

ვალერიან ცანავა, შოთა ლომინაძე,  
ჩაკაკი ბაჭელიძე

UDC (უაკ) 630.114.2+631.41  
ც-19

# აგროქიმიკა

წიგნში განხილულია მცენარის კვების საკითხები, ნიადაგის თვისებები სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით, სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული მინერალური სასუქების მიღების წესები, თვისებები და გამოყენების პირობები. ცალ-ცალკე განხილულია ზოგადი აგროქიმია, აგროქიმიური გამოკვლევის მეთოდოლოგია და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განოყიერების სისტემა.

წიგნი განკუთვნილია ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ტექნოლოგიური ფაკულტეტის და სხვა სასოფლო-სამეურნეო პროფილის სტუდენტებისათვის, ასევე, ამ დარგში მომუშავე სპეციალისტებისა და დაინტერესებული პირებისათვის.

**განხილულია და აღიარებულია სახელმძღვანელოდ ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს მიერ (დადგენილება №37, 26.04.2013)**

**რედაქტორი:** ჯ. ონიანი – საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი, ს.მ. მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

**რეცენზენტები:** ვ. პაპუნიძე – საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წ/კ, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი  
ზ. ფუტყარაძე – ბათუმის საზღვაო აკადემიის ასოცირებული პროფესორი, ფილოსოფიის მეცნიერებათა დოქტორი  
ა. მესხიძე – ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი, ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი



გამომცემლობა  
„ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი“  
ბათუმი – 2014

ISBN 978-9941-434-72-3  
© “ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი” – 2014

## რედაქტორის აგან

საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე განსაკუთრებულ აქტუალობას იძენს ეკოლოგიური იმპერატივის პრინციპების განუხრელი განხორციელება. სოფლის მეურნეობაში, სადაც ხორციელდება ფართომასშტაბიანი ანთროპოგენური ზემოქმედება ბიოსფეროს ყველა კომპონენტზე (ლითოსფერო, ატმოსფერო და ჰიდროსფერო) განხორციელებადი ყველა ღონისძიება შეფასებული უნდა იქნეს ბიოსფეროზე ზემოქმედების ტესტზე. პირველ რიგში, ეს პრობლემები ეხება აგროქიმიის-მეცნიერებას, რომლის ამოცანაა შეისწავლოს საკვები ნივთიერების წრებრუნვა მიწათმოქმედებაში, მცენარეთა საკვები ელემენტებით უზრუნველყოფა და რაციონალური განოყიერების სისტემის დამუშავება, აგროცენოზისა და ეკოლოგიური პირობების თავისებურებათა გათვალისწინებით.

წინამდებარე სახელმძღვანელო სრულად პასუხობს მოთხოვნებს, რომლებიც განსაზღვრულია აგროქიმიის პრობლემებით დაინტერესებულ სხვადასხვა დონის სტუდენტებისათვის. ამ წიგნში მრავალმხრივ საცნობარო მასალას იპოვის სოფლის მეურნეობის პრობლემებზე მომუშავე სპეციალისტები და პრაქტიკოსი მეურნეები.

წიგნში განოყიერების სისტემის საკითხები განხილულია კულტურათა ფართო სპექტრით, რაც მეტად აქტუალურია პერიოდისათვის, როდესაც საქართველოს სუბტროპიკებში კულტურათა გაადგილების მეცნიერული საფუძვლები ჩამოყალიბების, უფრო სწორად, რეანიმაციის სტადიაშია და მიმართულების შერჩევის მომენტისათვის პრაქტიკოსს ექნება განოყიერების სისტემის საცნობარო მასალა, რომელიც გაუადვილებს არჩევანის გაკეთებას.

სახელმძღვანელოს წითელ ხაზად გასდევს ძირითადი აზრი, რომ განოყიერების სისტემა, უპირველეს ყოვლისა, უნდა ითვალისწინებდეს გარემოსდაცვით ღონისძიებებს და ზრუნ-

ვას ნიადაგზე, მის ნაყოფიერებაზე, იმ სიმდიდრეზე, რომელიც უნდა შევუნარჩუნოთ მომავალ თაობებს.

წიგნი დაწერილია აგროქიმიის საკითხებზე მრავალი წლის განმავლობაში მომუშავე სპეციალისტების მიერ, რომლებმაც შეძლეს განეზოგადებინათ შექმნილი გამოცდილება და ფაქტობრივი მასალა.

ეჭვი არაა, რომ ეს წიგნი დაიმსახურებს, როგორც სტუდენტების ასევე აგროქიმიის პრობლემატიკით დაინტერესებულ მკითხველის მოწონებას.

საქართველოს სოფლის მეურნეობის  
მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი, ს.მ.  
მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი **ჯ. ონიანი**.

## წინასიტყვაობა

აგროქიმი არის მეცნიერება მცენარეების, ნიადაგების და სასუქების ურთიერთმოქმედების კანონზომიერებათა შესახებ.

აგროქიმიის ამოცანაა აგროეკოსისტემაში ნივთიერებათა ბიოლოგიური წრებრუნვის რეგულირება. ნიადაგის ნაყოფიერების და აგროცენოზის პროდუქტიულობის ამაღლება, გარემოს დაცვის ღონისძიებების გათვალისწინებით.

აგროქიმიის, როგორც მეცნიერების, განვითარება უშუალოდ არის დაკავშირებული ისეთ ფუნდამენტალურ მეცნიერებებთან, როგორცაა ნიადაგმცოდნეობა, მცენარეთა ფიზიოლოგია, ნიადაგების მიკრობიოლოგია, ბიოქიმიკა, ბიოგეოქიმიკა, ეკოლოგია და სხვა. აგროქიმიური კვლევის დონეზე უდიდეს გავლენას ახდენდა და ახდენს ზოგადი ქიმიის და ფიზიკის მიღწევები.

გამომდინარე იქედან, რომ ანტროპოგენური ზემოქმედება დღითიდღე იზრდება, აგროქიმიის უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა, სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით, ბიოგენური ელემენტების მეტაბოლიზმის შესწავლა სისტემაში „ნიადაგი-მცენარე“, ამ ელემენტების ბალანსის დადგენა აგროეკოსისტემაში და ამის საფუძველზე განოყიერების სისტემის ოპტიმიზაცია „გონივრული საკმარისობის“ პრინციპის გამოყენებით ცალკეული ნიადაგების ნაყოფიერების დონის უთანაბრობის გათვალისწინებით.

იმედს გამოვთქვამთ, რომ წიგნი დაეხმარება სტუდენტებს, სპეციალისტებს, აგროქიმიით დაინტერესებულ პირებს აგროქიმიის საკვანძო საკითხების გარკვევაში, ნიადაგსა და მცენარეში მიმდინარე პროცესებზე სწორი წარმოდგენის ჩამოყალიბებაში და გარკვევაში, ასევე იმ როლზე, რომელსაც ასრულებენ სასუქები მცენარის კვების ოპტიმიზაციასა და ნიადაგის ნაყოფიერებაში, მაღალი და ხარისხიანი პროდუქციის მიღებაში, რომელიც პასუხობს ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტებზე წაყენებულ მოთხოვნებს

## თავი 1 – აგროქიმიისა და მიწათმოქმედების ქიმიზაციის განვითარების ისტორია

### 1.1. აგროქიმიის განვითარების ისტორია

მომთაბარეობიდან ბინადარ ცხოვრების წესზე გადასვლამ, მოშინაურებული მცენარეების მოვლა-მოყვანამ საფუძველი ჩაუყარა მიწათმოქმედების კულტურის განვითარებას. ადამიანმა მიაქცია ყურადღება, რომ ნაკელი, საყოფაცხოვრებო ანარჩენები აკეთილშობილებენ ნიადაგს და მცენარე უკეთესად იზრდება. პრაქტიკული საქმიანობა, გამოცდილება სულ უფრო ხვეწდა მცენარის მოვლით ღონისძიებებს. ამას მოწმობს რომაელი და ძველი ბერძენი ფილოსოფოსების ნაწარმოები. ანტიკური ხანის ძველი რომის აგრონომიული ლიტერატურა (კატონი, ვარონი, კოლუმელა, პლინი)<sup>X</sup> მეტყველებს დიდ ყურადღებაზე, რომელიც ექცეოდა პრაქტიკული აგრონომიის საკითხებს. რომის იმპერიაში უკვე ფართოდ იყენებდნენ ნაკელს, სხვადასხვა ანარჩენებს. ეგვიპტელებისაგან ნასწავლი ჰქონდათ მწვანე სასუქების გამოყენება. დაკვირვების, გამოცდილების, ფაქტების აღნუსხვის გზით მივიდნენ პარკოსანი კულტურების გამოყენების აუცილებლობამდე, ეს მაშინ, როდესაც წარმოდგენა არ ჰქონდათ და არც შეიძლებოდა ჰქონოდათ მათ უნარზე ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციისა. ჯერ არ იყო აღმოჩენილი აზოტით მცენარეთა კვების საკითხები. ნიადაგის გაუმჯობესების მიზნით გამოიყენებდნენ მინერალურ ნივთიერებებსაც: ნაცარს, თაბაშირს, კირს, ვეზუვის ფერფლს. უკვე იცოდნენ კულტურათა მორიგეობის დადებითი მოქმედება.

მე-19 საუკუნის ბოლომდე სასოფლო სამეურნეო ლიტერატურა ძირითადად კომპლექსური ხასიათის იყო, მაგრამ

X Катон, Варрон, Колумела, Плинии о сепьском хозяйстве. Масква-Ленинград 1937г.с.301.

რადგანაც პრაქტიკულ გამოცდილებაზე (ემპირიზმზე) იყო დაფუძნებული საკმაოდ დეტალიზირებული და პრაქტიკული ღირებულების იყო. მცენარის კვების საკითხების კვლევის ისტორიას ე.წ. რასელი (1955)<sup>X</sup> ყოფს შემდეგ ძირითად პერიოდებად:

I მცენარის ზრდის მიზეზების ძიების პერიოდი (1630-1750);  
II პერიოდი ძიება ნივთიერებებისა, რომლებიც კვებავენ მცენარეს (1750-1800). ამ პერიოდის შიგნით ის გამოყოფს ფლოგისტონის პერიოდს;

III პერიოდი 1800-1860 წლები დაკავშირებულია ნიადაგის მიკრობიოლოგიისა და მცენარის ფიზიოლოგიის ფორმირება ვითარდება თანამედროვე შეხედულებების ნიადაგზე და ფესვის იკიდებს კვლევა უშუალოდ ბუნებრივ პირობებში.

ჯერ კიდევ 1563 წელს ბერნარ პალასის წიგნში უკვე ჩნდება ცნობები მინერალური ნივთიერებების წარმოშობასა და როლზე, სასუქების გამოყენების მნიშვნელობაზე. ის თვლიდა, რომ “მარილი არის საფუძველი ნათესარების სიცოცხლისა და ზრდის”, ნაკელის ეფექტურობას ის ხსნიდა მის შემადგენლობაში არსებული მარილების მოქმედებით.

პალასის შეხედულებების სისწორის დამტკიცებას 300 წელი დასჭირდა, მანამდე 1600 წელს ოლივერ დე-სერრი ნაკელის ეფექტს მისი თბოუნარიანობით ხსნის.

პირველი ექსპერიმენტი მცენარის კვების საკითხებზე 1629 წელს განახორციელა ვან-ჰელმონტმა. ცდა გრძელდებოდა 5 წელი და ნიადაგის საწყისი და ცდის დამთავრების შემდეგ წონის უმნიშვნელო სხვაობის გამო ის ასკვნის, რომ მცენარის ზრდაგანვითარებისათვის საკმარისია წყალი. 70 წლის შემდეგ ჯონ ვულვორდმა გაიმეორა ვან-ჰელმონტის ცდა და დაამტკიცა მისი დასკვნის არამართებულობა. დაახლოებით 1650 წელს გერმანელმა ქიმიკოსმა გლაუბერმა ცდების შედეგებზე დაყრდნობით წამოაყენა ჰიპოთეზა, რომ “ზრდის საფუძველს გვარჯილა წარ-

X Э. Рассел Почвенные условия и рост растений Москва 1955г. С.623.

მოადგენს”, მაგრამ XVII საუკუნის მკვლევარებმა, რომლებისთვისაც აზოტი უცნობი იყო (ის 100 წლის შემდეგ აღმოაჩინეს) ჯეროვნად ვერ შეაფასეს ეს ფაქტი.

ფრანგმა ქიმიკოსმა ა. ლაუაზიემ ( 1750-1792წწ.) 1775წელს ატმოსფეროში აღმოაჩინა აზოტი. მას ეკუთვნის იდეა მცენარეების ჰაეროვანი და ფესვური კვების შესახებ. ის აღნიშნავდა, რომ მცენარე საჭირო ნივთიერებას იღებს ჰაერიდან, წყლიდან და საერთოდ მინერალური სამყაროდან.

მიწათმოქმედების პრაქტიკული მოთხოვნების კვალობაზე, ჩნდებოდა პირველი ცნობები მცენარეთა ფესვური მინერალური კვების შესახებ.

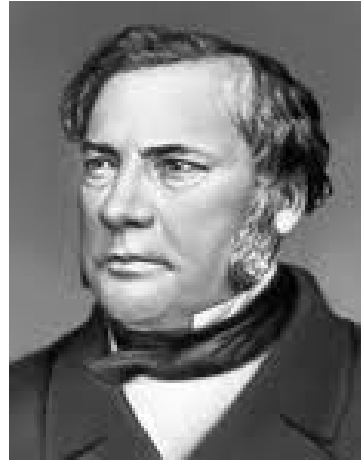
XVIII საუკუნის ბოლოს, დასავლეთ ევროპაში გავრცელდა მცენარეთა კვების ჰუმუსოვანი თეორია. იგი პირველად წამოაყენა შვედმა ქიმიკოსმა – ვალერიუსმა, მაგრამ სწორ შეხედულებას ჰუმუსის დიდ მნიშვნელობაზე ნიადაგის ნაყოფიერებაზე, დაემატა არასწორი დასკვნა, რომ ჰუმუსი ნიადაგის ერთადერთი საკვები ნივთიერებაა მცენარის კვებისათვის. მაგრამ ამ დროისათვის მცენარეთა კვებაში ნაცრის ელემენტების მნიშვნელობის უარყოფა ძნელი იყო და ვალერიუსმა გამოთქვა მოსაზრება, რომ მინერალური მარილები მოქმედებენ ჰუმუსის ხსნადობაზე მხოლოდ ამით აიხსნება მათი კვებითი მნიშვნელობა.

1836 წელს, ფრანგი მეცნიერის ჟან ბატისტ ბუსენგოს შრომებმა საფუძველი ჩაუყარა ნივთიერებათა წრე-ბრუნვის შესწავლას მიწათმოქმედებაში და აღმოაჩინა პარკოსანი კულტურების მიერ აზოტის დაგროვების უნარი. ჰუმუსოვანი თეორიის ნაცვლად, ჟან ბატისტ ბუსენგომ განავითარა მცენარეთა აზოტით კვების თეორია.

მცენარეთა კვებაზე შეხედულებების ძირითადი შემობრუნება მოახდინა გერმანელმა მეცნიერმა იუსტუს ლიბიხმა, რომელმაც 1840 წელს გამოცემულ წიგნში “ქიმიის გამოყენება მიწათმოქმედებასა და ფიზიოლოგიაში” მკაცრად დაასაბუთა მცენარეთა კვების ჰუმუსოვანი თეორია და საფუძველი ჩაუყარა მცენარეთა მინერალური კვების თეორიას. ის თვლიდა ნი-

### ჟან-ბატისტ ბუსენგო (1802-1887)

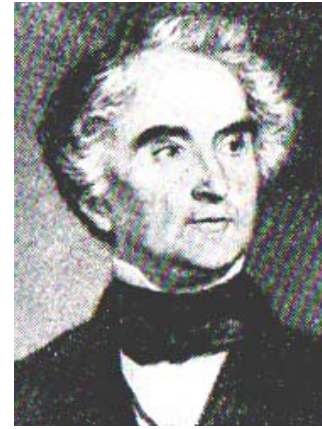
ფრანგი მეცნიერი, თანამედროვე აგროქიმიის ერთ-ერთი ფუძემდებელი. 1836 წლიდან ატარებდა სისტემატიურად იკვლევდა სოფლის მეურნეობაში ნივთიერებათა წრებრუნვის საკითხებს 5-მინდვრიან თესლბრუნვაში მოსავლის ანალიზის გზით. დაადგინა, რომ ყველა მცენარეს (პარკოსნების გარდა) ზრდა-განვითარებისათვის ესაჭიროება ნიადაგის აზოტი.



ადაგიდან მცენარის მიერ გამოტანილი მინერალური ნივთიერებების დაბრუნება ცნობილია ეგრეთ წოდებული „უკუქცევის“ თეორიით. მოგვიანებით, რუსი მეცნიერი კ. ა. ტიმირიაზევი „უკუქცევის“ თეორიას მეცნიერების ერთ-ერთი უდიდეს შენაძენად მიიჩნევდა.

ი. ლიბიხმა ჩამოაყალიბა „მინიმუმის კანონი“, რომლის მიხედვით, მცენარის ზრდა-განვითარება დამოკიდებულია იმ ელემენტზე, რომელიც მინიმუმშია. დღეს მინიმუმის კანონის მოქმედება ზოგად ეკოლოგიურ სივრცეში განზოგადდა და ეხება ყველა მაღლიმიტირებელ ფაქტორს. ლიბიხმა სათანადოდ ვერ შეაფასა აზოტით კვების პრობლემა, რადგანაც დარწმუნებული იყო, რომ მცენარეები ატმოსფეროს აზოტით იკვებებიან. სამწუხაროდ მან სათანადოდ ვერ შეაფასა ფრანგი თანამედროვის ჟ. ბუსემგოს შრომები აზოტის პრობლემატიკაზე.

გ. გელრიგელმა პარკოსან კულტურებზე ჩატარებული ცდებით დაადგინა, რომ ეს მცენარეები აზოტს ითვისებენ ატმოსფეროდან მათ ფესვებზე გავრცელებული კოჟრის ბაქტერიების მეშვეობით.



### იუსტიუსი ლიბიხი (1803-1873)

გერმანელი ქიმიკოსი, აგრონომიული ქიმიის ერთ-ერთი დამფუძნებელი მცენარეთა მინერალური კვების თეორიის ავტორი, რომელმაც მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა მიწათმოქმედების კულტურის ამაღლებასა და მინერალური სასუქების ფართო დანერგვაში.

ი. ლიბიხის კვლევებმა ბიძგი მისცა მინერალური კვების საკითხებზე ექსპერიმენტალურ კვლევებს.

ზოგადი ქიმიის საფუძვლების ჩამოყალიბებამ, რაოდენობრივი ანალიზის მეთოდების დამუშავებამ ბიძგი მისცა აგროქიმიური კვლევის განვითარებას.

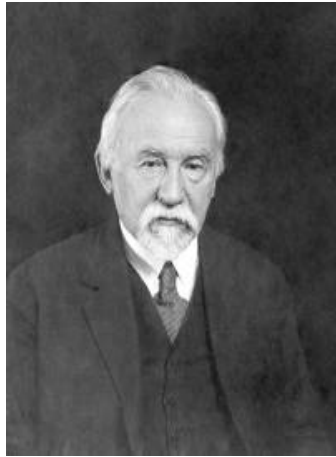
მინერალური მარილებისაგან შედგენილი ნარეგებით მცენარეთა გამოზრდის შედეგად დადგენილი იქნა მცენარეთა მოთხოვნილება აზოტზე, ფოსფორზე, კალიუმზე, კალციუმზე, მაგნიუმზე, გოგირდზე, ხოლო შემდგომში – ცალკეულ მიკროელემენტებზე. დამტკიცდა ცალკეული მინერალური ელემენტების შეუცვლადობა და განსაკუთრებული მნიშვნელობა მცენარეთა კვებაში.

მცენარეთა კვების თეორიის განვითარების პარალელურად, იწყება მინერალური სასუქების გამოყენება სოფლის მეურნეობაში. აგროქიმიის მეცნიერული საფუძვლების შექმნაში დიდი როლი შეასრულა კ. ა. ტიმირიაზევმა, რომლის კლასიკური კვლევები ჩატარდა სავეგეტაციო ცდების მეთოდის დამუშავებით, პირველი სავეგეტაციო სახლის შექმნით.

ა. ტიმირიაზევმა, პირველმა მსოფლიოში დაიწყო ლექციების კითხვა მიწათმოქმედების ქიმიაში და საფუძველი დაუდო აგროქიმიაში ერთ-ერთ მიმართულებას – მინერალური კვების ფოთლის დიაგნოსტიკას.

**დიმიტრი პრიანიშნიკოვი (1865-1948)**

რუსული აგროქიმიური სკოლის დამაარსებელი. დაამუშავა მცენარეების აზოტით კვების თეორია (1916), ფოსფოროვანი სასუქების გამოყენების მინერალური საფუძვლები. მის კალამს ეკუთვნის შრომები მუავე ნიადაგების მოკირიანებისა და ბიცობი ნიადაგების მოთაბაშირებაზე, აგროქიმიის სახელმძღვანელო, მრავალ ენაზე ნათარგმნი წიგნი აზოტი მცენარის ცხოვრებაში და საბჭოთა კავშირის მიწათმოქმედებაში”.



ა. ტიმირიაზევის მოწაფე დ. პრიანიშნიკოვი ითვლება რუსეთში აგროქიმიური სკოლის ფუძემდებლად, რომელიც ევროპული სკოლის შემდეგ, მეორე მნიშვნელობისაა მსოფლიოში. დიდია დ. პრიანიშნიკოვის როლი აგროქიმიის ყველა მიმართულების განვითარების საქმეში. ან დაასაბუთა მცენარისათვის ამონიუმის და აზოტმჟავას მარილების ტოლფასიანობა. აადგინა ის პირობები, რომლის დროსაც ამონიუმის მარილებით მცენარის კვებისას თავიდან იქნა აცილებული მეორადი ნევატიური ეფექტები. ასევე დაადგინა, რომ თესლის აღმოცენების პროცესში ცილების დაშლისას წარმოიქმნება ამინომჟავები, რომლებიც შემდგომ ისევ ირთვებიან ბიოსინთეზის პროცესში. ზოტის გარდაქმნის საკითხების შესწავლის პროცესში დ. პრიანიშნიკოვმა უჩვენა მჭიდრო კავშირი აზოტისა და ნახშირბადის გარდაქმნაში.

ის დიდ ყურადღებას უთმობდა ცალკეული კულტურების განოყიერების დამუშავებას, სასუქების დოზების, ფორმების, შეტანის წესების დაზუსტებასა და განლაგებას თესლობრუნვაში.

დ. პრიანიშნიკოვის კლასიკურმა შრომებმა დიდი როლი ითამაშეს სასუქების წარმოების განვითარების საქმეში.

დიდი ღვაწლი მიუძღვით აგროქიმიის განვითარებაში რუს მეცნიერებს დ. მენდელეევს, პ. კოსტინეევს, პ. კოსოვიჩს. აღსანიშნავია კ. გედროიცის (1872-1931) ღვაწლი ნიადაგის შთანთქმის უნარის შესწავლაში. დაადგინა, რომ ნიადაგში მიმდინარე გარდაქმნით პროცესებში მონაწილეობენ ჰუმუსი, ორგანული ნარჩენები, ნიადაგის მინერალური ნაწილი, მიკროორგანიზმები.

ჟ. გედროიცის კალამს ეკუთვნის კაპიტალური ნაშრომები “ნიადაგის კოლოიდები და ნიადაგის შთანთქმის უნარი” და “ნიადაგის ქიმიური ანალიზი”.

ა. სოკოლოვი (1898-1980) ნიადაგების აგროქიმიური მანველებების კომპლექსური კვლევის ორგანიზატორი, რომელიც იკვლევდა მცენარეთა კვების ოპტიმალურ პირობებს და ნიადაგში მიმდინარე პროცესების დინამიკას. ავტორია ორიგინალური ნაშრომების მცენარეთა ფიზიოლოგიაში. აგროქიმიასა და ნიადაგმცოდნეობაში დაამუშავა ნიადაგში ფოსფორის ფორმების და მცენარეში ფოსფორის შენაერთების განსაზღვრის მეთოდები.

ფოსფორ შემცველი სასუქების შესწავლაში დიდი როლი ითამაშა მისმა ნაშრომმა “ფოსფორის აგროქიმია”.

თ. ტურჩინი (1902-1965) სწავლობდა მინერალური სასუქების მარტივი და რთული ფორმების აგროქიმიურ მახასიათებლებს.

კვლევის უახლესი მეთოდების გამოყენებით ჩატარდა კვლევები აზოტის სტაბილური იზოტოპით <sup>15</sup>N-ით ნიშანდებული ნიტრატული ამონიუმის და ამიდების აზოტის მცენარის მიერ შეთვისების და ამინომჟავებისა და ცილების სინთეზში ჩართვაზე, რამაც საშუალება მისცა დაედგინა მცენარეებში ცალკეული ამინომჟავების წარმოქმნის თანმიმდევრობა და ცილების განახლების მუდმივი ციკლი. თ. ტურჩინი სწავლობდა მოლეკულური აზოტის არაუჯრედულ ფიქსაციას.

ა.კირსანოვის (1880-1941) სამეცნიერო მეთოდური კვლევები დღესაც არ კარგავს მის სამეცნიერო ღირებულებას. ფოს-

ფორის მოძრავი ფორმების კვლევის შედეგები საფუძვლად დაედო და პირველმა გამოსცა სხვადასხვა ნიადაგებში მოძრავი ფოსფორის შემცველობის კრიტერიუმები, ფოსფორის განსაზღვრის მეთოდი დღესაც გამოიყენება აგროქიმიურ კვლევებში. მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა მოკირიანების თეორიისა და პრაქტიკის დამუშავებაში. დიდი დახმარება გაუწია ჩაის და სუბტროპიკული კულტურების განოციერების საკითხებზე მომუშავე სპეციალისტებს როგორც კონსულტაციებით ასევე უშუალოდ კვლევითი საქმის ორგანიზაციასა და განხორციელებაში. მის კალამს ეკუთვნის შრომა “მოკირიანება, როგორც მოსავლიანობის ფაქტორი, კალიუმთან სასუქებზე ნიადაგის მოთხოვნილების ქიმიური განსაზღვრა”.

აგროქიმიის განვითარებაში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულეს ქართველმა მეცნიერებმა – პ. მელიქიშვილმა, შ. ცინცაძემ, ი. სარიშვილმა, ა. მენაღარიშვილმა, ი. ნაკაიძემ, ი. გამყრელიძემ, გ. აბესაძემ, მ. ბზიავამ, გ. გაბისონიამ და სხვებმა.



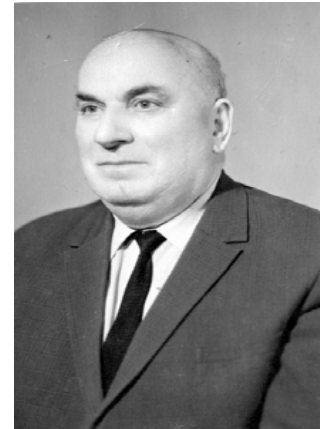
**შალვა ცინცაძე (1900-1937)**

*თვალსაჩინო ქართველი აგროქიმიკოსი. ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი-1929წ (გერმანია), დოქტორი აგროქიმი-აში-1932წ საფრანგეთი. პროფესორი 1936წ. სსრკ. თბილისის უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ მუშაობდა უნივერსიტეტში პროფესორ პ. მელიქიშვილის ხელმძღვანელობით. 1924-1927წლებში მუშაობდა მეცნიერ მუშაკად მოსკოვში, ტიმირიაზევის სახელობის ს/მ-ს აკადემიის აგროქიმიის*

*და მეცნარეთა ფიზიოლოგიის ლაბორატორიაში აკადემიკოს დ. პრიანიშნიკოვის ხელმძღვანელობით. ამავდროულად, ატარებდა კვლევებს მოსკოვის უნივერსიტეტში აკადემიკოს ნ. ზელინსკის ხელმძღვანელობით. 1927-1934 წლებში მოღვაწეობდა გერმანიაში; 1934-1935 წლებში ინგლისა და აშშ. 1936 წლიდან*

*ოსუ-ს ქიმიის ფაკულტეტის დეკანი იყო. 1936 წელს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში დააარსა აგროქიმიის კათედრა. ცინცაძის შრომები ეძღვნება ანალიზური ქიმიისა და აგროქიმიის საკითხებს. ფართოდაა ცნობილი მის მიერ შექმნილი მცენარის საკვები ნახავი, დამუშავებულია კალიუმის განსაზღვრის მეთოდი. ანალიზურ ქიმიაში გამოიყენება ცინცაძის რეაქტივი.*

**ათინოგენ მენაღარიშვილი (1900-1990)**



*სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი (1948) პროფესორი (1948). გამოიკვლია ჩაის მცენარის საკვები ხსნარის ოპტიმალური რეაქცია, დაადგინა ჭიათურის მანგანუმის შლამის მიკროსასუქად გამოყენების შესაძლებლობა. დაამუშავა მურა ნახშირიდან ჰუმინური და ტორფიდან სასუქების დამზადების ტექნოლოგია. შეისწავლა ლეჩხუმის ფოსფორიტების აგროქიმიური თვისებები,*

*საქართველოს ტორფის რესურსები და ფონდი, მათი ორგანულ სასუქად გამოყენების გზები. მან პირველმა დაიწყო საქართველოს ნიადაგებში მიკროელემენტების შემცველობის და მიკროსასუქების ეფექტურობის შესწავლა. აგრარული უნივერსიტეტის ტორფის ლაბორატორიაში ფართომასშტაბიან კვლევას აწარმოებდა ტორფისა და მურა ნახშირის ბაზაზე ორგანო-მინერალური სასუქების რეცეპტურების დამუშავებასა და მათი სხვადასხვა სასოფლო სამეურნეო კულტურების ქვეშ გამოცდის მიზნით. ამ კვლევებმა საფუძველი ჩაუყარეს ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქციის მიღების მეტად აქტუალურ მიმართულებას, რომელიც დღესაც არ კარგავს მნიშვნელობას. იგი ავტორია სახელმძღვანელოებისა და მონოგრაფიების მათ შორის “საქართველოს ტორფი” (1949), “საქართველოს ნიადაგების აგროქიმიური დახასიათება” (1963)*

**ივანე სარიშვილი (1912-1977)**

სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი. საქართველოში პირველმა შეადგინა აგროქიმიური კარტოგრამა. გამოიკვლია წითელმიწა ნიადაგების გაკირიანების თეორიული და პრაქტიკული საკითხები. შეისწავლა საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკული ზონის ნიადაგების ბუნება, ნიადაგების მოკროელემენტებით განოყიერება. დიდი ღვაწლი მიუძღვის აგროქიმიის დარგში ახალგაზრდა კადრების მომზადებისა დასაერთოდ ქიმიზაციის მეცნიერული საფუძვლების განვითარებაში.



**ირაკლი გამყრელიძე (1908-1972)**

სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი. მის მოღვაწეობაში დიდი ადგილი უჭირავს აზოტიანი და ფოსფორიანი სასუქების ეფექტიანობის შესწავლას, ნიადაგში ფოსფატური რეჟიმის გამოკვლევას. მის კალამს ეკუთვნის მონოგრაფია “ციტრუსოვანთა განოყიერების სისტემა” (1969). გამყრელიძემ დეტალურად შეისწავლა ციტრუსოვანთა პროდუქტიულობის ძირითადი ასპექტები: ნიადაგის არეს რეაქცია, მინერალური და ორგანული სასუქების ნორმები და ფორმები, სასუქების გავლენა ნიადაგის აგროქიმიურ თვისებებსა და ბიოლოგიურ აქტივობაზე, ციტრუსოვანთა ბაღების ბიოლოგიურ და სამეურნეო პროდუქტიულობაზე.



**მელქისედეკ ბზიავა (1910-1999)**

სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის საპატიო წევრი. მრავალწლიანი ექსპერიმენტალური კვლევა მიუძღვნა სუბტროპიკული კულტურების კვების რეჟიმისა და განოყიერების საკითხებს.



მ. ბზიავამ დიდი შრომა გასწია სუბტროპიკულ ზონაში სიდერაციისა და საკვებმოპოვების გამოყენების თეორიული და პრაქტიკული საკითხების წარმატებულად გადაჭრის და ფართომასშტაბიანი დანერგვის წინაპირობის შესაქმნელად. მისი მონოგრაფია “სუბტროპიკული კულტურების განოყიერება” (1973) მდიდარი ფაქტობრივი მასალით დღესაც არ კარგავს აქტუალობას.

აღსანიშნავია მ. ბზიავას ღვაწლი ჩაის პლანტაციების ნიადაგების ჰუმუსური მდგომარეობის შესწავლის საქმეში. ჩატარებული კვლევების შედეგად დასაბუთა, რომ მცენარეთა კვების ოპტიმიზაციის პირობებში ნიადაგში ჰუმუსის ზრდასთან ერთად მიმდინარეობს ღრმა ცვლილებები ჰუმუსის ფრაქციულ შემადგენლობით და იზრდება ჰუმინური მჟავების ხვედრითი წილი.

საქართველოში აგროქიმიის განვითარებაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო უნივერსიტეტის აგროქიმიის კათედრამ, დარგობრივი სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების – საქართველოს ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და მელიორაციის, ჩაის, სუბტროპიკული კულტურების და ჩაის მრეწველობის, მიწათმოქმედების ინსტიტუტის, მებაღეობა-მევენახეობის ინსტიტუტის აგროქიმიურმა განყოფილებებმა და ლაბორატორიებმა.

## 1.2. სასუქები - მოსავლის გადიდების ძირითადი ფაქტორია

სასოფლო-სამეურნეო კულტურები სხვადასხვა მოთხოვნას უყენებენ საკვები ელემენტების შემცველობას ნიადაგში, რაც აისახება მოსავლით გამოტანილი საკვები ელემენტების რაოდენობაში. თუ ეს პრინციპი არ იქნა დაცული მცენარეთა კვებაში, მათი მოსავლიანობა წლიდან წლამდე იკლებს: ე.ი. საჭიროა დაცული იქნას საკვები ელემენტების ბალანსი – იგი არის სხვაობა საკვები ელემენტების ნიადაგიდან გამოტანისა და მასში შეტანაში.

საკვები ელემენტების გამოტანა ნიადაგიდან დგინდება მოსავლით გატანილი და სხვა მცენარეული მასით გატანილი საკვები ელემენტების ოდენობით ფართობის ერთეულიდან. ამ გატანილი საკვები ელემენტების დაბრუნება ხდება სასუქების შეტანით მასში არსებული საკვები ელემენტების ოდენობით. საკვები ელემენტების შევსება ხდება აგრეთვე მოსავლის აღების შემდეგ დარჩენილი მცენარეული ნარჩენებით, მოსული ნალექებით და ატმოსფერული აზოტის ფიქსაციით პარკოსანი მცენარეების ფესვებზე მცხოვრები კოურის ბაქტერიებით, მაგრამ ეს წყაროები მცირეა.

ამიტომ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის სიდიდე ძირითადად დამოკიდებულია ნიადაგში შეტანილი სასუქების რაოდენობაზე.

ცნობილია, რომ იმ ქვეყნებში, სადაც სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის დონე მაღალია, მოსავლის სიდიდეც მაღალია. მოსავლიანობის გადიდება მიიღწევა საკვები ელემენტების გარკვეულ დონემდე მზარდი ოდენობით გამოყენებით, მცენარეთა ინტენსიური ჯიშების გამოყენებით, როგორც ეს მოხდა XX საუკუნის შუა პერიოდში ე.წ. „მწვანე რევოლუციის“ შედეგად, რომლის ავტორი იყო ნორმან ბორლაუტი.

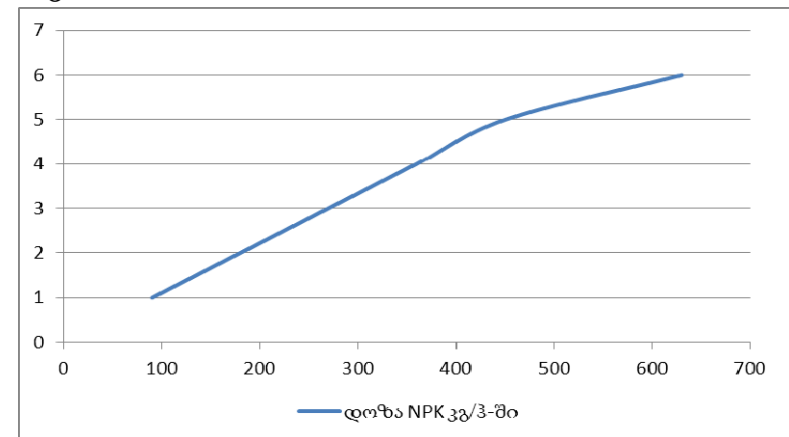
სპეციალისტების გაანგარიშებით, მოსავლიანობის გადიდების სულ ცოტა 50%-ს უზრუნველყოფს სასუქების გამოყე-

ნება, ხოლო დანარჩენი 50% განპირობებულია სხვა ფაქტორებით (აგროტექნიკის დონე, მცენარის ჯიშის და სხვა).

სასუქების გამოყენებით მიიღწევა მოსავლის ხარისხის გაუმჯობესება, რაც დადგენილია მრავალრიცხოვანი კვლევებით.

მიწათმოქმედების ქიმიზაციის მაღალი დონე არ უარყოფს ორგანული სასუქების გამოყენებას, რასაც ადასტურებს მათი გამოყენების დიდი ხნის ისტორია. მინერალური სასუქების მაღალი დოზების გამოყენება ზრდის მოსავლიანობას და იძლევა მცენარეული მასის ზრდას, რაც ზრდის ცხოველთა საკვებ ბაზას და საბოლოოდ – ორგანული სასუქების შეტანილი ნაკელი ნიადაგში აგრძელებს შემდეგ ქმედებას 4-5 წელი და არბილებს მინერალური სასუქების ხისტ მოქმედებას.

ტ/ჰა-ში



ნახ. 1. სასუქების დოზებისაგან მოსავლიანობის დამოკიდებულება\*.

\* Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.А. Агрехимия Москва ”МИР“ 2004г.

### 1.3. სასუქების ეფექტიანობა და მათი წარმოება

მიწათმოქმედების ქიმიზაცია ძირითადი ფაქტორია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის ამაღლების საქმეში, ამავედროულად, მან უნდა უზრუნველყოს პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესება და ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლება.

მიწათმოქმედების ქიმიზაციის განხორციელება ემყარება აგროქიმიის ინტენსიურ განვითარებას, რაც, თავის მხრივ, შედეგია ბიოლოგიური დისციპლინების განვითარებისა და აგრეთვე რიგი მეთოდური საკითხების გადაწყვეტის.

ცნობილია, რომ სასოფლო-სამეურნეო კულტურები ყველაზე უფრო მომთხოვნიან აზოტიანი სასუქების მიმართ. ამავე დროს, აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანა ერთდროულად ამაღლებს მათ ეფექტიანობას.

სასუქების ეფექტიანობაზე ძლიერ გავლენას ახდენს გარემოს რეაქცია. მრავალრიცხვანი მინდვრის ცდების შედეგების ანალიზით დადგენილია, რომ ნიადაგის რეაქციის ოპტიმიზაცია ზრდის სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობას.

ხშირად, სასუქების გამოყენებას მოაქვს დაბალი ეფექტიანობა, ამის მიზეზი მრავალია. ესაა, პირველ რიგში, ადამიანური ფაქტორის შეუფასებლობა, კადრების მომზადების დაბალი დონე, წარმოების მუშაკთა არასაკმარისი დაინტერესება მაღალი მოსავლის მიღებაში, სასუქების მოთხოვნილების მიხედვით და დროული მომარაგება, ნიადაგების მედიორაცია. ასევე, განოყიერების პროცესში ერთი რომელიმე ელემენტის უკმარისობა აგრეთვე ამცირებს მოსავლიანობას.

ცხრილი 1

სხვადასხვა ფაქტორების გავლენა მარცვლის მოსავლის ფორმირებაში (%-ში) ნ. მილაშენკი, ვ. ლადონინი (2004)<sup>x</sup>

№	მოსავლის ფორმირების ფაქტორები	ექსტენსიური მიწათ-მოქმედების დრო	ინტენსიური მიწათ-მოქმედების დრო
1	ბუნებრივი ნაყოფიერება	40	10
2	ამინდი	20	15
3	ნიადაგის დამუშავება	20	10
4	განოყიერება	10	30
5	ჯიშისანი თესლი	5	30
6	მცენარეთა დაცვა	5	15
7	საშუალო წარმოება ტ/ჰა	1,5-2,5	4,0-5,0

\*ექსტენსიური მიწათმოქმედება უძლურია შეუნარჩუნოს ნიადაგს ეკოლოგიური მდგრადობა, ახდენს ნიადაგის ბუნებრივი ნაყოფიერების გაღარიბებას და აწარმოებს დაბალ მოსავალს.

სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში მიღებული მოსავალი, როგორც წესი, მნიშვნელოვნად უფრო დაბალია, ვიდრე შესაძლებელი პოტენციალური მოსავლიანობა.

თანამედროვე პირობებში მცენარეთა კულტივირებისას, მოსავლის ზრდასთან ერთად, დიდდება საკვები ელემენტების, როგორც მაკრო, ისე მიკროელემენტების გამოტანა, რაც საჭიროებს გამოყენებული მინერალური სასუქების შედგენილობის შეცვლას. მინერალური კვების ოპტიმიზაციის დროს უნდა გავითვალისწინოთ არა მარტო შეტანილი ელემენტები, არამედ მათი ანტაგონიზმი და სინერგიზმი ურთიერთობებში. ასევე მნიშვნელოვანია მიკროსასუქების გამოყენება მცენარეთა კვების ოპტიმიზაციისათვის, განსაკუთრებით, პროდუქციის ხარისხის უზრუნველსაყოფად. დედამიწაზე არ არსებ

<sup>x</sup> Н.З. Милашенко, В.Ф. Ладонин Сельское хозяйство в XXI в. Проблемы охраны окружающей среды и устойчивого развития. Агроэкология, Москва 2004.с. 2-22.

ბოლხ ისეთი ლანდშაფტები, სადაც არ იყოს აქტუალური საკვები ელემენტების შემცველობის ოპტიმიზაცია.

#### 1.4. მინათმოქმედების ქიმიზაციის პრობლემები

აგროქიმიის ძირითადი საფუძვლები ფორმულირებული რუსული აგროქიმიის ფუძემდებლის დ. პრიანიშნიკოვის მიერ XIX-XX საუკუნეების მიჯნაზე. მან განსაზღვრა აგროქიმიის საგანი სამი ურთიერთდაკავშირებული სუბსტანციით: მცენარე – ნიადაგი – სასუქი. მან უჩვენა აგროქიმიის კავშირი სხვა მეცნიერებებთან, მისი თეორიული ბაზა და პრაქტიკული გამოყენება. როგორც ყველა მეცნიერება, ის არ დგას ერთ ადგილზე და თანდათანობით ვითარდება, რადგან შეცნობის პროცესი მუდმივია.

ჩვენს დროში უფრო ღრმად არის შესწავლილი მცენარეთა კვების საფუძვლები და მისი რეგულირების მეთოდები. მნიშვნელოვნად არის გაზრდილი მინერალური სასუქების წარმოებისა და გამოყენების მასშტაბები მსოფლიოში, შესრულებულია მაღალხარისხოვანი მეცნიერული კვლევები მინერალური სასუქების ეფექტიანი გამოყენების მიზნით და ბალანსირებული ელემენტარული შედგენილობის სასოფლო-სამეურნეო მოსავლის მიღება განსაზღვრული ელემენტარული შედგენილობით.

აქტუალური გახდა ქიმიური დაჭუჭყიანებისაგან გარემოს დაცვის საკითხები და განსაზღვრული ელემენტარული შედგენილობის სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მიღება.

აგროქიმიას უკავია განსაკუთრებული ადგილი ბუნებათსარგებლობის რაციონალურ სისტემაში. უდიდესი მასშტაბის სამუშაოებია საჭირო სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ელემენტარული შედგენილობის ოპტიმიზების გამოსავლენად ბიოკლიმატური პროვინციების ფარგლებში.

ბიოსფეროს განვითარების თანამედროვე ეტაპზე, კლასიკური აგროქიმიის საგანი ივსება ახალი შინაარსით. ეს წინა პერიოდისაგან განსხვავებით, გამოიხატება ახალ მოთხოვნებში. დღეს სასუქების გამოყენება უნდა ეფუძნებოდეს “გონივრული საკმარისობის” პრინციპს რათა მაღალი პროდუქტიულობის შენარჩუნებით შევამციროთ ნიადაგის, წყლების და ატმოსფეროს ანტროპოგენური დაჭუჭყიანება.

თანამედროვე პირობებში სასუქების გამოყენებისას მხედველობაში უნდა იყოს მიღებული არა მხოლოდ კონკრეტული ბიოგეოქიმიური მდგომარეობა და რეგიონის სპეციფიკა, არამედ ცალკეული ნიადაგის ნაყოფიერების დონის უთანაბრობა.

დედამიწის – ხმელეთის ზედაპირის 15 მილიარდი ჰექტარიდან სახნავად გამოყენებულია 1,5 მილიარდი ჰექტარი. ეს ფართობები დამატებით ჭუჭყიანდება ქიმიზაციის საშუალებებისა და უსაფენო ნაკელის არასწორი გამოყენებით. სასუქების შეტანას ხშირად თან ახლავს დარიშხანის, კადმიუმის, ქრომის, ნიკელის, ქლორის და სხვა მძიმე მეტალების მინარევები, რომლებიც გროვდება ნიადაგში და შემდგომში აჭუჭყიანებს ბიოპროდუქციას.

ბუნებრივი მიგრაციულ ნაკადებთან – წყლის ნივთიერებათა ბიოლოგიური ბრუნვით, გამოჩნდა ახალი ნაკადი – ადამიანის საწარმოო მოქმედების შედეგად, რომელიც მეტალების ბუნებრივ მიგრაციას აჭარბებს. მსოფლიოში მოსავლის მიღების პრობლემა მეტ-ნაკლებად გადაწყვეტილია, მაგრამ მოსავლის ხარისხის პრობლემა ხშირად რთულდება, არასაკმარისად არის დამუშავებული აგროეკოსისტემების ეკოლოგიური მდგრადობის შესახებ და ასეთი სისტემები რომ არ დაზიანდეს, საჭიროა სასუქების ახალი ფორმების წარმოება. ადამიანსა და ბუნებას შორის ნივთიერებათა გაცვლის შეგნებული რეგულირება პირველად სცადა ი. ლიბიხმა – იგი სასუქებში ხედავდა ნიადაგების ბუნებრივი ნაყოფიერების აღდგენის საშუალებას, ხოლო დ. პრიანიშნიკოვი კი – ნიადაგის ნაყოფიერების ამადლების საშუალებას.

## თავი 2 – მცენარეთა ჰვაზა და მისი რეგულირების მეთოდები

თანამედროვე აგროქიმიაში პირველ ხარისხოვანია კვლევები წარმართოს აგროქიმის დარგებში, რომელთაც კავშირი აქვთ სასუქების გამოყენებასთან მიწათმოქმედებაში, მათი მაღალი აგრონომიული და ეკონომიკური ეფექტიანობის გამოვლენით მცენარეთა კვების თეორიული საფუძვლები;

კვების ელემენტების ურთიერთქმედება მცენარეში შესვლისას;

მცენარეში კვების ელემენტების შემდგომი გადრმავებული შესწავლა ფიზიოლოგო-ბიოქიმიურ პროცესებში;

ცალკეული კვების ელემენტების მოქმედების მექანიზმის შესწავლა მათი ბალანსირებული გამოყენების პირობებაში;

ექსპერიმენტალური მონაცემების ღრმა ანალიზი, სასუქების მოთხოვნაზე გეოქიმიური პროვინციების ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში;

მცენარეული ახალი ჯიშების პოტენციალური შესაძლებლობების შესწავლა მოსავლის გადიდებისათვის;

კომპლექსური მაკრო და მიკროელემენტების შემცველი სასუქების ეფექტიანობის დადგენა;

გარემოს დაცვის პირობების პრობლემები სასუქების გამოყენების შედეგად.

### საკონტროლო კითხვები:

- > რას სწავლობს აგროქიმია;
- > სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის პრობლემები საქართველოში;
- > სასუქების მნიშვნელობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის ამაღლებაში;
- > სასუქების ეკონომიკური ეფექტიანობის არსი;
- > აგროქიმიას კავშირი სხვა საბუნებისმეტყველო დისციპლინებთან;
- > რა არის საკვები ელემენტების ბალანსი;
- > რა გავლენას ახდენს სასუქები მოსავალზე;
- > დაასახელოთ სასუქების გამოყენების ეფექტური გზები.

მცენარეთა კვება წარმოადგენს ნივთიერებათა ცვლას მცენარესა და გარემოს შორის. გარემო არის ჰაერი და ნიადაგი. შეთვისებული ელემენტები შედიან მცენარეთა უჯრედებში, ორგანული ნივთიერებების შედგენილობაში, რომლებიც სინთეზირდებიან მცენარის მიერ და ზოგიერთი ნივთიერებები გამოიყოფა მცენარიდან.

ჰაეროვანი კვების გზით, მცენარე ითვისებს ნახშირბადის დიოქსიდს (CO<sub>2</sub>). ეს პროცესი უფრო თანაბარია, ვიდრე ფესვოვანი კვება. ამრიგად სრულდება ფოტოსინთეზი, რომლისთვისაც საჭიროა სინათლე, სითბო, ტენიანობა, მინერალური კვების ელემენტებით უზრუნველყოფა. ფოტოსინთეზის ინტენსიობა განისაზღვრება ამ ფაქტორებით და მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებებით, აგრეთვე მცენარეული საფარის სისშირით.

მცენარეთა ფესვური კვება დამოკიდებულია ნიადაგის ნაყოფიერების დონეზე, მცენარეების ბიოლოგიურ თავისებურებებზე, ფოტოსინთეზის პროდუქტებით უზრუნველყოფაზე და ფესვთა სისტემას აქტიური ნაწილის ზრდის ინტენსიობაზე, ნიადაგის სტრუქტურაზე და აერაციაზე, ტენიანობაზე, არეს რეაქციაზე, საკვები ელემენტების შესათვისებელი ფორმების საერთო შემცველობაზე. ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობაზე.

### 2.1. მცენარეთა ქიმიური შედგენილობა

მცენარე თავის ორგანიზმს აგებს განსაზღვრული ქიმიური ელემენტებისაგან, რომლებიც გარემომცველ გარემოში იმყოფებიან. იგი შედგება მშრალი ნივთიერებებისაგან და შეიცავს წყლის მნიშვნელოვან რაოდენობას.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების უმრავლესობა საშუალოდ შეიცავს 70-95% წყალს, ხოლო თესვებში -5-15% წყალს. მცენარის უზრუნველყოფა წყლით დამოკიდებულია მცენარეული ორგანიზმის ცხოველქმედების პროცესების სიჩქარესა და მიმართულებებზე. თავის მხრივ, მინერალური კვების პირობები, აგრეთვე წყლით უზრუნველყოფის პირობები და მცენარეთა ბიოლოგიური თავისებურებანი განსაზღვრავენ მათში არსებული წყლის შემცველობის დონეს.

მცენარეთა მშრალი ნივთიერებების შედგენილობაში შედის 90-95% ორგანული ნივთიერებები და 5-10% მინერალური მარილები.

მცენარის ორგანული ნივთიერებები წარმოდგენილია ძირითადად ცილებით და სხვა აზოტიანი შენაერთებით, ცხიმებით, სახამებლით, შაქრებით, უჯრედანათი, ჰექტინებით.

სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ხარისხი განისაზღვრება მათში არსებული, აუცილებელი ორგანული და მინერალური შენაერთებით. სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურები მოჰყავთ განსაზღვრული პროდუქციის მისაღებად – ცილების, ცხიმების, შაქრების, უჯრედანას და სხვათა შემცველობით, ხოლო გარკვეული ნაწილი – ბოჭკოს მისაღებად.

მცენარეები და მათი მშრალი მასა მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ელემენტების შემცველობით. მცენარეში ფოტოსინთეზის შედეგად წარმოიქმნება, უბრალო, უაზოტო, ორგანული ნივთიერებები, რომლებიც შედგება ნახშირბადის, წყალბადისა და აზოტისაგან. ამ ელემენტებითაა შედგენილი მცენარეთა მთლიანი მასის 25% - მათ უწოდებენ ორგანოგენებს. მცენარეთა დაწვის შედეგად რჩება ნაცრის ელემენტები, ისინი შეადგენენ მცენარეთა მშრალი მასის 5%-ს.

მცენარეებში აზოტისა და ნაცრის ელემენტების შემცველობა დამოკიდებულია ბიოლოგიური თავისებურებებზე, ზრდა-განვითარების ეტაპებზე და მოყვანის პირობებზე. სხვადასხვა ორგანოებში მათი შემცველობა სხვადასხვაა და გა-

მოხატავს მცენარეთა მოთხოვნილებას მინერალური კვების ელემენტებზე. მცენარეებში აღმოჩენილია 70-ზე მეტი ქიმიური ელემენტი. თანამედროვე კვლევის მეთოდების გამოყენებით, ალბათ ეს რიცხვი გაიზრდება.

## 2.2. მცენარეთათვის საჭირო ქიმიური ელემენტები

აგროქიმიის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე 20 ქიმიური ელემენტი ითვლება კვების აუცილებელ ელემენტებად, ხოლო 12 ქიმიური ელემენტი ითვლება პირობით აუცილებლად. არნონმა 1939 წელს (ციტირებულია დ. ორლოვის მიხედვით 2005) შემოგვთავაზა სამი ნიშანთვისება, რომელიც უნდა აკმაყოფილებდეს ელემენტი, რომელიც აუცილებელად ითვლება: 1. მცენარე მის გარეშე ვერ ასრულებს სასიცოცხლო ციკლს; 2. სხვა ელემენტი ვერ ასრულებს მის ფუნქციას; 3. ელემენტი უშუალოდ ჩართულია მცენარეში მიმდინარე მეტაბოლიტურ პროცესებში.

აუცილებელ ელემენტებს განეკუთვნებიან მაკროელემენტები N, P, S, K, Mg, Ca; მიკროელემენტები Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl; “კეთილმოყოფელი” ელემენტებია Na, Si, Co, I, V, Se.

ელემენტები, რომლებიც მცენარის ორგანიზმში არის მნიშვნელოვანი ოდენობით (1%-მდე) იწოდებიან – მაკროელემენტებად, ხოლო ელემენტები, რომელთა შემცველობა მცენარეთა ორგანიზმში %-ის ათასეული და ასიათასეული წილით, იწოდებიან – მიკროელემენტებად, ხოლო ელემენტები კიდევ უფრო ნაკლები ოდენობით – იწოდებიან – ულტრა მიკროელემენტებად.

ეს დაყოფა პირობითია. მაგალითად რკინა, თავისი შემცველობით, შეიძლება მიაკუთვნოთ მაკროელემენტებს, ხოლო მისი ფუნქციების მიხედვით – მიკროელემენტია.

მიკროელემენტები მცენარის სხვადასხვა ნაწილებში სხვადასხვაა – მოლიბდენი და მარგანეცი გროვდება ფოთ-



ფულ ორგანიზმებს. მცენარეები კვების (ჰაეროვანი და ფესვური) პროცესში თავიანთი ორგანიზმების სტრუქტურულ ელემენტებს ქმნიან და ზრდიან საერთო მასას.

მცენარეული ორგანიზმების სიცოცხლის საფუძველი არის მრავალრიცხოვანი გაცვლითი რეაქციები, როგორც გარემოსთან ასევე უჯრედის შიგნით, უჯრედებს შორის და სხვადასხვა ორგანოებს შორის. ამ პროცესს უზრუნველყოფს ცალკეული ქიმიური ელემენტების ბალანსირებული შეთვისება მცენარის მიერ, რაც განაპირობებს ყველა ბიოლოგიური პროცესების თანმიმდევრობას და თანადროულობას და ორგანიზმის ფიზიოლოგიური ფუნქციების მიმდინარეობას.

ძირითადი პროცესი, რომლის შედეგად მცენარეებში წარმოიშობა პირველადი ორგანული ნივთიერება არის ფოტოსინთეზი, მცენარეებს შეუძლიათ შეითვისონ მცირე რაოდენობით, გარემოდან – ამინომჟავები, ზრდის ნივთიერებები, ვიტამინები, ანტიბიოტიკები, ასევე CO<sub>2</sub>.

მცენარეში მინერალური ნივთიერებების შესვლას ავერხებს ბევრი ფაქტორები. მცენარე ფოთლების საშუალებით იღებს 95%-სა და მეტ ნახშირბადის დიოქსიდს და შეუძლია აგრეთვე შეითვისოს ნაცრის ელემენტები – გოგირდი და აზოტი ფესვგარეშე კვების გზით წყლის ხსნარებიდან, მაგრამ ამათი ძირითადი რაოდენობა მცენარეში შედის ნიადაგიდან ფესვთა სისტემით.

მცენარეები, მათი ბიოლოგიური თავისებურებებისა და კულტივირების პირობებისაგან დამოკიდებულებით, იწვეთარებენ სხვადასხვა სიმძლავრის ფესვთა სისტემას დაბალი ნაყოფიერებისა და მშრალი კლიმატის პირობებში, მცენარეები იწვეთარებენ გრძელი და დიდი მასის მქონე ფესვთა სისტემას. სასუქების გამოყენება ზრდის არამარტო მიწისზედა მასას მცენარეებისა, არამედ ასევე ხელს უწყობს ფესვთა სისტემის ზრდას.

მცენარეთა მინერალური კვების შესწავლის ახალი ეტაპი დაიწყო 1858 წლიდან, როცა წყლის კულტურებში მცენარე გამოზარდეს. უფრო მოგვიანებით შექმნეს მთლიანი მინერა-

ლური ნარევი მცენარეთა გამოსაზრდელად ქვიშის კულტურაში. შემდგომში დამუშავდა დიფუზიურ-ოსმოსური თეორია (დიუტროშე, 1937) ცოცხალი უჯრედების მიერ მინერალური ელემენტების შეთვისებაზე. ამ თეორიის მომხრეები იყვნენ აგრეთვე – პფეფერი, დე-ფირიზი, მაიერი და სხვა მეცნიერები. ამ თეორიის თანახმად, მცენარეები ფესვთა სისტემის საშუალებით, წყალთან ერთად, შეიწოვს საკვებ ელემენტებს და ნივთიერებებს, ხოლო წყალი მთლიანად აორთქლდება. ამრიგად, საკვებ ელემენტების შესვლა მცენარეში პირდაპირ არის დამოკიდებული ტრანსპირაციის ინტენსიურობაზე. მაგრამ რიგი პრაქტიკული კვლევები ვერ აიხსნებოდა ამ თეორიით. ა. ტიმირიაზევი აღნიშნავდა, რომ მცენარეთა კვებისათვის არ არის საჭირო წყლის ასეთი უზარმაზარი რაოდენობა, ასეთივე აზრის იყო დ. საბინინი.

XX საუკუნის დასაწყისში წარმოიშვა ადსორბციული თეორია (დევო) რომლის მიხედვით, ერთი კათიონის შთანთქმას უჯრედებში, თან ახლავს სხვა კათიონების გამოდევნა. ამ პროცესის ინტენსიობა დამოკიდებულია კონცენტრაციისა და დროისაგან.

დ. საბინინი და სხვა მცენარეები უკავშირებდნენ ნივთიერებით შთანთქმას უჯრედების ცხოველმყოფელობის დონეს.

უკანასკნელ პერიოდში, მცენარეთა მინერალური კვების ელემენტების თეორიამ განიცადა ცვლილებები. მაგრამ მასში რჩება რიგი ძირითადი მცნებები, რომლებიც ადრეულ თეორიებში იყო.

**ფესვი** – მცენარის სპეციალიზირებული ნაწილია, რომელიც ამაგრებს მცენარეს ნიადაგში და ასრულებს ნივთიერებათა შთანთქმის ფუნქციას. აგრეთვე შთანთქმის შემდგომ მეტაბოლიზმს, წყლისა და მინერალური ნივთიერებების განაწილებისა და ტრანსპორტირების. ფესვებში ხორციელდება მრავალრიცხოვანი ბიოსინთეტიკური პროცესები. საერთოდ, საკვები ნივთიერებების ძირითად მასას შთანთქავენ ახალგაზრდა, მოზარდი ფესვები, განსაკუთრებით ბუსუსები. ფესვთა სისტემის მოქმედება მჭიდროდ არის დაკავშირებული

მცენარეთა მიწისზედა ორგანოებთან მცენარეთა ტოტების ქვედა ფოთლებიდან, რომლებმაც დაამთავრეს ზრდა, ფესვებში გადადის ასიმილიანტები საქაროზის ფორმით. ფესვებში გადასული საქაროზა გამოიყენება ფესვის სინტეტიკური მოქმედებისათვის. ორგანული მუყავეები ფესვთა სისტემის მიერ გამოიყოფა გარემოში, 1940 წლიდან საბინინმა წამოაყენა კონცეფცია ნივთიერებათა გარდაქმნისა ფესვებში. ფესვები ახდენენ მასში გამავალი ფოტოსინთეზის ასიმილიანტების სინთეზირებას, გავლენას ახდენს მცენარის მიწისზედა ორგანოებზე ამ სინთეზირებული პროდუქტებით – ფიტოჰორმონებით, რომლებიც არააუქსინური წარმონაქმნია.

ზრდის ნივთიერებები, რომლებიც ფესვებშია – ციტოკინები, გებერელინი საჭიროა მცენარეთა ვეგეტაციური ზრდისათვის. მცენარის უჯრედის მემბრანა განსაზღვრავს უჯრედის იონების შერჩევითი შთანთქმის უნარს. მას შეუძლია განახორციელოს ნივთიერებათა და ენერჯის გაცვლის რეჟიმი. ყველა უჯრედის შთანთქმის ზონა ფესვებში მემბრანაში სხვადასხვა ნივთიერებების მარილებია, რომლებიც გახსნილია წყალში და ცხიმში.

## 2.4. კვების ელემენტების შეთვისების თეორიები

ნივთიერებათა გაცვლა მცენარესა და გარემოს შორის ხორციელდება ფესვთა სისტემის ზედაპირული უჯრედებით და მცენარეთა მიწისზედა ნაწილებით.

როგორც ცნობილია, მცენარეთა უჯრედების კედლები ადვილად გამტარია. მცენარეთა ორგანოებში, საკვები ელემენტები უფრო დიდი კონცენტრაციისაა, ვიდრე მის გარემოცველ ხსნარში. ეს ხდება პლაზმოლიზის შედეგად, რომელიც გამორიცხავს ნივთიერებათა დაკარგვას, რომელიც უჯრედმა დააგროვა დიფუზიის გზით და ერთდროულად უზრუნველყოფს წყლისა და კვების ელემენტების შეცვლას უჯრედში.

უჯრედში კვების ელემენტების ტრანსპორტირება ხდება ორი ავტონომიური მექანიზმის საშუალებით:

- ნივთიერებათა პასიური ცვლით ელექტროქიმიური გრადიენტის და აქტიური გატანით ელექტროქიმიური გრადიენტის წინააღმდეგ. რადგან იონებს გააჩნიათ ელექტრული მუხტი, მათი განაწილება უჯრედსა და გარემოს შორის განისაზღვრება ელექტრული მუხტებისა და კონცენტრაციების სხვაობით. ჯამურად ეს ორი სიდიდე აღინიშნება როგორც – ელექტროქიმიური გრადიენტი. კვების ელემენტების ტრანსპორტირების სხვადასხვა მექანიზმების ურთიერთშეფარდება შეიძლება შეიცვალოს მცენარეთა ონტოგენეზში და დამოკიდებულია ბევრ პირობებზე.

ითვლება, რომ იონების გადაადგილება ელექტროქიმიური პოტენციალების გრადიენტის მიხედვით, რომელიც იონების მუხტით და კონცენტრაციების სხვაობებით განისაზღვრება - პასიურია.

**თავისუფალი სივრცე** – იონი მოძრაობს (გადის) უჯრედის გარსში პლაზმალემისაკენ დიფუზიის პროცესების შედეგად ან ხსნართან ერთად. წყლის ტრანსპირაცია ფოთლების მიერ, უზრუნველყოფს წყლისა და მასში გახსნილი ნივთიერებების დინების პრინციპით უჯრედულ გარსში. მაგრამ ასეთი პროცესს ადგილი აქვს მხოლოდ ძლიერ ინტენსიური ტრანსპირაციის დროს, მაგალითად ზაფხულის ცხელ დღეებში.

**დიფუზია** – არის მოლეკულების, სითხეების ან გახსნილი ნივთიერებების გადაადგილება კონცენტრაციის გრადიენტით დამოკიდებულია კონცენტრაციის გრადიენტზე. შთანთქმული ნივთიერებებისა და ფართობზე, სადაც გადიან ნივთიერებები ან იონები. იონების მუდმივ გავლას პლაზმალემში, მოსდევს ახალი იონების უწყვეტი ნაკადი კონცენტრაციის გასათანაბრებლად.

ფესვთა სისტემის ქსოვილების მოცულობის ნაწილი, რომლებშიც იონები შედიან ან გამოიყოფიან დიფუზიის შედეგად, უწოდებენ თავისუფალ სივრცეს. იგი შეადგენს 4-5%

ს ფესვის მთლიანი მოცულობის და ლოკალიზებულია ფხვიერ, პირველად გარსში უჯრედების კედლებისა.

თავისუფალი სივრცე იყოფა: წყლის სივრცედ რომლებსგანაც იონებს შეუძლიათ გადავიდნენ წყალში და დონანოს სივრცეში დიფუზიის გზით, რომლისგანაც იონებს გაცვლის გზით გამოიყონ მარილის ხსნარში. ფესვების უჯრედების გარსი შედგება ზედაპირული ფხვიერი ფენისაგან, ფორების სისტემით ან უწვრილესი არხებით, ზომით 20 **HM**. გარე ხსნართან დამოკიდებულებაში, უჯრედები დამუხტულია უარყოფითად. უჯრედების კედლების ფორები და არხები, ასევე დამუხტულია უარყოფითად. ისინი მოიხიდავენ კათიონებს და უკან აგდებენ ანიონებს. უკვე ამ დონეზე ვლინდება იონების შერჩევითი შთანთქმა.

გაცვლითი ანუ დონანოს სივრცე ლოკალიზებულია უჯრედთა კედლებთან ახლოს, სადაც ხდება კათიონების კონცენტრაცია კედლების უარყოფითი მუხტის გამო.

ელემენტების შესვლა თავისუფალ სივრცეში ხდება სწრაფად. როგორც უკვე აღინიშნა, თავისუფალ სივრცეში შესული ნივთიერებები დიფუზიის გზით, შეიძლება გახდნენ აღსორბციული გაცვლის ობიექტი. ამ დროს ისინი შეიძლება გამოიღვენონ თავისუფალი სივრციდან გარე ხსნარში ან უჯრედის შიდა ნაწილში.

მაშასადამე, თავისუფალი სივრცე არის შთანთქმის ის ზონა, საიდანაც უჯრედი იღებს კვების ელემენტებს ნორმალური გაცვლისათვის, შემდგომში კი ხორციელდება შერჩევითი შთანთქმა.

მცენარის ყველა უჯრედების ცელულოზის გარსები შეერთებულია ერთმანეთთან და ქმნის ჭურჭლების სისტემას, რომელსაც აპოპლასტი ეწოდება. ფოთლების მიერ წარმოებული ტრანსპირაციის შედეგად ფესვებში შეიწოვება წყალი და მინერალური მარილები უჯრედთაშორის სივრცეში, რომ შეადწინოს ქსილემის ჭურჭლებში მიწისზედა ორგანოებში გადასაადგილებლად.

**შესვლის ეტაპები:** ცნობილია შესვლის რამდენიმე ეტაპი:

1. დიფუზიის. გაცვლითი აღსორბციის, პასიური აღსორბციის გზით თავისუფალი სივრცის იონებით გამდიდრება;

2. იონური მემბრანული ბარიერის გადალახვა და სიმპლასტში გადასვლა;

3. ფესვების ქსოვილში იონების რადიალური გადაადგილება, ჭურჭულ-ქსოვილებში.

4. იონების ჩართვა მეტაბოლაზმში;

5. იონების ვერტიკალური გადაადგილება მცენარის მიწისზედა ნაწილებში;

6. ფოტოსინთეზირების უჯრედებში შესვლა, უტილიზაცია და რეუტილი-ზაცია, გადამოდრევა მზარდ ორგანოებში;

7. ფოტოსინთეზის ასიმილიანტებისა და იონების ტრანსპორტირება ქვევით, ფლოემის გზით, ფესვებამდე.

იონები ნიადაგიდან ფესვთა სისტემაში შედიან ფესვების მიერ მათი დაჭერის მექანიზმით, მასიური დინებით და დიფუზიის გზით.

უჯრედული გარსები შეადგენენ ქსოვილების აპოპლასტიკური კომპარტმენტის ძირითად ნაწილს, რომელთა საშუალებით ხორციელდება ნივთიერებათა გადაადგილება მანამდე, სანამ ისინი აქტიურად შთაინთქმება პლაზმალების მიერ და ჩართვებიან სიმპლასტში, ისინი გაივლიან თავისუფალ სივრცეს ფესვების უჯრედების აპოპლასტებში. კომპარტამენტობის პრობლემა აქტუალური გახდა მცენარის უჯრედში ნიტრატების უთანაბროდ განაწილების პრინციპის აღმოჩენის შემდეგ. გამოვლინდა ნიტრატების აქტუალური და სამარაგო კომპარტამენტი (Ferraari et al 1983; Gramstedt, Huffaker 1982)\* მონაცემებით ნიტრატების 60% თავმოყრილია ვაკუოლებში, რომლებიც წარმოადგენენ სამარაგო კომპარტამენტს.

**გადამტანების თეორია და იონური ტუმბოები** – უკანასკნელ წლებში წარმოიშვა წარმოდგენები იმაზე, რომ საკვების ელემენტები შედიან ფესვებში, ძირითადად, იონების სახით, მათი აუცილებელი გადასვლით პლაზმალების გავლით უჯრედში. ეს პერიოდი შეიძლება იყოს პასიური. ე.ი. ელექტრო-

\* Измайлов С.Ф. Азотный обмен в растениях, Москва “ Наука“ 1986г. 320с.

ქიმიური გრადიენტით და აქტიური, ან ელექტროქიმიური გრადიენტის საწინააღმდეგო.

უფრო მნიშვნელოვანია იონების აქტიური ტრანსპორტირების მექანიზმი ფოსფოლიპიდური მემბრანის გავლით. იონების შთანთქმის არჩევითობა, უჯრედის შიგნით მათი კონცენტრაციის ამაღლება, კონკურენცია მათი ფესვების მიერ შთანთქმისას, ქიმიურად ახლოს მდგომი იონებისა, ამ მოვლენების ასხნას იძლევა გადამტანების თეორია.

ამ თეორიის თანახმად, იონები მემბრანას გადალახავენ არა თავისუფალ მდგომარეობაში, არამედ გადამტანი მოლეკულიან კომპლექსის სახით. მემბრანის შიდა მხარეს ეს კომპლექსი დისოცირდება და ათავისუფლებს იონს უჯრედის შიგნით. ეს პროცესი შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა ტიპის გადამტანებით. თუ ეს გადატანა ხდება ელექტროქიმიური პოტენციალის ძალით, მაშინ პროცესს უწოდებენ შემსუბუქებულ დიფუზიას. ამ წესით, ნივთიერებათა გადაადგილება შეიძლება მოხდეს კონცენტრაციის გრადიენტით, მაგრამ სწრაფად. ფოსფოლიპიდური მემბრანის გავლით იონები შედიან უჯრედში ისეთივე სიჩქარით, როგორც წყალში. სოკოებში, წყალმცენარეებში და ბაქტერიებში გადამტანის როლი შეუძლიათ შეასრულონ ზოგიერთმა ანტიბიოტიკმა, მაგალითად – ვალონომიცინმა.

დადგენილია იონების გადამტანების ორი სისტემა. პირველს გააჩნია უფრო მაღალი შერჩევითი უნარიანობა. ისინი ფუნქციონირებენ ბუნებრივ პირობებში იონების დაბალი კონცენტრაციის პირობებში. იონების კონცენტრაციის გადიდება გარეგან ხსნარში იწვევს სწრაფ გაჯერებას პირველი სისტემის, მასთან დამატებით მოქმედებაში შედის მეორე სისტემა - უფრო ნაკლები შერჩევითობის უნარით.

გადამტანები შეიძლება იყვნენ ცილოვანი გლობულები. უჯრედებში იონების აქტიური ტრანსპორტირება ხორციელდება სპეციალური ფერმენტებით – ATP, მექანიზმით რომელსაც ეწოდება იონური ტუმბო, რომლის ამოცანაა უჯრედის შიგნით იონური შემადგენლობის გადაადგილება.

იონური ტუმბოების თეორია დიდი ხანია, რაც არსებობს. გადამტანების თეორიის ფართო გავრცელება იმას უნდა მიეწეროს, რომ ამ თეორია შერჩევით შთანთქმა.

**პინოციტოზი** – ი. მეჩნიკოვმა აღმოაჩინა, რომ ლეიკოციტებს შეუძლიათ ჩაყლაპონ ბაქტერიები. მოგვიანებით აღმოჩნდა, რომ ბევრ უჯრედებს შეუძლიათ შეითვისონ მყარი ნივთიერებები და წვეთები. ამ მოვლენას ეწოდება ფაგოციტოზი, ხოლო წვეთების ჩაყლაპვას – პინოციტოზი.

პინოციტოზის გზით შეიძლება მცენარეში ნივთიერებათა შესვლა. არის ცნობები, რომ არსებობს უკუპროცესი – როცა უჯრედები გამოდევნიან მავნე ნივთიერებებს გარეთ.

საბოლოოდ, მოლეკულები ან იონები, რომლებიც შედიან უჯრედში გარე ხსნარიდან, მიუხედავად იმისა თუ რა გზით მოხვდნენ ისინი უჯრედში, უცბად არ ებმებიან ნივთიერებათა ცვლის პროცესებში პლაზმოლემის დონეზე – ისინი გადიან მეტაბოლიტური გარდაქმნების ციკლს და ხდებიან ორგანული ნივთიერებების შენადგენლობაში, რომლებიც უჯრედის სტრუქტურულ ელემენტებს შეადგენენ. ჭარბი იონები გროვდებიან ფესვის უჯრედების ვაკუოლებში და ქმნიან იონების მარაგს, ან ისინი შეიძლება განდევნოს მცენარემ.

## 2.5. შენაერთების ფორმები, რომლებიც განაწილებენ მცენარე შთანთქმავს კვების ელემენტებს

ნიადაგში მიმდინარე ბიოლოგიური, ფიზიკური, ქიმიური და ფიზიკო-ქიმიური პროცესების შედეგად, რთული მინერალური ან ორგანული ნივთიერებები იშლებიან მარტივ ნივთიერებებად. ამ დაშლის პროდუქტებს მცენარეები იყენებენ საკვებად, ხოლო მათი ნაწილი შეიძლება დაიკარგოს ნიადაგიდან – აირისებური ნივთიერებების აორთქლებით, ან წყალში გახსნილი მარილები ჩაირეცხოს ნიადაგის ფენიდან და მოხვდეს უახლოეს წყალსატევებში. არის მესამე გზა, როცა

ისინი უცვლელად მაგრდებიან ნიადაგში ძნელად-ხსნადი ნაერთების სახით.

საკვები ელემენტების ძირითად რაოდენობას მცენარეები ითვისებენ იონურ ფორმაში – ანიონებისა და კათიონების სახით, ფესვთა სისტემის საშუალებით. გარდა ამისა, მცენარეებს შეუძლიათ მცირე რაოდენობით გამოიყენონ საკვებად – ამინომჟავები, შაქრები, სახაროფოსფატები და სხვა ორგანული ნაერთები. მაგრამ ძირითადად, აზოტს მცენარე ითვისებს ნიტრატს  $\text{NO}_3^-$  და ამონიუმის კათიონის სახით  $\text{NH}_4^+$ . ეს იონები ნიადაგში მუდმივად წარმოიქმნებიან ორგანული ნივთიერებებიდან ამონიფიკაციისა და ნიტროფიკაციის პროცესების შედეგად, რასაც მიკროორგანიზმები ახორციელებენ.

აზოტი, რომელიც მცენარეში შევიდა ნიტრატის ფორმით, ფერმენტების მოქმედებით, აღდგება ამონიუმის სახით.

აზოტის ამიაკური ფორმა გამოიყენება მცენარეთა მიერ, შემდგომ ამინომჟავების წარმოქმნით. აზოტის წრებრუნვის საერთო ჯამში, ბუნებაში განსაკუთრებული როლი ენიჭება მოლეკულური აზოტის ფიქსაციას ატმოსფეროდან. ატმოსფეროს მოლეკულური აზოტი ხვდება რიგი ნიადაგის მიკროორგანიზმების და ბევრი მცენარეების მიერ მიკროორგანიზმებთან სიმბიოზში.

აზოტის ფიქსაციის პროცესი - მრავალსაფეხურიანია. აქ მნიშვნელოვან ფუნქციას ანხორციელებს ფერმენტი – ნიტროგენაზა, ლეგემოგლობინი, ვიტამინი  $\text{B}_{12}$ -ის ჯგუფის შენაერთები, ლითონები – რკინა, მოლიბდენი, კობალტი, სპილენძი და სხვები.

აზოტი და გოგირდი შედიან ცილებისა და სხვა მრავალი ნაერთების შედგენილობაში. გოგირდი შეითვისება მცენარეების მიერ ანიონის სახით -  $\text{SO}_4$ . მცენარეში გოგირდი თანდათანობით აღდგება სულფიტამდე და სულფიდამდე. რიგი გარდაქმნის შემდეგ წარმოქმნიან დისულფიდურ ჯგუფს. გოგირდი შედის აცეტილკოენზიმ A-ს შედგენილობაში, რომელიც მონაწილეობს ლიპიდების სინთეზში.

ფოსფორი შეითვისება მცენარეების მიერ ფოსფორმჟავას ანიონის სახით –  $\text{HPO}_4$   $\text{H}_2\text{PO}_4$  ან  $\text{PO}_4$ . მცენარეში ფოსფორი შედის ნუკლეინის მჟავების შედგენილობაში (გენეტიკურ აპარატში). შედის ფოსფოლიპიდების შემადგენლობაში რომლებიც უჯრედების მემბრანის თვისებებს განაპირობებენ, შედის აგრეთვე ადენოზინფოსფატში, რომელიც ენერჯის გადამტანია უჯრედულ პროცესებში.

ქლორი შედის მცენარეში იონის სახით ქლორი, ბორი და მოლიბდენი მცენარეში შედის ანიონების სახით (ბორისა და მოლიბდენის მჟავების).

კალიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი, სპილენძი, რკინა, თუთია შედიან მცენარეში – კათიონების სახით, ხოლო მანგანუმი – ანიონისა და კათიონის სახით.

მცენარეთა ცხოველქმედების სასიცოცხლო პროცესებში დიდ როლს თამაშობს ციტოპლაზმის გადასვლა გელის მდგომარეობიდან ზოლის მდგომარეობაში.  $\text{K}$ ,  $\text{Na}$  იონები ციტოპლაზმის წყლით გაჯერებას ადიდებენ, ხოლო  $\text{Ca}$ ,  $\text{Mg}$  -პირიქით, ამცირებენ მის წყლით გაჯერებას.

კალიუმის იონების მაღალი კონცენტრაცია (50—100mM მილიმოლი) – დამახასიათებელია ყველა მცენარეული და ცხოველური უჯრედებისათვის. კალიუმის იონების განსაზღვრული კონცენტრაცია აუცილებელი პირობა არის ცილების ბიოსინთეზის, ფოტოსინთეზის, სუნთქვის, სახამებლის, ცხიმების, ნახშირწყლების სინთეზის ბიოქიმიური პროცესებისათვის.

## 2.6. გარემო პირობების გავლენა საკვები ელემენტების მცენარეში შესვლაზე

ნიადაგიდან საკვები ელემენტების შთანთქმა მცენარის მიერ აქტიური ფიზიოლოგიური პროცესია. რომელიც დამოკიდებულია არამარტო ფესვთა სისტემის, არამედ მთლიანად

მცენარის ცხოველქმედებაზე. ფესვები უჯრედების მეტაბოლიზმის განყოფილი ნაწილი არის სუნთქვა რომლებიც ანხორციელებენ იონების ტრანსპორტირებასა და მინერალური კვების ელემენტების შთანთქმის პროცესს.

მცენარეთა პროდუქტიულობა და მათ მიერ მაკრო და მიკროელემენტების შთანთქმა იმყოფება პირდაპირ დამოკიდებულებაში კვების მინერალური ელემენტების ნიადაგში შემცველობაზე. კვების ელემენტები ნიადაგში შეიძლება იმყოფებოდეს ნიადაგის ხსნარში და ნიადაგის მყარ მინერალურ ფაზაში.

მცენარეებისათვის ადვილად მისაწვდომია ყველა წყალ-ხსნადი, აგრეთვე იონურ-შთანთქმული ფორმის კვების ელემენტები. სხვა შენაერთები მცენარეთათვის უშუალოდ მისაწვდომი არ არის და მცენარემ ისინი შეიძლება შეითვისოს მხოლოდ მათი მისაწვდომ ფორმაში გადასვლის შემდეგ – პირველადი მინერალების გამოფიტვისა და ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციის შედეგად.

გარემო პირობების შესწავლის შედეგად – არეს რეაქციის შესწავლა, მიკროორგანიზმების აქტიურობის ცვლა, შეიძლება გახდეს მიზეზი ნივთიერებეთა შეთვისებაში ცვლილებების გამოჩენისა.

მნიშვნელოვან გავლენას ნიადაგის მინერალური ელემენტების მოსაწვდომობაზე მცენარეთათვის ახდენენ თვითონ მცენარეები – მცენარეთა მიერ გამოყოფილი ნივთიერებებით ნიადაგის არეს რეაქციის შეცვლა ხელს უწყობს რიგი ძნელად ხსნადი შენაერთების მცენარეთა მისაწვდომ ფორმაში გადასვლას. მცენარეთა მიერ საკვები ელემენტების შთანთქმა დამოკიდებულია, თვითონ კულტურის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე, ნიადაგის თვისებებზე, პოტენციალური ნაყოფიერების დონეზე, გრანულომეტრული შედგენილობისაგან, ტემპერატურის, ტენიანობის, აერაციის დონეებისაგან ნიადაგური ხსნარის რეჟიმსა და კონცენტრაციისაგან და სხვა.

**საკვები ხსნარის კონცენტრაცია** – ნიადაგური ხსნარის კონცენტრაცია, ისევე როგორც მცენარეული ორგანიზმების

მინერალური კვების ელემენტების ურთიერთშეფარდება, არის გარემო პირობების ფაქტორი. საკვები ხსნარის არასაკმარისი კონცენტრაციის დროს, მცენარეები განიცდიან კვების ელემენტების უკმარისობას და ცუდად იზრდებიან. საკვები ხსნარის ძალიან მაღალი კონცენტრაცია ასევე ცუდად მოქმედებს მცენარეთა ზრდა-განვითარებაზე.

საკვები ხსნარის ოპტიმალური კონცენტრაცია, როცა მცენარეები ავლენენ ყველაზე მეტ პროდუქტიულობას, ძლიერ ცვალებადია და თანდათანობით იცვლება მცენარეთა ონტოგენეზის სხვადასხვა პერიოდებში. იგი ცვალებადია აგრეთვე მცენარეთა სხვადასხვა სახეობებისა და ჯიშების მიხედვით.

მცენარეთა ფესვთა სისტემას გააჩნია უნარი შეითვისოს საკვები ნივთიერებები ძლიერ განზავებული ხსნარებიდან (0.01-0.05%). ბუნებრივ პირობებში ნიადაგური ხსნარის კონცენტრაცია არამლაშობი ნიადაგებისათვის შეადგენს 0.02-0.2%-ს.

მინერალური ელემენტები უფრო აქტიურად შედიან მცენარეში მხოლოდ ნიადაგურ ხსნარში საკვები ნივთიერებების განსაზღვრული კონცენტრაციის დროს. კვების ელემენტების იონები კარგად შეითვისება მცენარეთა მიერ, ნიადაგური ხსნარის ზომიერი კონცენტრაციის პირობებში, ხოლო წყალი უფრო ღრმად შეითვისება ფესვთა სისტემის მიერ უსასუქო, მწირ ნიადაგებზე.

ნიადაგურ ხსნარში მარილების კონცენტრაციის გადიდება, იწვევს ოსმოსური წნევის გადიდებას და აძნელებს წყლისა და კვების ელემენტების შესვლას მცენარეში. მაგალითად, მიკროელემენტების კონცენტრაციისას ნიადაგურ ხსნარში 5  $\mu\text{M}$  (mikro მოლი), იონები თითქმის მთლიანად შთაინთქმება მცენარეთა მიერ, კონცენტრაციის გადიდებისას – 25  $\mu\text{M}$  (mikro მოლი), შთანთქმა შენელებულია და აქვს შერჩევითი ხასიათი – უპირატესად შთაინთქმება ორვალენტური კათიონები.

მცენარეები განსაკუთრებით მგრძობიარენი არიან ხსნარის კონცენტრაციის გადიდებისადმი ახალგაზრდა ასაკში.

**საკვებ არეში მიკრო და მაკროელემენტების ურთიერთშეფარდება და მცენარეთა მიერ მათი შთანთქმა** – მრავალრიცხოვანი კვლევებით ნაჩვენებია, რომ მცენარეთა მიერ მინერალური კვების ელემენტების შეთვისებაში, დიდ როლს თამაშობს იონების ურთიერთშეფარდება გარემო არეში.

მცენარის თვითოეულ სახეობას სჭირდება კვების ელემენტების განსაზღვრული შეფარდება, რომელიც ვეგეტაციის განმავლობაში იცვლება, ამ შეფარდების დაცვა განსაზღვრავს მცენარეთა პროდუქტიულობის ზრდას და მოსავლის ხარისხს. იონების შეცვლისას ფესვებში, მნიშვნელობა აქვს იონების დიამეტრს ჰიდრატირებულ მდგომარეობაში. აქედან გამომდინარე ერთვალენტიანი კათიონები უფრო სწრაფად უნდა შედიოდნენ, ვიდრე ორ-ვალენტიანები, მაგრამ ეს ასე არ არის. გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მშთანთქმელი სისტემის სპეციფიკურ განსაკუთრებულობას. მაგალითად – კალიუმი შედის ფესვთა სისტემაში უფრო სწრაფად, ვიდრე რუბიდიუმი და ცეზიუმი, თუმცა მათი ჰიდრატირებული იონების ზომები უფრო ნაკლებია. ასევე ქლორის იონები უფრო სწრაფად შედიან ფესვთა უჯრედებში, ვიდრე იოდი და ბრომი. ბევრია ცნობები იმის შესახებ, რომ თუ რა გავლენას ახდენს ელემენტების ურთიერთშეფარდება გარე ხსნარში, მათ შესვლაზე მცენარეებში.

ჯერ კიდევ არ არის გადაწყვეტილი საკითხი იმის შესახებ, თუ რა გავლენას ახდენს კვების ელემენტების შესვლაზე მათი კონცენტრაცია გარე ხსნარში.

მცენარის ზრდა-განვითარება მთლიანობაში დამოკიდებულია საკვები ხსნარის ფიზიოლოგიურ გაწონასწორებაზე. ფიზიოლოგიურად შეწონასწორებულია საკვები ხსნარი, როცა მასში კვების ელემენტები ისეთ შეფარდებაშია, რომ მცენარე ოპტიმალურად ითვისებს მათ.

აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის საკვებ ხსნარში, მნიშვნელოვნად განაპირობებს მცენარეთა ზრდის ინტენსიობას და აძლიერებს სხვა ელემენტების შთანთქმას.

მცენარის ძირითადი კვების ელემენტებით უზრუნველყოფისას (NPK), მცენარეები ავლენენ მოთხოვნას მიკროელემენტებისადმი. ბოლო პერიოდში გამოვლენილია იონების ანტაგონიზმები და სინერგიზმი.

**ანტაგონიზმის მოვლენა დადგენილია:** რკინასა და კალციუმს შორის, ალუმინსა და ნატრიუმს შორის, რკინასა და თუთიას შორის და სხვა.

**სინერგიზმი გამოვლენილია:** გოგირდსა და მანგანუმს შორის, სპილენძსა და კობალტს შორის და სხვა.

ამრიგად, ერთიდაიგივე იონებს შეუძლიათ იმოქმედონ სხვა იონებზე მათი მცენარეში შესვლაზე უარყოფითად ან დადებითად.

კვების ელემენტები, რომლებიც ცოტაა გარე ხსნარში, ფესვებში შედიან პირველ რიგში. მცენარისათვის არასაჭირო იონები შეიძლება გამოიყოს ხსნარში. ამრიგად, ფესვების ვაკუოლები არეგულირებენ და არბილებენ კონცენტრაციების სხვაობას.

მოსავლის შექმნაში დიდი მნიშვნელობა აქვს იმას, რომ მცენარეს შეუძლია მრავალჯერ ისარგებლოს კვების ელემენტებით. მაგალითად მოძველებული ფოთლებიდან გამავალი ელემენტები.

საბოლოოდ, კვების პროცესი დამოკიდებულია ყველა ელემენტებით უზრუნველყოფაზე. ხსნარში, რომელიმე ელემენტის კონცენტრაციის გადიდება იწვევს არა მარტო მისი შემცველობის გადიდებას, არამედ გავლენას ახდენს სხვა იონების შემცველობაზე.

**ნიადაგის ტენიანობა.** ნიადაგში ტენის საკმაო რაოდენობით არსებობა – აუცილებელი პირობაა მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის და დიდ გავლენას ახდენს მათში კვების ელემენტების შესვლაზე.

ნიადაგის ტენიანობის გავლენა მცენარეში კვების ელემენტების შესვლაზე განისაზღვრება: მცენარის ფიზიოლოგიური მდგომარეობით, ფესვთა სისტემის კარგი განვითარებით და წყლის დიფუზიური მოქმედებით.

თუ ნიადაგში არის ოპტიმალური ტენიანობა, მაშინ იზრდება მცენარეში შემდეგი ელემენტების შესვლა: N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe, Mo. ტენის დეფიციტის შემთხვევაში ელემენტების შეთვისება ძნელდება.

ჭარბი ტენიანობის პირობებში ძნელდება კვების ელემენტების შესვლა მცენარეში ზოგიერთი ელემენტების კონცენტრაციის ცალმხრივი გადიდებით.

მცენარეთა ფესვების მიერ შეთვისებული წყლის მხოლოდ 0,2% გამოიყენება მცენარის ორგანიზმის შექმნისათვის, დანარჩენი კი – აორთქლდება. მცენარეთა მიერ წყლის აორთქლების ინტენსიურობა მცირდება ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობის მაღალი მაჩვენებლების დროს.

**აერაცია და მცენარეთა კვება** – ნიადაგის აერაცია მკვეთრად ცვლის კვების ელემენტების შთანთქმას მცენარეების მიერ. ფესვის გარშემო ჟანგბადისა და ნახშირბადის დიოქსიდის რაოდენობა ხშირად და მკვეთრად იცვლება. დადგენილია აერაციის მნიშვნელობა მცენარეთა მიერ სხვადასხვა კვების ელემენტების შთანთქმაზე. ოპტიმალური აერაციის პირობები აძლიერებს მინერალური კვების ელემენტების შესვლას მცენარეში.

ნიადაგის კარგი აერაცია და ჟანგბადის მაღალი შემცველობა აძლიერებს ჟანგვა-აღდგენით პროცესებს, დადებითად მოქმედებს ნიადაგის მიკროორგანიზმების აქტიურობაზე და მათ მიერ ნივთიერებათა გარდაქმნაზე.

**სითბო და მცენარეთა კვება** – მცენარეთა ზრდა-განვითარება შესაძლებელია მხოლოდ ტემპერატურის განსაზღვრულ ფარგლებში, მცენარეთა უმრავლესობისათვის საჭიროა ტემპერატურა +15-30 გრადუსის ფარგლებში.

ცნობილია, რომ მცენარის ფესვების კარგი ზრდისათვის საჭიროა ნიადაგის უფრო დაბალი ტემპერატურა, ვიდრე ჰაერისა, მაგრამ სხვაობა არ უნდა იყოს დიდი.

ტემპერატურა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მცენარეში კვების ელემენტების შესვლაზე. 5-6 გრადუსი ტემპერატურა კრიტიკულია მცენარეში ძირითადი მინერალური კვების

ელემენტების შესვლისათვის. მათი შესვლა მცენარეში იზრდება ტემპერატურის გადიდებასთან ერთად განსაზღვრულ დონემდე, რომელიც სხვადასხვა მცენარისათვის სხვადასხვაა. 40-50 გრადუსის შემდეგ ისევ ნელდება კვების ელემენტების შესვლა მცენარეში.

**სინათლე** – მცენარის განათება და მის მიერ მინერალური კვების ელემენტების შეთვისება პირდაპირ კავშირშია ერთმანეთთან. მცენარეები გაძლიერებით იწყებენ კვების მინერალური ელემენტების შეთვისებას მზის პირველი სხივების გამოჩენამდე. დაჩრდილვის შემთხვევაში მცენარეებში მცირდება ფოტოსინთეზის ინტენსიობა და კვების ელემენტების შესვლა. თუ დაჩრდილება დიდხანს გრძელდება, მინერალური კვების ელემენტების შესვლა მცენარეში შეიძლება სულ შეწყდეს.

**არეს რეაქცია.** არეს რეაქცია (მჟავიანობა ან ტუტეიანობა) დამოკიდებულია ნიადაგურ ხსნარში წყალბადისა და ჰიდროქსიდის იონების შემცველობაზე და ურთიერთშეფარდებაზე.

არეს რეაქცია გამოიხატება წყალბადის იონების კონცენტრაციის რიცხვი 10-ის უარყოფითი ლოგარითმის სახით და აღინიშნება pH სიმბოლოთი.

არეს რეაქციას აქვს დიდი ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა ყველა მცენარეული ორგანიზმებისათვის. მაღალი მჟავიანობის ნეიტრალიზაციას მოკირიანების გზით, როცა ნიადაგში წყალბადის იონები ჩაენაცვლება კალციუმის იონებით, დადებით გავლენას ახდენს მცენარეთა მიერ რიგი ელემენტების შეთვისებაზე, რაც შემდგომ მოქმედებს მეტაბოლიტურ პროცესებზე. არეს რეაქცია ახდენს პირდაპირ და ირიბ ზემოქმედებას მცენარეთა ორგანიზმზე. ირიბი გავლენა გამოიხატება მინერალური კვების ელემენტების მისაწვდომობაში მცენარეთათვის. ზოგიერთი ელემენტის ტოქსიკურობის გამოვლენა მაღალი კონცენტრაციის დროს, აგრეთვე ზოგიერთი ელემენტების შეზღუდვა.

როგორც ცნობილია, მჟავიანობის გადიდების შემთხვევაში იზრდება ანიონების შთანთქმა მცენარეების მიერ, ხოლო გატუტიანების შემთხვევაში იზრდება კათიონების შთანთქმის ინტენსიურობა. მაღალი მჟავიანობა ცუდად მოქმედებს მცენარეზე, მათი დაჩრდილვის პირობებში – ფოტოსინთეზის პროცესის შესუსტების გამო და ასიმილანტების უკმარისობის გამო რიგი მეტაბოლური პროცესებისათვის.

მჟავიანობის გავლენა მცენარეთა მიერ კვების ელემენტების შეთვისებაზე, ბევრად არის დამოკიდებული ნიადაგის თვისებებით. ბუნებრივ პირობებში, ნიადაგის არეს რეაქცია მერყეობს მნიშვნელოვან ფარგლებში pH-2,5-3-და pH-9-1.

მცენარეები უფრო ადვილად იტანენ არეს რეაქციის ცვლილებებს ისეთ ნიადაგებზე, რომელთაც გააჩნიათ მაღალი შთანთქმის მოცულობა და ბუფერობა.

## 2.7. მარილების ფიზიოლოგიური რეაქცია

მცენარეებში კვების ელემენტების შესვლაზე მოქმედებს მარილების ფიზიოლოგიური რეაქცია. ყველა მარილები, რომლებიც სასუქების სახით გამოიყენება, ქიმიური შედგენილობით არის ჰიდროლიზურად მუავე, ტუტე ან ნეიტრალური. მცენარეები შერჩევით შთანთქავენ იონებს, ამიტომ ნეიტრალური მარილების შეტანისაც კი ვლინდება მათი სხვადასხვა ფიზიოლოგიური რეაქცია.

კათიონებისა და ანიონების სხვადასხვა ინტენსიობით შეთვისებას განსაზღვრავს მათზე მცენარის მოთხოვნილება, მათი შერჩევითი შთანთქმის შემდეგ ნიადაგურ ხსნარში დარჩენილი იონები განსაზღვრავენ დამჟავებას ან დატუტიანებას.

სასუქების ფიზიოლოგიური მჟავიანობა – ესაა სასუქის თვისება დაამჟავოს არეს რეაქცია, არის შემდეგი მცენარის მიერ კათიონების უპირატესი შეთვისება გარე ხსნარიდან.

სასუქების ფიზიოლოგიური ტუტიანობა არის თვისება გაატუტიანოს არეს რეაქცია, გამოწვეული მცენარეთა მიერ იონების შეთვისებით გარე ხსნარიდან. ამიტომ, პრაქტიკაში გამოყენებული სასუქებიდან აზოტის ამონიაკური ფორმები იწვევენ დამჟავებას, ხოლო ნიტრატული ფორმები - გატუტიანებას.

ამრიგად საკვები ნაერთების განსაზღვრისათვის არეს რეაქციის შეცვლის გათვალისწინებით, არაა საკმარისი მარილების რეაქცია, არამედ უნდა იყოს გათვალისწინებული მათი ფიზიოლოგიური რეაქცია, გამოწვეული მცენარეთა მიერ მათი შემადგენელი ნაწილების არათანაბარი შთანთქმით.

ფიზიოლოგიური მჟავიანობა ყველაზე უფრო ძლიერ გამოხატულია ამონიუმის მარილების გამოყენებისას. უფრო სუსტია კალიუმის მარილების ფიზიოლოგიური მჟავიანობა.

## 2.8. ნიადაგის მიკროორგანიზმების გავლენა მცენარეების მიერ მინერალური კვების ელემენტების შეთვისებაზე

მიკროორგანიზმები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობისათვის. მიკროფლორის ცხოველქმედების შედეგად მიმდინარეობს ორგანული ნარჩენების მინერალიზაცია და ნახშირბადის დიოქსიდის უწყვეტი შესვლა ატმოსფეროში, რაც საფუძველია მცენარეთა მიერ ფოტოსინთეზის განხორციელებისა.

მთის ქანების გამოფიტვა, ტორფის, ქვანახშირის, ნავთობის, გვარჯილების, კირქვების წარმოქმნა, ყველა ეს პროცესები მიმდინარეობენ მიკროორგანიზმების მონაწილეობით.

ნიადაგის წარმოქმნა განუყრელად არის დაკავშირებული სიცოცხლის ევოლუციასთან. პირველმა მიკროორგანიზმებმა დაუდეს საფუძველი ნიადაგწარმოქმნის პროცესს. მიკროორ-

განიზმების მრავალმხრივი მოქმედება აძლიერებდა ქანების ბიოლოგიურ გამოფიტვას, აქუცმაცებდნენ მას, ქმნიდნენ ახალ სტრუქტურულ ნაწილაკებს, ამდიდრებდნენ ნაშალ მასას ორგანული ნივთიერებებით, მიჰყავდათ ნიადაგწარმოქმნის პროცესი. დღევანდელ ნიადაგებში სახნავ ფენაში ბაქტერიების მასა შეადგენს დაახლოებით 3-8 ტ/ჰა.

კვების მიხედვით, მიკროორგანიზმები იყოფიან ავტოტროფებად და ჰეტეროტროფებად. ავტოტროფული ბაქტერიები ნახშირბადის შესაკვრელად იყენებენ ფოტოსინთეზს ან ქემოსინთეზს. ფოტოსინთეზის წარმოება შეუძლიათ მწვანე და მარჯანისფერ გოგირდის ბაქტერიებს, ნიტრიფიკაციის ბაქტერიებს, რკინის ბაქტერიებს.

ჰეტეროტროფული ბაქტერიები ითვისებენ ნახშირბადს მზა ორგანული ნივთიერებებიდან. ჰეტეროტროფებს მიეკუთვნება ნიადაგის ბაქტერიების უმრავლესობა, აქტინომიცეტები, თითქმის ყველა სოკოები და უმარტივესნი, გოგირდწვალების, გოგირდისა და თიოშენაერთების დაჟანგვა გოგირდის მჟავამდე მიყვანით, რასაც ეწოდება სულფოფიკაცია, ხორციელდება გოგირდის ბაქტერიებისა და თიონის ბაქტერიების მიერ. გოგირდმჟავა კი ხსნის ძნელად ხსნად ნაერთებს, განსაკუთრებით ფოსფატებს და მათ პროდუქტებს შემდეგ იყენებენ მცენარეები.

ორგანული აზოტი პრაქტიკულად არ შეითვისება მცენარეების მიერ. მათთვის საჭიროა მინერალური აზოტი ნიტრატების და ამონიუმის სახით. ნიადაგში მიმდინარეობს ორგანული აზოტის მინერალიზაცია ბიოლოგიური პროცესის-ამონიფიკაციის შედეგად მასში მონაწილეობენ ჰეტეროტროფული ბაქტერიები, აქტინომიცეტები და სოკოები.

მცენარეს შეუძლია კვებისათვის გამოიყენოს ისეთი ორგანული შენაერთი როგორცაა ამინომჟავა, რომელიც მცენარეში გენცდის დეზამინირებას, ხოლო გამოყოფილი ამონიაკი ირთვება გარდაქმნის ციკლში, როგორც მცენარის მიერ შეთვისებული ამონიუმის იონი.

ავტოტროფები იყენებენ მარტივ აზოტიან მინერალურ შენაერთებს – მაგალითად – ამონიუმის და აზოტმჟავას მარილებს. ყველა ქიმიური და ბიოქიმიური რეაქციები ნიადაგში და ცოცხალ უჯრედებში მიმდინარეობენ – წყალის არეში. მიკროორგანიზმები კარგად ვითარდებიან ნიადაგის მაქსიმალური წყალტევადობის 50-60%-ს ფარგლებში. ანაერობული ბაქტერიები კი – 80-90%-ის დროს. ნიადაგში ერთდროულად არსებობენ მიკროორგანიზმების სხვადასხვა ჯგუფები და სახეობები, რომლებიც შლიან უჯრედანას, პექტინურ ნივთიერებებს. სხვა მიკროორგანიზმები შლიან ნახშირბადის სხვა შენაერთებს –ჰემოციტულზას, სახამებელს, ლიგნინს. ნიადაგის მიკროფლორა გარდაქმნის სხვადასხვაგვარ ქიმიურ შენაერთებს, აწარმოებს ასიმილაციას, დაჟანგვას ან აღდგენას, სხვადასხვა ნივთიერების ხსნადობის გადიდებას ან დალექვას, ქმნიან კომპლექსებს ან შლიან მათ და ათავისუფლებენ მათგან ქიმიურ შენაერთებს.

მცენარეები ფესვთა სისტემიდან გამოყოფენ ნიადაგში მინერალურ მარილებს, შაქრებს, ორგანულ მჟავებს, ამინომჟავებს, ვიტამინებს, რომლებსაც ითვისებენ მიკროორგანიზმები. გარდა ამ ნივთიერების, მიკროორგანიზმები საკვებად იყენებენ მკვდარ ბუსუსა ფესვებს. უმაღლესი მცენარეების ფესვების გარშემო იქმნება–როზოსფერული–ზონა, სადაც ნიადაგის მიკროორგანიზმების განვითარებისათვის უკეთესი პირობებია. როზოსფეროს ბაქტერიებში სჭარბობს არასპოროვანი ბაქტერიები, აზოტობაქტერი, კოჟრის ბაქტერიები, ამონიფიკატორები, დენიტროფიკატორები, ნიტრიფიკატორები. მათი ცხოველქმედების შედეგად ამ ზონაში იქმნება მცენარისათვის უფრო მისაწვდომი საკვები ელემენტების მარაგები, ვიდრე ნიადაგის სხვა ზონებში.

ნიადაგში აზოტის ბალანსში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს, განსაკუთრებით ტენიანი კლიმატის პირობებში და ორგანული ნივთიერებებით მდიდარ ნიადაგებში – თავისუფლად მცხოვრებ აზოტის მაფიქსირებელი მიკროორგანიზმები, რომლებიც მოლექულურ აზოტს ითვისებენ.

მიკროორგანიზმების მიერ საკვები ელემენტების დამაგრება, როგორც წესი, ხანგრძლივი არ არის. უჯრედის კვლამის შემდეგ მიკროორგანიზმები მინერალიზაციას განიცდიან და გათავისუფლებული საკვები ნივთიერებები შემდგომში გამოიყენება მცენარეების მიერ – ჩვეულებრივ მომავალ წელს. უნდა აღინიშნოს, რომ ნიადაგის ცალკეულ ტიპებს გააჩნიათ თავისი, მხოლოდ მათთვის დამახასიათებელი მიკროფლორა.

აქამდე, ნიადაგები იყვნენ, მასში მცხოვრებ მიკროორგანიზმებთან ერთად, ბიოლოგიური ადსორბენტები და ნეიტრალიზატორები, სხვადასხვა ორგანული ნაერთებისაგან სამეურნეო ნარჩენების, რომლებიც ხვდებოდა ნიადაგში და ნიადაგის მიკროორგანიზმებისათვის ნახშირბადისა და სხვა ელემენტების წყარო იყო. ბოლო პერიოდში, მიკროორგანიზმები უკვე ვეღარ უმკლავდებიან ნიადაგში – სასოფლო-სამეურნეო და მრეწველობის ანარჩენების, აგრეთვე პესტიციდებისა და სხვა ქიმიური ნაერთების სახით, მოხვედრილ ნივთიერებათა გადამუშავებას.

აგროქიმიკოსების ამოცანა არის ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის ხელშემწყობი პირობების შექმნა ნიადაგისა და საერთოდ გარემოს გაჭუჭყიანების მნიშვნელოვნად შემცირება.

## 2.9. მცენარეთა კვების პერიოდულობა.

### საკვები ელემენტების შეთვისება სავეგეტაციო სეზონის სხვადასხვა პერიოდში

მცენარეებში საკვები ელემენტების შესვლა სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში – არათანაბარია. სასუქების გამოყენების რაციონალური სისტემამ უნდა გაითვალისწინოს ეს არათანაბრობა და ოპტიმალურ ვადებში უზრუნველყოს მცენარე კვების ელემენტებით. საკვებ ელემენტებზე მოთხოვნი-

ლების მაქსიმუმი სხვადასხვა პერიოდში, სხვადასხვა მცენარეებისათვის განსხვავებულია. მარცვლოვნები, როგორც წესი, უფრო მომთხოვნი არიან აზოტისადმი საასიმილაციო აპარატის ფორმირებისა და რეპროდუქტიული ორგანოების წარმოქმნისას. ციტრუსოვნები – ყვავილობისა და ნაყოფწარმოქმნის პერიოდში, ჩაი – თანაბრად სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში და ასე შემდეგ.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურის კვების ელემენტების მაქსიმალური შეთვისების პერიოდები, გათვალისწინებული უნდა იყოს მოქმედი აგროტექნოლოგიით. ასევეა მცენარეთა მოთხოვნები სასუქების ცალკეული სახეობებისადმი. საერთოდ, მცენარეთა მოთხოვნები აზოტიანი სასუქებისადმი ძლიერია მათი ინტენსიური ვეგეტატური ზრდის პერიოდში, ხოლო ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქებისადმი – რეგენერაციული ორგანოების წარმოქმნის პერიოდში. უმეტესობა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანისას გამოიყენება გარდა სასუქების ძირითადი შეტანისა, დიფერენცირებული გამოკვება სავეგეტაციო სეზონის განმავლობაში რამოდენიმეჯერ ტარდება, განსაკუთრებით აზოტიანი სასუქებით.

საკვებ ელემენტებზე მოთხოვნა მცენარეთა მხრივ, იცვლება არამარტო სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში, არამედ დღე-ღამურ ციკლშიც, რაც ძირითადად ვლინდება მცენარეთა გამოზრდისას ხელოვნურ საკვებ არეებზე. საერთოდ მცენარეებს გააჩნიათ წლიური, სეზონური და დღე-ღამური რითმები. გარდა ამისა, ხშირად შეინიშნება იმპულსური რითმები – რამოდენიმე საათიდან, რამოდენიმე წამამდე – ხანგრძლივობით. პულსირებული რითმები გამოვლენილია მცენარეთა ფესვების ელემენტების შთანთქმითი და გამოყოფის პროცესებში. მცენარეთა პერიოდული კვების საჭიროება განსაკუთრებით საჭიროა ჰიდროპონიკისა და დახურული გრუნტის პირობებში.

## 2.10. მცენარეთა კვების რეგულირების მეთოდები

მცენარეთა ქიმიური ელემენტების შემცველობა მერყეობს სახეობების მიხედვით. იგი განისაზღვრება მცენარეთა გენეტიკური თავისებურებებით, ბიოსინთეზის პროცესებით და მათი ფუნქციების სპეციფიკით, ორგანოების ფიზიოლოგიური მდგომარეობით.

მცენარეთა ვეგეტაციის განსაზღვრულ ფაზებში საჭიროა საკვები ელემენტების სხვადასხვა რაოდენობა და თუ მთელი სავეგეტაციო პერიოდის მანძილზე ყველა ფაზაში მცენარეს მიეწოდება საკვები ელემენტების ოპტიმალური რაოდენობა, მაშინ მაქსიმალურად იქნება დამოკიდებული მცენარის ბიოლოგიური პოტენციალი და მიიღება მაქსიმალური მოსავალი. ამისათვის საჭიროა არსებობდეს მცენარეთა კვების დიაგნოსტიკის მეთოდები.

ნიადაგური და მცენარეული დიაგნოსტიკის მეთოდების მიზანია უზრუნველყოს მუდმივად კონტროლი მცენარეთა ზრდის პროცესში, კვების პირობების ნორმალურ მიმდინარეობაზე, რაც მცენარის მიერ მაქსიმალურად იქნას გამოყენებული ნიადაგისა და სასუქების საკვები ელემენტები.

კვების კომპლექსური დიაგნოსტიკა ითვალისწინებს ნიადაგის აგროქიმიური ანალიზების რეგულარულ შესრულებას ყოველწლიურად და აგრეთვე მცენარეთა კვების ოპერატიული დიაგნოსტიკის სავეგეტაციო სეზონის განმავლობაში.

ნიადაგის დიაგნოსტიკის მეთოდებით მიღებული მონაცემები უნდა განვიხილოთ მინდვრის ისტორიის, ნიადაგური რუკების, აგროქიმიური კარტოგრამების, ცდების შედეგების და სასუქების გამოყენების ზონალური რეკომენდაციების შეფასების მიხედვით. მცენარეთა კვების კორექციის მიზნით ჩატარებული სამუშაოები, დიაგნოსტიკის მეთოდების დახმარებით, საჭიროა გავითვალისწინოთ შემდეგი მომენტები:

1. მცენარეებს ახასიათებთ სასიცოცხლო პროცესების მაღალი მოწესრიგებულობა და ლოკალიზაცია.

2. მცენარის ზრდის ტემპი და განვითარების ფაზების დადგომა განპირობებულია გენეტიკური ფაქტორებით. დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა ზრდის პირობებს.

3. კვების რეჟიმის დარღვევა, პირველ რიგში აისახება ვეგეტაციური ორგანოების განვითარებასა და რეპროდუქტიული ორგანოების ქიმიურ შედგენილობაზე.

4. ბევრი საკვები ელემენტი შედის ფერმენტში ან წარმოადგენენ ინჰიბიტორებსა და აქტივატორებს, ამიტომ მათი უკმარისობა არღვევს ბიოსინთეზის პროცესებს.

5. თუ ცნობილია ელემენტის ფუნქცია, მაშინ შესაძლებელია რეაქციების მართვა მცენარეში, მათი დოზირებით.

6. მხედველობაშია მისაღები ორგანული ნარჩენების ოდენობა ნიადაგში – მათი მინერალიზაციით მიიღება ნახშირბადის დიოქსიდი, წყალი და მინერალური ნივთიერებები, რომლებიც გავლენას მოახდენენ მცენარის უზრუნველყოფაზე საკვები ელემენტებით.

7. მცენარეთა კვების კორექტირება უკეთეს შედეგებს იძლევა მათი განვითარების ადრეულ ეტაპებზე.

**მცენარეული დიაგნოსტიკა** - მცენარეთა უზრუნველყოფა ქიმიური ელემენტებით საჭიროა გაკონტროლდეს ფოთლებისა და ფესვების ქიმიური შედგენილობის ანალიზით. სხვადასხვა ნიადაგურ-კლიმატური ზონებისათვის დამუშავებულია საერთო ოპტიმალური პარამეტრები NPK-ს შემცველობაზე სხვადასხვა კულტურებში.

მცენარეულ დიაგნოსტიკაში შედის: ვიზუალური, ქიმიური (ქსოვილებისა და ფოთლების) და ფიზიოლოგიური მეთოდები.

**ფიზიოლოგიური დიაგნოსტიკა** – ეს მეთოდი ეფუძნება მცენარეთა მორფოლოგიური ნიშნების შეცვლას, რაც შეიძლება გამოწვეული იქნას საკვები ელემენტების უკმარისობით, ან სიჭარბით ნიადაგში, ან სხვა სუბტრატში. მისი შედეგები დიდად არის დამოკიდებული დამკვირვებელ-სპეციალისტზე. მცენარის რომელიმე შინაგანი პროცესების დარღვევა აისახება მის გარეგან შესახედაობაზე.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების, მოთხოვნა კვების ელემენტებზე სხვადასხვაა. მაგალითად – ერთდამავე მინდორზე – ჭვავი იძლევა კარგ მოსავალს, ხოლო კარტოფილი ვერ იზრდება, რადგან ნიადაგში კალიუმის შემცველობა მცირეა. იმ მცენარეებს, რომლებიც გარეგანი შეხედულებით ადვილად ავლენენ რომელიმე ელემენტის ნაკლებობას ან სიჭარბეს – უწოდებენ მცენარე ინდიკატორებს. ვიზუალურ დაკვირვებას არ სჭირდება რაიმე ხელსაწყოები 10-15 წუთის განმავლობაში შეიძლება შეფასდეს მცენარეთა კვების პირობების დარღვევა. ვიზუალური შეფასების დროს – განსაზღვრავენ:

- მცენარეთა საერთო მდგომარეობას მთელ მინდორზე;
- მცენარეთა მასას, სიმაღლეს, ღეროს, მუხლების სიგრძეს, ღეროს სიმწიფეს, ფოთლების დრეკადობას, შეფერვას, ფესვთა სისტემის განვითარებას, ბუსუსების არსებობას.

### მაკროელემენტები

**აზოტი** – უკმარისობის დროს შეინიშნება ვეგეტატიური ზრდის შეფერხება და რეპროდუქტიული განვითარების დაჩქარება, მოსავლის ძლიერი შემცირებით. ფოთლები ხდება ღია-მწვანე, შემდეგი გაყვითლებით.

აზოტის სიჭარბის დროს მცენარე – იდენტიფიკატორად გამოდგება კიტრი, უკმარისობის დროს – სიმინდი, კარტოფილი, ამ დროს თანდათანობით მცირდება მცენარის მიერ ნახშირბადის დიოქსიდის შეთვისება, მცირდება ცილის შემცველობა, ხოლო ნახშირწყლების შემცველობა – იზრდება. დაბერების პროცესი მიდის ნელა.

აზოტით შიმშილობა ადვილად არის გამოსწორებული, სასუქის შესაბამის დოზით შეტანით.

აზოტიანი სასუქების მაღალი დოზების გამოყენება იწვევს სავეგეტაციო პერიოდის გაგრძელებას და ვეგეტაციის ზრდის გაძლიერებას აზოტის დიდი სიჭარბის დროს შესაძლებელია ზრდის მთლიანი შეჩერება ან მცენარის დაღუპვა.

აზოტის სიჭარბის დროს ხდება ფართო, წვნიანი ფოთლების ფორმირება მწვანე ან ლურჯ-მწვანემდე ფერის, იზრდება მცენარის მასა, რეპროდუქტიული ორგანოები ვითარდება ცუდად, პროდუქცია ცუდად ინახება.

**ფოსფორი** – ფოსფორის უკმარისობის დროს ეცემა ტრიკარბონის მჟავების აქტივობა და ცილების სინთეზი. გროვდება არაცილოვანი აზოტიანი შენაერთები, მცირდება სახამებლის სინთეზი და ძლიერდება შაქრების დაგროვება, იზრდება ანტოცინის ოდენობა. ხოლო დიდი სიჭარბის დროს – ნელდება შაქრების წარმოქმნა.

ფოსფორის უკმარისობა იწვევს უჯრედის დაყოფას შენელებას და მკვეთრად ნელდება მცენარის ზრდა. ფოთლები ხდება მუქი-მწვანე, შემდეგ წითლდება, უფრო ადრე ეს ემჩნევა ძველ ფოთლებს. ახალი ფოთლები წვრილებია, ყვავილები წვრილებია, ციტრუსებში ხდება ნაყოფების ადრე ჩამოცვენა.

ფოსფორის უკმარისობის ნიშნების განსაზღვრა ძნელია, განსაკუთრებით მეხილეობაში. აზოტის მაღალი დოზების გამოყენებისას იზრდება, ფოსფორზე მოთხოვნილება..

ფოსფორის სიჭარბე, განსაკუთრებით დახურულ გრუნტში, იწვევს მცენარეთა ადრე დაბერებას, ფოთლების გაყვითლებით და ძველი ფოთლების ჩამოცვენით, იწვევს აგრეთვე რეპროდუქტიული განვითარებაზე ადრე გადასვლას. ფოსფორის მაღალი დოზების გამოყენებისას შეინიშნება კალიუმის ნაკლებობა, ასევე მიკროელემენტების (თუთია, რკინა, ბორი, სპილენძი, მანგანუმის) ნაკლებობა. მცირდება ალუმინისა და მძიმე მეტალების შესწავლა.

**კალიუმი** – კალიუმის ნაკლებობა აღინიშნება მსუბუქ ნიდაგებზე, კალიუმის შეთვისება ძნელდება ნიადაგების გამოშრობისას. კალიუმის უკმარისობა შეიძლება გამოწვეული იყოს აგრეთვე მისი ანტაგონისტური თვისებებით  $Ca^{2+}$  და  $NH_4^+$ -ს მიმართ. კალიუმის უკმარისობის დროს მიმდინარეობს ღრმა დაღრვები ნივთიერებათა ცვლაში და მათ სტუქტურებში, კალიუმის გავლენით ბიოლოგიურ კოლოიდებზე

და ფერმენტულ რეაქციებზე. ძლირდება ჰიდროლიზის პროცესები, გროვდება C და N დაბალმოლეკულური შენაერთები, უჯრედების კედლები თხელდება, იზრდება წყლის დანაკარგები და მცირდება მისი მოხმარება.

კალიუმის უკმარისობის პირველი ნიშანია მცენარეთა ზრდის შენელება, ფოთლები განათების გაძლიერებისას ჭკნება. კალიუმის ძლიერი უკმარისობის დროს ფოთლები ხდება ჯამისებრი ან გუმბათისებრი. ფოთლების კიდეებზე წარმოიქმნება წერტილოვანი ნეკროზები, რომლებიც შემდეგ გაერთიანდებიან და ქმნიან ყავისფერ ნაწილებს. კალიუმის სიჭარბე პრაქტიკაში იშვიათად არის. მისი სიჭარბით შეიძლება გამოწვეული იყოს Ca და Mg –ის უკმარისობა, მცირდება მიკროელემენტების B, Zn, Mn და ამონიუმის  $NH_4$ -ის მოხმარება.

**კალციუმი** - აუცილებელია, პირველ რიგში, მცენარეული ორგანიზმის სტრუქტურული და ფიზიოლოგიური სტაბილურობისათვის. კალციუმი მონაწილეობს უჯრედულ დაყოფაში, უჯრედების კედლების შექმნაში და მერისტემის უჯრედების დაგრძელებაში ღეროებსა და ფესვებში კალციუმის უკმარისობის შემთხვევაში იზრდება ფენოლური შენაერთების სინთეზი.

კალციუმის უკმარისობა აღიბებს მემბრანების გავლადობას, რასაც მოსდევს იონების გამოსვლა უჯრედიდან, ხოლო შემდგომში იღრვევა ბირთვის სტრუქტურა, მცირდება ქრომოსომების სტაბილურობა. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია კალციუმი მერისტემული ქსოვილისათვის და ფიტო ჰორმონების მიზანმიმართული მოქმედებისათვის. მცენარეთა სახეობები და ჯიშები მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან კალციუმზე მოთხოვნით. მცენარეთა კალციუმით კვების დარღვევა იწვევს არაპარაზიტულ დაავადებებს. კალციუმი გროვდება ვეგეტატიურ ორგანოებში და მცირე ოდენობით ნაყოფებში.

მცენარეთა კალციუმით და ბორით კვებაში არის მჭიდრო ფუნქციონალური კავშირი. მათი უკმარისობით გამოწვეული ნიშნები ძალიან ჰგავს ერთმანეთს და იძნელებს დიაგნოზს.

კალციუმის მაღალი კონცენტრაციები, ანტაგონიზმის გამო, ამცირებს მცენარეში სხვა კათიონების შესვლას, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ნიადაგში მძიმე მეტალების არსებობისას. კალციუმი მონაწილეობს აზოტის ტრანსპორტირებაში  $NO_2^-$  ნიტრიტის სახით, ამიტომ კალციუმის უკმარისობის დროს ხდება შუალედური პროდუქციის დაგროვება, კალციუმი, მაგნიუმთან და მანგანუმთან აქტივირებას უწევს 20-მდე ფერმენტულ სისტემას. კალციუმის უკმარისობით, ღეროს ფესვის, ყვავილების და ნაყოფების მერისტემული სისტემის მუშაობა ფერხდება. ძველი ფოთლები ჯერ იძენენ მუქმწვანე შეფერვას, შემდეგ ყვითლდებიან და ცვივიან, ფესვები რჩება მოკლები, იღებენ ყავისფერ შეფერვას და იღუპებიან. ყველაზე მაღლა განლაგებულ ახალგაზრდა ფოთლებს, დასაწყისში უთეთრდება წვერო და კიდეები.

ნიადაგში კალციუმის სიჭარბე იშვიათად გვხვდება, ეს შეიძლება მოხდეს მოკირიანების არასწორად ჩატარებისას. როგორც წესი კალციუმის სიჭარბის დროს აღინიშნება K, B, Mn, Zn და Cu, ზოგჯერ მაგნიუმის უკმარისობა შეიძლება აგრეთვე Cl და  $SO_4$  იონების სიჭარბე.

**მაგნიუმი** – შედის ქლოროფილის შემადგენლობაში 15-20%-მდე. მთელ მცენარეში არსებული მაგნიუმებიდან იღებს მონაწილეობას  $CO_2$  - ფიქსაციაში. მაგნიუმი დადებით მოქმედებას ახდენს აგრეთვე სხვა პიგმენტების სინთეზზე და 300 – მდე ფერმენტული რეაქციების მიმდინარეობაზე. მაგნიუმის დადებითი მოქმედება აღინიშნება მისი თვისებებით – წარმოქმნას ხელატები ორგანულ შენაერთებთან. ნივთიერებათა ცვლის თითქმის ყველა პროცესები უჯრედში, რომელიც ფოსფორილირებასთან არის კავშირში, მონაწილეობს მაგნიუმი, მეორე მნიშვნელოვანი ფუნქცია მაგნიუმისა არის – უჯრედის მემბრანის სტაბილიზირება. კალიუმსა და კალციუმთან ერთად, მაგნიუმი გავლენას ახდენს პროტოპლაზმის ბმულობაზე და სპეციფიკურად მოქმედებს ფერმენტების მოქმედებაზე და წყლის შემცველობაზე.

მცენარეთა კალციუმით უზრუნველყოფა აღიძვრება მაგნიუმის შემცველობას თესვებში და ნაყოფებში, მაგრამ კალიუმის მაღალი დოზებით გამოყენებისას, მაგნიუმის შესვლა მცენარეში – მცირდება. მაგნიუმის უკმარისობა აღინიშნება ბევრი ტიპის ნიადაგებზე, პირველ რიგში მუხავე რეაქციის მქონე ნიადაგებზე. აგრეთვე სიღნარ და მსუბუქ ნიადაგებზე, ასევე მოკირიანებულ ნიადაგებზე Ca და Mg ანტაგონიზმის გამო. ანტაგონიზმები აღინიშნება აგრეთვე H, K, NH<sub>4</sub>, Ca და Mn იონებთან. მაგნიუმის უკმარისობით პირველ რიგში იზარებიან – კარტოფილი, ვაზი.

მაგნიუმის უკმარისობის დროს მცენარეში მისი გადაადგილება ძველი ფოთლებიდან ახალ ფოთლებში. ჯანმრთელ მცენარეებს მაგნიუმის შემცველობა მეტი აქვს ძველ ფოთლებში, ვიდრე ახალგაზრდა ფოთლებში. როცა იწყება მაგნიუმის უკმარისობა, ქვედა ფოთლებში ჩნდება ძარღვისებრი ქლოროზი, შემდეგ ჩნდება ყავისფერი ან მუქი ყავისფერი ნეკროზები. ამ დროს კარტოფილში მცირდება სახამებლის დაგროვება.

მაგნიუმის უკმარისობისას მცირდება მცენარის ფოთლებში და ნაყოფებში ფოსფორის შემცველობა, შემდგომში იზღუდება თითქმის ყველა სასიცოცხლო პროცესები.

### **მიკროელემენტები**

**ბორი** - მცენარეებში ბორის უკმარისობისას აღინიშნება მნიშვნელოვანი დარღვევები ნუკლეინის მუხავების, ცილებისა და ნახშირწყლების ცვლაში, სუნთქვისა და ფოტოსინთეზის პროცესებში, აგრეთვე ფოტოჰორმონების შემცველობაში.

ბორის უკმარისობის ნიშნები ვლინდება ყველაზე უფრო ახალგაზრდა ფოთლებზე მოზარდი ყლორტების წვეროებზე და ფესვების დაბოლოებებზე. ძველ ფოთლებში, ბორის შემცველობა ყოველთვის უფრო მაღალია. ბორის უკმარისობის დროს მცენარეებს უჩნდება ქლოროზი, ახალგაზრდა ყლორ-

ტების წვეროების, ასევე ახალგაზრდა ფოთლებსაც, წვეროების გაყვითლება და შემდეგ გამუქება.

ბორის სიჭარბის დროს ფოთლების კიდეები თეთრდება, შემდეგ გამუქდება, შეიძლება გაჩნდეს წერტილოვანი ქლოროზი, პირველ რიგში ეს ნიშნები ჩნდება ძველ ფოთლებზე. ხშირად ეს ნიშნები ემთხვევა კალიუმის უკმარისობის ნიშნებს. ბორის უკმარისობა განსაკუთრებით ვლინდება ციტრუსოვნებში, კიტრში და სხვა

**მოლიბდენი** – მოლიბდენის უკმარისობის დროს ფოთლების შეფერვა ხდება ნათელი, განსაკუთრებით ძარღვების გასწვრივ, რომელიც ჩამოგავს აზოტის უკმარისობის ნიშნებს. მოლიბდენის სიჭარბე იწვევს მცენარის ძლიერ დაკნინებას..

**სპილენძი** – ნიადაგში სპილენძის აკუმულირება ხდება ორგანო-მინერალური კომპლექსების სახით და ნაწილობრივ გაცვლით მდგომარეობაში. სპილენძის შეთვისება ძნელდება მუხავიანობის შემცირების კვალობაზე pH 5,5–6,0-მდე. სპილენძის უკმარისობა იგრძნობა მსუბუქ ნიადაგებზე და ჭაობიან ნიადაგებში.

სპილენძის უკმარისობის დროს ფოთლების წვეროები თეთრდება და ბოლოს ხმება. სპილენძის დიდი სიჭარბის დროს ნიადაგში იქმნება თუთიის უკმარისობა. სპილენძის უკმარისობა ან სიჭარბე პირველ რიგში ვლინდება ახალგაზრდა ფოთლებზე.

**რკინა** – მცენარეთა რკინით შიმშილი გვხვდება კალციუმით მდიდარ ნიადაგებზე, რომელთა არეს რეაქცია – ტუტეა, მაგრამ შეიძლება ადგილი ჰქონდეს მუხავე რეაქციის მქონე ნიადაგებშიც, რომლებიც ბევრ მაგნიუმს შეიცავენ. მცენარე რკინას ითვისებს მთელი ვეგეტაციის მანძილზე.

რკინის უკმარისობა მოქმედებს ახალგაზრდა ფოთლებზე და ძალიან დიდი უკმარისობის დროს ძველ ფოთლებზეც შეიმჩნევა. ჯერ ფოთლები ხდება ღია-მწვანე ფერის, შემდეგ გაყვითლდება და კარგავს ფერს, ძარღვები რჩება მწვანე. რკინის სიჭარბის დროს, რაც იშვიათად გვხვდება, ფოთლები იღებენ მუქ-მწვანე ან ღურჯ-მწვანე შეფერვას. რკინის უკმა-

რისობის ნიშნები ხშირად ემთხვევა ფოსფორის უკმარისობის ნიშნებს, განსაკუთრებით pH-ის დაბალი მაჩვენებლის დროს.

**მანგანუმი** – ნიადაგში მანგანუმი გავრცელებულია ჰუმუსოვან ფენაში და ლამის ფრაქციაში. მუავე რეაქციის მქონე ნიადაგებში იგი იმყოფება ძნელად მოძრავ ორვალენტურ ფორმაში. მისი მოძრაობა იზრდება ნიადაგში ამონიუმის ფოსფორის სასუქების შეტანისას. მანგანუმის უკმარისობის დროს ჩნდება წერტილოვანი ქლოროზები, რომელიც შემდეგში გადადის ნეკროზებში- ახალგაზრდა ფოთლებზე, ხოლო სიჭარბის დროს – ძველ ფოთლებზე. მანგანუმის შიმშილი დამახასიათებელია კარტოფილისათვის, სიმინდისათვის და ციტრუსოვანი კულტურებისათვის. მანგანუმის სიჭარბეს ნიადაგში ადვილად იშორებენ მოკირიანების ჩატარებით.

**თუთია** – თუთიის უკმარისობის დროს ნელდება ზრდა, შეინიშნება ფოთლების ასიმეტრია, ფოთლის ფირფიტის დაჭიმუჭვნა, ძარღვებში მორისი ქლოროზი. თუთიის უკმარისობის დროს განსაკუთრებით მგრძობიარენი არიან ციტრუსოვანები, სიმინდი, სოია, ლობიო, კარტოფილი.

მცენარეები თუთიას შიმშილს გრძობენ ნეიტრალურ და სუსტი – ტუტე რეაქციის მქონე ნიადაგებზე თუთიის სიჭარბე იშვიათად გვხვდება.

### **ქიმიური დიაგნოსტიკა**

ფოთლის დიაგნოსტიკის მეთოდი ეფუძნება იმას, რომ კვების რეჟიმის ყოველგვარი შეცვლისას, იცვლება ფოთლების შედგენილობა. სხვადასხვა მცენარეებისათვის დამუშავებულია კვების ელემენტების შემცველობის ოპტიმალური კონცენტრაციები, რომლის დროსაც სასოფლო-სამეურნეო კულტურები იძლევიან მაქსიმალურ მოსავალს.

ამ მეთოდის სიზუსტე სასუქებზე მოთხოვნის გამოსავლენად უფრო მეტია, ვიდრე ნიადაგის ანალიზები. მაგრამ ეს მეთოდები, ისევე როგორც ვიზუალური დაკვირვება იძლევა ცოტათი დაგვიანებულ ინფორმაციას.

### **ქსოვილის დიაგნოსტიკა**

მცენარის ქსოვილებში ან მათ გამონაწერში, ისაზღვრება არაორგანული ნაერთები, ნიტრატების, ფოსფორის, სულფატების, კალიუმის, მაგნიუმის და სხვა. ეს მეთოდი უზრუნველყოფს სწრაფად შესრულდეს მცენარის კვების კონტროლი და ტარდება საველე პორტატული ხელსაწყოებით – გადასატანი ლაბორატორია (Тканевая диагностика) რომლის დახმარებით ისაზღვრება მცენარის ქსოვილებში მინერალური კვების ელემენტების შემცველობა. როგორც მინდვრში, ისე ლაბორატორიაში. მას იყენებენ ნიტრატების, ფოსფორის, კალიუმის განსასაზღვრავად ახალ აღებულ, ნედლ მცენარეულ ნიმუშებში ვ. ცერლინგის მეთოდით.

ასეთივე დანიშნულებისაა გადასატანი ექსპრეს-ლაბორატორია და მინდვრის ჩანთა, კ. მაგნიციის მეთოდით სამუშაოდ.

აზოტით კვების დიაგნოსტიკისათვის იყენებენ აგრეთვე ინდიკატორულ ქაღალდს - „ინდამი“. უნდა აღინიშნოს, რომ ელემენტებით უზრუნველყოფის განსაზღვრის მეთოდი მცენარეთა ქსოვილების განაჭერზე, ნაკლები სიზუსტისაა ვიდრე ფოთლებში ან გამონაწერში განსაზღვრა.

### **ფოთლის დიაგნოსტიკა**

ასეთი ანალიზები ტარდება ან მთლიანი მცენარის ფოთლების ქიმიური შედგენილობის საერთო ანალიზებით, ან მცენარის ცალკეული ორგანოსათვის. მიღებულ შედეგებს აღარებენ შესაბამის ცხრილებს და საზღვრავენ მინერალური კვების ელემენტებით უზრუნველყოფას. მცენარეული ნიმუშები აიღება შესაბამის ფენოფაზაში სანიმუშო მცენარედან. ახალგაზრდა მცენარეების, ნერგების ან ყლორტების ანალიზი ტარდება მთლიან მცენარეულ მასაზე. დიაგნოსტიკის ეს მეთოდი ეფექტურია მცენარეთა განვითარების ადრეულ ფაზებში.

ცერლინგის მეთოდით ექსპრეს-ანალიზის ჩატარებისას ადგენენ შერეულ ნიმუშებს 10-20 მცენარისაგან ქიმიური ანა-

ლიზების ჩასატარებლად გამოყენება საერთოდ მიღებული ლაბორატორიული მეთოდებით.

უკანასკნელ წლებში ყურადღებას იპყრობს ამერიკის შეერთებული შტატებში დამუშავებული დიაგნოსტიკისა და რეკომენდაციების ინტეგრირებული სისტემები (DBIS). ასეთივე ინტეგრირებული დიაგნოსტიკური სისტემა დამუშავდა რუსეთში, მოსკოვის ვ. დოკუჩევის სახელობის ნიადაგების ინსტიტუტებში (ИСОД).

### **ფუნქციონალური დიაგნოსტიკა**

მცენარის მიერ სხვადასხვა ელემენტების შთანთქმა ყოველთვის არ ხდება მათი მცენარის კვების საჭიროებისათვის გამოყენება. ეს ძირითადი ფაქტია, რომელიც ზღუდავს ანალიზის ქიმიური მეთოდების გამოყენებას ელემენტების საერთო რაოდენობის განსაზღვრით. გარდა ამისა, რომელიმე ელემენტის სიჭარბეს ან უკმარისობა შეუძლია დაარღვიოს მცენარის მიერ სხვა ელემენტების შეთვისება. უკანასკნელ დრომდე, მკვლევარების უმეტესობა თავიანთ მუშაობაში იყენებენ ქიმიურ მეთოდებს, უკეთეს შემთხვევაში – ელემენტების შეფარდება მცენარეში ან საკვებ ხსნარში.

ბოლო დროს დღის წესრიგში დადგა დიაგნოსტიკის ფუნქციონალური მეთოდების დამუშავების საკითხი, რომელიც განსაზღვრავს არა მხოლოდ ამა თუ იმ ელემენტის შემცველობას მცენარეში, არამედ მასზე მცენარის მოთხოვნილებას.

ს. პლემკოვმა და ბ. იაგოდინმა დაამუშავეს მცენარის კვების დიაგნოსტიკის მეთოდი, ქლოროპლასტების ფოტომეტრული აქტიურობის განსაზღვრით. მეთოდი ემყარება შემდეგ პრინციპს – იღებენ მცენარეების ფოთლების საშუალო ნიმუშს, მოამზადებენ ქლოროპლასტების სუსპენზიას და შემდეგ ატარებენ იგივე ანალიზს საკვლევ ნიმუშში კვების ელემენტების დამატებით. ქლოროპლასტების სუსპენზიის აქტიურობის ამდღებით - კონტროლთან შედარებით (ელემენტების დაუმატებლად) – კეთდება დასკვნა ელემენტის უკმარისობის

შესახებ. თუ აქტიურობა მცირდება – სიჭარბის შესახებ. მეთოდი საშუალებას იძლევა 40-50 წუთის განმავლობაში განისაზღვროს მცენარეთა მოთხოვნილება 12-15 მაკრო და მიკროელემენტებზე და კეთდება რეკომენდაცია მცენარეთა ფესვოვანი და ფესვგარეშე გამოკვებისათვის. ეს მეთოდი გამოიყენება 80-ზე მეტ სასათბურე მეურნეობაში, მათ შორის მოსკოვის ოლქის არა სასათბურე მეურნეობაში.

ამრიგად, ფუნქციონალური დიაგნოსტიკა საშუალებას იძლევა ოპერატიულად შევაფასოთ ელემენტების ურთიერთქმედება და გაკეთდეს რეკომენდაციები მცენარეთა ზრდის ტექნოლოგიების შესაცვლელად.

### **საკონტროლო კითხვები:**

- რგორია წყლისა და მშრალი ნივთიერებების შემცველობის ინტერვალი მცენარეთა სხვადასხვა ჯგუფებისათვის?
- რისგან შედგება მცენარის მშრალი ნივთიერება?
- დაასახელეთ წყლის ძირითადი ფუნქციები?
- დაასახელეთ ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლების და წყლის შემცველობის ინტერვალები სხვადასხვა მცენარეში.
- დაასახელეთ მცენარეული ცილების შედგენილობა. რა არის ნედლი პროტეინი?
- ჩამოთვალეთ ძირითადი ნახშირწყლები და მათი ფუნქციები?
- რგორია მშრალი ნივთიერებების ელემენტარული შედგენილობა?
- რა არის ორგანოგენური და ნაცრის ელემენტები?
- რა არის მაკრო და მიკროელემენტები?
- რა არის აუცილებელი და პირობითად აუცილებელი ელემენტები მცენარეთათვის?
- ახსენით ელემენტების გამოტანა – ბიოლოგიური და სამეურნეო.
- რა არის მცენარეთა ჰაეროვანი კვება?
- რა არის აქტიური და პასიური შთანთქმა?
- რა არის შერჩევითი შთანთქმა?
- რა არის ვიზუალური დიაგნოსტიკა?

### თავი 3. ნიადაგის თვისებების მნიშვნელობა მცენარის ჯვებისა და სასუქების გამოყენებისათვის

ნიადაგი - კაცობრიობის კეთილდღეობის მატერიალური წყაროა და ბუნების უდიდესი საჩუქარია. ნიადაგის ნაყოფიერება - საფუძველია მაღალპროდუქტიული მიწათმოქმედებისა მაღალი და მყარი მოსავლის მისაღებად. ნიადაგის ნაყოფიერების მნიშვნელოვან მაჩვენებელს წარმოადგენს ნიადაგში საკმარის ოდენობით მცენარეებისათვის საჭირო ბიოგენური ელემენტების მარაგის არსებობა, რომლებიც იმყოფებიან სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის შესათვისებელ ფორმაში.

ნიადაგის მნიშვნელოვან თვისებას წარმოადგენს მისი შთანთქმითი უნარიანობა. შთანთქმის და შეიკავოს მყარი, თხევადი და აირისებრი ნივთიერებები, შთანთქმის უნარიანობის საშუალებით, ნიადაგებში საკვები ელემენტები არიან მცენარეთათვის შესათვისებელ ფორმაში და არ ჩაირიცხებიან ნიადაგიდან.

ნაყოფიერი ნიადაგების მნიშვნელოვანი თვისებაა - მათი ბიოლოგიური აქტივობა, რაც წარმოადგენს ნიადაგში მიმდინარე ბიოლოგიური პროცესების მახასიათებელს.

მცენარეთა ზრდისა და განვითარებისათვის ოპტიმალური პირობების შესაქმნელად დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებებს. ნიადაგის ბუნებრივი ნაყოფიერების გასაღიდეზღად ნიადაგში შეტანილი სასუქები განიცდიან ღრმა გარდაქმნებს, შეაქვთ მცენარეთათვის საჭირო კვების ელემენტები, აღიღებენ ნიადაგში ბიოგენური ელემენტების შემცველობას, ერთვებიან ნივთიერებათა მცირე ბრუნვაში. აგროქიმიის ნიადაგზე გავლენის სრული გაგებისათვის და ნიადაგის თვისებების შესაცნობად, საჭიროა განვიხილოთ ნიადაგის ძირითადი შემადგენელი ნაწილები.

### 3.1. ნიადაგის მინერალური ნაწილი

მინერალური ნაწილი წარმოადგენილია სხვადასხვა ზომის პირველადი და მეორადი მინერალების ნაწილაკებით, ამორფული შეანერთებით და მარილებით. ნიადაგის გრანულომეტრული შედგენილობა გავლენას ახდენს ნიადაგის ქიმიურ, ფიზიკურ და ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე.

სილიან ნიადაგებში სჭარბობს პირველადი მინერალების მასა. თიხნარი ნიადაგები შედგება პირველადი და მეორადი მინერალების ნაერთებისაგან, ხოლო თიხნარი ნიადაგები - უმთავრესად მეორადი მინერალებისაგან კვარცის მინარევებთან ერთად.

მინერალების დაყოფა - პირობითია, რადგან მეორადი მინერალები პირველადი მინერალების გამოფიტვის პროდუქტებია ჰიდრატების, ერთნახევარი ჟანგეულების, სილიციუმ მუავას კოლოიდური ხსნარების სახით და სხვა.

ქიმიური აგებულების მიხედვით, მინერალები იყოფიან - სილიკატებად და ალუმოსილიკატებად. სილიკატებიდან - ყველა ნიადაგებში, სილისა და მტვრის ფრაქციებში (>60%) სჭარბობს - კვარცი  $SiO_2$ , ალუმოსილიკატები ნიადაგებში წარმოადგენილია პირველადი მინერალებით - მინდვრის შპატით და ქარსით. და მეორადი მინერალებით - კაოლინიტი, მონტმორილონიტი, ჰიდროქარსები, ისინი ლამის ფრაქციაში და კოლოიდებშია. მინდვრის შპატები და ქარსები, გამოფიტვის შედეგად, კალიუმის, კალციუმის, მაგნიუმის, რკინის და სხვა ელემენტების წყაროა მცენარეთა კვებაში. მეორადი მინერალებიდან ყველაზე უფრო გავრცელებულია - კაოლინიტი -  $Al(OH)_3(Si_4O_{10}) \cdot 4H_2O$  ესენი ორფენოვანი-ფურცლოვანი სტრუქტურის მქონეა. სამფენოვანი სტრუქტურით, ყველაზე უფრო გავრცელებულია - მონტმორილონიტი -  $Mg(OH)_4(Si_4O_8)(OH)_2 \cdot H_2O$  მაღალდისპერსიულია.

ნიადაგის მინერალური ნაწილი ამორფული ნივთიერებები სალიციუმის ჰიდროქსილით -  $SiO \cdot nH_2O$ ; ალუმინის -  $Al_2O$

$nH_2O$  და რკინის -  $Fe_xO_3 \cdot nH_2O$ . ისინი ძირითადად კოლოიდურ ფრაქციაშია, ნიადაგი შეიცავს მცენარეთა კვების უშუალო წყაროებს – მინერალური მარილები, კარბონატები, სულფატები, ნიტრატები, ქლორიდები, კალციუმის, მაგნიუმის, კალიუმის, ნატრიუმის, რკინის, ალუმინის, მანგანუმის ფოსფატები. ამათი უმეტესობა წყალში კარგად ხსნადია, მაგრამ ისინი მცირეა ნიადაგში. ძნელად ხსნადია – კალიუმის და მაგნიუმის კარბონატები, კალიუმის სულფატი. ფოსფატის უხსნადი მარილები – კალიუმის, მაგნიუმის, რკინის და ალუმინის – ყველა ნიადაგებში გვხვდება.

დისპერსიულობის გადიდებით სილიციუმის ნიადაგში შემცველობა მცირდება, ხოლო იზრდება ყველა სხვა ელემენტების შემცველობა, მათ შორის აზოტის, რომელიც ჰუმუსის შემადგენლობაშია. ისინი თავმოყრილია ყველაზე უფრო დისპერსიულ ფრაქციებში, მაშასადამე – ნიადაგის კოლოიდური და ლამის ფრაქციები – საკვები ელემენტების ძირითადი წყაროა მცენარეთათვის. ამავე დროს ეს ფრაქციები ნიადაგის ყველაზე უფრო აქტიური ნაწილია და განაპირობებს კათონურ-ანიონურ მოცულობას და მოლეკულარულ გაცვლას, სტრუქტურწარმოქმნასა და ბუფერობას მათი მცენარეებთან, ბიოტასთან, სასუქებთან და მელიორანტებთან ურთიერთქმედებისას.

### 3.2 ნიადაგის ორგანული ნაწილი

ნიადაგის ორგანული ნაწილი იყოფა ორ ჯგუფად:

1. ჰუმუსი-თავისუფალი და შეკავშირებული ფულივომჟავასთან, ჰუმინის მჟავები და ჰუმატები.
2. არა ჰუმოფიცირებული, ლაბილური, ორგანული ნივთიერებები – მცენარეთა დაუშლელი ნაწილები, ცხოველთა და მიკროორგანიზმების ნარჩენები. – სახამებელი, ცილები, ჰერბიციდები, ორგანული და ამინომჟავები, ფისები, ალდეჰიდები,

პოლიურონების მჟავები, პრონოლივინოლები, მთრიმლავი ნივთიერებები, ლიგნინი, ჰიტინი და სხვა.

ჰუმუსოვანი ნივთიერებები შეადგენენ ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებათა საერთო შემცველობის 80-90%. მათ შემცველობაზე და შედგენილობაზე დამოკიდებულია საჭირო ტემპერატურული რეჟიმი, წყლოვან-ფიზიკური თვისებები, შთანთქმითი უნარიანობა, ნიადაგის ბუფერობა, საკვები ელემენტების საერთო და მოძრავი მარაგები, აგრეთვე ყველა ელემენტების გარდაქმნები და გადაადგილება. ჰუმუსის მოძრავი საკვები ელემენტები უშუალოდ მონაწილეობენ მცენარეთა კვებაში.

ჰუმუსი იყოფა ნივთიერებათა სამ ჯგუფად: ჰუმინის მჟავები, ფულივო მჟავები და ჰუმინები.

**ჰუმინის მჟავები** შეიცავენ 52–58% ნახშირბადს, 34–39% ჟანგბადს, 3,3–4,8%– წყალბადს და 3,6–4,1% აზოტს. თითოეულ მოლეკულაშია 4–კარბოქსილის ( $COOH$ ), 3–6 ფენოლური ( $OH$ ), პირველადი და მეორადი სპირტოვანი ( $OH$ ) და აგრეთვე მეტოქსიდური ( $OCH$ ) და კარბონილის ( $CO$ ) ჯგუფები. ბევრი ფუნქციონარული ჯგუფების არსებობა განაპირობებს ჰუმინის მჟავების აქტიურ მონაწილეობას იონების შთანთქმის პროცესებში და მარილებთან, ამორფულ ნივთიერებებთან და მინერალებთან შენაერთების შექმნისას.

**ფულივომჟავები** – შეიცავენ ნაკლებ ნახშირბადს და აზოტს, მაგრამ მეტ ჟანგბადს ვიდრე ჰუმინის მჟავები, აქვს უფრო უბრალო აგებულება, მაგრამ იგივე ფუნქციონალური ჯგუფები და შეუძლიათ ურთიერთქმედება ისეთივე შენაერთებთან, როგორცაა, რკინასთან, ალუმინთან და ჰუმინოს მჟავებთან. ფულივო მჟავები უფრო მოძრავია, მათი მოლეკულების აზოტიანი შენაერთები უფრო ადვილად განიცდის ჰიდროლიზს ვიდრე ჰუმინის მჟავები.

**ჰუმინი** – წარმდგენილია ჰუმინის მჟავასთან და ფულივო მჟავების რთული ეთერების კომპლექსის სახით, რომლებიც მტკიცედ არის დაკავშირებული ნიადაგის მინერალებსა და სხვა ნივთიერებებთან, რაც განაპირობებს მის მაღალ მდგრადობას ქიმიურ და მიკრობიოლოგიურ დაშლისადმი. ჰუმინები

პრაქტიკულად არ შეიძლება იყვნენ საკვები ელემენტების წყარო უშუალოდ მცენარეთათვის, მაგრამ ბევრი ფუნქციონალური ჯგუფების არსებობის გამო, მცენარეთათვის საჭირო საკვები ელემენტები დამაგრებული აქვთ. ისინი გავლენას ახდენენ ნიადაგების შთანთქმის მოცულობაზე, ბუფერობაზე, საკვები ელემენტების გადაადგილებასა და გარდაქმნაზე.

ჰუმუსოვანი ნივთიერებებს გააჩნია დიდი წინააღმდეგობის უნარი დაშლასა და მინერალიზაციისადმი. მაგრამ თუ ნიადაგები დიდი ხნით არის ექსპლატაციაში და ცოტა სასუქები შედის, ისინი მაინც ნელა იშლება. ასეთი ექსპლატაციისას 30–50 წელი, ჰუმუსის შემცველობა შეიძლება განახევრდეს კიდევ. ნიადაგში მიმდინარეობს არამარტო ჰუმუსის დაშლა, არამედ მისი შექმნაც, მცენარეული ნარჩენების ბიოტის, მათი დაშლის პროდუქტების და “ძველი” ჰუმუსის ხარჯზე.

ჰუმუსის უმნიშვნელოვანესი თვისება არის მისი კოლოიდურობა და გააჩნია ანიონების და კათიონების შთანთქმის მაღალი აქტივობა.

**არა ჰუმუფიცირებული ნივთიერებები.** შეადგენენ ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების საერთო მარაგის 10–20%-ს. ისინი წარმოადგენენ საკვები ნივთიერებების წყაროს მცენარეებისა და ბიოტისათვის. ისინი გავლენას ახდენენ ნიადაგისა და სასუქების საკვები ელემენტების ტრანსფორმაციაზე და გადაყავთ ზოგიერთ მცენარისათვის მიუწვდომელი ფორმის ელემენტები შესათვისებელ ფორმაში.

ნიადაგში არსებული ორგანული ნარჩენების მთლიანი მასა, მთლიანად არ განიცდის მინერალიზაციას. მათი 10–30% მონაწილეობს თვითონ ჰუმუსის წარმოქმნაში, დანარჩენი გადანაწილდება სხვადასხვა შენაერთებში და წარმონაქმნებში. ორგანული ნივთიერებების უკმარისობა შესამჩნევად აუარესებს კვების რეჟიმს ყველა ცოცხალი ორგანიზმებისათვის.

### 3.3. ნიადაგის შთანთქმითი უნარიანობა

**1. ბიოლოგიური შთანთქმა** განპირობებულია ნიადაგში ცოცხალი ორგანიზმების არსებობით. ესენია—მცენარეები, მწერები, მიკრო ორგანიზმები, ჭიაყელები და სხვა, რომლებიც ნიადაგის ხსნარიდან და ჰაერიდან შერჩევით შთანთქავენ საკვები ელემენტებს, გადაჰყავთ ისინი სხვადასხვა შენაერთებში, ამით ხელს უშლიან მათ ნიადაგიდან განკარგვას და ამდიდრებენ ნიადაგს ორგანული ნივთიერებებით.

მიკროორგანიზმები მოიხმარენ ორგანულ ნივთიერებებს საკვებისა და ენერგეტიკული მასალის სახით, საკვები ელემენტები გადაჰყავთ მინერალურ ფორმაში, ხოლო მათი განსაზღვრულ ნაწილს ითვისებენ თვითონ. ნიადაგში შეტანილი სასუქის გარკვეული ნაწილი მოიხმარება მათ მიერ, ამასთან ერთად მიკროორგანიზმები—ამინოფიკატორები, აზოტფიქსატორები, ფოსფორო და გოგირდ ბაქტერიები, მნიშვნელოვნად აუმჯობესებენ მცენარეთა კვებას და გავლენას ახდენენ სასუქების ტრანსფორმაციაზე. ბიოლოგიური შთანთქმა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მცენარეთა აზოტით კვებაში და აზოტიანი სასუქების გარდაქმნაში ნიადაგში.

**აზოტფიქსატორები** – ამ მიკროორგანიზმებს გადაჰყავთ ატმოსფერო თავისუფალი მოლეკულური აზოტი, მცენარეთათვის შესათვისებელ ფორმაში. პარკოსან მცენარეთა ფესვების კოჟრებში ცხოვრობენ და ამდიდრებენ ნიადაგს აზოტით.

**ნიტრიფიკატორები** – ისინი უანგავენ აზოტის ამონიუმის ფორმას და გადაჰყავთ იგი ნიტრატულ ფორმაში – ხოლო რასაც ეს ბაქტერიები ვერ მოასწრებენ შეთვისებას მცენარეები და მიკროორგანიზმები, შეიძლება დაიკარგოს ნიადაგში ჩარეცხვით და დენიტრიფიკაციის პროცესის შედეგად, რადგან ნიადაგში ნიტრატებისა და ქლორიდების შთანთქმა არ ხდება. ერთვალენტოვანი ანიონები ქლორი, ნიტრატი, ნიტრიტი არ შთანთქმება იმიტომ, რომ არ წარმოქმნიან უხსნად ნაერთებს ნიადაგის ხსნარის კათიონებთან და მეორე ნიადა-

გის კოლოიდებს და ამ ანიონებს აქვთ ერთნაირი მუხტი. ხოლოდ ძლიერ მჟავე რეაქციის პირობებში შეიძლება დავაკვირდეთ ერთვალენტოვანი ანიონების უმნიშვნელო შთანთქმას. ასეთ ძლიერ მჟავე პირობებში ხდება კოლოიდებში მუხტების ცვლა და ისინი ხდებიან დადებითად დამუხტული და იზიდავენ ანიონებს (ნ. გორბუნოვ 1978). ბიოლოგიური შთანთქმის ინტენსიობა დამოკიდებულია ტემპერატურის, წყლოვან-ჰაეროვანი რეჟიმის, გარემოს ორგანული ნივთიერების რაოდენობის და ხარისხისაგან ნიადაგში.

**2. მექანიკური შთანთქმა.** იგი განპირობებულია ნიადაგის ფორიანობით, მისი უნარით შეაკავოს მყარი ნაწილები ჰაერიდან და ნიადაგში გამავალ წყლიდან. ასეთი შთანთქმის მოცულობა დამოკიდებულია ნიადაგის გრანულომეტრულ შემადგენლობაზე, სტრუქტურაზე და მის შენებაზე. ასეთი შთანთქმის შედეგად ნიადაგის ზედა ჰორიზონტებში შენარჩუნდება მნიშვნელოვანი კოლოიდური და წინაკოლოიდური ფრაქციები. მიკროორგანიზმები და წვრილად დაქუცმაცებული წყალში უხსნადი სასუქები, როგორცაა – ფოსფორიტის ფქვილი, პრეციპიტატი, ფოსფატ-შლაკი და მელიორანტები-კირი, დოლომიტის ფქვილი და სხვა.

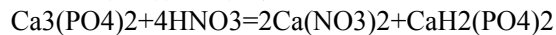
**3. ფიზიკური შთანთქმა.** ეს არის ნიადაგის თვისება შთანთას, ან უკუაგდოს სხვადასხვა ნივთიერებების მოლეკულები კოლიდური და წინა კოლიდური დისპერსიული ნაწილაკების საშუალებით. თუ ნივთიერების მოლეკულები მოიზიდებიან ნაწილაკების მიერ უფრო ძლიერად, ვიდრე ისინი წყლის მოლეკულების მიერ, მაშინ ნაწილაკის ზედაპირზე იქნება აფსკი, სადაც ამ ნივთიერებების კონკურენცია უფრო მაღალია, ვიდრე ნიადაგის ხსნარში. ეს დადებითი შთანთქმა დამახასითებელია ძირითადად, ორგანული ნივთიერებების მოლეკულებისათვის (სპირტები, მჟავები, ფუძეები, მაღალმოლეკულური ნაერთები). მინერალური მჟავები და წყალში ხსნადი მარილები ფიზიკურად უარყოფითად შთანთქმება ე.ი. უკუიგდება ნიადაგის მიერ.

ფიზიკურ შთანთქმას დიდი მნიშვნელობა აქვს ისეთი სასუქების რაციონალური გამოყენებისათვის, რომლებიც შეიცავენ ნიტრატებს და ქლორიდებს. სასუქების შეტანა მოხდება შემოდგომით და გაზაფხულამდე ქლორი ჩაირეცხება. ნიტრატების შემთხვევაში ეს ხერხი ეკონომიურად და ეკოლოგიურად არახელსაყრელია. ამიტომ მათ გაზაფხულზე შეიტანენ ნიადაგში, მათი სრული შეთვისების გაანგარიშებით. ფიზიკური შთანთქმით უნარიანობას აქვს ეკოლოგიური მნიშვნელობა – პესტიციდების, აირების, ანორთქლი მასების აღსორბცია ნიადაგის მიერ უვნებლყოფს მათ გაგლენას მცენარეზე და გარემოზე.

**4. ქიმიურ შთანთქმა** – მას კიდევ სხვანაირად უწოდებენ ქემოსორბციას ამ სახით შთანთქმის ძირითად მონაწილეობენ ანიონები, რის შედეგად წარმოიქმნებიან ძნელადხსნადი შენაერთები, თხევადი, მყარი და აიროვანი კომპონენტების ურთერეთქმელების შედეგად. ქიმიური შთანთქმა ნიადაგში დამოუკიდებელია ანიონების მიერ უხსნადი ან ძნელად ხსნადი ნაერთების შექმნის უნარზე. ნახშირმჟავას ანიონი ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) და გოგირდმჟავას ანიონი ( $\text{SO}_4^{2-}$ ),  $\text{Ca}^{2+}$  და  $\text{Mg}^{2+}$  კათიონებთან ქმნიან ძნელად ხსნად ნაერთებს.

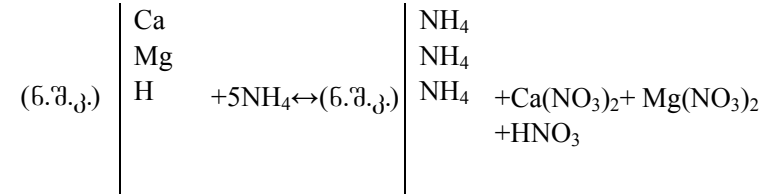
ფოსფორმჟავას ანიონები–  $2 \text{HPO}_4^{2-}$  ქმნიან კალციუმთან და მაგნიუმთან –  $\text{CaHPO}_4$  და  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  ხოლო ალუმინთან და რკინასთან  $\text{FePO}_4$ ,  $\text{AlPO}_4$  – ფოსფატებს. ახლადწარმოდგენილი რკინის, ალუმინისა და კალციუმის ფოსფატები ჯერ კიდევ შითვისება მცენარეს მიერ, ფესვთა სისტემიდან გამონაყოფის საშუალებით, მაგრამ მათი დაბერების შემდეგ მათი ნალექები კრისტალიზირდება და ხდება მიუწვდომელი მცენარეთათვის. კალციუმის ფოსფატები –  $\text{CaHPO}_4$  იხსნება სუსტ მჟავებში და ამიტომ მცენარეთა ფესვების მიერ გამოყოფილი სუსტი მჟავები ხსნიან მას და ითვისებენ. თესლის გაღვივებიდან მცენარის წარმოქმნამდე (ფესვებიანი) კვება მიმდინარეობს მხოლოდ წყალხსნადი, ერთნადაცვლებული კალციუმის ფოსფატებით. ნიადაგში ფოსფორმჟავას ანიონის ინტენსიური ქიმიური შეკავშირება განაპირობებს იმის აუცილებ-

ლობას, რომ ფოსფორიანი სასუქები შეიძლება დიდხანს დარჩეს ხსნარის მცენარის ფესვთა სისტემასთან შეხებაში, რადგამ მათ მიგრაცია არ ახასიათებთ. ამიტომ საჭიროა შემცირდეს მათი ქიმიური შთანთქმა. ამისთვის უნდა შემცირდეს სასუქის ზედაპირის ნიადაგთან შეხების ზედაპირი, რისთვისაც იყენებენ გრანულულებიან ფოსფორიან სასუქებს. ასევე ლოკალური შეტანა უფრო ეფექტურია, ვიდრე მობნევით. ნაკელისა და ტორფის ფოსფორი მცენარეების მიერ შეითვისება უკეთ ვიდრე მინერალური სასუქებიდან ფოსფორის ქიმიური დამაგრება (რეტროგრაცია). ნიადაგში არსებობს ასევე საწინააღმდეგო პროცესი—ფოსფორის მობილიზაცია—მათი გადაყვანა ძნელადხსნადი ფოსფორებიდან ადვილადხსნადში. ეს ხდება ნიადაგის დამჟავების დროის სხვადასხვა მჟავების ნახშირმჟავა, აზოტმჟავა, ორგანულიმჟავების კონცენტრაციის გადიდებით, რომლებიც შეიძლება წარმოიქმნან მცენარეთა და ნიადაგის ბიოტის ცხოველური მოქმედების შედეგად. მაგალითად—ნოტრიფიკაციის პროცესში წარმოქმნილ აზოტმჟავას შეუძლია გარდაქმნას კალიუმის სამ-ჩანაცვლებული ფოსფატი ერთ ჩანაცვლებულად.

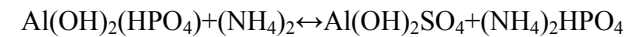


ნიადაგებში, რომლებშიაც ჰიდროლიზური მჟავიანობის მაჩვენებელი 2,5 მკრ/ქვ/100გრ-მეტია, მცენარეებს შეუძლიათ შეითვისონ ფოსფორი სამ-ჩანაცვლებული ფოსფატებიდან.

**5. ფიზიკო-ქიმიური (გაცვლითი) შთანთქმა.** ეს არის უნარი ხსნარიდან შთანთქმას იონები, არაუმეტეს კათიონების, ექვივალენტური გაცვლით ისეთივე დამუხტულ იონებზე, რომლებიც მინერალური, ორგანული და ორგანომინერალური კოლოიდების დეფუზურ ფენაშია ნიადაგის მყარ ფაზაში. მათ ერთობლიობას კ. გედროუცმა უწოდა ნიადაგის შთანთქმითი კომპლექსი. ნიადაგის შთანთქმით კომპლექსსა და სასუქებს შორის გაცვლის რეაქცია ასეთი სქემით მიმდინარეობს:



კათიონების უპირატესი შთანთქმა იმით აიხსნება, რომ ნიადაგის შთანთქმით კომპლექსში უკეთესობა არის უარყოფოთად—დამუხტული კოლოიდები (აცილოიდები). რომელთა დეფუზურ ფენაში არიან კათიონები, რომლებსაც შეუძლიათ გაცვლა ნიადაგის ხსნარის კათიონებთან. მჟავე რეაქციის მქონე ნიადაგში (წითელმიწები) რომლებიც მდიდარია რკინისა და ალუმინის ჰიდროქსიდებით, აცილოიდურ კათიონებთან ერთად, იმყოფება დადებითად—დამუხტული კოლოიდები (ბაზოიდები), რომლებსაც გაცვლისათვის დეფუზურ ფენაში აქვთ ანიონები, რომლებიც იხსნებიან ნიადაგის ხსნარის სხვა ანიონებით შემდეგი სქემით:



ყველა შთანთქმული — გაცვლითი იონები, შესათვისებელია მცენარეთათვის სხვადასხვა ტიპის ნიადაგში.

კათიონების გაცვლითი შთანთქმა განსაზღვრავს ნიადაგის რეაქციას, ბუფერობას, სტრუქტურულ მდგომარეობას და სხვა თვისებებს. რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ნიადაგის, სასუქებისა და მცენარის ურთიერთქმედებაში.

საკვებში ელემენტების ძირითად ნაწილს მცენარეები ითვისებენ ნიადაგიდან და სასუქებიდან, იონების სახით, სხვადასხვა გაცვლით, რეაქციების გზით—მცენარეს, ნიადაგს, სასუქებსა და მელიორანტებს შორის.

ფიზიკო-ქიმიურ შთანთქმას ახასიათებს რიგი კანონზომიერებები:

6.შ.კ. და ნიადაგის ხსნარის იონებს შორის გაცვლა მიმდინარეობს ექვივალენტურად. გაცვლის რეაქციის სინქარე მაღალია—წყალხსნადი სასუქების ნიადაგში შეტანიდან 3–5 წუთის შემდეგ, კათიონების 85% უკვე გაცვლილია. კათიონების

გაცვლითი შთანთქმის ენერგიით მათი ვალენტობის გაზრდით.

კათიონების გაცვლა შეიძლება მიმდინარეობდეს როგორც გარე, ისე შიდა გარსში. კოლოიდები ნიადაგში, როგორც ძალიან რთული პოლიფუნქციონალური სორბენტი, შთანთქავს იონებს, მოლეკულებს და საკვები ნივთიერებების ნაწილაკებს სასუქებიდან და მელიორანტებიდან, ხანდახან ერთდროულადაც კი ურთიერთქმედების რამდენიმე ტიპით.

ამ ურთიერთქმედების ცოდნა შესაძლებლობას იძლევა პროფესიონალურად ვარეგულიროთ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების პროდუქტიულობა, ნიადაგის ნაყოფიერება და მიღებული პროდუქციის ხარისხი.

### 3.4. ნიადაგის შთანთქმითი მოცულობა და შთანთქმული კათიონების შემადგენლობა

ნიადაგში გაცვლით-შთანთქმული კათიონების მაქსიმალური შემცველობას უწოდებენ კათიონური გაცვლის მოცულობას, ან შთანთქმის მოცულობას. იგი გამოიხატება მილიგრამ-ექვივალენტებში 100 გრამ ნიადაგზე. თუ 100 გრ. ნიადაგში არის გაცვლა-შთანთქმით მდგომარეობაში -160 მგ კალციუმის, 24 მგ მაგნიუმი და 3 მგ წყალბადი, მაშინ შთანთქმის მოცულობა იქნება:

$$\text{შ.მ.} = \frac{160}{20} + \frac{24}{12} + \frac{3}{1} = 13,0 \text{ მგ. ექვ/100 გრ ნიადაგზე}$$

სადაც: 20-არის კალციუმის ექვივალენტური მასა

12-არის მაგნიუმის ექვივალენტური მასა

3- არის წყალბადის ექვივალენტური მასა

შთანთქმის მოცულობა იზრდება ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების გაზრდით, ნიადაგის გარნულონტრული შედგენილობის შედგენილების ზრდით, სილიანი ნიადაგებიდან

თიხნარ და თიხიან ნიადაგებამდე, განსაკუთრებით კოლოიდური და წინაკოლოიდური ფრაქციების ზრდით.

შთანთქმის მოცულობა ნიადაგის მყარი ფაზის ორგანული ნაწილისა 10-30-ჯერ მეტია, ვიდრე ამ ფაზის მინერალური ნაწილისა. ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობისას 5-6 %, ორგანულ ნაწილზე მოდის 50 %-ზე მეტი მთლიანი შთანთქმის მოცულობისა.

სხვადასხვა ნიადაგში განსხვავებიან ერთმანეთისაგან შთანთქმული კათიონების მიხედვითაც. ყველა ტიპის ნიადაგში გაცვლა-შთანთქმით მდგომარეობაში შეიცავს კალციუმს და მაგნიუმს. შავმიწებში მათი შემცველობა შთანთქმული კათიონებს შორის, 80-90 %-ს.

წითელმიწებში, ყვითელმიწებში, გაეწრებულ ნიადაგებში, კალიუმთან და მაგნიუმთან შედარებით, შეიძლება ითქვას ძალიან ბევრია ალუმინი-შთანთქმის მოცულობა 50%-ზე მეტია, ასევე ბევრია წყალბადი და რკინა. დანარჩენი ელემენტები ნიადაგში ცოტაა, მაგრამ მცენარისათვის საჭიროა ყველა ელემენტების შეთვისების დროს.

შთანთქმითი მოცულობის სიდიდე და შთანთქმული კათიონების შედგენილობა ასრულებს გადამწყვეტ როლს მცენარეთა კვებაში და სასუქების გამოყენებაში, განსაზღვრავენ ნიადაგის რეაქციას და ბუფერობას მყარი და თხევადი ფაზის თვისებებს, აგრეთვე ნიადაგური ხსნარის კათიონურ-ანიონურ შედგენილობასა და კონცენტრაციას. მაშასადამე განსაზღვრავს სასუქების სახის, ფორმის, დოზებისა და გამოყენებას, რაც უფრო მაღალია შთანთქმის მოცულობა, მით უფრო ეკონომიკურად ხელსაყრელია და ეკოლოგიურად უსაფრთხოა სასუქებისა და მელიორანტების მაღალი დოზების გამოყენება. ხოლო დაბალი მაჩვენებლის დროს საჭიროა სასუქების დანაწევრებული დოზებით შეტანა რამოდენიმეჯერ.

შთანთქმის კომპლექსი ერთვალენტოვანი ელემენტების-კალიუმისა და განსაკუთრებით-ნატრიუმის არსებობა 3-5 %-ზე მეტი ოდენობით, იწვევენ კოლოიდური და წინაკოლოიდური ფრაქციების ძლიერ დისპერსიას, მკვეთრად უარესდება

ნიადაგის თვისებები, იწვევენ ნიადაგის საბოლოო დამლაშებას.

შთანთქმულ კომპლექსში გაცვლით – შთანთქმული ალუმინის, წყალბადის, რკინასა და მანგანუმის (წითელმიწები, ყვითელმიწები, ეწერი ნიადაგები) ასევე აუარესებენ მჟავე ნიადაგების თვისებებს შთანთქმული წყალბადი თნდათანობით არღვევს შთანთქმითი კომპლექსის მინერალებს და იწვევს შთანთქმითი მოცულობის შემცირებას.

ნიადაგებში კათიონების გაცვლითი-შთანთქმული შეფარდება და შედგენილობა ადვილად რეგულირდება სასუქებისა და მელიორანტების გამოყენებით. მჯავე ნიადაგებისთვის ეს არის მოკირიანება, ტუტე ნიადაგებისთვის – მოთაბაშირება. შთანთქმის მაღალი მოცულობა ხელს უწყობს ნიადაგში საკვები ელემენტების მეტ დამაგრებას და ჩარეცხვის შემცირებას, მცენარეთა კვების პირობების გაუმჯობესებას, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ხარისხის ამაღლებას, ნიადაგის მდგრადობას მასზე ანთროპოლოგიური ფაქტორების მოქმედებისას.

### 3.5. ნიადაგის მჟავიანობისა და ტუტეანობის სახეები

ნიადაგური ხსნარის (ნიადაგის) რეაქცია განპირობებულია წყალბადის იონების ( $H^+$ ) და ჰიდროქსიდის ( $OH^-$ ) იონების უარყოფით შეფარდებით. წყალბადის კონცენტრაციას გამოხატავენ pH – სიმბოლოთი, რაც წარმოადგენს წყალბადის იონების კონცენტრაციის უარყოფით ლოგარითმს.

ნიადაგის რეაქცია ახდენს დიდ და მრავალფეროვან გავლენას საკვები ელემენტების შეთვისებაზე, მცენარეთა ზრდასა, განვითარებაზე და შეთვისებაზე, ნიადაგის მიკროორგანიზმების მოქმედებაზე, ნიადაგისა და სასუქების სხვადასხვა ფორმის საკვები ელემენტების ტრანსფორმაციაზე, ნიადაგის

ფიზიკური, ქიმიური, ფიზიკო-ქიმიური და ბიოლოგიურ თვისებებზე, განსაკუთრებით ნიადაგში შეტანილ მელიორანტებზე, რომლითაც რეგულირდება ნიადაგის რეაქცია.

რეაქციის მიხედვით განასხვავებენ ერთმანეთისგან: ძლიერ მჟავე ნიადაგებს –  $pH < 4,0$ ; მჟავე ნიადაგებს –  $pH = 4,1-4,5$ ; საშუალოდ მჟავე ნიადაგებს –  $pH = 4,6-5,0$ ; საშუალოდ მჟავე ნიადაგებს –  $pH = 5,1-6,0$ ; ნეიტრალურს –  $pH = 6,1-7,4$ ; სუსტ ტუტე –  $pH = 7,5-8,5$ ; ძლიერ ტუტეანი –  $pH = 8,6-10$  და მკვეთრად ტუტეანი –  $pH > 10$ . სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის ყველაზე უფრო კარგი პირობებია ნეიტრალური და მასსთან ახლო რეაქციის მქონე ნიადაგები. მაგრამ სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების უმეტესობა არახელსაყრელი რეაქციის მქონე ნიადაგებზეა.

მჟავე ნიადაგებში განარჩევენ აქტუალურ მჟავიანობას და პოტენციურ მჟავიანობას. აქტუალური მჟავიანობა განპირობებულია წყალბადის იონების კონცენტრაციით ნიადაგის ხსნარში, ნიადაგის წყლით დამუშავების.

ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების და ორგანული სასუქების დაშლა იწვევს ორგანული მჟავეების, ამინომჟავეების, ნახშირბადის დიოქსიდის და წყლის მუდმივ წარმოქმნას. ორგანული მჟავეები და ამინომჟავეები არიან მცენარეთა ფესვებიდან გამოყოფილი და მიკროორგანიზმების მოქმედების პროდუქტები, ხოლო სუნთქვის პროცესში ყველა ცოცხალი ორგანიზმები გამოყოფენ  $CO_2$ -2, რომელიც წყალთან წარმოქმნის ნახშირმჟავას. გარდა ამისა აზოტისმჟავე, ნატრიფიკაციის დროს წარმოქმნილია წყალბადის იონების ძირითადი წყაროების, რომლებიც ნიადაგურ ხსნარშია, რაც განაპირობებს აქტიურ მჟავიანობას.

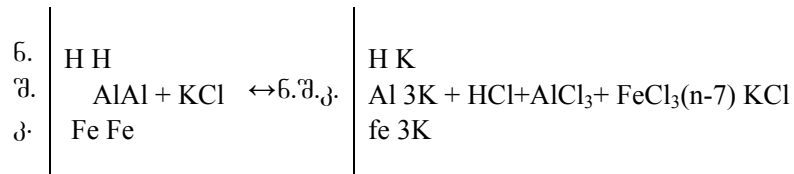
**პოტენციალური მჟავიანობა** განპირობებულია ნიადაგის შთანთქმითი კომპლექსის (ნ.შ.კ.) წყალბადის, ალუმინის, რკინისა და მანგანუმის იონებით.

იმის მიხედვით თუ როგორია მათი უნარი გაცვლითი რეაქციებისა და შთანთქმითი კომპლექსიდან გამოდევნისა, ამ

იონების სხვა იონების მიერ. პოტენციური მუავიანობა იყოფა – გაცვლით და ჰიდროლიზებულ მუავიანობად.

**გაცვლითი მუავიანობა** განპირობებულია შთანთქმით კომპლექსში წყალბადის, ალუმინის, რკინისა და მანგანუმის არსებობით, რომლებიც შეიძლება გამოდევნილი იქნან იქედან ნეიტრალური მარილების კათიონებით გარე ხსნარში, მათ შორის სასუქებისაც – KCl, KNO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> და სხვები.

**იონების გაცვლა ხდება შემდეგი სქემით:**

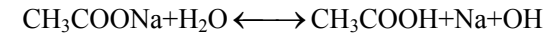


სუსტ-მუავე ნიადაგებში, გაცვლითი მუავიანობა უმნიშვნელოა. ხოლო ტუტე რეაქციის მქონე ნიადაგებში – საერთოდ არ არსებობს. ნიადაგის გაცვლითი მუავიანობა ადვილად გადადის აქტიურ მუავიანობაში ნიადაგის მყარი ფაზის შეხებისას სასუქების წყალხსნად მარილებთან და მელიორანტბთან და ნიადაგის თხევად ფაზასთან.

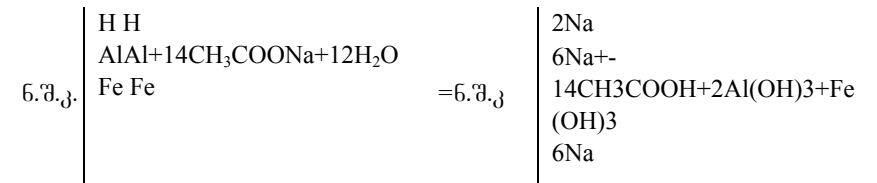
გაცვლითი მუავიანობის მაჩვენებელი ძირითადი განმსაზღვრელია ნიადაგის მოკირიანების ჩატარების აუცილებლობაში.

გაცვლითი მუავიანობის სიდიდეს გამოხატავენ pH – მარილის გამონაწურში – (In. KCl), ან მილიგრამ ექვივალენტებში 100 გრამ ნიადაგზე. ნიადაგის დამუშავებისას ნეიტრალური მარილის ხსნარით, მიღებულ სუსპენზიაში, მასში ადრე არსებული კათიონებს, რომლებიც აქტუალურ მუავიანობას იწვევენ ემატება შთანთქმის კომპლექსიდან გამოდევნილი კათიონები. ამის გამო გაცვლითი მუავიანობის სიდიდე ყოველთვის მაღალია, ვიდრე აქტუალური მუავიანობის, ხოლო pH ნაკლები.

**ჰიდროლიზური მუავიანობა** – განპირობებულია შთანთქმული კომპლექსის კათიონების იმ ნაწილით, რომელმაც ვერ გამოდევნა ნეიტრალური მარილით დამუშავებამ და ახლა – ჰიდროლიზური მარილის ხსნარით გამოიდევნება. ეს მარილია ნატრიუმის აცეტატი = CH<sub>3</sub>COO-Na.



ამ მარილის წყლის ხსნარი ტუტე რეაქციაშია, რომელიც შთანთქმითი კომპლექსიდან უფრო სრულად გამოდევნის წყალბადის, ალუმინის, რკინის და მანგანუმის ყველა იონებს.



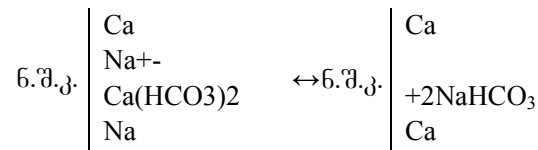
ჰიდროლიზური მუავიანობა განისაზღვრება როგორც ნიადაგის საერთო მუავიანობა, რომელიც მოიცავს აქტუალურ, გაცვლით და საკუთარ ჰიდროლიზურს ერთად აღებულს. მისი მაჩვენებელი ბევრად მეტია გაცვლით მუავიანობის მაჩვენებელს და გამოიხატება მილიგრამ – ექვივალენტების – 100 გრამ ნიადაგზე.

მუავე რეაქციის მქონე ნიადაგებზე ჰიდროლიზური მუავიანობის მაჩვენებლით განისაზღვრება ნიადაგის მოკირიანებისათვის კირის ოპტიმალური დოზა. ტუტე ნიადაგებში – (წაბლა და ბოცობი ნიადაგები) განასხვავებენ აქტუალურ და პოტენციურ ტუტიანობას.

**აქტუალური ტუტიანობა** – განპირობებულია ნიადაგურ ხსნარში ჰიდროლიზური – ტუტე მარილების არსებობით. მათი დისოციაციის შედეგად, ხსნარში სჭარბობს ჰიდროქსიდის იონები. (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NHCO<sub>3</sub>, KHCO<sub>3</sub>, Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, MgCO<sub>3</sub>).

აქტიური ტუტეანობა განისაზღვრება ნიადაგის წყლით დამუშავებით და გამოიხატება მგ-ექვ/100 გ.ნ. ან – pH წყ. მიღებული მონაცემებით გაიანგარიშება ნიადაგის მოთაბარიშების საჭიროება.

**პოტენციალური ტუტეანობა** – ახასიათებს იმ ნიადაგებს, რომელთა შთანთქმით კომპლექსში გაცვლითი – შთანთქმითი მდგომარეობაშია ნატრიუმი, რომელიც შთანთქმითი კომპლექსიდან გამოდევნის შემთხვევაში აძლიერებს ხსნარის ტუტეანობას.



შთანთქმით პროცესში Na ოდენობის მიხედვით განსაზღვრავენ სასოფლო – სამეურნეო კულტურების მოთხოვნას ტუტეანობის ნეიტრალიზაციაზე და თაბაშირის დოზებს მოთაბარიშების ჩასატარებლად.

### 3.6. ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი და ნიადაგის ბუფერობა

ნიადაგის ხსნარის რეაქცია გარდა გაცვლითი და ჰიდროლიზური მჟავიანობის სიდიდეებისა, დამოკიდებულია შთანთქმის მოცულობისა (შთანთქმის ტევადობა E) და ნიადაგის ფუძეების მაძღრობის ხარისხისგან. თუ შთანთქმული კათიონების Ca, Mg, K, Na, NH<sub>4</sub> და სხვებს მიუმატებთ H, Al, Fe, Mn რომლებიც განაპირობებენ ჰიდროლიზურ მჟავიანობას, რაც შეიძლება განისაზღვროს მგ.ექვ-ში 100 გრ ნიადაგზე კათიონური გაცვლის მოცულობა კ.გ.მ.=S.H შთანთქმული ფუძეების

ჯამი (S), გამოხატული პროცენტებში კათიონების გაცვლითი მოცულობისა (კ.გ.მ.) უწოდებენ ნიადაგის ფუძეებით მაძღრობის ხარისხს(V).

$$\text{ფ.მ.ხ.} = \frac{\text{შ.კათიონების ჯამი}}{\text{კათიონური გაცვლითი მოცულობა}} = 100$$

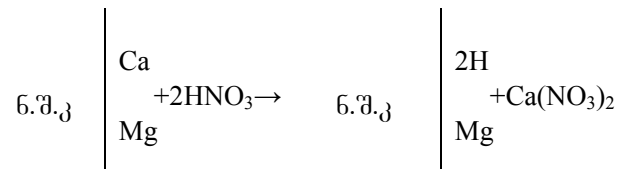
ნიადაგის ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი – მეორე მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია, ნიადაგის მოკირიანების საჭიროების გამოსაფლენად. რაც უფრო დაბალია ეს მაჩვენებელი, მით უფრო მაღალია მოკირიანების საჭიროება.

თუ ორი ნიადაგის ჰიდროლიზური მჟავიანობის მაჩვენებელი ერთნაირია და შეადგენს 5 მკ. ექვ. 100 გრ. ნიადაგზე, მაგრამ კათიონური მოცულობა პირველის 10-ია, ხოლო მეორესი-20 მკ.ექვ. 100 გრ. ნიადაგზე მაშინ ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი პირველი ნიადაგისთვის შეადგენს-50, ხოლო მეორესთვის 75 %. ჰიდროლიზური მჟავიანობის მაჩვენებლების სხვაობისას – პირველი ნიადაგი უფრო მჟავეა, რადგან კათიონური გაცვლის მოცულობის 50% მასში დაკავებულია დამჟავებელი კათიონებით, ვიდრე მეორეში და საჭიროებს მათ ფუძეებზე გაცვლას (მოკირიანებას). თუ კათიონური გაცვლის მოცულობა ერთნაირი მაშინ, მოკირიანებას საჭიროებს ის ნიადაგი, რომლის ჰიდროლიზური მჟავიანობა მეტია.

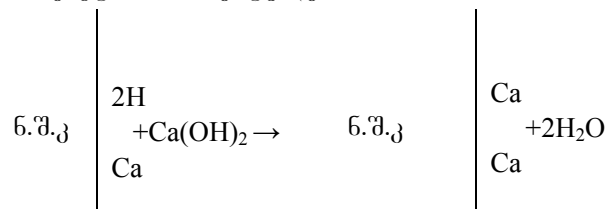
**ნიადაგის ბუფერობა** – ეს არის მისი უნარი წინ აღუდგეს არეს რეაქციის შეცვლას. ეს უნარი პირველ რიგში განპირობებულია – კათიონური გაცვლის მოცულობის სიდიდით. აგრეთვე შთანთქმული კათიონების შემადგენლობით და ნიადაგის კათიონურ-ანიონური შედგენილობით.

ნიადაგის ბუფერობა ძალიან მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია სასუქების და მედიორანტების ოპტიმალური დოზების, ფორმების, ნიადაგში შეტანის ვადისა და ხერხების დასადგენად.

რაც მეტია გაცვლითი მოცულობა, მით უფრო მეტია ნიადაგის ბუფერობა. ნიადაგის ბუფერული თვისებები დამუხავების წინააღმდეგ იზრდება მისი ფუძეები მაძრობის ხარისხის ზრდით. (Ca, Mg, Na, K და სხვები) თუ ასეთ ნიადაგში გამოჩნდება მჟავა ( მაგალითად HNO<sub>3</sub> ნიტრიფიკაციის შედეგად ან სასუქის NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>-ის ფიზიოლოგიური მუავიანობის შედეგად, მაშინ მჟავას წყალბადის იონები გაცივლება ნიადაგის შთანთქმითი კომპლექსის კათიონებზე, რის შედეგად წარმოიქმნება ნეიტრალური მარილი და ხსნარის რეაქცია არ შეიცვლება.



ნიადაგის ბუფერული თვისებები გატუტიანების წინააღმდეგ, ნეიტრალურ ნიადაგზე იზრდება ჰიდროლიზური მუავიანობის ზრდით, ფუძეების გაძლიერების ხარისხის დადაბლებით და ნეიტრალურიდან მჟავე ნიადაგებზე გადასვლისას. თუ ასეთ ნიადაგზე გამოჩნდა ტუტე მაგალითად Ca(OH)<sub>2</sub>, რაც შეიძლება სასუქის – Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-ის ფიზიოლოგიური მუავიანობით მოხდეს, მაშინ მისი კათიონები ნიადაგის შთანთქმითი კომპლექსიდან გამოდევნიან ექვივალენტური რაოდენობის წყალბადის იონებს, რის შედეგად წარმოიქმნება წყალი და ხსნარის რეაქცია არ შეიცვლება.



ნიადაგური ხსნარის დამუხავება ხდება ნახშირბადის დიოქსიდის გავლენით, რომელიც წარმოიქმნება ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაშლით. ორგანული სასუქებიდან მცენარეთა ფესვების სუნთქვის შედეგად, ფესვების მჟავე გამონაყოფებით, მიკროორგანიზმების მიერ, ნიადაგში შეტანილი ამონიუმის ფორმის სასუქების ნიტრიფიკაციის შედეგად, აგრეთვე ნიადაგში მიმდინარე ნიტრიფიკაციის პროცესის შედეგად. აგრეთვე ფიზიოლოგიური მჟავე სასუქების – (NH<sub>4</sub>Cl; (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> და სხვა) შეტანით. ხოლო მჟავე ნიადაგებზე- ფიზიოლოგიურად – ნეიტრალური მარილების შეტანით.

ნიადაგური ხსნარის გატუტიანებიდან ნეიტრალიზაცია ხდება ფიზიოლოგიურად – ტუტე სასუქების შეტანით (NaNO<sub>3</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>). ხოლო ტუტე რეაქციის მქონე ნიადაგებზე - ნეიტრალური სასუქების შეტანითაც. ნიადაგური ხსნარის კათიონურ-ანიონური და ნივთიერი შედგენილობა დამოკიდებულია კათიონური გაცვლის მოცულობაზე, კათიონების შედგენილობაზე და შეიძლება შეიცვალოს სასუქებისა და მელიორანტების გავლენით. ამის გამო ნიადაგის ბუფერული თვისებები ვლინდება ნიადაგის ხსნარში მიმდინარე რეაქციით. ნიადაგურ ხსნარში ბუფერობა იქმნება მასში არსებული სუსტი ორგანული მჟავეებით და მინერალებით (მაგ. ნახშირმჟავა)

ნიადაგის ბუფერობა ვლინდება მისი მდგრადობით ნიადაგური ხსნარის კონცენტრაციის დროებით გადიდების დროს, რომელიც შეიძლება გამოწვეული იქნას წყლის დეფიციტით, სასუქების არათანაბარი და პერიოდული შეტანით.

მაღალი ბუფერობის მქონე ნიადაგები, კათიონების გაცვლითი მოცულობის მაღალი მაჩვენებლით და შთანთქმული კათიონების მრავალგვარი შედგენილობით, ადვილიდ იკავებენ შთანთქმული კათიონებს და ინარჩუნებენ მაღალ ნაყოფიერებას.

### 3.7 ნიადაგში საკვები ელემენტების შემცველობა და $\square$ ფორმები, მათი მისაწვდომობა მცენარეთათვის

ბუნებრივ ნიადაგებში მცენარეთათვის საჭიროა ყველა კვების ელემენტები, გარდა აზოტისა, დაგროვებული დედაქანებიდან მათი გამოფიტვის შედეგად.

აზოტის დაგროვება ხასიათდება ორგანული სახით, ნიადაგის მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედების შედეგად სიმბოლიტიკური - თავისუფლად მცხოვრები და ასოცირებული აზოტფიქსატორების მიერ, ატმოსფეროდან მოლეკულური (N) აზოტის შეკვრით. დედაქანები ძალიან მცირე რაოდენობით შეიცავენ ამონიუმის არაგაცვლად იონებს თავიანთ კრისტალურ ჩარჩოებში. ფოსფორი, კალციუმი, კალიუმი და სხვა მაკრო და მიკრო ელემენტები, დედაქანებში თავდაპირველად არიან მხოლოდ მინერალურ ფორმაში, მაგრამ ნიადაგწარმოქმნის პროცესში ისინი შეიძლება იყოს ორგანულ ფორმაში.

ნიადაგში არსებული ყველა ელემენტებიდან, მცენარეთათვის მისაწვდომია ძალიან მცირე ნაწილი 1-10%-მდე. გავიხსენოთ რომ მინერალური ელემენტების შესათვისებელი ფორმები – ესაა წყალში და სუსტ მუავეებში ხსნადი მინერალური მარილები, მიკრო და მაკრო ელემენტებისა.

საკვები ელემენტების საერთო მარაგების ტრანსფორმაციის ინტენსიურობა და მიმართულება ხორციელდება და რეგულირდება კონკურენტული ეკოსისტემების კომპლექსებით, მათ შორის აგროცენოზებში.

**აზოტის შენაერთების შემცველობა და დენიტრიფიკაცია-სხვადასხვა** ნიადაგების სახნავ ფენაში (10-25 სმ) აზოტის საერთო შემცველობა 0,2-0,05%-ს ფარგლებშია. შავმიწებში 0,2-0,5% ნიადაგში, საერთო აზოტის 95% ორგანულ შემადგენლობაშია და მათი 1%-ია მცენარეთათვის ადვილად შესათვისებელ ფორმაში –  $\text{NH}_4$ -ისა და  $\text{NO}_3$  ფორმაში.

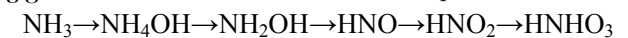
ამიტომ ყველა ნიადაგში აზოტით მცენარეთა უზრუნველყოფა განისაზღვრება მასში ორგანული ნივთიერების (ჰუმუ-

სის) შემცველობით და მისი მინერალიზაციის სიჩქარით. ორგანული ნივთიერებათა დაშლა მიმდინარეობს შემდეგი სქემით:

**ჰუმუსოვანი ნივთიერებები, ცილები ამონიუმ მუავეები** → **amoniaki** → **nitrate-bi** → **nitritebi**. ამ პროცესს ეწოდება – ამონიფიკაცია, იგი მიმდინარეობს აერობული და ანაერობული ბაქტერიების სხვადასხვა ჯგუფების მიერ, ამონიფიკაციის სიჩქარე დამოკიდებულია ტემპერატურისაგან, ტენიანობისაგან, რეაქციისაგან და სხვა პირობებისაგან. ნიტრიფიკაცია ხორციელდება აერობული ბაქტერიების ჯგუფების მიერ, ნიტრიფიკატორების ორი ჯგუფია ცნობილი:

I ჯგუფში შედიან - იტროსომონას, Nitrosocytis, Nitrosolobus, Nitrosospira;

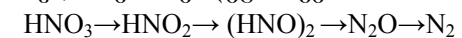
II ჯგუფში- Nitrobacter, Nitrococcus, Nitrospina.



წარმოებული აზოტ მუავეს ნეიტრალიზაცია ხდება კალციუმის ან სხვა კათიონებით.

ნეიტრიფიკაციის პროცესისათვის ოპტიმალურია ნიადაგის ტენიანობა 60-70% კაპილარული წყალტევადობიდან, ტემპერატურა 25-30<sup>0</sup> და pH-6,2-8,2

**დენიტრიფიკაცია** - მიმდინარეობს ანერობული პირობებში და წარმოადგენს ნიტრატების აღდგენას მათ ჰაეროვანი ფორმებიდან. იგი ხორციელდება ბაქტერიების ფართო ჯგუფის დენიტრიფიკატორების ( აცტ. Denitrificans, Bact.stuttery, Bagt.feouresc და სხვა) მიერ შემდეგი სქემით:



ბიოლოგიური დენიტრიფიკაციის პროდუქტები ნიადაგიდან აზოტის ერთერთი ძირითადი დანაკარგია. დენიტრიფიკაციისა და ნიტრაფიკაციის შორის მჭიდრო კავშირია, აერობულ მიკროზონებში ინტენსიური ნიტრიფიკაცია იწვევს ჟანგბადის შემცირებას და ხდებიან ანაერობული.

გარდა ბიოლოგიური დენიტრიფიკაციისა ნიადაგში ნიტრატების აღდგენა შესაძლებელია ქიმიური რეაქციებით ქემოდენიტრიფიკაცია. ორგანული აზოტის მინერალიზაციასთან

ერთად, ზემოთხსენებული პროცედურების შედეგად, ნიადაგში ერთდროულად მიმდინარეობს მეორადი სინთეზის პროცესები – წარმოქმნილი მინერალების ფორმების აზოტისა და სასუქების აზოტისაგან მიკროორგანიზმები თავიანთ ცილებს ქმნიან. ამის შედეგად აზოტი არ იკარგება ნიადაგიდან, არამედ გადადის მცენარეთათვის მიუწვდომელ ფორმაში. განიცდის იმობილიზაციას მაგარამ მიკროორგანიზმების კვლამის შედეგად ისინი ისევ განიცდიან მინერალიზაციას.

იმობილიზაციისა და მინერალიზაციის პროცესები ნიადაგში მიმდინარეობს ერთდროულად. ეს პროცესები მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ მცენარეთა კვებაში.

**ფოსფორის შენაერთების შემცველობა და დინამიკა** – ფოსფორი დედამიწის ქერქში ყველა ელემენტების შორის მე-13 ადგილზეა (0,12%) ნიადაგის ზედა ფენაში მისი შემცველობა ბევრად უფრო მეტია.

**მინერალური ფოსფორი** – ყველა ნიადაგში, როგორცაა წესი მინერალური ფოსფორი მეტია, ვიდრე ორგანული. რაც მეტია ნიადაგში ორგანული ნივთიერება, მით მეტია ორგანული და საერთო ფოსფორის ოდენობა.

**ორგანული ფოსფატები** – შედის ჰუმუსში დაუშლელი მცენარეული ნარჩენებში, ცხოველურ ნარჩენებში, ფიტინის, მაგნიუმისა და კალიუმის მარილები სჭარბობენ ნეიტრალურ ნიადაგებში, ხოლო ალუმინისა და რკინის – მჟავე ნიადაგებში. ფიგატები შეადგენენ ორგანული ფოსფორის 50%-მდე. ამ ორგანული ფოსფატების მინერალიზაცია ხდება სხვადასხვა ორგანიზმების მიერ.

ყველა მინერალები ფოსფორმჟავა მარილები ერთნაირად ვლელეული კათიონებით, კალიუმისა და მაგნიუმის ერთნაირად ვლელეული ფოსფატები, წყალში ხსნადია და ადვილად შეითვისება მცენარეთა მიერ, მაგრამ წყალხსნადი ფოსფატები ნიადაგში ძალიან ცოტაა არ უმეტეს 1-მგ/კგ ნიადაგზე.

მცენარეები ფესვიდან გამოყოფილი სუსტი მჟავების მეშვეობით – (ნახშირმჟავა, ლიმონმჟავა) ითვისებენ ფოსფორმჟავა მარილებს. უფრო მეტი რაოდენობით და ძლიერი მჟავები

ბი გამოიყოფა მიკროორგანიზმების მიერ. ამ მჟავების განსაკუთრებულ მჟავებში კარგად იხსნება ორნანაცვლებული ფოსფატები და ძნელად იხსნება სამანაცვლებული ფოსფატები 2 და 3 ვალენტიანი კათიონებისა, რკინისა და ალუმინის ფოსფატების მცირე ხსნადობაა აღნიშნული pH-2,3-3,0-ს ფარგლებში. მცენარეთათვის ფოსფორის კვების ხელსაყრელი პირობებია სუსტი მჟავე რეაქციის პირობებში (pH-6,0)

მცენარეთა ფოსფორით უზრუნველყოფის განსასაზღვრავად მეტი გამოყენება აქვს სუსტ-მჟავე გამონაწურებს. 1-2% ლიმონმჟავას გამონაწური, 2-3% ძმარმჟავას, 0,2%-მარილმჟავას, 0,002%-გოგირდმჟავას გამონაწურებს. შეთვისებადი ფოსფორმჟავას დინამიკა დამოკიდებულია ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებზე გასანოყიერებელ კალიუმტურებზე და მათ ჯიშებზე, სასუქების რაოდენობასა და ხარისხზე და საერთოდ სასოფლო მეურნეობის ინტენსიფიკაციის დონეზე.

**კალიუმის შენაერთების შემცველობა და დინამიკა** – კალიუმში საერთო რაოდენობა ნიადაგში (2,14%) ყოველთვის მეტია, ვიდრე აზოტისა და ფოსფორისა. კალიუმი შეიძლება იყოს თიხიან ნიადაგში 3,0%-მდე. კალიუმი ნიადაგში 99,9%-ით წარმოდგენილია მინერალური შენაერთების სახით.

ყველაზე უფრო კარგად მცენარეები ითვისებენ წყილ-ხსნად კალიუმს ნიადაგური ხსნარიდან. შემდეგ კი გაცვლითი შთანთქმული სახით კალიუმის უახლეს რეზერვადითვისება თიხა-მინერალების ფიქსირებული კალიუმი. ალიუმის სხვადასხვა ფორმებს შორის ნიადაგში არსებობს დინამიური წონასწორობა.

როცა მცენარე ითვისებს წყალხსნად კალიუმს ნიადაგიდან, მისი დანაკლისი შეივსება გაცვლითი შთანთქმული მარაგებიდან, რომლებიც შემდგომ აღდგება შთანთქმით კომპლექსში.

მცენარეთა კალიუმით უზრუნველყოფის ხარისხის განსასაზღვრავად არსებობს სტანდარტული მეთოდები: კირსანოვის, ჩირიკოვის, მაჩიგინის წითელმიწებისა და ყვითელმიწებში მიღებულია ონიანის მეთოდი. კალიუმის რეჟიმის დახასი

ათება ითვალისწინებს არამარტო მოძრავი ფორმების შემცველობას, არამედ მათი მოძრაობის ხარისხსაც. ეი მცენარეებისადმი მისაწვდომობას. კალიუმის, კალციუმისა და მაგნიუმის ფიზიკო-ქიმიური ურთიერთქმედების საფუძველზე სისტემაში: ნიადაგი – ნიადაგით დამუშავებულია მეთოდი კალიუმის პოტენციალისა, რომელიც განიხილება, როგორც ნიადაგის კალიუმის “ინტენსიურობის ფაქტორი” – კალიუმის პოტენციალი გვიჩვენებს შთანთქმული კალიუმის ხსნარში გადასვლის შესაძლებლობას თანმხლები კათიონების-კალციუმისა და მაგნიუმის კონცენტრაციის გათვალისწინებით. ნიადაგების უნარს შეინარჩუნოს კალიუმის პოტენციალი განსაზღვრულ დონეზე, სასუქებისა და მცენარეების კალიუმის შეტანით უწოდებენ კალიუმის პოტენციალურ ბუფერობის უნარიანობას. ნიადაგების მოძრავი კალიუმით უზრუნველყოფისა და კალიუმის პოტენციალის მაჩვენებლები მინდვრის ცდების მონაცემებთან ერთად ფართოდ გამოიყენება პრაქტიკაში კალიუმის სასუქების დოზების გამოყენებისა და ნიადაგის კალიუმის რეჟიმის რეგულირებისათვის.

### 3.8. მიკროელემენტების შემცველობა და მათი მისაწვდომობა მცენარეთათვის

მცენარეთა უზრუნველყოფა მიკრო ელემენტებით ფასდება მათი საერთო რაოდენობით ნიადაგში (პოტენციალური მარაგები) და მათი მოძრავი ფორმების შემცველობით (ეფექტური მარაგები).

მოძრავი ფორმების წილი, უფრო ხშირად სპილენძისთვის, მოლიბდენისათვის, კობალტისათვის და თუთიისათვის შეადგენს ნიადაგში მათ საერთო მარაგების 10-15%-ს, ხოლო ბორისათვის 2-4%-ს. მიკროელემენტების საერთო მარაგები ნიადაგში განისაზღვრება მათი შემცველობით დედაქანებში, ხოლო მოძრავი ფორმებისთვის დამოიკლებულია კონკრეტუ-

ლი ნიადაგების ბევრ თვისებებზე, გამოყენებული სასუქების რაოდენობაზე და ხარისხზე, მცენარეულობის ხასიათზე და სხვა ფაქტორებისაგან.

მაგალითად არეს დამუშავება აღიღებს მოძრაობას და მცენარეთათვის მისაწვდომობას, მანგანუმის, სპილენძის, ბორის, თუთიის, რკინის და სხვა მიკროელემენტებისათვის, ხოლო მოლბდენის მოძრაობას ამცირებს.

მოძრავ ფორმებად ითვლება – წყლის, მარილის, სუსტი მჟავებისა და ტუტეების ხსნარებით განსაზღვრული რაოდენობა. ყველა ამ მეთოდებით განსაზღვრული რაოდენობების მხოლოდ 1%-ს ითვისებს მცენარე.

### 3.9 მცენარეთა კვების ნიადაგური დიაგნოსტიკა

მინერალური კვება არის მცენარის ზრდის, განვითარებისა და მიღებული პროდუქციის რეგულირების ყველაზე უფრო ხელმისაწვდომი ფაქტორი. ეს ხორციელდება მინერალური სასუქებისა და მელიორანტების გამოყენებით, ნიადაგის უზრუნველყოფით საკვები ელემენტების გამოყენებით, მისი რეაქციის რეგულირებით.

საკვები ელემენტების მოძრავი (მცენარეთათვის მისაწვდომი) ფორმების შემცველობა, ნიადაგის რეაქცია, შთანთქმული კათიონების შემცველობა, მაძღრობის ხარისხი. ნიადაგის ეს თვისებები ჩქარა იცვლებიან სასუქებისა და მელიორანტების გაკვლით. ამიტომ ამ მაჩვენებლების მიხედვით ნიადაგიან აგროქიმიური გამოკვლევა უნდა ჩატარდეს განსაზღვრულ პერიოდში (3-5-7 წელი) ასეთი კვლევების შედეგი წარმოადგება აგროქიმიური რეგულირების სახით.

ნიადაგის სწრაფად ცვალებადი აგროქიმიური მაჩვენებლების სისტემატიური განსაზღვრა, გარკვეულ პერიოდში, საფუძველია ნიადაგური დიაგნოსტიკისა. ასეთი კვების შედეგები საშუალებას იძლევა რაციონალურად იქნას შეძენილი და

გამოყენებული სასუქები და მელიორანტები, მიღწეულ იქნას მაქსიმალური რაოდენობის პროდუქციის მიღება და მისი ხარისხის გაუმჯობესება ნაკლები დანახარჯებით.

ყველა აგროქიმიური მანქანებიდან, რომლებიც ისახლვრება ნიადაგის დიაგნოსტიკისათვის, ყველაზე უფრო არასწორი და სწრაფად ცვალებადია ნიადაგში აზოტის მინერალური ფორმების შემცველობა. მოტომაა, რომ ეს მანქანები არ გამოიყენება აგროქიმიური რუკებისა და კარტოგრაფების შედგენისას, მაგრამ ეკონომიკური და ეკოლოგიური უსაფრთხოების მიზნით აზოტიანი სასუქების გამოყენებისათვის საჭიროა ნიადაგში ყოველწლიურად განისაზღვროს მინერალური აზოტის მარაგები. ამოტომ საჭიროა მცენარეთა აზოტით კვების ნიადაგური დიაგნოსტიკის ჩატარება.

ასეთი დიაგნოსტიკის ჩატარება საკმაოდ დაჭარბებული ნიადაგის რეგიონებში, უმჯობესია ჩატარდეს გაზაფხულზე, აზოტიანი სასუქების შეტანამდე.

#### საკონტროლო კითხვები:

- რა არის საკვები ელემენტების პოტენციალური და ეფექტური მარაგები?
- რა გავლენას ახდენენ მცენარეზე და ნიადაგის ჰაერი და ნიადაგის ხსნარი?
- როგორია ნიადაგის მინერალური და ორგანული ნაწილის რელი მცენარეთა კვებაში და სასუქების გამოყენებაში?
- ნიადაგის შთანთქმის რამელი სახე ახდენს გავლენას აზოტით კვებაზე და აზოტიანი სასუქების ტრანსფორმაციაზე?
- შთანთქმის რა სახეებია მნიშვნელოვანი მცენარეთა კვების ფოსფორის რეჟიმისათვის?
- როგორ ხდება ნიადაგში კალიუმის რეჟიმის რეგულირება?
- რა არის შთანთქმის მოცულობა – მისი რელი?
- როდის და როგორ უნდა ვარეგულიროთ შთანთქმული კათიონების შედგენილობას?
- როგორია ნიადაგის მჟავიანობის სხვადასხვა სახეების რელი მცენარეთა ზრდა-განვითარებაში?

- რისთვის გვჭირდება მჟავიანობის სახეებისა და შთანთქმული კათიონების ჯამის ცოდნა?
- რა არის ნიადაგის ბუფერობა და რა როლს თამაშობს მცენარეთა კვებასა და სასუქების გამოყენებაში?
- აზოტის შენარეთების ტრანსფორმაცია და ნიადაგში ტრანსფორმაციის პროდუქტების მისაწვდომობა მცენარეთათვის?
- დაასახელოთ შემცველობა და ფოსფორის შესათვისებელი ფორმები?
- როგორია კალიუმის შენარეთების დინამიკა და მათი შეთვისების ხარისხი?
- დაასახელოთ მიკროელემენტების შემცველობა და ფორმები და მათი მცენარეებისადმი მისაწვდომობა.
- რა არის მცენარეთა კვების ნიადაგური დიაგნოსტიკა და რისთვისაა ის საჭირო?
- ნიადაგის რამელი აგროქიმიური მანქანები რეგულირდება სასუქებისა და მელიორანტების შეტანით?
- რაშია მჟავე და ტუტე რეაქციის მქონე ნიადაგების აგროქიმიური განსხვავება?

## თავი – 4 ნიადაგის ქიმიური მელიორაცია

ქიმიური მელიორაცია არის ნიადაგის შთანთქმითი კომპლექსის კათონური შედგენილობის რეგულირება – მასში მყოფი არასასურველი კათიონების კალციუმით ჩანაცვლება. მუავე ნიადაგებში არასასურველი კათიონებია – წყალბადი, ალუმინი, რკინა, მანგანუმი, რომლებიც იწვევენ არეს რეაქციის დამუავებას, ხოლო მლაშობ ნიადაგებში – ნატრიუმი და ზოგჯერ მაგნიუმიც. ჭარბი მუავიანობის ნეიტრალიზება ხდება ნიადაგის მოკირიანებით, ხოლო მლაშობი ნიადაგების – მოთაბაშირებით. ამ ღონისძიებების ჩატარება უნდა მოხდეს სასუქების შეტანამდე. მათი ჩატარება ხელს უწყობს მცენარეთა კვების რეჟიმის გაუმჯობესებას ნიადაგის ხსნარის, შეტანილი სასუქების და მცენარის მიერ საკვები ელემენტების შეთვისების პირობების გაუმჯობესებას.

### 4.1. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დამოკიდებულება ნიადაგის რეაქციისადმი

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების უმეტესობისა და ნიადაგის მიკროორგანიზმებისათვის არეს რეაქცია ოპტიმალური არის სუსტი – მუავე და ნეიტრალურთან მიახლოებული რეაქცია pH-6.0-7.5 მაგრამ არსებობენ კულტურები, რომელთათვისაც ნიადაგის ოპტიმალური რეაქცია არის მუავე ან მერყეობს pH -ის ფართო ფარგლებში.

უნდა აღინიშნოს, რომ ყველა კულტურები პირველი 2-3 წლის განმავლობაში, უფრო მგრძობიარეა ნიადაგის არახელსაყრელი რეაქციისადმი. ასაკის მომატებასთან ერთად იზრდება მდგრადობა.

ნიადაგის მუავიანობისადმი დამოკიდებულების მიხედვით, მცენარეები იყოფა რამოდენიმე ჯგუფად. ნიადაგის მუავიანობისადმი ძალიან მგრძობიარენი არიან: ბამბა, ჭარხალი, კომბოსტო და სხვა. მათთვის ოპტიმალურია pH 6,5-7,5 და მოკირიანების საჭიროება ჩნდება უკვე სუსტ – მუავე ნიადაგებზე. მაღალი მუავიანობისადმი მგრძობიარენი არიან: კიტრი, ხახვი, ნიორი, სიმინდი, ლობიო, ცერცვი. მათთვის ოპტიმალურია pH- 6-7, უფრო მაღალი მუავიანობის დროს დგება მოკირიანების საჭიროება. ამის გამო, ეს კულტურები კარგად ვითარდებიან საშუალო სიმუავის მქონე ნიადაგების მოკირიანებისას.

ნიადაგის მაღალი მუავიანობისადმი მდგრადია: - პომიდორი, ბოლოკი, ქერი, სტაფილო და სხვები. ეს კულტურები კარგად იზრდებიან მუავიანობის pH 5,0 - 7.5 პირობებში, მაგრამ მათთვის ოპტიმალური მაინც რჩება pH-5,5-6,0. ამ კულტურებისათვის მოკირიანება ტარდება ძლიერ მუავე ნიადაგებზე და საშუალო სიმუავისაც ზოგჯერ.

მაღალი მუავიანობისადმი გამძლეა და ძნელად იტანენ კალციუმის სიჭარბეს – კარტოფილი, ჟოლო, მარწყვი. კარტოფილი უფრო ფართო არეალში ვითარდება pH-4,5-6,5. მუავე არესადმი მაქსიმალურად გამძლენი არიან: ჩაის ბუჩქი, ხანჭკოლა, მუაუნა და სხვები. ისინი კარგად იზრდებიან ნიადაგებზე, რომელთა pH- 4,0-6,0, მათთვის ოპტიმალურია pH -4.5-5.0.

ნიადაგის მიკროორგანიზმები ასევე არაერთგვაროვნად რეაგირებენ მუავიანობაზე და მაშასადამე – მუავე ნიადაგების მოკირიანებაზე.

ობის სოკოები, რომელთა შორის ბევრია პარაზიტები და სხვადასხვა ავადმყოფობების გამომწვევნი, კარგად ვითარდებიან მუავე არეში pH-3-6. მცენარეთა კვებაზე დადებითი გავლენის მქონე მიკროორგანიზმებია – ამონიფიკატორები, თავისუფალი და სიმბიოტიკური აზოტფიქსატორები და ნიტროფიკაციის ბაქტერიები აქტიურად ვითარდებიან pH-6,5-7,5 რეაქციის დროს.

ამრიგად, მუავე ნიადაგების მოკირიანება აუმჯობესებს მცენარეთა კვების, სასარგებლო მიკროფლორის აქტივიზაციით და არასასურველი მიკროფლორის შეზღუდვით. მომატე-

ბული მუკვიანობის უარყოფითი მოქმედება მცენარეებზე განპირობებულია ალუმინისა და მანგანუმის მოძრავი ფორმების გადიდებით. ისინი, მაღალ კონცენტრაციებში, ტოქსიკურები არიან. მაგალითად, ალუმინი ტოქსიკურია 2 მგ. ექვ/100 გრ ნიადაგზე მაჩვენებელს ზევით. მოძრავი ალუმინისადმი მგრძობიარობის მიხედვით ნ. ავღონინმა გამოყო სასოფლო-სამეურნეო კულტურების 4 ჯგუფი:

1. მეტად მგრძობიარენი – ჭარხალი, იონჯა, საშემოდგომო ხორბალი, დაფნა;

2. მგრძობიარენი – სელი, ცერეცო, ლობიო, ქერი, საგაზაფხულო ხორბალი, ციტრუსები, კივი ტუნგო;

3. გამძლენი – კარტოფილი, სიმინდი, ფეტვი;

4. მეტად გამძლენი – შვრია, ტიმოთელა, ჩაი და სხვა.

სასუქებისა და აგრონიადაგმცოდნეობის სამეცნიერო – კვლევითი ინსტიტუტის – (ВИУА) მიერ (რუსეთი 1992). ნიადაგში მოძრავი მანგანუმის მაღალი შემცველობისადმი მდგრადობის მიხედვით გამოყოფილია მცენარეთა 3 ჯგუფი:

1. ძლიერ მგრძობიარენი – საშემოდგომო ხორბალი, შაქრის ჭარხალი, სელი, იონჯა;

2. მგრძობიარენი – სგაზაფხულო ხორბალი, ქერი, ცერცვი, კომბოსტო, კარტოფილი;

3. შედარებით გამძლენი – ქერი, სამეურა და სხვა.

სასოფლო – საეურნეო კულტურების მგრძობიარობა არეს მუკვიანობისადმი და მანგანუმის მოძრავი ფორმის კონცენტრაციისადმი, ზოგჯერ არ არის პირდაპირ დამოკიდებული, რაც უნდა გათვალისწინებული იქნას ნიადაგების მოკირიანების საჭიროების განსაზღვრის დროს, რადგან ალუმინის და მანგანუმის მოძრავი ფორმების არსებობა არის დამატებითი მაჩვენებელი მოკირიანების საჭიროებისათვის.

#### 4.2. კალციუმი და მაგნიუმი მცენარეთა კვებაში და ნიადაგთან ურთიერთქმედებაში

კალციუმი და მაგნიუმი წარმოადგენენ მცენარეთათვის აუცილებელ საკვებ ელემენტებს და ერთდროულად ისინი არეგულირებენ ნიადაგის რეაქციას, შთანთქმული კათიონების შედგენილობას, ნიადაგური ხსნარის იონთა და მარილების შედგენილობას, რითაც ირიბად მოქმედებენ მცენარეთა კვებაზე.

კალციუმი აუცილებელია მცენარეთათვის იმისათვის, რომ მისი უკმარისობის დროს ირღვევა ნიადაგური ხსნარის ფიზიოლოგიური გაწონასწორება და ხდება ყველა ელემენტების ბალანსირებული შეთვისება მცენარეთა მიერ.

უშუალოდ მცენარეში – კალციუმი აძლიერებს ფოტოსინთეზს და ნივთიერებათა ცვლას ახდენს უჯრედის წველის მუკვირ – ფუძიანობის რეგულირებას, მონაწილეობს უჯრედების კედლების აშენებაში. ნახშირწყლების გადაადგილებას, აზოტიანი ნივთიერებების გარდაქმნას. მცენარეში კალციუმი შეიძლება იყოს კარბონატების, ფოსფატების, სულფატების სახით, აგრეთვე პექტინისა და მუკუნმუკავას მარილების სახით.

მცენარეები მოიხმარენ კალციუმის სხვადასხვა რაოდენობას. კალციუმის დანაკარგები ნიადაგიდან გამოწვეულია პირველ რიგში ატმოსფერული ნალექებით ნიადაგის სახნავი ფენიდან კალციუმის დანაკარგები სხვადასხვა პირობებისაგან დამოკიდებულებით, მერყეობს 50-200-400კგ/ჰა. იადაგიდან ჩარეცხილი ყველა კათიონების საერთო ჯამიდან კალციუმზე მოდის 50-65%, მაგნიუმზე 30-35%. ნიადაგის დამუშავება, გარდა სხვა ცვლილებებისა, ნიადაგურ ხსნარში აღიღებს  $SO_4$ ,  $Cl$ ,  $NO_3$  შემცველობას და ამცირებს  $HCO_3$ -ის შემცველობას.

ნიადაგურ ხსნარში შედგენილობასა და იონების შეფარდებაზე უფრო მეტ გავლენას ახდენს სასუქები და მელიორანტები. მოკირიანება აჩქარებს ამონიფიკაციის და ნიტროფიკაციის პროცესებს.

**მაგნიუმი** – შედის ქლოროფილის შედგენილობაში (10%-მდე) აგრეთვე ფიტინისა და პექტინურ ნივთიერებათა შედგენილობაში. იგი მცენარეში, ძირითადად მოზარდ ორგანიზმში და თესვებშია. მაგნიუმი, კალციუმისაგან განსხვავებით, შეიძლება მცენარემ მეორედ მოიხმაროს, რეკულტივაციის გზით. მაგნიუმის უკმარისობა ძლიერ აისახება მცენარეული პროდუქციის შემცირების მხრივ.

მაგნიუმი მცენარეში მონაწილეობს ფოსფორის გადაადგილებაში, ადიდებს ზოგიერთი ფერმენტების აქტიურობას, აძლიერებს ნახშირწყლების სინთეზს, არეგულირებს ჟანგვა-აღდგენით პროცესებს, აძლიერებს ეთერზეთების, ცხიმებისა და სხვა ნაერთების აღდგენას, ადიდებს ასკორბინის მჟავას შემცველობას.

მაგნიუმის სამეურნეო გამოტანა მოსავლით, სხვადასხვა კულტურების მიერ მერყეობს 10-80 კგ/ჰა. მაგნიუმის მაქსიმალური რაოდენობა გამოაქვთ – კარტოფილს, შაქრის ჭარხალს, თამბაქოს და პარკოსან მცენარეებს.

მაგნიუმის უკმარისობაზე მგრძობიარეა – სიმინდი. მჟავე ნიადაგების მოკირიანება ადიდებს მცენარეთა უზრუნველყოფას კალციუმით და მაგნიუმით, ხოლო მჟავიანობის განეიტრალებით – დამატებით ნიადაგის აზოტით, ფოსფორით და მოლიბდენით ნიადაგში არსებული, წყალში უსუნადი კალციუმის და მაგნიუმის კარბონატები, ნიადაგური ხსნარის ნახშირმჟავას მოქმედებით თანდათანობით გარდაიქმნიებიან ხსნად ბიკარბონატებად. მჟავე ნიადაგში კირის მთლიანი დოზის შეტანისას, ხდება აქტუალური და გაცვლითი მჟავიანობის ნეიტრალიზება, მნიშვნელოვნად მცირდება ჰიდროლიზური მჟავიანობა, მცირდება მცენარისათვის ტოქსიკური – მოძრავი ალუმინის, რკინის და მანგანუმის, აგრეთვე ძლიერ ტოქსიკური მძიმე მეტალების – კადმიუმის, პოლონიუმის, დარიშხანის და სხვათა შემცველობა.

მოკირიანება ანეიტრალებს რა მჟავიანობას და ადიდებს რა ფუძეებით მაძლობის ხარისხს, ქმნის მცენარეთა ზრდისა

და კვების ხელსაყრელ პირობებს, რაც აგრეთვე ვრცელდება ნიადაგის მიკროორგანიზმებზე.

კალციუმი ახდენს რა კოლოიდების კოაგულაციას, აუმჯობესებს ნიადაგის სტრუქტურას, წყალგამძლეობას, წყალგამტარობას და აერაციას.

ნიადაგის მოკირიანების შემდგომი რეაქციის დინამიკა დამკვიდრებულია არა მარტო მელიორანტის დოზისა და ფორმისაგან, არამედ შექმნილი ნიადაგის რეაქციაზე. რაც უფრო მაღალია, მით უფრო მაღალი იქნება pH –ის მაჩვენებელი. ამის გამო, მოკირიანების ჩატარება მაღალი დოზებით ეკონომიკურად არახელსაყრელია, აგრონომიულად უშედეგოა და ეკოლოგიურად ზიანის მომტანია, რადგანაც მას მისდევს კალციუმის, მაგნიუმის და სხვა ელემენტების ძლიერი გამორეცხვა ნიადაგიდან.

### 4.3. ნიადაგის მოკირიანების საჭიროებისა და დოზების განსაზღვრა აგროცენოზებში

მოკირიანების საჭიროების განსაზღვრა მიახლოებით შეიძლება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მდებარეობის მიხედვით – გამეჩხერებული მცენარეულობა კარგი აგროტექნიკის პირობებში და რიგი სხვა ნიშნებით.

ნიადაგების მოკირიანების საჭიროება განისაზღვრება უფრო ზუსტად – კომპლექსური აგროქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით, (pH ფუძეებით მაძლობის ხარისხი, ორგანული ნივთიერების შემცველობა, ალუმინისა და მანგანუმის მოძრავი ფორმები), ნიადაგის გრანულომეტრული შედგენილობის გათვალისწინებით.

კირის შემცველი სასუქების დოზების გაანგარიშება ხდება, უმეტეს შემთხვევებში ნიადაგის ჰიდროლიზური მჟავიანობის მაჩვენებლის მიხედვით, რომელიც კაპენის მეთოდით ისაზღვრება. მჟავიანობის 1 მგ-ექვ/100 გრ ნიადაგზე გასანეიტ-

რალეებლად საჭიროა 1 მგ-ეკვ (ან 50 მკრ) -  $\text{CaCO}_3$ , თუ ამ მაჩვენებელს გავამრავლებთ ნიადაგის სახნავი ფენის მასაზე 1 ჰექტარზე, (საშუალოდ 3.10<sup>6</sup> კგ) ხოლო მილიგრამებიდან ტონაზე გაანგარიშებით, გავყოფთ 10<sup>9</sup>-ზე, მივიღებთ  $\text{CaCO}_3$ , მთლიან დოზას.

დოზა  $\text{CaCO}_3 = \text{H}_3\text{Oid} \cdot 50 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 106 / 109 = 1,53$ , ან  $\text{CaCO}_3 = \text{H}_3\text{Oid}$ . 1.5 ტ/ჰა თუ საქმე გვაქვს არა  $\text{CaCO}_3$ , არამედ  $\text{MgCaCO}_3$  ნაჩვენებია  $\text{CaO}$ -ს ერთეულში კირის შემცველობა ან  $\text{Ca(OH)}_2$  მაშინ მიღებულ სიდიდეს ვამრავლებთ შესაბამის კოეფიციენტებზე - 0.84, 0.56 და 0.74.

#### 4.4. კალციუმის ბალანსი და მისი რეგულირების ხერხები

კალციუმის ბალანსი მცენარეების და ნიადაგების კირიანი სასუქებით მოთხოვნილების დაკმაყოფილების თეორიულ დასაბუთებას ემსახურება. იგი ემსახურება აგრეთვე ნიადაგების მოკირიანების ინტენსიურობის და შედეგიანობის და ნიადაგის არეს რეაქციის შესაძლებელი შეცვლის პროგნოზების შეფასებას.

კალციუმის ბალანსში შემოსავალი და გასავალი ანალიზებით, მოკირიანება იყოფა: - ძირითად (მელიორატულ) მოკირიანებად, რომელიც უზრუნველყოფს ნიადაგის რეაქციის შეცვლას pH-ის ოპტიმალურ დონემდე და pH-ის ოპტიმალური დონის შემნარჩუნებელი, ანუ ნიადაგიდან კალციუმის დანაკარგების მაკონპენსირებელი.

გაცვლითი კალციუმის შემცველობა ძლიერ მუავე ნიადაგებშიც კი იმაზე მეტია, ვიდრე მასზე მცენარეთა მოთხოვნილება არის, მაგრამ მცენარეთა ზრდა და განვითარება მკვეთრად შეზღუდულია არახელსაყრელი რეაქციით. ამიტომ კალციუმის ბალანსის შემოსავალი სტადიაში უნდა გათვალის-

წინებული იქნას, პირველ რიგში, ის ნაერთები რომლებიც ნიადაგის არეს რეაქციაზე მოქმედებენ - ყველა კირიანი სასუქები, ფოსფორიტის ფქვილი, ნაკელი და მაღალნაცარიანი ტორფი, კალციუმის ციანამიდი, კალციუმის გვარჯილა და სხვები. კალციუმის ბალანსის გასავალი სტადიაში ჭარბობენ: - კალციუმის ნიადაგიდან გარეცხვა ატმოსფერული ნალექებით და მისი სამეურნეო გამოტანა მცენარეთა მოსავლით. კალციუმის ნიადაგიდან გამორეცხვა ძლიერდება მინერალური სასუქების, განსაკუთრებით ფიზიოლოგიურად დამამუავებელი სასუქების გამოყენებით (აზოტიანი, კალიუმისანი) ამიტომ გასავლის სტადიაში უნდა ჩაირთოს კალციუმის რაოდენობა, რაც საჭიროა მოქმედი სასუქებით დანაკარგების ასანაზღაურებლად 100 კგ სხვასახსვა სასუქების ნეიტრალიზაციისათვის, საჭიროა  $\text{CaCO}_3$ -ის შემდეგი ოდენობა კვ-ში:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  - 75 კგ, თხევადი ამონიაკი - 150 კგ;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  - 120-170 კგ;  $\text{NH}_4\text{Cl}$  - 140 კგ;  $\text{CO(NH}_2)_2$  - 80 კგ;  $\text{KCl}$  - 50 კგ.

კალციუმის ბალანსის შედეგები მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია ნიადაგის მუავიანობის სტაბილიზაციისა, ოპტიმალურ დონეზე და უჩვენებს იმის საჭიროებას და დროს, როდის უნდა ჩატარდეს მაკონპენსირებელი მოკირიანება თვითოეულ კონკრეტულ აგროცენოზში.

მოკირიანების ჩატარებით მთლიანი დოზით (ჰიდროლიზური მუავიანობის მაჩვენებლის მიხედვით) მიიღწევა სახნავი ფენის მუავიანობის სწრაფი და მთლიანი ნეიტრალიზაცია. დიდი ხნით (5 წელი და მეტი) კირიანი სასუქების შეტანა ჩვენს პირობებში უნდა ჩატარდეს გაზაფხულზე, ნიადაგის ძირითადი დამუშავების დროს.

მუავე რეაქციის მქონე ნიადაგების მოკირიანება საჭიროა ჩატარდეს მრავალწლიან მცენარეთა ბაღებში გაშენების წინ, კირის მთლიანი დოზებით ნიადაგის მთლიან სახნავ ფენაში კირის შეტანით.

#### 4.5. კირიანი სასუქები

კირიანი სასუქები იყოფიან 3 ჯგუფად: 1. სამრეწველო წარმოების, რომლებიც მიიღება კარბონატული აგრომაღნების დაფქვით – კირისა და დოლომიტის ფქვილი;

2. წარმოების ანარჩენები, რომლებიც მდიდარია კირით – დეფეკატი, მეტალურგიული წიდა, ცემენტის მტვერი, ფიქალის ნაცარი და სხვა;

3. ადგილობრივი – მერგელები, ტუფი და სხვა. მყარი კარბონატული მაღნები, კალციუმისა და მაგნიუმის შემცველობით არიან: კირქვები (55-56% CaO 0.9% MgO), დოლომიტიზირებული კირქვები (CaO – 42-55% 0.9-9% MgO), dolomiti (30-32 % CaO, 18-20 % MgO), ცარცი (55 % CaO 0.6 % MgO).

**კირის ფქვილი. დოლომიტიზირებული და დოლომიტის ფქვილი.** ეს სასუქები მიიღება კირქვების და დოლომიტების დაფქვის გზით.

კირის ფქვილი იწარმოება 2 კლასის და 2 ხარისხის ტენიანობით 1,5 % და 4,5 %.

I ხარისხის – არანაკლებ 88 % CaO.

II ხარისხის - არანაკლებ 85 % CaO.

გრანულომეტრული შედგენილობის მიხედვით I კლასი არის უფრო წვრილად დაფქვილი. მინდვრის ცდების შედეგებით უფრო ეფექტიანია წვრილად დაფქვილი (<0,25მმ). დოლომიტიზირებული კირქვების ფქვილი უფრო ნაკლებ ეფექტიანია.

**საწარმოო ანარჩენები.** ანარჩენები მეორე ადგილზეა გამოყენების მხრივ, მაგრამ ეფექტურობით არ ჩამორჩებიან კირის ფქვილს. ისინი ეკონომიურად უფრო მომგებიანია.

**გამომწვარი კირი** – მიიღება კარბონატული მაღნების გამოწვისას დიდი ხნით წყალთან შეხებით, წარმოიქმნება – ჰიდროქსილი – ჩამქრალი კირი Ca(OH)<sub>2</sub>. მისი ხსნადობა 10-ჯერ მეტია, ვიდრე CaCO<sub>3</sub>-ის. ჩამქრალი კირი უფრო ეფექ-

ტურია პირველ წლებში, ვიდრე კირის ფქვილი, შემდგომში მათი ეფექტიანობა ერთნაირია.

ნეიტრალიზირებული მოქმედებით 1 ტონა Ca(OH)<sub>2</sub> ექვივალენტურია 1,35 ტ. CaCO<sub>3</sub>.

**დეფეკატი** – ეს არის შაქრის ქარხნების ანარჩენი რომელიც შეიცავს CaCO<sub>3</sub> და Ca(OH)<sub>2</sub> და მცირე რაოდენობით – ორგანულ ნივთიერებებს, აზოტს, ფოსფორს, კალიუმს და მიკროელემენტებს.

I კლასის დეფეკატი შეიცავს CaCO<sub>3</sub> არანაკლებ 60 % და წყალს არაუმეტეს 20%.

II კლასის არანაკლებ 40 % CaCO<sub>3</sub> და არაუმეტეს 30 % სწყლისა.

მშრალი დეფეკატი (20-30 % ტენიანობა) შეიცავს 10-15 % ორგანულ ნივთიერებებს, 0,2-0,7 % აზოტს, 0,2-0,9 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> და 0,3-1,0 % K<sub>2</sub>O.

დეფეკატი მნიშვნელოვნად აღემატება ეფექტიანობით კირის ფქვილს.

არის კიდევ სხვა წყაროები კირიანი სასუქებისა, მაგრამ მათი წარმოება ჯერ კიდევ სავარაუდოა საქართველოში, ესენია:

**ფიქალური ნაცარი** – მიიღება მთის ფიქალური ქანების გამოწვით, 30-40 % CaO, 1,5-3,8 % MgO.

**ფოლადის წიდა** – მარტენის ფოლადსადნობი ქარხნების საწარმოო ანარჩენი.

**ბელოტის ფქვილი** (შლაში) – ალუმინის სადნობი ქარხნების საწარმოო ანარჩენი.

**კირიანი ტუფი** – წყლის წყაროების ნალექი მასა.

**ტბის კირი** – საქართველოში არ არის;

**მერგელები** – საქართველოში არ არის;

**დოლომიტის ბუნებრივი ფქვილი** – საქართველოში არ არის.

**ცეოლიტი**-მუქი ფერის კრისტალური ბუნებრივი ნაერთია, მოიპოვება საქართველოში.

#### 4.6. ნიადაგების მოკირიანების ეფექტიანობა

მუავე რეაქციის მქონე ნიადაგების მოკირიანება აგროცენოზების განოყიერების სისტემის აუცილებელი ელემენტია.

იგი ტარდება დაინტერესებული მეურნეობებისა და აგროქიმიური სამსახურის ერთობლივი მუშაობით. მოკირიანება ტარდება ორგანული და მინერალური სასუქების შეტანის წინ, ან მათთან ერთად, რაც ადიდებს მათ საერთო ეფექტიანობას. მოკირიანების გავლენით ნიადაგში შეტანილი ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციის პროცესი ძლიერდება, იზრდება მათი გამოყენება მცენარეთა მიერ. ერთდროულად უმჯობესდება ნიადაგის თვისებები და მცენარეთა კვების პირობები.

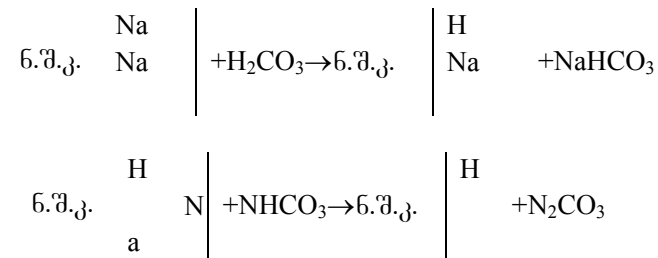
მოკირიანების ფონზე 2-3 –ჯერ იზრდება მინერალური სასუქების ეფექტიანობა, განსაკუთრებით მათი ფიზიოლოგიურად – მუავე ფორმებისა.

მრავალი ჩატარებული ცდების შედეგებიდან სჩანს, რომ მუავე ნიადაგების მოკირიანება ეკონომიკურად მომგებიანი ღონისძიება არის.

#### 4.7. დამლაშებული ნიადაგების ქიმიური მელიორაცია

ბიცი და ბიცობი ნიადაგები ხასიათდება ტუტე რეაქციით. რაც განპირობებულია ამ ნიადაგების შთანთქმით კომპლექსში ნატრიუმის კათიონის დიდი რაოდენობით და ნიადაგურ ხსნარში სოდის არსებობით. ამ ნიადაგებს ესაჭიროებათ ქიმიური მელიორაცია, რაც მიიღწევა ამ ნიადაგებში თაბაშირის შეტანით. ნატრიუმის კათიონის მიერ ხდება ორგანული და მინერალური კოლოიდების პეპტიზაცია, ისინი ჩაირეცხებიან ნიადაგის ზედა ფენებიდან ქვედა ფენებში და ქმნიან ბიცობიან შრეს.

შთანთქმული ნატრიუმი შთანთქმითი კომპლექსებიდან გამოიდევნება ნახშირმჟავათი ან მისი მარილებით, რის შედეგად წარმოიქმნება კარბონატები და ჰიდროკარბონატები, ნატრიუმის ჰიდროლიზური ტუტე მარილები, რომლებიც ქმნიან მაღალ ტუტეობას (pH >9) ნიადაგის ხსნარში.



ტუტე რეაქცია არახელსაყრელია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების უმეტესობისათვის და ნიადაგის მიკროორგანიზმებისათვის, ამცირებს ფოსფორის, რკინის, მანგანუმის, ბორის მისაწვდომობის მცენარეთათვის.

დამლაშებული ნიადაგების ძირეული გაუმჯობესება ნიადაგის შთანთქმით კომპლექსში ნატრიუმის კალციუმის ჩანაცვლებით, ნიადაგის პროფილიდან ნატრიუმის მარილების გარეცხვით და ბიცობიანი შრის დაშლით. ამ ნიადაგების ქიმიური მელიორაციის აუცილებლობა იზრდება დამლაშების ხარისხის ზრდასთან ერთად, როცა ნიადაგის შთანთქმით კომპლექსში Na 5-10 %-დან იზრდება 20 %-მდე და ზევით. მოთაბაშირების ჩასატარებლად თაბაშირის დოზებს განსაზღვრავენ კონკრეტული ნიადაგის შთანთქმით კომპლექსში ნიადაგების ოდენობით, რომელიც უნდა გამოიდევნოს კალციუმით.

1 გრამი ნატრიუმის ჩასანაცვლებლად, საჭიროა 0,086 გრამი CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O, აქედან თაბაშირის ექვივალენტური დოზა ნიადაგის სამელიორაციო ფენისათვის შეადგენს:

$$\text{დოზა} = 0.086 (\text{Na} - \text{კათ}) \cdot 10^8 (100 \cdot 10^6) = 0.086 (\text{NaSO}_4).$$

დოზა = 0.086 (Na – კათ) სადაც: 0.086 – 1 მგ. ექვ. CaSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O გრ-ში.

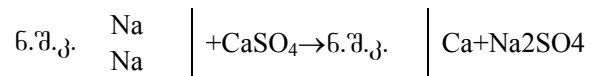
Na – ნატრიუმის შემცველობა.

K – Na –ს მიღწეული – კათიონური გაცვლის მოცულობაში (0,05-0,1).

**მაგალითად** – ნიადაგი ხასიათდება კათიონური შთანთქმის მოცულობით T=20, ნატრიუმის შემცველობა არის – 5 მგ. ექვ. 100 გრ. ნიადაგზე ნიადაგის სამელიორაციო ფენის H – 20 სმ. და გაცვლითი მასა სამელიორაციო ფენის = 1,7 გრ/სმ<sup>3</sup> მაშინ, თაბაშირის დოზა CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O იქნება:

დოზა = 0,086 (5 – 0,1 · 20) · 1,7 = 8,8 ტ/ჰა. არსებობს თაბაშირის დოზების განსაზღვრის სხვა მეთოდებიც.

თაბაშირი. მოხვდება რა ტუტე გარემოში, განდევნის ნიადაგის ხსნარიდან სოდას Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + CaSO<sub>4</sub> → CaCO<sub>3</sub> + Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ხოლო კალციუმი თანდათანობით გამოდევნის ნატრიუმს შთანთქმითი კომპლექსიდან.



წარმოქმნილი სულფატი – ნატურალური მარილითა და მცირე რაოდენობით არ ვნებს მცენარეებს. თუ დამლაშებულ ნიადაგში ნატრიუმი 20 % - მეტია, მაშინ ნატრიუმის სულფატი უნდა გამოირეცხოს მცენარეთა ფესვების ფონიდან. თაბაშირი აგრეთვე ურთიერთქმედებს რა ნიადაგთან, წარმოადგენს კალიუმისა და გოგირდის წყაროს მცენარეთა კვებისათვის.

გოგირდი – აუცილებელი ელემენტია მცენარეთათვის, იგი უშუალოდ გავლენას ახდენს მცენარეული პროდუქციის რაოდენობასა და ხარისხზე.

გოგირდი შეითვისება მცენარეთა მიერ გოგირდმჭავას მარილებიდან – CaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> და ა. შ. მცენარეში გოგირდი ძირითადად შედის ორგანული ნივთიერებების – ცილების, ამინომჟავების, ცხიმების, ვიტამინებისა და ფერმენტების შემადგენლობაში. ნიადაგში გოგირდის მარაგები

საკმარისია – ისინი შედიან ორგანული ნივთიერებების შედგენილობაში და გამოთავი-სუფლდება მისი დაშლისა და მინერალიზაციის შედეგად. მცენარეებს გოგირდი შეუძლიათ შეითვისონ აგრეთვე ატმოსფეროდან, ე.ი. შტანთქას ატმოსფეროს გოგირდოვანი აირი – SO<sub>2</sub> ფოთლებით.

**მოთაბაშირების მასალები და ეფექტიანობა**

**თაბაშირი** – ნედლად დაფქვილი – CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O შეიცავს 71-73 %. CaSO<sub>4</sub> მიიღება ბუნებრივი თაბაშირის დაფქვით, წუალში სუსტად იხსნება.

**ფოსფორთაბაშირი** – იგი სუპერფოსფატის წარმოების ანარჩენია, შეიცავს 70-75 % CaSO<sub>4</sub> მეტი ეფექტიანობა აქვს, ვიდრე თაბაშირს.

**თიხათაბაშირი** – შეიცავს 60-90 % CaSO<sub>4</sub> ბუნებრივი მადანია, დაფქვა არ სჭირდება.

**პირიტის ნამწვავები** – (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) იგი სწრაფი და ეფექტური ნეიტრალიზატორია ტუტიანობის, მაგრამ ძვირადღირებულია.

**საკონტროლო კითხვები:**

- დაასახელეთ კულტურათა ჯგუფები ნიადაგის რეაქციასთან დამოკიდებულების მიხედვით;
- რაში გამოიხატება ნიადაგის მჟავიანობის უარყოფითი მოქმედება მცენარეებზე?
- როგორია კალციუმისა და მაგნიუმის როლი მცენარეთა კვებაში?
- როგორია კალციუმის და მაგნიუმის გავლენა ნიადაგების აგროქიმიურ თვისებებზე?
- როგორია ნიადაგის მოკირიანების საჭიროების კრიტერიუმები?
- მოკირიანებისათვის საჭირო კირის დოზების გაანგარიშების ხერხები და მოკირიანების ჩატარების ტექნოლოგია.

- რა იცით კირის ნიადაგთან ურთიერთქმედების რეაქციების შესახებ?
- როგორია კალციუმის ბალანსის შემოსავლის და გასავლის სტადიები?
- რა შეიძლება განესაზღვროთ კალციუმის ბალანსის შედეგებით?
- რით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან მელიორაციული და მაკონპენსირებელი მოკირიანება?
- დაასახელეთ კირიანი სასუქების სახეები და ფორმები.
- როგორ განისაზღვრება ნიადაგის მოკირიანების ეფექტიანობა?
- როგორი ნიადაგები და რა მაჩვენებლებით საჭიროებენ მოთაბაშირებას.
- დაასახელეთ ნიადაგის მოთაბაშირებისათვის საჭირო მარილები და ჩატარების ხერხები.
- რა პროცესები მიმდინარეობს ნიადაგში მოთაბაშირების დროს?

## თავი 5. სასუქები და მათი ჯლასიფიკაცია

სასუქის განმარტების მრავალი ვარიანტია ცნობილი, ცნობილია გერმანელი მეცნიერის ლიბიხის მიხედვით, სიტყვა სასუქში ანუ განოციერებაში იგულისხმება ყველა ის ნივთიერება, რომელიც მომატებულია ნიადაგში, ზრდის მცენარეული მასის რაოდენობას, ანდა კულტურული მცენარისაგან გამოფიტული ნიადაგი სასუქს მოჰყავს ისეთ მდგომარეობაში, რომ მას ხელახლა შეუძლია მოსავლის მოცემა. იყო აგრეთვე სხვა განმარტებული მაიერის, დეპერენის, პრიანიშნიკოვის, სოკოლოვის და სხვა, რომელთა ძირითადი არსი იგივეა რაც უკვე ვთქვით.

დღეისათვის ტერმინ სასუქში კი იგულისხმება ნიადაგში შეტანილი ორგანული და არაორგანული წარმოშობის ნივთიერებები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიურ თვისებებს აუმჯობესებს ნიადაგის ნაყოფიერებას, მცენარის ზრდა-განვითარების პირობების კვების რეჟიმის შეცვლით.

სასუქების კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს შემდეგი პრინციპები:

1. სასუქების მიღება ან გენეზისი;
2. სასუქების ქიმიური შედგენილობა;
3. სასუქების მოქმედება ნიადაგსა და მცენარეზე;
4. სასუქში საკვები ელემენტების შემცველობა;
5. სასუქების არეს რეაქციაზე მოქმედება.

მიღების ანუ გენეზისის მიხედვით სასუქები არის ბუნებრივი და ხელოვნური. 1. ბუნებრივს მიეკუთვნება ნაკელი, ტორფი, მწვანე სასუქი, ფეკალი, ნაცარი, ტკილი, რომლებიც მიიღება ანარჩენების სახით ან სპეციალურად შექმნილი სამეურნეო საშუალებებით.

2. ხელოვნურ სასუქს მიეკუთვნება: ა) სასუქები მიღებული აგრომადნების დაფქვის შედეგად. ასეთებია: ფოსფორის ფქვილი, ჩილეს გვარჯილა, ნედლი კალიუმის მარილი და

სხვა. ბ) სასუქები ქარხნული წესით გადამუშავებული აგრო-  
მადნები, მარტივი და ორმაგი სუპერფოსფატი. გ) სინთეზუ-  
რად მიღებული აზოტიანი და რთული სასუქები. დ) წარმოე-  
ბის ანარჩენებისაგან მიღებული თომასის წმინდა გოგირ-  
დმუავა ამონიუმი. ე) ქარხნული წესით მიღებული ბაქტერიუ-  
ლი სასუქები: ნიტრაგინი, აზოტოგენი, ფოსფორბაქტერიოზი,  
შედგენილობის მიხედვით:

1. ორგანული, 2. მინერალური, 3. ორგანულ-მინერალური,
4. ბაქტერიული.

ნიადაგზე და მცენარეთა კვებით რეჟიმზე მოქმედების მი-  
ხედვით, სასუქები შეიძლება დაიყოს პირდაპირი და ირიბი  
მოქმედების სასუქებად. პირდაპირი მოქმედების სასუქების  
შეტანა აუმჯობესებს მცენარეთა კვებას სხვადასხვა საკვები  
ელემენტებით – აზოტით, ფოსფორით, კალიუმით, მიკროელე-  
მენტებით და სხვა. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება შესაბამისად –  
აზოტიანი, ფოსფორიანი, კალიუმიანი, მიკროსასუქები და  
სხვა.

ირიბი მოქმედების სასუქები შეაქვთ ნიადაგში მისი თვი-  
სებების გასაუმჯობესებლად, მასში არსებული საკვები ელე-  
მენტების მობილიზაციისათვის. ამათ მიეკუთვნებიან ქიმიური  
მელიორაციის საშუალებები – კირი, თაბაშირი და სხვა. მაქ-  
ტერიალური სასუქები, ბიოლოგიური პროცესების გასაძლიე-  
რებლად ნიადაგში.

ქიმიური შედგენილობის მიხედვით, სასუქები იყოფა –  
მინერალურ და ორგანულ სასუქებად.

**მინერალური სასუქები** - ესენია სამრეწველო, ან ბუნებ-  
რივი მადნების პროდუქტები, რომლებიც მცენარეთა კვები-  
სათვის ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებისათვის ელემენ-  
ტებს შეიცავენ. მათი მიღება ხდება მინერალური ნივთიერებე-  
ბისაგან ქიმიური ან მექანიკური გადამუშავებით. ესენია ძი-  
რითადად, მინერალური მარილები, მაგრამ მათ მიეკუთვნება  
ზოგიერთი ორგანული ნივთიერება, მაგალითად – შარდოვანა.

მინერალური სასუქები არიან – მარტივი, რომელიც შეი-  
ცავს მხოლოდ ერთ საკვებ ელემენტს – აზოტიანი, ფოსფორი-

ანი, კალიუმიანი, მიკროსასუქები და კომპლექსური, რომლე-  
ბიც ერთდროულად შეიცავენ ორ ან რამოდენიმე საკვები  
ელემენტებს – კალიუმის გვარჯილა, ნიტროფოსკა, დიამო-  
ფოსკი და სხვები.

**ორგანული სასუქები** – შეიცავენ საკვებ ელემენტებს, ძი-  
რითადად, ორგანული ნივთიერებების შემადგენლობაში და  
წარმოადგენენ ბუნებრივი წარმოშობის პროდუქტებს – ნა-  
კელს, ტორფს, ფეკალურ ნივთიერებებს და სხვა.

ცელკე ჯგუფად გამოიყოფა ბაქტერიალური სასუქები,  
რომლებიც შეიცავენ მიკროორგანიზმების კულტურებს, რომ-  
ლებიც ნიადაგში შეტანისას აძლიერებენ მასში შესათვისე-  
ბელი ფორმის საკვები ელემენტების დაგროვებას.

საკვები ელემენტების სახეების მიხედვით, მინერალური  
სასუქები იყოფა: აზოტიანი, ფოსფორიანი, კალიუმიანი და მიკ-  
როსასუქებად. სასუქის ყველა სახე წარმოდგენილია სხვა-  
დასხვა ფორმებში. მაგალითად – აზოტიანი სასუქების ასორ-  
ტიმენტში შედის ნიტრატული (ნატრიუმისა და კალიუმის  
გვარჯილები), ამონიუმის (ქლორიდები და სულფატები), ამო-  
ნიუმ – ნიტრატების (ამონიუმის ნიტრატი), ამიდური (კარბამი-  
დი) და სხვები.

მცენარისათვის საჭირო საკვების შემცველობის მიხედ-  
ვით არჩევენ 1. ცალმხრივ მოქმედი და 2. მრავალმოქმედი ანუ  
რთული სასუქი.

ცალმხრივს მიეკუთვნება ისეთი სასუქები, რომლებიც შე-  
იცავენ მცენარისათვის საჭირო მხოლოდ ერთ რომელიმე საკ-  
ვებ ელემენტს. მაგალითად ამონიუმის გვარჯილა, ამოფოსი,  
პოტაზოტი, ნიტროფოსკა და სხვა.

ნიადაგის ხსნარის რეაქციაზე მოქმედების მიხედვით კი  
არსებობს: ფიზიოლოგიურად მჟავე, ფიზიოლოგიურად ტუტე  
და ბიოლოგიურად მჟავე სასუქები.

ფიზიოლოგიურად მჟავე სასუქებს მიეკუთვნება გოგირ-  
დმუავა ამონიუმი, წლორამონიუმი,  $NH_4NO_3$ ,  $KCl$ ,  $K_2SO_4$  და  
სხვა. ამათგან მეტი ითვისებს კაციონს და ანიონი რჩება ნი-  
ადაგში, რაც იწვევს ნიადაგის დამჟავებას.

ფიზიოლოგიურად ტუტე სასუქს კი აკუთვნებენ  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{KNO}_3$ , კალიუმის ციანამიდი და სხვა.

ბიოლოგიურად მუავე ისეთი სასუქია, რომელიც შეიცავს ამონიუმის ჯგუფს, რომელიც ნიტრიფიკაციის შედეგად წარმოქმნილი აზოტმუავე დროებით არეს რეაქციას მუავე მიმართულებით ცვლის, ასეთებია: ამონიუმის სულფატი, ქლორამონიუმი, ნახშირმუავე ამონიუმი, ამოფოსი და სხვა.

საკვები ელემენტების შემცველობას სასუქებში გამოხატავენ – აზოტიან სასუქებში – ელემენტარულ აზოტზე განგარიშებით (N), ხოლო ფოსფორიან და კალიუმიან სასუქებში – ოქსიდებზე – შესაბამისად –  $\text{P}_2\text{O}_5$  და  $\text{K}_2\text{O}$  სასუქების შესატანად.

თანმიმდევრობით ჩატარებული ოპერაციების კომპლექსი – წარმოადგენს სასუქების შეტანის ტექნოლოგიას, იგი მოიცავს – სასუქების დოზებს, შეტანის ხერხებს, ვადებს და შეტანის წესებს.

**სასუქის დოზა** – ესაა სასუქის რაოდენობა, რომელიც შეაქვთ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ქვეშ სავეგეტაციო სეზონის განმავლობაში.

ერთმანეთისაგან განარჩევენ სასუქების შეტანის სამ წესს: ძირითადი – შეაქვთ დათესვამდე ან დარგვამდე, თესვისწინა – შეაქვთ დათესვის ან დარგვის დროს, ვეგეტაციის პერიოდის განმავლობაში ხორციელდება გამოკვება რაც უზრუნველყოფს მცენარეს საკვები ელემენტებით მთელი სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში. ძირითადი შეტანა უზრუნველყოფს მცენარეებს მთელი სავეგეტაციო სეზონის განმავლობაში.

თესვისწინა ან დარგვის წინა – ითვალისწინებს ნიადაგის მთელ სიღრმეზე განოციერებას და მცენარეთა ახალგაზრდა ასაკში კვების გაძლიერებას, ხოლო დამატებითი გამოკვება სვეგეტაციო სეზონის იმ პერიოდში როცა მცენარეები მაქსიმალურად მოიხმარებენ საკვებ ელემენტებს.

სასუქების შეტანის ვადები შეიძლება იყოს: საშემოდგომო, საგაზაფხულო და საზაფხულო.

**სასუქის შეტანის ხერხები** – შეიძლება იყოს მობნევით მთელ ფართობზე, შეტანა რიგებში, ბუნებში.

**სასუქების შეტანა** – გუთნის მოხვნის დროს, კულტივატორით, ფარცხით და სხვა.

სასუქების ეფექტური გამოყენებისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს მათ ტრანსპორტირებას, შენახვას და ნიადაგში შეტანისთვის მომზადებას. სასუქების რენტაბელიური გამოყენებისათვის მნიშვნელობა აქვს მათ სინესტეს, ჰიდროსკოპიულობას.

## 5.1. აზოტიანი სასუქები

### 5.1.1. აზოტის როლი მცენარის ცხოვრებაში

აზოტი არის უმნიშვნელოვანესი ელემენტი არამარტო მცენარეთათვის, არამედ მთელი ორგანული სამყაროსათვის.

აზოტი შედის ყველა მარტივი და რთული ცილების შედგენილობაში, შეადგენს რა მათი საერთო მასის 16-18%-ს, ხოლო ცილები მთავარი შემადგენელი ნაწილია მცენარეთა უჯრედების ბირთვისა და პროტოპლაზმის. აზოტი შედის ნუკლეინის მუავეების (დნმ და რნმ), შედგენილობაში. აზოტი ქლორიფილის, ფერმენტების, ფოსფატების, ჰორმონების და უმეტესობა ვიტამინების შემადგენლობაში.

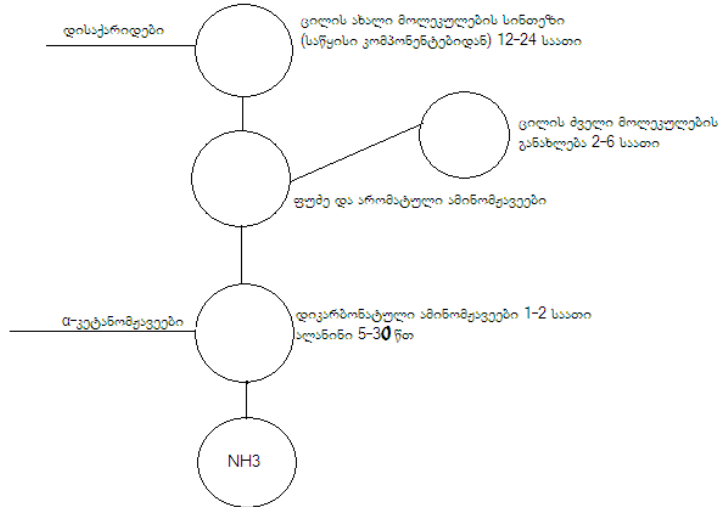
მცენარეთა აზოტით კვების რეგულირებით, შეიძლება მნიშვნელოვნად ვმართოთ – სასოფლო სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობა. ხშირ შემთხვევებში ის პირველ მინიმუმშია და იქედან გამომდინარე გადამწვევტია მოსავლიანობის გადიდებაში.

აზოტის უკმარისობის დროს მცენარეთა ზრდა ძლიერ იზღუდება, პირველ რიგში, ვეგეტატიური ორგანოების აზოტის საშუალო შემცველობა მცენარეში 0,5-5,0%-ს ფარგლებში. აზოტის შემცველობა იცვლება მცენარეთა ასაკის სახე-

ობებში და სახეობათა შიგნით კვების პირობების და სხვა ფაქტორების მოქმედებით.

მცენარის აზოტით კვების ძირითადი წყაროებია აზოტ-მუჟავას და ამონიუმის მარილები. აქედან ამონიაკი პირდაპირ გამოიყენება ამინომუჟავების შესაქმნელად, ხოლო ნიტრიტები და ნიტრატები უნდა აღდგეს ამონიაკამდე.

ამინომუჟავების წარმოქმნის რეაქციას ეწოდება ამინირება. მცენარეში წარმოიქმნება ამინომუჟავები – ასპარგინის, გლუტამინის მუჟავის. მცენარეს შეუძლია მათი სიტარბის შემთხვევაში შეკერას ისინი თავისუფალი ამონიუ მით და წარმოქმნას მათი ამინები. იგი ამინომუჟავების ძირითადი ჯგუფებია, რომლებსგანაც პოლიპეპტიდები და ცილები წარმოიქმნება. ცილის მოლეკულა შედგება 20 ამინომუჟავისაგან და ორი ამიდისაგან. არაცილოვანი, ორგანული აზოტის შემცველობა შეადგენს 20-26%-ს. ახალგაზრდა მცენარეებში და მის ორგანოებში სჭარბობს ცილების სინთეზი, ხოლო მობერებულ მცენარეებში – სჭარბობს ცილების დაშლა-ჰიდროლიზი.



ნახ. 2. ამიაკის გარდაქმნა მცენარეში თ. ტურჩინი (Г.В. Минеев, 2004)

XIX საუკუნის ბოლოს აგრონომიულ მეცნიერებაში გამეფებული იყო ნიტრატებით კვების თეორია, მაგრამ უკვე ამ საუკუნის ბოლოდან წარმოიშვა ამონიაკური თეორია. აღმოჩნდა, რომ მცენარეს პირდაპირ გამოიყენოს შეთვისებული ამონიუმი ამინომუჟავების შესაქმნელად. მაშინ, როცა ნიტრატული აზოტი უნდა აღდგეს ამონიუმამდე მის გამოყენებისათვის.

**5.12. აზოტის წრეგზავნა და ბალანსი მიწათმოქმედებაში.**

მინერალური აზოტის შენაერთები ნიადაგში ძლიერ მოძრავია, მაგრამ იგი ხშირად მცირდება ნიადაგში აზოტის იმობილიზაციის ორგანულ შენაერთებში გადასვლით.

ბუნებრივ ცენოზებში აზოტის ბრუნვა და ბალანსი გაწონასწორებულია მათი ათვისების შემდეგ, იწყება ნიადაგიდან აზოტის მოძრავი ფორმების სახით, მისი დანაკარგების ზრდა.

**5.13. აზოტიანი სასუქების წარმოება და გამოყენება.**

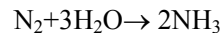
XX საუკუნის დასაწყისამდე აზოტიანი სასუქების ძირითადი წყარო მსოფლიოში იყო ჩილის გვარჯილის საბადოები.

მეორე წყარო იყო მეტალურგიული ქარხნებისაგან გამოყოფილი ამონიაკი. მაგრამ მე-20 საუკუნის დასაწყისიდან ეს საბადოები უკვე გამოიფიტა. ამავე დროს ატმოსფეროში მოლეკულური აზოტის მარაგები უზარმაზარია (78%); ჰაერის 15 კილომეტრიანი სიმაღლის ფენა, 1 ჰექტარ ფართობზე შეიცავს 78.000 ტონა მოლეკულურ აზოტს.

იყო მრავალი ცდები მოლეკულური აზოტის შეკერისა, მაგრამ ისინი პრაქტიკულად არ გამოდგა. სინთეტიკური ამონიაკის მიღების ხერხი დაამუშავა გერმანელმა ქიმიკოსმა ჰაბერმა. ეს მეთოდი აღმოჩნდა უფრო იაფი და ხელსაყრელი და დღემდე იგი ძირითადია აზოტიანი სასუქების წარმოებაში.

მატერიალურად რჩება ატმოსფეროს აზოტის შებოჭვის ბიოტექნოლოგიური მეთოდების დამუშავება.

**ამონიაკის მიღება.** სინთეტიკური ამონიაკი მიიღება ქიმიურად სუფთა აზოტისა და წყალბადის ურთიერთქმედებით. ამისათვის ეს გზები 13 შეფარდებით, მაღალი წნევის ქვეშ დაჭირხნავენ, შემდეგ მიაწოდებენ საკონტაქტო ღუმელში, სადაც  $400^{\circ}\text{--}500^{\circ}$  ტემპერატურაზე, წნევის ქვეშ კატალიზატორების დახმარებით ხდება ამონიაკის სინთეზი.



მოლეკულური აზოტის წყაროა ატმოსფეროს აზოტი. მიღებული ამონიაკი შეიძლება გამოყენებული იქნას უშუალოდ სასუქად – თხევადი სასუქის სახით და ამონიუმის სასუქების წარმოებისათვის, აგრეთვე აზოტმჟავას მისაღებად.

აზოტმჟავას იღებენ სინთეზური ამონიაკის დაჟანგვით ჟანგბადით, ეს ძირითადი გზაა აზოტის მჟავისა და მისი მარილების მისაღებად.

სინთეზური ამონიაკი და აზოტის მჟავა არის ძირითადი წყარო აზოტიანი სასუქების მისაღებად.

**აზოტიანი სასუქების კლასიფიკაცია:** აზოტიანი სასუქები შემდეგი სახეებისაა: ნიტრატული, ამიაკური, ამონიუმ-ნიტრატული, ამიდური, თხევადი ამონიუმი.

**ნიტრატული სასუქები.** ამ ჯგუფს მიეკუთვნება სასუქები, რომლებიც აზოტს შეიცავენ ნიტრატულ ფორმაში –  $\text{NaNO}_3$  და  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .

**ნატრიუმის გვარჯილა. (ჩილის გვარჯილა)**  $\text{NaNO}_3$  შეიცავს 15-16% აზოტს და 26 % - ნატრიუმს. იგი იყო პირველი აზოტიანი სასუქი, ამჟამად მას ღებულობენ, როგორც თანმხლებ (გვერდით) პროდუქტს აზოტის მჟავას წარმოების დროს ამონიაკიდან.

**კალციუმის გვარჯილა. (ნორვეგიული გვარჯილა.)**  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  იყო პირველი, სინთეზის გზით მიღებული პირველი აზოტიანი სასუქი იყო. შეიცავს 13-15 % აზოტს. მისი წარმოება დაწყებული იყო 1865 წ. ნორვეგიაში, მის წარმოებას სჭირ-

დებოდა ძალიან ბევრი ელექტროენერგია და დიდხანს არ გაგრძელებულა.

ამჟამად, კალციუმის გვარჯილა მიიღება როგორც გვერდითი პროდუქტი ამონიაკიდან აზოტმჟავას მიღებისას. ეს საუქი ჰიგროსკოპულია და ძლიერ ნესტიანდება შენახვის დროს.

ორივე სახის გვარჯილები გამოიყენება ყველა კულტურების ქვეშ და ყველა ტიპი ნიადაგებზე, მაგრამ აზოტის მცირე შემცველობის გამო, მათი გადატანა შორს მანძილზე, ეკონომიკურად – არახელსაყრელია.

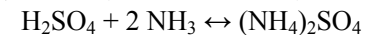
**კალიუმის გვარჯილა.** მცენარეთათვის ეს სასუქი თავისი მოქმედებით იგივეა, არც ნატრიუმის გვარჯილა გვარჯილების ნიადაგში შეტანისას  $\text{Na}$  და  $\text{Ca}$  ხვდებიან შთანთქმით კომპლექსში, ხოლო ანიონი  $\text{NO}_3$  არ შთაინთქმება.

ნატრიუმის და კალიუმის გვარჯილა ფიზიოლოგიურად ტუტე რეაქციის მქონეა.

ნიტრატული სასუქების გამოყენების მასშტაბი ძალზე მცირეა-1%.

**ამიაკური სასუქები** – ამ ჯგუფს მიეკუთვნებიან ამონიუმის სულფატი, ამონიუმის ქლორიდი, ამონიუმის ნახშირმჟავა მარილები. ამათი წარმოება ბევრად უფრო მარტივია, ვიდრე ზომით აღნიშნული გვარჯილებისა, რადგან არაა საჭირო ამონიაკის გადაყვანა აზოტმჟავაში.

**ამონიუმის სულფატი** –  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . აზოტის შემცველობა – 20.5%. იგი მიიღება მეტალურგიული გაზებიდან გამოყოფილი ამონიაკით და სინთეზური ამონიაკის გამოყენებით.



კოქსოქიმიური აირებით მიღებული სასუქი უფრო იაფია. რუსეთში ძირითადად ამ მეთოდით ამზადებენ. ეს სასუქი წყალხსნადია, მშრალ მდგომარეობაში გააჩნია კარგი ფიზიკური თვისებები.

აზოტიანი სასუქების მსოფლიო წარმოებაში, მასზე მოდის – 25 %, რუსეთში – 6 %. ეს აიხსნება მისი დიდი რაოდენობით.

დენობით გამოყენების გამო სარწყავ მიწებზე (ბრინჯი, ბამბა) და ტროპიკების ჭარბტენიან სარტყელში.

**ამონიუმის ქლორიდი**  $-NH_4Cl$ . შეიცავს 24-25 % აზოტს. გააჩნია კარგი ფიზიკური თვისებები, მცირედ ჰიგროსკოპულია. გააჩნია მაღალი ფიზიოლოგიური მჟავიანობა და ბევრ ქლორს შეიცავს (66 %) ამიტომ მისი გამოყენება ქლოროფობი კულტურების ქვეშ არასასურველია (კარტოფილი, თამბაქო, ვაზი).

**ამონიუმის კარბონატი და ბიკარბონატი** - კარბონატი  $[(NH_4)_2CO_3]$ , ბიკარბონატი  $(NH_4HCO_3)$  სოფლის მეურნეობაში გამოიყენებიან მცირე მასშტაბებით. ეს საუქი მიიღება ამონიუმის წყლის ნახშირბადის დიოქსიდით. არამყარია – ღია ჰაერზე კარგავს ამონიუმს – აზოტი 21-24 %-ია.

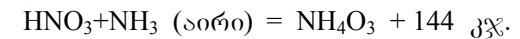
**ამიაკიანი სასუქების გამოყენება** – ნიადაგში შეტანილი ამონიუმის სასუქები სწრაფად იხსნებიან და  $NH_4$ -ის იონი ერთვება ნიადაგის მყარი ფაზის კათიონებთან გაცვლით რეაქციებში. ამ რეაქციების შედეგად ამონიუმის იონი ნაკლებად – მოძრავი ხდება და მცირდება მისი ნიადაგიდან გამორეცხვის შესაძლებლობა.

შემდგომში, ნიტროფიკაციის პროცესების შედეგად, ამონიუმის აზოტი გადადის ნიტრატულ ფორმაში. ამ პროცესს აფერხებს ნიადაგის მაღალი მჟავიანობა და ჭარბტენიანობა. ამონიუმის ქლორიდის ამონიუმი უფრო ნაკლებ ნიტროფიცირდება, რაც აიხსნება ქლორის შემზღუდავი გავლენით ნიტროფიკაციის ბაქტერიებზე. ამონიუმიან სასუქებს გააჩნიათ ფიზიოლოგიური მჟავიანობა. მათი ეფექტიანობა დამოკიდებულია ნიადაგის რეაქციაზე. მჟავე ნიადაგებზე მათი ეფექტიანობა ნაკლებია.

**ამიაკურ-ნიტრატული სასუქები** - ამ ჯგუფში შედის სასუქები, რომლებიც აზოტს შეიცავენ ამიაკურ და ნიტრატულ ფორმებში.

**ამონიუმის გვარჯილა** – ამონიუმის ნიტრატი –  $NH_4NO_3$ . შეიცავს – 34-36 % ამონიუმის და ნიტრატის აზოტს შეფარ-

დებით 1:1. იგი მიიღება აზოტმჟავას ნეიტრალიზაციით აიროვანი ამონიაკით.



სასუქი კარგი წყალხსნადობით ხასიათდება, ძალიან ჰიგროსკოპულია.

ეს სასუქი ერთ-ერთი ყველაზე უფრო ეფექტიანია აზოტიან სასუქებს შორის და უნარჩუნო სასუქია. მჟავე რეაქციის მქონე ნიადაგებზე შეტანისას, შეიძლება გამოიწვიოს ფიზიოლოგიური დამჟავება.

**ამონიუმის სულფონიტრატი**  $(NH_4)_2SO_4 \cdot 2 NH_4NO_3$ ,  $(NH_4)_2SO_4$  – ის მინარევებით შეიცავს 25-27 % აზოტს, მათ შორის – ამონიუმის ფორმაში – 18-19 % და ნიტრატულს 7-8 %. აქვს კარგი წყალხსნადობა და ნაკლებ ჰიგროსკოპულია. თავის მოქმედებით ახლოსაა ამონიუმის სულფატთან

**კირიან-ამონიუმიანი გვარჯილა** –  $NH_4NO_3 \cdot CaCO_3$ . მზადდება გარანულირებული სახით, აზოტის შემცველობა 26-28 %. ეს სასუქი ფართოდ გამოიყენება ევროპაში.

**თხევადი ამიაკური სასუქები** – ეს სასუქები გამოიყენება უწყლო და წყლიანი სახით. ამ სასუქების შეტანა მცენარეთათვის ისეთივე ეფექტის მქონეა, როგორც მყარი სასუქებისა, მათი წარმოება უფრო მარტივია და იაფი, ვიდრე მყარი სასუქებისა. მათი უშუალო გამოყენება მთლიანად შეუძლებელია და შეტანა მოითხოვს 2-3-ჯერ ნაკლებ დანახარჯებს, ვიდრე მყარი სასუქები, მაგრამ ახლავს სიძნელებიც. მათ შესანახად საჭიროა დიდი მოცულობის რეზერვუარები. ნიადაგში შესატანად – სპეციალური რეზერვუარები და გამანაწილებლები, ავტოციისტრნები და სხვა.

**თხევადი ამიაკი**  $NH_3$  – ყველაზე უფრო კონცენტრირებული და უნარჩუნო სასუქია. შეიცავს 82 % აზოტს. იგი მიიღება აირისებრი ამონიუმის დაწნეხვით. მის შესანახად და ტრანსპორტირებისათვის საჭიროა სპეციალური ფოლადის ცისტერნები. იგი აგრეთვე ძლიერ მომქმედი საწამლაკი ნივთიერება არის. მისი ჰაერთან ნარევი – ფეთქებადია. მასთან

მუშაობისას ადამიანებმა შეიძლება მიიღონ დამწვრობა ან სხეულის მზრალობა. მისი ნიადაგში შეტანისას ის ადვილად გადაგის აირის ფორმაში, შთაინთქმება ნიადაგის კოლოიდების მიერ და შთაინთქმება ნიადაგის წყლის მიერ.

**წყლოვანი ამონიაკი** (ამონიაკის წყალი)  $\text{NH}_3 + \text{NH}_4, \text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ . ეს არის ამონიაკის წყალხსნარი. გამოდის 2 შემადგენლობის.

I ხარისხის – 20 % აზოტს

II ხარისხის – 16.4 % აზოტს.

ნიადაგში შეტანისას შთაინთქმება კოლოიდების მიერ. შემდგომში – განიცდის ნიტროფიკაციას.

**შარდოვანა (კარბამიდი)** –  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  შეიცავს 46 % აზოტს. იგი ყველაზე უფრო კონცენტრირებულია მყარ აზოტიან სასუქებს შორის. მისი წარმოებისათვის გამოიყენება ამონიაკი და ნახშირბადის დიოქსიდი. წყალში კარგად იხსნება, ჰიგროსკოპულობა დაბალია. იგი გამოდის გრანულირებული. გრანულირების პროცესში მასში წარმოიქმნება ბიურეტი, რომელიც ტოქსიკურია მცენარეთათვის. ამის გამო, მრეწველობა უშვებს შარდოვანას ბურეტს არაუმეტეს 1 %-ის შემცველობით. ნიადაგში შეტანისას მალე იხსნება წყალში და მიკროფლორის მოქმედებით გარდაიქმნება ამონიუმის კარბონატად  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ . ეს პროცესი 1-3 დღის განმავლობაში ხდება. ამონიუმის კარბონატი - იგი ჰაერზე იშლება ბიკარბონატის და აირისებრი ამონიაკის წარმოქმნით, რაც იწვევს დანაკარგებს. ამიტომ შარდოვანას შეტანისას, იგი ღრმად უნდა ჩაკეთდეს ნიადაგში. ეს პროცესი უფრო ძლიერია ნეიტრალური და ტუტე რეაქციის ნიადაგებში.

შარდოვანას შეტანის პირველ ვადებში ხდება ნიადაგის გატუტინება შემდგომ დამუავება ასე, რომ არის რეაქცია უმნიშვნელოდ იცვლება. შარდოვანას, როგორც ძირითად სასუქს, იყენებენ ყველა ტიპის ნიადაგებზე. შარდოვანა – ყველაზე უკეთესია აზოტიანი სასუქების სხვა ფორმებთან შედარებით. მსოფლიოს მასშტაბით, შარდოვანას წარმოება მუდმივად იზრდება.

**აზოტიანი სასუქების შერეული ფორმები** - ესენი წარმოადგენენ გვარჯილის, შარდოვანას და სხვა აზოტიანი სასუქების ხსნარს წყლოვან ამონიაკში. ისინი ძალიან განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან აზოტის შემცველობით და თავისუფალი ამონიაკის ამიდური, ნიტრატული და ამონიაკური ფორმების ურთიერთშეფარდებით.

**ამიაკატები** - ღია ყვითელი ფერის სითხეებია, მათში აზოტის შემცველობა მერყეობს 35-40 %-იდან 40-45 %-მდე. ამიაკატები უანგავენ მეტალებს, ამიტომ მათი შესანახი ჭურჭელი მზადდება სპეციალური ლეგირებული ფოლადისაგან. თავიანთი ეფექტიანობით, ამიაკატები უტოლდება მყარ აზოტიან სასუქებს.

„კას“-ის წყლოვანი ხსნარი კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილის. იგი არის კარბამიდისა და ამონიუმის გვარჯილის ხსნარების ნარევი, აზოტის შემცველობით 28-32 %. გააჩნია რიგი უპირატესობანი, სხვა მყარი და თხევადი აზოტიანი სასუქებისაგან განსხვავებით.

კას-ის ხსნარები არ შეიცავენ თავისუფალ ამონიაკს, რის გამოც მოხერხებულია მათთან მოპყრობა და მუშაობა. მათი შენახვა შეიძლება ღია ჭურჭელშიც კი, რომ არ ვერიდოთ აზოტის დაკარგვას.

ეს საუქი მისი მოხმარების რენტაბელობით, ერთ-ერთი პერსპექტიულია აზოტიან სასუქებს შორის.

**აზოტიანი სასუქების ძნელად ხსნადი ფორმები-აზოტიანი სასუქების კარგი ხსნადობა და გადაადგილება** ნიადაგში ყოველთვის არ არის სასარგებლო ჩარეცხვითი რეჟიმის ნიადაგზე დიდია აზოტის დანაკარგები როგორც ნიტრატული ისე ამონიაკური ფორმიდან. ასევე დიდია დანაკარგები აირის სახით და დენიტროფიკაციის პროცესში ყველა ეს ფაქტორები ამცირებენ აზოტიანი სასუქების ეფექტიანობას, ამიტომ ბოლო წლებში დაწეებულია აზოტიანი სასუქების ნელა მომქმედი ფორმების წარმოება. ისინი იყოფიან 2 ჯგუფად:

1 – აერთიანებს წყალში სუსტად ხსნად სასუქებს – შარდოვანას და სხვადასხვა ალდეჰიდებს.

2 – კაპსულირებული სასუქები, ე.ი. რომლის გრანულე-ბი დაფარულია ძნელდ ხსნადი აფსკით.

მათ მისაღებად იყენებენ სხვადასხვა სხვა აღდგენილებს - ფორმალდეჰიდს, აცეტილალდეჰიდს, კროტონისა და იზომე-თილოვანი აღდგენიდი და სხვა. რის შედეგად მიიღება შემდე-გი სასუქები:

შარდოვანა – ფორმალდეჰიდური (შ.ფს) ანუ ურეა ფორ-მის, რომელიც შეიცავს 38-40 % აზოტს;

კროტოლიდენტი – შარდოვანა(კ.დ.შ) აზოტის შემცვე-ლობით – 32 %.

იზობუტოლენტი – შარდოვანა (ი.ბ.დ.შ.) 31% სუსტი წყალხსნადი აზოტით;

შარდოვანა – ფორმალდეჰიდური (შ.ფ.მ.ა.) და სხვა.

ეს სასუქები პერსპექტიულია ჭარბნალექიანი რაიონები-სათვის და სარწყავ მიწათმოქმედების ზონებში. ამ სასუქე-ბის შეტანა შეიძლება მაღალი დოზებით ერთჯერ – 3 წელი-წადში. მათი უარყოფითი მახასიათებელია - მაღალი ღირებუ-ლება. ბოლო წლებში დაწყებულია კაფსულირებული სასუქე-ბის წარმოება – მათი დადებითი მხარეა მცენარეთათვის მთე-ლი ვეგეტაციის მანძილზე მათი თანაბარი შეთვისება.

#### **5.14. ნიადაგში სასუქების აზოტის ტრანსფორმაცია და გამოყვანება მცენარის მიერ**

აზოტიანი სასუქების რაციონალური გამოყენების ტექნო-ლოგია ემყარება მათი თვისებებისა და ნიადაგში გარდაქ-მნის პროცესების თავისებურებებს. ჩვეულებრივ, ყველა აზო-ტიანი სასუქები კარგად იხსნება წყალში. აზოტიანი სასუქე-ბის ნიტრატული ფორმები გადაადგილდებიან ნიადაგში ნია-დაგურ ხსნართან ერთად. გარდა ბიოლოგიურისა, შთანთქმის არცერთი სახეობით არ შეიკვრება. ბიოლოგიური შთანთქმა აქტიურად მიმდინარეობს მხოლოდ წლის თბილ დროს. ნიტ-რატული აზოტის დანაკარგები იმ ნიადაგებშია, რომლებსაც ინტენსიური დაღმავალი წყლის დენი გააჩნიათ.

სასუქების ამონიუმოანი ფორმები ნიადაგში შეტანისას შთანთქმება ნიადაგის მყარი ფაზის მიერ და გადადიან გაც-ვლით შთანთქმულ მდგომარეობაში და შემდგომში, ნიტრო-ფიკაციის პროცესის განვითარებასთან ერთად, გარდაიქმნები-ან ნიტრატებად. აღნიშნული ფორმებიდან დენიტროფიკაციის შედეგად, რომელიც ყველა ნიადაგებში მიმდინარეობს, პერი-ოდულად ხდება ნიტრატული აზოტის დაკარგვა. ეს დანაკარ-გები აზოტის ამონიუმის ფორმის სასუქებიდან 20% -მდეა, ხოლო ნიტრატული სათვის – 30 %-მდეა.

დენიტროფიკაციის პროცესით ნიადაგი თავისუფლდება ჭარბი ნიტრატებისაგან, რომლებიც მცენარეებმა ვერ შეითვი-სეს და ისინი შეიძლება საკმაო ოდენობით ჩაირეცხოს და მოხდეს ნაკადულებში და წყალსაცავებში. ამ პროცესის დროს ხდება აზოტფიქსატორების და თავისუფალი აზოტის ატმოსფეროში გადასვლა.

ნიადაგში – სასუქების აზოტი, მიკროორგანიზმების მიერ შეიძლება გადაყვანილი იქნას ორგანულ ნივთიერებებში, მცე-ნარეთათვის მიუწვდომელ ფორმებში. დადგენილია, რომ ამ პროცესების შედეგად (იმობილიზაცია) შეიძლება შეიკვრას ნიტრატების 10-12 % და ამონიუმოან სასუქების 30-40 %.

ადრე ეგონათ, რომ მცენარეები ითვისებენ აზოტიანი სა-სუქების 60-70 % შეტანის წელს. შემდგომში დადგინდა, რომ ეს სიდიდე მხოლოდ 40 %-ია, მაგრამ სასუქების შეტანით, მცენარეები აძლიერებენ ნიადაგის სასუქის შეთვისებას 20-30 %. ნიადაგში შეტანილი აზოტიანი სასუქები, პრაქტიკულად ერთ სავეგეტაციო სეზონზე იხარჯება. ნაწილი შეითვისება მცენარეთა მიერ, ნაწილი განიცდის იმობილიზაციას, ნაწილი კი ჩაირეცხება ნიადაგიდან და დენიტროფიკაციის შედეგად გადავა ატმოსფეროში. ამიტომ აზოტიანი სასუქების მოქმედე-ბა აღირიცხება შეტანის წელს, შემდეგქმედება არ აღირიცხე-ბა.

### 5.1.5. აზოტიანი სასუქების დანაპარების შემცირების ხერხები

აზოტიანი სასუქების ეფექტიანობის გადიდება დაკავშირებულია ერთის მხრივ, მცენარეთა მიერ აზოტის მოხმარების პროდუქტიულობით, მეორეს მხრივ – მისი დანაკარგების შემცირებით. ეს ამოცანა გადაიჭრება მცენარეთა აზოტით კვების პირობებისა და რეჟიმის ოპტიმიზაციით და აგროტექნიკური და მედიორაციული ღონისძიებების სრულყოფით, ესენია:

- აზოტიანი სასუქების ოპტიმალური დოზებისა და ფორმების გამოყენება–

მცენარეთა ბიოლოგიური თვისებებისა და სასუქების თვისებების გათვალისწინებით;

ნიადაგურ-კლიმატური პირობების გათვალისწინება;

მცენარის კვების დიაგნოსტიკის შედეგების გათვალისწინებით.

აზოტიანი სასუქების ოპტიმალური დოზების განსაზღვრა, ძირითადად ხდება მინდვრის ცდების საფუძველზე. ბოლო პერიოდში, სულ უფრო მეტ გავრცელებას პოულობს აზოტის დოზების ოპტიმიზაციაში ნიადაგში მინერალური აზოტის შემცველობის გათვალისწინების მეთოდი. (N-NO<sub>3</sub>+N-NH<sub>4</sub>) აზოტის ეფექტური დოზები სხვადასხვა კულტურებისათვის დამოკიდებულია ზონის ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებზე, ამიტომ აზოტის ოპტიმალური დოზების გაანგარიშების მეთოდის ყველა მოდიფიკაციები ატარებენ რეგიონალურ თავისებურებებს.

აზოტიანი სასუქების დოზების ოპტიმიზაციაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს სასუქების შეტანის ვადის იმ პერიოდთან მიახლოება, როცა მცენარეები მაქსიმალურად ითვისებენ აზოტს, აგრეთვე ნელა – მომქმედი და კაფსულირებული აზოტიანი სასუქების გამოყენება. ამავე მიმართულებით არის საჭირო – ნიტრიფიკაციის ინგიბიტორების გამოყენება, რომლებიც ზღუდავენ ნიტროფიკაციის ბაქტერიების მოქმედებას და სასუქების აზოტის შენარჩუნებას ამონუმის ფორმაში.

ასევე დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებიდან გამომდინარე მუავე ნიადაგების მოკირიანებას, რაც აუმჯობესებს მცენარეთა ზრდა-განვითარებას და აძლიერებს აზოტის შეთვისებას მათ მიერ.

### 5.1.6. ბიოლოგიური აზოტი მიწათმოქმედებაში

უმაღლეს მცენარეთა და მიკროორგანიზმების ურთიერთქმედება ფართოდ არის გავრცელებული. დადგენილია, რომ მცენარეთა ქსოვილებში და ჭურჭლოვან სისტემებში ჩასახლებულია ენდოფიტური მიკროორგანიზმების დიდი რაოდენობა, სასურსათო უზრუნველყოფისათვის ცილების საკმაოდ რაოდენობის შექმნა შეუძლებელია გადაწყდეს ბიოლოგიური აზოტის გამოყენებლად. ამიტომ სრულად უნდა იქნას გამოყენებული პარკოსანი მცენარეებისა და მიკროორგანიზმების შესაძლებლობანი – მოახდინონ მოლეკულური აზოტის ფიქსაცია ატმოსფეროდან. ატმოსფერული აზოტის მიკრობიოლოგიური ფიქსაცია - ეკოლოგიურად სუფთა გზა არის მცენარის აზოტით მომარაგებაში და სჭირდება ძალიან მცირე ენერგეტიკული დანახარჯები. ბიოლოგიური და მინერალური სასუქების აზოტის ხელსაყრელი შეფარდება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების კვებაში, საშუალებას იძლევა დაბალანსდეს საკვები ელემენტების ბრუნვა მიწათმოქმედებაში და საერთოდ ბიოსფეროში აღიდგეს ბიოგენი კვების ელემენტების რაოდენობას.

სიმბიოზური აზოტფიქსაციის ოდენობა დამოკიდებულია მცენარის აზოტით უზრუნველყოფასა და ფოტოსინთეზის ინტენსიობაზე.

მოლეკულური აზოტი შეადგენს ჰაერის უმეტეს ნაწილს (78 %). თვითოეულ ჰექტარს ფარავს ჰაერის ფენა, რომელშიც 80 ათასი ტონა აზოტია, რომელიც პრაქტიკულად მიუწვდომელია უმეტესობა მცენარეებისათვის. მოლეკულური აზოტი ქიმიურად ინერტულია.

საწარმოო პირობებში, აზოტის აღადგენა ამონიაკამდე საჭიროებს მაღალი ტემპერატურას და წნევას. ბიოლოგიურ

სისტემებში კი აირისებრი აზოტის შეკვრა მიმდინარეობს ნორმალური ატმოსფერული წნევისა და ტემპერატურის პირობებში ნიადაგის მიკროორგანიზმები, რომლებიც აზოტის ფიქსაციას ახდენენ, ორ ჯგუფად იყოფა: ავტოტროფები და ჰეტეროტროფები.

ავტოტროფებს მიეკუთვნებიან - ციანობაქტერიები და ფოტოსინთეზის მწარმოებელი ანაერობული ბაქტერიები. ისინი აქტიურია მხოლოდ ჭარბტენიან ნიადაგებში, სადაც ფიქსირებას ახდენენ წელიწადში 20-50 კგ/ჰა აზოტისა.

ყველა ტიპის ნიადაგებში, როზოსფეროსა და ფილოსფეროში უფრო გავრცელებული და მრავალრიცხოვანია ჰეტეროტროფული აზოტფიქსატორები, ყველაზე კარგად შესწავლილია კოჟრის ბაქტერიები, პარკოსანი მცენარეების ფესვებზე განვითარებული ჰეტეროტროფული სიმბიოტიკური აზოტფიქსატორების და სხვა წარმომადგენლების როლი ბოლომდე გამოცნობილი არ არის.

აზოტის ფიქსაციის უნარი აღმოჩენილია ბაქტერიების დიდ ჯგუფში, რომლებიც სხვადასხვა სისტემატურ ჯგუფშია, გარდა კარგად ცნობილი აზოტო ბაქტერიის, კლოსტრიდუმის, კოჟის ბაქტერიებისა, ეს უნარი აღმოჩენილია სხვებშიც – *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Erwinia*, *Klebsiella* და სხვები.

დადგენილია, რომ ზოგიერთი სარტყლის კლიმატის ზონაში აზოტ-ფიქსატორების ხარჯზე ყოველწლიურად შეიბოჭება არა 3-5კგ. აზოტი ჰექტარზე, როგორც ადრე ითვლებოდა, არამედ არანაკლებ 35-50კგ. ტროპიკებში მათი პროდუქტიულობა 100კგ/ჰა შეადგენს (Умаров М. 1989).

ახალი მეთოდების გამოყენებამ მნიშვნელოვნად გააფართოვა წარმოდგენა აზოტფიქსაციის ეკოლოგიაზე. მნიშვნელოვანია, რომ ყველა მცენარეებში უკლებლივ აღმოჩენილია აზოტფიქსაციის გააქტიურების უნარი, მათთან ასოცირებული ბაქტერიების მიერ (ფესვებზე-რიზოსფერო, და ყლორტებზე-ფილოსფერო) (Умаров М. 1989). ხმელეთის ეკოსისტემებში, აზოტფიქსაციის წლიური ჯამური პროდუქცია შეადგენს 175-190 მილიონ ტონას, რომელთაგან 90-110 მილიონი ტონა მო-

დის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ნიადაგებზე (მიშუსტინი, 1983)\*.

აზოტის ყოველწლიური გამოტანა ნიადაგიდან სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის, შეადგენს 110 მილიონ ტონას, მაშასადამე აზოტის ძირითადი მასა მოსავალში (70-75 %) წარმოდგენილია, ბიოლოგიური და ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციის შედეგად წარმოქმნილი აზოტით.

ბოლო წლებში ჩატარდა კვლევები ნიტროგენაზაზე, ძირითად ფერმენტზე, რომელიც ანსორციელებს აზოტ ფიქსაციას. ნიტროგენაზას თავისებურება არის ის რომ იგი აღადგენს არამარტო მოლეკულურ აზოტს, არამედ სხვა სუბსტრატებსაც, რომელთაც სამმაგი კავშირები აქვთ, ისევე, როგორც მოლეკულურ აზოტს შეკრული აზოტის ატმოსფერული ნაღებებით ნიადაგში მოხვედრა, ხოლო, რომელიც ჭექა – ქუხილის პროცესში მოლეკულურ აზოტს შეკრავს, სტაბილური არის. იგი 2-20 კგ/ჰა არის სხვადასხვა ზონებში.

#### საკონტროლო კითხვები:

- რა იცით აზოტის როლზე, მცენარის სიცოცხლეში.
- როგორია მცენარეთა კვებაში ამონიუმისა და ნიტრატული ფორმის აზოტი?
- როგორია აზოტის ბრუნვის თავისებურებანი მიწათმოქმედებაში?
- აზოტიანი სასუქების მიღების რა წყაროები იცით?
- აზოტიანი სასუქების კლასიფიკაცია და ასორტიმენტი.
- დაახასიათეთ ნიტრატული და მყარი ამიაკური სასუქები.
- დაახასიათეთ თხევადი ამიაკური სასუქები.
- როგორი შედეგნილობა, თვისებები და გამოყენება ახასიათებს შარდოვანას სასუქის?
- დაახასიათეთ ამიაკატები და „კას“-ი.
- რომელ ძნელად ხსნად აზოტიან სასუქებს იცნობთ?
- აღწერეთ აზოტიანი სასუქების ურთიერთქმედება ნიადაგთან.

\* ციტირებულია Б.А. Ягодин и др. Агрохимия, М. “МИР” 2004 г.

- აზოტის სასუქების დანაკარგების შემცირების გზები.
- როგორია ბიოლოგიური აზოტის როლი მცენარეთა კვებაში?
- დაასახელეთ ყველაზე უფრო კონცენტრირებული აზოტის სასუქი და მისი გამოყენების ეფექტიანობა.

## 5.2 ფოსფორიანი სასუქები

### 5.2.1. ფოსფორის როლი მცენარეთა კვებაში

ფოსფორი პირველად აღმოაჩინეს მცენარის ნაცრის შედგენილობაში, შეეცარიელმა მეცნიერმა სოსიურმა. შემდგომში დადგინდა რომ ფოსფორი აუცილებელია ყოველი ცოცხალი ორგანიზმებისთვის, რომ მის გარეშე არ არსებობს არცერთი ცოცხალი ორგანიზმი.

ფოსფორის მოხმარება მცენარეთა მიერ, რამდენიმეჯერ ნაკლებია ვიდრე აზოტის. მისი შემცველობა 0,2-1,0% მცენარის მშრალ მასაში. ფოსფორის განაწილება მცენარეში გვიწვევს, რომ იგი აზოტის თანამგზავრია – იგი მეტია იქ, სადაც მეტია აზოტი. ორივე ეს ელემენტი შედარებით მეტია მცენარის რეპროდუქციულ ორგანოებში და იქ სადაც ინტენსიურად მიდის ორგანული ნივთიერების სინთეზი.

მცენარის პროდუქცია აზოტისა და ფოსფორის ურთიერთშეფარდება დაახლოებით: 1:0,3 არის. საერთოდ შეიძლება ჩაითვალოს, რომ ფოსფორის შემცველობა საშუალოდ არის აზოტის მესამედი.

ფოსფორი მცენარეში არის მინერალური და ორგანული ნაერთების სახით 5-15%-ია, ორგანული 85-95%. მინერალური ფოსფორი წარმოდგენილია ძირითადად ოროფოსფორის მჟავას კალიუმის, კალციუმის, მაგნიუმის და ალუმინის მარილებით. მცენარეთა სიცოცხლეში უფრო მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ორგანულ ნაერთებში შემავალი ფოსფორი: ნუკლეინის მჟავები, ნუკლეოპროტეიდები, ფოსფატოპროტეიდები, ადენოზინფოსფატები, სახაროფოსფატები, ფოსფატიდები, ფი-

ტინი. მათ შორის უმთავრესია ნუკლეინის მჟავები და ადენოზინ-3-ფოსფატი, რომლებიც ახორციელებენ ცილების სინთეზს, მემკვიდრეობის თვისებების გადაცემის და ენერგეტიკულ გაცვლას. მცენარეში ნუკლეინის მჟავები წარმოქმნიან ცილებთან კომპლექსურ ნაერთებს - ნუკლეინოპროტეიდებს.

ფოსფორის განსაკუთრებული როლი მცენარეთა სიცოცხლეში იმაშია რომ ის უჯრედში ენერგეტიკული რეაქციების ძირითადი კომპონენტია. უჯრედში. აქ მთავარია ადენოზინ-3-ფოსფატი, იგი წარმოადგენს უჯრედში ენერჯის აკუმულიატორს. ფოსფატები (ფოსფოლიპიდები) არის ყველა მცენარის უჯრედში. ისინი შედიან ფოსფოლიპიდების მემბრანებში და არეგულირებენ მემბრანების სხვადასხვა ნივთიერების გამტარობას პლაზმალემაში.

მცენარის ყველა ქსოვილებში გვხვდება სახაროფოსფატები რომლებიც მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ მცენარეთა სუნთქვაში და ფოტოსინთეზში. ფოსფორის მნიშვნელოვანი რაოდენობა შედის ფიტინში, რომელიც ბევრია თესლში.

ფოსფორის სიჭარბე იწვევს მცენარის ადრეულ მოხერხებას, იგვიანებს ყვავილობა, მაგრამ ნაყოფები ადრე მწიფდება, განუვითარებელია. მცენარეთა აზოტური და ფოსფორული კვება კავშირშია ერთმანეთთან. ფოსფორის უკმარისობის დროს იზღუდება ცილების სინთეზი, ფოსფორის უკმარისობასთან ყველაზე უფრო მგრძობიარეა მცენარე ახალგაზრდა ასაკში.

### 5.2.2. ფოსფორის წყაროები მცენარეთათვის

ბუნებრივ პირობებში ფოსფორის ძირითად წყაროდ მცენარეთათვის არის ორთოფოსფორის მჟავა, რადგან ნიადაგში არის მოხლოდ ორთოფოსფორის მჟავას მარილები. ორთოფოსფორის მჟავა სამფუძიანია. მას შეუძლია სამი ანიონის  $H_2PO_4$ ,  $HPO_4$  და  $PO_4$  დისოცირება. ნიადაგში მყოფი ყველა ორთოფოსფორის მჟავას ერთმანადაცვლებული მარილები წყალსნაღია და კარგად შეითვისება მცენარეთა მიერ, ხოლო ორ-

ჩანაცვლებული  $\text{CaHPO}_4$  და  $\text{MgHPO}_4$  – წყალხსნადი არაა, მაგრამ იხსნება სუსტ მჟავებში.

ფესვების მიერ გამოყოფილი სუსტი მჟავები და ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციის დროს გამოყოფილი სუსტი მჟავები ხელს უწყობენ მათ ხსნადობას და ისინიც კარგად შეითვისება მცენარეთა მიერ.

სამჩანაცვლებული ორვალენტიანი კათიონებით –  $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2$  წყალში უხსნადია, რის გამოც მცენარეთა უმრავლესობა მას ვერ ითვისებს. განსაკუთრებით ცუდად შეითვისება მცენარეთა მიერ ფოსფორის 3-ვალენტიანი კათიონების მარილები:  $\text{AlPO}_4$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3\text{PO}_4$ ,  $\text{FePO}_4$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3\text{PO}_4$  და სხვები. მჟავე ნიადაგში ისინი შეადგენენ მინერალური ფოსფორის მნიშვნელოვან ნაწილს.

ფოსფორის კარგ წყაროდ მცენარეთათვის ითვლება ორთოფოსფორის მჟავას ანიონები, რომლებიც შთანთქმულია ნიადაგის კათიონების მიერ და შეუძლიათ გამოთავისუფლდნენ გაცვლითი რეაქციების გზით. ფოსფორის ეს ფორმა თითქმის უახლოვდება წყალხსნადი ფორმების შეთვისებადობას.

დადგენილია რომ ზოგიერთ მცენარეებს შეუძლიათ შეითვისონ ორგანული ნაერთების ფოსფორი – მაგრამ ეს პროცესი უმნიშვნელოა. მცენარეთა მიერ შეთვისებული ფოსფორი ძალიან სწრაფად გამოიყენება რთული ორგანული ნაერთების სინთეზისთვის უშუალოდ ფესვებში.

### **5.2.3. ფოსფორის წრებრუნვა და ბალანსი ნიადაგსა და მცენარეში**

აგრონომის მთავარ ამოცანას წარმოადგენს შექმნას საკვები ელემენტების რაციონალური ბრუნვა მიწათმოქმედებაში.

თითოეულ ბიოგენურ ელემენტს აქვს თავისი წრებრუნვის და ბალანსისა სპეციფიკა სისტემაში: ნიადაგი-სასუქი- მცენარე.

ფოსფორს არ აქვს ნიადაგში მისი მარაგის შევსების ბუნებრივი წყაროები, როგორც აზოტს. ამავე დროს უნდა ვი-

ცოდეთ რომ ნიადაგში ფოსფორის ბუნებრივი მარაგები მნიშვნელოვანია. ნიადაგების მხოლოდ მეტრიან ფენაში ფოსფორის შემცველობა 10-35 ტ/ჰა-ს შეადგენს სხვადასხვა შენაერთების სახით.

ფოსფორის გამოდევნას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის სახით შეადგენს 25-40 კგ/ჰა.

ბუნებრივ ბიოგენურებში რომლებისთვისაც დამახასიათებელია ბიოგენური ელემენტების ბრუნვის შეკრული (ე.წ. ბიოლოგიური) ციკლი, მიმდინარეობს ფოსფორის აკუმულაცია ნიადაგის ზედა ჰორიზონტში. მიწათმოქმედებს შეაქვთ ფოსფორის ბრუნვაში არსებითი კორექტივები – ემატება გასავალი მოსავლის სახით და შემოსავალი სასუქების სახით.

**საკვები ელემენტების ბალანსი-** ეს არის ჯამური რაოდენობა ელემენტის ბრუნვის განსაზღვრული რაოდენობის მანძილზე, კონკრეტულ ფართობზე. მისი განსაზღვრისთვის იყენებენ – **ბიოლოგიურ ბალანსის** მაჩვენებელს, რომელიც ახასიათებს მცენარეთა მიერ საკვები ელემენტების გამოტანას, აგრეთვე ნიადაგში დაბრუნებას.

**სამეურნეო ბალანსი** – განსაზღვრავს საკვები ელემენტების გამოტანას მცენარეული პროდუქციით და მათ დაბრუნებას მინერალური და ორგანული სასუქებით.

ფოსფორი ძირითადად გროვდება მცენარის რეპროდუქტიულ ორგანოში და მოსავლის სახით გადის ფართობიდან (2/3) ასევე მცენარეულ (ბზე, თივა) ნარჩენებში (1/3).

აგროცენოზებში ფოსფორის ბრუნვა უფრო მარტივია ვიდრე აზოტისა. ფოსფორის ბალანსს გამავალი სტატიები ძირითადად ხდება მინერალური და ორგანული სასუქების ნიადაგში შეტანით.

### **5.2.4. ფოსფორიანი სასაუქმის წარმოებისთვის საჭირო ნედლეული**

ფოსფორიანი სასაუქმის წარმოება ხდება მისი ბუნებრივი მადნების (აგრომადნები) გადამუშავების გზით. ეს მადნებია – აპატიტები და ფოსფორიტები. მსოფლიოში ფოსფორის

მადნების ძირითადი მარაგები არის მაროკოში, ამერიკის შეერთებულ შტატებში და რუსეთში, მცირე რაოდენობით საქართველოში.

**აპატიტები** – ეს არის ვულკანური წარმოშობის ქანები. არსებობს აპატიტების შემდეგი ფორმები: ფტორაპატიტები, ქლორაპატიტები, კარბონატაპატიტები, ჰიდროქსილაპატიტები. რუსეთში არის აპატიტ-ნეფელის სახით ხიბინში, იგი შეიცავს 30-31% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ს.

**ფოსფორიტები** – წარმოადგენენ დანალექ ქანებს ძირითადად ზღვიური წარმოშობისაა. იგი არის პროდუქტი შორეულ წარსულში ოკეანეებსა და ზღვებში ცოცხალი ორგანიზმების ცოცხალქმედებისა. ე.ი. ორგანული წარმოშობისაა, ფოსფორიტების ძირითადი საბადოები მსოფლიოში გვხვდება ჩრდილოეთ აფრიკაში, ამერიკის შეერთებულ შტატებში და რუსეთში. ცნობილია საქართველოში ფოსფორიტების საბადოები გოდოგანსა და ლეჩხუმში.

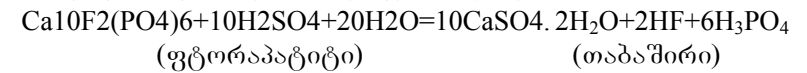
ფოსფორის მსოფლიო უმსხვილესი საბადოები, განეკუთვნებიან დანალექ ქანებს, რომლებიც დაილექა ოკეანის სიღრმეში და შემდგომ ამოიწია ზედაპირზე ან თავიდან დაილექა ზედაპირული წყებით, რომლებმაც გააღწიეს დანალექ ფენებში.

ფოსფორის უმსხვილესი საბადოები ძირითადად შედგება მინერალ ფრანკლიტისაგან-ეს ფტორაპატიტია კალციუმის კარბონატით, რომელსაც შემდეგი ფორმულა აქვს: Ca<sub>10</sub>F<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub> CaCO<sub>2</sub>.

ფოსფორიტული მადანი მოიპოვება ღია ან მაღაროს წესით. მოპოვების და გამდიდრების შემდეგ ფტორაპატიტი გარდაიქმნება ისეთ ფორმაში, რომელიც ეფექტურად გამოიყენება მცენარეთა კვებაში

მიუხედავად იმისა, რომ ფოსფორ მჟავას გარკვეული რაოდენობა გამოიყენება უშუალოდ ნიადაგში შესატანად სარწყავ წყალთან ერთად პრაქტიკულად ის უნდა განიხილებოდეს, როგორც ნედლეული სუპერფოსფატის და ორმაგი სუპერფოსფატის საწარმოებლად. სასუქის მისაღებად გამოიყენება

ნება ექსტრაქტული მეთოდით მიღებული ფოსფორის მჟავა. ძირითადად მიმდინარეობს შემდეგი რეაქცია:



ა.შ.შ საფუძველი ჩაეყარა მაღალ კონცენტრირებული მჟავის წარმოებას, რომელსაც სუპერფოსფორის მჟავას უწოდებენ. მის შემადგენლობაში შემავალი ფოსფორის თითქმის ნახევარი წარმოდგენილია პიროფოსფორის მჟავით და მისი კიდევ უფრო კონცენტრირებული შენაერთებით. სუპერფოსფორმჟავა აგრეთვე გამოიყენება თხევადი სასუქების და მარალი კონცენტრაციის მყარი სასუქების საწარმოებლად.

### 5.2.5. ფოსფორიანი სასუქების კლასიფიკაცია

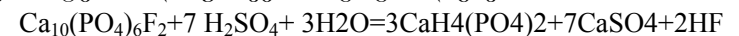
ფოსფორიანი სასუქები- მათი ხსნადობისა და მცენარეთათვის შეთვისების მიხედვით, იყოფა სამ ჯგუფად:

- სასუქები რომლებიც ფოსფორს შეიცავენ წყალში ხსნადი ფორმით – მარტივი და ორმაგი სუპერფოსფატი. ამ სასუქების ფოსფორს კარგად ითვისებენ მცენარეები.

- სასუქები რომლებიც შეიცავენ ფოსფორს წყალში უხსნადი ფორმით – მაგრამ სუსტ მჟავებში ხსნადი ფორმით. (2%-იანი ლიმონის მჟავა) პრეპიციტატი, თომასწიდა, მარტენის ფოსფატწიდა. ამ სასუქების ფოსფორი მისაწვდომია მცენარეთათვის.

- სასუქები რომლებიც შეიცავენ ფოსფორს წყალში უხსნადი ფორმით სუსტ მჟავებში ძნელად ხსნად, მთლიანად ხსნადი ძლიერ მჟავებში (მარილმჟავა, გოგირდმჟავა) ფოსფორიტის ფქვილი, ძვლის ფქვილი, ამ სასუქების ფოსფორი ძნელად-მისაწვდომია უმეტესობა მცენარეებისათვის.

**სასუქები რომლებიც შეიცავენ ფოსფორს წყალში უხსნადი ფორმით-მარტივი სუპერფოსფატი** მიიღება ბუნებრივი ფოსფორიტების დამუშავებით გოგირდმჟავით.



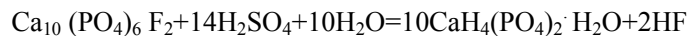
საბოლოო პროდუქტში ყოველთვის არის 5-5.5% თავისუფალი ფოსფორმჟავა. სუპერფოსფატის მისაღებად იღებენ თანაბარ რაოდენობის ფოსფორტის ნედლეულსა და გოგირდმჟავას.

მზა პროდუქტი შეიცავს 19% ფოსფორს. ფოსფორის უმეტესი ნაწილი (88-98%) მცენარეთ მიერ შესათვისებელ ფორმაშია. წყალხსნადი მონოკალციუმფოსფატი და ფოსფორმჟავა (90%) და ლიმონმჟავაში ხსნადი 10-25% საბოლოო პროდუქტია ფხვნილისებრი სუპერფოსფატი.

გააჩნია რიგი უარყოფითი თვისებები მაღალი ჰიგროსკოპულობა, ტენიანობა, შენახვისას სწრაფად კარგავს გაბნევალობას, ნიადაგიდან შეხების შედეგად კარგავს ხსნადობის ხარისხს, ყველა ეს თვისებები მოშორდება როცა ფხვნილისებრი სუპერფოსფატს გადაამუშავებენ გრანულირებული სასუქად. ამჟამად მრეწველობა უშვებს მხოლოდ გრანულირებულ სუპერფოსფატს.

**ორმაგი სუპერფოსფატი (სინონიმები-სამმაგი, კონცენტრირებული სუპერფოსფატი)** – მაღალ კონცენტრირებული ფოსფორიანი სასუქია, რომელიც მიიღება აპატიტების ან ფოსფორიტისაგან ფოსფორმჟავით დამუშავებისას. შეიცავს: ფოსფორს მონოკალციუმფოსფატის სახით;  $[Ca(H_2PO_4)_2]$  და მცირე რაოდენობით (2,5%-მდე). თავისუფალ ფოსფორმჟავას. სქემის ძირითადი განსხვავება მარტივი სუპერფოსფატისაგან არის ის, რომ მასში არ არის თაბაშირი. ორმაგი სუპერფოსფატი შეიცავს 45-49% შესათვისებელ  $P_2O_5$ -ს.

**გამდიდრებული სუპერფოსფატი** მიიღება აპატიტის ნედლეულის გოგირდისა და ფოსფორის მჟავის დაშლით. შეიცავს 23,5-24,5%  $P_2O_5$ -ს.



**სუპერფოსი** ახალი კონცენტრირებული ფოსფორიანი სასუქია, გააჩნია გახანგრძლივებული მოქმედება, მიიღება მჟავებით ( $H_2SO_4 + H_3PO_4$ ) ქიმიური გამდიდრებისა და აქტივობის გზით, ფოსფორიტის ფქვილის დამუშავებით. სუპერფოსი გა-

მოდის გრანულირებული სახით, შეიცავს 38-40%  $P_2O_5$ %, მათ შორის 19-20% წყალხსნადია.

**სასუქები რომლების შეიცავენ ფოსფორს წყალში უხსნადს, მაგრამ სუსტ მჟავეებში ხსნადს- პრეციპიტატი** (დიკალციუმ ფოსფატი)  $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$  მიიღება ორთოფოსფორის მჟავის კირის რძის დამატებით. მას მოიხმარენ ძირითად საკვები ფორმით და მცირედ მცენარეთა სასუქად. შეიცავს 25-35% ლიმონმჟავასხნად  $P_2O_5$ -ს. საკვები პრეციპიტატი კი შეიცავს 0.2%  $P_2O_5$ -ს.

**ფტორმოცილებული ფოსფატი-** მიიღება ფოსფორის მადნის თერმული დამუშავებით, რომლის პროცესში აშორებენ ფტორს აირისებრი სახით. მიღებულ პროდუქტში თუ იგი აპატიტისგან დამზადდა არის 30-32% ლიმონმჟავასხნადი  $P_2O_5$ -ს, ხოლო ფოსფორიტისაგან მიღებულში 20-22% ლიმონმჟავასხნადი  $P_2O_5$ , ძირითადად მოიხმარება ცხოველთნ დამატებით საკვებში.

**თომასწოლა** – მიიღება მეტალურგიულ ქარხნებში, როგორც თანმხლები პროდუქტია. შეიცავს 7-8, 16-20%-მდე ლიმონმჟავასხნად  $P_2O_5$ -ს, ასევე იგი შეიცავს მცირე რაოდენობით მაკრო და მიკროელემენტებს. გამოიყენება როგორც ძირითადი სასუქი. მას ტუტე რეაქცია გააჩნია და ეფექტიანია მჟავე რეაქციის მქონე ნიადაგზე.

**მარტენის ფოსფატწილა-** წარმოადგენს მეტალურგიული ქარხნების თანა პროდუქტს. იგი ღარიბია ფოსფორით და შეიცავს 8-12%  $P_2O_5$ -ს ლიმონმჟავაში ხსნად ფორმას. გააჩნია ძლიერი ტუტე რეაქცია, გამოიყენება მჟავე ნიადაგებზე.

**სასუქები რომლებიც შეიცავენ ფოსფორის სუსტ-მჟავეებში ძნელად ხსნადი ფორმით, მაგრამ ძლიერ მჟავეებში ხსნადი სახით- ფოსფორიტის ფქვილი** –იგი წერილად დაფქვილი ფოსფორიტია. გამოიყენება მჟავე ნიადაგებზე, ყველაზე უფრო იაფი სასუქია. I-ხარისხის სასუქებში  $P_2O_5$ -ს შემცველობა 28-30%, II-ხარისხის სასუქში 22-24% III-ხარისხის სასუქში 19-21%. არაჰიგროსკოპიულია, კარგად ინახება.

მასში ფოსფორი არის, ისე როგორც ბუნებრივ ფოსფატებში – ფოტორაპატივის ფორმით- $[Ca_3(PO_4)_2]$ ნა. ამ სასუქის ეფექტიანობა დამოკიდებულია ძირითადად ნიადაგის მჟავიანობაზე. მჟავე არეში იგი თანდათან გადადის სამკალციუმიან ფოსფატში, რომელიც უფრო ხსნადია.

#### **5.2.6. ფოსფორიანი სასუქების ურთიერთქმედება ნიადაგში**

ფოსფორიანი სასუქების ხსნადობა აზოტიან და კალიუმიან სასუქებთან შედარებით დაბალია. ნიადაგში ფოსფორიანი სასუქის შეტანის შემდეგ, ფოსფატ-იონი თანდათან გადადის სხვადასხვა ნარეუბში. ეს პროცესი ძალიან ნელა მიდის. ფოსფორის ტრანსფორმაციას ნიადაგში განაპირობებს: ქიმიური შთანთქმა კალციუმის, კალიუმის, მაგნიუმის, რკინის იონების მიერ. ნიადაგის მყარი ფაზის კოლოიდების მიერ ფოსფატიონების შთანთქმა, ბიოლოგიური შთანთქმა მცენარეთა ფესვთა სისტემის და მიკროორგანიზმების მიერ. გაცვლითი შთანთქმა ფოსფატ-იონებისა ხდება დადებითად დამუხტული კათიონების მიერ. ეს პროცესი ძიერია მჟავე ნიადაგებში.

#### **5.2.7. ფოსფორიანი სასუქების ეფექტიანობის გაზომვის ხერხები**

ფოსფორიანი სასუქების ეფექტიანობა უშუალოდ დაკავშირებულია ნიადაგურ-კლიმატური პირობებთან, სასუქების თვისებებსა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების თავისებურებებთან.

ფოსფორიანი სასუქების ეფექტიანობა მნიშვნელოვნად იცვლება ნიადაგის თავისებურებების მიხედვით. იგი განისაზღვრება მასში ფოსფატების შემცველობით. თუ ეს შემცველობა დაბალია, შესაბამისად იზრდება სასუქების ეფექტიანობა და მცენარეთა პროდუქტიულობა. ხოლო კარგად უზრუნველყოფილ ნიადაგზე სასუქების შეტანა არა რაციონალურია. ფოსფორიანი სასუქების გამოყენება აუცილებელია იმ შემთხვევაში, როცა იყენებენ აზოტიანი და კალიუმიანი

სასუქების მაღალი დოზებს, რომ არ დაირღვეს ბალანსი ელემენტების ურთიერთშეფარდებისა (N,P,K) ნიადაგზე რომლებშიც ფოსფატების შემცველობა ცოტაა, ფოსფორიანი სასუქები უნდა შევიტანოთ დოზების თანაფარდობით გადიდებით. ამისათვის სასუქების დოზები გათვლილი უნდა იქნას არამარტო კულტურების გეგმიურ მოსავალზე, არამედ ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებაზეც.

ფოსფორიანი სასუქების ეფექტიანობა დამოკიდებულია აგრეთვე სასოფლო სამეურნეო კულტურების ტენით უზრუნველყოფაზე. მშრალ კლიმატის პირობებში დოზები უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ფოსფორიანი სასუქები ხელს უწყობენ ნიადაგის ტენის ეკონომიურ ხარჯვას.

ფოსფორის ძირითადი შეტანა დამოკიდებულია შემდეგ ფაქტორებზე: შეტანის ვადა, სიღრმე, სასუქის ფორმა, (ხსნადობა) დოზა და სხვა ელემენტებთან თანაფარდობა.

შეტანის ვადა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ძნელად ხსნადი ფორმებისთვის, მათი შეტანა უნდა მოხდეს, ადრე, შემოდგომით. სამჩანაცვლებელი ფოსფატების ნაწილმა მოასწროს ტრანსფორმაცია სავეგეტაციო სეზონამდე.

შეტანის სიღრმე უნდა გავითვალისწინოთ ისეთი, რომ მცენარეთა ფესვთა სისტემის გავრცელების აქტიურ ზონაში შევქმნათ ფოსფატების მარაგი. ფოსფორიანი სასუქების დოზები მერყეობს 35-45, 90-120 კგ/ჰა  $P_2O_5$  დამოკიდებულია ნიადაგის ნაყოფიერებაზე და კლიმატურ პირობებზე. ფოსფორიანი სასუქების წყალხსნადი ფორმები გამოიყენება ყველა ტიპის ნიადაგებზე. მათი ეფექტიანობა დამოკიდებულია იმაზე, რომ შევამციროთ მათი დანაკარგები ნიადაგიდან ჩარეცხვით, ამისათვის უნდა გამოვიყენოთ გრანულირებული ფორმები, ნიადაგში ლოკალური შეტანა. ნახევრად ხსნადი (ლიმონმჟავა ხსნადი) ასევე გამოიყენება ყველა ტიპის ნიადაგებზე და ყველა კულტურების ქვეშ. მაგრამ მათი ეფექტიანობა უფრო მაღალია მჟავე რეაქციის მქონე ნიადაგებზე. აქვე უმჯობესია გამოვიყენოთ თომასწიდა და ფოსფატწიდა მათი ტუტე რაქციის გამო. ასევე პერსპექტიულია ძნელად ხსნადი ფოსფო-

რიანი სასუქის- ფოსფორიტის ფქვილის გამოყენება მუავე ნი-  
ადაგებზე.

#### საკონტროლო კითხვები:

- აღწერეთ ფოსფორის მნიშვნელობა მცენარეთა ზრდა-განვითარებაში?
- აღწერეთ ფოსფორის ფორმები და შემცველობა მცენარეში?
- რომელი შენაერთებია ფოსფორის წყარო მცენარეთათვის?
- დაახასხველეთ ფოსფორის წრებრუნვა და ბალანსი მიწათმოქმედებაში?
- რა არის ფოსფორიანი სასუქების მიღების წყაროები, სადა არის გავრცელებული მისი აგრომაღნი მსოფლიოში?
- დააჯგუფეთ ფოსფორიანი სასუქები?
- დაახასიათეთ მარტივი და ორმაგი სუპერფოსფატის თვისებები და გამოყენების წესი.
- დაახასიათეთ ფოსფორიანი სასუქების სხვა ფორმების თვისებები და გამოყენების თავისებურებანი.
- დაახასიათეთ ფოსფორიტის ფქვილის გამოყენების პირობები.
- დაახასიათეთ ფოსფორიანი სასუქების ნიადაგთან ურთიერთქმედება.
- ფოსფორიანი სასუქების ეფექტიანობის ამაღლების რა ხერხებს იცნობთ?
- ფოსფორიანი სასუქების რომელი სახეს და ფორმას გამოიყენებთ წითელმიწებზე

### 5.3. კალიუმის სასუქები

#### 5.3.1. კალიუმის როლი მცენარის სიცოცხლეში

კალიუმი, აზოტთან და ფოსფორთან ერთად, მიეკუთვნება მცენარეთა კვების მთავარ ელემენტს. იგი აუცილებელია ყვე-

ლა მცენარეების სიცოცხლისთვის და მიკროორგანიზმებისათვის.

მცენარისათვის კალიუმის მნიშვნელობა პირველმა დაადგინა სოსიურმა 1804 წელს მცენარეთა ნაცრის ანალიზის საფუძველზე. შემდგომში ლიბიხმა დაასაბუთა კალიუმის სასუქების გამოყენების აუცილებლობა.

მცენარეებში კალიუმი იმყოფება იონურ ფორმაში. აქამდე არაა ცნობილი ისეთი ორგანული ნივთიერება რომელშიც იყოს კალიუმი. კალიუმი ძირითად უჯრედის ციტოპლაზმაში და ვაკუოლებშია. კალიუმი მჭიდროდაა დაკავშირებული პროტოპლაზმის ცხოველყოფილობასთან, რაც განაპირობებს მის დაგროვებას ფოთლებსა და მერისტემულ ქსოვილებში. მისი გადამოძრავება ხდება ქსილემითაც და ფლოემითაც.

კალიუმი სუფთა სახით მიიღო მეცნიერმა დევიმ 1807წ. KOH-ის ელექტროლიზის დროს.

კალიუმის 80% არის უჯრედის წვენში და შეიძლება ადვილად გამოირეცხოს წყლით, განსაკუთრებით ძველი ფოთლებიდან. დღის განმავლობაში როცა მცენარეში აქტიურად მიმდინარეობს ფოტოსინთეზი და ყველა ბიოქიმიურ პროცესები, კალიუმი მიუხედავად მისი მოძრაობის უნარისა არის განათებული მცენარის უჯრედებში. ღამით როცა ყველა პროცესი ჩერდება კალიუმი შეიძლება გამოიყოს ფესვებიდან და დღისით მზის განათების შედეგად შეიძლება ისევ შთაინთქას მცენარეთა მიერ.

მცენარეთა უჯრედებში კალიუმი იმყოფება 20%-ის რაოდენობით, ციტოპლაზმის კოლოიდებში გაცვლით-შთანთქმულ მდგომარეობაში, ხოლო 1% მიტოქონდრიებში.

მცენარის ახალგაზრდა ორგანოები კალიუმის შეიცავენ 3-5-ჯერ მეტი ოდენობით ვიდრე ძველი ორგანოები. იგი ჭარბობს იმ ორგანოებში სადაც ინტენსიურად მიმდინარეობს ნივთიერებათა ცვლის პროცესები და უჯრედების დაყოფა. ამიტომაც რომ კალიუმს უწოდებენ ახალგაზრდობის ელემენტს. სიმინდის მტვრიანის ნაცარში კალიუმზე 35% მოდის, ხოლო ისეთ ელემენტებზე, როგორცაა კალციუმი, მაგნიუმი,

გოგირდი და ფოსფორი ერთად აღებულად მოდის მხოლოდ 24,7%-ს. კალიუმი ადვილად გადაადგილდება ძველი ფოთლიდან ახალეში.

კალიუმის ფიზიოლოგიური ფუნქციები მრავალფეროვანია. დადგენილია რომ იგი ასტიმულირებს ფოტოსინთეზის მიმდინარეობას. აძლიერებს ნახშირწყლების გადენას ფოთლებიდან, ასევე აძლიერებს შაქრებს და მაღალმოლეკულურ ნახშირწყლების სინთეზს. კალიუმი აძლიერებს მონოსახარიდების დაგროვებას ხეხილოვნებისა და ბოსტნეული კულტურების ნაყოფებში. აგრეთვე სახამებლის დაგროვებას კარტოფილია ტუბერებში. კალიუმი თამაშობს მნიშვნელობან როლს მცენარეში ცილების სინთეზისა და განახლების პროცესში. კალიუმის უკმარისობის დროს ცილების სინთეზი მკვეთრად მცირდება, კალიუმი შთაინთქმება მცენარეთა მიერ კათიონის სახით და ასე რჩება იგი უჯრედში.

კალიუმის უჯრედშიგნითაა კონცენტრაცია ბევრად აღემატება (100-1000) მის კონცენტრაციას ნიადაგის ხსნარში. მისი მოხმარება მცენარეთა მიერ იზრდება და მაქსიმუმს აღწევს ბიოლოგიური მასის ზრდისას.

აზოტისა და ფოსფორისაგან განსხვავებით, კალიუმი მეტია მცენარის ვეგეტატიურ ორგანოებში, ვიდრე რეპროდუქტიულში.

კალიუმის მოყვარე მცენარეები- კარტოფილი, ბოსტნეული კულტურები, შაქრის ჭარხალი, მზესუმზირა მას მოიხმარებენ ბევრად მეტი ოდენობით ვიდრე სხვა კულტურები.

კალიუმის უკმარისობა იწვევს მცენარეში ნივთიერებათა ცვლის დარღვევას, ბევრ ფერმენტის აქტივობის შენელებას, შაქრების და ცილების ცვლის დარღვევას და მცენარეთა პროდუქტიულობის შემცირებას. კალიუმით შიმშილი, პირველ რიგში, გარეგნულად ვლინდება მცენარის კრონის ქვედა იარუსის ფოთლებზე – ისინი ადრე ყვითლდებიან, რაც იწვევს ფოთლის კიდებებიდან, შემდეგ ისინი მუქდებიან და კვდებიან, გარედან შეხედვით ემსგავსებიან დამწვარს, რასაც შეარქვენ “კიდების დამწვრობა”. კალიუმის უკმარისობისას,

კრონის ზედა ნაწილის ფოთლები ჭკნებიან. უფრო ხშირად კალიუმის უკმარისობა მცენარეში ჩნდება ვეგეტაციის შუა პერიოდში, ინტენსიური ზრდის პერიოდში, როცა მისი შემცველობა მცენარის უჯრედში მცირდება 3-5-ჯერ.

კალიუმის სიჭარბეც უარყოფითად აისახება მცენარეთა ზრდასა და დანვითარებაზე. იგი ვლინდება მცენარეთა ფოთლების ძარღვებში უფერული მოზაიკური წერტილების გამოჩენით, რომლებიც შემდეგ მუქდებიან და ფოთლები ცვივა.

### 5.3.2. კალიუმის წრებრუნვა და ბალანსი მიწათმოქმედებაში

კალიუმი ერთერთი ბიოგენური ელემენტია. კალიუმის წრებრუნვა ხმელეთის ბიოცენოზში ძალიან ინტენსიურია. კალიუმის შემცველობა სხვადასხვა ბიოცენოზების ბიომასაში მერყეობს 20-2000 კგ/ჰა ფარგლებში.

ბუნებრივ ბიოცენოზებში საკვები ელემენტების ბრუნვა ჩაკეტილი ციკლის გამო და მცენარეთა მიერ მისი აკუმულაცია, იწვევს ნიადაგის ზედაპირის ჰორიზონტების თანდათანობით გამდიდრებას კალიუმით. აგროცენოზებში კალიუმის ბრუნვა და ბალანსი ძირითადად დამოკიდებულია სამეურნეო საქმიანობაზე. ნიადაგში კალიუმის საერთო მარაგი ბევრად მეტია ვიდრე აზოტის და ფოსფორისა.

კალიუმის ბალანსის ძირითადი გასავალი ნაწილია მისი გამოტანა ნიადაგიდან სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მიერ. ყოველწლიურად სხვადასხვა მცენარეთა მიერ გამოიტანება 40-310 კგ/ჰა კალიუმი.

კალიუმის ნაწილი იკარგება ნიადაგიდან წყლების ინფილტრაციით 2-5%-ის ოდენობით სხვადასხვა მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგში. უნდა აღინიშნოს, რომ გაცვლითი კალიუმის რაღაც ნაწილი ნიადაგში შეიძლება გადავიდეს ფიქსირებულ უცვლად მდგომარეობაში.

ამრიგად ნიადაგში საკვები ელემენტების ბალანსის შესანარჩუნებლად, მათი შორის კალიუმის, მთავარ პირობას

წარმოადგენს მათი ბალანსის გასავალი ნაწილის კომპენსაცია ორგანული და მინერალური სასუქების გამოყენებით.

### 5.3.3. ნედლეული კალიუმის სასუქების წარმოებისათვის

კალიუმის სასუქების წარმოებისათვის ნედლეულს წარმოადგენს ბუნებრივი კალიუმის სასუქები-მინერალების სახით, რომელთა საბადოები არის: ამერიკის შეერთებულ შტატებში, გერმანიაში, საფრანგეთში, კანადაში, ისრაელში, იტალიაში, პოლონეთში, რუსეთსა და სხვაგან. ეს მინერალებია:

>სილვინიტი - 15-25 -  $K_2O$

>კარნალიტი - 17% -  $K_2O$

>კაინიტი - 19% -  $K_2O$

>შენიტი - 23% -  $K_2O$

>ლანგბენიტი - 23% -  $K_2O$

>პოლიგალიტი - 16% -  $K_2O$

>ნეფელინი - 6-7% -  $K_2O$

ყველაზე დიდი საბადო ამ მინერალებისა რუსეთშია - ვერნეკამსკში (მარაგი - 12 მილიარდი ტონა).

### 5.3. 4. კალიუმის სასუქების წარმოება, მათი შედგენილობა და თვისებები

სამრეწველო კალიუმის სასუქები იყოფიან კონცენტრირებულ და ნედლ სასუქებად. კონცენტრირებულია: კალიუმის ქლორიდი, გოგირდმჟავა, კალიუმი, კალიუმის ქლორიდი - ელექტროლიტი, კალიუმის მარილი, კალიმაგნეზია.

ნედლი სასუქებია - სილოვინიტი, კაინიტი.

**სილოვინიტი** -  $nKCl+nNaCl$  - შეიცავს 12-15 %  $K_2O$  და 35-40 %  $Na_2O$ . გამოდის მსხვილად-დაფქვილი (1-5 მმ) ახასიათებს შენახვისას ტენის შეთვისება და გამკვრივება.

**კაინიტი** -  $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O \cdot NaCl$  - ის მინარევებით შეიცავს:  $K_2O$  - 6-7 %,  $MgO$  - 32-35 %,  $Cl$  - 22-25 %,  $Na_2O$  -15-17 %. მიიღება კაინიტის დაფქვით შენახვისას არ იბელტება.

**კონცენტრირებული კალიუმის სასუქები**: - კალიუმის ქლორიდი ( $KCl$ ). ეს არის ძირითადი კალიუმის სასუქი. მასზე კალიუმის სასუქების საერთო წარმოების 80-90%-ს მოდის. ძირითადად მინერალ სილოვინიტისაგან მიიღება სილოვინიტი, რომელიც წარმოადგენს სილოვინიტის ( $KCl$ ) და გალიტის ( $NaCl$ ) ნარევს (ავლომერატს).

ქიმიურად სუფთა კალიუმის ქლორიდი შეიცავს 63%  $K_2O$ . სოფლის მეურნეობისათვის მიწოდებული სასუქი შეიცავს- 57-60 %  $K_2O$ . ამ სასუქის მიღება ხდება ორი წესით: 1. გაღერგიული -  $KCl$ -ის მოშორება  $NaCl$ -საგან.

2. ფლოტაციური - აქაც ხდება  $KCl$ -ის და  $NaCl$ - განცალკევება წყლით. ეს მეორე მეთოდი უფრო გავრცელებულია.

**40%-იანი კალიუმის მარილი**  $KCl+(nKCl \ n NaCl)$  შეიცავს 40%  $K_2O$ , 20 % -  $Na_2O$ , 5%  $Cl$ . მიიღება კალიუმის ქლორიდის მექანიკური შერევით ნედლ კალიუმის მარილებთან - სილოვინიტთან ან კაინიტთან.

**კალიუმის სულფატი** -  $K_2SO_4$  შეიცავს 46-50 %  $K_2O$ . შენახვისას არ იბელტება მიიღება ბუნებრივი პოლიმინერალური მადნების კომპლექსური გადამუშავებით.

ეს არის კონცენტრირებული კალიუმის სასუქი, რომელიც ქლორს არ შეიცავს. მისი გამოყენება პერსპექტიულია ვაზის, თამბაქოს და სხვა ქლოროფობური კულტურების ქვეშ, ფართოდ გამოიყენება მებოსტნეობაში განსაკუთრებით დახურულ გრუნტში, მაგრამ ამ სასუქის თვითღირებულება ყველა სხვა კალიუმის სასუქების ღირებულებაზე მაღალია.

**კალიმაგნეზია** - კალიუმ-მაგნიუმის სულფატი  $K_2SO_4 \cdot MgSO_4$  შეიცავს 30 %  $K_2O$  და 9 %  $MgO$ . მიიღება ბუნებრივი შეინიტი-საგან. ზოგჯერ მას უწოდებენ შეინიტურს.

**კალიმაგი** - კალიუმ-მაგნიუმის კონცენტრატი.  $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ . მიიღება სულფატური კალიუმ-მაგნიუმ შემცველი მინერალებისაგან მათი გამდიდრების გზით. შეიცავს 18-20 %  $K_2O$  და 8-9 %  $MgO$ , არის გრანულირებული არ იბელტება, ეფექტიანობით უახლოვდება კალი-მაგნეზიას.

**ქლორ-კალიუმის ელექტროლიტი** - KCl, NaCl-ისა, MgCl<sub>2</sub>-ის მინარევებით. არის გვერდითი პროდუქტი მაგნიუმის მიღებისას კარნალიტიდან. შეიცავს: 34-42 % K<sub>2</sub>O, 5 % - MgO, 5 % - Na<sub>2</sub>O, 50 %-მდე Cl. იბეღება, ეფექტიანობით უახლოვდება კალიუმის ქლორიდს.

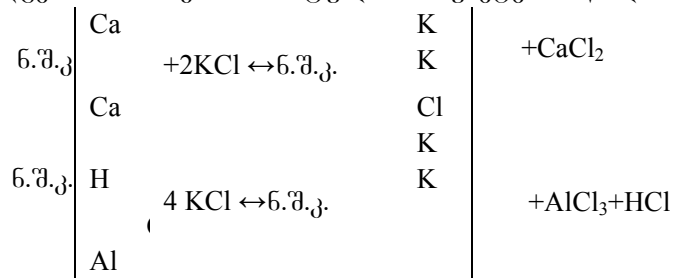
**ცემენტის მტვერი** – ცემენტის წარმოების ანარჩენი, უქლორო სასუქია. შეიცავს 10-15, 35 %-მდე K<sub>2</sub>O, არ იბეღება, ეფექტიანობით უახლოვდება კალიუმის ქლორიდს.

**ღუმელის ნაცარი** – ადგილობრივი კალიუმიან – ფოსფორიან – კირიანი სასუქია, კალიუმს შეიცავს პოტაშის სახით (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). კალიუმის შემცველობა მერყეობს და დამოკიდებულია საწვავის სახეობაზე.

**5.3.5. კალიუმიანი სასუქების ურთიერთქმედება ნიადაგთან**

კალიუმიანი სასუქები წყალში კარგად იხსნებიან. ნიადაგში შეტანისას, ისინი იხსნებიან ნიადაგურ ხსნარში, ხოლო შემდგომში ეს სასუქები ურთიერთქმედებენ ნიადაგის შთანთქმით კომპლექსთან ფიზიკო-ქიმიური გაცვლის წესით, ზოგჯერ კი არაგაცვლითი შთანთქმის გზითაც.

ნიადაგის მიერ კალიუმის კათიონის გაცვლითი შთანთქმა შეადგენს შთანთქმითი მოცულობის უმეტეს ნაწილს.



გაცვლითი რეაქციების შედეგად კალიუმი შთანთქმით კომპლექსში შეიბოჭება გადამოდრავდება და სახნავი ფენიდან გამოირეცხება.

მეორადი პროცესებით კალიუმი ისევ გამოიდევნება ნიადაგის შთანთქმითი კომპლექსიდან. ამ პროცესში აქტიურად

მონაწილეობს მცენარის ფესვთა სისტემა (ფესვების გამონაკოფით).

კალიუმის კათიონები, შთანთქმება რა ნიადაგში გამოდევნიან შთანთქმითი კომპლექსიდან სხვა კათიონების ექვივალენტურ რაოდენობას – კალციუმს, მაგნიუმს, ამონიუმს, წყალბადს, ალუმინსა და სხვებს – ნიადაგის ტიპის მიხედვით. მუავე და ძლიერ მუავე ნიადაგებზე, რომელთა შთანთქმით კომპლექსში არის წყალბადი და ალუმინი, კალიუმიანი სასუქების შეტანისას, შეინიშნება ნიადაგური ხსნარის დამუავება. ასეთ ნიადაგებზე, კალიუმიანი სასუქების ეფექტიანობა მცირდება. არაგაცვლითი კალიუმი ბევრად ნაკლებმოდრავია. მისი გადასვლა ხსნარში და მცენარეთა მიერ შეთვისება – შეზღუდულია კათიონების გაუცვლელი (ფიქსაცია) შთანთქმა ახასიათებს მონტმორილონიტის ჯგუფის თიხა-მინერალებს და ჰიდროქარსებს. არაგაცვლითი შთანთქმა დამოკიდებულია აგრეთვე შეტანილი სასუქის დოზაზე. იგი იზრდება დოზის გადიდებისას. ამ პროცესზე გავლენას პრაქტიკულად არ ახდენს შეტანილი სასუქის ფორმა. კალიუმის უკმარისობისას ადგილი აქვს უკუპროცესს. მცენარეთა მიერ წყალხსნადი და გაცვლითი კალიუმის დახარჯვის კვალობაზე, ფიქსირებული კალიუმი თანდათანობით გადადის მოძრავ ფორმაში.

ინგლისში მრავალწლიანი ცდებით (101 წელი) დადგინეს, რომ მცენარეებმა გამოიტანეს მოსავალით 3-4-ჯერ მეტი კალიუმი. ვიდრე იგი იყო ნიადაგში გაცვლითი ფორმით.

რუსეთში ჩატარებული ცდებით, ეს მაჩვენებელი 2,9 არის. ამ და სხვა ცდებით მტკიცდება, რომ შესაძლებელია კალიუმის გაცვლით ფორმაში მყოფი მარაგების შევსება მისი სხვა ფორმებით.

### 5.3.6. კალიუმის სასუქების გამოტანა სხვადასხვა ნიადაგში

კალიუმის სასუქების ეფექტიანობა დამოკიდებულია ნიადაგის კლიმატურ პირობებისაგან და საოფლო-სამეურნეო კულტურების ბიოლოგიური თავისებურებებისაგან.

კლიმატის გავლენის გეოგრაფიული კანონზომიერებანი ძირითადად გამოიხატება მცენარეთა წყლით და სითბოთ უზრუნველყოფაში. ნიადაგური პირობები კი გამოიხატება ძირითადად კალიუმის შესათვისებელი ფორმით – (წყალხსნადი და გაცვლითი) ნიადაგში არსებული მარაგებით.

კალიუმის სასუქების გამოსაყენებელი დოზების ოპტიმიზაციისთვის საჭიროა შემდეგი პირობები:

>კალიუმის სასუქები გამოყენებული უნდა იქნეს ნიადაგების გრანულომეტრიული შედგენილობის, მცენარეთა ბიოლოგიური თავისებურებისა და სასუქის ფორმის გათვალისწინებით.

>ოპტიმალური დოზების გაანგარიშებისას, მხედველობაშია მისაღები: ნიადაგის გაკულტურების დონე, ბალანსირებული კვების პირობები მცენარეთათვის სხვა საკვები ელემენტებით – განსაკუთრებით აზოტითა და ფოსფორით.

კალიუმის სასუქების ეფექტიანობა იზრდება სუსტი-მჟავე და ნეიტრალური რეაქციის მქონე ნიადაგებზე, ხოლო ძლიერ-მჟავე ნიადაგებზე – იკლებს. ამიტომ მათი მოკირიანება ერთერთი ძირითადი აგრონომიული ხერხია კალიუმის სასუქების ეფექტიანობის ასამაღლებლად. ნაკელის გამოყენება რომელიც თითონ არის კალიუმის წყარო მცენარეთათვის, როგორც წესი აქვეითებს მინერალური კალიუმის სასუქების ეფექტიანობას.

კალიუმის სასუქის ყველაზე მაღალი ეფექტიანობა მიიღწევა მათი ოპტიმალური შეფარდებით აზოტთან და ფოსფორთან სასუქებთან. კალიუმის სასუქის ასორტიმენტში სჭარბობს ქლორის შემცველი ფორმები. მათი ნიადაგში შეტანა მიზანშეწონილია შემოდგომით, რომ ქლორი გავიდეს ნიადაგის სახნავი ფენიდან მომდევნო გაზაფხულამდე, ქლო-

როფობულ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ქვეშ მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ ის კალიუმის სასუქი რომელიც შეიცავს ქლორის მინიმალურ რაოდენობას.

#### საკონტროლო კითხვები:

- > რგორია კალიუმის რელი მცენარეთა სიცოცხლეში?
- > რა იცით მიწათმოქმედებაში კალიუმის წრებრუნვასა და ბალანსზე.
- > დაასახელეთ ყველაზე ძირითადი ბუნებრივი საბადოები კალიუმის მარილებისა?
- > რგორია კალიუმის სასუქების ასორტიმენტი?
- > რგორია კალიუმის ქლორიდის და 40%-იან კალიუმის მარილის თვისებები და გამოყენება?
- > რა იცით  $K_2SO_4$  შესახებ და რა პირობებში გამოიყენებიან ისინი?
- > რაში გამოიხატება კალიუმის სასუქების ურთიერთქმედება ნიადაგთან?
- > რგორია კალიუმის სასუქების ეფექტიანობა სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში?

### 5.4. მიკროსასუქები

მიკროელემენტები მცენარეებში იმყოფებიან პროცენტის ათასი და ასიათასი ნაწილის რაოდენობით, აქტიურად მონაწილეობენ ბევრ ფიზიოლოგიურ და ბიოქიმიურ პროცესში და წარმოადგენენ მცენარეებისათვის კვების აუცილებელ ელემენტებს.

მიკროელემენტების მნიშვნელობისა და როლის თეორიული და პრაქტიკული საკითხების დამუშავებაში დიდი ცნობილი მეცნიერების: ი. პეიგეს, მ. კატალიმოვის, კედროვიჩისმანის, მ. შკოლნიკის და სხვათა როლი.

მიკროელემენტების უკმარისობა მცენარეებში იწვევს რიგ დაავადებებს. შესაბამისი მიკროელემენტების გამოყენებით მიიღწევა არამარტო ამ მიზეზების ლიკვიდაცია, არამედ მოსავლიანობის ამაღლებაც. მიკროელემენტების დადებითი მოქმედება ძალიან მნიშვნელოვანია: ისინი მონაწილეობენ ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში, ნახშირწყლებისა და აზოტის ცვლაში, აღიდევენ მცენარის გამძლეობას დაავადებებისადმი და არახელსაყრელ გარემო პირობებისადმი, მათი გავლენით, ფოთლებში იზრდება ქლოროფილის შემცველობა, ძლიერდება ფოტოსინთეზი, მიკროელემენტები წარმოქმნიან კომპლექსურ ნაერთებს ნუკლეინის მუავებთან და ხელს უწყობენ იონების შერჩევით შეთვისებას გარემოდან.

მანგანუმი ხელს უწყობს ფოსფატების გადაადგილებას ძველი ფოთლებიდან ახლებში, კობალტი მონაწილეობს უჯრედის პლაზმალემის გამტარობის გადიდებაში, აუმჯობესებს მცენარეში აზოტის შესვლას.

მოლიბდენი აძლიერებს მცენარეთა მიერ ფოსფორის შთანთქმას, ასევე აზოტის შეთვისება მცენარეთა მიერ უმჯობესდება სპილენძისა და ბორის დახმარებით, თუთია აღიდეებს უჯრედების მემბრანის განჭვირვალობას კალიუმისა და მაგნიუმის შესვლას. სპილენძი ხელს უწყობს მცენარეში ორგანული ნივთიერებების დაგროვებას. სპილენძით, თუთიით და ბორით უზრუნველყოფისას, მცენარე უფრო კარგად ითვისებს – მაგნიუმს.

მიკროელემენტების შემცველობის დიაგნოსტიკა პირველ რიგში ხდება მცენარეებში მათი შემცველობით, რაც უშუალოდ ნიადაგში მიკროელემენტების მოძრავი ფორმების შემცველობასთანაა დაკავშირებული. თავისმხრივ ნიადაგური პირობები, არეს რეაქცია, ჟანგვა-აღდგენის პოტენციალი, ბიოლოგიური აქტივობა, დედაქანი არსებით გავლენას ახდენენ მიკროელემენტების როგორც შემცველობაზე ასევე მათ შეთვისებაზე. მკავე რეაქციის პირობებში იზრდება მიკროელემენტების Mn, Cu, B, Zn და სხვათა შეთვისების ხარისხი იზრდება ხოლო მოლიბდენის მნიშვნელოვნად მცირდება.

მიკროელემენტების შეთვისებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ძირითადი მინერალური სასუქების (NPK) შეტანა არის რეაქციაზე ზემოქმედებით, სინერგიზმისა და ანტაგონიზმის მოვლენებით. მაგალითად, ფოსფორის შეტანა ამცირებს სპილენძისა და თუთიის შეთვისებას, ზოგ შემთხვევებში აღიდეებს მანგანუმის შეთვისებას. მანგანუმის შეტანა კი აღიდეებს ფოსფორის შეთვისებას.

მიკროსასუქების გამოყენება სოფლის მეურნეობაში არსებითი რეზერვია კულტურულ მცენარეთა მოსავლიანობის გადიდებაში, საშუალოდ – მიკროსასუქები უზრუნველყოფენ მოსავლიანობის ამაღლებას 10-15 % -ით. მიუხედავად მათი ეფექტიანობისა ბოლო პერიოდში აღინიშნება მიკროსასუქების წარმოება-მიწოდების შემცირების ტენდენცია.

მიკროსასუქების დამატებით წყაროებად იყენებენ ზოგიერთ წარმოების ანარჩენებს, მაგალითად მეტალურგიულ წიდეებს, პირიტის ნაშვრებს, და სხვებს.

დაიწყო მიკროსასუქების ახალი ფორმების წარმოება სხვადასხვა ანარჩენებისაგან. ასეთია მიკროსასუქი – ლიგნინის საფუძველზე - „МиБАС“, რომელიც ცელულოზა-ქალაღის წარმოების ანარჩენია. მისი დამახასიათებელია ის, რომ პოლიმერული აფსკის სახით ფარავს მაგალითად თესლს. მასში შედის სპილენძი, თუთია კობალტი „МиБАС“ გამოდის ორი სახის:

➤ გრანულირებული, პროლიგირებული მოქმედების ძირითად სასუქის სახით ნიადაგში შესატანად;

➤ თხევადი სახით, მცენარეთა თესლების დასამუშავებლად-დასაფარავად.

მასში მიკროელემენტების შემცველობა გრანულირებულში 10 %-ია, ხოლო კონცენტრატებში – 13 %. გრანულირებული სასუქის ხარჯი – 50-150 კგ/ჰა, ხოლო თხევადი კომპოზიციის სახით 10-20 კგ/ტ თესლზე.

მიკროელემენტების ნიადაგში შეტანა უმჯობესია ჩატარდეს ძირითად მინერალურ სასუქებთან ერთად – სუპერფოსფატი, ამოფოსი, ნიტროამოფოსკა, კალიუმის ქლორიდი და

სხვა. პერსპექტიულია მიკროელემენტების შეყვანა ხანგრძლივად- მომქმედ სასუქების შემადგენლობაში, მათი წყალში გახსნილი სახით პლანტაციების მორწყვის გზით და სხვა.

მიკროელემენტების ნიადაგში და მცენარეში შემცველობის განსაზღვრით, ადგენენ მიკროელემენტების დოზებს. ეს დოზები მნიშვნელოვნად მცირეა, ვიდრე მაკროსასუქებისა, რაც აძნელებს მათ თანაბარ განაწილებას ფართობზე. ამიტომ უფრო მიზანშეწონილია ისინი გამოყენებული იქნას ძირითად სასუქებზე დანამატების სახით, მაგალითად არსებობს მოლიბდენიზირებული სუპერფოსფატი. იგი შეაქვთ – 50 კგ/ჰა.

**ბორი** - ბუნებაში ფართოდ გავრცელებული ელემენტია. მცენარეებში მისი საშუალო შემცველობა 0.0001 %-ია, ანუ 1მგ – 1 კგ მასაზე. ბორზე მეტ მოთხოვნილებას ავლენენ ორლებნიანი მცენარეები. მცენარეში ბორის მაქსიმალური რაოდენობა ყვავილებშია, განსაკუთრებით მტვრიანებში. მცენარის უჯრედებში, ბორი ძირითადად უჯრედების კედლებშია. ბორი მცენარეთათვის საჭიროა მთელი სიცოცხლის მანძილზე. ბორის უკმარისობა განსაკუთრებით განიცდიან მცენარეთა ახალგაზრდა, მოზარდი ორგანოები. მცენარეებში ბორი აუმჯობესებს ნახშირწყლების გაცვლას, ნუკლეინების გაცვლას და სინთეზს, ითვლება, რომ ბორის ძირითადი ფიზიოლოგიური როლი მდგომარეობს აუქსინებისა და ფენოლური ნაერთების გაცვლით პროცესებში მონაწილეობა. მცენარეებში ბორის უკმარისობის დროს ისინი ზიანდებიან სხვადასხვა დაავადებებით: მშალი სიღამპლე, ფესვის სიღამპლე, ბაქტერიოზი. ბორის სიჭარბე იწვევს მცენარეებში – ტოქსიკოზს. ამ დროს ბორი ჭარბად გროვდება ფოთლებში, მცენარის ქვედა ფოთლები – დამწვარივით არის, განსაკუთრებით კიდევბი.

ბორის შემცველი სასუქების სახით, სოფლის მეურნეობაში გამოიყენება ძირითადად, ბორსუპერფოსფატი და ბორმაგნიუმიანი სასუქები. პირველი წყალხსნად ბორს შეიცავს 0,2 %, მეორე – 2,27 %. სხვადასხვა კულტურების ქვეშ იყენებენ

ბორის სუპერფოსფატის დოზებს 200-300 კგ/ჰა ბორმაგნიუმის სასუქები შეაქვთ სხვა სასუქებთან შერევით 20 კგ/ჰა.

ბორმჟავა (17%) გამოიყენება მცენარეთა არა ფესვოვანი კვების გზით, დოზით 500-600 გრ/ჰა ბალახოვან მცენარეებზე, ხოლო ხეხილოვან კულტურებზე 700-800 გრ/ჰა. აგრეთვე თესვების თესვისწინა დამუშავებისათვის დოზით – 100 გრ – 100 კგ თესვზე.

**სპილენძი** – მისი საშუალო შემცველობა მცენარეებში შეადგენს – 0.0002 % ანუ 2 გრამს -1კგ მასაზე. სხვადასხვა კულტურების მოსავლით, გაიტანება 727 გრ/ჰა. მცენარეში სპილენძი ძირითადად, თავმოყრილია მცენარის მოზარდი ნაწილები და თესვები. სპილენძის მთელი რაოდენობის (მცენარეში) 70 % -არის ფოთლებში-ქლოროპლასტებში. სპილენძის ფიზიოლოგიური როლი გამოიხატება მისი მონაწილეობით ცილებში და ფერმენტებში.

სპილენძის უკმარისობის დროს, მცენარეები პირველ რიგში, უარყოფითად მოქმედებს ფერმენტებზე. იწვევს აგრეთვე მცენარის ზრდის შეფერხებას, ქლოროზს, ტურგორის დაკარგვას და მცენარეთა ჭკნობას, ყვავილობის დაგვიანებას.

სპილენძის საერთო შემცველობა სხვადასხვა ნიადაგებში მერყეობს – 0.1-150 მგ/კგ ნიადაგზე. ნიადაგის სახნავ ფენაში მოძრავ ფორმაში არის სპილენძის ორვალენტანი კათიონი გაცვლით შთანთქმულ მდგომარეობაში. სპილენძი არის აგრეთვე ნიადაგის მინერალებისა და ორგანული ნივთიერებების შედგენილობაში. სპილენძი რკინისა და ალუმინის ჰიდროქსიდებთან და მანგანუმის მჟავასთან ქმნის მდგრად კომპლექსებს.

მჟავე ნიადაგების მოკირიანება ამცირებს სპილენძის შეთვისებას მცენარეთა მიერ, რადგან სპილენძი შთანთქმება კირის მიერ. კირი კი ხელს უწყობს ტუტე რეაქციის შექმნით სპილენძის კომპლექსური ნაერთების შექმნას ორგანული ნივთიერებების მონაწილეობით.

პერსპექტივაში, სოფლის მეურნეობის მოთხოვნილება სპილენძიან სასუქებზე მიზანშეწონილია დაკმაყოფილდეს შაბიამნის ( $\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) და სპილენძ-კალიუმიანი სასუქებით.

**მანგანუმი** – ყველა მცენარისათვის აუცილებელი ელემენტია. მისი საშუალო შემცველობა მცენარეებში შეადგენს - 0.001 %-ს ან 10 მგ 1 კგ მასაზე. მცენარეში მისი ძირითადი როლდენობა თავმოყრილია ფოთლებსა და ქლოროპლასტებში.

მანგანუმი მიეკუთვნება მაღალი უანგვა-აღდგენითი პოტენციალის მქონე ლითონებს და შეუძლია ადვილად მიიღოს მონაწილეობა ბიოლოგიურ უანგვის პროცესებში. კვლევებით დადგენილია მანგანუმის პირდაპირი მონაწილეობა ფოტოსინთეზში. მანგანუმი მცენარეში ადიდებს შაქრების და ქლოროფილის შემცველობას, აუმჯობესებს შაქრების გადინებას, აძლიერებს სუნთქვის ინტენსიურობას.

მანგანუმის მწვავე უკმარისობის დროს, აღინიშნებოდა ნაყოფმსხმოიარობის სრული შეწყვეტა, მანგანუმი აჩქარებს მცენარეთა განვითარებას, მისი უკმარისობის დროს აღინიშნება ქლოროზები, რუხი ლაქიანობა.

ნიადაგში მანგანუმის მნიშვნელოვანი როლდენობით შემცველობის მიუხედავად (0,1-1%), მისი ძირითადი ნაწილი ძნელად ხსნად მდგომარეობაშია. მუავე ნიადაგებში იგი წარმოქმნის რკინის ჰიდროქსიდებთან რკინიან-მანგანუმიან კონსტრუქციებს. ნიადაგში მისი მაღალი შემცველობის გამო, ნიადაგურ ხსნარში მისმა შემცველობამ შეიძლება მიაღწიოს 2200მგ/ლ-ს და წარმოქმნას ფულმომუავებთან კომპლექსები. ნიადაგის არეს რეაქციის (pH- 6-8) ფარგლებში, მანგანუმი გადადის ძნელად ხსნად ნაერთებში და მცენარეები განიცდიან მის უკმარისობას. ამის თავიდან ასაცილებლად, პრაქტიკაში ფართო გავრცელება მიიღო რკინისა და მანგანუმის ხელატებმა, რომლებიც წყალში გახსნილი, მორწყვის სახით ფესვგარეშე გამოკვების ჩასატარებლად. საზღვარგარეთის ქვეყნებში მიკროელემენტების ხელატები ფართოდ გამოიყენება. მანგანუმიან სასუქებად გამოიყენება ძირითადად მანგა-

ნუმის წარმოების ანარჩენები, რომლებიც შეიცავენ 10-18 % Mn.

მანგანუმის ნიადაგში შეტანისას, მისი დოზა შეადგენს 2,5 კგ Mn სოფლის მეურნეობისათვის მოსახერხებელია და საჭიროა გოგირდმუავე – მანგანუმის სასუქი მცენარეთა ფესვგარეშე გამოკვებისა და თესვების დასამუშავებლად. მინდვრის კულტურების გამოკვებისათვის გამოიყენება დოზა – 200 გრ/ჰა, ხოლო ხეხილოვანი კულტურების შესასხურებლად – 600-1000 გრ/ჰა.

**მოლიბდენი** – მოლიბდენის ყველაზე მეტი შემცველობა აღინიშნება პარკოსან მცენარეებში, ხოლო საერთოდ მცენარეებში მისი შემცველობა მერყეობს 0,1-300 მგ 1 კგ მშრალ მასაზე. მოლიბდენი მცენარეებს სჭირდებათ უფრო ნაკლები როლდენობით, ვიდრე – ბორი, მანგანუმი, თუთია და სპილენძი. იგი ლოკალიზებულია მცენარის ახალგაზრდა მოზარდ ორგანოებში. მას ფოთლები შეიცავენ მეტს ვიდრე დეროები და ფესვები. იგი ბევრია აგრეთვე ქლოროპლასტებში.

უმეტესობა მცენარეებისათვის, მოლიბდენის შემცველობის ქვედა ზღვარია – 0,10 მგ 1 კგ მშრალ მასაზე, ხოლო პარკოსნებისათვის – 0,4 მგ 1 კგ მშრალ მასაზე. ამ ზღვარს ქვემოთ უკვე ჩნდება უკმარისობის გარეგნული ნიშნები. მცენარეებში მოლიბდენი შედის ფერმენტ ნიტრორედუქტაზას შედგენილობაში და არის მისი აუცილებელი კომპონენტი, მონაწილეობს რა ნიტრატების აღდგენაში ნიტრატებად. მოლიბდენს შეიძლება ვუწოდოთ მცენარეებში აზოტის ცვლის მიკროელემენტი, რადგან იგი შედის აგრეთვე ფერმენტ – ნიტროგენაზას შედგენილობაში, რომელიც მონაწილეობს აზოტის ბიოლოგიურ ფიქსაციაში. ამით აიხსნება მისი განსაკუთრებული მნიშვნელობა პარკოსანი მცენარეებისათვის. მოლიბდენის უკმარისობისას საკვებ არეში, მცენარეებში ირღვევა აზოტოვანი ნივთიერებების გარდაქმნა და დაგროვება. მოლიბდენის გავლენით, პარკოსანთა კოჟრებში ძლიერდება დეჰიდროგენაზის აქტივობა, რომელიც უზრუნველყოფს წყალ-

ბადის უწყვეტ შედინებას, რაც საჭიროა ატმოსფეროს აზოტის შებოჭვისათვის.

მოლიბდენი მონაწილეობს - ნუკლეინის მჟავების, ფოტოსინთეზის, სუნთქვის, პიგმენტების და ვიტამინების ბიოსინთეზის პროცესებში. მისი უკმარისობის დროს ნელდება მცენარის ზრდა, პარკოსანი კულტურების ფესვებზე ფერხდება კოჟრების განვითარება. მცენარეები იღებენ მკრთალ - მწვანე შეფერვას, ფოთლების ფირფიტა განიცდის დეფორმაციას და საბოლოო ჯამში ფოთლები კვდება.

მოლიბდენის მაღალი დოზები ძლიერ ტოქსიკურია მცენარეთათვის. მოლიბდენის მნიშვნელოვანი შემცველობა - 1 მგ 1 კგ მშრალ მასაზე სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაში, საზიანოა ადამიანისა და ცხოველის ჯანმრთელობისათვის. თუ მცენარეულ პროდუქციაში მოლიბდენის შემცველობა აღწევს 200 მგ 1 კგ მშრალ ნივთიერებაზე - ცხოველებს ემართებათ მოლიბდენის ტოქსიკოზი, ხოლო ადამიანს ენდემური ნიკრისის ქარი. ნიადაგებში მოლიბდენის საერთო რაოდენობა შეადგენს 0,2-2,40 მგ-ს, ხოლო მოძრავი ფორმების 0,10-0,27 მგ 1 კგ ნიადაგზე. საერთო რაოდენობის 8-17% შეადგენს მოძრავი მოლიბდენის რაოდენობას.

ჩვეულებრივ, მოლიბდენი ნიადაგში იმყოფება დაუხანგულ ფორმაში - კალციუმისა და სხვა ელემენტების მოლიბდატების სახით. მჟავე ნიადაგებში (pH<5.5) მოლიბდენი წარმოქმნის ძნელად ხსნად შენაერთებს ალუმინთან, რკინასთან, მანგანუმთან, ხოლო ტუტე ნიადაგებში - კარგად-ხსნად ნაერთს - ნატრიუმის მოლიბდატს.

მოლიბდენის წყალხსნად ფორმების რაოდენობა იზრდება მჟავიანობის ნეიტრალიზაციის კვალობაზე.

მოლიბდენიანი სასუქების გამოყენებიდან ეფექტიანია თესლების თესვისწინა დამუშავება 100 კგ მსხვილ თესლებზე საჭიროა ამონიუმის მოლიბდატის საჭიროა ამონიუმის მოლიბდატის 25-50 გრ. წვრილ თესლებზე კი დოზა იზრდება.

ფესვგარეშე გამოკვებისათვის იყენებენ დოზას - ამონიუმის მოლიბდატი - 200 გრამი 1 ჰექტარზე, ხეხილოვან კულტურებზე - 200-600 გრ/ჰა.

პერსპექტიული სასუქის ფორმა არის - მოლიბდენიზირებული სუპერფოსფატი დოზით 50 კგ/ჰა, მცენარეთა რიგებში შეტანით ან 50-100 გრამი მოლიბდენი.

**თუთია** - თუთიის გამოტანა მინდვრის კულტურების მოსავლით, შეადგენს 75-2250 გრ/ჰა. სარეველა მცენარეები შეიცავენ მეტ თუთიას, ვიდრე კულტურული მცენარეები. თუთიის მაღალი შემცველობა არის აგრეთვე შხამიან სოკოებში, წიწვიან ხემცენარეებში. თუთიაზე მოთხოვნილება მეტი აქვთ ხეხილოვან მცენარეებს.

თუთიის უკმარისობის დროს ნიადაგში და მცენარეში არაორგანული ფოსფორი ნელანელა გადადის ორგანულ ფორმაში. დიდი მნიშვნელობა აქვს თუთიას ქლოროფილის წინასტრუქტურების და ფოტოსინთეზის პროცესებში.

ამჟამად ცნობილია 200 ფერმენტი, რომელთა აქტივიზირება ხდება თუთიის მიერ. თუთიის უკმარისობისას მცენარეებში გროვდება რედუცირებული შაქრები და მცირდება საქაროზის და სახამებლის შემცველობა, გროვდება ორგანული მჟავები, მცირდება აუქსინის შემცველობა, ორღვევა ცილების სინთეზი, გროვდება აზოტოვანი არაცილოვანი ხსნადი ნაერთების - ამიდები და ამინომჟავები.

თუთიის უკმარისობის დროს მკვეთრად (2-3 ჯერ) იზღუდება უჯრედების დაყოფა თუთიის უკმარისობისას, პირველ რიგში გრძნობენ ხეხილოვნები, განსაკუთრებით - ციტრუსოვანი კულტურები, რომელთაც უვითარდება ფოთლების დაქიანობა- თუთიის უკმარისობის დროს სიმინდს გაუფერულდება, ქლოროზი, ტომატს - წვრილფოთლიანობა და ფოთლების დეფორმაცია. ყველა მცენარეები ანელებენ ზრდას, თუთიის უკმარისობა ვლინდება თითქმის ყველა ტიპის ნიადაგზე.

თუთიის უკმარისობას აძლიერებს ფოსფორიანი სასუქების მაღალი დოზების გამოყენება. თუთიის უკარისობა უფრო ხშირად ვლინდება ნეიტრალურ და სუსტი-ტუტე რეაქციის

მქონე ნიადაგებზე, მაჟუნ რეაქციის მქონე ნიადაგებზე, თუთია უფრო მოძრავია და შესათვისებელია მცენარეთათვის. თუთიის შემცველი სასუქების გამოიყენება მაშინ, როცა თუთია მოძრავ ფორმაში ნიადაგში არის 0,2-1,0 მგ-ია. თუთიანი სასუქების სახით იყენებენ მრეწველობის ზოგიერთ ანარჩენებს – გოგირდმჟავა თუთია (22,6 % თუთია) და პოლიმიკროსასუქებს – ПМУ-7 - შეიცავს 19,6 % თუთიის ოქსიდს 17,4 % - სილიკატურ თუთიას, 21,1 % ალუმინის ოქსიდს.

**კობალტი** – კობალტის საშუალო შემცველობა მცენარეებში არის – 0.0002 %. მისი რაოდენობა შეიძლება მერყეობდეს 0,021-11,6 მგ 1 კგ მშრალ მასაზე. პარკოსან კულტურებში მისი შემცველობა მეტია. კობალტი გროვდება მცენარის გენერაციულ ორგანოებში, კერძოდ მტვრიანებში.

მცენარეებში კობალტის 50 % იმყოფება იონურ ფორმაში, 20 % კობამიდური ნაერთების სახით და ვიტამინ B<sub>12</sub>-ს შედგენილობაშია, რომელიც წარმოიქმნება კოჭრებში.

კობალტი მიეკუთვნება ლითონებს, რომლებიც იცვლიან ვალენტობას, რაც განაპირობებს მის მაღალ აქტივობას, განსაკუთრებით ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში, აგრეთვე კოჭრის ბაქტერიების მუშაობაში აზოტფიქსაციის პროცესში.

ნიადაგურ ხსნარში კობალტის შემცველობა 0,3-87,0 მკგ/ლ ფარგლებშია, ნიადაგის პროფილში კობალტის განაწილებაზე გაველენას ახდენს ორგანული ნივთიერებები და იონები – მონტრლმოდინიტი და ლამის ფრაქცია კარგად შთანთქმავს მას. კობალტის ორგანული ხელიტები – მოძრავია. მოძრაობენ ნიადაგში და ადვილად შესათვისებელია მცენარეთა მიერ.

კობალტიანი სასუქები გამოყენებული უნდა იქნას ნიადაგში მისი შემცველობის – 2,5 მგ/კგ დროს. ნიადაგში კობალტის შესატანი დოზა არის 200-400 გრ/ჰა – სუფთა ელემენტზე გათვლით. თესვების დასამუშავებლად გამოიყენება გოგირდმჟავა კობალტის 0,01-0,10 ხსნარით.

**სელენი** – ჯერჯერობით ამ ელემენტის მცენარეებისათვის საჭიროების აუცილებლობა არაა დადგენილი, მაგრამ

ცხოველებისათვის იგი სასიცოცხლო მნიშვნელობისაა. სელენის უკმარისობა ადამიანზეც მოქმედებს- წარმოიშობა დაავადება- კარდიომიოპეტიო- ონკოლოგიური დაავადება, ხოლო ცხოველები ავადდებიან კუნთების დისტროფიით.

სელენის უკმარისობა საკვებში და წყალში იწვევს თირკმელების გადაგვარებას. იმუნიტეტის შემცირებას და გონებრივი მოქმედების დაცემას. ბავშვებში ადამიანის დღე-ღამური მოხმარება სელენისა შეადგენს 40-220 მკგ- ს. სელენის დეფიციტის კორექცია ორგანიზმში – სელენით გამდიდრებული მცენარეული პროდუქციის მიღება.

ევროპისა და აზიის ბევრ ქვეყანაში შედგენილია მსხვილმასშტაბიანი რუკები სელენის შემცველობაზე – ნიადაგში, წყალში, მცენარეებში და მისი შემცველობის მიხედვით და არეგულირებენ სელენის შემცველობას საკვებში.

მოსკოვის სასოფლო-სამეურნეო აკადემიაში ჩატარებული ცდებით დაადგინეს, რომ კორდიან-ეწერიან ნიადაგებზე ნიადაგში სელენის შეტანა დოზებით 25-100 მკგ/კგ ნიადაგზე ზრდის სელენის შემცველობას სასოფლო-სამეურნეო კულტურებში, განსაკუთრებით ნიორში.

მსოფლიო პრაქტიკაში, მემცენარეობის პროდუქციის სელენით გასამდიდრებლად იყენებენ სელენის შემცველი მასალებს – სელენატებს და სელუნიტებს. ნიადაგში შეტანით ფესვგარეშე კვებისა და თესვების დამუშავებით. ყველაზე უფრო პერსპექტიულია სელენის შეტანა ნიადაგში მაკროსასუქებთან ერთად.

**ლითიუმი** – არის ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი ელემენტი მცენარეთა ცხოველქმედებისათვის- შეუძლია იმოქმედოს როგორც აქტივატორი, ან ინგიბიტორი სხვადასხვა პროცესებში. იგი ახდენს გაველენას ცილების შემცველობასა და ჰეტეროგენულ შედგენილობაზე და ნუკლეინის მჟავებზე. იგი აძლიერებს ფოტოსინთეზის ინტენსიურობას, სპეციფიკურია მისი როლი ალკალიდების ცვლაში, ადიდებს მცენარეში ასკორბინის მჟავას შემცველობას.

დადგენილია ლითიუმის აუცილებლობა ადამიანისა და ცხოველთა ორგანიზმებისათვის. სხვადასხვა დაავადებების დროს ლითიუმი მოქმედებს ორგანიზმის ნეირორეგულაციურულ სისტემაზე, სხვადასხვა ჰიპერტონების დროს, ლითიუმი ახდენს ანტიტრესულ და ჰიპოთენზურ მოქმედებას. ლითიუმის სიჭარბე ადამიანის ორგანიზმში იწვევს ტოქსიკურ მოქმედებას. თანამედროვე შეხედულებებით, არ არსებობს ერთნაირი აზრი ლითიუმის საჭიროების შესახებ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის ლითიუმის შემცველობა ნიადაგში მერყეობს 10-25 მგ/კგ ნიადაგზე.

მცენარეში ლითიუმის შემცველობა მნიშვნელოვნად ცვალებადია. ლითიუმის გამოყენება სხვადასხვა კულტურების ქვეშ, საერთოდ დადებით შედეგებს იძლევა. იყენებენ ლითიუმის სხვადასხვა მარილებს (qlorian, გოგირდმუავის, ნახშირმუავის). თესლების დასამუშაველად იყენებენ 0,0001-0,05 % ლითიუმის ხსნარებს, ფესვგარეშე კვებისათვის – 0,005 % ხსნარს (ვაზი, კარტოფილი) ნიადაგში ლითიუმი შეაქვთ 0,1-40 მგ/კგ ნიადაგზე.

#### საკონტროლო კითხვები:

- როგორია მაკროელემენტების შემცველობა სხვადასხვა ნიადაგებში?
- რომელი მაკროელემენტები ყველაზე უფრო ხშირად გამოიყენებიან სოფლის მეურნეობაში?
- როგორია ბორის ფიზიოლოგიური როლი და შემცველობა მცენარეებში.
- რომელ ნიადაგებში და კულტურების ქვეშაა საჭირო პირველ რიგში ბორის შეტანა?
- დაასახელეთ ბორის შემცველი მიკროსასუქები.
- როგორია კობალტის ფიზიოლოგიური როლი და შემცველობა მცენარეებში.
- რომელ ნიადაგებში და მცენარეების ქვეშ გამოიყენება კობალტი?
- დაასახელეთ კობალტის შემცველი მიკროსასუქები.

- როგორია თუთიის ფიზიოლოგიური როლი და შემცველობა მცენარეებში.
- რომელ ნიადაგებზე და რომელ კულტურების ქვეშ არის თუთიის შეტანის საჭიროება?
- დაასახელეთ თუთიის შემცველი მიკროსასუქები.
- სპილენძის ფიზიოლოგიური როლი და შემცველობა მცენარეებში.
- რომელ ნიადაგებზე და რომელ კულტურების ქვეშ არის სპილენძის შეტანის საჭიროება?
- სპილენძის მიკროსასუქების ფორმები, დოზები, შეტანის ხერხები.
- მოლიბდენის ფიზიოლოგიური როლი და შემცველობა მცენარეებში.
- რომელ ნიადაგებზე და რომელ კულტურების ქვეშ არის მოლიბდენის შეტანის საჭიროება?
- დაასახელეთ მოლიბდენის შემცველი მიკროსასუქები.
- მანგანუმის ფიზიოლოგიური როლი და შემცველობა მცენარეებში.
- რომელ ნიადაგებზე და რომელ მცენარეთა ქვეშ გამოიყენება მანგანუმის მიკროსასუქები?
- დაასახელეთ მანგანუმის მიკროსასუქები და შეტანის დოზები და ხერხები.

#### 5.5. კომპლექსური სასუქები

კომპლექსურ სასუქებს მიეკუთვნებიან ისეთი სასუქები, რომლებიც შეიცავენ 2-3 ან მეტ საკვებ ელემენტებს: აზოტს, ფოსფორს, კალიუმს, მაგნიუმს, გოგირდს და მიკროელემენტებს. კომპლექსური სასუქები, კომპონენტების შემცველობის მიხედვით, იყოფიან:

ორმაგი: (P+K), (N+P), (N+K)

სამმაგი: (N+P+K)

წარმოების წესის მიხედვით, ეს საუქები იყოფიან: რთულ, რთულშერეულ (კომბინირებულები) და შერეულ სასუქებად, ხოლო აგრეგატული მდგომარეობის მიხედვით: მყარი და თხევადი.

**რთული სასუქები:** წარმოადგენენ ერთმაგ მარილებს, რომლებიც შეიცავენ კვების სხვადასხვა ელემენტებს. მაგალითად –  $\text{KNO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  და სხვა მათში არ არის მინარევები (ბალასტი) და ამის გამო გამოირჩევიან კვების ელემენტების მაღალი კონცენტრაციით.

**რთულ შერეული (კომბინირებული) სასუქები** – შეიცავენ ორ და მეტ კვების ელემენტს, მიიღებენ მათ ერთიან ტექნოლოგიურ პროცესში, სხვადასხვა კონპონენტების უარყოფით ქმედების შედეგად: აზოტის, ფოსფორის, გოგირდის მჟავების, ამონიაკთან, ბუნებრივ ფოსფატებთან, კალიუმის, ამონიუმისა და სხვებთან ერთად დამუშავებით.

**შერეული სასუქები** – მიიღებიან ტექნიკური შერევის გზით ორი ან მეტი მარტივი სასუქებით. რაც მეტია სასუქში საკვები ნივთიერებების შემცველობა, მით უფრო ღირებულია ის. მომქმედი ნივთიერებების მაღალი კონცენტრაცია და ერთდროულად რამდენიმე საკვები ელემენტის შემცველობა – კომპლექსური სასუქების დიდი უპირატესობა არის.

კომპლექსური სასუქების თვითღირებულება უფრო მაღალია, ვიდრე მარტივი სასუქებისა, მაგრამ კომპლექსური სასუქების ტრანსპორტირება, შენახვა, მინდორში მიტანა და ნიადაგში შეტანა, მარტივ სასუქებთან შედარებით, ბევრად ნაკლებ ხარჯებს მოითხოვს. ჯამში, კომპლექსური სასუქების საერთო დანახარჯები (მათი წარმოების ხარჯების ჩათვლით) საშუალოდ 10 %-ით ნაკლებია, ვიდრე მარტივი სასუქებისა. კომპლექსური სასუქის ერთ გრანულში არის რამდენიმე საკვები ნივთიერება. რაც აადვილებს მათ თანაბარ განაწილებას ფართობზე და მცენარეთა მიერ საკვები ელემენტების თანაბარ შეთვისებას.

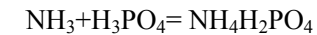
სხვადასხვა მცენარეთათვის კლიმატური პირობებისათვის საჭიროა რთული სასუქები საკვები ელემენტების სხვა-

დასხვა შემცველობით და ურთიერთშეფადებით –  $\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$  მაგალითად: 1:1,5:0,5. (აზოტი მიიღება ერთეულად) ზოგჯერ სასუქს ახასიათებს შეფარდებით  $\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$  პროცენტებში მათი შემცველობის მიხედვით. მაგალითად – 12:18:6 ან 12-18-6. ამ ციფრების ჯამი იძლევა მომქმედი ნივთიერებების ჯამს.

ყველაზე უფრო გავრცელებულია სამკომპონენტისანი სასუქი – 1:1:1, 1:1,5:1, ორკომპონენტისანი – 1:2,5:0, 1:4:0,1, 1:1:0 ზოგჯერ კომპლექსური სასუქების შემადგენლობაში კომპლექსების შეფარდება არ ემთხვევა კულტურების მოთხოვნილებას. ასეთ შემთხვევაში დამატებით იყენებენ ცლამსრივ სასუქებს.

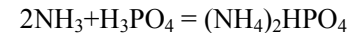
### რთული სასუქები

**ამიფისი** –  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  – ერთნაწილადებული ამონიუმის ფოსფატი, შეიცავს: 11-12 % N და 46-60%  $\text{P}_2\text{O}_5$ . მასში არ არის ბალასტი. მიიღება ამონიაკის ფოსფორის გაცვლით ნეიტრალიზაციით:



ამ სასუქის ნაკლია – ძალიან ფართო შეფარდება აზოტსა და ფოსფორს შორის 1:4, ზოგჯერ 1:5. ეს ზღუდავს ამ სასუქის გამოყენებას, რადგან აზოტისა და ფოსფორის შეფარდება ახლოს უნდა იყოს ერთთან ან ნაკლები, მცენარეთა უმეტესობა აზოტს მეტი რაოდენობით ითვისებს, ვიდრე ფოსფორს.

**დიამოფოსი** –  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  – ამონიუმის ორნაწილადებული ფოსფატი მიიღება ფოსფორმჟავას ამონიაკით გაჯერებით



შეიცავს 18 %-ზე მეტ აზოტს და 50 %-მდე  $\text{P}_2\text{O}_5$ , აზოტის და ფოსფორის შეფარდება, მიახლოებით შეადგენს 1:2,5. აზოტის და ფოსფორის ერთად შემცველობა – 70 %-მდეა. ეს ყველაზე უფრო კონცენტრირებულია რთულ სასუქებს შორის. ამონიუმის ფოსფატები გამოიყენება ლოკალური შეტანის გზით დარგვისა ან დათესვის დროს.

**ფოსფორამონია-იგი** მიიღება პოლიფოსფორმჟავების ამონიფიკაციით  $MgH_4PO_4 \cdot H_2O$ . სუსტი ხსნადია, შეიცავს: 10,9 % - N, 45,7 % -  $P_2O_5$ , 25,9 % -  $MgO$ . ამ სასუქების ნიტრიფიკაცია სწრაფად მიმდინარეობს ნიადაგში. გამოიყენება სილნარ ნიადაგებზე, სადაც შესაძლებელია აზოტის დანაკარგები კარგად ხსნადი სხვა სასუქებიდან.

**ამონიუმის პოლიფოსფატი** – მიიღება პოლიფოსფორის ამონიფიკაციით, ამონიაკით. პოლიფოსფატების მჟავები შეიცავენ 70- 83 %  $P_2O_5$ .

პოლიფოსფორის მჟავების საფუძველზე მიიღება სამმაგი სუპერფოსფატი ( $P_2O_5$ -55%) პოლიფოსფატები ნიადაგში ნაკლებ მოძრავია ნიადაგში მიკროორგანიზმების მიერ ჰიდროლიზის შედეგად განიცდის ტრანსფორმაციას ორთოფოსფატებად.

**კალიუმის მეტაფოსფატი** –  $KPO_3$  შეიცავს 60 %-მდე  $P_2O_5$ -ს და 40 %-მდე  $K_2O$ . მაღალკონცენტრირებული რთული სასუქია, მიიღება კალიუმის ქლორიდის ორთოფოსფორმჟავით დაშლისას, აქვთ კარგი ეფექტი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ქვეშ.

**კალიუმის გვარჯილა** –  $KNO_3$  – შეიცავს 13 % -N, 45 % -  $K_2O$ , ბალასტი არა აქვს, კარგი ფიზიკური თვისებებისა და იყენებენ დახურულ გრუნტში, უარყოფითი თვისება არის აზოტსა და კალიუმს შორის ფართო შეფარდება- (1:3.5). ამიტომ მისი გამოყენებისას საჭიროა აზოტიანი სასუქების დამატებითი გამოყენება.

**რთული შერეული სასუქები** - ამ სასუქებს ამზადებენ მზა ფხვნილისებრი სასუქების ამონიაკით, ამიაკატებით და მჟავებით დამუშავებით. ამ კომპონენტების მექანიკური შერევის შემდეგ იწყება მათი ქიმიური ურთიერთქმედება.

**ნიტროფოსები და ნიტროფოსკები** - მიიღებიან ფოსფატის ნედლეულის აზოტის მჟავით დამუშავების შედეგად, რის შედეგად წარმოიქმნება კალციუმის გვარჯილა და კალციუმის მონოფოსფატი.

ამ სასუქში ყველაზე მეტია წყალხსნადი ფოსფორმჟავას შემცველობა (80%-მდე) მზადდება გრანულირებული ნიტროფოსკას რამდენიმე სახის სასუქები.

**ნიტროამოფოსი** –  $NH_4H_2PO_4 + NH_4NO_3$  მიიღება აზოტისა და ფოსფორის მჟავების ნარევის ამონიაკით ნეიტრალიზაციით. ფოსფორისა და აზოტის შემცველობა – თანაბარია (თვითოეული – 23 %) კვ ნარევი კალიუმის კომპონენტის დამატებით მიიღება – ნიტროამოფოსკა, N,  $P_2O_5$  და  $K_2O$  – შემცველობა თანაბარია – 16-17 % თვითოეული. ამ სასუქს ბალასტი არა აქვს. წყალხსნადი ფოსფატები 90 %-ზე მეტია.

**კარბოამოფოსკა** – მიიღება შარდოვანას, ფოსფორმჟავას, ამონიაკისა და კალიუმის მარილების ნარევისაგან. შეიცავს საკვებ ელემენტებს – 60 %-მდე (N – 20 %,  $P_2O_5$  – 20 %,  $K_2O$  – 20 %).

ამ სასუქებს ამზადებენ აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის სხვადასხვა შეფარდებით – 1:1:1, 1.5:1:1, 2:1:1.

**შარდოვანას ფოსფატები** -  $CO(NH_2)_2 (NH_4)_2HPO_4$  მიიღება თერმული ფოსფორმჟავასა და სინთეზური შარდოვანას ურთიერთქმედებით. შეიცავს: 27% - N და  $P_2O_5$ . კარგად ხსნადია. თუ დამატებით დაამატებენ ამონიაკს მაშინ 36 % -N, 48 % -  $P_2O_5$ .

**შერეული სასუქები** - წარმოადგენენ სხვადასხვა სასუქების მექანიკურ ნარევს, რომლებიც შეიცავენ ორა ან მეტ საკვებ ელემენტებს. ასეთი სასუქების მიღების ყველაზე უფრო იაფი და გავრცელებული მეთოდია – მშრალი შერევა. აგროქიმიური თვისებებით ისინი პრაქტიკულად არ განსხვავდებიან რთული სასუქებისაგან, ამათი უპირატესობა იმაშია, რომ შეიძლება მივიღოთ ფართო ასორტიმენტის სასუქები, რომლებიც საკვები ელემენტების ყველა სასურველ შეფარდებაშია.

დასავლეთ ევროპაში, შერეული სასუქების რამდენიმე ათეული მარკაა ხმარებაში, შერეული სასუქების მისაღებად, საწყისი სასუქები უნდა იყოს მშრალი და ბნევადი. შერეული სასუქები მომზადდება წინასწარ ან უშუალოდ შეტანის წინ.

მათი შერევის შემდეგ უნდა გააჩნდეს ადვილად გახსნადობა. შერეული სასუქების ფიზიკური თვისებები შეიძლება გამოწვევად მათზე ნეიტრალიზური მასალების დამატებით – ფოსფორის ფქვილი, კირი, ცარცი, მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ყველა სასუქის ერთმანეთში შერევა არ შეიძლება. მაგალითად – არ შეიძლება ამონიუმის გვარჯილისა და სუპერფოსფატის ერთმანეთში შერევა, რადგან სუპერფოსფატში ყოველთვის არის ნარჩენი ფოსფორმუავა და შეიძლება გამოიყოს აზოტმუავას ორთქლის სახით.

ასევე – კალიუმის კარბონატი და ბიკარბონატი, რომლებსაც ტუტე რეაქცია აქვთ და მეტალურგიული წილების შერევა არ შეიძლება ამონიუმთან, ამონიუმის შესაძლო დანაკარგების გამო.

საერთოდ შერეული სასუქების მომზადება უმჯობესია მათი ნიადაგში შეტანის წინ. ამჟამად შერეულ სასუქებს აწარმოებენ ქარხნული წესით.

**თხევადი კომპლექსური სასუქები** - ასეთი სასუქები წარმოადგენენ წყალხსნარებს ან სუსპენზიებს, რომლებიც შეიცავენ აზოტს, ფოსფორის, კალიუმის შენაერთებს, ზოგჯერ მათ უმატებენ მიკროსასუქებს, პესტიციდებს ან მცენარეთა ზრდის სტიმულატორებს.

კომპლექსური თხევადი სასუქების უპირატესობა არის – მომზადების უბრალოება, მცირე დანახარჯები, მათში ფართო ფარგლებში შეიძლება საკვები ელემენტების შემცველობისა და შეფარდების რეგულირება.

ცდებით დადგენილია, რომ მყარი და თხევადი სასუქების ეფექტიანობა დაახლოებით ერთნაირია, თხევადი კომპლექსური სასუქები უფრო პერსპექტიული სასუქებია, მათი მიღების სქემა მდგომარეობს ფოსფორის მუავას ამონიაკით ნეიტრალიზაციაში. თხევადი კომპლექსური სასუქები არ შეიცავენ თავისუფალ ამონიაკს, ამიტომ შეიძლება მათი ნიადაგზე განაწილება, შემდგომი ჩაკეთებით.

კომპლექსურ სასუქებს ასევე მიეკუთვნება შემდეგი სახის რთული და კომპლექსური სასუქები:

**ჰიდროკომპლექსი.** გრანულირებული კომპლექსური სასუქია მაგნიუმით, გოგირდითა და მიკროელემენტებით.

ამ სასუქის გამოყენება უზრუნველყოფს გოგირდის, მაგნიუმისა და ბორის დეფიციტის თავიდან აცილებას, რომელსაც ხშირად ადგილი აქვს მიკროელემენტების გარეშე ჩვეულებრივი ან კომპლექსური სასუქებით მცენარეთა გამოკვებისას.

ჰიდროკომპლექსის თითოეული გრანულა მცენარისათვის საჭირო მაკრო და მიკროელემენტებს: N-12,4%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-11,4%, K<sub>2</sub>O-17,7%, MgO-2,65%, S-8,0%, Fe-0,20%, Zn-0,02%, Mn-0,02%, B-0,015%.

იგი გამოიყენება როგორც ღია, ისე დახურულ გრუნტში, მთლიანად ხსნის პესტიციდების გამოყენებით გამოწვეულ სტრესს კარტოფილსა და ბოსტნეულში, რისთვისაც საკმარისია 2-3კგ/ჰა. ჰიდროკომპლექსი შეიტანება თესვისას. ლოკალურად მწკრივში, მისი შეტანის ნორმაა 200-300კგ/ჰა.

ძალიან ეფექტურია სათბურებში მცენარეთა გამოკვებისათვის ნაყოფის წჭრმოქმნის ინტენსიურ პერიოდში. ხელით შეტანისას დოზა შეადგენს 15-20გ/მ<sup>2</sup>, მთელი ვეგეტაციის პერიოდში 2-3-ჯერ.

**ტენსო-Fe.** რკინის შემცველი სასუქია, რომელშიც რკინა არის 6%, მაღალ ეფექტური საშუალებაა რკინის დეფიციტის თავიდან ასაცილებლად ყველა ტიპის ნიადაგზე. ეს სასუქი ხასიათდება შემდეგი დადებითი მანვენებლებით:

- სწრაფად აღკვეთს რკინის დეფიციტით გამოწვეულ ქლოროზს;
- ხასიათდება ხანგრძლივი მოქმედებით;
- ინარჩუნებს სტაბილურობას და მაღალ ეფექტს pH-ის ფართე დიაპაზონის პირობებში 4,0-9,5;
- სწრაფად და მთლიანად იხსნება წყალში;
- გამოდის მიკროგრანულის ფორმით;
- რკინის ათვისების მაღალი უნარით ხასიათდება, 80%-ზე მეტი;

– შეიძლება შერევა ხსნად მინერალურ სასუქებთან და შეიტანება ნიადაგში რწყვის სხვადასხვა სისტემებში;

– შეთავსებადია მცენარეთა დაცვის ბევრ საშუალებებთან.

**ალბატროსი.** მაღალ ეფექტური ხსნადი კომპლექსური სასუქია კალციუმის ხელატით და მიკროელემენტებით, საუკეთესო სასუქია ფესვგარეშე გამოკვებისათვის. იგი ხასიათდება საკვები ელემენტების მარალი შემცველობით (35-72%), საკვები ელემენტების ბალანსირებული შეთანაწყობით, აზოტის კარბამიდის ფორმაში არსებობით, რაც უზრუნველყოფს მის გამოყენებას მცენარეთა ფესვგარეშე გამოკვების დროს. ამ სასუქში არსებული კალციუმი ხელატიური ფორმა აძლიერებს მცენარეთა გამძლეობას დაავადებებისა და მავნებლების მიმართ. ალბატროსი განზავებული ხსნარია და შეიძლება შეერიოს კალციუმის გვარჯილის ხსნარს, არ შეიცავს ნატრიუმის და ქლორის იონებს.

ალბატროსის შედგენილობა არის შემდეგი: N-10-14%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-52%, K<sub>2</sub>O-10-34%, MgO-0,7-1,0%, B-0,02%, Fe-0,15%, Zn-0,02%, Mn-0,10%, Mo-0,005%, Cu-0,02%, Ca-0,10%. ფესვგარეშე გამოკვებისათვის გამოიყენება 0,15-0,2%-იანი ხსნარის სახით (1,2-2,0გ/ლ).

**ნიტრაბორი-კალციუმის გვარჯილა** ბორით. N-15,5%, CaO-26%, B-0,2%. იგი გამოირჩევა მაღალი და სტაბილური ეფექტით. ძრდის მოსავლიანობას, აუმჯობესებს პროდუქციის ხარისხს და ნაყოფის გემოვნებით თვისებებს, იცავს მცენარეებს ბორისა და კალციუმის ნაკლებობით გამოწვეული დაავადებებისაგან, მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ნიადაგის სტრუქტურას, ამცირებს დამლაშების პროცესს, განსაკუთრებით ეფექტურია მჟავე ნიადაგებზე. ამ სასუქის ნიადაგში სეტანის ნორმებია: ბოსტნეულ კულტურებში 2-3კგ/100მ<sup>2</sup>, კარტოფილის ქვეშ-1-2კგ/100მ<sup>2</sup>, ბაღეულ კულტურებში-2,5-4,0კგ/100მ<sup>2</sup>, ვენახში-0,5კგ/ძირზე, ხეხილის ბაღებში-0,5-1კგ/ხეზე. გამოკვება ტარდება ორ ეტაპად: პირველი-თესვის ან დარგვის დროს და მეორე-ყვავილობის წინ.

**ტენსო-კოკტილი-უნიკალური** სასუქია მიკროელემენტების დეფიციტის კომპენსაციისათვის. ის სწრაფად და მთლიანად იხსნება წყალში, შეთავსებადია წყალში ხსნად სხვა სასუქებთან, პესტიციდებთან, გამოიყენება ფესვგარეშე გამოკვებაში, დაწვიმებით და წვეთოვან რწყვაში, თესლის შესაწამლად, ქიმიურად სუფთა ნივთიერებაა, შემადგენლობა მთლიანად პასუხობს მცენარის ბუნებრივ მოთხოვნებს.

ამ სასუქის განსაკუთრებული თვისებებია ის, რომ აძლიერებს დაავადებებისა და არახელსაყრელი კლიმატური პირობების მიმართ მცენარეთა წინააღმდეგობის უნარს და იზრუნველყოფს მცენარეთა ბალანსირებულ კვებას მიკროელემენტებით.

ქიმიური შედგენილობა ტენსო-კოკტილის არის შემდეგი: B-0,52%, Ca-2,75%, Fe-2,10%, Zn-0,53%, Mn-2,575%, Mo-0,13%, Cu-0,53%. გამოიყენება ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურის ქვეშ ფესვგარეშე გამოკვებაში ხეხილის ბაღებში 1,2-2,0კგ/ჰა, სარწყავ წყალთან ერთად კი 10კგ/ჰა 250ლ წყალში, ხოლო ბოსტნეულში კი 0,5-1,0კგ/ჰა მორწყვისას 150 ლიტრ წყალში.

**კრისტალონი** ანეიტრალურ სტრეს ფაქტორების უარყოფით გავლენას, აძლიერებს მცენარეთა კვებას, რაც აზოტოფოსფორ-კალიუმის სასუქების ეფექტურობის ამაღლების, მოსავლიანობის გაზრდისა და ხარისხის გაუმჯობესების მყარი გარანტიაა.

კრისტალონი თავისი მოქმედების ხასიათის მიხედვით სხვადასხვაა, რაც გამოირჩევა ფერებით ( ყვითელი, წითელი, თეთრი და ა.შ.) სპეციალური კრისტალონის ქიმიური შედგენილობა ასეთია: N-18%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-18%, K<sub>2</sub>O-18%, MgO-3%, S-2%, pH-4,5. იგი გამოიყენება სასოფლო სამეურნეო კულტურების გამოკვებისათვის მცენარეთა განვითარების ფაზების მიხედვით.

საქართველოს პირობებში მიკროსასუქების გამოყენება საკმაოდ დიდ ეფექტს იძლევა, ამიტომ აუცილებელია მისი ნიადაგში შეტანა აგროქიმიური გამოკვლევის შემდეგ, როცა

დადგინდება მიკროელემენტების შემცველობა ნიადაგში, სასოფლო სამეურნეო კულტურების ბიოლოგიური თავისებურებების, რელიეფის და ბუნებრივი სასოფლო სამეურნეო ზონების გათვალისწინებით.

ყოველივე ამისათვის საუკეთესოა ისეთი სასუქების გამოყენებას, რომლებიც შეიცავენ, როგორც მაკრო, ისე მიკროელემენტებს. ამ ჯგუფის სასუქებს მიეკუთვნება შემდეგი სახის კომპლექსური სასუქები:

**ვუქსალ მიკროპლანტი-**კომპლექსური სასუქია. იგი შეიცავს N-5%, K<sub>2</sub>O-10%, MgO-3%, S-5,2%, B-0,3%, Cu-0.5%, Fe-1,0%, Mn-1,5%, Mo-0,01%, Zn-1,0%.

მომწვანო-მოყავისფრო კრისტალური სუსპენზიაა, საკვები ნივთიერებები კარგად იხსნება წყალში, სუსტი მჟავა რეაქციის, არ შეიცავს ტოქსიკურ ელემენტებს და მძიმე ლითონებს, გამოიყენება ვენახებში, ხეხილის ბაღებში, ციტრუსებში, ერთწლიან კულტურებში ფოთლოვანი გამოკვების სახით, რომლის სასურველი ვადაა ყვავილობამდე და ყვავილობის შემდეგ.

**ვუქსალ მაკრომიქსი-**კომპლექსური კრისტალური სუსპენზიაა. შეიცავს საკვებ ელემენტებს შემდეგი შემადგენლობით: N-16%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-16%, K<sub>2</sub>O-12%, S-1%, B-0,02%, Cu-0.05%, Fe-0,1%, Mn-0,05%, Mo-0,001%, Zn-0,05%. ამ სასუქის გამოყენებისას დაცული უნდა იქნას შემდეგი პირობები, კერძოდ არ შეიძლება შერევა Ca-ის და Mg-ის შემცველ სასუქებთან და არახელატურ მიკროელემენტებთან, დასაშვებია დონის ფარგლებშია ტოქსიკური ელემენტების და მძიმე ლითონების შემცველობა. გამოიყენება როგორც მრავალწლიან, ისე ერთწლიანი კულტურების განიყიერებისას.

**ვუქსალ ბორონი-**კრისტალური სუსპენზიაა, მწვანე ფერის კომპლექსური სასუქია. იგი შეიცავს საკვებ ელემენტებს შემდეგი რაოდენობით: N-8%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-10%, B-7%, Cu-0.05%, Fe-0,10%, Mn-0,05%, Mo-0,001%, Zn-0,05%. ეკოლოგიურად უსაფრთხო სასუქია და გამოიყენება ფესვგარეშე (ფოთლოვანი) გამოკვების სახით ერთწლიან და მრავალწლიან კულტურებში.

**ვუქსალ კალციუმი-**მწვანე ფერის წყალში ხსნადი კრისტალური სუსპენზიაა, შეიცავს N-10%, CaO-15%, Mg-2%, B-0,05%, Cu-0.04%, Fe-0,05%, Mn-0,1%, Mo-0,001%, Zn-0,02%. ეს სასუქი ფოთლოვანი გამოკვების სახით გამოიყენება ერთწლიანი და მრავალწლიანი სასოფლო სამეურნეო კულტურების გამოკვებაში.

აღნიშნული ვუქსალის ოთხივე სახის სასუქი გერმანული წარმოებისაა და შეესაბამება ევროკავშირის დირექტივებს.

**დერლიუს 8-20-30 და დერლიუს 8-22-27** ლიტვიური წარმოების სასუქებია და რეგისტრირებულია ევროკავშირის ქვეყნებში. ეს სასუქი არის გრანულირებული კომპლექსური მონაცრისფრო მარილი და შეიცავს N-8%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-20%, K<sub>2</sub>O-30%, S-3,1%, Zn-0,01%, ხასიათდება კარგი ფიზიკური თვისებებით. რეკომენდირებულია მისი გამოყენება ბოსტნეულის, კარტოფილის, ხორბლის, სიმინდის, სხვა ერთწლიანი კულტურების, ასევე მრავალწლიანი კულტურების განოყიერების საქმეში და შეტანის ნორმაა 200-400კგ/ჰა, ხოლო შეტანის ოპტიმალურ ვადად ითვლება ნიადაგის ძირითადი და საგაზაფხულო დამუშავების პერიოდი, ასევე თესვის ან დარგვის წინა პერიოდი.

**მასტერ 20-20-20.** შეიცავს N-20%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-20%, K<sub>2</sub>O-20%, MgO-0,03%, B-0,02%, Cu-0.005%, Fe-0,07%, Mn-0,03%, Zn-0,01%. კომპლექსური თეთრი ფერის სასუქია. იგი ნაკლებ ჰიგროსკოპულ სასუქია შებეღტვის დაბალი ხარისხით, წყალში კარგად იხსნება. გამოიყენება ერთწლიან და მრავალწლიან კულტურების განოყიერებისათვის, როგორც ფესვგარეშე გამოკვების საქმეში, ისე ნიადაგში შეტანით.

**მასტერ 18-18-18** ქიმიური სასუქში საკვები ელემენტები არის შემდეგი რაოდენობით: N-18%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-18%, K<sub>2</sub>O-18%, Mg-3,0%, S-6,0%, B-0,02%, Cu-0.005%, Fe-0,07%, Mn-0,03%, Zn-0,01%. იგი არის კომპლექსური უსუნო თეთრი ფერის წყალში ხსნადი მიკროკრისტალები. ეკოლოგიურად უსაფრთხო სასუქია.

ქია. გამოიყენება ყველა სასოფლო სამეურნეო კულტურების განოყიერების საქმეში.

“მასტერის” ტიპის ორივე სასუქი იტალიური წარმოებისაა, რეგისტრირებულია ევროკავშირის ყველა ქვეყანაში, ასევე დსთ-ს ქვეყნებში.

#### საკონტროლო კითხვები:

- რომელ სასუქებს ეწოდება კომპლექსური?
- რა ჯგუფებად ყოფენ კომპლექსურ სასუქებს?
- რა არის კომპლექსური სასუქების უპირატესობა და ნაკლოვანებები?
  - დაასახელეთ ყველაზე უფრო გავრცელებული სამკომპონენტო კომპლექსური სასუქები.
  - დაახასიათეთ ორკომპონენტო კომპლექსური სასუქები.
  - დაახასიათეთ სამკომპონენტო კომპლექსური სასუქები.
  - როგორ მიღება რთული სასუქები.
  - რა იცით შერეულ სასუქებზე, რა პირობებია საჭირო მათ მოსამზადებლად?
    - რა უპირატესობა აქვთ სასუქების მშრალ ნარეგებს?
    - რატომ უმატებენ მიკროელემენტებს კომპლექსურ სასუქებს?
    - როგორია კომპლექსური სასუქების ეკონომიკური ეფექტურობა?
      - რა არის თხევადი და სუსპენზირებული სასუქები?
      - ამ სასუქებიდან რომელს შეხვედრიხართ საქართველოში გამოყენების დროს?

## თავი 6. ორგანული სასუქები

ორგანული სასუქების წყაროს წარმოადგენს მცენარეული, ცხოველური, მცენარეულ-ცხოველური საწარმოო-საყოფაცხოვრებო ორგანული ანარჩენები, რომლებიც ხასიათდებიან დაშლის სხვადასხვა ხარისხით. ამ ორგანული ნარჩენების შესაბამისი დამუშავებით, ადგილზე დაგროვება-დაყოვნებით, სპეციალური კომპოსტირებით მიიღება ორგანული სასუქი, რომელიც შეიცავს საკვები ელემენტების (მაკრო და მიკრო) ფართო სპექტრს. ამ სასუქებში საკვები ელემენტების შემცველობა იმდენად დაბალია, რომ გროვდება დიდი მასა და ძნელდება ტრანსპორტირება. ამ მიზეზით ეს სასუქები ადგილზე გამოსაყენებელია.

ორგანული სასუქები გარდა საკვები ნივთიერების შემცველობისა, ისინი წარმოადგენენ ენერგეტიკულ მასალას მიკრობებისათვის. მათი მონაწილეობით მიმდინარეობს ამ ორგანული მასის მინერალიზაცია და შესათვისებელ ფორმაში გადასვლა. ფაქტობრივად მიმდინარეობს მუდმივი მობილიზაცია-იმობილიზაციის პროცესი, რომელშიც აქტიურად ერთვება ელემენტთა ბიოლოგიურ წრებრუნვაში.

ორგანული სასუქები არეგულირებენ ნიადაგში სხვადასხვა ელემენტების გადამოდრავებას – აზოტის, ფოსფორის, კალიუმის, ამონიუმის, რკინის, მანგანუმის და სხვა მიკროელემენტების, აგრეთვე არეს რეაქციას. ბიოლოგიურ აქტივობას, ფუძეებით მაძღრობის ხარისხს, წყალ-ჰაეროვან რეჟიმს.

### 6.1. ნაკელი

ნაკელი წარმოადგენს სხვადასხვა ცხოველების მყარი და თხევადი გამონაყოფის ნარეგს, აზოტი, ფოსფორი და გოგირდი, ყველა ცხოველების მყარ განავალში არის სხვადასხვა ორგანულ ნაერთებში და მცენარისათვის შესათვისებელია.

ლი ხდებიან მათი მინერალიზაციის შემდეგ, ხოლო თხევად განავალში, ყველა საკვები ელემენტები იმყოფებიან ადვილად ხსნად ან სუსტად მინერალიზირებულ ფორმებში და მიკროორგანიზმების მოქმედებით ძალიან სწრაფად ხდებიან მცენარეთათვის შესათვისებელი.

მყარ გამონაყოფში კალიუმი, კალციუმი და ნაწილობრივ მაგნიუმი, იმყოფებიან მოძრავ ფორმებში. მყარ გამონაყოფი ძალიან მდიდარია მიკროორგანიზმებით, ზოგჯერ მათი შემცველობა 30 %-მდეა, ხოლო თხევადი – გამონაყოფი გამოყოფის მომენტში, მათ საერთოდ არ შეიცავს, მაგრამ მყარ გამონაყოფთან შერევის შემდეგ, სწრაფად შეივსებიან მიკროორგანიზმებით.

გარდა მყარი და თხევადი კომპონენტებისა ნაკელში არის აგრეთვე საფენი. საფენი შთანთქავს თხევად გამონაყოფს და მისი დაშლით, წარმოშობს ამონიაკს ე.ი. ამცირებს აზოტის დანაკარგებს, აგრეთვე სხვა ხსნადი საკვები ელემენტების დანაკარგებს. გამოყენებული საკვები ელემენტებიდან მაქსიმალური შთანთქმის უნარი გააჩნია ტორფს და ნამჯას. ზოგჯერ საფენად იყენებენ ფოთლებს, ნახერხს და სხვა მასალებს, მაგრამ მათი მოხმარებით საფენის ხარისხი უარესდება.

საყურადღებოა ნაკელის შენახვის წესი, უმჯობესია იგი ინახებოდეს დატკეპნილი სახით. ნაკელს განასხვავებენ დაშლის ხარისხის მიხედვით: ახალი ნაკელი, გადამწვარი ნაკელი, და ნეშომპალა. ნაკელის შენახვა გადამწვარ ან ნეშომპალას მდგომარეობამდე მიყვანით, არასასურველია, რადგან იკარგება საკვები ელემენტების უმეტესობა. შენახვის პროცესში ნაკელში მიმდინარეობს სხვადასხვა ცვლილებები მიკროორგანიზმების მოქმედებით. თხევადი გამონაყოფის აზოტიანი შენაერთები – შარდოვანა, **ჰიპურიანი** და შარდის მჟავები განიცდიან დაშლას – შარდოვანა გადადის ამონიუმის კარბონატში, რომელიც ასევე იშლება ამონიაკად, ნახშირბადის დიოქსიდად და წყლად. ჰიპურის მჟავა იშლება და გადადის საბოლოო პროდუქტში – ძმარმჟავაში და ამონი-

აკში. შარდის მჟავა მრავალეტაპიანი დაშლით ტოვებს ამონიაკს, ნახშირბადის დიოქსიდს და წყალს. მაშასადამე, ყველა აზოტოვანი შენაერთები საბოლოოდ გადადის ამონიაკში, რომელიც აზოტის დაკარგვის ძირითადი ფორმაა. ნაკელისა და წუნწუხის შენახვისას, საფენი, განსაკუთრებით ტორფი ამცირებს ამ დანაკარგებს, დაშლის პროდუქტების შთანთქმით ნაკელის მყარი ნაწილის აზოტოვანი შენაერთებიც ასევე ექვემდებარება ამონიფიკაციის პროცესს, მაგრამ უფრო ნელა, რადგან იქ ბევრია - უჯრედანა, შაქრები, სახამებელი, ორგანული მჟავები, მათზე მუშაობისას მიკროორგანიზმები მოიხმარებენ ამონიაკს და აზოტი მაგრდება მათ ორგანიზმებში. უაზოტი ორგანული ნივთიერებების დაშლა აერობულ პირობებში, შეიძლება წარიმართოს მაღალი ტემპერატურის პირობებში 50-70<sup>0</sup>. საბოლოო პროდუქტების – ნახშირბადის დიოქსიდისა და წყლის სახით, ხოლო ანაერობულ პირობებში – ნახშირბადის დიოქსიდისა და მეთანის სახით. ნაკელის დაშლის პროცესში წარმოიქმნება აგრეთვე სხვადასხვა ორგანული მჟავები რომელთა დაშლის სიჩქარე დამოკიდებულია – ტენიანობაზე, ტემპერატურაზე, აერაციის დონეზე და ნაკელის ქიმიურ შედგენილობაზე.

ნაკელში აზოტის ნიტროფიკაცია და დენიტროფიკაცია არ მიმდინარეობს, რადგან ნიტროფიკატორები იღუპებიან მაღალი ტემპერატურისას აერობულ პირობებში, ხოლო ანაერობულ პირობებში ვერ არსებობენ, მათზე აგრეთვე უარყოფითად მოქმედებენ აგრეთვე ამონიაკის მაღალი კონცენტრაცია და ხსნადი ორგანული ნაერთები. ამრიგად არ წარმოიშობა ნიტრატები – არ არის დენიტროფიკაციაც.

არსებობს ნაკელის შენახვის სამი წესი:

1. დატკეპნილად (ცივად) შენახვა. ამ დროს ნაკელსაცავში ან მინდორში, შტაბელების სახით ფენებად ყრიან ნაკელს და მაშინვე დატკეპნიან. საერთო სიმაღლით 2,5-3 მეტრს ზევიდან დააფარებენ ტორფს ან მიწას. მასში ტემპერატურა არ აიწვეს, რის გამოც ეწოდება შენახვის ცივი წესი. მიკრობიოლოგიური პროცესები შენელებულია, ასეთი წესით შენახვი-

სას ორგანული ნივთიერებებისა და აზოტის დანაკარგები – მინიმალურია ამ წესით, გადამწვარი ნაკელი გამოიყენება 7-8 თვის შემდეგ.

2. ფაშარი შენახვა, როცა ნაკელს ცხოველთა სადგომთან ახლოს ყრიან ბურტების სახით. ეს შენახვის ცუდი წესია – იზრდება აზოტისა და ორგანული ნივთიერებების დანაკარგები, რომელიც გამოწვეულია გროვაში არათანაბარი დატკეპნით და მიკრობიოლოგიური პროცესის არათანაბარი მიმდინარეობით გროვის სხვადასხვა ადგილში.

ნაკელის შენახვისას, უმჯობესია მას დაეუმატოთ ფოსფორიტის ფქვილი, რაც მკვეთრად შეამცირებს აზოტისა და ორგანული ნივთიერებების დაკარგვას. ფოსფორიტის ფქვილის რაოდენობა 1 - 4 % ნაკელის მასაზე.

ყველაზე კარგია ნაკელის შენახვისას სანაკელეში და სპეციალურ მოედნებზე შტაბელების სახით. რსებობს კიდევ ნაკელის შენახვის მრავალი ხერხი.

## 6.2. ნაკელის მოქმედება ნიადაგზე და მცენარეზე

ნაკელის მოქმედება ნიადაგზე და მცენარეზე არის პირდაპირი და ირიბი. იგი ნიადაგს ამდიდრებს საკვები ელემენტებით – აზოტით, ფოსფორით, კალიუმით, კალციუმით, მაგნიუმით, გოგირდით და მიკროელემენტებით, ამდიდრებს ნიადაგის ჰაერს და მიწისზედა ფენას – ნახშირბადის დიოქსიდით და ორგანული ნივთიერებებით ნიადაგის პროფილს.

მცენარეთა მიკროორგანიზმებისა და ნაკელის ერთობლივი და სისტემატური ურთიერთქმედება ნიადაგთან, მნიშვნელოვნად მის ფიზიკო-ქიმიურ თვისებებს და სტრუქტურას ცვლის, მაღლდება შთანთქმის მოცულობა, ბუფერობა, ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი და საკვები ელემენტების მოძრავი ფორმების მატება, ერთდროულად მცირდება მჟავიანობა და ტოქსიკური ელემენტების შემცველობა – ალუმინის, მანგანუმის და სხვა. ჩამოთვლილი ნიადაგის ნაყოფიერების მაჩვენებლების და ნიადაგის გაკულტურების შედეგია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის ზრდა და მიღებული პროდუქციის ხარისხის ამაღლება. ნიადაგში ნაკელის დაშლისას მიმდინარეობს აზოტის, ფოსფორისა და გოგირდის მინერალიზაცია. ამასთან ერთად, ორგანული ნივთიერებების ნახშირბადის 70% გარდაიქმნება ნახშირბადის დიოქსიდად, ხოლო დარჩენილი ნახშირბადი (30%) იხარჯება ნიადაგის ჰუმუსის წარმოქმნაზე. ნახშირბადის დიოქსიდი, ნიადაგურ ხსნარში წარმოქმნის ნახშირმჟავას, რომელიც აძლიერებს ფოსფატებისა და კალციუმის მოძრაობას, ხოლო კალციუმში ახდენს რა ნიადაგების კოლოიდების კოაგულაციას, აუმჯობესებს ნიადაგის სტრუქტურას. გამოყოფილი ნახშირბადის დიოქსიდი ამდიდრებს მიწისზედა ატმოსფერულ ჰაერს და აუმჯობესებს მცენარეთა აეროვან კვებას. განსაკუთრებით იმ მცენარეებისა, რომლებიც ნიადაგზე გართხმულია ან იზრდება დაბალი ბუჩქების სახით.

საქართველოს სოფლის მეურნეობაში ნაკელის გამოყენების მრავალსაუკუნოვანი გამოცდილებაა. იგი ძირითადი ადგილობრივი სასუქია. უმეტესობა ნიადაგებზე იყენებენ ნაკელის მაღალ დოზებს 20-40 ტ/ჰა.

## 6.3. ნაკელის წუნწუხი

ეს არის ცხოველების შარდის, დუღილის პროდუქტი, რომელიც ფერმებში გროვდება სანაკელეებში, იგი ნაკელის დაგროვების 10-15%-ს შეადგენს.

ნაკელის წუნწუხი, საშუალოდ შეიცავს N-0,25-0,3 %, K<sub>2</sub>O – 0,4-0,5 და P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,01-0,06 %. ეს არის აზოტ-კალიუმისა და სუქი, რომელიც ეფექტიანობით არ ჩამორჩება ექვივალენტური დოზებით მინერალურ სასუქებს. ძირითადი პირობა არის შენახვის დროს კარგად დახურულ სათავსში უნდა იყოს.

ნაკელის წუნწუხის გამოყენება უმჯობესია მცენარეთა დამატებითი გამოკვების სახით. ნიადაგში შეტანილი წუნწუხი

მაშინვე უნდა ჩაკეთდეს ნიადაგში. შეტანის დოზებია 10-30 ტ/ჰა, ხოლო რიგებში შეტანით 8-15 ტ/ჰა. განსაკუთრებით ეფექტიანია ნაკელის წუნწუხი ბოსტნეული კულტურების გამოკვებაში.

#### 6.4. ფრინველის სკინტლი

ფრინველის სკლინტი არის კონცენტრირებული ორგანული სასუქი, სწრაფად მოქმედი, შეიცავს 30-50 % აზოტს, საკვები ელემენტების შემცველობა ძლიერ ცვალებადია – იმის მიხედვით თუ როგორა ფრინველთა საკვები. წლის განმავლობაში გროვდება: 1 ქათმისაგან 6-7 კგ, ერთი იხვისაგან – 7-9 კგ, ერთი ბატისაგან ან ინდაურისაგან 10-12 კგ სკინტი.

ქათმის სკლინტი არის საფენიანი და უსაფენო. გამოიყენება, როგორც ნაკელი, დოზებით, რომელიც გათვლილია აზოტზე. საშუალო შემცველობა ასეთია: N – 1,6%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 1,5%, K<sub>2</sub>O – 0,9%.

**უსაფენო სასუქი** – ყველა საკვები ელემენტები არიან მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმაში. ზოტი სწრაფად ამონიფიცირდება, რაც აძლიერებს დანაკარგებს არასწორი შენახვისას, ხოლო 5 თვის განმავლობაში შეიძლება იყოს მთელი აზოტის 50%, ამიტომ დაგროვებისას ამატებენ ტორფს ან ფხვიერ მიწას.

თანამედროვე მეფრინველეობის ფერმებში და ფაბრიკებში, სკინტს აშრობენ სწრაფად, მაღალ ტემპერატურებზე – 300-800<sup>0</sup>, შედეგად, ტენიანობა მცირდება 20% დაყ ველა საკვები ელემენტები ინახება.

#### 6.5. ტორფი, ტორფიანი და სხვა ორგანული სასუქები

ტორფი არის არასრულად გახრწნილი მცენარეული მასა, რომელიც წარმოიქმნება ჭაობში დიდი ტენიანობის და ჟანგბადის უკმარისობის პირობებში.

არსებობს რამოდენიმე ტიპის ტორფი: მაღლობის, დაბლობის და გარდამავალი ტიპის, რომელსაც განისაზღვრება ჭაობის რელიეფის ელემენტებზე განლაგებით და მცენარეულობით.

**მაღლობის ტიპის ტორფი.** წარმოიქმნება ჭაობებში, რომლებიც განლაგებულია რელიეფის ამალბებულ ადგილებში. მცენარეულობა ძირითადად სფანგუმია და ამიტომ ზოგჯერ მას ხავესის ტორფსაც უწოდებენ.

**დაბლობის ტიპის ტორფი.** წარმოიქმნება ჭაობებში, რომლებიც რელიეფის დადაბლებულ ადგილებშია განლაგებული. სადაც გროვდება გრუნტის წყლები მინერალური ნივთიერების შემცველობით. ტმოსფერული ნალექები, თხმელისა და მრავალგვარი ბალახეული მცენარეულობა.

**გარდამავალი ტიპი.** წინა ორ ტიპს შორის გარდამავალია – მისი ქვედა ფენები ახლოსაა დაბლობის ტიპთან, ხოლო ზედა ფენები – მაღლობის ტიპთან.

ტორფია აგროქიმიური შეფასებისათვის მნიშვნელოვანია: მათი ბოტანიკური შედგენილობა, დაშლის ხარისხი, ნაცარიანობა.

**ბოტანიკური შედგენილობა** განსაზღვრავს ნაცარიანობას, მჟავიანობას, ჰუმუიფიკაციის ხარისხს, საკვები ელემენტების შემცველობას და სხვა აგროქიმიურ მაჩვენებლებს.

**სფანგუმის მაღლობის ტორფი** – ღარიბია საკვები ელემენტებით, ძლიერ მჟავაა, მცირედ ჰუმუსირებულია (20 %-მდე) მცირენაცარიანია.

**დაბლობის ტორფი** – წარმოადგენს ბალახოვანი და ხემცენარეების ნარჩენს, უფრო მდიდარია საკვები ელემენტებით, ნაკლებ მჟავაა, მაღალი ნაცარიანია, მდიდარია ჰუმუსოვანი

ნივთიერებებით (50 %-მდე) შეიძლება გამოყენებული იქნას როგორც დამოუკიდებელი ორგანული სასუქი.

**ტორფის დაშლის ხარისხი** – მისი აგრონომიული გამოყენების მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია.

**ტორფის ნაცრიანობა** – შეიძლება იყოს ნორმალური (12 %-მდე) და მაღალი (12 %-ზე მეტი).

**საკვები ელემენტების შემცველობა** – მცირდება დაბლობის ტორფიდან მაღლობის ტორფის ტიპზე გადასვლასთან ერთად. ველაზე მეტი ტორფში აზოტია, მაგრამ ორგანული ნაერთების სახით, რომელიც მცენარეთათვის მისაწვდომი ხდება მხოლოდ ტორფის მინერალიზაციის შემდეგ, რაც მუავე არეში ძლიერ შეზღუდულია. ფოსფორი ტორფში მცირე რაოდენობითაა, სუსტ მუავეებში ხსნადი ფორმით. კალიუმის შემცველობა – მინიმუმშია, მისი ნახევარია მხოლოდ მისაწვდომი მცენარისათვის. მიკროელემენტებიდან მინიმუმშია – სპილენძი.

**მუავიანობა** – მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია – pH-5,5 და ნაკლები მაჩვენებლიანი ტორფი არ შეიძლება გამოყენებული იქნას სასუქად, მისი წინასწარი კომპოსტირების გარეშე კერთან, ან ფოსფორიტის ფქვილთან, ნაცართან და სხვა.

**შთანთქმითი უნარიანობა** – კარგი მაჩვენებელია იმ შემთხვევისათვის, თუ ტორფი გამოიყენება, როგორც საფენი მეცხოველეობაში.

**ტორფისა და ტორფნარების გამოყენება** – ტორფის გამოყენება შეიძლება მრავალგვარად ცხოველთა და ფრინველთა საფენად, სხვადასხვა კომპოსტების კომპონენტებად და სხვა. საფენად იყენებენ პირველ რიგში – მაღლობის – სფაგნუმის ტორფს, დაშლის 25 % ხარისხით, ნაცრიანობით – 10-15 %, მცენარეული მინერალებით – 10 %-მდე.

ტორფი გამოიყენება ბევრი, სხვადასხვა კომპოსტის მოსამზადებლად. ამ შემთხვევაში გამოიყენება 20 %-ზე მეტი დაშლის ხარისხიანი ტორფი.

ტორფიდან ამზადებენ ნერგების ქოთნებს, რომელთა დამზადების დროს ტორფს ურევენ – ნეშომპალას, ფრინველის

სკინტს, შლამს. ამ მიზნებისათვის უკეთესია დაბლობის ტორფის გამოყენება.

ტორფიდან ამზადებენ ასევე ტორფის კოშტებს, რომლებიც გამოიყენება ეკვალიპტების ნერგის გამოსაყვანად და რომლისათვის, სხვა უკეთესი ხერხი არ არსებობს. ტორფი გამოიყენება უშუალოდ, როგორც სასუქი და დასამუღნავი მასალა პლანტაციებში რიგთაშორისების დაფარვით.

ორგანულ სასუქებს მიეკუთვნება ასევე საპროპელი, ბაქტერიულ-ორგანულ მინერალური სასუქი „ბომსი“, ბიოუმუსი და ეკოლოგიკი.

**საპროპელი-ეწოდება** ტბებში დაგროვილ დამპალ-გახრწნილ ლამს. იგი მდიდარია მაკრო და მიკროელემენტებით, ვიტამინებით, ბიოსტიმულიატორებით, ჰუმუსით. ორგანული მასას შეიცავს 40-85%-ის ფარგლებში. საპროპელს აქვს სამკურნალო თვისებები, გამოიყენება მედიცინაში, ვეტერინარიაში.

საპროპელი გამოიყენება ყველა ტიპის ღარიბ ნიადაგზე, ყველა სასოფლო სამეურნეო კულტურის განოყიერებისათვის.

**ბაქტერიულ-ორგანული მინერალური სასუქი „ბომსი“** არის ახალი სასუქი, რომელიც შემუსავებულია ქართველი მეცნიერების მიერ და რეგისტრირებულია საქართველოსი გამოსაყენებლად.

„ბომსი“ იწარმოება მიკროორგანიზმების მიერ მურა ნახშირისა და ქვანახშირის (ტყიბულის) წარმოების ნარჩენების დამუშავებით. იგი შავი ფერის უსუნო ფხვიერი მასაა, არ შეიცავს მძიმე ლითონებს. ამ სასუქის გამოყენება შეიძლება ყველა ტიპის ნიადაგზე, როგორც ერთწლიანი, ისე მრავალწლიანი კულტურების გასანოყიერებლად საექტარო ნორმა 500კგ-მდეა.

ნიადაგში შეტანის შემდეგ მიკროორგანიზმების მიერ ხდება ატმოსფეროდან აზოტის ფიქსაცია და ნიადაგში შეუთვისებელი ფორმით არსებული ფოსფორისა და კალიუმის შესათვისებელ ფორმაში გადასვლა, რაც განაპირობებს სასოფ-

ლო სამეურნეო მცენარეების უზრუნველყოფას მინერალური საკვები ელემენტებით.

**ბიოჰუმუსი (ვერმიკულტურა).** საქართველო ორგანული სასუქების შეზღუდული რესურსებით ხასიათდება, რადგან არ იწარმოება ორგანული სასუქების საკმარისი რაოდენობა მრცხოველეობის სიმცირის გამო და სწორედ ამ რესურსის გაზრდის ყველა საშუალება საყურადღებო და გამოსაყენებელია. ერთ-ერთი ეფექტური და აღიარებული მეთოდია-ვერმიკულტურა, ანუ წვიმისმიერი ჭიაყელების მოქმედებით ნაკელისა და სხვა ორგანული ნარჩენების გადამუშავება, რის შედეგადაც მიიღება ბიოჰუმუსი. ამ მეთოდით ერთი ტონა ნაკელის გადამუშავებით მიიღება 600კგ ბიოჰუმუსი, რომელიც ჰუმუსს 49%-მდე შეიცავს.

ერთი ტონა ბიოჰუმუსის ტოლფასია 10 ტონა ნაკელისა. აღნიშნული მეთოდით შეიძლება ასევე ქალაქის ნაგავის გადამუშავება, თუ იგი გაწმენდილი იქნება ბასრი მინარევებისაგან და ნაგავში დარჩება მცენარეთა ფოთლები, სასაკლავოს და ქაღალდის წარმოების ნარჩენები, ბოსტნეული კულტურების გადამუშავების ნარჩენები. მსოფლიოს რიგ ქვეყნებში ნაკელისა და სხვა ორგანული ნარჩენების წვიმისმიერი ჭიებით გადამუშავება თვით ფერმერების მიერ ხდება, რაც ბევრად იაფი უჯდებათ მათ, ვიდრე მინერალური სასუქების შექმნა და გამოყენება.

ისეთ ქვეყნებში, როგორცაა გერმანია, იტალია, კუბა, საფრანგეთი, ესპანეთი, შვეცია, პოლონეთი, უნგრეთი, იაპონია და ბევრ სხვა ქვეყანაში ხდება ჭიაყელების სამრეწველო გამრავლება, რომლის შემდეგ მათ პირდაპირ უშვებენ ნიადაგში, სადაც ისინი შესანიშნავად ვითარდებიან და სწრაფად მრავლდებიან, გადაამუშავებენ ნიადაგში არსებულ ორგანულ ნარჩენებს და ამიღებენ ნიადაგს ჰუმუსით.

**ეკოლოგიკი-მომზადებულია** ზღვის წყალმცენარეებისაგან. შეიცავს ორგანულ ნივთიერებას, ასევე აზოტს-168მგ/ლ, ფოსფორს-20მგ/ლ, კალიუმს-86მგ/ლ, სულფატებს-29მგ/ლ, მაგნიუმს-0.011მგ/ლ, სპილენძს-0,01მგ/ლ ნაკლებს. იგი უფერო, უსუ-

ნო თხევადი სასუქია. მისი შერევა გამოყენების დროს შეიძლება ნებისმიერ სასუქთან და პესტიციდთან, ეკოლოგიურად უსაფრთხო სასუქთან.

**“ორგანიკა“** ბუნებრივი თხევადი ორგანული სასუქია, იგი მდიდარია სხვადასხვა მაკრო და მიკრო ელემენტებით, შეიცავს ვიტამინებს, ბუნებრივ ფიტოჰორმონებს, ჰუმატებს, ნიადაგის მიკროორგანიზმების სპორებს, მაკრო და მიკრო ელემენტებს, მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელი ფორმებით. რეპარატს გააჩნია ბუნებრივი ფუნგიციდური და ბაქტერიოციდული თვისებები, სრულიად უსაფრთხოა ადამიანისა და გარემოსათვის. გამოიყენება მცენარის ფესვის და ფოთლოვანი კვებისთვის, ნიადაგის აღდგენისათვის.. მცენარეში აუმჯობესებს ნივთიერებათა ცვლას და ფოტოსინთეზს.

ერთი ლიტრი კონცენტრატი იხსნება 50 ლიტრ წყალში. ერთი ჰექტარისათვის გამოიყენება 250 ლიტრ წყალში გახსნილი 5 ლიტრი კონცენტრატი. ორგანიკის დოზირება და რაოდენობა განისაზღვრება ნიადაგის მდგომარეობით და მცენარეული კულტურის შესაბამისად.

**მდინარის შლამი.** მისი გამოყენება უძველესი დროიდან არის ცნობილი. მდინარე ნილოსისპირა მიწები ნოყიერდებოდა ნილოსის მიერ გამოლექილი შლამით, რომლის შედეგად ღებულობდნენ მაღალ მოსავალს.

საქართველოს მთელ რიგ მდინარეებს დიდი რაოდენობით მოაქვთ ორგანული და მინერალური ნივთიერებების ნაწილაკები. ამ ნაწილაკების რაოდენობა იცვლება წლის პერიოდების მიხედვით, შემოდგომასა და ადრე გაზაფხულზე წყალს მეტი ოდენობის ორგანული და მინერალური ნივთიერებები მოაქვს, ვიდრე ზაფხულის პერიოდში. ეს კი გამოწვეულია საქართველოს კლიმატური პირობებით, რის შედეგად ნალექები არათანაბრადაა განაწილებული საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე.

საშუალოდ მდინარეთა შლამების შემადგენლობა ასე იცვლება N-0,09-2,16%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0,15-0,52%, K<sub>2</sub>O-0,13-0,94% და CaCO<sub>3</sub>-6,5%-მდე.

საქართველოს პირობებში ძირითადად ნიადაგის მოსაშლამად გამოიყენება მტკვარის, ალაზანის, ივრის, რიონის, ცხენისწყლის, ტეხურას, სუფსის, ჭოროხის და სხვა მდინარეთა შლამები.

მდინარეთა შლამების გამოყენებით მკვეთრად იზრდება ერთწლიანი კულტურების მოსავლიანობა და რაც მთავარია მათ ახასიათებთ შემდგომქმედება. ნიადაგის მოშლამა შეიძლება წლის ყველა პერიოდში მისი შეტანის ნორმა დამოკიდებულია ცალკეული კულტურების მოთხოვნილებაზე საკვები ელემენტების მიმართ და მდინარეთა მიერ გამოლექილ შლამების შედგენილობაზე და გამოლექვის დროზე წლის განმავლობაში.

### 6.6. საწარმოო-საყოფაცხოვრებო ანარჩენები

ესაა საყოფაცხოვრებო ნარჩენები, ქაღალდი, ძონძები, ნაცარი და სხვა. საკვები ელემენტების შემცველობით და გამანოყიერებელი თვისებებით უახლოვდება უსაფერო ნაკელს. მისი დაშლის სიჩქარე ნიადაგში დამოკიდებულია კომპოსტების შემადგენლობაზე, რაოდენობასა და ურთიერთშეფარდებაზე. თუ საყოფაცხოვრებო ანარჩენებში სჭარბობს საჭმელის ანარჩენები და მტვერი, ის იშლება სწრაფად და შეიძლება გამოყენებულ იქნას, როგორც სასუქი, კომპოსტირების გარეშე, ხოლო თუ საყოფაცხოვრებო ანარჩენებში სჭარბობს ქაღალდი და ძონძები, იგი ნელა იშლება და საჭიროა კომპოსტირება. ქაღალტის საყოფაცხოვრებო ანარჩენები მშრალ ნივთიერებებზე გადაანგარიშებით, საშუალოდ შეიცავს N – 0,6-0,7 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,5-0,6%, P<sub>2</sub>O – 0,6-0,8% გამოიყენება სასუქის სახით 20-60 ტ/ჰა. NaNO<sub>3</sub>.

რაც შეეხება საწარმოო ანარჩენებს, რომლებიც შეიძლება გამოყენებული იქნას სასოფლო სამეურნეო კულტურების განოყიერებისათვის, მათი გამოყენების წესები შესწავლილია სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტების მიერ, შემუშავებულია

შესაბამისი რეკომენდაციები და რეგლამენტები. ასეთ საწარმოო ანარჩენებიდან სოფლის მეურნეობაში ძირითადად გამოიყენება შემდეგი ანარჩენები:

**თომასის წიდა.** იგი მიიღება ფოსფორის შემცველი თუჯის ფოლადად და რკინად გადამუშავების შემდეგ.

ცნობილია, რომ რკინისა და ფოლადის ხარისხზე უარყოფითად მოქმედებს მათში ფოსფორის შემცველობა. ამიტომ შემუშავებული ახალი ტექნოლოგიით თუჯის ფოლადად და რკინად გადამუშავებისას ნარჩენ წიდაში დიდი რაოდენობით რჩება ფოსფორი. თუჯის გადამუშავების ტექნოლოგია შემუშავა ინჟინერმა თომასმა და ამიტომ ეწოდა თომასის წიდა.

თომასის წიდა საშუალოდ შეიცავს P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-17,2%, MgO-43,3%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-3,8%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-2.04%, MnO-3,9%, S-0,5%, SiO-7,9%. თომასის წიდა კარგი ფიზიკური თვისებების მქონე სასუქია, მისი გამოყენება უმჯობესია ფუძეებით არამაძღარ მჟავე ნიადაგებზე.

**მანგანუმის შლამი-ჭიათურის შავი ქვის წარმოების ანარჩენია.** იგი ფხვიერი შავი ფერის მასაა. მასში Mn შემცველობა 9-30%-ის ფარგლებშია. მანგანუმის შლამი გამოყენებული უნდა იქნეს მანგანუმის შემცველობაზე ნიადაგების აგროქიმიური გამოკვლევის შემდეგ მიღებული მონაცემების საფუძველზე. მანგანუმის შემცველობა აღნიშნულ სასუქში საკმაოდ დიდი რაოდენობითაა, მაგრამ იგი მცენარისათვის ძნელად შესათვისებელია და ამიტომ მისი შეტანის ნორმა დიდია აგროქიმიური გამოკვლევის საფუძველზე და ასევე მისი მოქმედების ვადაც საკმაოდ ხანგრძლივია.

**ცემენტის მტვერი** ცემენტის ქარხნის ნარჩენია, რომლის ქიმიური შემადგენლობა შემდეგია: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-4,5%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-8,8%, SiO-(ხსნადი) -2,6%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0,005%, K<sub>2</sub>O-4,3%, MgO-3,5%, CaO-46,8%, Mn-0,04%, B-0.003%, Zn-0,02%. ასეთი მონაცემები ახასიათებთ, როგორც რუსთავის, ისე კასპის ცემენტის ქარხანაში მიღებულ ნარჩენს-ცემენტის მტვერს.

ცემენტის მტვერი გამოიყენება მჟავე ნიადაგებზე ყველა კულტურის ქვეშ, განსაკუთრებით ქლორის მოძულე მცენა-

რეების განოციერების საქმეში. მისი შეტანით ნიადაგში მცენარე უზრუნველყოფილი იქნება იმ ელემენტებზე მოთხოვნილებით, როგორცაა კალციუმი, მაგნიუმი, გოგირდი, ნაწილობრივ ბორი, სპილენძი, თუთია.

**ღაფეკაციური ტალახი** შაქრის ქარხნის ნარჩენია. მისი შედგენილობა ასეთია: O-36,7%, MgO-4,4%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0,54%, N-0,32%, K<sub>2</sub>O-0,1%, ორგანული ნივთიერება 13,3%, გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში ყოველგვარი დაფქვისა და გამოწვის გარეშე მჟავე და ბიცობ ნიადაგებზე ქიმიური მელიორაციისათვის.

ღაფეკაციური ტალახის ბიცობ ნიადაგებში შეტანის შედეგად ნიადაგის მშთანთქავი კომპლექსიდან Ca-ის მიერ გამოძევდება ნატრიუმი, ხოლო მჟავე ნიადაგებში კი ხდება წყალბადიონების ჩანაცვლება კალციუმით. მისი შეტანის საშუალო ნორმაა 5-10ტ/ჰა-ზე, რომელიც იცვლება ნ.შ.კ. ბიცობებში ნატრიუმის შემცველობის და მჟავე ნიადაგებში ვაცვლითი მჟავიანობის მიხედვით.

**აბრეშუმის წარმოების ნარჩენი** უმთავრესად შედგება აბრეშუმის ჭიებისაგან, რომელიც შეიცავს აზოტს-9,11%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-2,2-2,6%. სასუქის დოზა იანგარიშება აზოტის შემცველობის მიხედვით და ნიადაგში შეიტანება თესვამდე.

**თამბაქოს მრეწველობის ნარჩენი** წარმოადგენს თამბაქოს ფაბრიკებში მისი გადამუშავების შედეგად დარჩენილ ნარჩენს თამბაქოს მტვერის, წენგოს მტვერის და თამბაქოს ყუნწების სახით. მათი ქიმიური შედგენილობა ასეთია: თამბაქოს მტვერში- N-2,5%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0,38%; წენგოს მტვერში- N-2,6%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0,86%, K<sub>2</sub>O-3,5-4,2 და ა.შ.

ღვინის წარმოების ნარჩენი-ბარდა (თხლე) წარმოადგენს საუკეთესო სასუქს, რომელიც მიიღება ღვინის წარმოების შედეგად. იგი შეიცავს ორგანულ ნივთიერებას, ასევე N-0,85%-მდე, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0,55%, K<sub>2</sub>O-0,63%-მდე და ნიადაგში შეიტანება წინასწარი გადამუშავების გარეშე. დოზა იანგარიშება აზოტის შემცველობის მიხედვით და შეტანის ნორმა კექტარეზე

შეადგენს 12-15ტ-მდე. შეტანის ოპტიმალური ვადა ნიადაგის საშემოდგომო-საზამთრო დამუშავების პერიოდი.

**კოფეინის ქარხნის ნარჩენი** გროვდება ჩაის ნასხლავი მასიდან კოფეინის გამოყოფის შემდეგ, რომელიც შეიცავს N-3,5%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-1,03% და ორგანულ ნივთიერებას 82%-მდე.

კოფეინის ქარხნის ნარჩენი კარგი სასუქია მაშინ თუ ის დაკომპოსტებულია ფოსფორიტის ფქვილთან ან კირთან, ამისთვისაც 1ტ ნარჩენს უნდა დაემატოს 50კგ ფოსფორიტის ფქვილი, 10 კგ დაფქვილი კირი და 10-15 ვედრო ნაკელის წუნწუხი. დაკომპოსტება უნდა გაგრძელდეს 6 თვე. იგი გამოიყენება ყველა სასოფლო სამეურნეო კულტურის გასანოციერებლად, განსაკუთრებით ჩაისა და ციტრუსოვანთა კულტურებში.

**ზეთის სახდელი ქარხნის ნარჩენები** მიიღება აბუსალათინისა და ტუნგოს ზეთის გამოხდის შემდეგ კოპტონის სახით, რომელიც დაკომპოსტების შემდეგ საუკეთესო სასუქს წარმოადგენს. აბუსალათინის კოპტონი შეიცავს 7%-მდე აზოტს, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-1,7% და K<sub>2</sub>O-0,7%. ტუნგოს კოპტონი N-0,85%. ტუნგოს ქარხანაში ასევე გროვდება ნაყოფის ნაჭუჭი, რომლის დაკომპოსტების შედეგად მიიღება საუკეთესო ხარისხის ორგანული სასუქი, რომელიც ეფექტურობით არ ჩამოუვარდება ნაკელს. ტუნგოს ქარხნის ეს ორივე ნარჩენი წინასწარ უნდა დაკომპოსტდეს ფოსფორიტის ფქვილთან და ნაკელის წუნწუხთან 6 თვის განმავლობაში და შემდეგ გამოიყენება ყველა ტიპის ნიადაგზე, ყველა სასოფლო სამეურნეო კულტურის ქვეშ არსებული ნიადაგის გასანოციერებლად.

**თევზის მრეწველობის ნარჩენები** წარმოადგენს თევზიდან ცხიმის გამოცლის შემდეგ დღარჩენილ ნარჩენს, რომელიც ორგანული ნივთიერებების გაშრობის შემდეგ იფქვევა და გამოიყენება როგორც სასუქი. ეს სასუქი შეიცავს N-10-11%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-7-8% და ნიადაგში შეიტანება ყოველგვარი წინასწარი დაკომპოსტების გარეშე. მისი შეტანის საუკეთესო ვადად ითვლება თესვამდე 10-15 დღით ადრე პერიოდი.

## 6.7. კომპოსტები

კომპოსტირება ძირითადად თერმული პროცესია, რომლის დროს ხდება ორი ორგანული ნივთიერების მინერალიზაცია და ჰუმინიფიკაცია. ეს პროცესი აჩქარებს დაშლას და საკვები ელემენტების შესათვისებელ ფორმაში გადაყვანას.

ორგანული ნარჩენების კომპოსტირების დროს ხდება მათი ბიოთერმული გაუვნებლობა. იგი ხურდება 60<sup>0</sup>-მდე, რაც კლავს პათოგენურ მიკროორგანიზმებს, მწერებს, ნემატოდებს და მათ კვერცხებს.

ორგანულ კომპოსტებში, ერთი კომპონენტი გამოდის მშთანთქმელის როლში წყლის, ამონიაკის, ნახშირბადის დიოქსიდის, ხოლო მეორე ამდიდრებს მიკროფლორით და შეიცავს ადვილად-დაშლად ორგანულ ნივთიერებებს.

მზადდება აგრეთვე ორგანო-მინერალური კომპოსტები, რომლებიც ამაღლებენ საკვები ელემენტების შეთვისების ხარისხს. კომპოსტების კომპონენტებს ერთმანეთში ურევენ და ტოვებენ სანამ ის არ გადაიქცევა ფხვიერ ერთგვაროვან მასად.

**კომპოსტები ტორფის ბაზაზე.** მათ ამზადებენ ცხოველთა ფერმებთან, ნაკელსაცავებთან, ან მინდორში შტაბელების სახით. ნაკელის ტორფთან შეფარდება ზამთარში 1:1, ზაფხულში 1:3.

**ფენებად დაკომპოსტირება** - ასეთი კომპოსტის მოსამზადებლად ტორფს გაშლიან 50სმ სიმაღლის და 4-5 მეტრის სიგანით - სიგრძე ნებისმიერია. შემდეგ დაფარავენ ნაკელის ფენით, შემდეგ ტორფით და ა. შ. მზადებენ კომპოსტებს სხვადასხვა კომპონენტების შერევით: ტორფი + ნაკელი, ტორფი + ნაკელის წუნწუხი, ტორფი + ფეკალური მასა და ტორფი + მინერალურ კომპოსტებს - ამ შემთხვევაში ტორფს ემატება - კირი, ნაცარი, ფოსფორიტის ფქვილი, თხევადი ამონიაკი და სხვა. მზადებენ აგრეთვე კომპოსტებს საყოფაცხოვრებო ანარჩენებიდან.

გარემოს დაცვის გაზრდილი მოთხოვნების და ქაღალტების მოსახლეობის ზრდასთან ერთად იზრდება ანარჩენების რაოდენობა. ამიტომ ქაღალტებში ფართო გავრცელებას პოულობს საყოფაცხოვრებო ანარჩენების გადამუშავების სამრეწველო მეთოდები, ანარჩენების ბიოთერმული დამუშავებისა და მათგან კომპოსტების მომზადებისათვის. ქარხნული წესით მომზადებული კომპოსტი საშუალოდ, შეიცავს (მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით): N-1 - 1,3 %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,7-0,8 %; K<sub>2</sub>O - 0,4-0,6 %. მოსავლიანობის გადიდებაში, ქარხნული კომპოსტები, ძირითადად, ისეთივე ეფექტიანია როგორც სხვა კომპოსტები.

## 6.8. მწვანე სასუქები (სიღერატები)

მწვანე სასუქი ეს არის ნედლი მცენარეული მასა, რომელიც ჩაკეთდება ნიადაგში და ამდიდრებს მას ორგანული ნივთიერებებით და საკვები ელემენტებით.

მცენარეებს, რომლებიც ამ მიზნით გამოიყენება - უწოდებენ სიღერატებს, ხოლო ნიადაგის გამდიდრებას საკვები ელემენტებით - სიღერაციას. სიღერატებად უფრო ხშირად იყენებენ პარკოსან მცენარეებს - ხანჭკოლას, ცერცველას, ესპარცეტს და სხვებს. უფრო ნაკლებად - ცერცვოვანებისა და მარცვლეული ბალახების ნარეებს, ან შუალედურ კულტურებს. ყველაზე კარგი შედეგები მოაქვს პარკოსანი მცენარეების სიღერატებს, რომლებიც ახდენენ ატმოსფერული აზოტის სიმბიოტურ ფიქსაციას.

მწვანე სასუქები ისეთივე გავლენას და მოქმედებას ახდენს ნიადაგის თვისებებზე, მოსავალზე და სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ხარისხზე, როგორც ნაკელი. მწვანე სასუქების დაშლა ნიადაგში მიმდინარეობს მნიშვნელოვნად უფრო სწრაფად, ვიდრე სხვა ორგანული სასუქებისა, რომლებიც ნელადახსნად ნივთიერებებს შეიცავენ.

წვანე სასუქები მოქმედებენ ნიადაგის ნაყოფიერებაზე, კერძოდ პარკოსანი მცენარეების თესვით ნიადაგი

მდიდრდება N და ორგანული ნივთიერებებით, რაზეც ზემოთ ავღნიშნეთ. ამასთან ერთად ნიადაგში შედის ზედა ფენაში ფოსფორი,  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$  და სხვა. მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტები. ჩამოთვლილი ამ ელემენტებით და ორგანული ნივთიერებები ნიადაგების გამდიდრება ხდება სხვადასხვა ხარისხით, რადგან ეს დამოკიდებულია თუ სად იზრდება მწვანე მცენარეები რომლებიც სასუქად გამოიყენება, როგორ ნიადაგობრივ გარემოში და როგორ აგროტექნიკით. ამასთან ერთად დიდი მნიშვნელობა აქვს თვით მწვანე მცენარეთა სახეობრივ შემადგენლობას. ლიტერატურიდან ცნობილია მრავალი მეცნიერის მონაცემები (აბესაძე, ნაკაიძე 1991), რომლის საფუძველზე ყველაზე უკეთეს მწვანე სასუქად ითვლება ხანჭკოლა, რომელიც მწვანე მასას შეიცავს N-1 0.50%,  $P_2O_5$ -0.11;  $K_2O$ -0.40%,  $CaO$ -0.17%. ხოლო თუ შევადარებთ მიწისქვეშა ორგანოების მონაცემებს მწვანე სასუქებისას, მაშინ უკეთეს მწვანე სასუქად ითვლება წითელი სამყურა, რომლის მწვანე მასა 5ტ/ჰა შეიცავს N-100კგ/ჰა,  $P_2O_5$ -47კგ/ჰა და  $K_2O$ -45კგ/ჰა.

გარდა ჩამოთვლილი მონაცემებისა რომელიც ახასიათებს მწვანე მცენარეებს და ამდიდრებს ნიადაგს, ასევე იგი მოქმედებს ნიადაგის სხვა თვისებებზეც დადებითად, რის შედეგადაც უმჯობესდება მცენარეთა ზრდა-განვითარების პირობები.

კერძოდ მწვანე მასის სასუქის როლი ნიადაგში შემდეგში მდგომარეობს:

- ა) ნიადაგს ამდიდრებენ ორგანული ნივთიერებებით;
- ბ) მათი ღრმად განვითარებული ფესვთა სისტემა აფხვიერებს ნიადაგს, ქვედა ფენებიდან ამოაქვს ზედა ფენებში საკვები ელემენტები;
- გ) ახდენენ ნიადაგში საკვები ელემენტების მობილიზაციას და გადაჰყავთ მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმაში;
- დ) სასიდერაციო მცენარეების მიერ განვითარებული მწვანე მასა იცავს ნიადაგს ეროზიისაგან;

ე) ადგილი აქვს მათ გამოყენებისას ნიტრატების ჩარეცხვის შემცირებას;

ვ) სიდერატების მწვანე მასის მულჩად გამოყენებისას უმჯობესდება ნიადაგის წყლიური და ტემპერატურული რეჟიმი;

ზ) ციტრუსოვანთა პლანტაციებში მწკრივებში მათი თესვა ანელებს სწრაფად ზრდას და ეს კი ზრდის მათ ზამთარგამძლეობას;

თ) კარგად განვითარებული სასიდერაციო მცენარეები ახშობენ სარეველა მცენარეებს.

ზემოთაღნიშნული თვისებების გამო მწვანე სასუქები წარმოადგენენ ნაყოფიერების გადიდების აგროტექნიკურ ღონისძიებას, მაგრამ ისევე როგორც ნაკელი ასევე მისი გამოყენება დიდ სატრანსპორტო ხარჯებთან არის დაკავშირებული. მართალია იგი უნაკლო სასუქია მაგრამ მაინც ითვლება ადგილობრივ სასუქად. მისი გამოყენებისას ეფექტურობა გრძელდება არა ერთ წელს, არამედ 10 წლამდე.

მწვანე სასუქების ფორმები მრავალმხრივია, ისინი იცვლებიან კლიმატური პირობების, ნიადაგის, მწვანე სასუქად დათესილი მცენარის თავისებურებათა მიხედვით. დღეისათვის ფართოდ გამოიყენება სიდერატების დამოუკიდებელი თესვა და შემჭიდროებული (შერეული) ნათესები. დამოუკიდებელ ნათესებს უკავიათ მინდორი 1-2 წელი – ერთი კულტურის აღებიდან – მეორეს დათესვამდე კულტურათაშორისი სიდერატები.

შერეულ სიდერატებს უკავიათ მინდვრის ნაწილი – მთლიანად ან კულისურ ზოლებად მორიგეობა.

გამოყენების მიხედვით სიდერატები არის:

სათიბი და ნიადაგში ჩასაკეთებელი;

სათიბ სიდერატს მოთიბავენ, მწვანე მასას გადაიტანენ სხვა მინდორზე და ჩაახნავენ;

მთლიანი მწვანე სასუქად დათესილ მწვანე მცენარეულ მასას ადგილზე ჩაახნავენ მთლიანად.

სიდერაცია გამოიყენება იქ სადაც გავრცელებულია ორგანული ნივთიერებით ღარიბი ნიადაგები და სადაც არ არის ორგანული სასუქების გამოყენების საშუალება ყველაზე უფრო გავრცელებულია პარკოსანი სიდერატები – ხანჭკოლები, ცერცველა და სერადელა.

**ხანჭკოლები – Lupinus** – არის ერთწლიანი და მრავალწლიანი;

**ცერცველა – Orvija** – არის ერთწლიანი და ორწლიანი;

**სათესი ჩიტგება – Serradella** – ერთწლიანი პარკოსანი ბალახი.

### *მწვანე სასუქის გამოყენება*

ამ ფორმის ორგანული სასუქის ეფექტურობა დამოკიდებულია სიდერატების მწვანე მასის მოსავლია-ნობაზე, რომელიც დამოკიდებულია განვითარების პირობებზე. ამისათვის საჭიროა დაცული იქნეს თესვის ნორმები და ვადები, შერჩეული იქნას ნიადაგი, შეტანილი უნდა იქნას თესვამდე ნაკელი, თუ ეს შესაძლებელია რომელიც მნიშვნელოვნად ზრდის მწვანე მასის მოსავალს.

მწვანე სასუქების ეფექტურობის გადიდებისათვის ნიადაგში უნდა იყოს კოჟრის ბაქტერიები, რისთვისაც თესვამდე თესლი უნდა დამუშავდეს სათანადო შტამბის კოჟრის ბაქტერიებით. გარდა ამისა მისი ეფექტურობა დიდად არის დამოკიდებული ნიადაგში ჩახენის ვადაზე. თუ ადრეულ პერიოდში ჩახნავენ მწვანე მასა მალე გაიხრწნება და იქმნება ნიადაგში ძირითადი კულტურებისათვის ოპტიმალური პირობები მათი ზრდა-განვითარებისათვის, ამასთან გასათვალისწინებელია ისიც რომ სიდერატები აზოტს აგროვებენ მათი სიმწიფის დასაწყისამდე. მწვანე სასუქების ჩახენისას გათვალისწინებული უნდა იყოს ნიადაგის ტიპები, რადგან მსუბუქ ნიადაგებზე (თესვამდე 15 დღით ადრე) მალე იწყება მათი გახრწნის პროცესი, ხოლო თიხნარებზე კი მათ გახრწ-

ნას დიდი დრო უნდა (20-30 დღით ადრე თესვამდე). მწვანე სასუქში არსებული აზოტის გადაყვანა მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმაში დამოკიდებულია ნიადაგის თვისებებზე, სიდერატების სახეობასა და მცენარის ფაზებზე.

ჩახენის წინ სიდერატების მწვანე მასაზე ნაკელის დამატება კიდევ უფრო ზრდის მის ეფექტურობას. რადგან ამ დროს ნიადაგში შეაქვთ ორგანულ ნივთიერებათა დამშლელი ბაქტერიები და ეს უკანასკნელი აჩქარებს მწვანე სასუქის დაშლას.

მწვანე სასუქების გამოყენებისათვის განსაკუთრებული და საუკეთესო პირობები საქართველოს ტენიან სუბტროპიკულ რაიონებში, სადაც სითბოს და ტენის ხელსაყრელი პირობებია შექმნილი სიდერატების განვითარებისათვის.

საქართველოს ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში, ადგილობრივი პირობების შესაბამისად მწვანე სასუქების გამოყენება შეიძლება ახალგაზრდა ჩასი პლანტაციებში, ციტრუსებისა და ტუნგოს პლანტაციების მწკრივთა შორი-სებში, ციტრუსების ახალგაზრდა ბაღებში და პლანტაციებში, რომლის დაქანება 15 გრადუსზე მეტია, ეროზიასთან ბრძოლის მიზნით.

### 6.9. ბაქტერიული სასუქები

ნიადაგში არსებულ მთელ რიგ ბაქტერიებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ნაყოფიერებისა და მცენარის კვებისათვის. ამიტომ მიწათმოქმედებისათვის სასარგებლო მიკროორგანიზმებს ნიადაგში სიმცირის გამო ხელფორმად შეიყვანებენ მათი შემცველი პრეპარატებით, რომლებსაც ბაქტერიული სასუქები ეწოდება. ცნობილია ამ სასუქების შემდეგი ფორმები: ნიტრაგინი, აზოტობაქტერიანი, ფოსფორბაქტერიანი, კომბინირებული ბაქტერიული პრეპარატები და სხვა.

**ნიტრაგინი.** ადამიანისათვის დიდი ხნის წინათ იყო ცნობილი, რომ პარკოსანი მცენარეები არამცთუ აღარიბებენ ნიადაგს აზოტით არამედ ამდიდრებენ კიდევ მას. მაგრამ ეს ხდება იმ შემთხვევაში თუ პარკოსანი მცენარეთა ფესვებზე კოჟრები წარმოიქმნება, ხოლო ეს უკანასკნელი დამოკიდებულია ნიადაგში მათი არსებობით. მათი განვითარებისათვის აუცილებელია ნიადაგის მუავიანობა იყოს მათთვის შესაფერისი. თუ ნიადაგში ბაქტერიები არ გვხვდება შეაქვთ ხელოვნურად ბაქტერიული სასუქის სახით-ნიტრაგინი, რომელიც ქარხნული წესით არის დამზადებული. თითოეული ჰექტარისათვის საკმარისის 0.5 კგ ნიტრაგინი. მისი ერთი გრამი შეიცავს არა უმცირეს 100 მლნ ბაქტერიის უჯრედს. ათავსებენ სპეციალურ თუნუქის ან ნახევარლიტრიან ბოთლში და ერთვება ეტიკეტი რომელი კულტურისათვის არის გათვალისწინებული. რადგან ყველა კოჟრის ბაქტერიას ჰყავს მისი განვითარებისათვის აუცილებელი პარკოსანი მცენარე. დღეისათვის ნიადაგიდან გამოყოფილია 16 ჯგუფის კოჟრის ბაქტერია, რომელთაგან საწარმოო მნიშვნელობა აქვს 9. მათი განვითარებისათვის ნიადაგის არეს რეაქცია უნდა იყოს 6,5-7,2, გარდა ამისა ის უნდა მოვარიდოთ მზის პირდაპირ მოხვედრას, რის შედეგად კოჟრის ბაქტერიები იხოცებიან. ნიტრაგინის ეფექტურობაზე მოქმედებს პარკოსანი კულტურის განათება, ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების არსებობა და სხვა.

**აზოტობაქტერინი.** ნიადაგში გარდა კოჟრის ბაქტერიებისა არსებობენ სხვა ბაქტერიები, რომლებიც ითვისებენ ატმოსფეროს თავისუფალ აზოტს. ამ მხრივ მიწათმოქმედებისათვის საინტერესოა აზოტობაქტერინი. საშუალოდ ისინი 1 ჰა-ზე წელიწადში აგროვებენ 30-40 კგ N-ს. მათი სიმცირის გამო უნდა მოხდეს ნიადაგში მათი ხელოვნური გზით შეტანა, რისთვისაც საჭიროა ამ ბაქტერიული სასუქის წარმოება. ქარხნული წესით მომზადებული აზოტობაქტერინის გარდა პრაქტიკაში იყენებენ ადგილობრივად მომზადებულ აზოტობაქტერინს. მისი ერთი გრამი უნდა შეიცავდეს 40-50 მლნ

აზოტობაქტერინის უჯრედს. ნახევარლიტრიან ჭურჭელშია მოთავსებული ერთ ჰა-სთვის საჭირო რაოდენობის აზოტობაქტერინი. მათი ნიადაგში ნორმალური მოქმედებისათვის საჭიროა ნიადაგის არეს რეაქცია იცვლებოდეს 6,0-7,5 ფარგლებში. საუკეთესო ტემპერატურა არის 25-30<sup>0</sup>. ამასთან ერთად აუცილებელია ნახშირწყლების არსებობა, რომელიც მათი კვების წყაროს წარმოადგენს. აუცილებელია ნიადაგი მდიდარი იყოს ორგანული ნივთიერებით. აღნიშნული ამ სასუქებით დამუშავებული სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა თესლი უნდა დაითესოს დილით ან საღამოთი და ჩაიხნას, რადგან დაცული უნდა იქნეს მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

**ფოსფორბაქტერინი.** ნიადაგში ფოსფორი მინერალური და ორგანული შენაერთების სახით იმყოფება, იგი წარმოადგენს მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ნაშთებს.

მათი მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმაში გადაყვანა ხდება გარკვეული ჯგუფის მიკროორგანიზმებით, ისინი შლიან ფოსფორის შემცველი ორგანულ ნივთიერებებს და აუმჯობესებენ მცენარეთა კვების პირობებს. ამის გამო დაიბადა აზრი თუ ნიადაგში არ არის აღნიშნული მიკროორგანიზმები შევიტანოთ ხელოვნურად ფოსფორბაქტერინის სახით, რომელიც მზადდება ქარხნული წესით. იგი მოთავსებულია სპეციალურ პარკებში ან მუყაოს ყუთებში, ფოსფორბაქტერინი წარმოადგენს კალინის მშრალ ფხვნილს, რომელიც შეიცავს ორგანული ფოსფორიანი ნაერთების დამშლელი ბაქტერიების სუფთა კულტურას. ბაქტერიული სასუქის ამ ფორმით თესლი უნდა დამუშავდეს ჩრდილში, თითოეული ჰა-სათვის საჭიროა 250 გრ რაოდენობით.

იგი მეტად ეფექტურია ორგანული ნივთიერებით მდიდარ ნიადაგებზე: ტორფიან, ნეშომპალა-კარბონატული, კორდიან-ეწერ და შავმიწებზე. ორგანული ნივთიერებით ღარიბ ნიადაგებზე მისი გამოყენება შეიძლება ბაქტერიული სასუქებთან ერთად. ფოსფორბაქტერინი შეიძლება გამოყენებული

იქნას მარცვლელ კულტურებში. წითელმიწებზე სასურველ ეფექტს არ იძლევა მოკირიანების გარეშე.

### 6.10. ორგანული სასუქების ეფექტიანობა

ყველა ორგანულ სასუქებს გააჩნიათ ხანგრძლივი მოქმედება, ამიტომ მათ აგრონომიული და ეკონომიკური ეფექტიანობის განსაზღვრისათვის, საჭიროა შევადგინოთ ჯამი მოსავლების მატებისა მათი მოქმედების მთელ პერიოდში (ყველაზე მცირე 3-5 წელი).

ეკონომიკური ეფექტიანობა მათი ტრანსპორტირების სიხშირე, რაც უფრო შორიდან არის მოტანილი, მით უფრო ნაკლებია მოგება. ორგანული სასუქების ეკონომიკური ეფექტიანობა ასევე არის დამოკიდებული ბაზრის კონკურენტუნარიდან – თუ რა რირებულებისაა წარმოებული მცენარეული პროდუქცია ყველა დანახარჯების გაანგარიშების და მოგების განსაზღვრის მეთოდისა მოცემულია სპეციალურ ცნობარებში.

#### საკონტროლო კითხვები:

- > რა არის ორგანული სასუქი?
- > როგორია ორგანული სასუქების როლი მცენარეთა კვებაში და ნიადაგის ნაყოფიერებაში?
- > ჩამოთვალეთ ნაკელის შენახვის წესები?
- > რა ემართება აზოტიანი და უაზოტო შენაერთებს ნაკელის შენახვის დროს?
- > რა იცით ნაკელსაცავებზე და ნაკელის შენახვის სხვა ხერხებზე?
- > როგორ მოქმედებს ნაკელი ნიადაგზე?
- > დაახასიათეთ ტერმინების შინაარსი – მინიმალური, ოპტიმალური და მაქსიმალური დოზები;

> ახსენით ნაკელის წუნწუხის მოქმედება ნიადაგზე და მცენარეზე?

- > დაახასიათეთ ტორფის სახეობები;
- > რა არის მწვანე სასუქები და როგორ გამოიყენებიან?
- > რაშია კომპოსტების გამოყენების თავისებურება?
- > რას უწოდებენ მწვანე სასუქებს?
- > ჩამოთვალეთ სიდერაციის სახეები.
- > როგორ გამოიყენება საქართველოში სიდერაცია მრავალწლოვანი კულტურების ქვეშ?

## თავი 7. განოციარების სისტემა

ნიადაგის განოციარების სისტემა დამოკიდებულია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ბიოლოგიურ თავისებურებებზე, ნიადაგურ-კლიმატური პირობებისაგან, აგროტექნიკურ პირობებზე, აგრეთვე გამოყენებული სასუქების რაოდენობაზე და ხარისხზე.

### 7.1. კულტურების ბიოლოგიური მოთხოვნილება საკვებ ელემენტებზე

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სხვადასხვა სახეობებისა და ჯიშების არაერთგვაროვანი მოთხოვნილება საკვებ ელემენტებზე, ერთდაიგივე ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში, განპირობებულია მათში არაერთგვაროვანი ნივთიერებების – შაქრები, სახამებელი, ცილები, უჯრედანა, ცხიმები, ვიტამინები და სხვათა არსებობით, რაც ნიშნავს, რომ კვების ელემენტების შემცველობა სხვადასხვა – აზოტის, ფოსფორის, კალიუმის, კალციუმის, მაგნიუმის, გოგირდის ურთიერთშეფარდება მიღებულ პროდუქციაში.

სხვადასხვა კულტურების საკვებ ელემენტებზე მოთხოვნილება ნათლად გამოიხატება მიღებული პროდუქციის მიერ გამოტანილი საკვები ელემენტების ოდენობით და ურთიერთშეფარდებით. სასუქების დოზებისა და ურთიერთშეფარდების პრაქტიკული განსაზღვრისათვის ცალკეული კულტურების ქვეშ, გამოიყენება პროდუქციის სამეურნეო გამოტანა და საკვები ელემენტების დანახარჯები პროდუქციის ერთეულზე გაანგაიშებით.

სხვადასხვა აგროტექნიკური ღონისძიებებისა და სასუქების გამოყენებით იზრდება კულტურების მოსავლიანობა, მაგრამ ამავე დროს იზრდება მოსავალთან ერთად ნიადაგიდან

საკვები ელემენტების გამოტანაც. ამიტომ, კონკრეტულ ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში, საშუალო მრავალწლიანი მონაცემები პროდუქციის ერთეულზე საკვები ელემენტების დანახარჯებისა არის დაახლოებით ერთნაირი და მუდმივი სიდიდე, რომელიც შეიძლება გამოვიყენოთ სამეურნეო გამოტანის გასაანგარიშებლად.

ნებისმიერი სასოფლო სამეურნეო კულტურა ინდივიდუალური განვითარებისას – თესლიდან - თესლამდე, გადის მისთვის დამახასიათებელ - საკვები ელემენტების მოხმარების ციკლს. ამიტომ, სასუქების დანახარჯებით უნდა ვარეგულიროთ ეს პროცესი, მცენარის განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე.

**პირველი ეტაპი** – თესლის გაღვივება და აღმონაცენის გამოჩენა – ყველა კულტურისათვის არის საკვები ელემენტებზე – სუსტი მოთხოვნა, მაგრამ ამ ასაკში მცენარეები ძლიერ მგრძნობიარენი არიან საკვები ელემენტების უკმარისობისა თუ სიჭარბისადმი ნიადაგურ ხსნარში. მიტომ მცენარეებს სჭირდებათ მაკროელემენტების ცოტა რაოდენობა (15-20 კგ/ჰა), მაგრამ ისინი უნდა იყოს ადვილად შესათვისებელი, კარგად ხსნად მდგომარეობაში.

ცნობილია, რომ აზოტისა და კალიუმის წყალხსნადი ფორმები, მწირ ნიადაგებშიც კი ყოველთვის არის მეტი თუ მცირე ოდენობით, ნიადაგის თესლის ჩათესვის სიღრმეში, ხოლო წყალხსნადი ფოსფატები, ნოყიერ ნიადაგებშიც კი არ არის, ამიტომ, სუპერფოსფატის მცირე დოზა (10 კგ/ჰა  $P_2O_5$ ) განსაკუთრებით ეფექტანია დაგრვისწინა ან თესვისწინა შეტანისას. ყველა კულტურების ქვეშ და ყველა ტიპის ნიადაგებზე.

**მეორე ეტაპი** – ვეგეტატიური მასის ინტენსიური ზრდისა და განვითარების პერიოდი, უმეტესობა კულტურებისათვის, დამახასიათებელია პირველ რიგში, აზოტის ინტენსიური შთანთქმით, შემდეგ კი – ფოსფორისა და კალიუმის შთანთქმით. კალიუმის მოყვარე კულტურებისათვის – მზესუმზირა, ჭარხალი, კარტოფილი, სიმინდი – კალიუმი მეორე ადგილზეა. ამ პერიოდში და მომდევნო პერიოდშიც, სასუქები

უკვე შეიძლება იყოს სუსტ მუჯვებში – ხსნად ფორმაში, მაგრამ მცენარის ფესვთა სისტემის ახლოს – მნიშვნელოვანია სასუქების ჩაკეთების სიღრმე.

ამ პერიოდში სასუქები შეიძლება შეტანილი იქმნას, როგორც დათესვამდე, ისე დათესვის შემდეგ – გამოკვების სახით, მათ შორის მაკროელემენტები და აზოტი როგორც ფესვური, ისე ფესვგარეშე კვების სახით, ხოლო კალიუმისანი სასუქები – მხოლოდ ფესვური გამოკვების სახით.

**მესამე ეტაპი** – მსხმოიარობის, ან რეპროდუქციული ორგანოების წარმოქმნის პერიოდი – უმეტესობა კულტურებისათვის დამახასიათებელია საკვები ელემენტების მოხმარების შემცირება - იზრდება ფოსფორისა და კალიუმის მოხმარება, ხოლო კალიუმის მოყვარე მცენარეებისათვის – პირველ რიგში კალიუმი, აზოტის მოხმარება მცირდება. ამ პერიოდში მიმდინარეობს ადრე შთანთქმული ელემენტების ინტენსიური გადანაწილება – ფოთლებიდან გადენა თესვებთან (ნაყოფებში) გადასვლა, ასევე, ძირხვეწებში გადასვლა. ამ დროს, სასუქების შესათვისებელი ელემენტები ახლოს უნდა იყოს მცენარეთა აქტიურ შესათვისებელ ფესვებთან.

სასოფლო-სამეურნეო, მცენარეებს გააჩნიათ რა ზრდისა და განვითარების ერთნაირ ეტაპები, არსებითად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ამ ეტაპების ხანგრძლივობით, და მთლიანად სავგებტაციო პერიოდის ხანგრძლივობით და მაშასადამე, საკვები ელემენტების მოხმარებით. ცენარეები, რომლებსაც გააჩნია მოხმარების მოკლე პერიოდი, რომელიც მთავრდება მეორე ეტაპის ბოლოს, უნდა გამოიკვებოს ფოსფორიანი, კალიუმისანი და ნაწილობრივ-აზოტიანი სასუქებით დათესვამდე (დარგვამდე) ან დათესვის (ან დარგვის) პერიოდში. აზოტის ნაწილი უნდა შევიტანოთ გამოკვების სახით შემდეგ, რომ თავიდან ავიცილოთ მისი ნიადაგიდან ჩარეცხვის ფაქტი.

კულტურების უმეტესობას – კარტოფილი, ჭარხალი, სიმინდი, ბოსტნეული კულტურები, გააჩნიათ საკვები ელემენტების მოხმარების სამ ეტაპიანი პერიოდი და მისი მოხმარე-

ბის მაქსიმუმი ემთხვევა მეორე ეტაპს. ამ კულტურებისათვის მიზანშეწონილია, გარდა თესვამდე და თესვის პერიოდში სასუქების შეტანისა, ჩატარდეს დამატებითი გამოკვება უფრო მოძრავი სასუქებით (აზოტიანი, კალიუმისანი და მიკროსასუქები).

არის კულტურები (მაგალითად პომიდორი), რომლებსაც საკვები ელემენტების მოხმარება გაჭიანურებული აქვთ ვეგეტაციის ბოლომდე – მაქსიმუმი მოხმარებისა მესამე ეტაპზეა, მათთვის გარდა თესვამდე და თესვის პერიოდში სასუქების შეტანისა (ფოსფორი, კალიუმი, ნაწილობრივ აზოტი) აუცილებელია გამოკვება აზოტით, აზოტ-კალიუმით და მიკროსასუქებით, სასოფლო-სამეურნეო კულტურები, საკვები ელემენტების მოხმარების განსხვავებული დინამიკის მიუხედავად, მათ ითვისებენ სხვადასხვა შეფარდებით. საკვები ელემენტების მოხმარების დინამიკა დამოკიდებულია აგრეთვე ჯიშების მომწიფების ვადაზე. ადრეულა ჯიშებს აქვთ მოკლე სავგებტაციო პერიოდი და ინტენსიური შთანთქმა საკვები ელემენტებისა. ამიტომ ისინი უფრო მომთხოვნი არიან კვების პირობებისადმი, რომლებიც სასუქებს იღებენ თესვამდე და თესვის პერიოდში. საგვიანო ჯიშები პირიქით – მათ ვეგეტაციის უფრო გრძელი პერიოდი გააჩნიათ, რის გამოც სასუქები შეაქვთ თესვამდე, თესვის პერიოდში და შემდგომ ვეგეტაციის პერიოდში 1-2-ჯერ გამოკვების ჩატარებით.

ამრიგად, სასუქების საერთო დოზებისა და შეფარდების, აგრეთვე საკვები ელემენტების ბალანსის გასაანგარიშებლად საჭიროა გვქონდეს მონაცემები საკვები ელემენტების დანახარჯებისა მოსავლის (პროდუქციის) ერთეულზე, ხოლო სასუქების სწორად გასანაწილებლად – თესვამდე, თესვის დროს და შემდგომ ვეგეტაციის პერიოდში, საჭიროა გვქონდეს მონაცემები ამ ელემენტების მოხმარებისა ვეგეტაციის პერიოდში.

ასეთი მონაცემების ჩვეულებრივ, გააჩნიათ ზონალურ სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებს. მათი არქონის შემთხვევაში, ისინი უნდა გავსაზღვროთ, რისთვისაც იღებენ

პლანტაციიდან ძირითად პროდუქციას (მოსავალს). ანალიზების შედეგებისა და მოსავლიანობის მონაცემების მიხედვით, განისაზღვრება, გაიანგარიშება საკვები ელემენტების დანახარჯები და გამოტანა პროდუქციის ერთეულზე. სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში ჩატარებული ასეთი განსაზღვრებები, მოგვცემს დაზუსტებულ მონაცემებს საკვები ელემენტების მოხმარების შესახებ.

ამრიგად, საკვები ელემენტების მოხმარების აღრიცხვა საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ და გამოვიყენოთ სასუქების დოზები, ურთიერთშეფარდება და ფორმები და ხერხები. სასუქების ეფექტიანობა დამოკიდებულია აგრეთვე გარემოს კონკრეტულ პირობებზე, რომლებიც შეიძლება გავაერთიანოთ სამ ძირითად ჯგუფში:

ნიადაგურ – კლიმატური

აგროტექნიკური;

სასუქების რაოდენობა და ხარისხი.

## 7.2. ნიადაგურ – კლიმატური პირობები

**ნიადაგური პირობები.** ნიადაგის წარმოქმნა, როგორც ცნობილია, განპირობებულია ქანით, კლიმატით, რელიეფით, ცოცხალი ორგანიზმებით, ხნოვანებით და ადამიანის საწარმოო ზემოქმედებით კონკრეტულ ტერიტორიებზე, ამ პირობების გავლენით შეტანილ სასუქებზე, ძალიან დიდია. ყოველგვარი სასუქების მაქსიმალური ეფექტიანობა ვლინდება დარბი ნიადაგებზე. უფრო ნოყიერი და გაკულტურებული ნიადაგების პირობებში მაღალიმტირებელი ფაქტორის როლში გამოდის კლიმატური და სხვა ფაქტორები. ამიტომ როგორც წესი, სასუქების ეფექტიანობა უფრო დაბალია. აზოტიანი სასუქები უფრო ეფექტურია ნიადაგებზე, რომელთა ტენით უზრუნველყოფა საკამრისია. ფოსფორიანი სასუქები უფრო

ეფექტურია არასაკმარისი დატენიანების ნიადაგებში. კალიუმიანი სასუქები უფრო ეფექტურია ტორფიან ნიადაგებზე.

გრანულომეტრული შედგენილობის მიხედვით, ყველა ტიპის მსუბუქ ნიადაგებზე, როგორც წესი, იზრდება აზოტიანი, კალიუმიანი და მიკროსასუქების ეფექტიანობა, ხოლო მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებზე – ფოსფორიანი სასუქების ეფექტიანობა. პირველ შემთხვევაში ეს აიხსნება ელემენტების უფრო ადვილი გამორეცხვით ნიადაგიდან, ხოლო მეორე შემთხვევაში – ფოსფორის ძნელადხსნად ფორმაში გადასვლით.

ნიადაგების არასასურველი რეაქციის პირობებში (მჟავან მლაშე) უნდა გავითვალისწინოთ მათდამი მცენარეთა დამოკიდებულება, ამ შემთხვევაში განისაზღვრება ქიმიური მელიორაციის საჭიროება და საჭირო დოზები – ნეიტრალიზაციის შემთხვევაში იზრდება ყველა სახის სასუქების ეფექტიანობა და აღწევს მაქსიმუმს ნიადაგის ნეიტრალური რეაქციის პირობებში. ყველა სახის სასუქების ეფექტიანობა მცირდება ნიადაგის ყველა ტიპის ნიადაგებზე, მათი შესათვისებელი საკვები ელემენტების შემცველობის ზრდის კვალობაზე.

ნიადაგის შედარებითი მაჩვენებლების მიხედვით, ახდენენ რეკომენდირებული სასუქების დოზების კორექტირებას. ყველა კულტურებისათვის. შესწორებული დოზები უზრუნველყოფენ მოსავლიანობის გადიდებას და ნიადაგებში საკვები ელემენტების რეგულირებას.

ნიადაგში საკვები ელემენტების შესათვისებელ ფორმაში შემცველობის აბსოლუტური მაჩვენებლების (მგ/კგ) გადაიანგარიშება კგ/ჰა-ში (სახნავი ფენის მასა 1 ჰექტარზე – 3 მილიონი კგ-ია) 3-ზე გამრავლებით და გამოიანგარიშება შესაბამისი საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტს შემდეგი

$$\text{ს.ე.კ.} = \frac{Bo}{3} X 100$$

სადაც: B<sub>0</sub> არის საკვები ელემენტის სამეურნეო გამოტანა საკონტროლო ვარიანტიდან (უხასუქო) + კგ/ჰა-ში; 3 – მოძრავი ელემენტების მარაგები – კგ/ჰა-ში; 100- პროცენტებში გამოსახატავად.

**კლიმატური პირობები:** - მცენარის განათების დონე და ხანგრძლივობა, ჰაერის და ნიადაგის ტემპერატურა და ტენიანობა, განსაზღვრავენ სასუქების ეფექტიანობას, რაც მეტია სინათლის დღის ხანგრძლივობა, მით უფრო მეტი ორგანული ნივთიერებების სინთეზირება ხდება და მით უფრო მეტი აზოტს აითვისებენ მცენარეები.

სინათლის მოქმედება მცენარეზე აისახება, არამარტო ფოტოსინთეზზე, არამედ ტრანსპირაციაზეც. ჰაერის ტენიანობის გადიდებით იზრდება მცენარის გამძლეობა საკვები ხსნარების კონცენტრაციის გადიდებისადმი.

ნიადაგის ტემპერატურა განსაზღვრავს საკვები ელემენტების ტრანსფორმაციის ტემპებს მასში და მათი შეთვისებას მცენარეთა მიერ. 8-10°C ტემპერატურაზე მცირდება შეთვისება, გადაადგილება და ნივთიერებათა ცვლაში ჩართვა აზოტისა და ფოსფორის, ხოლო 5-6°C –ზე ფესვების მიერ ამ ელემენტების შეთვისება მკვეთრად მცირდება. 10-25°C ტემპერატურაზე იზრდება ელემენტების მობილიზაცია ნიადაგში და მათი შეთვისება მცენარეთა მიერ.

ასევე დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ტენიანობას. იგი უნდა იყოს ოპტიმალურ ფარგლებში. ეფექტიანობის უკმარისობის დროს მცირდება საკვები ელემენტების ხსნადობა და ტრანსფორმაცია, შეთვისება მცენარეთა მიერ. ტენიანობის სიჭარბის დროს იზრდება საკვები ელემენტების ნიადაგიდან გამორეცხვის საშიშროება, განსაკუთრებით ელემენტების წყალხსნად ფორმაში არსებობისას ნიადაგში. წყლის რეჟიმის რეგულირება მორწყვების ჩატარებით და ჭარბტენიანი ნიადაგების დაშრობით- ფართობიდან ზედმეტი წყლის გაყვანით, იქმნება პირობები სასუქების ეფექტიანობის გადიდებისათვის და ელემენტების ნიადაგში დამაგრებისათვის.

ცალკეული სახეების სასუქების ეფექტიანობა, ამინდის პირობების გავლენით, დიდ ფარგლებში მერყეობს – აზოტიანი სასუქების 50 %-მდე, კალიუმიანი სასუქები – 75 %-მდე. სასუქების მეცნიერულად დასაბუთებული გამოყენება, მნიშვნელოვნად ამცირებს მათ დანაკარგებს ამინდის პირობებისაგან დამოკიდებულებით.

### 7.3. აგროტექნიკური პირობები

ნიადაგის დამუშავება, სასუქებისა და მელიორანტების შეტანის ვადები და ხერხები, თესვების ჩათესვის წესები, მავნებლებთან, დაავადებებთან და სარეველებთან ბრძოლა, კულტურების სახეობები და ჯიშები, მათი მონაცვლეობა - ყველა ეს აგროტექნიკური ფაქტორები არსებით გავლენას ახდენენ ნიადაგების წყლოვან-ჰაეროვან, ტემპერატურული და კვების რეჟიმზე, მაშასადამე სასუქების ეფექტიანობაზე.

ნიადაგის დამუშავების სხვადასხვა ხერხების გამოყენებისას, სასუქები სახნავ ფენაში ერთნაირად არ ნაწილდება, ხოლო დამუშავების ერთი და იგივე ხერხის გამოყენებისას კი სასუქების თანაბარი განაწილება გამოწვეულია ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებთ.

სასუქების გამოყენების ყველაზე მაღალი ეფექტურობა მიიღწევა სასუქების ლოკალური შეტანისას. ჩვეულებრივ მძიმე ნიადაგებში 8-10 სმ სიღრმეზე და მსუბუქ ნიადაგებში 12-15 სმ სიღრმეზე.

სასუქების ეფექტიანობა იზრდება არასაკმაო დატენიანების პირობებში მათი უფრო ღრმად შეტანით, მათი ეფექტიანობა დამოკიდებულია აგრეთვე, შეტანილი სასუქების სახეობისა და ფორმის მიხედვით. სასუქების ჩაკეთების სიღრმე, პირველ რიგში, მნიშვნელოვანია ორგანული სასუქებისა და ფოსფორიანი სასუქებისათვის, შემდეგ კი – კალიუმიანი, აზოტიანი და მიკროსასუქებისათვის.

საკმაო დატენიანების პირობებში, ორგანული სასუქების, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ეფექტიანობა იზრდება მხოლოდ სახნავი ფენის სიღრმეში შეტანისას. ამ ნიადაგების უფრო ღრმა დამუშავებისას სასუქების ეფექტიანობა მცირდება, რადგან ისინი განსხვავდებიან ნიადაგის დიდი მოცულობით. სასუქების ეფექტიანობა დამოკიდებულია აგრეთვე ნიადაგის ძირითადი დამუშავების ჩატარების დროზე, განსაკუთრებით აზოტიანი სასუქების შეტანისას.

თესვების ჩათესვის (დარგვის) ვადები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ სასუქების ეფექტიანობაზე. გაკულტურებული ნოყიერ ნიადაგებზე, 1 – დღით თესვის დაგვიანება იწვევს – 0,1- 0,15 ტ/ჰა-ზე. ეს განსაკუთრებით იგრძნობა სამხრეთის რაიონებში.

სასუქების ეფექტიანობა დამოკიდებულია მცენარეთა კვების არეზე და თესვების ხარისხზე. ასევე მნიშვნელოვანია თესვისა და დარგვის სამუშაოების ჩატარების ხარისხი, მოვლითი სამუშაოების დროულად და ხარისხიანად ჩატარება და მოსავლის აღება. დიდი მნიშვნელობა აქვს თესვების ხარისხს, მცენარეთა დაცვას მავნებლებისა და ავადმყოფობებისაგან. სარეველებთან ბრძოლა უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია სასუქების ეფექტიანობაში, რადგან ისინი ართმევენ კულტურულ მცენარეებს სასუქის ელემენტების ნაწილს. ჰერბიციდების გამოყენებამ დიდი ეფექტი მოიტანა თავის დროზე, მაგრამ მიუხედავად მათი დოზებისა და ხერხების შერჩევისა, ისინი ცუდად მოქმედებენ ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობაზე და ისინი თანდათანობით გადიან მოხმარებიდან, ამის გამო რჩება სარეველებთან ბრძოლის მექანიკური და ბიოლოგიური მეთოდი.

ნიადაგისა და კულტურების წყლით უზრუნველყოფა, ძირითადი ფაქტორია სასუქების ეფექტიანობის გამოსავლენად. არასაკმაო დატენიანებისა და მშრალი კლიმატის პირობებში, სასუქების ეფექტიანობა მცირდება.

#### 7.4 მინერალური სასუქების გამოყენების ტექნიკა და ნორმების დადგენის გაანგარიშებითი მეთოდები

მინერალური სასუქების ეფექტურობა სხვადასხვა პირობებთან ერთად დიდად არის დამოკიდებული თვით მის ხარისხზე, რომელსაც განსაზღვრავს შენახვის პირობები. სასუქების უმეტესობა წყალში ხსნადია და ნიადაგიდან მიღებული ტენის შედგენად იბეღება, რის გამოც მათი შეტანის დროს საჭიროა დამატებითი შრომის ჩატარება სასუქების დასაშლელად. შენახვის პირობების მიხედვით მინერალური სასუქები სამკვარია:

1. არაჰიგროსკოპული სასუქები, რომლებიც შენახვისადმი ნაკლებ მოთხოვნილებას იჩენს. მათ მიეკუთვნება: კირის ფქვილი, თომასის წიდა, ფოსფორიტის ფქვილი და ნაცარი;

2. შენახვის პირობებისადმი უფრო მეტი მოთხოვნილების მქონე ნაკლებად ჰიგროსკოპული სასუქები: ამონიუმის სულფატი, პრეციპიტატი, კალციუმის ციანამიდი, ამოფოსი და სუპერფოსფატი;

3. მაღალი ჰიგროსკოპული სასუქები-მოითხოვენ შენახვის განსაკუთრებულ პირობებს, ასეთი სასუქებია: ამონიუმის გვარჯილა, კალციუმის გვარჯილა, შარდოვანა.

იმისათვის, რომ მინერალურმა სასუქებმა არ დაკარგოს თავისი ღირსება, საჭიროა მათი შენახვა სპეციალურად მოწყობილ საწყობებში, რომელიც სასუქების მომარაგების სისტემაში არის სამი ტიპის:

1. საბაზისო საწყობები, რომელთა მოცულობა 5-10 ათას ტონას უდრის;

2. სარკინიგზო საწყობები 500-1000 ტონა ტევადობით;

3. შიდასამეურნეო საწყობები, რომელთა მოცულობა 500 ტონას აღწევს.

ეს უკანასკნელი შეიძლება იყოს ორი სახის: 1. შიდასამეურნეო ცენტრალური საწყობი, რომელიც გლეხური მეურნეობის ან ფერმერების სამეურნეო შენობების ტერიტორიაზე

იგება და 2. მინდვრის საწყობები, სასუქების გამოყენების ადგილას აშენებული, რომელიც ძალზე მარტივი ტიპისაა.

თუ სასოფლო სამეურნეო მინდორზე ერთდროულად შედის რამდენიმე სასუქი, მაშინ მუშახელის ეკონომიის მიზნით ახდენენ მათ შერევას, თუ ეს შესაძლებელია და ისე შეაქვთ ნიადაგში. დღეისათვის სასუქების გამოყენების სისტემაში არჩევენ ურთიერთშერევის სამ სემთხვევას:

- ა) სასუქების შერევა წინასწარ დიდი ხნით ადრე;
- ბ) სასუქების შერევა ნიადაგში შეტანის წინ;
- გ) სასუქების ურთიერთშერევის დაუშვებლობა.

სასუქების სხვადასხვა სახეობების შერევისას უნდა გაითვალისწინოთ შემდეგი; დღეს არსებული მინერალური სასუქებიდან შეიძლება აირიოს:

1. მონიუმის სულფატი-სუპერფოსფატთან ნიადაგში შეტანამდე დიდი ხნით ადრე. თუ ამ სემთხვევაში წარმოიქმნება მაგარი მასა საჭიროა ის წინასწარ დაიფხვნას. ამიტომ უმჯობესია მათი შერევა შეტანის წინ, რადგან თავიდან იქნება აცილებული ნარევის დაფხვნა;

2. სულფატამონიუმი-სილვინიტთან, ქლორკალიუმთან და კალიუმის სულფატთან წინასწარ, დიდი ხნით ადრე;

3. ფოსფორიტის ფქვილი-სილვინიტთან, ქლორკალიუმთან და კალიუმის სულფატთან;

4. სულფატნიტრატამონიუმის-ამონიუმის გვარჯილასთან მხოლოდ ნიადაგში შეტანის წინ;

5. სუპერფოსფატისა და სილვინიტისა, ქლორკალიუმისა და კალიუმის სულფატისა ნიადაგში შეტანის წინ, რადგან მათი დიდი ხნით ადრე შერევა იწვევს ნარევის ახელვას და მისი შეტანის გაძნელებას.

არსებული მინერალური სასუქებიდან დაუშვებელია ერთმანეთში არევა:

1.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ -ისა და სულფატნიტრატამონიუმისა-სუპერფოსფატთან ვინაიდან ნარევი იზილება და ძნელი ხდება ნაკვეთზე მისი მობნევა;

2.  $\text{CaCN}_2$ -ისა – სუპერფოსფატთან. ამ დროს პირველის მოქმედებით მეორის ხსნადობა მცირდება, ხოლო თვით ციანამიდში წარმოიქმნება მცენარისათვის მომწამვლელი შენაერთი-ციანამჟავა;

3.  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ -ისა-სუპერფოსფატთან. ამ დროს ნარევის ფიზიკური თვისებები უარესდება;

4. კირის შემცველი სასუქებისა-ნაკელთან, ვინაიდან კირი იწვევს ნაკელიდან ამიაკის დაკარგვას.

სასუქების შერევა შეიძლება მოხდეს ქარხანაში ან მეურნეობაში სასუქების შემრევი მანქანებით. სასუქების ეფექტურობა ყველა აღნიშნულ პირობებთან ერთად განისაზღვრება ნიადაგში შეტანის წესებითაც; არჩევენ მათი შეტანის ორ ძირითად წესს: 1. მთელ ფართობზე მოფანტვით და 2. ადგილობრივი შეტანით.

სასუქების ადგილობრივი შეტანის მიზანია: 1. დაახლოება სასუქების მცენარის ფესვთა სისტემასთან რითაც უმჯობესდება კვების პირობები; 2. სასუქების შეხების ზედაპირის შემცირებანიადგან.

სასუქების შეტანაში დროისა და დანიშნულების მიხედვით არჩევენ: 1. ძირითად განოციერებას ხვნის წინ; 2. თესვის-წინას; 3. თესვის დროს განოციერებას და 4. გა-

მოკვებას ე.ი. სასუქების შეტანას მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში.

სასუქების შეტანა ნიადაგში ხდება, როგორც ხელით, ისე სპეციალური მანქანებით. დღეისათვის დიდ ფართობებზე სასუქების შეტანა წარმოებს თვითმფრინავით. ამ წესით ძირითადად შეაქვთ სასუქები სითხის სახით ფესვგარეშე გამოკვებისათვის.

**მინერალური სასუქების ნორმის დადგენა გეგმიური მოსავლისათვის (ელემენტური ბალანსის მეთოდი).** ამ მეთოდის საფუძველია მცენარის მიერ ძირითადი და თანამგზავრი მოსავლის ერთეულით (10 ან 100 ც/ჰა) ნიადაგიდან საკვები ნივთიერებების გამოტანა (ხელმძღვანელობენ საცნობარო მონაცემებით); მცენარის მიერ ნიადაგის, სასუქის ან მცენარეული

ანარჩენების (ფესვი, წამონაზარდი და სხვ. ანარჩენი) საკვები ნივთიერებების გამოყენების კოეფიციენტი. გეგმიური მოსავლის მისაღებად საკვები ელემენტების მარაგის შევსება ნიადაგში ხდება ორგანული და მინერალური სასუქების შეტანით.

სასუქის ნორმის გაანგარიშებისათვის საჭიროა საორიენტაციო კოეფიციენტის ცოდნა და სასუქის შემდგომი მოქმედება. ადვილად-ჰიდროლიზებადი ნაერთებიდან აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი უდრის 0,2 ანუ 20%.

მცენარის მიერ ნიადაგიდან საკვები ნივთიერების გამოყენების კოეფიციენტი ცვალებადობს მცენარის ბიოლოგიური თავისებურების, ნიადაგის ტიპისა და ნიადაგში ნივთიერებათა განსაზღვრის მეთოდების მიხედვით. სასუქის ნორმის დადგენისათვის მათი გათვალისწინება აუცილებელია.

განვიხილოთ ელემენტური ბალანსის მეთოდი კონკრეტულ მაგალითზე.

ამ მაგალითის ამოხსნისთვის საჭიროა შემდეგი მონაცემები:

1. გეგმიური მოსავალი, ც/ჰა;
2. ნიადაგის ტიპი და მექანიკური შედგენილობა;
3. კარტოგრამის მონაცემები (შედგენილი ორი წლის პერიოდში), ნიადაგში მოძრავი  $P_2O_5$  და გაცვლითი  $K_2O$  შემცველობა, მგ/100 გ ნიადაგზე, განსაზღვრის მეთოდი;
4. ნიადაგში შესატანი გეგმით გათვალისწინებული ორგანული სასუქების რაოდენობა, ტ/ჰა;
5. ორგანულ სასუქებში N,  $P_2O_5$  –ისა და  $K_2O$ -ს შემცველობა, %;
6. თესლბრუნვის რგოლი, რომელშიც გათვალისწინებულია გეგმიური მოსავლის მიღება;
7. თესლბრუნვაში ცალკეული კულტურების გასანოყიერებლად გამოყენებული მინერალური სასუქების (NPK) რაოდენობა, კგ/ჰა;

8. თესლბრუნვაში მრავალწლიანი ბალახების ყოველწლიური მოსავალი (თივა), ც/ჰა.

დაეუშვათ დადგენილი გვაქვს 50 ც სიმინდის მარცვლისა და თანამგზავრი მოსავლის (ჩალა) მიღება. ნიადაგი საშუალო თიხნარია, მოძრავი  $P_2O_5$ -ის შემცველობა მასში შეადგენს 5-7 მგ, ხოლო გაცვლითი  $K_2O$ -6-8 მგ/100 გ

ც ხ რ ი ლ ი 7.4.1.

**მცენარეთა მიერ ნიადაგისა და სასუქის საკვები ნივთიერების გამოყენების კოეფიციენტი (% კორდიან-ეწერი და ტყის რუხი ნიადაგებისათვის)**

კულტურა	ნიადაგიდან (ნივთიერების საშუალო და მეტი შემცველობის დროს*)		მინერალური სასუქებიდან – I წელს			ორგანული სასუქებიდან I წელს		
	$P_2O_5$	$K_2O$	N	$P_2O_5^{**}$	$K_2O$	N	$P_2O_5$	$K_2O$
მარცვლოვნები, ერთწლიანი და მრავალწლიანი ბალახები	5	10	50-60	15-25	40-50	20	20	40-50
სათონი კულტურები – კარტოფილი, ძირხვენი, სასილოსე მცენარეები	5	20	60-70	20-25	50-70	20-25	30	50-60
კომბოსტო	5	20	60-70	20	60-70	20-25	30	60
სელი	3	5	30-40	10-15	30-40	-	-	-
სტაფილო, საკვები ჭარხალი, პომიდორი	5	10	50-60	15-20	50-60	20	20	50
კიტრი	3	5	30-40	10-15	30-40	15-20	20	30

\* საკვები ელემენტებით ნიადაგის დაბალი უზრუნველყოფის კოეფიციენტი 1,5-2-ჯერ იზრდება

\*\* სასუქების მწკრივში შეტანისას სუპერფოსფატიდან გამოიყენება 60%  $P_2O_5$

ნიადაგზე-ონიანის მეთოდით. ნკვეთზე გეგმით გათვალისწინებულია 20 ტ/ჰა ორგანული სასუქის შეტანა, რომელიც შეიცავს: N-0,5; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0,25 და K<sub>2</sub>O-0,6 %.

სიმინდის გეგმიური მოსავლისათვის ამ მონაცემებზე დაყრდნობით ხდება მინერალური სასუქების ნორმის დადგენა.

ცნობილია, რომ 10 ც სიმინდის მარცვალს, ჩალასთან ერთად, ნიადაგიდან გამოაქვს: აზოტი - 34, ფოსფორი - 12 და კალიუმი - 37 კგ. ამ საცნობარო მასალებზე დაყრდნობით 50 ც/ჰა სიმინდის მოსავალი (ჩალასთან ერთად) ნიადაგიდან გამოიტანს: N-170, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-60 და K<sub>2</sub>O-185 კგ. პრაქტიკაში ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შემდგომქმედება იანგარიშება არა უმეტეს ორი წლით, აზოტიანი სასუქებისა-ერთი წლით. ორგანული სასუქებისა და პარკოსანი მცენარეების ანარჩენების აზოტის შემდგომქმედება, ყველა შემთხვევაში, აუცილებლად უნდა ვიანგარიშოთ პირველი წლის მოქმედების მიხედვით, რადგანაც კარტოგრამას ნიადაგში აზოტის მოძრავი ნაერთების შემცველობაზე არ ადგენენ.

მოცემულ მაგალითში სიმინდი ითესება, სამყურასა და ტიმოთელას ნარევის გამოყენების შემდეგ, ხოლო თივის საერთო მოსავალი ორ წელიწადში შეადგენს 8 ტ/ჰა (40X2). დადგენილია რომ ერთი ტ ნიადაგში ტოვებს ანარჩენების აზოტს 10-15 კგ/ჰა. აქედან გამომდინარე, მრავალწლიანი ბალახების ანარჩენებით, მოცემულ შემთხვევაში, ნიადაგში დარჩება დაახლოებით 120 კგ/ჰა აზოტი. ბალახების შემდეგ, სიმინდს შეუძლია შეითვისოს მცენარეული ანარჩენების აზოტის დაახლოებით 25 % ანუ 30 კგ/ჰა.

მცენარის მიერ ნიადაგიდან საკვები ნივთიერების გამოყენება შემდეგნაირად განისაზღვრება. დავუშვათ, კარტოგრამის მიხედვით ნიადაგი შეიცავს საშუალოდ 6 კგ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> და 7 მგ K<sub>2</sub>O 100 გ ნიადაგზე. შესაბამისად 1 ჰა ფართობის სახნავ ფენაში იქნება: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 180 (6X30) და K<sub>2</sub>O 210 (7X30) კგ/ჰა. სიმინდს შეუძლია ნიადაგიდან გამოიყენოს მოძრავი ფოსფორის დაახლოებით 5% ანუ 9 კგ და გაცვლითი კალიუმის 10% ანუ

21 კგ (ცხრ.7.4.1). ძნელია მცენარის მიერ ნიადაგიდან აზოტის გამოყენების განსაზღვრა. ეს შეიძლება ორი ხერხით ამოიხსნას.

**პირველი ხერხი** – აზოტის გამოტანის განსაზღვრა ნიადაგში აზოტის შემდეგ პირველ მინიმუმში მყოფი ელემენტის მიხედვით. მაგალითად, საშუალო თიხნარ, კორდიან-ეწერ პირველ მინიმუმშია აზოტი, მეორე მინიმუმში, როგორც წესი, ფოსფორი იმყოფება. მცენარის მიერ ფოსფორი გამოიყენება 9 კგ, მას შეუძლია უზრუნველყოს 7-8 ც/ჰა სიმინდის მოსავლის მიღება (1 ც სიმინდის ჩალასთან ერთად გამოაქვს 11,2 კგ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). თუ ნიადაგი ქვიშა ან ქვიშნარია, მეორე მინიმუმში, როგორც წესი, კალიუმი იქნება. ამ შემთხვევაში მოსავლის შესაძლებელი რაოდენობა კალიუმის მიხედვით უნდა დადგინდეს, შესაბამისად, აზოტის გამოტანაც ამ ელემენტის მიხედვით უნდა განისაზღვროს.

**მეორე ხერხი** – ნიადაგში აზოტის ადვილადჰიდროლიზებადი ნაერთებიდან მცენარის მიერ გამოყენებული აზოტის განსაზღვრით. ნიადაგში აზოტის ადვილადჰიდროლიზებადი ნაერთების შემცველობის შესახებ აგროქიმიური ანალიზის მონაცემები თუ არ გაგვანია, მაშინ შეიძლება შემდეგი მჩვენებლებით ვიხეიძღვანელოთ. მიჩნეულია, რომ ნიადაგში აზოტის ადვილადჰიდროლიზებადი ნაერთების შეიმცველობა ნაყოფიერების შესაბამისად. იგი საშუალო ნაყოფიერების ნიადაგში შეადგენს 4-6 მგ, ამაღლებული ნაყოფიერების ნიადაგში 6-8 მგ, და მაღალი ნაყოფიერებისაში 8-10 მგ/100 გ ნიადაგზე. ამ მაგალითში 100 გ ნიადაგში დაახლოებით 5 მგ აზოტის ადვილადჰიდროლიზებადი ნაერთებია. იგი 1 ჰა სახნავ ფენაზე შეადგენს დაახლოებით 150 კგ/ჰა (5X30) ადვილადჰიდროლიზებად აზოტს. სიმინდს შეუძლია ნიადაგიდან გამოიყენოს დაახლოებით 20% ანუ 30 კგ აზოტი ადვილადჰიდროლიზებადი ნაერთებიდან. სიმინდისათვის მინერალური სასუქების წლიური ნორმის გაანგარიშების მსვლელობა შეიძლება შემდეგი სქემით:

№	მაჩვენებლები*	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	სიმინდის მარცვლის 20 ც/ჰა გეგმიური მოსავლით თანამგზავრ მოსავალთან ერთად საკვები ელემენტების გამოტანა, კგ/ჰა	170	60	185
2	ადრე შეტანილი N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> შემდგომქმედება, კგ/ჰა.	-	9 (10%)	12(20%)
3	ნიადაგის საკვები ელემენტების გა-მოყენება (აზოტის პიდროლი-ზებადი ნაერთები-5, მოძრავი P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , გაცვლი-თი K <sub>2</sub> O-7 მგ/100 გ ნიადაგზე), კგ/ჰა	30(20%)	9(5%)	21(10%)
4	20 ტ/ჰა ორგანული სასუქის გამოყენებით ნიადაგში შეტანილი საკვები ელემენტები კგ/ჰა	100	50	120
5	ორგანული სასუქების შეტანის პირველ წელს საკვები ელემენტების გამოყენებასთან, კგ/ჰა	20(20%)	15(30%)	60(50%)
6	ნიადაგში შეტანილი მინერალური სასუქების საკვები ელემენტები, კგ/ჰა	120	27	92
7	მინერალური სასუქების შეტანის პირველ წელს მცენარის მიერ საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი, %	60	20	60
8	მცენარის მიერ სასუქის საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტის გათვალისწინებით შესატანი საკვები ელემენტები, კგ/ჰა	$\frac{120 \times 100}{60}$	$\frac{27 \times 100}{20}$	$\frac{92 \times 100}{60}$
		= 200	= 135	= 155

\* თუ სიმინდი პარკოსანი ბალახების შემდეგ ითესება, მაშინ ყოველ ტონა თივის მოსავალზე მხედველობაში მიიღება 10-15კგ აზოტის 25%.

გაანარიშებითი ნორმები უნდა დამრგვალდეს 5 ან 10 კგ-მდე სიზუსტით. საკვები ნივთიერებების ნორმები მინერალური სასუქების ნიდაგში შესატანად უნდა გაანგარიშდეს ფიზიკურ მასაზე. შეიძლება მისი გადაანგარიშება სტანდარტულ სასუქებზედაც.

**ფიზიკურ მასაზე.** ამ მიზნით იყენებენ ფორმულას:

$$ფ. მ. = \frac{a \times 100}{b}$$

სადაც: a არის ნიადაგში შესატანი საკვები ელემენტის ნორმა. კგ/ჰა ან ც/ჰა;

b --- საკვები ელემენტის შემცველობა სასუქში, %;

100 --- მთლიან მასაზე გადასაანგარიშებელი რიცხვი.

ვთქვათ, 200 კგ/ჰა აზოტი გვინდა შევიტანოთ ამონიუმის გვარჯილის სახით, მაშინ ეს ფორმულა შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$NH_4NO_3 \text{ ფ.მ.} = \frac{200 \times 100}{34} = 588 \text{ კგ ან } 5,9 \text{ ც/ჰა};$$

ან 135 კგ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ის შეტანისას სუპერფოსფატის სახით:

$$Ca(HPO_4)_2 \text{ ფ.მ.} = \frac{135 \times 100}{20} = 675 \text{ კგ ან } 6,7 \text{ ც/ჰა};$$

ან 155 კგ K<sub>2</sub>O-ის შესატანად ქლოროვანი კალიუმის სახით:

$$KCl \text{ ფ.მ.} = \frac{155 \times 100}{60} = 258 \text{ კგ ან } 2,6 \text{ ც/ჰა}.$$

**სტანდარტულ სასუქზე.** სტანდარტად მიღებულია; აზოტიანი სასუქების – 20,5 %-იანი ამონიუმის სულფატი, ფოსფორიანისთვის – 18,7 %-იანი სუპერფოსფატი და კალიუმიანი-სათვის – 41,6 %-იანი კალიუმის მარილი; სასუქების სტანდარტულ სასუქზე გადაანგარიშება შენდგენიარად ტარდება:

$$\text{აზოტიანი სასუქები} = \frac{200 \times 100}{20,5} = 980 \text{ კგ ან } 9,8 \text{ ც/ჰა};$$

$$\text{ფოსფორიანი სასუქები} = \frac{135 \times 100}{18,7} = 720 \text{ კგ ან } 7,2 \text{ ც/ჰა};$$

$$\text{კალიუმიანი სასუქი} = \frac{155 \times 100}{41,6} = 370 \text{ კგ ან } 3,7 \text{ ც/ჰა}.$$

**მინერალური სასუქების ნორმის განსაზღვრა გეგმიური ნამატი მოსავლის მიხედვით.** ამ მეთოდის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: აგროქიმიური ცდების მონაცემების საფუძველზე, გარკვეულ ნიადაგურ და კლიმატურ პირობებში, უნდა ვიცოდეთ, კულტურათა მოსავალი უსასუქო და ორგანული და მინერალური სასუქებით გამოყენებულ ნიკვეთებზე. მათი დაპირისპირებით უნდა დავადგინოთ ნამტი მოსავალი. სასუქის ნორმის კორექტირება ხდება ნიადაგში, საკვები ნივთიერების მოძრავი ფორმების შემცირების მიხედვით, რისთვისაც იყენებენ შესაბამის შესწორების კოეფიციენტს. განვიხილოთ ამ მეთოდით მინერალური სასუქის ნორმის განსაზღვრა ზემოთ აღწერილ მაგალითზე.

სიმინდის მარცვლის მოსავალი გაუნოციერებელ ნაკვეთზე შეადგენს 10 ც/ჰა, განოციერებულზე 40 ც/ჰა, ნამატი მოსავალი ტოლია 40-10=30 ც/ჰა. იგი შეადგენს გეგმიურ ნამატ მოსავალს. საცნობარო მონაცემებით ვიცით, რომ 10 ც სიმინდის თანამგზავრ მოსავალთან ერთად ნიადაგიდან გამოაქვს: აზოტი-34 კგ, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 12 კგ, K<sub>2</sub>O - 37 კგ. სასუქის ნორმის დადგენა ხდება ამ მონაცემებზე დაყრდნობით, შემდეგი სქემის მიხედვით:

№	მაჩვენებლები	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	საკვები ელემენტების გამოტანა 30 ც/ჰა სიმინდის მარცვლისა და თანამგზავრი გეგმიური ნამატი მშობელით, კგ/ჰა	102	36	111
2	დრე შეტანილი N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> შემდგომში მდგობა, კგ/ჰა.	-	9(10%)	12(20%)
3	ნიადაგში შეტანილი 20 ც/ჰა ორგანული სასუქიდან მცენარეს მიერ მიღებულ წელს საკვები ელემენტების გამოყენება, კგ/ჰა	20(20%)	15(30%)	60(50%)

4	ნიადაგში შესატანი მინერალური სასუქის საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი პირველ წელს, %	60	20	60
5	მინერალური სასუქის საკვები ელემენტების ნორმა მცენარის მიერ მათი გამოყენების კოეფიციენტების გათვალისწინებით, კგ/ჰა	$\frac{81 \times 100}{60} = 140$	$\frac{12 \times 100}{20} = 60$	$\frac{39 \times 100}{60} = 65$
6	სასუქის ნორმის კორექტირება ნიადაგის ნაყოფიერების გათვალისწინებით (ცხრ.80)	140X1=140	60X1,5=90	65X1,3=80

**მინერალური სასუქების ნორმების დადგენა თესლობრუნვაში საკვები ნივთიერების ბალანსის ნორმატივების გამოყენებით.** ნიადაგში საკვები ნივთიერების ბალანსი შედგება ორი ნაწილისაგან; შემოსავალი და გასავალი ნიწილებისაგან. ბალანსის შემოსავალი ნიწილი შედგება: სასუქის სახით ნიადაგში შეტანილი საკვები ნივთიერებების; თესლის შედგენილობაში შემავალი საკვები ნივთიერებებისა და ატმოსფეროდან ნიადაგში მოხვედრილი საკვები ნივთიერებისაგან, მათ შორის კოჟრის ბაქტერიებისა და ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები ბაქტერიების მიერ დაგროვილი აზოტისაგან. ბალანსის გასავალი ნაწილი მოიცავს: მოსვლის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილ საკვებ ნივთიერებებს, რომლებიც არ უბრუნდება ნიადაგს; ნიადაგისა და სასუქის საკვები ნივთიერებების დანაკარგი გადარეცხვით, ჩარეცხვით (ნიტრიფიკაციის შემდეგ) და აქროლებით (დენიტრიფიკაციით).

არჩევნ საკვები ნივთიერების ბალანსის ორ სახეს: **სრულს**, ანუ ეკოლოგიურს ან ბიოლოგიურს და **გამარტივებულს**, ანუ სამეურნეო ბალანსს.

სრული ბალანსის შემთხვევაში მხედველობაში მიიღება ნიადაგში საკვები ნივთიერებების შემოსავლისა და გასავლის ყველა სტადია. სამეურნეო ბალანსის შემთხვევაში მხედველობაში მიიღება მხოლოდ საკვები ელემენტების ის რაოდენობა, რომელიც ნიადაგში შეიტანება სასუქების სახით და აზოტის ის რაოდენობა, რომელსაც ნიადაგში ტოვებენ პარკო-

სანი მცენარეები; მათი დაპირისპირება მოსავლით გამოტანილ საკვებ ნივთიერებებთან და სასუქიდან საკვები ელემენტების შესაძლებელ დანაკარგებთან. სამეურნეო ბალანსი საკვები ნივთიერებების შემოსავლის სხვა სტატიებს (ნაღებებთან ერთად, თესლთან ერთად, ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაცია კოურისა და ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები ბაქტერიების მიერ) არ ითვალისწინებს. ბალანსის ეს სახე გასავალ ნაწილში ასევე არ ითვალისწინებს ნიადაგის საკვები ნივთიერების დანაკარგს. ანგარიშისას მხედველობაში მიიღება, რომ ისინი თანაბარია.

საკვები ნივთიერებების ბალანსი შეიძლება იყოს დადებითი, უარყოფითი, (დეფიციტური) და უდეფიციტო (ნულოვანი). დადებითი ბალანსი, როცა ნიადაგში საკვები ელემენტების შეტანა აღემატება მოსავლით მათ გამოტანას და ნიადაგიდან და სასუქებიდან საკვები ელემენტების დანაკარგს. დეფიციტური ბალანსის დროს ნიადაგიდან მოსავლით საკვები ნივთიერებების გამოტანა და ნიადაგისა და სასუქების საკვები ელემენტების დანაკარგები აღემატება ნიადაგში შეტანილ საკვებ ნივთიერებათა რაოდენობას. უდეფიციტო ბალანსის დროს საკვები ნივთიერების ბალანსის ელემენტები – შემოსავლისა და გასავლის ნაწილები – ტოლია.

თესლბრუნვაში სასუქის გამოყენების სისტემის დამუშავებისას და საერთოდ, სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში, იყენებენ სამეურნეო ბალანსს. მას გამოხატავენ ცალკეული საკვები ელემენტების მიმართ შეფარდებით ციფრებში - %-ობით, მოსავლის გამოტანილი რაოდენობიდან, ასევე აბსოლუტური მაჩვენებლებით – კგ/ჰა.

დინამიკაში ბალანსის მაჩვენებლების ცვლილებებს გამოხატავენ ტერმინით „ბალანსის ინტენსივობის ცვლილება“.

საკვები ნივთიერებების შემოსავლისა და გასავლის ნაწილები საკვები ნივთიერებების პროცენტული ან წილადობრივი შეფარდება წარმოადგენს ბალანსის სტრუქტურას. აღნიშნული მეთოდი თესლბრუნვაში საფუძვლად უდევს საკვები ნივთიერებების ბალანსი სრული როტაციისას.

საკვები ნივთიერებების სანიმუშო ნორმატივები კორდიან - ეწერ და ტყის რუხი ნიადაგებისათვის მოცემულია 7.4.2. ცხრილში. შეიძლება ასევე გამოვიყენოთ მოსავლით ნიადაგიდან და სასუქებიდან საკვები ნივთიერებების გამოტანის კოეფიციენტი.

ცხრილი 7.4.2.

**თესლბრუნვაში საკვები ნივთიერებების ბალანსის სანიმუშო ნორმატივები, მოსავლით გამოტანილი საკვები ნივთიერებების კოეფიციენტი, ნიადაგში საკვები ელემენტების შემცველობასთან დაკავშირებით.**

ნიადაგის კლასი	ნიადაგში მოძრავი ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობა	თესლბრუნვაში შეტანილი სასუქების საკვები ნივთიერებები (% მოსავლით გამოტანილთან შედარებით)			ნიადაგში შეტანილი სასუქებიდან მოსავლით გამოტანილი საკვები ნივთიერებების კოეფიციენტი, %		
		N*	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1-2	ქლიერ დაბალი და დაბალი	120-130	200-250	130-150	85-75	50-40	80-65
3	საშუალო	120-130	170-200	110-130	85-75	65-50	90-80
4	ამდლებული	110-120	140-170	80-100	90-85	70-60	125-100
5	მაღალი	100-110	100-140	60-80	100-90	100-70	170-125
6	ქლიერ მაღალი	80-100	70-100	40-60	125-100	140-100	250-170

შეფარდებითი ბალანსი გამოიხატება %-ობით გამოტანიდან. ზოგჯერ მას შევსების ან დაბრუნების კოეფიციენტს უწოდებენ და გამოხატავენ ათწილადით. მაგალითად, თუ ბალანსის ნორმატივი (შეფარდებითი ბალანსი) აზოტის მიმართ 120%, ხოლო ფოსფორის მიმართ 200%-ია, მაშინ შევსება ან დაბრუნების კოეფიციენტი ტყე გადაყვანით ისინი ტოლი იქნება 1,2 და 2,0.

\* ნიადაგში ფოსფორის მოძრავი ფორმების შემცველობასთან დაკავშირებით.

საკვები ნივთიერებების გამოტანის კოეფიციენტს ზოგჯერ საბალანსო კოეფიციენტსაც უწოდებენ. იგი მიგვანიშნებს თუ ნიადაგში შეტანილი საასუქების საკვები ელემენტების რაოდენობიდან, რა ნაწილს შეადგენს (%-ობით) მოსავლით ცალკეული საკვები ნივთიერებების გამოტანა. მას საზღვრავენ თესლბრუნვაში ერთი როტაციის დამთავრებისას, ხოლო ისეთ კულტურებში, სადაც თესლბრუნვა არ არის – სავეგეტაციო წლის ბოლოს. მაგალითად, თუ ეს კოეფიციენტი რომელიმე საკვები ელემენტების მიმართ 100-ის ტოლის, ეს იმას ნიშნავს, რომ ნიადაგში შეტანილი სასუქით ხდება მოსავლით გამოტანილი ელემენტების კომპენსირება. თუ იგი 100-ზე მეტია ან ნაკლებია, ეს იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ნიადაგში შეტანილი სასუქის საკვები ელემენტი ჭარბობს ან ვერ აღადგენს მოსავლით გამოტანილი საკვები ელემენტების რაოდენობას.

ბალანსის ნორმატივების დამუშავებისას (ცხრ. 7.4.2.) მიიჩნევენ, რომ ნიადაგის ნაყოფიერების საწყისი დონის შენარჩუნებისათვის საკმარისია ორგანული და მინერალური სასუქების სახით მოხდეს მისავლით გამოტანილი საკვები ელემენტების ნიადაგში შეტანა – შემდეგი რაოდენობით: აზოტი – 120-130 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 100 % და K<sub>2</sub>O – 100 %

აღნიშნულ ცხრილში მოცემული ბალანსის ნორმატივებით გათვალისწინებულია ნიადაგში აზოტის შემცველობის შენარჩუნება საშუალო ან ამაღლებულ დონეზე, ფოსფორისა-მაღალ, კალიუმისა-ამაღლებულ დონეზე. ბალანსის მაჩვენებლები და ნიადაგიდან მისავლით საკვები ნივთიერებების რეგულირების საშუალებას იძლევა. იგი შეიძლება ამაღლდეს ან შეინარჩუნოს საწყისი დონე. ეს მეთოდი აგრძელებს საშუალებას აძლევს შემოქმედებითად მიუდგეს მიწის რესურსების გამოყენებას.

ცხრილი 7.4.3.

**სასუქების საკვები ელემენტებისა და პარკოსანი მცენარეების აზოტის განაწილების სანიშნო კოეფიციენტი (%)**

სასუქების მოქმედების წლები	ორგანული სასუქები			მინერალური სასუქები			პარკოსანი მცენარეების ანარცენების აზოტი
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
I	40	65	80	100	55	70	50
II	40	25	20	-	30	30	30
III	20	10	-	-	15	-	20
სულ	100	100	100	100	100	100	100

ამ შემთხვევაში ყურადგება უნდა მიექცეს სასუქის საკვები ნივთიერებების გამოტანის განაწილებას წლების მიხედვით (ცხრ. 7.4.3.)

ეს კოეფიციენტი წარმოებულია მოსავლით გამოტანილი სასუქის საკვები ნივთიერებებიდან 3 წლის ჯამში ცალკეული ელემენტების სიდიდე 100-ის ტოლია.

განვიხილოთ სასუქის ნორმის განსაზღვრა. ამ მეთოდით 200 ც/ჰა კარტოფილის გეგმიური მოსავლის მისაღებად, თესლბრუნვაში: ქერი+ მრავალწლიანი ბალახი-I წელს გამოსაყენებელი, II წელს გამოსაყენებელი- საშემოდგომო ხორბალი და კარტოფილი (ცხრ. 7.4.4.)

ჰუმუსით მდიდარ ნიადაგში, ორგანული და მინერალური სასუქებით დაბალი ვზრუნველყოფის შემთხვევაში ასევე მშრალი ზონის პირობებში, სდადაც სასუქის ეფექტურობა დაბალია, აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმის ბალანსი სხვაგვარია.

ცხრილი 7.44.  
**მინერალური სასუქების ნორმის განსაზღვრა საკვებ ნივთიერებათა ბალანსის  
 ნორმატივების გამოყენებით**

	მაჩვენებლები	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	გუგუმური მოსავლით (200 ც/ჰა) საკვები ელემენტების გამოტანა კგ/ჰა	120	40	180
2	თესვლბრუნვის პერიოდში საკვები ნივთიერებების ბალანსი (% გამოტანიდან) ან გამოტანის კოეფიციენტი, %	$\frac{130}{75}$	$\frac{200}{50}$	$\frac{120}{85}$
3	გუგუმური მოსავლის მოსავლად საჭირო სასუქის საკვები ელემენტების რაოდენობა ბალანსის შესწორების ან გამოტანის კოეფიციენტის გათვალისწინებით, კგ/ჰა	$\frac{120 \times 130}{100} = 156$ აბ	$\frac{40 \times 200}{100} = 80$ აბ	$\frac{180 \times 120}{100} = 216$ აბ
4	(კი) შესწორების ორივე ხერხის გამოყენებით პრაქტიკულად ერთნაირი შედეგი მიიღება)	$\frac{120 \times 100}{75} = 160$	$\frac{40 \times 100}{50} = 80$	$\frac{180 \times 100}{85} = 212$
5	მრავალწლიანი ბალახების ანარჩუნების შემდგომი მოქმედება (დაახლოებით 120 კგ/ჰა აზოტის შემცველობისას) კგ	36	-	-
6	მინერალური სასუქების N <sub>50</sub> P <sub>45</sub> K <sub>80</sub> შემადგომქმედება (ცხრ.87).	-	24	24

6	30 ტ ორგანული სასუქის N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>120</sub> მოქმედება 1 წელს (იხ. ცხრ. 87), კგ/ჰა	36	29	96
7	მინერალური სასუქების საკვები ნივთიერებების საწირო რაოდენობა, კგ.	156-72=84	80-53=27	216-120=96
8	განაწილების კოეფიციენტი 1 წელს, %	100	55	70
9	განაწილების კოეფიციენტის გათვალისწინებით მინერალური სასუქების სახით შესატანი საკვები ელემენტები, კგ/ჰა.	$\frac{85 \times 100}{100} = 84$	$\frac{27 \times 100}{55} = 50$	$\frac{96 \times 100}{70} = 140$

**მინერალური სასუქების ნორმის განსაზღვრის კომპლექსური მეთოდი.** ეს მეთოდი შემდეგ მანქანებლებს ემყარება : 1. გეგმიური მოსავლის სიდიდე ; 2. ნიადაგის საკვები ნივთიერებებით უზრუნველყოფა, ასევე მისი გაკულტურების დონე (ბონიტეტი); 3. სასუქებზე მინდვრის ცდის შედეგები და მოწინავე მეურნეობების საწარმოო გამოცდილება; 4. გაანგარიშებითი მეთოდების გამოყენება; 5. მინდვრის ცდების მონაცემების ინტერპოლაცია (სიდიდის შუალედური მნიშვნელობების პოვნა, როდესაც ცნობილია ამ სიდიდის ზოგიერთი მნიშვნელობა) და ექსტრაპოლაცია (მოვლენის ერთ ნაწილზე დაკვირვებისას მიღებული დასკვნების გადატანა მის სხვა ნაწილზე); 6. წინამორბედი კულტურების ბიოლოგიური თავისებურებების ნაწილობრივი აღრიცხვა, ზოგ შემთხვევაში – ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის დადგენა.

ამ საკითხთა გათვალისწინებით, მინერალური სასუქების ნორმები კორდიან-ეწერ ნიადაგებისთვის რსფსრ ჩრდილო-დასავლეთ რაიონებისთვის დამუშავებულია სოფლის მეურნეობის ჩრდილო-დასავლეთის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მიერ (ცხ. 7.4.5).

მოცემულ მაგალითში, გეგმიურ 200 ც/ჰა კარტოფილის მოსავალზე მინერალური სასუქების ნორმა 7.4.5. ცხრილის მიხედვით შეადგენს: N<sub>70</sub>P<sub>70</sub>K<sub>60</sub> (20-30 ტ/ჰა ნაკელის შეტანისას). კორექტირების შემდეგ სასუქის ნორმა იქნება: N<sub>70</sub> კგ/ჰა (ნორმა არ იცვლება), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-50 კგ/ჰა (მხედველობაში მიიღება შესწორების კოეფიციენტი 30% 70 კგ-დან, ადრე შეტანილი ფოსფორიანი სასუქის შემდეგქმედების გამო), K<sub>2</sub>O-60 კგ/ჰა (ნორმა არ იცვლება, რადგანც ადრე შეტანილი კალიუმიანი სასუქების შემდეგი მოქმედება სუსტია).

განხილული გაანგარიშებითი და კომპლექსური მეთოდები გვიჩვენებს, რომ კარტოფილის გაგმიური მოსავლის 200 ც/ჰა მისაღებად მინერალური სასუქების ნორმა შეადგენს: აზოტისათვის-70-90, ფოსფორისათვის-45-50, კალიუმისათვის-60-140 კგ/ჰა.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განყოფილების სასუქების სანიმუშო ნორმები  
განსაზღვრული კომბინირებული მეთოდით (საკვები ელემენტი, კგ/ჰა; მ. კორნილოვის მიხედვით)  
ცხრილი 7.4.5.

კულტურა	გვერდი მონაცემები (ც/ჰა)	ნაკელი (ტ/ჰა)	აზოტისა და ფოსფორის ნორმები (კგ/ჰა)		ფოსფორიანი სასუქის ნორმა P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> შემცველობის მიხედვით, მგ/100 გ ნიადაგზე	კალიუმიანი სასუქის ნორმა K <sub>2</sub> O შემცველობის მიხედვით, მგ/100 გ ნიადაგზე
			კალიუმიანი სასუქის ნორმა (40-60)	ფოსფორიანი სასუქის ნორმა (20-40)		
შერია - ჭარხაღი	20-25	-	30	70	>25	>25
	35-40	-	50	100	10-15	4-18
საკვები ჭარხაღი	200-300	30-40	60	80	15-25	8-17
	400-500	50-60	70	100	>25	17-25
კომბოსტო - საშუალო და საუკიანი	300-400	40-50	40	60	5-10	4-18
	500-600	50-60	60	80	10-15	4-18
კარტოფილი	180-200	20-30	60	70	>25	4-18
	260-300	40-50	80	90	10-15	4-18

სასუქის ნორმის განსაზღვრის ყველა მეთოდი საჭიროებს შემოქმედებით მიდგომას. დადგენილი ნორმის სიზუსტის შემოწმება საჭიროა საკვები ელემენტების ბალანსით. ამგვარი მიდგომა საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ მოსავლის შესაძლებელ დონეზე და ნიადაგის ნაყოფიერების ცვლილებებზე, ასევე გარემოს გატუჭყიანებისა და დაცვაზე.

რაც შეეხება მრავალწლიანი კულტურების მიერ საკვები ნივთიერებების გამოტანას მოცემულია ცხრილ 7.4.6. საიდანაც ჩანს, რომ იგი გაძლიერებულია ყვავილობის ფაზაში. შემოდგომითა და ზამთარში ციტრუსების მიერ ყველა საკვები ნივთიერებების გამოყენება მკვეთრად ეცემა.

ცხრილი 7.4.6.

**მრავალწლიანი მცენარეების მიერ ნიადაგიდან საკვები ნივთიერებების გამოტანა (კგ/ჰა, სხვადასხვა წყაროების მიხედვით)**

კულტურა	მოსავალი ც/ჰა	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
ვაშლი	615	67	18	72	73
მსხალი	220	34	8	38	44
ქლიავი	99	34	10	44	47
ტამი	234	85	20	82	130
კომში	210	52	17	65	74
წითელი მოცხარი	210	133	51	82	174
შავი მოცხარი	73	63	25	34	94
ხურტკმელი	180	79	40	123	96
მარწყვი	108	156	35	184	—
ჩაის ფოთოლი	125	107	11	63	17
მანდარინი – ნაყოფი	350	48	7	65	31
ლიმონი ქართული – ნაყოფი	107	20	6	30	22
ლიმონი მდიერი – ნაყოფი	120	21	7	32	14
ფორთოხალი ვაშინგტონნაგული – ნაყოფი	280	59	17	55	27
ტუნგი – ნაყოფი	40	85	52	24	—

კორდიანი ეწერი და ტყის რუხი ნიადაგები, ხეხილოვანი და კენკროვანი კულტურებისათვის მოძრავი ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობის მიხედვით დაჯგუფებულია შემდეგნაირად (ცხრ.7,4.7).

მოძრავი მაგნიუმის შემცველობის გრადაცია საშუალოდ და მძიმე თიხნარ ნიადაგებზე შეადგენს: დაბალი<6, საშუალო–6–9, გადიდებული–9–12, მაღალი –12–15 და ძლიერ მაღალი>15 მგ 100 გ ნიადაგებზე.

ცხრილი 7.4.7.

**ხეხილოვანი და კენკროვანი კულტურებისათვის მოძრავი ფოსფორითა და კალიუმით (მგ 100 გ ნიადაგზე) ნიადაგის უზრუნველყოფის ინდექსები**

(ЦИНАО-სა და ი. მიხურინის სახეობის მეზაღვების საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების მონაცემები).

ნიადაგში მოძრავი P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> და K <sub>2</sub> O–ს უზრუნველყოფის დონე	კირსანოვისა და ჩირიკოვის მეთოდი		მაჩიგინის მეთოდი		ონიანის მეთოდი	
	0-20 სმ	20-40 სმ	0-20 სმ	20-40 სმ	0-20 სმ	20-40 სმ
დაბალი	<8	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <4	<2	<1	<20	<11
საშუალო	8-12	4-6	2-3	1.1-1.6	20-30	11-16
გადიდებული	12-16	6-8	3-4	1.7-2.2	30-40	17-22
მაღალი	16-20	8-10	4-5	2.3-2.8	40-50	23-28
ძლიერ მაღალი	>20	>10 K <sub>2</sub> O	>5	>2.8	>50	>28
დაბალი	<7	<3	<15	<7	<9	<6
საშუალო	7-10	3-6	15-21	7-10	3-19	6-8
გადიდებული	11-14	6-9	22-28	11-14	14-20	9-11
მაღალი	15-18	9-12	29-35	15-18	21-25	12-14
ძლიერ მაღალი	>18	>12	>35	>18	>25	<14

ბაღებში ნიადაგის აგროქიმიური გამოკვლევა 4-5 წელიწადში ერთხელ ტარდება. მათ საფუძველზე შედგენილი აგროქიმიური კარტოგრამა წარმოადგენს სასუქების რაციონულად გამოყენების საფუძველს.

ბაღების გასანოყიერებლად მინერალური სასუქების ნორმის განსაზღვრა შეიძლება გაანგარიშებითი მეთოდით, ანდა გამოიყენება სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების მიერ რეკომენდებული სამუშაო ნორმები. ამ ნორმათა კორექტირება ხდება ნიადაგში საკვები ელემენტების მოძრავი ფორმების შემცველობის მიხედვით. მაგალითად, ნიადაგში საკვები ელემენტების დაბალი ან ძლიერ დაბალი შემცველობისას, შესწორების კოეფიციენტი საშუალო ნორმის მიმართ შეადგენს 1,3-1,5-ს, საშუალო შემცველობისას- 1, გადიდებული შემცველობის დროს-0,75, მაღალი შემცველობის პირობებში-0,5 და ძლიერ მაღალი შემცველობის დროს-0,25.

ხეხილოვანი და კენკროვანი მცენარეების საკვები ნივთიერებების მმთხოვნილების დადგენა შეიძლება ფოთლის ანალიზით (ცხრ.7.4.7.).

## 7.5. მრავალწლიანი სუბტროპიკული კულტურების განოყიერების სისტემა

განოყიერების სიტემა-სასუქების რაციონალური გამოყენების აგრონომიული და ორგანიზაციული ღონისძიებათა კომპლექსია, რომლის მიზანია ნიადაგის ნაყოფიერების ზრდა, სასოფლო სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობის და პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესება და შრომის ნაყოფიერების გაზრდა.

სასუქების გამოყენების სისტემა ღონეები მოიცავენ ცალკეულ მეურნეობებს, თესლბრუნვებს და კონკრეტულ კულტურებს, რომლებიც მკაცრად არიან ურთიერთ დაკავშირებული რადგანაც ითვალისწინებენ ორგანული და მინერალური სასუქების, ქიმიური მელიორანტების გამოყენების ოპტიმიზაცი-

ას, რომელიც მოიცავს სასუქებისდასაწყოებასა და შენახვის პირობებს, ორგანული სასუქების სწორ შენახვას, სასუქების და ქიმიკატების ტრანსპორტირებას.

განოყიერების სისტემა უნდა ითვალისწინებდეს ცალკეულ მეურნეობათა განოყიერების სისტემას, თესლბრუნვების განოყიერების სისტემას და ცალკეული კულტურების განოყიერების სისტემის დეტალებს სადაც ასახული იქნება სასოფლო-სამეურნეო ზონის ნიადაგურ-კლიმატური თავისებურებანი, ნიადაგის ნაყოფიერების დონე და ცალკეულ ნაკვეთებზე ძირითადი საკვები ელემენტების შესათვისებელი ფორმების შემცველობის სიტყველ. თესლბრუნვაში ცალკეული კულტურების მორიგეობისა და ცალკეული სასუქების გამოყენება წინამორბედი კულტურების გათვალისწინებით.

სასუქების გამოყენების ძირითადი ამოცანა მცენარეების კვების ოპტიმიზაციაა სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში, რაც ითხოვს მცენარეთა საკვები ელემენტებისადმი მოთხოვნილებას და ზრდის თავისებურებებს (მიწისზედა და ფესვთა სისტემას)-ამას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს სასუქების შეტანის და ჩაკეთების სახის შერჩევისათვის (ჩაკეთების სიღრმე, მობნევით თუ მწკრივში შეტანა და ა.შ.).

სასუქების შეტანის ვადებისა და ტექნიკის განხილვისას ითვალისწინებენ ძირითადად (თესვამდე) სასუქების შეტანას, თესვისას შეტანას და თესვისშემდგომი შეტანა. ზოგ შემთხვევაში ცალკე განიხილება გამოკვების თავისებურებანი.

განოყიერების სისტემას ოპტიმიზაციის მეთოდები უნდა პასუხობდნენ აგრონომიის, ეკოლოგიისა და ეკონომიკის მოთხოვნებს და იძლეოდეს მაქსიმალურ უკუგებას.

სასუქების დოზების გაანგარიშება დაგეგმილი მოსავლის მისაღებად უნდა ითვალისწინებდეს:

- საკვები ელემენტების გამოტანის მოცულობას;
- ნიადაგში საკვები ელემენტების მოძრავი ფორმების შემცველობას;
- ნიადაგიდან საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტს;

- სასუქების საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი;
- ნიადაგში საკვები ელემენტების მარაგს;
- ნიადაგის მოცულობით მასას.
- ნიადაგის დამუშავებული ჰორიზონტეს სიღრმეს (მასა დამუშავებული ფენის).

დოზის გაანგარიშება ხდება შემდეგი ფორმულით

$$P = \frac{100 \cdot g - k \cdot g \cdot g \cdot g}{S_b}$$

(გ)- მოსავალით გამოტანილი საკვები ელემენტების რაოდენობა;

(რე)- საკვები ელემენტების მოძრავი ფორმების შემცველობა;

(ჯნ)- ნიადაგის საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი;

(S<sub>b</sub>)- სასუქის საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი.

საკვები ელემენტების დოზების გაანგარიშება მოსავლის დაგეგმილი ნამატის მისაღებად:

X-dozა N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O კგ/ჰა

$$x = \frac{100 \cdot a \cdot (y - A) \cdot B - D}{K_x} \quad D = \frac{E \cdot m_H \cdot K_c}{10}$$

Y-dagegmili მოსავალი; a-koeficienti; -საწყისი მოსავალი; B-sakvebi ელემენტების გამოტანა კგ/ჰა; D-sakvebi ელემენტების შემცველობა ნაკელში კგ/ჰა; Kx-sakvebi ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი %; E-nakelis დოზა ტ/ჰა; mH-sakvebi ელემენტების შემცველობა ნაკელში %; Kc-nakelidan საკვები ელემენტების გამოყენების კოეფიციენტი %.

### 7.5.1. ჩაის კულტურის განოყიერება

ჩაის კულტურა მარადმწვანე სუბტროპიკული კულტურაა, რომლის მოშენების ძირითადი მიზანია ნორმალური დუყების წარმოქმნა, ხოლო მისგან ამზადებენ ჩაის მრავალ სახეობას.

ჩაის ნასხლავი მასალიდან კი კოფეინს, ხოლო თესლიდან ზეთს, რომელიც გამოიყენება მრეწველობაში.

ჩაის მცენარე ივითარებს მძლავრ ფესვთა სისტემას და ნიადაგში აღწევს რამდენიმე მეტრს, მაგრამ საკვები ნივთიერებების შეთვისება კი ხდება ძირითადად შემწოვი ფესვებით და ამიტომ საკვები ნივთიერებები უნდა იყოს მათი გავრცელების ზონაში 10-15 სმ სიღრმეზე. ტროპიკულ ქვეყნებში ჩაის ბუჩქი მთელი წლის განმავლობაში იძლევა ფოთლებს, ხოლო ჩვენს სუბტროპიკებში მისი ვეგეტაცია გრძელდება 7-8 თვეს.

საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში ჩაის კულტურა გაშენებულია წითელმიწა, ყვითელმიწა, სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებზე. წარმოდგენილი ნიადაგები ხასიათდებიან დაბალი ეფექტური ნაყოფიერებით, რის გამოც ჩაის მცენარე საჭიროებს კვების რეგულირებას. ჩაის ბუჩქი რამდენიმე წლის განმავლობაში ერთსა და იმავე ნაკვეთზე გაშენებული და აღარბეებს მას. თუ არ შეივსო მცენარის მიერ ნიადაგიდან გამოტანილი საკვები ელემენტები, განსაკუთრებით მცენარის იმ ნაწილის მიერ გამოტანილი, რომელიც არის სასაქონლო პროდუქციაში და ფართობზე უკან არ ბრუნდება. ნიადაგიდან საკვები ნივთიერებების გამოტანა მცენარის ცალკეული ორგანოების მიერ არის სხვადასხვა, ასევე იცვლება ასაკისა და მოსავლიანობის მიხედვით, რაზეც არსებობს მონაცემები ვ.პ. ცანავასა და მ.დ. ბზიავას. მათ მიერ მოტანილი მონაცემები ადასტურებენ რომ ჩაის მცენარეს ნიადაგიდან ყველაზე მეტი გამოაქვს აზოტი. მოსავლის ოდენობის მიხედვით ყოველწლიური გამოტანა ჰექტარზე გადაანგარიშებით აზოტისა არის 316-338კგ, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ის 38-59, K<sub>2</sub>O-ს 82-128, CaO- ს 35-53, MgO- ის, H-ის 25 კგ-ის ფარგლებში მერყეობს.

ცალკეული ელემენტის გავლენა ჩაის მცენარეების ფოთლის მოსავლიანობაზე მეტად მნიშვნელოვანია, რომლის შესახებ გამოკვლევები აქვთ ნამჩნევოს, სადოვსკის, დარასელიას, გაბისონიას და ვ. ცანავას. მათი მონაცემებიდან ნათლად ჩანს რომ ჩაის გაშენების პირველივე წლიდან მკვეთრად

მქლავნდება აზოტიანი სასუქების შეტანის ეფექტი. აზოტის ცალმხრივი გამოყენების შემთხვევაში მოსავალი იზრდება 2-ჯერ უსასუქო ვარიანტთან შედარებით, ხოლო მაქსიმალური ეფექტი მიღებული აქვთ აზოტის ფოსფორის და კალიუმის შეტანის შემთხვევაში. შემდგომ წლებში მარტო აზოტის შეტანით მოსავლიანობა ჩაის ფოთლისა არ იზრდება, ხოლო აზოტ-ფოსფორიანი, აზოტ-ფოსფორიან-კალიუმიანი სასუქების ეფექტურობა იზრდება 15 წლისა და მეტი ასაკის პლანტაციებში.

ტენიან სუბტროპიკების პირობებში დიდი მნიშვნელობა აქვს მინერალური სასუქების ისეთი ფორმების შერჩევას რომელიც მინიმუმადე დაიყვანს არაპროდუქტიულ დანაკარგებს გამორეცხვით. მეცნიერული გამოკვლევებით დადგინდა რომ ხანგრძლივად განოყიერებული ჩაის პლანტაციებში სულფატამონიუმში, ამონიუმის გვარჯილა და შარდოვანა ერთნაირ მაღალ ეფექტს იძლევა და აღწევს 63-77%-ს ფონთან შედარებით. აქვე ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ შარდოვანას ერთგვარი უპირატესობა შეინიშნება ბოლო რვა წლის განმავლობაში და აღწევს 63 %-ს, რასაც ამტკიცებს ის, რომ სასუქი შეცავს აზოტს 46% და ნიადაგის მუავიანობაზე ახდენს გავლენას და ცხადია მისი უპირატესობა ამით უნდა იყოს გამოწვეული.

რაც შეეხება ჩაის ფოთლის მოსავლიანობაზე აზოტიანი სასუქების დოზების გავლენას შეიძლება მოვიყვანო სხვადასხვა რეგიონში ჩატარებული კვლევის შედეგები სხვადასხვა მეცნიერების მიერ (ცანავა, გაბისონია, თენიიშვილი და კაჭარავა). აღნიშნული სასუქების დოზების ეფექტურობა იცვლება ნიადაგურ-კლიმატური პირობების მიხედვით კარგად დრენირებულ ნიადაგებზე და მაღალპროდუქტიულ პლანტაციებში მნიშვნელოვანი ეფექტია მიღებული აზოტის მაღალ დოზებზე, კერძოდ 300კგ/ჰა-ზე მეტი აზოტის შეტანა უზრუნველყოფს 10-12 ტონა ჩაის ფოთლის მოსავლის მიღებას.

აზოტიანი სასუქების შეტანის ხერხებიდან უპირატესობა აქვს მის ერთდროულ შეტანას, რადგან წილადობრივი შეტა-

ნის ვარიანტებზე არ არის მიღებული მაღალი ეფექტი ერთჯერადდთან შედარებით.

აზოტიანი სასუქების შეტანის საუკეთესო ვადად ითვლება მარტ-აპრილის პირველი ნახევარი, გვიან შეტანილი აზოტიანი სასუქები ამცირებს ჩაის ფოთლის მოსავალს.

ფოსფორი მიეკუთვნება ჩაის პლანტაციის განოყიერების მეორე მინიმუმის ელემენტს. აზოტიანი სასუქების ხანგრძლივი ცალმხრივი გამოყენების შემთხვევაში ვლინდება ჩაის მცენარეზე ფოსფორის უკმარისობის გარეგნული ნიშნები - ფოთლები სპეციფიკურ მურა მწვანე შეფერილობას ღებულობს.

ფოსფორიანი სასუქების ფორმების შერჩევას მრავალწლიანი გამოკვლევების საფუძველზე შეინიშნა, რომ ჩაის პლანტაციის გაშენების პირველ წლებში უკეთეს შედეგს იძლევა მარტივი სუპერფოსფატი. ფორმების ეფექტურობა მნიშვნელოვნად იზრდება შემდგომ მოქმედების პერიოდში, განსაკუთრებით ამ მხრივ აღსანიშნავია ფოსფორიტის ფქვილსა და თომასის წიდას მოქმედება. რადგან ნიადაგში იქმნება მუავე არე და ამ არეში აღნიშნული სასუქი ადვილად იხსნება და კალციუმიანი ფოსფატი აღარ გადადის მცენარისათვის შეუთვისებელ ფორმაში. ყოველივე ამ საკითხზე ნათელ წარმოდგენას გვაძლევს ო. ონიანის, გ. ურუშაძის, თ. ბურჭულაძის და ე. გობრონიძის მონაცემები, რომელთა შედეგებით ამ სასუქებმა ჰა-ზე მოსავალი მოგვცა 4-4,5 ტონა ჩაის ნედლი ფოთოლი.

ფოსფორიანი სასუქების დოზები უფრო მაღალ მოსავალს იძლევა ანასეულის წითელმიწებსა და ზუგდიდის სუბტროპიკულ ეწერებზე, ვიდრე გაეწერებულ ყვითელმიწა და ყომრალ ნიადაგებზე, რაც გამოწვეულია პირველი ორი ტიპის ნიადაგის მაღალი შთანქმითი უნარიანობის გამო. ფოსფორიანი სასუქების ნიადაგში შეტანის აუცილებლობა უნდა გადაწყდეს ნიადაგის ანალიზის მონაცემების საფუძველზე, ხოლო მისი შეტანის საუკეთესო ვადად ითვლება შემოდგომა - ზამთრის ნიადაგის ღრმა დამუშავების წინ პერიოდი, გუთნით 15-20 სმ სიღრმეზე.

ყამირ ნიადაგებზე გაშენებულ ახალგაზრდა ჩაის პლანტაციებში პირველ წლებში არ შეიმჩნეოდა კალიუმის ნაკლებობის გავლენა ჩაის ფოთლის მოსავალზე, რაც განპირობებული იყო ნიადაგში გაცვლითი კალიუმის არსებობით, ხოლო შემდგომ პერიოდში გამოჩნდა კალიუმის უკმარისობის აშკარა ნიშნები.

კალიუმის სავსეობის ოპტიმალური ნორმა არის 120 კგ/ჰა, ხოლო შემდგომქმედების პერიოდში კი 220-280 კგ/ჰა. რაც უზრუნველყოფს მოსავლის მაქსიმალურ მატებას და იგი შეადგენს აღნიშნულ ნორმებზე 14-24 % ფონის ვარიანტთან შედარებით. კალიუმის სავსეობის ფორმებს შორის სხვაობა არ შეინიშნება ჩაის ფოთლის მოსავლის მატებაში თუ არ მივიღებთ მხედველობაში კალიუმის სულფატის მცირე უპირატესობას. ამ სასუქების შეტანის საუკეთესო ვადად ითვლება შემოდგომ-ზამთრის დამუშავების წინა პერიოდი.

ჩაის პლანტაციებში ფიზიოლოგიურად და ბიოლოგიურად მუავე სასუქების გამოყენება იწვევს ნიადაგების შთანთქმითი კომპლექსის ცვლილებას. ამ შემთხვევაში ნიადაგი ღარიბდება მაგნიუმით, რის გამოც შეინიშნება ჩაის ფოთლებზე მაგნიუმის უკმარისობის ნიშნები. ასეთ პირობებში მაგნიუმის სავსეობის შეტანა 150-200 კგ/ჰა-ზე ჩაის პლანტაციის მოსავლიანობას აღიძვრს და ნამეტი შეადგენს 540-701 კგ/ჰა.

მინერალური სასუქების ეფექტურობის გადამდებისა და ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლების მიზნით იგი უნდა შევიტანოთ ორგანულ სასუქებთან ერთად. ორგანული სასუქებიდან ახალგაზრდა პლანტაციებში გამოიყენება სიდერატები (თეთრი, ყვითელი და ღურჯი ხანჭკოლა). ნაკელი კი - სრულმოსავლიან ჩაის პლანტაციებში.

ამ უკანასკნელის შეცვლა შეიძლება ტორფ-ნაკელის, ტორფ-ფოსფორიტის ფქვილის კომპოსტით. ორგანული სასუქების გამოყენებით იზრდება ნიადაგში ჰუმუსის რაოდენობა და ამ კომპონენტით ღარიბი ნიადაგები ამჟღავნებულ მეტად მნიშვნელოვან ეფექტს მინერალური სასუქების ორგანულთან შეტანის ერთად, ორგანული სასუქები შეაქვთ წელიწადში

ერთხელ 80-100 ტ/ჰა-ზე ნიადაგის შემოდგომა-ზამთრის დამუშავების წინ.

ჩაის პლანტაციის განოციერების სისტემაში ძირითადად გამოყენებულია ჩაის მცენარის ასაკი, მოსავლიანობა და ნიადაგში საკვები ელემენტების შემცველობა.

აზოტიანი სასუქების ფორმებიდან პლანტაციის გაშენების 10 წლის ასაკამდე გამოიყენება ამონიუმის სულფატი. 10-დან 25 წლის პლანტაციებში უკეთესია ამონიუმის გვარჯილა, ხოლო 25 წლის შემდეგ შარდოვანა.

აზოტიანი სასუქების დოზები დიფერენცირდება პლანტაციის ასაკის მიხედვით:

1-დან 5 წლამდე - 100 კგ/ჰა.

5-დან 7 წლამდე 150 კგ/ჰა.

7-დან 8 წლამდე 200 კგ/ჰა.

ჩაის ფოთლის მოსავლიანობის მიხედვით კგ/ჰა

200-მდე 200

2000-3500 250

3500-7000 300

7000 და მეტი 350

აზოტიანი სასუქების შეტანის ოპტიმალური ვადაა 15 მარტიდან 15 აპრილამდე პერიოდი წლის კლიმატური პირობების გათვალისწინებით.

ხოლო ფოსფორიანი და კალიუმის სასუქების შეტანა შეიძლება როგორც ავლნიშნეთ ნიადაგების აგროქიმიური გამოკვლევების საფუძველზე, რომელთა დადგენისათვის აუცილებელია ცალკეული ნიადაგების ტიპებისათვის ამ საკვები ელემენტების ინდექსების დადგენა.

წითელმიწა ნიადაგებზე რეკომენდირებულია ფოსფორიანი სასუქების შეტანა ნიადაგში სუპერფოსფატის და ფოსფორიტის ფქვილის სახით მოძრავი ფოსფორის შემცველობის გათვალისწინებით შემდეგი რაოდენობით (კგ/ჰა P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>):

15 მგ-მდე -1200 კგ/ჰა.

15-30 მგ - 800 კგ/ჰა.

30-50 მგ - 400 კგ/ჰა.

50 მგ-ზე ზევით შეტანა არ არის საჭირო.

სუბტროპიკულ ეწერ ყვითელმიწებზე (კგ/ჰა P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>):

10 მგ-მდე -800 კგ/ჰა.

10-25 მგ - 600 კგ/ჰა.

25-40 მგ - 400 კგ/ჰა.

40 მგ-ზე მეტი არ შეიტანება.

თითოეულ შემთხვევაში 8 წლის დოზა ერთბაშად შეიტანება. სუპერფოსფატის შეცვლა ფოსფორიტის ფქვილით შეიძლება როცა ნიადაგის არეს რეაქცია pH 4,0-ის ქვევით არის.

წითელმიწა ნიადაგებზე კალიუმის სასუქებიდან კალიუმის გვარჯილა და კალიუმის ქლორიდი შეიტანება ნიადაგში მოძრავი კალიუმის მიხედვით შემდეგი რაოდენობით (კგ/ჰა K<sub>2</sub>O):

5 მგ-მდე -600 კგ/ჰა.

5-15 მგ - 400 კგ/ჰა.

15-20 მგ - 200 კგ/ჰა.

25 მგ-ზე ზევით არ ექვემდებარება კალიუმის შეტანას.

რეკომენდირებულია დოზა 4 წლისა ერთად შეტანა. ორგანულ სასუქებზე ზემოთ ავლნიშნეთ და აქ აღარ შევჩერდებით.

## 7.5.2. ციტრუსოვან კულტურათა განოყიერება

საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე სასურსათო უსაფრთხოების უზრუნველყოფის პარალელურად სულ უფრო დიდ მნიშვნელობას იძენს ეკოლოგიური სიტუაციის გაჯანსაღების პრობლემა. განსაკუთრებით აქტიურია ეკოლოგიურად სუფთა სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებით მოსახლეობის უზრუნველყოფა.

დღეს არავისთვის არაა საჭირო მტკიცება იმისა, რომ მსოფლიო სოფლის მეურნეობის განვითარებას უმნიშვნელოვანესი იმპულსი მისცა სასუქების სამრეწველო გამოშვებამ. დასავლეთ ევროპის ქვეყნების მიღწევები სოფლის მეურნეობაში ამის ნათელი დადასტურებაა. თუ რა სავალალო შედეგამდე შეიძლება მიგვიყვანოს სასუქების როლის შეუფასებლობამ, ნათლად გამოჩნდა „მწვანე რევოლუციის“ შედეგებზე

ინდოეთში, სადაც ჩაიშალა უმნიშვნელოვანესი პროგრამა იმის გამო, რომ მაღალპროდუქტიული ჯიში არ იყო უზრუნველყოფილი საჭირო საკვები ნივთიერებებით.

როგორც მოგეხსენებათ, არსებობს ელემენტების დიდი გეოლოგიური და მცირე ბიოლოგიური წრებრუნვა. ამ წრებრუნვის ნორმალური ფუნქციონირების უზრუნველყოფა გახლავთ ყველაზე დიდი ხელშეწყობა, რომელიც კი შეუძლია განახორციელოს ადამიანმა პლანეტაზე ეკოლოგიური სიტუაციის მოსაწესრიგებლად, მაგრამ ისინი გლობალურ საკითხითა სფეროს განეკუთვნებიან და უნდა განახორციელოს გაერთიანებული ძალისხმევით უკლებლივ ყველა სახელმწიფოს მონაწილეობით. ამასთან არსებობს მთელი ნუსხა საკითხებისა, რომელთა გადაწყვეტა ქვეყნის, რეგიონის, რაიონის, ქალაქის და სოფლის დონეზე შეიძლება და დადებითად დაეტყობა შესაბამისი ეკოლოგიურ გარემოს. ასეთ საკითხთა ჩამონათვალში სასუქების გამოყენებას ერთ – ერთი მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია. ეს განპირობებულია, ერთის მხრივ, იმ რლით, რაც სასუქებს აკისრიათ მცენარეთა, საერთო აგრეცენოზის პროდუქტიულობის ამაღლების საკითხში, მათი დიდი გავლენით მცენარეებისა და ნიადაგების ქიმიურ შედგენილობასა და მთელ რიგ თვისებებზე, რომლებსაც შეუძლიათ გავლენა მოახდინონ ზრდა – განვითარებაზე, ხარისხობრივ მაჩვენებელზე და გარემოს ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე. ამ მხრივ საგნებით კორექტულია შედარება იმ ნივთიერებებით, რომლებიც წამალიცაა და საწამლავიც, ყველაფერი მოხმარების კულტურაზე დამოკიდებული.

სასოფლო – სამეურნეო კულტურათა განოყიერება ეფუძნება აგროქიმიური კვლევის შედეგებს, კვლევებს, რომელთა მიზანია, შესწავლილ იქნას ნივთიერებათა წრებრუნვა მიწათმოქმედებაში საკვები ელემენტების გარდაქმნის შესწავლით სისტემაში ნიადაგი-მცენარე –სასუქი. ძალიან ხშირად კვლევის ობიექტებს ემატება ატმოსფერო და წყალი (როგორც გრუნტი წყლები, ასევე დედეები და მდინარეები). აქედან ცხადია, რომ პრაქტიკული რეკომენდაციები ამა თუ იმ სასუ-

ქის გამოყენების თაობაზე გამომდინარეობს კვლევის შედეგებიდან, რომელშიც წამყვანი ადგილი მრავალწლიან სტაციონალურ მინდვრის ცდებს უკავია. მრავალწლიანი მონაცემების საფუძველზე დგინდება სასუქების ნორმების, ფორმების გავლენა მოსავალზე, მცენარეების ზრდა-განვითარებაზე, ხარისხობრივ მაჩვენებელზე, ქიმიურ შედგენილობაზე და მინერალური და ორგანული ნივთიერებების დინამიკაზე სავსებით ციკლო პერიოდის განმავლობაში და წლების მიხედვით. ამ სქემქტურად ჩამოთვლილი მონაცემების სხვადასხვა კლიმატურ და ნიადაგურ პირობებში შესწავლისა და განზოგადობის შედეგად, ყალიბდება ჩვენი შეხედულება კონკრეტულ ღონისძიებებზე.

სასუქის სუბტროპიკული ზონის კლიმატი და ნიადაგური პირობები უზრუნველყოფენ სუბტროპიკული და ზოგიერთი ტროპიკული კულტურების წარმატებულ ზრდა-განვითარებას და განხორციელებული მართვადი ინტრუდუქციის შედეგად ჩამოყალიბდა კულტივენური არეალი. აღნიშნული არეალის ჩამოყალიბება ექვემდებარება ზოგად ეკოლოგიურ ტოლერანტობის კანონს, რომელიც თავის მხრივ განსაზღვრავს კულტურათა ისეთ გაადგილებას, სადაც გათვალისწინებული იქნება მათი ბიოლოგიური თავისებურება.

ზემოთ აღნიშნულის პრაქტიკულად განხორციელების მაგალითად შეიძლება განხილული იქნეს ციტრუსოვანთა მოვლა-მოყვანა. წარმატებული საწარმოო შედეგები იყო იქ, სადაც გათვალისწინებული იყო კონკრეტული პირობები. დაინტერესებულ პიროვნებებს აღნიშნულ საკითხზე ამომწურავი ინფორმაცია შეუძლიათ მიიღონ გ. მელაძის ნაშრომში.

როგორც მოგეხსენებათ, ციტრუსოვნები მიეკუთვნებიან ფარულთესლიანების ტიპს (ანგიოსპერმიე), ორლებნიანების კლასს (დიკოტილენცაე), თუთუბოყვავილოვანთა რიგს (ანაკარდიალეს), ტეგანისებრთა ოჯახს (რუტაცაე), ნარინჯოვანთა ქვეოჯახს (აურანტიოდეაე) და citrus\_is გვარს.

ნარინჯოვანებიდან გამოყენებითი მნიშვნელობა აქვს სამ გვარს: ციტრუსების, პონცირუსისა და კინკანების (ფორტუნელას).

ციტრუსოვანთა გვარი შეიცავს 16 სახეობას, რომელთა შორის ჩვენში გავრცელებული კულტურული სახეები: ლიმონი, მანდარინი, ფორთოხალი, გრეიფუტი და ციტრონი. ლიმონი Citrus Limon Burm. ჩვენში გავრცელებული ჯიშების უმეტესობა უცხოური წარმოშობისაა. ადგილობრივი ჯიშებიდან გავრცელებულია შემდეგი:

ქართული ლიმონი – ჯიში მაღალმოსავლიანია, ნაყოფის შენახვის უნარიანია და ლიმონის ჯიშებს შორის ყველაზე მაღალი ხარისხისაა. სამწუხაროდ მალსეკოგამძლეობა და ყინვაგამძლეობა დაბალია;

დიოსკურია – ქართულთან შედარებით მალსეკო- და ყინვაგამძლეა, უხვმსხმოიარეა, ნაყოფის ხარისხით ახლოსაა ქართულ ლიმონთან;

უპენეის ლიმონი – მაღალმოსავლიანია, მაგრამ ნაყოფის ხარისხით ჩამორჩება სხვა ჯიშის ლიმონებს, დაბალი ყინვა- და მალსეკოგამძლეა;

უღარნიკი – საშუალო მოსავლიანია, დაბალი ყინვა- და მალსეკოგამძლეა.

**ლიმონის ინტრუდუციური ჯიშები.** ვილაფრანკა, ლისბონი, კომუნე, ევრიკა, ჯენუა, მეიერი და რემონტანტური. ჩამოთვლილი ჯიშებიდან ჩვენში გავრცელება ჰპოვა ლიმონმა მეიერმა, როგორც მაღალმოსავლიანმა, პრაქტიკულად მალსეკოგამძლემ და შედარებით მაღალმა ყინვაგამძლემ.

**მანდარინი (ჩიტრუს retikulata Blanca).** საქართველოში გავრცელებულია მანდარინის ჯიშები:

**მანდარინი უნშიუ – C. Unschiu mars** – მაღალმოსავლიანია, შედარებით მაღალი ყინვაგამძლე, კარგი ხარისხის ნაყოფით, რაც გამოიყენება ნედლი სახით, ასევე წვენების, მურაბების და ცუკატების დასამზავებლად. ერთ-ერთი წამყვანი ჯიშია ჩვენში გავრცელებულ ჯიშებს შორის.

**ქართული საადრეო** – ადგილობრივი წარმოშობისაა. გამოირჩევა ნაყოფის ადრე მწიფობით, მაღალი მოსავლიანობით და ნაყოფის კარგი ხარისხით.

**კავონო-ვასე** – ინტრუდიცირებული ჯიშია, გამოირჩევა ადრე მწიფობით, მაგრამ ვეგეტატიური გამრავლების დროსაც კი ითიშება და მიდის ჯიშური თვისებების გაუარესებისკენ.

**მიაგავა-ვასე** – შემოტანილია იაპონიიდან. ადრემწიფადია, ყინვაგამძლეობით იდენტურია ფართეფოთლიან უნშიუსთან. საშუალო მოსავლიანია, კარგი ხარისხის ნაყოფით.

**ოკიცუ-ვასე** – იაპონიიდანაა შემოტანილი მსხმოიარობა უფრო მეტია, ვიდრე მანდარინ უნშიუს, ადრემწიფადია, ნაყოფის კარგი ხარისხით.

**მიხო-ვასე** – იაპონიიდანაა შემოტანილი, ადრე მწიფადია და მოსავლიანობით 28%-ით ჭარბობს მანდარინ უნშიუს.

**ტიახარა-უნშიუ** – შემოტანილია იაპონიიდან შ. გოლიაძის მიერ, ბევრად ჯობნის მანდარინ უნშიუს მოსავლიანობით და ნაყოფის ხარისხით. რეკომენდირებულია გასაშენებლად 1988 წლიდან.

**ნანკარი 20 და სილვერჰილი** – ორივე შემოტანილია იაპონიიდან და გადიან სახელმწიფო ჯიშთა გამოცდას.

**ფორთოხალი – C.sinensis Osb.** შემოტანილი ჯიშები: ჰამლინი, ჰაინეპლი, საგვიანო ვალენსია, იავა, დორთიულსკი, მარკა სიდლეს, საგვიანო, ტოროკო, კალაბრიული, კომუნე, ვაშინგტონ ნაველი, კარტერ ნაველი, ტომსონ ნაველი.

აღნიშნული ჯიშებიდან ჩვენში გავრცელება პოვა: **ვაშინგტონ ნაველმა**, როგორც საშუალო მოსავლიანმა, შედარებით ყინვაგამძლე, ნაყოფის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერების მაღალი შემცველობით და სასიამოვნო გემოთი.

**ჰამლინი და კომუნე** დადებითი სამეურნეო ვარგისიანობით ხასიათდება, მაგრამ ნაკლებ მოსავლიანობისა და ნაყოფის მოუმწიფებლობის გემო ვერ ჰპოვა ფართო გავრცელება.

ფორთოხლის ადგილობრივი წარმოშობის სელექციური ფორმები, რომლებიც გადიან სახელმწიფო ჯიშთა გამოცდას:

**„ანასეული N1“** – გამოირჩევა ადრე მწიფობით და მაღალი მოსავლიანობით.

**„კოლექტიური“** - გამოირჩევა ადრე მწიფობით და მაღალი მოსავლიანობით და ნაყოფის სასიამოვნო გემოთი.

ფორთოხლიდან აღსანიშნავია აგრეთვე ადგილობრივი ფორთოხალი, რომელიც ფერთოდაა გავრცელებული წარმოებაში, როგორც მაღალმოსავლიანი, ადრემწიფადი და ნაყოფის მაღალი ორგანოლექტიკური მანკვენებლებით.

**გრეიფრუტი (C. paradiso macf.)** გრეიფრუტის სამრეწველო ჯიშებია: პერნამბუკო, დუნკანი, უთესლო მარში, ფოსტერი, ტომპსონი.

**დუნკანი** – ინტრუდიცირებულია აშშ, ყველაზე უფრო ყინვაგამძლეა ჩვენში გავრცელებულ ჯიშებს შორის, მათი ნარგაობა ჯერჯერობით სამეცნიერო დაწესებულების საკოლექციო ნაკვეთებზეა;

**უთესლო მარში** – შემოტანილია აშშ-დან, რეკომენდირებულია გასაშენებლად, გრეიფრუტ დუნკანისგან გამოირჩევა მხოლოდ უთესლობით;

**ფოსტერი** - შემოტანილია აშშ-დან, ჯერჯერობით არ გასცილებია საკოლექციო ნაკვეთს.

**საიუბილეო** – მიღებულია სოხუმის სასელექციო სადგურის მიერ, ჰიბრიდული წარმოშობისაა. ჯერჯერობით იყენებენ სელექციაში.

**პომპელებუსები** ჯიშები: ბანდანაველი, პანდა-ბაგი, ფუდუანი, ვარდისფერი პამპერმუსი. ჩვენთან წარმოებაში არცერთი ჯიში არ არის გავრცელებული.

ციტრუსების მაღალი და ხარისხიანი მოსავალი მიიღება ჰუმუსირებულ, საკვები ელემენტებით მდიდარ, თიხნარ ნიადაგებზე. დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ფიზიკურ თვისებებს და კარგ აერაციას.

ციტრუსები ინვითარებენ არა ღრმა ფესვთა სისტემას, რომელიც ვრცელდება 140-160 სმ-მდე. ფესვთა სისტემის ძირითადი მასა განლაგებულია 0-50 სმ-ზე. ტენით უზრუნველყოფილ ნიადაგში ფესვების განლაგების ზონა მცირდება 80-100 სმ-მდე. გრუნტის წყლების დგომა დასაშვებია 1-1,5 მ.

ნიადაგურ – ეკოლოგიური პირობების მიმართ ციტრუსოვნები ძალიან პლასტიურები არიან. მათთვის აბსოლიტურად მიუღებელია ბაცი და ბიცობი ნიადაგები.

ციტრუსოვანთა ზრდა ხასიათდება ციკლურობით – მიმდინარეობს რეგულარული მონაცვლეობა აქტიური და შენელებული ზრდის პერიოდებისა.

შესვენება შეიძლება იყოს ღრმა ან იძულებითი. ღრმა შესვენება განპირობებულია შინაგანი (ენდოგენური) მიზეზებით, ხოლო იძულებითი შესვენება გამოწვეულია გარემო ფაქტორებით, რომელთა შორის ერთ-ერთი წამყვანი როლი ეკუთვნის საკვები ელემენტებით უზრუნველყოფას. აღრსანიშნავია, რომ ახალი ზრდა იწყება მხოლოდ იმის შემდეგ, როცა დამთავრდება ახალი ქსოვილების განვითარება.

განოციერების საკითხების დამუშავებისას გასათვალისწინებელია, რომ ციტრუსოვანთა მცენარეების ფოთლების სიცოხლის ხანგრძლივობა 2-3 წელია. ძველ ფოთოლში დაგროვილია ორგანული ნივთიერება (ნახშირწყლები), ახალი ფოთლები კი მხოლოდ ნახშირორჟანგის ასიმილაციას აწარმოებენ, ამიტომ ძველი ფოთლების გარეშე მათ არა აქვთ ნასკვების დამაგრების უნარი – განსაკუთრებით ეს ეხება ლიმონსა და მანდარინს.

დადგენილია, რომ ციტრუსოვანთა ნორმალურ ზრდა – განვითარებასა და მოსავლიანობას უზრუნველყოფენ საკვები მაკროელემენტები: აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი, მაგნიუმი და კალციუმი. ციტრუსოვნები განსაკუთრებით მომთხოვნიან აზოტის მიმართ, რომელიც ხელს უწყობს ვეგეტაციას, ნაყოფის წარმოქმნასა და განვითარებას. აზოტის ნაკლებობისას მცენარის ზრდა-განვითარება და მისი საერთო მდგომარეობა უარესდება, მკვეთრად ეცემა მოსავლიანობა და ნაყოფის ხარისხი, ფოთლები კარგავენ მუქ მწვანე შეფერვას, შემდგომ ყვითლდებიან და რჩება განუვითარებელი. აზოტით ჭარბი კვება ახანგრძლივებს ზრდასა და ვეგეტაციას, ასევე ყლორტების მომწიფებას, რაც საბოლოო ჯამში იწვევს მოსავლის შემცირებას და მცენარის ყინვაგამძლეობის შესუსტებას.

ფოსფორი აუცილებელი საკვები ელემენტია მცენარის ზრდისათვის. ფოსფორის მოქმედების ფონზე მცენარე უფრო ადვილად ითვისებს აზოტს, ციტრუსოვნები ფოსფორს შეითვისებენ ბევრად უფრო ნაკლებს, ვიდრე აზოტს. ფოსფორ-

რის მეტი რაოდენობაა მოზარდ ნაწილებში, უმთავრესად ახალგაზრდა ფესვებსა და ფოთლებში.

კალიუმი, ისევე როგორც აზოტი და ფოსფორი, აუცილებელია ციტრუსოვანთა ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის. არსებობს მოსაზრება, რომ კალიუმი ხელს უწყობს მცენარის ყინვაგამძლეობის ამაღლებას და ნაყოფის ხარისხის გაუმჯობესებას.

კალიუმი ხელს უწყობს ციტრუსოვანთა ნაყოფის დროულად დამწიფებას, ამ დროს ნაყოფის კანი თხელი და მცირექსოვილიანია, რაც ამაღლებს მისი შენახვის უნარიანობას.

კალიუმის ნაკლებობისას შეიმჩნევა ფოთლის სიდიდის გაზრდა, ფოთლები უფერულდება, ხდება ყვითელი – ბრინჯაოსებრი, შემდეგ რუხდება, ფოთლები იგრიხება და დამწვარს ემსგავსება. მცენარის ყინვაგამძლეობა მცირდება, განვითარება სუსტდება, ზრდის წერტილების გახშობის გამო ვარჯი მენხერდება; მცენარე კარგავს ფოთლებს, რაც იწვევს საასიმილაციო პროცესების შენელებას, ნაყოფები წვრილდება, ან სრულებით არ ვითარდება.

კალციუმის ნაკლებობისას მცენარე სუსტდება, მისი ზრდა ჩერდება, კალციუმის ძლიერი ნაკლებობისას ფოთლები დაწყებული წვეროდან ყვითლდება, თანდათანობით მთელი ფირფიტა უფერულდება; ფოთლები ნაადრევად ცვივა; ფოთლის ცვენის დაწყების წინ მათზე წარმოიქმნება წვრილი ყავისფერი წერტილები. ახალგაზრდა ყლორტები თანდათანობით იწყებენ ხმობას.

მეციტრუსეობის ყველა ზონაში აზოტი მცენარეების ზრდა-განვითარებისათვის უმნიშვნელოვანეს ელემენტს წარმოადგენს. როგორც ცხრილი 7.5.2.1-დან ჩანს, აზოტის ნორმებიდან როგორც წითელმიწებზე, ასევე სუბტროპიკულ ფსევდოწერებზე მოსავლის მაქსიმალურ მატებას უზრუნველყოფს N 240 გ/ხეზე. (შესაბამისად 7.5 და 8.4 კგ/ხეზე). ნორმების შემდგომი ზრდა ეფექტური არაა. საინტერესოა, რომ მატება ყოველი კილოგრამ შეტანილი აზოტიდან ნორმების ზრდასთან ერთად კლებულობს მოსავლის ნამატი.

ცხრილი 7.5.2.1.

**აზოტის ნორმების გავლენა მანდარინის მოსავლიანობაზე (იგამყრელიძის მონაცემები)**

N	ვარიანტები	მოსავლიანობა					
		წითელმიწები		ΔW	სუბტროპიკული ფსევდოვუერები		ΔW
		კგ/ხეზე	%		კგ/ხეზე	%	
1	P <sub>250</sub> K <sub>120</sub> (ფონი)	12.7	100	-	22.7	100	-
2	ფონი + N <sub>120</sub>	17.0	134	4.3	28.5	125	5.8
3	ფონი + N <sub>240</sub>	20.2	159	7.5	31.1	137	8.4
4	ფონი + N <sub>480</sub>	18.8	148	6.1	25.2	115	2.5

აზოტიანი სასუქების ფორმების შედარებითი ეფექტურობის შესწავლამ ფორთოხლის ბაღებში გამოავლინა ამონიუმის გვარჯილისა და კარბამიდის უპირატესობა. მატება ორივე ფორმისათვის შეადგენს 3,5 კგ/ხეზე (ცხრილი 7.5.2.2.)

ცხრილი 7.5.2.2.

**აზოტიანი სასუქების ფორმების გავლენა ფორთოხლის პროდუქტიულობაზე (ფორთოხალი ვაშინგტონ-ნაველი, წითელმიწა)**

ცანავა ნ. ლომინაძე შ. ცირეკიძე მ.

N	ვარიანტები	მოსავლის მატება		ΔW
		კგ/ხე	%	
1	სასუქი	9.9	81	-
2	PKCaMg (ფონი)	12.2	100	-
3	ფონი + (NH <sub>4</sub> )SO <sub>4</sub>	12.7	104	0.5
4	ფონი + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -60% NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> -40%	13.7	112	1.5
5	ფონი + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	15.7	128.7	3.5
6	ფონი + (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO	15.7	128.7	3.5

ცხრილი 7.5.2.3.

**გოგირდმჭავა ამონიუმის შეტანის ვადებისა და ჯერადების გავლენა მანდარინის მოსავლიანობაზე (წითელმიწა, ანასეული) იგამყრელიძე (1969წ)**

N	ვარიანტები	4 წლის სასუალო შემოსავალი		ΔW
		კგ/ხეზე	%	
1	PK (ფონი)	7,61	100	-
2	ფონი + N ერთჯერადად ყვავილებამდე	15,78	207	8,17
3	ფონი + N ორჯერ 60% ყვავილებამდე; 40% ზრდის მეორე პერიოდის დასაწყისში (ივნისი)	18,33	241	10,72
4	ფონი + N ორჯერ 60% ყვავილებამდე; 40% ზრდის მეორე პერიოდში (ივლისი)	17,64	232	10,03
5	ფონი + N ორჯერ 60% ყვავილობის შემდეგ და 40% ზრდის მეორე პერიოდის დასაწყისში (ივლისი)	15,07	198	7,46
6	ფონი + N სამჯერ 40% ყვავილებამდე; 30% ყვავილობის შემდეგ და 30% ზრდის მეორე პერიოდის დასაწყისში (ივლისი)	18,95	249	11,34

ი. გამყრელიძე (1967) მანდარინის ბაღებში სწავლობდა გოგირდმჭავა ამონიუმის შეტანის ვადებსა და ჯერადობას (ცხრილი 7.5.2.3.).

მაქსიმალური მატება აღინიშნება აზოტის ნორმის სამჯერ შეტანისას (40% ყვავილობამდე, 30% ყვავილობის შემდეგ და 30% ზრდის მეორე პერიოდის დასაწყისში), სადაც მატება შეადგენს 11,34 კგ/ხეზე. უმნიშვნელოდ ჩამორჩება ვარიანტი, სადაც აზოტის ნორმა შეიტანება ორჯერ (60% ყვავილობამდე, 40% ზრდის მეორე პერიოდის დასაწყისში). აზოტის ნორმის ერთჯერადი შეტანა უზრუნველყოფს 8,2 კგ/ხეზე მატებას.

ნ. ცანავას, შ. ლომინაძის, და მ. ცირეკიძის (1987) ექსპერიმენტში, ისწავლებოდა მანდარინის ბაღებში აზოტის სასუ-

ქების ფორმების შეტანის ჯერადობა ყვითელმიწა ნიადაგების პერიოდში (ნატანების ექსპერიმენტული მეურნეობა)

კარბამიდის წილადობრივი შეტანა (აგროწესებით) იძლევა მატებას 3,4 კგ/ხეზე, მაშინ როდესაც ერთჯერადი შეტანისას მატება შეადგენს 2,8 კგ/ხეზე (ცხრილი 7.5.2.4).

ცხრილი 7.5.2.4.

**აზოტიანი სასუქების ფორმების შეტანის ჯერადობის გავლენა მანდარინის ბაღების პროდუქტიულობაზე (ჯიში უნშიუ, ყვითელმიწა ნიადაგი)**

(ნ. ცანავას, შ. ლომინაძის, და მ. ცირეკიძის მონაცემები)

N	ვარიანტები	მოსავლი		ΔW
		კგ/ხეზე	%	
1	უსასუქო	4.6	75.4	-1.5
2	PK (ფონი)	6.1	100	-
3	ფონი+( 2)2ნ ერთჯერადი შეტანა	8.9	145.9	2.8
4	ფონი+( 2)2ნ წილადობრივი შეტანა	9.5	155.7	3.4
5	ფონი+ 4 3 ერთჯერადი შეტანა	3.7	60.6	-2.4
6	ფონი+ 4 3 წილადობრივი შეტანა	4.9	80.3	-1.2

ფოსფორის შეტანით (ცხრილი 7.5.2.5) 75 %-ით იზრდება მანდარინის მოსავლიანობა. მატება NK-ს ფონზე შეადგენს 5,1 კგ/ხეზე.

ცხრილი 7.5.2.5.

**ფოსფორიანი სასუქების გავლენა მანდარინის მოსავალზე**

N	ვარიანტები	მოსავლიანობა		მატება ფონთან შედარება
		კგ/ხეზე	%	
1	უსასუქო	4.7	84	-
2	NK	6.7	100	-
3	NPK	11.8	175	5.1

ციტრუსოვნები განსაკუთრებულ მოთხოვნებს უყენებენ ნიადაგში ორგანული ნივთიერების შემცველობას. ამას ადასტურებს მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტალური მონაცემები. როგორც ცხრილი 6 მონაცემებიდან ჩანს, მუავე წითელმიწა ნიადაგებზე, რომლებიც ხასიათდებიან დაბალი ნაყოფიერებით და ნიადაგის არეს მუავე რეაქციით NPK-ს ფონზე მოკირიანება (კირი ერთი გაცვლითი მუავიანობის ექვივალენტი რაოდენობა) 0,9კგ/ხეზე ზრდის მანდარინის მოსავლიანობას. NPK+CaO –ს ფონზე ნაკელის შეტანა 31%-ით ზრდის მანდარინის მოსავლიანობას. სიდერატებისა და ტორფის გამოყენება მნიშვნელოვნად ჩამოუვარდება ნაკელს. მ. ბზიავას მონაცემებით ლიმონის ბაღებში სიდერატების შეტანა PK-ს ფონზე 17 %-ით სჭარბობს ნაკელის შეტანიდან მიღებულ ეფექტს, ხოლო NPK+CaO –ს ფონზე სიდერატების გამოყენება და მათი ნიადაგში ჩაკეთება 74 %-ით ზრდის მოსავლიანობას. სიდერატების გამოყენება მულჩად 69 %-ით ზრდის პროდუქტიულობას (ცხრილი 7.5.2.6).

ცხრილი 7.5.2.6.

**მინერალური და ორგანული სასუქების გავლენა ლიმონის მოსავალზე წითელმიწა ნიადაგებზე (მ. ბზიავას მონაცემები)**

N	ვარიანტები	მოსავლიანობა		ΔW
		კგ/ხეზე	%	
1	PK + CaO	3.4	82	-
2	PK + ნაკელი	4.7	110	1.3
3	PK + სიდერატი	5.0	117	1.6
4	NK + CaO ნაკელი	4.2	100	-
5	NK + CaO სიდერატების მასის ნიადაგში ჩაკეთება	7.4	174	3.2
6	NK + CaO სადერატის მასა მულჩად	7.2	169	3.0

**მოკირიანების და ორგანული სასუქების გავლენა მანდარინის მოსავლიანობასა და ფოთლის ზედაპირის ფართზე (ი. გამყრელიძის მონაცემები)**

N	ვარიანტები	მოსავალი		ერთი ხის ფოთლის ზედაპირის ფართი	
		კგ/ხეზე	%	მ <sup>2</sup>	%
1	უსასუქო	5.5	43	7.81	26
2	NK	6.2	49	17.35	58
3	NPK	11.8	93	23.15	77
4	NPK+CaO	12.7	100	30.08	100
5	NPK+CaO+nakeli	16.6	131	45.60	151
6	NPK+CaO+sideratebi1	12.8	101	37.18	124
7	NPK+CaO+sideratebi2	10.2	80	25.95	86
8	NPK+CaO+torfi3	13.0	102	32.81	109
9	NPK+CaO+torfi4	12.2	96	35.47	118

1 – სათიბი მულჩად. 2 – ნათიბი გატანით  
3 – ნიადაგში ჩაკეთებით. 4 – მულჩად

სასუქების დადებითი გავლენა თავის გამოხატულებას ჰპოვებს ფოთლის ზედაპირის ფართზე. NPK-ს ფონზე ფოთლის ზედაპირი სამჯერ იზრდება უსასუქოსთან შედარებით (ცხრილი 7.5.2.7). ნაკელის გამოყენებისას ერთი ხის ფოთლის ზედაპირის ფართი იზრდება 51 %-ით, ხოლო სიდერატები რომლებიც მულჩად გამოიყენება – 24 %-ით.

მეციტრუსოებაში გამოყენებული სიდერატების დასახელება, თესვის ნორმები და ვადები მოყვანილია 7.5.2.8 ცხრილში.

სასუქები გავლენას ახდენენ როგორც მოსავლიანობაზე, ასევე ნაყოფის ხარისხზე. როგორც ცხრილი 7.5.2.9. მონაცემებიდან ჩანს, აზოტის ნორმების გავლენით ნაყოფებში უმნიშვნელოდ მცირდება რბილობის პროცენტი PK-სთან შედარებით. იზრდება საერთო შაქრიანობა. იზრდება საერთო მჟავიანობა და შეფარდება შაქრების მჟავიანობასთან.

**სიდერატების თესვის ვადები და ნორმები**

N	სიდერატების დასახელება	მწვანე სასუქად		სათესლედ		
		თესვის ვადა	თესვის ნორმა	თესვის ვადა	თესვის ნორმა კგ	ადების დრო
1	ყვითელი ხანჭკოლა	1 აგვისტო 20 სექტემბერი	160	15/03-15/04	80	-
2	ლურჯი ხანჭკოლა	1 აგვისტო 20 სექტემბერი	180	15/03-15/04	100	-
3	თეთრი ხანჭკოლა	1 აგვისტო 20 სექტემბერი	200	15/03-15/04	150	-
4	ტანჯერის ცულისპირა	1 აგვისტო 20 სექტემბერი	150	15/08-15/09	70	-
5	ფიგა-შერიის ნარევი	სექტემბერი	150	15/08-15/09	100	
	ფიგა	სექტემბერი	100	15/08-15/09	70	
	შერია	სექტემბერი	50	15/08-15/09	30	
6	სოიო	20 აპრილი 20 მაისი	60	15/08-15/09	35	შემოდგომა
7	ლეხპედეზა	1 თებერვალი 5 მარტი	30	15/05-15/06	30	დეკემბერი
8	კურდღლის ფრჩხილა	სექტემბერი	10	1/02-15/03	10	ზაფხული

**აზოტის სასუქების ნორმების გავლენა მანდარინის ნაყოფის მექანიკურ და ქიმიურ მაჩვენებელზე**

N	მაჩვენებლები	ვარიანტები			
		PK	PK+ N <sub>1</sub>	PK+N <sub>2</sub>	PK+N <sub>3</sub>
1	რბილობი %	74.8	73.1	73.9	73.3
2	კანი %	25.2	26.9	26.1	26.7
3	საერთო შაქრიანობა	5.21	6.70	7.04	7.26
4	საერთო მჟავიანობა (ლიმონმჟავით გამოსახული)	0.84	0.89	0.97	0.89
5	შეფარდება შაქრების მჟავასთან	6.2	7.5	7.5	8.2



სასუქების ხანგრძლივი გამოყენება მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნიადაგის აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე (ცხრილი 7.5.2.12). აღინიშნება ჰუმუსისა და საერთო აზოტის % შემცველობის ზრდა, მცირდება გაცვლითი მჟავიანობა იზრდება აქტუალური მჟავიანობა.

მრავალწლიანი ცდების მონაცემების საფუძველზე განსაზღვრულია ციტრუსოვანთა ფოთლებში ელემენტების შემცველობის კრიტიკული დონეები. ცხრილი 7.5.2.13 მოყვალნილია მონაცემები 4-5 თვის ასაკის ფოთლებისათვის

ცხრილი 7.5.2.12.

**სასუქების ხანგრძლივი შეტანის გავლენა ნიადაგში ჰუმუსის, აზოტის შემცველობისა და ნიადაგის არის რეაქციის შეცვლაზე. (ი. გამყრელიძე)**

N	ვარიანტები	ჰუმუსი %	აზოტი %	გაცვლითი მჟავიანობა (მლ.ეკ-ვ.100გ.ნიადაგზე)	pH(H <sub>2</sub> O)
1	უსასუქო	4.20	0.161	5.17	4.97
2	NK	4.66	0.227	7.42	4.06
3	NPK	5.11	0.239	7.29	4.16
4	NPK+CaO	4.54	0.199	2.24	4.25
5	NPK+torfi	6.74	0.302	3.36	4.17
6	NPK+CaO+torfi	6.82	0.308	2.00	4.25
7	NPK+nakeli	6.71	0.333	2.18	4.33
8	NPK+sideratebi	6.49	0.297	3.82	4.03

ცხრილი 7.5.2.13.

**საკვები ელემენტების ციტრუსოვანთა უზრუნველყოფის დონეები**

	ელემენტები	ძლიერ დაბალი	დაბალი	ოპტიმალური	მაღალი	ჭარბი
მაკროელემენტები	N	<2.0	2.0-2.4	2.4-2.8	2.8-3.2	>3.2
	P <sub>2</sub> O	<0.16	0.16-0.25	0.25-0.36	0.36-0.5	>0.50
	K <sub>2</sub> O	<0.70	0.70-0.80	0.90-1.20	1.20-1.80	>1.80
	MgO	<0.25	0.25-0.40	0.41-0.70	0.7-1.1	>1.1
	CaO	<2.0	2.0-3.0	3.1-5.0	5.1-6.0	>6.0
მიკროელემენტები მცკმ მშრალ ნივთიერებაზე	Fe	<36	36-60	60-120	120-200	>200
	Mn	<16	16-25	25-100	100-300	>300
	Zn	<16	16-25	25-100	100-200	>200
	B	<16	16-50	50-170	170-300	>300
	Ca	<4	4-5	5-10	10-15	>15
	Mo	<0.05	0.06-0.1	0.1-3.0	4-100	>100

ციტრუსოვნების ქვეშ შესატანი აზოტის ნორმები დიფერენცირდება ნიადაგის ტიპისა და ნარგაობის ასაკის შესაბამისდ (ცხრილი 7.5.2.14).

ცხრილი 7.5.2.14.

**აზოტის ნორმა ციტრუსოვანთა ბაღში გ/ხეზე**

ნიადაგის ტიპი	ნარგაობის ასაკი			
	1-3 წლის	4-5 წლის	6-8 წლის	>9 წლის
დაბალნაყოფიერი ალუვიალური, გაეწერებული სუსტად დარეცხილი ყვითელმიწები და რუხი ნიადაგი	40	80	150	250-450
მაღალნაყოფიერი ნეშომპალა – კარბონატული, წითელმიწები, ყვითელმიწები, რუხი ნიადაგები	30	60	100	200-400

ფოსფორისა და კალიუმისათვის გათვალისწინებულია ნიადაგების დაჯგუფება ამ ელემენტების მოძრავი ფორმების შემცველობის მიხედვით და ამ მონაცემებზე დაყრდნობით დიფერენცირდება გამოსაყენებელი ნორმები (ცხრილი 7.5.2.15-7.5.2.16).

ცხრილი 7.5.2.15.

**ნიადაგის დაჯგუფება P<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, MgO- ს მოძრავი ფორმების მიხედვით (მგ/100 გ ნიადაგში 0-20 სმ ფენაში)**

N	უზრუნველყოფის ხარისხი	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
1	დაბალი	<15	<15	<10
2	საშუალო	15-30	15-25	10-15
3	გაზრდილი	30-50	25-35	15-20
4	მაღალი	>50	>35	>20

ცხრილი 7.5.2.16.

**ფოსფორის და კალიუმის ნორმები ელემენტების შემცველობის და ნარგაობის ასაკის მიხედვით კგ/ჰა**

ნიადაგის ფოს-ფორით და კალიუმით უზრუნველყოფის ხარისხი	ალუვიური გაეწერებული ნემომპალა კარბონატული ნიადაგი				წითელმიწები, ყვითელმიწები, რუხი			
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	1-5 წლამდე	6 წლის და მეტის	1-5 წლამდე	6 წლის და მეტის	1-5 წლამდე	6 წლის და მეტის	1-5 წლამდე	6 წლის და მეტის
დაბალი	120	200	100	200	150	300	100	200
საშუალო	100	150	75	150	150	250	75	150
გაზრდილი	50	100	50	100	75	125	50	100
მაღალი	ა	რ	შ	ე	ა	ქ	ვ	თ

როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ, კონკრეტული პირობებისათვის აზოტის საშუალო ნორმები დგინდება ნიადაგის ნაყოფიერების დონის, ნარგაობის ასაკისა და მოსავლიანობის დონის გათვალისწინებით, ხოლო ფოსფორის, კალიუმის და მაგნიუმის, ნიადაგის ტიპის, მათი გაკულტურებისა და ამ ელემენტების

მენტების ნიადაგის და მცენარეების უზრუნველყოფის ხარისხის გათვალისწინებით. დაზუსტებული ნორმა ფოსფორ-კალიუმთან-მაგნიუმთან სასუქებისა დგინდება ზემოთ აღნიშნული მაჩვენებლებისა და ციტრუსოვანთა მოსავლიანობის დონის (ცხრილი 7.5.2.17) გათვალისწინებით.

ცხრილი 7.5.2.17.

**ციტრუსოვანთა მოსავლიანობა პერიოდების მიხედვით (ც/ჰა)**

მოსავლიანობის დონე	პერიოდები		
	ზრდა და მსხმოიარობა	მსხმოიარობა და ზრდა	მსხმოიარობა
საშუალო	5-10	21-50	81-100
მაღალი	11-20	51-80	101-200

გასათვალისწინებელია შესწორების კოეფიციენტების გამოყენების აუცილებლობა, რათა დაზუსტებულ იქნას საშუალო ნორმა, ფოსფორისა და კალიუმისათვის უზრუნველყოფის დონის გათვალისწინებით გამოიყენება შესწორების შემდეგი კოეფიციენტები (ცხრილი 7.5.2.18).

ცხრილი 7.5.2.18.

**კალიუმისათვის უზრუნველყოფის დონის შესწორების შემდეგი კოეფიციენტები**

უზრუნველყოფის დონე	მოსავლიანობის დონე	
	საშუალო	მაღალი
ძლიერ დაბალი	1.25	1.50
დაბალი	1.00	0.25
საშუალო	0.50	0.70
მაღალი	0.30	0.50

### 7.5.3. კეთილშობილი დაფნის ბანოყიერება

კეთილშობილი დაფნა მოჰყავთ საქართველოში, ახერბა-იჯანში და კრასნოდარის მხარეში. მისი მოყვანის მიზანია ფოთლის მიღება, რომელსაც დიდი გამოყენება აქვს საკონსერვო, საკონდიტრო, საპარფიუმერიო მრეწველობასა და კულინარიაში. ყოველივე ამის გამო დაფნის ფოთოლზე მოთხოვნილება დიდია და ამჟამად მისი მოყვანა ეკოლოგიური პირობით არის გათვალისწინებული.

აღნიშნული მცენარე კარგად ხარობს სუბტროპიკულ ზონაში სადაც წლიური ატმოსფერული ნალექების ჯამი 600-2500 მმ. ფარგლებშია. კარგად ეგუება სუსტ მჟავა, ნეიტრალურ და სუსტი ტუტე რეაქციის ნიადაგებს, მაგრამ ვერ ეგუება ჭარბტენიან და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებს. იმისათვის რომ ბუნებაში გავრცელებული ნიადაგები სასურველი გახდეს ამ კულტურის მოყვანისათვის საჭიროა მჟავა ნიადაგების მოკირიანება 1 გაცვლითი მჟავიანობით, ხოლო ჭარბტენიანი ნიადაგების გაკულტურებისათვის ამ შემთხვევაში საჭიროა მელიორაციული ღონისძიებების ჩატარება.

დაფნის ფოთლის მაღალი მოსავალი რომ მივიღოთ საჭიროა მისი განოყიერება. ამ მიზნისათვის იყენებენ ნაკელს, ტორფ-კომპოსტებს, მწვანე სასუქებს, აზოტიან, ფოსფორიან და კალიუმიან სასუქებს. აზოტიანი სასუქებიდან იყენებენ ამონიუმის სულფატს, ამონიუმის გვარჯილას და შრდოვანას. ფოსფორიდან სუპერფოსფატს და ფოსფორიტის ფქვილს, ამ უკანასკნელს უპირატესობა აქვს მჟავა ნიადაგებზე, კალიუმიდან ქლორკალიუმს და 40 % კალიუმის მარილს.

კეთილშობილი დაფნის მცენარე რომ საკვებ ელემენტებზე დიდ დიდ მოთხოვნილებას აყენებს, ეს ჩანს დასავლეთ საქართველოს წითელმიწა ნიადაგებზე ანასეულში და ნე-შომპალა-კარბონატულ ნიადაგებზე ხობში ჩატარებული ცდები მ. ბზიავასა და ი. გამყრელიძის მიერ. აღნიშნული ცდების მონაცემებიდან მტკიცდება, რომ დაფნის მცენარე მნიშვნელოვან რეაგირებას ამჟღავნებს საკვები ელემენტების მიმართ და მოსავალიც საგრძნობლად იზრდება უსასუქო ვარიანტთან

შედარებით. ცალკეული ელემენტების გავლენა დაფნის მცენარეზე კარგად ჩანს, მაგრამ სრული მინერალური სასუქების შემთხვევაში ეს ეფექტი კიდევ უფრო იზრდება და აღწევს 79-61%-ს უსასუქოსთან შედარებით, რაც შეეხება ნიადაგის ტიპებს აზოტის მაღალი მოქმედება ჩანს წითელმიწა ნიადაგებზე.

აღნიშნული მეცნიერების მიერ დადგენილი იქნა ასევე დაფნის კულტურისათვის აზოტის ოპტიმალური ნორმები ამავე ნიადაგებზე. ისინი თვლიან რომ აზოტის ყველა ნორმა იწვევს დაფნის ფოთლის მოსავლის გადიდებას მოკირიანების ფონზე, მაგრამ ამ ნორმებიდან საუკეთესოა აზოტის გამოყენება 150-200 კგ/ჰა.

დღემდე არსებული წესების მიხედვით დაფნის პლანტაციაში აზოტიანი სასუქის ნორმა იცვლება მცენარეთა ასაკისა და ფოთლის მოსავლიანობის მიხედვით. ახალგაზრდა ნარგაობაში 5 წლამდე საუკეთესოა აზოტის გამოყენება 100 კგ/ჰა, ხოლო შემდგომ პერიოდში კი აზოტიანი სასუქების დიგერენცირება ხდება პლანტაციის მოსავლიანობის მიხედვით, კერძოდ 20 ც/ჰა-მდე საჭიროა აზოტი 150 კგ/ჰა, 21-50-მდე 200კგ/ჰა და 51-ზე ზევით 250 კგ/ჰა.

აზოტიანი სასუქების შეტანა დაფნის პლანტაციაში ხდება 15 მარტიდან 15 აპრილამდე მცენარეთა ვეგეტაციის დაწყებამდე.

დაფნის ნარგაობისათვის ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ნორმა განისაზღვრება იმ ნიადაგების ელემენტებით უზრუნველყოფის დონის მიხედვით, რომელზედაც გაშენებულია ეს ნარგაობა. ამ მიზნისათვის გამოიყენება იგივე ინდექსები რაც ჩაისა და ციტრუსებისათვის ან სხვა კულტურებისათვის არის მიღებული.

მოძრავი ფოსფორით საშუალოდ უზრუნველყოფილ ნიადაგზე ფოსფორის წლიური ნორმა შეადგენს წითელმიწებზე - 150 და სხვა ტიპის ნიადაგებისათვის კი 100 კგ/ჰა, ხოლო კალიუმიანი სასუქები შეიტანება ყველ ტიპის ნიადაგზე 100 კგ/ჰა. ამ სასუქების შეტანა ნიადაგში ხდება ყოველწლიურ

რად ან 2-4 წელიწადში ერთხელ ორმაგი და ოთხმაგი დოზით.

მართალია მინერალური სასუქები საგრძნობლად მოქმედებენ (ბზიავა მ.) დაფნის მცენარის ფოთლის მოსავალზე, მაგრამ ეს მცენარე მაშინ არის მაქსიმალურად მოსავლიანი როცა მის განოციერების სისტემაში მონაწილეობს ორგანული სასუქი და მუავე ნიადაგების მოკირიანება ხდება. ამაზე ნათლად მიგვანიშნებს მ. ბზიავას მიერ ჩატარებული ცდა წითელმიწებზე ანასუელში სადაც ორგანული სასუქების ეფექტი უსასუქოსთან შედარებით მოკირიანების ფონზე გაიზარდა 250 კგ-ით სრული მინერალური სასუქებისა და ნაკელის 25 ტ/ჰა შეტანით.

მინერალური სასუქების ფოსფორისა, კალიუმის, კირისა და ორგანული სასუქების შეტანა დაფნის პლანტაციაში ხდება შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში მათი ნიადაგში 15-20 სმ სიღრმეზე ჩაკეთებით.

#### 7.5.4. ტუნგის ნარგავის გამოყენება

ტუნგი ძვირფასი ცხიმ-ზეთოვანი კულტურაა. ტუნგის ნაყოფი შეიცავს მაღალხარისხოვან ზეთს, რომლის ანალოგო ჯერ-ჯერობით არ მოიპოვება. მასზე დიდია მოთხოვნილება სახალხო მეურნეობის მრავალი დარგის მიერ. ამიტომ ტუნგის ნარგავის პროდუქტიულობას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს. მისი ნაყოფის მშრალი მასა შეიცავს აზოტს 2,13%; ფოსფორს -1,38 % და კალიუმს 0,6 %.

ტუნგის სამრეწველო ნაკვეთები ძირითადად საქართველოში მცირე ფართობებზე გვხვდება. იგი არის აგრეთვე აზერბაიჯანსა და კრასნოდარის მხარეში. ჩვენში ძირითადად გვხვდება დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის წითელმიწა ნიადაგებზე, სუბტროპიკულ ეწერებსა და კოლხეთის დაბლობის სუსტ მუავე ეწერლებიანი ნიადაგებზე. აღნიშნული ეს ნიადაგები ხასიათდებიან საკვები ელემენტების სიღარიბით, ამიტომ ტუნგის მცენარის პროდუქტიულობის გადიდებაში მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა მის განოცი-

ერებას, ამ მიზნისათვის იყენებენ მინერალურ და ორგანულ სასუქებს.

ამ კულტურის განოციერების სისტემა, რომელიც ამჟამად მოქმედებაშია დამუშავებულია ჩაის, სუბტროპიკული კულტურების და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის მიერ. მათ რეკომენდაციით ტუნგის მცენარეს კვებისათვის ესაჭიროება ყველა საკვები ელემენტი, მათ შორის აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი. ამ ელემენტების ეფექტურობა კი როგორც ვიცით დამოკიდებულია ნიადაგში მათი შემთვისებელი ფორმების შემცველობაზე, სწორედ ამიტომ წითელმიწა ნიადაგებზე აზოტთან ერთად მაღალია ფოსფორის ეფექტი (182%), ხოლო კალიუმით მდიდარ ეწერლებიანი ნიადაგზე ფოსფორი და კალიუმი აზოტის გარეშე ეფექტს არ იძლევა.

ტუნგის მცენარის კვებაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს აზოტის ნორმებს, რომელიც დიფერენცირდება მცენარის ასაკისა მოსავლის დონესთან დაკავშირებით. აზოტიანი სასუქების ფორმებიდან უკეთეს შედეგს იძლევა ამონიუმის გვარჯილა და შარდოვანა. მცენარის ასაკის მიხედვით აზოტიანი სასუქების ნორმები ასე ნაწილდება:

1-3 წლამდე 25 გ/მცენარეზე;

4-5 წლამდე 50 გ/მცენარეზე;

6-7 წლამდე 150 გ/მცენარეზე;

8-9 წლამდე 250 გ/მცენარეზე;

10 წელზე ზევით 350 გ/მცენარეზე.

აზოტიანი სასუქები შეიტანება ყოველწლიურად 7-8 სმ სიღრმეზე, ხოლო ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების გამოყენება ხდება ნიადაგში მათი უზრუნველყოფის დონის მიხედვით. ამ შემთხვევაში სარგებლობენ იმავე ინდექსებით, რომელიც დამუშავებულია სხვა კულტურებისათვის (ჩაი და ციტრუსი). ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები, სუპერ-ფოსფატი ან ფოსფორიტის ფქვილი ნიადაგის მუავიანობის გათვალისწინებით შეაქვთ ყოველწლიურად 100-100 კგ/ჰა, ან 2-4 წელიწადში ერთხელ 200-400 კგ/ჰა.

ამ კულტურის განოციერების სისტემა საკმაოდ ფართოდ აქვს დამუშავებული ფ. ჭანუყვაძეს. იგი აღნიშნავს რომ აზოტიანი სასუქების ნორმის 100-დან 300 გ-მდე მცენარეზე გადიდებით მოსავალი იზრდება 27-60 %-ით საკონტროლოსთან შედარებით, ხოლო ნორმის შემდგომი გადიდება 400 გ-მდე მცენარეში იწვევს მოსავლის შემცირება 300 გრ. მცენარესთან შედარებით, თუმცა ფონთან შედარებით მოსავალი მაინც გადიდებულია.

ტუნგის მცენარე ფოსფორისა და კალიუმის მიმართ მოთხოვნილებას ადრეულ ასაკში ამჟღავნებს, ხოლო განსაკუთრებით მაღალია მათზე მოთხოვნილება აზოტით უზრუნველყოფის შემთხვევაში.

მინერალური სასუქებიდან ფოსფორის ნორმის წოველ-წლიური და 2-4 წელიწადში ერთხელ შეტანით ფ. ჭანუყვაძის მიერ მიღებულია ასეთი შედეგი. ფონთან შედარებით ყველაზე მაღალი ეფექტი მიღებულია 4 წელიწადში ერთხელ ფოსფორის 400გ/მცენარეზე შეტანის ვარიანტზე 32%, ასევე მის მიერ დადგენილია რომ კალიუმის ნორმის გადიდება 10-12 წლიან მცენარეებზე არ გამოიწვია მოსავლის გადიდება.

მინერალური სასუქების გარდა ტუნგის მცენარის განოციერების სისტემაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ორგანულ სასუქებს. ნაკელს 2,4 ტ/ჰა და NPK ვარიანტზე 3,43 ტ/ჰა შეტანით უსასუქო ვარიანტთან შედარებით მიღებულია მოსავლის მომატება 119 და 203 %-ით.

ორგანული სასუქების (ნაკელი, ტორფ-კომპოსტი), ნორმა შეადგენს დარგვისას 8-10 კგ/ხეზე, 3-5 წლის ნარგაობაში 15-30; 6-10 წლისაში 25-40 და 10 წელზე მეტი ასაკისაში კი 30-50 კგ/ხეზე. ორგანული სასუქების ეფექტი განსაკუთრებით მაღალია ჰუმუსით ღარიბ ნიადაგებზე.

როგორც ორგანული, ისე ფოსფორიანი, კალიუმიანი სასუქები ტუნგის ნარგაობაში შეაქვთ შემოდგომა-ზამთარში ან ადრე გაზაფხულზე, ნიადაგის 15-20 სმ სიღრმეზე გადაბარვისას.

მწვანე სასუქებიდან ტუნგის ნარგაობაში გამოიყენება საშემოდგომო-საზამთრო სიდერატები. მათი გამოყენების წესი იგივეა როგორც ციტრუსებში.

ვინაიდან ტუნგის მცენარე კარგად ხარობს სუსტ მჟავე და ნეიტრალური რეაქციის მქონე ნიადაგებზე და წითელმიწები ხასიათებიან გადიდებული მჟავიანობით, ამიტომ ამ ნიადაგებზე გაშენებულ ნარგაობაში საჭიროა კირის შეტანა. მოკირიანება ტარდება შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში 10-15 სმ სიღრმეზე ჩაკეთებით 10-15 წელიწადში ერთხელ, კირიანი სასუქებიდან ტუნგის პლანტაციებში გამოიყენება დეფიკატი, დაფქველი კირქვა, ტილი და სხვა. თუ ნიადაგში მაგნიუმის შემცველობა 5 მგ-ზე ნაკლებია 100 გრ ნიადაგში, მაშინ ამ ნიადაგებში მაგნიუმის შემცველი კირიანი სასუქების შეტანა საუკეთესო ეფექტს იძლევა, როგორცაა დოლომიტი.

## 7.6. მრავალწლიანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განოციერების სისტემა

### 7.6.1. ხეხილის ბაღის ბანოყიერება

მრავალწლიან კულტურათა ჯგუფში შედის: თესლოვანი-ვაშლი, მსხალი; კურკოვანი-ბალი, ატამი, ალუბალი, ქლიავი; კენკროვანი - ვენახი, ჟოლო, ხურტკმელი, მოცხარი; სუბტროპიკული ხეხილოვანი - ლეღვი, ხურმა, ბროწეული; ციტრუსოვნები - მანდარინი, ლიმონი, ფორთოხალი; კაკლოვანი - ნიგოზი, თხილი, პეკანი; ცხიმზეთოვნები - ტუნგი; ეთერზეთოვნები - დაფნა, ასევე ჩაის ბუჩქი და სხვა. ჩამოთვლილი მცენარეების სწორი გამოყიერება არის მათი პროდუქტიულობის აუცილებელი წყარო.

ამ კულტურების სწორი განოციერების სისტემა შედგება შემდეგი ეტაპებისაგან:

1. სანერგე მეურნეობის განოციერება;
2. ბაღის და პლანტაციის გაშენების წინ განოციერება;

3. მცენარეთა დარგვისას ნიადაგის განოციერება;
4. ახალგაზრდა (არამოსავლიანი და მოსავლიანი) ბაღისა და პლანტაციის განოციერება;
5. მოსავლიანი ბაღისა და პლანტაციის განოციერება.

მერქნოვან-ხეხილოვანი მცენარეები სიცოცხლის მანძილზე გადადიან მათთვის დამახასიათებელ ასაკობრივ ეტაპებს ანუ პერიოდებს, რომელიც გ. შიტის მიერ დაყოფილია სამ პერიოდად:

**პირველი პერიოდი** არის ვეგეტაციური ორგანოების გაძლიერებული ზრდის პერიოდი. იგი მოიცავს ახალგაზრდა ხეხილოვანი მცენარეების განვითარების ფაზას აღმოცენებიდან პირველი მოსავლის მიღებამდე. ამ პერიოდში ხდება როგორც ფესვთა სისტემის ისე მიწისზედა ჩონჩხის ზრდა.

**მეორე პერიოდი** მოიცავს - ნაყოფძლევის პერიოდს. იგი ხასიათდება მცენარეთა სრული მოსავლით. ვარჯი ფორმირებულია, ვითარდება ბევრი სანაყოფე ტოტები და კვირტები და ვარჯის ზრდა შესუსტებულია, ამიტომ ამ პერიოდში დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს მცენარეთა კვებას და აგროტექნიკას, რომლის მიზანია შექმნას ხელსაყრელი პირობები მცენარეთა მსხმოიარობისათვის.

**მესამე პერიოდი** არის ჩონჩხის მასობრივი ხმობისა და მოსავლიანობის მკვეთრად დაცემის პერიოდი. ამ პერიოდში ძველი ვარჯი თითქმის მთლიანად ხმება, რისთვისაც ამ პერიოდში საჭიროა მცენარეთა გაახალგაზრდავა რაშიც იგულისხმება ის რომ მცენარეს უნდა მოსცილდეს ტოტები რომლებიც გამხმარია და მიეცეს საშუალება მიხარე კვირტებისაგან ახალი ვარჯის ჩამოყალიბებას.

აღნიშნული ასაკობრივი პერიოდები განსხვავებულ მოთხოვნებს უყენებს ამ დარგის სპეციალისტებს კვების საკითხებში. ამიტომ ყველა პერიოდში სასუქების ნორმები იქნება სხვადასხვა.

აქვე უნდა აღინიშნოს რომ მრავალწლიანი კულტურების განოციერების გაცნობისას ცალცალკე უნდა შევეხოთ თითოეულ აუცილებელ კულტურებს. ხეხილოვანი მცენარეების გა-

ნოციერებისას აუცილებელია სოფლის მეურნეობის შემუშავებისათვის შემდეგი:

ვიციტ რომ ხეხილოვანი მცენარეები სიცოცხლის მანძილზე ერთი და იგივე ადგილზე ვითარდებიან და ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში აღარბეზენ მეტად ნიადაგს მოძრავი საკვები ნივთიერებებით: ამასთან ერთად უნდა აღინიშნოს რომ საქართველოს სამრეწველო მეხილეობის ზონაში ბაღები გაშენებულია სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე, რომლებიც თავისი ნაყოფიერების ხარისხის მიხედვით მკვეთრად განსხვავდებიან. ამიტომ ხეხილს განოციერების დროს მხედველობაში უნდა მივიღოთ მათი მოთხოვნილება საკვებ ნივთიერებებზე, მცენარეების ასაკი და მოსავლიანობა, ცალკეული ჯიშების ბიოლოგიური თავისებურება, ბაღის ნიადაგის დამუშავების სისტემა, ნიადაგის ნაყოფიერება, სარწყავი წყლით უზრუნველყოფის დონე და სხვა.

ხეხილის ბაღები საკვები ნივთიერების მოთხოვნის მიხედვით მკვეთრად განსხვავდებიან სავეგეტაციო პერიოდის მანძილზე, რის გამოც არჩევენ საკვები ნივთიერების შთანთქმის ორ ძირითად პერიოდს:

1. გაზაფხული -ზაფხული, როდესაც მიმდინარეობს გაძლიერებული ვეგეტაცია და შესაბამისად საკვები ნივთიერების დიდი შეთვისება.

2. ზაფხულსა და შემოდგომის თვეები, როცა წარმოებს ფესვების ინტენსიური ზრდა და სანაყოფე კვირტების ჩასახვა მომდევნო წლის მოსავლისათვის. ყოველივე ამის მიხედვით ცალკეულ პერიოდებში საკვები ნივთიერებების მოთხოვნილება ხეხილის მიერ არის სხვადასხვა და ამიტომ აგრონომმა უნდა გაითვალისწინოს ეს და მაშინ უნდა მისცეს საკვები ელემენტები როცა ამის საჭიროება შეიქმნება.

მრავალწლიანი გამოკვლევებით დადგენილია რომ სხვადასხვა პერიოდებში საკვები ელემენტების დიდი მომთხოვნია ატამი და ვაშლი, ვიდრე მსხალი, კომში და ქლიავი. ვაშლი, ატამი და კომში ასევე დიდი რაოდენობით შთანთქავენ ნიადაგიდან კალციუმს. მცენარეების ცალკეულ ორგანოებში

არათანაბრად არის განაწილებული საკვები ელემენტები (NPK) ყველაზე მეტი გვხვდება ფოთლებში და ნაყოფში და შედარებით მცირე რაოდენობით ყლორტებში, შტამბსა და ფესვებში. ასევე განსხვავდება ხეხილის მოთხოვნილება საკვებ ნივთიერებებზე ცალკეული ფენოფაზების მიხედვით. აქვე ისიც უნდა გავითვალისწინოთ საკვები ნივთიერების მიცემა არ შეიძლება შემოდგომის პერიოდში, რადგან ეს გაახანგრძლივებს ვეგეტაცია და მცენარე ვერ მოასწრებს ზამთრისთვის მომზადებას.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ახალგაზრდა ბაღების განოყიერებას, რადგან მაშინ ხდება მცენარის როგორც ფესვთა სისტემის ვარჯის ნორმალური ჩამოყალიბება. ამიტომ ახალგაზრდა ხეხილის მიერ საკვები ნივთიერების მომარაგების მიზნით აუცილებელია წინა წლის შემოდგომაზე შევიტანოთ ნიადაგში ფოსფორ-კალიუმიანი და ორგანული სასუქები, ხოლო ადრე გაზაფხულზე აზოტიანი სასუქები.

ხეხილის მსხმოიარობაში შესვლის შემდეგ სასუქების გამოყენება ფენოფაზების მიხედვით იცვლება, რადგან ამ პერიოდში განოყიერების მიზანს წარმოადგენს ვეგეტაციური ორგანოების ზრდასთან ერთად ნარგაობის მოსავლიანობის გადიდება-გახანგრძლივება და მეწლეობის შესუსტება შეადგენს, ამიტომ განოყიერების სწორი სისტემა უნდა ემსახურებოდეს ხეხილის ბაღების მაღალი და მყარი მოსავლის მიღებას.

**სასუქების ეფექტურობა ხეხილის ბაღში-საქართველოს** სამრეწველო ხეხილის ბაღებში და სანერგეებში ჩატარებულია მრავალი გამოკვლევა მინერალური და ორგანული სასუქების ნორმების, მათი შეტანის წესებისა და ვადების დასადგენად, რომელთა დაცვით მიიღება ხეხილოვანი მცენარეებისაგან მაღალი და ხარისხოვანი მოსავალი. ამ მხრივ მთელი რიგი გამოკვლევები აქვს ჩატარებული მ. გურგენიძეს. მისი კვლევის შედეგები საშუალებას გვაძლევს ვისაუბროთ აზოტიანი სასუქების შეტანის ნორმებისა და ვადების გავლენაზე ფოსფორ-კალიუმის ფონზე. ავტორის კვლევებით

დასტურდება, რომ აზოტიანი სასუქები აღნიშნულ ფონზე მნიშვნელოვნად ზრდის ვეგეტაციურ ნაწილს ვაშლისას და მის მოსავალს საკონტროლოსთან შედარებით, მატება მოსავლისა შეადგენდა 19%-ს აზოტის 120, ფოსფორის 120, კალიუმის 70 კგ/ჰა.

დასავლეთ საქართველოს ჭარბტენიან რაიონებში აზოტიანი სასუქების ნორმა უნდა დავადგინოთ 20-25%-ით მეტი ვიდრე აღმოსავლეთ საქართველოში. სრულ მსხმოიარე ბაღებში გათვალისწინებულია მინერალური და ორგანული სასუქები შემდეგი საშუალო ნორმებით სარწყავი რაიონებისათვის ცალკე და ურწყავებისათვის ცალკე. აღნიშნულს აქვს შემდეგი სახე: სარწყავი რაიონებისათვის ნაკელი 30-40 ტონა,  $N_{120-150}, P_2O_5_{120-150}, K_2O_{80-100}$  კგ/ჰა.

ურწყავი რაიონებისათვის: ნაკელი 30-50 ტონა,  $N_{120-150}, P_2O_5_{120-150}, K_2O_{80-100}$  კგ/ჰა.

ხეხილის ბაღებში ფოსფორ-კალიუმიანი სასუქების სისტემატიურად გამოყენების პირობებში აუცილებელია პერიოდულად დგებოდეს (ყოველ 4-5 წ) ნიადაგის 0-20 და 20-40 სმ სიღრმეზე ფოსფორ-კალიუმის მოძრავი ფორმების შესახებ კარტოგრამა, რომლის შესაბამისად შეიტანება ეს სასუქები სხვა დანარჩენი პირობების დაცვით-ნიადაგის ნაყოფიერების ხარისხის, ბაღის ნიადაგის მოვლა-დამუშავების სისტემის, ნარგავობის ხნოვანებისა და აგრეთვე წყლით უზრუნველყოფის მიხედვით.

აღმოსავლეთ საქართველოში ახალგაზრდა და მსხმოიარე ბაღებში ნიადაგის დამუშავებისას ითვალისწინებენ მცენარეთა რიგთაშორისებში სხვადასხვა სათოხნი კულტურების მოყვანას, ან სიდერატების თესვას რომელიც წარმოადგენს მეცხოველეობის მტკიცე საკვებ ბაზას. ამ მიზნისათვის შედგენილია თესლბრუნვების სხვადასხვა სქემები. ეს სქემები რეკომენდირებულია ხეხილოვანი მცენარეების მოვლა-მოყვანის აგროწესებით.

ახალგაზრდა ხეხილის ბაღებში სასუქები შეიტანება შტამბის ირგვლის, ხოლო მსხმოიარე ბაღებში რიგთაშორი-

სებში მთელ ფართობზე თანაბარი განაწილებით. იმის გამო რომ PK-იანი სასუქები ძნელად გადაადგილდება ნიადაგში, ამიტომ მათი შეტანა დასაშვებია ძლიერ და საშუალო საძირეებზე გაშენებულ მსხმოიარე ბაღებში პერიოდულად, ყოველ 5-6 წელიწადში ერთხელ 2-3 წლის აგროტექნიკური დოზით 45-50 სმ სიღრმეზე, სასუქების ღრმად შემტანი მანაქანით ან რიგთაშორისებში ღრმა არხებში, რაც სპეციალური არხმჭრელით კეთდება.

სუსტ საძირეებზე (ნაგალა) გაშენებულ ბაღებში არ არის საჭირო მინერალური სასუქების ღრმად შეტანა, რადგან ზედაპირულად ივითარებენ ფესვთა სისტემას, ხოლო იმ ნაკვეთებზე სადაც სისტემატიურად შეჰქონდათ PK-იანი სასუქები საჭიროა ყოველ 4-5 წელიწადში განახლდეს აგროქიმიური კარტოგრამები, რომლის მონაცემების საფუძველზე უნდა იყენებდნენ ზემოთ დასახელებული მინერალური სასუქების ნორმებს.

მსხმოიარე ხეხილის ბაღებში სადაც ითესება სიდერატები საჭიროა აზოტიანი სასუქების შეტანა რეკომენდირებული ნორმების მიხედვით. ბუნებრივი პირობების გათვალისწინებით ხეხილის ბაღებში მინერალური (PK) და ორგანული სასუქები უნდა შევიტანოთ საშემოდგომო, საზამთრო ღრმად დამუშავების წინ, აზოტიანი სასუქები კი ორ ვადაში. ნორმის 2/3 ნიადაგის საგაზაფხულო დამუშავების წინ, ადრე გაზაფხულზე წვეთა მოძრაობის დაწყებამდე და ერთი მესამედი გამოკვების სახით ყვავილობის დამთავრების შემდეგ, რიგთაშორისებში კულტივაციის პარალელურად.

აზოტიანი სასუქებიდან უპირატესობა ენიჭება ამიდური და ამიაკური ფორმის სასუქებს, კონტინენტური კლიმატის პირობებში ურწყავ ნიადაგებზე გაშენებულ ბაღებში აზოტი შეიძლება შევიტანოთ 1/3 ოდენობით შემოდგომით ხოლო ნორმის 2/3 - ადრე გაზაფხულზე.

მინერალური და ორგანული სასუქების შეტანა ადრე გაზაფხულზე დასაშვებია აღმოსავლეთ საქართველოს სარწყავ რაიონებში და დასავლეთ საქართველოს ზომიერ და უხვნა-

ლექიან რაიონებში, მცირე სიღრმის ნიადაგებზე გაშენებულ ბაღებში.

### 7.6.2. ვენახის ბანოყიერება

ვაზი მიეკუთვნება მრავალწლიან კულტურას, იგი მრავალი წლის განმავლობაში ვითარდება ერთი და იმავე ადგილზე, ითვისებს საკვებ ნივთიერებებს და მნიშვნელოვნად აღარიბებს ნიადაგს. ვაზი ფესვთა სისტემას ივითარებს ნიადაგის ღრმა ფენებში და ხასიათდება ძლიერი ფოტოსინთეზური აპარატით. იგი შედარებით სხვა კულტურებთან მეკლე დროში ახდენს ორგანული ნივთიერების სინთეზს და საკვები ნივთიერებების გადაადგილებას ფესვებიდან ფოთლებამდე.

ვაზის ნიადაგური კვება ხორციელდება, როგორც ფესვთა სისტემის სინთეზური, ისე ჰაეროვანი კვების შედეგად, რადგან ფოტოსინთეზის პროდუქტიულობაზე დიდად არის დამოკიდებული ორგანული ნივთიერებების (ნახშირწყლები) წარმოქმნა და შესაბამისდ ყურძენში შაქრის დაგროვება. ეს უკანასკნელი დამოკიდებულია როგორც ფოტოსინთეზის აქტივობაზე ისე ვენახში გატარებული აგროტექნიკური ღონისძიებებზე.

ვაზი კარგად ხარობს შავმიწებზე, წაბლა, ნემომპალა--კარბონატულ, რვითელმიწა, რუხ, მურა, ალუვიურ, კორდიან-ეწერ, სუბტროპიკულ ეწერ, წითელმიწებზე და სხვა. იგი კარგ მოსავალს იძლევა კარბონატულ ნიადაგებზე. ვაზის ნიადაგური კვებისათვის მნიშვნელოვანია, როგორც მაკრო, ისე მიკროელემენტები, მაგრამ მათგან გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს აზოტს, ფოსფორს და კალიუმს. თითოეული ამ ელემენტის დანიშნულება ვაზისათვის შემდეგია:

აზოტით ნორმალური კვება ადიდებს ვაზზე ფოთლებისა და ყლორტების რაოდენობას, ფოთლის ზედაპირულ ფართს, რაც დადებით გავლენას ახდენს ასიმილაციის ინტენსივობაზე, ხოლო მისი სიმცირე იწვევს უკუ რეაქციას, წვრილდება ღეროები და ფოთლები პატარავდება. აზოტის ჭარბი კვებაც არ არის საჭირო, რადგან ყლორტები ვერ ასწრებენ

მომწიფებას ზამთრისათვის, გარდა ამისა უარესდება მისგან მიღებული ღვინის ხარისხი, იზრდება მასში ცილების რაოდენობა და მცირდება შაქრიანობა. ამიტომ ვაზის კვებისას საჭიროა დიდი სიფრთხილე მკაცრად უნდა იქნეს დაცული აზოტიანი სასუქების ნორმები.

ფოსფორი მონაწილეობას იღებს ვაზის მცენარეში მიმდინარე ყველა სასიცოცხლო პროცესში. იგი ვაზში გვხვდება როგორც მინერალური ისე ორგანული ნაერთების სახით. მისი სიმცირე ანელებს ერთწლიანი ვეგეტატიური ნაწილების ზრდას, კვირტებში ყვავილობის ჩასახვას და შესაბამისად ვაზზე მტევნების რაოდენობას. საქართველოს მევენახეობის რაიონების ნიადაგები ღარიბია მცენარისათვის შესათვისებელი ფოსფორით და ამიტომ მნიშვნელოვანი ყურადღება უნდა მიექცეს ამ ელემენტით ვაზის კვებას.

გარდა ჩამოთვლილი საკვები ელემენტებისა ვაზი დიდ მთხოვნილებას აყენებს კალიუმზე, განსაკუთრებით ინტენსიური ზრდისა და ნაყოფის მომწიფების ფაზებში. კალიუმით ნორმალური კვებისას იზრდება ფოთლების რაოდენობა, ხანგრძლივდება სიცოცხლის უნარი, იზრდება ფოთლების ფოტოსინთეზური უნარი. იგი აზოტთან და ფოსფორთან ერთად ადიდება მასში მიმდინარე პროცესებს, კერძოდ მოქმედებს ნახშირწყლებისა და ცილების ცვლაზე, მონაწილეობს ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში. ყოველივე ამასთან ერთად იგი აჩქარებს ვაზის ერთწლიანი რქების მომწიფებას, უდიდებს ყინვაგამძლეობის უნარს, ამცირებს ტრანსპირაციას და აძლიერებს ნახშირწყლების ასიმილაციას. იგი სხვა სასქთან (ფოსფორთან) ერთად დადებითად მოქმედებს ღვინის ხარისხზე, მატებს მას სტაბილურობას და დაძველების პერიოდში ღვინო არ ავადდება. ყოველივე ზემოთ აღნიშნული გასათვალისწინებელია ვაზის განოყიერების დროს.

ქართველი მეცნიერების მონაცემებით ვაზის მსხმოიარე ნარგაობას ნიადაგიდან გამოაქვს აზოტი 37-90,  $P_2O_5$ -10-50 და  $K_2O$  28-100კგ/ჰა. უცხოელი მეცნიერების მონაცემებით კი აღნიშნული ელემენტების გამოტანის მინიმუმი რამდენადმე გა-

დიდება აზოტი 47-90,  $P_2O_5$ -14-50 და  $K_2O$  28-100კგ/ჰა. საკვები ელემენტების ნიადაგიდან გამოტანა მცენარის მიერ დამოკიდებულია გარემო პირობებზე, აგროტექნიკაზე, ვაზის ჯიშსა და მოსავლის დონეზე. ვაზის ცალკეული ორგანოების მიერ გამოტანილი საკვები ელემენტები ყველაზე მეტი რაოდენობით N -(47%),  $P_2O_5$ (16,5%) და  $K_2O$  (38%) შეიცავს ფოთლი. მეორე ადგილი ნაყოფს უკავია N -(14,3%),  $P_2O_5$ (4,3%) და  $K_2O$  (18,6%) სხვა ორგანოებში გაცილებით ნაკლებია.

ვენახის გასანოყიერებლად გამოიყენება მინერალური და ორგანული სასუქები, ასევე მიკროსასუქებიც, მაგრამ მათი ეფექტი სხვადასხვა ეკოლოგიურ პირობებში სხვადასხვაა. მაგალითად საქართველოში ღარიბ ალუვიურ ნიადაგებზე სასუქები განსაკუთრებით მაღალ ეფექტს იძლევა. აღმოსავლეთ საქართველოში სასუქის ეფექტი რამდენადმე ნაკლებია დასავლეთ საქართველოსთან შედარებით, რაც განპირობებულია იქ არსებული ნიადაგებით, რადგან ვიცით, რომ საკვები ელემენტებით მდიდარ ნიადაგებზე სასუქების ეფექტი ნაკლებია, ზოგჯერ უარყოფითადაც მოქმედებს. შავმიწა ნიადაგებზე სასუქები ქმნის პირობებს ვაზის ქლოროზით დაავადებისა.

საკვები ნივთიერებით ღარიბ ალუვიურ ნიადაგებზე 20 ტ/ჰა ნაკელის შეტანით მოსავალი დაახლოებით იზრდება 20 %-ით, ხოლო შავმიწებზე 40 ტ/ჰა ნაკელის შეტანა მოსავალს ამცირებს 5,5%-ით. ხოლო თუ ნაკელის დოზა კიდევ გაიზრდება შესაბამისად შემცირდება მოსავლის მატება.

ვაზის ზრდა-განვითარებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანული, ფოსფორ-კალიუმისანი სასუქების ჩაკეთების სიღრმეს. საერთოდ მათი ჩაკეთება ხდება 3-4 წელიწადში ერთხელ 35-45 სმ სიღრმეზე, მწკრივთაშორისებში, მწკრივის გამოტოვებით, რადგან ორივე მხარეს ვაზის ფესვთა სისტემა არ დაზიანდეს, ხოლო სხვა წლებში კი შეაქვთ 18-20 სმ სიღრმეზე. სასუქების შეტანის ასეთი მორიგეობა ვაზის პლანტაციებში მოსავალს ზრდის 30-40%-ით და ეს ეფექტი

ვლინდება მაშინ როცა მცენარე კარგად არის უზრუნველყოფილი აზოტით.

ვაზის ზრდა-განვითარებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მწვანე სასუქები, რომელიც ითესება მწკრივთაშორისებში. ამ მიზნით აღმოსავლეთ საქართველოში გამოიყენება ცხენის ცერცველა და მუხუდოს ნარევი, ხოლო დასავლეთ საქართველოში ღურჯი ხანჭკოლა და სოიას ნარევი. მათი თესვა ტარდება ადრე გაზაფხულზე, ხოლო ნიადაგში ჩაკეთება კი აქტიური ყვავილობისას. დანარჩენი სიღერატები ითესება სექტემბერ-ოქტომბერში და ნიადაგში ჩაკეთდება ადრე გაზაფხულზე აქტიური ყვავილობის ფაზაში.

ნიადაგის არეს რეაქციაზე ვაზის რეაგირება არის ასეთი იგი კარგად იზრდება და საუკეთესო მოსავალს იძლევა სუსტი მჟავე, სუსტი ტუტე და ნეიტრალური რეაქციის მქონე ნიადაგებზე. ამიტომ ის ნიადაგები რომლებიც ხასიათდებიან მაღალი მჟავიანობით საჭიროა მათი მოკირიანება.

ვაზის მცენარის განოციერებისას მხედველობაშია მისაღები ნიადაგური თავისებურება და კლიმატური პირობები. მათი გათვალისწინებით საქართველოს მევენახეობის რაიონებში მოქმედი აგროწესებით გამოიყენება მინერალური და ორგანული სასუქები შემდეგი ნორმებით. ორგანული სასუქები - აღმოსავლეთ საქართველოში 20-30ტ/ჰა, დასავლეთ საქართველოში 40-50 ტ/ჰა. მინერალური სასუქების ნორმა კი შეადგენს აღმოსავლეთ საქართველოს ურწყავ რაიონებში  $N_{45-120}$ ,  $P_{60-120}$ ,  $K_{60-100}$  კგ/ჰა. სარწყავ რაიონებში კი  $N_{60-160}$ ,  $P_{60-120}$ ,  $K_{60-100}$  კგ/ჰა. ხოლო დასავლეთ საქართველოს რაიონებში  $N_{90-180}$ ,  $P_{90-150}$ ,  $K_{60-120}$  კგ/ჰა.

ორგანული სასუქების შეტანა ხდება 3-4 წელიწადში ერთხელ, P და K-იანი სასუქების კი კარტოგრამების მიხედვით, ხოლო აზოტიანი სასუქები ყოველწლიურად.

აზოტიანი სასუქების შეტანა ხდება წელიწადში ორჯერ. აზოტის საერთო ნორმის 2/3 ადრე გაზაფხულზე, წვეწვის მოძრაობის დაწყების წინ და 1/3 ვაზის ყვავილობის დაწყების წინ ან მისი დამთავრებისას.

მინერალური სასუქების გარდა ვენახის განანოციერებლად გამოიყენება ნაკელის წუნწუხი. უმჯობესია NPK-ს ხსნარის სახით გამოყენება. ამ წესით გამოყენებული სასუქები ფხვნილის სახით გამოყენებულთან შედარებით 15-20%-ით ზრდის ყურძნის მოსავალს. გამოკვებისათვის სხვადასხვა რეგიონში მიჩნეულია სხვადასხვა ნორმები. საქართველოს პირობებში კი თითოეული საკვები ელემენტის 40-60კგ/ჰა ანგარიშით.

გამოკვებისათვის ნიადაგში ხსნარის სახით შეაქვთ შემდეგი ნაზავი, რომელიც შეიცავს საკვებ ელემენტებს ასეთი რაოდენობით: შარდოვანა-0,2; ამონიუმის გვარჯილა -0,3; ამონიუმის სულფატი - 0,4-0,5; ქლორიანი კალიუმი 0,3-0,5 და სუპერფოსფატი 0,6-1,0 კგ 100 ლიტრ წყალზე. ხსნარის სახით ვაზის გამოკვება შეიძლება 2-3-ჯერ.

ვენახის განოციერებისათვის ძირითად სასუქებთან ერთად დიდი მნიშვნელობა აქვს მიკროსასუქებს. არის შემთხვევები როცა ძირითადი სასუქები არავითარ ეფექტს არ იძლევა ან უარყოფითად მოქმედებს ვაზის მიმართ. ამ შემთხვევაში კი მიკროსასუქები იძლევა მაღალ ეფექტს. მათი გავლენით იზრდება არამარტო ყურძნის მოსავალი, არამედ ყურძენში შაქრის შემცველობა, რომელიც იცვლება 0,5-2,0%-ის ფარგლებში.

მიკროსასუქები უნდა გამოვიყენოთ მხოლოდ და მხოლოდ ფესვის გარეშე გამოკვების სახით ქლოროზის გავრცელების რაიონებში. ნიადაგში შესატანი მიკროსასუქების ნორმებია: ბორო - 1,5; მანგანუმი - 3-10; თუთია - 3-8; და მოლიბდენი 0,25-2,0 კგ/ჰა. აქვე უნდა აღინიშნოს რომ მათი ხშირი გამოყენების შემთხვევაში ნორმა მესამე წლიდან უნდა შემცირდეს 2-ჯერ.

მიკროსასუქების ნიადაგში შეტანა ხდება შემოდგომით, გაზაფხულზე ან ზაფხულში. მათი ნიადაგში თანაბრად განაწილებისათვის ურევნ მინერალურ სასუქებთან, მშრალ ნიადაგთან ან სილასთან.

ვენახის განოყიერებაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს მის ფესვგარეშე გამოკვებას. ამ მიზნით მსხმოიარე ბაღში იყენებენ დაბალი კონცენტრაციის ხსნარებს 0,05-1%. შესხურება სავეგეტაციო პერიოდში შესაძლებელია 2-3-ჯერ ჩატარება. მონაცემებით მტკიცდება, რომ ვაზი მაღალ მოსავალს იძლევა როცა ტარდება მიკროსასუქების შესხურება მისი ყვავილობის წინ. თუ ვაზს რამდენიმე ელემენტი აკლია უმჯობესია მათი ცალ-ცალკე შესხურება. პირველ რიგში ის ელემენტები უნდა შევასხუროთ რომელიც აკლია და შემდეგ კლებადი რიგის მიხედვით. ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ შრომის გაიძლევის მიზნით მიკროსასუქები შეიძლება შევასხუროთ ბორდოს ხსნართან ერთად. ამ მიზნისათვის არ გამოდგება ის ქიმიური პრეპარატები, რომლებიც მიკროსასუქებს უხსნად მდგომარეობაში გადაყვანას გამოიწვევს.

## 7.7. ერთწლიანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განოყიერების სისტემა

### 7.7.1. კარტოფილის კულტურის განოყიერება

კარტოფილი სასურსათო საკვები და ტექნიკური კულტურაა. იგი ძირითადად მოჰყავთ შავმიწა ნიადაგიან ზონაში ზღვის დონიდან 2200მ სიმაღლეზე. საქართველოში ამ კულტურით ძირითადად დაინტერესებულია გარდაბანის, მარნეულის, ბოლნისის სამხრეთ საქართველოს რაიონები. საუკეთესო ხარისხის კარტოფილი მოდის მაღალმთიან ზონაში - სვანეთში, ზემო რაჭაში, ზემო აჭარაში და სხვა.

კარტოფილისათვის საუკეთესო ნიადაგებად ითვლება შავმიწები, გაკულტურებული ტორფნარები და კორდიან-ეწერი ნიადაგები. მის განვითარებისათვის ნიადაგის ოპტიმალური რეაქცია არის pH 5,5-6,0 სხვა მინდვრის კულტურებისაგან განსხვავებით კარტოფილი უკეთ იტანს მჟავე ნიადაგების ხსნარის კონცენტრაციას. ტუბერით გამრავლებულ კარტო-

ფილს ფესვთა სისტემა არის ფუნჯა და მისი ძირითადი მასა 90-95% სახნავ ფენაშია გავრცელებული.

კარტოფილი საკვები ნივთიერებების ნაწილის შთანთქმას ამთავრებს ყვავილობის დამთავრებისას. ცალკეული ჯიშების მიხედვით საკვებ ნივთიერებათა შთანთქმის ინტენსივობა შემცირებულია 1-1,5 თვე საადრეო ჯიშებში ვიდრე საგვიანო ჯიშებში.

კარტოფილის მცენარე საკვებ ელემენტებს სხვადასხვა რეგიონში სხვადასხვა რაოდენობით შთანთქავს. ამიტომ საშუალოდ სხვადასხვა კლიმატურ ნიადაგურ პირობებისათვის 100 ც/ჰა კარტოფილის ტუბერების მიერ გამოიტანება N-40-70; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -15-20 და K<sub>2</sub>O-60-90 კგ/ჰა.

კარტოფილის კულტურისათვის ნიადაგის მოკირიანება დიდ ეფექტს არ იძლევა. მოკირიანებას აწარმოებენ მძიმე მექანიკური და საშუალო მექანიკური ნიადაგები, როცა ნიადაგის არეს რეაქცია pH<5-ზე. ასეთ ნიადაგებზე იგი შეაქვთ 1/3, ხოლო მსუბუქ მექანიკურ შედგენილობის ნიადაგებზე 1-2 ჰიდროლიზური მჟავიანობის ანგარიშით. კირიანი სასუქების სრული მოქმედება ვლინდება 2-3 წლის შემდეგ, ხოლო მისი შემდგომი მოქმედება გრძელდება 5-6 წლამდე. მიკირიანების ჩატარება უმჯობესია ტუბერების დარგვის დროს ან დარგვამდე რამდენიმე წლით ადრე. მოკირიანებისას ნიადაგში იზრდება კალციუმისა და ზოგჯერ მაგნიუმის კონცენტრაცია, ხოლო მცენარის მიერ კალიუმისა და ბორის შეთვისება მცირდება. კალიუმსა და მაგნიუმს შორის ირღვევა თანაფარდობა და ამის გამო ტუბერები ავადდება ქეცით, მცირდება სახამებლის შემცველობა და კარტოფილი დიდხანს არ ინახება. ამ პროცესის ანუ კირის უარყოფითი გავლენის გაუვნებლობა შეიძლება კალიუმისა და მაგნიუმის მაღალი ნორმის გამოყენებით ბორის შემცველ სასუქებთან ერთად, ბორი გამოიყენება 0,7-1 კგ/ჰა.

კარტოფილი დადებითად რეაგირებს ორგანული სასუქების გამოყენებაზე. ნაკვლის შეტანისას კარტოფილის საადრეო ჯიშები მისგან საკვებ ელემენტებს ითვისებს მცირე რა-

ოდენობით მოკლე სავეგეტაციო პერიოდის გამო ვიდრე საგვიანო ჯიშები. სხვადასხვა კლიმატურ ნიადაგურ პირობებში ნაკელის 20-40 ტ/ჰა-ზე შეტანა იძლევა 25-60 ც/ჰა კარტოფილის მოსავლის მატებას. დოზის კიდევ უფრო გადიდება შავმიწა (20ტ/ჰა) და კორდიან-ეწერ ნიადაგებზე (40ტ/ჰა) იწვევს ნამატი მოსავლის ანაზღაურების მკვეთრ შემცირებას. ნაკელის შეტანით იზრდება არა მარტო კარტოფილის მოსავალი, არამედ უმჯობესდება ნიადაგში ნახშირბადოვანი კვების პირობების სრულყოფა, რადგან 30 ტ/ჰა ნაკელის გახრწნიასას დამატებით გამოიყოფა 100-200 კგ/ჰა CO<sub>2</sub>.

კარტოფილის გასანოციერებლად გამოყენებული მარტო ტორფი არ იწვევს მოსავლის მატებას, რადგან ყოველგვარი ორგანული ნივთიერება ნიადაგში ძნელად იხსნება. ქვიშა და ქვიშნარ ნიადაგებზე მაღალ ეფექტს იძლევა ორგანული სასუქების შეტანა ფოსფორ-კალიუმთან ერთად.

კარტოფილის მოსავლის გადიდების ძირითადი საშუალება არის მინერალური სასუქების გამოყენება. ცალკეული მინერალური სასუქების ეფექტი მათი ხსნადი ფორმების შესაბამისად იცვლება. ნიადაგის თვისებებისა და კლიმატური პირობების გათვალისწინებით 150-300 ც/ჰა კარტოფილს გეგმიური მოსავლის მისაღებად საჭიროა N-60-120, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-30-110 და K<sub>2</sub>O-50-120 კგ/ჰა შეტანა.

ფოსფორიანი სასუქებიდან იყენებენ გარანულირებულ სუპერფოსფატს ხოლო კალიუმის სასუქებიდან კალიუმის მარილებს. ფოსფორიანი სასუქები შეაქვთ ადრე გაზაფხულზე, ხოლო ქლორის შემცველი კალიუმის სასუქები შეაქვთ ადრე გაზაფხულზე, ან უმჯობესია შემოდგომით შევიტანოთ, რადგან ქლორი ჩაირეცხოს ფესვთა სისტემის გავრცელების არიდან, რათა ავიცილოთ მისი მომწამვლელი მოქმედება. ისე უმჯობესია კალიუმის სასუქების ადრე გაზაფხულზე შეტანა, ხოლო მოკირიანების ფონზე უმჯობესია ფიზიოლოგიურად მუავე აზოტიანი სასუქების გამოყენება.

აღნიშნული დოზები მინერალური სასუქების ასე დიფერენცირდება. დარგვისას N-20-40, P-20-40 ან N-20-40, K-20-40

კგ/ჰა. კომპლექსური სასუქების სახით ან pH<5 20-40 გრანულირებული საუერფოსფატის სახით. კალიუმის სასუქებიდან უკეთესია კალიუმის სულფატი, კალიმაგნეზია და კალიმაგი, რომლებიც პრაქტიკულად ქლორს არ შეიცავს ან მცირე რაოდენობით.

როცა ორგანულ სასუქებს იყენებენ მაშინ საჭიროა მათი მინერალურთან ერთად გამოიყენება 10 ტ ნაკელის ჰა-ზე შეტანისას საჭიროა N-10-15 კგ აზოტის დამატებაც. მარტო მინერალური სასუქების გამოყენებით მიიღწევა კარტოფილის სასურველი ეფექტი, მაგრამ სახამებლის რაოდენობა მცირდება თუ არ იქნება გამოყენებული ორგანული სასუქები.

კარტოფილის მოსავლიანობის გადიდება შეიძლება აგრეთვე ყვავილობისა და ტუბერების წარმოქმნის ფაზაში ჩატარებული მორწვისას ერთი ან ორი გამოკვებით აზოტიანი და კალიუმის სასუქით. პირველი გამოკვება ტარდება მაშინ როცა მცენარე მიადწევს 20სმ სიმაღლეს და მეორე როცა დაკოვრებას. ამ მიზნისათვის აზოტის ნორმა არის 20-40 და კალიუმის 20-40 კგ/ჰა.

### 7.7.2. ბოსტნეული კულტურების ბანოქიერება

ბოსტნეულ კულტურებს ნიადაგიდან გამოაქვთ დიდი რაოდენობით საკვები ელემენტები მარცვლეულ კულტურებთან შედარებით, ამასთან მათ აქვთ სუსტი ფესვთა სისტემა და არ შესწევთ უნარი საკვები ელემენტები შეითვისონ ძნელად ხსნადი ნაერთებიდან. ფესვთა სისტემას ძირითადი ნაწილი მოთავსებულია ძირითად სახნავ ფენაში. ყოველივე ამის გამო სწორედ უნდა შეირჩეს ბოსტნეულის კვების რეჟიმი. ამისათვის ეს კულტურები უნდა დაითესოს კარგი ფიზიკური თვისებების მქონე ნიადაგებზე. ბოსტნეული კულტურები მგრძობიარენი არიან ნიადაგის საკვები ხსნარების კონცენტრაციისადმი, რომელზეც დამოკიდებულების მიხედვით ბოსტნეული კულტურები იყოფა ორ ჯგუფად 1. ამტანი-სუფრის ჭარხალი, პომიდორი, კომბოსტო; 2. ნაკლებად ამტანი ხახვი, კიტრი, სტაფილო.

ბოსტნეული კულტურები სხვადასხვა რაოდენობით ითვისებენ საკვებ ელემენტებს განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით გამოაქვს ნიადაგიდან საკვები ელემენტები კომბოსტოს სხვა ბოსტნეულ კულტურებთან შედარებით, მაგალითად 700ც/ჰა ბოსტნეული-კომბოსტო ითვისებს 312კგ კალიუმს, 230კგ აზოტს და 88კგ ფოსფორს ერთი ჰექტარიდან. საკვები ელემენტებიდან ყველაზე მეტი გამოაქვთ ბოსტნეულს კალიუმი, შემდეგ აზოტი და ფოსფორი.

ბოსტნეული კულტურები საკვები ელემენტების შეთვისების სხვადასხვა ინტენსივობით ხასიათდებიან განვითარების ფაზების მიხედვით. კომბოსტოში თანაბრად ხდება შეთვისება და მაქსიმუმ აღწევს თავების დახვევისას, პომიდორი ფოსფორს ინტენსიურად ითვისებს ახალგაზრდა ასაკში, კიტრის მცენარე კი ინტენსიურად ითვისებს საკვებ ელემენტებს ყვავილობისა და ნაჭოფის ზრდის ფაზაში. სუფრის ძირხვენებში კი განვითარების მეორე პერიოდში-ძირების დანსხვილების ფაზაში. ეს ფაზა სტაფილოსათვის უფრო გვიან დგება ვიდრე ჭარხლისათვის. ყველა ეს მომენტო გათვალისწინებული უნდა იქნას ბოსტნეული კულტურების განოყიერების დროს.

ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ ბოსტნეული კულტურები ნაკლებად ითვისებენ საკვებ ელემენტებს ძნელად ხსნადი ნაერთებიდან, ასევე ისინი იჩენენ სხვადასხვაგვარ დამოკიდებულებას ხსნარის კონცენტრაციისადმი მაგალითად კიტრისათვის, ხახვის და სტაფილოსათვის ხსნარის კონცენტრაცია პირველი გამოკვებისათვის უნდა იყოს 0,5%-ზე ქვემოთ. მეორე გამოკვებისას-1%, ხოლო ჭარხლისათვის შესაბამისად I-II გამოკვებისას უნდა იყოს 1-1,5%-ზე მეტი. კომბოსტოსა და პომიდორისათვის კი 1% პირველი გამოკვებისას, 1,5% მეორე გამოკვებისას და 2% მესამე გამოკვებისას.

ბოსტნეული კულტურები იჩენენ სხვადასხვა დამოკიდებულებას ნიადაგის არეს რეაქციისადმი. ამ თვალსაზრისით ძალზე მგრძობიარეა ხახვი, კომბოსტო, სალათა, ისპანახი, ჭარხალი, ნიახური, კამა; საშუალოდ მგრძობიარენი-კიტრი,

სტაფილო, წიწკა და ყვავილოვანი კომბოსტო; ნაკლებად მგრძობიარეა პომიდორი, თვის ბოლოკი, თალგამი.

ამიტომ საქართველოს ნიადაგები სადაც ითვისება ან ირგვება ბოსტნეული კულტურები საჭირო ხდება აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის შემცველი სასუქების გამოყენება, ხოლო მუავე ნიადაგებზე კი კირიანი სასუქები. ამ ღონისძიებების ჩატარები შემდეგ საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში იზრდება ბოსტნეული კულტურების, როგორც მოსავალი ისე მისი ხარისხობრივი მაჩვენებლები.

ბოსტნეული კულტურების განოყიერებაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ორგანულ სასუქებს და განსაკუთრებით პრივილეგირებულია თუ ორგანული სასუქები გამოყენებულია მინერალურ სასუქებთან ერთად. ორგანული სასუქები ამდიდრებენ ნიადაგს აზოტით, ფოსფორით, კალიუმით და მცენარისათვის საჭირო სხვა საკვები ელემენტებით. ამასთან ერთად ორგანული სასუქების გამოყენებით იზრდება მიწათმოქმედებისათვის სასარგებლო მიკროორგანიზმების რაოდენობა, უმჯობესდება ნიადაგის ფიზიკური თვისებები და მცენარეების ნახშირბადოვანი კვება. ასევე იზრდება ნიადაგის ფუძეებით მაძღრობის ხარისხი, ნიადაგის ბუფერობა და შთანთქმის ტევადობა.

ორგანული სასუქებიდან მებოსტნეობაში გამოიყენება ნაკელი, შერეული კომპოსტი, ნაგავი, ტორფი, მწვანე სასუქები.

ბოსტნეული კულტურები სხვადასხვა დამოკიდებულებას იჩენენ ორგანული სასუქების მიმართ პირველი ჯგუფის ბოსტნეული კულტურები (კიტრი, ნიახური, კომბოსტო საგვიანო, გოგრა, პრასა, პომიდორი და სხვა) სასურველია დაითესოს ახალი ნაკელით განოყიერებულ ნიადაგზე, მეორე ჯგუფისა-ლობიო, კომბოსტო ადრეული, ჭარხალი, ნესვი, საზამთრო, ისპანახი, კამა ახლად განოყიერებულ ნაკვეთზე არე უნდა დაითესოს. მარტო ნაკელით განოყიერების შემთხვევაში ჰა-ზე 60-100 ტონა არის საჭირო. ამ დროს მას თანაბრად აბნევენ მთელ ფართობზე და ჩახნავენ ნიადაგში მძიმე მექანიკური

შედგენილობის ნიადაგზე 10-12სმ სიღრმეზე, ხოლო მსუბუქ მექანიკურ შედგენილობის ნიადაგზე კი 15-18სმ სიღრმეზე.

ხშირად მეურნეობაში არ მოიპოვება საკმარისი რაოდენობით ორგანული სასუქი და ამ შემთხვევაში მიმართავენ ორგანული და მინერალური სასუქების ადგილობრივ შეტანას-ბუნებში ან მწკრივში და ამ შემთხვევაში 10-ჯერ მცირდება ნაკელის ხარჯი. ორგანული სასუქების ამ წესით შეტანა დიდი ხანია არის ცნობილი, მაგრამ პრაქტიკაში ვერ იქნა მასშტაბურად დანერგილი.

ორგანული და მინერალური სასუქების ნარევის ბუნების შეტანა ხდება იმ ბოსტნეული კულტურების ქვეშ, რომლებიც ითესება ან ირგვება ბუნებში. მათი შეტანა შეიძლება მწკრივში თესვის დროსაც. ნარევი აღნიშნული სასუქებისა ასე მზადდება. ერთ ბუნდაზე იღებენ 0,3-0,4კგ ნაკელს, 4-10გ სუპერფოსფატს, 1-5გ ამონიუმის გვარჯილას და 1-3გ კალიუმქლორს. არევის შეტანამდე კარგად ურევენ და ისე შეაქვთ როგორც ბუნებში ისე მწკრივში. ნარევის შეიძლება დაემატოს მიკროსასუქებიც-ბორი და მაგნიუმისანი სასუქები. ბუნდაში მოთავსებული აღნიშნული ნარევი კარგად ერევა ნიადაგს და შემდეგ ითესება ან ირგვება ის ბოსტნეული კულტურები, რომელიც არის გათვალისწინებული ამ ნაკვეთისათვის. თუ არ იქნება დაცული ყოველივე ეს შეიძლება დაირღვეს ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაცია და ეს შეაფერხებს ბოსტნეული კულტურების ფესვთა სისტემას განვითარებას, რაც საბოლოოდ აისახება მცენარის ზრდა-განვითარებაში. ორგანულ-მინერალური სასუქების ერთად გამოყენებისას ჰექტარზე საჭიროა 8-10ტ ორგანული სასუქი, ხოლო მინერალური სასუქების რაოდენობა კი თითქმის 2-3-ჯერ მცირდება მთელ ფართობზე მოფანტვასთან შედარებით. ნაკელის გარდა ორგანული სასუქების სახით შეიძლება გამოყენებული იქნას ბოსტნეული კულტურების გასანოყიერებლად სხვადასხვა სახის კომპოსტები, ტორფი, გადამწვარი ნაგავი, ფრინველის ნაკელი დასხვა.

ნაკელის ნაკლებობის შემთხვევაში ბოსტნეული კულტურების გასანოყიერებლად გამოიყენება მწვანე სასუქები ანუ სიდერატები მისი ორი ფორმა-დამოუკიდებელი ნათესი და შუალედური ფორმა. ამ უკანასკნელი ფორმის შემთხვევაში ითესება საშემოდგომო-საზამთრო სიდერატები. მწვანე სასუქად გამოიყენება ხანჭკოლა, ცერცველა, მუხუდო, ბარდა, ცულისპირა, ძაძა და სოია.

დასავლეთ საქართველოში კი გამოიყენება მწვანე სასუქად ბარდა და ხანჭკოლა ჭვავთან ან ქერთან შერევით, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში კი ცულისპირა, მუხუდო, ცერცველა და სხვა.

მინერალური სასუქებიდან ბოსტნეულის გასანოყიერებლად გამოიყენება აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმისანი სასუქები. ზოტიანი სასუქებიდან ამონიუმის გვარჯილა, გოგირდმუვა ამონიუმი, შარდოვანა; ფოსფორიანიდან სუპერფოსფატი, მუავე ნიადაგებზე ფოსფორიტის ფქვილი და თომასის წილა; კალიუმისანი სასუქებიდან ქლორკალიუმი, კალიუმის სულფატი 30-40%-იანი კალიუმის მარილი.

მინერალური სასუქების ნორმები იცვლება ბოსტნეული კულტურებისათვის ნიადაგის ტიპისა და კულტურის თავისებურების მიხედვით. ფოთლოვანი ბოსტნეულისათვის საჭიროა მეტი აზოტის შეტანა, ფოსფორიანი სასუქები კი პომიდორის, ბადრიჯანის, ნესვის, გოგრას და საზამთროსათვის, ხოლო კალიუმისანი სასუქები მეტია საჭირო ძირხენა და ტუბერიანი ბოსტნეულისათვის. აზოტის ნორმა იცვლება ორივე მხარის ალუვიურ სილნარი ნიადაგებისათვის 45-55კგ/ჰა, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 50-60 და K<sub>2</sub>O 30-60 კგ/ჰა. აღნიშნული სასუქების ნორმები აღმოსავლეთ საქართველოში შედარებით მცირეა ვიდრე დასავლეთ საქართველოში. ეს გამოწვეულია უხვი ნალექების გამო.

მინერალური სასუქების ნაწილი უნდა შევიტანოთ ხვნის წინ, ნაწილი კი ფარცხვის, ან აოშვის წინ. ეს გამოწვეულია იმის გამო, რომ აღმოცენების ფაზაში ბოსტნეულის ფესვთა სისტემა სუსტია და ამიტომ საჭიროებს სასუქების ზედაპირულ შეტანას.

მოფანტვით მინერალური სასუქების ნორმის 2/3 ან 2/4 შეაქვთ შემოდგომით მზრალად ხენის წინ და 1/3 ან 1/4 გაზაფხულზე თესვის წინ ნიადაგის აოშვისას.

მინერალური სასუქების ნაწილი ბოსტნეული კულტურების ქვეშ შეიძლება შეტანილი იქნას მოსარწყავ წყალთან ერთად. ამ შემთხვევაში ყურადღება უნდა მიექცეს ხსნარის კონცენტრაციას. კომპოსტო კარგად ვითარდება თუ 10ლ წყალში გახსნილია 40გ ამონიუმის გვარჯილა, 70გ სუპერფოსფატი და 30გ კალიუმის მარილი. ასეთი სახის ხსნარი თითოეულ ბუდნას ეძლევა 0,5ლ რაოდენობით.

მინერალური სასუქები ბოსტნეულ კულტურებში შეაქვთ გამოკვების სახით ერთჯერ, ან ორჯერ. ამოკვების სახით შეიძლება შეტანილი იქნას ადგილობრივი სასუქები ფრინველის ნაკელი უიუს სახით.

კირიანი სასუქების შეტანა უნდა მოხდეს ნიადაგის მუავიანობის მიხედვით. ოსტნეული კულტურებისათვის საუკეთესოა ის ნიადაგები, რომელთა არეს რეაქცია არის 6,0-7,0. თუ 5-ზე დაბალია ე.ი. 5-1, მუავიანობა მაშინ საჭიროა მოკირიანება ამ მიზნით გამოიყენება კირიანი სასუქები და შეაქვთ ჰიდროლიზური მუავიანობის მიხედვით მთელ ზედაპირზე და ჩახნავენ 22-25სმ სიღრმეზე.

ნიადაგის მიკროფლორის გასაძლიერებლად შეიძლება გამოყენებული იქნას ბაქტერიული სასუქი ნიტრაგინი, რომელიც მოახდენს კოჟრის ბაქტერიების შეყვანას ნიადაგში და ის მოეხმარება ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციაში. ასევე გამოიყენება აზოტოგენი არაპარკოსანი მცენარეების ქვეს ორგანული სასუქების დაშლის დაჩქარების მიზნით. ზოგჯერ კი საჭირო ხდება მიკროსასუქების დამატებაც მათი სიმცირის გამო ნიადაგში, როგორცაა ბორი, მაგნიუმი და სპილენძის შემცველი მიკროსასუქები.

### 7.7.3. მარცვლეული კულტურების-ხორბლის ბანოყიერება

მარცვლეულ პურეულს ყოფენ ორ ჯგუფად: საშემოდგომოდ და საგაზაფხულოდ. საშემოდგომოდ ხორბალი ითესება

შემოდგომაზე და საგაზაფხულო კი გაზაფხულზე. ეს გამოწვეულია იმით რომ საშემოდგომოდ ხორბლის თესლის იარაღისათვის საჭიროა დაბალი ტემპერატურა 0-5<sup>0</sup>C-მდე ვიდრე საგაზაფხულო თავთავისათვის.

ხორბლეული ძირითადად მოჰყავთ როგორც სასურსათო მარცვლოვანი კულტურა. გამომცხვარი პურეული კი ხასიათდება ცილების, ნახშირწყლების მაღალი შემცველობით და შემთვისებლობით. ხორბლეული ასევე ძირითადად გამოიყენება ბურღულებისა და მაკარონის წარმოებაში. ხორბლის მთავარი მანვენებელია მარცვალში ცილის შემცველობა, რომელიც ჩვენში საქართველოში ძალიან მაღალია 18-20%, ვიდრე საზღვარგარეთის ქვეყნებში. ცილების შემცველობაზე გავლენას ახდენს კლიმატურ ფაქტორებთან ერთად სასუქების სწორი გამოყენება. ხორბლის ხარისხის მანვენებელია წებოვარას შემცველობა, რომელიც არის ცილის მასა, იგი მიიღება როგორც ვიცით ცომის წყლით გარეცხვის შემდეგ.

საშემოდგომოდ ხორბლეული ხასიათდება ყველაზე მაღალი ხარისხის პურეული ვიდრე საგაზაფხულო. მისი თავისებურება იმაშიც გამოიხატება იგი იყენებს შემოდგომისა და გაზაფხულის ტენს. მას გააჩნია მძლავრი ფესვთა სისტემა, რომელიც ღრმად ჩადის ნიადაგში და კარგად ითვისებს საკვებ ელემენტებს, კარგად იტანს გვალვებს, მისი მოსავლიანობა მერყეობს 37-დან 50 ც/ჰა-ზე.

საშემოდგომოდ ხორბლის თესლი გაღივებას იწყებს 1-20ტემპერატურაზე და უძლებს 30<sup>0</sup>-მდე ყინვას, ხოლო საგაზაფხულო ხორბლის თესლი კი გაღივებას იწყებს 3-4<sup>0</sup> ტემპერატურაზე და ყინვას ნაკლებად იტანს. იგი განსაკუთრებულ მოთხოვნებს უყენებს ნიადაგებს, ვერ ეგუება საკვები ნივთიერებით ღარიბ, მუავე ნიადაგებს, უკეთესად ეგუება ნეიტრალურ ან სუსტად ტუტე რეაქციის ნიადაგებს, ვერ იტანს მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგებს.

საშემოდგომოდ ხორბლის მოსაყვანად ნიადაგის არეს რეაქცია უნდა იყოს 6,0-7,5 ფარგლებში. მისთვის საუკეთესოა ნიადაგებს წარმოადგენს შავმიწები, მოჰყავთ აგრეთვე წაბლა,

რუს, მდელის მარცვლისა და 60 ც ჩალის მოსავალს ჰექტაიდან გამოაქვს N-105კგ, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-5-35კგ და K<sub>2</sub>O-70 კგ. ხოლო ამავე რაოდენობის საგაზაფხულო ხორბალს შესაბამისი ჩალით გამოაქვს N-95 კგ, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-30კგ და K<sub>2</sub>O-45 კგ.

მიუხედავად იმისა რომ ხორბლეული ასე აღარბეებს ნიადაგს და თუ არ მოხდა მომდევნო წელს მისი შევსება ახალი საკვები ელემენტებით თანდათანობით ნიადაგი გამოვა მწვობრიდან, რადგან როგორც მარცვალი ისე ჩალა გადის ფართობიდან და ფართობს არ უბრუნდება. ყოველივე ამის გამო დიდი მნიშვნელობა აქვს ხორბლის განოციერებას, როგორც მინერალური ისე ორგანული სასუქებით.

ორგანული სასუქებიდან იყენებენ ნაკელს, შერეულ კომპოსტებს, ტორფ-კომპოსტებს, მწვანე სასუქებს ნაწვერალის სახით. მინერალური სასუქებიდან აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები. აზოტიანი სასუქებიდან გამოიყენება ამონიუმის გვარჯილა, გოგირდმჟავა ამონიუმი, შარდოვანა, ხოლო კალიუმიანი სასუქებიდან კი ქლორკალიუმი და 40% კალიუმის მარილი. კირიანი სასუქებიდან დეფიკაციური ტალახი და დაფქული კირქვა.

საშემოდგომო ხორბლეულის განოციერების სისტემაში ვარჩევთ ძირითადად, თესვისწინას, თესვის დროს - მწკრივულ განოციერებას და გამოკვებას, ხოლო საგაზაფხულო ხორბლეულის განოციერებაც თითქმის ასე ხდება, მხოლოდ მხედველობაშია მისაღები წინამორბედი კულტურის განოციერების სისტემა.

საშემოდგომო ხორბლეული აზოტს იყენებს ყველაზე მეტს აღერებისა და დათავთავების ფაზაში, ხოლო ფოსფორს ენერგიულად ითვისებს მისი განვითარების პირველ 4-5 კვირის განმავლობაში, კალიუმს კი ინტენსიურად ითვისებს ზრდის დასაწყისიდან ყვავილობამდე. ფოსფორ-კალიუმიანი კვება აძლიერებს ფესვთა სისტემის განვითარებას ქსოვილებში შაქრების დაგროვებას, რაც იცავს მცენარეს ყინვებით დაზიანებისაგან.

ხორბლეულის განოციერების სისტემაში ძირითადი განოციერების დროს სასუქები შეაქვთ ნიადაგის მოხვნის წინ, ნიადაგის ზედაპირზე მობნევით, ამიტომ სასუქი ხვდება ნიადაგის ღრმა ფენებში და მოდის მოქმედებაში მცენარის ფესვთა მძლავრი ფესვთა სისტემის განვითარების შემდეგ. ძირითადი განოციერებისას გამოიყენება ორგანული სასუქები ორგანული ნივთიერებით მდიდარ ნიადაგებზე 15-20ტ ნაკელი, ხოლო ამ ნივთიერებებით ღარიბ ნიადაგებზე კი 30-40 ტონის რაოდენობით. განოციერების ამ სახით ნიადაგში შეიტანება ასევე ფოსფორ-კალიუმიანი სასუქები ფოსფორი P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-60-90 კგ და კალიუმი K<sub>2</sub>O-60 კგ/ჰა-ზე.

თესვისწინა განოციერებას მიმართავენ ნიადაგის თესვისწინა დამუშავებისას, რომელიც საჭიროა მცენარის თესლური კვებიდან ფესვურ კვებაზე გადასვლის პერიოდში, რადგან მცენარეს ამ დროს არ გააჩნია მძლავრი ფესვთა სისტემა და საკვები ელემენტები საჭიროა ნიადაგის ზედა ფენებში. ამ მიზნით საშემოდგომო პურეულში გამოიყენება N-25 კგ ხალას ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით ამონიუმის გვარჯილის სახით. სასუქის მობნევით და ნიადაგში 5-7 სმ სიღრმეზე კულტივატორით ჩაკეთებით.

მწკრივული განოციერების დროს იყენებენ გარანურილებულ სასუქს მწკრივში თესვის დროს. ამ განოციერებისას გამოიყენება 10 კგ/ჰა-ზე გარანურილებური სუპერფოსფატი. კვების აღნიშნული სახე ხელს უწყობს მცენარის ფესვების განვითარებას და ღრმა ფენებში ჩასვლას. განოციერების ამ სახით საშემოდგომო ხორბლის მოსავალი 1,7-3,4 ც-ით იზრდება.

საშემოდგომო პერეულის განოციერების სისტემაში აზოტიანი სასუქების მთელი ნორმის შეტანა თესვის წინ, მართალია ზრდის ეგეგმატიურ ნაწილს, მაგრამ თუ ხელსაყრელი პირობები არ დარჩა (ე.ი. მკაცრი ზამთრის შემთხვევაში) მაშინ მცენარეში მცირდება ნახშირწყლების შემცველობა, რაც თავისთავად ამცირებს მცენარის ზამთარგამძლეობას. გარდა ამისა შემოდგომით შეტანილი აზოტიანი სასუქების მთელი

ნორმა შეიძლება მოსული ატმოსფერული ნაღებებით ჩაირეცხოს ნიადაგის ღრმა ფენებში ე.ი. ადგილი ექნება აზოტის დანაკარგებს. ამიტომ საშემოდგომო ხორბლეულისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მათ განოციერებას აზოტიანი სასუქების გამოკვების სახით.

ამ მიზნისათვის აზოტიანი სასუქებიდან გამოიყენება ამონიუმის გვარჯილა, ფოსფორიანდან - მარტივი სუპერფოსფატი, შეიძლება გამოყენებული იყოს ნაკელი-წუნწუხით და ნაცრით.

აზოტიანი სასუქების დოზა იანგარიშება 20-30 კგ ხალასი აზოტიდან, ხოლო ფოსფორის 20 კგ  $P_2O_5$ -დან, გადამწვარი ნაკელი 5 ტ ან ფრინველის ნაკელი 5-7 ტონა.

სახელმწიფო ჯიშთა გამოცდის მონაცემებით უკანასკნელ პერიოდში ხორბლეულის ფესვგარეშე გამოკვების შემთხვევაში, როცა თვითმფრინავებით ასხურებენ შარდოვანას 30-40 კგ აზოტის ხალასი ელემენტის ანგარიშით ხორბლის მარცვალს 1,5 ც-ით გადიდებას და მარცვალში იზრდება ცილა 1,1-2,5%-ით და წებოვანა 2-4%-ით.

ხორბლეულის განოციერების სისტემაში მინერალური სასუქების ნორმების დადგენისას მხედველობაშია მისაღები თუ როგორ ნიადაგებზე ხდება მათი მოყვანა სარწყავ თუ ურწყავ პირობებში, ნიადაგში ფოსფორისა და კალიუმის შემცველობა, რომელზეც კარტოგრამები არის გაკეთებული. მაგალითისათვის აზოტიანი სასუქების ნორმები სარწყავი რაიონებისათვის 3,6-2,7 ც ყავისფერ ნიადაგებზე, ხოლო ურწყავ რაიონებისათვის 3,6-2,7 ც/ჰა ამონიუმის გვარჯილა, ურწყავ რაიონებში ერთხელ შეაქვთ აზოტიანი სასუქები ხენის წინ, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები ასეთი რაიონებისათვის რომლის ნიადაგები საშუალოდ არის უზრუნველყოფილი მოძრავი ფოსფორით და კალიუმით საჭიროა  $P_2O_5$ -2,5 ც/ჰა-ზე და კალიუმი  $K_2O$ -2,5 ჰა-ზე შეტანა.

საგაზაფხულო ხორბლეულის განოციერების სისტემა საშემოდგომოსგან განსხვავდება იმით რომ აზოტიანი სასუქების მთელი ნორმის 2/3 შეიტანება აოშვისას, ხოლო დანარ-

ჩენი 1/3 კი გამოკვების სახით და ის ტარდება ბარცობის დაწყების წინ. ხორბლეულის განოციერების სისტემა დამუშავებულია საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტისა და მიწათმოქმედების ინსტიტუტის მეცნიერ-მუშაკების მიერ.

#### 7.7.4. სიმინდის კულტურის განოციერება

სიმინდის კულტურას საქართველოში სამ საუკუნეზე მეტი ისტორია აქვს. ის ძირითადი სასურსათო მარცვალია დასავლეთ საქართველოს მოსახლეობისათვის. ამასთან ერთად სიმინდს დიდი მნიშვნელობა აქვს მეცხოველეობისათვის როგორც სასილოსე ნედლეულის ამ მიზნისათვის გამოიყენება მისი მწვანე მასა.

მარცვლეულ კულტურებს შორის სიმინდი ყველაზე უფრო მაღალ მოსავლიანია ვიდრე ხორბალი. სიმინდის მარცვლის სარეკორდო მოსავალი მიღებულია 200-240 ც/ჰა-ზე, ხოლო 400-500ც მწვანე მასა, რომელიც გამოიყენება სასილოსედ.

სიმინდის მარცვალი შეიცავს 70%-მდე სახამებელს, 15% ცილას და 8%-მდე ცხიმს. ამასთან ერთად მარცვალში შედის ვიტამინები, ნიკოტინმჟავა, კაროტინი, ციამინი. ჭყინტ სიმინდში მეტია ვიდრე ხმელში. სიმინდის მწვანე მასაში შედის 12-13% შაქრები. სიმინდისგან ამზადებენ 150 დასახელების პროდუქტს. საქართველოში მისი ხვედრითი წონა მარცვლეულ კულტურებს შორის მიახლოებით არის 30%, ხოლო დასავლეთ საქართველოში კი 70%. მისი მოსავალი მსოფლიოში 300 მლნ ტონას აღემატება.

სიმინდის მარცვლისაგან ამზადებენ სპირტს, სახამებელს, ზეთს, გლუკოზას, მას იყენებენ საკონსერვო მრეწველობაში, ხოლო ღეროს და ნაქუნს კი ქიმიურ მრეწველობაში. მისგან ამზადებენ ქადალდს, ლინოლიუმს, კინოფირებს და სხვა. სიმინდი როგორც სათოხნი კულტურა კარგი წინამორბედაა თავთავიანი კულტურებისათვის.

სიმინდის კულტურა ხასიათდება კვების თავისებურებით, რაც იმაში გამოიხატება, რომ იგი ივითარებს მძლავრ ფუნჯა

ფესვს, მისი სიმაღლე აღწევს ზოგჯერ 5 მეტრსაც, ხოლო დიამეტრი 2-7 სმ. ფესვები აღწევს ნიადაგში 3-5 მეტრის სიღრმესაც. სიმინდის მარცვალის შეიცავს წყალს 12-14%, ნახშირწყლებს 65-70%, 8-10% ცილას, 4,5-5% ცხიმს, 2-2.8% უჯრედანას და 1,5 % ნაცრის ელემენტებს.

სიმინდი სითბოს მოყვარული მცენარეა. მისი თესვის გაღვივების ოპტიმალური ტემპერატურა არის 20-25<sup>0</sup>. ის გვალვამძლე მცენარეა, მშრალი ნივთიერების შესაქმნელად ნაკლებ წყალს ხარჯავს ვიდრე საგაზაფხულო ხორბალი, ქერი და შვრია. იგი მოკლე დღის მცენარეა. ყოველივე ამის გამო მისი განოციერების სისტემა ისე უნდა შედგეს, რომ გათვალისწინებული უნდა იქნას ის, რომ სიმინდის მარცვლის 1 ცენტნერს და მის შესაბამის არასასაქონლო მოსავალს ნიადაგიდან გამოაქვს N-20-30კგ, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -8-12კგ და K<sub>2</sub>O -22-27 კგ. სიმინდის კულტურის განვითარებისათვის ნიადაგის ოპტიმალური არეს რეაქცია უნდა იყოს 6,0-7,5-ის ფარგლებში.

როგორც ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურას და მათ შორის სიმინდის მაღალი მოსავლის მისაღებად საჭიროა მისი უზრუნველყოფა საკვები ელემენტებით, რომლის არასაკმარისობის შემთხვევაში ნიადაგში, მაშინ უნდა შევიტანოთ ხელოვნურად. სიმინდის გასანოციერებლად გამოიყენება მინერალური და ორგანული სასუქები. თაბაშირი ბიცო და ბიცობიან ნიადაგებზე, კირიანი სასუქები მჟავე ნიადაგებზე.

ორგანული სასუქებიდან სიმინდის გასანოციერებლად გამოიყენება: ნაკელი, ტორფი, ტორფ-კომპოსტები, შერეული კომპოსტები, მწვანე სასუქები. მინერალური სასუქებიდან იყენებენ აზოტიან, ფოსფორიან, კალიუმიან და მიკროსასუქებს. აზოტიანი სასუქებიდან იყენებენ მჟავე ნიადაგებზე ამონიუმის გვარჯილას, შარდოვანას, კალციუმის ციანამიდს, კარბონატულ ნიადაგებზე გოგირდმჟავა ამონიუმს, NH<sub>4</sub>Cl, ფოსფორიანი სასუქებიდან მჟავე ნიადაგებზე გამოიყენება ფოსფორიტის ფქვილი, ხოლო კარბონატულ ნიადაგებზე მარტივი და ორმაგი სუპერფოსფატი. კალიუმიანი სასუქებიდან კი ქლორკალიუმი და 40%-იანი კალიუმის მარილი. კირიანი სასუქები-

დან კირქვის ფქვილი, დეფიციური ტალახი, დამწვარი კირი, ტკილი და სხვა. მიკროსასუქებიდან სიმინდის კულტურის ქვეშ გამოიყენება ბორის მჟავა, მაგნიუმის სულფატი, მარგანეცის შლამი და სხვა. ბიცობ ნიადაგებზე თაბაშირი და გაჯი.

ორგანული, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები უნდა შევიტანოთ ნიადაგის დამუშავების წინ. ორგანული სასუქები დასავლეთ საქართველოს ღარიბ ნიადაგებზე 40 ტ/ჰა-ზე, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს მდიდარ ნიადაგებზე 20 ტ/ჰა-ზე. ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქები უნდა შევიტანოთ ნიადაგში მოძრავი ამ ელემენტების შემცველობის მიხედვით, რომელიც სარწყავი რაიონებისათვის სხვაა, ვიდრე ურწყავი რაიონებისათვის. დასავლეთ საქართველოს საშუალოდ უზრუნველყოფილ ნიადაგებზე. ფორფორი უნდა შევიტანოთ 3.3 ც და K<sub>2</sub>O -45 0.8 ც ჰა-ზე სუპერფოსფატი კალიუმის 41.6% მარილი.

აზოტიანი სასუქების ნორმები ასევე იცვლება ცალკეული რეგიონების და ნიადაგების მიხედვით. დასავლეთ საქართველოს ყავისფერ აღუვიურ ნიადაგებზე უნდა შევიტანოთ 2,6 ც/ჰა, აქედან 1,6 თესვის წინ და 1,6 ც გამოკვების სახით. ფოსფორიანი სასუქების ნორმის 70-80% შეტანილი უნდა იქნას ძირითადი დამუშავებისას, დანარჩენი თესვის წინ.

მინერალური სასუქების შეტანის წესებიდან უპირატესობა ენიჭება სიმინდის კულტურის განოციერებაში ადგილობრივ შეტანას - ბუდნაში და მწკრივში.

### 7.7.5. შაქრის ჭარხლის განოციერება

შაქრის ჭარხალი მოჰყავთ შავმიწანი ნიადაგიდან რაიონებში, საქართველოში იგი ძირითადად გავრცელებულია აღმოსავლეთ საქართველოში. მისი მაღალი მოსავლის მისაღებად საჭიროა მაღალნაყოფიერი გაკულტურებული ნიადაგი. იგი უკეთესად ხარობს ნეიტრალურ და სუსტ ტუტე ნიადაგებზე, კარგად იტანს ნიადაგში მარილების არსებობას. მოკირიანებულ და ნეიტრალურ ნიადაგებზე განიცდის ბორის ნაკლებობ-

ბას და ავადდება „გულის სიღამპლით“, ამიტომ აუცილებელია ბორის შემცველი მიკროსასუქების გამოყენება 0.7-1 კგ/ჰა.

შაქრის ჭარხალს აქვს მძლავრად განვითარებული ფესვთა სისტემა. ზრდადამთავრებული მცენარის ფესვები ნიადაგში ჩადის 2-2,5 მ ვერტიკალურად და 0,4-0,5მ ჰორიზონტალურად ვრცელდება. ამ მცენარეს ნიადაგიდან ფოთლებთან და ძირხვენა ნაყოფთან ერთად გამოაქვს კგ N-50-60, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-15-20 და K-60-90. როცა შაქრის ჭარხალის ძირის მოსავალი არის 100 ც/ჰა-ზე.

სხვადასხვა მხარეს საკვები ელემენტების გამოტანა ნიადაგიდან ხდება სხვადასხვა რაოდენობით. მაგალითად ჩრდილოეთ რაიონებში ყოველთვის მეტი გამოაქვს ვიდრე სამხრეთ რაიონებში, რაც იმით არის გამოწვეული რომ ჩრდილოეთ რაიონებში შაქრის ჭარხალის მოსავალს სტრუქტურაში დიდი ადგილი უჭირავს ფოთლებს ვიდრე ძირებს. ეს კულტურა საკვებ ნივთიერებებს ითვისებს მთელი ვეგეტაციის განმავლობაში, მაგრამ საკვები ნივთიერებების ინტენსიური გამოტანა ხდება აგვისტომდე, რადგან ამ პერიოდში წარმოიქმნება ფოთლების 60% და ძირების 30% შაქრის ჭარხალის კვების კრიტიკული პერიოდი შეინიშნება ფოთლების ფორმირების დასაწყისში (15 ივნისიდან 1 ივლისამდე). ამ ორი კვირის განმავლობაში მცენარე იყენებს შეტანილი ნორმის 25-30%-ს.

შაქრის ჭარხალის კვებაში არჩევენ ძირითად, თესვის დროს ანუ მწკრივულ განოყიერებას და გამოკვებას. საქართველოს მეჭარხლეობის რაიონებში მინერალური სასუქების გამოიყენება შემდეგი ნორმები: სარწყავ რაიონებში N-30-120, P-90-120, K-60 კგ/ჰა, ხოლო ურწყავ რაიონებში N-60-120, P-60-90, K-60 კგ/ჰა. ორგანული სასუქები გამოიყენება 20-30 ტ/ჰა. მხოლოდ ნახევრად გადამწვარი, რადგან ახალი ნაკელი იწვევს ნიადაგის გაშრობას და სარეველების გამრავლებას.

ძირითადი განოყიერებისას ნაკელის და მინერალური სასუქების შეტანა ხდება შემოდგომით მზრალად დამუშავებისას ან გაზაფხულზე გადახვნის წინ.

თესვის დროს კი იყენებენ 15-20 კგ/ჰა P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - მარცვლისებურ სუპერფოსფატს ან შესაბამის რაოდენობით კომპლექსურ სასუქებს. სარწყავ პირობებში მინერალური სასუქებით 2-3-ჯერ ტარდება გამოკვება 20-40 კგ/ჰა N-ისა და K<sub>2</sub>O- ანგარიშით.

მინერალური სასუქების ფორმებიდან შაქრის ჭარხალის განოყიერების სისტემაში უპირატესობა უჭირავს შემდეგ ფორმებს აზოტიანი სასუქებიდან ნატრიუმის გვარჯილა, ფოდფორიანი სასუქებიდან - სუპერფოსფატს და კალიუმის სასუქებიდან კი სილვინიტს 40% კალიუმის მარილს, კაინიტს და შეინიტს. კალიუმის ნედლი მარილის უპირატესობა იმით აიხსნება, რომ მათში დიდი რაოდენობითაა Na, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ჭარხლისათვის და თავიდან აცილებულია ქლორის მაღალი შემცველობის უარყოფითი მოქმედება.

ჭარხლის განოყიერებაში აღნიშნული მინერალური და ორგანული სასუქების გარდა მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს მიკროსასუქებს, როგორცაა ბორის შემცველი მიკროსასუქები ჰა-ზე 1-2 კგ. მისი შეტანა 20-30%-ით ზრდის ჭარხლის მოსავალს და ამავე დროს ადიდებს მასში შაქრის შემცველობას. გარდა ბორისა შაქრის ჭარხლის მოსავალს და ხარისხს ადიდებს მაგნიუმის შემცველი სასუქების გამოყენებაც.

#### 7.7.6. სამკურნალო მცენარეების განოყიერება

სამკურნალო მემცენარეობა სოფლის მეურნეობის შედარებით, ახალი დარგია. საქართველოში უძველესი დროიდან იყო ცნობილი ხალხური მედიცინა, მაგრამ თანამედროვე სამკურნალო მემცენარეობა სამრეწველო მასშტაბებით, ბოლო პერიოდში განვითარდა ფარმაცევტული მრეწველობის პარალელურად, რომელიც ოფიციალურ სამკურნალო პრეპარატებს აწარმოებს და ესაჭიროებოდა განსაზღვრული ოდენობის მცენარეული ნედლეული. ეს ნედლეული ასევე ესაჭიროებოდა სააფთიაქო ქსელს.

ამჟამად, მსოფლიოში აღიარებულია სამკურნალო მცენარეთა დიდი მნიშვნელობა. ჯანმრთელობის დაცვის და პროფილაქტიკის საქმეში. საკმარისია ითქვას, რომ სადღეოსოდ მსოფლიოში მოხმარებული სამკურნალო საშუალებების 30%-მდე მცენარეული წარმოშობისაა, ხოლო თუ ვიგულისხმებთ გულისხმადრღვთა დაავადებების სამკურნალო საშუალებებს, მაშინ მათ შორის მცენარეული წარმოშობისა აღწევს 70 %-ს.

სამკურნალო მცენარეული ნედლეულის მოპოვება წარმოებს 3 გზით: ველურად-მოზარდი სამკურნალო მცენარეების დამზადებით, მცენარეული უჯრედული და ქსოვილური კულტურის ბიოტექნოლოგიური მეთოდით და სამკურნალო მცენარეთა კულტივირებით პლანტაციების სახით: ველურად-მოზარდ სამკურნალო მცენარეთა დამზადების შესაძლებლობანი ყოველწლიურად მცირდება რიგი მიზეზების გამო, რომელთა შორის მთავარია მრეწველობისა და სააფთიაქო ქსელისათვის საჭირო კომერციულ დამზადებათა ოდენობის ზრდა, სამკურნალო მცენარეთა ბუნებრივი მარაგების აღდგენის დრო და საშუალებები, ბუნების დაცვის ეკოლოგიური ასპექტები. ამრიგად, მრეწველობისა და სააფთიაქო ქსელის ნედლეულით უზრუნველყოფისათვის რჩება ძირითადი გზა - სამკურნალო მცენარეთა კულტივირების გზით, ნედლეულის წარმოება. კულტივირების გზით მცენარეული ნედლეულის წარმოებას აქვს რიგი უპირატესობანი: ყოველწლიური და პერიოდული დაკვეთების შესრულების საიმედოობა, ნედლეულის ხარისხის თანდათანობითი გაუმჯობესება მცენარეთა ჯიშობრივი გაუმჯობესებით, აგროტექნიკურ ღონისძიებათა გავლენით და პირველ რიგში, სხვადასხვა სასუქების ზემოქმედებით, ნედლეულში მომქმედ ნივთიერებათა გადიდება და სხვა.

საქართველოში მცირე მასშტაბებით იწარმოება ზოგიერთი სამკურნალო მცენარე: კატაბალახა, ბალის პიტნა. სამკურნალო მცენარეული ნედლეულის წარმოება სამრეწველო მასშტაბებით მიმდინარეობდა საბჭოთა პერიოდებში, დასავლეთ

საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში 1950 წლიდან, როცა წინასწარი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების საფუძველზე კულტურაში იქნა შეყვანილი რიგი ინტროდიცირებული უცხოური წარმოშობის სამკურნალო მცენარეები. ამისათვის, 1950 წელს შეიქმნა ქობულეთის სამკურნალო მცენარეთა სპეციალიზირებული მეურნეობა, ხოლო 1970 წელს შუა-ხორგის (ხობის რაიონი) სამკურნალო მცენარეთა მეურნეობა.

სამკურნალო მცენარეთა პლანტაციების გაშენების აგროტექნიკური ღონისძიებების შესასწავლად სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები მიმდინარეობდა აგრეთვე სამკურნალო მცენარეთა ქობულეთის ზონალურ საცდელ სადგურში. იმ პერიოდში წარმოებული სამკურნალო მცენარეული ნედლეულის გადამუშავებას ძირითადად აწარმოებდა ბათუმის ქიმიურ-ფარმაცევტული ქარხანა, თბილისის ქიმიურ-ფარმაცევტული ქარხანა და ყოფილი საბჭოთა კავშირის სხვა ფარმაცევტული საწარმოები.

კულტურაში ათვისებული იყო:

- 1. ალოე ხისებრი – *Alloe a bozes cens*
- 2. თირკმლის ჩაი – *Ozthosypho n stamineus*
- 3. პასიფლორა – *passiflora incanznata*
- 4. კატაჰანტუსი – *Cathazanthus zoseus*
- 5. სტეფანია – *Stephania Tlabza*
- 6. ახალი ზელანდიური – *Solanum laciatum*
- 7. დიოსკურეა დელუტიზებრი - *Dioskuria delteidea*

დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში სამკურნალო მცენარეთა პლანტაციები გაშენებული იყო კოლხეთის დანბლობზე – მთის უკიდურეს სამხრეთ ნაწილში ქ. ქობულეთთან მიმდებარე ტერიტორიაზე. ამ ტერიტორიებზე გავრცელებულია ალუვიური ტიპის ნიადაგები დაჭაობების სხვადასხვა ხარისხით. ადრეულ პერიოდში ჩატარდა ამ ნიადაგების დაშრობითი მელიორაცია, შემდგომი კულტურულ-ტექნიკური ღონისძიებების ჩატარებით – შექმნილია ნახევრად სფე-

რული ზოლები ე.წ. „კვალი“ რომლებიც გაშენდა სამკურნალო მცენარეთა პლანტაციები.

აგროქიმიური მიმართულებით შესწავლილი იყო შემდეგი საკითხები:

ორგანული სასუქების – საწარმოო ანარჩენებისა და ტორფის ეფექტიანობა და ოპტიმალური დოზები;

მინერალური სასუქების მაკრო და მიკროსასუქების ეფექტიანობა და ოპტიმალური დოზები;

სასუქების გავლენა ცალკეულ მცენარეთა ნედლეულში მომქმედი ნივთიერებების შემცველობაზე;

ნიადაგის მოკირიანების გავლენა ცალკეულ მცენარეთა მოსავლიანობაზე და ნედლეულში მომქმედი ნივთიერებების შემცველობაზე.

სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოები ტარდებოდა ქობულეთის სამკურნალო მცენარეთა საცდელი სადურის მემცენარეობის ლაბორატორიაში, მეცნიერთა მიერ.

სამეცნიერო თემატიკის ხელმძღვანელი და შემსრულებელი – აკაკი ბაჯელიძე; მეცნიერ თანამშრომლები – ნინო გოგლაშვილი, ნინო ჯაფარიძე; ემილია იაროში; მზია მაჭავარიანი.

#### **სამკურნალო მცენარეთა მოყვანის მოკლე აგროტექნიკა.**

სუბტროპიკულ ზონაში ინტროდიცირებული და კულტურაში ათვისებული მცენარეები წარმოადგენენ ბალახოვან, ბუნქოვან და მხვიარა მრავალწლიან მცენარეებს. მათი კულტივირება ხდება ერთწლიანი სამეურნეო კულტურის სახით, როცა წელიწადის ცივ დროს ისინი იმყოფებიან დაცულ გრუნტში, ხოლო აპრილიდან ნოემბრის ბოლომდე – ღია გრუნტში, სადაც ტარდება ყველა აგროტექნიკური ღონისძიებები მაღალი და კეთილხარისხოვანი სამკურნალო ნედლეულის მისაღებად.

დაცულ გრუნტში – სტელაჟებიანი სათბურები, გრუნტის სათბურები საგარანტიო გათბობით, პოლიეთილენის ფსკით დაცული გრუნტი გამოიყენება:

სტელაჟებიანი სათბური – სარგავი მასალის გამოსაყვანად და თირკმლის ჩაის საედედე მცენარეთა გადასახამთრებლად

გრუნტის სათბურები საგარანტიო გათბობით, გამოიყენება ღია გრუნტიდან შეტანილი ალოეს, კალანხოეს, საექსპლოატაციო მცენარეთა გადასახამთრებლად.

პოლიეთილენის აფსკით დაცული გრუნტი გამოიყენება კატარანტუსის, ახალზელანდიური, ძაღლყურძენას, შებუსული ერვას თესლნერგების გამოსაყვანად.

სამკურნალო მცენარეთა პლანტაციების გასაშენებლად ტარდებოდა:

ნიადაგის ძირითადი დახენა 20-25 სმ;

ძირითადი დახენის წინ ორგანული, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანა;

მცენარეთა დარგვისწინა გადახენა – 12-15 სმ სიღრმეზე;

3-4 ჯერადი დაფარცხვა;

დასარგავი კვლების დაჭრა;

მცენარეთა დარგვა ხელით ან მექანიზებული წესით.

სავეგეტაციო სეზონის განმავლობაში ტადებოდა:

აზოტიანი სასუქებით გამოკვება;

სარეველებთან ბრძოლა – 3-4 ჯერადი კულტივაციის ჩატარებით;

მაენებლებთან და დაავადებებთან ბრძოლა;

მოსავლის აღება;

ზოგიერთი სამკურნალო მცენარის საედედე მცენარეების შეტანა დაცულ გრუნტში ნოემბრის თვიდან.

ცალკეული სამკურნალო მცენარეების განოყიერების სისტემა მცირედ განსხვავდება ერთმანეთისაგან.

**ალოე ხარისებრი – *Alloe Azlobozescens mill.*** საზღვარგარეთის ქვეყნებში, ალოეს სხვა სახეობებისაგან მიიღება სამკურნალო საშუალება „საბური“. ჩვენთან გარდა საბურისა მიღებულია კიდევ 4 სამკურნალო პრეპარატი: ალოე ამპულებში, ალოეს წვენი, ალოეს ლინიმენტ და ფერო-ალოე – ალოეს წვენი რკინით.

**საკვები ელემენტების გავლენა ალოეს ფოთლების მოსავალზე**

№	ცდის ვარიანტები	ფოთლების მოსავალი		ცდის სიზუსტე ც%
		ტ/ჰ	%	
1	სასუქებისა და მოკირიანების გარეშე - კონტროლი	10.5	100	3.2
2	NPK (N-150, P-200, K-100 კგ/ჰ)	18.4	189	2.5
3	NPK + დეფიკატი 12 ტ/ჰ	23.3	219	3.8

ჩვენს პირობებში, ალოეს ნედლეულის ფოთლების წარმოება მიმდინარეობს დაცულ გრუნტში გამოზრდით და ერთწლიანი – სამეურნეო კულტურის სახით, როცა წლის ცივ პერიოდში მცენარე გადატანილია გრუნტის სათბურებში, შემჭიდროებულად დარგვით და საგარანტიო გათბობით. ეს პერიოდია ნოემბრიდან აპრილამდე. წლის დანარჩენ დროს ღია გრუნტში ხდება პლანტაციებში მცენარეთა კულტურების აგროტექნიკის სრული სისტემის განხორციელებით და მოსავლის აღებით სეზონზე 2-ჯერ. ალოეს კულტივირების ეს მეთოდი გავრცელებულია მხოლოდ ჩვენთან, დასავლეთ საქართველოში, რომლის ავტორებია მ. მილდოხენიკოვი და ა. ბაჯელიძე. ალოეს მცენარე კულტურაშია 5-6 წლის განმავლობაში, რის შემდეგ ხდება მისი ე.წ. „გაახალგაზრდაება“ – წვეროს გადაჭრით და მისი დაფესვიანებით. ძირითად სარგავ მასალას იღებენ გადაჭრის შემდეგ დანარჩენი მცენარეებისაგან, რომლებიც უხვად ინვითარებენ გვერდით გამონაზრდებს, ე.წ. „შიღლეულებს“. მათი დაფესვიანებით 1,5 წლის შემდეგ მიიღება სტანდარტული 10-12 სმ სიმაღლის ნერგები.

ალოეს კულტივირებისა და ნედლეულის ფოთლების წარმოებაში გამოყენებული აგროტექნიკაში ძირითადი როლი აკისრია მცენარეთა კვების პირობებს – სასუქების გამოყენებას.

ორგანული სასუქების: ტირფის, ტორფოკომპოსტების, წარმოების ანარჩენებისაგან ტორფის ბაზაზე შექმნილია სასუქების გამოყენებით ეფექტიანობა 30-74%-ის ფარგლებშია. ნაკელი, როგორც ყველაზე კარგი ორგანული სასუქი, დეფიციტია ამ ზონაში და არ გამოიყენებოდა. მინერალური სასუქებიდან ფოთლების მოსავლიანობის მატებაზე გავლენით, პირველ ადგილზეა – აზოტიანი სასუქები, რაც აიხსნება ფოთლების დიდი მასის წარმოებით – გამოსავლიანობით 1 ჰექტარზე 12-25 ტონის რაოდენობით.

ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების ეფექტიანობა მოსავლის მატებაზე შედარებით ნაკლებია.

ალოეს კულტივირების ტერიტორიებზე გავრცელებული ნიადაგები მუავე რეაქციისაა, რის გამოც ტარდებოდა მოკირიანება დეფეკატის გამოყენებით (აგარის შააქრის ქარხნის ანარჩენები). მოკირიანება ჩატარებულია გაცვლითი მუავიანობის ორმაგი მაჩვენებლის ნეიტრალიზაციაზე გაანგარიშებით. მოკირიანების ეფექტიანობა 25 %-ს არ აღწევს.

მაღალ ეფექტურია ნიადაგის მოკირიანებისა და მინერალური სასუქების გადიდებული დოზების ერთობლივი გამოყენება, როცა მოსავლიანობის მატებამ უსასუქო ფონთან შედარებით 189-210 % შეადგინა.

დადგენილი იქნა მიკროელემენტების – ბორის, მოლიბდენისა და სპილენძის გამოყენების ეფექტიანობა ალოეს პლანტაციებში, მიკროელემენტების შესაძლებლობის გათვალისწინებით, რომ სამკურნალო მცენარეთა პლანტაციების ქვეშ გამოყენებული ნიადაგების დაჭაობებისა და მუავე რეაქციის გამო, მათში ამ ელემენტების მოძრავი ფორმები შემცირებულია.

**მინერალური სასუქებისა და მოკირიანების ეფექტიანობა ალოეს ასაკოვან პლანტაციებში**

№	ცდის ვარიანტები	მოსავლიანობა		ანტრაცენის წარმოებულება %-ში
		ტ/ჰ	%	
1	NPK- ფონი	12,6	100	1,18
2	ფონი + Mo – 0,03%-ით ხსნარით შესხურება	13,8	109	1,43
3	ფონი + B – 4 კგ/ჰა 0,03%-ით ხსნარით შესხურება	13,6	105	1,23
4	NPK+ Cu - 6 კგ/ჰა 0,03%-ით ხსნარით შესხურება	14,2	117	1,86

სამივე მიკროელემენტის ეფექტიანობა საკმაოდ მაღალი აღმოჩნდა ალოეს ფოთლების მოსავლიანობის გადიდებისა და განსაკუთრებით, მოქმედი ნივთიერებების შემცველობის გადიდებაში.

სხვა ცდების შედეგების მიხედვით ფოთლებში მოქმედი ნივთიერებების დაგროვებაზე დადებითად მოქმედებენ ყველა სასუქები. მათ შორის პირველ ადგილზეა მიკროსასუქები. მომდევნო ადგილზეა ახალი ტიპის ორგანო – მინერალური სასუქი, რომელიც მომზადებულია ტორფის ბაზაზე – ამონიაკური ხსნარებისა და პოტაშის დამატებით, რომლებიც წარმოების ქარხნული ანარჩებს წარმოადგენენ.

**მიკროსასუქების გავლენა მოსავლიანობასა და ფოთლებში მოქმედი ნივთიერებების შემცველობაზე (მინდვრის ცდა 3 წლის საშუალო)**

№	სასუქების ოპტიმალური დოზები	ნედლეულის გამოსავლიანობა ტ/ჰ	გინდარინის გამოსავლიანობა კგ/ჰ
1	ტორფი – 40 ტ/ჰ	5.16	24
2	ტორფი, დამუშავებული ამიაკატური ხსნარით	7.85	41.5
3	NPK – (N-200, P-100, K-100)	7.67	38.0
4	NPK – ფონი + ბორი – 2 კგ/ჰ, მოლიბდენი – 6კგ/ჰ	7.80	39.4
5	NPK – ფონი + დეფუკატი – 12 კგ/ჰ	7.86	40.7

**კატარანტუსი – DzAhosyphon Stamineus.** შემოტანილია ინდოეთიდან 1958 წელს, ინტროდუქციული შესწავლისათვის. გართო გამოყენება აქვს ინდოეთისა და ვიეტნამის ხალხურ მედიცინაში დიაბეტის, კუჭის დაავადებებისა და სპაზმოლიტიკური მოვლენების სამკურნალოდ. მოქმედი ნივთიერებაა ალკაილოდები, რომელთა შემცველობა სადღეისოდ 87-ს შეადგენს.

ამერიკის შეერთებულ შტატებში კატარანტუსიდან მიღებული იქნა სამკურნალო პრეპარატები – ვინბლასტინი, ვინკრისტონი და მათი კომბინაციები. სისხლის გათეთრების – ანემიების სამკურნალოდ. ყოფილ საბჭოთა კავშირში დამზადდა სამკურნალო პრეპარატი როზევინი, რის შემდეგ მცენარე შეყვანილი იქნა კულტურაში შუა აზიაში და ქობულეთში.

მცენარე – მრავალწლიანი ბუჩქია, მრავლდება თესვებით, რომელსაც პირველივე წელს იძლევა. ამიტომ პლანტაციის გასაშენებლად საკმარისია პოლიეთილენის აფსკით გამოყვანა. სამკურნალო ნედლეულს წარმოადგენს ფოთლები და ნორჩი ყლორტები. რომელთაგან ქარხნული წესით გამოყოფენ ალკალოიდების ჯამს, შემდგომი დაყოფილი მოქმედ

ალკალიდები – სულ 6 დასახელებისაა. პრეპარატის წარმოება მოითხოვს რთულ და ზუსტ ტექნოლოგიურ პროცესებს.

ამჟამად მსოფლიოში კატამარანტუსიდან სამკურნალო პრეპარატების მწარმოებლებია აშშ და უნგრეთი. მოვლა-მოყვანის აგროტექნიკური ღონისძიებებიდან ძირითადი როლი სასუქების გამოყენებას მიეკუთვნება. სასუქებზე ჩატარებული კვლევებით დადგინდა, რომ:

აზოტიანი სასუქების ოპტიმალური დოზა არის N<sub>151</sub> კგ/ჰა. დადგენილია ორგანო-მინერალური სასუქები ერთობლივი გამოყენების ეფექტიანობა, რაც 33,0-34,1 % ფარგლებშია.

დადგენილია მოკირიანების ეფექტიანობა და ოპტიმალური დოზა, დეფექტი – 12 ტ/ჰა.

დადგენილია მიკროსასუქების ბორისა ეფექტიანობა დოზით 2 კგ/ჰა, რაც ალკალიდ ვინბლასტინის საექტარო გამოსავლიანობას ზრდის 1,75 კგ/ჰა – 2,35 კგ/ჰა-მდე.

ყოფილი საბჭოთა კავშირში ჩატარებული კვლევებით დადგინდა, რომ შუა აზიაში მოყვანილი კატარანტუსის ნედლეული ორჯერ მეტ მომქმედ ნივთიერებას შეიცავს, ვიდრე ქობულეთის პირობებში წარმოებული ნედლეული, რაც უდავოდ კლიმატური პირობების სხვაობით არის გამოწვეული. ამიტომ, ნედლეულის წარმოებისათვის პერსპექტიულია აღმოსავლეთ საქართველოს მშრალი სუბტროპიკების ზონა.

**სტეფანია – *Stephania glachza*.** ინტროდუცირებულია ჩვენთან ინდოეთიდან – 1958 წელს. 1968 წლამდე ჩატარდა ინტროდუქციული შესწავლა. შეიქმნა სამკურნალო პრეპარატი – გინდარინი. რომელიც სედატური და ჰიპოთენზული მოქმედებისაა.

მცენარეული სამკურნალო ნედლეულს წარმოადგენს მიწისვეშა მასა – გორგლები, რომლებიც ალკალიდ გინდარინს შეიცავენ. ინდოეთში ნედლეულად გამოიყენება აგრეთვე მიწისზედა მასა – მხვიარა ტოტებში და ფოთლებში, რომლებიც ალკალიდ ციკლეანინს შეიცავენ. ჩვენთან ღია გრუნტში მიმდინარეობს მთელი სავეგეტაციო პერიოდი, მრავლდე-

ბა თესვებით და გორგლების დაჭრილი ნაწილით. ზამთრის პერიოდში გორგლებს ინახავენ

ცხრილი 7.7.6.4.

**გამოყენებული სასუქების და მოკირიანების გავლენა სტეფანიას ნედლეულისა და გინდარინის გამოსავლიანობაზე გინდარინი**

№	სასუქების ოპტიმალური დოზები	ნედლეულის გამოსავლიანობა ტ/ჰ	გინდარინის გამოსავლიანობა კგ/ჰ
1	ტორფი – 40 ტ/ჰ	5.16	24
2	ტორფი, დამუშავებული ამიაკატური ხსნარით	7.85	41.5
3	NPK – (N-200, P-100, K-100)	7.67	38.0
4	NPK – ფონი + ბორი – 2 კგ/ჰა, მოლიბდენი – 6კგ/ჰა	7.80	39.4
5	NPK – ფონი + დეფექტი – 12 კგ/ჰა	7.86	40.7

გრუნტის სათბურებში. სარგავი მასალა გრუნტის სათბურებში გორგლებთან ერთად და პოლიეთილენის ქვეშ დაცულ კვლებზე თესვების თესვით.

სტეფანიის პლანტაციებში გატარებული აგროტექნიკური ღონისძიებებიდან მოსავლის მიღების ძირითადი ფაქტორებია ორგანული, მინერალური და მიკროსასუქების გამოყენება. მნიშვნელოვანი ფაქტორია ის, რომ სასუქების მოქმედებით ნედლეულში – გორგლებში იზრდება მოქმედი ნივთიერებების შემცველობა

**დიოსკორეა დელტისებრი – *Dioscozea delbtaidea*.** საქართველოში გავრცელებულია დიოსკორეის სხვა სახეები - დიოსკორეა კავკასიური (აფხაზეთი), მაგრამ დამზადებათა ინტენსიური განხორციელების გამო, ბუნებრივი მარაგები სწრა-

ვად შემცირდა და გაქრობის პირას არის მისული და წითელ წიგნშია შეტანილი.

სამრეწველო პლანტაციების შექმნის მიზნით დელტისებრი დიოსკორეას ათვისება დაიწყო რუსეთში, მაგრამ კლიმატური პირობების გამო, ნედლეულის წარმოება ვერ მოხერხდა.

დასავლეთ საქართველოში დიოსკორეას შესწავლა დაიწყო 1976 წლიდან კოლხეთის დაბლობის პირობებში (შუა ხორგა, ხობის რაიონი).

დიოსკორეა შეიცავს სტეროიდული საპონინებს, რომლებიც თანამედროვე მედიცინაში ფართოდ გამოიყენება კორტიზონის ჯგუფის პრეპარატების მისაღებად. ჩატარდა ცდები აზოტიანი სასუქების ეფექტიანობაზე ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანის ფონზე (P-150, K-150 კგ/ჰა) 4 წლიანი ცდებით დადგენილია, რომ აზოტის მაღალი დოზები უზრუნველყოფენ ნედლეულის ფესურების მოსავლის მნიშვნელოვანმატებას და ნედლეულში მომქმედი ნივთიერების – დიოსგენინის შემცველობის გაზრდას თითქმის 2-ჯერ.

ცხრილი 7.7.6.5.

**დიოსკორეას ფესურების მოსავლიანობა და მასში დიოსგენინის შემცველობა**

№	ცდის ვარიანტები	ფესურების მოსავალი		დიოსგენინის შემცველობა %	დიოსგენინის გამოსავლიანობა კგ/ჰა
		ტ/ჰ	%		
1	ფონი (P-100, K-100 კგ/ჰ)	7,96	190	2,78	44,2
2	ფონი + N-150 კგ/ჰ	2,23	115	3,25	52,2
3	ფონი + N-150 კგ/ჰ	11,4	140	3,26	63,8
4	ფონი + N-200 კგ/ჰ				

უ.ა.ს = 1,02

P % - 2,21

ამ კულტურების ვეგეტაციური მასა ფესურები, რომლებიც ნედლეულს წარმოადგენენ, საკმაოდ დიდი ოდენობისაა, რის გამოც აზოტის დოზა – N-200 აღმოჩნდა ოპტიმალური მოსავლის მატებისა და პექტარდანი მომქმედი ნივთიერებების გამოსავლიანობის მატებაში. თირკმლის ჩაი - **Ozahosyphol stamineus.Semotanilia** ჩვენთან ინდოეთიდან. სადაც ხალხურ მედიცინაში დიდი პოპულარობით სარგებლობს. 1930 წლიდან შესულია ბელგიისა და გერმანიის ფარმაცოპეებში თირკმლის დაავადებების სამკურნალო პრეპარატი და საუკეთესო დიურეტიკული საშუალება.

ჩვენთან კულტივირებულია ისევე, როგორც ალოე, ერთწლიანი სამეურნეო კულტურის სახით, როცა ოქტომბრის თვიდან დაცული იმყოფებიან აპრილის ბოლომდე. სტელაქებიანი სათბურებში ხდება მათი თანდათანობითი გამრავლება მწვანე კალმების აჭრით სადედე მცენარეებიდან.

ღია გრუნტში ირგვება ჩითილებით, 70-40 სმ კვების არეთი. აგროტექნიკური და მოვლითი სამუშაოები იგივეა, რაც ალოესათვის.

ცხრილი 7.7.6.6.

**ძირითადი მინერალური სასუქების გაყვანა თირკმლის ჩაის მოსავლიანობაზე**

№	ცდის ვარიანტები	მოსავლიანობა		ცდის სიზუსტე %
		ტ/ჰ	%	
1	უსასუქო კონტროლი	8,4	100	2,8
2	P - N კგ/ჰა	10,8	128	2,5
3	P-200 კგ/ჰ + K- 150კგ/ჰა	12,3	146	2,2
4	P-200 კგ/ჰ + N- 150კგ/ჰა	14,8	176	2,0
5	P-200 კგ/ჰ + N-150კგ/ჰა K- 150კგ/ჰა	17,2	204	2,8

მოსავალი აიღება 2 ფოთლიანი ღუეების სახით. გაშრობის შემდეგ იფუთება მუყაოს კოლოფებში და მოიხმარება როგორც ჩაი- ნახარშის სახით.

თირკმლის ჩაის პლანტაციებში მოკირიანების ეფექტიანობა მაღალია – განსაკუთრებით მინერალური სასუქების გამოყენების ფონზე. ეფექტიანობამ მოგვცა მოსავლიანობის მატება 34-63% ფარგლებში, დეფექციის შეტანის ოპტიმალური დოზა არის – 12 ტ/ჰა.

სავეგეტაციო და მინდვრის ცდებში მიკროელემენტების – ბორისა და მოლიბდენის ეფექტიანობამ შეადგინა 33-58%. თირკმლის ჩაის პლანტაციებში გამოყენებული იყო მცენარეთა ფესვგარეშე კვების სახით შესხურება ამიაკური 0.03 % ხსნარებით, რამაც მოსავლის მატება შეადგინა 16-25 %.

**კალანხოე ფრთისებრი – Calanphoe pinnata.** ევროპასა და სხვა მრავალ ქვეყნებში გავრცელებულია, როგორც ოთახის კულტურა. კალანხოესაგან შექმნილია 2 სამკურნალო პრეპარატი – კალანხოეს წვენი და კალანხოეს საცხი. რომლებსაც გააჩნიათ ანტისეპტიკური და ანთება საწინააღმდეგო მოქმედება.

ჩვენთან, პირველად არის შეყვანილი კულტურაში ღია გრუნტში – ჩითილები სათბურებში გამოყვანით. სამკურნალო მცენარეული ნედლეულს წარმოადგენს ფოთლები და ნორჩი ყლორტები. ნედლეულის მოსავალს ძირითადად განაპირობებს სასუქების გამოყენება. ჩატარებული ცდებით დადგინდა, რომ აზოტიანი სასუქების გამოყენებისას, რენტაბელურია ოპტიმალური დოზა – N-150 კგ/ჰ. რაც მოსავლის 30 % მატებას იძლევა, ნიადაგის მოკირიანებით მიღწეულია მოსავლიანობის მატება 40 %-ით. ორგანული სასუქების ეფექტიანობა საკმაოდ მაღალია – 22-24%.

ცხრილი 7.7.6.7.

**ორგანო-მინერალური სასუქების გავლენა ნაყოფების მოსავლიანობაზე**

№	ცდის ვარიანტები	მოსავლიანობა
1	NPK – (N-150, P-200, K-100) კონტროლი	3140
2	ტუნგის წარმოების ანარჩენები – 7 ტ/ჰა	4000
3	ტორფკომპოსტები – 7 ტ/ჰა	4430
4	ტოსფიტუკი – 7 ტ/ჰა	4190

**ახალხელანდიური ძაღლყურძენა – Solanum laeimatum.** ჩვენთან ინტროდიცირებულია ავსტრალიიდან 1960 წელს. შეიცავს მომქმედ ნივთიერებებს – სტეროიდული გლიკოალკალოიდებს, რომელთაგან მთავარია სოლოსოლინი. მისგანაც სინთეზის გზით მიიღება კორეტიზონის ჯგუფის პრეპარატები.

მრავალწლიანი ბუჩქია, ნაყოფებს და თესვებს იძლევა ერთ სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში (220-270 დღე).

სამკურნალო მცენარეულ ნედლეულს წარმოადგენს მიწისზედა მწვანე მასა. რაც დადგენილი იყო რუსეთის (კრასნოდარის მხარე) ტერიტორიაზე კულტივირების პირობებში. ქობულეთში ჩატარებული ცდებით დადგინდა, რომ დასავლეთ საქართველოს პირობებში უმჯობესის ნედლეულად გამოყენებული იქნას ნაყოფები, რომელთა გამოსავლიანობა უფრო მაღალია ორგანო-მინერალური სასუქების გამოყენებით.

ამ მონაცემებით დადასტურდა, რომ ქობულეთის პირობებში უმჯობესია წარმოებული იქნას ნედლეულად ნაყოფები. შემდგომში, ეს კულტურა საკავშირო გაერთიანება „საიუზ-ლეკრასპრომის“ მიერ გაადგილებული იქნა ყაზახისტანში (ჩიმკენტი).

**ერვა შებუსული – Aerva lanata.** ფართოდაა გავრცელებული ინდოეთის ხალხურ მედიცინაში. ჩვენთან ინტროდიცირებულია 1980 წლიდან. მრავალწლოვანი ბალახოვანი მცენარეა. კულტურაში ათვისებულია, როგორც ერთწლიანი – სამკურნალო კულტურა. ვეგეტაციის პირველ წელს იძლევა თესვებს, სარგავი ჩითილები გამოჰყავთ პოლიეთილენის აფსკით დაცულ კვლებზე. პლანტაციის მოვლის აგროტექნიკა თითქმის ისეთივე, როგორც სხვა ინტროდიცირებული ბალახოვანი სამკურნალო მცენარეებისა.

**სოლასოტინის შემცველობა ძაღლყურძენას სხვადასხვა ორგანოებში**

№	მცენარის ორგანო	სოლასოტინის შემცველობა %-ში
1	ფოთლები	0,85
2	ღეროები	0
3	ფესვები	0,28
4	ნაყოფები	1,93

სამკურნალო მცენარეულ ნედლეულს წარმოადგენს ბალახი – მიწისზედა მასა. რომლისაგანაც მზადდება მონახარშები, თირკმელებისა და ღვიძლის სხვადასხვა დაავადებების სამკურნალოდ.

**სასუქების გამოყენება** – ცდებით დადგენილია ორგანული სასუქების მაღალი ეფექტიანობა აზოტიანი სასუქების გამოკვებასთან ერთად. ორგანული სასუქები შეაქვთ მთლიან ფართობზე 30-40 ტ/ჰა დოზით, დარგვისწინა გადახვნის ქვეშ.

აზოტიანი სასუქები შეაქვთ 2-ჯერ სავეგეტაციო სეზონზე 50 კგ/ჰა თითოეული პირველი შეტანა დარგვიდან 3 კვირის შემდეგ, მეორე – გამოკვება 1- თვის შემდეგ, ფოსფორზე და კალიუმზე მცენარე დიდ მოთხოვნილებას არ ავლენს. დარიბნიადაგებზე შეაქვთ P-50, K-50კგ/ჰა.

დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკულ ზონაში გავრცელებულია აგრეთვე სხვა სამკურნალო მცენარეები, რომლებიც მრავალწლოვან ხე-მცენარეებს ან ბუჩქებს წარმოადგენენ და კულტურაშია ცალკეული ნარგაობების, ხეივნების ან ტყე პარკების სახით. როგორცაა: ევკალიპტები, ევკომოა, სტერკულია, ოლენდრი, ჰამამელისი, მაგნოლია, ჰუერარია და სხვები, რომელთა განოყიერება ხდება საერთო აგროტექნიკური წესების მიხედვით.

**7.8. ტექნიკური კულტურების განოყიერების სისტემა**

ტექნიკური კულტურებს ეკუთვნის მზესუმზირა, თამბაქო, წეკო, რეჰანი და სხვა. ჩვენ ძირითადად შევეხებით მზესუმზირასა და თამბაქოს განოყიერების სისტემას.

**7.8.1. მზესუმზირას განოყიერება**

**მზესუმზირა** ზეთოვანი კულტურაა, მისი თესლი შეიცავს 29-დან 50%-მდე ზეთს, ხოლო თესლის გულში ზეთი 45-65%-მდე აღწევს. მისი ზეთი ხასიათდება კარგი გემური თვისებებით გამოიყენება მარგარინის, კონსერვების, პურისა და საკონდიტრო ნაწარმების წარმოებაში. მზესუმზირას ზეთს იყენებენ აგრეთვე საპნისა და სხვა საღებავების დამზადებაში. ზეთის დამზადების შედეგად დარჩენილი კოპტონი შეიცავს ცილებს, ნახშირწყლებს და ზეთს. იგი წარმოადგენს ძვირფას საკვებს მეცხოველეობისათვის, რადგან შეიცავს 10- საკვებ ერთეულს. ღერო შეიცავს 35 % K<sub>2</sub>O-ს, რომელიც გამოიყენება K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-ის მისაღებად. ეს კი გამოიყენება ქიმიურ მრეწველობაში შუშის, საპნის და საღებავების წარმოებაში.

მზესუმზირა მოჰყავთ საქართველოში უმთავრესად კახეთის შავმიწებზე და ალუვიურ ნიადაგებზე. მის განვითარებისათვის ნიადაგის არეს რეაქცია უნდა იყოს 6,0-6,8. იგი ვერ ეგუება დამლაშებულ ნიადაგებს. ფესვთა სისტემას ივითარებს ნიადაგის ღრმა ფენებში და ამის გამო შეუძლია შეითვისოს ტენი სახნავი ფენის ქვემოლანაც.

მზესუმზირა საკვები ნივთიერებების მიმართ ძლიერ მომთხოვნია. იგი სხვა თავთავიან კულტურებისაგან განსხვავებით ნიადაგიდან ითვისებს 2-ჯერ მეტ აზოტს, 3-ჯერ მეტ ფოსფორს და 10-ჯერ მეტ კალიუმს. მზესუმზირას 12-13,5 ცენტნერი თესლის მოსავლისას და 75 ც არასასაქონლო მოსავლის მისაღებად იყენებს აზოტს 62 კგ; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 41; K<sub>2</sub>O -36 და CaO -133 კგ.

საკვებ ელემენტებს მეტნაკლებად ითვისებს განვითარების სხვადასხვა ფაზებში. მაგალითად ფოსფორს მეტად იყენებს აღმოცენებიდან ყვავილობის დაწყებამდე, ხოლო აზოტზე მოთხოვნილება მეტია ინტენსიური ზრდის დროს, განსაკუთრებით კალათების ამოღებიდან ყვავილობის დამთავრებამდე. ხოლო კალიუმს ითვისებს კალათის ამოღებიდან ბაზსიმწიფემდე. ფოსფორისა და კალიუმის ნორმალური მიწოდებით იზრდება მზესუმზირის თესლში ზეთის შემცველობა, ხოლო აზოტის მოჭარბებით კვება კი ამცირებს თესლში ზეთის შემცველობას. სამივე საკვები ელემენტის ერთობლივად გამოყენება აღნიშნულ პროცესს თესლში არ იწვევს. ყოველივე ეს დადგენილია მრავალი წლის განმავლობაში ჩატარებული ცდებით.

მზესუმზირის განოყიერების სისტემაში გამოიყენება ორგანული და მინერალური სასუქები. ორგანული სასუქებიდან გამოიყენება ნაკელი (20ტ/ჰა-ზე), ხოლო მინერალური სასუქებიდან გამოიყენება ამონიუმის გვარჯილა და შარლოვანა, სუპერფოსფატი, ქლორკალიუმი, ნაცარი ან 40%-ანი კალიუმის მარილი მზესუმზირას განოყიერებაში ვარჩევთ ძირითადად განოყიერება, თესვისწინა მწკრივად განოყიერებას და გამოკვებას.

როგორც ზემოთ ავლინებთ მზესუმზირა ფესვთა სისტემას ივითარებს ნიადაგის ღრმა ფენებში და ამიტომ მისი განოყიერებისას ეს გათვალისწინებული უნდა იქნას. იგი საკვებს ითვისებს მთელი ვეგეტაციის განმავლობაში, ამიტომ კარგი იქნება მზრალად ხენის წინ შეტანილ იქნას 45 კგ N, 60 კგ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 45 კგ -K<sub>2</sub>O და 20-30 ტონა ნაკელი. ცდებით დადგენილია, რომ ამ საკვები ელემენტების ზედაპირული შეტანა ამცირებს მათ ეფექტურობას, ხოლო ღრმად შეტანით მზრალად ხენის წინ კი იწვევს მოსავლის მნიშვნელოვან გადიდებას.

მზესუმზირას მწკრივულ განოყიერების სისტემას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს მის თესლში ზეთის შემცველობაზე და მოსავალზე. ზეთოვანი კულტურების ინსტიტუტის მონაცე-

მები ამტკიცებენ, რომ სრული სასუქის: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -10; K<sub>2</sub>O -15 და N -10კგ-ის რაოდენობით მწკრივული განოყიერების სახით იწვევს მოსავლის გადიდებას 1,5 ცენტნერთ, ხოლო გაორმაგებულია დოზამ კი შეიძლება მოსავალი გაადიდოს 2,4 ც-ით. მწკრივული განოყიერებისას კარგია მარცვლისებური სუპერფოსფატის გამოყენება.

მზესუმზირის ვეგეტაციის პერიოდში მინერალური სასუქების შეტანამ გამოიწვია მცენარის კვების გაძლიერება და შესაბამისად გადიდა მოსავალი. საქართველოში ჩატარებული მონაცემებით 20 კგ აზოტით გამოკვებამ გაადიდა მზესუმზირას მოსავალი 1,3 ც-ით, ხოლო იგივე დოზით სუპერფოსფატის შეტანამ კი 2,3 ც-ით. ყოველივე ამის გამო აუცილებელი ხდება მზესუმზირას მცენარის ვეგეტაციის განმავლობაში გამოკვება ჩატარდეს 2-ჯერ, პირველი 2-3 წყვილი ფოთლების ამოღების ფაზაში, ხოლო მეორე დაკოკრებისას გამოკვების სახით შეაქვთ N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, და K<sub>2</sub>O 15-15 კგ ხალასი საკვების ანგარიშით ჰა-ზე. ყველა გამოკვებისას საჭიროა ნაკვეთის მორწყვის ჩატარება.

### 7.8.2. თამბაქოს კულტურის განოყიერება

თამბაქო ერთწლიანი მცენარეა. მისი ფოთლები შეიცავს ალკალოიდ-ნიკოტინს, ეთერზეთებს, ფისებს, ორგანულ მუავებს და სხვა ნაერთებს. ფოთლებიდან ამზადებენ მაღალხარისხოვან მოსაწევ ნაწარმს - პაპიროსებს, სიგარეტს, სიგარას და სხვა.

მრავალი მონაცემი მოწმობს, რომ თამბაქოს ფოთლის შედგენილობა იცვლება ნიადაგურ-კლიმატური პირობების მიხედვით. მისი ფართობები გავრცელებულია მრავალ ქვეყანაში, აფრიკაში, ჩინეთში, ინდონეზიაში, ინდოეთში, მცირე აზიაში, რუსეთში, საქართველოში, სომხეთში, აზერბაიჯანში, ყირგიზეთში, უზბეკეთში და უკრაინაში. თამბაქოს მცენარის განვითარების ოპტიმალური რეაქცია მერყეობს 5,2-6,5 ფარგლებში.

თამბაქო მოჰყავთ სხვადასხვა ნიადაგზე, მაგრამ კარგი ნედლეული მიიღება მსუბუქი მექანიკური შედგენილობის, სტრუქტურული, ჰუმუსით არამდიდარ ნიადაგებზე (2-4%) ასეთ ნიადაგებს მიეკუთვნება რუხი, ტყის ყომრალი, გაეწერებული ნიადაგები. მის ხარისხს განსაზღვრავს ნიადაგის ნაყოფიერება. აზოტური კვების გაუმჯობესება ადიდებს როგორც ფოთლის მოსავალს, ისე მის ხარისხს, რადგან მასში იზრდება ნიკოტინის რაოდენობა, რომელიც ერთ-ერთ ძირითად მაჩვენებელს წარმოადგენს. ხოლო მისი სიმცირე კი იწვევს ყველა ამ აღნიშნული პროცესის უკუმიმართულებით წასვლას. ფოსფორის შეთვისება ძნელად ხსნადი ნაერთებიდან არ შეუძლია, ხოლო მის რეგულირების პროცესს დიდი მნიშვნელობა აქვს მოსავლიანობის გადიდებაში და პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებაში. კალიუმის შემცველობის გადიდება თამბაქოს ფოთლებში ზრდის წვეის უნარს, ამიტომ მისი 4-5%-მდე მშრალი ნივთიერებიდან შემცველობა დადებითად მოქმედებს ხარისხის ამ მაჩვენებელზე. ქლორის შემცველობის გადიდება კი იწვევს თამბაქოს წვის უნარის შემცირებას, ამიტომ არ არის სასურველი ქლორის შემცველი კალიუმიანი სასუქის გამოყენება თამბაქოს გასანოციერებლად. კალიუმი ასევე ადიდებს თამბაქოს ფოთლებში ნახშირწყლების რაოდენობას და ორგანული მჟავების.

თამბაქოს მცენარე საგრძნობლად აღარიბებს ნიადაგს. მისი მოსავლით ნიადაგიდან გადის დიდი რაოდენობით აზოტი და ნაცრის ელემენტები. 15 ცენტნერი თამბაქოს ფოთლის მოსავლის მიღების შემთხვევაში მცენარის მიწისზედა ნაწილები შეიცავენ: აზოტს (N)-90 კგ/ჰა, კალიუმს-68 კგ/ჰა, ფოსფორს -24 კგ/ჰა და CaO-102 კგ/ჰა. თამბაქოს მცენარე ნიადაგს უყენებს მოთხოვნილებას ადვილად ხსნად საკვებ ნივთიერებებზე. ერთი და იგივე ნაკვეთზე სისტემატიურად თამბაქოს მოყვანა მეტად აღარიბებს ნიადაგს და ასეთ ნიადაგებზე კვების რეჟიმის რეგულირების შემთხვევაში მნიშვნელოვნად დიდდება თამბაქოს მოსავალი.

თამბაქოს გასანოციერებლად გამოიყენება ორგანული, მინერალური სასუქები და კირიანი სასუქები. ორგანული სასუქებიდან ნიადაგში შეაქვთ ნაკელი, ტორფ-ნაკელიანი კომპოსტები, სიდერატები. მინერალური სასუქებიდან N-ani, P2O5-ian და K2O-iani სასუქები. აზოტიდან ძირითადად იყენებენ გოგირდმჟავა ამინომს, შარდოვანას და კალციუმის ციანამიდს; ფოსფორიანი სასუქებიდან სუპერფოსფატს, თომასის წიდას; კალიუმიანი სასუქებიდან: ნაცარს, კალმაგნეზიას, გოგირდმჟავა კალიუმს. ამ უკანასკნელის უქონლობის შემთხვევაში მას ცვლიან ქლორკალიუმით, ოღონდ იგი შეაქვთ შემოდგომაზე, რადგან ზამთრის ნალექებით ქლორი ჩაირეცხოს ფესვთა სისტემის გავრცელების არიდან, რომ ავიცილოთ მისი უარყოფითი მოქმედება. კირიანი სასუქებიდან იყენებენ კირის ფქვილს, ტკილებს, დეფიკაციურ ტალახს. ორგანული სასუქები შეაქვთ ღარიბ ნიადაგებზე 20-30 ტ/ჰა-ზე, ხოლო შედარებით მდიდარ ნიადაგებზე 18-20 ტ/ჰა-ზე მზრალად ხვნის წინ.

თამბაქოს კულტურის გასანოციერებლას იყენებენ მწვანე სასუქებს, რომელიც ითესება ძირითადი კულტურისაგან თავისუფალ დროს, ე.ი. გამოიყენება მწვანე სასუქის ნაწვერალის ფორმა (შუალედური ფორმა).

აფხაზეთის მეთამბაქოეობის საცდელი სადგურის მონაცემებით ღარიბ ნიადაგებზე კარგ შედეგს იძლევა ხანჭკოლა, ცერცველა-შვრიის ნარევი და ბარდა. სიდერატების თესვა უნდა ჩატარდეს ძირითადი კულტურებისაგან სავარგულის განთავისუფლებისთანავე არა უგვიანეს ოქტომბრის თვისა. მათი მოსავლიანობის გადიდებისათვის ხვნის წინ ნიადაგში შეაქვთ 3ც სუპერფოსფატი, 3 ც ქლორკალიუმი და 0,75 ც გოგირდმჟავა ამონიუმი. მწვანე სასუქის ჩახვნა უნდა მოხდეს თამბაქოს რგვამდე 20 დღით ადრე 18-20 სმ სიღრმეზე.

თამბაქოს კულტურის განოციერებისათვის გამოყენებული მინერალური სასუქების ნორმები იცვლება ნიადაგის ტიპების და ნაყოფიერების მიხედვით. მათი ნორმები ცალკეული მხარეებისა და ნიადაგების ტიპების მიხედვით არის სხვა-

დასხვა და საშუალოდ იცვლება ნიადაგების ნაყოფიერების მიხედვით: N70-210; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-300-350; K<sub>2</sub>O - 100-200 კგ/ჰა-ზე.

თამბაქოს კულტურისათვის სასუქები შეიტანება სამ ვადაში:

1. თამბაქოს ძირითადი განოციერების სახით ნიადაგის ღრმად დამუშავების დროს;

2. დარგვის წინ, მწკრივული განოციერების სახით;

3. თამბაქოს ვეგეტაციის პერიოდში გამოკვების სახით.

სუპერფოსფატის 75% შეიტანება ნიადაგის ძირითადი დამუშავების წინ 25 % მწკრივში თამბაქოს დარგვისას, ხოლო აზოტიანი სასუქი 50% შეიტანება მწკრივში დარგვის დროს და 50 % გამოკვების სახით მეორე კულტივაციის წინ გოგირდმჟავა ამონიუმის სახით.

იმ ნაკვეთებზე სადაც შეინიშნება კალიუმის შიმშილი, აღინიშნება თამბაქოს „ბაიყუშის“ დაავადება, ასეთ დროს აღნიშნული ნორმები, დარგვის წინ ნიადაგის დამუშავებისას შეაქვთ ჰა-ზე 5-6 ც ნაცარი. ურწყავ ნაკვეთებზე მწკრივში განოციერება უნდა ჩატარდეს დარგვამდე, სარწყავ ნაკვეთებზე კი დარგვის შემდეგ.

თამბაქოს მცენარე ხასიათდება შემდეგი თავისებურებებით. ესაა სანერგეებში ჩითილების გამოყვანა, რომლის განოციერება არის შემდეგი სახის. სანერგე მეურნეობაში აუცილებელია გადამწვარი ნაკელი, რომელიც არ არის საკმარისი მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის და საჭირო ხდება დამატებითი მინერალური გამოკვება მინერალური სასუქებით ან ფრინველის ნაკელის ხსნარით.

მინერალური სასუქებიდან გამოიყენება აზოტმჟავა ამონიუმი ან გოგირდმჟავა ამონიუმი, სუპერფოსფატი და გაგორდმჟავა კალიუმი. ერთი გამოკვებისათვის კვადრატულ მეტრზე საჭიროა 2 გ -N; 2გ -P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 3გ -K<sub>2</sub>O შემცველი სასუქები, რომლებიც შეიტანება ხსნარის სახით ნერგების მორწყვისას.

გამოკვება შეიძლება ფრინველის ნაკელის ხსნარით, რისთვისაც ერთ ვედრო ფრინველის ნაკელს კასრში ემატება 8-10 ვედრო წყალი და კარგად აირევა. დაღულებისთანავე მზეზე

რამდენიმე დღეს ტოვებენ, შემდეგ ატარებენ ქსოვილში და მორწყვის წინ წყლით ორჯერ აზავებენ. აღნიშნული ორივე სახის გამოკვების ჩატარების შემდეგ ფოთლები ჩითილების უნდა ჩამოირეცხოს სუფთა წყლით. გამოკვებას ატარებენ 3-4-ჯერ. უკანასკნელი გამოკვება ტარდება ჩითილების პირველ ამორჩევამდე 10-12 დღით ადრე.

## 7.9. მრავალწლიანი ბალახების, სათიბების და საძოვრების განოციერება

მრავალწლიანი ბალახების თესლბრუნვა იწყებს ნიადაგის თვისებების მკვეთრ გაუმჯობესებას. მრავალწლიანი ბალახებიდან ხშირად გამოიყენება პარკოსან მცენარეთა ოჯახიდან სამყურა და იონჯა, ხოლო მარცვლოვნებიდან – მინდვრის ტიმოთელა.

მრავალწლიანი პარკოსანი ბალახები იძლევა ცილით მდიდარ საკვებს, რომელიც საუკეთესოა ცხოველებისათვის. ასევე იგი ადიდებს ნიადაგის ნაყოფიერებას ნაწვერალში აზოტის დაგროვებით. აღნიშნული პარკოსანი ბალახები ერთსა და იმავე ადგილზე იზრდება 2-3 წელი. ძალზე მომთხოვნია ტენისა და არეს რეჰციისადმი, ოპტიმალურ არეს რეაქცია ამ მცენარეების ზრდა-განვითარებისათვის არის 6-7, ხოლო იონჯასათვის pH=8. ფესვებს პარკოსანი მცენარეები ივითარებენ ნიადაგის ღრმა ფენებში და აღწევენ 1,5 მ-მდე. საქართველოში ცნობილია სამყურას ორი ჯიში – ვარდისფერი და წითელი, რომელთაგან ფართოდაა გამოყენებული წითელი სამყურა. მას იყენებენ მწვანე სასუქად, სასილოსედ, სენაჟად, თივის, ბალახის ფქვილისა და პასტის სახით.

იონჯა ხასიათდება მაღალი კვებითი ღირებულებით. ის გაცილებით მეტ პროტეინს, კაროტინს, კალციუმს და ფოსფორს შეიცავს ვიდრე სამყურა ურწყავ პირობებში. იონჯა ასეთ პირობებში ითიბება 2-3-ჯერ და ჰა-ზე 25-30 ც თივა მიიღება, ხოლო სარწყავ პირობებში კი 5-6-ჯერ ითიბება და ჰა-

ზე მიიღება 200 ც მოსავალი. პარკოსანი მცენარეებიდან იონჯა ყველაზე მეტ აზოტს აგროვებს (300-350 კგ/ჰა) ატმოსფეროს აზოტიდან. მდელის ტიმოთელა მრავალწლიანი მარცვლოვანი ბალახია, ის კვებითი ღირებულებით სამყურას არ ჩამორჩება. სუფთა ნათესში იძლევა 30-60 ც თივას. მაქსიმალურ მოსავალს იძლევა 3 წელს. კარგად ვითარდება რუხ და მუავე რეაქციის ნიადაგებში, როცა pH – 5,5-5,9. გააჩნია კარგად განვითარებული ფუნჯა ფესვები, რომელიც ნიადაგში ჩადის 15-20 სმ სიღრმეზე.

ცნობილია მეცნიერთა მრავალწლიანი გამოცდილება, რომ მრავალწლიანი ბალახები კარგი წინამორბედაა საშემოდგომო პურეულისა და სელისათვის. მათ იყენებენ ნარევის და სუფთა სახით. მუავე ნიადაგები ამ მცენარეების თესვისათვის საჭიროებენ მოკირიანებას.

მრავალწლიანს ბალახებს საკმაო რაოდენობით გამოაქვს საკვები ელემენტები ნიადაგიდან, განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს მდელის ტიმოთელა რომელის ერთი ტონა თივის მოსავალი შეიცავს 15 კგ N; 7,0 კგ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, და 20,0 კგ K<sub>2</sub>O.

მრავალწლიანი ბალახები და მათ შორის პარკოსნები პირველ წელს ნაკლებ საკვებ ელემენტებს იყენებენ, ხოლო მეორე წელს ინტენსიური ზრდის გამო გადიდებულია ამ ელემენტებისადმი მოთხოვნილება. აღნიშნული მრავალწლიანი ბალახები დადებითად რეაგირებენ ორგანული სასუქების შეტანაზე, ღარიბ ნიადაგებზე ნაკელის შეტანა აღიძებს თივის მოსავალს 15-20 ც/ჰა.

მრავალწლიანი ბალახების განოყიერება იწყება თესვასთან დასაწყისში. საფარ კულტურებში სასუქების შეტანით. ორგანული სასუქის შეტანა ამ პერიოდში იწვევს საფარი კულტურის მოსავლიანობის გადიდებას და მასთან ერთად ბალახების თივის მოსავალისაც. საფარი კულტურების ქვეშ თუ ვერ მოხერხდა მინერალური სასუქების გადიდებული ნორმების შეტანა მაშინ მისი აღების შემდეგ საჭიროა ფოსფორიან-კალიუმიანი სასუქების გამოკვების სახით შეტანა. ფოსფორიან-კალიუმიანი სასუქები შეიტანება ადრე გაზაფხულზე 60-90

კგ/ჰა-ზე. აზოტიანი სასუქები კი გამოკვების სახით, ზომიერი ნორმებით 30-45 კგ სუფთა საკვები ელემენტების სახით. იონჯისა და სამყურას მოსავლიანობის გადიდებისა და ატმოსფეროს აზოტის ფიქსაციის გაძლიერებისათვის აუცილებელია დათესვამდე თესლის ნიტრაგინით დამუშავება. მუავე ნიადაგებზე საჭიროა კირის შეტანა თესლის შესველება მოლიბდენის ხსნარით (250გ 1 ც თესლზე), ამასთან ერთად ნიადაგში უნდა შევიტანოთ 1-2 კგ ბორი ხალასი ელემენტის ანგარიშით ბორის მუავას ან ბორიანი სასუქის სახით.

ნარევი ბალახების თესვიდან მეორე-მესამე წელს გათიბვის შემდეგ საჭიროა ფოსფორ-კალიუმიანი სასუქების შეტანა 30-45 კგ/ჰა-ზე სათესლედ. პარკოსანი ბალახების თესვისას მისი აკოკრების წინ საჭიროა შევიტანოთ 20-30 კგ აზოტი ამონიუმის გვარჯილის ან შარდლოვანას სახით.

**სათიბებისა და საძოვრების განოყიერება.საქართველოს** პირობებში სათიბებისა და საძოვრების არსებობა მჭიდროდაა დაკავშირებული მეცხოველეობის განვითარებასთან, რადგან იგი წარმოადგენს მათ საკვებ ბაზას. სათიბებსა და საძოვრებს დიდი ფართობები უკავია სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებში. ზოგიერთ ზონაში 50%-ს აღწევს. მიუხედავად ასეთი დიდი ფართობებისა იგი ვერ წყვეტს ყველანაირ საკითხს მეცხოველეობის განვითარებაში, რადგან არ ექცევა ჯეროვანი ყურადღება და ზოგიერთ რაიონების სათიბებში თივის მოსავალი 14 ც არ აღემატება ჰ-ზე.

ბუნებრივი სათიბების და საძოვრების გაუმჯობესებაში ვარჩევთ ზედაპირულ და რადიკალურ ღონისძიებებს. ზედაპირულში შედის ბუნჩნარებისა და ქვებისგან გასუფთავება, ამოშრობა, ფარცხვა, სასუქების გამოყენება, ნარევი ბალახებით გამოთესვა. რადიკალურ ძირეულ ღონისძიებებს მიეკუთვნება ნიადაგის დამუშავება, ბალახების თესვა, ჭაობების ამოშრობა რწყვა მინერალური სასუქების შეტანა გადიდებული ღირებულებით. სათიბებისა და საძოვრების ბოტანიკური შედგენილობა ძალზე მრავალფეროვანია, მასში შედის როგორც პარკოსნები, მარცვლოვნები ისე ნაირბალახები.

აღნიშნული ბოტანიკური შედგენილობის ბალახები ივითარებენ ძლიერ ფესვთა სისტემას, რომელთა ნაწილი აღწევს ნიადაგში 100-150 სმ სიღრმეზე, ხოლო ფესვთა სისტემის უმთავრესი ნაწილი კი გავრცელებულია ნიადაგის 0-20 სმ სიღრმეზე და ამის გამო დიდი მნიშვნელობა აქვს მათ სწორ განოციერებას. სათიბების და საძოვრების განვითარებისათვის ნიადაგის ოპტიმალური არეს რეაქცია უნდა იყოს სუსტი მჟავა და ნეიტრალური (pH=5,5-7,0). მდელოს ბალახებს ყოველწლიურად ნიადაგიდან გამოაქვს საკვები ნივთიერების საკმარაოდენობა, ყოველი 10 ც თივა შეიცავს აზოტს 15 კგ; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 5,6კგ და K<sub>2</sub>O-17 კგ. მდელოს ბალახების განვითარება იწყება ადრე გაზაფხულზე და მიმდინარეობს გვიან შემოდგომამდე, რაც აპრობებს მათით ძლიერ გადაიბებას ნიადაგებისას საკვები ნივთიერებებით. აქვე ისიც უნდა აღინიშნოს რომ ფართობიდან ხშირად ხდება მწვანე მასის გატანა სხვადასხვა ფაზაში, რის გამოც ნიადაგები კიდევ უფრო მეტად ღარიბდება, რადგან მდელოს ბალახები სხვადასხვა ფაზაში საკვები ელემენტებს სხვადასხვა რაოდენობით შეიცავს. იგი მწვანე მასასთან ერთად გადის ფართობიდან და უკან არ ბრუნდება. ამიტომ ეს დანაკლისი უნდა შეივსოს მინიმალური სასუქების ხარჯზე. მაგალითად: ბალახი თივის აღებისას საშუალოდ შეიცავს 1,5-2% N, 0,4-0,5% - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1,5-2% -K<sub>2</sub>O. ყოველივე ეს აპრობებს სასუქების გამოყენების მაღალ ეფექტურობას, რაც ნათლად ჩანს ი. ნაკაიძის მიერ დმანისში ჩატარებულ ცდებში. იგივე ცდებით დამტკიცებულია რომ სასუქები არა მარტო ზრდის თავის მრავალფეროვნებას. კერძოდ აზოტიანი სასუქების გამოყენება იწვევს მარცვლოვანი და ნაწილობრივ პარკოსანი ბალახების რაოდენობის გადიდებას, ნაირბალახების კერძოდ შხამიანი ბალახების და გვირილების შემცირებას, მაგრამ მისი მაღალი დოზები აღიღებს მარცვლოვნებს, ამცირებს პარკოსნებისა და ნაირბალახების რაოდენობას. მინერალური სასუქები იწვევს აგრეთვე თივის ხარისხის გაუმჯობესებას, მაში პროტეინის, სახამებლის, საკვები ერთეულის გადიდებას და უჯრედანის შემცირებას. გამოკვლევებით

დადგენილია რომ ფოსფორ-კალიუმიანი სასუქების ნორმების გადიდება იწვევს პარკოსნების ბალახნარის გადიდებას მარცვლოვნების შემცირების ხარჯზე. სასუქების გამოყენების საკითხი უნდა გადაწყდეს ნიადაგში P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ის და K<sub>2</sub>O მოძრავი საკვები ელემენტების შემცველობის მიხედვით.

საქართველოს მთის შავმიწა და მთა-მდელოს ნიადაგებზე ჩატარებული გამოკვლევები იძლევა საშუალებას გამოვიყენოთ მინერალური სასუქების შემდეგი ნორმები: N-60-90, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-90-120 და K<sub>2</sub>O-90-120 კგ/ჰა-ზე.

მინერალური სასუქებიდან სათიბებსა და საძოვრებზე გამოიყენება ამონიუმის გვარჯილა, შარდოვანა, სუპერფოსფატი, ქლორკალიუმი ან კალიუმის მარილი. ფოსფორი და კალიუმი შეაქვთ შემოდგომაზე (ნოემბერში) ან ადრე გაზაფხულზე (მარტში), აზოტიანი სასუქები კი კი მარტის ბოლო რიცხვებში ან აპრილის დასაწყისში. მინერალურ სასუქებს მიმოაბნევენ მთელ ზედაპირზე და სადაც საშუალება არსებობს, კბილებიანი ფარცხით ჩაუკეთებენ. სათიბებსა და საძოვრებზე მინერალურ სასუქებთან ერთად გამოიყენება ორგანული სასუქები, ნაკელის საუკეთესო დაზად ითვლება 20-30 ტონა გახრწნილი ნაკელი, 60-80 ტონა თხევადი ნაკელი. ორგანული სასუქები შეიტანება 3-4 წელიწადში ერთხელ. ორგანული სასუქები შეაქვთ სათიბებში უკანასკნელი მოთიბვის ან ბოლო გაძოვების შემდეგ. ორგანული სასუქების შეტანა უკეთესია ღრუბლიან ამინდში, წვიმის წინ სასუქებს მოაბნევენ მთელს ფართობზე და დამტკეპნს გაატარებენ.

სათიბების და საძოვრების ნაწილი საქართველოში არის მჟავე ნიადაგებზე და მათი ოპტიმალური არის რეაქციის შესაქმნელად საჭიროა მოკირიანება. კირიანი სასუქებიდან შეაქვთ დაფქული კირქვა, დეფიკაციური ტალახი ან სხვა კირიანი სასუქები. კირის მობნევის შემდეგ გაატარებენ კბილებიან ფარცხს. მისი ეფექტურობა იწყება შეტანიდან მეორე წელს და გრძელდება 7-10 წელს. გაკირიანებით იზრდება სასუქების ეფექტურობა და ბალახნარის ბოტანიკური მრავალ-

ფეროვნება, რაც თავის მხრივ აღიღებს ცხოველების მიერ ბალახის ჭამადობას და რძეში ცხიმთანობას.

ბოლო 3-4 ათეული წლის განმავლობაში დიდი ყურადღება მიექცა საძოვრებისა და სათიბების განოყიერებას მიკროელემენტებით. მათი უკმარისობა თივაში იწვევს ცხოველთა კვების პროცესის მოშლას, რამაც შეიძლება ცხოველის სერიოზული დაავადებაც გამოიწვიოს. ამიტომ მათი მცირე შემცველობის გამო ნიადაგში უნდა გამოვიყენოთ მიკროსასუქები. თუ 1 კგ ნიადაგში შედის 0,3-1,5 მგ Cu; 0,005-0,15 მგ Mg; 0,1-0,2 მგ B; 1,10 მგ Mn; 0,2-1,0 მგ Zn, მაშინ ასეთ ნიადაგებზე მცენარე არ არის უზრუნველყოფილი ამ მიკროელემენტებით და საჭიროა სათანადო სასუქების შეტანა.

მიკროელემენტების უმრავლესობა სათიბებსა და საძოვრებზე შეიძლება გამოყენებული იქნას ფესვგარეშე გამოკვების სახით, მაგალითად როგორცაა მოლიბდენი, სპილენძი, ბორი და სხვა, ოღონდ ხსნარის სახით მცირე კონცენტრაციით. აღნიშნული მიკროელემენტები არა მარტო აღიღებენ თივის მოსავალის რაოდენობას და ხარისხს, არამედ ხელს უწყობენ სხვა საკვები ელემენტების შესვლას მცენარეში. ამასთან ყურადღება უნდა მიექცეს მინერალური სასუქების მცენარეში დაგროვების საკითხს, რადგან ნიტრატების ჭარბმა შემცველობამ მცენარეში შეიძლება გამოიწვიოს ცხოველების საშიში დაავადებები.

## თავი 8. სასუქების გამოყენების ეკონომიური და ენერგეტიკული ეფექტიანობა

სოფლის მეურნეობაში სასუქების გამოყენების ღონისძიებები უნდა იყოს ეკონომიკურად მომგებიანი და ენერგეტიკულად მიზანშეწონილი. ჩვენს ქვეყანაში სასუქების გამოყენების წილი მოსავლიანობის გაზრდაში 40-50%-მდეა.

სასუქების პროგრესული და ნაკლებად ენერგო გახარჯვის ღონისძიებებისა და ტექნოლოგიების დამუშავებისათვის, მნიშვნელოვანია მათი აგრონომიული, ეკონომიკური და ენერგეტიკული ეფექტიანობის კომპლექსური შეფასება. ამჟამად ფართოდ არის გავრცელებული მხოლოდ სასუქების გამოყენების აგრონომიული ეფექტიანობის განსაზღვრა. მაგალითად: 1 ცენტნერი NPK სასუქის დამატებითი პროდუქციის ნაზღაურობა, მაგრამ სასოფლო-სამეურნეო საწარმოების თვითდაფინანსებასა და მთლიან სამეურნეო ანგარიშზე, უფრო მეტ გავრცელებას პოულობს სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა.

სამეურნეო ანგარიშის არსია იმაშია, რომ საწარმოები უბრალო ან გაფართოებულ აღწარმოებას ახდენდნენ საკუთარი რესურსებით, რომელსაც პროდუქციის რეალიზაციით იღებენ.

თვითდაფინანსება - არის მეურნეობის განვითარება საკუთარი სახსრებით. სამეურნეო ანგარიშზე გადასვლა მოითხოვს ყველა არსებული რესურსების გამოვლენას და მობილიზაციას, წარმოების მომჭირნეობით მართვას. ეს არის მნიშვნელოვანი პირობა ყველა მეურნეობის მოსამზადებლად თვითდაფინანსებაზე გადასვლისათვის.

## 8.1. სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის განსაზღვრა

სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა, ფაქტიური ნაზღაურობა – საშუალებას გვაძლევს სასოფლო-სამეურნეო წარმოების პირობებში გამოავლინოთ რესურსები, მათი გაზრდის გზები.

მინერალური სასუქების ეკონომიკური ეფექტიანობა განისაზღვრება ცალკეული კულტურებისათვის, ხოლო თუ საჭიროა, მთლიანად მემცენარეობისათვის. მინერალური და ორგანული სასუქების ეკონომიკური ეფექტიანობა განისაზღვრება მთლიანად მემცენარეობის დარგისათვის.

ცალკეული კულტურების ფაქტიური ეკონომიკური ეფექტიანობის განსაზღვრისას, შეფასდება მოსავლის მატება მიმდინარე ფასების მიხედვით. ეს საშუალებას იძლევა გამოვავლინოთ დანახარჯების მიზანშეწონილობა სასუქებით მიღებული მოსავლის მატების მიხედვით. თუ სასუქების ეფექტიანობა განისაზღვრება წლების მიხედვით – დინამიკაში, ფაქტიური და ნორმატიული ანაზღაურება სასუქებისა მოსავლით ხდება შესადარებელი ფასებით, რომელიმე კონკრეტული წლის მიხედვით. სამეურნეო ეფექტიანობა განისაზღვრება სასუქებით პროდუქციის წარმოების შედარებით, სასუქების გარეშე წარმოებისას, შემდეგი მაჩვენებლებით:

- პროდუქციის გამოსავლიანობა გამოყენებული სასუქების ერთეულზე;
- შრომის მწარმოებლურობა;
- პროდუქციის თვითღირებულება;
- სუფთა მოგება და წარმოების რენტაბელობა.

თუ დგას ამოცანა – განესაზღვროთ სასუქების გამოყენების ეკონომიკურად დასაბუთებული დოზები, მაშინ მაჩვენებლები შეიძლება შევამციროთ. ამ შემთხვევაში საკმარისია განისაზღვროს დამატებითი პროდუქციის გამოსავალი საკვებ ერთეულზე, ან 1 ლარზე, დანახარჯები სასუქების გამოყენებაზე და სუფთა მოგების სიდიდე 1 ჰექტარიდან. მეურნე-

ობაში სასუქების გამოყენების ეფექტიანობის განსაზღვრისას, გაიანგარიშება შეტანილი სასუქების რაოდენობა კულტურის ქვეშ და კულტურების მოსავლიანობის აღრიცხვის სტატისტიკური და ბუღალტერული მონაცემები, პროდუქციის თვითღირებულება სარეალიზაციო ფასებით, შრომითი დანახარჯები და სხვა. სასუქების გამოყენების ეფექტიანობის ყველაზე უფრო მტკიცე და ობიექტური მონაცემები მიიღება მაშინ, როცა ანალიზებენ მოსავლის მონაცემებს, მოსავლის მატებას, შემოსავლებს და დანახარჯებს 5 წლისა და მეტი ხნის.

მინერალური სასუქების ეკონომიკური ეფექტიანობას პერსპექტივაში გაიანგარიშებენ ტექნოლოგიური რუკების საფუძველზე, რომლებიც დგება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანისათვის, მოსავლიანობის დაგეგმილი მაჩვენებლებით, მინერალური სასუქების შეტანის წლიური დოზებით და მათი გამოყენებით მიღებული მოსავლიანობის მატების მაჩვენებლებით.

სასუქების გამოყენების ეფექტიანობის შეფასების ყველაზე უფრო ჭეშმარიტი მეთოდია – საწარმოო ცდა. საწარმოო ცდა ტარდება საერთოდ მიღებული მეთოდის მიხედვით. ამ დროს ყველა ფაქტორები, გარდა შესასწავლისა, აუცილებლად უნდა იყოს შედარებითი, ე.ი. უნდა დაცული იქნას ერთადერთი სხვაობის პრინციპი.

**სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის მაჩვენებლის განსაზღვრის წესები:**

მოსავლის მატების რაოდენობის განსაზღვრა.

მოსავლის მატების რაოდენობის განსაზღვრა 1 ჰექტარიდან

(V კვ) შეიძლება

გამოანგარიშებული იქნას ფორმულით:

$$V_{\text{გ}} = (m_{\text{გ}} - m_{\text{ს}}) \cdot 100$$

სადაც:  $m_{\text{გ}}$  - რაიონის ან ოლქის ფაქტიური მოსავლიანობა ც/ჰა;

$m_{\text{ს}}$  - სასუქების წილი იმ მოსავალში რომელიც განისაზღვრება სასუქებზე ცდის მრავალწლიანი საშუალო მონაცემებით – პროცენტებში. მოსავლის მატება სასუქების გამოყენე-

ბით შეიძლება განისაზღვროს საწარმოო ცდების მონაცემებით, დანახარჯების ნორმატივებით (სასუქების), მოსავლის ნამეტის ერთეულზე დახარჯული სასუქებით (ცხრილი – 8.1.1).

გაანგარიშებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ სასუქების დანახარჯების სამაგალითო ნორმატივები, ნამატი მოსავლის ერთეულზე და სასუქის ნაზღაურობა, რომლებიც დამუშავებული იყო აგროქიმიური სამსახურის მონაცემების საფუძველზე.

ცხრილი 8.1.1.

**დახარჯული სასუქების ნორმატივების გამოყენება მოსავლის მატების ერთეულზე და სასუქების გამოსყიდვაზე**

№	კულტურები	სასუქების დახარჯული საკვები ელემენტების შედგენილობა, კგ 1ტ. მოსავალზე				სასუქით გამოყენებული მოსავლის მატება ტ-ში
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	სულ	
1	მარცვლეული	72	102	60	234	4,3
2	შაქრის ჭარხალი	11	12	11	34	29,2
3	მზესუმზირა	148	226	48	422	2,4
4	კარტოფილი	13	13	12	38	26,6
5	ხეხილი	8	8	8	24	42,6
6	სილოსი	10	9	8	27	37,2
7	ერთწლიანი და მრავალწლიანი ბალახები (თივა)	21	32	33	86	11,6
8	მრავალწლიანი ნარგავები და კენკროვნები	27	23	21	71	14,1

სასუქების გამოყენებით, მოსავლის ნამატის ოდენობის განსაზღვრა ნორმატივების გამოყენებით, შეიძლება გაანგარიშებული იქნას მაშინ, თუ მეურნეობაში არის მოსავლის მონაცემები, რომელიც მიღებული იქნა სასუქების გამოყენებ-

ლად, მაგრამ მიწათმოქმედების კულტურის დონის შესაბამისად მიღწეული მოსავლიანობის მონაცემებით. უსასუქოდ მიღებული მოსავლის დონე კი უნდა განისაზღვროს ცდის მონაცემებით.

**2. მინერალური სასუქებით ( A ) მიღებული ნამატი მოსავლის დანახარჯები გაიანგარიშება ფორმულით:  $A=A_{\text{ს}} + A_{\text{ს.შ.}} + A_{\text{ს.დ.}} + A_{\text{ს.ბ.დ.}} + A_{\text{ს.მ.თ.}}$**

სადაც:

$A_{\text{ს}}$  - მეურნეობის დანახარჯები სასუქების შექენაზე, ასორტიმენტისა და სოფლის მეურნეობის ფასებში;

$A_{\text{ს.შ.}}$  - დანახარჯები, მინერალური სასუქების გადმოტვირთვაზე, შენახვაზე, მომზადებაზე, გადატანაზე მინდორში და შეტანაზე;

$A_{\text{ს.დ.}}$  - დანახარჯები სასუქებით მიღებული ნამატი მოსავლის აღებაზე, გადატანაზე მინდვრიდან და გადაამუშავებაზე;

$A_{\text{ს.ბ.დ.}}$  - დანახარჯები ნამატი მოსავლის რეალიზაციაზე, ან შესანახად შეტანაზე საწყობში;

$A_{\text{ს.მ.თ.}}$  - საერთო საწარმოო, საერთო სამეურნეო და სხვა დანახარჯები, საბუღალტრო აღრიცხვით ნამატი მოსავლის თვითღირებულების განსაზღვრით.

**3. მინერალური სასუქების გამოყენებით მიღებული სუფთა შემოსავლის განსაზღვრა.**

სასოფლო – სამეურნეო კულტურების ქვეშ სასუქების გამოყენების შედეგად, მეურნეობის მიერ მიღებული სუფთა შემოსავალი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$S.მ.=(\text{დ} + \text{თ.დ.}) - \text{ხ.ჯ.}$$

სადაც: **დ** – ძირითადი პროდუქციის ღირებულება, რომელიც მიღებულია სასუქების გამოყენების შედეგად – ლარებში;

**თ.დ.** – თანმხლები პროდუქციის თვითღირებულება;

**ხ.ჯ.** – სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებული ხარჯების ჯამი.

4. სასუქების გამოყენების რენტაბელობა. შეიძლება განისაზღვროს 1 წლით, ან სასუქების გამოყენების მთელ პერიოდით, შემდეგტექნიკების გათვალისწინებით

$$P = \left( \frac{\sum (a + m \cdot a)}{b \cdot N} \right) \cdot 100 \quad P = \left( \frac{\sum a + m \cdot \sum a}{b \cdot N} \right) \cdot 100$$

სადაც: P რენტაბელობა არის % -ში;

$(a + m \cdot a)$  – ღირებულება დამატებით მიღებული ძირითადი და თანმხლები პროდუქციისა, რომლებიც სასუქების გამოყენებით მიიღება.

$\sum (a + m \cdot a)$  – ნამატი პროდუქციის ღირებულება სასუქების მოქმედების მთელ პერიოდში.

$\sum b \cdot N$  – დანახარჯების ჯამი, წარმოქმნილი სასუქების მგამოყენებით.

5. პროდუქციის ერთეულის თვითღირებულების შეცვლა, სასუქების გამოყენების შედეგად

$$C_0 = \frac{A_0}{Y_0}, \quad C_Y = \frac{A_0 + Y_{YD}}{Y_0 + Y_{YD}}$$

სადაც  $C_0$  – პროდუქციის ერთეულის თვითღირებულება სასუქების გამოყენების გარეშე – ლარებში;

$A_0$  – დანახარჯები 1 ჰა-ზე, სასუქების გარეშე;

$A$  – დამატებითი დანახარჯები სასუქების გამოყენებაზე, მოსავლის აღებაზე, 1 ჰა-ზე ლარებში;

$Y_0$  – მოსავალი 1 ჰა-დან, სასუქების გარეშე;

$Y_{YD}$  – მოსავლის ნამატი 1 ჰა-ზე სასუქების გამოყენების შედეგად.

6. შრომის ნაყოფიერება განისაზღვრება ფორმულით:

$$\Pi_H = \frac{F_H}{F_0}, \quad \Pi_H = \frac{F_0 + Y_{YD}}{F_0 + Y_{YD}}$$

სადაც:  $\Pi_H$  - შრომის ნაყოფიერება სასუქების გარეშე, 1 კაც-საათი;

$\Pi_Y$  - შრომის ნაყოფიერება სასუქების გამოყენებით 1 კაც-საათში;

$T_0$ - შრომითი დანახარჯები პროდუქციის წარმოებაზე – 1 ჰა-ზე, სასუქების გარეშე კაც საათებში;

$T_{YD}$ - დამატებითი შრომითი დანახარჯები 1 ჰა-ზე, სასუქების გამოყენებით კაც-საათებში.

7. სასუქების გამოყენების რენტაბელობა (P) თესლბრუნვაში მათი მოქმედების მთელ პერიოდში;

შეიძლება გამოიხატოს ფორმულით:

$$P = \frac{\sum C - \sum A}{\sum A} \cdot 100$$

სადაც:  $\sum C$  – პროდუქციის ჯამური ღირებულება არის, რომელიც მიღებულია სასუქების გამოყენებით თესლბრუნვაში – ლარებში.

$\sum A$  – ნამატი მოსავლის თესლბრუნვაში, სასუქებზე და მოსავლის აღებაზე დახარჯული სახსრების ჯამი.

## 8.2. სასუქების გამოყენების ენერგეტიკული ეფექტიანობის განსაზღვრა

სასოფლო-სამეურნეო წარმოების შემდგომი ინტენსიფიკაცია, კულტურათა მოსავლიანობის ზრდა, დაკავშირებული იქნება ენერჯის ფასწარმოქმნასთან, რომელიც წარმოიშობა სასუქების გამოყენების გადიდების ხარჯზე. მის გამო, პერსპექტივაში, მნიშვნელოვანია დავამუშაოთ და გამოვიყენოთ ისეთი ტექნოლოგიები, რომლებშიც ყველაზე უფრო ცოტაა ენერჯის დანახარჯები სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოებაზე, ეს კი სპეციალისტებისაგან მოითხოვს, პროგრესულ ტექნოლოგიებში, სასუქების გამოყენების ეფექტიანობის გაანგარიშების საფუძვლების ცოდნას.

სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაში დაგროვებული ენერგია ფასდება მეგაჯოულებში (Mგჯ) ქართულად (მგჯ).

ამ მაჩვენებლის გათვალისწინება ხდება ძირითად პროდუქციაში და საერთო მოსავალში, თანმხლები პროდუქციის გათვალისწინებით. გამოყენებული მინერალური სასუქების ენერგიის რაოდენობა, რომელიც დაგროვილია სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაში, განისაზღვრება ფორმულით:

$$V_f = \sum Y_n R_i \cdot L \cdot 100 \text{ მეგაჯოული/ჰა-ზე.}$$

სადაც:  $V_f$  – ენერგიის შემცველობა ძირითად პროდუქციაში (სასოფლო-სამეურნეო ნაწილი);

$\sum Y_n$  – მოსავლის ნამეტი, სასოფლო-სამეურნეო კულტურის ძირითადი პროდუქციისა, სასუქების გამოყენებით – ც/ჰა.

$R_i$  – არის სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ერთეულის გადასაყვანი კოეფიციენტი მშრალ ნივთიერებაში;

$L$  – არის საერთო ენერგიის შემცველობა 1 კგ ძირითადი პროდუქციის მშრალ ნივთიერებაზე მჯ:100 არის ენერგიის გადაყვანის კოეფიციენტის მაჩვენებლებისა ცენტრებიდან კილოგრამებში (ცხრილი 8.2.2.) ენერგიის დანახარჯების ერთობლიობაში, რომელიც საწარმოო პროცესის განსახორციელებლად ხდება, მინერალური სასუქების 1 კგ მოქმედ ნივთიერებებზე, განისაზღვრება ენერგიის შემდეგი ოდენობით (მეგაჯოულებში), აზოტიანი სასუქები – 86,6 (ა<sub>y</sub>), ფოსფორიანი სასუქები – 12,6, კალიუმიანი – 8,3, ნაკელი (80% სინესტისას) – 0,42 (ცხრილი – 8.2.3).

ყველაზე უფრო მცირე ენერგეტიკული ეფექტიანობა გააჩნია აზოტიან სასუქებს, რაც აიხსნება მათი წარმოების უფრო მაღალი ენერგო დანახარჯებით, ფოსფორიან და კალიუმიან სასუქებთან შედარებით.

ცხრილი 8.2.2 სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მშრალ ნივთიერებაზე გადასაყვანი კოეფიციენტები

№	კულტურის დასახელება	პროდუქციის მშრალ შემადგენლობაში გადასაყვანი კოეფიციენტი (R <sub>i</sub> )	საერთო ენერგიის შემცველობა 1კგ მშრალ შემადგენლობაში (I) მგ.ჯ.	საერთო ენერგიის შემცველობა 1კგ მოსავალში და ნატურაში (R <sub>i</sub> -I) მგ.ჯ.
1	საშემოდგომო ხორბალი (მარცვალი)	0,86	19,13	14,45
2	საგაზაფხულო ხორბალი	0,86	19,31	16,61
3	ჭვავი (მარცვალი)	0,86	19,49	16,76
4	ქერი (მარცვალი)	0,86	19,13	16,45
5	შვრია (მარცვალი)	0,86	18,80	16,17
6	გრეხინა (მარცვალი)	0,86	19,38	16,67
7	ბრინჯი (მარცვალი)	0,86	18,59	15,99
8	ლობო (მარცვალი)	0,86	20,68	17,78
9	სიმინდი (მარცვალი)	0,86	17,60	15,14
10	შაქრის ჭარხალი	0,14	18,26	2,56
11	მზესუმზირას თესლი	0,92	19,38	17,83
12	სოია (მარცვალი)	0,88	20,57	18,10
13	არტოფილი	0,20	18,29	8,66
14	ბახჩეული კულტურები	0,11	14,90	1,64
15	ხეხილი	0,10	14,36	1,44
16	მრავალწლიანი ბალახები (თივა)	0,20	18,91	3,78
17	ერთწლიანი ბალახები (თივა)	0,20	16,39	3,28
18	თამბაქო	0,45	20,20	9,09

მინერალური სასუქების გამოყენების ენერგეტიკული დანახარჯები (A) განისაზღვრება ფორმულით:

$$A_0 = (HN + aN) + (Hp + an) + (Hk \cdot ak) \text{ მეგაჯოული.}$$

სადაც: Hn, Hp, Hk – არის აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანის ფაქტიური დოზებია მოქმედი ნივთიერების კგ/ჰა.

aN, ap, ak – არის ენერგეტიკული დანახარჯები 1 კგ მოქმედ ნივთიერებაზე გაანგარიშებით, აზოტის, ფოსფორისა და კალიუმისა.

ცხრილი 8.2.3.

**ენერგოდანახარჯები მინერალური და ადგილობრივი სასუქების წარმოებაზე**

№	სასუქების სახეები	ენერგოდანახარჯები მგ.ჯ/კგ
მინერალური სასუქების წარმოება		
1	აზოტიანი	86,8
2	ფოსფორიანი	12,6
3	კალიუმიანი	8,3
4	კომპლექსური	51,5
ადგილობრივი სასუქების წარმოება		
1	ნაკელი (80% ტენიანობა)	0,42
2	ტორფ-ნაკელიანი კომპოსტი (60% ტენიანობა)	1,70
3	კირიანი სასუქები	3,80
4	ადგილობრივი მინერალური სასუქები	2,90

ენერგეტიკული ეფექტიანობა (ბიოლოგიური მარგი ქმედების კოეფიციენტი – ბმქკ), მინერალური სასუქების გამოყენებით (P), განისაზღვრება ფორმულით:

$$\eta = \frac{V_{\text{გ}}}{A_{\text{გ}}}$$

სადაც  $\eta$  – არის ენერგეტიკული ეფექტიანობა (ენერგიის გაცემა) ანუ ბიოლოგიური მარგიქმედების კოეფიციენტი-ერთეულებში

$W_{\text{ბ}}$  – არის ენერგიის ოდენობა, მიღებული ძირითადი პროდუქციის ნამატით – სასუქების გამოყენებისას – მეგაჯოულებში;

$A_{\text{ო}}$  – არის ენერგოდანახარჯები სასუქების გამოყენებით – მეგაჯოულებში.

პირველი გაანგარიშების, მაგალითი: ენერგეტიკული ეფექტიანობის გაანგარიშება სასუქების გამოყენებისას, საშემოდგომო მარცვლოვანი კულტურების ინტენსიური ტექნოლოგიით კულტივირების პირობებში.

1. მარცვლოვანი კულტურების მოსავლიანობა – 27.0 ც/ჰა;
2. მინერალური სასუქების დოზები – N<sub>80</sub>, P<sub>64</sub>R<sub>37</sub>;
3. მოსავლის ნამატი სასუქების ხარჯზე – 7 ც/ჰა

$$\eta = \frac{V_{\text{გ}}}{A_{\text{გ}}} = \frac{700 \cdot 16 \cdot 45}{80 \cdot 86,6 + 64 \cdot 12,6 + 37 \cdot 8,3} = 1,43 \text{ ერთეულს}$$

ე.ი. ენერგეტიკული თვალსაზრისით, მარცვლეული კულტურების მოვლა – მოყვანის ინტენსიური ტექნოლოგიები ეფექტიანი იყო, რადგან ენერგიეს მიღება იყო ერთზე მეტი.

**მეორე გაანგარიშება:**

მინერალური სასუქებისა და ნაკელის ეფექტიანობა კარტოფილის კულტივირებისას”:

კარტოფილის მოსავალი – 210 ც/ჰა;

მინერალური სასუქის დოზები – N<sub>105</sub>, P<sub>685</sub> K<sub>142</sub> ნაკელი 76 ც/ჰა.

კარტოფილის მოსავლის ნამატი, სასუქების გამოყენებით – სულ – 126 ც/ჰა, მათ შორის: მინერალური სასუქებით – 70 ც/ჰა, ნაკელით – 56 ც/ჰა.

მინერალური სასუქების ენერგეტიკული ეფექტიანობა, კარტოფილის კულტურებისათვის

$$\eta_{\text{მრ}} = \frac{V_{\text{გ}}}{A_{\text{გ}}} = \frac{700 \cdot 8,66}{105 \cdot 86,6 + 68,5 \cdot 12,6 + 142 \cdot 8,3} = \frac{60620}{11243} = 2,26 \text{ ერთეულს}$$

ამრიგად, ენერგეტიკული დანახარჯების ერთეულზე მიღებულია – 2,26 ენერგიის ერთეული, რომელიც მინერალური სასუქების გამოსყენებით მიღებულ ნამატ მოსავალშია.

ნაკელის ენერგეტიკული ეფექტიანობა კარტოფილის კულტივირებისას

$$\eta = \frac{V_{f_2^0}}{A_{f_2^0}} = \frac{5600 \cdot 3.66}{76000 \cdot 0.42} = \frac{20496 \text{ კჯ}}{31920 \text{ კჯ}} = 0,64 \text{ ერთეულს}$$

მინერალური სასუქებისა და ნაკელის ერთობლივი ენერგეტიკული ეფექტიანობა კარტოფილის კულტურებისათვის:

$$\eta_c = \frac{f_2^0 - f_1^0}{A_2^0 - A_1^0} = \frac{2562 + 20496}{11343 + 31930} = \frac{46116 \text{ კჯ}}{42263 \text{ კჯ}} = 1,07 \text{ ერთეულს}$$

თუმცა მთლიანობაში ინტენსიური ტექნოლოგიების კარტოფილის წარმოებაში ეფექტიანია, მაგრამ აღინიშნება მნიშვნელოვანი განსხვავება ენერგოგაცემაში, მინერალური სასუქების და ნაკელის შემთხვევაში.

აგროქიმიური სამსახურის მინდვრის ცდების მრავალწლიანი მონაცემებით, საშუალოდ, ენერგეტიკული მარგი ქმედების კოეფიციენტი სასუქების გამოყენებისას, ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მონაცემებით, 0,86 – 2,2 ერთეულს შორის ცვალებადობს.

ყველა მარცვლეული კულტურების ენერგოგაცემა ძირითადად კულტურებისათვის სჭარბობს 1 ერთეულს, ხოლო ყველაზე მეტი არის სიმინდისათვის – 1,47 ერთეული. ბიოლოგიური მასის მიხედვით, მაღალი ენერგოგაცემის კოეფიციენტი გააჩნიათ თითქმის ყველა კულტურას. ენერგეტიკული დანახარჯები მინერალური სასუქებისათვის, 1 ცენტნერ ძირითადი მოსავლის ნამატზე, კულტურების მიხედვით, შეადგენს 8,05 (სიმინდისათვის) და 2478 მეგაჯოულს (სელის ბოჭკოსათვის).

სასუქების გამოყენების აგრონომიული ეკონომიკური და ენერგეტიკული ეფექტიანობის გაანგარიშებანი საშუალებას იძლევიან უფრო ობიექტურად და კომპლექსურად შევაფასოთ სასუქების გამოყენების სისტემა, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ინტენსიური ტექნოლოგიებში გამოყენების პირობებში.

## თავი 9. აგროქიმიური ხელშეწყობის მინდვრისა და სავაჭარო მეთოდები

### 9.1. მინდვრის ცდები სასუქებზე

მინდვრის ცდა – არის კვლევების ჩატარება მინდვრის პირობებში, სასუქების მოქმედების დასადგენად კულტურების ზრდა-განვითარებისა და მათ მოსავლიანობაზე, მიღებული პროდუქციის ხარისხზე და ნიადაგების ნაყოფიერების მაჩვენებლებზე.

ეს არის კულტივირებულ მცენარეთა რეაქციის შესწავლის ბიოლოგიური მეთოდი გამოსაცდელი სასუქების სახეებზე, დონეებზე, ნიადაგის შეტანის ხერხებსა და ვადებზე, სხვადასხვა ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში. ამ პირობების ზუსტი დახასიათების გარეშე, ცდის შედეგები არ შეიძლება გადავიტანოთ სხვა ანალოგიურ ტერიტორიებზე. ეს მდგომარეობა განაპირობებს იმის მიზანშეწონილობას და აუცილებლობას, რომ მინდვრის ცდებში, ერთდროულად ჩატარდეს მეტეროლოგიური, ნიადაგური, ბიოლოგიური, ქიმიური, ფიზიკო-ქიმიური კვლევები. ველაფერი ეს საჭიროა იმისათვის, რომ განისაზღვროს მიღებული შედეგების სიზუსტე, ტიპიურობა, ჭეშმარიტება და მათი გამოყენების შესაძლებლობა სხვა ტერიტორიებზე, აგრეთვე მიღებული შედეგების კვალიფიცირებული შეფასებისათვის, რომ წარმოდგენა მივიღოთ მცენარეთა მიერ საკვები ელემენტების მოხმარებაზე ნიადაგიდან და სასუქებიდან მათ ბალანსზე, ნიადაგის კვების რეჟიმზე, მიღებული პროდუქციის ხარისხზე, შესწავლილი ფაქტორების ეკონომიკურ, აგრონომიულ და ენერგეტიკულ ეფექტიანობის შესახებ.

მინდვრის ცდების შედეგებს იყენებენ არამარტო მეცნიერებაში, არამედ პრაქტიკაშიც – სოფლის მეურნეობაში მინერალური სასუქების გამოყენების მოცულობის, სახეებისა და ფორმების, მელიორანტების და სხვა ქიმიური საშუალებების,

აგრეთვე მათი შეტანა მანქანებისა და მექანიზმების სახით, რომლებიც სოფლის მეურნეობაში გამოიყენებიან.

მინდვრის ცდები გამოიყენება რამოდენიმე სახის, მათი დანიშნულების მიხედვით:

**მინდვრის (ლაბორატორიულ-მინდვრის) ცდები** – ატარებენ სპეციალურად გამოყოფილ ნაკვეთებზე, (საცდელ მინდვრებზე) სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებში და მეურნეობებში, სადაც ცალკეული ფაქტორების, ხერხების, მათი კომბინაციების მცენარეზე და ნიადაგზე მოქმედება შესწავლდება. მათი დეტალური განცალკევებით და კვლევების სხვა მეთოდებთან ურთიერთკავშირში.

ასეთი ცდების განზოგადებული შედეგები შეიძლება გამოყენებული იქნას ცალკეული ზონებისა და რეგიონების მასშტაბით.

**საწარმოო ცდები** – მათ ატარებენ ვარიანტების მცირე რიცხვით (2-3). მეურნეობებში კონკრეტულ ნიადაგურ-აგროტექნიკურ და ორგანიზაციულ-სამეურნეო პირობებში მინდვრისა და ლაბორატორიული მინდვრის ცდების შედეგების კონკრეტულ პირობებში დასაზუსტებლად – რეკომენდებული ხერხის სამეურნეო პირობებში მათი ეფექტიანობის დასადგენად.

საწარმოო ცდებში საცდელი დანაყოფების ზომები დია – 500-1000 მ.კვ-დან 1-2 ჰექტარამდე და მეტიც. შედეგები გამოიყენება უფრო პატარა რაიონებისათვის, სადაც, ანალოგიური ნიადაგურ-კლიმატური და ორგანიზაციულ-სამეურნეო პირობებია.

**მრავალწლიანი ცდები** - ასეთ ცდებს ატარებენ ერთ გეოგრაფიულ პუნქტებში 5-10 წლით და მეტი ხანგრძლივობით, მათ სტაციონალურ ცდებს უწოდებენ.

მრავალწლიანი ცდების ჩატარების მიზანია- შესასწავლი ფაქტორების მოქმედების აღრიცხვა მრავალი წლის ამინდების მოქმედების პირობებში ცალკეული მეტეოპირობების თვისებრივი შესწავლისათვის. მათი განმეორებადობა უნდა იყოს არანაკლებ 3-4 წელი. მრავალწლიანი ცდებს ატარებენ

სასუქების მცენარეებსა და ნიადაგზე – სასუქების ქმედებისა და შემდეგქმედების დასადგენად, სასუქების სახეების, დოზების, ფორმების, ხერხებისა და ვადების შედარებით ეფექტიანობის დასადგენად.

**ერთწლიანი ცდები** – ამ ვადებს ატარებენ ყოველწლიურად ახალ-ახალ ნაკვეთებზე როცა შესასწავლი ფაქტორი ისწავლება მხოლოდ 1 წელს – ერთ სავეგეტაციო პერიოდში.

**ერთფაქტორიანი (მარტივი) ცდები** – ცდაში შეისწავლება მხოლოდ ერთი, რომელიმე ფაქტორი.

**მრავალფაქტორიანი (კომპლექსური) ცდები** - ასეთი ცდების სქემაში არის ორი ან მეტი შესასწავლი ფაქტორი, ხერხი ან პირობები. მაგალითად – სასუქები და პესტიციდები, სასუქები და მორწყვა, სასუქები და მელიორანტები, ან სასუქები სხვადასხვა სახეებისა და ფორმების.

**ერთეული ცდები** - ანუ ეპიზოდური ცდები ატარებენ სხვადასხვა სქემებით და პროგრამებით, ცალკეულ ადგილებში სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულებები.

**მასიური (გეოგრაფიული) ცდები** – ტარდება საერთო თემატიკით, ერთიანი, შეთანხმებული სქემებით, რომ შედეგები განზოგადდეს. ასეთი ცდების მიზანია შესწავლილი იქნას ბუნებრივი პირობების გავლენის დადგენა ცალკეულ შესასწავლ ფაქტორზე.

ცდის დანაყოფების სიდიდის მიხედვით, ცდები იყოფიან:

საწარმოო ცდები – 500-1000კვ.მ. – დან 1-2 ჰექტარამდე;

მინდვრის ცდები მჭიდრო ნათესებში – 50-100 კვ.მ.

სათონს კულტურებში 100-200 კვ.მ.

მრავალწლიანი ცდებში – 200-400 კვ.მ.

მიკრო მინდვრის ცდებში 200-300 სმ – 1-3 კვ.მ.

მცირე დანაყოფებიანი ცდებში – 10-20კვ.მ.

მინდვრის ცდის დაყენებისა და ჩატარებისათვის არსებობს აუცილებელი მეთოდური მოთხოვნები ცდების ხარისხოვნად ჩატარებისათვის.

**ერთადერთი განსხვავების პრინციპი** – რაც გამოიხატება, იმაში რომ ცდაში უნდა იყოს ერთადერთი განსხვავებული

შესასწავლი ვარიანტი, ცდის დანარჩენი პირობები ერთგვარია;

**მინდვრის ცდის ტიპიურობა ანუ რეზეპრენტატულობა** – ეს არის ცდის ჩატარების პირობების ნიადაგურ კლიმატურ და ორგანიზაციულ-სამეურნეო პირობებთან, სადაც გამოყენებული იქნება ცდის შედეგები;

**რაოდენობრივი შედეგების სიზუსტე** – ეს არის ცლაში შესწავლილი ხერხის, პირობების ან მათი შეფარდებითი ეფექტიანობის მაჩვენებელი, გამოხატული ობიექტურ მონაცემებში. ე.ი. ცლაში მიღებული შედეგების ჭეშმარიტ შედეგებთან იდენტურობის ხარისხი, რაც გამოიხატება ცდის სიზუსტეში, ცდომილებების გათვალისწინებით. რაც უფრო პატარაა დანაყოფი, მით უფრო ზუსტი უნდა იყოს დაკვირვების მონაცემები.

შემთხვევითი ცდომილებების გამოსარიცხავად იყენებენ დანაყოფის გამოთიშვას, ან მისი ნაწილის გამოკლებას.

ცდის სიზუსტეს განსაზღვრავენ მიღებული მონაცემების მათემატიკური დამუშავების გზით – ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდებით.

**ცდის სარწმუნოება** – მჭიდროდ არის დაკავშირებული მის სიზუსტესთან.

**ცდის შედეგების სარწმუნოება** – ეს არის მათემატიკურად დამტკიცებული სხვაობა ცდის შესაღარებელ ვარიანტებს შორის, რომელიც აღგენს შემთხვევითი ცდომილებების საზღვრებს. ამიტომ ცდის შედეგების ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდებით დამუშავება არის აუცილებელი პირობა ცდის ხარისხიდან ჩატარებისას იყენებენ – მინდვრის სამუშაოების დღიურს. ყველა ცდის პირველადი დოკუმენტაცია შეტანილია მინდვრის ცდის კურნალში, რომელშიც გადააქვთ დღიური ჩანაწერები, ანალიზის შედეგები და სხვა მაჩვენებლები. იგი ცდის ძირითადი დოკუმენტია.

## 9.2. სასუქებზე ცდების სქემების შედგენა

**ცდის სქემა** – არის ყველა შესაღარებელი ვარიანტების ერთობლიობა, მათ შორის ერთი ვარიანტი შეიცავს შესასწავლ ხერხს ან პირობას, სხვები კი გამოიყენება შესაღარებლად.

**ცდის ვარიანტი** – ეს არის მცენარის კულტურებისათვის მიღებული ხერხების ერთობლიობა რომლებიც ხორციელდება ყველა განმეორებებში.

**საცდელი დანაყოფი** – ცდის ელემენტარული შემადგენელი ნაწილია, რომელზედაც ხორციელდება მცენარის კულტურების ყველა ხერხები, რაც მიღებულია მოცემული ვარიანტისათვის და მეორდება ყველა განმეორებებში.

საცდელი მუშაობის პირველ აუცილებელ პირობას წარმოადგენს ცდის მიხეხებისა და ამოცანების ზუსტი ფორმულირება, მისი ჩატარების კონკრეტული პირობების აღწერა. ე.ი. კვლევების პროგრამისა და მიზანმიმართული ცდის სქემის დამუშავება.

ვარიანტები, რომლებსაც ატარებენ შესასწავლ პირობებს, იწოდება საკონტროლო ვარიანტად, ხოლო უსასუქო ვარიანტი – სუფთა, ან აბსოლუტურ კონტროლად.

საკონტროლო ვარიანტების სწორად შერჩევა საცდელი სექსის ძირითადი პირობა არის. ცლაში უნდა იყოს ვარიანტების მინიმალური რაოდენობა. მარტივი ცდის მაგალითია:

საკონტროლო უსასუქო ვარიანტი;

სასუქიანი ვარიანტი

სასუქების სხვადასხვა სახეების, ფორმების, ახალი სახეების შესწავლისას, ვარიანტების რაოდენობა იზრდება.

სასუქების ოპტიმალური დოზების განსაზღვრისათვის ცდის სქემებს აღგენენ ორი, პრინციპიალურად განსხვავებული მეთოდის გამოყენებით.

1 ემპირიული მეთოდი – როცა უნდადთ დაადგინონ სასუქის რომელი დოზა მოცემულ პირობებში იძლევა მაქსიმალურ

ღურ მოსავალს. ამისათვის სქემაში უნდა იყოს კონტროლის გარდა 3-4 ვარიანტი.

2 გაანგარიშების მეთოდი - იყენებენ სასუქების დოზებისა და ურთიერთშეფარდების განსაზღვრისათვის, როცა მიიღება დაგეგმილი მოსავლიანობა. სასუქების დოზების განსაზღვრის საფუძველია კულტურების მოთხოვნა საკვებ ელემენტებზე, დაგეგმილი რაოდენობისა და ხარისხის პროდუქციის მისაღებად, კონკრეტული ბუნებრივ-ეკონომიკურ პირობებში.

### 9.3. ცდების ჩატარების პროგრამა და ცდის დაყენების ტექნიკა

პროგრამისა და ცდის სქემის შინაარსი დამოკიდებულია კვლევის მიზნისა და ამოცანებისაგან და უნდა შეიცავდეს ცდის ჩატარების ყველა პირობებსა და კვლევის ჩატარების მეთოდების დეტალურ აღწერას, აგრეთვე ცდის ჩატარების ზუსტ ვადებს.

ცდის დასაყენებლად ნაკვეთის შერჩევისას მნიშვნელოვანია ის, რომ რელიეფის, ნიადაგური პირობებისა და წინა ისტორიით, ის უნდა იყოს ერთგვაროვანი და ტიპური იმ კონკრეტული ზონისა, სადაც ცდა ტარდება.

რელიეფი უნდა იყოს მოსწორებული – სწორი პლატო ან მცირედ დაქანებული ფერდობი 1-2,5 მ – 100 მეტრზე.

**ნაკვეთის ნიადაგური პირობების შერჩევა** ხდება ნიადაგის რუქის მიხედვით, ან ატარებენ საჭირო კვლევას და ანალიზებს. გრძელვადიანი ცდებისათვის ატარებენ უფრო დეტალურ გამოკვლევას და ნიადაგის ნიმუშებს ინახავენ ცდის დამთავრებამდე ნიადაგის ცვლილებების დასადგენად და კონტროლისათვის. შესასწავლი ფაქტორებისა და სასუქების გავლენის დასადგენად.

**ნაკვეთის წინაისტორია** - საჭიროა იმისათვის, რომ დავიცვათ ცდაში, ერთადერთი განსხვავების პრინციპი და ცდის ტიპიურობა. ბოლო 3-4 წლის განმავლობაში შერჩეულ ნაკვეთს უნდა ჰქონდეს ერთნაირი აგროტექნიკური პირობები – სასუქების შეტანა, ნიადაგის დამუშავება და სხვა. წინაისტორია ძალიან მნიშვნელოვანია აგრეთვე საწარმოო ცდების დაყენებისას ადგილის შერჩევისას.

**შემთხვევითი ფაქტორები** – შემთხვევით ფაქტორებს შეუძლიათ ასევე დაარღვიონ ნაკვეთის ერთგვაროვნება და ცდის შედეგების სიზუსტე, ნაკვეთზე არ უნდა იყოს მიწის სამუშაოების, ამოვსებული ორმოების, არხების კვალი.

ცდა უნდა განთავსდეს არანაკლებ 200 მეტრის სიშორეზე წყალსატევებიდან, 40-50 მეტრზე შენობებიდან და ტყისაგან, 25-30 მეტრზე ცალკეული ხეებისაგან, 10-20 მეტრზე გზისაგან, და 10 მეტრზე ღობეებისაგან.

**ცდისათვის ნაკვეთის მომზადება** – ცდის დაყენებამდე ნაკვეთი უნდა დაითესოს 1-ან რამოდენიმე წლით მარეკოვნოსცირებული და გამათანაბრებული ნათესით.

**გამათანაბრებული** – ესაა რომელიმე კულტურის მთლიანი ნათესი ნაკვეთზე 2-3 წლის განმავლობაში, სადაც ყველა მოვლითი სამუშაოები უნდა ჩატარდეს ერთნაირად და მაღალ აგროტექნიკურ დონეზე. გამათანაბრებული ნათესების მიზანია ნაკვეთის გაწმენდა სარეველებისაგან და ნაყოფიერების სიჭრელის ლიკვიდაცია, ასეთი ნათესების ყურადღებით დათვალიერების შედეგად, საშუალებას იძლევა შეირჩეს ცდისათვის ყველაზე უფრო გაათანაბრებული ნაკვეთი.

**მარეკოვნოსცირებული ნათესი** – ეს არის ბოლო გამათანაბრებული ნათესი, რომლის დროს აუცილებელია მოსავლის წილადობრივი აღრიცხვა, ნაკვეთის სიჭრელის დასადგენად. რაც საშუალებას იძლევა შეირჩეს ნაკვეთის ფორმა, განლაგება. მარეკოვნოსცირებული ნათესი აუცილებელია მრავალწლიანი, სტაციონალური ცდების დაყენებისას.

**დანაყოფების ზომა** – დამოკიდებულია ცდის მიზნებისა და ნიადაგის ნაყოფიერების ხასიათზე, აგროტექნიკისა და

ცდის სიზუსტისაგან. განასხვავებენ დანაყოფების მთლიან ფართობს და აღსარიცხ ფართობს.

**აღსარიცხის (საცდელი)** – ეს ის ფართობია, რომელზედაც ტარდება ყველა აღრიცხვები და დაკვირვებები. ხოლო მთლიანი ფართობის (აღსარიცხის გარდა) ცდის განაპირას გამოიყოფა. ე.წ. საფარი ზოლები. ეს ზოლები აუცილებელია იმისათვის რომ ცდაში მყოფ მცენარეების ნაწილმა არ განიცადოს გერდითი გავლენა.

**დანაყოფის ფორმა** – შეიძლება იყოს წაგრძელებული სწორკუთხედის ან კვადრატთან მიახლოებული. წაგრძელებული სწორკუთხედის ფორმა უფრო მეტად სიზუსტის გარანტიას იძლევა, რადგან იგი მოიცავს ნიადაგის სიჭრელის მეტ ფართობს. სიგრძის დამოკიდებულება სიგანესთან არ უნდა იყოს 10-ზე მეტი, რადგან ამ დროს მნიშვნელოვნად იზრდება საფარი ზოლების ფართობი, ხოლო იგი არ უნდა აღემატებოდეს ცდის მთლიან ფართობის 25%-ს.

**ცდის განმეორება** – ეს არის თვითოეული ვარიანტის განმეორებითი განლაგება რამოდენიმე დანაყოფზე. იგი საჭიროა ცდის მეტი სიზუსტისათვის, რაც უფრო მცირე ზომისაა დანაყოფი, მით უფრო მეტი უნდა იყოს განმეორება:

დანაყოფის 10-20 კვ.მ. – არანაკლებ 6-8 განმეორება. 50-100 კვ.მ. – არანაკლებ 4-6 განმეორება. საწარმოო ცდებისათვის იყენებენ 2-3 განმეორება, ასევე მარეკოგნოსცირებელი და სადემოსტრაციო ცდებისათვის.

**ვარიანტების რიცხვი ცდაში** – დამოკიდებულია ცდის მიზნებსა და ამოცანებზე, მაგრამ ნორმალურად ითვლება არაუმეტეს 8-12 ვარიანტისა. განმეორებების განლაგება არის – ერთმწკრივიანი, რომელიც გამოიყენება ვარიანტების მეორე რიცხვის დროს. ორი და მრავალმწკრივიანი განლაგება, რომელიც გამოიყენება ვარიანტების დიდი რიცხვის დროს.

თვითოეულ განმეორებაში ვარიანტების განლაგებას განასხვავებენ:

**სისტემატიური** – არის განსაზღვრული მიმდევრობით განლაგება, მაგალითად – თანმიმდევრობით, საფეხურებით და სხვა.

**შემთხვევითი (რენდომიზირებული)** – ვარიანტებს განალაგებენ კენჭისყრით ან სპეციალური ცხრილების მიხედვით. ცდის დაყენების წინ სღიურში და ცდის ჟურნალში შეაქვთ ცდის სქემატური გეგმა ყველა ზომების ჩვენებით და განლაგებით (ჩაიხატება), საფარი ზოლების, გზების ჩვენებით.

**საცდელი ნაკვეთის აგეგმვა მინდორში** – ცდას აგეგმავენ სქემატური გეგმის მიხედვით. ცდის გრძელი გვერდი მონიშნება სპეციალურ ჯოხებით (სიმაღლე 2-2,5 მეტრი), გაჭიმვენ თოქს და საზომი ლენტით მონიშნავენ დანაყოფების მოკლე გვერდებს, სადაც ჩაასობენ პატარა პალოებს (სიგრძით 35-40სმ).

კუთხის გამზომი ხელსაწყოთი (თეოდოლიტი, ეკერი) დაყენებენ ცდის გრძელი გვერდის მიმართ პერპენდიკულარულად ბოლო დანაყოფის გვერდს და გადაზომავენ დანაყოფის გრძელ გვერდებს. ცდის ყველა კუთხეებს დააფიქსირებენ რეპერებით.

**სასუქების მომზადება და შეტანა** – ეს ოპერაცია ძალიან საპასუხისმგებლოა, რადგან აქ დაშვებული შეცდომის გამოსწორება შემდგომში შეუძლებელია.

თვითოეული სასუქის საჭირო რაოდენობას საზღვრავენ ფორმულით:

$$X = ac[(100b)] \text{ სადაც:}$$

X – არის სასუქის დოზა კგ-ში დანაყოფზე;

a – არის საკვები ელემენტის დოზა კგ/ჰ-ში სუფთა ნივთიერება;

c – საცდელი ნაკვეთის ფართობი კვ.მ-ში;

b – მოქმედი ნივთიერების შემცველობა სასუქში - %-ში.

სასუქის წონას 1 კგ-ზე ნაკლებს, წონიან სიზუსტით 1 გრამამდე. 1 კგ-დან – 10 კგ-მდე 10 გრამის სიზუსტით, 10 კგ-ზე მეტს – 100 გრ. სიზუსტით. სასუქის შეტანა (სათესით ან

ხელით) უნდა მოხდეს მთელ დანაყოფზე ზუსტი განაწილებით.

ყველა აგროტექნიკური სამუშაოები – ნიადაგის დამუშავება, დათესვა, დარგვა, მოვლითი სამუშაოები, გარდა შესასწავლი (საკონტროლო) ვარიანტისა ტარდება ერთდროულად.

**ცდაზე ჩასატარებელი სპეციალური სამუშაოები** – თუ მთლიანი ნათესებია, მაშინ აღმოცენების შემდეგ უნდა მოვახდინოთ საფარი ზოლების ფიქსაცია, ეტიკეტების დაყენება დანაყოფების მიხედვით, პროგრამის მიხედვით – მცენარეული და ნიადაგის ნიმუშების აღება, ფენოლოგიური და მეტეოროლოგიური დაკვირვებების ჩატარება და ცდის საერთო მდგომარეობისადმი ყურადღება ყველა შენიშნული ცდომილებები შეაქვთ დღიურში ან გამოასწორებენ.

**ფენოლოგიური დაკვირვებები** – დანაყოფზე მცენარეთა განვითარებაში უნდა დახარისხდეს კონკრეტულად და ძირითადად, რაოდენობრივად. რაოდენობრივი აღრიცხვები ტარდება პროგრამის მიხედვით 3-5 განმეორებით.

**ნიადაგური პირობების გამოკვლევა** – ეს არის აუცილებელი სამუშაო, როგორც ცდის დაყენების წინ, ისე შემდგომში. მეთოდურად სწორია ანალიზის მონაცემები შევუდართოთ საწყის ანალიზებს თვითოეული ვარიანტის მიხედვით. ე.ი. არამარტო კონტროლთან და დანაყოფიდან იღებენ ინდივიდუალურ ნიმუშებს და ადგენენ საშუალო ნიმუშს მათი შერევით ინდივიდუალური ნიმუშების რაოდენობა დამოკიდებულია დანაყოფის ზომაზე და ანალიზების დანიშნულებაზე და ანალიზის სიზუსტეზე. პატარა დანაყოფებზე (20 კვ.მ-მდე) – საჭიროა არანაკლებ 5 ინდივიდუალური ნიმუში. საშუალო ზომის დანაყოფებზე (20-100 კვ.მ) – 10-15 ნიმუში, ხოლო უფრო დიდი ზომის (>100 კვ.მ) – 20-ზე მეტი ნიმუში.

თუ არის საჭიროება ფესვების მასის განსაზღვრა თვითოეული დანაყოფიდან აიღება, რენდომიზირებული წესით, 4-10 მონოლითი, ზომით 25X25 სმ, საჭირო სიღრმის მიხედვით, ცალცალკე გარეცხავენ, გააშრობენ და აწონიან.

**მოსავლის აღრიცხვისათვის მზადება** – აღარებენ მცენარეთა მოშორებას, რომლებიც აღრიცხვებში არ შედიან – საფარი ზოლები, გამორიცხული ფართობი, დაწუნებული მცენარეები ან მთლიანად საწუნებული დანაყოფები. დანაყოფის გამორიცხული ფართობი არ უნდა იყოს დანაყოფის მთლიანი ფართობის 50 %-ზე მეტი, ასევე დაწუნებული მცენარეები არ უნდა იყოს მთლიანი რაოდენობის 50 %-ზე მეტი.

**მოსავლის აღრიცხვა ტარდება** ორი მეთოდით:

1 მთლიანი აღრიცხვა, რაც უფრო ზუსტია, უბრალოა და საიმედოა, აღებულ მოსავალს დანაყოფების მიხედვით წონიან და შეაქვთ დღიურში. იღებენ ნიმუშებს ტენიანობის განსასაზღვრავად, რომ მოსავალი გადაყვანილი იქნას სტანდარტულ ტენიანობაზე.

**ჩანაწერების ფორმა მოსავლის აღრიცხვისას**

დანაყოფის №	ცდის ვარიანტი	აღსარიცხი ფართობი მ <sup>2</sup>	მოსავალი დანაყოფიდან კგ-ში	1 ჰა-ზე გადამრავლებით	მოსავალი ტ/ჰა		
					საერთო მასის	თესლი	ნაძვალა

**ირიბი აღრიცხვა** – ნაკლები სიზუსტისაა და პრაქტიკაში თითქმის არ გამოიყენება. მოსავლის აღრიცხვის შედეგების სტატისტიკური (მათემატიკური) დამუშავება ცდებში – აუცილებელია საკვლევი ფაქტორებისა და პირობების ობიექტურად შეფასებისათვის, აგრონომიული ეკონომიკური და ენერგეტიკული ეფექტიანობისა თვითოეულის შესაფასებლად.

#### 9.4. საწარმოო ცდები

საწარმოო ცდების ჩასატარებლად არჩევენ კარგ, სწორ რელიეფის მქონე ფართობებს მოსაყვანი კულტურის პირობებში ნაკვეთი უნდა შეესაბამებოდეს მეურნეობის მთლიანი ფართობის ერთტიპიურობას, მას განსაზღვრავენ ნიადაგის რუკით, ან ვიზუალური დათვალიერებით.

დანაყოფებს განალაგებენ მინდვრის განივ ან სიგრძის მიხედვით. საზღვრებს მონიშნავენ პალებით. ცდის სქემები მოკლეა – 2-4 ვარიანტიანია, განმეორება 3-ჯერადი. პროგრამის მიხედვით ტარდება შესაბამისი დაკვირვებები და აღრიცხვები. ცდის მონაცემებს ამუშავებენ ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდებით. შედეგების მიხედვით განსაზღვრავენ შესწავლილი ფაქტორის პირობას ან აგროტექნიკური ხერხის აგრონომიულ და ეკონომიკურ ეფექტიანობას.

#### 9.5. სავეგეტაციო ცდები

სავეგეტაციო ცდა ანუ კვლევის სავეგეტაციო მეთოდი ეწოდება მცენარეთა გამოზრდას სხვადასხვა ჭურჭლებში, ხელოვნურ პირობებში სპეციალურ ნაგებობებში – ფუტუტრონი, სავეგეტაციო სახლი, სათბური ან პოლიეთილენის აპკით დაგარული სტელაჟები ან კვლები.

ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა დეტალურად გამოვს ერთმანეთისაგან და გამოავლინოს მცენარეთა სიცოცხლის ცალკეული ფაქტორების როლი და მნიშვნელობა ტენიანობის, ტემპერატურის, განათებისა და კვების რეჟიმის რეგულირებულ პირობებში, რაც თან ერთვის დეტალური ქიმიური, ფიზიოლოგიური და სხვა კვლევები.

სავეგეტაციო მეთოდი საშუალებას იძლევა საჭიროებისამებრ შეიცვალოს მცენარეთა სიცოცხლის ფაქტორები და ამის შედეგად სწრაფად დავადგინოთ საძებნი კანონზომიერებანი, რომლებიც მცენარეთა, ნიადაგისა და სასუქების

ურთიერთქმედების შედეგად მიმდინარეობს, რაც მინდვრის ცდაში უფრო ძნელი დასადგენია. ამასთან ერთად სავეგეტაციო მეთოდს არ შეუძლია მინდვრის ცდები, რადგან მცენარეთა ზრდა-განვითარების პირობები არსებითად განსხვავდება მინდვრის პირობებისაგან. სავეგეტაციო ცდების მნიშვნელობა იმაში კი არ არის, რომ შეიცვალოს მინდვრის ცდები, არამედ იმაშია, რომ მათი საშუალებით მიღებული შედეგები საშუალებას იძლევა გავიგოთ იმ მოვლენების მიზეზები, რომლებშიც მინდვრის ცდებში გვხვდება.

კვლევების მიზნებისა და ამოცანებისაგან დამოკიდებულებით, გამოიყენება სავეგეტაციო მეთოდის სხვადასხვა მოდიფიკაციები – ნიადაგის, ქვიშის, წყლის კულტურები და ჰიდროპონიკა. სპეციფიკური ამოცანების გადასაწყვეტად იყენებენ სხვა მოდიფიკაციებსაც – ცვლადი ან გამდინარე ხსნარებს, იზოლირებულ კვებას, სტერილურ კულტურებს და სხვა.

**ცდების სქემების შედგენა:** ცდების სქემების შედგენის პრინციპი სასუქების გამოყენებისას რჩება იგივე, რაც მინდვრის ცდებში, აქ აღნიშნავთ მხოლოდ იმას, რომ სავეგეტაციო ცდებში უფრო ადვილად და ზუსტად შეიძლება განისაზღვროს სხვადასხვა კულტურების მოთხოვნები მაკრო და მიკროსასუქების მიმართ. მიკროელემენტების ცდებში წყლისა და ქვიშის კულტურებში საჭიროა დაცული იქნას წყლის, ქვიშის, ჭურჭლებისა და რეაქტივების განსაკუთრებული სისუფთავე, რომ თავიდან ავიცილოთ ცდომილებები.

მცენარეთა საკვებ ელემენტებზე მოთხოვნილების განსაზღვრისათვის, ცდის სქემა შეიძლება იყოს ასეთი:

- 0– კონტროლი;
- NPK – (ფონი)
- ფონი+ I დოზა,
- ფონი+ II დოზა,
- ფონი+ III დოზა,

მუავე ნიადაგებზე, მცენარეთა უზრუნველყოფა ბორით, თუთიით, მანგანუმით და კობალტით შესწავლილი უნდა იქ

ნას მოკირიანების ფონზე. ცდის სიზუსტის ასამაღლებლად ყველა ვარიანტი უნდა მეორედბოდეს რამოდენიმე ჭურჭელში 3-4 ზოგჯერ 5-6 განმეორებით.

**სავეგეტაციო ცდების დაყენების ტექნიკა** – სავეგეტაციო ცდებისათვის საჭირო ჭურჭლები ორი ტიპისაა – მთლიან ძირიანი და ნახვრეტებიანი ძირით.

პირველი ტიპის ჭურჭლები გამოიყენება უფრო ზუსტი ცდებისათვის. ისინი ირწყვებიან მასის (წონის) მიხედვით და მათ განაღებენ ატმოსფერული ნალექებისაგან დაცულ სავეგეტაციო სახლებში.

მეორე ტიპის ჭურჭლებს გააჩნიათ ძირისქვეშა ჭურჭელი, სადაც გროვდება ნალექების ჭარბი რაოდენობა. მათ ათავსებენ სტელაჟებზე. ბადის ქვეშ ჭურჭლები შეიძლება იყოს პლასტმასის, მინისა და ლითონის ჭურჭლების სინათლისაგან და გადახურებისაგან დასაცავად. იყენებენ მათ გარსაცმით დაფარვას. ლითონის ჭურჭლებს შიგნიდან დააფარავენ ასფალტის კუპრით გარედან კი თეთრი საღებავით. ყველაზე უფრო გავრცელებულია ცილინდრის ფორმის ჭურჭლები შემდეგი ზომის – პლასტმასისა და მინის 15-30 სმ დიამეტრით და სიმაღლით 20-25 სმ.

ლითონის დიამეტრით 20-30 სმ და სიმაღლით 20-30 სმ.

სხვადასხვა კულტურებისათვის საჭიროა სხვადასხვა მოცულობის ჭურჭლები:

ბალახეული მცენარეებისათვის 5-7 კგ ნიადაგით;

კარტოფილი, კომბოსტო – 25-30 კგ ნიადაგით;

ბოსტნეული კულტურებისათვის-15-25 კგ ნიადაგით;

მრავალწლიანი ხეხულოვნებისათვის გამოიყენება დიდი მოცულობის

სპეციალურად დამზადებული ჭურჭლები.

**ნიადაგური კულტურები.** ნიადაგურ კულტურებს უწოდებენ ცდებს, რომლებშიც მცენარეები იზრდება ნიადაგით სავსე ჭურჭლებში. ეს სარის სავეგეტაციო მეთოდის ყველაზე უფრო გავრცელებული მოდიფიკაცია, რომელთა დაყენება ხორციელდება განსაზღვრული თანმიმდევრობით.

**ნიადაგის აღება და მომზადება.** რაც განისაზღვრება ცდის მიზნებით. ნიადაგს იღებენ საჭირო ადგილებიდან და ჰორიზონტიდან. მოტანილ ნიადაგს კარგად აურევენ და ერთგვაროვან მდგომარეობაში მოიყვანენ, გაწმენდავენ მინარევისაგან, გაცრიან 3 მმ-იან ბადე-ქსოვილში ცდის ყველა ვარიანტებისათვის მოამზადებენ შერეულ ნიმუშს და საანალიზო ნიმუშებს.

**ჭურჭლების მომზადება.** ჭურჭლები შეირჩევა სიმაღლის, მოცულობისა და მასის მიხედვით. კარგად გაირეცხება და გაშრება, შეარჩევენ მინის მილებს, რომლითაც წყალი უნდა ჩავიდეს ჭურჭლების ძირებში 1-1.5 სმ დიამეტრით და სიგრძით უნდა იყოს ჭურჭელზე 2-3 სმ-ით მაღალი. ჭურჭლის ძირზე დრენაჟისათვის ათავსებენ 200-300 გრამ მინის ნატეხებს, შიგ ჩადგამენ მილს და შეავსებენ ნატეხებით ისე, რომ გასწორდეს ჭურჭლების მასა. შემდეგ ნატეხებს მისწვენ ჭურჭლის კედელთან, ჩასვამენ მილს და დაფარავენ მარლის ნატრით.

სასუქების დოზას ჭურჭელზე გაიანგარიშებენ მოქმედი ნივთიერებების მიხედვით. უმჯობესია გამოვიყენოთ არა სასუქები, არამედ ქიმიურად – სუფთა მარილები, რადგან მათში მინარევიები ძალიან ცუდია. თუ ნიადაგი ცალმხრივად მდიდარია რომელიმე საკვები ელემენტით, მის დოზას ამცირებენ 2-5-ჯერ. სასუქს ან მარილს შეურევენ ნიადაგს (ხსნარების სახით მოასხურებენ) ან ფხვნილისა და გრანულების სახით.

**ჭურჭლების ნიადაგით შევსება.** შევსება იწყებენ ერთი ჭურჭლიდან, რომ განისაზღვროს ნიადაგის მასა ყველა ჭურჭლებისათვის. ჭურჭლის ძირში, მარლაზე აყრიან 1,5-2 სმ სისქით ქვიშას, რომელიც დატენიანებულია წყალტევადობის 60%-ით, ანუ 100 გრამ ქვიშაზე – 15 მლ წყალი. ქვიშით ფარავენ მარლას კედელთან მიკვრით. შემდეგ ნიადაგი თანდათანობით გადააქვთ ჭურჭელში დატკეპნიან. მინის მილი უნდა იდგეს ვერტიკალურად, ჭურჭლის კედელთან 1,5-2 სმ დაშორებით. ნიადაგი ჭურჭელში უნდა იყოს 2-2,5 სმ-ით

უფრო დაბლა ჭურჭლის ზედა კიდიდან. ნიადაგის დადგენილ წონას უმატებენ მშრალი სასუქის ან მარილის წონას და კარგად აურევენ ფართო ტაშტში. შემდეგ უმატებენ სასუქის ხსნარს და ისევ აურევენ.

თუ ნიადაგი არასაკმარისად ტენიანია, დაუმატებენ გამოხდილ წყალს. წყლისა და სასუქების ხსნარების ჯამური ოდენობა უნდა იყოს ერთნაირი ყველა ჭურჭლეში. ჭურჭლების შევსებას იწყებენ უსასუქო ვარიანტიდან. სამუშაოს უნდა ასრულებდეს ერთიდაიგივე პიროვნება, რაც უზრუნველყოფს ყველა ჭურჭლის ერთნაირად შევსებას და ნიადაგის ჩატკეპვნას. ყველა ოპერაციის ჩატარება ჩაიწერება ჟურნალში, სადაც უჩვენებენ ცდის დაყენების თარიღს, ცდის სქემას, ნიადაგის წონაკს, ტენიანობას, და მიღებული ჭურჭლის მასას, წყლით მორწყვისას მიღებულ მასას და სხვა.

**სათესი მასალა** – თესლები უნდა იყოს სუფთა ჯიშობრივად და 1%-ნი ფორმარიტინის ხსნარით დამუშავებული. თესლებს ჩათესავენ 0,5-2,0-5,0 სმ სიღრმეზე, იმის მიხედვით თუ რა ზომისაა და ზედაპირის ჭურჭელში დაფარავენ ქვიშის თხელი ფენით. მშრალი თესლების დათესვამდე განსაზღვრავენ აღმოცენების უნარს, რომელიც ახლოს უნდა იყოს 100 %-თან. ჩათესვის შემდეგ ჭურჭელს დაახურავენ ქაღალდს და ყოველდღიურად რწყავენ ზედა ფენას თესლის აღმოცენებამდე.

**მცენარეების მოვლა** – მოვლითი სამუშაოები გამოიხატება გამოსხირვის, მორწყვისა და ჭურჭლების გადაადგილებაში. გამოსხარშვით მცენარეთა რაოდენობა დაყავთ მოცემულ რაოდენობამდე – აცილებენ სუსტ, დაავადებულ ან ძლიერ გაზრდილ მცენარეებს. მორწყვას აწარმოებენ გამოსხილი წყლით ან ონკანის წყლით, წინასწარ დადგენილი ნორმით (60-80% მთლიანი წყალტევადობიდან) მორწყვა ხდება ზემოდან და ქვემოდან მილის საშუალებით. ცხელ ამინდში რწყავენ ორჯერ - ჭურჭლის მოცულობისა და მასის მიხედვით, რასაც განსაზღვრავენ სხვადასხვა ვარიანტების 3-4 ჭურჭლის აწონვით. მორწყვის დროს ახდენენ ჭურჭლების ადგილების შეცვლას – განაპირა ჭურჭლებს ათვისებენ ცენ-

ტრში და პირიქით. იმისათვის, რომ განათების პირობები იყოს თანაბარი და განაპირა ჭურჭლები არ გახურდეს მზისაგან.

ნახვრეტძირიან (ე.წ. მიწერლიხის) ჭურჭლებს რწყვის პროცესში ჭურჭლის დამაგროვებელ ნაწილში გადმოსული წყალი უბრუნდება საცდელ მცენარეებს განსაკუთრებულ პირობებში, როდესაც ისაზღვრება საკვები ელემენტების გამორეცხვა, იზომება გამდინარე წყლის რაოდენობა მანამ, სანამ ქვედა ძირზე არ გამოჩნდება წყალი. სავეგეტაციო სეზონის განმავლობაში ტარდება დაკვირვებები და მცენარეთა ზრდა-განვითარების აღრიცხვები, რომელთა შედეგები შეაქვთ ჟურნალში. ცდის მიზეზებისაგან დამოკიდებულებით, მცენარეთა აღება ვეგეტაციის სხვადასხვა პერიოდებში, მაგრამ უმეტეს შემთხვევებში – სრული სიმწიფის ფაზაში. საჭიროების შემთხვევაში აღრიცხავენ ფესვების მასას, რომლებსაც რეცხავენ 0,5 მმ-იან საცრებზე, გააშრობენ და აწონიან 0,01 გრ, სიზუსტით. ყველა მიღებულ შედეგებს გადაიყვანენ სტანდარტულ ტენიანობაზე და დაამუშავებენ სტატისტიკური ვარიაციის მეთოდით, ცდის სარწმუნოების და სიზუსტის დასადგენად.

**ქვიშის კულტურები** – მცენარეებს ზრდიან ჭურჭლებში, რომელშიც მოთავსებულია სუფთა კვარცის ქვიშა, საკვები ელემენტებით გამდიდრებული. შეისწავლება ცალკეული ელემენტების, მათი კონცენტრაციებისა და ურთიერთშეფარდების როლი მცენარეთა კვებაში.

ქვიშის კულტურების ცდების მომზადების დროს ისეთივე ოპერაციებს ატარებენ, როგორც ნიადაგის კულტურების შემთხვევაში. ცდის დასაყენებლად, კვარცის ქვიშას გაცრიან 0,5 მმ-იან საცერით, გარეცხავენ ონკანის წყლით, შემდეგ კი – დისტილირებული წყლით. შემდეგ გააშრობენ. თუ ცდას სჭირდება ძალიან სუფთა ქვიშა, მაშინ მას ჯერ რეცხავენ მარილმჟავათი და შემდეგ წყლით. საკვები ნარევები უნდა აკმაყოფილებდეს საცდელი კულტურების მოთხოვნილებებს. საკვები ხსნარები ძალიან მრავალფეროვანია. სხვადასხვა კულ-

ტურებისათვის მათი შედგენილობა, კონცენტრაცია დღემდე საბოლოოდ არ არის დადგენილი და ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში მათ ადგენენ ცდის მიზნების მიხედვით.

ხსნარებისა და ფხვნილის სახით სასუქების, შეტანა უნდა მოხდეს ცალ-ცალკე და თანმიმდევრობით, რომ არ წარმოიქმნას ნალექები, ჭურჭლების შეფასება, თესვების ჩათესვა, მცენარეთა მოვლა სავეგეტაციო პერიოდში, დაკვირვებები და აღრიცხვები იგივეა, რაც ნიადაგის კულტურის დროს.

**წყლის კულტურები** – მცენარეთა გამოზრდა საკვები ელემენტებით გახსნილი ხსნარებში, სავეგეტაციო მეთოდის ერთ-ერთი ძნელი მოდიფიკაცია არის. ასეთ ცდებში საკვები ხსნარი იცვლება მთლიანად ან ნაწილობრივ სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში. წყლის კულტურებში კარგად არის შეტანილი საკვები ელემენტების განაწილების პროცესი, მათში სწრაფად შეიძლება აღდგეს კონცენტრაცია, რეაქცია და სხვა მაჩვენებლები.

წყლის კულტურების ცდებს ატარებენ მინის ან პლასტმასის ჭურჭლებში, 3-8 ლიტრი მოცულობით, ხის სახურავით, რომელშიც არის 1-2 სმ-იანი ნასვრეტები მცენარეთა რაოდენობის მიხედვით და კიდევ 2, ჰაერის ჩასახერხად, რომელშიც ჩადგმულია მინის მილი, ზედა მოკლე ბოლოთი. ჭურჭლებს ჩამოაცვამენ ორმაგ ქსოვილის გარსაცმს.

ჭურჭლების 70%-ით შეავსებენ გამოსხილი წყლით, შემდეგ დაამატებენ საჭირო ხსნარებს და ბოლოს ჭურჭლს შეავსებენ გამოსხილი წყლით. მცენარეთა მიერ წყლის მოხმარების კვალობაზე, ჭურჭელს თანდათანობით შეავსებენ გამოსხილი წყლით. თესვებს, მათი შეწამვლის შემდეგ, აღმოაცენებენ კიუუეტებში და როცა ფესვები მიაღწევენ 2-3 სმ-ს, თესვებს გადაიტანენ სპეციალურ ბადეებზე, ათავსებენ კრისტალიზატორზე, რომელშიც ჩასხმულია წყალი და მას ყოველდღე ცვლიან. 8-12 დღის შემდეგ ფესვები მიაღწევენ 5-7 სმ-ს, მცენარეები გადააქვთ საკვებ ხსნარიან ჭურჭლებში.

ჭურჭლებში უნდა მიეწოდოს ჩაბერვით ჰაერი, რაც ხდება თანდათანობით, 1-3 საათის შემდეგ, 3-5 საათის ინტერვა-

ლით. სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში 2-4-ჯერ ცვლიან საკვებ ხსნარებს და კვირაში 2-3 ჯერ ამოწმებენ ხსნარის რეაქციას (pH) და საჭიროების შემთხვევაში არეგულირებენ მჟავას ან ტუტეს დამატებით.

მოვლითი სამუშაოები, დაკვირვებები, აღრიცხვები, მოსავლის აღება და აღრიცხვა ხდება ისევე, როგორც ნიადაგების კულტურებში.

**ჰიდროპონიკა** – არის სავეგეტაციო მეთოდის მოდიფიკაცია – იგი მცენარეთა საკვებ ხსნარებზე, გამოზრდა არის სპეციალურ დანადგარებში, მყარ სუბსტრატებზე, წყლისა და ჰაერის (აეროპონიკა) საშუალებით. გამოიყენება საწარმოო დანიშნულებით ცხელი კლიმატისა და უდაბნოების მქონე ქვეყნებში (არაბეთი და სხვა). ერთდროულად ზღვის წყლის გამტკნარებასა და მცენარეთა გამოზრდისათვის. აწარმოებენ ძირითადად ბოსტნეულ პროდუქციას, დანადგარები მინისაა, 5-6 სართულიანი სახლის სიმაღლის და მოქმედებენ სრული ავტომატიზაციის პირობებში.

## 9.6. ლიზიმეტრული გამოკვლევები

ლიზიმეტრული გამოკვლევები ტარდება ნიადაგიდან ორგანული და მინერალური შენაერთების გამორეცხვის, შეტანილი სასუქებიდან საკვები ელემენტების გამორეცხვის, ატმოსფერული ნალექების დაგროვებისა და ნიადაგის ტენიანობის დინამიკის, კანონზომიერებების დასადგენად.

ლიზიმეტრული გამოკვლევები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სასუქებიდან საკვები ელემენტების გარეცხვის ნიადაგიდან გატანის დასადგენად მათი სახეების, დოზების, შეტანის, ხერხებისა და ვადებისაგან დამოკიდებულებით, რათა დადგინდეს იქნას ნიადაგში საკვები ელემენტების ბალანსი.

არსებობს ლიზიმეტრების რამოდენიმე კონსტრუქცია, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ზომებით, ფორ-

მით და ნიადაგიდან გამდინარე წყლების შეგროვების ხელსაწყოებით.

ლიზიმეტრები შეიძლება იყოს კუბის, ცილინდრის, ძაბრის ან კონუსის ფორმის, რომელთაც ძირზე უკეთდება ჩამონადენი ფილტრატის შესაგროვებელი მოწყობილობა.

განასხვავებენ ლიზიმეტრებს მათში ჩაყრილი ნიადაგით და ნიადაგის ბუნებრივი შენებით. ფილტრების შესაგროვებელი მიმღები დანადგარები თავსდება მიწის ქვეშ – კორდონში, გვირაბებში, და სხვაგან, რომლებიც დაცული უნდა იყოს ატმოსფერული ნალექებისაგან და ტემპერატურის რყევისაგან.

ლიზიმეტრებს ამზადებენ სხვადასხვა მასალებისაგან – პლასტმასის, ფურცლოვანი რკინის, ბეტონისა და აგურის ნაგებობების სახით. ლიზიმეტრული დანადგარების ტექნიკური მოწყობილობა მრავალგვარია და იცვლება მათი მიზნებისა და დანიშნულების მიხედვით.

## 9.7. ცდის შედეგების სტატისტიკური დამუშავება

არცერთი ცდა არ არსებობს შეცდომების გარრეშე. ამ შეცდომებს ყოფენ სამ ჯგუფად:

**უხეში შეცდომები** – განპირობებულია მკვლევარების უყურადღებობით და ცდის დაყენების პროცესში სამუშაოთა ჩატარების არცოდნით, მაგალითად ერთიდაიგივე დანაყოფზე სასუქის ორჯერ შეტანა სასუქის სახეების არევა, ეტიკეტების განლაგებაში შეცდომის დაშვება და ა. შ.

მეთოდის ყველა მოთხოვნების ზუსტი შესრულება, ცდის დაყენების ტექნიკის სრულყოფილად განხორციელება, თავიდან აგვაცილებს უხეშ შეცდომებს.

**სისტემატიკური შეცდომები** – ამ ტიპის შეცდომები ყოველთვის ერთი მიმართულების არის – ან აღიდგენ, ან ამცირებენ ცდის შედეგებს. ეს შეცდომები კლასიფიცირდება 3 ჯგუფად: - მთლიანი სისტემატიკური შეცდომა, რაც ვრცელ-

დება ცდის ყველა ვარიანტებზე, და განმეორებებზე – ის ერთნაირად მოქმედებს ყველა მოწყობილობებზე და სხვადასხვა ვარიანტების შედარებაზე არ მოქმედებს. ამიტომ იგი შეიძლება მივიღოთ, როგორც შედეგის შესწორება. ხოლო ერთი ან რამდენიმე ვარიანტის სისტემატიკური შეცდომა შეიძლება გამოწვეული იყოს ნიადაგის არაერთგვაროვანი ნაყოფიერებით სხვადასხვა განმეორებებში. ეს შეცდომა საშიშია, იგი არღვევს ვარიანტების შედარებით პრინციპს და აქვეითებს ცდის სისუსტეს.

**შემთხვევითი შეცდომები** – ისინი გამოწვეულია უცნობი მიზეზებით. იგი შეიძლება გამოწვეული იყოს ნიადაგის ნაყოფიერების სიჭრელით, თესლების არაერთგვაროვნებით, ცდის სამუშაოთა არაერთგვაროვანი შესრულებით და გაზომვებისა და აღრიცხვების ჩატარებაში დაშვებული შეცდომებით. შემთხვევით შეცდომები გარდაუვალია ყველა ცდაში. მათი თავიდან აცილება შეუძლებელია, მაგრამ ისინი შეიძლება მაქსიმალურად შევამციროთ ცდის მეთოდის, დაყენების ტექნიკისა და ჩატარების მოთხოვნების მკაცრი და ზუსტი დაცვით.

ცდის შედეგების სწორი დასკვნების საფუძველიანობის დასამტკიცებლად აწარმოებენ აგრონომიულ და სტატისტიკურ ანალიზს.

**აგრონომიული ანალიზი** - ეს არის მოსავლიანობის მონაცემების კრიტიკული შედარება ფენოლოგიური, მეტეოროლოგიური დაკვირვების, შედეგებთან, აგრეთვე დასარეგულიანების მცენარეთა მავნებლებისა და დაავადებებისაგან დაზიანების და სხვა პირობებისაგან დამოკიდებულებებით, რაც საშუალებას იძლევა ცდაში ნაჩვენები ამა თუ იმ ეფექტის ახსნისა.

ცდის შედეგების დადებითი აგრონომიული ანალიზის შემდეგ, ატარებენ ცდის მონაცემების სტატისტიკურ დამუშავებას, რის შემდეგ დგინდება ცდის შედეგების მეცნიერული და პრაქტიკული ჭეშმარიტება.

სტატისტიკური (მათემატიკური) დამუშავება საშუალებას იძლევა განისაზღვროს მიღებული მონაცემების მერყეობის

სახვრები ე.ი. დავადგინოთ ცდის სიზუსტე, აგრეთვე დავადგინოთ ცდის ვარიანტების საშუალო მოსავლების სხვაობათა არსებობა. არსებობს სტატისტიკური დამუშავების

სხვადასხვა მეთოდები. ველაზე უფრო ფართოდ გამოიყენება – დისპერსიული ანალიზის მეთოდი. მისი საფუძველია იმის რწმენა, რომ თუ გამოსაცდელ ფაქტორით გამოწვეული მოსავლების მერყეობა დანაყოფებზე მეტია შემთხვევით გამოწვეულ მოსავლებზე, მაშინ ცდა ითვლება სარწმუნოდ. დისპერსიული მეთოდი საშუალებას იძლევა ერთდროულად შეაფასოს რამოდენიმე საშუალოთა ერთობლიობა. დისპერსიული მეთოდი ეფუძნება საერთო ვარიაციის დაშლას მის შემადგენელ ნაწილებად: ვარიანტების მიხედვით, განმეორებების მიხედვით და ნარჩენი ვარიაციის მიხედვით. ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს სისტემატიკური შეცდომა. რითაც ამცირებს ნარჩენ ვარიაციას, რომელიც დამოკიდებულია ცდის შემთხვევით შეცდომებზე, ამ მეთოდში გამოიყენება მცნება – თავისუფლების ხარისხის რიცხვი – ის ყოველთვის ერთით ნაკლებია, ვიდრე ვარიანტების რიცხვი, რომლითაც საშუალო გამოითვლება. მაგალითად - საერთო ვარიაციისათვის – ხარისხების რიცხვი ტოლია ყველა დანაყოფების მოსავლებს – მინუს ერთი.

ვარიანტების მიხედვით ვარიაციებისათვის- ვარიანტების რიცხვი-მინუს ერთი. განმეორებების მიხედვით გაბნევა - განმეორებათა რიცხვი-მინუს ერთი, ნარჩენი ვარიაციისათვის – საერთო ვარიაციის თავისუფლების ხარისხის რიცხვისა და ვარიანტებისა და განმეორებების რიცხვთა ჯამს შორის.

ცდაში მოქმედი ფაქტორების მოქმედების სარწმუნო ჭეშმარიტების დასადგენად საშუალოდ მთელი ცდისთვის ნახულობენ სპეციალურ კრიტერიუმს- ფიშერის არსებობა - F. განსხვავებენ F- ფაქტიურს და F -ცხრილის. F- ფაქტიური უდრის – ვარიანტების საშუალო კვადრატული გადახრის (ვარიანტების დისპერსია) ნაშთის საშუალო კვადრატულ გადახრასთან შეფარდებას:

თუ F ფაქტიური მეტია, F - ცხრილისაზე, მაშინ ცდა სარწმუნოა და უნდა მოინახოს სხვაობათა სარწმუნოებითობა ცალკეული ვარიანტების შორის, უკეთ გასაგებად განვიხილოთ კონკრეტული მაგალითი (ცხრილი 9.7.1):

განსაზღვრავენ საშუალო მოსავლიანობას ვარიანტების მიხედვით - გამოყოფენ ვარიანტების ჯამს (S) განმეორებათა რეზერვზე (P) და ცდის საშუალო მოსავლიანობას (M), საერთო ჯამის (Q) გაყოფით დაკვირვებათა საერთო რიცხვზე (N), რაც უდრის დანაყოფების რიცხვს (N/m)=122.90:48=2,56 ტ/ჰა-ს.

ცხრილი 9.7.1

**მოსავლიანობა ტ/ჰა-ში**

№	ცდის ვარიანტები	განმეორებები						მოსავლის ჯამი (S)	საშუალო მოსავლიანობა
		I	II	III	IV	V	VI		
1	კონტროლი	1.90	1.70	1.95	2.16	2.34	2.17	12.22	2.04
2	PK	2.10	1.95	1.85	2.26	2.43	2.30	12.99	2.15
3	NK	1.90	2.23	2.13	1.96	2.42	2.18	13.87	2.15
4	NP	2.15	2.00	2.47	2.24	2.56	2.43	13.95	2.31
5	NPK	2.30	2.55	2.60	2.70	2.65	2.90	15.70	2.62
6	NP2K	2.40	2.70	2.54	2.85	2.46	3.00	15.95	2.66
7	N2PK	2.70	2.90	3.05	3.40	3.10	3.50	18.65	3.11
8	2NPK	3.75	3.40	3.02	3.65	3.65	3.30	20.77	3.46
9	<b>მოსავლების ჯამი (P)</b>	19.20	12.40	19.66	21.22	21.61	21.78	Q=122.90	M=2.56

გაიანგარიშებენ:

ცდის ვარიანტების მიხედვით ჯამს – S

განმეორებების ჯამს –P

საერთო – Q

$$Q = \sum S - \sum P$$

დანაყოფების მოსავლიანობის სხვაობას გამოხატავენ პირობითი საწყისი გადახრებიდან  $X-A=Y$  ე.ი. ყოველი დაკვირვებიდან გამოაკლდება A-ს სიდიდე, რომელიც პირობითია და უნდა იყოს ახლოს მთელ ცდის საშუალო მოსავლიანობასთან. მოცემულ შემთხვევაში იგი მიღებულია - 2,5, რადგან საშუალო მოსავლიანობა ცდის არის  $m=2,56$  ტ/ჰა. შედეგებს ჩაწერენ ცხრილის სახით (ცხრილი 9.7.2):

შემდეგ გაიანგარიშებენ გადახრების ჯამს პირობითი საწყისიდან სტროფებში -  $\sum Y$  და გრაფებში  $\sum Yn$  და საერთოს  $\sum Y = 2,90$ , რომ დარწმუნდეთ გამოთვლების სიზუსტეში, შევამოწმოთ: მოსავლიანობის ჯამი დანაყოფების მიხედვით (Q) უდრის პირობითი საწყისიდან გადახრების ჯამს ( $\sum Y$ ) + დანაყოფების რიცხვის ნამრავლი პირობით საწყისზე

$$(nA) \cdot Q = \sum y + nA = 2.9 + 48 \cdot 2.5 = 122.9$$

ცხრილი 9.7.2.

**პირობითი საწყისიდან გადახრა ( $\pm$ )**

№	ცდის ვარიანტები	განმეორებები						ჯამი
		I	II	III	IV	V	VI	
1	კონტროლი	0.60	-0.90	-0.55	-0.34	-0.16	-0.33	-2.78
2	PK	-0.40	-0.55	-0.65	-0.24	-0.07	-0.02	-2.111
3	NK	-0.60	-0.27	-0.32	-0.54	+0.06	-0.07	-2.113
4	NP	-0.35	-0.50	-0.03	-0.26	+0.06	-0.07	-1.15
5	NPK	-0.02	+0.05	+0.10	+0.20	+1.05	+0.40	+0.70
6	NP2K	-0.10	+0.020	+0.04	+0.35	+0.04	+0.50	+0.95
7	N2PK	+0.2	+0.40	+0.56	+0.90	+0.60	+1.00	+3.65
8	2NPK	+1.25	+0.90	+0.52	+1.15	+1.15	+0.90	+5.77
9	ჯამი	-0.80	-0.57	-0.34	+1.22	+1.61	+1.78	$\sum Y_i = 2,90$

**გადახრების კვადრატები**

№	ცდის ვარიანტები	განმეორებები						კვადრატების ჯამი ( $\sum Y^2$ )	ჯამის კვადრატი ( $\sum Y$ ) <sup>2</sup>
		I	II	III	IV	V	VI		
1	კონტროლი	0.36	0.64	0.30	0.11	0.03	0.11	0.95	7.73
2	PK	0.16	0.30	0.42	0.06	0.00	0.04	0.98	4.45
3	NK	0.36	0.07	0.10	0.29	0.01	0.10	0.93	4.54
4	NP	0.12	0.25	0.00	0.07	0.00	0.00	0.44	1.32
5	NPK	0.04	0.00	0.01	0.04	0.02	0.16	0.27	0.49
6	NP2K	0.01	0.04	0.00	0.12	0.00	0.25	0.42	0.90
7	N2PK	0.04	0.16	0.30	0.81	0.36	1.00	2.67	13.22
8	2NPK	16.5	0.81	0.27	0.32	1.32	0.64	5.92	32.23
	კვადრატების ჯამი ( $\sum Y_i^2$ )	2.65	2.27	1.40	2.82	1.74	2.30	$12.58 = \sum Y_i^2$	$64 = \sum (\sum Y_i)^2$
	ჯამის კვადრატი ( $\sum Y_n^2$ )	0.64	0.32	0.12	1.49	2.59	3.17	$8.33 = \sum (\sum Y_n)^2$	$3.41 = (\sum Y_n)^2$

შემდეგ ყველა სიდიდეები - პირობითი საწყისის გადახრები Y და გადახრების ჯამი  $-\sum Y$  და  $\sum Yn$  აყავთ კვადრატებში.

პირველად აყავთ კვადრატში პირობითი საწყისიდან გადახრები დანაყოფების მიხედვით  $Y^2$ , გაიანგარიშება მათ ჯამს სტროფების მიხედვით  $-\sum Y_i^2$ , შემდეგ გრაფების მიხედვით  $-\sum Y_n^2$  - და საერთო ჯამს -  $\sum Y^2 = 12,58$ , შემდეგ აყავთ კვადრატში გადახრების  $\sum (Yc)^2$  და  $\sum (Yn)^2$  შეაჯამებენ მათ გრაფების მიხედვით  $\sum (\sum Yc)^2 = 64,88$  და სტროფების მიხედვით -  $\sum (EYn)^2 = 8,33$ .

ბოლო სტროფისა და გრაფის გადაკვეთაზე ჩაიწერება პირობითი საწყისიდან გადახრების საერთო ჯამის კვადრატი  $-(\sum Y)^2 = +2,9^2 = 8,41$ , შემდეგ განისაზღვრება გადახრების კვადრატების ჯამი.

-გადახრების კვადრატების საერთო ჯამი:

$$W_{\text{საერთო}} = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{N} = 12.58 - \frac{8.41}{48} = 12.38$$

სადაც N – არის ცდის დაკვირვებათა რიცხვი (nl) – საშუალოთა გადახრების კვადრატების ჯამი, ვარიანტების მიხედვით საერთო საშუალოდან

$$W_{\text{ვარიანტი}} = \frac{\sum (y_i)^2}{n} - \frac{(\sum y)^2}{N} = \frac{64.38}{6} - \frac{8.41}{48} = 10.61$$

სადაც n – თვითოეული ვარიანტის განმეორებათა რიცხვი  $E(Ey_i)^2$  – გაიყოფა n-ზე, რადგან თვითოეული ვარიანტის შედეგის კვადრატი წარმოადგენს 6 განმეორებების ჯამს.

საშუალოთა გადახრების კვადრატების ჯამი განმეორებების მიხედვით

$$W_{\text{განმეორება}} = \frac{\sum (\sum y_n)^2}{l} - \frac{(\sum y)^2}{N} = \frac{8.99}{8} - \frac{8.41}{48} = 0.84$$

სადაც: l – ვარიანტების რიცხვია,  $E(Ey_n)^2$ -ს გამოყოფენ l-ზე, რადგან თვითოეული განმეორების შედეგის კვადრატი წარმოადგენს ყველა ვარიანტების ჯამს.

ნარჩენი გადახრების კვადრატების ჯამი (W – ნაშთი) განისაზღვრება სხვაობით:

$$W_{\text{ნაშთი}} = W_{\text{საერთო}} - W_{\text{ვარ.}} - W_{\text{განმ.}} = 12.38 - 10.83 - 0.84 = 0.71$$

დისპერსიის განსაზღვრისათვის საჭიროა გაანგარიშებული იქნას თავისუფლების ხარისხის რიცხვი, რომელიც შეესაბამება კვადრატების ჯამის თვითოეულ გაანგარიშებას.

$$\text{საერთო} = N - 1 = 48 - 1 = 47$$

$$\text{ვარიანტების} = L - 1 = 8 - 1 = 7$$

$$\text{განმეორებების} = N - 1 - 6 - 1 = 5$$

$$\text{ნარჩენები} = (N - 1) - (L - 1) - (n - 1) = 47 - 7 - 5 = 35$$

შემდეგ უნდა შედგეს დისპერსიის ანალიზის ცხრილი (ცხრილი 9.7.3.)

ცხრილი 9.7.3.

დისპერსიის ანალიზი

№	ვარიანტი	გადახრების კვადრატების ჯამი - W	თავისუფლების ხარისხი	დისპერსია (საშუალო კვადრატ) S <sup>2</sup>	დისპერსიების დაშვების დეგრადი F ფაქტ.	F ცხრილის 0.95
1	საერთო	12.38	47	-	-	-
2	ვარიანტების	10.61	7	1.52	76	2.30
3	განმეორებების	0.84	5	0.17	8.5	2.49
4	ნარჩენი (შეუცლობა)	0.71	35	0.02	1	-

დისპერსიების საშუალო კვადრატებს პოულობენ ფორმულით:

$$S_{\text{გარ}}^2 = \frac{W_{\text{გარ}}}{l-1} = \frac{1.69}{7} = 1.52$$

$$S_{\text{განმეორებული}}^2 = \frac{W_{\text{გარ}}}{n-1} = \frac{0.84}{5} = 0.17$$

$$S_{\text{მართ}}^2 = \frac{W_{\text{მართ}}}{(N-1) - (l-1) - (n-1)} = \frac{0.71}{35} = 0.02$$

შემდგომში, ვარიანტების დისპერსიისა ( $S^2$ -ვარ.) და განმეორებების დისპერსიისა ( $S^2$ -განმ.) შეადარებენ ნარჩენის დისპერსიას ( $S^2$ -ნარჩ) – შეცდომასთან. ე.ი. განისაზღვრება ცდის ფაქტიური დისპერსია (F ფაქტ).

$$F_{\text{ფაქტური}} = \frac{S_{\text{გარ}}^2}{S_{\text{მართ}}^2} = \frac{1.52}{0.2} = 76.0$$

$$F_{\text{ფაქტ.განმეორებული}} = \frac{S_{\text{განმეორებული}}^2}{S_{\text{მართ}}^2} = \frac{0.17}{0.02} = 8.5$$

F-ის მნიშვნელობის ცხრილში (95 %) მიინახება – ვარიანტების დისპერსია = 7.

ნარჩენების დისპერსია = 35

მე-7 გრაფისა და მე-35 სტოფის გადაკვეთაზე

$$F_{\text{ცხრილის}} = \frac{2.34 + 2.25}{2} = 2.295$$

განმეორებების დისპერსიისათვის

$$F_{\text{ცხრილის}} = \frac{2.53 + 2.25}{2} = 2.49$$

რადგან F ფაქტიური მეტია F ცხრილისაზე, განსხვავება ვარიანტებისა და განმეორებების მოსავალში – სარწმუნოა

არსებითა და შეიძლება მოვასდინოთ კერძო განსხვავებების შეფასება. ცდის სიზუსტის დასახასიათებლად, ატარებენ შემდეგ გაანგარიშებებს:

განსაზღვრავენ საშუალო კვადრატულ გადახრას:

$$s = \sqrt{S^2} = \sqrt{0.04} = 0.2 \text{ ტ/ჰ}$$

მოსავლის ცდომილების დახასიათება ერთეული დანაყოფიდან საშუალოდ ცდაში.

გამოიანგარიშება საშუალო მოსავლების საშუალო ცდომილების მთელი ცდისათვის:

$$m = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{0.04}{6}} = \sqrt{0.0067} = 0.08 \text{ ტ/ჰ}$$

განისაზღვრება ცდის სიზუსტე (საშუალოს შეფარდებით ცდომილება)

$$m \% = \frac{m}{M} 100 = \frac{0.08 \times 100}{2.56} = 3.1\%$$

სხვადასხვა ვარიანტების საშუალო მოსავლების სხვაობითი სარწმუნოების განსაზღვრისათვის გაიანგარიშება:

$$m_p = \sqrt{2m^2} = m\sqrt{2} = 0.08 \cdot 1.414 = 0.113 \text{ ტ/ჰა}$$

სხვაობათა უმცირესი არსებითობა – HCD.

$HCP_{0.95} = t_{mD}$  სადაც t არის სარწმუნო კრიტერიუმი (სტოტენცის კოეფიციენტი), რომლის მნიშვნელობას პოულობენ სპეციალურ ცხრილში.

$$HCP_{0.95} = 2 \times 0.113 = 0.226 = \pm 0.23 \text{ ტ/ჰ}$$

მაშასადამე, ცდის ვარიანტების მიხედვით, მოსავალთა საშუალო მონაცემებს შორის არსებითია, სარწმუნოა თუ ისინი ტოლია ან მეტია 0.23 ტ/ჰ და არასარწმუნოა, თუ ნაკლებია მასზე.

- საკონტროლო კითხვები:
- > რა არის მინდვრის ცდა და რისთვისაა იგი საჭირო?
  - > რა როლს თამაშობენ ცდები კვლევით მუშაობაში და წარმოებისათვის?
  - > რა არის საჭირო ცდის დაგეგმვისა და ჩატარებისათვის?
  - > რა არის ცდის პროგრამა და სქემა?
  - > რა პრინციპებით სარგებლობენ ცდის სქემების შედგენისას?
  - > როგორ უნდა შევარჩიოთ ნაკვეთი მინდვრის ცდის ჩასატარებლად?
  - > რა არის რეკონსტრუქცია ანუ გამოთანაბრებელი ნათესების თესვა?
  - > დაახასიათეთ დანაყოფის ფორმები და ზომები.
  - > როგორ ხდება ვარიანტებისა და განმეორებების განლაგება ნაკვეთზე?
  - > როგორ ტარდება მინდვრის ცდაზე დაკვირვებები და მოსავლის აღრიცხვა?
  - > რით განიარჩევიან საწარმოო ცდები?
  - > როგორ ტარდება სავეგეტაციო ცდები, მათი კლასიფიკაცია?
  - > რა კვლევები შეიძლება ჩატარდეს წყლის კულტურებში?
  - > როგორ ტარდება ქვიშის კულტურებზე ცდები?
  - > რა არის პიდროპონიკა, მისი მთლიანი კაციები?
  - > რა არის ლიზიმეტრები, დაახასიათეთ მათი კონსტრუქციები?
  - > რა არის დისპერსიული ანალიზის მეთოდი?
  - > რა არის სარწმუნო კრიტერიუმები და არსებითობის კრიტერიუმი?

## თავი – 10. სასაქაობის გამოყენება და გარემოს დაცვა

ჯანმრთელობის დაცვა მსოფლიო ორგანიზაციის მონაცემებით, დასავლეთ ევროპის, ჩრდილოეთ ამერიკის ქვეყნები და იაპონია, ყავთ რა თავიანთ ტერიტორიაზე დედამიწის მოსახლეობის 15%, ხარჯავენ 50-ჯერ მეტ რესურსებს. ერთი სული მოსახლეზე ვიდრე მსოფლიოს სხვა ქვეყნები და გარემოში გამოყოფენ მანე ნივთიერებებს საწარმოო ანარჩენების სახით – 77%-ს მთელი მსოფლიოს საერთო რაოდენობიდან.

მსოფლიოში დაგროვდა სასოფლო-სამეურნეო ბრუნვიდან ამოვარდნილი ეროზირებული სასოფლო-სამეურნეო სამუსაოების არასწორი ჩატარების შედეგად მილიონობით ჰექტარი ნიადაგები, საწარმოო ანარჩენებით დატუჭყიანებულია ჰაერი, ნიადაგები, ტბები, მდინარეები.

წარმოიქმნა აუცილებლობა, რომ გარემოს დამატუჭყიანებელი, მრავალრიცხოვანი საწარმოო ანარჩენების გაუვნებელყოფისა, მათი ქიმიური და ბიოლოგიური გადამუშავების გზით. აგრეთვე უნარჩენო ტექნოლოგიების დანერგვით, რათა შენარჩუნებული იქნას აგროლანდშაფტის ეკოლოგიური მდგომარეობა.

XX საუკუნის დასაწყისში დედამიწის მოსახლეობა შეადგენდა – 1,6 მილიარდს, ხოლო 2000 წელს – 6 მილიარდს. კაცობრიობის წინაშე დგას ამოცანა – მნიშვნელოვნად გააღვიძოს სურსათის, ენერჯის წარმოება და საცხოვრებელი შენობების შენება.

აღბათ მომავალში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის ზრდა და სურსათის წარმოების გადიდების ძირითადი საშუალება იქნება მცენარეების საკვები ნივთიერებებით უზრუნველყოფა. აქედან დასკვნა, რომ ყოველწლიურად სასუქების წილი საკვები ელემენტების ბრუნვაში თანდათანობით გაიზრდება. ამჟამად სამრეწველო მინერალური სასუქების გამოყენების შედაგად, უზრუნველყოფილია მოსავ-

ლის მიღება 50%. ასევე დადებით გავლენას ახდენს ფოსფორიანი სასუქების მაღალი დოზებით გამოყენება. დადგენილია, რომ ფოსფატების მაღალი შემცველობა ამცირებს ნიადაგში მძიმე ლითონების – რკინის, კალციუმისა და სხვების მოძრაობას.

სხვადასხვა აგროცენოზებში ნიადაგის ჰუმუსით გამდიდრება აგრეთვე ამცირებს მძიმე ლითონების მოძრაობას, რითაც უმჯობესდება გამდინარე წყლების სისუფთავე. მნიშვნელოვანია აგრეთვე ნიადაგის დამუშავების სისტემა. ნიადაგის გაჭუჭყიანების ხარისხის ზრდის შემთხვევაში მიმართავენ ნიადაგის ღრმა დამუშავებას, მის ზედაფენის მთლიან გადაბრუნებას.

დადგენილია, რომ ნიადაგების მძიმე ლითონებით დაჭუჭყიანებისას ორგანული, მინერალური სასუქების შეტანა და მოკირიანება მნიშვნელოვნად ამცირებენ მძიმე ლითონების შემცველობის დონეს მცენარეულ პროდუქციაში.

მინერალური სასუქების გამოყენებაზე მთლიანად უარის თქმა, რომელსაც ზოგჯერ გვთავაზობენ ორგანული სოფლის სახით, მიგვიყვანს სურსათის წარმოების კატასტროფულ შემცირებამდე. ამოტომ სასურსათო პრობლემების გადაჭრის ერთერთი გზა არის არამინერალური სასუქების გამოყენებაზე უარის თქმა, არამედ მინერალური სასუქების გამოყენების ძირეული გაუმჯობესება, მათი ნიადაგში შეტანის ოპტიმალური დოზებისა და თანაფარდობის დადგენა, მათი სწორად შენახვა.

მინერალური სასუქებში კვების ძარითადი ელემენტების გარდა, ხშირად არის სხვადასხვა მინარევები მარილების სახით.

მინერალური სასუქებში ნედლეული (ფოსფორიტები, აპატიტები, ნედლი კალიუმის მარილები), როგორც წესი შეიცავენ 5%-მდე მინარევებს ტოქსიკური ელემენტების სახით ხშირად არის დარიშხანი, ტყვია, კადმიუმი, ფტორი, სტრონციუმი, ისინი განიხილებიან, როგორც გარემოს დამაჭუჭყია-

ნებლები პოტენციური წყაროები და მინერალური სასუქების ნიადაგში შეტანისას მკაცრად აღირიცხებიან.

ნივთიერებათა კრიტიკულ ჯგუფს, რომელთა დაგროვება იწვევს გარემოს სტრესულ გაუარესებას, მიეკუთვნებიან: ვერცხლისწყალი, ტყვია, კადმიუმი და დარიშხანი.

ბუნებაში ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად, ხდება მძიმე ლითონების დაგროვება, რომლებიც დედამიწის მაგნიტურ ქანებაში შედიან ქანებში და ღია კარიერებისა და ნიადაგის წყლებით ხდებიან გარემოში, ხოლო მუავე წვიმები აძლიერებენ მათ მოძრაობას.

წარმოების ინტენსიფიკაციის მაღალი დონე, ქალაქების ზრდა აუცილებლად იწვევენ ნეგატიურ ცვლილებებს ბიოსფეროში.

ადამიანის ზემოქმედება ბიოსფეროზე და მის შემადგენელ კომპონენტებზე – პეტოსფეროზე, ატმოსფეროზე, ჰიდროსფეროზე – რთულია და მრავალფეროვანია. იგი არღვევს ხანგრძლივი პერიოდის მანძილზე ჩამოყალიბებულ თვითოეულ ეკოსისტემას. ადამიანის სასოფლო-სამეურნეო მოღვაწეობის შედეგად ბევრი ბუნებრივი ეკოსისტემა გარდაიქმნა ხელოვნურ აგროეკოსისტემებად, არსებითად შეცვლილი ქიმიური შედგენილობით.

გარემოს დაჭუჭყიანება ქიმიური ნივთიერებებით – ერთერთი ძლიერი ფაქტორია ბიოსფეროს კომპონენტების დარღვევაში. ქიმიური დაჭუჭყიანების კომპონენტებია – მძიმე ლითონები, რომელთაც განსაკუთრებული ეკოლოგიური, ბიოლოგიური და სამედიცინო მნიშვნელობა აქვთ. ბიოლოგიური კლასიფიკაციით – მძიმე ლითონებს მიეკუთვნებიან ისეთები, რომელთა ატომური მასა 40-ზე მეტია.

ბიოსფეროს ტექნოგენური დაჭუჭყიანების ძირითადი წყაროებია – მრეწველობა და ავტოტრანსპორტი, აგრეთვე მინერალური, ორგანული საშუალებები, მცენარეთა ქიმიური დაცვის საშუალებები, ასევე აძლიერებენ გარემოზე ტექნოგენურ დატვირთვას. ანთროპოგენური გავლენის თავიდან ასაცილებლად აგროცენოზებში საჭიროა მონიტორინგის ორგანი-

ზაცია, რომელიც ახორციელებს კონტროლს ცოცხალი და მკვდარ ბუნებაზე. მონიტორინგის მნიშვნელოვანი ნაწილია ნიადაგის დაჭუჭყიანების მონიტორინგი მძიმე ლითონებით.

ნიდაგური საფარი არამარტო დაჭუჭყიანების გეოქიმიური აკუმულიატორი, არამედ იგი გამოდის, როგორც ბუნებრივი ბუფერი, რომელიც მნიშვნელოვნად ამცირებს მძიმე ლითონების ტოქსიკურ მოქმედებას და არეგულირებს მცენარეებში ქიმიური ელემენტების შესვლას. ლითონები, რომლებიც ნიადაგში გროვდება, ძნელად გადის ნიადაგიდან ჩარეცხვის გზით, მცენარეთა მოხმარებით, ეროზიისა და დეფლაციის შედეგად. ამიტომ ისეთი აგროტექნიკური ღონისძიებების დამუშავება, რომლებიც შეამცირებენ მძიმე ლითონების შესვლას მცენარეში, აქვს დიდი აგროეკოლოგიური მნიშვნელობა.

მძიმე ლითონების საერთო შემცველობა ბუნებრივ, არადაჭუჭყიანებულ ნიადაგებში განპირობებულია მათი შემცველობით დედაქანებში და განისაზღვრება ნიადაგწარმოქმნის პროცესით. მძიმე ლითონები ძირითადად იმყოფებიან ნიადაგის ლამის ფრაქციაში, ისინი აქტიურად უკავშირდებიან ორგანულ ნაერთებს, ე.ი. ჰუმუსის რაოდენობასთან არიან კორელაციაში, ქმნიან ორგანულ ნივთიერებებთან მრავალგვარ კომპლექსურ ორგანო-მინერალურ ნაერთებს, შთაინთქმებიან ორგანული ნაერთების მიერ, აგრეთვე გაცვლითი რეაქციის მეშვეობით.

მძიმე ლითონები შეიძლება გახდნენ წამყვანი ფაქტორი, რომელიც განსაზღვრავს აგრობიოცენოზების მიმართულებას და ხასიათს. ისინი იწვევენ გარემოს მასობრივ დაჭუჭყიანებას – მცენარეთა ტოქსიკოზს. უფრო ძნელია განისაზღვროს მძიმე ლითონების დაბალი კონცენტრაციის დროს მათი ტოქსიკური მოქმედება ადამიანის ჯანმრთელობაზე და გარემოზე. ნიადაგი ძირითადი გარემოა, სადაც გროვდება მძიმე ლითონები ადამიანის ანთროპოგენული ზემოქმედებით. ტექნოგენურად – გაბნეული ელემენტების ძირითადი მასა ხვდება ატმოსფეროში, მაგრამ იქედან ძალიან მალე – ნიადა-

გის ზედაპირზე და ერთვებიან ნიადაგწარმოქმნის პროცესში. მათი ნაწილი შთაინთქმება მცენარეთა მიერ და გადის მოსავლის სახით. მძიმე ლითონები უარყოფითად მოქმედებენ არამარტო მცენარეებზე, არამედ ნიადაგის მიკრობიოლოგიურ ცენოზებზე. ამ შემთხვევაში ნიადაგში გაძნელებულია მიკრობიოლოგიური პროცესები – აზოტფიქსაცია, ნიტრიფიკაცია და მინერალიზაცია მცენარეული ნარჩენებისა.

დადგენილია, რომ ჰუმუსით მდიდარ ნიადაგებში მძიმე ლითონების ნეგატიური მოქმედება მცირდება. ეს შედეგია მათი ორგანულ ნივთიერებებთან კომპლექსური ნაერთების ხელატების შექმნით.

ნიადაგის ნაყოფიერების მნიშვნელოვანი კრიტერიუმია – მისი ფერმენტული აქტივობა, რომელსაც მძიმე ლითონები აქვეითებენ. ტყვია და კანდიუმი გამოირჩევიან ცოცხალ ორგანიზმებში და ადამიანში დაგროვების მაღალი უნარით. ისინი აჭუჭყიანებენ ნიადაგსა და მცენარეებს და აზიანებენ ადამიანის ჯანმრთელობას, როგორც კვებითი ჯაჭვის ბოლო რგოლს. კადმიუმის, ტყვიისა და ვერცხლისწყლის ამოღება ნიადაგიდან ვერ ხერხდება, ამიტომ ისინი თანდათან გროვდებიან ნიადაგში და იქედან ხვდებიან ადამიანის ორგანიზმში. ანთროპოგენული ზემოქმედებით დაჭუჭყიანებულ ნიადაგებზე გამოყენებული უნდა იქნას აგროტექნიკური ღონისძიებები, რომლებიც ხელს უწყობენ მათ გადაყვანას ძნელად ხსნად მდგომარეობაში – მოკირიანება, ორგანული ნივთიერებების შეტანა, ჰუმუსიანობის ამაღლება..

ბუნებრივ პირობებში, ბიოგეოქიმიური პროცესები, რომლებსაც მივყავართ გარემოს თვისობრივ ცვლილებებთან, ნელა მიმდინარეობენ. მის გამო ადამიანის ორგანიზმი ასწრებს ადაპტირებას. ამჟამად ეს პროცესები ბევრად უფრო დაჩქარებულია და ადამიანის ორგანიზმში პასუხობს პათოლოგიით.

ნიადაგების ანთროპოგენური დეგრადაცია, რაც განისაზღვრება ჰუმუსის შემცველობის შემცირებით, გავლენას ახდენენ მინერალური ელემენტების თვისებებზე, ანტაგონიზ-

მისა და სინერგიზმის მხრივ, რითაც იცვლება მათი მცენარეუბისადმი მისაწვდომობა.

გარემოს დატუჭყიანებისა და სასუქების გამოყენების პრობლემები ძირითადად ეხება ნიადაგის წყლების, მცენარეული პროდუქციის დატუჭყიანებას ადამიანისა და ცხოველებისადმი ელემენტებისა და ნივთიერებების ტოქსიკურობას, მაგრამ სოფლის მეურნეობაში ქიმიური საშუალებების გამოყენება ძალიან ცოტა ნაწილია ადამიანის სამეურნეო ზემოქმედების გარემოზე.

გარემოს დიდ ზიანს აყენებს ადამიანის მიერ ენერჯის ბუნებრივი წყაროების გამოყენება (ქვანახშირი, ნავთობი, გაზი), რომელთა წვის შედეგად ატმოსფეროში გამოიყოფა მავნე ნივთიერებათა დიდი რაოდენობა, აგრეთვე ინდუსტრიალური მშენებლობები, ტრანსპორტის განვითარება – ყველა ესენი ნიადაგებისა და ატმოსფეროს დატუჭყიანების წყაროებია. ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა ელემენტარულ შედგენილობას ენდემური დაავადებების წარმოშობაში, რომლებსაც ადგილი აქვს რომელიმე გეოქიმიურ რეგიონში, ზოგიერთი ბიოლოგიური ელემენტების უკმარისობის ან სიჭარბის გამო. ეს ხშირად ხდება სხვადასხვა მიკროელემენტების უკმარისობის ან სიჭარბის შემთხვევაში, რის შედეგად ადგილი აქვს ჩიყვით, კბილების კარიესით და სხვა დაავადებებს, ასევე ცხოველების სხვადასხვა დაავადებებს.

გამოვლენილია პროვინციები, იოდის, ფტორის, სელენის უკმარისობით. და პირიქით, ზოგიერთი მიკროელემენტის სიჭარბით. ასეთ პროვინციებში ჩნდება სპეციფიკური დაავადებები. ავტოსტრადების გასწვრივ მცენარეთა კულტივირებისას დადგენილია მათში ტყვიისა და სხვა მძიმე ლითონების ჭარბი რაოდენობა, რაც გამონახობლქვი გაზებით არის გამოწვეული. იმ ლანდშაფტებში, რომლებსაც არ შეხებია ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა, მძიმე ლითონების შემცველობა უმნიშვნელოა. ასე მაგალითად, კადმიუმის კლარკი ატმოსფეროში შეადგენს- 0,13 მგ/კგ, ვერცხლისწყლისა – 0,083 მგ/კგ, ტყვიისა – 16 მგ/კგ. ტექნოგენური დატუჭყიანების მაჩვენებ-

ლად შემოდებულია გამდიდრების სპეციალური კოეფიციენტი – ის წარმოადგენს ორი ელემენტის კონცენტრაციას ატმოსფეროში, შეფარდებული იმავე ელემენტების კონცენტრაციასთან დედამიწის ქერქში. ნორმალურ პირობებში, ეს კოეფიციენტი ახლოსაა ერთთან, ხოლო თუ ეს მაჩვენებელი მეტია ერთზე, მაშინ სახეზეა ტექნოგენური დატუჭყიანება. ნიადაგების დატუჭყიანების წყაროს წარმოადგენს აგრეთვე პესტიციდები. მაგალითად ვენახების ხშირი შეწამვლისას ბორდოს სითხით, ხშირად აღინიშნება, ნიადაგში სპილენძის დაგროვება, ხოლო იქედან გადადის მცენარეში და ანელებს მის ზრდას. მაგრამ სოფლის მეურნეობის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე შეუძლებელია უარი ვთქვათ მთლიანად პესტიციდების გამოყენებაზე.

საკვები ელემენტების დიდი დანაკარგები და მათგან გარემოს დატუჭყიანება გამოწვეულია ნიადაგის ეროზიით. 1 ჰექტარი ფართობიდან ყოველწლიურად საკვები ელემენტების გამორეცხვა შეადგენს 100 კგ აზოტს, 5 კგ ფოსფორის და 60 კგ კალიუმს. საკვები დანაკარგი იზრდება სასუქების ზედაპირული შეტანისას. ნიადაგიდან გამორეცხილი ელემენტები გროვდება წყალსაცვებში და იწვევენ პლანქტონის ინტენსიურ გამრავლებას, ნაპირის მცენარეულობის გაძლიერებულ ზრდას, რაც იწვევს წყლის ზედაპირის შემცირებასა და დატაობებას, უანგზადის ნაკლებობას, რაც იწვევს ჰიდრობოტის დაღუპვას.

საცხოვრებელი გარემოს თანდათანობითი სრულყოფა, თანამედროვე კაცობრიობის საზოგადოების ერთერთი ძირითადი ამოცანაა, რაც დამოკიდებულია ქიმიზაციის გონივრულ გამოყენებაზე. როგორც ცნობილია მცენარეებს გააჩნიათ შერჩევითი შთანთქმის უნარი ამა თუ იმ ელემენტის მიმართ – ტყვია, ვერცხლისწყალი და ქრომი. მცენარეების მიერ სუსტად შთინთქმება კადმიუმი და თუთია – უფრო მეტი შთაინთქმება მცენარეთა მიერ, აგროქიმიური ხერხები – მოკირიანება, ორგანული სასუქების შეტანა არსებითად ამცირებს მძიმე ლითონების მოხვედრას მცენარეებში.

შთანთქმის შედეგად, ლითონების განაწილება მცენარეს ორგანიზმში ატარებს ასეთ ხასიათს: ფესვები>ღეროები>ფოთლები>მაყოფები, რაც მოწმობს მცენარის დაცვითი მექანიზმების არსებობას, შეზღუდავს მძიმე ლითონების გადატანას ფესვებიდან მიწისზედა ორგანიზმებში. ადამიანთა საკვებში ჭარბი ოდენობის ნიტრატების, მძიმე ლითონების, პესტიციდების ანარჩენების თავიდან ასაცილებლად ბევრ ქვეყნებში შემოღებულია ნორმატივები კვების პროდუქტებში მათი შემცველობის შესაზღუდავად.

ამგვარად, გარდა ბუნებრივი, მიგრაციული ნაკადების – წყლით მიგრაცია, ელემენტების ბიოლოგიური ბრუნვა – გამონდა კიდევ ახალი ნაკადი - ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა, რომელმაც გადააჭარბა ბუნებრივ მიგრაციას. ამიტომ საჭიროა შეიქმნას შეკრული საწარმოო ციკლები, რომელიც გამორიცხავს ქიმიური ნივთიერებების მოხვედრას გარემოში.

ნიტრატების ზღვრული, უსაფრთხო დოზა შეადგენს ადამიანისთვის 5მგ NO<sub>2</sub>/კგ სხეულის მასაზე. ძირითად საშიშროებას წარმოადგენს არა თვით ნიტრატები, არამედ მათგან წარმოქმნილი ნაერთები - ნიტრიტები და ნიტროზოამინები, რომლებიც იწვევენ სისხლის ჰემოგლობინის დაშლას. ნიტროზოამინებს და ნიტროზოამიდების გააჩნიათ კარცენოგენური, მუტაგენური და ემბრიოტოქსიკური მოქმედება.

ცხოველთა საკვებში, ნიტრატული აზოტის ტოქსიკური დონე – 0,2%-ია. ნიტრატების დაგროვება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაში ძირითადად დამოკიდებულია სასუქის შეტანის ვადაზე, დღის სინათლის განლაგებაზე და მცენარეთა თესლის დათესვის დროზე. გარდა ამისა იგი დამოკიდებულია აგრეთვე მცენარეთა განათებაზე – სქელ, შემჭიდროებულ ნათესებში ნიტრატების შემცველობა უფრო მაღალია, ვიდრე მეჩხერ ნათესებში. აზოტისა და სხვა სასუქების მაღალი დოზის ერთდროულად შეტანისას, მნიშვნელოვნად იზრდება საკვები ელემენტების დანაკარგები. ამ შემთხვევაში მკვეთრად იზრდება ნიადაგის მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობა, სასუქის აზოტთან ერთად, ბრუნვაში ერთვება ნიადა-

გის აზოტი, რომელიც შეიძლება გავიდეს სისტემიდან: სასუქი-ნიადაგი-მცენარე და დატუჭიანოს ბიოსფერო.

ცლებით დადგენილია, რომ ნიადაგიდან შეიძლება დაიკარგოს აიროვანი ფორმით 20-25% შეტანილი სასუქების აზოტისა. აზოტის ქვეჟანგი- N<sub>2</sub>O- წარმოიქმნება დენიტრიფიკაციის შედეგად. მას შეუძლია დაარღვიოს დედამიწის ატმოსფეროს ოზონური ფენა, რომელიც იცავს დედამიწას ულტრაიისფერი სხივების მოხვედრისგან, რომლებიც სპობენ ყოველ ცოცხალ ორგანიზმს.

აზოტის ქვეჟანგი იჟანგება და წარმოქმნის ატმოსფეროში წყალთან შეხებისას აზოტისა და აზოტოვან მჟავებს, რომლებიც ატმოსფერულ ნალექებთან ერთად ხვდებიან ხმელეთისა და ოკეანეების ზედაპირზე.

ფოსფორის გამოყენების ეკოლოგიური შედეგები უფრო სერიოზულია, ვიდრე უბრალოდ მისი მოხვედრა წყლის ობიექტებში. მისი მონაწილეობით შექმნილი კომპლექსური ნაერთები ბრუნვაში რთავენ ბევრ მძიმე ლითონებს, აძლურებს რა მათ მოძრაობას და ბუნებრივი წყლების გატუჭიანებას. პოლიფოსფატების ყოფნა ნიადაგში და წყალში ზღუდავს მათ ქიმიურ გაწმენდას, აძლურებს რა ფოსფორის შემცველი ნაერთების ხსნადობას.

ფოსფორიანი სასუქების მსოფლიო წარმოების დონე P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ზე გადაზარალებით, შეადგენს 30 მილიონ ტონას წელიწადში. სასუქების ამ რაოდენობასთან ერთად ნიადაგში შედის 2-3 მილიონი ტონა ფტორი. სუპერფოსფატში იგი იმყოფება ხსნად ფორმაში და ადვილად შედის მცენარეში. ფოსფორის კონცენტრაციის გადიდება ამუხრუჭებს ფოტოსინთეზს, სუნთქავს და მცენარეთა ზრდას, არღვევს საასიმილაციო აპარატის სტრუქტურას. სუპერფოსფატის თითოეულ ტონასთან ერთად ნიადაგში შედის – 160 კგ. ფტორი. გარდა ამისა, უბრალო სუპერფოსფატში არის: სპილენძი-20 მგ/კგ, თუთია-100, დარიშხანი-300 მგ/კგ ხოლო ფოსფორუტის ფხვნილში შედის ტყვია-20 მგ/კგ და კალიუმი- 2 მგ/კგ. ტყვიას შეუძლია შევიდეს რეაქციაში ფოსფორთან და შეამციროს

მათი შეთვისებადობა. ფოსფორიან სასუქებთან ერთად ნიადაგში შედის ვანადიუმიც.

კალიუმიანი სასუქები ნაკლებ აზიანებენ წყლებს. უმეტეს შემთხვევაში, გარემოს გაჭუჭყიანებას იწვევენ კალიუმის ანიონები, ქლორი, სულფატები და სხვა. ქლორის დიდი დოზები უარყოფითად მოქმედებენ კარტოფილის, ვახის, თამბაქოს და ციტრუსების განვითარებაზე.

წყალსაცავების კალიუმით დაჭუჭყიანების ძირითადი წყარო სასასუქებია. კალიუმის დანაკარგები ფილტრაციული წყლებით არის 10-20 მგ/კგ ფარგლებში. კალიუმის ნიადაგიდან გარეცხვის საშუალო მაჩვენებელი 20-25 კგ/ჰა  $K_2O$  არის. კალიუმის კათიონის რაოდენობის გადიდება ნიადაგურ ხსნარში არღვევს  $Ca:K$  და  $Mg:K$  თანაფარდობას და შეუძლია გამოიწვიოს კალციუმისა და მაგნიუმის გამოდევნა შთანქმითი კომპლექსიდან და მათი გადაადგილება ნიადაგის პროფილში. კალციუმის ყოველწლიურმა დანაკარგმა ფილტრაციული წყლებით შეიძლება მიაღწიოს 1 ტ/ჰ-ს.

მცენარეთა უჯრედებში მძიმე ლითონების რეგულიატორის როლს ასრულებს მეტალითონებმა გოგირდით მდიდარმა დაბალმოლეკულურმა ცილებმა, რომლებიც იწვევენ კადმიუმის, თუთიის, ვერცხლისწყლის და სპილენძის შეკვრას.

დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა ტრანსპირაციას, რომლის შედეგად მცენარეს ნიადაგიდან ატმოსფეროში გადაყავს წყლის ნაკადთან ერთად, არამარტო ქლორი, ნატრიუმი, კალიუმი, არამედ ვერცხლისწყალიც, თუთია, ტყვია. მათი ატმოსფეროში გაფანტვა აორთქლებულ წყალთან ერთად, წარმოადგენს მცენარისათვის მათგან დაშორების გზას.

სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში, მცენარეთა ბალანსირებული კვებისათვის იყენებენ სასუქების ოპტიმალურ შედგენილობას, რაც ხეორციელდება მცენარის მოთხოვნილებების ზუსტი გათვალისწინებით საკვებ ელემენტებზე. დაჭუჭყიანებული ნიადაგების წინასწარ მოკირიანებით შესაძლებელია რამოდენიმეჯერ შემცირდეს ტყვიის შემცველობა მცენარეულ

პროდუქციაში. ეს ხერხი კიდევ უფრო ეფექტიანია კადმიუმით დაჭუჭყიანებულ ნიადაგებზე.

ტორფისა და ორგანული სასუქების შეტანით, მნიშვნელოვნად მცირდება მცენარეებში მძიმე ლითონების შესვლა. ნიადაგში მძიმე ლითონების – კადმიუმი, სტრონციუმი ნიკელი და თუთიის შემცველობა უმეტესად დამოკიდებულია მისი მჟავიანობაზე.

ნიადაგში შეტანილი ორგანული ნივთიერებები იწვევენ მძიმე ლითონების შეკვრას, უფრო ძლიერ ვიდრე მინერალურ ნაერთებში. ორგანული ნივთიერებებით ხდება ტყვიისა და სპილენძის შეკვრა, უფრო სუსტად კობალტის, მანგანუმის, ნიკელის, კადმიუმის. მრიგად, მოკირიანება და ორგანული სასუქების შეტანა ამცირებენ მცენარეში მძიმე ლითონების შესვლას. მიკროსასუქების მაღალი დოზებით გამოყენებისას იზრდება ნიადაგში მიკროელემენტების მოძრაობა- ისინი გადანაცვლდებიან ქვედა ჰორიზონტებში.

მიკროელემენტების შესვლა მცენარეში დამოკიდებულია მცენარეთა ბიოლოგიურ თავისებურებებზე – პირველ რიგში ფესვების კათიონის გაცვლითი მოცულობით, ბიოლოგიური შედგენილობით და იონების კავშირის სიმტკიცით უჯრედთა გარსებთან. მიკროელემენტების შთანქმა ხორციელდება როგორც მეტაბოლიზმის, ისე არამეტაბოლიზმის გზით, ეს თანაფარდობა იცვლება კულტურის თვისებების, ასაკის, ბიოლოგიური თავისებურებების მიხედვით. ასე მაგალითად – ტყვის, კადმიუმის, სპილენძის, ლითიუმის სჭარბობს პასიური გადატანა, ხოლო თუთიისა და მაგნიუმის შემთხვევაში – ადგილი აქვს აქტიურ და პასიურ გადატანებს.

მცენარეთა კვების ოპტიმიზაციისათვის საჭიროა ვიცოდეთ არამარტო შეტანილი ელემენტების უშუალო მოქმედება, არამედ მათი ერთმანეთზე ურთიერთგავლენაც (იონების ანტაგონიზმი და სინერგიზმი).

აზოტის დოზების გადიდების დროს იზრდება მოლიბდენის შესვლა მცენარეში ( $N_{60}$  დოზის დროს – 1.5-ჯერ,  $N_{90}$  – ორჯერ კონტროლთან შედარებით).

ერთი ელემენტის ჭარბი შემცველობისას, შეიძლება მისი განეიტრალება მეორე ელემენტის რაოდენობის გადიდებით. მძიმე ლითონებს - პროტოპლაზმურ შხამებს კონცენტრაციაში ძალიან ვიწრო ოპტიმალური და უვნებლობის ინტერვალი აქვთ, რაც საშიშია მცენარისათვის მათი ტოქსიკური იზრდება ატომური მასის გადიდებასთან ერთად და შეიძლება გამოვლინდეს სხვადასხვანაირად.

სამკურნალო მცენარეებში, ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა დაგროვება დამოკიდებულია გარემოს გეოქიმიურ ფაქტორებზე, რაც საშუალებას იძლევა შეირჩეს სამკურნალო მცენარეთა ნედლეულის დამზადების რაიონები, მათი ფარმაკოლოგიური მოქმედების გათვალისწინებით. რაც უფრო მეტია ნიადაგში შესათვისებელი მანგანუმი და მოლიბდენი, მით უფრო მეტია იქ მოზარდ მცენარეებში კარდიოგლიკოზიდები ანუ გულის გლიკოზიდები.

ელემენტის ტოქსიკურობა განპირობებულია მისი ქიმიური ბუნებით, შენაერთების რაოდენობისა და შედგენილობით, რომლებშიც ისინი იმყოფებიან, მოხმარების წესით, ასაკით და ინდივიდების განვითარების სტადიით. ზოგიერთ ტერიტორიებზე ქიმიური ელემენტების შემცველობა ნიადაგში და წყლებში ძლიერ განსხვავდება ნორმალურისაგან, რის გამოც ირღვევა მცენარეთა მინერალური კვება. დედამიწაზე აღარ დარჩა ტერიტორიები, სადაც არ არის ადამიანის ანთროპოგენული ზემოქმედება – ვრცელდება ტოქსიკური ნივთიერებები ბიოსფეროში, ხვდებიან კვებით ჯაჭვში. ბუნებრივ მიგრაციულ ნაკადებთან ერთად-წყლით მიგრაცია, ელემენტების ბიოლოგიური ბრუნვა, გაჩნდა ახალი, ანთროპოგენული ნაკადი, რომელიც სჭარბობს ლითონების ბუნებრივ მიგრაციას.

ბოლო წლებში გაჩნდა საშიშროება სტრატოსფეროს ოზონის ფენის დარღვევისა, მასში აზოტის ოქსიდების მოხვედრის შედეგად, რომლებიც დენიტროფიკაციის პროცესში წარმოიქმნება ნიადაგში.

საჭიროა გლობალური მონიტორინგი, რომელიც მოიცავს ბუნებრივ ობიექტებს – ნიადაგებს, მდინარეებს, მცენარეებს,

ცხოველებს და ადამიანებს. ეს გლობალური მონიტორინგი შესძლებს გააკონტროლოს ეკოსისტემები და საჭიროების შემთხვევაში მიიღოს საჭირო ზომები.

ადამიანი ბუნების ძირითადი დამატუჭყიანებელი არის – ცვლის ქიმიური ელემენტების დიდი ხნის დამყარებულ ბრუნვას და თანდათანობით, სულ უფრო მეტად არღვევს გარემოს ეკოლოგიურ წონასწორობას.

ადამიანის ორგანიზმში, მცენარეულ და ცხოველურ საკვებთან, ჰაერთან და წყალთან ერთად, შედის მუდმივად მზარდი მძიმე ლითონების ნაკადი, სხვა ქიმიურ ნივთიერებებთან ერთად. ანთროპოლოგიური ზემოქმედების შედეგად ნიადაგში შედის დარიშხანის, კადმიუმის, ვერცხლისწყლის, სპილენძის, ტყვიის, თუთიის, ფტორის სულ უფრო მზარდი რაოდენობა. ეს ნივთიერებები მიეკუთვნებიან საშიშროების I კლასს. ბორი, კობალტი, ნიკელი, მოლიბდენი, სპილენძი, ქრომი-მიეკუთვნებიან საშიშროების-II კლასს, ბარიუმი, ვანადიუმი, ვოლფრამი, მანგანუმი, სტრონციუმი – საშიშროების III კლასს.

მრავალრიცხოვანი პროგნოზებით მოწმობენ, რომ უახლოეს პერიოდში ნიადაგში გაიზრდება ვერცხლისწყლის, დარიშხანის, ტყვიის, კადმიუმის, მოლიბდენის, სპილენძის, ვანადიუმის, თუთიის შემცველობა, რაც მოითხოვს გამაფრთხილებელი ზომების დამუშავებას.

ბუნების დაცვას, გარემოს სუფთად შენახვას აქვს გლობალური ხასიათი და ამ პრობლემების გადაწყვეტა შესაძლებელია მხოლოდ საერთაშორისო თანამშრომლობის დონეზე აგროქიმიის წინაშე დგას მნიშვნელოვანი ბუნების დამცველთა ამოცანები. ქიმიზაცია ქმნის დიდ შესაძლებლობებს სოფლის მეურნეობის განვითარებისათვის, არამედ ქმნის ახალ ბუნებრივ ლანდშაფტებს და ძირეულად აუმჯობესებს ყველა ბუნებრივ ლანდშაფტებს.

აგროქიმიის შემდგომი განვითარება შესაძლებელს გახდის მიზანწარაფულად შეიცვალოს ქიმიური შედგენილობა

## თავი 11. აგროქიმია და ეკოლოგია

და ამდღედ ნიადაგის ნაყოფიერება, რაც მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს ელემენტების ბიოლოგიურ ბრუნვას.

მინერალური სასუქების წარმოება უახლოეს მომავალში, ორიენტირებული უნდა იქნას მათ წინასწარ გაწმენდაზე. მიზანშეწონილია აგრეთვე მინერალური სასუქების ხარისხის ეკოლოგიურ – ჰიგიენური ნორმირება.

### საკონტროლო კითხვები:

> რა არის ძირითადი მიზნები ამჟამად მსოფლიოში შექმნილი ნეგატიური ეკოლოგიური სიტუაციისა?

> დაასახელეთ ყველაზე უფრო საშიში მძიმე ლითონები მცენარეთათვის?

> როგორია ნიადაგის და მცენარეული პროდუქციის დაჭუჭყიანების შესამცირებელი ძირითადი ხერხები?

თავისი შინაარსით აგროქიმია, როგორც მეცნიერება სწავლობს ნივთიერებათა წრებრუნვას აგროცენოზში და კვლევის მეთოდებით სრულად პასუხობს ეკოლოგიური იმპერატივის მოთხოვნებს. მაგრამ აგროქიმიის პრაქტიკულ (გამოყენებით) ნაწილში, როდესაც განოყიერების სისტემების პრაქტიკულ განხორციელებაზეა ლაპარაკი თავს იჩენს დარღვევითი ნაკადი-სასუქების შენახვისა და ტრანსპორტირებისას, ოპტიმალური დოზების, გარკვეული სასუქების ცალმხრივად გამოყენება და ელემენტებს შორის ოპტიმალური შეფარდების დარღვევა, შეტანის ვადების, ჩაკეთების ნორმების დარღვევა და ა.შ. ამ სიტუაციური სურათის გამოსწორება რეკომენდაციების და საერთო მიწათმოქმედების კანონებისა და დებულებების დაცვა თავის არსში არის განოყიერების სისტემათა ეკოლოგიზაციის დონის ამდღეობის უმნიშვნელოვანესი პრობლემა, რომელიც მიმართული უნდა იყოს საკვები ელემენტების სისტემაში „ნიადაგი-მცენარე“ წრებრუნვაში ჩართვის გააქტიურებისაკენ. ეს თავის თავად დადებითად იმოქმედებს ნიადაგში არსებული საკვები ელემენტების გამოყენებას და მათი რაოდენობის გაზრდის აუცილებლობის შემთხვევაში სასუქებით აუცილებელ ელემენტების დამატებას ზუსტად დიფერენცირებული დოზებით.

ამჟამად, ეკოლოგიური პრობლემების სიმწვავე, რომელიც ადრეულ პერიოდში იწყებოდა ცალკეული, ლოკალური დაჭუჭყიანებების სახით, გადაიზარდა გლობალური კატასტროფების საშიშროებად. კაცობრიობამ უნდა ისწავლოს ბიოსფეროს ბუნებრივ ციკლებში ჩართვა.

ამჟამად, სახნავი მიწები იძლევიან ადამიანის მიერ საკვები პროდუქტებიდან მიღებული ენერჯის 88 %-ს. 10 %-მდე ენერჯიას ადამიანები იღებენ ბუნებრივი სავარგულებიდან (სათიბები, საძოვრები, მდელოები, ტყეები), ხოლო 2 %-ს იძლევიან მსოფლიო ოკეანის რესურსები.

სოფლის მეურნეობის დარგებისა და მთლიანად წარმოების ეკოლოგიურად სწორად წასაყვანად მიწათმოქმედმა ღრმად უნდა იცოდეს მცენარის გარემოსთან ურთიერთქმედების გარემოსთან არა მარტო თავის რეგიონში, არამედ მთლიანად პლანეტის მასშტაბებით.

ბუნებაში მილიონი წლების განმავლობაში დამყარებული წონასწორობის დარღვევა ადამიანის მიერ, იწვევს კატასტროფულ შედეგებს.

კაცობრიობამ, დაეუფლა რა უზარმაზარ ენერგეტიკულ და ტექნიკურ შესაძლებლობებს მე-19, განსაკუთრებით მე-20 საუკუნეში დაიწყო ბუნების დამორჩილება, ყურადღებას აღარ აქცევს მის მდგომარეობას და იქმნის ცხოვრების კომფორტულ პირობებს. კაცობრიობა შევიდა ეკოლოგიურ კრიზისში, რადგან გარემოს შემდგომი მდგომარეობა უკვე ეშუქრება მის არსებობას.

მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარში ჩაისახა სამეცნიერო მიმართულება ეკოლოგია, როგორც ბიოლოგიის ნაწილი. ტერმინი „ეკოლოგია“ შემოიღო გერმანელმა მეცნიერმა – გ. ჰეკელმა, 1865 წელს.

ეკოლოგია – კომპლექსური მეცნიერება არის, რომელიც შეისწავლის ცოცხალი ორგანიზმების, მათ შორის ადამიანის, საცხოვრისის გარემოს და მათთან დამოკიდებულებას. ბოლო პერიოდში ეკოლოგიის მრავალი მიმართულებები, მათ შორის მნიშვნელოვანია ეკოლოგიური აგროქიმიის განვითარება ადამიანის სიცოცხლის შენარჩუნების, გაგრძელებისა და სრულყოფისათვის. ეკოლოგიური აგროქიმია სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა ეკოლოგიის ნაწილია.

ეკოლოგიური აგროქიმია არის მეცნიერება ნივთიერებათა ბრუნვის გაფართოებული, მუდმივად მზარდი პროცესებზე აგროცენოზებში. იგი სწავლობს ელემენტარულ, მოლეკულურ, უჯრედულ, ორგანიზმულ და ბიოსფერულ დონეებზე მცენარეთა ნიადაგთან და გარემოსთან ურთიერთქმედებებს. მთლიანობაში ეკოლოგიური აგროქიმიის ამოცანებია ორგანიზაცია უყოს ქიმიური ელემენტების ნიადაგში შეტანას, ზუსტი

გაანგარიშებით, რომ უზრუნველყოს მაქსიმალური გამოყენება მცენარეთა მიერ, საკვები ელემენტების დანაკარგების შემცირება, შეამციროს გარემოს დაჭუჭყიანება, გააუმჯობესოს ნიადაგის თვისებები და აამაღლოს მისი ნაყოფიერება. ეკოლოგიური აგროქიმიის ამოცანაა შეიმუშაოს ქიმიური ელემენტების ბრუნვის ოპტიმიზაციისათვის გზები სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებში და ბიოცენოზებში, რაც უზრუნველყოფს გარემოს მუდმივ გაუმჯობესებას. ასევე მნიშვნელოვანია განისაზღვროს მცენარეთა კვების პარამეტრები, შეისწავლოს მიკროელემენტების მარეგულირებელი ფუნქციები, უზრუნველყოს ტერიტორიული მონიტორინგი ყველა ელემენტების შემცველობისა სასუქებში, ნიადაგში, ჰაერში, წყლებში, მცენარეებში და ცხოველებში.

ეკოლოგიური აგროქიმიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანა არის განისაზღვროს ელემენტარული შედგენილობის ოპტიმუმი სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებისათვის მოახდინოს სხვადასხვა ბიოგეოქიმიური პროცესების შესწავლა და მათზე მცენარეთა განლაგება, დაადგინოს ელემენტების ხელოვნური ნაკადები, მათი ბუნებრივი ბიოგეოცენოზების ბუნებრივ ნაკადებთან შედარება, შეფასოს ანთროპოლოგიური ფაქტორების მოქმედება.

ქიმიური ელემენტების ნიადაგებში შემცველობის დონე, რომლებიც სასოფლო-სამეურნეო მიზნებით გამოიყენება, დამოკიდებულია ბიოლოგიური და გეოქიმიურ პროცესებზე, აგრეთვე ადამიანის ანთროპოლოგიურ ზემოქმედებაზე. ეკოლოგიური აგროქიმიის ამოცანაა პროცესების მთელი კომპლექსის გამოკვლევა, რომლებიც განსაზღვრავენ საკვები ელემენტების მოქმედებას ნიადაგში და მცენარეში. ამა თუ იმ ბიოქიმიური და ფიზიოლოგიური პროცესების მიმდინარეობისათვის აუცილებელია არამარტო ფიზიკური პირობები, არამედ ქიმიური ელემენტების საჭირო რაოდენობითა და შეთავსებით არსებობა. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების გარემოსთან ურთიერთქმედება ვერ შეითვისება თუ არ განისაზღვრება კონკრეტული ქიმიური ელემენტების როლი.

ითვლება რომ ეკოლოგია, მოიცავს სიცოცხლის შემდეგ დონეებს: ორგანიზმული, პოპულაციური და ბიოცენოზური. მცენარეთა ქიმიური შედგენილობა განსზღვრული ხარისხით დამოკიდებულია ნიადაგის, წყლებისა და ჰაერის ელემენტარულ შედგენილობაზე. რომელიმე საკითხის განხილვისას, რომელიც დროში და სივრცეში იცვლება, გამოიყენება დარაიონების მეთოდი. ბიოსფეროს მკვლევარები იყენებენ ბიოგეოქიმიურ დარაიონებას, რაც ეფუძნება სიცოცხლისა და გეოქიმიური გარემოს ერთიანობას. ამის ყველაზე მოხერხებული ნაწილია – აგროეკოლოგიური დარაიონება. კულტურული მცენარეებისა (ნ. ვავილოვი). ნ. ვავილოვი მას აგებდა მათი აგროეკოლოგიური კლასიფიკაციის საფუძველზე. კულტურულ მცენარეთა კლასიფიკაცია ეკოლოგიის საფუძველზე წარმოიქმნა ცოდნის სინთეზის შედეგად, რომელიც დაგროვდა სხვადასხვა ოლქების ეკოლოგიური პირობების შესწავლის შედეგად მეცნიერებისა მცენარეების შესახებ და მსოფლიო მემცენარეობაში დაგროვილი გამოცდილების შედეგად.

კულტურულ მცენარეთა აგროეკოლოგიური კლასიფიკაციის საფუძველზე, მსოფლიოს რუკა დაყოფილია აგროეკოლოგიურ ოლქებად კლიმატური, ნიადაგური და გეოგრაფიული პირობების მიხედვით. აგროეკოლოგიური ოლქების სახით იგულისხმება დიდი ტერიტორიები, რომლებიც დაკავშირებულია ერთმანეთთან კლიმატური პირობებით და ჯიშური შედგენილობით. ზოგიერთი ოლქები დაყოფილია რიგ აგროეკოლოგიურ რაიონებად, რომლებიც გამოირჩევიან კონკრეტული კლიმატური და ნიადაგური პირობებით და ეკოტიპებით. ამ ყველა კლასიფიკაციის თანახმად, მთელი ოლქის, ეკოტიპების დაწვრილებით აღწერით და მათი ზრდის პირობების დახასიათებით.

ბიოგეოქიმიური და აგროეკოლოგიური დარაიონება დიდად არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან – მათ ბევრი საერთო აქვთ: მათ აერთიანებს ეკოლოგიური საფუძველი. ბიოგეოქიმიური დარაიონების ბაზა არის – გეოქიმიური ეკოლოგია.

ორივე ტიპის დარაიონება დაფუძნებულია გეოგრაფიულ პრინციპზე. ორივეში იყენებენ ევოლუციურ მიდგომას.

ბიოგეოქიმიის ამოცანა არის გარემოს ელემენტარული შედგენილობის დადგენა და ქიმიური ელემენტების როლის შესწავლა ბიოგეოქიმიური ჯაჭვის ყველა რგოლში. კულტურულ მცენარეთა აგროეკოლოგიური კლასიფიკაცია ავლენს მცენარეთა ქიმიზმის შეცვლას.

ამრიგად, ბიოგეოქიმიურ დარაიონებაში შეიძლება ჩაირთოს კულტურულ მცენარეთა აგროეკოლოგიური კლასიფიკაცია. ბიოსფეროს განვითარების თანამედროვე ეტაპზე, კლასიკური აგროქიმიის საგანი ივსება ახალი შინაარსით. ეს აიხსნება თანამედროვე, ძველისაგან განსხვავებული მოთხოვნებით სოფლის მეურნეობის გაძლიერების, სასუქების არატრადიციული სახეების გამოყენებით, სახნავი მიწების ანთროპოგენური დატვირთვის გაძლიერებით, წყლების და ატმოსფეროს დატვირთვის გამოყენებით. აგროეკოლოგიური აგროქიმიის ამოცანების წრე თანდათან ფართოვდება. ეს შეეხება სასუქების სწორი გამოყენების საფუძველების სხვადასხვა რეგიონებში, ტენიანობისა და კულტივირებული მცენარეებისა და სხვა პირობების გათვალისწინებით, სასუქების ასორტიმენტის შერჩევით, კონკრეტული ბიოგეოქიმიური და ეკოლოგიურ პირობებში. ადამიანის დაუფიქრებელი მოქმედება სწრაფად ცვლის დედამიწაზე გარემოს ქიმიურ მდგომარეობას, რომელთანაც ადაპტირებას ვერ ასწრებენ ცოცხალი ორგანიზმები მიმდინარეობს სახეობების გაქრობა. ყოველი ადამიანის სიცოცხლის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მის კვებაზე, ხოლო ადამიანების კვება დამოკიდებულია მცენარეთა სწორ კვებაზე.

სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთი პრიორიტეტული მიმართულება ამ საუკუნეში არის ადამიანის საკვები პროდუქტებისა და ცხოველთა საკვების წინასწარ პროგრამირებული შედგენილობით. ამავე დროს ეკოლოგიური აგროქიმია უნდა გახდეს ცოდნის მნიშვნელოვანი დარგი. აგროქიმიის გავლენა ადამიანთა საზოგადოებაზე უზარმაზარია. მოსახლეობის რიცხვი დედამიწაზე სწრაფად იზრდება. მათი გამოკვება შე-

საძლებელია სოფლის მეურნეობის გაფართოებით, სასუქების გამოყენებით, მცენარეთა ახალი მაღალმოსავლიანი ჯიშებით. სასუქების გამოყენება კი ყველაზე უფრო ქმედითი ღონისძიება არის მცენარეული პროდუქციის დიდი რაოდენობით წარმოებისათვის. ამას კი უზრუნველყოფს ეკოლოგიური აგროქიმიის განვითარება.

#### საკონტროლო კითხვები:

> როგორია აგროქიმიის როლი მიწათმოქმედების ეკოლოგიზაციაში?

> დაასახელეთ ეკოლოგიური აგროქიმიის ამოცანები.

> აღნიშნეთ ეკოლოგიური პირობები, რომლებიც გავლენას ახდენენ მცენარის ქიმიურ შედგენილობაზე.

> რა არის მცენებები – ბიოგეოქიმიური დარაიონება და აგროეკოლოგიური დარაიონება? როგორია მათი ურთიერთკავშირი?

> დაასახელეთ პირობები დიეტური და სამკურნალო მნიშვნელობის მცენარეული პროდუქციის წარმოებისათვის.

> ახსენით მცენარეთა მიერ ქიმიური ელემენტების ინდივიდუალური გენეტიკური შეთვისების მიზეზები.

#### ბამოყენებული ლიტერატურა:

1. აბესაძე გ., ნაკაიძე ი. – აგროქიმია, გამ-ბა „განათლება“ თბილისი, 1991
2. ტალახაძე გ. – ზოგადი ნიადაგმცოდნეობის საფუძვლები - გამ-ბა „განათლება“ თბილისი, 1971
3. ქარქაშაძე ნ., გიორგაძე ჰ. და სხვები – ბუნებათსარგებლობის ეკონომიკა – სახელმძღვანელო, თბილისი, 2003
4. თხელიძე ა. სასუქების გამოყენების სისტემა თბ. 2009. 376გვ. (საჯარო ბიბლიოთეკა)
5. სმირნოვი პ., პეტერბურგსკი ა. აგროქიმია, თბ. 1-2 ნაწილი 1979. 478გვ.358გვ.
6. ლომინაძე შ. ციტრუსების აზოტით კვების ოპტიმიზაციის საფუძვლები. ავტორეფერატი სადოქტორო დისერტაციის, თბ. 2006. 84გვ.
7. მარშანია ი. აგროქიმია, აგროქიმია, თბ. განათლება, 1991. 715 გვ.
8. ცომაია.ი. აგროქიმიკატების მოკლე ცნობარი, თბ. 2008. 24გვ.. [www.bing.com/ search? Setm kt=en](http://www.bing.com/search?Setm kt=en).
9. [www.agroinvest.com.ge](http://www.agroinvest.com.ge) თანამედროვე სოფლის თანამედროვე მეურნეობა, 2007.
10. Авдонин Н. С. Агрохимия М. 1982 г.
11. Бзиява М. Л. Удобрение субтропических культур Тб. 1973 г.
12. Гамкрелидзе И.Д. Система удобрения цитрусовых садов М.1971 г.
13. Горбунов Н.И. Минералогия и физическая химия почв изд. „Наука“, Москва 1978. 293с.
14. Измайлов С.Ф. Азотный обмен в растеняхю Москва „Наука“, 1986.320с.
15. Каргошин В.М – Экологические основы Земледелия. изд. „Колос“, Москва, 1996
16. Мамонтов В. Г. Панов Н. П. и др.Общее почвоведение М.2006 г.
17. Минеев В.Г. - Агрохимия - учебник. изд. „Колос“, Москва, 2004.
18. Никитин Д., Новиков Ю. – Окружающая среда и человек – учебник. изд. „Вышшая Школа“, Москва, 1986
19. Орлов Д. С. Садовникова Л. К. и др. Химия почв М. 2005г.
20. Парнинков В.Д, Минаев В.Г. – Почва, климати, удобрение и урожай. ААгропротиздат, Москва, 1987

21. Рассел Э. Почвенные условия и рост растений . Москва 1955.623с.  
 22. Умаров М.М. Роль микроорганизмах в круговорота химических элементов в наземных экосистемах. Структурно-функциональная роль почвы в биосфера. Москва 1999.  
 23. Цанავა В. П. Агрехимические основы азотного питания чайного растения. ТБ.1985г  
 24. Ягодин В. А. Агрехимия М. 1982 г.  
 25. Ягодин Б.А. Жуков Ю. П., Кабзаренко В.И. – Агрехимия - учебник. изд. „Мир,, Москва, 2004

**შინაარსი**

<b>რელაქტორისაგან წინასიტყვაობა</b>	<b>3</b>
<b>ტაზი –1. აბროჰიმიისა და მიწათმოქმედების ქიმიზაციის განვითარების ისტორია</b>	<b>6</b>
1.1. აგროქმიური ცოდნის განვითარების ისტორია	6
1.2. სასუქები-მოსავლის გადიდების ძირითადი ფაქტორია	17
1.3. სასუქების ეფექტიანობა და მათი წარმოება	19
1.4. მიწათმოქმედების ქიმიზაციის პრობლემები	21
<b>ტაზი 2 – მცენარეთა კვება და მისი რეგულირების მეთოდები</b>	<b>24</b>
2.1. მცენარეთა ქიმიური შედგენილობა	24
2.2. მცენარეთათვის საჭირო ქიმიური ელემენტები	26
2.3. საკვები ელემენტების შეთვისება მცენარის მიერ	27
2.4. კვების ელემენტების შეთვისების თეორიები	31
2.5. შენაერთების ფორმები, რომლებსგანაც მცენარე შტანთქავს კვების ელემენტებს	36
2.6. გარემო პირობების გაგლეწა საკვები ელემენტების მცენარეში შესვლაზე	38
2.7. მარილების ფიზიოლოგიური რეაქცია	45
2.8. ნიადაგის მიკროორგანიზმების გაგლეწა მცენარეების მიერ მინერალური კვების ელემენტების შეთვისებაზე	46
2.9. მცენარეთა კვების პერიოდულობა. შაკვები ელემენტების შეთვისება სავეგეტაციო სეზონის სხვადასხვა პერიოდში	49
2.10. მცენარეთა კვების რეგულირების მეთოდები	51
<b>ტაზი 3. ნიადაგის თვისებების მნიშვნელობა მცენარის კვებისა და სასუქების გამოყენებისათვის</b>	<b>63</b>
3.1. ნიადაგის მინერალური ნაწილი	64
3.2. ნიადაგის ორგანული ნაწილი	65
3.3. ნიადაგის შთანთქმითი უნარიანობა	68
3.4. ნიადაგის შთანთქმითი მოცულობა და შთანთქმული კათიონების შემადგენლობა	73
3.5. ნიადაგის მჟავიანობისა და ტუტიანობის სახეები	75
3.6. ფუძეებით მადღრობის ხარისხი და ნიადაგის ბუფერობა	79
3.7. ნიადაგში საკვები ელემენტების შემცველობა და ფორმები, მათი მისაწვდომობა მცენარეთათვის	83

3.8 მიკროელემენტების შემცველობა და მათი მისაწვდომობა მცენარეთათვის	87
3.9 მცენარეთა კვების ნიადაგური დიაგნოსტიკა	88
<b>თაზი – 4 ნიადაგების ქიმიური მელიორაცია</b>	<b>91</b>
4.1. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დამოკიდებულება ნიადაგის რეაქციისადმი	91
4.2. კალციუმი და მაგნიუმი მცენარეთა კვებაში და ნიადაგთან ურთიერთქმედებაში	94
4.3. ნიადაგის მოკირიანების საჭიროებისა და დოზების განსაზღვრა აგროცენოზებში	96
4.4. კალციუმის ბალანსი და მისი რეგულირების ხერხები	97
4.5. კირიანი სასუქები	99
4.6. ნიადაგების მოკირიანების ეფექტიანობა	101
4.7. დამლაშებელი ნიადაგების ქიმიური მელიორაცია	101
<b>თაზი 5. სასუქები და მათი კლასიფიკაცია</b>	<b>106</b>
5.1. აზოტიანი სასუქები	110
5.1.1. აზოტის როლი მცენარის ცხოვრებაში	110
5.1.2. აზოტის ბრუნვა და ბალანსი მიწათმოქმედებაში	112
5.1.3. აზოტიანი სასუქების წარმოება და გამოყენება	112
5.1.4. ნიადაგში სასუქების აზოტის ტრანსფორმაცია და გამოყენება მცენარის მიერ	119
5.1.5. აზოტიანი სასუქების დანაკარგების შემცირების ხერხები	121
5.1.6. ბიოლოგიური აზოტი მიწათმოქმედებაში	122
5.2. ფოსფორიანი სასუქები	125
5.2.1. ფოსფორის როლი მცენარეთა კვებაში	125
5.2.2. ფოსფორის წყაროები მცენარეთათვის	126
5.2.3. ფოსფორის წრებრუნვა და ბალანსი ნიადაგსა და მცენარეში	127
5.2.4. ფოსფორიანი სასუქების წარმოებისათვის საჭირო ნედლეული	128
5.2.5. ფოსფორიანი სასუქების კლასიფიკაცია	130
5.2.6. ფოსფორიანი სასუქების ურთიერთქმედება ნიადაგში	133
5.2.7. ფოსფორიანი სასუქების ეფექტიანობის გადიდების ხერხები	133
5.3. კალიუმიანი სასუქები	135
5.3.1. კალიუმის როლი მცენარის სიცოცხლეში	135
5.3.2. კალიუმის ბრუნვა და ბალანსი მიწათმოქმედებაში	138

5.3.3. ნედლეული კალიუმიანი სასუქების წარმოებისათვის	139
5.3.4. კალიუმიანი სასუქების წარმოება, მათი შედგენილობა და თვისებები	139
5.3.5. კალიუმიანი სასუქების ურთიერთქმედება ნიადაგთან	141
5.3.6. კალიუმიანი სასუქების გამოყენება სხვადასხვა ნიადაგებზე	143
5.4. მიკროსასუქები	144
5.5. კომპლექსური სასუქები	156
<b>თაზი 6. ორგანული სასუქები</b>	<b>168</b>
6.1. ნაკელი	168
6.2. ნაკელის მოქმედება ნიადაგზე და მცენარეზე	171
6.3. ნაკელის წუნწუხი	172
6.4. ფრინველის განავალი	173
6.5. ტორფი, ტორფიანი და სხვა ორგანული სასუქები	174
6.6. საწარმოო-საყოფაცხოვრებო ანარჩენები	179
6.7. კომპოსტები	183
6.8. მწვანე სასუქები (სიდერატები)	184
6.9. ბაქტერიული სასუქები	188
6.10. ორგანული სასუქების ეფექტიანობა	191
<b>თაზი 7. ბანოციფერების სისტემა</b>	<b>193</b>
7.1. კულტურების ბიოლოგიური მოთხოვნილება საკვებ ელემენტებზე	193
7.2. ნიადაგურ – კლიმატური პირობები	197
7.3. აგროტექნიკური პირობები	200
7.4. მინერალური სასუქების გამოყენების ტექნიკა და ნორმების დადგენის გაანგარიშებითი მეთოდები	202
7.5. მრავალწლიანი სუბტროპიკული კულტურების განოციერების სისტემა	223
7.5.1. ჩაის კულტურის განოციერება	225
7.5.2. ციტრუსოვან კულტურათა განოციერება	231
7.5.3. კეთილშობილი დაფნის განოციერება	251
7.5.4. ტუნგოს ნარგაობის განოციერება	253
7.6. მრავალწლიან სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განოციერების სისტემა	256
7.6.1. ხეხილის ბაღის განოციერება	256
7.6.2. ვენახის განოციერება	262
7.7. ერთწლიანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განოციერების სისტემა	267

7.7.1. კარტოფილის კულტურის განოყიერება	267
7.7.2. ბოსტნეული კულტურების განოყიერება	270
7.7.3. მარცვლეული კულტურის – ხორბლის განოყიერება	275
7.7.4. სიმინდის კულტურის განოყიერება	280
7.7.5. შაქრის ჭარხლის განოყიერება	282
7.7.6. სამკურნალო მცენარეების განოყიერება	284
7.8. ტექნიკური კულტურების განოყიერების სისტემა	300
7.8.1. მზესუმზირას განოყიერება	300
7.8.2. თამბაქოს კულტურის განოყიერების სისტემა	302
7.9. მრავალწლიანი ბალახების, სათიბების და საძოვრების განოყიერება	306
<b>თავი 8. სასუქების გამოყენების ეკონომიკური და ენერგეტიკული ეფექტიანობა</b>	<b>312</b>
8.1. სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის განსაზღვრა	313
8.2. სასუქების გამოყენების ენერგეტიკული ეფექტიანობის განსაზღვრა	318
<b>თავი 9. აბროშივიზი კვლევების მიზრისა და სავაჭარო რეგულაცია</b>	<b>324</b>
9.1. მინდვრის ცდები სასუქებზე	324
9.2. სასუქებზე ცდების სქემების შედგენა	328
9.3. ცდების ჩატარების პროგრამა და ცდის დაყენების ტექნიკა	329
9.4. საწარმოო ცდები	335
9.5. სავაჭარო ცდები	335
9.6. ლიზიმეტრული გამოკვლევები	342
9.7. ცდის შედეგების სტატისტიკური დამუშავება	343
<b>თავი 10. სასუქების გამოყენება და ბარემოს დაცვა</b>	<b>354</b>
<b>თავი 11. აბროშივიზი და ეკოლოგია</b>	<b>368</b>
გამოყენებული ლიტერატურა	377



**ვალერიან ცანავა-1958** წელს დაამთავრა საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი აგროქიმიკანტი-ნიადამცოდნეობის სპეციალობით და განაწილეს ჩაის, სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო ინსტიტუტში. სტაჟირება და ასპირანტურის კურსი გაიარა სასუქებისა და ინსექტიციდების სამეცნიერო ინსტიტუტის დოქტორანტის საცდელი სადგურის აზოტის ლაბორატორიაში. კვლევის ძირითადი მიმართულებაა აზოტის გარდაქმნა სუბტროპიკულ მცენარეებსა და ნიადაგში, სასუქის აზოტის ბალანსი სისტემაში “ნიადაგი-მცენარე”. გამოქვეყნებული აქვს 200-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი მათ შორის 3 მონოგრაფია. სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის და ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი.



**შოთა ლომიძე**-შოთა რუსთაველის სახელწოდებით უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი. წლების მანძილზე მუშაობდა ჩაის, სუბტროპიკული და ჩაის მრეწველობის ინსტიტუტში. საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის ბათუმის სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში. მისი კვლევის ძირითადი მიმართულებაა აზოტის გარდაქმნა სუბტროპიკულ მცენარეებსა და ნიადაგში, სასუქის აზოტის ბალანსი სისტემაში “ნიადაგი-მცენარე”. გამოქვეყნებული აქვს 78-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი, მათ შორის 2 მონოგრაფია და ერთი სახელმძღვანელო.



**აკაკი ბაჯელიძე**- სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი. წლების მანძილზე მუშაობდა შოთა რუსთაველის სახელწოდებით უნივერსიტეტის პროფესორის თამამდებობაზე, სამკურნალო მცენარეთა საკავშირო ინსტიტუტის ამიერკავკასიის ფილიალის ქობულეთის მემცენარეობის ლაბორატორიაში, საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის ბათუმის სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში. გამოქვეყნებული აქვს 72-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი, მათ შორის ერთი სახელმძღვანელო.

გამომცემლობის დირექტორი – ნანა ხახუტაიშვილი  
გამომცემლობის რედაქტორი – ლალი კონცელიძე  
ტექნიკური რედაქტორი – ედუარდ ანანიძე

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 10.04.2014  
ქალაქის ზომა 60X84 1/16  
ფიზიკური თაბახი 23.7  
ტირაჟი 100

დაიბეჭდა უნივერსიტეტის სტამბაში  

---

ქ. ბათუმი, ნინოშვილის 35