და სხვა საშუალებებით.

ტენის რაოდენობა ნიადაგში ცვალებადია. ის ხშირად იცვლება ატმოსფეროს ნალექების, ტემპერატურის, ჰაერის ტენიანობის, ნიადაგის დამუშავებისა და სხვა პირობების ზეგავლენით. ამიტომ მინდვრად ნიადაგის ტენის მხოლოდ ერთხელ განსაზღვრა საკმარისი არ არის წყლის რეჟიმზე დასკვნის გამოსატანად. აქედან გამომდინარე, ვეგეტაციის პერიოდში აუცილებელია ნიადაგში ტენის რამდენჯერმე განსაზღვრა, რაც უდავოდ მოგვცემს სრულ წარმოდგენას იმაზე, თუ რამდენად არის მცენარე უზრუნველყოფილი ტენით მთელ სავეგეტაციო პერიოდში.

გარდა ზემოაღნიშნულისა, ნიადაგში ტენის განსაზღვრა საჭიროა სხვა მიზნითაც. ხშირად აგროქიმიკაში მიმართავენ ნიადაგში წყალხსნადი ნივთიერებების განსაზღვრას. ასეთ შემთხვევაში მინდვრად აღებულ ნიადაგის ნიმუშს კი არ ამრობენ, არამედ სველ მდგომარეობაში უკეთებენ ანალიზს და არკვევენ მასში წყალხსნადი საკვები ნივთიერების რაოდენობას. ჩვენს მიერ გამოკვლეული მცენარისათვის ამა თუ იმ ნივთიერებათა საჭირო რაოდენობა რომ გავიანგარიშოთ 100 გრამ აბსოლუტურ მშრალ ნიადაგზე და მიღებული მონაცემები შევად-

რომ სხვა მონაცემებთან, საჭიროა საკვები ნივთიერების პარალელურად განვსაზღვროთ ნიადაგში ტენის რაოდენობაც.

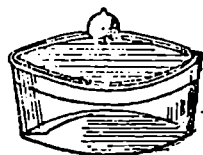
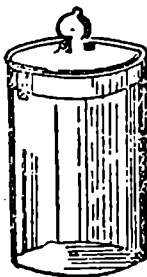
ნიადაგში ტენის განსაზღვრის მრავალი მეთოდი არსებობს. მათგან აღსანიშნავია Masson-ის კარბიდული მეთოდი, Baugincos-ის ალკოჰოლური მეთოდი, გარკვეულ ტემპერატურაზე (100—105°) ნიადაგის გახურებით წყლის დაკარგვისა და სხვა მეთოდები.

ჩვენ ქვემოთ დაწვრილებით აღწერთ განსაზღვრულ ტემპერატურაზე ნიადაგის გახურებისას წყლის დაკარგვით ტენის განსაზღვრის მეთოდს.

მინდვრის პირობებში ნიადაგში არსებული ტენის განსაზღვრის დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მივაქციოთ იმას, რომ ნიმუშის აღებისას ტენი არ დაიკარგოს. ამიტომ მინდვრად ნიადაგში ტენის განსაზღვრისას, საჭიროა წინასწარ ვიქონიოთ 105° ტემპერატურის პირობებში გამომშრალი და გამოწონილი, სპეციალურ ყუთში ჩაწყობილი ალუმინის საშრობი ჭიქები.

მინდვრად აღებული ნიადაგის ნიმუშს უნდა მოვაცილოთ ფესვები და სხვა მექანიკური მინარევები, რის შემდეგ თბლად გავშლით მუყაოზე, დაეყოფთ რამდენიმე პატარა ოთხკუთხედებად და კოვზით ვიღებთ საშუალო სიჩქარს, რომელსაც მოვთავსებთ წინასწარ 105° ტემპერატურაზე გამომშრალ და გამოწონილ ალუმინის საშრობ ჭიქაში.

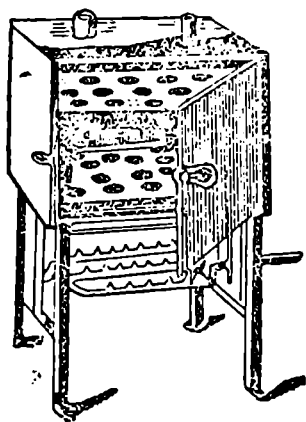
ალუმინის საშრობ ჭიქას ნიადაგით მთლიანად კი არ ავავსებთ, არამედ ნახევარზე ცოტა მეტს ჩავყრიტ. საშრობ ჭიქაში ჩაყრილ ნიადაგს ლაბორატორიაში გავუკეთებთ ანალიზს და განვსაზღვრავთ მასში არსებულ ტენის რაოდენობას. როგორც აღვნიშნეთ, ცარიელი ალუმინის საშრობი ჭიქის წონა ჩვენთვის ცნობილია. ლაბორატორიაში ვიგებთ საშრობი ჭიქისა და მასში საანალიზოდ ჩაყრილი ნიადაგის წონას ერთად.



ნახ. 21. საშრობი ჭიქა.

ამის შემდეგ თავახდილ საშრობ ჭიქას ვათავსებთ თერმოსტატში, სადაც ტემპერატურა უნდა იყოს ზუსტად 100-105°. თერმოსტატში აღნიშნული ტემპერატურის შენარჩუნებით 5 საათის განმავლობაში ვაწარმოებთ ნიადაგის გამომშრობას, რის შემდეგ გამოგვაქვს საშრობი ჭიქა და თავდახურულს ვათავსებთ ექსიკატორში გასაცივებლად. როგორც წესი, ექსიკატორში საშრობი ჭიქა უნდა იყოს არანაკლები 20—30 წუთისა, რის შემდეგ მას ვიღებთ და ვწონით. ანალიზის სიზუსტეში

დარწმუნებული რომ ვიყოთ, თავახდილ საშრობ ჭიქას ხელშეიარეოდ ვდგამთ თერმოსტატში და განმეორებით გამოვაშრობთ 100 — 105°

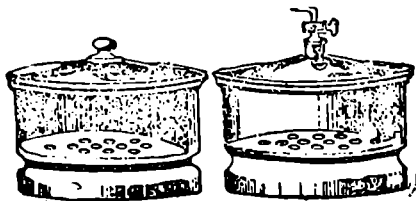


ნახ. 22. თერმოსტატი.

ტემპერატურაზე $\frac{1}{2}$ —1 საათის განმავლობაში. საშრობი ჭიქა ისევ გამოგვაქვს თერმოსტატიდან და თავდახურულს ვათავსებთ ექსიკატორში გასაცივებლად 20-30 წუთით. ამის შემდეგ ეწონით მას. თუ გამოშრობის შემდეგ პირველი და მეორე წონა დაახლოებით თანაბარია, მაშინ ტენიანობის განსაზღვრას დამთავრებულად ვთვლით. მაგრამ სხვაობა მივიღეთ გრამის მისეოდ ფარგლებში, მაშინ კვლავ განვაგრძობთ ნიადაგის გამოშრობას. ნიადაგში ტენის განსაზღვრის მიმდინარეობის ჩაწერას ვაწარმოებთ შექვეგი სახით:

ნიმუშის №	საშრობი ჭიქის №	საშრობი ჭიქის წონა გრამებით	საშრობი ჭიქისა და ნიადაგის წონა გრამებით	საანალიზოდ აღებული ნიადაგის წონა	საშრობი ჭიქის და ნიადაგის წონა პირველი გამოშრობის შემდეგ	საშრობი ჭიქისა და ნიადაგის წონა მეორე გამოშრობის შემდეგ	ტენის რაოდენობა აღებული წონაში გრამებით	ტენის რაოდენობა პროცენტებით
13	5	12,85	29,67	9,82	18,86	18,80	3,87	39,4

ტენის პროცენტის გაანგარიშება სდება შემდეგნაირად: პირველად გავივებთ საანალიზოდ აღებული სინჯის წონას. ამისათვის ჭიქისა და ნიადაგის საერთო წონას ვაკლებთ ჭიქის წონას. ასე, მაგალითად, ჩვენს მიერ აღებული მონაცემებიდან 22.67—12.85=9,82. ანის შემდეგ ვივებთ საანალიზოდ აღებული ნიადაგის წონაში წყლის



ნახ. 23. ექსიკატორი.

რაოდენობას — საშრობი ქიქისა და სველი ნიადაგის წონას ვაკლებთ საშრობი ქიქისა და ნიადაგის წონას მისი საბოლოოდ გამოშრობის შემდეგ, ე. ი. ჩვენს მიერ მოყვანილ მაგალითიდან საშრობი ქიქისა და ნიადაგის წონას მეორე გამოშრობის შემდეგ:

$$22,67 - 18,80 = 3,87.$$

ამრიგად, 9,82 გრამ საანალიზოდ აღებულ ტენიან ნიადაგში წყალი ყოფილა 3,87 გრამი. ამის შემდეგ ვანგარიშობთ ნიადაგში ტენის (წყლის) პროცენტულ შემცველობას შემდეგი თანათარღობის მიხედვით:

9,82 გრამი საანალიზოდ აღებული ნიადაგი შეიცავს 3,87 გრამ ტენს.

100

$$X = \frac{3,87 \cdot 100}{9,82} = 39,4 \text{ პროცენტს.}$$

გ) ნიადაგში ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრა

როგორც აღვნიშნეთ, საანალიზოდ აღებულ ნიმუშს ჰაერზე ვაშრობთ, ვფქვავთ და ვატარებთ ერთმილიმეტრიანი დიამეტრის მქონე საცერში და შემდეგ მასში ვსაზღვრავთ ამა თუ იმ ნივთიერების რაოდენობას. მოუხედავად იმისა, რომ ნიადაგი ჰაერზე მშრალ მდგომარეობაშია, ის მაინც შეიცავს გარკვეული რაოდენობის წყალს, რადგან ის, როგორც ყველა დაქუცმაცებული სხეული, ზასიათდება ჰიგროსკოპული თვისებებით, ე. ი. აქვს უნარი ჰაერიდან შთანთქოს წყლის ორთქლი. წყლის იმ რაოდენობას, რომელიც შთანთქმულია ნიადაგის მიერ ჰიგროსკოპული წყალი ეწოდება. ნიადაგს, რომელიც შეიცავს ჰიგროსკოპულ წყალს, ჰაერზე მშრალი ნიადაგი ეწოდება. ჰიგროსკოპულობა დამოკიდებულია ნიადაგის თავისებურებაზე და არეს იმ ტემპერატურასა და ტენიანობაზე, რომელშიც ნიმუში იმყოფება. ერთსა და იმავე პირობებში სხვადასხვა ტიპის ნიადაგისათვის ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობა სხვადასხვაა, ე. ი. ნიადაგის შედგენილობა დიდ გავლენას ახდენს მის ჰიგროსკოპულობაზე. თიხით მდიდარი ნიადაგები, სილიანთან შედარებით, ზასიათდებიან უფრო მაღალი ჰიგროსკოპულობით; ასევე, ჰუმუსის რაოდენობის ზრდა ჰიგროსკოპულობის გადიდებას იწვევს. ნიადაგები, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ შთანთქმულ Na-ს, უფრო მაღალი ჰიგროსკოპულობა ახასიათებთ და სხვ. აქვე უნდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ ნიადაგში ჰიგროსკოპული წყლის

რაოდენობა დამოკიდებულია ჰაერის ფარდობით ტენიანობაზე. ნიადაგში ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობაზე გარკვეულ გავლენას ახდენს ჰაერის ტემპერატურაც.

ანალიზის წარმოების დროს საჭიროა ნიადაგში განვსაზღვროთ ჰიგროსკოპული წყალი, რათა შესაძლებელი გახდეს გამოარკვეული ელემენტების გადაანგარიშება 100 გრამ აბსოლუტურად მშრალ ნიადაგზე.

ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრის ყველაზე უფრო მარტივი და მისაღები მეთოდია ნიადაგის ხანგრძლივად გამოშრობა 100-105° ტემპერატურის პირობებში.

ანალიზის მსვლელობა: ცილებზე მინის მილესილსაცობიან საშრობ კიქას (შესაძლებელია ავილოთ ალუმინის საშრობი კიქაც), კარგად გამოფრეცხავთ, შევდგამთ თერმოსტატში; გავაშრობთ 100-105° ტემპერატურაზე 1/2-1 საათის განმავლობაში, შემდეგ საშრობ კიქებს თერმოსტატიდან გამოვიღებთ და ჩავდგამთ ექსიკატორში გასაცივებლად. 20 წუთის შემდეგ საშრობ კიქებს ვწონით ანალიზურ სასწორზე და ვგებულობთ მის წონას. ანალიზურ სასწორზე წინასწარ გამოწონილ მინის საშრობ კიქაში ვწონით ნიადაგს 4-5 გრამის რაოდენობით. საშრობ კიქას ნიადაგითურთ (თავახდილს) ვათავსებთ თერმოსტატში 100 — 105° ტემპერატურის პირობებში და ვაშრობთ მუდმივ წონამდე. თერმოსტატში საშრობი კიქის შედგმიდან სამი საათის გასვლის შემდეგ საშრობ კიქას გამოვიღებთ და 30 წუთით თავდახურულს ჩავდგამთ ექსიკატორში გასაცივებლად. შემდეგ მას ვწონით ანალიზურ სასწორზე და დაკარგული წყლის რაოდენობით ვანგარიშობთ ნიადაგში არსებულ ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობას პროცენტობით. ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრის დროს ანალიზის მსვლელობას ვწერთ ქვემოთყვანილი ფორმის მიხედვით.

ნიშუის №	საშრობი კიქის №	საშრობი კიქის წონა გრამობით	საშრობი კიქის და ნიადაგის წონა გრამობით	ნიადაგის წონა გრამობით	საშრობი კიქისა და ნიადაგის წონა პირველად გამოშრობის შემდეგ	საშრობი კიქისა და ნიადაგის წონა მეორედ გამოშრობის შემდეგ	ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობა აბსოლუტულ სინჯში	ჰიგროსკოპული წყალი პროცენტობით
4	9	6,2	11,2	5,0	10,8	10,8	0,4	8

ჰიგროსკოპული წყლის გაანგარიშება ხდება შემდეგნაირად. საშრობი ჰიქისა და ნიადაგის წონას გამოშრობამდე გამოვაკლებთ საშრობი ჰიქის წონას და გავიგებთ საანალიზოდ აღებულ ნიადაგის წონას. ასე, მაგალითად, $11,2 - 6,2 = 5$ გრამს. შემდეგ საშრობი ჰიქისა და ნიადაგის წონას გამოშრობამდე გამოვაკლებთ მათ წონას გამოშრობის შემდეგ და მივიღებთ ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობას საანალიზოდ აღებულ ნიადაგში. ასე, მაგალითად, $11,2 - 10,8 = 0,4$. ამრიგად, ხუთ გრამ ნიადაგში ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობა 0,4 გრამია. ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობის გაანგარიშება წარმოებს განტოლებით:

$$\frac{5 - 0,4}{100 - X} \quad X = \frac{0,4 \cdot 100}{5} = 8 \text{ პროცენტს.}$$

მაშასადამე, ჩვენს მიერ საანალიზოდ აღებულ ნიადაგში ჰიგროსკოპული წყლის რაოდენობა 8 პროცენტს უდრის.

ჰაერზე მშრალი ნიადაგის ნიმუშში განსაზღვრულ ამა თუ იმ ნივთიერებათა რაოდენობას ვამრავლებთ ჰიგროსკოპულობის კოეფიციენტზე და ვგებულობთ გამოსარკვევ ნივთიერებათა რაოდენობას 100 გრამ აბსოლუტურ მშრალ ნიადაგში. ჰიგროსკოპულობის კოეფიციენტის გაანგარიშება წარმოებს შემდეგნაირად:

$$K = \frac{100}{100 - X}$$

სადაც K — არის ჰიგროსკოპულობის კოეფიციენტი, X — ჰიგროსკოპული წყალი პროცენტობით. მაგალითად, ჰაერზე მშრალ ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობა უდრიდა 6 პროცენტს. მასში ჰიგროსკოპული წყალი 8 პროცენტია. აბსოლუტურად მშრალ ნიადაგში ჰუმუსის რაოდენობა პროცენტობით რომ გავიანგარიშოთ, საჭიროა ჯერ გავიანგარიშოთ ჰიგროსკოპულობის კოეფიციენტი. მოცემულ შემთხვევაში ის უდრის:

$$K = \frac{100}{100 - 8} = \frac{100}{92} = 1,087.$$

ამის შემდეგ ჰაერზე მშრალ ნიადაგში არსებული ჰუმუსის პროცენტული შემცველობა უნდა გავამრავლოთ ჰიგროსკოპულობის კოეფიციენტზე და გავიგებთ ჰუმუსის შემცველობას 100 გრამ აბსოლუტურად მშრალ ნიადაგში. $6 \times 1,087 = 6,52$. მაშასადამე, ჩვენს მიერ საანალიზოდ აღებულ ნიადაგში ჰუმუსის რაოდენობა უდრის 6,52 პროცენტს.

დ) აზოტიან სასუქებზე ნიადაგისა და კულტურული მცენარის მოთხოვნილების განსაზღვრა ქიმიური მეთოდით

მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის აზოტს მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს. მას მცენარე საკმაოდ დიდი რაოდენობით ითვისებს ნიადაგიდან, ვიდრე ფოსფორს.

მარცვალს უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავს აზოტს, ვიდრე ჩალა. რაც შეეხება კალიუმს, ჩალაში მისი შემცველობა მეტია, ვიდრე მარცვალში. ამიტომ სისტემატურად ერთი და იმავე კულტურის თესვა (გარდა პარკოსნებისა) იწვევს ნიადაგის აზოტით გაღარიბებას.

ნიადაგში არსებული აზოტი ატმოსფეროს ნალექების ზემოქმედების შედეგად ადვილად ჩაირეცხება ღრმა ფენებში, განსაკუთრებით ნიტრატები. ამის შედეგად ადგილი აქვს ნიადაგის გაღარიბებას აზოტისაგან. სწორედ ამიტომაც, რომ თითქმის ყოველნაირი ტიპის ნიადაგზე, ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარის მიმართ აზოტიანი სასუქების გამოყენება მნიშვნელოვნად აღიძვრს როგორც მოსავალს, ისე აუმჯობესებს მისი პროდუქციის ხარისხს.

ნიადაგში აზოტის დაგროვების რამდენიმე წყარო არსებობს. ნიადაგში აზოტის რაოდენობრივი ზრდა შესაძლებელია, მასში თავისუფლად მცხოვრები ბაქტერიების მეშვეობით. აზოტის დაგროვების მეტად დიდ წყაროს წარმოადგენს თესლბრუნვაში პარკოსანი კულტურების, განსაკუთრებით მრავალწლიანი პარკოსანი მცენარეების თესვა, ე. ი. ნათესბალახიანი თესლბრუნვის შემოღება, პარკოსანი მცენარეების სასუქად გამოყენება.

ნიადაგში აზოტის დაგროვება ხდება წვიმის წყლების საშუალებითაც. ეს უკანასკნელი მცირე რაოდენობით მაინც შეიცავს აზოტს. ნიადაგის აზოტით გამდიდრება შესაძლებელია აგრეთვე ადგილობრივი მნიშვნელობის ორგანული სასუქების გამოყენებით და სხვ.

უნდა აღვნიშნოთ, რომ ნიადაგში აზოტის დაგროვების ყველა ეს წყარო მაინც არ არის საკმარისი იმისათვის, რომ ყველგან მივიღოთ მყარი და მაღალი მოსავალი. ამისათვის ნიადაგის აზოტით გამდიდრების ზემოჩამოთვლილი წყაროების პარალელურად საჭიროა გამოვიყენოთ სამრეწველო მინერალური აზოტიანი სასუქები.

მრავალი ცდითა და პრაქტიკული გამოცდილებით დამტკიცებულია, რომ სამრეწველო აზოტიანი სასუქების წესიერი გამოყენებით შესაძლებელია მოსავლიანობის ერთიორად და ზოგჯერ მეტადაც გადიდება. აღსანიშნავია, რომ ყველა ნიადაგი და ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარე ერთნაირ მოთხოვნილებას როდესაც უყენებს აზოტიან სასუქებს. ამიტომ აზოტიანი სასუქების წესიერად

გამოყენებისათვის აუცილებელია, უპირველეს ყოვლისა, ვიცოდეთ რა მოთხოვნებს აყენებს მოცემული ნიადაგი აღნიშნულ სასუქზე.

საერთოდ სასუქებზე ნიადაგის მოთხოვნის განსაზღვრის ყველაზე უკეთეს მეთოდად მინდვრის ცდები ითვლება. მაგრამ ნიადაგის სახესხვაობისა და ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარის მიმართ მინდვრის ცდების ჩატარება და მისგან მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე აზოტიანი სასუქების გამოყენების საჭიროების დადგენა ძნელია, რადგან ის მოითხოვს დიდ დროს, დიდი რაოდენობით კვალიფიციურ სპეციალისტებს და მნიშვნელოვანი რაოდენობის თანხებს.

აქვე უნდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ სოფლის მეურნეობაში სისტემატურად სასუქების გამოყენების პირობებში მინდვრის ცდების მონაცემებით ერთხელ დადგენილი სასუქების მოსალოდნელი ეფექტურობა არ არის სტაბილური და აუცილებელია ის დროგამოშვებით შევაზოწმოს. ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, მეცნიერები შეეცადნენ შეემუშაებინათ უფრო მარტივი და იაფფასიანი მეთოდი აზოტიანი სასუქების მოსალოდნელი ეფექტურობის დასადგენად.

ლიტერატურაში ცნობილია სასუქების მოსალოდნელი ეფექტურობის განსაზღვრის მრავალი მეთოდი. ჩვენ აქ განვიხილავთ ზოგიერთ ქიმიურ მეთოდს.

წინასწარ უნდა აღვნიშნოთ, რომ უკანასკნელი მეთოდი ლიტერატურაში ყველაზე უფრო სუსტადაა დამუშავებული, რადგან ნიადაგში არსებული აზოტი მეტად დინამიკურია და ერთხელ აღებულ ნიმუშში მისი განსაზღვრით მეტად ძნელია სწორედ იმ აზოტის განსაზღვრა, რომელსაც მცენარე ნიადაგიდან ითვისებს მთელ სავეგეტაციო პერიოდში.

იმისათვის, რომ ნათელი წარმოდგენა გვქონდეს იმაზე, თუ რამდენად შეუძლია უზრუნველყოს ნიადაგმა მცენარის მოთხოვნილების დაკმაყოფილება აზოტით მთელ სავეგეტაციო პერიოდში, საჭიროა ვიცოდეთ როგორც წყალხსნადი NO_3 და NH_4 , ისე შთანქმული და ადვილად ჰიდროლიზებული აზოტის რაოდენობა ნიადაგში.

ე) ნიადაგში ადვილად ჰიდროლიზებული აზოტის განსაზღვრა ტიურინისა და კონონოვას მეთოდით

ცნობილია, რომ ნიადაგში აზოტი მოიპოვება როგორც მინერალური, ისე ორგანული შენაერთების სახით. მცენარე მისთვის საჭირო აზოტს ნიადაგიდან ითვისებს ძირითადად NO_3 , NO_2 და NH_4 -ის მარილების სახით.

ორგანული ფორმის აზოტს მცენარე ითვისებს მისი მინერალიზაციის შემდეგ. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მინერალური ფორმის აზოტი ნიადაგში მეტად მცირე რაოდენობითაა, ის საერთო აზოტის დაახლოებით 1 პროცენტს უდრის. ამიტომ ადვილად ჰიდროლიზებული აზოტის განსაზღვრას, ე. ი. ნიადაგში იმ ფორმის აზოტის განსაზღვრა, რომელიც მცენარის სავეგეტაციო პერიოდში გადმოვა მინერალური აზოტის ფორმაში და რომლის გამოყენებაც მცენარეს შეეძლება თავისი ზრდა-განვითარებისათვის უდავოდ მნიშვნელოვანია.

ტიურინისა და კონონოვას მეთოდი იმაში მდგომარეობს, რომ მათი მეშვეობით ვსაზღვრავთ ნიადაგში არსებულ არა მარტო მინერალური ფორმის (ამონიაკური და ნიტრატული აზოტის), არამედ ორგანული აზოტის ნაწილს, რომელიც უახლოეს ხანში (ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად) გადადის მინერალური აზოტის ფორმაში.

ავტორები ნიადაგში ადვილად ხსნად (ადვილად ჰიდროლიზებულ) აზოტს საზღვრავენ ნიადაგზე $0,5\text{N H}_2\text{SO}_4$ -ის ხსნარის მოქმედებით. ამ დროს ხსნარში გადმოდის ნიადაგში არსებული ამონიაკური და ნიტრატული ფორმის აზოტი, აგრეთვე ორგანული ფორმის აზოტის ნაწილი, რომელიც უახლოეს ხანში (ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად) გადავა მინერალური ფორმის აზოტში — ამინომჟავები და ამიდები.

ანალიზის მსვლელობა: ვიღებთ 20 გრამ ნიადაგს და ცყრით მას 250-300 მლ ქიმიურ კოლბაში, ვუმატებთ 100 მილიგრამ $0,5\text{N}$ გოგირდის მჟავას, ვანჯღრევთ სამ წუთს და ვტოვებთ უძრავ მდგომარეობაში 16-18 საათის განმავლობაში (პარალელურად უნდა განვსაზღვროთ ჰიგროსკოპული წყალი). აღნიშნული დროის გავლის შემდეგ კოლბაში მოთავსებულ ხსნარს ვფილტრავთ, ფილტრატიდან ვიღებთ 50 მილიგრამ ხსნარს და მას ვასხამთ 100-200 მლ ქიმიურ კოლბაში. ვუმატებთ 0,5 გრამ ლითონური რკინისა და თუთიის ნარევეს, როგორც აღმდგენელს (1 წილი რკინა, 9 წილი თუთია) და კოლბაში მოთავსებულ ხსნარს ვაცხელებთ ადუღებამდე, შემდეგ ვაცივებთ, ვუმატებთ 5 მლ კონცენტრირებული გოგირდის მჟავას (ხვედრიითი წონა 1,84) და ვაორთქლებთ ცეცხლზე თეთრი SO_2 -ის ბოლის გამოყოფამდე, ხსნარის გამუქებამდე.

ყოველივე ამის შემდეგ მას ვუმატებთ ორ მილიგრამ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 20 პროცენტიან ხსნარს, კოლბას ვახურავთ პატარა ძაბრს, ვადუღებთ 10 წუთს ხსნარის გამწვანებამდე. ხსნარს ვაცივებთ და დაახლოებით 100-120 მილიგრამი წყლის საშუალებით გადმოგვაქვს 300-500 მლ კელდალის აპარატის გადასადენ კოლბაში.

კელდალის აპარატის მიმღებ ქიქაში ვასხამთ ზუსტი კონცენტრა-

ციის $0,02 \text{ nH}_2\text{SO}_4$ 15 მლ რაოდენობით და ვუმატებთ 5 წვეთ ინდიკატორს კონგო წითელს. გადასადენ კოლბაში არსებულ ხსნარს ვუმატებთ 20 მლ 50-პროცენტიან NaOH -ის ხსნარს, მასში ვაგდებთ თუთიის პატარა ნატეხს (ხსნარის თანაბრად დუღილის მიზნით) და ვუერთებთ კელდალის აპარატს.

კელდალის აპარატში დაახლოებით $1/2-1$ საათის განმავლობაში წარმოებს ამონიაკის გადადენა. ამ უკანასკნელის დამთავრებას ვგებულობთ ნესლეგის რეაქტივით. მიმღების მილიდან გამომავალ რამდენიმე წვეთს სინჯარაში ვაგროვებთ და ვუმატებთ ნესლეგის რეაქტივს. თუ ხსნარი ყვითლად შეიფერა, მაშინ ამონიაკის გადადენა დაუმთავრებელია და საჭიროა მისი გაგრძელება. მიმღებ ქიქაში მოთავსებული $0,02 \text{ nH}_2\text{SO}_4$ ნაწილი დაიხარჯება გამოყოფილი ამონიაკის გასაწეიტრალეზად. დარჩენილ $0,02 \text{ nH}_2\text{SO}_4$ -ს ვტიტრავთ $0,02 \text{ nNaOH}$ -ის ხსნარით. დატიტრვის წინ ქიქაში მოთავსებული ხსნარი უნდა ავაღუღლოთ, რათა თავიდან ავიცილოთ CO_2 -ის მოქმედება ანალიზის სიზუსტეზე. შემდეგ ვაწარმოებთ ჰიდროლიზებული აზოტის გაანგარიშებას. ცნობილია, რომ 1 მილიგრამ $0,02 \text{ nH}_2\text{SO}_4$ -ს ხსნარს შეუძლია შებოჭოს $0,28$ მილიგრამი აზოტი.

აზოტის გაანგარიშება. ჰიდროლიზებული აზოტი $\times 100$ გრამ ნიადაგში უდრის $(15 \times T_1 - a \times T_2)$. $0,28 \times 10$, სადაც 15 არის $0,02 \text{ nH}_2\text{SO}_4$ მილიგრამობით, რომელიც აღებულია მიმღებ ქიქაში. T_1 — $0,02 \text{ nH}_2\text{SO}_4$ -ს შესწორების კოეფიციენტი, a — $0,02 \text{ n NaOH}$ მლ, რომელიც დაიხარჯა თავისუფალ $0,02 \text{ nH}_2\text{SO}_4$ -ის დასატიტრად. T_2 — $0,02 \text{ n NaOH}$ შესწორების კოეფიციენტი; იგი გამრავლებულია $0,28$, რადგან 1 მლ $0,02 \text{ n H}_2\text{SO}_4$ -ს შეუძლია შებოჭოს $0,28$ მილიგრამი აზოტი. მას გამრავლებთ 10-ზე იმისათვის, რომ ჰიდროლიზებული აზოტის რაოდენობა გავიანგარიშოთ 100 გრამ ნიადაგზე, რის შემდეგ გადავიანგარიშებთ 100 გრამ აბსოლუტურ მშრალ ნიადაგზე.

ავტორის აზრით, აღნიშნული მეთოდი შესაძლებელია გამოვიყენოთ ნიადაგის მოთხოვნილების დასადგენად აზოტის სასუქებზე.

ტიურინის შეხედულებით, თუ ჰიდროლიზებული აზოტი $4,0-4,5$ მილიგრამამდეა 100 გრამ ნიადაგში, მაშინ მცენარე დიდ მოთხოვნილებას აყენებს აზოტიან სასუქებზე, თუ $4,5$ -დან $6,0$ მილიგრამამდე მერყეობს, მაშინ ასეთი ნიადაგები საშუალო მოთხოვნილებას აყენებენ აზოტიან სასუქებზე, ხოლო თუ $6,0$ მილიგრამზე მეტია 100 გრამ ნიადაგში მცირე მოთხოვნილებას აყენებენ, ე. ი. ასეთ ნიადაგებში აზოტიანი სასუქების შეტანა საჭირო არ არის.

ავტორის მონაცემების მიხედვით, ზემოაღნიშნული მეთოდი ეწერ და შავმიწა ნიადაგებზე მინდვრის ცდებთან შედარებით 80 პროცენტით ზუსტ პასუხს იძლევა. მართალია, ეს არ არის საკმარისი, მაგრამ შეიძლება შემდგომში მისი კიდევ უფრო დაზუსტდება და სხვა უფრო ზუსტი მეთოდების შემუშავება.

რეაქტივები

1. C,5 n H_2SO_4
2. რკინისა და თუთის აღმდგენელი ნარევი შეფარდებით 1 : 9.
3. ქიმიურად სუფთა H_2SO_4 (ხვედრითი წონა 1,84).
4. 20 პროცენტიანი $K_2Cr_2O_7$ ხსნარი. ვილებთ 20 გრამ $K_2Cr_2O_7$ ვხსნით მას წყალში და წყლის მიმატებით მიგვყავს 100 მილიგრამამდე.
5. 0,02 n H_2SO_4 .
6. კონგოწითელი.
7. 50 პროცენტიან $NaOH$ ხსნარი (რომელიც არ შეიცავს ამონიაკს). ვილებთ 50 გრამ $NaOH$ და ვხსნით 100 მილიგრამ წყალში.
8. თუთიის ნატეხები (ბურბუშელა).
9. 0,02 n $NaOH$.

ვ) ფოსფორიან სასუქებზე ნიადაგისა და მცენარის მოთხოვნილების განსაზღვრის ქიმიური მეთოდები

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ფოსფორს მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს. იგი მისთვის საჭირო ფოსფორს ითვისებს მხოლოდ და მხოლოდ ნიადაგიდან ძირითადად ორთოფოსფორის შეყვას მარილების სახით.

ფოსფორი ნიადაგში მოიპოვება როგორც ორგანული, ისე მინერალური შენაერთების — კალციუმის, მაგნიუმის, რკინისა და ალუმინის — მარილების სახით.

დამტკიცებულია, რომ მცენარეს თავისი ზრდა-განვითარებისათვის შეუძლია შეითვისოს ნიადაგიდან არა მარტო წყალხსნადი ფორმები ფოსფორიანი შენაერთებისა, არამედ არაწყალხსნადიც, ე. ი. აღსორბირებული PO_4 და ფოსფორი, რომელიც იხსნება სუსტი კონცენტრაციის მინერალურ და ორგანულ შეყვებში. ამიტომაც, რომ ნიადაგში როგორც წყალხსნადი, ისე საერთო ფოსფორის რაოდენობის

ცოდნა ჩვენ საშუალებას არ გვაძლევს გავიგოთ; თუ რამდენად უზრუნველყოფილია მცენარე ფოსფორით, ე. ი. საჭიროა თუ არა ნიადაგში ფოსფორიანი სასუქების ხელოვნურად შეტანა. სწორედ ამიტომ მეცნიერები მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ შეემუშაებინათ ნიადაგში არსებული ფოსფორის განსაზღვრის ისეთი მეთოდები, რომელთა გამოყენებით შესაძლებელი იქნებოდა ფოსფორის რაოდენობის განსაზღვრა, რომლის შეთვისებაც მცენარეს თავის ფესვთა სისტემის საშუალებით შეუძლია. ამ გზით მეცნიერებს სურდათ მიეცათ ნიადაგისა და მცენარის ფოსფორიან სასუქებზე მოთხოვნილების განსაზღვრის მარტივი მეთოდები.

ადვილად ხსნადი ფოსფორის განსაზღვრის მრავალი მეთოდი არსებობს. ასეთებია: კირსანოვის, არენიუსის, ტრუოგის, შორგანის, დასის, ლემერმანისა და სხვ. მეთოდები.

ეს მეთოდები ერთიმეორისაგან პრინციპულად იმით განსხვავდებიან, რომ ნიადაგში მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრისათვის სხვადასხვა გამხსნელებია გამოყენებული. ასე, მაგალითად, კირსანოვი მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი ფოსფორის განსაზღვრისათვის იყენებს $0,2n$ HC-ს, არენიუსი — 1 პროცენტიან ლიმონმჟავას ხსნარს, ტრუოგი — $0,002n$ H_2SO_4 -ს, დასი — 1 პროცენტიან K_2CO_3 -ის ხსნარს და ა. შ. ამ ავტორთა ძირითადი მიზანი იმაში მდგომარეობს, რომ შეარჩიონ ისეთი გამხსნელები, რომელთა გამოყენებით შესაძლებელი გახდება სწორედ იმ ფოსფორის რაოდენობის განსაზღვრა, რომელსაც მცენარე შეითვისებს ნიადაგიდან თავის ფესვთა სისტემის საშუალებით.

აღნიშნული ავტორები ნიადაგში ადვილად ხსნადი ფოსფორის განსაზღვრის მეთოდს ამოწმებდნენ მინდვრის ცდების მონაცემებით. ისინი ამა თუ იმ ნიადაგში ადვილად ხსნადი ფოსფორის რაოდენობის მიხედვით ადგენდნენ ნიადაგისა და მცენარის მოთხოვნილებას ფოსფორიან სასუქებზე.

ნიადაგში ადვილად ხსნადი ფოსფორის განსაზღვრა არენიუსის მეთოდით (ВУУА-ს მოდიფიკაცია)

არენიუსმა ადვილად ხსნადი ფოსფორის განსაზღვრისათვის გამოიყენა ლიმონის მჟავას 1 პროცენტიანი ხსნარი. ამ მეთოდის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: ნიადაგზე ლიმონის მჟავას 1 პროცენტიანი ხსნარის მოქმედების შედეგად ხსნარში გადმოსულ ფოსფორს ვუმატებთ მოლიბდენმჟავა ამონიუმის და გოგირდოვანი მჟავას ნატრიუმის მარილის ხსნარს, რის შედეგადაც ვღებულობთ ლურჯ შეფერვას. შეფერვის ინტენსივობა დამოკიდებულია

ხსნარში არსებული ფოსფორის რაოდენობაზე. საკვლევი ხსნარისა და სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარის შეფერვათა ინტენსივობის შედარებით ვგებულობთ ნიადაგში ადვილადხსნადი ფოსფორის რაოდენობას.

ანალიზის მსვლელობა: ვიღებთ 1 მილიმეტრიან დიამეტრის მქონე საცერში გატარებულ ჰაერზე მშრალ 5 გრამ ნიადაგს, ვათავსებთ 250-300 მლ კოლბაში, ვუმატებთ 50 მლ ლიმონმჟეას 1 პროცენტიან ხსნარს. კოლბაში მოთავსებულ ნიადაგსა და ხსნარს ვანჭვრევთ ორი საათის განმავლობაში, შემდეგ ვტოვებთ 20 საათით უძრავ მდგომარეობაში, ხელმეორედ ვანჭვრევთ 2 საათის განმავლობაში და ვფილტრავთ წინასწარ მომზადებული ფოსფორის არაშემცველ ფილტრში. გაფილტვრისას უნდა შევეცადოთ, რომ კოლბაში არსებული ნიადაგის მეტი რაოდენობა გადატანილ იქნას ფილტრზე. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ დასაშვებია ნიადაგისა და ხსნარის ნჯვრევა 4 საათის განმავლობაში, მისი დატოვება უძრავ მდგომარეობაში 20 საათით და იქიდან სათანადო რაოდენობის გამჟვირვალე ხსნარის ამოღება პიპეტით გაფილტვრის გარეშე.

არენიუსის მეთოდით ადვილადხსნადი ფოსფორის განსაზღვრისას საჭიროა აღვრიცხოთ ოთახის ტემპერატურა, ვინაიდან იგი გარკვეულ გავლენას ახდენს ნიადაგში არსებული ფოსფორის ხსნადობაზე.

ფილტრატიში არსებულ ფოსფორს ვსაზღვრავთ შემდეგნაირად: წინასწარ ვამზადებთ 40-50 ცალ ერთი ზომისა და ერთი ფერის, ერთნაირი მინისაგან გაკეთებულ სინჯარებს, მათ ვაყალიბებთ 10 მლ მოცულობაზე და შავი საღებავით აღვნიშნავთ. თითოეულ სინჯარაში ვასხამთ 2 მლ გამჟვირვალე ფილტრატს და წყლის მიმატებით მიგვყავს 5 მლ--მდე. თუ საკვლევი ხსნარი მეტადაა შეფერილი, მაშინ 2 მლ-ის ნაცვლად მიზანშეწონილია ავიღოთ 1 მლ ფილტრატი. შემდეგ სინჯარაში მოთავსებულ ხსნარს ვუმატებთ 1 მლ რეაქტივ 1-ს (მოლიბდენმჟეა ამონიუმს გახსნილს გოგირდის მჟეაში).

სინჯარაში მოთავსებულ ხსნარს კარგად ავურევთ და ვუმატებთ 2 წვეთ ნატრიუმის სულფიტისა (Na_2SO_3) და 2 წვეთ ჰიდროზინონის ხსნარს. ხსნარს ნიშანხაზამდე ვავსებთ გამოხდილი წყლით და ფრთხილად კარგად ვურევთ. საკვლევი ხსნარის მომზადებასთან ერთდროულად სანიმუშო ფერად სკალას ვამზადებთ.

სანიმუშო ფერადი კოლორიმეტრული სკალის მომზადებისათვის ვიღებთ კალიუმის მონოფოსფატის KH_2PO_4 ხსნარს, რომლის ერთი მილილიტრი შეიცავს 0,03 მილიგრამ P_2O_5 -ს და მას ქვემოთყვანილი ცხრილის მიხედვით, 1 მილილიტრიან დანაყოფებიანი პიპეტით ან მიკ-

რობიურეტით ვასხამთ წინასწარ შერჩეულ და დანომრილ სინჯარებში მზარდი რაოდენობით (იხ. ცხრილი 183).

ცხრილი 183

სანიმუშო ფერადი კოლორიმეტრული სკალის მომზადების და 100 გრამ ნიადაგზე P_2O_5 -ის გადახანგარიშებელი ცხრილი

№№ რიგ.	სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარი მლ-ით	სინჯარაში P_2O_5 -ის რაოდენობა მგ-ობით	P_2O_5 რაოდენობა მგ-ობით 100 გ ნიადაგში, მაშინ როცა საანალიზოდ აღებულია 1 მლ ფილტრატი	P_2O_5 -რაოდენობა 100 გ ნიადაგში მგ-ობით, როცა საანალიზოდ აღებულია 2 მლ ფილტრატი
1	0,10	0,003	1,5	3,0
2	0,20	0,006	3,0	6,0
3	0,30	0,009	4,5	9,0
4	0,40	0,012	6,0	12,0
5	0,50	0,015	7,5	15,0
6	0,60	0,018	9,0	18,0
7	0,70	0,021	10,5	21,0
8	0,90	0,027	13,5	27,0
9	1,10	0,033	16,5	33,0
10	1,30	0,039	19,5	39,0
11	1,50	0,045	22,5	45,0
12	1,70	0,051	25,5	51,0

შემდეგ: სინჯარაში მოთავსებულ სანიმუშო კოლორიმეტრულ ხსნარს წყლის მიმატებით 5 მილილიტრამდე ვავსებთ, ვუმატებთ მას 1 მლ რეაქტივ 1-ს (მოლიბდენმეცავა ამონიუმი გახსნილი გოგირდის მჟავაში), ხსნარს კარგად ვურევთ და ვუმატებთ 2 წვეთ ნატრიუმის სულფიტისა (Na_2SO_3) და 2 წვეთ ჰიდროხინონის ხსნარს. სინჯარაში მოთავსებულ ხსნარს გამოხდილი წყლით ვავსებთ ნიშანხაზამდე და ფრთხილად კარგად ვურევთ.

როგორც საკვლევეხსნარიან, ისე სანიმუშოხსნარიან სინჯარებს 6 საათის განმავლობაში ვათავსებთ თერმოსტატში, რომელშიაც ტემპერატურა $50-55^{\circ}$ ტოლია. ამ უკანასკნელის მოქმედებით იშლება ლიმონის მჟავა, რაც ხელს უშლის შეფერვის ინტენსივობის გამოძეღვენებას. 6 საათის შემდეგ თერმოსტატიდან გამოვიღებთ სინჯარებს, გაფანტულ სხივებზე (დღის სინათლეზე) ვადარებთ საკვლევე და სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარების შეფერვათა ინტენსივობას და ვინშნავთ სანიმუშო სკალის სინჯარის იმ ნომერს, რომლის ხსნარის შე-

ფერვის ინტენსივობა დაემთხვა საკვლევი ხსნარის შეფერვის ინტენსივობას. ამის შემდეგ ზემომოყვანილი ცხრილის საშუალებით ვგებულობთ ადვილადხსნადი ფოსფორის რაოდენობას მილიგრამობით 100 გრამ ნიადაგში.

დავუშვათ, რომ ჩვენს მიერ საანალიზოდ აღებული საკვლევი ხსნარის შეფერვა დაემთხვა ფერალი სკალის № 6 სინჯარაში მოთავსებულ სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარის შეფერვის ინტენსივობას. მაშინ ჩვენს მიერ საანალიზოდ აღებულ ნიადაგში ყოფილა 9 მილიგრამი ადვილადხსნადი P_2O_5 100 გრამ ნიადაგში.

ექსპერიმენტული მონაცემების მიხედვით მეცნიერები იმ დასკვნამდე მივიდნენ, რომ არენიუსის მეთოდი შესაძლებელია ფართოდ გამოვიყენოთ ფოსფორიან სასუქებზე ნიადაგის მოთხოვნილების განსაზღვრისათვის.

არენიუსის მონაცემების მიხედვით შვეციის ნიადაგები, როცა მასში ადვილადხსნადი ფოსფორი 10 მილიგრამამდეა 100 გრამ ნიადაგში, დიდ მოთხოვნილებას აყენებენ ფოსფორიან სასუქებზე; ის ნიადაგები, რომლებშიაც ადვილადხსნადი ფოსფორის რაოდენობა 10-დან 30 მილიგრამამდე მერყეობს 100 გრამ ნიადაგში, საშუალო მოთხოვნილებას, ხოლო თუ ადვილადხსნადი ფოსფორის რაოდენობა 30 მილიგრამზე მეტია 100 გრამ ნიადაგში, მაშინ ფოსფორიან სასუქებზე მოთხოვნილებას არ აყენებენ.

საბჭოთა კავშირში შემოწმებულ იქნა არენიუსის მეთოდით ფოსფორიან სასუქებზე ნიადაგის მოთხოვნილება და აღიამოვსკი მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ ლენინგრადის ოლქის ნიადაგები, როცა ადვილადხსნადი ფოსფორის რაოდენობა 17 მილიგრამამდეა 100 გრამ ნიადაგში, დიდ მოთხოვნილებას აყენებენ ფოსფორიან სასუქებზე; თუ 17-40 მილიგრამამდე მერყეობს 100 გრამ ნიადაგში, მაშინ ფოსფორიან სასუქებზე საშუალო მოთხოვნილებას აყენებენ, ხოლო თუ ნიადაგში ფოსფორის რაოდენობა 40 მილიგრამზე მეტია 100 გრამ ნიადაგში, ფოსფორიან სასუქებზე მოთხოვნილებას არ აყენებენ.

ზემომოყვანილი მცირერიცხოვანი ექსპერიმენტული მონაცემები ამტკიცებენ იმას, რომ არენიუსის მეთოდით ფოსფორიან სასუქებზე ნიადაგის მოთხოვნილების განსაზღვრისათვის საჭიროა, უპირველეს ყოვლისა, ამ მეთოდის შემოწმება მინდვრისა და სავეგეტაციო ცდების მონაცემებით, სხვადასხვა ნიადაგური პირობებისა და კულტურულ მცენარეთა ბიოლოგიური თავისებურების მიხედვით.

რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი

1. გოგირდმჟავა მოლიბდენის ხსნარი. ვიღებთ 26 გრამ სუფთა მოლიბდენმჟავა ამონიუმს, ვათავსებთ 1 ლიტრის მოცულობის ქიმიურ

ქიქაში, ეხსნით 825 მილილიტრ გამოხდილ წყალში და ვაცხელებთ, შემდეგ ვაცივებთ და ვუმატებთ 175 მილილიტრ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას (ხვედრიითი წონა 1,84). აღნიშნული წესით მომზადებულ რეაქტივს ვინახავთ სიბნელეში.

2. ჰიდროხინონის ხსნარი. ვიღებთ 0,25 გრამ ჰიდროხინონს, ეხსნით მას 100 მლ გამოხდილ წყალში, ვფილტრავთ ფოსფორის არა-შემცველ მკვრივ ფილტრში და ვუმატებთ 1 წვეთ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავას (ხვედრიითი წონა 1,84). ხსნარს ვინახავთ სიბნელეში.

აღსანიშნავია, რომ ჰიდროხინონის ხსნარი მალე ფუჭდება და საჭიროა მისი ხშირად მომზადება. მეტად შეფერადებული ჰიდროხინონის ხსნარი ანალიზისათვის არ გამოდგება.

3. ნატრიუმის სულფიტის ხსნარი. 20 გრამ სუფთა ნატრიუმის სულფიტს (Na_2SO_3) ეხსნით 80 მილილიტრ გამოხდილ წყალში და ვფილტრავთ.

4. ფოსფორის სანიმუშო ხსნარი. ანალიზურ სასწორზე. ეწონით წინასწარ გადაკრისტალბულ გამშრალ, უწყლო, ერთხანაცვლებულ კალიუმის ფოსფატს KH_2PO_4 0,0575 გრამის რაოდენობით და ეხსნით მას 1 ლიტრ გამოხდილ წყალში.

შეიძლება წინასწარ მოვამზადოთ უფრო კონცენტრირებული ხსნარი და შემდეგ განვაზავოთ. ამ შემთხვევაში ვიღებთ 5,75 გრამ KH_2PO_4 -ს, ეხსნით 1 ლიტრ გამოხდილ წყალში, აქედან პიპეტით ვიღებთ 10 მლ ხსნარს, გადაგვაქვს ერთლიტრიან საზომ კოლბაში და ვავსებთ წყლით ნიშანხაზამდე. ასეთი წესით მომზადებული ფოსფორის სანიმუშო ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,03 მილიგრამ P_2O_5 -ს.

5. 1 პროცენტისანი ლიმონის მჟავას ხსნარი. 10 გრამი კრისტალური ლიმონის მჟავას ეხსნით 1 ლიტრ გამოხდილ წყალში.

ზ) ნიადაგში ადვილადხსნადი P_2O_5 -ის განსაზღვრა ამიერკავკასიის მებაღეობის სამეცნიერო-საკვლევი ინსტიტუტის (ЗАКНИИХ-ს) მიერ შემუშავებული მეთოდის მიხედვით

აღნიშნული მეთოდის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: მცენარისათვის შესათვისებელ ნიადაგში არსებულ P_2O_5 -ს ეხსნით გარკვეული კონცენტრაციის ლიმონმჟავაში, ნიადაგში მყოფი კარბონატების ვანეიტრალბით.

ცნობილია, რომ თუ მხედველობაში არ მივიღებთ კარბონატების ჯამის რაოდენობას და ნიადაგს ისე მივემატებთ ერთი და იმავე რაოდენობის, ერთნაირი კონცენტრაციის ლიმონის მჟავას, მაშინ, ამ უკა-

ნასკნელის ნაწილი დაიხარჯება ნიადაგში არსებული კარბონატების გასანეიტრალებლად, ხოლო ნაწილი კი მოხმარდება მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის გახსნას. რაც უფრო მეტია კარბონატების ჯამი, მით უფრო მეტი ლიმონის მჟავა დაიხარჯება მის გასანეიტრალებლად და იმდენად ნაკლები ლიმონის მჟავა დარჩება ნიადაგში არსებული მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის გასახსნელად.

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, უპირველეს ყოვლისა, საჭიროა ნიადაგში განესაზღვროთ კარბონატების ჯამი, გავიანგარიშოთ ლიმონის მჟავას ის რაოდენობა, რომელიც საჭიროა კარბონატების გასანეიტრალებლად და ამის შემდეგ ნიადაგს დაეუმატოთ ლიმონის მჟავას ის რაოდენობა, რომელიც უზრუნველყოფს მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორის გახსნას. ნიადაგში არსებული კარბონატების ჯამის განსაზღვრა შესაძლებელია კალციმეტრის საშუალებით, ხოლო კარბონატების გასანეიტრალებლად საჭირო ლიმონის მჟავას რაოდენობის გასაანგარიშებლად უნდა განესაზღვროთ CO_2 პროცენტობით.

ნიადაგში არსებულ კარბონატებს ვანეიტრალებთ მასზე 1x ლიმონის მჟავას ხსნარის მიმატებით. გასანეიტრალებლად საჭირო ლიმონის მჟავას რაოდენობის გაანგარიშება შემდეგნაირად წარმოებს. დაეუშვათ, რომ საანალიზოდ აღებულ ნიადაგში არის 5,2 პროცენტი CO_2 . ცნობილია, რომ ერთ გრამ მოლეკულა ლიმონის მჟავას (რომელიც უდრის 210) შეუძლია გაანეიტრალოს 3 გრამი მოლეკულა CO_2 (რომელიც უდრის 132). აქედან ძალიან ადვილი გასაანგარიშებელია, თუ რამდენი ლიმონის მჟავა დაგვჭირდება 5,2 პროცენტი CO_2 -ის გასანეიტრალებლად. ნიადაგში არსებული კარბონატების გასანეიტრალებლად საჭირო ლიმონის მჟავას რაოდენობას ვანგარიშობთ ქვემომოყვანილი განტოლების მიხედვით:

$$210—132$$

$$X — 5,2$$

$$X = \frac{210 \cdot 5,2}{132} = 8,2.$$

ამრიგად, 100 გრამ ნიადაგში არსებული კარბონატების გასანეიტრალებლად დაგვჭირდება 8,2 გრამი ლიმონის მჟავა: რადგანაც ზემოაღნიშნული მეთოდით ნიადაგში ადვილად ხსნადის განსასაზღვრავად ჩვენ ვიღებთ 5 გრამ ნიადაგს, ამიტომ საჭიროა გავიანგარიშოთ 5 გრამ ნიადაგში არსებული კარბონატების გასანეიტრალებლად საჭირო ლიმონის მჟავა, რასაც შემდეგი განტოლებით ვაწარმოებთ:

$$100 - 8,2$$

$$5 - X$$

$$X = \frac{8,2 \cdot 5}{100} = 0,41 \text{ გრამ ლიმონის მჟავას.}$$

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ნიადაგში არსებულ კარბონატებს ვანეიტრალეზით ნიადაგზე 1n ლიმონის მჟავას ხსნარის მიმატებით (70 გრამი ლიმონის მჟავა გახსნილი ერთ ლიტრ წყალში), ამიტომ საჭიროა გავიგოთ, თუ რამდენ მილილიტრ 1 ლიმონის მჟავას ხსნარში იმყოფება 0,41 გრამი ლიმონის მჟავა, რასაც ქვემოთმოყვანილი განტოლებით ვანგარიშობთ:

$$70 - 1000$$

$$0,41 - X$$

$$X = \frac{1000 \cdot 0,41}{70} = 5,8 \text{ მილილიტრს.}$$

ამრიგად, 5 გრამ ნიადაგში არსებული კარბონატების გასანეიტრალეზლად საჭიროა 5,8 მილილიტრი 1n ლიმონის მჟავას ხსნარი.

პრაქტიკულად დადგენილია, რომ 5 გრამ ნიადაგში არსებული კარბონატების გასანეიტრალეზლად საჭიროა იმდენი მილილიტრი 1n ლიმონის მჟავა, რამდენი პროცენტი კარბონატებიცაა ნიადაგში. დავუშვათ, რომ საანალიზოდ აღებული გვაქვს სამი სხვადასხვა ნიადაგი, რომლებიც სხვადასხვა რაოდენობით შეიცავენ კარბონატებს. ასე, მაგალითად, № 1 ნიადაგი შეიცავს 2 პროცენტ CaCO_3 -ს, № 2 ნიადაგი — 5 პროცენტს, ხოლო № 3 ნიადაგი — 10 პროცენტს.

ამ შემთხვევაში № 1 5 გრამი ნიადაგის გასანეიტრალეზლად გვჭირდება 2 მილილიტრი 1n ლიმონის მჟავა, № 2 5 გრამი ნიადაგისათვის 5 მილილიტრი, ხოლო № 3 5 გრამი ნიადაგისათვის კი 10 მილილიტრი 1n ლიმონის მჟავა და ა. შ. ნიადაგში არსებული კარბონატების გასანეიტრალეზლად საჭირო ლიმონის მჟავას გაანგარიშების ეს ხერხი მარტივი და შეტად ადვილი შესასრულებელია.

ანალიზის მსვლელობა: ვიღებთ 5 გრამ ნიადაგს და ვათავსებთ 200 მლ მოცულობის კოლბაში. ამის შემდეგ ვიღებთ 50 მლ მოცულობის საზომ კოლბას და მასში ვასხამთ საანალიზოდ აღებულ ნიადაგში არსებული კარბონატების გასანეიტრალეზლად საჭირო 1n ლიმონის მჟავას ხსნარს, შემდეგ იმავე კოლბაში ვასხამთ 7,5 მლ 1n ლიმონის მჟავას, თუ გვსურს მივიღოთ 1 პროცენტიანი ლიმონის მჟავას გამონაწერი, ხოლო 15 მლ 2 პროცენტიანი ლიმონის მჟავას გამონაწერის მისაღებად.

}

კოლბაში არსებულ ხსნარს შევავსებთ ნიშანხაზამდე გამოხდილი წყლით და კარგად შევანჯღრევთ. ამრიგად, აღნიშნული 50 მლ მოცულობის კოლბაში არის 5 გრამ ნიადაგში არსებული კარბონატების გასანეიტრალებლად საჭირო ლიმონის მჟავა და კიდევ 7,5 ან 15 მლ 1*ა* ლიმონის მჟავას ხსნარი, დანარჩენი კი გამოხდილი წყალია.

ამრიგად, ასეთი წესით მომზადებული ლიმონის მჟავას ხსნარის ნიადაგზე ზემოქმედებით ჩვენ საშუალება გვეძლევა განვსაზღვროთ ნიადაგში 1-2 პროცენტიანი ლიმონის მჟავას ხსნალი ფოსფორი.

ამის შემდეგ საანალიზოდ აღებულ 5 გრამ ნიადაგს ვუმატებთ ზემოაღწერილი წესით მომზადებულ 50 მლ ლიმონის მჟავას ხსნარს. თავახდილ კოლბაში მოთავსებულ ნიადაგსა და ხსნარს 10 წუთის განმავლობაში ვანჯღრევთ, რათა რეაქციის შედეგად წარმოშობილი CO₂ გამოიყოს. ათი წუთის შემდეგ კოლბას თავს ვუცობთ და ვანჯღრევთ ერთი საათის განმავლობაში, რის შემდეგ კოლბას თავახდილს ვტოვებთ უძრავ მდგომარეობაში 24 საათით. აღნიშნული დროის გასვლის შემდეგ კოლბას თავს ვუცობთ, კვლავ ვანჯღრევთ 1 საათს და ამგვარად ვტოვებთ 24 საათს უძრავ მდგომარეობაში. ამრიგად, 48 საათის გასვლის შემდეგ მას ვფილტრავთ ფოსფორის არშემცველ ქაღალდის ფილტრში. ანალიზის დაჩქარების მიზნით, შესაძლებელია კოლბაში არსებული ნიადაგი და ხსნარი ვანჯღრვიოთ 2 საათის განმავლობაში, დავტოვოთ უძრავ მდგომარეობაში 24 საათს, შემდეგ კვლავ ვანჯღრვიოთ 2 საათის განმავლობაში და მაშინვე გავფილტროთ ფოსფორის არშემცველ ქაღალდის ფილტრში. ყოველივე ამის შემდეგ ფილტრატში გადმოსულ P₂O₅-ის რაოდენობას ვსაზღვრავთ დენიყეს მეთოდით მალიუგინის მოდიფიკაციით. ამისათვის ვიღებთ 1 მლ ფილტრატს და ვასხამთ მას 50 მლ საზომ კოლბაში, ვუმატებთ რამდენიმე მლ გამოხდილ წყალს, რის შემდეგ ვუმატებთ შპუტის წესით მომზადებულ 10 მლ მოლიბდენმჟავა ამონიუმისა და გოგირდის მჟავას ნარევის. კოლბას ვავსებთ ნიშანხაზამდე წყლის მიმატებით და ხსნარს შევაფერადებთ მასზე 6 წვეთი სპეციალურად მომზადებული კალის ხსნარის მიმატებით. მას ისევ შევანჯღრევთ და 15 წუთის შემდეგ საკვლევი ხსნარის შეფერადების ინტენსივობას ვადარებთ კოლორიმეტრში წინასწარ მომზადებულ სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარის შეფერვათა ინტენსივობას, რის შემდეგ ქვემომოყვანილი განტოლებით გავიანგარიშებთ ნიადაგში არსებულ მცენარისათვის შესათვისებელ P₂O₅-ის რაოდენობას მილიგრამობით 100 გრამ ნიადაგში.

ადვილად ხსნადი P_2O_5 -ის რაოდენობა მილიგრამობით 100 გრამ ნიადაგში იქნება:

$$\frac{0,002 \cdot x \cdot H \cdot 100}{0,1 h}$$

სადაც 0,002 არის სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარის P_2O_5 -ის რაოდენობა 1 მილილიტრში მილიგრამობით;

X — სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარის რაოდენობა მილილიტრობით;

H — სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარის სვეტის სიმაღლე კოლორიმეტრში;

0,1 — ნიადაგის რაოდენობა 1 მილილიტრ ფილტრატში;

h — საკვლევი ხსნარის სვეტის სიმაღლე კოლორიმეტრში; 100-ზე გამრავლებთ იმისათვის, რომ ნიადაგში არსებული ადვილად ხსნადი P_2O_5 გადავიანგარიშოთ 100 გრამ ნიადაგზე.

რეაქტივები

1. 1 n ლიმონის მჟეავას ხსნარი. 70 გრამ ლიმონის მჟეავას ვხსნათ ერთ ლიტრ წყალში.

2. გოგირდის მჟეავას ხსნარი. ვიღებთ 150 მილილიტრ კონცენტრირებულ გოგირდის მჟეავას (ხვედრითი წონა 1,84) და ვხსნით მას ერთ ლიტრ წყალში.

3. მოლიბდენმჟეავა ამონიუმის ხსნარის მომზადება. 20 გრამ მოლიბდენმჟეავა ამონიუმს ვხსნით ერთ ლიტრ წყალში.

4. მოლიბდენმჟეავა ამონიუმისა და გოგირდის მჟეავას ხსნარის მომზადება.

თანაბარი რაოდენობის გოგირდის მჟეავას (რეაქტივი მე-2) და მოლიბდენმჟეავა ამონიუმს (რეაქტივი მე-3) ერთმანეთში კარგად ვუჩრევთ.

5. კალაქლორიდის ხსნარის მომზადება. ვიღებთ 0,2 გრამ ლითონურ (ქიმიურად სუფთა, რომ არ შეიცავდეს P_2O_5) კალას, ვათავსებთ მას სინჯარაში, ვუმატებთ 3-4 მილილიტრ კონცენტრირებულ HCl-ს (ხვედრითი წონა 1,19). კალას გახსნის დაჩქარების მიზნით ვუმატებთ ერთ წვეთ 4-პროცენტიან $CuSO_4$ -ის ხსნარს და სინჯარას თავს ვუცობთ ბუნჯენის სარქველით. ვდებთ წყლის აბაზანაში და ვაცხელებთ მანამ, სანამ კალა მთლიანად არ გაიხსნება.

სინჯარაში არსებული კალის გახსნის შემდეგ, ხსნარს გადავიტანთ ფაიფურის ჭამზე და წყლის აბაზანაში ვაორთქლებთ. ფაიფურის ჭამზე

30. აგრონომიული ქიმიკა.

დარჩენილ ქლორკალას ვხსნით 6 მილილიტრ მე-2 რეაქტივში. ნალექს კარგად ვხსნით მინის წყირის საშუალებით, გადავავაქვს საზომ ქურკელში მცირე რაოდენობის წყლით და წყლით ვავსებთ 20 მილილიტრამდე. ასეთი წესით კალას ქლორიდის ხსნარის მომზადება ხდება ფოსფორის განსაზღვრის დღეს. მისი შენახვა შემდეგში ფოსფორის განსაზღვრისათვის არ შეიძლება.

6. სანიმუშო კოლორიმეტრული ხსნარის მომზადება. 0,1917 გრამ ქიმიურად სუფთა (გადაკრისტალბულ და ალკოჰოლით გარეცხილ) KH_2PO_4 -ს ვხსნით 1 ლიტრ წყალში. აქედან ვიღებთ 20 მილილიტრ ხსნარს და მას ვანზავებთ 1 ლიტრ წყალში. ასეთი ხსნარის 1 მილილიტრი შეიცავს 0,002 მილიგრამ P_2O_5 .

თ) კალიუმთან სასუქებზე ნიადაგისა და მცენარის მოთხოვნილების განსაზღვრის ქიმიური მეთოდები

კალიუმს, როგორც აზოტსა და ფოსფორს, დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის. კალიუმსაც, ისე როგორც ფოსფორს, მცენარე მხოლოდ ნიადაგიდან ითვისებს. ნიადაგში კალიუმი არსებობს როგორც ორგანული, ისე მინერალური შენაერთების სახით.

დამტკიცებულია, რომ ნიადაგში კალიუმი, აზოტთან და ფოსფორთან შედარებით მეტი რაოდენობით მოიპოვება. ამიტომაც, რომ ზოგიერთ ნიადაგზე კალიუმის სასუქები ეფექტს სრულიად არ იძლევიან ან თუ იძლევიან, ძალზე მცირეს.

ცნობილია, რომ მცენარის აზოტითა და ფოსფორით უზრუნველყოფის ფონზე კალიუმის სასუქების ეფექტურობა უფრო მეტად აღემატება. აზოტისა და ფოსფორის სასუქების სისტემატური გამოყენების შედეგად მოსავლიანობის ზრდასთან ერთად წარმოებს ნიადაგში მცენარისათვის შესათვისებელი კალიუმის რაოდენობის შემცირება. ამის გამო იგი კალიუმის სასუქების გამოყენების გარეშე ნორმალურად ვერ ვითარდება და დაბალ მოსავალს იძლევა. ამიტომ ამ ნიადაგებზე კალიუმის სასუქების შეტანას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს. ნიადაგში არსებული კალიუმი თავისი ხსნადობისა და მცენარის მიერ მისი შეთვისების მიხედვით ძირითადად 4 ჯგუფად იყოფა:

1. წყალხსნადი კალიუმი — მცენარისათვის კარგად შესათვისებელი;

2. შთანქმული — ადვილად შესათვისებელი;

3. ადვილადხსნადი (სუსტი კონცენტრაციის მარილის შეყვანებში ხსნადი), ადვილად შესათვისებელი კალიუმი;

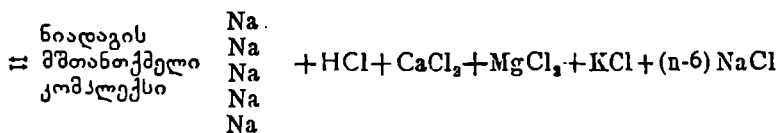
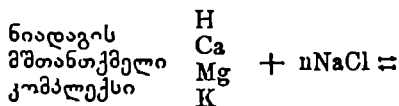
4. ძნელად ხსნადი, ძნელად შესათვისებელი.

სხვადასხვა ნიადაგში როგორც საერთო, ისე ადვილად შესათვისებელი კალიუმი (წყალხსნადი, შთანთქმული და კალიუმი სუსტი კონცენტრაციის მარილის მეკვებში ხსნადი) სხვადასხვა რაოდენობით მოიპოვება. ამიტომ მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი კალიუმის განსაზღვრას და, აქედან გამომდინარე, ნიადაგისა და მცენარის კალიუმიან სასუქებზე მოთხოვნილების გაანგარიშების მარტივი მეთოდების შემუშავებას მეტად დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

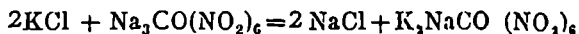
ლიტერატურაში მრავალი მეთოდი არსებობს, კერძოდ პეივეს, კირსანოვის, გოლუბევის, ბროკინას, გუსეინოვისა და პროტასოვას, ნეიბაუერისა და სხვების. ყველა ზემოაღნიშნული მეთოდის აღწერაზე არ შეეჩერდებით, აღვწერთ მხოლოდ ეწერ ნიადაგებში ადვილად ხსნადი კალიუმის განსაზღვრის ყველაზე უფრო მარტივ და შედარებით ყველაზე დამაჯერებელ პეივეს მეთოდს.

ი) ეწერ ნიადაგებში ადვილად ხსნადი (მოძრავი) კალიუმის განსაზღვრა პეივეს მეთოდით

მეთოდის პრინციპი. პეივეს მეთოდით ნიადაგში მოძრავი კალიუმის განსაზღვრის პრინციპი იმაში მდგომარეობს, რომ მშთანთქმელ კომპლექსში არსებულ კალიუმს ვაძევებთ მასზე NaCl-ის ხსნარის ზემოქმედებით და ხსნარში გადმოსულ კალიუმს ვსაზღვრავთ მასზე მშრალი ნატრიუმის კობალტნიტრატის მიმატებით. ნიადაგის მშთანთქმელი კომპლექსიდან გამოძევებისას მიმდინარეობს შემდეგი სახის რეაქცია:



ფილტრატში გადმოსულ კალიუმს, როგორც ეს ზემოთ იყო აღნიშნული, ვსაზღვრავთ ხსნარზე მშრალი ნატრიუმის კობალტნიტრატის მიმატებით, რომლის დროსაც წარიმართება შემდეგი სახის რეაქცია:



ცნობილია, რომ ნატრიუმის კობალტნიტრატის ხსნარში ნალექი წარმოიშვება მხოლოდ კალიუმის გარკვეული მცირე რაოდენობის არსებობისას. კალიუმის ის მცირე რაოდენობა, რომლის დროსაც არ წარმოიშვება ხსნარში ნალექი ნატრიუმის კობალტნიტრატის მიმატებით, პრაქტიკულად მუდმივი სიდიდეა მოცემულ ტემპერატურაზე.

ამრიგად, კალიუმის განსაზღვრისას თუ ჩვენ კალიუმის შემცველ ხსნარს განვაზავებთ რამდენჯერმე, შეიძლება მივიღოთ ხსნარში კალიუმის ის მცირე რაოდენობა, როდესაც ნატრიუმის კობალტნიტრატის დამატება არ მოგვცემს ნალექს. ასეთ შემთხვევაში, გვეცოდინება რა ხსნარში კალიუმის რაოდენობა და ხსნარის განზავების ხარისხი, ადვილად შეგვიძლია გავიგოთ საკვლევ ხსნარში კალიუმის რაოდენობა.

ის უმცირესი რაოდენობა კალიუმისა მილიგრამობით ლიტრ ხსნარში, რომლის დროსაც ნატრიუმის კობალტნიტრატის დამატებით არ წარმოებს კალიუმის დალექვა დადგენილ იქნა ცდებით; ამ ცდების საფუძველზე მიღებული მონაცემები 12—24°-მდე ტემპერატურულ პირობებში შემდეგია:

ცხრილი 184

დამოკიდებულება ტემპერატურასა და ნატრიუმის კობალტნიტრატის კომპლექსური მარილის ხსნადობას შორის

ტემპერატურა გრადუსობით C	K ₂ O რაოდენობა მილიგრამობით 1 ლიტრ ხსნარში	ტემპერატურა გრადუსობით C	K ₂ O რაოდენობა მილიგრამობით 1 ლიტრ ხსნარში
24	24	17	17
23	23	16	16
22	22	15	15
21	21	14	14
20	20	13	13
19	19	12	12
18	18		

ამრიგად, კალიუმის განსაზღვრისას საჭიროა ხსნარში მოენახოთ კალიუმის ის უმცირესი რაოდენობა, რომლის დროსაც ნატრიუმის კობალტნიტრატის მიმატება არ იწვევს ნალექის წარმოშობას (ხსნარის მოცემულ ტემპერატურაზე), იგი გამრავლებულ უნდა იქნას ხსნარის განზავების ხარისხზე, რომელიც შემდეგ ადვილად გადაიანგარიშება 100 გრამ ნიადაგზე.

ანალიზის მსვლელობა: 1 მილიმეტრიან დიამეტრის მქონე სა-
ცერში გატარებულ 25 გრამ ნიადაგს ვათავსებთ 250 მილილიტრიან
კოლბაში და ვუმატებთ 50 მილილიტრ 1,0 n NaCl-ის ხსნარს. კოლბაში
მოთავსებულ ხსნარსა და ნიადაგს 5 წუთის განმავლობაში კარგად ვანჯ-
ღრევთ და ვფილტრავთ.

წინასწარ შევარჩევთ 10 ცალ ერთნაირი მოცულობის სინჯარას.
ვაყალიბებთ მას 5 მმ-ის მოცულობაზე და ვნომრავთ. გამკვირვალე
ფილტრატებიდან დანაყოფებიანი პიპეტის საშუალებით ვიღებთ ხსნარს
და ვათავსებთ სინჯარაში ქვემოთაღნიშნულ ცხრილში მოცემული მო-
ცულობის მიხედვით.

სინჯარის №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
გამკვირვალე ფილტრატი მლ-ით	5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,0

ყველა სინჯარაში, გარდა პირველისა, ხსნარს ვავსებთ ნიშანხა-
ზამდე (5 მლ-მდე) 1,0 n NH₄Cl-ის მიმატებით. სინჯარაში მოთავსე-
ბულ ხსნარს შევანჯღრევთ და ვუმატებთ ქიმიურად სუფთა (წყალში
გახსნისას არ უნდა იმღვრებოდეს) 0,1 გრამი მშრალი ნატრიუმის კო-
ბალტნიტრიტს. შემდეგ ხსნარს კვლავ ვანჯღრევთ. რეაქტივის ეკონო-
მიის მიზნით, მიზანშეწონილია ნატრიუმის კობალტნიტრიტი პირველად
დავეუმატოთ სამ სინჯარას № 1, 4 და 7, რომლებშიაც ასხია 5,0, 2,5 და
1,5 მილილიტრი ფილტრატი.

როცა ხსნარზე 0,1 მშრალი ნატრიუმის კობალტნიტრიტის მიმა-
ტებით რომელიმე ზემოდასახელებულ სინჯარაში წარმოიშვება ნალე-
ქი, მას შემდეგ დაკვირვება წარმოებს უფრო დაბალი კონცენტრაციის
ხსნარებზე. მაგალითად, თუ მშრალი ნატრიუმის კობალტნიტრიტის მი-
მატებით ნალექი წარმოიშვა № 4 სინჯარაში, სადაც ასხია 2,5 მილი-
ლიტრი ფილტრატი, შემდგომი დაკვირვება წარმოებს № 5, 6, 7, 8, 9
სინჯარებში მოთავსებულ ხსნარზე, სადაც უფრო დაბალი კონცენტრა-
ციის ხსნარებია.

მეთაე სინჯარაში, სადაც მარტო 1 n NaCl ხსნარია, ვღებთ თერ-
მომეტრს, რათა გავიგოთ და ჩავიწეროთ თუ რა ტემპერატურაზე წარ-
მოებს კალიუმის დალექვა. ამ სამუშაოსათვის ყველაზე ხელსაყრელია
16-20° ტემპერატურა. ფილტრატზე კობალტნიტრიტის მიმატების ნა-

ხევარი საათის შემდეგ დაკვირვებას ვაწარმოებთ სინჯარებში ნალექის ან სიმღვრივის წარმოშობაზე. დაკვირვება წარმოებს მზიან ამინდში ფანჯარასთან, მოღრუბლულ დღეს კი ნათურასთან. ჩავიწერთ იმ პირველი სინჯარის ნომერს, რომელშიაც არ წარმოშობილა არც ნალექი და არც სიმღვრივე. ამ დროს კალიუმის კონცენტრაცია NaCl -ის ხსნარში 20° ტემპერატურის პირობებში უდრის 20 მილიგრამ K_2O -ს 1 ლიტრში, ანუ $0,02$ მილიგრამს 1 მილილიტრში. თუ უკანასკნელ № 9 სინჯარაშიაც წარმოიშვა ნალექი, მაშინ საჭიროა ხელმეორედ განვსაზღვროთ. მხოლოდ ფილტრატი წინასწარ განვაზავოთ 1 n NaCl -ის ხსნარში, რაც მხედველობაში უნდა მივიღოთ K_2O -ს გაანგარიშებისას.

K_2O -ს გაანგარიშება. ამ მიზნით $0,02$ მილიგრამ K_2O ვამრავლებთ 5 -ზე (ფილტრატის მოცულობა სინჯარაში) და ამით ვგებულობთ K_2O -ს შემცველობას 5 მილილიტრ ხსნარში. მაგალითად, თუ ნალექი ან სიმღვრივე არ იყო შემჩნეული № 4 სინჯარაში, რომელშიაც ასხია $2,5$ მილილიტრი ფილტრატი, მაშინ სინჯარაში მოთავსებულ $2,5$ მილილიტრ ფილტრატში არის $0,1$ მილიგრამი K_2O ($0,2 \text{ მლ} \times 5$). რადგანაც მთელი გამონაწურის რაოდენობა 50 მილილიტრს უდრის, ამიტომ მთლიან ფილტრატში K_2O -ს რაოდენობის გასაგებად საჭიროა $0,1$ გავამრავლოთ 20 -ზე ($50:2,5$) და მივიღებთ 2 მილიგრამ K_2O -ს 50 მილილიტრ ფილტრატში, ანუ K_2O რაოდენობას 25 გრამ ნიადაგში. 100 გრამ ნიადაგში

კი K_2O -ს რაოდენობა უდრის $-\frac{2 \cdot 100}{25} = 8$ მგ K_2O -ს.

არსებობს K_2O -ს რაოდენობის გაანგარიშების უფრო მარტივი წესი. K_2O -ს რაოდენობას, გამოსახულს მილიგრამებით ლიტრ ხსნარში, რომლის დროსაც არ წარმოიშვება ნალექი, ან სიმღვრივე მოცემული ტემპერატურის პირობებში, ვყოფთ ფილტრატის იმ რაოდენობაზე, რომლის დროსაც სინჯარაში არ წარმოიშვა ნალექი, ე. ი. თუ № 4 სინჯარაში, სადაც ასხია $2,5$ მილილიტრი ფილტრატი, არ წარმოიშვა ნალექი, მაშინ $20:2,5=8$ მგ K_2O -ს 100 გრამ ნიადაგში. გაანგარიშების გასაადვილებლად ქვემოთ მოგვყავს 185 -ე ცხრილი.

ცხრილის ვერტიკალურ სვეტში მარცხნივ მოვძებნით ტემპერატურის შესაბამის ციფრს, რომლის დროსაც მიმდინარეობს დალექვა (ჩვენს მაგალითში 20), ხოლო ზედა ჰორიზონტულ მწკრივში კი აღებული ფილტრატის შესაფერის რიცხვს, რომლის დროსაც ნალექი არ წარმოიშვება (ჩვენს მაგალითში $2,5$) და ამ ორი ხაზის გადაკვეთის წერტილში ვნახულობთ K_2O -ს რაოდენობას მილიგრამობით 100 გრამ ნიადაგში (ჩვენს მაგალითში 8 მგ K_2O 100 გ ნიადაგში).

რაგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, პეივეს მეთოდით ადვილად ხსნადი

კალიუმის განსაზღვრა წარმოებს ეწერ ნიადაგებში. თუ ნიადაგი მეტად მყავება, მაშინ საჭიროა მისი განეიტრალება PH 5-6-მდე კირის მიმატებით.

ცხრილი 185

სანარის ტემპერატურა გრადუსებში	K ₂ O-რაოდენობა 1 მგ-ით 1 ლიტრ სანარში	საანალიზოდ აღებული ფილტრატის რაოდენობა, რომლის დროსაც არ წარმოშობილა ნალექი ან სიმღვრივე								
		5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0
		K ₂ O რაოდენობა მგ-ით 100 გ ნიადაგში								
24	25	4,8	6,0	8,0	9,6	12,0	13,5	15,8	20,0	24,0
23	23	4,6	5,7	7,7	9,2	11,5	12,8	15,2	19,1	23,6
22	22	4,4	5,5	7,3	8,8	11,0	12,2	14,6	18,3	22,0
21	21	4,2	5,25	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	4,75	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	16,0	18,0
17	17	3,4	4,25	5,66	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	3,25	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

პეივეს მეთოდით ნიადაგში ადვილადხსნადი კალიუმის განსაზღვრა მარტივია. ის არ მოითხოვს დიდ დროსა და განსაკუთრებულ მოწყობილობას. მით კალიუმის განსაზღვრა შესაძლებელია მინდვრადაც. ამ დროს საანალიზო ნიადაგი შეიძლება ავიღოთ მოცულობით. ამ მიზნით ვიყენებთ 25 მილილიტრიან სქელკედლიან მინის ქიქას და მასში ვყრით 16 მილილიტრის მოცულობის ეწერ ნიადაგს. სხვა ნიადაგებისათვის საჭიროა 25 გრამი ნიადაგის მოცულობის დადგენა.

პეივეს მეთოდს ფართოდ იყენებენ კალიუმთან სასუქებზე ნიადაგის მოთხოვნილების განსაზღვრისათვის. მისი მონაცემების მიხედვით, როცა ნიადაგში კალიუმი 10 მილიგრამამდეა 100 გრამ ნიადაგში, სელის კულტურა ძლიერ რეაგირებს კალიუმზე.

რ ე ა ქ ტ ი ვ ე ბ ი

1. 1,0 n NaCl-ის ხსნარი. 58,5 გრამ ქიმიურად სუფთა NaCl-ს ეხსნით 1 ლიტრ წყალში.

2. ნატრიუმის კობალტნიტრიტი $\text{Na}_2\text{CO}(\text{NO}_2)_6$ ქიმიურად სუფთა, მშრალი პრეპარატი (წყალში გახსნისას არ უნდა იძლეოდეს სიმღვრივეს).

კ) ნიადაგის კირზე მოთხოვნისა და ფოსფორიტის ფქვილის მოსალოდნელი ეფექტურობის განსაზღვრის მეთოდები

მეავე ნიადაგებს საბჭოთა. კავშირში მნიშვნელოვნად დიდი ფართობი უკავია.

საქართველოში მეავე წითელმიწა და ეწერი ნიადაგები საკმაო რაოდენობითაა.

მეავე წითელმიწა და ეწერი ნიადაგები ხასიათდება მთელი რიგი უარყოფითი თვისებებით, რის გამოც მათი ნაყოფიერება და მასში შეტანილი სასუქების ეფექტურობა მცირდება.

მეავე ნიადაგების უარყოფითი თვისებები შემდეგია:

მაღალი ტემპერატურისა და უხვი ატმოსფერული ნალექების ზემოქმედებით წითელმიწა და ეწერი ნიადაგების მშთანქმელი კომპლექსიდან დიდი რაოდენობითაა გამოძევებული და ქვედა ფენებში ჩარეცხილი Na, K, Ca, Mg და სხვა კათიონები. მათ ადგილს მშთანქმელ კომპლექსში იკავებს წყალბადი და ალუმინის იონები, რის შედეგადაც წითელმიწა და ეწერი ნიადაგები ხასიათდებიან მოჭარბებული მეავეობით და მოძრავი ფორმის ალუმინის დიდი რაოდენობით.

ნიადაგში წყალბადისა და ალუმინის იონების დიდი რაოდენობით არსებობა უარყოფითად მოქმედებს მთელი რიგი მცენარეებისა და ნიადაგში არსებული მიკროორგანიზმების ცხოველყოფელობაზე.

მეავე წითელმიწა და ეწერი ნიადაგები ღარიბია მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებით და ჰუმუსით, რაც უდავოდ უარყოფით გავლენას ახდენს აღნიშნული ნიადაგების ნაყოფიერებაზე. ეწერი ნიადაგები ხასიათდება ცუდი ფიზიკური თვისებებით და სხვ.

მეავე ნიადაგების ნაყოფიერების გაუმჯობესებისა და მასში შეტანილი სასუქების ეფექტურობის გადიდების ერთ-ერთ ძირითად საშუალებად ითვლება მოკირიანება. ამ უკანასკნელის შედეგად მიმდინარეობს ნიადაგის არეს რეაქციის განეიტრალება, ნიადაგში არსებული მოძრავი ფორმის ალუმინის რაოდენობის შემცირება, მიწათმოქმედებისათვის სასარგებლო მიკროორგანიზმებს ცხოველყოფელობის გაძ-

ლიერება, ნიადაგის ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესება, ნიადაგში არსებული საკვები ნივთიერების მობილიზაცია, შეტანილი სასუქების ეფექტურობის გადიდება, მცენარის მიერ საკვები ნივთიერებების უფრო რაციონალურად გამოყენება, საერთოდ მცენარის კვების პირობების გაუმჯობესება და სხვ. ამიტომაც, რომ მკვებ ნიადაგების მოკირიანებით მნიშვნელოვნად უმჯობესდება მცენარის კვების პირობები; მოკირიანებით ერთიორად და ზოგჯერ მეტადაც იზრდება რიგი სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარეების მოსავალი.

ნათესალობიანი სისტემის გატარების დროს მოკირიანებას კიდევ უფრო მეტი ყურადღება უნდა მივაქციოთ, რადგან მისი მოწოდების სიმძლავრე გატარება დიდადაა დამოკიდებული მკვებ ნიადაგების მოკირიანებაზე.

ცნობილია, რომ ფოსფორიტის ფქვილის ფოსფორი ძნელად ხსნადია, ამიტომ მისი გამოყენება ყველა ნიადაგზე და ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარის მიმართ სასურველ შედეგს არ იძლევა.

მრავალრიცხოვანი ცდით დამტკიცებულია, რომ ფოსფორიტის ფქვილის გამოყენება მკვებ წითელმიწა და ეწერ ნიადაგზე უკეთეს შედეგს იძლევა წყალხსნად ფოსფორიან სასუქთან — სუპერფოსფატთან შედარებით.

მკვებ ნიადაგებში მკვებიანობის ზემოქმედების შედეგად მნიშვნელოვნად იზრდება ფოსფორიტის ფქვილის ფოსფორის ხსნადობა, ამავე დროს ნიადაგი. მდიდრდება კალციუმის იონებით და არ ხდება არეს რეაქციის გამჟავება. ამიტომაც, რომ მეტად მკვებ წითელმიწა და ეწერ ნიადაგებზე უპირატესობა ყოველთვის ფოსფორიან სასუქებიდან ძნელად ხსნად ფოსფატს — ფოსფორიტის ფქვილს უნდა მივაკუთვნოთ.

მოკირიანება და ფოსფორიტის ფქვილის უშუალოდ სასუქად გამოყენება დიდადაა დამოკიდებული ნიადაგის მკვებიანობასა და მისი ფუძეებით მძლავრობის ხარისხზე. ამიტომ ჩვენ ძირითადად მოკლედ შევჩერდებით ნიადაგში PH-ის გაცვლითი მკვებიანობის, ჰიდროლიზური მკვებიანობის, შთანთქმული ფუძეების ჯამის, ფუძეების მძლავრობის ხარისხის განსაზღვრასა და სხვა მეთოდების აღწერაზე.

ლ) ნიადაგში აქტუალური რეაქციის PH-ის განსაზღვრა

ნიადაგის არეს რეაქციას მცენარისა და ნიადაგში არსებული მიკროორგანიზმების ზრდა-განვითარებისათვის მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს. მთელი რიგი მცენარეები თავის ზრდა-განვითარებისათვის მოითხოვენ ნეიტრალურ ან სუსტ ტუტე რეაქციას და არ შეუძლიათ

მეავე არეში ნორმალურად განვითარება. პირიქით, ზოგიერთი მცენარე ნეიტრალურ ან ტუტე რეაქციის პირობებში კარგად ვერ ვითარდება და აღნიშნული მცენარეები თავის ნორმალურ ზრდა-განვითარებისათვის მოითხოვენ მეავე რეაქციას. აქედან გამომდინარე, ნიადაგის რეაქციის არეს ცოდნა მცენარის ნორმალური ზრდა-განვითარების პირობების შექმნისათვის მეტად მნიშვნელოვანია. მეავე რეაქცია გამოწვეულია ნიადაგის ხსნარში წყალბადის იონების არსებობით, ხოლო ტუტე რეაქცია კი ჰიდროქსილის იონებით, რაც აღინიშნება სიმბოლო PH-ით. ნიადაგში PH შეიძლება მერყეობდეს 3,5-დან 9,0-მდე.

წყლის გამონაწურის PH მერყევია. ის საგრძნობლად იცვლება მცენარის სავეგეტაციო პერიოდში, რაც გამოწვეულია ფესვთა სისტემის გამონაყოფებით და სუნთქვით, მიკროორგანიზმების სუნთქვით, ფიზიოლოგიურად მეავე და ტუტე სასუქების გამოყენებით და სხვ. ამიტომ PH-ის განსაზღვრას მცენარის ზრდა-განვითარების პერიოდში დიდი მნიშვნელობა აქვს. გარდა წყლის გამონაწურისა, ჩვენ PH ვსაზღვრავთ ნეიტრალური მარილის ხსნარის გამონაწურშიც. PH-ის ცოდნით შეგვიძლია გავიგოთ ნიადაგის მოთხოვნილება კირზე და სხვ. ნიადაგში აქტიური რეაქციის, PH-ის განსაზღვრისათვის არსებული მეთოდები ორ ჯგუფად გაიყოფა:

1. PH-ის განსაზღვრის კოლორიმეტრული მეთოდი;

II. PH-ის განსაზღვრის ელექტრომეტრული მეთოდი.

ჩვენ ქვემოთ აღვწერთ PH-ის განსაზღვრის მარტივ, კოლორიმეტრულ მეთოდს.

PH-ის განსაზღვრა უნივერსალური ინდიკატორის საშუალებით.
გ ა ნ ს ა ზ ღ ვ რ ი ს პ რ ი ნ ც ი პ ი. უნივერსალური ინდიკატორი სპეციალურად მზადდება სხვადასხვა ინდიკატორის შერევით. მისი მიმატება გამჭვირვალე ფერის ხსნარზე იწვევს ხსნარის შეფერვას. წყალბადისა და ჰიდროქსილის იონების სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარზე უნივერსალური ინდიკატორის მიმატებით ხსნარი სხვადასხვა ფერად შეფერადდება. მაგალითად, ტუტე არეში უნივერსალური ინდიკატორი იძლევა ლურჯ შეფერვას, ხოლო მეავე არეში ვარდისფერს.

ანალიზის მსვლელობა. ვიღებთ 25 გრამ ნიადაგს, ვათავსებთ მას 100 მილილიტრის მოცულობის კოლბაში, ვუმატებთ 50 მილილიტრ გამოზდილ წყალს, ვანჭღრევთ ერთ საათს და ვფილტრავთ. გამჭვირვალე ფილტრატიდან ვიღებთ 2-3 მილილიტრ ხსნარს, ვასხამთ მას სპეციალურ ფაიფურის ჯამზე, ვუმატებთ 2-3 წვეთ უნივერსალურ ინდიკატორს და ხსნარს ბოლომომრგვალებული მინის წკირით ვურევთ. მეავეს შემთხვევაში ხსნარი შეიღებება ვარდისფერად, ხოლო ტუტის შემთხვევაში ლურჯად. მიღებულ შეფერადებას ვადარებთ სანიმუშო ფერადი

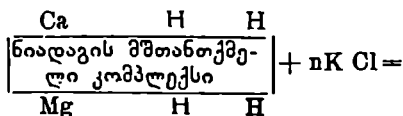
ქალაქის სკალას, რომელზედაც აღნიშნულია, თვითეული ფერი PH-ის და რა მაჩვენებელს შეეფარდება. ფერთა შედარებისას ვიგებთ ფერადი ქალაქის სკალის რომელ ფერს ედრება ჩვენი საკვლევი ხსნარის შეფერვა და ვიწერთ იმ PH-ს, რომელსაც დაემთხვა ხსნარის შეფერვა. ხშირად საკვლევი ხსნარის შეფერვა ზუსტად არ ემთხვევა ფერად სკალაზე მოცემულ PH-ის შეფერვას. ასეთ შემთხვევაში ვიღებთ საშუალო არითმეტიკულ ციფრს მინიმუმ და მაქსიმუმ შეფერვათა PH-დან. უნივერსალური ინდიკატორი საშუალებას გვაძლევს, 0,25 — 0,50 სიზუსტით განვსაზღვროთ ხსნარის PH-ი 3,0-დან 8,0-მდე.

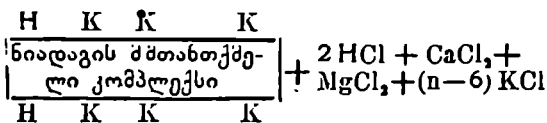
ხშირია შემთხვევა, როდესაც უნივერსალური ინდიკატორი ძველდება და ფუჭდება ისე, რომ მით სარგებლობა არ შეიძლება. ინდიკატორის ვარგისობაში დასაარწმუნებლად შემდეგნაირად ვიქცევით: PH-ის განსაზღვრისათვის ვიღებთ ორ ცალ ფაიფურის სპეციალურ ჯამს. ერთზე ვასხამთ სუსტი კონცენტრაციის ტუტეს, ხოლო მეორეზე სუსტი კონცენტრაციის მჟავას და თვითეულ მათგანს ვუმატებთ 2-3 წვეთ უნივერსალურ ინდიკატორს. თუ მიმატებულმა უნივერსალურმა ინდიკატორმა ტუტე ხსნარში მოგვცა ლურჯი შეფერვა, ხოლო მჟავე არეში ვარდისფერი, მაშინ ასეთი ინდიკატორით სარგებლობა შეიძლება.

მ) ნიადაგში გაცვლითი მჟავიანობის განსაზღვრა დაიკუხარა-კაპენის მეთოდით

პოტენციალური მჟავიანობა თავის მხრივ იყოფა I გაცვლით მჟავიანობად და II ჰიდროლიზურ მჟავიანობად. პრინციპული სხვაობა გაცვლითსა და ჰიდროლიზურ მჟავიანობას შორის არ არსებობს; ორივე წარმოიშვება ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსში არსებული წყალბადის ან ალუმინის იონების გამოძევებით. გაცვლითსა და ჰიდროლიზურ მჟავიანობას შორის სხვაობა მხოლოდ რაოდენობრივ მაჩვენებლებშია. ერთსა და იმავე ნიადაგში ჰიდროლიზური მჟავიანობა მილიგრამ ეკვივალენტებში მეტია გაცვლით მჟავიანობასთან შედარებით.

გაცვლით მჟავიანობას გამოსახავს წყალბადიონების ის რაოდენობა, რომელიც გამოიდევენება მშთანთქმელ კომპლექსიდან ნიადაგის ნეიტრალური მარილის ხსნარით დამუშავების შედეგად. ასე, მაგალითად:





ამრიგად, ნიადაგის 1 n KCl-ის ხსნარით დამუშავებისას კალიუმი მშთანთქმელი კომპლექსის მიერ შთაინთქმება. მის მაგიერ მშთანთქმელ კომპლექსიდან გამოიღვენება წყალბადიონები, რის შედეგადაც ნიადაგის გამონაწერში წარმოიშეება მარილის მკეაე HCl (ან შესაძლებელია AlCl₃), რომლის რაოდენობას ვიგებთ ფილტრატის 0,1 n NaOH-ის ხსნარის დატიტრებით და, ამრიგად, ვსაზღვრავთ ნიადაგის გაცვლით მკეაევიანობას.

გაცვლითი მკეაევიანობის რაოდენობის ცოდნას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს სასუქების გამოყენებისა და მცენარის კვების პირობების გაუმჯობესების საქმეში. დამტკიცებულია, რომ რაც უფრო მეტია გაცვლითი მკეაევიანობა, მით უფრო ცუდად ვითარდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარეები და, პირიქით.

ანალიზის მსვლელობა. ვიღებთ ერთ მილიმეტრიან დიამეტრის მქონე საცერში გატარებულ 100 გრამ ნიადაგს, ვათავსებთ მას 500 მილიგრამი მოცულობის კოლბაში, ვუმატებთ 250 მილილიტრ 1n KCl-ის ხსნარს, რომლის PH დაახლოებით უნდა იყოს 6,0-6,5, ვანჯღრევთ ერთი საათის განმავლობაში და ვფილტრავთ. გამკვირვალე ფილტრატიდან ვიღებთ 125 მილილიტრ ხსნარს, ვასხამთ მას 250 მილილიტრიან კოლბაში, ვუმატებთ 2-3 წვეთ ფენოლფტალეინსა და ვტიტრავთ 0,1 n NaOH-ის ხსნარით განეიტრალეზამდე, ე. ი. სანამ ხსნარი არ მიიღებს სუსტ ვარდისფერ შეფერვას. დასატიტრად დახარჯულ 0,1n NaOH-ის რაოდენობას ჩავიწერთ და ამის შემდეგ ვიწყებთ ნიადაგში გაცვლითი მკეაევიანობის გაანგარიშებას მილიგრამეკვივალენტებით 100 გრამ ნიადაგზე. ანალიზის ჩაწერა შემდეგნაირად მიმდინარეობს:

ნიადაგის ნიმუხის №	საანალიზოდ აღებული ნიადაგის რაოდენობა გ	მომატებული 1 n KCl-ის რაოდენობა მლ-ით	დასატიტრად აღებული ფილტრატის რაოდენობა მლ-ით	დასატიტრად დახარჯული 0,1 n NaOH რაოდენობა მლ-ით	0,1 n NaOH შემწვრების კოეფიციენტი	დასატიტრად დახარჯული 0,1 n NaOH-ის რაოდენობა	გაცვლ. მკეაევიანობა 100 გ ნიადაგში
						125 მილილიტრ ფილტრატზე	100 გ ნიადაგზე

125 მილილიტრი ფილტრატის გასანეიტრალეზად დახარჯულ $0,1 \text{ n NaOH}$ -ის რაოდენობას ვამრავლებთ $0,1 \text{ n NaOH}$ -ის შესწორების კოეფიციენტზე, მიღებულ ციფრს ვამრავლებთ ორზე, ვყოფთ ათზე და ვღებულობთ გაცვლით მეჯვინობას მილიგრამ ეკვივალენტებში 100 გრამ ნიადაგზე.

რეაქტივები

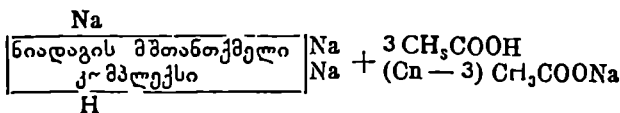
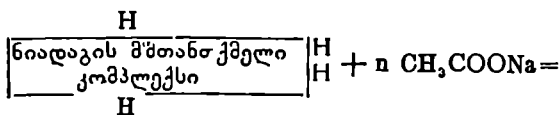
1. $0,1 \text{ n NaOH}$ -ის ხსნარი;
2. 1 n NaOH -ის ხსნარი;
3. ფენოლფტალეინი.

ბ) ნიადაგის ჰიდროლიზური მეჯვინობის განსაზღვრა კაპენის მეთოდით

ნიადაგის ჰიდროლიზური მეჯვინობის გამომხატველია წყალბად-იონების ის რაოდენობა, რომელიც გამოძევებული იქნება ნიადაგის მშთანქმელი კომპლექსიდან ჰიდროლიზური ტუტე CH_3COONa მარილის მოქმედებით.

ჰიდროლიზური მეჯვინობის მიხედვით ვადგენთ კირის დოზებს ისეთი ნიადაგებისათვის, რომლებსთვისაც წინასწარ იყო დადგენილი მოკირიანების საჭიროება. თუ ვიცით ნიადაგის გაცვლითი და ჰიდროლიზური მეჯვინობის რაოდენობა, შეგვიძლია განვსაზღვროთ ფოსფორიტის ფქვილის მოსალოდნელი ეფექტურობაც.

ცნობილია, რომ ძმრის მეჯვა ნატრიუმის მარილის ხსნარი განიცდის ჰიდროლიზს, რის შედეგადაც წარმოიშვება, ერთი მხრივ, NaOH და, მეორეს მხრივ CH_3COOH . წარმოშობილი CH_3COOH როგორც სუსტი მეჯვა, განიცდის სუსტ დისოციაციას, ხოლო NaOH როგორც ძლიერი ტუტე — ძლიერ (ენერგიულ) დისოციაციას. ამრიგად, ნიადაგის CH_3COONa -ის ხსნარით დამუშავებისას ხსნარში წარმოშობილი NaOH ენერგიულად აძევებს მშთანქმელ კომპლექსში არსებულ წყალბადიონებს. რეაქცია ამ დროს შემდეგნაირად მიმდინარეობს:



ხსნარში წარმოშობილ ძმრის მყევას რაოდენობას ვიგებთ მისი დატიტრირით 0,1 n NaOH-ის ხსნარით და, ამრიგად, ესაზღვრავთ ნიადაგში ჰიდროლიზურ მყევიანობას.

ანალიზის მსვლელობა: ვიღებთ 1 მილილიტრიან დიამეტრის მქონე საცერში გატარებულ 40 გრამ ნიადაგს, ვათავსებთ მას 250 მილილიტრიან მოცულობის კოლბაში, ვუმატებთ 100 მილილიტრ 1 n CH₃COONa-ის ხსნარს, რომლის PH=8,5-ს. ვანჯღრევთ როტატორზე ერთი საათის განმავლობაში და ვფილტრავთ. გამჭვირვალე ფილტრადიან ვიღებთ 50 მილილიტრ ხსნარს, ვასხამთ 200 მილილიტრიან მოცულობის ქიმიურ ჰიქაში, ვუმატებთ 2-3 წვეთ ფენოფტალეინს და ვტიტრავთ 0,1 n NaOH-ის ხსნარით განეიტრალებამდე, ე. ი. ხსნარის სუსტ ვარდისფერ შეფერადებამდე. ანალიზის შედეგების ჩაწერას ვაწარმოებთ შემდეგი ფორმის მიხედვით:

ნიადაგის დასახელება	საანალიზოდ აღებული ნიადაგის წონა	მიმატებულ 1 n CH ₃ COONa-ის რაოდენობა მლ-ით	დასატიტრად აღებული ფილტრატის რაოდენობა მლ-ით	დასატიტრად დაზარჯული 0,1 n NaOH ხსნარის რაოდენობა	0,1 n NaOH-ის ხსნარის შესწორების კოეფიციენტი	დასატიტრად დაზარჯული 0,1 n NaOH რაოდენობა		საჭირო CaCO ₃ რაოდენობა ც/გა-ზე
						50 მილილიტრ უატზე	100 გ ნიადაგზე	

ტიტრაციის დამთავრების შემდეგ ჰიდროლიზური მყევიანობის გაანგარიშებას ვაწარმოებთ მილიგრამ ეკვივალენტებში 100 გრამ ნიადაგზე და კირის დოზებს ვადგენთ ცენტნერობით ჰექტარზე.

ჰიდროლიზური მყევიანობის გაანგარიშებას მილიგრამ ეკვივალენტებში 100 გრამ ნიადაგზე შემდეგნაირად ვაწარმოებთ: 50 მილიგრამი ფილტრატის დასატიტრად დაზარჯულ 0,1 n NaOH რაოდენობას ვამრავლებთ 0,1 n NaOH-ის ხსნარის შესწორების კოეფიციენტზე. მიღებულ ციფრს ვყოფთ 10-ზე, მივიღებთ ჰიდროლიზურ მყევიანობას მილიგრამ ეკვივალენტებში საანალიზოდ აღებულ ნიადაგზე. ჰიდრო-

ლიზური მჟავიანობის განსაზღვრისათვის ჩვენს მიერ აღებული იყო 50 მილილიტრი ფილტრატი, რაც შეესაბამება 20 გრამ ნიადაგს, ამიტომ ჰიდროლიზური მჟავიანობის 100 გრამ ნიადაგზე გადასაანგარიშებლად საჭიროა მიღებული ციფრი გადავამრავლოთ 5-ზე, მივიღებთ ჰიდროლიზურ მჟავიანობას მილიგრამ ეკვივალენტებში 100 გრამ ნიადაგზე.

ცნობილია, რომ ნიადაგის ძმრის მჟავა ნატრიუმის მარილის ხსნარით არ შეგვიძლია განვსაზღვროთ მთლიანი ჰიდროლიზური მჟავიანობა ერთხელ დამუშავებით. ექსპერიმენტული მონაცემებით (ნიადაგზე CH_3COONa -ის ხანგრძლივი და განმეორებითი მოქმედებით) დამტკიცებულია, რომ მთლიანი ჰიდროლიზური მჟავიანობა $1\frac{1}{2}$ -2-ჯერ მეტია, ვიდრე ჰიდროლიზური მჟავიანობა განსაზღვრული ზემოაღნიშნული წესით. ამიტომ მთლიანი ჰიდროლიზური მჟავიანობის განსაზღვრისათვის ნიადაგის ძმრის მჟავა ნატრიუმის მარილით ერთხელ დამუშავებით მიღებულ ჰიდროლიზურ მჟავიანობას ვამრავლებთ 1,75-ზე $\left(\frac{1.5+2}{2}=1,75\right)$ ვღებულობთ მთლიან ჰიდროლიზურ მჟავიანობას. მთლიან ჰიდროლიზურ მჟავიანობაზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი 1,75 მეტად მერყეობს ნიადაგის თვისებების შესაბამისად. ამიტომ საჭიროა ცალკეული ნიადაგის ტიპებისა და სახეობებისათვის ეს კოეფიციენტი დავაზუსტოთ.

ნიადაგში მთლიანი ჰიდროლიზური მჟავიანობა შეიძლება გავიანგარიშოთ ქვემოთმოყვანილი ფორმულის მიხედვით:

$$x = \frac{a \cdot T \cdot 5 \cdot 1,75}{100}$$

სადაც a არის 50 მილილიტრი ფილტრატის დასატიტრად დაზარჯული, 0,1 n NaOH-ის რაოდენობა მილილიტრობით.

T — 0,1 n NaOH-ის ხსნარის შესწორების კოეფიციენტი.

ლებთ 5-ზე, რათა ჰიდროლიზური მჟავიანობა გადავიანგარიშოთ 100 გრამ ნიადაგზე, შემდეგ ვამრავლებთ 1,75, რომ გავიგოთ მთლიანი ჰიდროლიზური მჟავიანობა და ვყოფთ 10-ზე, რაც გამოსახავს ჰიდროლიზურ მჟავიანობას მილიგრამ ეკვივალენტებში 100 გრამ ნიადაგზე.

კირის დოზების გაანგარიშება. ჰიდროლიზური მჟავიანობის მიხედვით კირის დოზების გაანგარიშებისათვის ვსარგებლობთ ქვემოთ მოყვანილი ფორმულით:

$$X = \frac{aT \cdot 5.50.1,75.3000000.10}{10.1000000000},$$

სადაც X — არის CaCO_3 -ის რაოდენობა ტონობით ჰექტარზე, $a=0,1$ n NaOH -ის რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯა 50 მილილიტრი ფილტრატის გასანეიტრალებლად, — 0,1 n NaOH -ის შესწორების კოეფიციენტი.

1,75 — ნიადაგის ძმრის მჟავა ნატრიუმით ერთხელ დამუშავებით განსაზღვრული ჰიდროლიზური მჟავიანობის მთლიან ჰიდროლიზურ მჟავიანობაზე გადასანგარიშებელი კოეფიციენტი; ვამრავლებთ 50-ზე. რათა მილიგრამ ეკვივალენტი H გამოვსახოთ მილიგრამ CaCO_3 -ში. ვამრავლებთ 10-ზე, რომ CaCO_3 -ის რაოდენობა გადავიანგარიშოთ 1 კილოგრამ ნიადაგზე, ვყოფთ 10-ზე ჰიდროლიზური მჟავიანობის მილიგრამ ეკვივალენტებში გამოსახატავად, ვამრავლებთ 3000000-ზე, რომ საჭირო CaCO_3 -ის რაოდენობა 1 კილოგრამ ნიადაგიდან გადავიანგარიშოთ 1 ჰექტარ ფართობზე, ხოლო CaCO_3 -ის ერთ ჰექტარზე ფართობზე ტონებში გამოსახვის მიზნით ვყოფთ 1000000000-ზე. ზემომოყვანილ ფორმულაში თუ ყველა არითმეტიკულ გაანგარიშებას მოვახდენთ, მივიღებთ:

$$X = a \cdot T \quad 1.34.$$

ხშირად ნიადაგში შეტანილი კირი მთელ სახნავ ფენაში თანაბრად არ ერევა, რის გამოც სახნავი ფენის მჟავიანობა მთლიანად არ ნეიტრალდება. ამიტომ ზემოაღნიშნული ფორმულის შესაბამისად გაანგარიშებული კირის დოზებს ვამრავლებთ 1,5 კოეფიციენტზე. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ კოეფიციენტს ყოველთვის არ იყენებენ და ამიტომ არ არის შეტანილი კირის დოზების გასანგარიშებელ ფორმულაში.

კირის დოზების გაანგარიშების გამარტივების მიზნით ქვემოთ მოგვყავს ცხრილი (186), რომლის მიხედვით ჰიდროლიზური მჟავიანობის განსაზღვრისას 50 მილილიტრი ფილტრატის გასანეიტრალებლად დახარჯულ 0,1 n NaOH -ის რაოდენობით ვიგებთ ერთ ჰექტარზე საჭირო CaCO_3 -ის რაოდენობას ცენტნერობით ჰექტარზე.

რეაქტივები

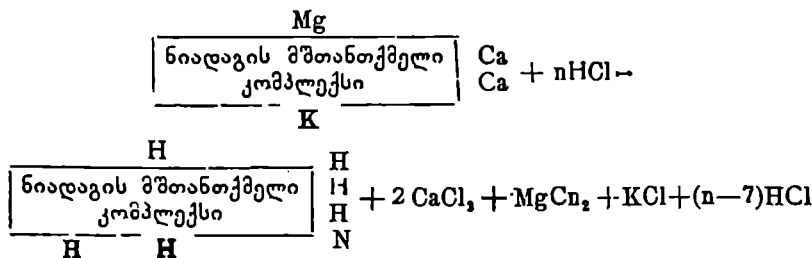
1. 1n CH₃COONa-ის ხსნარი. ვიღებთ 196,06 გრამ CH₃COONa და ვხსნით მას ერთ ლიტრ გამოხდილ წყალში. 20 მილილიტრ აღნიშნულ ხსნარზე ერთი წვეთი ფენოლფტალეინის მიმატებამ უნდა გამოიწვიოს ხსნარის სუსტი ვარდისფერი შეფერადება. თუ ეს არ მოხდა, მაშინ საჭიროა მას მივიუმატოთ 1n NaOH-ის ხსნარი წვეთ-წვეთობით მანამ, სანამ არ მივიღებთ CH₃COONa-ის ხსნარის სუსტ ვარდისფერად შეფერადებას, ხოლო, თუ 20 მილილიტრ 1n CH₃COONa-ის ხსნარზე ერთი წვეთი ფენოლფტალეინის მიმატებამ გამოიწვია ხსნარის ინტენსიური ვარდისფერად შეფერადება, მაშინ მას უნდა დავუმატოთ 10 პრაოცენტიანი CH₃COOH წვეთ-წვეთობით, ვიდრე არ მივიღებთ ხსნარის სუსტ ვარდისფერ შეფერადებას:

2. 0,1 n NaOH-ის ხსნარი;

3. ინდიკატორი ფენოლფტალეინი.

ა) ნიადაგში შთანთქმული ფუძეების ჯამის (S-ის) განსაზღვრა კაპენის მეთოდით.

კაპენის მეთოდით ნიადაგში შთანთქმული ფუძეების ჯამის განსაზღვრის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: ნიადაგის 0,1 n HCl-ის დამუშავებისას, მარილის მეყვას ნაწილი იხარჯება ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსში არსებული შთანთქმული კათიონების გამოსაძევებლად, ხოლო ნაწილი რჩება ფილტრატში თავისუფალი სახით. ასე, მაგალითად:



ფილტრატში დარჩენილი მარილის მეყვას რაოდენობას ვსაზღვრავთ მისი 0,1 n NaOH-ის ხსნარის დატიტრირით. ფილტრატში მოთავსებული მარილის მეყვას რაოდენობის ცოდნა საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსში არსებული კათიონების გამოსაძევებლად დახარჯული 0,1 n HCl-ის რაოდენობა, ხოლო ამ უკანასკნელის ცოდნით ვსაზღვრავთ ნიადაგში შთანთქმული ფუძეების ჯამს.

ჰიდროლიზური მეთოდის განსაზღვრის დროს 50 მილილიტრი ფილტრატის გასაწმენდად დასარგული 0,1 NaOH-ის მიხედვით პირის დოზების განაწილება

მილიტრული 0,1 N NaOH	CaCO ₃ გ/წ	მილიტრული 0,1 N NaOH	CaCO ₃ გ/წ	მილიტრული 0,1 N NaOH	CaCO ₃ გ/წ	მილიტრული 0,1 N NaOH	CaCO ₃ გ/წ	მილიტრული 0,1 N NaOH	CaCO ₃ გ/წ	მილიტრული 0,1 N NaOH	CaCO ₃ გ/წ	მილიტრული 0,1 N NaOH	CaCO ₃ გ/წ	მილიტრული 0,1 N NaOH	CaCO ₃ გ/წ	მილიტრული 0,1 N NaOH	CaCO ₃ გ/წ
1,0	13,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,1	14,3	2,1	27,3	3,1	40,3	4,1	53,3	5,1	66,3	6,1	79,3	7,1	92,3	8,1	105,3	8,1	105,3
1,2	15,6	2,2	28,6	3,2	41,6	4,2	54,6	5,2	67,6	6,2	80,6	7,2	93,6	8,2	106,6	8,2	106,6
1,3	16,9	2,3	29,9	3,3	42,9	4,3	55,9	5,3	68,9	6,3	81,9	7,3	94,9	8,3	107,9	8,3	107,9
1,4	18,2	2,4	31,2	3,4	44,2	4,4	57,2	5,4	70,2	6,4	83,2	7,4	96,2	8,4	109,2	8,4	109,2
1,5	19,5	2,5	32,5	3,5	45,5	4,5	58,5	5,5	71,5	6,5	84,5	7,5	97,5	8,5	110,5	8,5	110,5
1,6	20,8	2,6	33,8	3,6	46,8	4,6	59,3	5,6	72,8	6,6	85,8	7,6	98,8	8,6	111,8	8,6	111,8
1,7	22,1	2,7	35,1	3,7	48,1	4,7	61,1	5,7	74,1	6,7	87,1	7,7	100,1	8,7	113,1	8,7	113,1
1,8	23,4	2,8	36,4	3,8	49,4	4,8	62,4	5,8	75,4	6,8	88,4	7,8	101,4	8,8	114,4	8,8	114,4
1,9	24,7	2,9	37,7	3,9	50,7	4,9	63,7	5,9	76,7	6,9	89,7	7,9	102,7	8,9	115,7	8,9	115,7
2,0	26,0	3,0	39,0	4,0	52,0	5,0	65,0	6,0	78,0	7,0	91,0	8,0	109,0	9,0	117,0	9,0	117,0

3) ნიადაგის ფუძეებით მაძღრობის ხარისხის (V) გაანგარიშება

ნიადაგის ფუძეების მაძღრობის ხარისხის ცოდნას მეტად დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

ფუძეების მაძღრობის ხარისხის ცოდნით ჩვენ შეგვიძლია გავიგოთ არსებობს თუ არა ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსში წყალბადიონები და რა ხვედრითი წონა უქავია მას მშთანთქმელ კომპლექსში არსებულ კათიონთა შორის. ნიადაგის ფუძეების მაძღრობის ხარისხის ცოდნა დიდ დახმარებას გვიწევს ნიადაგის კირზე მოთხოვნილების განსაზღვრისა და ფოსფორიტის ფქვილის უშუალოდ სასუქად გამოყენების ეფექტურობის დადგენაში. ამ საკითხზე, უფრო დეტალურად, ქვემოთ შევჩერდებით.

ნიადაგის ფუძეების მაძღრობის ხარისხის გაანგარიშება წარმოებს ნიადაგის მშთანთქმელი ფუძეების ჯამისა და ჰიდროლიზური მქავიანობის განსაზღვრის საფუძველზე შემდეგი ფორმულის საშუალებით:

$$V = \frac{S}{S + H} 100,$$

სადაც V არის ნიადაგის ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი,

S — ნიადაგის მშთანთქმელ კომპლექსში არსებული ფუძეების ჯამი მილიეკვივალენტებში,

H — მშთანთქმელ კომპლექსში არსებული წყალბადიონების როდენობა მილიეკვივალენტებში, რომელიც შეესაბამება ჰიდროლიზური მქავიანობას. ვამრავლებთ 100-ზე იმისათვის, რომ ფუძეების მაძღრობის ხარისხი გამოვსახოთ პროცენტებში. დავუშვათ, რომ ნიადაგის მშთანთქმელი ფუძეების ჯამი უდრის 6 მილიგრამ ეკვივალენტს, ხოლო ჰიდროლიზური მქავიანობა კი 4,0 მილიგრამ ეკვივალენტს. ამ შემთხვევაში ნიადაგის ფუძეების მაძღრობის ხარისხი

$$V = \frac{6 \cdot 100}{6 + 4} = \frac{600}{10} = 60 \text{ პროცენტს.}$$

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ფუძეების მაძღრობის ხარისხს მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის კირზე მოთხოვნილების დასადგენად. ასე, მაგალითად, თუ ფუძეების მაძღრობის ხარისხი 50 პროცენტზე ნაკლებია, მაშინ ნიადაგი კირზე მეტად დიდ მოთხოვნილებას აყენებს. თუ ფუძეების მაძღრობის ხარისხი 50 პროცენტიდან, 70 პროცენტამდე მერყეობს, მაშინ ნიადაგი კირზე საშუალო მოთხოვნილებას აყენებს, ხოლო თუ ფუძეების მაძღრობის ხარისხი 70 პროცენტზე მეტია, მაშინ ნიადაგი არ მოითხოვს მოკირიანებას და სხვ.

იმის დასამტკიცებლად თუ რა დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის კირზე მოთხოვნილების დადგენის საქმეში ფუძეებით მადღრობის ხარისხის ცოდნას, მოგვყავს ციფრობრივი მონაცემები ა. ვ. პეტერბურგის აგროქიმიის პრაქტიკულ სახელმძღვანელოდან:

ნიადაგები	ნიადაგის მშთანქმელ კომპლექსში არსებული ფუძეების ჯამი	ჰიდროლიზური მჟავიანობა	ფუძეებით მადღრობის ხარისხი %
	მილიგრამ გვერვალენტი 100 გრამ ნიადაგში		
№ 1	30	5	85,7
№ 2	10	4	71,4
№ 3	6	3	66,6

ცხრილში მოყვანილი ციფრობრივი მონაცემებიდან ნათლად ჩანს, რომ № 1 ნიადაგში მეტია ჰიდროლიზური მჟავიანობა № 3 ნიადაგთან შედარებით, მაგრამ № 1 ნიადაგი კირზე მოთხოვნილებას არ აყენებს, მაშინ როდესაც № 3, რომელშიაც ჰიდროლიზური მჟავიანობა გაცილებით ნაკლებია მოთხოვს მოკირიანებას. ამრიგად, თუ ჩვენ ნიადაგის კირზე მოთხოვნილების შესახებ ვიმსჯელებთ მართო ჰიდროლიზური მჟავიანობის მიხედვით, უდავოდ მცდარ დასკვნამდე მივალთ. ამის თავიდან აცილების საქმეში ფუძეებით მადღრობის ხარისხის ცოდნას შეუძლია დიდი დახმარება გაგვიწიოს.

ნიადაგის ფუძეებით მადღრობის ხარისხის ცოდნას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ფოსფორიტის ფქვილის უშუალოდ სასუქად გამოყენების საკითხის გამორკვევაში.

ჟ) ნიადაგის მოფოსფორიტების ეფექტურობის განსაზღვრა გოლუბევის მეთოდით

სოფლის მეურნეობაში ფოსფორიტის ფქვილის უშუალოდ სასუქად გამოყენების საკითხი დიდი ხანია მეცნიერების ყურადღებას იპყრობს. აღნიშნული საკითხის გარშემო მეცნიერებს შორის არსებობს აზრთა სხვადასხვაობა.

აქადემიკოს დ. ნ. პრიანიშნიკოვის ლაბორატორიაში დამუშავდა ფოსფორიტის ფქვილის უშუალოდ სასუქად გამოყენების განსაზღვრის მეთოდი, რის შედეგადაც შესაძლებელი გახდა ფოსფორიტის ფქვილის უშუალოდ სასუქად გამოყენება. ფოსფორიტის ფქვილი ყველაზე უფ-

რო იაფფასიანი ფოსფორიანი სასუქია. მასში არსებული ფოსფორი ძნელადხსნადი, მცენარისათვის ძნელად შესათვისებელი ფორმით მოიპოვება. ამიტომ ყველა ნიადაგზე და ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურული მცენარის მიმართ ფოსფორიტის ფქვილის უშუალოდ სასუქად გამოყენება დადებით შედეგს არ იძლევა.

ამჟამად დამტკიცებულია, რომ ფოსფორიტის ფქვილის წესიერად გამოყენებით შესაძლებელია მივიღოთ ისეთივე შედეგი, როგორსაც ვღებულობთ სუპერფოსფატის გამოყენების შედეგად. საქართველოს პირობებში წითელმიწა და ეწერ ნიადაგებზე ფოსფორიტის ფქვილი, შეტანილი სუპერფოსფატის P_2O_5 ეკვივალენტური რაოდენობით, იძლევა თანაბარ ან ზოგჯერ მეტ ეფექტს. ამიტომაც, რომ ძლიერ მჟავე წითელმიწა და ეწერ ნიადაგებზე მიზანშეწონილია სუპერფოსფატი შეეცვალოს ფოსფორიტის ფქვილით.

ცნობილია, რომ ნეიტრალურ და ტუტე ნიადაგებზე ფოსფორიტის ფქვილის გამოყენება დადებით შედეგს არ იძლევა. ამიტომ ფოსფორიტის ფქვილის მოსალოდნელი ეფექტურობის განსაზღვრის მეთოდების შემუშავებას და მის გამოყენებას უდავოდ დიდი მნიშვნელობა აქვს.

აღნიშნული საკითხი შეისწავლა პროფ. ბ. გოლუბეევმა და შეიმუშავა ფოსფორიტის ფქვილის მოსალოდნელი ეფექტურობის განსაზღვრის სრულიად მარტივი მეთოდი. გოლუბეევმა მინდვრისა და სავეგეტაციო ცდების მონაცემებით დაამტკიცა, რომ თუ ნიადაგი და კულტურული მცენარე მოთხოვნილებას აყენებს ფოსფორიან სასუქზე, მაშინ ფოსფორიტის ფქვილის ეფექტურობა დამოკიდებულია ნიადაგის პოტენციურ მჟავიანობაზე. მისი აზრით, თუ ნიადაგი და მცენარე ფოსფორიან სასუქებზე მოთხოვნილებას აყენებს და ნიადაგის პოტენციური მჟავიანობა — ჰიდროლიზური მჟავიანობა — 2,0-2,5 მილიგრამ ეკვივალენტზე მეტია 100 გრამ ნიადაგში, მაშინ ფოსფორიტის ფქვილის უშუალოდ სასუქად გამოყენება დადებით შედეგს იძლევა, ე. ი. ასეთ ნიადაგებზე შესაძლებელია ფოსფორიტის ფქვილის უშუალოდ სასუქად გამოყენება, ხოლო თუ ნიადაგის მჟავიანობა ზემომოყვანილ მარვენებლებზე უფრო მეტია, მაშინ ნიადაგის მჟავიანობის ზრდის შესაბამისად თანდათანობით იზრდება ფოსფორიტის ფქვილის ეფექტი და ის თავისი ეფექტურობით უახლოვდება სუპერფოსფატის ეფექტს. ძლიერ მჟავე ნიადაგებზე კი შესაძლებელია ფოსფორიტის ფქვილის უშუალოდ სასუქად გამოყენებით მივიღოთ უფრო მეტი ეფექტი, ვიდრე მისი ეკვივალენტური (P_2O_5 შემცველობის მიხედვით) სუპერფოსფატის გამოყენებით.

ფოსფორიტის ფქვილის მოსალოდნელი ეფექტურობის უფრო ზუსტად დადგენის მიზნით საჭიროა, გარდა მჟავიანობისა, ვიცოდეთ ნიადაგის მთლიანი შთანქმის ტევადობა (T) და ნიადაგის ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი (V). ნიადაგის მთლიანი შთანქმითი ტევადობა შეიძლება გავიანგარიშოთ, თუ ნიადაგის მჟავიანობის მილიგრამ ეკვივალენტებში მივუმატებთ შთანქმული ფუძეების ჯამს მილიგრამ ეკვივალენტებში 100 გრამ ნიადაგზე. თუ ნიადაგის შთანქმის ტევადობა მცირეა და ის უდრის $T=12-15$ მილიგრამ ეკვივალენტს 100 გრამ ნიადაგში, მაშინ ფოსფორიტის ფქვილის უშუალოდ სასუქად გამოყენება კარგ შედეგს იძლევა, მაშინ როდესაც ნიადაგის პოტენციური მჟავიანობა უდრის 2,0 მილიგრამ ეკვივალენტს 100 გრამ ნიადაგში, ხოლო თუ ნიადაგის შთანქმის ტევადობა $T=15$ მილილიტრ ეკვივალენტზე მეტია, ამ შემთხვევაში ფოსფორიტის ფქვილის უშუალოდ სასუქად გამოყენება დადებით შედეგს იძლევა, თუ ნიადაგის პოტენციური მჟავიანობა 2,5 მილიგრამ ეკვივალენტზე მეტია 100 გრამ ნიადაგში.

ფოსფორიტის ფქვილის უშუალოდ სასუქად გამოყენებით შესაძლებელია მივიღოთ სუპერფოსფატის (ეკვივალენტური, რაოდენობის P_2O_5 -ის შეტანისას) თანაბარი ეფექტი ნიადაგის მჟავიანობისა და შთანქმის ტევადობის (T) შემდეგი მაჩვენებლების პირობებში:

შთანქმის ტევადობა	შიდროლიზური მჟავიანობა
მილიგრამ ეკვივალენტი 100 გრამ ნიადაგში	
ნაკლები 10-ზე	3,0—3,5
10—30	4,0—6,0
მეტი 30-ზე	6,0-ზე მეტი

გოლუბეევის მეთოდის მიხედვით, თუ ნიადაგი და მცენარე ფოსფორზე მოთხოვნილებას აყენებს, ვიცით ნიადაგის შთანქმის ტევადობა (T) და ფუძეების მაძღრობის ხარისხი (V), მაშინ ქვემოთმოყვანილი მრუდის საშუალებით ძალზე ადვილია ფოსფორიტის ფქვილის მოსალოდნელი ეფექტის დადგენა.

აღნიშნული მრუდის პორიზონტალურ ხაზზე მოცემულია ნიადაგის შთანქმის ტევადობა (T) მილიგრამ ეკვივალენტებში 100 გრამ ნიადაგზე, ხოლო პერპენდიკულარულ ხაზზე ნიადაგის ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი %-ით.

დეს, რომ ფოსფორიტის ფქვილი კარგად უნდა დავფქვათ და ნიადაგის მთელ სახნავ ფენაში კარგად შევეურიოთ. ფოსფორიტის ფქვილი უნდა გამოვიყენოთ ფიზიოლოგიურად მკავე სასუქებთან ერთად. ამრიგად, უნდა გავატაროთ ყველა ის აგროტექნიკური ღონისძიება, რომლებიც ხელს უწყობენ ფოსფორიტის ფქვილის ეფექტურობის გადიდებას.

რ) სასუქების გამოცნობა

ამჟამად სოფლის მეურნეობაში ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა სახის მინერალური და ორგანული სასუქები, რომელთა ასორტიმენტი თანდათანობით დიდდება.

ცნობილია, რომ მცენარისათვის საჭირო ერთი და იგივე საკვები ნივთიერების შემცველი სხვადასხვა სახის სასუქი ნიადაგსა და მცენარეზე სხვადასხვაგვარ გავლენას ახდენს და მათში საკვები ნივთიერების პროცენტული შემცველობაც სხვადასხვაა. ამიტომ სოფლის მეურნეობაში სასუქების სწორად გამოყენების საქმეში მათი გამოცნობის ცოდნას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს.

გარდა ამისა, სასუქები, რომლებიც გამოყენებულია სოფლის მეურნეობაში თავისი გარეგნული თვისებებით, ფერით, კრისტალური მოყვანილობით და სხვა მაჩვენებლებით, ერთიმეორეს გვანან. მსგავსება მათ შორის კიდევ უფრო იზრდება თუ სასუქები არაწესიერად იქნა გადაზიდული.

თანმოყოლილი საბუთების მეშვეობით შეიძლება სასუქების გამოცნობა, მაგრამ ხშირად მინერალური სასუქების შესანახ საწყობებში ისინი იკარგება. ამის გამო როგორც საწყობიდან სასუქების გაცემის, ისე მისი გამოყენებისას ადგილი აქვს გაუგებრობას.

ასეთი გაუგებრობის თავიდან აცილების მიზნით, აუცილებელია, რომ სოფლის მეურნეობის ყველა მუშაკმა, რომლებსაც საქმე აქვთ სასუქების გამოყენებასთან, კარგად იცოდნენ სასუქების გამოცნობის მარტივი მეთოდები. სასუქების გამოცნობა შეიძლება მისი გარეგნული შეხედულებით, სუნით, თვისობრივი ანალიზის ჩატარების გზით და სხვ. ამ უკანასკნელის ჩატარებისას საჭიროა გვექონდეს მეტად მცირერიცხოვანი რეაქტივები და ჭურჭლები, კერძოდ: 5—10 პროცენტიანი ძმრის მჟავა (CH_3COOH), კალიუმის ან ნატრიუმის მწვევე ტუტე (NaOH , KOH) ან ნაცარი, ქლორბარიუმი (BaCl_2), აზოტმჟავა ვერცხლი (AgNO_3), ამონიუმის ჰიდროქსიდი (NH_4OH), ლაკმუსის ქაღალდი, ერთი საშუალო ზომის და ოთხი ცალი პატარა ქიმიური ჭიქა, რამდენიმე ცალი სინჯარა და სხვ.

თვისობრივი ანალიზის ჩატარებით სასუქების გამოცნობა შემდეგნაირად წარმოებს. ვიღებთ ერთ სუფრის კოვზ სასუქს და მას ვყრით წყლით საცხე ქიმიურ კიქაში. კიქაში არსებულ წყალს და სასუქს მინის წკირით 1-2 წუთის განმავლობაში კარგად ვურევთ. ამ დროს სასუქი ან მთლიანად გაიხსნება წყალში და მიიღება გამჭვირვალე ან სუსტად მღვრიე ხსნარი — მცირე რაოდენობის წყალში უხსნადი ნალექი, ანდა სასუქი არ გაიხსნება და კიქის ფსკერზე დიდი რაოდენობით დაილექება. წყალში მთლიანად გაიხსნება ისეთი სასუქები, როგორცაა: ამონიუმის გვარჯილა, ნატრიუმის გვარჯილა, კალციუმის გვარჯილა, ამონიუმის სულფატი „ლეინა“ ან „მონტან“ გვარჯილა, კალიუმქლორი, სილვინიტი, კაინიტი და სხვ.

წყალში ძნელადხსნადი სასუქებია: ფოსფორიტის ფქვილი, თამასის წიდა, პრეციპიტატი და ნაწილობრივ მარტივი სუპერფოსფატი (მარტივ სუპერფოსფატში შემავალი ფოსფორი წყალში ხსნადია, ხოლო მასში შემავალი თაბამორი კი წყალში არ იხსნება). ამის შემდეგ ვიღებთ სამ პატარა ქიმიურ კიქას, მასში $\frac{1}{4}$ მოცულობის რაოდენობით ვასხამთ დიდ ქიმიურ კიქაში არსებულ წყალში გახსნილ სასუქს და პირველ კიქას ვუმატებთ ერთ ჩაის კოვზ მწვავე ნატრიუმის ან კალიუმის ტუტეს, მეორე კიქას ქლორბარიუმის ხსნარს და მესამე კიქას აზოტმჟავა ვერცხლის ხსნარს. კიქაში მოთავსებულ ხსნარს მინის წკირით კარგად ავურევთ. იმ კიქაში, რომელშიაც ვუმატებთ მწვავე ნატრიუმის ან კალიუმის ტუტეს, ყნოსვით ვარკვევთ გამოიყოფა თუ არა ამონიაკი. იმ შემთხვევაში, თუ ცივ ხსნარიდან ამონიაკი არ გამოიყო, მაშინ საჭიროა ხსნარი შევაცხელოთ; იმ შემთხვევაში, თუ ხსნარიდან ამონიაკი გამოიყო, მაშინ ქვემოთყვანილი სასუქების გამოსაცნობი ცხრილის მიხედვით ვარკვევთ, თუ რომელ სასუქიდან შეიძლება ამონიაკის გამოყოფა. აქვე უნდა აღვნიშნოთ ის, რომ ამონიაკის გამოცნობა ადვილად შეიძლება ლაკმუსის ქაღალდითაც. კიქაში არსებულ ხსნარს ვუმატებთ მწვავე ნატრიუმის ან კალიუმის ტუტეს და ხსნარს შევაცხელებთ, შემდეგ კიქის ზედაპირზე — კიქიდან გამოყოფილ ორთქლის არეში რამდენიმე წუთით გავაჩერებთ გამოხდილ წყალში შესველებულ წითელ ლაკმუსის ქაღალდს ისე, რომ ის კიქის კედელს არ შეეხო. ამ დროს თუ წითელი ფერის ლაკმუსის ქაღალდი გალურჯდა ეს იმის მაჩვენებელია, რომ ხსნარიდან გამოიყო ამონიაკი.

ტუტეების მიმატებით ხსნარიდან ამონიაკის გამოყოფა იმის დამატკიცებელია, რომ საქმე გვაქვს აზოტიან სასუქთან, რომელიც თავის შედგენილობაში შეიცავს აზოტს ამონიაკის სახით.

მეორე კიქაში არსებულ ხსნარს ვუმატებთ ქლორბარიუმის ხსნარს, რის შედეგად წარმოიშობა თეთრი ნალექი, ანდა ხსნარი სუსტად.

ამღვრევა, ამის შემდეგ ნალექსან ამღვრეულ ხსნარს ვუმატებთ რამდენიმე წვეთ ძმრის მჟავას. ხსნარს მინის წკირით კარგად ვურევთ და ვაკვირდებით, ძმრის მჟავას მიმატების შედეგად იხსნება თუ არა ნალექი ან იმღვრევა თუ არა. მაგალითად, თუ ქლორბარიუმის ხსნარის მიმატებისას წარმოიშვა დიდი რაოდენობის თეთრი ნალექი, რომელიც ძმრის მჟავას მიმატებისას არ იხსნება, მაშინ ეს ნიშნავს იმას, რომ სასუქი თავის შედგენილობაში შეიცავს SO_4 იონს.

ამრიგად, თუ ხსნარზე მწვავე ნატრიუმის ან კალიუმის ტუტის მიმატებისას გამოიყო ამონიაკი, ხოლო ამავე ხსნარზე ქლორბარიუმის მიმატებისას წარმოიშვა დიდი რაოდენობის თეთრი ნალექი, რომელიც ძმრის მჟავაში არ იხსნება, მაშინ სასუქების გამოსაცნობი ცხრილის (იხ. ცხრილი 186) მონაცემების საფუძველზე ჩვენ საქმე გვექონია ამონიუმის სულფატთან.

ამის შემდეგ მესამე ჭიქაში არსებულ ხსნარს ვუმატებთ აზოტმჟავა ვერცხლის ხსნარს. ჭიქაში არსებულ ხსნარზე აზოტმჟავა ვერცხლის ხსნარის მიმატებისას შეიძლება წარმოიშვას ყვითელი ფერის, ნალექი ანდა დიდი რაოდენობის თეთრი ფერის ხაჭოსმაგვარი ნალექი, ან კიდევ შესაძლებელია მივიღოთ ხსნარის სუსტად ამღვრევა.

თუ ჭიქაში არსებულ ხსნარზე ტუტის მიმატებისას გამოიყოფა ამონიაკი, ხოლო აზოტმჟავა ვერცხლის ხსნარის მიმატებისას დიდი რაოდენობის თეთრი ნალექი, მაშინ სასუქების გამოცნობის ცხრილში მოყვანილ მონაცემების მიხედვით ჩვენ მივდივართ იმ დასკვნამდე, რომ გამოსაცნობად აღებული სასუქი ყოფილა ქლორამონიუმი. გარდა ამისა, სასუქების გამოსაცნობად გამოიყენება ნაკვერჩხალზე სასუქის დაყრის შედეგად გამოწვეულ რეაქციებზე წარმოებულ დავკვირებებში, ე. ი. ნაკვერჩხალზე დაყრილი სასუქი ფეთქდება თუ არა, წარმოებს თუ არა მისი გაღობა, როგორი ფერის ნალექს ტოვებს ნაკვერჩხალზე, როგორი სუნი გამოიყო და სხვ.

ყველა ამ თვისებას ვნახულობთ სასუქის გამოცნობის ცხრილში და ვიყენებთ მის გამოსაცნობად. მაგალითად, თუ ნაკვერჩხალზე დაყრილი სასუქი იძლევა ამონიაკის სუნს და იწვევს აფეთქებას, ეს იმის მაჩვენებელია, რომ საქმე გვაქვს ამონიუმის გეარჯილასთან.

იმ სასუქებს, რომლებიც წყალში არ იხსნება ან იხსნება ნაწილობრივ, ჭიქაში კარგად ავურევთ და ნარევს გადავსახამთ ოთხ პატარა ჭიმიურ ჭიქაში ისე, რომ გადატანილ იქნას როგორც ხსნარი, ისე ნალექიც. მას კარგად ვურევთ და ვტოვებთ გარკვეული დროის განმავლობაში უძრავად, რათა დაილექოს. დალექვის შემდეგ პირველ ჭიქაში არსებულ ხსნარში ჩავდებთ ლაკმუსის ქაღალდს. იმ შემთხვევაში, თუ ჭიქაში სუპერფოსფატია, მაშინ ლურჯი ფერის ლაკმუსის ქაღალდი გა-

სასუქების გამოსაცნობი ცხრილი

სასუქების დასახელება	შედგენილობა (ქიმიური ფორმულა)	გარეგნული შეხედულება და სუნი მანადობა	რეაქცია ტუტეობთან	რეაქცია ნაკვეთხალთან	ქლორბარიუმთან და მზის გვეჯთან რეაქციები	რეაქცია აზოტმეჯავე რეაქციებთან	ღებულება
1 ნატრიუმის გვარჯილა	NaN_3	თეთრი კრი: ტალღური ნივთიერება	—	ფეთქდება	ქლორბარიუმის ხსნარის მოქმედებისას წარმოიქმნება სუსტი სიმღვივე. რომელიც არ იხსნება მზის მეჯავში	აზოტმეჯავე რეაქციებთან რეაქცია	
2 კალციუმის გვარჯილა	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	თეთრი ან უფრო მუქი მარცვალა, რომელიც აგრებულად ღებულება	—	ლღებუ, დღუს, იწვის, სტფებს ნახშირზე კირის თეთრ ღაქას	იგვე		
3 ამონიუმის გვარჯილა	NH_4NO_3	თეთრი მოყვითალო კრისტალური ნივთიერება, გარდა ამისა გვებება მოწითალო აგურის ფერი, მონატრისფერო მარცვლი-სები ამონიუმო. გვარჯილა	იღვე ამონიაკის სუნს	ფეთქდება	იგვე		

4	ნიტრატ სულფატამონიუმნი (NH_4) ₂ SO ₄	თეთრი წყვილი ფხვნილი		ქლორბარიუმის მიმატებით წარმოიშობა დიდი რაოდენობით ნალექი, რომელიც არ იხსნება ძმრის შეჯავში	სუსტი სიმღვრე
5	ამონიუმის სულფატი (ცოფიოდმევა ამონიუმში)	თეთრი, ნაცრისფერი, მომწვანო, წვრილი კრისტალური ან ამორფული ფხვნილი	იმღვამონიუმის სუნს	სუსტად მოქმედი, იმღვამონიუმის სუნს და თეთრ ბოლს დიდი რაოდენობით თეთრი ნალექი, რომელიც არ იხსნება ძმრის შეჯავში	წარმოიშობა სუსტი სიმღვრე
6	ქლორამონიუმი	თეთრი ან მოყვითალო წყვილი ფხვნილი	გამოყოფს თეთრ ბოლს, რომელსაც აქვს ამონიუმის და მარილის შეჯავს სუნი	სუსტი სიმღვრე	წარმოიშობა დიდი რაოდენობით თეთრი ნალექი, შეჯავსის დედება

სასუქების დასახელება	შედგენილობა (კიმოური ფორმულა)	გარეგნული გეზოდულება და სუნი	წყალში ხსნადობა	რეაქცია ტუტეობთან.	რეაქცია ხის ნაყვობთან	ქლორობარიუმთან და სხვა რეაქციები	რეაქცია აზოტბრევერცხლთან	შენიშვნა
7 შარდოვანა	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	თეთრი ფხვნილი		—	ადვილად ლღვება, ბოლოვდება ამონიუმის სუნს	ოდნავ შესამჩნევ სუტ სიმღვრივეს	იგივე	მიმწართ გემო აქვს
8 მონიამოფოსი და დიამოფოსი	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$	თეთრი მონაკრისფერი ან მოყვითალო კრისტალური ფხვნილი		—	ადვილად ლღვება, დუღს და იმდენად ამონიუმის სუნს გამოიყოფა	იძლევა დიდი რაოდენობით ნალექს, რომელიც იხსნება მშრის გევაში	ხსნადი და ნალექი ცვითლდება	ლაკუსი კალდის ამოფოსი აყვითლებს მ. ი. მას აქვს შეკვეთილი დიამოფოსი კი ალფრუკებს მ. ი. მას აქვს ტუტე რეაქცია
9 სილენიტი	$\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$	მსხვილი, ვარდისფერი, კრისტალური ფორმულად დაფუკვარი თეთრი-მოვარდისფერი მუყარადები	წყალში კარგად იხსნება	—	მსხვილი კრისტალური სუტებიან. თუ მარილი ფერხილად დაწვნილია ეს ნაკლებად შემინევი	სუსტ სიმღვრივეს	წარმოიშვება დიდი რაოდენობის თეთრი ნალექი. შენჯღერებისას დედდება	

	30-40 %-იანი კალიუმ ქლორის მარილი	KCl, NaCl	თეთრი, მოწითალო-მთვარისფერი მსხვილი კრისტალური მარილი. წააგვს სუფრის მარილს	-	იგივე	სუსტი სიმღვრივე	იგივე
10	ზოგირდმკვებელი (კალიუმის სულფატი)	K_2SO_4	თეთრი ფერის ფხვნილი	-	-	გამოიყვანა დიდი რაოდენობით თეთრი ნალექი	-
12	ნიტროფოსკა	NH_4NO_3 , $(NH_4)_2HPO_4$, KCl ან H_2SO_4	სხვადასხვა ფერის ფხვნილი	საგრძობა აქვს ამონიაკის სუნი	ადვილად დალდება ამონიაკის სუნს	გამოიყვანა დიდი რაოდენობით ნალექი, რომელიც იხსნება მზის შუადღეში	ხსნარი და ნალექი ერთდროულად იხსნება
13	კალციუმის ციანამიდი	CaCN ₂	მურა თეთრი ფერის ფხვნილი, აქვს ნავთის სუნი	სუსტად ხსნადია	-	-	ზოგჯერ შემთხვევაში ნავთის სუნი არა აქვს, ამ შემთხვევაში ძლიერ მტვერიანდება და იჭიმება ცხვირის ცხვირბაზს

სასუქების დასახელება	შედგანილობა (ქიმიური ფორმულა)	გარეგნული შეხედულება და სუნი	წალში	რეაქცია ტუტეობთან	რეაქცია ხის ნაკვერცხალთან	ქლორბარი უმთან და ძმრის შეყვანთან რეაქციები	რეაქცია აზოტმკვავეპრცელთან	უნიშვნა
14	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7)_2$	ღია ნაცრისფერი (რუხი) ფხვილი. აქვს აფორდის მჟავას სუნი	წალში მნიშვნელოვნად სხადია	—	იძლევა რეზინის კაუჩუკის დამზადებისათვის ათვებულ სუნს	იძლევა ძლიერ სიმღვრივეს, რომელიც ძმრის მჟავაში იხსნება	ხსნაოი და ხალუკი ყვითოლდება	მევეე სუბერფოსფატი Ag_2N_2 თან ყვითოლ ხალუკე არ იძლევა. იძლევა ხალუკეს მხოლოდ სუსტად გატუტიაზე-ბიას
15	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	თეთრი ძლიერ წებოლი ფხვილი	წალში იხსნება	—	სუსტად მოქმედება	იძლევა სუსტ სიმღვრივეს	ხალუკის ხედაიოი ყვითოლდება	ძმრის მჟავის არეში Ag_2N_2 -ის მიმატების შედეგად გამოყოფილი ყვითოლდება
16	$\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_{14}$	მუქი, თითქმის შავი, მძიმე ფხვილი	იგივე	—	—	—	ხალუკი ყვითოლდება აზოტის ძეგას მოქმედების შემდეგ	წალში გახსნილი ამონიაკურ სასუქებთან დახჯლარევისას გამოყოფილი ამონიაკი

წითლდება, ხოლო თუ კიქაში თომასის წიდაა, მაშინ წითელი ფერის ლაკმუსის ქაღალდი გალურჯდება. იმ შემთხვევაში თუ ლაკმუსის ქაღალდი არა გვაქვს, მაშინ კიქაში ჩავეყრიტ CaCO_3 , თუ კიქაში სუპერფოსფატი, მაშინ დიდი რაოდენობით დაიწყება CO_2 -ის გამოყოფა და კიქაში არსებული ხსნარი თითქმის აქაფდება. შემდეგ მეორე კიქაში ეუმატებთ მწვავე ნატრიუმის ან კალიუმის ტუტეს, მესამეში ბარიუმქლორის ხსნარს, ხოლო მეოთხეში აზოტმჟავა ვერცხლის ხსნარს და ვაკვირდებით ზემოაღნიშნული რეაქტივების მიმატების შედეგად გამოწვეულ რეაქციას. ვნახულობთ მას სასუქების გამოსაცნობ ცხრილში და ვარკვევთ რომელ სასუქთან გვაქვს საქმე.

სასუქების გამოსაცნობ ცხრილში მოცემულია თითქმის ყველა ის სასუქი, რომლებიც წარმოებაში გვხვდება. ამავე ცხრილში მოცემულია ამ სასუქების დამახასიათებელი ნიშანთვისებები და მათი რეაგირება ტუტეებთან, ქლორბარიუმთან, აზოტმჟავა ვერცხლის ხსნართან და სხვა რეაქტივებთან. მისი გამოყენება მეტად ადვილია ყველა პირობებში.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენს მიერ ზემოჩამოთვლილ რეაქციებზე ჩატარებული დაკვირვებანი, სასუქების გარეგანი შეხედულება სასუქების ცხრილში მოცემულ სხვა მაჩვენებლებთან ერთად საშუალებას მოგვცემს ადვილად გამოვიცნოთ, თუ რომელი სახის სასუქთან გვაქვს საქმე.

არ უნდა დაგვავიწყდეს, რომ მინერალური სასუქი არ არის ქიმიურად სუფთა მარილი, ის თავის შედგენილობაში შეიცავს სხვადასხვა მინარევს. ამიტომ თვისობრივი ანალიზის ჩატარების დროს შეიძლება ადგილი ექნეს მცირეოდენ გადახრებს.

სასუქში მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიერების შემცველობის ზუსტად დადგენისათვის საჭიროა ჩავატაროთ ქიმიური ანალიზი.

18. Группа авторов — Агрономическая химия, М., Сельхозгиз, М. 1954.
19. ი. ა. ბაკაიძე — ადგილობრივი სასუქები, თ., სახელგამი, 1955.
20. Э. Рассел — Почвенные условия и рост растений, издательство иностранной литературы, М. 1955.
21. А. М. Дубовский и А. И. Шерешевский — Технология Минеральных удобрений, ГНТИХЛ, М—Л., 1947.
-

ს ა რ ჩ ე ვ ი

წინასიტყვაობა	3
შესავალი (ი. სარიშვილი)	4
თავი I. მცენარის კვება (ი. ნაკაიძე)	10
1. მცენარის კვებაზე შეხედულებათა განვითარების ზოგიერთი მომენტი და აგროქიმიის მოკლე ისტორია	10
2. ხელოვნური კულტურის მეთოდი და მისი მნიშვნელობა მცენარის კვების საკითხების გადაწყვეტაში	21
3. ნახშირბადოვანი კვება	22
4. საკვები ელემენტების ფიზიოლოგიური როლი	25
5. არაპირდაპირ მოქმედი ელემენტები	36
6. მცენარის აზოტით კვება	38
7. არეს რეაქციის გავლენა მცენარის განვითარებაზე	43
8. მარილების მოქმედება მცენარის არეს რეაქციაზე	45
9. საკვები ელემენტების შესვლა მცენარეში	48
10. მცენარის ფესვგარეშე კვება	52
თავი II. მცენარის ქიმიური შედგენილობა (ი. ნაკაიძე)	55
თავი III. ნიადაგის თვისებების მნიშვნელობა სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით (ი. ნაკაიძე)	68
1. ნიადაგის ადგილი მცენარის სასიცოცხლო ფაქტორებში და მისი შედგენილობა	70
ა) ნიადაგის ნაყოფიერება	70
ბ) ნიადაგის შედგენილობა	73
გ) ნიადაგის თბიერი ფაზა	74
დ) ნიადაგის გაზისებური ფაზა	75
ე) ნიადაგის ორგანული ნივთიერება	75
ე) ნიადაგის მინერალური ნივთიერება	83
2. ნიადაგის კოლოიდები	88
3. ნიადაგის შთანქმითი უნარიანობა	94
4. ნიადაგის შთანქმითი უნარიანობის მნიშვნელობა სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით	95
ა) ნიადაგის მექანიკური შთანქმითი უნარი	97
ბ) ნიადაგის ფიზიკური ანუ მოლეკულური შთანქმითი უნარი	98
გ) ნიადაგის ქიმიური შთანქმითი უნარი	100

დ) ნიადაგის ბიოლოგიური შთანთქმა	102
ე) კათიონების ფიზიკურ-ქიმიური ანუ ჩანაცვლებითი შთანთქმა	103
5. ნიადაგის რეაქცია	112
ა) ნიადაგის ხსნარის რეაქცია	113
ბ) გაცელთი მჟავიანობა	115
გ) ჰიდროლიზური მჟავიანობა	116
6. ნიადაგის ფუძეებით მძაღრობა	117
7. ნიადაგის ბეფურობა	118
თავი IV. სასუქების კლასიფიკაცია (ი. სარიშვილი)	122
თავი V. სამრეწველო სასუქები	126
1. აზოტიანი სასუქები (ი. სარიშვილი)	126
ა) აზოტიანი სასუქების ეფექტურობა	130
ბ) აზოტიანი სასუქების სახეები	132
გ) სინთეზური აზოტის მჟავას მიღება	133
დ) სინთეზური ამონიაკის მიღება	133
ე) ჩილის გვარჯილა NaNO_3	134
ვ) სინთეზური ნატრიუმის გვარჯილა	136
ზ) ნატრიუმის გვარჯილის მოქმედება ნიადაგზე და მცენარეზე	136
თ) კალციუმის („ნორვეგიის“) გვარჯილა $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	137
ი) კალციუმის გვარჯილის მოქმედება ნიადაგზე	138
კ) კალიუმის (თურქესტანის) გვარჯილა KNO_3	139
ლ) სულფატამონიუმი $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	140
მ) სულფატამონიუმის მოქმედება ნიადაგზე	141
ნ) სულფატამონიუმის ეფექტურობის გადიდების ღონისძიებები	143
ო) ქლორაზონიუმი NH_4Cl	145
პ) ამონიუმის გვარჯილა NH_4NO_3	147
ჟ) ამონიუმის სულფატანტრიატი $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{NH}_4\text{NO}_3$ („ლეინგვარჯილა“ და „მონტანგვარჯილა“)	148
რ) შარდოვანა $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	149
ს) კალციუმის ციანამადი CaCN_2	150
2. ფოსფორიანი სასუქები (ი. სარიშვილი)	153
ა) ზიზინის აპატიტი	159
ბ) ფოსფორიტები	160
გ) ფოსფორიტის ფქვილი	162
დ) მარტივი სუპერფოსფატი $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	166
ე) მარცვლისებური სუპერფოსფატის მომზადება და გამოყენება	170
ვ) ქარხნული მარცვლისებური სუპერფოსფატის მომზადება	170
ზ) ორმაგი სუპერფოსფატი	173
თ) პრეციპიტატი	175
ი) თომასის წიდა	175
კ) თერმოფოსფატი	178
ლ) ძვლის ფქვილი	180
მ) ვივიანიტი	181
3. კალიუმიანი სასუქები (ი. სარიშვილი)	182
ა) კალიუმის მარილები	187
ბ) კონცენტრული კალიუმიანი სასუქები. ქლორკალიუმი	189

ბ. კალიუმის 30 — 40-პროცენტიანი მარილი	187
დ) კალიუმის სულფატი K_2SO_4	190
ე) კალიმაგნეზიური მარილი $K_2SO_4 \cdot MgSO_4$	190
ვ) კალიელექტროლიტი	190
ზ) ნაცარი	190
4. რთული მრავალმხრივი სასუქები (ი. ნაკაიძე)	191
ა) ამონიზებული სუპერფოსფატი	193
ბ) ამონიაკური სუპერფოსფატი	194
გ) ამოფოსი	194
დ) პოტაზოტი $NH_4Cl \cdot KCl$	195
ე) კალიუმის გვარჯილა KNO_3	196
ვ) სამმაგი რთული სასუქები	196
ზ) შერეული სასუქები	197
5. მიკროსასუქები (ი. ნაკაიძე)	197
6. მინერალური სასუქების გამოყენების ტექნიკა (ი. ნაკაიძე)	202
ა) მინერალური სასუქების შენახვა	202
ბ) მინერალური სასუქების საწყობები	203
გ) სასუქების დოზებისა და ნორმების გამოანგარიშება	204
დ) სასუქების დაფხვნა	205
ე) სასუქების შერევა	206
ვ) სასუქების ნიადაგში შეტანის ტექნიკა	207
ზ) სასუქების ნიადაგში შეტანის მექანიზაცია	209
თავი VI. ორგანული სასუქები (ი. ნაკაიძე)	211
1. ნაკელი	213
ა) ნაკელის ქიმიური შედგენილობა და მისი გარდაქმნა შენახვის პირობებში	213
ბ) ნაკელის გაზრუნა	216
გ) ფრინველის განავალი	222
დ) ნაკელის რაოდენობის განსაზღვრა მეურნეობაში	223
ე) ნაკელის შენახვის წესები	224
ვ) სანაკელეს მოწყობა	225
ზ) სანაკელეში ნაკელის შენახვის წესები	227
თ) ნაკელის ხარისხის გაუმჯობესების ღონისძიებები	227
ი) ნაკელის წუნწუხი	230
კ) ხელოვნური ნაკელი	231
ლ) ნაკელის მოქმედება ნიადაგის თვისებებზე და მცენარის ზრდა-განვითარებაზე	232
მ) ნაკელის გამოყენება	242
2. ტორფი	255
ა) ტორფის წარმოშობა და მისი თვისებები	255
ბ) ტორფის ქიმიური შედგენილობა	255
გ) ტორფის უშუალოდ სასუქად გამოყენების პირობები	261
დ) ტორფო-კომპოსტების მომზადება	262
ე) ტორფი როგორც საფენი	263
ვ) ტორფის მულჩად გამოყენება	264
ზ) ტორფის ეფექტურობა	265

თ) ტორფის გამოყენება	271
3. ფეკალური სასუქები	272
ა) თხევადი განავალი	273
ბ) მშრალი განავალი	274
გ) ფეკალური სასუქების შენახვა	275
დ) პულრეტების მომზადება	277
ე) ფეკალური სასუქების ეფექტურობა	278
4. შერეული კომპოსტი	279
ა) დაკომპოსტების წესი	280
ბ) შერეული კომპოსტის გამოყენება	282
5. ქალაქის ნაგავი	282
ა) ქალაქის ნაგავის ქიმიური შედგენილობა	282
ბ) ქალაქის ნაგავის დაკომპლექტება	283
გ) ქალაქის ნაგავის ეფექტურობა	283
6. მდინარის შლამი	284
7. მრეწველობის ნარჩენები	285
ა) სასაჯლაოს ნარჩენები	285
ბ) ტყავის წარმოების ნარჩენები	287
გ) აბრეშუმის წარმოების ნარჩენი	287
დ) თამბაქოს მრეწველობის ნარჩენები	287
ე) ბაღაგისა და სახამებლის ქარხნის ნარჩენები	288
ვ) სპირტის წარმოების ნარჩენი — ბარდა (თხლე)	288
ზ) ლილევისა და სავარცხლების წარმოების ნარჩენი	283
თ) კოფეინის ქარხნის ნარჩენი	289
ი) ზეთის სახდელი ქარხნის ნარჩენები	289
კ) თევზის მრეწველობის ნარჩენები	290
ლ) ღვინის წარმოების ნარჩენი — ქაქა	290
8. მწვანე სასუქი	292
ა) მწვანე სასუქის განმარტება, მისი გამოყენების მოკლე ისტორია	292
ბ) მწვანე სასუქის მოქმედება ნიადაგის ნაყოფიერებაზე	294
გ) მწვანე სასუქის ფორმები	298
დ) მწვანე სასუქის გამოყენება	300
ე) მწვანე სასუქების ეფექტურობა	304
9. ორგანულ-მინერალური სასუქები	310

თავი VII. ბაქტერიული სასუქები (ი. ნაკაიძე) 313

1. ნიტრაგინი	313
ა) ნიტრაგინის მომზადება	314
ბ) ადგილობრივი ნიტრაგინი	315
გ) კოერის ბაქტერიების აქტივობის შემოწმება	316
დ) კოერის ბაქტერიების განვითარებისათვის აუცილებელი პირობები	315
ე) ნიტრაგინის გამოყენება	319
2. აზოტობაქტერინი	318
ა) ქარხნული წესით დამზადებული აზოტობაქტერინი	319
ბ) ადგილობრივი აზოტობაქტერინი	320
გ) აზოტობაქტერინის განვითარებისათვის აუცილებელი პირობები	320
დ) აზოტობაქტერინის გამოყენება	321

3. ფოსფორობაქტერინი	322
4. ბაქტერიული სასუქი „ამბ“	325
თავი VIII. არაპირდაპირი სასუქები (ი. სარიშვილი)	328
1. ნიადაგის მოკირიანება	323
ა) მოკლე ისტორიული ცნობები ნიადაგის მოკირიანების შესახებ	329
ბ) კირის გავლენა ნიადაგის თვისებებზე	331
გ) კირის გავლენა ნიადაგის არეს რეაქციაზე და შიძრავი ალუმინის რაოდენობაზე	332
დ) კირის გავლენა ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებზე	333
ე) კირის გავლენა ნიადაგში მიმდინარე მიკრობიოლოგიურ პროცესებზე	334
ვ) კირის გავლენა ნიადაგში საკვები ნივთიერების მობილიზაციაზე	335
ზ) კირის კალციუმი როგორც საკვები ნივთიერება	337
თ) მოკირიანების ეფექტურობა	339
ი) ნიადაგის მოკირიანების გავლენა სასუქების ეფექტურობაზე	340
კ) კირზე ნიადაგის მოთხოვნილების განსაზღვრის მეთოდები	342
ლ) კირის დოზების განსაზღვრის მეთოდები	343
მ) კირიანი სასუქები	347
ნ) კირის გამოყენების ზოგიერთი საკითხი	351
2. ნიადაგის მოთაბაშირება	352
3. გოგირდის სასუქად გამოყენება	354
4. ქლორნატრიუმი როგორც სასუქი	355
თავი IX. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განოციერება	357
1. ჩაის პლანტაციის განოციერება (ი. ნაკაიძე)	357
ა) სასუქების სახეები ჩაის პლანტაციისათვის	358
ბ) ორგანული სასუქები	359
გ) აზოტიანი სასუქების დოზები	360
დ) ფოსფორიანი სასუქების დოზები	361
ე) ფოსფორიანი სასუქების შეტანის ვადები და წესი	361
ვ) კალიუმიანი სასუქების დოზები	362
2. ციტრუსოვან კულტურათა განოციერება (ი. ნაკაიძე)	362
ა) სასუქების ფორმები	364
ბ) ორგანული სასუქები	364
გ) მწვანე სასუქები	365
დ) მინერალური სასუქები	365
ე) ნიადაგის მოკირიანება	367
3. ტუნგოს პლანტაციის განოციერება (ი. ნაკაიძე)	368
ა) ორგანული სასუქები	370
ბ) მწვანე სასუქი	371
გ) მინერალური სასუქები	373
4. ვენახის განოციერება (ი. ნაკაიძე)	374
ა) სასუქების სახეები და ფორმები	377
ბ) ორგანული სასუქები	378
გ) მწვანე სასუქები	378
დ) მინერალური სასუქების ნორმები	379

ე) მინერალური სასუქების ნიადაგში შეტანის ვადები და წესები	379
ვ) მიკროსასუქების გამოყენება	380
ზ) ნიადაგის მოკირიანება	389
5. ხეხილის ნარგაობის განოყიერება (ი. ნაკაიძე)	331
ა) სასუქების გავლენა ხეხილოვანი კულტურების მოსავლიანობაზე და ყინვაგამძლეობაზე	385
ბ) ხეხილის დარგვის წინა განოყიერება	387
გ) ახალგაზრდა ნარგაობის განოყიერება	388
დ) მსხმოიარე ხეხილის ნარგაობის განოყიერება	388
ე) სასუქების ფორმები	390
ვ) სასუქების დოზები	390
ზ) სასუქების შეტანის ვადები და წესები	390
თ) მწვანე სასუქები	391
ი) ნიადაგის მოკირიანება	392
6. ძუთის ნარგაობის განოყიერება (ი. სარიშვილი)	392
7. მარცვლეულ კულტურათა განოყიერება (ი. სარიშვილი)	394
ა) სამეშობღვამო ხორბლის განოყიერება	395
ბ) სიმინდის კულტურის განოყიერება	399
8. შაქრის ქაჩხლის განოყიერება (ი. სარიშვილი)	405
9. კარტოფილის განოყიერება (ი. სარიშვილი)	409
10. მზესუმზირის განოყიერება (ი. სარიშვილი)	413
11. თამბაქოს კულტურის განოყიერება (ი. ნაკაიძე)	415
ა) სასუქების ფორმები	416
ბ) ორგანული სასუქები	417
გ) მინერალური სასუქების ნორმები, ნიადაგში შეტანის ვადები და წესები	418
დ) თამბაქოს სანერგეს განოყიერება	419
12. ბოსტნეული კულტურების განოყიერება (ი. ნაკაიძე)	420
ა) ორგანული სასუქები	423
ბ) მწვანე სასუქები	425
გ) მინერალური სასუქები	426
დ) მინერალური სასუქების დოზები	426
ე) მინერალური სასუქების შეტანის ვადები და წესები	427
ვ) ბოსტნეული კულტურების გამოყენება	427
ზ) ნიადაგის მოკირიანება	430
თ) ბაქტერიული სასუქები	431
ი) მიკროსასუქები	431
თავი X. სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებული კვლევითი მეთოდები	432
1. სასუქებზე მონღერის ცდების მეთოდოლოგია (ი. ნაკაიძე)	432
ა) მონღერის ცდის სქემის შედგენა	432
ბ) სარეკვიზოსკოპო ნაბიჯები	432
გ) დრეაყოფის სკოლოდ	433
დ) განმეორება	434
ე) დანაყოფების განლაგება საკვლეულ ნაჯეეთზე	434
ვ) საკვლეული ნაჯეეთის აგეგმვა	435
ზ)	437

თ) სასუქების შეტანა საცდელ ნაკვეთზე	438
ი) საცდელი ნაკვეთის მოვლა და ვეგეტაციის პერიოდში შცენარის განვითარებაზე დაკვირვებების ჩატარება	439
კ) მოსავლის აღება და აღრიცხვა	440
ლ) ციფრობრივი მასალის დამუშავება	442
2. ნიადაგის ანალიზი (ი. სარიშვილი)	443
ა) ნიადაგის ნიმუშების აღება და მისი საანალიზოდ მომზადება	443
ბ) ტენიანობისა და ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრა ნიადაგში	445
გ) ნიადაგში ჰიგროსკოპული წყლის განსაზღვრა	449
დ) აზოტიან სასუქებზე ნიადაგისა და კულტურული მცენარის მოთხოვნილების განსაზღვრა ქიმიური მეთოდით	452
ე) ნიადაგში ადვილად ჰიდროლიზებულ აზოტის განსაზღვრა ტიურინისა და კონონოვას მეთოდით	453
ვ) ფოსფორიან სასუქებზე ნიადაგისა და მცენარის მოთხოვნილების განსაზღვრის ქიმიური მეთოდები	456
ზ) ნიადაგში ადვილადხსნადი P_2O_5 განსაზღვრა ამიერკავკასიის მებაღეობის სამეცნიერო-საკვლევი ინსტიტუტის მიერ შემუშავებული მეთოდის მიხედვით	461
თ) კალიუმთან სასუქებზე ნიადაგისა და მცენარის მოთხოვნილების განსაზღვრის ქიმიური მეთოდები	465
ი) ეწერ ნიადაგებში ადვილადხსნადი (მოძრავი) კალიუმის განსაზღვრა პეივეს მეთოდით	467
კ) ნიადაგის კირზე მოთხოვნილებისა და ფოსფორიტის ფქვილის-მოსალოდნელი ეფექტურობის გაანალიზების მეთოდები	472
ლ) ნიადაგში აქტუალური რეაქციის PH-ის განსაზღვრა	473
მ) ნიადაგში გაკვლითი მეთოდის განსაზღვრა დაიკუხარ-კაპენის მეთოდით	491
ნ) ნიადაგის ჰიდროლიზური მეთოდის განსაზღვრა კაპენის მეთოდით	479
ო) ნიადაგში შთანთქმული ფუძეების ჯამის (S-ის) განსაზღვრა კაპენის მეთოდით	481
პ) ნიადაგის ფუძეებით მაძღრობის ხარისხის (V) გაანალიზება	484
ჟ) ნიადაგის მოფოსფორიტების ეფექტურობის განსაზღვრა გოლუბეის მეთოდით	485
რ) სასუქების გაშოვნობა გამოყენებული ლიტერატურა	489
	499

**Иван Фаустович Сарнишвили,
Илья Амбакович Накандзе
Агрономическая химия
(На грувином лыке)
Госиздат Грузинской ССР
Тбилиси
1 9 5 7**

**რედაქტორი პროფ. ი. სარიშვილი
გამომცემლობის რედაქტორი კ. ჩიხლაძე
ტექნიკური ა. ღვინიაშვილი
კორექტორი ნ. ფავლენიშვილი**

**ბელმოწერილია დასაბეჭდად 1957 წ. 26/V. ანაწყოების ზომა 6¹/₄×10.
ჭაღალდის ზომა 60×92¹/₁₆. ნაბეჭდი თაბახი 31,75. ტირაჟი 3000. შეკვ. № 654.
უე 01454.**

**საქ. სსრ კულტურის სამინისტროს
მთავარპოლიგრაფგამომცემლობის 1-ლი სტამბა.
თბილისი, ორჯონიკიძის ქ. № 50.
1-я типография Главполиграфиздата
Министерства культуры Грузинской ССР.
Тбилиси, ул. Орджоникидзе № 50.**