

ნაშრომში განხილულია აგროეკოლოგიის ძირითადი საკითხები: აგროეკოლოგიის თეორიული საფუძვლები, აგროეკოსისტემების ფუნქციონირება ტექნოგენეზის პირობებში, მდგრადი სოფლის მეურნეობა, გარემოს მონიტორინგი, აგრომეცყევეობა, ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების და სავარგულების აგროეკოლოგიური თავისებურებანი.

ნაშრომი განკუთვნილია აგროეკოლოგიის სპეციალობის სტუდენტებისა და ასპირანტებისათვის, ეკოლოგიით დაინტერესებულ მკითხველთა ფართო წრისათვის.

რედაქტორი:

საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

ოთარ ზარდალიშვილი

რეცენზენტები:

საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

გივი ცაგურიშვილი

ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

გია ქაჯაია



სალექციო კურსის შექმნა-გამოცემა დააფინანსა ფონდმა „ღია საზოგადოება-საქართველო“.

გარეკანი გჭრფდრმა კ. სულაბერიძემ

© თენგიზ ურუშაძე, 2001

© ქრონოგრაფი, 2001

ISBN 99928-864-1-2

რედაქტორისაგან

ცნობილი მეცნიერისა და პედაგოგის, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის, პროფესორ თენგიზ ურუშაძის “აგროეკოლოგიის” სახელმძღვანელოს (სალექციო კურსის) გამოცემით შეივსო ჩვენი ეკოლოგიური ლიტერატურის მნიშვნელოვანი ხარვეზი. თავის დროზე პროფ. თ.ურუშაძის ინიციატივით, საქართველოს სახელმწიფო აგრარულ უნივერსიტეტში შემოღებული იქნა ახალი სპეციალობა “აგროეკოლოგია”. ეს მოხდა ევროპისა და აშშ მთელი რიგი უმაღლესი სასწავლებლების გამოცდილების გათვალისწინებით და ქვეყანაში ახალი, თანამედროვე ტიპის სპეციალისტების მომზადების აუცილებლობით. პროფ. თ.ურუშაძემ თავის მოწაფეებთან ერთად მოამზადა და გამოსცა “აგროეკოლოგიის” პროგრამა. ამის გარდა დაიწყო ამ სპეციალობით ასპირანტების და მაძიებლების მომზადება, უმაღლესმა საატესტაციო კომისიამ დაამტკიცა არსებული სპეციალიზირებული საბჭოს ფარგლებში “აგროეკოლოგიის” სპეციალობა და უკვე ჩატარდა ამ დარგში რამდენიმე საკანდიდატო დისერტაციის დაცვა. ამ სასიკეთო ძვრების ფონზე განსაკუთრებით იგრძნობოდა აღნიშნულ დარგში სახელმძღვანელოს უქონლობა.

პროფ. თ.ურუშაძის მიერ “აგროეკოლოგიის” გამოცემა უაღრესად დროულია. სახელმძღვანელოში განზოგადოებულია ჩვენი და უცხოელი სპეციალისტების უახლესი მიღწევები. საგანი “აგროეკოლოგია” ჯერ კიდევ საბოლოო ჩამოყალიბების სტადიაშია და შეიძლება ამით აიხსნას, რომ მასში არ აისახა სოფლის მეურნეობის ეკონომიკისა და მექანიზაციის ეკოლოგიური პრობლემები, სელიტური ტერიტორიების ეკოლოგიის საკითხები და სხვ.

ჩვენი ღრმა რწმენით პროფ. თ.ურუშაძის “აგროეკოლოგია” სარგებლობას მოუტანს ყველას, ვისაც აინტერესებს სოფლის მეურნეობის აწმყო და მომავალი.

საქართველოს სოფლის მეურნეობის
მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი,
პროფესორი ოთარ ზარდალიშვილი

ავტორისაგან

წინამდებარე სახელმძღვანელოს საფუძვლად დაედო ლექციების კურსი, რომელიც ავტორის მიერ მრავალი წლის მანძილზე იკითხება საქართველოს სახელმწიფო აგრარულ უნივერსიტეტსა და თბილისის ივ.ჯავახიშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტში.

სამეცნიერო და სასწავლო სამყაროში კარგა ხანია ცნობილია სასოფლო-სამეურნეო ეკოლოგიის ცნება. ჯერ კიდევ 30-იან წლებში გამოიცა იტალიელი ეკოლოგის ჯ.აცის “სასოფლო-სამეურნეო ეკოლოგიის” სახელმძღვანელო. მაგრამ სასოფლო-სამეურნეო ეკოლოგიის ანუ აგროეკოლოგიის (რომელიც ცნობილია აგრეთვე ალტერნატიული სოფლის მეურნეობის სახელწოდებით) საყოველთაო აღიარება მოხდა მხოლოდ უკანასკნელ ათწლეულში.

1992 წელს რიო-დე-ჟანეიროში (ბრაზილია) გამართულ გარემოს დაცვისა და განვითარებისადმი მიძღვნილ კონფერენციაზე (შეხვედრა უმაღლეს დონეზე - “პლანეტა დედამიწა”) მიღებულ იქნა კონვენცია ბიომრავალფეროვნების შესახებ, რომელსაც ხელი მოაწერა მსოფლიოს 168 ქვეყანამ და რომელიც არსებითად გამოხატავდა მსოფლიო თანასაზოგადოების ერთიან აზრს მდგრადი განვითარების პრინციპების შესახებ. მსოფლიო თანასაზოგადოებამ აღიარა, რომ ბიოლოგიური მრავალფეროვნების შენარჩუნებას აქვს მისთვის სასიცოცხლო მნიშვნელობა. ბიოლოგიური მრავალფეროვნების სამივე დამოუკიდებელი, მაგრამ ურთიერთდაკავშირებული დონე (გენეტიკური, მსხვილი სახეობრივი და ეკოსისტემების მრავალფეროვნება) თანაბრად მნიშვნელოვანია. ბიომრავალფეროვნება მოიცავს აგრეთვე აგრობიომრავალფეროვნებას, რომელიც გულისხმობს აგროეკოსისტემებში ბიომრავალფეროვნებაზე სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკის ზეგავლენის შეზღუდვას, გენეტიკური რესურსების დაცვასა და გონივრულ გამოყენებას.

1995 წელს სოფიაში (ბულგარეთი) ჩატარდა ბიოლოგიური მრავალფეროვნების კონვენციის რეალიზაციის პრობლემებისადმი მიძღვნილი ევროპის ქვეყნების გარემოს დაცვის მინისტრების კონფერენცია, რომელმაც მიიღო ბიოლოგიური და ლანდშაფტური მრავალფეროვნების პანევროპული სტრატეგია. ამ სტრატეგიის მთავარი მიზანია ეკოლოგიური ქსელის შექმნა ჯერ ცალკეულ ქვეყნებში, ხოლო საბოლოოდ მთელს ევროპაში.

ეკოლოგიური ქსელის შექმნა გულისხმობს სამი აუცილებელი

ელემენტის - დაცული ტერიტორიების, მათ შორის ეკოლოგიური ღერეფების და ამ უკანასკნელთა მიმდებარე ბუფერული ზონების ფუნქციონირებას. უმრავლეს შემთხვევაში ეკოლოგიური ღერეფები გადის აგრარულ ლანდშაფტებზე და მათი მნიშვნელობა, როგორც მცენარეების და ცხოველების თავისუფალი გადაადგილების ტრანზიტული ტერიტორიებისა, ამკარად შემცირდება, თუ არ იქნება უზრუნველყოფილი მათი მდგრადი განვითარება. ეროზირებულ, გაჭუჭყიანებულ ტერიტორიებზე ეკოლოგიური ღერეფების მოწყობა გაუმართლებელია. ამ კუთხით განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს ისეთი სოფლის მეურნეობის გაძლიერება, რომელიც გარემოსადმი უვნებელი საშუალებებით უზრუნველყოფს ეკოლოგიურად სუფთა სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მიღებას. ყოველივე ზემოთქმულმა განაპირობა აგროეკოლოგიისადმი განსაკუთრებული ინტერესი. ამ ბოლო დროს ევროპისა და ამერიკის მთელ რიგ უმაღლეს სასწავლებელში შემოღებული იქნა ახალი სპეციალობა - “აგროეკოლოგია“, გახშირდა ამ დარგის პრობლემებზე გამოქვეყნებული პუბლიკაციები.

უმაღლეს სასწავლებლებში ამ საგნის შემოღება მეტად მნიშვნელოვანია, რადგანაც სწორედ მომავალი სპეციალისტების მომზადების დონეზეა დამოკიდებული სოფლის მეურნეობისა და ჩვენი ხალხის მომავალი.

ნაშრომზე მუშაობის პროცესში ავტორმა გაითვალისწინა მრავალი რჩევა თუ შენიშვნა. მათ შორის აკადემიკოსების ცოტნე მირცხულავასი, გიორგი გიგაურის და ლეო გაბუნიასი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის გოგოთურ აგლაძის, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის ირაკლი ელიავასი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტების რუსუდან ზუბუტიასი და თამაზ თურმანიძის, პროფესორების ელდარ გუგავასი, მარატ ციციქიშვილის, მიხეილ ვარძელაშვილის, ვანო ზედგინიძის, ანზორ სარალიძის, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორის მერი კვაჭანტირაძის, დოცენტის რუსუდან ძიძიშვილის, რომლებსაც ის გულწფრად მადლობას უხდის.

მადლიერების ღიდი გრძნობით აღნიშნავს ავტორი იმ ყურადღებას, რომელიც ამ სახელმძღვანელოს დაუთმეს მისმა რეცენზენტებმა - საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორმა, პროფესორმა გივი ცაგურიშვილმა და ბიოლოგიის მეცნიერებათა

დოქტორმა, პროფესორმა გია ქაჯაიამ და განსაკუთრებით რედაქტორმა - საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსმა, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორმა, პროფესორმა ოთარ ზარდალიშვილმა.

“აგროეკოლოგიის“ წინამდებარე სახელმძღვანელოს გამოცემა შეუძლებელი იქნებოდა ფონდის “ღია საზოგადოება-საქართველოს“ დახმარების გარეშე, რომელსაც ავტორი გულწრფელ მადლობას უხდის თანადგომის და დახმარებისათვის.

ავტორი მადლობით მიიღებს სახელმძღვანელოსთან დაკავშირებულ ყველა შენიშვნას და მოსაზრებას.

თენგიზ ურუშაძე

თავი 1. აგროექოლოგიის თეორიული საფუძვლები

1.1. აგროექოლოგიის საბანი და ამოცანები

დედამიწის მოსახლეობის სწრაფმა ზრდამ, მრეწველობის, ენერგეტიკის და ტრანსპორტის განვითარებამ, სოფლის მეურნეობის ინტენსიფიკაციამ და სხვა ანთროპოგენურმა ფაქტორებმა გამოიწვია ბუნებრივ პროცესებზე ადამიანის ზეწოლის მკვეთრი გაძლიერება და როგორც შედეგი, ჩამოყალიბებული ეკოსისტემების რღვევა მსოფლიოს მრავალ რეგიონში. არამყარ, ხელოვნურად შექმნილ თანასაზოგადოებებში - აგროეკოსისტემებში, რომლებიც დიდ ფართობებს იკავებენ და მუდმივად არიან დამოკიდებული ადამიანის საქმიანობაზე, წარმოიქმნება ახალი ურთიერთობები კულტურულ მცენარეებს, სოფლის მეურნეობის მავნებლებსა და სარეველებს შორის. მიწების ბიოლოგიური პროდუქტიულობის ამღლეების მიზნით ადამიანმა აგროეკოსისტემებში უნდა შექმნას ნიადაგის, კლიმატის და სხვა ოპტიმალური პირობები. სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ეფექტურობის ზრდა, მათ შორის მოსავლიანობის გადიდება და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება, მცენარეების ღაცვა მავნებლებისა და დაავადებებისაგან, ბრძოლა სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების და ცხოველების დაავადებების გამწვავებასთან, ეკოლოგიურად სუფთა სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მიღება და სხვა წარმოადგენს გამოყენებითი, სასოფლო-სამეურნეო მიმართულების ეკოლოგიის ანუ აგროეკოლოგიის შესწავლის ობიექტს.

საერთოდ გამოყენებითი ეკოლოგიის ძირითადი ამოცანაა ბიოსფეროს სხვადასხვა კომპონენტს შორის, კერძოდ, ანთროპოგენური ფაქტორების ზემოქმედებაზე დამოკიდებული, ოპტიმალური პროპორციების უზრუნველყოფა. გამოყენებითი ეკოლოგია უნდა ამუშაებდეს ისეთი ბუნებათსარგებლობის ღონისძიებათა მეცნიერულ საფუძვლებს, რომლებიც უზრუნველყოფს ადამიანის და ბიოსფეროს ურთიერთობის ჰარმონიულ ხასიათს (სამონადირეო და თევზის მეურნეობის რაციონალური გაძღოლა, სხვადასხვა სავარგულების წარმოადგენის ზრდა და სხვ.).

სოფლის მეურნეობაში ეკოლოგიის მნიშვნელობა უაღრესად დიდია. ეკოლოგიური კავშირების და კანონზომიერებების ცოდნის გარეშე ხშირად შეუძლებელია ადამიანის სამეურნეო საქმიანობით გამოწვეული უარყოფითი შედეგების გათვლა. მაგალითად, სასოფლო-სამეურნეო

კულტურების მოყვანა თესობრუნვის გარეშე იწვევს ნიადაგის ეროზიას; მოქმედების ფართო სპექტრის პესტიციდების გამოყენებამ შეიძლება გამოიწვიოს არასახარბიელო სახეობების მასობრივი გამრავლება და არა მათი დათრგუნვა; შინაური და გარეული ცხოველების (ცხვარი, თხა და სხვ.) აკლიმატიზაციამ მათი ეკოლოგიური თავისებურებების გაუთვალისწინებლად გამოიწვია ბუნებაში ეკოსისტემების დარღვევა.

სასოფლო-სამეურნეო წარმოების “ეკოლოგიზაციის” იდეა მდგომარეობს იმაში, რომ თვით მოსავლის მიღების გარდა არანაკლები მნიშვნელობა აქვს ეკოლოგიურ და სოციალურ ასპექტებს. სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისას მაღალი მოსავლის მიღება არ უნდა იყოს თვითმიზანი. არანაკლები მნიშვნელობა აქვს ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქციის მიღებას ისეთი ხერხებით, რომლებიც არ არღვევს ბუნებაში არსებულ წონასწორობას ანუ უზრუნველყოფს ბუნების მდგრად განვითარებას. სწორედ ამ პრობლემების გადაწყვეტა წარმოადგენს აგროეკოლოგიის არსს.

არსებობს აგროეკოლოგიის რამდენიმე განმარტება.

აგროეკოლოგია (აგროცენოლოგია, აგრარეკოლოგია, კულტურფიტოცენოლოგია, აგროფიტოცენოლოგია) წარმოადგენს მეცნიერებას აგროცენოზების შესახებ (ეკოლოგიის ცნობარი, 1987). აგროეკოლოგია იკვლევს აგროცენოზებში კავშირებს ორგანიზმებს შორის, მათზე გარემოს გავლენას, ორგანიზმების როლს გარკვეული ბიოცენოტური გარემოს შექმნაში. ის სწავლობს აგრეთვე აგროცენოზების სტრუქტურას, პროდუქტიულობას და მათ დარაიონებას. აგროეკოლოგიის საერთო მიზანია - კულტურული მცენარეულობის ბიოცენოტური კანონზომიერებების გამოყენება მისი პროდუქტიულობის და ხარისხის ამაღლების მიზნით.

აგროცენოლოგია (აგროეკოლოგია) არის სამეცნიერო დისციპლინა აგროცენოზების შესახებ, რომელიც ცენტრალურ ობიექტად განიხილავს სახეობას ან ჯიშს, რომლისთვისაც იქმნება აგროცენოზი. სასოფლო-სამეურნეო ეკოლოგია გულისხმობს კულტურული მცენარეების და შინაური ცხოველების აუტეკოლოგიას და სინეკოლოგიას და საერთოდ ყველა კულტივირებადი მცენარეების ეკოლოგიას (ბუნებათსარგებლობა, 1990).

აგროეკოლოგია (სასოფლო-სამეურნეო ეკოლოგია) გამოყენებითი ეკოლოგიის ნაწილია, რომელიც სწავლობს გარემოს ფაქტორების (ბიოტურის და აბიოტურის) გავლენას კულტურული მცენარეების

პროდუქტიულობაზე და აგრეთვე სასოფლო-სამეურნეო მიწებზე მოხინაღრე ორგანიზმების თანასაზოგადოებების სტრუქტურასა და ღინამიკაზე, აგრეთვე აგრობიოცენოზების გავლენას კულტივირებადი მცენარეების ცხოველმოქმედებაზე (გარემოს ეკოლოგია და დაცვა, 1998).

აგროეკოლოგია კომპლექსური სამეცნიერო დისციპლინაა, რომელიც სწავლობს ადამიანის ურთიერმოქმედებას გარემოსთან სასოფლო-სამეურნეო წარმოების პროცესში; იკვლევს სოფლის მეურნეობის გავლენას ბუნებრივ კომპლექსებზე და მათ კომპონენტებზე, ურთიერმოქმედებას აგროეკოსისტემის კომპონენტებს შორის და მათში ნივთიერებების წრებრუნვის სპეციფიკას, ენერგიის გადატანას, აგროეკოსისტემების ფუნქციონირების ხასიათს ტექნოგენური დატვირთვის პირობებში. აგროეკოლოგიის მიზანია ხარისხობრივი ბიოლოგიური პროდუქციის მდგრადი წარმოების უზრუნველყოფა, აგროეკოსისტემების ბუნებრივი ბიოენერგეტიკული პოტენციალის მაქსიმალური გამოყენება, აგრარული სექტორის ბუნებრივ-რესურსული ბაზის შენარჩუნება და კვლავწარმოება, გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედების გამორიცხვა და მინიმალიზაცია (ჩერნიკოვი, 2000).

ტერმინი აგროეკოლოგია აერთიანებს მრავალ მნიშვნელობას. ფართო განმარტებით ის მოიცავს სოფლის მეურნეობაში ეკოლოგიური და სოციალური მიდგომის იდეების უპირატესობას მარტოოდენ სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მაღალი პროდუქციის მიღების საწინააღმდეგოდ (აგროეკოლოგია, 1998).

თუმცა ყველა ზემოჩამოთვლილი განმარტება მეტ-ნაკლებად ზუსტად ასახავს აგროეკოლოგიის არსს, მათი ფართო გამოყენება მაინც გარკვეულ სიძნელეებთან არის დაკავშირებული. განმარტება უნდა იყოს მარტივი და ამავე დროს ყოვლისმომცველი.

ჩვენი განმარტებით, აგროეკოლოგია არის გამოყენებითი ეკოლოგიის დარგი, რომელიც შეისწავლის გარემო ფაქტორების მოქმედებას სასოფლო-სამეურნეო ორგანიზმებზე და მათ ურთიერმოქმედებას.

აგროეკოლოგია სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარების თეორიასა და პრაქტიკას წარმოადგენს. აგროეკოლოგიის მიზანია გარემოსადმი უვნებელი საშუალებებით ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქციის მიღება.

1.2. აგროცენოზი

აგროცენოზი (ბერძნული - agros - მინდორი და koinos - საერთო) წარმოადგენს კულტურული მცენარეების ნათესებით (ან ნარგავებით) ან მერქნიანი ნარგავებით დაკავებული სასოფლო-სამეურნეო და სატყეო გამოყენების მიწებზე მობინადრე ორგანიზმების ერთობლიობას. აგროცენოზები ყოველთვის მეორადია, რადგანაც იქმნება ბუნებრივი ცენოზების ადგილზე ადამიანის საქმიანობის შედეგად. ნებისმიერ ცენოზში, მათ შორის აგროცენოზშიც, მის შემადგენლობაში შემავალი ორგანიზმების კომპლექსები ხასიათდება სხვადასხვა ურთიერთობებით, რომელთა შორის განსაკუთრებით მკვეთრად გამოსახულია კვების ჯაჭვების შემქმნელი კავშირები. ბუნებრივი ცენოზების რთული მცენარეული საფარი ფორმირდება ისტორიულად და მოიცავს მცენარეების მრავალ სახეობას. აგროცენოზებში (მინდვრებზე, პლანტაციებში, ბაღებში) მცენარეული საფარი (აგროფიტოცენოზი) ჩვეულებრივ წარმოადგენილია მცენარეების ერთი ან რამდენიმე სახეობით ან ჯიშით. აგროცენოზის შემადგენლობაში ხშირად შედის ჩვეულებრივად შეუმჩნეველი “გარეული” მცენარეები, რომლებიც მასობრივი გამრავლებისას სარევეებად გადაიქცევიან. ზოგიერთ ცხოველებს რაოდენობრიობის აფეთქების პერიოდში შეუძლიათ დააზიანონ სასოფლო-სამეურნეო კულტურები. აგროცენოზებში პირველადი პროდუქციის ამოღება ანაზღაურდება შესაბამისი აგროტექნიკით (სასუქების შეტანა და სხვ.). აგროცენოზებში ორგანიზმების კომპლექსები, გარდა კულტივირებადი მცენარისა, ფორმირდება ისევე, როგორც ბუნებრივი ცენოზები - არსებობისათვის ბრძოლის და ბუნებრივი შერჩევის გზით. ადამიანი ქმნის დასამუშავებელი სახეობის ზრდისათვის უკეთეს პირობებს და თრგუნავს დანარჩენ სახეობებს. ამიტომ მისი საქმიანობა აგროცენოზში ბუნებრივი შერჩევის დამატებით ხისტ ფაქტორს წარმოადგენს.

რთული ბუნებრივი მცენარეული საფარის შეცვლა მონოკულტურით იწვევს ფიტოფაგების კომპლექსის მკვეთრ გარდაქმნას. სახეობები, რომლებსაც არ შეუძლიათ იკვებონ კულტივირებადი მცენარით და გადაიტანონ მისი კულტურის პირობები ქრებიან, ხოლო დანარჩენები - პოულობენ ხელსაყრელ პირობებს, მრავლდებიან და აზარალებენ ნარგავებს. ზოგჯერ აღინიშნება მწერების იმ სახეობების მასობრივი გამრავლების აფეთქება, რომლებისთვისაც ადამიანის მიერ შექმნილი გარემო ყველაზე ხელსაყრელი გამოდგა. მტაცებლები და პარაზიტები

(ენტომოფაგები) ბუნებრივ ცენოზებში ყოველთვის არეგულირებენ მწერ-ფიტოფაგების რიცხოვნობას. აგროცენოზებში მრავალი ენტომოფაგის რიცხოვნობა და ეფექტურობა მცირდება, რადგანაც მათი უმრავლესობა მცენარეების სხვადასხვა სახეობებთან ფიტოფაგების რამდენიმე სახეობის ხარჯზე არსებობს. აგროცენოზში მცენარეული საფარის შეცვლა (აგრეთვე კონსუმენტების კომპლექსის შეცვლა ფიტოფაგების რიცხოვნობის რეგულაციით) ხდება ადამიანის ნებით. ამიტომ აგროცენოზი ბუნებრივი ცენოზისიგან განსხვავებით ადამიანის მიერ რეგულირებადი და არა თვითგანვითარებადი სისტემაა. აგროცენოზის ცალკეული ტიპის მდგრადობის ხარისხი დამოკიდებულია იმ ხასიათსა და ცვლილებაზე, რომელსაც განიცდის სასოფლო-სამეურნეო სარგებლობის მიწების რეჟიმი. აგროცენოზში ყველაზე მდგრადია ნიადაგის ბინადრები. კონსუმენტებს შორის - მწერები, რომლებიც აზიანებენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს. აგროცენოზებში არჩევენ სახეობებს, რომლებიც იკვებებიან სხვადასხვა კულტურული მცენარეებით (პოლიფაგები) და სპეციალიზირებულს, რომლებიც იკვებებიან კულტურული მცენარეების ერთი (მონოფაგი) ან რამდენიმე სახეობით. პოლიფაგები უფრო იოლად ეგუებიან აგროცენოზის რეჟიმს. სპეციალიზირებულ სახეობებს შორის აგროცენოზში გადარჩებიან ის სახეობები, რომლებსაც აქვთ განსახლების მაღალი უნარი, მაღალი ნაყოფიერება და განვითარების მოკლე ციკლი. გადასვლა ბუნებრივი ცენოზიდან აგროცენოზისაკენ შეიძლება ხორციელდებოდეს თანდათანობით, მაგალითად: მდელო - საძოვარი - სათიბი - დათესილი ბალახმდგნარი - მრავალწლიანი ბალახები - ერთწლიანი არასათოხნი კულტურები - სათოხნი კულტურები.

გარემოს დაცვისათვის მნიშვნელოვანია სასოფლო-სამეურნეო ლანდშაფტის ისეთი ორგანიზაცია, რომელიც უზრუნველყოფს მის ეკოლოგიურ მრავალფეროვნებას, შედარებით მდგრადობას, მცენარეების მიერ ნახშირორჟანგის მაქსიმალურ შეთვისებას. ყოველივე ეს ზრდის აგროცენოზის პირველად პროდუქტიულობას, ადიდებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობას.

1. 3. აგროლანდშაფტი

ეკოლოგიური უსაფრთხოება მოითხოვს ყველა იმ ფაქტორის აღრიცხვას, რომელიც განსაზღვრავს ცხოვრების დონეს და შესაბამისად ადამიანის ღლეგრძელობას. მის უზრუნველყოფაში არსებითი მნიშვნელობა

აქვს იმ საშუალებებს, რომლებსაც ირჩევს საზოგადოება გარემოს ხარისხის მართვის მიზნით, როგორც ეროვნულ, ისე საერთაშორისო დონეზე. ეკოლოგიური უსაფრთხოების სისტემა პირველ რიგში ითვალისწინებს ადამიანის ჯანმრთელობის დაცვას, მისი სულიერი სამყაროს შენარჩუნებას და განვითარებას და აგრეთვე ადამიანის გარემოს დაცვას. ამ პრობლემის გადაწყვეტის ძირითადი პირობაა ბიოსფეროს ყველა ობიექტის, მათ შორის ადამიანის თანასაზოგადოების, მდგრადი განვითარების უზრუნველყოფა. არამყარი განვითარების შემთხვევაში ფორმირდება არახელსაყრელი დეგრადაციული პროცესები.

ეკოსისტემა არის ცოცხალი ორგანიზმების ერთობლიობა მათი ბინადრობის არაორგანულ გარემოში, რომელიც იკავებს გარკვეულ სივრცეს და აქვს თვითრეგულაციის უნარი. ეკოსისტემის აბიოტური კომპონენტები წარმოდგენილია ნიადაგით, მცენარეული ჩამონაცვენით, მიკროორგანიზმების და მეზოფაუნის ნარჩენებით. ეკოსისტემის ბიოტური ნაწილი შედგება პირველადი პროდუცენტების - ავტოტროფების და კონსუმენტებისაგან - ჰეტეროფებისაგან და საპროტროფებისაგან, რომლებიც შლიან მცენარეულ და ცხოველურ ნარჩენებს საწყისი არაორგანული ნივთიერებების დონემდე და ამით ასრულებენ მეორადი პროდუცენტების როლს. ეკოსისტემებისათვის დამახასიათებელია ენერგიის ნაკადები, ტროფული ჯაჭვები, სტრუქტურების სივრცობრივ-დროებითი მრავალფეროვნება, წყლის და ელემენტების ბიოგეოქიმიური წრებრუნვა (ოლდუმი, 1971). ეკოსისტემებზე მოქმედ პრიორიტეტულ ანთროპოგენურ ფაქტორებს მიეკუთვნება მიწათმოქმედება, მეცხოველეობა, მიწების ათვისება, ტყეების გაჩეხვა. ანთროპოგენური ფაქტორი უშუალო გავლენას ახდენს ეკოსისტემის ელემენტებზე, კვების ჯაჭვებზე, სტრუქტურაზე, ნივთიერებების წრებრუნვაზე და საწარმოო საქმიანობის პროცესში ენერგიის ნაკადებზე. იგი მოქმედებს აგრეთვე იმ ცვლილებების მეშვეობით, რომლებიც მიმდინარეობს ბუნებაში, მათ შორის ატმოსფეროში (ტემპერატურის აწევა, ნახშირბადის დიოქსიდის, მეთანის, აზოტისა და გოგირდის ოქსიდების, ქლოროფტორიდული ნახშირბადის კონცენტრაციის ზრდა, მჟავური ნალექების მოსვლის შედეგად ოზონის ეკრანის დაშლა). ეკოსისტემებზე ანთროპოგენური ფაქტორის ზეგავლენით იცვლება ნიადაგის თვისებები და რეჟიმი, ჰაერის ხარისხი, წყლის მარაგი და ხარისხი, მცენარეული და ცხოველური პროდუქციის რაოდენობა და ხარისხი, მათი მრავალფეროვნება, არეალები, ბიოტის გენოტიპები და მისი ფიზიოლოგიურ-მეტაბოლური აქტიურობა. ამასთან ეკოსისტემა

იმენს მთელ რიგ სპეციფიკურ მახასიათებლებს, რომლებიც შეესაბამება სამეურნეო საქმიანობის კონკრეტულ ტიპებს. ასე, მაგალითად, აგრარული ტიპის ანთროპოგენური ფაქტორის დროს ეკოსისტემა ტრანსფორმირდება აგროეკოსისტემაში, რომელიც წარმოადგენს ადამიანის სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის გავლენის ქვეშ მყოფ ხმელეთის ეკოსისტემის ნაწილს. აგროეკოსისტემის ფუნქციონირება გულისხმობს მის შემადგენელ კომპონენტებზე სხვადასხვა ინტენსივობის და ხანგრძლივობის მუდმივ ანთროპოგენურ დატვირთვას. აგროეკოსისტემებში შეუქცევადი ცვლილებების შესაძლებლობის ასაცილებლათ საჭიროა გავითვალისწინოთ ამ ზემოქმედების მოსალოდნელი შედეგი. ეს შესაძლებელია ზღერული დასაშვები დატვირთვების სიდიდეებზე დაყრდნობით და აგრეთვე ბუნებრივი და ანთროპოგენური დატვირთვებისადმი აგროეკოსისტემების კომპონენტების მდგრადობის ღონეების და ადაპტაციის მექანიზმების გათვალისწინებით.

ადამიანის საწარმოო და, კერძოდ, სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობა ზორციელდება მთლიანი ბუნებრივი წარმონაქმნების - ლანდშაფტების საზღვრებში. ლანდშაფტი არის ტერიტორიალური სისტემა, რომელიც შედგება ბუნებრივი ან ბუნებრივი და ანთროპოგენური ურთიერთმოქმედი კომპონენტებისაგან და აგრეთვე უფრო დაბალი ტაქსონომიური რანგის კომპლექსებისაგან. ლანდშაფტი ბუნების დაცვის ყველაზე ზოგადი მთლიანი ობიექტია. ამ თვალსაზრისით ის განიხილება როგორც რესურსშემცველი და რესურსწარმოებადი სისტემა; ადამიანის სიცოცხლის და საქმიანობის გარემო; გენოფონდის საცავი; ბუნებრივი ლაბორატორია და ესთეტიკური აღქმის წყარო. ესაა წარმოშობით და განვითარების ისტორიით ერთგვაროვანი ტერიტორია, რომელიც ხასიათდება ერთიანი გეოლოგიური საფუძველით, ერთგვაროვანი რელიეფით, ნიადაგების, მცენარეულობის ერთგვაროვანი შეხამებით, და სხვა ტერიტორიებისაგან განსხვავებული სტრუქტურით და აგრეთვე ამ ტერიტორიის ცალკეულ კომპონენტებს შორის ურთიერთკავშირის და ურთიერთმოქმედების ხასიათით. სხვადასხვა პარამეტრებით გამოყოფენ ბუნებრივ და ანთროპოგენურ, კულტურულ და აკულტურულ, სტეპის და მთის, ტყის და ჭაობის და აგრეთვე სხვა ლანდშაფტებს და მათ შორის აგროლანდშაფტებს.

აგროლანდშაფტები - ადამიანის მიერ ხელოვნურად შექმნილი და ტერიტორიის დიდ ნაწილზე ბუნებრივი ფიტო- და ზოოცენოზების შეცვლით წარმოქმნილი ანთროპოგენური ლანდშაფტებია. ეს

ლანდშაფტები გამოირჩევა ცოცხალი ორგანიზმების თანასაზოგადოებების ბიოტური ნაწილის სიჭარბით. უფრო ვიწრო გაგებით აგროლანდშაფტი არის ლანდშაფტი, რომლის უმეტეს ნაწილში ბუნებრივი მცენარეულობა შეცვლილია სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების ნათესებით და ნარგავებით. აგროლანდშაფტების ქვეშ ხშირად გულისხმობენ აგრეთვე სასოფლო პეიზაჟებსაც.

სასოფლო სამეურნეო სავარგულებზე საუკუნეების მანძილზე ხდებოდა მიწათმოქმედების სხვადასხვა სისტემების დამუშავების და დანერგვის გზით ხელოვნური ცენოტური საფარის ფორმირება. ამიტომ საჭიროა გონივრულად და მაქსიმალურად გამოყენებული იქნას წარმოების ბუნებრივი ბაზისი, რომელიც განისაზღვრება კონკრეტული ტერიტორიის ლანდშაფტური თავისებურებებით. აგროლანდშაფტების სწორ აღრიცხვასა და შეფასებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სოფლის მეურნეობის ეკოლოგიზაციის პრობლემის გადაჭრის დროს.

გარემოს ოპტიმიზაცია ნიშნავს ეკოსისტემების ექსპლუატაციის ე.ი. ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების დროს მათ დაცვასა და მიზანდასახულ გარდაქმნას შორის დაბალანსებული შეფარდებების მოძიებას. ამავე დროს ადამიანის საქმიანობა იწვევს ბუნებრივი გარემოს მნიშვნელოვან და მდგრად ცვლილებებს. აგროეკოსისტემებში მათ მიეკუთვნება ეროზია და დეფლიაცია; მინერალური სასუქებიდან და შხამქიმიკატებიდან გამორეცხილი ქიმიური ნივთიერებებით ნიადაგების და ბუნებრივი წყლების გაჭუჭყიანება; წყალსატევების ევტროფირება; ნიადაგების გამკვრივება და ბიოლოგიური აქტივობის დაქვეითება; ფლორის და ფაუნის სახეობრივი შემადგენლობის, რიცხოვნობის და განაწილების შეცვლა და ა.შ. ამგვარად, საჭიროა ისეთი ღონისძიებების გატარება, რომლებიც უზრუნველყოფს გარემოს სტაბილიზაციას. ამისათვის აუცილებელია სისტემურად შეისწავლეოდეს ურთიერკავშირების და ურთიერთდამოკიდებულებების ხასიათი აგროლანდშაფტების სტრუქტურულ ელემენტებს შორის, ხდებოდეს მათი შესაბამისი სტრუქტურების იერარქიული ღონეების დადგენა. ბუნებრივი გარემოს ცალკეული კომპონენტების დაცვასა და რაციონალურ გამოყენებას ეკარგება აზრი თუ არ ვიზრუნებთ ისეთი რთული მთლიანი სისტემის ოპტიმიზაციაზე როგორიცაა ლანდშაფტი.

ბუნებრივი სისტემები ხასიათდება მთელი რიგი თვისებებით, რომლებიც განსაზღვრავენ მათ დამოკიდებულებას გარემოს ზემოქმედების მიმართ. ესენია მთლიანობა, მდგრადობა, ელასტიკურობა,

ინერცია, ტევადობა, ცვლილებების დასაშვები საზღვრები. მოკლედ დავახასიათოთ ეს თვისებები.

მთლიანობა - ეკოსისტემების შინაგანი ერთიანობა, რომელიც მათ შემადგენელ კომპონენტებს შორის მჭიდრო კავშირებით არის შეპირობებული.

მდგრადობა - თვითშენახვის და თვითრეგულაციის უნარი იმ საზღვრებში, რომლებიც არ აღემატება გარკვეულ კრიტიკულ სიდიდეებს (შეცვლის დასაშვები საზღვრები). ესაა ეკოსისტემის უნარი შეინარჩუნოს თავისი სტრუქტურა და ძირითადი ფუნქციები გარეშე ზემოქმედების (მათ შორის, ანთროპოგენური) დროს. აქ განსაკუთრებულ როლს თამაშობს ბიოტა, რომელიც აბიოტური გარემოს ტრანსფორმირებით არბილებს გარეშე ზემოქმედებას. არჩევენ რეზისტენტურ და დრეკად მდგრადობას. პირველ შემთხვევაში იგულისხმება სისტემის თვისება წინააღმდეგობა გაუწიოს დარღვევებს, შეინარჩუნოს თავისი სტრუქტურა და ფუნქციები; მეორე შემთხვევაში - უნარი სისტემის სტრუქტურის და ფუნქციის დარღვევის შემდეგ აღადგინოს თავისი მდგომარეობა (ე.ი. დროის გარკვეულ ინტერვალში დაიბრუნოს უმნიშვნელოვანესი მახასიათებლები).

ცვალებადობა - ეკოსისტემის უნარი გადავიდეს ერთი მდგომარეობიდან მეორეში გარეშე ძალების გავლენით ან თვითგანვითარების ფაქტორების მოქმედების შედეგად. სისტემების ტრანსფორმაციის სიღრმის მიხედვით არჩევენ ცვლილებებს ფუნქციონირების, დინამიკის და განვითარების მსვლელობაში. ფუნქციონირება - ესაა ნივთიერებების და ენერგიის გადაცემის და გარდაქმნის პროცესების ერთობლიობა, რომელიც უზრუნველყოფს სისტემის გარკვეულ მდგომარეობაში შენარჩუნებას. აქ ხდება უმნიშვნელო რაოდენობრივი ცვლილებები, რომლებსაც აქვთ რითმული დღე-ღამური და სეზონური ხასიათი. დინამიკა წარმოადგენს სისტემის სტრუქტურის ფარგლებში მიმდინარე შექცევად ცვლილებებს. მათ მიეკუთვნება მრავალწლიანი პერიოდული რხევები, ე.წ. "აღდგენადი ცვლილებები". დინამიკის პროცესში ხდება უფრო ღრმა ცვლილებები, ვიდრე ფუნქციონირების პროცესში. მაგრამ ისინი არ იწვევს სტრუქტურის ხარისხობრივ ცვლილებას და მხოლოდ თანდათან უმზადებს მათ საფუძველს. განვითარება (ევოლუცია) ესაა სტრუქტურის ძირეული გარდამნით და ახალი ლანდშაფტების ფორმირებით გამოწვეული სისტემების შეუქცევადი ცვლილებები, რაც დაკავშირებულია როგორც გარეშე ფაქტორების ზემოქმედებასთან (ბუნებრივი და ანთროპოგენური), ასევე შინაგან ცენოტურ (თვითგანვითარება) ცვლილებებთან. ასეთი

ეკოსისტემები კარგავენ მდგრადობას.

ელასტიკურობა - გარკვეულ საზღვრებში თავისი მდგომარეობის შეცვლის უნარი გარეშე ფაქტორების გავლენით და საწყის მდგომარეობაში დაბრუნება ამ ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგ.

ინერცია - ბუნებრივი სისტემების უნარი გარკვეულ საზღვრებში თავისი მდგომარეობის შეუცვლელად წინააღმდეგობა გაუწიოს გარეშე ფაქტორების ზემოქმედებას.

ტეკადობა - გარეშე ფაქტორების ზემოქმედების (უცხო ნივთიერებები, ჭარბი ენერგია და ა.შ.) აბსორბირება საკუთარი მდგომარეობის შეუცვლელად.

ცვლილებების დასაშვები საზღვრები - ბუნებრივი სისტემის მდგომარეობის მაქსიმალური და მინიმალური საზღვრების პარამეტრები, რომლის ფარგლებში იგი ხასიათდება მდგრადობით და არ ინგრევა.

ეკოსისტემების შესწავლას და აღრიცხვას აქვს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა, რადგანაც ის იძლევა საშუალებას საქმის ცოდნით წარმართოს გარემოსთან ურთიერთმოქმედების ფორმირება. მას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება აგროეკოსისტემების ორგანიზაციის დროს, რადგან უკანასკნელნი ბუნებრივი ეკოსისტემებისაგან განსხვავდებიან არამყარი ბუნებრივი წონასწორობით. ბუნებრივ პირობებში ეკოსისტემების სტრუქტურის ცვლა (მაგალითად, ტყეების დაჭაობება და სხვ.) ხდება თანდათანობით. სასოფლო-სამეურნეო წარმოების არამართვადი ჩარევისას ცვლილებები შეიძლება ზღებოდეს სწრაფად და იწვევდეს აგროლანდშაფტების მდგრადობის დაქვეითებას და მათ დეგრადაციას.

სამეურნეო საქმიანობა მთლიანად მოქმედებს ცენოზების გარდაქმნაზე. ცალკეულ რეგიონებში დედაქანს, ჩამონადენს და ნიადაგს შორის წონასწორობის დარღვევა იწვევს შეუქცევად უარყოფით ცვლილებებს ლანდშაფტებში. ამის მაგალითია გაუდაბნოების პროცესების გაძლიერება.

მიწის ფონდის ინტენსიური სასოფლო-სამეურნეო გამოყენების დროს, როდესაც აგროეკოსისტემებში წონასწორობის შენარჩუნება ხდება ხელოვნურად, საჭიროა აგროლანდშაფტების სტრუქტურის, მისი სისტემოწარმოქმნელი თვისებების ცოდნა და გათვალისწინება. ლანდშაფტის ძირითადი “მიზნობრივი თვისებაა” ეკოლოგიური პოტენციალი - მისი გამოყენების ინტეგრალური წინაპირობა. ის ახასიათებს ლანდშაფტის უნარს შეესაბამებოდეს ადამიანის მიერ

წყენებულ მოთხოვნას. ყველა შემთხვევაში აგროეკოსისტემების ორგანიზაცია უნდა იყოს დიფერენცირებული ლანდშაფტის ტიპის და სახეობის მიხედვით და ითვალისწინებდეს ზონალურ-პროვინციალურ თავისებურებებს, ტიპოლოგიურ და ინდივიდუალურ თვისებებს.

მეტად მნიშვნელოვანია, რომ აგროეკოსისტემებზე გათვალისწინებული სამეურნეო დატვირთვების რეგულაცია ზდებოდეს მათი ბუნებრივი სტრუქტურის გათვალისწინებით. სხვა შემთხვევაში, განსაკუთრებით აგროეკოსისტემებში არამყარი ბუნებრივი წონასწორობით, ჩამოყალიბებული სოფლის მეურნეობის სპეციალიზაციის შესაბამისად ლანდშაფტური რესურსის პოტენციალურ შესაძლებლობებთან იწვევს ნეგატიური პროცესების წარმოქმნას და განვითარებას - აგროეკოსისტემები კარგავენ მდგრადობას, ირღვევა ლანდშაფტურ-ეკოლოგიური წონასწორობა და ა.შ. ამიტომ საჭიროა ლანდშაფტის არსებული ფუნქციონალური სტრუქტურების შეჯერება მის პოტენციალთან და ამგვარად დაიგეგმოს მისი რაციონალურად გამოყენების ოპტიმალური მიმართულება. ამისათვის საჭიროა ლანდშაფტის ყოველი ელემენტის ბუნებრივი განვითარების მიმართულების და სისწრაფის, ცალკეული კომპონენტების, აგრეთვე მთელი აგროეკოსისტემის საწარმოო საქმიანობის ზემოქმედებით გამოწვეული შეცვლის, ბუნებრივი პოტენციალის გამოყენების ფორმების შესაძლებელი განვითარების შეფასება. ლანდშაფტური პროგნოზირება ითვალისწინებს ლანდშაფტური წარმონაქმნების ფუნქციონალურ გამიჯვნას. მაგალითად, აგროლანდშაფტში მთავარი უნდა იყოს დაცვის და ნიადაგური ნაყოფიერების პოტენციალის აღწარმოების ფუნქცია, რომლის მიხედვითაც უნდა წყდებოდეს სასოფლო-სამეურნეო წარმოების განლაგების, ინფრასტრუქტურის ფორმირების და სხვა საკითხები.

აგროეკოსისტემების მდგრადობის ამაღლების მნიშვნელოვანი პირობაა ლანდშაფტების გამოყენებაზე სამეურნეო საქმიანობის მარეგულირებელი ეკოლოგიური ნორმატივების, სტანდარტების, წესების და სხვა რეგლამენტების დამუშავება, სრულყოფა და მკაცრი დაცვა.

გარემოს გაჭუჭყიანების ყველაზე გავრცელებული მაჩვენებელია პოლიუტანტების ზღვრული დასაშვები კონცენტრაციები (ზდკ), რომლებიც დგება ნივთიერებების მავნეობის და მათზე ორგანიზმების რეფლექტორული რეაქციის მიხედვით. მაგრამ “ზდკ”, „ზდგ“ (ზღვრული დასაშვები გამონატყორცნები) და სხვა ანალოგიური მაჩვენებლები ყოველთვის არ ითვალისწინებენ ბუნებაში გამაბინძურებელი ნივთიერებების

ტრანსფორმაციას, მათ უნარს დაგროვდნენ ბიოტაში კონკრეტულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში. უფრო მისაღებ ეკოლოგიურ ნორმატივად შეიძლება ჩაითვალოს ზღვრული დასაშვები ეკოლოგიური დატვირთვები (ზღედ), რომლებიც უფრო სრულად ასახავს ეკოსისტემების შინაგან თვისებებს და პოტენციალურ შესაძლებლობებს. “ზღედ” როგორც შინაგანი და გარეშე ზემოქმედების ერთობლიობა, რომელიც ან არ ცვლის გარემოს ხარისხს, ან ცვლის მას დასაშვებ საზღვრებში, ახასიათებს ეკოსისტემების კომპონენტების მიდრეკილებას ფაქტორების ზეგავლენისადმი და აგრეთვე ამ ფაქტორების სიძლიერეს და აქტიურობას. გარემოს ხარისხის ქვეშ იგულისხმება გარკვეულ ადგილას ბუნებრივი ან ანთროპოგენური ეკოსისტემის მდგრადი არსებობის შესაძლებლობა ნებისმიერი პოპულაციისათვის (მაგრამ პირველ რიგში ადამიანისათვის) არახელსაყრელი შედეგების უქონლობის პირობებში. აგროეკოსისტემის კომპონენტებზე მოქმედი მრავალფეროვანი ანთროპოგენური ფაქტორების გამო პრაქტიკულად შეუძლებელია დასაშვები დატვირთვის ერთიანი მაჩვენებლის შემოღება. ამიტომ ზემოქმედების ყოველი ტიპისათვის ადგენენ ბუნებათდაცვითი, სოციალურ-ეკონომიკური, პიგიენური, სამედიცინო და სხვა რეგლამენტებისადმი საჭირო ცალკეულ მოთხოვნებს. მაგალითად, ლანდშაფტის ტექნოგენური დაჭუჭყიანების დონე ითვლება დასაშვებად, თუ არ ირღვევა გაზური, კონცენტრაციული და ჟანგვა-აღდგენითი პარამეტრები, რომელზედაც დამოკიდებულია ორგანიზმის სიცოცხლისუნარიანობა; თუ ხდება ბიოგეოქიმიური თვითგაწმენდა, არ იცვლება პროდუქციის ბიოქიმიური შემადგენლობა, არ მცირდება ეკოსისტემის ბიოლოგიური პროდუქტიულობა, ხდება სისტემის არსებობისათვის საჭირო გენოფონდის შენარჩუნება. “ზღედ” როგორც ეკოსისტემის და ლანდშაფტის კომპლექსური მაჩვენებელი ახასიათებს სისტემის სტრუქტურასა და ფუნქციონირებას, პროდუქტიულობის, სახეობრივი მრავალფეროვნების, პროცესების ინტენსივობის და სხვა პარამეტრების და აგრეთვე ეკოსისტემაში ჩარევის მაქსიმალურად დასაშვები ზღვარის მეშვეობით მათ მიერ ძირითადი ბუნებრივი და ეკონომიკური ფუნქციების შენარჩუნებას.

ხანგრძლივი ევოლუციის პროცესში ბუნებრივმა ეკოსისტემამ შეიძინა თვითრეგულაციისა და თვითაღდგენის უნარი. ბუნებრივი ეკოსისტემის აგროეკოსისტემაში ტრანსფორმაციისას ნივთიერებათ-ენერგეტიკული და ინფორმაციული კავშირები, კერძოდ, აგროლანდშაფტებში მნიშვნელოვნად იცვლება. თუ ასეთი გადახრები დასაშვებ ნორმას

გადაცდა, მაშინ ლანდშაფტი კარგავს ძირითადი კომპონენტების თვითაღდგენის უნარს და სწრაფად განიცდის დეგრადაციას. თანამედროვე აგროლანდშაფტი არა უბრალოდ გარდაქმნილი (მოდIFIცირებული) ბუნებრივ-ტერიტორიული კომპლექსია, არამედ მრავალკომპონენტური წარმონაქმნი სპეციფიკური ბუნებრივ-სამეურნეო გენეზისით, ფიტოცენოლოგიური იერით, ეკოლოგიური სიტუაციით.

საერთოდ ბუნებრივი პირობების კომპლექსურ შესწავლას საფუძვლად უდევს ცალკეული ტერიტორიული კომპლექსების გამოყოფა. არჩევენ ორ ძირითად კომპლექს - ბუნებრივ - ტერიტორიულს და სოციალურ-ეკონომიკურს.

ბუნებრივ-ტერიტორიული კომპლექსი წარმოადგენს მთლიანი მატერიალური სისტემის - კომპლექსის ბუნებრივი, გეოგრაფიული კომპონენტების კანონზომიერ შეხამებას. სოციალურ-ეკონომიკური ტერიტორიული კომპლექსი წარმოადგენს სისტემას, რომელშიც ბუნებრივი კომპონენტების მნიშვნელობა დაქვეითებულია და მათი ფორმირება და ფუნქციონირება ძირითადად განისაზღვრება ადამიანის საქმიანობით.

ბუნებრივ და სოციალურ-ეკონომიკურ ტერიტორიულ კომპლექსებს შორის მდებარეობს მთელი რიგი გარდამავალი ტერიტორიული კომპლექსები. მათ შორის ერთ-ერთი ყველაზე ტიპური და გავრცელებული ბუნებრივ-აგარარული ტერიტორიული კომპლექსია. ბუნებრივ-აგარარული ტერიტორიული კომპლექსი წარმოადგენს აგროლანდშაფტს, რომელიც ფურქციონირებს სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისა და ბუნებრივი გარემოს მუდმივი ურთიერთმოქმედების შედეგად.

ბუნებრივ-აგარარული ტერიტორიული კომპლექსების საზღვრები ვლინდება ბუნებრივი პირობებით და ტერიტორიის დაყოფით ელემენტარულ საწარმოო რგოლებად სასოფლო-სამეურნეო საწარმოების ფარგლებში. მათი საზღვრები განისაზღვრება ლანდშაფტური საზღვრებით, რადგანაც ეს კომპლექსები ბუნებრივი წარმონაქმნი. საერთოდ, სასოფლო-სამეურნეო საეარგულის საზღვრები დაკავშირებულია სასოფლო-სამეურნეო საწარმოების სპეციალიზაციასთან.

ბუნებრივ-აგარარული ტერიტორიული კომპლექსების მაგალითს წარმოადგენენ: მდინარეული ტერასები ვენახებით მდელის ყავისფერ ნიადაგებზე; ფერდობები - ჩაის პლანტაციებით წითელმიწებზე; გავაკებული ზედაპირები - ხორბლის ნათესებით შავმიწებზე.

ბუნებრივ-აგარარული ტერიტორიული კომპლექსების არსებობის

ხანგრძლივობა განისაზღვრება მათი გამოყენების ხანგრძლივობით ამა თუ იმ სასოფლო-სამეურნეო ციკლში. ვენახების და ჩაის პლანტაციების შემთხვევაში ეს ვადა შეადგენს რამდენიმე ათეულ წელს, ხორბლის შემთხვევაში - ერთ სავეგეტაციო პერიოდს. იმ რეგიონებში, სადაც წელიწადში იღებენ რამდენიმე მოსავალს ბუნებრივ-ტერიტორიული კომპლექსების არსებობის ხანგრძლივობა შეიძლება შემცირდეს რამდენიმე თვემდე.

განსაკუთრებულ შემთხვევას წარმოადგენს საძოვრები და სათიბები. საძოვრებზე საწარმოო პროცესებს აქვთ საშუალო, იშვიათად ხანგრძლივად დროებითი, ხოლო სათიბების შემთხვევაში კი - ხანმოკლე დროებითი ხასიათი (ელიზბარაშვილი, 1988).

აგროლანდშაფტი თავისი თავისებურების მიუხედავად წარმოადგენს ბუნებრივ კომპლექსს. მართალია ის ადამიანის მიერ იქმნება, მაგრამ ვითარდება ბუნებრივი კანონზომიერებების მიხედვით. მინდვრებზე - მარცვლოვნების და ტექნიკური კულტურების, ბაღებში ხეხილის მოსავალი, მინდვრებზე - ბალახმდგნარის წარმადობა, მიუხედავად აგროტექნიკის დიდი მნიშვნელობისა, განისაზღვრება წლის ან ცალკეული სეზონის კლიმატური პირობებით.

ფიზიკურ-გეოგრაფიული გარემო არსებობს და ვითარდება ბუნებრივი კანონების მოქმედების საფუძველზე. თუმცა აგროლანდშაფტები მუდმივად განიცდის გავლენას საზოგადოების მხრიდან (ზოგჯერ მეტად არსებითს), მათ განვითარებას საფუძვლად უდევს საკუთარი “ბუნებრივი” მექანიზმი. აგროლანდშაფტი ფუნქციონირებს და ვითარდება ბუნებრივი კანონზომიერებების შესაბამისად.

აგროლანდშაფტი შენარჩუნებისა და შემდგომი ფუნქციონირებისათვის საჭიროებს ადამიანის მხრიდან მასში მიმდინარე ბუნებრივი პროცესების მუდმივ მხარდაჭერას. აგროლანდშაფტი არ წარმოადგენს მყარ სისტემას, მისი აღდგენა და შენარჩუნება თავისით არ ხდება, ის საჭიროებს მუდმივ და მიზანდასახულ რეგულირებას.

თუმცა აგროლანდშაფტის მომავალი ძირითადად განისაზღვრება სამეურნეო საქმიანობით, იგი ბევრადაა დამოკიდებული ბუნებრივი და ანთროპოგენური სტრუქტურების ტერიტორიულ და ორგანიზაციულ თანხმობაზე.

ადაპტურ-ლანდშაფტური მიწათსარგებლობა მიმართულია სასოფლო-სამეურნეო წარმოების პროცესში ადამიანის და ბუნების უფრო ჰარმონიული ურთიერთმოქმედების მიღწევაზე. აგროლანდშაფტ-

მცოდნეობა მოწოდებულია სწავლობდეს აგროეკოსისტემის ფორმირების და ფუნქციონირების კანონზომიერებებს, ამუშავებდეს მიწათმოქმედების ახალი სისტემების მოდელირების მეთოდებს, ასაბუთებდეს ოპტიმალური აგროლანდშაფტის კონსტრუირების გზებს, წყვეტდეს სოციალური აგროეკოლოგიის აქტუალურ პრობლემებს და აწარმოებდეს აგრონომიული დანიშნულების გეოინფორმაციული სისტემების დამუშავებას.

აგროლანდშაფტების ფორმირებისას საჭიროა შემდეგი პრინციპების გათვალისწინება:

1. ადეკვატურობის (სრული შესატყვისობის) პრინციპი. აგროლანდშაფტში საწარმოო საქმიანობა ფუნქციონალურად უნდა შეესაბამებოდეს ბიოსფეროს ფუნქციებს, ე.ი. უნდა იყოს გარემოს ბუნებრივი კანონზომიერებების ადეკვატური. ამის მიღწევა შესაძლებელია მიწათმოქმედების პროგრესული სისტემების გამოყენებით (ფერდობებზე თესლბრუნვების გამოყოფა მრავალწლიანი ბალახებით, ხენის შეცვლა უგუთნო დამუშავებით და სხვა აგროტექნიკური ხერხები) ჩამოყალიბებული ბუნებრივი ლანდშაფტების სტრუქტურის ეკოლოგიური თავისებურებების გათვალისწინებით. შედეგად ყალიბდება ახალი ბუნებრივ-სამეურნეო კომპლექსები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ბიოენერგეტიკული რესურსების უფრო ეფექტურ გამოყენებას. ეს კომპლექსები აერთიანებს მდგრად აგროეკოსისტემებს, რომლებიც ახდენს ბიოსფეროს ფუნქციების იმიტაციას.

2. შემთავსებლობის პრინციპი. აგროლანდშაფტის ტერიტორიის კომპონენტებს (ელემენტებს) აპროექტებენ და ქმნიან ბუნებრივ-ანთროპოგენური შემთავსებლობის გათვალისწინებით. მისი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ აგროლანდშაფტის ტერიტორიის ელემენტები ორგანულად იყოს ურთიერთდაკავშირებული და წარმოადგენდეს ერთიან სისტემას, რომელიც შეჯერებული იქნება ბუნებრივი კომპლექსების შენებასთან და სამეურნეო საქმიანობასთან. შემდგომში ახალი და სრულყოფილი აგროლანდშაფტი ვითარდება იმ პროცესების აქტიური გავლენით, რომლებიც დამახასიათებელია ბუნებრივი ლანდშაფტისათვის (“ფონი”). გარემოსთან შეუთავსებელი ტერიტორიის ელემენტი არღვევს ბუნებრივი კომპლექსის საერთო მდგრადობას და ასრულებს “გამღიზიანებლის” როლს. ამის გაუთვალისწინებლობა იწვევს ზედმეტ მატერიალურ დანახარჯებს აგროლანდშაფტის შექმნისას, ხოლო ზოგჯერ მათ სწრაფ დარღვევას. ლანდშაფტის ფორმირებისას ბუნებრივ-

ანთროპოგენური შემთავსებლობის ფაქტორის არასაკმარისი გათვალისწინების მაგალითს წარმოადგენს რთული აგებულების ფერდობზე მსხვილი სწორკუთხედი უჯრედების ფორმის მინდვრების დაპროექტება. უფრო მიზანშეწონილია მინდვრების დაპროექტება ჰორიზონტალ-კონტურული ან ზოლებრივი მიკროზონების სახით. მსგავსი შეცდომების შედეგად აღინიშნება ზედაპირული ჩამონადენის ზრდა, ნიადაგის ეროზიის გაძლიერება, მდინარეების დაღამება. ამ პრინციპის დადებით მაგალითს წარმოადგენს რთულ ფერდობებზე ტერიტორიის კონტურული ორგანიზაცია, მულჩირება და ა.შ. მეორე მაგალითი ეხება დაბალტანიანი სოიოს და მაღალტანიანი სიმინდის ერთობლივ (ზოლებრივ) დათესვას, რაც აძლევს საშუალებას ყოველი ჯგუფის მცენარეს უკეთესად გამოიყენოს მზის ენერგია, ნაზმორორუანგი, წყალი. ამის შედეგად იზრდება ფოტოსინთეზის ინტენსივობა, უმჯობესდება მიკროკლიმატი. სოიოს მოსავლიანობა ასეთ ნათესებში 18 %, ხოლო სიმინდის 29 %-ით უფრო მაღალია, ვიდრე მათი ცალ-ცალკე გაზრდისას.

3. ადგილმდებარეობისადმი ფიტოცენოზების შესატყვისობის პრინციპი. აგროლანდშაფტის დაგეგმვისას მეტად მნიშვნელოვანია სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების სხვადასხვა ჯგუფის ნათესებისა და ნარგავებისათვის სწორად იქნეს შერჩეული ადგილი ეკოლოგიური თვისებით და განლაგებით არაერთგვაროვანი მიწების ნაკვეთებზე. საჭიროა აგრეთვე კულტურების ბიოლოგიური თავისებურებების გათვალისწინება რათა უზრუნველყოფილი იყოს მოსავლიანობის ზრდა ნიადაგების ნაყოფიერების შენარჩუნებით.

4. ფიტომელიორაციის პრიორიტეტის პრინციპი. ნიადაგთდაცვითი, თვითაღდგენადი და თვითგამწმენდი აგროლანდშაფტის და აგროეკოსისტემის ფორმირებისას ძირითადია ფიტომელიორაცია, რაც შეესაბამება მიწათმოქმედების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს - მინიმუმის კანონს (რადგანაც შემზღუდავი ფაქტორი ხშირად არის ნიადაგური ტენიის დეფიციტი, ხოლო მცენარეული მელიორაცია ხელს უწყობს აგროეკოსისტემაში უფრო მდგრადი წყალბრუნვის ფორმირებას). ამგვარად, აგროლანდშაფტის ტერიტორიის ორგანიზაციის პრაქტიკული ამოცანა მდგომარეობს სხვა კომპონენტებთან კავშირში მინდვრის, მდელოს და ტყეს შორის გონიერი შეფარდების განსაზღვრაში.

ნიადაგების შედარებითი ვარგისიანობა სასოფლო-
სამეურნეო კულტურებისათვის.

კულტურა	ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა					
	ქვიშა	მსუბუქი თიხნარი	თიხნარი	მძიმე თიხნარი	თიხა	მძიმე თიხა
ხორბალი	0	3	3	3	2	1
ჭვავი	2	3	3	3	3	2
შვრია	1	3	3	3	2	1
ქერი	1	3	3	3	2	1
სიმინდი	0	3	3	3	2	1
ჩაი	0	1	3	3	2	1
ვაზი	0	1	3	3	2	1
კარტოფილი	0	3	3	3	2	1
ჭარხალი	0	2	3	3	2	1

პირობითი აღნიშვნები. ნიადაგის ვარგისიანობა: 0 - განლაგება მიუღებელია; 1 - ხელსაყრელ წლებში შესაძლებელია კარგი მოსავლის მიღება; 2 - კარგი; 3 - საუკეთესო.

5. სივრცობრივი და სახეობრივი მრავალფეროვნების პრინციპი. აგროეკოსისტემების შექმნა უნდა ხდებოდეს სივრცობრივი და სახეობრივი მრავალფეროვნების მოთხოვნილებათა გათვალისწინებით. ეს შეესაბამება არსებულ კანონზომიერებას, რომლის თანახმად რაც უფრო მრავალფეროვანია და რთულია აგროლანდშაფტის სტრუქტურა, მით უფრო მაღალია მისი მდგრადობა, უნარი წინააღმდეგობა გაუწიოს გარეშე ზემოქმედებას. მაგალითად, ბუნებრივი კომპონენტების შენარჩუნება აუმჯობესებს მიკროკლიმატს, ხელს უწყობს ცხოველების, მათ შორის ფრინველების, რიცხოვნობის ზრდას. ლანდშაფტები, რომლებიც ხასიათდება დიდი სახეობრივი მრავალფეროვნებით, გამოირჩევა

უკეთესი თვითგანახლებადი და თვითგამწმენდი უნარით, რადგანაც მათი შენების რთული მოზაიკურობა ხელს უწყობს მათ მდგრადობას და აგრეთვე ბუნებრივ და ბუნებრივ-ანთროპოგენურ წონასწორობას. (ბუნებრივი წონასწორობა ნიშნავს ბუნებრივი სისტემის პირველად ეკოლოგიურ წონასწორობას, რომელიც ჩამოყალიბდა ადამიანის მიერ შეუცვლელი ან სუსტად შეცვლილი გარემოს კომპონენტების ან ბუნებრივი პროცესების ბალანსის საფუძველზე. ბუნებრივ-ანთროპოგენური წონასწორობა - მეორადი ეკოლოგიური წონასწორობაა, რომელიც ყალიბდება ადამიანის მიერ შეცვლილი გარემოს კომპონენტების და ბუნებრივი პროცესების ბალანსის საფუძველზე).

ნ. მიწის საკარგულების სტრუქტურის და შეფარდების ოპტიმიზაციის პრინციპი. მიწათსარგებლობის გარკვეული სასოფლო-სამეურნეო რეგიონისათვის აგროლანდშაფტების მიწათმოწყობისას ადგილობრივი ბუნებრივი პირობების შესაბამისად ადგენენ ეკოლოგიურად და ეკონომიკურად დასაბუთებულ სახნავის, მდელოს, ტყის და წყლის სტრუქტურასა და შეფარდებებს. მინდვრები, როგორც აგროლანდშაფტის უმნიშვნელოვანესი ელემენტი, უნდა იყოს სიდიდით ოპტიმალური. ერთის მხრივ ეს ხელს შეუწყობს სასოფლო-სამეურნეო მანქანების ეფექტურ გამოყენებას და, მეორეს მხრივ, შეამცირებს ტექნიკის უარყოფით გავლენას ნიადაგზე (გამკრთობა). თუ სამეურნეო გამოყენების პროცესში ხდება ფიზიკურ-გეოგრაფიული და სოციალურ-ეკონომიკური პირობების ნიადაგურ, წყლის და მცენარეულ რესურსებზე ნეგატიური ზემოქმედების შეწყვეტა ან შესუსტება, მაშინ ნაკვეთის სივრცობრივი განლაგება რჩება უცვლელი, მაგრამ მისი პოტენციალი და ეკონომიკური შეფასება იზრდება.

1.4 აგროექოსისტემა

1.4.1. სოფლის მეურნეობა და პირველადი ბიოლოგიური პროდუქცია

ბუნებასთან ურთიერთობის პროცესში, კაცობრიობა მუდმივად წყვეტდა სასიცოცხლო მნიშვნელობის - უმთავრესი კვების პროდუქტების წარმოების ამოცანას.

ცნობილია, რომ ადამიანის არა მარტო სასოფლო-სამეურნეო, არამედ

საერთოდ, საწარმოო საქმიანობის ერთ-ერთ უძველეს დარგს სწორედ მიწათმოქმედება წარმოადგენს. თვით ტერმინი “კულტურა” გამომდინარეობს მცენარეების მოყვანასა ანუ კულტივირებისაგან. ძველ საბერძნეთსა და რომში ცნება “კულტურა” ეხებოდა მიწის გონივრულ და სწორ დამუშავებას.

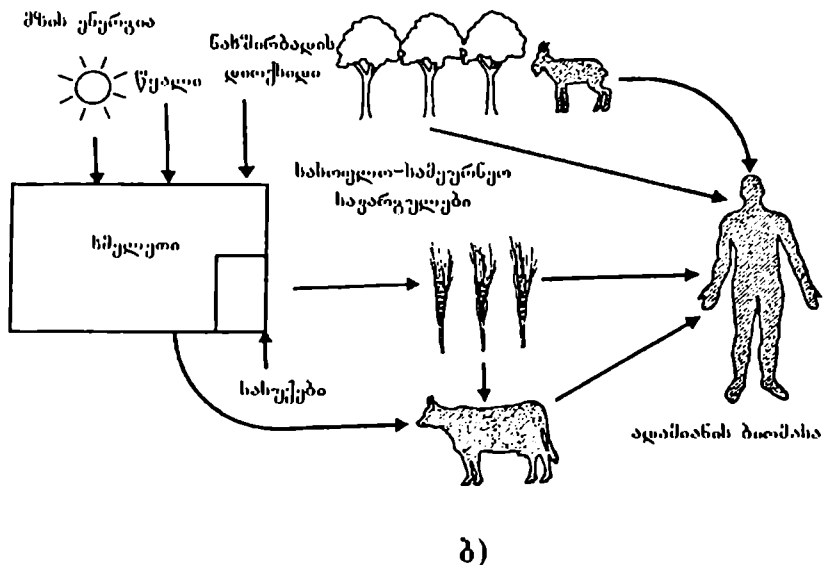
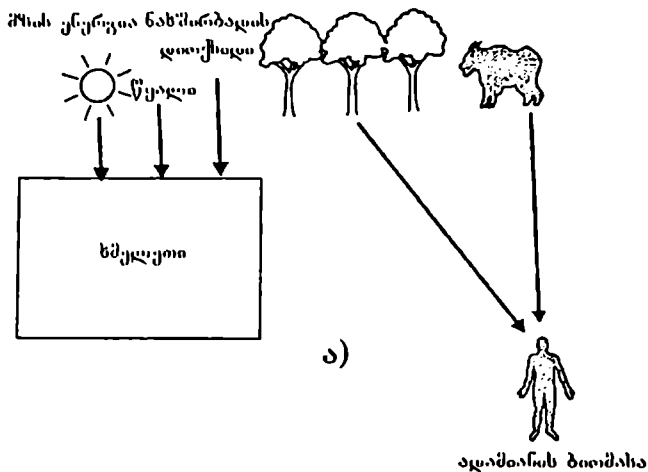
შეგროვების პრიმიტიულ და შემდგომ მიწათმოქმედების სულ უფრო სრულყოფილ სისტემებზე გადასვლამ გამოიწვია სასოფლო-სამეურნეო რესურსების წარმოების ზრდის სტიმულირება, გაზარდა აგრარული სექტორის მნიშვნელობა პირველადი ბიოლოგიური პროდუქციის გადიდებაში. ამან ხელი შეუწყო პლანეტის მოსახლეობის რაოდენობის ზრდას.

ყოველწლიურად თანამედროვე ბიოსფეროს იმ ანთროპოგენულ ნაწილში, რომელსაც ქმნიან ადამიანები და შინაური ცხოველები, ხდება $1,6 \cdot 10^{13}$ ვატის სიდიდის ენერგია. ეს შეადგენს მცენარეების პირველადი პროდუქციის ერთ მეოთხედს. პირველადი პროდუქციის ასეთი მნიშვნელოვანი ზრდა ხდება არა მარტო მზის ენერგიის, არამედ დამატებითი ენერგეტიკული წყაროების ზემოქმედებით. მცენარეების მშრალი ნივთიერების დაახლოებით 95 % წარმოადგენს ფოტოსინთეზის პროცესში აკუმულირებულ მზის ენერგიას. აგროცენოზების პროდუქტიულობის უზრუნველყოფა ხდება მცენარესა და ნიადაგში თავისუფლად მიმდინარე ბიოლოგიური პროცესების ხარჯზე. აგროეკოსისტემაში შეტანილი “ანთროპოგენური ენერგია” არ (ან ვერ) ცვლის მზის ენერგიას და ასრულებს მისი უფრო აქტიურად გამოყენების კატალიზატორის როლს.

დიდი მნიშვნელობა აქვს საკვები რესურსების მისაღებად გამოსაყენებელი მცენარეების სპექტრის არსებით გაფართოებას.

კაცობრიობა ყოველწლიურად მოიხმარს სასოფლო-სამეურნეო წარმოების 8,76 მლრდ ტონა პროდუქტს. ეს რაოდენობა შეიცავს დაახლოებით $1,5 \cdot 10^{20}$ ჯ ენერგიას. სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებში არსებული ენერგიის 90 %-ს უზრუნველყოფს მემცენარეობის პროდუქცია.

დედამიწაზე აწარმოებენ ძირითად სასოფლო-სამეურნეო კულტურების 80-ზე მეტ სახეობას. მარცვლეულზე მოდის კვების პროდუქტების მსოფლიო წარმოების დაახლოებით 60 % (მათ შორის ბრინჯსა და ზორბალზე მოდის 40 % მეტი). მარცვლოვანი კულტურები იძლევიან ადამიანის მიერ გამოსაყენებელი ცილის თითქმის 50 %.



ნახ.1 სასოფლო-სამეურნეო წარმოების განვითარების შედეგად
ადამიანისა და ბიოსფეროს შორის შეფარდების შეცვლა.

ა - ნადირობის და შეგროვების პერიოდი, ბ - აგროკულტურული ეპოქა
(ბრაუნი, 1972)

ცხრილი 2

ზოგიერთი სასოფლო-სამეურნეო კულტურის ენერგეტიკული
ექვივალენტი (ანდერსონი, 1985)

პროდუქტები	ენერგეტიკული ექვივალენტი
ბრინჯი	21
ხორბალი	20
სხვა მარცვლოვნები	10
ხილი, კაკლები, ბოსტნეული	10
ცხიმები და ზეთები	9
შაქარი	7
სიმინდი	5
კარტოფილი	5
მანოკი	2
მეცხოველეობის პროდუქტები	11
სულ	100

კვების პროდუქტების ძირითად ნაწილს იძლევიან დამუშავებული მიწები, თუმცა მათი ფართობი წყლის სივრცეებსა და ტყეებთან შედარებით უმნიშვნელოა. ოკეანეების და ტყეების პროდუქტიულობა გაცილებით აღემატება დამუშავებული მიწების პროდუქტიულობას. მაგრამ რთულ პრობლემად რჩება ოკეანეებსა და ტყეებიდან მიღებულ პროდუქტებში საკვები ნივთიერებების წილის ზრდა.

სასურსათო რესურსების მსოფლიო წარმოებაზე გარკვეულ წარმოდგენას იძლევა ცხრ. 3-ში მიტანილი მონაცემები.

ცხრილი 3

სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ზოგიერთი სახეობის მსოფ-
ლიო წარმოება 1998 წელს

პროდუქცია	წარმოების მოცულობა	
	მლნ ტ	% 1990 წ.
მარცვლეული და მარცვლეულ-პარკოსანი კულტურები	210 6	104,8
მათ შორის:		
ხორბალი	585	98,6
მზესუმზირა	25	110,9
კარტოფილი	295	110,1
შაქრის ჭარხალი	258	83,5
ხილ-კენკროვანი, ციტრუსები, ყურძენი	419	119,0
ბოსტნეული, ბალჩეული	566	123,0
ხორცი	213	122,4

XIX საუკუნე და XX საუკუნის პირველი ნახევარი ხასიათდებოდა პლანეტის აქტიური დასახლებით და ნაყოფიერი ნაკვეთების ათვისებით. ანთროპოგენური ზემოქმედების გარეშე დარჩა ისეთი ოლქები, რომელთა ათვისება საჭიროებდა დიდ დანახარჯებს. ამის გარდა ისინი ასრულებდნენ მეტად მნიშვნელოვან ეკოლოგიურ ფუნქციას და უზრუნველყოფდნენ ბიოსფეროს სტაბილურობას, მაგალითად, ჭაობები ან ტროპიკული ტყეები. ამგვარად, კვების პროდუქტების წარმოების ზრდა პირველ რიგში უნდა უზრუნველყონ უკვე ათვისებულმა მიწებმა, ე.ი. პირველადი ბიოლოგიური პროდუქციის მიღების პროცესს წინასწარვე აქვს ინ-

ტენსიური ხასიათი.

პლანეტაზე ფოტოსინთეზის კლიმატური პოტენციალის ხარჯზე ორგანული ნივთიერებების პროდუქციების თეორიული მაქსიმუმი შეადგენს 330 მლრდ ტ წელიწადში.

ამჟამად მსოფლიო სასოფლო-სამეურნეო წარმოებამ მიაღწია მაქსიმალურად შესაძლებელი მოცულობის 15 %. ამგვარად სოფლის მეურნეობაში არსებობს პირველადი ბიოლოგიური პროდუქციის ზრდის მნიშვნელოვანი რეზერვები. ამასთან საჭიროა დამატებითი “ანთროპოგენური ენერგია” (ქიმიზაციის, მექანიზაციის ტექნოლოგიის საშუალებების, მელიორაციის ხერხების და სხვ.). აქ კი იქმნება და ვითარდება ურთიერთსაწინააღმდეგო ურთიერთობები. ერთის მხრივ, მეცნიერების და ტექნიკის მიღწევების გამოყენება, წარმოების მასშტაბები - ადამიანის მოთხოვნილებების დაკმაყოფილების აუცილებელი პირობაა. მეორეს მხრივ, ყოველივე ეს უარყოფითად მოქმედებს ბუნებაზე, რაც გამოიხატება ბუნებრივი რესურსების გამოღევასა და მოსპობაში, ეკოსისტემების თვითრეგულაციის და სტაბილურობის მექანიზმების დარღვევაში, გარემოს გაჭუჭყიანებაში.

მაქსიმალური პროდუქციის მისაღებად შექმნილი სასოფლო-სამეურნეო ეკოსისტემების განვითარებასთან ერთად მუდმივად იზრდება გარემოზე ზემოქმედება. ეს გამოწვეულია დედამიწის ზედაპირზე ენერგიის და ნივთიერებების გადანაწილებით. შრომის იარაღების სრულყოფამ, მაღალმოსავლიანი კულტურების და ჯიშების დანერგვამ და სხვ., გამოიწვია ბუნებრივი პროცესების მკვეთრი დარღვევა. გაუმართლებელი სამიწათმოქმედო ხერხები და მიწათმოქმედების სისტემები იწვევს მნიშვნელოვან ნეგატიურ შედეგებს (ნიადაგების დაცვის ტექნოლოგიების და გამაფრთხილებელი ღონისძიებების შეუსრულებლობის და არარაციონალური გამოყენების შედეგად გამოწვეული ნიადაგების ეროზია და ნაყოფიერების დაკარგვა; დამლაშება და დაჭაობება; ზედა ჰორიზონტების გადიდებული გამკვრივების გამო ნიადაგების სტრუქტურის შეცვლა; მცენარეების ერთი და იგივე სახეობის ხანგრძლივი მოყვანის შედეგად ბუნებრივი ლანდშაფტების ბიოლოგიური მრავალფეროვნების დაქვეითება; სასოფლო-სამეურნეო საკარგულებიდან მოხვედრილი პესტიციდების და ნიტრატების ნარჩენებით ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების გაჭუჭყიანება; გარეული ცხოველების მოსპობა ადამიანის სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის შედეგად; მათი ბინადრობის ადგილების განადგურება და სხვ.).

პირველადი ბიოლოგიური პროდუქციის მიღების სისტემების ფორმირების დროს ინტენსიური აგრარული ბუნებათსარგებლობის ამა თუ იმ მოდელის შერჩევა განისაზღვრება ბალანსით ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ არგუმენტებს შორის. ხანგრძლივი დროის მანძილზე პირველადი სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მიზნობრივი ფორმირების დროს ეკონომიკა წარმოადგენდა გასატარებელი ღონისძიებების მიზანდასახულობის და დაშვებულობის თავისებურ ფილტრს. უკანასკნელ პერიოდში იგივე და ზოგიერთ შემთხვევაში უფრო მაღალ დონეზე გამოვიდა ეკოლოგიური შეზღუდვები.

არსებობს ობიექტური ბუნებრივი ზღვარი. ესაა ბუნებრივი ნაყოფიერების დაქვეითების ზღურბლი. ამ დროს ადამიანის მთელი ტექნიკური სიმძლავრე, მის მიერ შექმნილი მაღალმწარმოებლური ხელოვნური საშუალებები ხდება ნაკლებად ეფექტური და ამავე დროს ჭარბად იზრდება უარყოფითი ეკოლოგიური შედეგები. საჭირობოროტო პრობლემების გადაწყვეტისას საჭიროა პროცესების ბუნებრივ და უწყვეტ მსვლელობაში დასაშვები ჩარევის ზღვრების გათვალისწინება. ხელოვნური საშუალებებით აგროეკოსისტემების "ამოესების" დამკვიდრებული ტენდენციას კეთილდღეობის ილუზიას. ფაქტიურად ხდება ბუნებრივი პოტენციალის გამოღვევა. ასე, მაგალითად, მინერალური სასუქების ხანგრძლივი გამოყენება ვერ უზრუნველყოფს სხვადასხვა კულტურების მდგრად წარმოებას. სასუქების ფართომასშტაბიანი გამოყენების დროს ხდება კაპიტალური ნიადაგური რესურსების ხარჯვა, ეცემა ბუნებრივი ნაყოფიერება, რაც მტკიცდება ჰუმუსის მარაგების მნიშვნელოვანი შემცირებით.

XX საუკუნის მეორე ნახევრისთვის დამახასიათებელი იყო სასოფლო-სამეურნეო წარმოების სფეროში პირველადი ბიოლოგიური პროდუქციის არსებითი ზრდა. ეს გახდა შესაძლებელი "მწვანე რევოლუციის" შედეგად - მარცვლოვანი კულტურების ახალი მაღალმოსავლიანი ჯიშების დანერგვა, დიდ დოზებში მინერალური სასუქების გამოყენება, მცენარეთა დაცვის ეკონომიურად ეფექტური (მაგრამ ეკოლოგიურად არა უვნებელი) საშუალებების დანერგვა და სხვ. ამის შედეგად ოცი წლის მანძილზე - 1950 წლიდან 1970 წლამდე საგრძნობლად გაიზარდა კვების ძირითადი პროდუქტის - მარცვლეულის გამოსავალი. მაგრამ XX საუკუნის 80-იანი წლებიდან ამ მაჩვენებელმა შეაჩერა თავის ზრდა, ეს იყო ბუნებათსარგებლობის ენერგეტიკური ეფექტურობის შემცირების კანონის მოქმედების ასახვა. ამ კანონის მიხედვით სხვა თანაბარ პირობებში ჩადებული ენერგიის დამატებითი გაზრდა იძლევა უფრო დაბალ

ეფექტს, ვიდრე უფრო ადრე დახარჯული ენერგია (მოსავლიანობის გაზრდა 2-დან 2,5 ტ/ჰა-მდე ენერგეტიკულად უფრო იაფია, ვიდრე 5-დან 5,5 ტ/ჰა-მდე). ზოგიერთ შემთხვევაში ჩაღებული ენერგია არა მარტო არ იძლეოდა უკუგებას, არამედ გადადიოდა “უარყოფითი ენერგიის” ფორმაში და იწვევდა ნიადაგების და საკვები საკარგულების დაშლას.

უკანასკნელ პერიოდში განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს წარმოებული პროდუქციის ხარისხი. სხვადასხვა ქვეყნის გამოცდილების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის დეფიციტის პრესინგის ლიკვიდაციამდე, ეკოლოგიის საკითხებს ყოველთვის ექნება დაქვემდებარებული მნიშვნელობა. მხოლოდ ბაზრის საკვებით გაჯერების შემთხვევაში ეკოლოგიური მოთხოვნები და შესლუდვები წინ წამოიწევა. ამიტომ ბიოლოგიური პროდუქციის სასოფლო-სამეურნეო ფორმირების პრობლემების შეფასებისას უნდა ვარჩევდეთ უახლოესი წლების და უფრო დაშორებული პერსპექტივების ამოცანებს.

1.4.2. აგროეკოსისტემის ტიპები, სტრუქტურა და ფუნქციები

სოფლის მეურნეობა არსებითად ცვლის ბუნებრივ კომპლექსებს. ამის შედეგად ჩამოყალიბდა სხვადასხვა ანთროპოგენური სასოფლო-სამეურნეო წარმონაქმნი (სახნავეები, საბაღე ნარგავები, მდელოები, საძოვრები და ა.შ.), რომლებიც იკავებენ ხმელეთის ერთ მესამედს, მათ შორის სახნავეები თითქმის 1,5 მლრდ ჰა-ს. მინდვრის ტიპის სასოფლო-სამეურნეო წარმონაქმნებს მიეკუთვნება ტერიტორიები, რომლებიც საჭიროებენ ყოველწლიურ გადახვნას, სასუქების შეტანას, ხელოვნური (მართვადი) ფიტოცენოზების რეგულარულ ფორმირებას. ბაღები, კენახები, ჩაის პლანტაციები წარმოადგენენ მრავალწლიან ფიტოცენოზებს. სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მისაღებად ყველაზე დიდ ტერიტორიას იკავებენ მდელოები და საძოვრები. დედამიწაზე ისინი გავრცელებულია 3 მლრდ ჰა-ზე მეტ ფართობზე, ტროპიკული სავანებიდან სუბარქტიკულ ზონამდე. საქართველოში სათიბ-საძოვრებს უკავია საერთო ტერიტორიის თითქმის 20 %. ამ სავარგულებში პირველადი ბიოლოგიური პროდუქციის ფორმირება მიმდინარეობს ბუნებრივი გზით. ეს პროდუქცია გამოიყენება მეორადი ბიოლოგიური პროდუქციის მისაღებად (სხვადასხ-

ვა შინაური ცხოველების მოშენება და შენახვა). არსებობს მოსაზრება, რომ მსოფლიო საკვების დეფიციტის ლიკვიდაციის ერთ-ერთ მთავარ რესურსს წარმოადგენს საძოვრული მეცხოველეობა. ამიტომ საჭიროა მსხვილფეხა რქოსანი საქონლის სულადობის გაზრდა, მეცხოვარეობის, მეთხეობის, მებოცვრეობის ინტენსიური ტემპებით განვითარება. საძოვრების ფართობი თითქმის ორჯერ აღემატება სახნავების ფართობს და 3 მლრდ ჰა აღწევს. ამასთან საძოვრული შენახვის შემთხვევაში მსხვილფეხა რქოსანი საქონლის 1 კგ ცილის წარმოებისათვის საჭიროა 65-70 % ნაკლები ენერგია, ვიდრე საქონლის საკვები მარცვლით გამოკვებისას.

სასოფლო-სამეურნეო წარმოების განსაკუთრებულ ფორმას წარმოადგენს მეორადი ბიოლოგიური პროდუქციის მიღება სამრეწველო საფუძველზე (მერძეობის და მელორეობის კოპლექსები, მეფრინველეობის ფაბრიკები). სულადობის მაღალი კონცენტრაცია, შეზღუდულ ფართობებზე მეცხოველეობის პროდუქციის მიღების და დამუშავების პროცესების შეხამება მოითხოვს შეწონილ ეკოლოგიურ გადაწყვეტილებებს.

აგროეკოსისტემებს მიეკუთვნება აგრეთვე ადამიანის მიერ ზღვის და მტკნარი წყლის გარემოში ხელოვნურად შექმნილი მცენარეების და ცხოველების თანასაზოგადოებები.

პირველადი და მეორადი ბიოლოგიური პროდუქციის მიზანდასახული წარმოების შემთხვევაში არ უნდა იქმნებოდეს ბუნებრივი კანონზომიერების საწინააღმდეგო მოვლენები. მყარი საკვები პროდუქციის მისაღებად ადამიანი ახორციელებს ჩვეულებრივი პროცესების ანთროპოგენურ “მოდიფიკაციას”. ეს ამწვავებს ეკოლოგიურ პრობლემებს და ზდება გარემოზე ზემოქმედების მნიშვნელოვანი ფაქტორი. ამავე დროს შეუძლებელია სასოფლო-სამეურნეო წარმოების გამიჯვნა გლობალური ეკოლოგიური ზეგავლენებისგან.

სოფლის მეურნეობის სფეროში პირველად სტრუქტურულ ერთეულს წარმოადგენს აგროეკოსისტემა. სწორედ აქ წარმოებს ადამიანის და ბუნების ურთიერთმოქმედება.

ი.ოლუმის (1987) აზრით აგროეკოსისტემები წარმოადგენენ გაშინაურებულ ეკოსისტემებს, რომლებიც იკავებენ გარდამავალ მდგომარეობას ბუნებრივ (მდელოები, ტყეები) და ხელოვნურ (ქალაქები) ეკოსისტემებს შორის.

ამერიკელი აგროეკოლოგის რ.მიტჩელის აზრით, აგროეკოსისტემები წარმოადგენენ არც ნამდვილ ეკოსისტემებს და არც დამოუკიდებ-

ბელ სასოფლო-სამეურნეო ერთეულებს: აგროეკოსისტემებში ეკონომიკური მოსაზრებები განსაზღვრავს ნათესების სტრუქტურას და კულტურების შერჩევას.

აგროეკოსისტემა (აგროცენოზი, აგრობიოცენოზი) წარმოადგენს კულტურული მცენარეების ნათესებითა და ნარგავებით ან მერქნიანი ჯიშებით დაკავებულ სასოფლო-სამეურნეო და აგრეთვე სატყეო გამოყენების მიწებზე მოზინადრე ორგანიზმების ერთობლიობას.

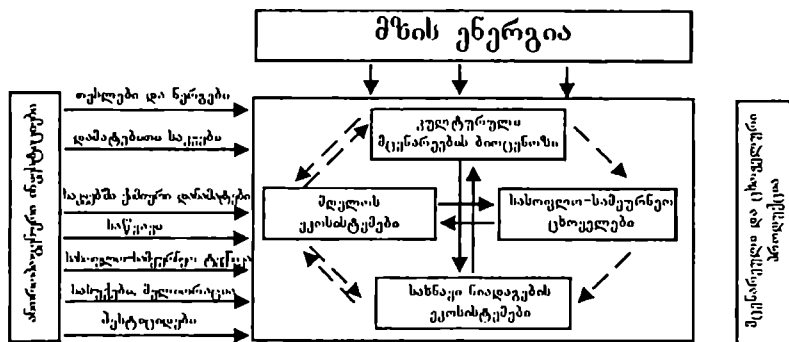
აგროეკოსისტემები ყოველთვის მეორადია და წარმოადგენს ადამიანის მიერ შეცვლილ პირველად ეკოსისტემებს. ცოცხალი ორგანიზმების ბიოტური თანასაზოგადოებები ხასიათდება ცალკეული სახეობების სიღარიბით. აგროეკოსისტემების თანასაზოგადოებების ჩამოყალიბება და რეგულაცია ხდება ადამიანის მიერ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მისაღებად. ისინი გამოირჩევა მაღალი ბიოლოგიური პროდუქტიულობით და მცენარეების და ცხოველების ერთი ან რამდენიმე შერჩეული სახეობის სიჭარბით. აგროეკოსისტემების მცენარეები და ცხოველები განიცდიან ხელოვნურ და არა ბუნებრივ შერჩევას. ბუნებრივ ეკოსისტემებთან შედარებით აგროეკოსისტემები არამდგრადია. მათ სუსტად აქვთ გამოხატული თვითრეგულაციის უნარი. ადამიანის დახმარების გარეშე ისინი ისწრაფად იშლება ან ველურდება და ტრანსფორმირდება ბუნებრივ ეკოსისტემებში (მაგალითად, მელიორირებული მიწები - ჭაობებში, ტყის კულტურების ნარგავები - ტყეებში).

სხვადასხვა აგროეკოსისტემა არსებობის განსხვავებული ვადებით ხასიათდება. ასე, მაგალითად, აგროეკოსისტემა მარცვლოვანი კულტურების სიჭარბით - ერთ წლამდე, მრავალწლიანი ბალახებით - 3-4 წელი, ნაყოფიანი კულტურებით - 20-30 წელი და ა.შ. შემდეგ ისინი იშლება და იღუპება. ქარსაფარი ტყის ზოლები წარმოადგენს აგროეკოსისტემის ელემენტს და ჩვეულებრივ არსებობს 30-40 წელიწადს. ადამიანის დახმარების გარეშე (მოვლითი ჭრები, შეესება) ისინი თანდათანობით “ველურდება” და იღუპება. აგროეკოსისტემის ყველაზე გავრცელებულ ნაირსხვაობას წარმოადგენს ხელოვნური ფიტოცენოზები: 1) გაკულტურებული (მდელოები და საძოვრები, რომლებიც გეგმაზომიერ ექსპლუატაციას განიცდიან); 2) ნახევრად კულტურული ნათესი (მრავალწლიანი მდელოები, რომლებიც წარმოადგენენ პერიოდულად რეგულირებად ხელოვნურ ნარგავებს); 3) კულტურული (მუდმივად რეგულირებადი მრავალწლიანი ნარგავები, მინდვრის და საბოსტნე კულტურები); 4) ინტენსიურად კულტურული (სათბურების და ორანჟერეების კულ-

ტურები, ჰიდროპონიკა, აეროპონიკა და სხვ., რომლებიც თხოულობენ განსაკუთრებული ნიადაგური, წყლოვანი და ჰაეროვანი პირობების შექმნას). აგროეკოსისტემების მართვა ხორციელდება გარედან და ექვემდებარება გარეშე მიზნებს.

საერთოდ, აგროეკოსისტემები წარმოადგენენ სასოფლო-სამეურნეო მინდვრების განსაკუთრებულ სახეს, სადაც იზრდება კულტურული და სხვა მცენარეები და ცხოველები და ხორციელდება ენერგიის და ნივთიერებების რთული ფიზიკური და ქიმიური გარდაქმნები.

აგროეკოსისტემის ფუნქციონირების სქემის მიხედვით ანთროპოგენურ ინვესტიციებს მიეკუთვნება: თესვები, დამატებითი საკვები, საკვებში ქიმიური დამატები, საწვავი, სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა, სასუქები და პესტიციდები. თვით აგროეკოსისტემა მოიცავს კულტურული მცენარეების ცენოზებს, მდელოს, სახნავების და სასოფლო-სამეურნეო ცხოველების ეკოსისტემებს. საბოლოოდ მიიღება მცენარეული და ცხოველური პროდუქცია.



ნახ.2 აგროეკოსისტემის ფუნქციონირების სქემა
(მარკინი, ხაზიახმატოვი, 1992)

ამჟამად მიღებულია აგროეკოსისტემების შემდეგი რანჟირება: აგროსფერო - გლობალური ეკოსისტემა, რომელიც მოიცავს ადამიანის სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობით გარდაქმნილ დედამიწის მთელ ტერიტორიას; აგრარული ლანდშაფტი - ეკოსისტემა, რომელიც ჩამოყალიბდა ლანდშაფტის სასოფლო-სამეურნეო გარდაქმნის შედეგად; აგროეკოსისტემა-ეკოსისტემა მეურნეობის დონეზე; აგრობიოგეოცენოზი

- მინდორი, ბაღი, ბაღჩა, სათბური, ორანჟერეა; საძოვრის ბიოგეოცენოზი - ბუნებრივი და კულტურული საძოვარი, რომელიც გამოიყენება სასოფლო-სამეურნეო ცხოველების ძოვებისათვის; ფერმერული ბიოგეოცენოზი - თავლა, საძროხე, სადორე, ფარეხი, საფრინველე, მეცხოველეობის კომპლექსი, ვივარიუმი და სხვ.

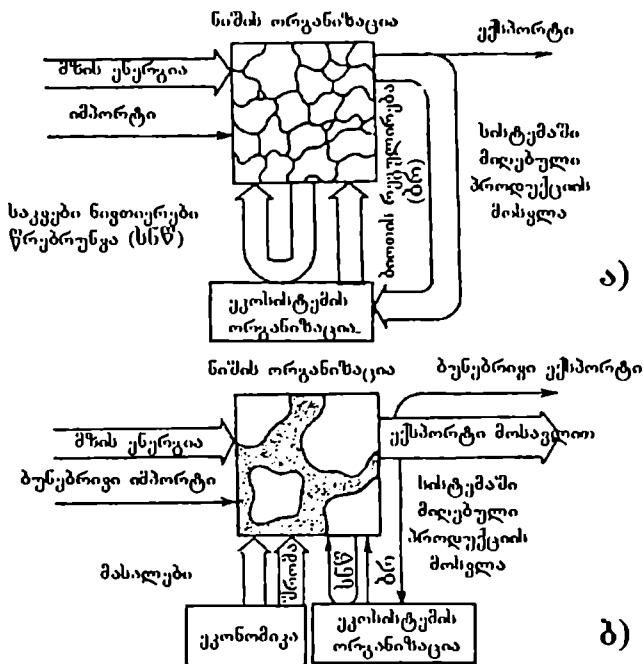
ამგვარად, სასოფლო-სამეურნეო წარმოების პროცესში ადამიანის ურთიერთობა გარემოსთან საკმაოდ რთულია და მრავალმხრივი.

ინდუსტრიალური ან ურბანიზირებული ეკოსისტემებისგან განსხვავებით ბუნებრივი ეკოსისტემებისგან აგროეკოსისტემების ფორმირების პროცესი საკმაოდ მარტივია. ამისათვის საკმარისია ბუნებრივი მცენარეულობის მოსპობის შემდეგ ნიადაგის ზედაპირის გაფხვიერება და შემდგომი დათესვა. ბუნებრივი ეკოსისტემის ასეთი პრიმიტიული გარდაქმნის დროსაც არსებითად იცვლება ნივთიერებების წრებრუნვა. ასე, მაგალითად, ტერიტორიის გადახვნის შემდეგ ხდება ბიოლოგიური ელემენტების წრებრუნვის ინტენსიფიკაცია.

აგროეკოსისტემა პირობითად შეიძლება განხილულ იქნას როგორც ბუნებრივი ეკოლოგიური სისტემის და ანთროპოგენური ენერგიის შერწყმა. თავიდან, სანამ მოხდებოდა სოფლის მეურნეობის ინდუსტრიალიზაცია, ენერგიის დანახარჯები იყო დაბალი და შესაძლებელი იყო მათი შედარება ბუნებრივი ეკოსისტემების ენერგონაკადებთან. თანამედროვე ინტენსიურ სოფლის მეურნეობაში ენერგომომხმარება გაცილებით მაღალია და გარემოზე მძლავრ ანთროპოგენურ ზემოქმედებას მიეკუთვნება.

ენერგეტიკული დანახარჯები კვების პროდუქტების წარმოებაზე საკმაოდ დიდ დიაპაზონში მერყეობენ. ასე, მაგალითად, ზოგიერთი სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების (ხორბალი, კარტოფილი, ბრინჯი) ინტენსიური ტექნოლოგიის გამოყენების გარეშე წარმოებასთან შედარებით ხორცის და თევზის მიღება თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით საჭიროებს 500-1000-ჯერ მეტ ენერგეტიკულ დანახარჯებს.

ბუნებრივი ეკოსისტემები და აგროეკოსისტემები ემსგავსება ერთმანეთს ავტოტროფულობით. ამავე დროს ისინი მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისგან. ბუნებრივი ეკოსისტემები ხასიათდება კვების ელემენტების და პირველადი პროდუქციის შეკრული ციკლით. ამ ეკოსისტემებში ნივთიერებების რეალიზაცია წარმოებს სისტემის შიგნით და სისტემიდან მათი გატანა პრაქტიკულად არ ხდება. ბუნებრივი ეკოსისტემებისგან განსხვავებით აგროეკოსისტემები ძირითადად იქმნება სისტემიდან პროდუქციის გატანის მიზნით. ზოგიერთ შემთხვევაში პრო-



ნახ. 4. ბუნებრივი ეკოსისტემის (ა) და აგროეკოსისტემის (ბ) შედარებითი დახასიათება (კოკსი, 1987)

მე-4 ნახაზზე ნაჩვენებია ბუნებრივი ეკოსისტემების განსხვავება აგროეკოსისტემებისაგან. როგორც ჩანს, ბუნებრივი ეკოსისტემის ბიოტური თანასაზოგადოება უფრო ნაირფეროვანია. ეს დასტურდება ნიშის სიერცეში უჯრედების სიმრავლით და ნიშის სიერცის უფრო სრული გამოყენებით. ბუნებრივი ეკოსისტემებში გარკვეული სახეობის ფარგლებში ცალკეული ინდივიდუუმების მახასიათებლები (გენეტიკა, ასაკი, მდგომარეობა) ამჟღავნებს ტენდენციას შეცვლისაკენ. აგროეკოსისტემებში ეს მახასიათებლები შედარებით მუდმივია. აგროეკოსისტემებთან შედარებით ბუნებრივი ეკოსისტემები უფრო უწყვეტია სივრცესა და დროში. ბუნებრივი ეკოსისტემებში მიღებული პროდუქციის ძირითადი ნაწილი ამ ეკოსისტემებში სხვადასხვა მიზნებისათვის გამოიყენება. აგროეკოსისტემებში კი პირიქით, ინტენსიურად ხდება კვების პროდუქტების ექს-

პორტი. ამის გამო, სისტემის შიგნით მიღებული პროდუქციის გამოყენება მკვეთრად შეზღუდულია. საერთოდ, აგროეკოსისტემებიდან მიღებული პროდუქციის ექსპორტი განისაზღვრება მასალის და ადამიანის შრომის დანახარჯებით.

აგროეკოსისტემას გააჩნია ორი მნიშვნელოვანი მხარე. ერთის მხრივ, ესაა წარმოების ბუნებრივი მატერიალური წყარო, ხოლო, მეორეს მხრივ - ადამიანის მიზანდასახული საქმიანობის ობიექტი და შედეგი. მეტად მნიშვნელოვანია ამ ორი მხარის ცოდნა და ის, თუ როგორ იცვლება ისინი სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ინტენსიფიკაციის ზეგავლენით. როგორც მართვის და შესწავლის საგანი აგროეკოსისტემა წარმოადგენს გარკვეულ მატერიალურ სისტემას აქტიური ეკოლოგიური ურთიერთკავშირების რთული ერთობლიობით. ეს ურთიერთობები სრულდება საწარმოო საქმიანობის შედეგად ბუნებრივი პოტენციალის კვლავწარმოების პირობებში.

აგროეკოსისტემის და ბუნებრივი ეკოსისტემის მსგავსება გამოიხატება იმაში, რომ ისინი შედგება მრავალი ურთიერთდაკავშირებული ბიოლოგიური, ფიზიკური და ქიმიური კომპონენტისაგან. კომპონენტების ის ჯგუფი, რომელთა შორის მყარდება ფუნქციონალური კავშირი, წარმოქმნის სისტემას. განსაკუთრებით აღსანიშნავია, რომ სისტემა ხასიათდება კომპონენტების ურთიერთშეპირობებით და არა მათი უბრალო ჯამით. აგროეკოსისტემა წარმოადგენს მატერიალური სამყაროს განსაკუთრებულ ფორმას, ეკოლოგიური, ეკონომიკური და სოციალური მოვლენების გარკვეული, მაგრამ დასახული ერთობლიობით.

ამჟამად პლანეტის უზარმაზარი ფართობები წარმოადგენს სხვადასხვა ზომის აგროეკოსისტემებს. საუკუნეების მანძილზე ადამიანმა დააგროვა ნიადაგურ-კლიმატური პოტენციალის გამოყენების საფუძველზე საკვები რესურსების წარმოების მდიდარი გამოცდილება. აგროეკოსისტემები განსხვავდება ზომით, მიზნობრივი დანიშნულებით, გამოყენების ტექნოლოგიური სისტემებით და სხვ. ზომის მხრივ აღინიშნება დიდი ამპლიტუდა. მცირე ზომის აგროეკოსისტემები გამოიყოფა პარცელარული აგროეკოსისტემების სახელწოდებით. ეს არის წერილი ნაკვეთები, სადაც პროდუქციის წარმოება ხდება შრომის მცირე წარმადობის იარაღებით. ასეთი სისტემები ხასიათდება შეზღუდული სახნავი სავარგულებით, შერეული ნათესების და ისეთი კულტურების გავრცელებით, რომლებსაც დამწიფების სხვადასხვა პერიოდი გააჩნიათ. მსოფლიო მიწათმოქმედების პრაქტიკაში აგროეკოსისტემების ამ ტიპს არ

სებითი მნიშვნელობა აქვს (განსაკუთრებით მთისწინებში და მთებში). კენიაში ძირითადი მაპროფილებელი კულტურების 6 % მოყავთ მინდვრებზე 0,25 ჰა-ზე ნაკლები ფართობით. ამ მხრივ, ბოლო წლებში საინტერესო გამოცდილება დაგროვდა საქართველოშიც.

აგროეკოსისტემების მრავალფეროვნება ზღუდავს მათი ტიპიზაციის ერთიანი უნივერსალური სქემის დამუშავებას. ამით აიხსნება ის, რომ დღემდე არ არსებობს აგროეკოსისტემების საყოველთაოდ მიღებული კლასიფიკაცია. ჩვენის აზრით, კლასიფიკაციას საფუძვლად უნდა დაედოს ისეთი მახასიათებლები როგორიცაა მატერიალურ-ნივთიერებითი ნაკადი, ენერგეტიკული მახასიათებლები და სხვ., რომლებიც ასახავს აგროეკოსისტემების ფორმირების ძირითად სტადიებს.

“ფაო“-ს მიერ შემუშავებული მიწათმოქმედების ძირითადი სტრუქტურები, რომლის მიხედვით შესაძლებელია აგროეკოსისტემების წინასწარი კლასიფიცირება.

1. სამიწათმოქმედო ან საველე მიწათსარგებლობა - ურწყული, სარწყავი აგროეკოსისტემები (მარცვლოვანი, პარკოსანი, საკვები, ბოსტნეული, ბალჩეული, ტექნიკური და სამკურნალო კულტურების როტაცია).

2. პლანტაციურ-საბაღო მიწათსარგებლობა-პლანტაციური აგროეკოსისტემები (ჩაის ბუჩქი, შაქრის ლერწამი), საბაღე აგროეკოსისტემები (ხეხილის ბაღები, კენკროვნები, ვენახები).

3. საძოვრული მიწათსარგებლობა - საძოვრული აგროეკოსისტემები (სამომთაბარო საძოვრები: მთის, უდაბნოს; ტყის საძოვრები; გაუმჯობესებული საძოვრები; სათიბები; გაკულტურებული მდელოები).

4. შერეული მიწათსარგებლობა - შერეული აგროეკოსისტემები, რომლებიც ხასიათდება რამდენიმე სახის მიწათსარგებლობის განსხვავებული შეფარდებით და შეხამებით. შერეული მიწათსარგებლობის დროს ცალკეული აგროეკოსისტემები განსხვავდება აგრეთვე პირველადი და მეორადი ბიოლოგიური პროდუქციის მიღების პროცესებით.

5. მიწათსარგებლობა მეორადი ბიოლოგიური პროდუქციის წარმოების მიზნით - აგროსამრეწველო ეკოსისტემები (რძის, ხორცის, კვერცხის და სხვა პროდუქციის ინტენსიური “ინდუსტრიალიზირებული” წარმოების ტერიტორიები, ამ სისტემებში ხდება ნივთიერების და ენერგიის აქტიური მიწოდება).

ენერგეტიკული მაჩვენებლების მიხედვით არჩევენ აგროეკოსისტემების ორ ძირითად ტიპს.

პირველი ტიპის აგროეკოსისტემები დამახასიათებელია ისეთი შემთხ-

ვევებისათვის, როდესაც დამატებით ენერგიად გამოიყენება მხოლოდ ადამიანის და ცხოველების კუნთოვანი ძალა. ასეთი ტიპის აგროეკოსისტემები საკმაოდ მიახლოებულია ბუნებრივ ეკოსისტემებთან. ისინი იკავებენ გარკვეულ ფართობებს მთის რეგიონებში. აზიის, აფრიკის და სამხრეთ ამერიკის მნიშვნელოვან ფართობებზე სახნავი მიწების დამუშავებისას რაიმე ტექნიკური საშუალებები არ გამოიყენება ან ენერგიის შეტანა არ ხდება.

მეორე ტიპის აგროეკოსისტემები საჭიროებენ ენერგიის მუდმივ დამატებით შეტანას.

ამ ორი ტიპის აგროეკოსისტემებს შორის ენერგიით უზრუნველყოფის მხრივ შეიმჩნევა არსებითი განსხვავება. პირველი ტიპის აგროეკოსისტემებში ყოველწლიურად დამატებით შემოდის $2 \cdot 10^9$ ჯ/ჰა ენერგია, ხოლო მეორე ტიპის აგროეკოსისტემებში - $20 \cdot 10^{10}$ ჯ/ჰა. გაამოანგარიშებით დადგენილია, რომ დამატებითი ენერგიის შეტანის ოპტიმალური სიდიდე შეადგენს $15 \cdot 10^9$ ჯ/ჰა.

აგროეკოსისტემები თავისი ბუნებით საკმაოდ მყიდუა. ისინი ადვილად იშლება და ამიტომ საჭიროა ბუნებათსარგებლობის დამანგრეველი მეთოდების მკაცრი აკრძალვა. ეს ეხება აგროეკოსისტემების ყველა რესურსს და მის მდგომარეობას - ნიადაგს, საძოვარს, სათიბს, ტერიტორიის ჰიდროლოგიურ რეჟიმს, ბიოლოგიურ მრავალფეროვნებას და ა.შ. აგროეკოსისტემების მდგრადი განვითარების უზრუნველსაყოფად პირველ რიგში საჭიროა მისი ოპტიმიზაცია. ამისათვის საჭიროა ცალკეულ კომპონენტებს შორის მიზანშეწონილი შეფარდების დადგენა. წინასწარ უნდა გამოიკვეთოს აგროეკოსისტემის ფუნქციონირების ძირითადი მიმართულება და ის კომპონენტები, რომლებსაც მიეცევა პრიორიტეტული ყურადღება, მაგალითად, საძოვარი, ბუნებრივი და საკვები სავარგულები, საქონელი. ერთი და იგივე პირობებში შეიძლება განსხვავებული აგროეკოსისტემების ფუნქციონირება. მაგალითად, მეძეენარეული, მეცხოველური, კომპლექსური. აგროეკოსისტემების ფუნქციონალურ ვარიანტს განსაზღვრავს ეკონომიკური მიზანშეწონილობა. ამის გამო, აგროეკოსისტემის ტიპი დროთა ვითარებაში შეიძლება იცვლებოდეს ან რჩებოდეს უცვლელი. თეორიულად აგროეკოსისტემის მდგრადი განვითარება შეიძლება მიღწეული იქნას შემოტანილი ენერგიის ნებისმიერ პირობებში (ექსტენსიური, ინტენსიური და ადაპტიური ვარიანტები). ექსტენსიური (დაბალი) ანთროპოგენური ენერგეტიკული უზრუნველყოფის დროს აგროეკოსისტემების პროდუქტიულობა დაბალია, ადაპ-

ტურობის ხარისხი მაღალია, შესაძლებელია სპეციალიზაციის სამივე ძირითადი მიმართულება (მემცენარეული, მეცხოველეობითი, კომპლექსური) და ნივთიერებების და ენერგიის ნაკადების არსებობა მდელის, სახნავსა და საქონელს შორის (სპეციალიზაციის გათვალისწინებით). აგროეკოსისტემების ამ ტიპში მდგრადი განვითარების უზრუნველყოფა შესაძლებელია ხანგრძლივი დროით ნასვენების შენარჩუნებით, საკვები სავარგულების პროდუქტიულობას, სახნავების ფართობებსა და საქონლის სულადობას შორის ბალანსის უზრუნველყოფით. ინტენსიური (მაღალი) ანთროპოგენური ენერგეტიკული უზრუნველყოფის შემთხვევაში აგროეკოსისტემების პროდუქტიულობა მაღალია, ადაპტურობის ხარისხი დაბალია, სპეციალიზაციის სამივე ძირითადი მიმართულება (მემცენარეული, მეცხოველეობითი, კომპლექსური) და ნივთიერებების და ენერგიის ნაკადები აღინიშნება სახნავსა და საქონელს შორის. მდგრადი განვითარების უზრუნველყოფისათვის საჭიროა თესლბრუნვების გამოყენება ბალახებით და სიდერატებით, ნაკელის უტილიზაცია და მისი დაბრუნება სახნავზე. ადაპტური (ზომიერი) ანთროპოგენული ენერგეტიკული უზრუნველყოფის პირობებში აგროეკოსისტემების პროდუქტიულობა ზომიერად მაღალია, ადაპტურობის ხარისხი მაღალი, სპეციალიზაციის ძირითადი მიმართულებები იგივეა, რაც წინამდებარე ვარიანტებში (მემცენარეული, მეცხოველური, კომპლექსური) და ნივთიერებების და ენერგიის ნაკადები აღინიშნება სახნავს, საქონელსა და მდელის შორის. მდგრადი განვითარების უზრუნველსაყოფად საჭიროა სადერაცია, თესლბრუნვები, აგროეკოსისტემის ადაპტური სტრუქტურის უზრუნველყოფა, ბიოლოგიური მრავალფეროვნების შენარჩუნება, ნაკელის სრული უტილიზაცია, ბიომეთოდების გამოყენება. ეკოლოგიური და ეკონომიური ინტერესების ეფექტური შეთანაწყობა შესაძლებელია ექსტენსიური ანთროპოგენული ენერგეტიკული უზრუნველყოფის დროს. ინტენსიური ანთროპოგენული ენერგეტიკული უზრუნველყოფის პირობებში ეკოლოგიური და ეკონომიური ინტერესების სრული შეთანაწყობა პრაქტიკულად შეუძლებელია. ჯერ კიდევ ი.ოდუმი (1986) აღნიშნავდა, რომ მსოფლიოს ყველა აგროეკოსისტემების ანთროპოგენური ენერგიის უზრუნველყოფის მაღალ დონეზე გადაყვანისას კაცობრიობას დასჭირდება მთელი არსებული ენერგიის 90 % დახარჯვა. ამგვარად ინტენსიური ანთროპოგენული ენერგეტიკული უზრუნველყოფის აგროეკოსისტემები ყველაზე მყიდვეა და მათი გაძღოლა მრავალ სირთულესთან არის დაკავშირებული.

აგროეკოსისტემის ნებისმიერი ვარიანტისათვის მდგრადი განვითარება ნიშნავს მიახლოებას ეკოლოგიურ წონასწორობამდე. ამის მიღწევა შეიძლება აგროეკოსისტემებში ნივთიერებათა ციკლის მაქსიმალური შეკრულობის უზრუნველყოფით, ანთროპოგენური ენერგიის რაოდენობის მინიმიზაციით, ბიოლოგიური მრავალფეროვნების და სასარგებლო სიმბიოტური კავშირების ფორმირების პოტენციური უნარის გადიდებით. აგროეკოსისტემების ოპტიმიზაციის მოთხოვნილებების რეალიზაცია, როგორც წესი, იწვევს სახნავების ფართობების შემცირებას, ბუნებრივი საკვები სავარგულების წილის ზრდას, სატყეო მელიორაციის მნიშვნელობის გაძლიერებას, საქონლის სულადობის შემცირებას, ნიადაგთაღმდგენადი კულტურების წილის გადიდებით თესლბრუნვების სრულყოფას.

აგროეკოსისტემები ეკოლოგიური და ეკონომიური მოთხოვნების ერთდროული დაპირისპირებული გათვალისწინება წააგავს მათემატიკაში კარგად ცნობილ ე.წ. მონტე-კარლოს პრინციპს. ამ პრინციპის მიხედვით ერთი მაჩვენებლის დადებითი შედეგების მიღებისათვის საჭიროა მეორე მაჩვენებლის უარყოფითი შედეგების გათვლა და ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევა.

აგროეკოსისტემების ფორმირების, განვითარების და ექსპლუატაციის დროს მეტად მნიშვნელოვანია ნიადაგის ბუნებრივი ნაყოფიერება და მისი კვლავწარმოების პირობები.

ამჟამად გამოიყოფა აგროეკოსისტემების სამი საბაზისო ტიპი: ბუნებათტევადი, ბუნებათდაცვითი და ბუნებათგაუმჯობესებელი. ბუნებათტევადი აგროეკოსისტემა ხასიათდება ბუნებრივი ნაყოფიერების არასრული კვლავწარმოებით, რაც იწვევს მისი დონის დაცემას. აგროეკოსისტემის ბუნებათდაცვითი ტიპისათვის დამახასიათებელია ბუნებრივი ნაყოფიერების უბრალო კვლავწარმოება და, როგორც შედეგი, მისი დონის შენარჩუნება. ბუნებათგაუმჯობესებელი ტიპი ითვალისწინებს გაფართოებულ კვლავწარმოებას და ბუნებრივი ნაყოფიერების დონის ამაღლებას. სამწუხაროდ, ამ ბოლო დროს ჭარბობს ბუნებათტევადი ტიპი და აღინიშნება ბუნებრივი ნაყოფიერების დაქვეითება.

ნიადაგური ნაყოფიერების კვლავწარმოების ტიპის პროპორციულად იცვლება აგროეკოსისტემებში შეტანილი ანთროპოგენური ენერგიის ეფექტურობა.

ნიადაგი წარმოადგენს აგროეკოსისტემების ძირითად და შეუცვლელ კომპონენტს. ნიადაგი არის ნებისმიერი აგროეკოსისტემის შექმ-

ნის საფუძველი. ის არის აგროეკოსისტემების მართვის შეუცვლელი რგოლი, რადგანაც მასში ძირითადად მიმდინარეობს ნივთიერებების და ენერგიის ნაკადების ტრანსფორმაცია. აგროეკოსისტემებში მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები არსებითად განსხვავდებიან ბუნებრივ ეკოსისტემებში მიმდინარე პროცესებისგან. ეს განსხვავება განპირობებულია ანთროპოგენული ზეგავლენით. გამარტივებულ აგროეკოსისტემებშიც პრინციპული განსხვავება ბუნებრივი ეკოსისტემებისაგან გამოიხატება მოსავალთან ერთად იმ საკვები ნივთიერებების გამოტანით, რომელიც გროვდება მოყვანილ პროდუქტში.

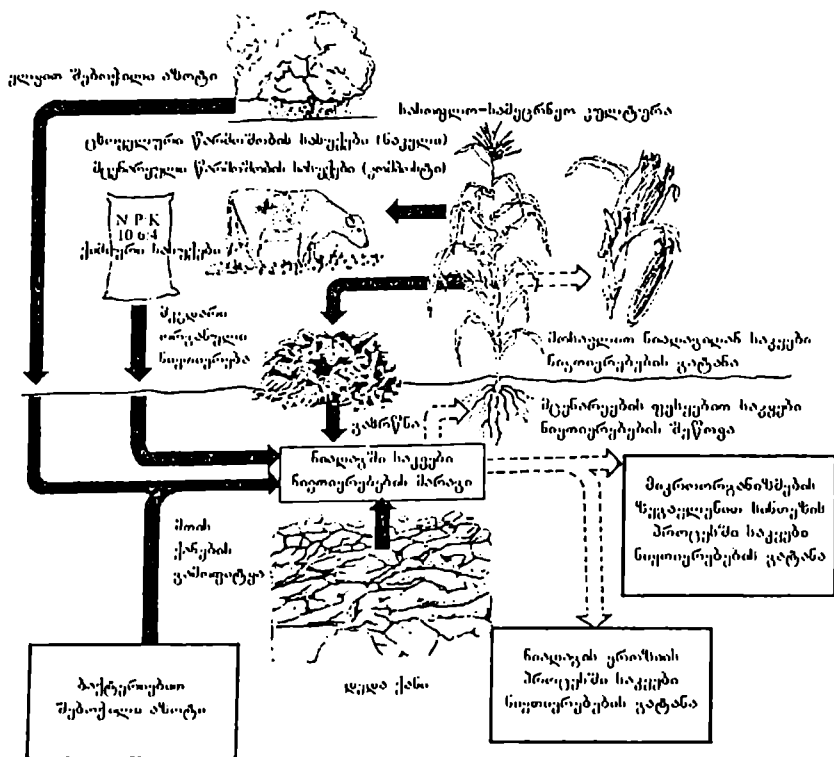
ეს არის აგროეკოსისტემების არა ერთადერთი, მაგრამ აშკარა გამანსხვავებელი ნიშანი. ცნობილია, რომ ნიადაგის ნაყოფიერება ძირითადად განისაზღვრება ჰუმუსის მარაგით და შემადგენლობით. ჰუმუსი წარმოადგენს აგროეკოსისტემის ძირითად ეკონომიურ და ეკოლოგიურ მაჩვენებელს. ჰუმუსის მარაგის შემცირება და მისი შემადგენლობის გაუარესება ზღუდავს ნიადაგური მიკროფლორის (მათ შორის “ნიადაგ-გამწმენდი“) განვითარების პირობებს, იწვევს შიდანიადაგური ენერგიის მარაგების, მინერალური კვების ელემენტების დაკარგვას, აძლიერებს გადარეცხვის და გამორეცხვის პროცესებს, ე.ი. განაპირობებს აგროეკოსისტემების ბაზისის დეგრადაციას.

აგროეკოსისტემებში მიმდინარე პროცესები საგრძნობლად განსხვავდება ბუნებრივ ეკოსისტემებში აღნიშნული პროცესებისგან. ასე, მაგალითად, წყლის ინფილტრაცია (ჩაუნება) ბუნებრივ ეკოსისტემებში უფრო მაღალია, რის შედეგადაც მცირდება მავნე ზედაპირული ჩამონადენი და იზრდება სასარგებლო შიდანიადაგური ჩამონადენი. ამგვარად, ბუნებრივ ეკოსისტემებში უფრო ნაკლებია წყლის ეროზიის განვითარების ალბათობა. ბუნებრივ პირობებში ეროზიის განვითარებას აბრკოლებს აგრეთვე მცენარეული საფარი, რომელიც შენარჩუნებულია მთელი წლის მანძილზე.

ბუნებრივ ეკოსისტემებში აღინიშნება წყლის უფრო დიდი დანაკარგები. ტენის დიდი დანაკარგების გამო ნიადაგურ პროფილში ხდება ტენის უფრო ნაკლები მოცულობის გადაადგილება. ეს გარემოება ამცირებს გამოტუტვას და ნიადაგური პროფილიდან საკვები ნივთიერებების გამოტანას.

ბუნებრივი ეკოსისტემები დიდი რაოდენობით შეიცავს ორგანულ კოლოიდებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ ნიადაგის იონოგაცვლით და წყალშემკავებელ უნარს. აგროეკოსისტემებში ნიადაგი ადვილად კარ-

გავს კოლოიდებს, რაც გამოწვეულია დაჟანგვით და ორგანული ნივთიერების დაშლით. ყოველივე ეს ნიადაგის ხანგრძლივი დამუშავების და მორწყვის შედეგია.



ნახ.5 ნიადაგში საკვები ნივთიერებების შემოსვლის და გატანის გამარტივებული სქემა (ნებელი, 1993)

აგროეკოსისტემებში ორგანული ნივთიერების დაჟანგვის პარალელურად ხდება აგრეთვე ინტენსიური მინერალიზაცია, რაც იწვევს მისი მოძრავი ნაწილის მნიშვნელოვან დანაკარგებს. აგროეკოსისტემებში დაჟანგვის და მინერალიზაციის პროცესები ძლიერდება მცენარეული საფარის სიხშირის დაქვეითების და ნიადაგის ტემპერატურის გადიდების შედეგად.

ბუნებრივ ეკოსისტემებში ბიოგენური ელემენტების წრებრუნვის ციკლი უფრო დახურულია, ვიდრე აგროეკოსისტემებში, სადაც მათი მნიშვნელოვანი ნაწილის გასხვისება ხდება მოსავალთან ერთად. აგროეკოსისტემებში ნიადაგიდან აზოტის გაზისებრი დანაკარგები უფრო მაღალია, ვიდრე ბუნებრივ ეკოსისტემებში. ეს აიხსნება დენიტრიფიკირებელი მიკროორგანიზმების უფრო მაღალი აქტიურობით.

ბუნებრივ ეკოსისტემებში მცენარეების უნარი რათა შთანთქან კვების ელემენტები, უფრო მაღალია, ვიდრე ნიადაგში მათი მისაწვდომი ფორმების წარმოქმნა. ბუნებრივი ეკოსისტემების მცენარეებს აქვთ უფრო მრავალფეროვანი ფესვთა სისტემა, რაც საშუალებას იძლევა უფრო სრულად გამოიყენონ ნიადაგური მასა. აგროტექნიკის ზეგავლენით ჩვეულებრივ მცირდება მოსაყვანი კულტურების მრავალფეროვნება, ქვეითდება ტენის გამოყენების ეფექტურობა, ნიადაგის გამორეცხვის შედეგად იზრდება საკვები ნივთიერებების დანაკარგის საშიშროება.

ბუნებრივი ეკოსისტემები ასრულებენ სამ ძირითად სასიცოცხლო ფუნქციას (ადგილი, საშუალება, სასიცოცხლო პირობები). აგროეკოსისტემების ძირითადი ფუნქცია მდგომარეობს სასიცოცხლო საშუალებების შექმნაში. აგროეკოსისტემები ბუნებრივი ეკოსისტემებისგან განსხვავებით ფორმირდება პროდუქციის მაქსიმალურად შესაძლებელი რაოდენობის მისაღებად. ეს პროდუქცია კი წარმოადგენს საკვებს, სამკურნალო და ნედლეულითი რესურსების პირველწყაროს. აგროეკოსისტემები როგორც ძირითადი ფუნქციის (სასიცოცხლო პირობები) მატარებლები ხასიათდება რესურსტევადი და ბუნებათდამანგრეველი ტიპებით. ყველაზე პერსპექტიულია ბუნებათმაგვარი აგროეკოსისტემები. ეს მარტივი არაა და ამის მიღწევა შესაძლებელია იმ შემთხვევაში თუ ისინი შეძლებენ კვლავწარმოების და სასიცოცხლო პირობების შენარჩუნების ფუნქციების სრულად განხორციელებას. აგროეკოსისტემების ფორმირება (უფრო ხშირად რეკონსტრუქცია, რადგანაც არსებული აგროეკოსისტემების უმრავლესობა ისტორიულად ჩამოყალიბებულ ობიექტებს წარმოადგენენ) უნდა პასუხობდეს მთავარ მოთხოვნას - უნდა იყოს ბუნებათდაცვითი. აგროეკოსისტემების ეკოლოგიური ფუნქცია არანაკლებ მნიშვნელოვანია, ვიდრე მისი სასიცოცხლო დანიშნულება. ეკოლოგიური ფუნქცია მოიცავს ადამიანისთვის ხელსაყრელი გარემოს, აგროეკოსისტემების და მიმდებარე ტერიტორიების ორგანული და არაორგანული ნაწილების ოპტიმალური პირობების უზრუნველყოფას. ამჟამად აგროეკოსისტემებში აღინიშნება პროდუქციის წარმოების ერთიანი პროცე-

სის გამძევანა ორ ქვემდებარე ბლოკად: უშუალოდ წარმოების პროცესი და პროდუქციის აღების, ტრანსპორტირების, გადამუშავების, შენახვის და მოხმარების პროცესი. ამ ერთიანი პროცესის ცალკეულ სტადიებზე შესაძლებელია ნეგატიურ-ეკოლოგიური შედეგების წარმოქმნა, რაც მოითხოვს სპეციფიკური დაცვითი ღონისძიებების განხორციელებას. სამწუხაროდ, გავრცელებულია შეხედულება, რომ ეს ღონისძიებები დამატებითი და ატარებს ხარჯვით ხასიათს. ამასთან ეკოლოგიური უსაფრთხოების დაცვა უნდა იყოს თანამნიშვნელოვნად პრიორიტეტული და წარმოადგენდეს აგროეკოსისტემების სისტემური მართვის საფუძველს.

თანამედროვე აგროეკოსისტემები შეიცავს ბიოლოგიური პროდუქციის წარმოების რთულ ურთიერთდაკავშირებულ მატერიალურ, ენერგეტიკულ, ეკონომიურ და ეკოლოგიურ პროცესებს. ამ დროს ხდება ბუნებრივი რესურსული პოტენციალის აღწარმოება და ენერგიის ანთროპოგენური დანახარჯის ეფექტური გამოყენება.

აგროეკოსისტემების მეცნიერულად დასაბუთებული ორგანიზაცია გულისხმობს რაციონალურ ბუნებრივ და ბუნებრივ-სამეურნეო ინფრასტრუქტურის (გზები, არხები, ტყის ნარგავები, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები და სხვ.) შექმნას, რომელიც ადგილობრივი ლანდშაფტის თავისებურებების და მთლიანად ტერიტორიის სამეურნეო გამოყენების ადეკვატური იქნება.

აგროეკოსისტემების ორგანიზაცია უნდა იყოს ბუნებრივი კომპლექსების კონტურებს მიახლოებული. ამის მიღწევა შესაძლებელია აგროლანდშაფტების ოპტიმიზაციით. ყოველივე ეს, ეკოლოგიურად დასაბუთებული აგროეკოსისტემის მხოლოდ ერთი, ზილვითი ნაწილია, გაცილებით უფრო რთულია მასო - და ენერგოგაცვლის “შინაგანი” პროცესები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ლანდშაფტურ-ეკოლოგიურ წონასწორობას.

1.4.3. ნივთიერებების წრებრუნვა და ენერგიის ნაკადები აგროეკოსისტემებში

დედამიწის ზედაპირი წარმოადგენილია ბუნებრივი და გარდაქმნილი (ანთროპოგენური) ეკოსისტემების დიდი მრავალფეროვნებით. ამ სისტემების საერთო თვისებას წარმოადგენს ავტოტროფობა, როგორც ფოტოსინთეზის, მზის ენერგიის ცალმიმართული ნაკადის ზემოქმედების შედეგი. ეს ნაკადი გადის როგორც ბუნებრივი, ისე შეცვლილი ეკოსისტემე-

ბის ნივთიერებებსა და ცოცხალ ორგანიზმებზე.

მცენარეებისათვის მზის ენერგიის ნაკადებს აქვს არსებითი მნიშვნელობა: სიერცობრივი დროებითი ცვლილებების წყალობით ისინი გავლენას ახდენენ ფიზიოლოგიური პროცესების მსვლელობაზე და სხვ.

ყველა მცენარისათვის ენერგიის დაგროვებას თან ახლავს ბიომასის ფორმირება ან დაგროვება. ეს ბიომასა წარმოადგენს მცენარეების ორგანოების წარმოქმნის სტრუქტურულ მასალას. ამის გარდა ის არის ბიოსინთეზის ენერგეტიკული მარაგი, რომელიც უზრუნველყოფს არა მარტო ცალკეული მცენარეების, არამედ მთელი ურთულესი ბიოლოგიური სტრუქტურის არსებობას. ფოთლის ფოტოსინთეზური სისტემის ფორმირების და შემდგომში ფოტოსინთეზის რეაქციის განხორციელების შემდეგ იწყება მცენარეების ზრდის და განვითარების და საერთოდ ბიომასის პროდუცირების პროცესი. ესაა დედამიწაზე ერთადერთი პროცესი, რომლის დროსაც მზის სხივური ენერგიის შთანთქმით ხდება უბრალო არაორგანული ნივთიერებების ენერგიის გარდაქმნა ორგანული ნივთიერებების ქიმიურ-კავშირთა ენერგიაში.

აგროეკოსისტემების უმაღლესი პროდუქტიულობა, ე.ი. ბიომასის მაქსიმალური დაგროვება მცენარეების ვეგეტატიური და რეპროდუქტიური ორგანოების სახით განისაზღვრება მზის ენერგიისადმი ოპტიკური აპარატის ადაპტირებით. ასეთი ადაპტირების ერთ-ერთი ძირითადი ნიშანია მცენარის მიერ დროის ერთეულში ენერგიის ანუ ბიომასის მაქსიმალური დაგროვება. ფოტოსინთეზის პროცესში სინათლის ენერგიის შთანთქმით წარმოიქმნება ორგანული ნაერთების (რომელიც წარმოადგენილია მცენარეული ბიომასით) 95–97 %. ამასთან ერთად ენერგიის ნაწილი იხარჯება სუნთქვაზე.

მოსული ენერგიის მაქსიმალურად გამოსაყენებლად ეკოსისტემებმა გამოიმუშავეს სხვადასხვა ადაპტური თვისებები. მაგალითად, სახეობრივი შემადგენლობის მრავალფეროვნება. ამის მსგავსად უნდა იქმნებოდეს აგროეკოსისტემებიც, რადგანაც მათ ბიოლოგიური პროდუქციის წარმოების მსგავსი საფუძველი გააჩნიათ. ამ მხრივ, საინტერესოა გავიხსენოთ, რომ თავის დროზე სამხრეთ ამერიკაში მაიას ხალხმა გამოიყვანა სიმინდის, პარკოსნების, გოგრის მაღალმოსავლიანი ჯიშები. მინდვრის ხელით დამუშავებით და ერთ ნაკვეთზე სხვადასხვა კულტურის (სიმინდი და ლობიო) მოყვანით ხანგრძლივი დროის მანძილზე ისინი ინარჩუნებდნენ ნიადაგის ნაყოფიერებას და ცვლიდნენ ნაკვეთებს. მიწათმოქმედების მსოფლიო პრაქტიკა მოწმობს, რომ მდგრადი აგროე-

კოსისტემების ჩამოყალიბება შესაძლებელია, ერთის მხრივ, ბუნებრივი და ხელოვნური კომპონენტების შეხამებით და, მეორეს მხრივ, სხვადასხვა ნათესების და ნარგავების გონივრული შეხამებით. მრავალი საუკუნის მანძილზე ასეა მექსიკაში, გვატემალაში, სადაც ჩვეულებრივია სიმინდის, ლობიოს და გოგრის ერთად მოყვანა. საერთოდ, მექსიკაში დომინირებს შერეული კულტურები. სამხრეთ ამერიკაში საკმაოდ ხშირად, მერქიანი ხეხილოვანი კულტურებთან ერთად მინდვრის კულტურები მოყავთ. აგროეკოსისტემების პროდუქტიულობის ამაღლების ერთ-ერთი ძირითადი გზაა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მაღალპროდუქტიული შეხამების შექმნა. აგროეკოსისტემებში შერეული და ერთობლივი ნათესების ეფექტური გამოყენება მოითხოვს სამუშაოს მექანიზაციის მაღალ დონეს. სასოფლო-სამეურნეო კულტურას თესვენ და რგავენ ზოლებად ან მწკრივებად, ხოლო რიგთაშორისებში ხდება მარცვლოვნების შეთესვა. ზომიერი კლიმატის რაიონებში იყენებენ კულტურათა სხვადასხვა კომბინაციას: ბარდას და სოიოს-შვრიით და სიმინდით, სოიოს და ლობიოს-სიმინდთან, სოიოს-ხორბალთან, ბარდას-მზესუმზირით, რაპს-სიმინდით. მარცვლოვნების და პარკოსნების ოპტიმალური შერჩევის პირობებში არსებითად იზრდება ნათესების პროდუქტიულობა, ცილების გამოსავალი. ეს უკანასკნელი ხდება არა მარტო პარკოსნების მარცვლების ხარჯზე, არამედ მარცვლოვნების მარცვლებში ცილის შემცველობის ზრდის შედეგად. ამ შემთხვევაში მარცვლოვნები იყენებენ პარკოსანი კულტურების აზოტს.

სხვადასხვა მკვლევარის მიერ შესწავლილი იყო 1500 სახეობის მცენარის (ბალახები, ბუჩქები, ხეები, მათ შორის მეზოფიტები, ქსეროფიტები, ჰიგროფიტები, სუკულენტები) ოპტიკური თვისებები და მიღებულ იქნა სხივური ენერგიის შთანთქმის საშუალო სპექტრალური მრუდი. დადგინდა, რომ სხივური ენერგიის ყველაზე დაბალი შთანთქმა აღინიშნება ტალღების 0,75-1,30 მლმკ სიგრძის დიაპაზონში, ხოლო ყველაზე მაღალი - 0,30-0,70; 1,80-2,10 და 2,23-2,50 მლმკ. ეკოსისტემების ენერგეტიკული ბალანსი იცვლება სხვადასხვა კლიმატურ ზონაში. ეკოსისტემებს გამოუმუშავებული აქვთ ოპტიმალური შთანთქმისადმი მისადაგების უნარი. ენერგეტიკული თავისებურებების მიხედვით არჩევენ აგროეკოსისტემების 5 ძირითად (გლობალურ) ტიპს.

ტროპიკული ტიპი ხასიათდება სითბოთ მაღალი უზრუნველყოფით, რის შედეგად განპირობებულია უწყვეტი ვეგეტაცია. აგროეკოსისტემის უმრავლესობას ახასიათებს მრავალწლიანი კულტურების სი-

ჭარბე (ანანასი, ბანანი, კაკაო, ყავა, ბამბა და სხვ.). ერთწლიანი კულტურები წელიწადში რამდენიმე მოსავალს იძლევა. ამ ტიპის აგროეკოსისტემების თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ ისინი წლის განმავლობაში საველე სამუშაოების ჩატარებასთან დაკავშირებით საჭიროებენ ანთროპოგენური ენერგიის მუდმივ შეტანას. ასეთ აგროეკოსისტემებში მასო - და ენერგოგაცვლის ბუნებრივი და ანთროპოგენური პროცესები ფაქტიურად ტოლფასია.

სუბტროპიკული ტიპის აგროეკოსისტემებში ნივთიერებების და ენერგიის ანთროპოგენური ნაკადების ინტენსივობა ნაკლებია; მქადავდება ამ ნაკადების დისკრეტიულობა და დისპერსიულობა. ამ ტიპის აგროეკოსისტემებისათვის დამახასიათებელია ორი სავეგეტაციო პერიოდის - ზაფხულის და ზამთრის არსებობა. აქ, ძირითადად იზრდება მრავალწლიანი მცენარეები, რომლებსაც გააჩნიათ კარგად გამოხატული სვენების პერიოდი (ვაზი, ნიგოზი, ჩაი და სხვ.). ზაფხულის პერიოდის ერთწლიანი მცენარეები წარმოდგენილია სიმინდით, რაპსით, სოიოთი, ბამბით და ა.შ.

ზომიერი ტიპის აგროეკოსისტემები ხასიათდება მხოლოდ ერთი (ზაფხულის) სავეგეტაციო პერიოდით და ზამთრის სვენების ხანგრძლივი პერიოდით. ანთროპოგენური ენერგიის ჩადების ძალიან მაღალი მოთხოვნილება მოდის გაზაფხულზე, ზაფხულზე და შემოდგომის პირველ ნახევარზე.

პოლარული ტიპის აგროეკოსისტემებში მიწათმოქმედებას აქვს კეროვანი ხასიათი. აგროეკოსისტემები არსებითად შეზღუდულია ტერიტორიულად და მოსაყვანი კულტურებით (ფოთლოვანი ბოსტნეული, ქერი, ზოგიერთი ძირხვენიები, ადრეული კარტოფილი).

ღია გრუნტის არქტიკული ტიპის აგროეკოსისტემები არ არის. რომელიმე კულტურის მოყვანა გამორიცხულია თბილი პერიოდის ძალზე დაბალი ტემპერატურის გამო; ზაფხულის თვეებში აღინიშნება ხანგრძლივი პერიოდი უარყოფითი ტემპერატურით. აქ შესაძლებელია მხოლოდ დახურული გრუნტის გამოყენება.

საქართველოს ტერიტორიაზე ჭარბობს სუბტროპიკული და ზომიერი ტიპის აგროეკოსისტემები. საერთოდ, აგროეკოსისტემის ორგანიზაციის დროს მეტად მნიშვნელოვანია სხივური ენერგიის სრულფასოვანი გამოყენება. ამ მხრივ რეზერვები შეზღუდულია. მცენარეული საფარის უმრავლესი ტიპისათვის სხივური ენერგიის შთანთქმის მარგი ქმედების კოეფიციენტი შეადგენს 1-2 %. უდაბნოს ბუჩქნარების 0,03 %, ალპუ-

რი ბალახოვანი მცენარეების - 0,15-0,75 %. ამ კოეფიციენტის ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი გააჩნია ტყის ეკოსისტემას - 2-4 %.

იმ აგროეკოსისტემებში, რომლებიც დაკავებულია სინათლისმოყვარული და მაღალპროდუქტიული კულტურებით სხივური ენერგიის შთანთქმის მარგი ქმედების კოეფიციენტი შეიძლება აღწევდეს 5-7 %, ხოლო მორწყვის შემთხვევაში - 10 %. საერთოდ კი, სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში კარგი მოთესვის სხივური ენერგიის შთანთქმის მარგი ქმედების კოეფიციენტი არ აღემატება 1-4 %. აგროეკოსისტემების პროდუქტიულობის ზრდა დამოკიდებულია სელექციის პროგრესზე, რომელიც მიმართულია მაღალპროდუქტიული და მდგრადი ჯიშების გამოყვანისკენ. ამის გარდა, არსებობს აგროეკოსისტემების პროდუქტიულობის ზრდის სხვა გზაც - მრავალმარცხიანი აგროეკოსისტემების შექმნა (ბუნებრივი ტყის მრავალმარცხიანი ცენოზის მსგავსად), რომელშიც ვერტიკალური პროფილით სინათლის ნიშა დაკავებულია შესაბამისი სულ უფრო ტანდაბალი და ჩრდილის მოყვარული კულტურებით. ერთსახეობიანი აგროეკოსისტემებიდან პოლიკულტურებისკენ გადასვლა წარმოადგენს ბუნებათსარგებლობის ოპტიმიზაციის ერთ-ერთ პერსპექტიულ ამოცანას. ენერგია საჭიროა არა მარტო ფოტოსინთეზის პროცესისათვის. არაორგანულ და ორგანულ სამყაროში მიმდინარე ნებისმიერი პროცესი საჭიროებს ენერგიას და ხორციელდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ენერგია არსებობს საჭირო რაოდენობით და მისაწვდომი ფორმით.

დედამიწაზე მასო - და ენერგოცვლა შეიცავს ლიტოსფეროში, ჰიდროსფეროში და ატმოსფეროში მიმდინარე ნივთიერებების და ენერგიის გარდაქმნის და გადაადგილების სხვადასხვა პროცესს. სიცოცხლის გაჩენასთან ერთად მოხდა ამ წრებრუნეების და ნაკადების ინტენსიფიცირება. ამავე დროს, ბიოგენური მიგრაციის განვითარების შედეგად მათ განიცადეს არსებითი ხარისხობრივი ცვლილებები.

ადამიანის საწარმოო საქმიანობას შეაქვს არსებითი კორექტივები მასო - და ენერგოცვლის პროცესებში, რის შედეგადაც იცვლება ტერიტორიულური და დროებითი მახასიათებლები. აგროეკოსისტემები ხელს უწყობს ამ ცვლილებებს. კერძოდ, ისინი ხელს უწყობენ ნივთიერებების წრებრუნვის გაწყვეტას და სხვ. ასე, მაგალითად, დედამიწაზე აზოტის წრებრუნვის გაწყვეტის შედეგად, რომელიც ხდება აგროეკოსისტემების ქიმიზაციის ზეგავლენით, წყალსა და ნიადაგში გროვდება და არ უბრუნდება ატმოსფეროს აზოტის დაახლოებით 10 მლნ ტ. ბიოგენური

ნივთიერებების სიჭარბე ბუნებრივი წყლების გაჭუჭყიანების, ნიადაგებში არასასურველი პროცესების განვითარების მიზეზია. ნივთიერებების ბუნებრივი წრებრუნვის დარღვევა არ წარმოადგენს ბუნებრივ ციკლებში ადამიანის ჩარევის ერთადერთ შედეგს. ნივთიერებების წრებრუნვასა და ენერგიის ნაკადებში სოფლის მეურნეობა ცვლის მათ ინტენსივობას და გადაადგილების ტრაექტორიას. განსაკუთრებით საშიშია წრებრუნვაში ხელოვნურად სინთეზირებული ნივთიერებების, მათ შორის ქსენობიოტიკების ჩართვა.

ბიოსფეროში მოხვედრილი ეგზოგენური ტოქსიკური ნივთიერებები (ქსენობიოტიკები) ჰაერიდან, წყალსატევებიდან და ნიადაგებიდან ხვდებიან მცენარეებში და ცხოველებში, ხოლო მათგან კი ადამიანის ორგანიზმში. ამგვარად, გარემოს დაცვა ეგზოგენური ნივთიერებების მავნე ზემოქმედებისაგან თანამედროვეობის უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა, რომლის გადაწყვეტასთან დაკავშირებულია ადამიანის ჯანმრთელობა. ამ პრობლემის წარმოქმნამ განაპირობა ბიოლოგიური ქიმიის ახალი დარგის - ქსენობიოქიმიის წარმოქმნა და სწრაფი განვითარება.

მცენარეთა შესაძლებლობების შესწავლა მოახდინოს ტოქსიკური ნაერთების შეთვისება და გარდაქმნა (ბიოტრანსფორმაცია), არის მცენარეთა ქსენობიოქიმიის საგანი.

მცენარის დეტოქსიკაციური მექანიზმის შესწავლის საქმეში მნიშვნელოვანია ქართველ მეცნიერთა ღვაწლი. აკად. ს.დურმიშიძის და აკად. წ/კ დ.უგრეხელიძის მიერ პირველად იქნა დადგენილი, რომ უმაღლეს მცენარეებს უნარი აქვთ შეითვისონ და გარდაქმნან ისეთი ეგზოგენური ტოქსიკანტები, როგორიცაა: ბენზოლი, ტოლუოლი, ნაფტალინი, ბენზპირენი, ანილინი, ნიტრობენზოლი, ბენზიდინი და სხვ. მნიშვნელოვანი წარმატებებია მიღწეული ბიოტრანსფორმაციის შუალედური და საბოლოო პროდუქტების გამოყოფასა და იდენტიფიკაციის მექანიზმების დადგენაში.

საწარმოო ობიექტების მწვანე საფარის შესაქმნელად გამოვლენილია და რეკომენდირებულია ისეთი მცენარეები, რომლებიც შედარებით დიდი რაოდენობით ითვისებენ და გარდაქმნიან ქსენობიოტიკებს. ამ მიმართულებით დღესაც ინტენსიური კვლევითი მუშაობა მიმდინარეობს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ს.დურმიშიძის სახელობის ბიოქიმიის და ბიოტექნოლოგიის ინსტიტუტსა და საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის ბიოორგანული ქიმიის კათედრაზე.

ყოველ ცალკეულ აგროეკოსისტემაში ყალიბდება ნივთიერების და

ენერგიის გადაადგილების მისივის დამახასიათებელი თავისებურებანი. ცალკეული აგროეკოსისტემები ხასიათდება გარეშე ანთროპოგენური ზემოქმედების (მათ შორის ნეგატიური) და მათი გარემოზე გავლენის მიმართ სპეციფიკური რეაქციით. ბუნებრივ სისტემებში საკვები ნივთიერებების წრებრუნვა მნიშვნელოვნად აღემატება მათ შემოსვლას ატმოსფეროდან და ნიადაგიდან გამორეცხვით დანაკარგებს. აგროეკოსისტემაში საკვები ნივთიერებების განაწილება იცვლება, რაც მჟღავნდება პირველადი პროდუქტებიდან მომხმარებელამდე (კონსუმენტები) მათ გადატანის შემცირებაში. ამასთან კავშირში იცვლება ამ ნივთიერებების რედუცენტამდე მიტანის რეჟიმი. ეს გარემოება გამოწვეულია აგროეკოსისტემებში პესტიციდების გამოყენებით, აგროტექნიკური ღონისძიებების მარეგულირებელი ფაქტორის განხორციელებით. აღსანიშნავია, რომ მცენარეული ნარჩენების ჩაზნის შემდეგ, ნიადაგის შემდგომი დამუშავება იწვევს რედუცენტების აქტიობის ზრდას. აგროეკოსისტემის მართვის შედეგად შეიმჩნევა საკვები ნივთიერებების ჩვეულებრივი ("კონსერვატიული") წრებრუნვის შეცვლა და მათი აბიოტურ მდგომარეობაში გადასვლის დაჩქარება. აგროეკოსისტემებში იცვლება ან ითრგუნება ბუნებრივი სისტემებისათვის დამახასიათებელი თვითრეგულაციის თვისებები, რაც იწვევს ბიოტური მდგრადობის შემცირებას.

ყველა ეკოსისტემა ფუნქციონირებს ბიოგეოქიმიური ციკლების, ეკოლუციის შედეგად ჩამოყალიბებული უნივერსალური ბუნებრივი პროცესების გავლის საფუძველზე. ეკოსისტემები ფორმირდება ფუნქციონალური კომპონენტებით და მათმა ნებისმიერმა შეცვლამ შეიძლება გამოიწვიოს სხვა კომპონენტების შეცვლა. ამის შედეგად ირღვევა სისტემის ადრინდელი შინაგანი შენება (მცენარეული და ცხოველური თანასაზოგადოებების შემადგენლობა, ორგანული ნივთიერების დომინირება და ა.შ.). ეკოსისტემის შენარჩუნება შესაძლებელია მისი ჰომეოსტაზის ახალ დონეზე გადასვლის შემთხვევაში. იმ შემთხვევაში, როდესაც ერთ-ერთი ფუნქციონალური კომპონენტი გამოირიცხება, ეკოსისტემა შეიძლება დაიშალოს აბიოტური ფაქტორების (მაგ., ეროზიის) ზემოქმედებით. აგროეკოსისტემების ფუნქციონირების სტაბილურობის მიღწევა, დეგრადაციული პროცესების წარმოქმნის და განვითარების თავიდან აცილება მოითხოვს მეცნიერულ გააზრებას, პრაქტიკული საჭიანობის ეფექტური მიმართულების ჩამოყალიბებას. მეტად მნიშვნელოვანია ბუნებრივი და აგროეკოსისტემების თვისებების შედარებითი შეფასება. აგროეკოლოგიური გადაწყვეტილებების მთავარი მიზანია ზელოვ-

ნური წარმონაქმნების თვისებების მაქსიმალური მიახლოება ბუნებრივი სისტემების თვისებებისადმი. ყოველივე ეს უნდა ხდებოდეს აგროეკოსისტემებში მასო- და ენერგოცვლის თავისებურებების გათვალისწინებით. აგროეკოსისტემების პროდუქციული პროცესი დამოკიდებულია არა განცალკევებულად მოქმედ აბიოტურ (ადგილმდებარეობა, მზის რადიაცია, თბური და წყლოვანი რეჟიმი, მინერალური კვება და სხვ), ბიოტურ და ანთროპოგენურ ფაქტორებზე, არამედ ერთობლივ მოქმედებაზე.

აგროეკოსისტემების პროდუქტიულობის უზრუნველყოფა ხდება მოსავლან კულტურასა და გარემოს შორის ნივთიერებების ცვლის და ენერგიის გადაყვანის პროცესების ინტენსივობით და მიმართებით. ეს კი ხდება ადამიანის მართვით და მისი დონე საბოლოო ჯამში განსაზღვრავს აგროეკოსისტემების ეფექტურობას.

1.5. აგროეკოსისტემის მდგრადობა

აგროეკოსისტემა წარმოადგენს არა მარტო ბიოსფეროს ფორმირების და განვითარების ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორს, არამედ კაცობრიობის ცხოველუზრუნველყოფის შეუცვლელ საშუალებას.

აგროეკოსისტემა არის მეორადი, ადამიანის მიერ შეცვლილი ბიოგეოცენოზი. ესაა ხელოვნურად შექმნილი სახეობებით გაღარიბებული ბიოტური თანასაზოგადოება.

აგროეკოსისტემის მდგრადობა არის სისტემის თვისება შეინარჩუნოს თავისი პარამეტრებისა და სტრუქტურის მნიშვნელობა სივრცესა და დროში და ამავე დროს ხარისხობრივად არ შეცვალოს ფუნქციონირების ხასიათი. აგროეკოსისტემა წარმოადგენს ადამიანის სამეურნეო საქმიანობით შეცვლილი ხმელეთის ეკოსისტემის ნაწილს. მის სტრუქტურასა და ფუნქციონირებას არეგულირებენ ნივთიერებათა (სასუქები, პესტიციდები, მელიორანტები) და ენერგიის დამატებითი შეტანით სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ოპტიმალური და სტაბილური პროდუქტიულობის მისაღებად და გარემოს დაბინძურების ასაცილებლად. ბუნებრივი ეკოსისტემები აგროეკოსისტემებისგან განსხვავებით წარმოადგენს არაორგანულ გარემოში ცოცხალი ორგანიზმების ერთობლიობას. მათ უკავიათ გარკვეული სივრცე, დაკავშირებული არიან ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლით და აქეთ

თვითრეგულაციის უნარი.

გარემოს დაბინძურების ნათელ ინდიკატორს ბუნებაში ნახშირბადის ქცევა წარმოადგენს. გასული საუკუნის დაწყებამდე ბიოტა ეფექტურად ახორციელებდა ადამიანის ყოველგვარ ზემოქმედებას ეკოსისტემაზე და გარემოს გაბინძურების პრობლემა არ იქმნებოდა. წინა საუკუნის დასაწყისში ხმელეთის ეკოსისტემამ არა მარტო შეწყვიტა ატმოსფეროდან ჭარბი ნახშირბადის შთანთქმა, არამედ თვითონ დაიწყო მისი გამოტყორცნა (მრეწველობა, ტრანსპორტი) და მკვეთრად გაზარდა გარემოს გაჭუჭყიანება. ხმელეთის ეკოსისტემების სტრუქტურა საგრძნობლად დაირღვა.

ინდუსტრიალურ ეპოქამდე გამოყენებული მიწების ფართობი შეადგენდა მთელი ხმელეთის ტერიტორიის 5 %-ზე ნაკლებს; ამასთან ადამიანი იყენებდა მის მიერ წარმოებული პროდუქციის 20 %-ზე ნაკლებს. იმ პერიოდში ადამიანი იყენებდა ბიოსფეროს საერთო პროდუქციის 1 %-ზე ნაკლებს. ამჟამად ეს სიდიდე 10 %-ს აღემატება. ეკოსისტემაში ორგანული ნივთიერებების სინთეზის და დაშლის პროცესი ხორციელდება საოცარი სისწრაფით, რაც გარემოს სწრაფი დაშლის საშიშროებას ქმნის. ამის ძირითად მიზეზს კი ნივთიერებების ჩაკეტილი წრებრუნვის დარღვევა წარმოადგენს. ეკოსისტემების ფუნქციონირება შესაძლებელი ხდება ნივთიერებების ჩაკეტილი ბიოქიმიური წრებრუნვის წყალობით და ხორციელდება იმ ენერგიის საფუძველზე, რომელიც წარმოიქმნება ორგანული ნაერთების შედეგად. ამიტომ მდგრადობის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს ეკოსისტემაში იმ საკვები ნივთიერებების შემოსვლისა და რაოდენობის შეზღუდვა, რომელიც უშუალოდ წარმოიქმნება ეკოსისტემაში. ორგანული ნივთიერების სინთეზის და დაშლის პროცესების პროდუქტიულობა უნდა ბევრად აღემატებოდეს ეკოსისტემაში გარედან შემოსული საკვები ნივთიერების რაოდენობას. თუ შემოსვლა ნახევრად ფარავს ბიოლოგიურ მოთხოვნებს, მაშინ ნივთიერებათა წრებრუნვის მყარი ჩაკეტილობის უზრუნველყოფა შეუძლებელი ხდება. სისტემაში შემოსული საკვები ნივთიერების და მისგან გამოსული ცხოველმოქმედების პროდუქტების შემთხვევითი დამთხვევა, რომელიც უზრუნველყოფს გარემოს სტაბილურობას, არ შეიძლება რომ მდგრადი იყოს. ამიტომ სინთეზის და დაშლის ინტენსივობა უნდა აღემატებოდეს საკვები ნივთიერებების გარეშე ნაკადებს იმდენად, რამდენადაც ნივთიერებების დახურული წრებრუნვის საფუძველზე ფუნქციონერებადი ბიოტა შეძლებს გარემოს მდგომარეობის ნებისმიერი ცვლილებების კომპენსირებას. ასეთი ბიოტა უნდა კონკურენტუნარიანობით

აღემატებოდეს ბიოტას, რომელიც არსებობს ნივთიერებების გარეშე ნაკადების ხარჯზე. ამგვარად, საკვები ნივთიერებების მარაგები და კონცენტრაცია გარემოში შეიძლება იყოს შენარჩუნებული მდგრად ღონეზე მხოლოდ ეკოსისტემის ბიოტით.

აგროეკოსისტემის მდგრადობის პარამეტრებია: ნიადაგის ფუნქცია, რეჟიმი და თვისება; აგროფიტოცენოზის სტრუქტურა, ორგანიზაცია და პროდუქტიულობა; მიკრობული თანასაზოგადოების სტრუქტურა და ორგანიზაცია; ბიოქიმიური წრებრუნვის ინტენსივობა და დაბალანსება.

ეკოსისტემის მდგრადობის რაოდენობრივი შეფასებისათვის აღრიცხავენ მოქმედ ფაქტორთა კავშირს (ტიპი, ინტენსივობა, ხანგრძლივობა, რაოდენობა და სხვ.), და აგრეთვე ეკოსისტემის კავშირს მდგრადობის უზრუნველყოფის პარამეტრებთან და მდგრადი მდგომარეობის ზონებთან. ასეთი ზონა შეიძლება იყოს ერთი ან რამდენიმე.

ეკოსისტემის სტრუქტურის შეცვლა ან მისი პარამეტრების გადასვლა არამყარ მდგომარეობაში განაპირობებს მდგრადობის დაკარგვას. თუ გადასვლა მდგრადი წონასწორობის ერთი ზონიდან მეორეში ხდება ეკოსისტემის შინაგანი კავშირების შენარჩუნებით, მაშინ მჟღავნდება მისი დრეკადობის თვისება, ე.ი. მდგრადი წონასწორობის ერთი ზონიდან მეორეში გადასვლისას ხდება ეკოსისტემის შინაგანი კავშირების შენარჩუნება. ეკოსისტემის უნარი დაუბრუნდეს მდგრად წონასწორობას ძველ ზონაში ბუნებრივი ან ანთროპოგენური ფაქტორების დროებითი ზეგავლენის შემდეგ, ახასიათებს მის სტაბილურობას. ეს კატეგორიები მისაღებია აგრეთვე ანთროპოგენური ეკოსისტემებისათვის. ძირითადი პრობლემა ამ შემთხვევაში მდგომარეობის იმაში, რომ მოხდეს აგროეკოსისტემისათვის მისადაგებული შესაბამისი ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ფორმალიზაცია.

აგროეკოსისტემის მდგრადობის და სტაბილურობის მაჩვენებლებს შორის პირველი ადგილი ეკუთვნის აგროცენოზის პროდუქტიულობას. ამ უკანასკნელის დაცემა სხვადასხვა მიზეზით (მაგალითად, მინერალური კვების ელემენტების დეფიციტი ან სიჭარბე, გვალვა ან ზედმეტი ტენიანობა, ნიადაგის დეგრადაცია და ა.შ.) დასაშვებ ღონეზე დაბლა, მეტყველებს აგროეკოსისტემის არამდგრად ზონაში გადასვლაზე. მაგრამ, მოსავლიანობის დაქვეითება ესაა უარყოფით ზეგავლენაზე აგროეკოსისტემის რეაქციის უკანასკნელი ფაზა, რომელსაც წინ უსწრებს სხვა პარამეტრების, მაგალითად, მიკრობული თანასაზოგადოების აქტიურობის, ელემენტების ბიოგეოქიმიური ციკლების დაბალანსების,

ნიადაგის ნაყოფიერების დონის ცვლა. აღნიშნულ პარამეტრებზე კონტროლი იძლევა საშუალებას, რათა გამოვლინდეს მდგრადობის დარღვევის ფარული ფორმები და საკმაოდ ოპერატიულად მოხდეს აგროეკოსისტემის სტაბილურობის უზრუნველყოფა, ანუ მოხდეს ძირითადი პარამეტრების შენარჩუნება ხანგრძლივი დროის მანძილზე. ამგვარად, არ არის საკმარისი, რომ აგროეკოსისტემის მდგრადობა და სტაბილურობა განხილული იქნას სხვადასხვა ფაქტორებს შორის უბრალო ფუნქციონალური დამოკიდებულების სახით ზემოქმედ ფაქტორს და მდგრადობაზე პასუხისმგებელ რომელიმე პარამეტრს შორის. ობიექტური შეფასების მისაღებად საჭიროა კომპლექსური ნიადაგურ-აგროქიმიური, ეკოლოგიურ-ფიზიოლოგიური და ეკოლოგიურ-ტოქსიკოლოგიური გამოკვლევის ჩატარება სისტემური ანალიზის და მათემატიკური მოდელირების მეთოდების გამოყენებით. ამასთან საკმაოდ ძნელია აგროეკოსისტემის მდგრადობის ზონების, მათი საზღვრების და შენარჩუნების ვადების დადგენა.

განვიხილოთ აგროეკოსისტემის ძირითადი შემადგენელი კომპონენტების რეაქცია ანთროპოგენური ფაქტორების ზეგავლენაზე.

მიკრობული თანასაზოგადოება, რომელიც ძირითადად განსაზღვრავს ნიადაგის ბიოქიმიურ თვისებებს, წარმოადგენს ერთად მობინადრე სხვადასხვა სახეობის ორგანიზმების ერთობლიობას. ეკოსისტემის სხვა ბიოტურ კომპონენტებთან შედარებით მიკრობული თანასაზოგადოება ყველაზე მგრძნობიარეა ეკოლოგიური გარემოს შეცვლისადმი. ეს შეიძლება ხდებოდეს ეკოსისტემის სასოფლო-სამეურნეო ათვისებისას ან სხვა ანთროპოგენური (მათ შორის გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებებით) ზემოქმედების დროს. მზარდი ანთროპოგენური დატვირთვის საპასუხოდ მიკრობული თანასაზოგადოება განიცდის სტრუქტურულ-ფუნქციონალურ ცვლილებას, რომელიც გამოიხატება ოთხი ადაპტური ზონის თანამიმდევრულ ცვლაში. ყოველი ზონისათვის დამახასიათებელია დატვირთვის გარკვეული ინტერვალი, რომელიც განსაზღვრავს ნიადაგში აქტიურად ფუნქციონირებად მიკრობული თანასაზოგადოების ცვლილებას და მის მისადაგებას ახალი პირობებისადმი.

პირველ ადაპტურ ზონაში (ჰომეოსტაზის ზონა), რომელიც დამახასიათებელია დატვირთვის დაბალი დონისათვის, ხდება მიკრობული თანასაზოგადოების საერთო ბიომასის შეცვლა მისი შემადგენლობისა და ორგანიზაციის შენარჩუნების ფონზე.

საშუალო დატვირთვა იწვევს პოპულაციების გადაადგილებას

დომინირების ხარისხის მიხედვით, მაშინ როდესაც თანასაზოგადოების სახეობრივი შემადგენლობა რჩება უცვლელი (სტრესის ზონა). ამ ადაპტური ზონისათვის დამახასიათებელი აგროქიმიკატების და მძიმე ლითონების კონცენტრაციების შესაბამისად ხდება ტოქსინოწარმოქმნელი მიკროორგანიზმების უპირატესი განვითარება. მესამე ადაპტური ზონისათვის (რეზისტენტობის ზონა), რომელიც ხასიათდება დატვირთვის მაღალი დონით, დამახასიათებელია მიკრობული თანასაზოგადოების შემადგენლობის შეცვლა: მისი სახეობრივი ნაირფეროვნება მკეთრად მცირდება საკონტროლო ნიადაგისათვის დამახასიათებელი უმრავლესი ორგანიზმების სიკვდილის გამო. ამ შემთხვევაში უპირატესად ვითარდება მოცემული ფაქტორისადმი მდგრადი პოპულაციები. დატვირთვების შემდგომი ზრდა იწვევს ნიადაგების მიკროორგანიზმების ზრდის და განვითარების სრულ დათრგუნვას (რეპრესიების ზონა).

ამგვარად, მიკრობულ თანასაზოგადოებაზე ანთროპოგენური დატვირთვის დასაშვებ ნორმად შეიძლება ჩაითვალოს დატვირთვა, რომელსაც არ გამოჰყავს სისტემა ჰომეოსტაზიდან. ამ შემთხვევაში მიკრობული თანასაზოგადოება არის მდგრადი და სტაბილური. სტრესის ზონისათვის დამახასიათებელი ცვლილებები იწახება მიკრობულ თანასაზოგადოებაში ხანგრძლივი დროის მანძილზე, მიუხედავად იმისა, რომ ხდება ზემოქმედების შეწყვეტა და გარემოს პირობების აღდგენა. ეს მეტყველებს სისტემის გადასვლაზე სხვა მდგრად მდგომარეობაში, მიუხედავად იმისა, რომ მან დაკარგა სტაბილურობა.

ანთროპოგენური ჩარევა მიკრობულ თანასაზოგადოებაში და მისი შემადგენლობის და ორგანიზაციის გარდაქმნა შეიძლება იძლეოდეს სხვადასხვა ეფექტს: პოზიტიურიდან ნეიტრალურამდე და უარყოფითამდე. ნიადაგების მჟავიანობის შემცირება მოკირიანებით ხელსაყრელად მოქმედებს აზოტფიქსირებადი მიკროფლორის განვითარებაზე. მჟავე სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგების მოკირიანებამ გამოიწვია თანასაზოგადოებაში დომინირებადი მიკროორგანიზმების გადანაწილება და უზრუნველყო მათი მდგრადობა მინერალური სასუქების მაღალი დოზებისადმი. ეს გამოიხატა ჰომეოსტაზის ზონის გაფართოებაში და მიკრობული ტოქსიკოზის გამომწვევი სასუქების უკიდურესი დოზების გაზრდაში.

ზომიერ დოზებში სრული მინერალური სასუქების შეტანა აძლიერებს მიკრობულ აქტიურობას ადვილადშლადი ნახშირბადშემცველი ნაერთების სიჭარბის ფონზე. ყოველი ეს

დამახასიათებელია C:N მაღალ შეფარდებიანი მცენარეული ნარჩენებით გაზდილობის ნიადაგისათვის.

ცხრილი 4

მიკრობული თანასაზოგადოების ცვალებადობის
ადაპტური ზონები ანთროპოგენური დატვირთვის
დონის მიხედვით

ადაპტური ზონა	ნიშნები
პოპოსტაზი	აქტიურად ფუნქციონერებადი თანასაზოგადოების საერთო ბიომასის შეცვლა; თანასაზოგადოების შემადგენლობის და ორგანიზაციის შენარჩუნება
სტრესი	დომინირების მიხედვით პოპულაციების გა-დანაწილება; ნიადაგში ტოქსინოწარმოქმნელი მიკროორგანიზმების განვითარება; სასოფლო-სამეურნეო კულტურების პროდუქტიულობის შემცირება 30-60 %-ით.
რეზისტენტობა	სახეობრივი შემადგენლობის მკვეთრი შემცირება; მოცემული ფაქტორისადმი მიკროორგანიზმების მდგრადი პოპულაციების უპირატესი განვითარება.
რეპრესიები	მიკროორგანიზმების ზრდის და განვითარების სრული ელიმინირება.

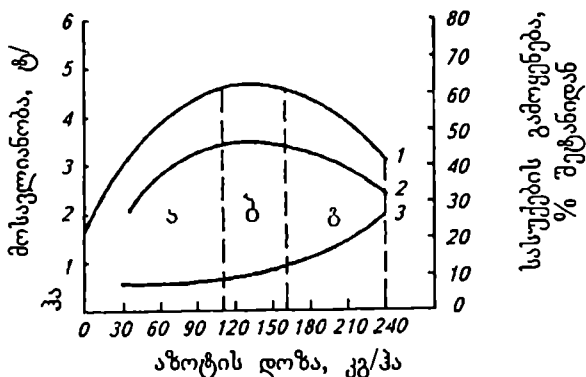
აგროქიმიკატების მაღალი დოზების საპასუხოდ მიკრობული თანასაზოგადოების გარდაქმნის ნეგატიური შედეგები გამოიხატება ნიადაგური ფერმენტების ინგიბირებაში და ნიადაგის მეტაბოლური უნარის შეზღუდვაში, ბიოგენური ელემენტების შიდა ნიადაგური ციკლების დარღვევაში, სოკოებით და მიკროორგანიზმებით პროდუცირებადი ფენოლური ნაერთების, ორგანული მჟავების დაგროვებაში, რაც მეტყველებს ნიადაგში ფიტოტოქსიკური ნიშნების განვითარებაზე. ასე, მაგალითად, ხანგრძლივად განოყიერებად ჩაის პლანტაციების ნიადაგებში ფენოლური ნაერთების შემცველობა 10-15-ჯერ მეტი იყო, ვიდრე საკონტროლო ნიადაგში.

აგროფიტოცენოზი მიეკუთვნება აგროეკოსისტემის უმთავრესი კომპონენტების რიცხვს, ხოლო მისი პროდუქტიულობა ყველაზე მეტად ახასიათებს სასოფლო-სამეურნეო გამოყენებაში მყოფი ეკოსისტემის

მდგრადობასა და სტაბილურობას. ბუნებრივი ეკოსისტემისგან განსხვავებით, სადაც ფიტოცენოზის პროდუქტიულობა რეგულირდება შინაგანი მექანიზმებით, აგროეკოსისტემაში პროდუქციული პროცესი მოითხოვს მუდმივ კონტროლს და მართვას ადამიანის აგრარული საქმიანობის სხვადასხვა ფორმებით. ამიტომ მცენარეები ონტოგენეზის პროცესში განიცდიან ინტენსიურ პირდაპირ და ტრანსფორმირებულ ანთროპოგენულ ზემოქმედებას, რაც ყოველთვის არ იწვევს მოსავლიანობის ზრდას.

დროის გარკვეული მონაკვეთის მანძილზე მოსავლიანობის, როგორც აგროეკოსისტემის სტაბილურობის მაჩვენებლის, მოცემული დონის შენარჩუნება შეუძლებელია მიღწეულ იქნეს ექსტრემალური მეტეოპირობების, ატმოსფერული ჰაერის გაჭუჭყიანების, მჟავური ნალექების მოსვლის, ნიადაგების არახელსაყრელი თვისებების და რეჟიმების, მისი გაჭუჭყიანების, ანთროპოგენურ დატვირთვებზე ნიადაგური მიკროორგანიზმების სტრესული რეაქციების და ნიადაგური ტოქსიკურობის წარმოქმნის, ნიადაგგადაღლილობის, ავადმყოფობის, მავნებლისა და სარეველა მცენარეებისადმი ნაკლებად მდგრადი კულტურების მოყვანით, პესტიციდების მიმართ ამ უკანასკნელთა ადაპტაციით, მცენარეების განსხვავებული რეაქციით აგროქიმიკატების მზარდ ღოზებზე და სხვა მიზეზით.

მოქმედების ხასიათის მიხედვით ფაქტორი შეიძლება იყოს მალიმიტირებელი, ნორმალური, ოპტიმალური და დამთრგუნავი. მცენარის რეაქცია ყოველ ბუნებრივ ან ანთროპოგენურ ფაქტორზე ექვემდებარება მრუდხაზოვან დამოკიდებულებას. ეს დამახასიათებელია ყველა ბიოლოგიური სისტემისათვის, რომლის ფარგლებში მელანდება, მცენარის რეაქციის ტიპის შესაბამისად, რამდენიმე დამახასიათებელი ზონა. ყოველი ზონა შეესაბამება რეაქციის გარკვეულ ტიპს. აზოტოვანი სასუქების ღოზების ფართო დიაპაზონში მცენარეების პროდუქტიულობის ცვლილებების კანონზომიერებების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება გამოიყოს შეტანილი აზოტის რაოდენობაზე მცენარეების რეაქციის სამი ტიპი (ნორმა). ეს ტიპები ასახავენ ცვლილებებს პროდუქტიულობასა და ნივთიერებათა ცვლის ხასიათში: კინეტიკური (ა), ფიზიოლოგიური (ბ) და მეტაბოლური (გ). რეაქციის პირველი ტიპი (ა) დამახასიათებელია აზოტით მცენარეების მალიმიტირებელი და ნორმალური, მეორე (ბ) - ნორმალური და ოპტიმალური და მესამე (გ) - ჭარბი (დამთრგუნავი) უზრუნველყოფის დროს.



ნახ.6 მცენარის პროდუქტიულობაზე აზოტიანი სასუქების
მზარდი დოზების მოქმედების კანონზომიერებანი.

1-მარცვლულის მოსავალი; 2-მცენარეების მიერ სასუქის აზოტის გამოყენება; 3-
სასუქის აზოტის დანაკარგები; ა,ბ,გ - აზოტიანი სასუქის შეტანაზე მცენარეების
რეაქციის ტიპები.

კინეტიკურ ზონაში მცენარე აქტიურად რეაგირებს აზოტის
კონცენტრაციის ზრდაზე, აძლიერებს ზრდის პროცესს, სუნთქვას, ცილოვანი
ნაერთების სინთეზს; სასუქის დოზებთან ხაზობრივ კავშირში იზრდება
პროდუქტიულობა.

ფიზიოლოგიურ ზონაში მცენარემ შეიძლება მიაღწიოს მაქსიმალურ
პროდუქტიულობას, მაგრამ მშრალი ნივთიერების მატება აზოტის
დოზებიდან მინიმალურია. ამ ზონის ფარგლებში მცენარეული ორგანიზმის
ფიზიოლოგიური ცვლილება აღწევს პათოლოგურ მნიშვნელობას, რაც
დასტურდება მოსავლის ხარისხის მრავალი მაჩვენებლის გაუარესებით.
ცნობილია, რომ ხარისხის ოპტიმუმი მიიღება აზოტის ნაკლები დოზებით
ვიდრე ის, რაც საჭიროა მაქსიმალური მოსავლის მისაღებად.

რეაქციის მეტაბოლური ტიპის ზონისათვის დამახასიათებელია
ზრდის პროცესის შეზღუდვა. მცენარეში გროვდება მეტაბოლიზმის
შუალედური პროდუქტები, ნიტრატების შთანთქმელი აზოტის
მნიშვნელოვანი ნაწილი არ მეტაბოლიზირდება, მცირდება ქლოროფილის
წარმოქმნის სისწრაფე და ფოტოსინთეზის ინტენსივობა, ირღვევა
ნახშირწყლების და მინერალური ნივთიერების ცვლა და, როგორც შედეგი,

მცირდება მცენარეთა პროდუქტიულობა. რეაქციის მეტაბოლური ტიპის პირობებში მზარდი მცენარე განიცდის სხვადასხვა დაავადებას და მავნებლების თავდასხმას, მათი პროდუქცია არ პასუხობს ტექნოლოგიურ და ჰიგიენურ მოთხოვნებს.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ რეაქციის მეტაბოლური ტიპის მრავალი ნიშნით ხასიათდება მცენარე, რომელიც განიცდის მინერალური კვების ამა თუ იმ ელემენტის მწვავე დეფიციტს. ამგვარად, მცენარის აზოტით მწვავე დეფიციტური ან ჭარბი უზრუნველყოფის პირობებში იქმნება აგროფიტოცენოზის მიერ მდგრადობის დაკარგვის წინაპირობა. ამის შედეგი შეიძლება გამოიყვანდეს სხვადასხვა ვარიანტში (მავნებლებით და დაავადებებით ნათესების მასობრივი დაზიანება, ნიადაგებში ფესვური გამონაყოფების და მცენარეული ჩამონაცვენის შეზღუდული მოხვედრა, არაკონდიციონებული სათესლე მასალის მიღება, წყლის წყაროების დაჭუჭყიანება, ნიადაგის დეგრადაცია და ა.შ.). საჭიროა აღინიშნოს, რომ მსგავსი სიტუაცია შეიძლება იყოს ნათესებზე აგრონომიული კონტროლის მრავალწლიური უქონლობის პირობებში. რადგანაც მცენარის კვების მწვავე დეფიციტური ან ჭარბი რეჟიმის მოცილება ადვილია (მაგალითად, მინერალური სასუქის შეტანა პირველ შემთხვევაში, ან თივის – მეორეში), ზოლო მეტაბოლური რეაქციის გამოიყვანების საზღვრები საკმაოდ მოძრავია და ადვილად იცვლება (მაგალითად, აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის შეფარდების შეცვლით ან ნიადაგში სასუქების შეტანის სხვადასხვა მოდიფიკაციის გამოყენებით). ამიტომ აგროფიტოცენოზების მდგრადობის ამგვარი დარღვევები ღრებითა და არ იწვევენ აგროეკოსისტემების მიერ სტაბილურობის დაკარგვას. ამის გარდა, ყოველი ჯიშისათვის დამახასიათებელია ნიადაგში აზოტის ნორმალური, ოპტიმალური და ჭარბი შემცველობა, რომლის ფარგლებში მცენარეში ვითარდება აზოტოვან კვებაზე რეაქციის ზემოთაღნიშნული ერთ-ერთი ტიპი.

ამგვარად, აგროეკოსისტემების მდგრადობის და სტაბილურობის შენარჩუნების აუცილებელ პირობას წარმოადგენს სათესი ფართობის სტრუქტურის ოპტიმიზაცია და კულტურების დიფერენცირებული განლაგება, რაც ზღუდავს მემცენარეობის ვიწრო სპეციალიზაციის ნეგატიურ ეფექტებს. ამასთან სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განოყიერება უნდა უზრუნველყოფდეს მცენარეების რეაქციის კინეტიკურ, ან უკიდურეს შემთხვევაში, ფიზიოლოგიურ ტიპს.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდის ეკოლოგიურად

უვნებელი ტექნოლოგიის ძიება და დამუშავება მეტად აქტუალურია, რადგანაც ისინი შეესაბამება რაციონალური ბუნებათსარგებლობის პრინციპებს. მათ მიეკუთვნება აზოტოვანი სასუქების ლოკალური გამოყენების ტექნოლოგია. ის აწესრიგებს აზოტის გარდაქმნას ნიადაგის ფესვმცველ შრეში, არეგულირებს ონთოგენეზში მცენარეების მიერ სასუქების და ნიადაგის აზოტის მოხმარებას; ახდენს გავლენას პროდუციულ პროცესზე და მოსავლის ხარისხის ოპტიმალური მაჩვენებლების ფორმირებაზე. სისტემაში ნიადაგი-მცენარე აზოტიანი ნაერთების აკუმულაცია არსებითად უმჯობესდება, რაც ხელს უწყობს არახელსაყრელი აბიოტური ფაქტორებისადმი კულტურების მდგრადობის ზრდას.

სასუქის ლოკალური გამოყენების დროს მცენარეები იყენებენ 1,2-1,6 მეტ აზოტს, ვიდრე გაბნეული შეტანისას (ცხრილი 5). ამასთან მკვეთრად მცირდება აზოტის გაზისებრი დანაკარგები (1,6-3,2-ჯერ), რაც განაპირობებს ამ ტექნოლოგიის ეკოლოგიურ მიზანშეწონილობას. ამასთან აზოტიანი სასუქების ლოკალური შეტანისას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობა იზრდება 22-46 %-ით.

ბიოსტიმულატორების გამოყენება ხელს უწყობს მცენარეების მდგრადობას და არ იწვევს გარემოს გაჭუჭყიანებას.

ნიადაგის პათოლოგია დაკავშირებულია ტექნოგენური და აგრორული ზემოქმედების სხვადასხვა ფორმებთან, ნიადაგში მრავალრიცხოვან ნეგატიურ ცვლილებებთან. უმრავლესი აგროეკოსისტემების პათოლოგიური მდგომარეობა იმით ხასიათდება, რომ მათი ძირითადი კომპონენტები ამა თუ იმ ფორმით განიცდიან ანთროპოგენურ ზემოქმედებას და იმყოფებიან მდგრადობის უკიდურეს ზონებში. მათ რეალურად ემუქრებათ ამ თვისების დაკარგვა. აგროეკოსისტემების ასეთი მდგომარეობა უშუალოდაა დაკავშირებული ადამიანის აგრორულ საქმიანობასთან და მელანდება მიწათსარგებლობის ხასიათში.

ამჟამად არსებობს აგროეკოსისტემების გამოყენების და მართვის ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო კონცეპცია, რომელიც ეყრდნობა მიწათმოქმედების ტრადიციულ და ბიოლოგიურ სისტემებს.

მიწათსარგებლობის ტრადიციული სისტემის გამოყენება აგროქიმიკატების ფართო გამოყენებით - აგროეკოსისტემების მაღალი პროდუქტიულობის უზრუნველყოფის აუცილებელი პირობაა. ამ კონცეფციის თანახმად, პრიორიტეტულია აგრონომიული და ეკონომიკური და არა ეკოლოგიური კრიტერიუმები. აგრონომიული კრიტერიუმის დროს

იხილება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ძირითადი პროდუქციის მოსავლის მატების სიდიდე, ხოლო ეკონომიკური კრიტერიუმისას - მიღებული პროდუქციის მატერიალური და ფინანსური ანაზღაურება.

ცხრილი 5

მცენარეების მიერ სასუქის აზოტის გამოყენება
და მისი დანაკარგი აზოტიანი სასუქის შეტანის სხვადასხვა
ხერხის დროს, % შეტანილი დოზიდან

კულტურა	აზოტის გამოყენება, %		აზოტის დანაკარგი, %	
	გაბნეული შეტანისას	ლოკალური შეტანისას	გაბნეული შეტანისას	ლოკალური შეტანისას
ხორბალი საშემოდგომო	28	43	63	39
ხორბალი საგაზაფხულო	27	43	42	19
ქერი	38	59	32	10
წიწიბურა	32	40	25	10
შაქრის ჭარხალი	39	54	31	22
კარტოფილი	47	71	35	13

არსებობს მოსაზრება, რომ მიწათმოქმედების ტრადიციული სისტემის ინტენსიფიკაცია არა მარტო არ არის აგროეკოსისტემის კომპონენტების დეგრადაციის მიზეზი, არამედ უზრუნველყოფს მათი სტაბილურობის უფრო მაღალ დონეს, ნიადაგის ბუნებრივი ნაყოფიერების შემცირების თავიდან აცილებას. ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირება და გარემოსადმი მიყენებული ზარალი დამახასიათებელია არარაციონალური და ექსტრემალური მიწათმოქმედებისათვის, რომლის დროსაც ინტენსივობა გამარტივებულად გაიგება როგორც ფართობის ერთეულზე რესურსების კონცენტრაცია მათი გამოყენების ხარისხის გაუთვალისწინებლად. ეს შეიძლება იყოს გამოწვეული პესტიციდების,

სასუქების და მელიორანტების გადაჭარბებული დოზებით, დაუბალანსებული გამოყენებით, მძიმე ტექნიკის გამოყენებით ჭარბტენიან რაიონებში, კულტურების მოყვანის ზონალური ტექნოლოგიის და ნიადაგის მელიორაციის დარღვევებით და სხვ. სინამდვილეში ინტენსიურ მიწათმოქმედებაში კულტურების მოსავლიანობის ზრდას უზრუნველყოფს ქიმიზაციის საშუალებების, მცენარეთა ბიოლოგიური დაცვის, მელიორაციული ხერხების ეფექტური გამოყენება, ზონალური ნიადაგურ-ეკოლოგიური სპეციფიკის გათვალისწინებით პროგრესიული ტექნოლოგიების დანერგვა. ყოველი ეს ხელს უწყობს ნიადაგების ნაყოფიერების ზრდას და აგროლანდშაფტების დაცვას გაჭუჭყიანებისა და დეგრადაციისაგან. ამავე დროს ქვეყნებში, სადაც ინტენსიურად განვითარებულია აგრარული სექტორი და სასოფლო-სამეურნეო ოპერაციების ენერგოტევადობის და ტექნოლოგიურობის მაღალი დონეა (რაც ემყარება უახლეს სამეცნიერო მიღწევებს), ეკოლოგიური მდგომარეობა რჩება საკმაოდ დაძაბული. ეს გარემოება ეჭვის ქვეშ აყენებს მიწათმოქმედების ტრადიციული სისტემის უსაფრთხოებას და ამტკიცებს ალტერნატიული საწარმოო სისტემის დამუშავების აუცილებლობას. მათ შორის ყველაზე ცნობილია მიწათმოქმედების ბიოლოგიური სისტემა.

მიწათმოქმედების ამ სისტემის მიხედვით პრიორიტეტულ მიმართულებას წარმოადგენს მაღალხარისხოვანი მემცენარეული პროდუქციის მიღება უპირატესად ინსექტიციდების გამოყენებაზე უარის თქმით და მცენარეების დაცვის ბიოლოგიური და აგრონომიული ხერხების გამოყენებით. ამჟამად მიწათმოქმედების ბიოლოგიურ სისტემას იზილავენ უფრო ფართო მასშტაბით - როგორც ეკოლოგიურად სუფთა გარემოს კონცეფციის შემადგენელ ნაწილს. ამ დროს დამატებით იზღუდება აგროქიმიკატების, მათ შორის სინთეზური სასუქების გამოყენება. ბიოლოგიური მიწათმოქმედების ელემენტების დანერგვა, როგორც წესი, იწვევს წარმოების ეკონომიკური მაჩვენებლების დაქვეითებას, პროდუქციის ერთეულის მიღებაზე ენერგოდანახარჯების ზრდას, ტრადიციულ სისტემებთან შედარებით სამუშაოების მოცულობის ზრდას და მათ გართულებას. ბიოლოგიურ მიწათმოქმედებაში მინერალური სასუქების გამოყენებლობით მიიღებენ 40 % ნაკლებ პროდუქციას, ხოლო შრომის დანახარჯები იზრდება 25-30 %. მიუხედავად თავისი მიმზიდველობისა, ბიოლოგიური მიწათმოქმედების იდეების რეალური დანერგვა პრაქტიკაში იზღუდება არა ეკონომიკური ხასიათის პრობლემებით, არამედ იმ საიმედო თეორიის უქონლობით, რომელიც ახსნის აგროეკოსისტემების

ფუნქციონირების მექანიზმებს და მისი მდგრადობის საზღვრებს სასოფლო-სამეურნეო ტექნოლოგიების “ბიოლოგიზაციის” პირობებში, მიწათმოქმედების ბიოლოგიური სისტემის დროს ტრადიციულთან შედარებით პროდუქციის უფრო მაღალი ხარისხის დამადასტურებელი ფაქტორების არასაკმარისი რაოდენობით, და აგრეთვე დასაბუთების სისუსტით ბუნებრივ ნაერთებთან შედარებით სინთეტიკურ სასუქებში შემავალი ქიმიური ელემენტების უფრო მაღალი მავნეობის სასარგებლოდ. მაგალითად, ბიოლოგიური მიწათმოქმედების პრინციპების თანახმად, ნიადაგში აზოტი შეიტანება ორგანული სასუქების სახით, რომლებიც ძირითადად წარმოდგენილია დიდი რაოდენობით შარდოვანას შემცველი ცხოველთა ექსკრემენტებით. ამავე ბიოლოგიურ მიწათმოქმედებაში არ არის რეკომენდირებული სინთეტიკური გზით მიღებული შარდოვანას გამოყენება. ამის გარდა, ბიოლოგიურ მიწათმოქმედებაში მემცენარეული პროდუქციის მოცულობის შემცირების კომპენსაცია ხდება სათესი ფართობების ზრდით ბუნებრივი ეკოსისტემების ხარჯზე. ამიტომ, სინამდვილეში მიწათმოქმედების ტრადიციული სისტემის დროს აგრარული დატვირთვები სავარგულების ფართობების ერთეულზე შეიძლება იყოს უფრო დაბალი, ვიდრე ბიოლოგიური სისტემის დროს. მიწათმოქმედების ბიოლოგიური სისტემის სერიოზულ ნაკლს წარმოადგენს უარყოფითი სალდო ფოსფორისა და კალიუმის ბალანსში, რაც ნეგატიურ გავლენას ახდენს ნიადაგის საკვებ რეჟიმზე.

ამ ორი საწინააღმდეგო კონცეფციის უპირატესობის და ნაკლოვანების, აგროეკოსისტემებზე ანთროპოგენური ზეწოლის მრავალვარიანტური ფორმების, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოების ყველა სტადიის აუცილებელი ინტენსიფიცირების და გარემოს ხარისხის მნიშვნელოვანი გაუარესების გათვალისწინებით საჭირო გახდა მიწათმოქმედების ახალი სისტემის დამუშავების აუცილებლობა. ასეთი სისტემის ეფექტურობა უნდა შეესაბამებოდეს კრიტერიუმების უფრო ფართო სპექტრს. ახალი სისტემის ღონისძიებები უნდა ხასიათდებოდნენ არა მარტო აგრონომიული და ეკონომიკური ეფექტურობით, არამედ ტექნოლოგიური განხორციელებადობით, ეკოლოგიური დამუშავულობით და ენერგეტიკული მიზანშეწონილობით, უზრუნველყოფდნენ ბუნებრივი რესურსების შენარჩუნებას და აღწარმოებას. ბუნებრივია, რომ ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში კრიტერიუმების ეს სისტემა შეიძლება იყოს გაფართოვებული ისეთი მაჩვენებლების ჩართვით როგორიცაა ფიზიოლოგიური ეფექტურობა და პროდუქციის ხარისხი ან, პირიქით,

შემცირებული. თუმცა მოტანილი კრიტიკერიუმების მეშვეობით შეიძლება აგროეკოსისტემების ფუნქციონირების შესახებ უფრო სრული ინფორმაციის მიღება, მაგრამ მათი გამოყენება ერთიან კომპლექსში დაკავშირებულია მთელი რიგი სიძნელეების გადალახვასთან. ასე, მაგალითად, ერთი კრიტიკერიუმების საფუძველზე მიღებული ფუნქციონალური გადაწყვეტილებები შეიძლება არ ემთხვევოდეს ან ეწინააღმდეგებოდეს სხვა საფუძველზე მიღებულ კრიტიკერიუმებს; საკმაოდ ძნელია მთელი რიგი კრიტიკერიუმების (რესურსული, ეკოლოგიური, ტექნოლოგიური, პროდუქციის ხარისხის) ფორმალიზაცია და ხარისხობრივი შეფასება ამ თვისებებისათვის დამახასიათებელი პარამეტრების მრავალფეროვნების და აგროეკოსისტემების კომპონენტებზე ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორების პოლიფუნქციონალური მოქმედების გამო. ასე, მაგალითად, ერთ-ერთი კრიტიკერიუმით აგროეკოსისტემის მაქსიმალური ეფექტურობა სრულებით არ გამორიცხავს რაიმე არასასურველ მომენტს მის ფუნქციონირებაში.

ასე, მაგალითად, მინერალური სასუქების და ქიმიზაციის სხვა საშუალებების დოზების გადიდება იწვევს გარემოს მდგომარეობაში არასასურველ დარღვევას. ყველაზე ღიდ ეკონომიკურ ეფექტს უზრუნველყოფს მინერალური სასუქების დაბალი და ზომიერი დოზები.

ეროვნის საწინააღმდეგო ღონისძიებების განხორციელება არის აგროეკოსისტემების რესურსების შენახვის და გარემოს ხარისხის არსებითი ოპტიმიზაციის საშუალება. საერთოდ აგროლანდშაფტების ეკოლოგიური სისუფთავის უზრუნველყოფა არ უნდა ცდებოდეს გონივრული ტექნოლოგიური გადაწყვეტილებების და ეკონომიკური დანახარჯების ჩარჩოებს.

აგროეკოსისტემების მდგრადობის თანამედროვე მართვა და ამისათვის პრაქტიკული საშუალებების გამოყენება უნდა ითვალისწინებდეს გონივრულ კომპრომისს პროდუქციის რაოდენობის, მისი ხარისხის, ბუნებრივი და ტექნიკური რესურსების დანახარჯების მასშტაბების და გარემოს დარღვევებს შორის. ერთობლიობაში ეს პარამეტრები ახასიათებს თანამედროვე მიწათმოქმედების ახალ ტიპს - ადაპტიურს. ამ შემთხვევაში იგულისხმება აგროტექნოლოგიების ეკოლოგიური დიფერენციაცია. ასეთი დიფერენციაცია მიმართულია საკმევანობის აგრარული ფორმების ეკოსისტემების თვითრეგულიაციის ბუნებრივ მექანიზმებთან შესაბამისობის მისაღწევად. ეს შესაძლებელია აგროეკოსისტემების პროდუცენტების გარეშე და შინაგანი მალიმიტირებელი ფაქტორების

და თვისებების იპტიმიზაციის ან კომპენსაციის გზით. ალტერნატიული მიწათმოქმედებისგან განსხვავებით, რომელიც ითვალისწინებს ერთი რომელიმე კრიტერიუმის პრიორიტეტს, ადაპტიურ-კომპრომისური მიწათმოქმედება მიმართულია რაციონალურად დაბალანსირებული კრიტერიუმების მისაღწევად და წარმოადგენს მიწათმოქმედების ბიოლოგიურ და ტრადიციულ ტიპებს შორის შუალედურ ფორმას. ადაპტიურ-კომპრომისული მიწათმოქმედებისათვის დამახასიათებელია მცენარეების მინერალურ კვებაში აქცენტების გადანაცვლება.

აგროეკოსისტემებში მიმდინარე ცვლილებების შესაფასებლად ძირითადი ხერხია მათი მდგომარეობის დამახასიათებელი პარამეტრების შედარება ეტალონურ ვარიანტებთან. ამ ბოლო დროს შემოღებულია მიწათმოქმედების ეკოლოგიურობის მაჩვენებელი ($\delta_{\text{ეკ}}$). ამ მაჩვენებლის გამოსანგარიშებლად გამოიყენება შემდეგი მაჩვენებლები: კულტურების მოსავალი (m) და მისი რაოდენობა (n), მცენარეული ნარჩენების ჰუმუფიკაციის კოეფიციენტი ($\delta_{\text{ჰ}}$), ორგანული სასუქების მასა ($m_{\text{ს}}$) და მათი ჰუმუფიკაციის კოეფიციენტი ($\delta_{\text{ჰ}}$), ჰუმუსის მინერალიზაციის მასა და ნაწვერალის ანარჩენების რაოდენობა ($m_{\text{ნ}}$), ეროზიის შედეგად ჰუმუსოვანი ნივთიერებების დანაკარგების მასა ($m_{\text{დ}}$), მოსავლის ფორმირებაზე ჰუმუსის მასის დანახარჯი ($m_{\text{ფ}}$), თესლბრუნვის როტაციის განმელობაში კულტურების განმეორების კოეფიციენტები ($\delta_{\text{გ}}$) და თესლბრუნვაში კულტურის წილი ($\delta_{\text{წ}}$). ამ პარამეტრების გამოყენებით მოდელში ნაჩვენები იყო, რომ ეროზიის და თესლბრუნვების ტექნიკური კულტურებით ნაჯერებით ხდება ჰუმუსის აქტიური ხარჯვა, ხოლო $\delta_{\text{ჰ}}$ (0,3-0,4) დაბალი მაჩვენებელი მეტყველებს მიწათმოქმედების გამოყენებული სისტემების არასაკმარისი ეკოლოგიურობაზე.

$$\delta_{\text{ეკ}} = \sum_{i=1}^n \frac{(m_{\text{ჰ}} + m_{\text{წ}} + m_{\text{წ}}) \delta_{\text{წ}} \delta_{\text{წ}}}{m_{\text{გ}} + m_{\text{ფ}} + m_{\text{ნ}}}$$

ბიოგენური ელემენტებით აგროეკოსისტემების ეკოლოგიური მადლობის ზღვრების დასახასიათებლად და აგრეთვე მათი მიგრაციულ-აკუმულაციური უნარის დასადგენად მიზანშეწონილია განისაზღვროს ლანდშაფტურ-გეოქიმიურ სტრუქტურებში მაკრო- და მიკროელემენტების ბალანსის მდგომარეობა.

ყველა მოცემული პარამეტრის და პრინციპების დაცვით აგროეკოსისტემების კონსტრუირება ხორციელდება მხოლოდ ახალი

ტერიტორიების სასოფლო-სამეურნეო ათვისების დროს, რასაც არა აქვს პრაქტიკული მნიშვნელობა. მაგალითად, ყამირი მიწების გადახვნა, დაშრობილი ჭაობიანი, გაუდაბნოებული, დამლაშებული და სხვა ნიადაგების გაკულტურება. ამჟამად გამოყენებულ ნიადაგებში აგროეკოსისტემების კონსტრუირების პროგრამის რეალიზაცია გულისხმობს უკვე ჩამოყალიბებული ბუნებრივ-სამეურნეო ერთეულის ნაწილობრივ ან ძირეულ რეკონსტრუქციას. ნაწილობრივი რეკონსტრუქციის დროს გამოიყენება ის ორგანიზაციულ-სამეურნეო ან ტექნოლოგიური ღონისძიებები, რომლებიც მიმართულია აგროეკოსისტემების ნორმალური ფუნქციონირების მაღალიმიტირებული ფაქტორების მოცილებაზე ან კომპენსაციაზე. ძირეული რეკონსტრუქციის დროს ხდება აგროეკოსისტემების ყველა ძირითად რგოლებზე ერთდროული ზემოქმედება, რის შედეგადაც ხდება მათი ძირითადი ფუნქციების შეცვლა. ისეთი ნეგატიური მოვლენები როგორიცაა ეროზია, დეფლიაცია, დეჰუმფიკაცია, დამლაშება, არიდიზაცია, გადატენიანება, გაჭუჭყიანება ხელს უშლის აგროეკოსისტემების მდგრადობის და პროდუქტიულობის ზრდას.

რეკონსტრუქციადი აგროეკოსისტემების მდგრადობის ამაღლების პირველ ეტაპზე ახორციელებენ გლობალურ, რეგიონალურ და ლოკალურ ნიადაგურ მონიტორინგს, რომელიც მოიცავს კონტროლს ნიადაგის ფიზიკურ და ბიოლოგიურ დეგრადაციაზე, მის გაჭუჭყიანებაზე და კვებით რეჟიმზე და აგრეთვე გარემოს საერთო მდგომარეობაზე. მეორე ეტაპზე ახორციელებენ დარღვეული, დამლაშებული და გაჭუჭყიანებული ნიადაგების რეკულტივაციას, აგროქიმიურად ბალანსდაკარგული ნიადაგების გაკულტურებას, რელიეფის გარდაქმნას და სხვა ღონისძიებებს. ამავე დროს ცვლიან თესლობუნების სტრუქტურას, სასუქების და მანებლისგან და დაავადებებისაგან კულტურების დაცვის სისტემებს, იყენებენ უფრო რბილ აგროტექნიკურ ღონისძიებებს.

ეროზიულად მდგრადი ლანდშაფტების შესაქმნელად ძირითადი ჰიდროტექნიკური, აგროტექნიკური, ტექნოლოგიური და ბიოლოგიური ღონისძიებებია ზედაპირული ჩამონადენის რეგულირება, ზედაპირის დაგეგმვა, მრავალწლიანი ბალახების და შუალედური კულტურების დათესვა, ჩამორეცხილი ნიადაგების რეპლანტაცია, კონტურული ბუფერული ზოლების შექმნა, ნიადაგის ზედაპირზე მცენარეული ნარჩენების შენარჩუნება და მცენარეების დეფლიაციის საწინააღმდეგო უნარის ოპტიმიზაცია.

ნიადაგებში ორგანული ნივთიერებების შევსების ეკოლოგიურად სუფთა წყაროებია მცენარეული ნარჩენები, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების თანამდევი პროდუქცია, სიდერატები, რომლის შეტანა ერთდროულად იწვევს pH ზრდას და წყლოვან-ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესებას. სიდერატებად პარკოსანი კულტურების გამოყენება წარმოადგენს ხელსაყრელი, დაბალანსირებული მიკრობული თანასაზოგადოებების ეფექტურ საშუალებას, უზრუნველყოფს ადვილადშლადი ნახშირბადშემცველი ნაერთების და აზოტის მინერალური ფორმების მარაგების ზრდას.

ფოსფორიანი სასუქების სისტემატური შეტანის შედეგად ნიადაგში დაგროვილი ნარჩენი ფოსფატების მისაწვდომობის ზრდა შესაძლებელია იმ მელიორატიული ზერხების გამოყენებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ ფოსფატების ადსორბციის შესუსტებას და $\text{Ca} - \text{P}$ და $\text{Fe} - \text{P}$ ფრაქციების შეფარდების შეცვლას, ნიადაგურ ხსნარში 3-10 მიახლოებული $\text{N}/\text{P}_2\text{O}_5$ დაბალანსებული შეფარდების შენარჩუნებით, იმ ორგანული სასუქების შეტანით, რომლებიც გააქტიურობენ ფოსფატების მობილიზაციის ბიოქიმიურ პროცესებს. ამას აღწევენ აგრეთვე იმ კულტურების მოყვანით, რომლებიც აკონტროლებენ ფოსფატების შეთვისებას $\text{Ca} - \text{P}$, $\text{Fe} - \text{P}$, $\text{Al} - \text{P}$ ნაერთებიდან. კერძოდ, წიწიბურა და ბარდა ადაპტირებულია $\text{Al} - \text{P}$, ხანჭკოლა და ქერი - $\text{Al} - \text{P}$ და $\text{Ca} - \text{P}$ და შერია - $\text{Al} - \text{P}$ და $\text{Fe} - \text{P}$ ნაერთებისადმი.

მძიმე ლითონებით გაჭუჭყიანებული ნიადაგების გაწმენდა შეიძლება ხდებოდეს ორი ზერხით: ნიადაგში მათ ძვრადობაზე (მაგალითად, მოკირიანებით) ან ამ ელემენტებზე მცენარეების მოთხოვნილებაზე (იონების ანტოგონიზმ - სინერგიზმის კანონზომიერების გამოყენება, მძიმე ლითონების დამაგროვებელი კულტურების შერჩევა) ზემოქმედებით. ახალი აგროცენოზები უნდა იყოს არა მარტო მაღალპროდუქტიული, არამედ არ უნდა იწვევდეს დარღვევებს ადგილობრივ ეკოსისტემებში. ამიტომ მესამე ეტაპზე ტარდება სამუშაოები, რომლებიც მიმართულია ბუფერული ზოლების და ზონების მეშვეობით ბუნებრივი მცენარეულობის და აგრეთვე აგროეკოსისტემას და ბუნებრივ ეკოსისტემას შორის პროპორციების შენარჩუნებისაკენ.

მილიონი წლის ევოლუციის მანძილზე ბუნებრივი შერჩევის პროცესში ჩამოყალიბდა სახეობები და მათი თანასაზოგადოებები, რომლებიც ხასიათდება მაღალი მდგრადობით. ბუნებრივ სახეობებთან შედარებით კულტურულ სახეობებს დაქვეითებული აქვთ გარემოსადმი

წინააღმდეგობის გაწევის უნარი და ისინი ვერ უზრუნველყოფენ ნივთიერებების წრებრუნვის სისრულეს. ამიტომ ხანგრძლივი ევოლუციის შედეგად წარმოქმნილი ცოცხალი ორგანიზმების მრავალფეროვნების შენარჩუნება საჭიროა არა მარტო გენოფონდის დაცვისათვის, არამედ მათი გარემოსადმი მდგრადობის უნარის შენარჩუნების გამოც. ამგვარად, ბიოსფეროს ნაირგვარი კომპონენტების შენარჩუნება წარმოადგენს ეკოლოგიური უსაფრთხოების და მდგრადი სოციალ-ეკონომიკური განვითარების აუცილებელ პირობას.

ბიოსფეროს თანამედროვე მდგომარეობა ჯერ კიდევ შექცევადია. ის შეიძლება დაუბრუნდეს ადრინდელ მდგრად მდგომარეობას იმ შემთხვევაში თუ ანთროპოგენური დატვირთვა ერთი რიგით შემცირდება. ბიოსფეროს მდგრადი მდგომარეობის მიღწევის სხვა ხერხი არ არსებობს. ანთროპოგენური დატვირთვის არსებულ დონეზე შენარჩუნების ან მით უფრო მისი ზრდის პირობებში გარემოს მდგრადობა განაგრძობს განუწყვეტლივ დაქვეითდებას.

ორგანული ნივთიერების დაშლა და შექმნა წარმოადგენს ნიადაგთწარმოქმნის არსს. შეუარაღება მინერალიზაციის და ჰუმუფიკაციის პროცესებს შორის განსაზღვრავს ნიადაგში ეკოლოგიურ წონასწორობას. ამ პროცესების დაბალანსება ასახავს ნიადაგური ბლოკის და საერთოდ აგროეკოსისტემის ეკოლოგიური მდგრადობის არსს. სასუქების აზოტის ბიოლოგიური უტილიზაციის მაჩვენებელი შეიძლება ჩაითვალოს აგროეკოსისტემის მდგრადობის მეტად მნიშვნელოვან მაჩვენებლად და მის გამოთვლას აქვს გარკვეული სამეცნიერო-პრაქტიკული მნიშვნელობა.

1.6. კულტურული მცენარეების წარმოშობა

კულტურული მცენარეების უმრავლესობა წარმოიშვა დედამიწის თბილი ზონების მთიანი ადგილებიდან. ამჟამად დადგენილია კულტურული მცენარეების წარმოშობის შვიდი ცენტრი: სამხრეთ-დასავლეთი აზია, ხმელთაშუაზღვის რეგიონი, აბისინიის ზეგანი, ინდოეთი, სამხრეთ-აღმოსავლეთი აზია, ცენტრალური ამერიკის მთიანი ოლქი, ბოლივია-პერუს მთიანი ოლქი. ამ ცენტრებში ცალკეული სახეობები გამოირჩევა ფორმების სიუხვით. ცენტრებიდან დაშორებით ამ მცენარეების მდგრადი ფორმების რიცხვი და მათი მრავალფეროვნება კლებულობს. მათი არეალის საზღვრებთან აღინიშნება ცალკეული ფორმების ერთგვაროვნება.

მეტად მნიშვნელოვანია ოლქი, რომელიც მოიცავს ვრცელ ტერიტორიას - სამხრეთ-დასავლეთ აზიას კავკასიიდან და მცირე აზიის აღმოსავლეთიდან პამირამდე. აქ წარმოიშვა მსოფლიო კულტურული ფლორის 14 %, მათ შორის ხორბლის ყველაზე ფართოდ კულტივირებადი სახეობა - ჩვეულებრივი ხორბალი (*Triticum vulgare=aestivum*), ჭვავი (*Secale cereale*), შერია (*Avena sativa*), ორმწკრივიანი ქერი (*Hordeum distichum*), სელის წვრილთესლა ფორმები (*Linum usitatissimum*), ოსპი (*Lens culinaris*), პარკოსნები (*Vicia faba*), ბარდა (*Pisum sativum*), შემდეგ იონჯა (*Medicago sativa*), შალგი (*Brassica rapa*), ხახვი (*Allium cepa*) და აგრეთვე უმნიშვნელოვანესი ხეხილოვანი მცენარეები - ვაშლი, მსხალი, ქლიავი, ბალი და ალუბალი, აგრეთვე ვაზი.

მეორე მსხვილი ცენტრია ხმელთაშუაზღვის ქვეყნების მთის ლანდშაფტები და სანაპირო ზოლი. ხორბლის და შერიის ზოგიერთი ნაკლებად გავრცელებული სახეობების გარდა აქაა ხანჭკოლას (*Lupinus*), ჩიტოფუნას (*Ornithopus sativus*), ინკარნატული სამყურას (*Trifolium incarnatum*), შაქრის და საკეები ჭარხლის (*Beta vulgaris*), კომბოსტოს (*Brassica oleracea*) და რაფსის (*Brassica napus*) სამშობლო. სათესი სტაფილო (*Daucus sativa*) წარმოიშვა ხმელთაშუაზღვის რეგიონში, შუა აზიაში მზარდი გარეული *D.carota*-ს შეჯვარებით გიგანტურ სტაფილოსთან (*D.maxima*); ასევე წარმოიშვა ბოლოკი (*Raphanus sativus*) ატლანტიკურ-ხმელთაშუაზღვის *R.maritimus* შეჯვარებით დასავლეთ ხმელთაშუაზღვიურ-პონტიურთან - *R.rostratus*. ბარდის, ოსპის, პარკოსნების და სელისათვის, რომლებიც ხვდება აქ მსხვილთესლიანი ფორმებით, ეს ოლქი არის წარმოშობის მეორე ცენტრი, სადაც მსოფლიო კულტურული ფლორის 11 % წარმოიშვა. ამ ოლქიდან აგრეთვე წარმოიშვა ოხრახუში (*Petroselinum sativum*), ძირკბილა (*Scorzonera hispanica*), სატაცური (*Asparagus officinalis*) და ნიახური (*Apium graveolens*).

აბისინიის ზეგანი წარმოადგენს ხორბლის, ქერის და აგრეთვე ბარდას და ოსპის ზოგიერთი სახეობის წარმოშობის მეორედ ცენტრს. ამის გარდა, ესაა ყავის სამშობლო. სამხრეთ-აღმოსავლეთი აზიიდან წარმოიშვა მრავალმწკრივიანი ქერი. ამავე რაიონის შორეული აღმოსავლეთი არის ატმის, გარგლის, ფორთოხლის, ლიმნის, ჩაის და სოიოს სამშობლო. ინდოეთი არის ბრინჯის, შაქრის ლერწმის, ბანანების და ქოქოსის პალმის სამშობლო.

ამერიკაში მთიანი ოლქი მექსიკიდან გვატემალამდე იყო ლობიოს

(Phaseolus), გოგრების (Cucurbita), წიქოს (Nicotiana rustica), ბამბის (Gossypium hirsutum) ზოგიერთი სახეობის და კაკოს სამშობლო; ამის გარდა ეს ოლქი არის სიმინდის წარმოშობის პირველადი ცენტრი. ანდები კოლუმბიიდან ჩილეს ჩრდილოეთამდე არის კარტოფილის და პამიდორის სამშობლო და აგრეთვე სიმინდის, ვირჯინიის (თურქეთის) თამბაქოს (Nicotiana tabacum) და ბამბის სხვა სახეობების (Gossypium barbadense) მეორადი წარმოშობის ცენტრი.

მთიან ქვეყნებში ნიადაგების, ტემპერატურების და ნალექების რაოდენობის დიდი სიუხვე აძლიერებს იზოლიაციის ფაქტორების მოქმედებას (Tischler, 1965). ამიტომ, რომ კულტურული მცენარეების უმრავლესობა ვითარდებოდა ზღვის დონიდან 500-დან 2500 მეტრამდე. აქვე იყო მიწათმოქმედების პირველი კერები, რომლებიც შემდგომში გავრცელდნენ დაბლობებზეც, სადაც მათთვის ხელსაყრელი პირობები იქმნებოდა მდინარეების ველებზე. ინდის, ეფრატის, ტიბროს და ნილოსის აუზებში დიდი კულტურების შექნა, რომელიც დაკავშირებული იყო მიწათმოქმედების მაღალ კულტურასთან (მიწების მორწყვა და დაშრობა), მოითხოვდა ახალი საზოგადოებრივი ფორმაციების შექმნას.

მრავალი სახეობა სარეველებისგან გარდაიქმნა სასარგებლო მცენარედ. ესაა მეორადი კულტურული მცენარეები. მათ რიცხვს მიეკუთვნება ჭვავი და შერია, რომლებიც თავიდან ანაგვიანდნენ ხორბლის და ქერის ნათესებს. ჭვავი ეხლაც გვხვდება, როგორც სარეველა მცირე აზიის ხორბლის მინდვრებზე. ასევე ცერცელა (Vicia), ოსპი, სელი და აგრეთვე ბარდა თავიდან იყვნენ სარეველები. სხვა მრავალი მცენარე კი თავიდანვე იყო ადამიანის მიერ დასახლებული ტერიტორიების თანამგზავრი. ისინი გვხვდებოდნენ სანაგვეებზე ან ნაკელზე, საიდანაც საკვებისათვის მცენარეული საკაზმის მიზნით გადაიტანეს ბოსტნეებში. აქალსანიშნავია ჭარხალი (Beta), ისპანახი (Spinacia), თაღვამურა (Brassica), მღოვკი (Sipanus alba), რომლებიც ხასიათდებიან ნიტრატების დიდი რაოდენობით დაგროვების უნარით. ნიახურს, სტაფილოს, პამიდორს, კარტოფილს, ყაყაჩოს (Papaver), კანაფს (Cannabis), ჭინჭარს (Urtica) ჰქონდათ საცხოვრებლბთან ახლოს, საკვებით მდიდარ ადგილებზე ზრდის ხელსაყრელი პირობები. მრავალი ასეთი სასარგებლო მცენარის დაბრუნება მინდვრებზე სასაქონლო ან ბოსტნეული კულტურების სახით აღინიშნა მხოლოდ შედარებით ახლო წარსულში. ქერსა და ხორბალთან ერთად ყველაზე ძველ სასარგებლო მცენარეებს მიეკუთვნება, აგრეთვე სელი და ბარდა. მათ კარგად იცნობდნენ ბაბილონსა და ეგვიპტეში ჩვენი წ.ა.

4000 წლის წინ. ჭვავის და შერიის ყველაზე ძველი თესლების ასაკი აღემატება 3000 წელს.



ნახ. 7. კულტურული მცენარეების წარმოშობის ცენტრები (ვაგილოვი, 1928)

1 სამხრეთ-აღმოსავლეთი აზია; 2 ხმელთაშუაზღვის რეგიონი; 3 აბისინიის ზეგანი; 4 - ინდოეთი; 5 სამხრეთ-აღმოსავლეთი აზია; 6 ცენტრალური ამერიკის მთიანი ოლქი; 7 - ბოლივია-პერუს მთიანი ოლქი.

მრავალი სასარგებლო მცენარის წარმოშობის ადგილი იყო ლიტორალური ტიპის ბიოტოპი. გარეული კობოსტო (*Brassica oleracea*), ისეთე როგორც შაქრის და საკვები ჭარხლის საწყისი ფორმა - *Beta maritima*, იზრდება ხმელთაშუა ზღვის და ატლანტიკური ოკეანის სანაპიროებზე. რაპსი (*B.napus=B.campestris x B.oleracea*) და ზეთიანი შალგი (*B.rapa*) და მათგან გამოყვანილი თაღგამურა და ტურნეფსი წარმოიქმნენ *B.campestris*-გან, რომელიც გვხვდება ხმელთაშუა-ზღვისპირეთიდან ციმბირამდე. *B.campestris* მიეკუთვნება ნიტროფილურ მცენარეულ თანასაზოგადოებებს, რომლის კომპონენტები ადრე იზრდებოდნენ ზღვების, ტბების ან მდინარეების სანაპირო ზოლში, ხოლო ბინადრობენ რუდერალურ ადგილებში და სახნავ მიწებზე. იგივე ითქმის მლოგვის (*Sinapis alba*) მიმართაც. ტენის მოყვარულ, სტეპური პირობებისათვის უკარგის კულტურულ მცენარეს წარმოადგენს წითელი

სამყურა (*Trifolium pratense*), რომელიც ევრაზიის ვრცელი ტერიტორიებისათვის ადგილობრივი მცენარეა, მაგრამ როგორც კულტურა ინტროდუცირებული იყო გერმანიაში, ჩრდილოეთ იტალიის და შვეიცარიის გავლით მხოლოდ XIV საუკუნეში, ხოლო ესპანეთის და ფლამანდიის გავლით XVI საუკუნეში. გერმანიაში მისი ფართო მოყვანა დაიწყო მხოლოდ XVIII საუკუნეში, ხოლო საფრანგეთში - XIX საუკუნეში. მცოცავი სამყურა (*T. repens*), რომლის კულტივირება ცენტრალურ ევროპაში მიეკუთვნება დაახლოებით იმავე დროს, თავიდანვე იზრდებოდა ევრაზიის ბუნებრივ მდელოებზე. შვრიუკასთან (*A. fatua*) მიახლოებული კულტურული შვრია *Avena sativa*-ს გაჩნდა ცენტრალურ და დასავლეთ ევროპაში სარეველას სახით მარცვლეულ კულტურებში და ვრცელდებოდა დასავლეთ აზიის და აღმოსავლეთ ევროპის მდინარეების ჭალების გასწვრივ. ის იზრდება ყველა ნიადაგზე, რომლებსაც გააჩნიათ საკმარისი წყალშეკავებითი უნარი, და იმ შემთხვევაში, თუ სავეგეტაციო პერიოდში მოდის ნალექების საკმარისი რაოდენობა. შვრიის პირველადი ადგილსამყოფელი იყო მსხვილი მდინარეების გამონატანები, სადაც დიდი რაოდენობითაა მისთვის მეტად საჭირო მანგანუმი. ზღვის სანაპიროების კიდევ ერთი მცენარე - შაქრის ჭარხალი, მოითხოვს ბორის დიდ რაოდენობას.

არა მარტო ზღვების და მდინარეების ნაპირებზე ან დატბორვად ფართობებზე, არამედ მთებშიც კლიმატი შეიძლება იყოს ტენიანი და საკმაოდ ხელსაყრელი ტენის მოყვარული მცენარეების ზრდისათვის. მათ რიცხვს მიეკუთვნება ისეთი ჰიგროფილური მცენარეები, როგორიცაა ბარდა, სხვა პარკოსნები, თაბბაქო და კარტოფილი. კარტოფილის სამშობლოსთვის (ანდების მაღალმთიანი ველები ზომიერად გრილი ტენიანი კლიმატით) დამახასიათებელია ზაფხულის წვიმები ხშირი ნისლეებით და ტემპერატურების შედარებით გაწონასწორებული ცვლით, რაც ზღვის სიახლოვეთ არის გამოწვეული. ამის შესაბამისად კარტოფილი გამოირჩევა დბალი შემწოვი უნარით და დიდი ასიმილაციური ზედაპირით. კარტოფილი კარგად იზრდება მთავე ნიადაგებზე და ვერ იტანს ძლიერ მოკირიანებას. მშრალ ოლქებში კულტურული კარტოფილის გარემოს პირობები ნაკლებად ხელსაყრელია. ვარაუდობენ, რომ კულტურული კარტოფილი წარმოიშვა ველურადმზარდი დიპლოიდური სახეობა *Solanum vernei*-სგან უფრო გვიანი ბუნებრივი პოლიპლოიდოზაციის შედეგად. კარტოფილის, ისევე როგორც იონჯის და წიწიბურას, მოთხოვნილება კალიუმზე საკმაოდ მაღალია.

გარემოსადმი იონჯას მოთხოვნილება კარტოფილის საწინააღმდეგოა. ის, როგორც ზორბალი, ქერი, ჭვავი და სიმინდი, მიეკუთვნება არიდული ოლქების (სტეპურ) მცენარეებს; მაგრამ გვალვაგამძლეობის მიხედვით მეზოფიტებია. მსგავსი ეკოლოგიური თავისებურებანი გააჩნია ლობიოს, ცერცველას და ესპარცეტს. იონჯას სპარსულ-თურანული სამშობლო განლაგებულია ნამდვილ კონტინენტალური ლანდაშფტების პირობებში უკიდურესი და საშუალო ტემპერატურების მნიშვნელოვანი ამპლიტუდებით. იონჯას გააჩნია ფესვთა სისტემის მნიშვნელოვანი მასა და დიდი შემწოვი უნარი. მისი მიწისზედა ორგანოები დიდი არაა და კარტოფილთან შედარებით ფოთლის უმნიშვნელო ზედაპირი იცავს მას ძლიერი აორთქლებისგან. იონჯა კარგად იზრდება ტუტე ნიადაგებზე. ის იტანს დამლაშებას, რაც არიდული ზონიდან მისი წარმოშობის შედეგია. იონჯა ცუდად იზრდება მჟავე ნიადაგებზე და ტენიანი გრილი კლიმატის პირობებში. ქერი საკმაოდ მგრძნობიარეა ეკოლოგიური ფაქტორებისადმი (გადიდებული ტენიანობა, დაბალი ტემპერატურები). ჭვავი ადვილად იტანს ძლიერ გვალვას და ნაკლებად მომთხოვნია საკვები ნივთიერებების შემცველობის მიმართ. ზორბალი ქერთან და ჭვავთან შედარებით უფრო მომთხოვნია ტენის, ზოლო მომწიფებისას სითბოსა და სიმშრალის მიმართ.

ადამიანის გავლენა მცენარეულ სამყაროზე არ შეიზღუდა სასარგებლო მცენარეებით. აგროლანდშფტებში მოკალათებული სარეველების ისტორია ისევე ძველია, როგორც თვით მიწათმოქმედება. რაც უფრო ემთხვევა სარეველების ეკოლოგიური მოთხოვნილებები კულტურული მცენარეების მოთხოვნილებებს, მით უკეთესად ვითარდებიან ისინი სახნავ და მდელი-სახნავ საეარგულებზე. მათი ნაწილი წარმოიშვა იმავე ადგილებიდან, საიდანაც კულტურული მცენარეები, ან იმ ადგილებიდან, რომლებზეც მიმდინარეობდა მათი გადაადგილება (Archaeophyta), ნაწილი გამოჩნდა ისტორიულად ახლო წარსულში (Neohyta) და, საბოლოოდ, სარეველების მნიშვნელოვანი ნაწილი საწყისს იღებს ადგილობრივი ველურად მზარდი ფლორიდან (Apophyta).

სარეველების მრავალი თანამედროვე სახეობა იზრდება სამხრეთ-დასავლეთ აზიაში ან ხმელთაშუაზღვის რეგიონში. მათ შორის, ისეთი ფართოდ გავრცელებული სახეობები, როგორიცაა ღვარძლი (*Lolium temulentum*), ჭვავისებრი შერიულა (*Bromus secalinus*), შერიუკა (*Avena fatua*), ჩვეულებრივი ჭიოტა (*Agrostemma githago*), ღიღილო (*Centaurea cyanus*), დეზურა (*Delphinium consolida*), მინდვრის და ჰიბრიდული

ყაყაო (Papaver rhoeas), დვალურა (Popygonum convolvulus), მინდვრის მღოგვი (Sinapis arvensis), ეელური ბოლოკა (Raphanus raphanistrum) და სხვ.

თავის დროზე სხვა მცენარეებთან ერთად წინა აზიიდან და ხმელთა-შუაზღვის რეგიონიდან ევროპაში შეაღწია ისეთმა სახეობებმა, როგორიცაა ლემა (*Datura stramonium*), ბოსტნის ია (*Veronica persica*), ცერცელას ზოგიერთმა სახეობამ (*Vicia pannonica*, *V. villosa*). აზიის შიდა ოლქებიდან ევროპაში გადმოსახლდნენ გაზაფხულის თავეცითელა (*Senecio vernalis*). XVll საუკუნეში ჩრდილოეთ ამერიკიდან ევროპაში შემოტანილი იყო ენოთერა (*Oenothera biennis*) და ცხენისკულდა (*Erigeron canadense*). XlX საუკუნის დასაწყისში ევროპის, აზიის და ავსტრალიის ვრცელ ტერიტორიებზე გამოჩნდა პერუდან წამოსული მეტად ბოროტი სარეველა - *Galinsoga parviflora*. ამასთან ერთად მრავალმა ევროპულმა სახეობამ შეაღწია ჩრდილოეთ ამერიკაში, მაგალითად, მხოხავი ჭანგა (*Agropyron repens*), მწვავე ჭინჭარი (*Urtica dioica*), ჟუნურუკა (*Stellaria media*), ლურჯი ძირწითელა (*Echium vulgare*) და სხვ. ხშირ შემთხვევაში სარეველების შემოტანა ხდებოდა ტრანსპორტის მეშვეობით ან საქონლით, ხოლო ზოგიერთი სახეობა გავრცელდა ბოტანიკური ბაღებიდან, მაგალითად, *Veronica persica*, *Erigeron canadense*, *Galinsoga parviflora*, *Matricaria discoidea* და სხვ.

ისევე, როგორც კულტურული მცენარეები, სარეველაც ძირითადად წარმოიშვა ლიტერალურ ლანდშაფტებში - ზღვების, ტბების, მდინარეების ნაპირებთან ან მდინარეთა ჭალებში.

ზოგიერთი სარეველა პიონერი მცენარეა ახალ მიწაზე; ისინი კარგად იზრდება გაშიშვლებულ ნიადაგებზე ან ძლიერ გამეჩხერებულ ბალახმდგნარებში, თხოულობენ საკვების დიდ რაოდენობას, სწრაფად ვრცელდებიან და იკავებენ თავისუფალ სივრცეებს. მინდვრებზე სათოხნი კულტურებით სარეველები უმთავრესად წარმოადგენენ ნიტროფილურ მცენარეებს. ზოგიერთი სახეობა, რომელიც იყენებს მდინარეების ნაპირებს, როგორც გავრცელების გზებს, არ არის ადგილობრივი და იქ მოხვდა მინდვრებიდან და რუდერალური ადგილებიდან.

ხმელეთის სტეპურ ოლქებში სარეველების უმრავლესობა არის არა ლიტერალური, არამედ სტეპური წარმოშობის და კარგად იზრდება მშრალ და თბილ ადგილებში.

ბუნება და ლანდშაფტი გავლენას ახდენს ადამიანზე, წარმოების ხერხებზე და შრომის იარაღებზე. ავღანეთსა და სპარსეთში

მარცვლოვნების ნათესებში მრავალ სარეველას შორის გვხვდება *Centaurea depressa*, *Tamarix salina* და აგრეთვე პარკოსნები *Prosopis stephaniana* და *Alhagi camelorum*. იენისის დასაწყისიდან მარცვლოვნების ალების შემდეგ მინდვრები ხშირად გამწვანებულია ცერცვეკალას გამო. ამ სარეველის მოცილება ევროპული გუთნით სიძნელეს არ წარმოადგენს, მაგრამ ამ შემთხვევაში ისპობა მწირი მწვანე საფარი, რომელიც მეტად მნიშვნელოვანია საქონლისთვის, როგორც ზამთრის საკვები. ამავე დროს *Prosopis* და ცერცვეკალას არსებობა მარცვლოვნების ნათესებში მათი ალების წინ მეტად საზიანოა, რადგანაც ისინი უზრუნველყოფენ ბალღინჯო-მაგნე კუსებურას (*Eurygaster integriceps*) სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი დამატებითი საკვებით. ეს ხდება მაშინ, როდესაც ზორბლის მარცვლები მაგრდება და ბალღინჯოებს გვალვიან პერიოდში არ ყოფნით წყალი. კლიმატი, ნიადაგი, ქვეყნის წყლის ბალანსი, ზორბალი, როგორც ძირითადი სამარცვლე კულტურა, სარეველა მცენარეების შემადგენლობა, კულტურული მცენარეების მანებლები, ნიადაგის დამუშავების ხერხები, საკვები რესურსები, სასუქებით უზრუნველყოფა - ყოველივე ეს მჭიდროდ ურთიერთდაკავშირებულია ერთმანეთთან და ჯაჭვის ერთი რგოლის შეცვლა ხშირად იწვევს გაუთვალისწინებელ, ნეგატიურ შედეგებს.

ბევრი მცენარე წარმოიშვა სარეველასაგან პოლიპლოიდიზაციის შედეგად (ქრომოსომთა რიცხვის ზრდით), მაშინ როდესაც მათი დიპლოიდური რასები დაქვეითებული შემგუებლობის შედეგად ევრუძლებენ სახნავი მიწების პირობებს და აქვთ შეზღუდული გავრცელება. ევროპაში პოლიპლოიდური მცენარეების წილი იზრდება სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ. ეს დაკავშირებულია ფლორის ასაკთან და არა კლიმატთან. ხმელთაშუაზღვის რეგიონში განსხვავება დიპლოიდურ და პოლიპლოიდურ სარეველებს შორის არ აღინიშნება.

თავი 2. აგროეკონომიკის ფუნქციონირება ტექნოგენეზის პირობებში

2.1. ტექნოგენეზი და აგროეკონომიკის განვითარება

ადამიანი ცდილობს გარდაქმნას გარემოს ნივთიერებები და საგნები, რათა შექმნას თავისი არსებობისთვის საჭირო ხელსაყრელი პირობები და საშუალებები. საზოგადოებრივი განვითარების უფრო მაღალ საფეხურზე იწყება თვით გარემოს გარდაქმნა. საბოლოო ჯამში შრომის ყოველი პროდუქტი წარმოადგენს ადამიანისა და ბუნების ერთობლივი ქმედების შედეგს. საზოგადოების საწარმოო ძალების განვითარების დონე ასახავს ამ ურთიერთქმედების მასშტაბებს.

საწარმოო ძალების ზრდასთან ერთად ბუნებრივ-რესურსული პოტენციალის გამოყენება ფართოვდება, იზრდება ბუნებრივი გარემოს 'მონაწილეობა' საზოგადოებრივი წარმოების სისტემაში, რაც საბოლოო შედეგში განსაზღვრავს ბუნებრივ კომპლექსებსა და მის კომპონენტებზე მრავალმხრივი ანთროპოგენური ზემოქმედების გაძლიერებას. ასეთი ზემოქმედების პირდაპირი შედეგია ტექნოგენური პროცესების ფორმირება და განვითარება. ტექნოგენეზი არის ადამიანის საწარმოო საქმიანობის ზემოქმედებით ბუნებრივი კომპლექსების შეცვლის პროცესი. ტექნოგენეზი განპირობებულია გეოქიმიური პროცესების ერთობლივობით, რომლებიც დაკავშირებულია გარემოდან მთელი რიგი ქიმიური ელემენტების, მათი მინერალური და ორგანული ნაერთების ამოღებით, კონცენტრაციით და გადაჯგუფებით. საბოლოო ჯამში ეს იწვევს ბიოსფეროს გარდაქმნას.

ადამიანის სამრეწველო, სასოფლო სამეურნეო და სხვა საქმიანობის შედეგად ზდება სხვადასხვა ნივთიერებების ტექნოგენური მიგრაცია. ამ ნივთიერებების უმრავლესობა იწვევს გარემოს გაჭუჭყიანებას. მსოფლიოში საშუალოდ წელიწადში წარმოიქმნება 40 000 მლნ ტ ნარჩენი. მათ შორის გაზისებრ ნივთიერებებზე მოდის 40 %, მყარ ნარჩენებზე 15 %, ფეკალურ ნარჩენებზე 25 %, ორგანულ ნარჩენებზე 10 % და ა.შ. სოფლის მეურნეობაზე მოდის ნარჩენების 40 %-ზე მეტი. ეს ნარჩენები სასოფლო-სამეურნეო წარმოების სპეციფიკის გამო უადრესად აქტიურად ურთიერთმოქმედებენ ბუნებრივ კომპონენტებთან (ნიადაგი, წყალი და სხვა).

ზმელეთის ერთ მესამედზე ადამიანის საქმიანობა აშკარად არ მელაუნდება. ასეთი ტერიტორიები შეადგენენ ჩრდილოეთ ამერიკაში 37,5 %; ყოფილ საბჭოთა კავშირის ქვეყნებში — 33,6 %; ავსტრალია და ოკეანეთში - 27,8 %; აფრიკაში - 27,5 %; სამხრეთ ამერიკაში 20,8 %; აზიაში 18,6 % და ევროპაში 2,8 %. პრაქტიკულად მხოლოდ ანტარქტიდა არ განიცდის ანთროპოგენურ ზემოქმედებას.

გარემოს გაჭუჭყიანება წარმოადგენს ტექნოგენეზის შედეგების ინტეგრალურ მაჩვენებელს. გაჭუჭყიანება წარმოადგენს რომელიმე გარემოში მათთვის ახალ, უცხო ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური აგენტების შეტანას ან მათი ბუნებრივ, საშუალო მრავალწლიური შემცველობის დონის გადაჭარბებას. გაჭუჭყიანება შეიძლება იყოს გამოწვეული ნებისმიერი, მათ შორის სუფთა აგენტით. გაჭუჭყიანება შეიძლება იყოს გამოწვეული ბუნებრივი მიზეზებით და აგრეთვე ადამიანის საქმიანობით (ანთროპოგენური). ეკოლოგიური მიდგომით გაჭუჭყიანება არ ნიშნავს უბრალოდ უცხო კომპონენტების შემოტანას. ყველა შემთხვევაში გაჭუჭყიანების ობიექტს წარმოადგენს ბიოსფეროს ელემენტარული სტრუქტურული ერთეული - ეკოსისტემა. უცხო ნივთიერებების არსებობა განაპირობებს ეკოლოგიური ფაქტორების ევოლუციურად ჩამოყალიბებული რეჟიმების შეცვლას. ყოველივე ეს იწვევს გაცვლითი და პროდუქციული პროცესების დარღვევას და საბოლოო შედეგად გვაძლევს ეკოსისტემების დაქვეითებას. გაჭუჭყიანება წარმოადგენს 'ხარვეზების' კომპლექსს ეკოლოგიურ სისტემებში და რაც საბოლოოდ იწვევს მათ დეგრადაციას. ფართე გაგებით გაჭუჭყიანება არის გარემოს არასასურველი შეცვლა, რომელიც მთლიანად ან ნაწილობრივ წარმოადგენს ადამიანის საქმიანობის შედეგს, ცვლის მოსული ენერგიის განაწილებას, რადიაციის დონეებს, გარემოს ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს და ცოცხალი ორგანიზმების არსებობის პირობებს. ეს ცვლილებები შეიძლება მოქმედებდეს ადამიანზე უშუალოდ ან სასოფლო-სამეურნეო რესურსებით, წყლით ან სხვა ბიოლოგიური პროდუქტებით (ნივთიერებებით). მათ აგრეთვე შეუძლიათ ზემოქმედება მოახდინონ ადამიანზე მის საკუთრებაში არსებული საგნების ფიზიკური თვისებების და ბუნების წიაღში დასვენების პირობების გაუარესებით და თვით ბუნების 'დამაზინჯებით' თავისი არსით გაჭუჭყიანება არის ნივთიერებების, ენერგიის, შრომის და სახსრების არასასურველი

დანაკარგი. გაჭუჭყიანება ხდება ეკოლოგიური სისტემების შეუქცევადი დაშლის მიზეზი. ის ცვლის გარემოს გლობალურ ფიზიკურ-ქიმიურ პარამეტრებს. გაჭუჭყიანების შედეგად ხდება ნაყოფიერი მიწების დაკარგვა, ეცემა ეკოლოგიური სისტემების და ბიოსფეროს პროდუქტიულობა.

გარემოზე ზემოქმედების თვალსაზრისით საერთაშორისო კონვენციის თანახმად, ეკოლოგიურად საშიშ წარმოებებსა და ობიექტებს მიეკუთვნება:

ატომური მრეწველობა (გამდიდრებული ბირთვული საწვავის წარმოების, გამომუშავებული ბირთვული საწვავის რეგენერაციის, რადიოაქტიური ნარჩენების შეგროვების, მოცილების და გადამუშავების დანადგარები);

ენერგეტიკა (ატომური, ჰიდრავლიკური და თბური ელექტროსადგურები, საწვავის მოხმარების მსხვილი დანადგარები);

შავი და ფერადი მეტალურგია (ბრძმედული და მარტენის წარმოების დანადგარები, შავი და ფერადი მეტალურგიის, მანქანათმშენებლობის და ლითონდამამუშავებელი საწარმოები);

ნავთობქიმი, ნავთობის და გაზის გადამუშავება;

ქიმიური მრეწველობა (ქიმიური კომბინატები, აზბესტის, შუშის, მინერალური სასუქების, პესტიციდების და სხვა წარმოება);

მთამადნეულის მოპოვება (მათ შორის ნავთობი და გაზი);

ნავთობის და გაზის, მათი გადამუშავების პროდუქტების ტრანსპორტირება;

ცელულოზის, ქაღალდის, მუყაოს წარმოება;

ტოქსიკური და მზამიანი ნარჩენების ტრანსპორტირება, შენახვა, უტილიზაცია და ჩამარხვა;

საბრძოლო მასალის, მფეთქებადი ნივთიერებების და სარაკეტო საწვავის წარმოება, შენახვა, ტრანსპორტირება და განადგურება;

ნავთობის, ნავთობქიმიური, ქიმიური პროდუქტების, პესტიციდების შესანახი დიდი საწყობები;

გზების, ავტოსტრადების, რკინიგზის ტრასების, აეროპორტების მშენებლობა;

სასოფლო-სამეურნეო ობიექტები (მეცხოველეობის კომპლექსები და მეფრინველეობის ფაბრიკები);

ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების მსხვილი წყალამღებები; მსხვილი კაშხალები და წყალსაცავები, ტყის გაჩეხვა დიდ

ფართობებზე;

მსუბუქი მრეწველობა (მატყლის გაწმენდის, გათეთრების ფაბრიკები; ტყავის ქარხნები, საღებავი ფაბრიკები).

გარემოზე შესაძლებელი ნეგატიური ზემოქმედების სტაციონალური წყაროების გარდა დიდ ეკოლოგიურ საშიშროებას, განსაკუთრებით მსხვილ ქალაქებში, წარმოადგენს ავტოტრანსპორტი. მანქანების გაზისებრი გამონატყორცნები ყოველწლიურად იზრდება და შეადგენს მოსული გამჭუჭყიანებლების მნიშვნელოვან ნაწილს.

გამჭუჭყიანებელი ფაქტორები ფიზიკური და ქიმიური პარამეტრების მიხედვით შეიძლება იყოს: მექანიკური, ფიზიკური (ენერგეტიკული), ქიმიური და ბიოლოგიური. გაჭუჭყიანების მექანიკური წყაროები წარმოდგენილია ატმოსფეროში ინერტული მტვრიანი ნაწილაკებით, მყარი ნაწილაკებით და სხვადასხვა საგნებით წყალსა და ნიადაგში. გაბინძურების ქიმიურ წყაროებს მიეკუთვნება გაზისებრი, თხევადი და მყარი ქიმიური ელემენტები და ნაერთები, რომლებიც ზედება ატმოსფეროში და ურთიერთმოქმედებს გარემოს კომპონენტებთან. გაჭუჭყიანების ფიზიკურ (ენერგეტიკულ) წყაროებს მიეკუთვნება სითბო, ხმაური, ვიბრაცია, ულტრაბგერა, სინათლის სპექტრის ენერგიის ხილული, ინფრაწითელი და ულტრაიისფერი ნაწილები, ელექტრომაგნიტური ველები, იონიზირებული გამოსხივებები. ბიოლოგიური გაჭუჭყიანება დაკავშირებულია სხვადასხვა ორგანიზმებთან, რომლებიც ჩნდება ადამიანის მონაწილეობით და ვნებენ მასაც და ცოცხალ ბუნებას. ამ ბოლო დროს გაჭუჭყიანებას მიაკუთვნებენ ლანდშაფტების და პეიზაჟების დარღვევას, ურბანიზაციას და ა.შ.

გაჭუჭყიანების პრობლემის განხილვისას მეტად მნიშვნელოვანია მისი გავრცელება ბუნებრივ გარემოში.

ბუნებრივ გარემოში გამჭუჭყიანებული ნივთიერებების
გადასვლის ფორმები (ისრაელი, 1984):

ბუნებრივი გარემოებები	გამჭუჭყიანებული ნივთიერებების გადასვლის (მიგრაციის) შესაძლებელი ფორმები
ატმოსფერო - ატმოსფერო	უმეტესი გამჭუჭყიანებული ნივთიერებებისათვის დამახასიათებელი გადატანა ატმოსფეროში
ატმოსფერო - ჰიდროსფერო	წყლის ზედაპირზე ატმოსფერული გამჭუჭყიანებლების დაღეჟვა
ატმოსფერო - ხმელეთის ზედაპირი	ხმელეთზე ატმოსფერული გამჭუჭყიანებლების დაღეჟვა
ატმოსფერო - ბიოთა	ნარგავების ზედაპირზე გამჭუჭყიანებლების დაღეჟვა მომდევნო ასიმილაციით (ბიოთაში ფესვგარეშე გამჭუჭყიანებლების შელწევა)
ჰიდროსფერო - ატმოსფერო	აორთქლება წყლიდან ატმოსფეროში (მაგალითად, ნავთობპროდუქტების, სინდიფის ნერთები)
ჰიდროსფერო - ჰიდროსფერო	წყლის სისტემებში გამჭუჭყიანებლების გადატანა (გავრცელება)
ჰიდროსფერო- ხმელეთის ზედაპირი (მდინარეების, ტბების ფსკერი)	წყლიდან ნიადაგში გადასვლა (ფილტრაცია, „თვითგაწმენდა“, წყალსატევების ფსკერზე დაღეჟვა)

ჰიდროსფერო - ბიოთა	ბიოთაში ზედაპირული წყლებიდან გადასვლა (ხმელეთის და წყლის ეკოსისტემები, სასმელ წყალთან ერთად ცხოველების და ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრა)
ხმელეთის ზედაპირი-ატმოსფერო	ხმელეთის, ნიადაგის ზედაპირიდან ატმოსფეროში გადასვლა (გამოფიტვა, აორთქლება, მტერის გადატანა)
ხმელეთის ზედაპირი - ჰიდროსფერო	თოვლის ღნობის დროს, ნალექების, დროებითი ნაქაღებით ხმელეთიდან გამჭუჭყიანებლების ჩამორეცხვა
ხმელეთის ზედაპირი-ხმელეთის ზედაპირი	ნიადაგში, მყინვარებში, თოვლის საფარში მიგრაცია (გამჭუჭყიანებების სხვადასხვა სიღრმეზე ჩალწევა)
ხმელეთის ზედაპირი - ბიოთა	ფესვებიდან მცენარეში გამჭუჭყიანებლების მოხვედრა
ბიოთა - ატმოსფერო	ბიოთიდან აორთქლება (უძნიშვნელო)
ბიოთა - ჰიდროსფერო	ორგანიზმების დაღუპვის შემდეგ ბიოთიდან წყალში გამჭუჭყიანებლების მოხვედრა
ბიოთა - ხმელეთის ზედაპირი	ორგანიზმების დაღუპვის შემდეგ ბიოთიდან ნიადაგში გამჭუჭყიანებლების მოხვედრა
ბიოთა - ბიოთა	მიგრაცია კვების ჯაჭვებით

გამჭუჭყიანებლების გადასვლის სხვადასხვა ფორმების ცოდნის საფუძველზე შესაძლებელია გარემოში ტექნოგენური ზემოქმედების

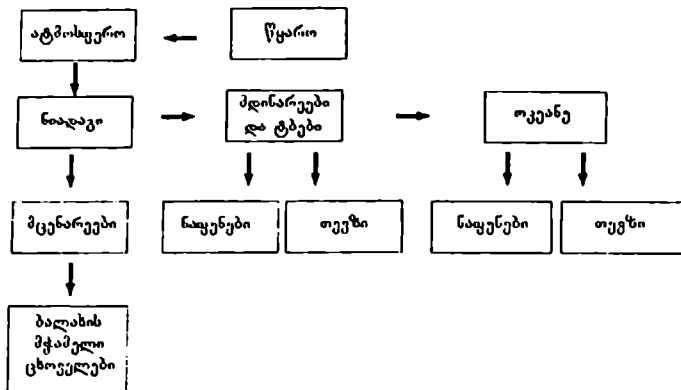
შესაძლებელი გავრცელების შეფასება. ამასთან მნიშვნელოვანია გამჭუჭყიანებლების ძირითადი სახეების და მათი წყაროების გათვალისწინება.

ცხრილი 7

გამჭუჭყიანებლის სახეები და მათი წყაროები

გამჭუჭყიანებლის სახეები	მრეწველობის დარგი. რომლისთვისაც დამახასიათებელია გამჭუჭყიანებლების აღნიშნული სახე
ჰაერი	
ჰალოგენშემცველი ნერთები	ქიმიური, სამაცივრო
ლითონის ნაწილაკები	მეტალურგიული, სამთო- მომპოვებლური
ნახშირწყალბადები	თბოენერგეტიკა, ტრანსპორტი
CO ₂ , SO ₂ , NO, NO ₂	იგივე
ნიადაგი	
აქტიური ლექი	ბიოლოგიური გაწმენდის ქალაქის სადგურები
ნაცარი, წილა	ენერგეტიკული, მეტალურგიული
ლითონები	მეტალურგიული, ქიმიური
ნაგავი	კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო მეურნეობა, საქალაქო მეურნეობა
პლასტმასები, ორგანული ნივთიერებები	ქიმიური
რადიონუკლიდები	ატომური ელექტროსადგურები, სამხედრო

ცელულოზა და ქაღალდი	ცელულოზურ-ქაღალდის, კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო მეურნეობა
წყალი	
შეწონილი ნაწილაკები	კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო მეურნეობა
მძიმე ლითონების იონები	სამთომომპოვებითი, მანქანათმშენებლობითი
საღებავები, ფენოლები	საფეიქრო
ადვილად შესათვისებელი და ბიოგენური ნივთიერებები	სოფლის მეურნეობა, საქალაქო მეურნეობა
ლიგნინები	ცელულოზურ-ქაღალდის
მინერალური მარილები	ქიმიური
ნავთობპროდუქტები	ნავთობმომპოვებითი, ნავთობგადამამუშავებელი
ორგანული გამსხნელები	ქიმიური
პესტიციდები	სოფლის მეურნეობა
რადიოაქტიური	ატომური ელექტროსადგურები, სამხედრო
ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები	ქალაქის ჩამონადენი
სითბო	ენერგეტიკული (აეს, ტევ, გრესი)



ნახ.8 ბუნებრივ გარემოში და ბიოთაში გამჭუჭყიანებლების განაწილება (ისრაელი, 1984)

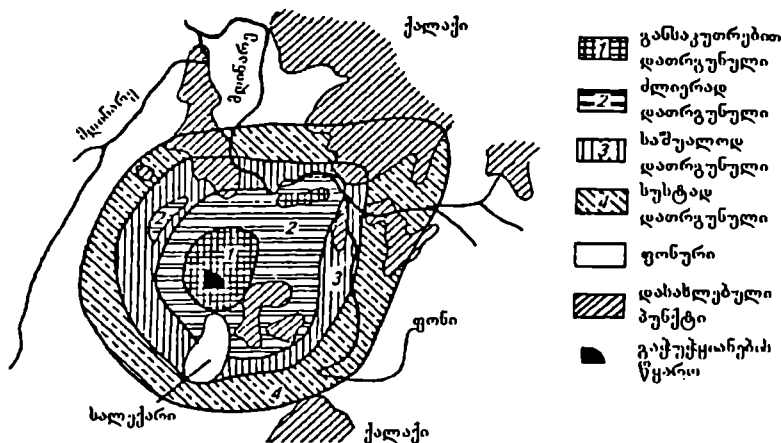
სხვადასხვა არახელსაყრელი ზემოქმედების დასახასიათებლად იყენებენ გამჭუჭყიანებელი ნიუთიერებების სტრეს-ინდექსებს, რომლებიც ასახავს ეკოლოგიური საშიშროების სიდიდეს (ცხრილი 8).

ამგვარად, ყველაზე დიდ ეკოლოგიურ საშიშროებას წარმოადგენს პესტიციდები და მძიმე ლითონები.

აგროეკოსისტემები, ისევე როგორც სხვა ეკოსისტემები, განიცდიან მუდმივ ტექნოგენურ ზემოქმედებას, რომელსაც აქვს ლოკალური, რეგიონალური და გლობალური ხასიათი. გარემოს გაჭუჭყიანება იწვევს აგროეკოსისტემებში მასო- და ენერგოცვლის პროცესების დარღვევას, იცვლება რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მახასიათებლები, მცირდება მდგრადობა და ქვეითდება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტიულობა. ყოველივე ამის შედეგად შეუძლებელია სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის სტაბილური წარმოება. ინტენსიური გაზმტერიანი გამონატყორცნების წყაროს რაიონში მცენარეული საფარის დეგრადაციის ხარისხის მიხედვით ნათლად გამოიყოფა რამდენიმე ზონა: მცენარეულობის გარეშე ან მისი ძლიერი დათრგუნვით ('ტექნოგენური უდაბნოს' ზონა); საშუალოდ დათრგუნული; სუსტად დათრგუნული და დაუზიანებელი (ფონური) (ნახ. 9). შექმნილ სიტუაციაში გაჭუჭყიანებული ნიადაგების და მცენარეების საერთო ფართობმა შეადგინა დაახლოებით 19,0 ათასი ჰა, მათ შორის ძლიერ დათრგუნულმა ზონამ 1,7 ათასი ჰა.

გამჭუჭყიანებელი ნივთიერებების სტრეს-ინდექსი

გამჭუჭყიანებელი ფაქტორები	სტრეს-ინდექსი
პესტიციდები	140
მძიმე ლითონები	135
ატომური ელექტროსადგურების ნარჩენები	120
მყარი ტოქსიკური ნარჩენები	120
მეტალურგიაში შეწონილი ლითონები	90
გაუმწმენდავი ჩამონადენი წყლები	85
გოგირდის დიოქსიდი	72
ნავთობი	72
ქიმიური სასუქები	63
ორგანული საყოფაცხოვრებო ნარჩენები	48
აზოტის ოქსიდები	42
რადიოაქტიური ნარჩენების საცავები	40
ქალაქის ნაგავი	40
ფოტოქიმიური ოქსიდანტები	18
ქალაქის ხმაური	15
ნახშირბადის ოქსიდი	12



ნახ.9. ფერადი მეტალურგიის საწარმოების რაიონში მცენარეული საფარის მდგომარეობა (ლოზანოვსკაია და სხვ., 1998)

შავი და ფერადი მრეწველობის ობიექტების გარშემო აქტიური გაჭუჭყიანების ზონა შეიძლება ვრცელდებოდეს 5-10 და მეტი კილომეტრით. ასე, მაგალითად, ზესტაფონის ფეროშენადნობი ქარხნის გარშემო ნიადაგების მნიშვნელოვანი გაჭუჭყიანება აღინიშნება ტექნოგენური გამონატყორცების წყაროდან 10-12 კმ მანძილზე.

აგროეკოსისტემებში ტექნოგენების შედეგები უარყოფითად მოქმედებს ნიადაგის მდგომარეობაზე. ხშირ შემთხვევაში მკვეთრად მცირდება ან საერთოდ ქრება ნიადაგში ჭიაყელების რაოდენობა.

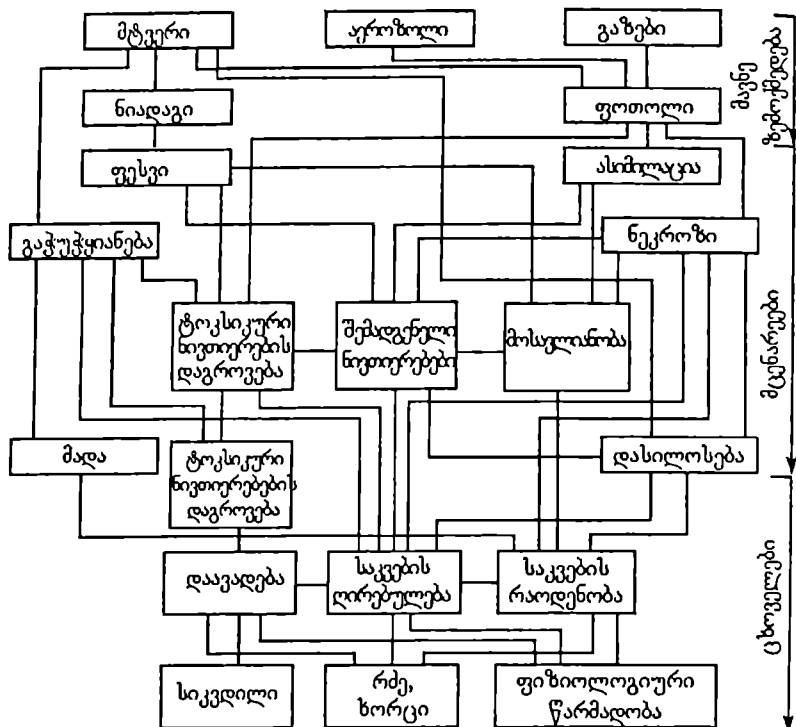
გაჭუჭყიანების შედეგად მცირდება აგროეკოსისტემების პროდუქტიულობა.

ტექნოგენების პროდუქტები სხვადასხვა გამჭუჭყიანებელი ნივთიერების სახით განიცდის მრავალსტადიურ გარდაქმნას. საერთოდ ძირითადი შესაძლებელი ურთიერთკავშირები ჯაჭვში: მანვე ზემოქმედება - მცენარე - ცხოველი მეტად რთულია.

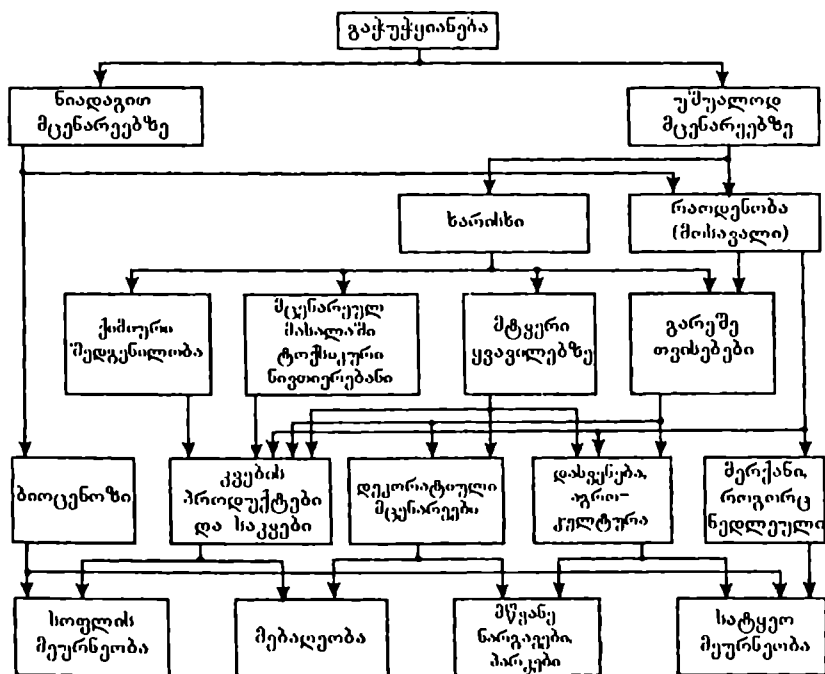
ატმოსფეროში მანეე გამონატყორცნების წყაროდან სხედასხვა
მანძილის მიხედვით სასოფლო-სამეურნეო კულტურების
მოსავლიანობის შემცირება, %-ში (ბალაცკი, 1974)

კულტურა	მანძილი. კმ	
	2-3	5
ხორბალი	18,7	9,4
ჭვავი	15,2	7,6
ქერი	24,4	12,2
შერია	31,1	15,5
სიმინდი	25,0	12,5
კარტოფილი	35-47	18-24
ჭარხალი	25-62	13-31
სელი	62,6	31,3
სამეურა	33,1	16,6
იონჯა	37,8	18,9

აგროეკოსისტემებში ცენტრალურ ადგილს იკაეებენ პროდუ-
ცენტები (ავტროტროფული ჯაჭვი), რომლებიც წარმოდგენილია
სხედასხვა მცენარეებით. ჰაერის გაჭუჭყიანების გავლენა
მცენარეულობაზე საკმაოდ მრავალფეროვანია.



ნახ. 10. ძირითადი შესაძლებელი ურთიერთკავშირები
 ჯაჭვში: მაგნე ზემოქმედება - მცენარე ცხოველი
 (დასლერი და ბარტიცი, 1971)



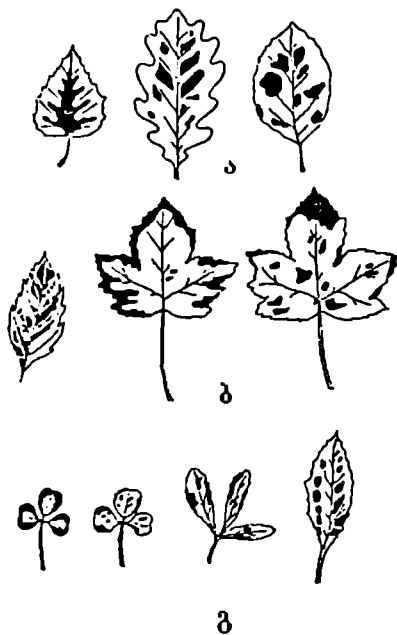
ნახ.11. მცენარეულობაზე ჰაერის გაჭუჭყიანების გავლენა (დასლერი, 1976)

არჩევენ მცენარეულობაზე გაჭუჭყიანების უხილავ და ხილულ ზემოქმედებას. ძირითად უხილავ ზემოქმედებებს მიეკუთვნება მცენარეული მასალის გაჭუჭყიანება მავნე ნივთიერებების გაზისებრი და მყარი კომპონენტებით. მცენარეები შთანთქავენ ამ კომპონენტებს. ზოგიერთი კომპონენტი თავიდან უვნებელია მცენარისათვის ან მისი ცალკეული ორგანოსათვის, ხოლო მცენარეული მასალის შემდგომი გამოყენებისას შეიძლება გახდნენ ტოქსიკური. უხილავ ზემოქმედებებს მიეკუთვნება აგრეთვე რეაქტივების შეცვლა მცენარეულ ნივთიერებათა ცვლაში და უჯრედების შიგნით მიმდინარე სტრუქტურული ცვლილებები. გაჭუჭყიანების ხილულ ზემოქმედებებს მიეკუთვნება

მცენარეების ზაოიან, ბუსუსებით დაფარულ, ტენიან ზედაპირზე ჭვარტლის, ნაცრის, მტერის, რკინის ოქსიდების და ა.შ. დაღეკვა. ამ ზემოქმედებას მიეკუთვნება აგრეთვე ნეკროზი, რომელიც გამოიხატება ფოთლების ან წიწვების ფერის შეცვლაში ან სიღამწერეში SO_2 , HF, SiF_4 , SO_3 , HCL ზეგავლენით. HF ზეგავლენით აღინიშნება აგრეთვე ნაყოფების ნეკროზი. გაჭუჭყიანების ხილულ ზემოქმედებას მიეკუთვნება ფოთლების ან წიწვების უდროო ცვენა;

ასიმილაციის დაქვეითების შედეგად მცენარეების ფუნქციონალურად მნიშვნელოვანი ნაწილების ზრდის დებრესია; მწვანე მასის დაკარგვა ნეკროზის ან ფოთლების უდროო ჩამოცვენის გამო და აგრეთვე ნიადაგში მოზვედრილი ტოქსიკური ნივთიერებების ფესვთა სისტემის ზრდის დარღვევა.

მცენარეებზე გამჭუჭყიანებელი ნივთიერებების მოქმედება დამოკიდებულია მათ სახეობასა და კონცენტრაციაზე, ზემოქმედების ხანგრძლივობაზე, კვამლსა და გარემოს მიმართ მცენარეების შედარებით ამთვისებლობაზე, მცენარეების ფიზიოლოგიური განვითარების სტადიებზე. მაგნე ინტენდიენტების კონცენ-



ნახ.12. SO_2 ზემოქმედებით ზოგიერთი მცენარის დაზიანების სიმპტომები (ბარტიცი, 1976)

- ა- არყი, მუხა, წიფელა;
- ბ- გეორგინა, მთის ბოკვი;
- გ- სამყურა, იონჯა, რაფსი.

ტრაცია და ზემოქმედების ხანგრძლივობა წარმოადგენს გაჭუჭყიანების

წამყვან ფაქტორებს.

სასოფლო-სამეურნეო მცენარეები ხასიათდება ტოქსიკანტების მიმართ განსხვავებული მდგრადობით. სხვადასხვა ტოქსიკანტების ქრონიკული ზემოქმედება მეტად საშიშია სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის.

ცხრილი 10

ძირითადი ატმოსფერული გამჭუჭყიანებლების ტოქსიკურობის

კულტურები	SO ₂	HF	HCl
ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურები			
მარცვლოვნები, მათ შორის სიმინდი	2	2	3
მზესუმზირა და სხვა ზეთოვანი კულტურები	1	1	2
კარტოფილი	1	1	2
ჭარხალი, კომბოსტო	2	3	2
გოგრიანების ოჯახის მცენარეები	1	1	1
საკვები კულტურები			
მარცვლეული, მარცვლოვანნი	2	5	3
საკვები პარკოსნები	3	5	3
საკვები კომბოსტო	1	5	1
ხეხილ-კენკროვანი კულტურები			
თესლოვნები	4	4	5
კურკოვნები	2	5	3
კენკროვნები, კაკალი	5	5	4

თხილი	3	5	5
ვაზი	3	5	5
მარწყვი	1	5	5
ტყის კულტურები			
სოჭი, ნაძვი	5	5	5
ტუია, უთხოვარი, ღვია, ფოთლოვანი ხეები	3	3	3
დეკორატიული მცენარეები (ოჯახები)			
შროშანისებრნი	1	5	2
ბაიასებრნი	2	2	2
პარკოსანი	3	3	3
ნემსიწვერისებრნი	1	1	1
არალიასებრნი	1	1	1
მიხაკისებრნი	2	3	1
მანანასებრნი	1	1	1
რთულყვავილოვანი	1	1	1

ხარისხი (გუდერიანი, 1979)

შენიშვნა: ციფრებით აღნიშნულია ტოქსიკურობის ხარისხი: 1 ძალიან
სუსტი; 2 სუსტი, 3 საშუალო; 4 ძლიერი; 5 - უძლიერესი;

მცენარეებს დიდ ზიანს აყენებს გოგირდის ნაერთები, რომლებიც
ატმოსფეროში ხვდება ტექნოგენური გამონატყორცნების შედეგად.
გოგირდი მცენარეების მინერალური კვების ერთ-ერთი ელემენტია,
მისი ნაერთები მცირე რაოდენობით და დაბალი კონცენტრაციებით

მასტიმულირებელ გავლენას ახდენენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდასა და მოსავლიანობაზე. ეს ზემოქმედება განსაკუთრებით ეფექტურია იმ ნიადაგებზე, სადაც აღინიშნება გოგირდის ნაერთების დეფიციტი. ამ ნაერთების მაღალი კონცენტრაციები იწვევს მცენარეებში ფიზიოლოგიურ მოშლილობას, რის შედეგადაც ხდება პროდუქტიულობის შესაძენი შემცირება. მცენარეების რეაქცია SO_2 -ის ზემოქმედებაზე განისაზღვრება სხვადასხვა ფაქტორით, მათ შორის მცენარის ჯიშით, ღარგვის პერიოდით, ასაკით, განათების ინტენსიურობით, ჰაერის ტემპერატურით, ნიადაგის ტენიანობით. გარგნულად გოგირდით მცენარეების დაზიანება მჟღავნდება თეთრი და ყავისფერი ნეკროტული ლაქების და აგრეთვე ძარღვთაშორისი ნეკროზის სახით. ზოგჯერ მცენარეების დაზიანება ხდება ხილული სიმპტომების გარეშე, მაგრამ მეტაბოლიზმის, ზრდის, რეპროდუქტიული განვითარების ძირითადი პროცესების დარღვევით. გოგირდის ნაერთები უარყოფითად მოქმედებს ფოტოსინთეზზე. გოგირდის დიოქსიდი იწვევს ფოთლებში ქლოროფილის შემცველობის, ფოტოსინთეზის დონის შემცირებას. ამ დროს ხდება ფოტოსინთეზის პროდუქტების განაწილების დარღვევა. სიმინდის ქლოროპლასტების სტრუქტურის შესწავლამ SO_2 -ის ზემოქმედების შემდეგ გამოამჟღავნა მისი მნიშვნელოვანი შეცვლა. ამის გარდა მცირდება CO_2 ფოტოსინთეზური შთანთქმისადმი სიმინდის ფოთლების მეზოფილის უნარი. ფუმიგაციის დროს მცირდება მცენარეების ზრდის პროცესების ინტენსივობა, იგრძნობა ფოთლების კიდევები და ა.შ.

ატმოსფეროში გოგირდის კონცენტრაციის გადიდებაზე ხორბალს გააჩნია სწრაფი ტესტ-რეაქცია. ამ მიზეზით ხორბალს იყენებენ სტრესის ადრეულ ინდიკატორად, როგორც ბიოლოგიური პროდუქტიულობის დასაწყისი. გოგირდის დიოქსიდის კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად ირღვევა მცენარეების უნარი, რათა უჯრედებში შეინარჩუნონ და დააგროვონ ტენი. ეს ამცირებს მცენარეების მდგრადობას გვალვებისადმი და გამოწვეულია უჯრედების დაზიანებით და ბაგეების ფუნქციონირების დარღვევით. მეტაბოლიზმის პროცესების დარღვევას უკავშირებენ SO_2 -ის შთანთქმის დროს pH შეცვლას. გოგირდის დიოქსიდი არღვევს ორმაგ ლიპიდურ შრეს და შიდა ცილოვან მემბრანას, რაც ზრდის კალიუმის, კალციუმის და აგრეთვე შაქრების შეღწევადობას. ამ დროს ხდება მინერალური მარილების უკუდენა, მკვეთრად მცირდება pH მაჩვენებელი. წყალთან SO_2

ურთიერთობისას უჯრედებში თავისუფლდება პროტონები (H^+) და ანიონები (HCO_3^- და SO_3^{2-}). პროტონების განთავისუფლება იწვევს pH - მნიშვნელოვან შემცირებას. გოგირდის დიოქსიდის დაბალი კონცენტრაციის პირობებში (20 მკგ/მ³) მცენარეები რთავენ რეპარაციის მექანიზმს, რომლის დროს ხდება პროტონების მოცილება, ანიონებთან ურთიერთმოქმედებით სუსტი მჟავების წარმოქმნა, CO_2 -ში ენდოგენური ორგანული მჟავების დაჟანგვა, უჯრედის მჟავეგამძლე ნაწილებში პროტონების შეღწევა.

მთელი რიგი გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ქერის ფოთლებში მოხვედრილი გოგირდის დიოქსიდის 70 % გარდაიქმნება გოგირდის მჟავაში, ხოლო დარჩენილი 30 % განიცდის დეტოქსიკაციას. უჯრედებში გოგირდის აკუმულაციის შემთხვევაში დეტოქსიკაციის ერთ-ერთი გზაა გოგირდის შემცველი თავისუფალი ამინომჟავების (ცისტეინი, მეთიონინი, გლუტათიონი) წარმოქმნა. ეს უკანასკნელი დასტურდება SO_2 ზემოქმედების საპასუხოდ უჯრედებში ამ ნივთიერებების შემცველობის ზრდით. დადგენილია, რომ SO_2 ფიტოტოქსიკური კონცენტრაცია აღინიშნება 50-90 მკგ/მ³ ინტერვალში. კარტოფილი იტანს ჰაერში SO_2 საკმაოდ დიდ კონცენტრაციებს (250 მკგ/მ³)

ფტორი წარმოადგენს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების საკმაოდ საშიშ ტოქსიკანტს. ფტორის ნაერთები შეიძლება იყოს გაზისებრი (HF , SiF_4 , H_2SiF_2 , CF_4) ან იყოს წარმოდგენილი მყარი ნაწილაკებით და აეროზოლებით (NaF , CaF_2 , Na_3AlF_6 , AlF_3 , Na_2SiF_6). გაუჭუჭყიანებული აგროეკოსისტემის ატმოსფეროში ფტორის შემცველობა შეადგენს 1.10^{-4} მგ/მ³. ფტორის ნაერთებით გაჭუჭყიანების ძირითადი საშიშროება გამოწვეულია ტოქსიკური წყალხსნადი ფორმების მაღალი ქიმიური აქტიურობით. ფტორის ნაერთები შედის რეაქციაში ნიადაგის როგორც ორგანულ, ისე არაორგანულ კომპონენტებთან. ნიადაგით აღსორცის დროს ფტორის ანიონები ურთიერთობენ ნიადაგის შთანთქმავ კომპლექსთან, რომლის ნაწილაკები იძენენ უარყოფით მუხტს და იწყებენ განცალკევებას. ამის შედეგად ხდება ნიადაგური მასის დისპერგირება, ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შეცვლა და, როგორც შედეგი, ნაყოფიერების შემცირება. თანამედროვე გამოკვლევებით ფტორი არ მონაწილეობს ნივთიერებების გაცვლაში; დეტოქსიკაცია არ ხდება. ამის შედეგად შესაძლებელია ფტორის ნაერთების დაგროვება

მემცენარეულ პროდუქციაში ისეთი კონცენტრაციით, რომელიც ტოქსიკურია ადამიანისა და ცხოველებისათვის. ინტოქსიკაციის სიმპტომები ჩნდება მაშინ, როდესაც ფტორი გროვდება ქსოვილებში 1,5-2,0 მგ/კგ მეტი კონცენტრაციით.

მცენარეების დაზიანების ხასიათი და ხარისხი დამოკიდებულია ფტორის ფორმაზე, მის კონცენტრაციაზე, ზემოქმედების პერიოდზე, მგრძნობიარობასა და ასაკზე, მცენარის სახეობაზე, კვების მინერალური ელემენტების შემცველობაზე, ჰაერის ტენტევადობასა და ტემპერატურაზე. მცენარეების დაზიანების სიმპტომები მჟღაენდება ფოთლების კიდურების და კენწეროს ნეკროზით. ძლიერი ტოქსიკოზის შემთხვევაში ფოთოლი იღებს მოწითალო-ყავისფერ შეფერილობას. ფტორი დაზიანებისადმი მეტად მდგრადია ბამბა და ჩაი. ამ კულტურების ქსოვილებში წარმოიქმნება AL-F კომპლექსები, რაც ამცირებს ორივე ელემენტის ტოქსიკურობას. ფტორის გავლენის შესაფასებლად ბიოინდიკატორად იყენებენ გლადიოლუსს. ფტორით მცენარეების ინტოქსიკაციის დროს ხდება მისი დაგროვება მცენარეებში, ქლოროფილის შემცველობის და ფოტოსინთეზის ინტენსივობის შემცირება, ცილის ბიოსინთეზი, სუნთქვის გაძლიერება, ფიტოჰორმონების აქტიურობის ინგიბირება, Ca, Mg, Mn შებოჭვით მინერალური კვების დარღვევა. ინტოქსიკაციის შედეგად ხდება მოსავლის შემცირება და უარესდება მისი ხარისხი. ფტორის გამონატყორცნების წყაროდან სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები უნდა იყოს მოცილებული სულ ცოტა 3 კმ მანძილზე. ფტორით გაჭუჭყიანებული საკვები უნდა აირიოს სუფთა საკვებთან. მარცვლოვანი კულტურების პროდუქტიულობაზე ფტორის ნეგატიური ზემოქმედების შესამცირებლად სასარგებლოა მცენარეების კალციუმის გვარჯილის 0,1 % ხსნარით 3-ჯერადი შესყურება.

აგროეკოსისტემების მდგრადობაზე ნეგატიურ გავლენას ახდენს აგრეთვე აზოტოვანი ნაერთები. მაღალტემპერატურული წვის დროს უშუალოდ ატმოსფეროში ხვდება აზოტის ოქსიდი (NO), რომელიც საკმაოდ სწრაფად იჟანგება აზოტის დიოქსიდამდე (NO₂). ეს უკანასკნელი მონაწილეობს ფოტოქიმიურ რეაქციებში, რის შედეგად წარმოიქმნება ძლიერი დამჟანგველი (ოზონი და პეროქსიაცეტილნიტრატები). გოგირდის დიოქსიდთან ერთად NO₂ წარმოქმნის მჟავე აეროზოლებს და ნალექებს. აზოტის დიოქსიდი მცირე რაოდენობით წარმოადგენს მცენარეებისათვის მინერალური

კვების წყაროს. ამასთან ერთად, ის მასტიმულირებელ გავლენას ახდენს ფიზიოლოგიურ პროცესებზე (ფოტოსინთეზი, ცილების ბიოსინთეზი და ა.შ.). მცენარეების მიერ აზოტის ოქსიდების გარდაქმნა ხდება შემდეგი სქემით: NO^- - NO_3^- - NO_2^- - NH_4^+ - ამინომჟავები-ცილები. აზოტის ოქსიდების ასიმილაციის დროს წარმოქმნილი ნიტრატები (NO_3^-) მეტად ტოქსიკურია და ამუხრუჭებს სხვადასხვა ფიზიოლოგიურ პროცესებს. ზოგიერთ მცენარეში წარმოიქმნება ამიაკი, რომელიც იწვევს უჯრედების დაზიანებას. მცენარეულ ქსოვილებში აღინიშნება შთანთქმული აზოტის დიოქსიდის დაახლოებით 65 % ეს იმას ნიშნავს, რომ NO_2 ასიმილაცია პირველ რიგში დაკავშირებულია გამჭუჭყიანებელი ნივთიერებების დეტოქსიკაციასთან და არა საკვებ ფუნქციასთან.

სამრეწველო ობიექტებთან და საავტომობილო გზებთან უშუალო სიახლოვეში აზოტის ოქსიდების მაღალი კონცენტრაციების ზეგავლენით სასოფლო-სამეურნეო კულტურები ძლიერ ზიანდება და ეს იწვევს აგროეკოსისტემების პროდუქტიულობის დაქვეითებას. აზოტის ნაერთებით დაზიანების სიმპტომები მუდგანდება ფოთლებზე მუქი და ყავისფერი ნეკროტული ლაქების გაჩენით, ძარღვთშორისი ნეკროზით, ზრდის ინტენსიობის შემცირებით, ფოტოსინთეზის პროცესების დარღვევით, ავადმყოფობებით და მავნებლებით დაზიანებლობის გაძლიერებით, სტრესებისადმი მდგრადობის შემცირებით.

ძლიერ გაჭუჭყიანებულ რაიონებში მცენარეებს უშუშავდება O_3 , SO_2 , NO_2 გაჭუჭყიანებისადმი მდგრადობა. გამოკვლევებით დადგინდა, რომ გაჭუჭყიანებულ ფართობებზე "სუფთა" ნაკვეთებთან შედარებით მდელის ბალახებზე O_3 , SO_2 , NO_2 ზეგავლენა არ იწვევს ზრდის შენელებას და მოსავლიანობის შემცირებას. სოიოს ნაზარდების დამუშავება SO_2 დაბალ კონცენტრაციებში საგრძნობლად ზრდიდა მათ მდგრადობას ამ გამჭუჭყიანებლების მიმართ. XX საუკუნის დასაწყისში გამოყვანილი ზორბლის ჯიშები თანამედროვე ჯიშებთან შედარებით ნაკლებად მდგრადი გამოდგნენ SO_2 და NO_2 -ის მიმართ.

ჰაერის გაჭუჭყიანების საპასუხოდ მცენარეებში ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური ცვლილებების ხასიათი წააგავს სხვა სახის სტრესების (პესტიციდების მაღალი დოზები, დამლაშება, გვალვა) საპასუხოდ დადგენილ ცვლილებებს. მცენარეებში სტრესი იწვევს ფერმენტების აქტიურობის შეცვლას; მეტაბოლიტები იწყებენ დაგროვებას

აზალგაზრდა ფოთლებსა და ნაზარდებში. მცენარეებზე აზოტის და გოგირდის ოქსიდების ტექნოგენური ზემოქმედება აძლიერებს მათი სვენების ჰორმონის აბსციზური მჟავის შემცველობის ზრდას. საველე პირობებში აბსციზური მჟავის ზეგავლენით იზრდება გვალვაგამძლეობა, ავადმყოფობისადმი იმუნიტეტი, ხდება ასიმილანტების გადანაწილება (ძლიერდება ღეროებიდან ტუბერებისა და ძირხვენებში უკუღენა და ა.შ.).

გამჭუჭყიანებული ნივთიერებები, ერთის მხრივ, უშუალოდ გროვდება მცენარეების ქსოვილებში და, მეორეს მხრივ, ცვლის მათი ბინადრობის გარემოს. ბევრ მცენარეს უცხო ნივთიერებებიდან დაცვის მორფოსტრუქტურული მექანიზმების გარდა გააჩნია დეტოქსიკაციის და შთანთქმული ტოქსიკანტების დაჟანგვის დეგრადაციის მექანიზმი.

მცენარეების სატრანსპორტო-სამრეწველო წარმოშობის ტოქსიკანტებთან შეგუება ხდება შემდეგი ზერხებით:

ქსეროფიტიზაციით, ძირითადად კუტიკულას გასქელებით, ბუსუსების ზრდით და ა.შ. ამის შედეგად მცირდება მცენარეში ტოქსიკანტების შეღწევის სისწრაფე და მათი რაოდენობა;

ფიზიოლოგიური შეგუებლობით - მეტაბოლიზმში გამოყენებით ტოქსიკური ნივთიერებების გაუვნებლობის და აკუმულაციის მექანიზმების მოქმედების გაძლიერება ან ორგანიზმიდან მათი მოცილება უფრო მეტი კატიონ-ანიონური ტვეადობის ხარჯზე. ეს მიმართულება ყველაზე რთულია და მრავალვარიანტული.

ბუნებრივი შერჩევით ქემოვარიანტული პირობებისადმი ყველაზე მეტად შეგუებული ინდივიდები უზრუნველყოფენ ტერიტორიის შევსებას მცენარეებით.

აგროეკოსისტემების მდგომარეობის ინტეგრალურ მაჩასიათებლად იყენებენ ეკოლოგიური არაკეთილდღეობის მაჩვენებლებს, რომლებიც შეესაბამება ნორმას, რისკს, კატასტროფას და უბედურებას.

ნორმა სისტემის მდგომარეობა, რომელიც შეესაბამება მის წონასწორობას, მდგრადობას; რისკია ადამიანის მიმდინარე და დაგეგმილი სამეურნეო საქმიანობის შედეგად გარემოს დეგრადაციის ან არამყარ მდგომარეობაში გადასვლის ალბათობა; კატასტროფა გარემოს გაუწონასწორებელი, არასტაციონალური გარდაქმნა, რომლის შედეგად ხდება მდგრადობის (წონასწორობის) დაკარგვა საკუთარი და გარეშე პარამეტრების სწრაფი შეცვლის შედეგად; უბედურება

კატასტროფის შედეგები, ეკოლოგიური სისტემის (გარემოს) გაწონასწორებული მდგომარეობა უკიდურეს დაბალ ენერგეტიკულ დონეზე (ბუნების დაცვის განმარტებითი ლექსიკონი, 1995).

ცხრილი 11

ეკოლოგიური არაკეთილდღეობის აგროცენოტური მაჩვენებლები (ვინოგრადოვი, 1998)

მაჩვენებელი	ნორმა	რისკი	კატასტროფა	უპედურება
ნათესების მოსავლიანობის შემცირება, % ნორმიდან	<15	15-40	40-80	>80
აგროცენოზების დანაგვიანება, ფართობის %	<10	10-40	40-80	>80
ნათესებში მანებლების განვითარება, ფართობის %	<10	10-20	20-50	>50
ნათესების სისტემატური განადგურება, ფართობის %	<5	5-15	15-30	>30
საძოვრების მცენარეულობით პროექტიული დაფარულობა, % ნორმიდან	>80	60-80	20-50	<10
საკვები სავარგულების მოსავლიანობა, % ნორმიდან	>80	60-70	30-50	<20
საძოვრების გადატვირთვა, % არსებული ნორმიდან	<100	100-150	150-2000	<200
რეკრეაციული დატვირთვის სიმკვრივე, % ნორმიდან	<10	10-20	20-40	>40

საჭიროა გარემოს გაჭუჭყიანების პროცესების მართვა. მართვის ოპტიმალური გადაწყვეტილებების შემუშავებისა და რეალიზაციისათვის პირველხარისხოვან ამოცანას წარმოადგენს გაჭუჭყიანების ზემოქმედება და გავრცელება, ბუნებრივი ობიექტების და კომპონენტების უკურეაქციის შესახებ სანდო და უტყუარი საწყისი ინფორმაციით უზრუნველყოფა. ამგვარად, მეტად მნიშვნელოვანია ტექნოგენეზის შესახებ მონაცემების პირველადი

ბაზის ფორმირების ობიექტურობა, რისთვისაც საჭიროა სერიოზული მეთოდოლოგიური საფუძვლის არსებობა.

ბუნების საერთო კანონები ერთიანია, ხოლო კონკრეტულ, მატერიალურ სისტემებს გააჩნია ინდივიდუალური თვისებები, რომლებიც განსაზღვრავენ მათ სპეციფიკას. ბიოსფეროსთვის, მისი იერარქიული დონეების და სტრუქტურებისათვის, სადაც ზდება ცოცხალი ნივთიერების ურთიერთშეხამება დამახასიათებელია პროცესების და მოვლენების კომპლექსურობა. ამ დროს უზრუნველყოფილია მატერიის სხვადასხვა ფორმის თავისებურებების შეხამება. პროფ.გ.ხილმის განმარტებით ბიოსფერო თანაბრად წარმოადგენს გეოფიზიკურ, თერმოდინამიკურ, ქიმიურ, ბიოლოგიურ და კიბერნეტიკულ სისტემას. არც ერთი ამ დახასიათებიდან არ შეიძლება რომ იყოს უგულვებელყოფილი და არც ერთ მათგანს არ გააჩნია უპირატესი რეპრეზენტატიულობა. ბიოსფეროს სრული მეცნიერულად დასაბუთებული აღწერა შეუძლებელია ერთი რომელიმე მეცნიერების ან ერთი მეცნიერული მიმართულების ენაზე.

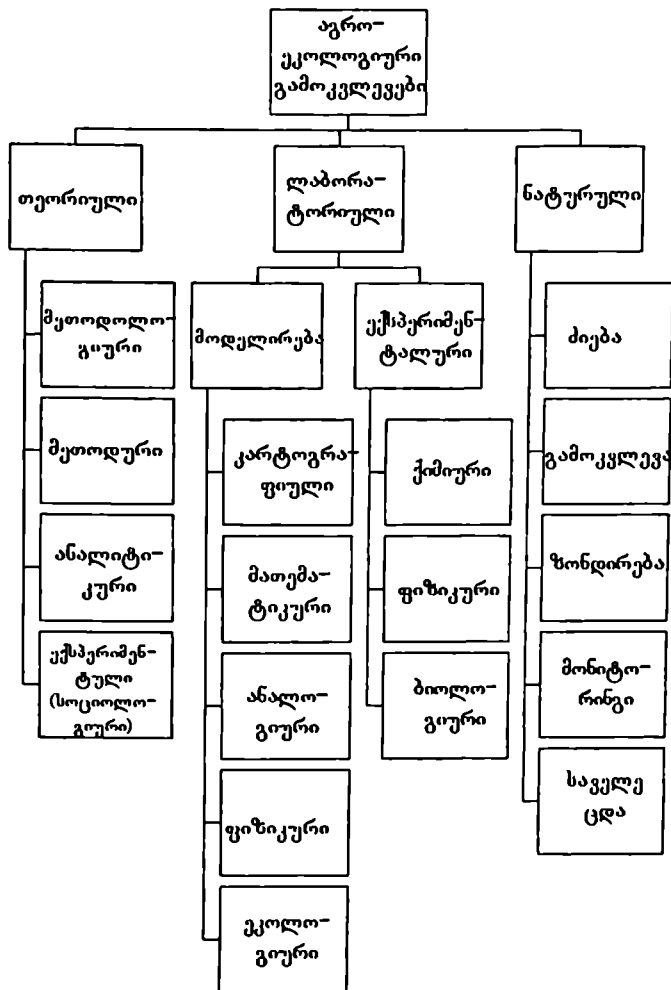
ადამიანთა საზოგადოების ჩამოყალიბებისას პირველადი ბიოსფეროს ფარგლებში ჩამოყალიბდა და ვითარდება ბიოტექნოსფერო. ეს უკანასკნელი წარმოადგენს პლანეტის ოლქს, სადაც არსებობს ცოცხალი ნივთიერება და ადამიანის მიერ შექმნილი ურბანო-ტექნიკური ობიექტები და სადაც მჟღავნდება მათი ურთიერთობა და გარემოზე გავლენა. ანთროპოგენური ფაქტორების ზეგავლენით ზდება ბიოსფეროს ძირითადი თვისებების და ელემენტების შეცვლა. მათ შორის, ატმოსფეროს, ხმელეთის და მსოფლიო ოკეანის, ლიტოსფეროს, ხმელეთის ზედაპირის და ნიადაგების, ბიოთას შემადგენლობის და თვისებების შეცვლა. ყოველივე ეს იწვევს გეოფიზიკურ და გეოქიმიურ შედეგებს და ეფექტს (სხვადასხვა ელემენტების წრებრუნვის დარღვევა, ოზონის შრის დარღვევა, ხმელეთის ზედაპირის ეროზია და სხვა), განსაზღვრავს ეკოსისტემების დარღვევასთან (ხმელეთის და წყლის ეკოსისტემების შეცვლა, არსებული სახეობების მოსპობა და ახალი სახეობების გაჩენა, ბიოპროდუქტიულობის დაცემა, ნიადაგის დეგრადაცია და სხვა) დაკავშირებულ ეკოლოგიურ და ბიოლოგიურ შედეგებს. ეს იწვევს აგრეთვე სხვადასხვა მასშტაბის სოციალურ შედეგებს, გავლენას ახდენს ჯანმრთელობასა და კეთილდღეობაზე. ბუნებრივ კომპლექსებსა და მის კომპონენტებზე ნეგატიური ზემოქმედების გამორიცხვის ან

მინიმუმამდე დაყვანის მიზნით საჭიროა ბიოტექნოსფეროს ეკოლოგიური თვითუზრუნველყოფის მდგომარეობამდე მისწრაფება. თავის მხრივ ის უნდა ეთანხმებოდეს ბუნების კანონებს და აკმაყოფილებდეს კაცობრიობის მოთხოვნილებებს. ეს მოთხოვნილებები შეიძლება იყოს დაკმაყოფილებული ბუნების ძალებზე საზოგადოების მიზანდასახული ეკოლოგიურად უსაფრთხო ზემოქმედების გზით. ასეთი სახის სტრატეგიის და ტაქტიკის შესაძულებლად საჭიროა ბიოტექნოსფეროს და მისი განვითარების შესაძლებელი გზების შეშეცნება. ყოველივე ეს შესაძლებელია საბუნებისმეტყველო და სოციალური გამოკვლევების საფუძველზე.

აგროეკოლოგიური გამოკვლევები უნდა ითვალისწინებდეს საკვლევი ობიექტების, მოვლენების, პროცესების ზემოქმედებას და შედეგების თავისებურებებს.

აღნიშნული სქემის სრული რეალიზაცია თანამედროვე აგროეკოლოგიის ერთ-ერთ საკვანძო ამოცანას წარმოადგენს.

ტექნოგენეზის და მისი შედეგების შესწავლისას მნიშვნელობა აქვს როგორც ქიმიური ანალიზის კლასიკურ მეთოდებს, ასევე ინსტრუმენტალური ანალიზის თანამედროვე მეთოდებსაც. ანალიზის ყველაზე მისადაგებული მეთოდის შერჩევა დამოკიდებულია შესასწავლი ნაერთის ბუნებაზე (სხვადასხვა წარმოშობის მინარევი, გახსნილი ნივთიერებები და ა.შ.). ანალიზის მეთოდმა უნდა უზრუნველყოს მარტივი, სწრაფი და ზუსტი განსაზღვრა. ქვემოთ მოტანილია ქიმიური ანალიზის მეთოდების ერთ-ერთი კლასიფიკაცია, რომელიც ფართოდ გამოიყენება გამჭუჭყიანებული ნივთიერებების განსაზღვრისას.



ნახ. 13. აგროეკოლოგიური გამოკვლევების მეთოდების კლასიფიკაცია (კორმილიცინი და სხვ., 1997)

ცხრილი 12

ბიოსფეროში გამჭუჭყიანებული ნივთიერებების განსაზღვრის
მეთოდები (ლოზანოესკაია და სხვ., 1998)

მეთოდი	ნმუში*	საჭირო მანქანობა	ფარდობით- სელექტიურობა	ანალიზის ობიექტები
გრავიმეტრიული	მთ. გ.	სტანდარტუ- ლი ლაბო- რატორიული	კარგი	ძირითადი კომპონენტები
ტიტრიმეტრიული	მთ. გ.	სტანდარტუ- ლი ლაბო- რატორიული	კარგი	ძირითადი და ნახევარძირი კომპონენტები
სპექტროფოტომეტრია ხილულ ნაწილში	მთ. გ.	კოლორიმეტ- რი, სპექ- ტროფოტომე- ტრი	დამაკმაყოფი- ლებელი	ნახევარძირი და მიკროკომპონენტი
ულტრაიისფერი სპექტროფოტომეტრია	მთ. გ.	უფ-სპექტრო- ფოტომეტრია	დამაკმაყოფი- ლებელი	ნახევარ- ძირი და მიკროკომპონენ- ტები (ქრომაფორები და ორგანული ნივთიერებები)
ალური ემისიური სპექტროსკოპია	მთ.	ალური ფოტომეტრი	კარგი	მიკროკომპონენ- ტები (ტუტე- ტუტეშიწა და სხვა ლითონ- ები)
ატომურ-აბსორბციული სპექტროსკოპია	მთ.	ა-სპექტროფ- ოტომეტრი	საუკეთესო	მიკროკომპონენ- ტები (გარდამავალი და სხვა ლითონები)
გაზური ქრომატოგრაფია	თ. გ.	გაზური ქრომატოგრა- ფია	საუკეთესო	ძირითადიდან მიკროკომპონენ- ტებამდე

კოლტამპერომეტრია	თ.	მუდმივი დენის იმპულსური პოლაროგრა- ფი	კარგი	მიკროკომპონ- ენტები, ლითონების კვალი (Ag, Bi, Cd, Fe, Pb, Sb, Sn, Zn და სხვა)
სპექტროფლუორომეტ- რია	მ.თ.	მარვეისტრი- რებული სპექტროფლ- უორომეტრი	კარგი	მიკროკომპონ- ენტები (ორგანული და არაორგანული ბინარეები)
რენტგენფლუორესცენ- ციური სპექტრომეტრია	მ.თ.	რფ-სპექტრო- მეტრი	კარგი	ნახევარმიკრო- კომპონენტები (ელემენტები ნიადაგში)
თხევადი ქრომოტოგრაფია	მ.თ.	მაღალი წნევის თხევადი ქრომოტოგრა- ფია	კარგი	მიკროკომპონ- ენტები, ძირითადად ში ორგანული ნივთიერებები
პოლაროგრაფია	თ.	მრავალფუნქ- ციონალური პოლაროგრა- ფი	კარგი	ნახევარმაკ- რო- და მიკროკომპონ- ენტები, მრავალი ელემენტი და ორგანული ნივთიერება
ინფრაწითელი სპექტროსკოპია	მ.თ.გ.	ინფრაწითელი სპექტრომეტ- რი	დამაკმაყოფი- ლებელი	ძირითადი და მიკროკომპონ- ენტები, ორგანული ნივთიერება და გაზები
მიკრობიოლოგიური	მ.თ.	მიკრობიოლო- გიური მოწყობილობა	დამაკმაყოფი- ლებელი	მიკროკომპონ- ენტები, ორგანიზმები

*მ - მყარი, თ - თხიერი, გ - გაზისებრი.

მოყვანილ კლასიფიკაციაში არ არის აღნიშნული ანალიზის მრავალი მეთოდი (იონოსელექტიური ელექტროდები, ელექტრონული მიკროსკოპია, ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსი, მას-სპექტრომეტრია, თხელშრიანი ქრომატოგრაფია და სხვ.), რომლებიც იძლევა კარგ შედეგებს გაჭუჭყიანებული ნივთიერებების შესასწავლად. მაგრამ ასეთი სახის ხელსაწყოები ძნელად მისაწვდომია ჩვეულებრივი ლაბორატორიებისათვის. ჰაერის, ბუნებრივი და ჩამონადენი წყლების, ნიადაგების გამოკვლევების მეთოდების შერჩევა დამოკიდებულია მოწყობილობების ღირებულებასა და მისაწვდომობაზე.

ტექნოგენეზის არსის გაგება წარმოადგენს აგროეკოსისტემებზე გაჭუჭყიანების ზეგავლენის შეზღუდვის კონსტრუქციული მიდგომის ფორმირების მნიშვნელოვან წინაპირობას.

2.2. ნიადაგების ეროვნია და მისგან დაცვა

ეროზიისგან ნიადაგების დაცვის პრობლემა სულ უფრო აქტუალური ხდება. ეს გამოწვეულია ორი მიზეზით: ბიოსფეროში ნიადაგების განსაკუთრებული მნიშვნელობით და ნიადაგური საფარის კრიტიკული მდგომარეობით. ნიადაგი არა მარტო სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ძირითადი საშუალებაა, არამედ ზმელეთის ეკოსისტემების უმნიშვნელოვანესი კომპონენტი, დედამიწაზე ენერგიის მძლავრი აკუმულიატორი, ატმოსფეროს და ჰიდროსფეროს შემადგენლობის რეგულიატორი და საიმედო ბარიერია გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებების მიგრაციის გზაზე. ამასთან ბიოსფეროს ეს შეუცვლელი კომპონენტი განიცდის მნიშვნელოვან დეგრადაციას.

1992 წელს რიო-დე-ჟანეიროში გაეროს ეგიდით გამართულ გარემოსა და მისი განვითარებისადმი მიძღვნილ კონფერენციაზე მოტანილი იყო დედამიწის ნიადაგური საფარის დეგრადაციის შემდეგი მონაცემები: უკიდურესად არის დეგრადირებული 1 %, ძლიერად - 15 %, ზომიერად - 46 %, სუსტად - 36 %. ამგვარად, სხვადასხვა ხარისხით დეგრადირებულია პლანეტის მთელი ნიადაგური საფარი.

დეგრადაციის სახეების მიხედვით გაბატონებულია წყლისმიერი ეროზია - 56 %, ქარისმიერი - 28 %, ქიმიური დეგრადაცია - 12 % და ფიზიკური დეგრადაცია 4 %.

ეროზია ლათინურ-ფრანგული წარმოშობის ტერმინია “erodere” და ამოჭმას ნიშნავს. ცნება “ეროზია” მრავალმნიშვნელოვანია, ის გამოიყენება ნიადაგთმცოდნეობაში, გეოლოგიაში, მელიცინაში, ტექნიკაში და სხვა საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში. ნიადაგთმცოდნეობაში ეს ცნება მრავალმნიშვნელოვანია: ნიადაგის სტრუქტურის ეროზია, სამხედრო ეროზია, ქიმიური ეროზია, წყლისმიერი და ქარისმიერი ეროზია.

ეროზია არის ღროებითი წყლის ღინების ზედაპირული ჩამონადენით და ქარით ნიადაგების (ზოგჯერ დედა ქანების) მოწყვეტის, გადაადგილების და დაღეკვის ურთიერთდაკავშირებული პროცესების ერთობლიობა (კუზნეცოვი, გლაზუნოვი, 1996).

წყლისმიერი ეროზია ხდება წვიმის, მდნარი, სარწყავი და ნასხლეტი წყლების ზეგავლენით.

ქარისმიერ ეროზიას ხშირად განმარტავენ როგორც ნიადაგის დეფლაცია. ეს ტერმინიც აგრეთვე უცხოური წარმოშობისაა (ფრანგული “de” - განზე და ლათინური “flare” - ბერვა).

წყლისმიერი ეროზიის წარმოშობის აუცილებელი პირობაა ზედაპირული წყლების ჩამონადენი ან ზედაპირული ჩამონადენი. არჩევენ ზედაპირული ჩამონადენის სამ ძირითად სახეს: წვიმის, მდნარი და სარწყავი წყლის ჩამონადენი. მათ შეესაბამება ნიადაგების ეროზიის სამი სახე: 1) წვიმის ეროზია (ანუ თავსხმა ძლიერი წვიმების დროს); 2) ეროზია თოვლის დნობის დროს; 3) ირიგაციული ეროზია. ეროზიის ეს სახეები განსხვავდება არა მარტო ჩამონადენი წყაროს მიხედვით, არამედ პროცესის მექანიზმის და მათ მიერ მიყენებული ზარალის მიხედვით.

ეროზია თოვლის დნობის დროს ხასიათდება ნაკლები გამოხატულებით, მაგრამ ის უფრო ხანგრძლივია, ვიდრე წყლისმიერი ეროზია. თოვლის დნობის დროს, ნიადაგის დანაკარგი ეროზიისგან ჩვეულებრივ შეადგენს მხოლოდ რამდენიმე ტონას ჰექტარიდან.

ნიადაგის ეროზიის პროცესის ხანგრძლივობა წვიმის დროს ნაკლებია, ვიდრე თოვლის დნობის დროს, და იზომება წუთებით და საათებით, ხოლო ჩამორეცხილი ნიადაგის რაოდენობა გაცილებით მეტია. ის შეიძლება აღწევდეს ათეულ ტონას ჰექტარიდან. ამ შემთხვევაში ჩამორეცხილი ნიადაგის რაოდენობა დამოკიდებულია არა მარტო წყლის ნაკადის, არამედ წვიმის წვეთის პარამეტრებზე. რაც უფრო მეტია წვიმის წვეთების მასა და სისწრაფე, მით მეტია

მისი კინეტიკური ენერგია და მეტ ზიანს აყენებს ის ნიადაგს. ნიადაგთან წვეთის შეტაკებისას ხდება თვით წვეთის და ნიადაგის ძალიან პატარა მოცულობის დაშლა. დაშლის პროდუქტები შხეფების სახით სხვადასხვა მხარეს გაიფანტება. ამ უკანასკნელების ნაწილი ხდება არა ნიადაგის ზედაპირზე, არამედ დროებით წყალღენში (ჭავლი, ნაკადული) და იმით გაიტანება. ამგვარად, წვიმა ხელს უწყობს ნაკადულის “დატვირთვას” მყარი ფაზით. ამის გარდა, წვიმის წვეთები ნაკადში მოხვედრისას ტურბულენტურს ხდიან მას და ზრდიან გამრეცხ და მატრანსპორტირებელ უნარს.

ირიგაციული ეროზია, ანუ ნიადაგის ეროზია მორწყვისას, მორწყვის ხერხის მიხედვით იყოფა ქვესახეობებად: მორწყვა ორნატი, ზოლებით, ჭილიბით, დაწვიმებით.

დაწვიმება მორწყვის ერთ-ერთი ყველაზე პერსპექტიული სახეა. მას გამოიყენებენ პრაქტიკულად ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მორწყვისას. მორწყვის ეს სახე ამჟამად სულ უფრო მეტად ვრცელდება. ზედაპირული ჩამონადენი და ნიადაგების ეროზია დაწვიმებისას წარმოიქმნება იმ შემთხვევაში, როდესაც დაწვიმების ინტენსივობა აღემატება ნიადაგის მიერ წყლის შეწოვის ინტენსივობას.

ეროზიულ ფორმების მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით არჩევენ: 1) ზედაპირულ ეროზიას, ანუ ნიადაგის ჩამორეცხვას; 2) ხაზობრივ ეროზიას, ანუ ნიადაგის გადარეცხვას. ეროზიის ეს ორივე სახე შეიძლება ხასიათდებოდეს ნიადაგების ჩამორეცხვით და გადარეცხვით, მაგრამ უფრო ხშირად როგორც ერთით, ისე მეორეთი, იმის და მიხედვით, თუ ფერდობის რომელ ადგილას არის განლაგებული საკვლევი ნაკვეთი.

ზედაპირული ეროზია ან ჩამორეცხვა თავის მხრივ შეიძლება იყოს სიბრტყითი და ჭავლისებური. მათ შორის განსხვავება საკმაოდ პირობითია. ითვლება, რომ სიბრტყით ეროზიას იწვევს ნაკადის მთლიანი სუდარის მოძრაობა. პრაქტიკულად მისი წარმოქმნისათვის პირობები იქმნება იშვიათად და ნიადაგების ჩამორეცხვა ზორციელდება ძირითადად ჭავლისებრი ნაკადებით. ზედაპირულ და ხაზობრივ ეროზიებს შორის საზღვარი აგრეთვე პირობითია: ითვლება, რომ თუ ეროზიის ნიშნები მინდორზე ქრება ნიადაგის ჩვეულებრივი დამუშავების შედეგად, ეს არის ზედაპირული ეროზია, თუ არა ხაზობრივი.

ქარისმიერი ეროზიის აუცილებელი პირობაა ქარი, რომლის

სისწრაფე საკმარისია ნიადაგის ნაწილაკების გადასადგილებლად. ისეთი გარეგნული ნიშნებით, როგორიცაა მოვლენის ინტენსივობა, ხანგრძლივობა და მასშტაბები, და აგრეთვე ზარალის ოდენობა, არჩევენ ყოველდღიურ ქარისმიერ ეროზიას და ქარბუქებს. ეს განსხვავება საკმარისად პირობითია. ყოველდღიური ქარისმიერი ეროზიის განმასხვავებელი ნიშანია ქარის შედარებით დაბალი სისწრაფე, რომელიც მხოლოდ უმნიშვნელოდ აღემატება ნიადაგებისათვის კრიტიკულ სისწრაფეს. ყოველდღიური ქარისმიერი ეროზია განსხვავდება აგრეთვე მასშტაბებით და ჩვეულებრივ მოიცავს ერთ, ან რამდენიმე მომიჯნავე მინდორს, სადაც ვითარდება პროცესის ყველა სტადია ნიადაგის გამოქარვიდან ნაფენის დაღეჟამდე. პრაქტიკულად ყველა სახნავი მიწა (განსაკუთრებით დამუშავებისას) ამა თუ იმ ხარისხით განიცდის ყოველდღიურ ქარისმიერ ეროზიას. ქარის დიდი სიჩქარის დროს, რომელიც მნიშვნელოვნად აღემატება ნიადაგებისათვის კრიტიკულ სიდიდეს, არსებითად იზრდება ჰაერში ნიადაგური ნაწილაკების აწევის სიმაღლე. ის შეიძლება აღწევდეს ასეულ მეტრს, ხოლო გადატანის სიშორე ასეულ და ათასეულ კილომეტრს. მეტეოროლოგიაში მეტრის დიდი რაოდენობის გადატანა ძლიერი ქარით, რომელსაც თან ახლავს ზილვადობის გაუარესება ცნობილია ქარბუქის სახელწოდებით. ქარბუქი მრისხანე მოვლენაა, რომლის მასშტაბები ხშირად იღებენ სტიქიური უბედურების სახეს. XX საუკუნის 30-იანი წლების ქარბუქებმა თავისი კატასტროფული შედეგებით ბევრად განაპირობეს აშშ ნიადაგების დაცვის სამსახურის შექმნა.

ნიადაგების ეროზიის პროცესი რაოდენობრივად ხასიათდება ჩამორეცხვის (ან ჩამოყრის) ინტენსივობით, რომელიც გამოიხატება ტ/ჰა წელიწადში ან დაკარგული ნიადაგის სიმძლავრით დროის ერთეულში (სმ/წელ.). ამავე ერთეულებში იზომება ნიადაგთწარმოქმნის სისწრაფეც. ეროზიის საშიშროების ხარისხზე შეიძლება ვიმსჯელოთ, თუ შევაჯერებთ ჩამორეცხვის (ან ჩამოყრის) ინტენსივობას ნიადაგთწარმოქმნელი პროცესის სისწრაფესთან. თუ ეროზიის ინტენსივობა ნაკლებია ნიადაგთწარმოქმნის სისწრაფეზე, მაშინ ის არ წარმოადგენს საშიშროებას მოცემული ნიადაგისთვის. ასეთ ეროზიას მიიჩნევენ ნორმალურად. ინტენსიური ეროზია არის მაშინ, როდესაც ნიადაგების დანაკარგების ინტენსივობა აღემატება ნიადაგთწარმოქმნის სისწრაფეს.

ნიადაგების დანაკარგების ინტენსივობის შესაფასებლად შემუშავებულია სპეციალური კლასიფიკაცია.

ცხრილი 13

ნიადაგების ეროზიის ინტენსივობის შეფასების სკალა

ნიადაგის დანაკარგი წელიწადში, ტ/ჰა	ეროზიის შემასება
< 0,5	უმნიშვნელო
0,5 - 1	სუსტი
1 - 5	საშუალო
5 - 10	ძლიერი
> 10	უძლიერესი

ეროზიის ინტენსივობის პროგნოზირებისათვის ც.მირცხულავას მიერ შემოთავაზებულია ე.წ. ჰიდრომექანიკური მეთოდი (მირცხულავა, 1970).

ეროზია, რომელიც მელანდება ამჟამად, არის უთუოდ ადამიანის საქმიანობის შედეგი და ამიტომაც მას განმარტავენ, როგორც ანთროპოგენურ ეროზიას. არსებობდა და არსებობს ეროზია ადამიანის ჩაურევლად. ესაა გეოლოგიური ეროზია.

ნიადაგის ეროზია დიდ ზიანს აყენებს ქვეყნის სახალხო მეურნეობას, პირველ რიგში მიწის რესურსებს: მცირდება ნიადაგების ნაყოფიერება და დასამუშავებელი მიწის ფართობი.

მიწის რესურსები არაა უსაზღვრო, მათ შორის მსოფლიო მასშტაბითაც. ამჟამად დედამიწაზე სოფლის მეურნეობაში გამოიყენება მიწების დაახლოებით $1,5 \cdot 10^9$ ჰა. შესაძლებელია კიდევ $3,2 \cdot 10^9$ ჰა ახალი მიწების ჩართვა სასოფლო-სამეურნეო გამოყენებაში, მაგრამ ეს დაკავშირებულია მათ ათვისებაზე მზარდ კაპიტალურ დებანდებებთან. მდგომარეობა რთულდება მოსახლეობის დასახლების გეოგრაფიული არაერთგვაროვნებით: ხმელეთის 7 % ცხოვრობს

კაცობრიობის 70 %. ამ რთულ პირობებში ყოველწლიურად და სულ უფრო მზარდ მასშტაბებში ხდება სახნავი მიწების განკერძოება მშენებლობის (საქალაქო, სატრანსპორტო და სამრეწველო) მიზნებისათვის. ამის გარდა, ნიადაგების ნაწილი ყოველწლიურად იკარგება ეროზიის შედეგად.

ნიადაგის ეროზიისგან ზიანდება არა მარტო სოფლის მეურნეობა. ნიადაგი, რომელიც ირეცხება მინდვრებიდან, ილექება ტბორებში, ტბებში, წყალსაცავებში, ხდება არხებსა და მდინარეებში. ზოგიერთ შემთხვევაში ტბორები მთლიანად ილამება 10-15 წლის განმავლობაში. წყალსატევების დაღამვა და მდინარეებში წყლის სიმღვრივის ზრდა აძნელებს პიდროელექტროსადგურების მოქმედებას, წყალმომარაგების სისტემების და წყლის ტრანსპორტის მუშაობას. მდინარის მიერ ტრანსპორტირებული ნატანების რაოდენობა დამოკიდებულია მის აუზში ნიადაგების ეროზიის ინტენსივობაზე და შეიძლება აღწევდეს ძალიან დიდ სიდიდეებს. ყველაზე დიდი სიმღვრივით გამოირჩევა ჩინეთის მდინარეები ხუანხე და იანცი (35-40 კგ/მ³). წყალსაცავების, არხების და მდინარეების გაწმენდა თხოულობს დიდ კაპიტალურ დაბანდლებს.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ წყლის ჩამონადენის და ნიადაგის ჩამორეცხვისას სახნავიდან ხდება სასუქების და პესტიციდების 10-30 % გასხვისება, რომლებიც არა მარტო დაუბრუნებლად იკარგება, არამედ ახდენს ნეგატიურ გავლენას ტერიტორიის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე, განსაკუთრებით მდინარეების, ტბორების და წყალსაცავების წყლების ხარისხზე. აშშ წყლის გაწმენდაზე ყოველწლიურად იხარჯება ერთ მილიონ დოლარამდე,

დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგების ეროზიას რადიონუკლიდების მიგრაციაში. რადიოაქტიური იზოტოპები, მაგალითად ცეზიუმი-137, მჭიდროდ სორბირდება ნიადაგით და გადაადგილდება მასთან ერთად. ამის შედეგად ნიადაგების ჩამორეცხვის და დეფლიაციის დროს ხდება ძირითადად სახნავ პორიზონტში მოთავსებული, რადიონუკლიდების ტერიტორიულად გადაადგილება. ნიადაგების ეროზიის განვითარებამ დაჭუჭყიანებულ ტერიტორიაზე, შეიძლება გამოიწვიოს ჩამორეცხილი ან ჩამოყრილი ნიადაგების აკუმულაციის ადგილებში რადიონუკლიდებით გადიდებული შემცველობის რადიოაქტივობის ახალი კერების წარმოქმნა. ანალოგიური გზით ხდება ზოგიერთი ჰერბიციდებით ნიადაგების მეორადი დაჭუჭყიანების

კერების წარმოქმნა და აგრეთვე დამლაშება.

ასევე დიდი ზარალის მომტანია ქარისმიერი ეროზია. სხვადასხვა ხარისხით ყოველდღიურ ქარისმიერ ეროზიას განიცდის პრაქტიკულად ყველა სახნავი მიწა. ქარისმიერი ეროზიით გამოწვეული ზარალი მრავალფეროვანია. ამ დროს მცირდება ნიადაგების ნაყოფიერება, რაც დაკავშირებულია ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სიმძლავრის შემცირებასთან მისი ჩამოხრების შედეგად. ნიადაგის გამოქარვის შედეგად იწყება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნათესები. მცირე ინტენსივობის ქარისმიერი ეროზიის დროსაც აღინიშნება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის შემცირება. ხშირად, გამოქარვის შედეგად ილუპება აგრეთვე ქარსაფარი ტყის ზოლებიც.

ძლიერი ქარბუქის დროს ძნელდება სამრეწველო საწარმოების და ტრანსპორტის მუშაობა, იესება არხები. გვალვიან, მშრალ ადგილებში ნიადაგების და გრუნტების გამოქარვა საყრდენების ქვეშ არდევს ელექტროგადამცემების, ნათობ- და გაზსადენების მუშაობას. ქარისმიერი ეროზია დიდ ზიანს აყენებს ავიაციას - აეროდრომების მიდამოებში ატმოსფეროში მტერის დიდი შემცველობა იწვევს ძრავების ნაადრევ გაცვეთას. ჰაერის დამტვევრიანების გაზრდა უარყოფით გავლენას ახდენს ადამიანების ჯანმრთელობაზე.

საქართველოში ეროზირებული მიწების ფართობი დიდ სიდიდეებს აღწევს. ასე, მაგალითად, ქვეყანაში სულ ეროზირებულია სახნავების 30 %, აღმოსავლეთ საქართველოში ეს სიდიდე 29 %. ამასთან ყველაზე მეტად ეროზირებულია სახნავები ადიგენის (72 %), გურჯაანის (69 %), ბორჯომის (64 %), დუშეთის (54 %), ახალციხის (54 %), დმანისის (53 %) რაიონებში და სამხრეთ-ოსეთში (71 %). ყველაზე ნაკლებად ეროზირებულია სახნავები ლაგოდეხის (2 %), ყვარლის (6 %), დედოფლისწყაროს (8 %), ნინოწმინდას (12 %) რაიონებში.

დასავლეთ საქართველოში ეროზირებულია სახნავების 33 %. ყველაზე მძიმე მდგომარეობა აღინიშნება ქალაქ ჭიათურის ზონაში (96 %), ჩოხატაურის (94 %), მესტიის (89 %), ამბროლაურის (81 %), ხარაგოულის (79 %) რაიონებში.

საქართველოში აღრიცხულია ნიადაგების ქარისმიერი ეროზიით სუსტად დაზიანებული $296 \cdot 10^3$ ჰა, საშუალოდ $21 \cdot 10^3$ ჰა და ძლიერად - $24 \cdot 10^3$ ჰა.

ნიადაგის წყლისმიერი ეროზიის ფაქტორებიდან პირველ რიგში

აღსანიშნავია კლიმატური ფაქტორი. ეროზიულ პროცესებზე უმუშალო გავლენას ახდენს ნალექების ჯამური რაოდენობა, მათი სახე, ხანგრძლივობა, ინტენსივობა და აგრეთვე მოსვლის დრო. ეროზიული პროცესების განვითარებაზე გავლენას ახდენს აგრეთვე ტემპერატურა, ჰაერის ტენიანობა, ჰაერის სიჩქარე და სხვა.

წვიმის დროს ნიადაგის ეროზია ხდება წყლის ნაკადის და დამცემი წვეთების ერთდროული მოქმედებით. წვიმის წვეთები შლის ნიადაგის სტრუქტურას, ქმნის ნაკადში დამატებით ტურბულენტობას, ზრდის მისი გადარეცხვის და ტრანსპორტირების უნარს და აგრეთვე ტვირთავს ნაკადს ნიადაგების მოწყვეტილი ნაწილაკებით. წვიმის წვეთებს გააჩნია დიდი ენერგია, მაგრამ მათი უმრავლესობა (დაახლოებით 2/3) იხარჯება ნიადაგის გამკვრივებაზე და მცირე ნიადაგების ნაწილაკების მოწყვეტაზე და გადაადგილებაზე. ერთ ჰექტარიდან ნიადაგების ათეულობით ტონა ააქვს ჰაერში წვიმის წვეთების დარტყმას, მაგრამ მხოლოდ მისი ნაწილი გამოიტანება წყლის ნაკადებით.

ეროზიის მასშტაბები თოვლის დნობის დროს განისაზღვრება მდნარი წყლების ჩამონადენის პარამეტრებით, რაც განპირობებულია კონკრეტული ადგილმდებარეობის კლიმატური თავისებურებებით, გაყინული ნიადაგის წყალგამტარობით და მისი ეროზიის საწინააღმდეგო მდგრადობით.

წვიმის წვეთების კინეტიკურ ენერგიაზე დიდ გავლენას ახდენს ქარი.

გეოგრაფიულ ჭრილში ნიადაგების ეროზია პირდაპირ არ უკავშირდება ყველაზე ტენიან რეგიონებს. ამ მდგომარეობის ერთ-ერთი მიზეზი არის ის, რომ ნიადაგის ჩამორეცხვის სიდიდე ყველაზე მჭიდროდ დაკავშირებულია არა ნალექების საერთო რაოდენობასთან, არამედ მათ ინტენსივობასთან.

ეროზიის სიდიდე თოვლის დნობის დროს ბევრად დაზოგადებული თოვლში წყლის მარაგებზე. მდნარი წყლის ეროზიულ უნარს ახასიათებს არა მარტო თოვლში წყლის მარაგი, არამედ თოვლის დნობის ინტენსივობა.

ხმელეთის რელიეფი არა მარტო განსაზღვრავს მდნარი და წვიმის წყლების ჩამონადენის ფორმირების თავისებურებებს, მათთან დაკავშირებულ ეროზიის პროცესებს და სხვადასხვა ხარისხით ჩამორეცხილი ნიადაგების განლაგების კანონზომიერებას, არამედ

ზშირად თვით რელიეფი ფორმირდება ნიადაგების და მთის ქანების ეროზიის შედეგად.

ჩამონადენი ფორმირდება წყალშემკრეფი აუზის ფარგლებში, რომლის ქვეშ იგულისხმება წყალგამყოფი ხაზით შეზღუდული ტერიტორია. წყალშემკრების ელემენტებია წყალგამყოფები, ფერდობები და ჰიდროგრაფიული ქსელი. წყალგამყოფი ესაა სივრცეები, რომლებიც ემიჯნება წყალგამყოფ ხაზებს. ჰიდროგრაფიული ქსელი არის დაბლობების ქსელი, რომლებზეც ხდება ზედაპირული წყლების ჩაღენა. წყალშემკრების ტერიტორიის უმეტეს ნაწილს იკავებს ფერდობზე განლაგებული მიწები. ფერდობები განსხვავდება ფორმით, სიგრძით, სიშვეთრით და ექსპოზიციით. ფერდობების ფორმების დახასიათებისას არჩევენ გასწვრივი და განივი პროფილის ფორმებს. გასწვრივი პროფილის ფორმის მიხედვით გამოყოფენ სწორ, ამოზნექილ და ჩაზნექილ ფერდობებს. ზოგჯერ გვხვდება რთული ფორმის ფერდობები - ამოზნექილ-ჩაზნექილი, ჩაზნექილ-ამოზნექილი და საფეხურებიანი. ასევე განივი პროფილის ფორმის მიხედვით არჩევენ სწორ, ამოზნექილ და ჩაზნექილ ფერდობებს. ფერდობის განივი პროფილის ამოზნექილი ფორმის შემთხვევაში ჩამონადენი ამ ფერდობზე მიედინება განშლადი მიმართულებებით, ხოლო ფერდობი (წყალშემკრები) არის გაბნეული. ფერდობის განივი პროფილის ჩაზნექილი ფორმის შემთხვევაში ჩამონადენი ამ ფერდობზე მიედინება შესაყარი მიმართულებით, ხოლო ფერდობი კრეფადია. თუ ფერდობის განივი პროფილი სწორია, მაშინ ფერდობი განიმარტება, როგორც ნეიტრალური. ფერდობის ფორმა დამოკიდებულია ნიადაგის და დედაქანის თვისებებზე. სწორი და ამოზნექილია ფერდობები, რომლებიც აგებულია ადვილად ჩარეცხადი ქანებით. თუ ძნელად ხსნადი ქანები განლაგებულია ზედაპირთან ახლოს, მაშინ წარმოიქმნება ჩაზნექილი ფერდობები. იმ ადგილებში, სადაც აღინიშნება ზედაპირზე გამოსული ფხვიერი და მყარი ქანების მორიგეობა, წარმოიქმნება საფეხურებიანი ფერდობები.

ფერდობის სიგრძესა და დაზრილობას დიდი მნიშვნელობა აქვს ჩამონადენის ფორმირებასა და ნიადაგის ეროზიის გამოვლენისათვის. ფერდობის სიგრძისა და დაქანების კავშირი წყლის ეროდირებულ უნართან აიხსნება იმით, რომ მათზეა დამოკიდებული ნაკადის სიჩქარე.

ცხრილი 14

ფერდობის სიმკვეთრის გავლენა ნიადაგის საშუალო წლიურ
ჩამონადენზე (ბენეტი, 1958)

ნიადაგი	კულტურა	დაქანების სიმაღლე, მ	ფერდობის სიმაღლე, მ	ნიადაგის ჩამორეც- ხვა, ტ/ჰა
თიხიანი თიხნარი	ბამბა	0,00	30	4,9
		0,01		11,6
		0,02		15,7
მტკრიანი თიხნარი	სიმინდი	0,08	22	134,4
		0,12		164,0
თიხა	სიმინდი	0,02	22	23,7
		0,04		68,1
ქვიშიანი თიხნარი	ბამბა	0,087	22	62,5
		0,165		161,3
თიხნარი	სიმინდი	0,037	28	44,1
		0,08	22	68,8

როგორც ცხრილიდან ჩანს, რაც უფრო მეტია დაქანება, მით უფრო მეტია წყლის ნაკადის სისწრაფე და მისი ენერგია, მით უფრო მეტ ზიანს აყენებს ის ნიადაგს.

ფერდობის ექსპოზიცია აგრეთვე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნიადაგის ჩამორეცხვის ინტენსივობაზე. წვიმის ეროზიის დროს ეს გავლენა მჟღავნდება სხვადასხვა ექსპოზიციის ფერდობების განსხვავებული დატენიანებით და მასთან დაკავშირებული მცენარეული საფარის განსხვავებული სიხშირით. ყოველივე ეს ახდენს მნიშვნელოვან დაცვით გავლენას ნიადაგზე. ეს განსაკუთრებით მჟღავნდება მთის რაიონებში ნალექების არასაკმარისი რაოდენობით.

ასეთ ადგილებში ნიადაგის ჩამორეცხვა სამხრეთი ფერდობებიდან 2-3 ჯერ მეტია, ვიდრე ჩრდილოეთ ფერდობებიდან.

გაზაფხულზე თოვლის დნობისას ეროზიის დროს ფერდობის ექსპოზიციის გავლენის კანონზომიერება ისეთივეა, მაგრამ მისი ძირითადი მიზეზია სხვადასხვა ექსპოზიციის ფერდობების სხვადასხვა ნაწილებში თოვლის არათანაბარი განაწილება.

წყალშემკრების ფორმა გავლენას ახდენს ეროზიის სიდიდეზე ფერდობზე ჩამონადენის კონცენტრაციით. ამიტომ კრეფადი წყალშემკრებები ეროზიულად ყველაზე მეტად საშიშია, ხოლო გაბნეული - ყველაზე ნაკლებად. ნეიტრალურები იკავებენ შუალედურ მდგომარეობას.

ხაზობრივი ეროზიის განვითარებაზე რელიეფის გავლენის შესაფასებლად ზშირად იყენებენ ეროზიის ადგილობრივ ბაზისს. ეროზიის ბაზისი არის პორიზონტალური ზედაპირი, რომლის დონეზე ეროზია წყდება. ეროზიის საყოველთაო ბაზისია მსოფლიო ოკეანის დონე. ეროზიის ადგილობრივი ბაზისია ის, რომელიც დამახასიათებელია მოცემული ადგილმდებარეობისათვის.

ნიადაგების და გრუნტების თვისებები განსაზღვრავს ზედაპირული ჩამონადენის ფორმირების თავისებურებებს და, შესაბამისად, ნაკადის ეროზიულ უნარს, რაც თავის მხრივ განსაზღვრავს ეროზიული პროცესების ინტენსივობას და ჩამორეცხილი და დარეცხილი ნიადაგების გავრცელებას.

ჩამოყალიბებული ზედაპირული ჩამონადენის პირობებში ეროზიის გამომჟღავნების ხარისხი დამოკიდებულია ნიადაგის უნარზე წინააღმდეგობა გაუწიოს ჩამორეცხვას, ე.ი. ნიადაგის მრავალ თვისებაზე, რომელიც განსაზღვრავს ეროზიის საწინააღმდეგო მდგრადობას.

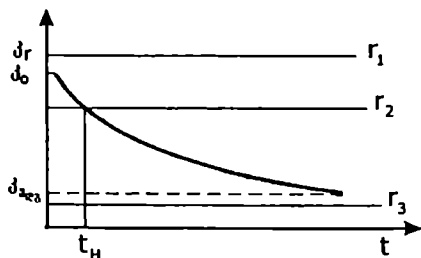
წვიმის დროს ზედაპირული ჩამონადენი იქმნება მაშინ, როდესაც მისი ინტენსივობა აღემატება ნიადაგის მიერ წყლის შეწოვის ინტენსივობას, რომელიც დროთა განმავლობაში მცირდება (ნახ. 14).

ნიადაგის შეწოვითი უნარის ცვლილება დროში განისაზღვრება ა.კოსტიაკოვის (1960) ფორმულით:

$$\Delta t = \frac{3}{\alpha} t^2,$$

სადაც Δt და $\frac{3}{\alpha}$ შეწოვის ინტენსივობა t მომენტში და შეწოვის დასაწყისში, ხოლო α - შეწოვის სისწრაფის დაცხრომის კოეფიციენტი,

რომელიც იცვლება 0,2-დან 0,8-მდე ნიადაგის თვისებების და საწყისი ტენიანობის მიხედვით.



ნახ. 14. წვიმების სხვადასხვა ინტენსივობის დროს შეწოვის ინტენსივობისა და ზედაპირული ნაკადის წარმოქმნის დინამიკა.

თეორიულად შესაძლებელია ჩამონადენის წარმოქმნის სამი ვარიანტი:

- ჩამონადენი ჩნდება თავსხმის ($t_i=0$) დაწყებასთან ერთად; ეს ხდება მაშინ, როდესაც თავსხმის ინტენსივობა r_i აღემატება ნიადაგის მიერ წყლის შეწოვის საწყის ინტენსივობას - d_0 ;
- ჩამონადენი ჩნდება მაშინ, როდესაც დროში t_i კლებადი შეწოვის ინტენსივობა უსწორდება წვიმის ინტენსივობას r_i ;
- ჩამონადენი საერთოდ არ ფორმირდება, თუ წვიმის ინტენსივობა r_i ნაკლებია h შეწოვის ინტენსივობაზე d_0 .

რეალურად ყველაზე ხშირად აღინიშნება მეორე შემთხვევა, ე.ი. ზედაპირული ჩამონადენი იქმნება წვიმის დაწყების გარკვეული დროის შემდეგ.

ნიადაგების წყალგამტარობა დამოკიდებულია ცალკეული ნიადაგების ჰუმუსის შემცველობაზე და მექანიკურ შედგენილობაზე. რაც უფრო მაღალია ნიადაგებში ჰუმუსის შემცველობა და რაც უფრო მსუბუქია ის, მით მეტია წყალგამტარობა. საქართველოს ნიადაგებში ყველაზე მაღალი წყალგამტარობით ხასიათდება ყომრალი, ყვითელ-ყომრალი, მთა-მდელოს, მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგები, შამეშიწები; ყველაზე დაბალი რუხი-ყავისფერი, მდელოს-რუხი-ყავისფერი, შავი, ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი ნიადაგები.

თოვლის ღნობა გაზაფხულის მიხედვით შეიძლება იყოს რადიაციული და ადვექტიური.

რადიაციული თოვლის ღნობა ხდება დღისით ნათელი ამინდის პირობებში, მზის რადიაციის შთანთქმის ხარჯზე. ის იწყება მზის

ამოსვლიდან ცოტა ხნის შემდეგ და მთავრდება მის ჩასვლამდე უფრო ადრე. თოვლის დნობის მაქსიმუმი აღინიშნება 12 დან 16 - საათამდე.

ადეკტიური თოვლის დნობა ხდება ღრუბლიანი ამინდის დროს, თბილი ჰაერის მასების ხარჯზე. ეს პროცესი ხშირად ძლიერდება თხიერი ნალექების მოსვლისას და შეიძლება გაგრძელდეს დღე-ღამის განმავლობაში.

ტყეში თოვლის დნობა იწყება ერთი-ორი კვირით გვიან, ვიდრე მინდორში, მაგრამ დნობის ინტენსივობა იგივეა, რაც მინდორში.

ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობა ახასიათებს ნიადაგის უნარს წინააღმდეგობა გაუწიოს წყლის ნაკადის ჩამორეცხვის მოქმედებას ან წყლის ნაკადის და წვიმის წვეთების ერთობლივ მოქმედებას. ეს მედეგობა განისაზღვრება ნიადაგის ორი მაჩვენებლით: წყალგამძლე აგრეგატების ზომებით და ერთმანეთში შეჭიდულობით.

ნიადაგების და გრუნტების ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობა, ისე როგორც მათი სხვა წყლოვან-ფიზიკური თვისებები, ბევრად განისაზღვრება მინერალების კოლოიდურ-დისპერსული თვისებებით. ისეთი მცირედ გაჯირჯეებადი მინერალები, როგორიცაა კაოლინიტი, ხასიათდება ნიადაგების და გრუნტების შედარებით დაბალი ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობით, რადგანაც ისინი უზრუნველყოფენ ნაწილაკებს შორის სუსტ შეჭიდულობას. პირიქით, ქანები, რომლებშიც ჭარბობენ ჰიდროფილური მინერალები - მონტმორილონიტი და მისი მსგავსი მინერალები - ხასიათდება შედარებით მაღალი შეჭიდულობით და ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობით.

ნიადაგების ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მექანიკური შედგენილობა. რაც უფრო მძიმეა ნიადაგი, მით უფრო დიდია მისი მედეგობა. მსხვილი მტკრის ფრაქციის (0,05 - 0,01 მმ) მაღალი შემცველობა მნიშვნელოვნად აქვეითებს ნიადაგების ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობას.

ნიადაგების ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობაზე აგრეთვე გავლენას ახდენს ჰუმუსის შემცველობა. ჰუმუსის მაღალი შემცველობის მქონე ნიადაგები უფრო მაღალი მედეგობით ხასიათდება. საქართველოს ნიადაგები ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობის მიხედვით შეიძლება დალაგდეს შემდეგი თანმიმდევრობით: ყომრალი > ყვითელ-ყომრალი > მთა-მდელოს > მთა-ტყე-მდელოს > შავმიწები > ნემომპალა-კარბონატული > შავ-ყომრალი > ჭაობიანი.

ნიადაგების ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობაზე აგრეთვე დიდ გავლენას ახდენს გაცვლითი კატიონები. მედეგობა მეტია, რაც უფრო მეტია გაცვლითი კატიონების შემცველობა.

ც.მირცხულავამ (1958) დაადგინა ნიადაგის ბმულობის გავლენის ხასიათი გრუნტების ეროზიისასადმი მედეგობაზე. ყველაზე დაბალი მედეგობით ხასიათდება გრუნტები, რომლებიც შეიცავს ადვილადხსნად მარილებს. ამ მარილების სწრაფი გამორეცხვის შედეგად გრუნტების ბმულობა და შესაბამისად ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობა სწრაფად მცირდება. ყველაზე მაღალი მედეგობით ხასიათდება გრუნტები, რომლებიც შეიცავენ რკინის ჰიდროქანგებს და მთლიან მაკრო- და მიკროკრისტალურ კალციტს.

ც.მირცხულავას კვლევები ეხება ნიადაგების, ბუნებრივი და ხელოვნური კალაპოტების ეროზიის აქტუალურ პრობლემებს. მის მიერ პირველად შეიქმნა ეროზიული პროცესის ფიზიკურ საფუძველზე დაფუძნებული ფუნდამენტალური ნაშრომი, რომელიც ემყარება ჰიდრაულიკის, ჰიდროტექნიკის, ჰიდროლოგიის, ნიადაგებისა და გრუნტების ფიზიკისა და მექანიკის თანამედროვე მიღწევებს.

სტრუქტურის წყალგამძლეობა ნიადაგების და გრუნტების ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ფაქტორია. ც.მირცხულავამ (1967) დაადგინა, რომ გრუნტებში უმნიშვნელო ბმულობით აღინიშნება აგრეგატული შემადგენლობის მონაცემების შესამჩნევი კორელაცია ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობასთან.

ნიადაგების და გრუნტების ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობას უშუალოდ განსაზღვრავს ისეთი მნიშვნელოვანი მაჩვენებელი როგორცაა შეჭიდულობა. მჭიდროდ ბმულ გრუნტებში ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობა პრაქტიკულად მთლიანად განისაზღვრება შეჭიდულობით, სადაც ძირითადი მნიშვნელობა ენიჭება აგრეგატების შეჭიდულობას ერთმანეთთან. ამ სიდიდის დასადგენად ც.მირცხულავას (1967) მიერ კონსტრუირებული იყო სპეციალური ხელსაწყო.

მაქსიმალური ჰიგროსკოპული ტენიანობა, მაქსიმალური მოლეკულური ტენიევალობა, პლასტიკურობის ქვედა და ზედა საზღვრები უშუალოდაა დაკავშირებული ნიადაგების და გრუნტების მექანიკურ და მინერალოგიურ შემადგენლობასთან და ამიტომ ისინი გარკვეულად გავლენას ახდენენ შეჭიდულობაზე, წყალგამძლე სტრუქტურაზე და, შესაბამისად, მათ ეროზიის საწინააღმდეგო

მედეგობაზე.

საზოგადოებრივი ეროვნული განვითარებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს არა მარტო ნიადაგების, არამედ დედაქანების თვისებებს და პირველ რიგში მათ ეროვნული საწინააღმდეგო მედეგობას.

მცენარეები ეროვნული პროცესებზე მრავალმხრივ გავლენას ახდენენ. წვრილი ფესვები ამაგრებენ ნიადაგურ აგრეგატებს და ამით ზრდიან მათ წყალგამძლეობას. ნიადაგების ჰიდროლოგიური და ბიოლოგიური რეჟიმის შეცვლით მცენარეულობა აგრეთვე ახდენს არაპირდაპირ გავლენას ნიადაგების ეროვნული საწინააღმდეგო მედეგობაზე.

მცენარეულობის პირდაპირი გავლენა გრუნტების ეროვნული საწინააღმდეგო მედეგობაზე შეისწავლა ც.მირცხულავამ (1967). მან დაადგინა, რომ იონჯა და კონდარი ხელს უწყობს ეროვნული საწინააღმდეგო მედეგობის ზრდას 1,4 2,0-ჯერ.

ეროვნული პროცესებზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს აგრეთვე მცენარეების მიწისზედა ნაწილი. მცენარეების ფოთლები, ღერო, მერქანი აკავებენ ნალექების ნაწილს. ა.მოლჩანოვის (1960) მონაცემებით წიწვიან ტყეებში ხეების ვარჯები აკავებს წლიური ნალექების 50 % - მდე.

კარგად განვითარებული მცენარეული საფარი იცავს ნიადაგს წვიმის წვეთების დარტყმისაგან, ზრდის ნიადაგის წყალგამტარობას, ქმნის ხორკლიან ზედაპირს, რომელიც ამცირებს ფერდობის ჩამონადენის სისწრაფეს. ყველაზე მაღალი ეროვნული საწინააღმდეგო უნარით ხასიათდება მრავალწლიანი ბალახები, რომლებიც ათჯერ და ასჯერ ამცირებენ ნიადაგების ჩამორეცხვას. შემდეგ მოდიან ერთწლიანი ბალახები და მარცვლოვან-პარკოსნები და ბოლოს მარცვლოვანი და სათოხნი კულტურები.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ყველაზე დადებითი გავლენა ნიადაგების ეროვნული საწინააღმდეგო მედეგობაზე, აღინიშნება მათი მაქსიმალური განვითარების პერიოდში - ზაფხულის ბოლოს შემოდგომის დასაწყისში. ამავე დროისთვის ზდება ნიადაგების გამკვრივება და ამიტომ ნიადაგების ეროვნული საწინააღმდეგო მედეგობა ამ პერიოდში მაქსიმალურია.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის გავლენა ეროვნული პროცესებზე. ამ ფაქტორის მოქმედება მულაენდება ნიადაგის ეროვნული სხვა ფაქტორებზე ზეგავლენით.

სამეურნეო საქმიანობის პროცესში ადამიანი ძირეულად ცვლის ნიადაგის ეროზიის ფაქტორების შეფარდებას და ამ ზეგავლენის საბოლოო ეფექტი ხშირად არასახარბიელოა. ამას თან ახლავს ეროზიის აჩქარებული განვითარება. თანამედროვე პირობებში ნიადაგების აჩქარებული ეროზია ყველაზე ხშირად არის არარაციონალური სამეურნეო საქმიანობის შედეგი. მისი მიზეზები შეიძლება იყოს ნიადაგების ეროზიის ყველა ფაქტორების გათვალისწინებით რაციონალური სამეურნეო საქმიანობის მეცნიერულად დასაბუთებული რეკომენდაციების უქონლობა, ან არსებული რეკომენდაციების შეუსრულებლობა.

ადამიანის მიერ ეროზიის ფაქტორების რეგულირების შესაძლებლობები შეზღუდულია. მ.ზასლავსკის (1983) მიხედვით ნიადაგების დეგრადაციის ყველა ცნობილი ბუნებრივი პროცესები შეიძლება გაერთიანდეს ოთხ ჯგუფში:

პროცესები, რომელთა გამომჟღავნების თავიდან აცილება ადამიანის მიერ შეუძლებელია (მიწის ქერქის ტექტონიკური მოძრაობები, მიწისძვრები, ეულკანების ამოფრქვევა, ურაგანული ქარები და ა.შ.);

პროცესები, რომელთა ინტენსივობა მეტ-ნაკლებად განისაზღვრება ანთროპოგენური ფაქტორით (თოვლის ზეგვები, ჩამონაშალი, მეწყერები, სელები, ნიადაგების ეროზია და სხვ.);

პროცესები, რომლებიც გამოწვეულია ანთროპოგენური ფაქტორით. ამ ჯგუფში შედის მიწისქვეშა წყლების ამოქაჩვის შედეგად დეპრესიული ძაბრების წარმოქმნა და ნიადაგის ზედაპირის დაჯდომა, მიწისძვრები, გამოწვეული მსხვილი წყალსაცავების შევსებით, ანთროპოგენური თერმოკარსტი, მეორადი დამლაშება და სხვ.

ანთროპოგენური პროცესები. ამ ჯგუფში გაერთიარებულია ისეთი პროცესები, როგორიცაა ნიადაგური საფარის დეგრადაცია სასარგებლო წიაღისეული სააბადოების ექსპლუატაციისას, ტყეთდამზადებისას, საძიებო და გეოლოგოსადაზვერვო სამუშაოების ჩატარებისას და სხვ.

დედამიწის ატმოსფერო წარმოადგენს აირების (შეწონილ მყარ და თხიერ ნაწილაკებთან ერთად) მექანიკურ ნარევს. ატმოსფეროს მდგომარეობის რაოდენობრივი აღწერისათვის, დროის ცალკეულ მომენტებში შემოღებულია მეტეოროლოგიური სიდიდეები:

ტემპერატურა, წნევა, ჰაერის სიმკვრივე და ტენიანობა, ჰაერის სისწრაფე და სხვ. ამის გარდა შემოღებულია ატმოსფერული მოვლენების ცნება, რომლის ქვეშ იგულისხმება ატმოსფეროს მდგომარეობის მკვეთრი ცვლის ფიზიკური პროცესი. ატმოსფერულ მოვლენებს მიეკუთვნება: ნალექები, ღრუბლები, ნისლი, ელჭექი, მტვრიანი გრივალა და სხვ. ატმოსფეროს ფიზიკური მდგომარეობა, რომელიც ხასიათდება მეტეოროლოგიური სიდიდეების და ატმოსფერული მოვლენების ერთობლიობით, ცნობილია ამინდის სახელწოდებით. კლიმატი წარმოადგენს ამინდის სტატისტიკურ მრავალწლიან რეჟიმს.

ატმოსფერო შედგება რამდენიმე კონცენტრირებული შრისაგან, რომლებიც მთელი რიგი თვისებებით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. დედამიწის ზედაპირიდან 10-15 კმ-მდე გავრცელებულია ტროპოსფერო. მის ფარგლებში გამოიყოფა ე.წ. ატმოსფეროს სასაზღვრო ანუ ხაზუნის შრე. ეს ის შრეა, სადაც ქარის მოძრაობის ხასიათზე გავლენას ახდენს ჰაერის ნაკადის ხაზუნი დედამიწის ზედაპირზე. ზედაპირის უშუალო სიახლოვეს ნიადაგის ზედაპირზე კომტსა და ბელტს შორის და მცენარეული საფარის ფარგლებში გამოიყოფა ე.წ. ხორკლიანობის შრე.

ჰაერის მოძრაობის წარმოქმნის ძირითადი მიზეზია ატმოსფეროს არაერთგვაროვანი დათბობა. მეორე მიზეზია ატმოსფეროს გლობალური მოძრაობა - დედამიწის ბრუნვა თავის ღერძის გარშემო.

დედამიწის თავზე მსხვილმასშტაბიანი ჰაერის ნაკადების დენა განისაზღვრება, როგორც ატმოსფეროს საერთო ცირკულაცია. ციკლონი წარმოადგენს ატმოსფეროში დაქვეითებული წნევის ოლქს, რომლის სიგანე რამდენიმე ათასი კილომეტრია. ის ხასიათდება ქარების სისტემით, რომლებიც უბერავენ პერიფერიიდან ცენტრისკენ, საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით ჩრდილოეთ და საათის ისრის მიმართულებით - სამხრეთ ნახევარსფეროში. ციკლონის დროს ჭარბობს ღრუბლიანი ამინდი. ანტიციკლონი ესაა ატმოსფეროში გადიდებული წნევის ოლქი, ისევე ვრცელი, როგორც ციკლონი, მაგრამ ქარებით, რომლებიც უბერავენ ცენტრიდან პერიფერიისკენ. ანტიციკლონისთვის დამახასიათებელია მცირეღრუბლიანი და მშრალი ამინდი.

ატმოსფეროს საერთო ცირკულაციაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვთ ე.წ. ადგილობრივ ქარებს. მაგალითად, ფენი - თბილი მშრალი

მძაფრი ქარი, რომელიც უბერავს მთებიდან; ბორა - ძლიერი ცივი მძაფრი ქარი, რომელიც უბერავს დაბალი მთის ქედებიდან თბილი ზღვისკენ (შავი ზღვა, ნოვოროსიისკი). მთებში ჩვეულებრივია ე.წ. მთა-ბარის ქარები.

ჰაერის სისწრაფე კანონზომიერად იცვლება დღე-ღამის განმავლობაში და მასთან ერთად იცვლება ნიადაგის ქარისმიერი ეროზიის პროცესების ინტენსივობა. ჩვეულებრივი ქარის სიძლიერე აღწევს მაქსიმუმს შუადღეზე, ხოლო საღამოსთვის მცირდება. ჰაერის სისწრაფე განიცდის აგრეთვე სეზონურ კანონზომიერებს. ჰაერის ყველაზე დიდი სისწრაფე დამახასიათებელია გვიანი ზამთრისთვის და ადრეული გაზაფხულისთვის.

ტერიტორიის ქარისმიერი რეჟიმის უმნიშვნელოვანესი მახასიათებელია საშიში ქარების მიმართულება. მათი ცოდნა აუცილებელია ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების სწორი განლაგებისათვის.

ატმოსფერული ნალექები ატენიანებენ რა ნიადაგს, ზრდიან აგრეგატშორის შეჭიდულობას და შესაბამისად მის დეფლიაციურ საწინააღმდეგო მდგრადობას. ამის გარდა, ატმოსფერული ნალექები და ტემპერატურის ცვალებადობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნიადაგის სტრუქტურაზე. ნიადაგების ქარისმიერ ეროზიაზე ატმოსფერული ნალექები და ტემპერატურული რეჟიმი გავლენას ახდენს აგრეთვე ბიოლოგიური ფაქტორების (მცენარეულობის დაცვითი მოქმედება და ცოცხალი ორგანიზმების სტრუქტურწარმოქმნელი როლის) მეშვეობით.

რელიეფი უძლიერეს გავლენას ახდენს მეტეოროლოგიური სიდიდეების შეცვლაზე და, შესაბამისად, ქარისმიერი ეროზიის პროცესების გაქანებასა და ინტენსივობაზე. ამავე დროს ქარი ხშირად თვითონ გამოდის რელიეფწარმოქმნის ძლიერ ფაქტორად.

რელიეფის მიხედვით ქარის სისწრაფის შეცვლა განსაზღვრავს ქარისმიერი ეროზიის პროცესების განვითარებას და ფერდობებზე დეფლირილებული და ეოლური ნაფენებით განაძარხებული ნიადაგების ჩამოყალიბებას.

ნიადაგების ქარისმიერი ეროზიის პროცესების მსვლელობაზე აგრეთვე გავლენას ახდენს ფერდობების ფორმა და სიმკვეთრე.

ქარისმიერი ეროზიის პროცესზე მოქმედებს ნიადაგების სხვადასხვა თვისებები: მექანიკური და აგრეგატული შემაღენლობა,

აგრეგატების სიმკვრივე, აგრეგატშორისი შებოჭვა და აგრეთვე სხვა ფიზიკური, ქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები. ანთროპოგენური ფაქტორი ქარისმიერი ეროზიის ერთ-ერთ უძლიერეს ფაქტორს წარმოადგენს. ადამიანი ყოველწლიურად სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანისას, მექანიკურად ამუშავებს სახნავ ფენას. ამის შედეგად წლის განმავლობაში სახნავი ფენის აგრეგატული შემადგენლობა იცვლება. ამის გარდა იცვლება აგრეგატების სიმკვრივე და აგრეგატშორისი შებოჭვა.

ნიადაგების სტრუქტურული მდგომარეობის და მისი დეფლაციური მდგრადობის უნარის განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს მექანიკური შემადგენლობა. ქარისმიერ ეროზიას ყველაზე ძლიერად მსუბუქი და მძიმე ნიადაგები განიცდიან. მსუბუქ ნიადაგებს საკმაოდ მსხვილი და მექანიკურად მდგრადი სტრუქტურული ერთეულების შესაქმნელად, აკლიათ მაცემენტირებელი მასალა - ლექი და წერილი მტვერი. მძიმე ნიადაგებში ეს მასალა საკმაოდ რაოდენობითაა, მაგრამ ისინი ხასიათდება შედარებით ფოროვანი წერილკოშტოვანი ან კოშტოვან-მარცვლოვანი სტრუქტურით, რომელსაც აქვს დაბალი დეფლიაციის საწინააღმდეგო მდგრადობა. მექანიკური შემადგენლობა გავლენას ახდენს, არა მარტო დეფლიაციის საწინააღმდეგო მდგრადობაზე, არამედ ქარისმიერი ეროზიის პროცესის განვითარების ხასიათზე.

ნიადაგებში ორგანული ნივთიერებების მაღალი შემცველობა განსაზღვრავს მის მაღალ ნაყოფიერებას, კარგ ტექნოლოგიურ თვისებებს და დეფლიაციის საწინააღმდეგო დაბალ მდგრადობას. ერთნაირი დამუშავებისას შავმიწები, რომლებიც მეტი რაოდენობით შეიცავენ წერილ აგრეგატებს, რუხ-ყავისფერ ნიადაგებთან შედარებით უფრო მეტად განიცდიან ქარისმიერ ეროზიას.

ქარისმიერ ეროზიას განიცდიან არა მარტო ჰუმუსით, არამედ კარბონატებითაც მდიდარი ნიადაგები.

შთანთქმული კატიონების შემადგენლობა მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ნიადაგების სტრუქტურას და, მაშასადამე, მისი დეფლიაციის საწინააღმდეგო მდგრადობას.

წყალი დადებითად მოქმედებს ნიადაგების დეფლიაციის საწინააღმდეგო უნარზე. თიხნარი და თიხა ნიადაგების აგრეგატების ფორმის შევსება წყლით ზრდის მათ წონას და, შესაბამისად, ამ აგრეგატების გადაადგილებისათვის საჭირო ქარის კრიტიკულ სიჩქარეს.

მცენარეულობა ნიადაგების ქარისმიერი ეროზიის მნიშვნელოვანი ფაქტორია და ის ყველაზე იოლად განიცდის ადამიანის ზემოქმედებას. სწორედ მცენარეულობასთანაა დაკავშირებული ქარისმიერი ეროზიისაგან ნიადაგების დაცვის ძირითადი იმედი. მცენარეულობა გაულენას ახდენს როგორც ნიადაგების, ისე ქარის ნაკადის თვისებებზე. ამასთან საჭიროა ვარჩევდეთ თვით მცენარეების და სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანის ტექნოლოგიების გაულენას. ქარისმიერ ეროზიაზე მცენარეების გაულენა უმრავლეს შემთხვევაში დადებითია, ხოლო ცალკეული კულტურების მოყვანის ტექნოლოგია კი - უარყოფითი.

მცენარეებთან ურთიერთობისას ჰაერის ნაკადის სტრუქტურა იცვლება: იზრდება ტურბულენტობის ინტენსივობა და მცირდება საშუალო სისწრაფე. ქარის სისწრაფის ზრდა იწვევს მცენარის მიერ დაუცველი ზონის შემცირებას. შეიძლება მიღწეული იქნას ისეთი სისწრაფე, რომლის დროსაც, მიუხედავად მცენარეულობისა, დაიწყება ნიადაგის გადატანა ქარით. ესაა მოცემული აგროცენოზისათვის კრიტიკული სისწრაფე. მცენარეების დაცვითი მოქმედების უნარი დამოკიდებულია არა მარტო გეომეტრიულ თავისებურებებზე, რასაც განსაზღვრავს მათი სახეობრივი შემადგენლობა, არამედ მინდვრის ზედაპირზე განაწილების ხასიათზე. მცენარის ერთი სახეობის შემთხვევაში მნიშვნელოვანია ნიადაგის ზედაპირზე მისი განაწილების ხასიათი, ანუ რაოდენობა.

ეროზიული პროცესების შედეგად წარმოიქმნება ეროზირებული ნიადაგები. ამ ნიადაგებს ეროზიის შედეგად დაკარგული აქვთ პროფილის ზედა ნაწილი. 'ნორმალურ' ნიადაგებთან შედარებით ეროზირებულ ნიადაგებში შემცირებულია ჰუმუსის შემცველობა.

ეროზიის შედეგად უარესდება ნიადაგების ხარისხი: მცირდება ჰუმინის მჟავებში ნახშირბადის შემცველობა, ქვეითდება მცენარეების მინერალური კვების ელემენტები, ტყის ნიადაგებში იზრდება pH მაჩვენებელი, ხოლო შავმიწებსა და რუხ-ყავისფერ ნიადაგებში კარბონატების შემცველობა.

ეროზიის შედეგად შესამჩნევლად იცვლება ნიადაგების მორფოლოგია: მცირდება პროფილის სიმაღლე, დღის ზედაპირზე ამოდის კარბონატების, თაბაშირის და სხვა ნიადაგური ახალქმელების პორიზონტები; იცვლება სახნავი ფენის შეფერილობა. ჩამორეცხილი ნიადაგები ხასიათდება ქვიშის გადიდებული

შემცველობით, სტრუქტურის შემცირებული სიმკვრივით, ნიადაგის და მისი მყარი ფაზის სიმკვრივის ზრდით, საერთო ფორიანობის შემცირებით და აერაციის გაუარესებით.

ცხრილი 15

ნიადაგების კლასიფიკაცია ჩამორეცხვის ხარისხის მიხედვით

ნიადაგების კატეგორიები ჩამორეცხვის მიხედვით, %	ჰუმუსის დანაპარგები- ჩამორეცხვამ ნიადაგ- თან შედარებით - %
სუსტად ჩამორეცხილი	10 - 20
საშუალოდ ჩამორეცხილი	20 - 50
ძლიერად ჩამორეცხილი	50 - 70
უძლიერესად ჩამორეცხილი	70 მეტი

ნიადაგების ეროზია იწვევს ნიადაგური ბიოტის მნიშვნელოვან დეგრადაციას. ნიადაგების კვების რეჟიმი შესამჩნევლად უარესდება, მცირდება მოსავალი და მისი ხარისხი და სხვ.

არსებობს ეროზირებული ნიადაგების რამდენიმე კლასიფიკაცია:

1. ჩამორეცხვის შედეგად დარჩენილი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის წილის მიხედვით;

2. ნიადაგებში ჰუმუსის მარაგების შემცირების მიხედვით;

3. ზემოთ აღნიშნული ორივე მაჩვენებლის მიხედვით.

პირველი კლასიფიკაციის მიხედვით გამოიყოფა: სუსტად, საშუალოდ, ძლიერად და უძლიერესად ჩამორეცხილი ნიადაგები.

სუსტად ჩამორეცხილ ნიადაგებში ჩამორეცხილია ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის ნახევარზე ნაკლები; ამასთან იხვნება ამ ჰორიზონტის ქვედა ნაწილი. *საშუალოდ ჩამორეცხილ ნიადაგებში* - ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი ნაწილობრივ ან მთლიანად ჩამორეცხილია, ზოგჯერ იხვნება ილუვიური ჰორიზონტის ზედა ნაწილი. *ძლიერად ჩამორეცხილ ნიადაგებში* - ჩამორეცხილია ილუვიური ჰორიზონტის

ზედა ნაწილი და იხვენება ამ ჰორიზონტის ქვედა ნაწილი. უძლიერესად ჩამორეცხილ ნიადაგებში მთლიანად ჩამორეცხილია ილუვიური ჰორიზონტი, იხვენება ღედა ქანი.

მეორე კლასიფიკაცია ეყრდნობა ნიადაგის ზედა 50 სმ შრეში ჰუმუსის შემცველობას.

მეტად მნიშვნელოვანია ნიადაგების ეროზიის პროგნოზირება. გამოიყოფა ამ მეთოდების სამი ჯგუფი: ექსტროპოლაციის, მოდელირებისა და ექსპერტული შეფასების. ისინი თავის მხრივ შეიძლება იყვნენ მოკლევადიანი და გრძელვადიანი.

აჩქარებული ანთროპოგენური ეროზია წარმოადგენს ადამიანის არარაციონალური საქმიანობის შედეგს. სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მაღალი დონე ეროზიული პროცესების შეწყვეტის აუცილებელი, მაგრამ არა საკმარისი პირობაა.

ნიადაგების დაცვის ღონისძიებები თავისი მიზნებით, ამოცანებითა და მეთოდებით იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: აგროტექნიკური, აგროსატყეომელიორაციული, ჰიდროტექნიკური და საორგანიზაციო-სამეურნეო.

აგროტექნიკური ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები მოიცავს მიწათმოქმედების სისტემების რამდენიმე ელემენტს, მათ შორის თესლბრუნვაში მიწის გამოყენების წესს და მექანიკური დამუშავების სისტემას.

დაუთესავი ანეული წარმოადგენს ნიადაგების ეროზიის მხრივ ყველაზე საშიშ სავარგულს. დაუთესავი ანეულის შემთხვევაში საჭიროა ნიადაგების დაცვა სპეციალური ეროზიის საწინააღმდეგო ზერხებით. მცენარეულობის ნიადაგთდაცვით ზერხებს მიეკუთვნება: მოთესილი ანეულის დანერგვა, შუალედური და ერთობლივი ნათესების გამოყენება, ფერდობებზე კულტურების ზოლებრივი განლაგება, ნიადაგთდაცვითი თესლბრუნვების და მულჩირების გონივრული გამოყენება.

ნიადაგების ეროზიის საწინააღმდეგო დამუშავებას მიეკუთვნება: ძირითადი დამუშავება, ანეულის მოვლა, თესვისწინა დამუშავება, ნარგავების დათესვა-დარგვა და მოვლა.

ნიადაგების წყალშემკავებითი დამუშავების ზერხებს მიეკუთვნება: ეროზიის საწინააღმდეგო ნანორელიეფის შექმნა, წყალპირი ღარების მოწყობა, დაღარვა, თოვლშეკავება და თოვლის დნობის რეგულირება.

აგროსატყეომელიორაცია წარმოადგენს მელიორაციის ნაწილს,

რომელიც მოიცავს ტყის დაცვითი ნარგავების გამოყენებით, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ბუნებრივი პირობების გაუმჯობესების საკითხებს. ტყის ნარგავები შეიძლება იყოს ჩამონადენის მარეგულირებელი. მათი ძირითადი დანიშნულებაა ზედაპირული ჩამონადენის გადაყვანა შიდაწიდაგურ ჩამონადენში. მეტად მნიშვნელოვანია აგრეთვე ზრამების და ღელეების სატყეო მელიორაცია.

ჰიდროტექნიკურ ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებებს იყენებენ მაშინ, როდესაც აგროტექნიკური და აგროსატყეომელიორაციული ღონისძიებების ჩატარება საკმარისი არაა. წყალშემკრებ ფართობებზე უმარტივესი ჰიდროტექნიკური ღონისძიებებია მიწაყრილები-ტერასები, საფეხურისებური ტერასები, ტრანშეული ტერასები, ჩამონადენის გამაფხვიერებლები, წყალშემკავებელი მიწაყრილები - ბორტკევიჩის მიწაყრილები, წყალპრიდი მიწაყრილები-თხრილები-სამთო თხრილები. საკმაოდ რთულია და მრავალფეროვანი ჰიდროტექნიკური ნაგებობები ზრამებზე - მაღლივი ჩამოსაგდები ნაგებობები, საგუბრები, ზრამების ამოვსება და ფერდობის მოსწორება.

საორგანიზაციო-სამეურნეო ღონისძიებების ძირითადი დანიშნულებაა ტერიტორიის ეროზიის საწინააღმდეგო ორგანიზაცია. ისინი უნდა ზოციელდებოდეს ნიადაგების ეროზირებულობის და ეროზიის საშიშროების გათვალისწინებით. ამ დროს, წყალშემკრებ ფართობზე, უნდა ხდებოდეს ეროზიისგან ნიადაგების დაცვის ყველა ღონისძიებების სწორი შეხამება და განლაგება.

ნიადაგების ქარისმიერი ეროზიის თავიდან აცილება ხდება აგროტექნიკური, აგროსატყეომელიორაციული და საორგანიზაციო-სამეურნეო ღონისძიებებით.

აგროტექნიკური ღონისძიებები მოიცავს მიწათმოქმედების სისტემების რამდენიმე ელემენტს. მათ შორის, პირველ რიგში თესლბრუნვაში მიწების გამოყენების წესს და მექანიკური დამუშავების სისტემას. ამ ღონისძიებებით ამცირებენ ქარის სისწრაფეს და ზრდიან ნიადაგების დეფლიაციურ საწინააღმდეგო მდგრადობას. ამ მხრივ ფართო შესაძლებლობები დაკავშირებულია მცენარეულობის ნიადაგთდაცვითი როლის გამოყენებასთან. ნიადაგთდაცვითი თესლბრუნვების განხილვისას ძირითადი ყურადღება უნდა გამახვილდეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნიადაგთდაცვით ეფექტურობაზე, ნათესების ზოლებრივ განლაგებაზე, მულჩირებაზე, შუალედური კულტურების დათესვაზე, კულისებსა და ბალახთესვაზე. მექანიკური

დამუშავების ნიადაგთდაცვითი სისტემა მოიცავს ძირითად დამუშავებას, ბრძოლას სარეველებთან, თესვისწინა დამუშავებას და ღათესვის ოპერაციების შეხამებას და მინიმალურ დამუშავებას.

სატყეო-სამელიორაციო ღონისძიებებში მეტად მნიშვნელოვანია მინდორსაცავი ტყის ნარგავების შემადგენლობა და სტრუქტურა, მინდორსაცავი ტყის ზოლების სისტემის გაანგარიშება და ტყის ნარგავების შექმნა.

ქარისმიერი ეროზიისაგან ნიადაგების დაცვის საორგანიზაციო-სამეურნეო ღონისძიებები მოიცავს შემდეგ საშუალებებს: ჩასატარებელი ღონისძიებების აუცილებლობის დასაბუთებას, მათ განსახორციელებლად წინაპირობების შექმნას და მათ შესრულებაზე კონტროლის უზრუნველყოფას. საორგანიზაციო-სამეურნეო ღონისძიებების ეფექტურობა უშუალოდაა დაკავშირებული ნიადაგის ქარისმიერი ეროზიის საშიშროების შეფასების სიზუსტესთან.

საირიგაციო ეროზიის სიდიდე დამოკიდებულია სივრცესა და დროში ცვლად მთელ რიგ ფაქტორებზე, მათგან უმრავლესობა ექვემდებარება ადამიანის ზემოქმედებას. მათ რიცხვს მიეკუთვნება ხელოვნური წვიმის ინტენსივობა, წვეთების ზომა და ვარდნის სისწრაფე, მორწყვის ზედაპირული ზერხების დროს წყლის ხარჯი, ფერდობის დახრილობა და ფორმა, სარწყავი ნაკვეთის სიგრძე, მორწყვის ხანგრძლივობა, წყალგამტარობა და ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო მდგრადობა. ამ ფაქტორების რეგულირებით შესაძლებელია მორწყვის დროს ეროზიის პროცესების მართვა და დასაშვებ ღონეებზე ნიადაგის დანაკარგის შემცირება.

2.3. სასუქების გამოყენების პრობლემა

ქიმიზაცია არის სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ინტენსიური განვითარების უმნიშვნელოვანესი ფაქტორი. ცნობილია, რომ მემცენარეობის პროდუქციის მატების ნახევარზე მეტი განპირობებულია სასუქების გამოყენებით. ამჟამად დედამიწის ყოველი მეოთხე მცხოვრები იკვებება მინერალური სასუქების გამოყენების წყალობით. დედამიწის მოსახლეობამ XX საუკუნის დასასრულისათვის 6 მილიარდს გადააჭარბა. საკვებზე მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად

სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოება უნდა იზრდებოდეს მაღალი ტემპებით. ამისათვის კი საჭიროა მიწათმოქმედების უფრო ინტენსიური განვითარება. ამჟამად მოხდა სახნავად პოტენციურად ვარგისი მიწის რესურსების სრული რეალიზაცია. მოსახლეობისთვის საკვების მკვეთრი ზრდის ერთადერთი გზაა სახნავის ყოველი ჰექტარის უფრო ინტენსიური გამოყენება. ეს უკანასკნელი კი დაკავშირებულია სასუქების გამოყენების ზრდასთან. მაგალითად, თუ 1980 წელს მსოფლიოს მიწათმოქმედება იყენებდა 111,7 მლნ ტონა მინერალურ სასუქს, 2000 წლისათვის ამ მაჩვენებელმა მიაღწია 307 მლნ ტონას, ე.ი. გაიზარდა თითქმის სამჯერ.

ამჟამად სასუქების გამოყენებას არ გააჩნია რეალური ალტერნატივა და უახლოეს მომავალში ის დარჩება სასოფლო-სამეურნეო წარმოების პროდუქტიულობის ამაღლების ერთ-ერთ მთავარ ბერკეტად.

სასუქების გამოყენება - ეს არის ბუნებაში ადამიანის აქტიური ჩარევა. ამიტომ საჭიროა ვიცოდეთ თუ როგორია ცოცხალი ორგანიზმების არსებობის პირობებზე მათი ზემოქმედება, ანუ ვიცოდეთ აგროქიმიის ეკოლოგიური ასპექტები.

აგროქიმიის ეკოლოგიური პრობლემები არის ბიოსფეროს შენარჩუნების საერთო პრობლემის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნაწილი.

მნიშვნელოვანმა აღმოჩენებმა ფიზიკის, ქიმიის, ბიოლოგიის და სხვა მეცნიერებებში შექმნა ბუნებრივი რესურსების ინტენსიური გამოყენების წინაპირობა, ამან კი გამოიწვია ეკოლოგიურ სისტემაში გაუთვალისწინებელი ცვლილებები და წარმოქმნა ეკოლოგიური კრიზისის საშიშროება.

დღეს სამართლიანად აღნიშნავენ, რომ ნიადაგების, ჰაერის და ბუნებრივი წყლების გაჭუჭყიანებამ ტოქსიკური ნაერთებით, მათმა შემდგომმა გადაადგილებამ ტროფული ჯაჭვებით და დაგროვებამ მცენარეებში, ცხოველებში და ადამიანში საბოლოო შედეგად შეიძლება გამოიწვიოს მცენარეების და ცხოველების ცალკეული სახეობების და ადამიანის დაღუპვა.

სოფლის მეურნეობა წარმოადგენს ადამიანის გარემოზე ზემოქმედების მძლავრ ფაქტორს. სასოფლო-სამეურნეო საწარმოები, მინდვრის, საკვები, ბოსტნეული თესვებზე, მრავალწლიანი ნარგავები ესაა ანთროპოგენური წარმოშობის აგრონომიული ეკოსისტემები. ადამიანი მუდმივად ახდენს მათზე გავლენას

მელიორაციის, განოყიერების, მცენარეთა დაცვის ქიმიური საშუალებების გამოყენებით, კულტურაში ახალი მაღალპროდუქტიული ჯიშების შეყვანით და ა.შ. აღამიანმა შეისწავლა ბუნების კანონები და თანამედროვე მეცნიერებების - მელიორაციის, ნიადაგთმცოდნეობის, აგროქიმიის, მიწათმოქმედების, სელექციისა და გენეტიკის და სხვ. გამოყენებით შეგნებულად ახდენს გავლენას ბიოსფეროში მიმდინარე პროცესებზე. ამით ხდება აგრონომიული ეკოსისტემების პროდუქტიულობის ამაღლება, ბიოსფეროს შენარჩუნება და გაუმჯობესება.

ვ.კოვდას (1980) მიხედვით მაღალპროდუქტიული სოფლის მეურნეობა ეკოლოგიური სისტემების მართვის, შენარჩუნების და გაუმჯობესების საუკეთესო საშუალებაა.

აღამიანის სამეურნეო საქმიანობა ხშირად საგრძნობლად ცვლის ბუნებრივი ბიოგეოქიმიური ციკლების მიმართულებას. სასუქების თანამედროვე მრეწველობა აფიქსირებს ატმოსფეროს აზოტს და აბრუნებს მას ნიადაგში იმ ზომით, რომელიც აღემატება ბიოლოგიურ ფიქსაციას. რკინის, მანგანუმის, თუთიას მობილიზაცია ხდება მადნების ადგილმდებარეობებიდან და ისინი ერთიან ბიოსფეროს ციკლებში.

აგროქიმიის მთავარი ამოცანაა მიწათმოქმედებაში ნივთიერებების წრებრუნვის შესწავლა და ქიმიური პროცესებზე იმ საშუალებების გამოვლენა, რომელსაც მოსავლის ზრდა ან მისი შემაღეწლობის შეცვლა შეუძლია.

ამ წრებრუნვაში ჩარევის ძირითადი საშუალებაა სასუქების გამოყენება. როგორც ორგანული, ისე მინერალური სასუქები წარმოადგენენ ნიადაგის ქიმიურ, ფიზიკურ და ბიოლოგიურ თვისებებზე და მცენარის კვებაზე, ზრდა-განვითარებაზე, არახელსაყრელი პირობებისადმი მდგრადობაზე, მოსავალზე და მის ხარისხზე მძლავრ ზემოქმედების საშუალებას. საბოლოო ჯამში მინერალური და ორგანული სასუქები წარმოადგენს მიწათმოქმედების ქიმიზაციის საფუძველს.

სასუქები პირველ რიგში ნიადაგზე ქიმიური და ბიოლოგიური ზემოქმედების საშუალებაა და სწორი გამოყენების შემთხვევაში მასში იზრდება შესათვისებელი საკვები ნივთიერებების და ჰუმუსის შემცველობა, იცვლება შთანთქმის უნარიანობა და ნიადაგის ბუფერობა, უმჯობესდება ფიზიკური თვისებები. ამასთან იზრდება ნიადაგში ბიოლოგიური პროცესების აქტიურობა, რის შედეგადაც არსებითად

უმჯობესდება მცენარეების კვების პირობები და, შესაბამისად, მათი ზრდა და განვითარება.

აგროქიმიის ამოცანაა მცენარეების კვების პროცესების მართვის გზების მონახვა და კლიმატის, ნიადაგის თვისებების და ნაყოფიერების, მცენარეების სახეობათა და ჯიშების ბიოლოგიური თავისებურებების, სასუქების თვისებების და მისი მცენარეზე და ნიადაგზე გავლენის გათვალისწინებით კულტურული მცენარეების კვების ოპტიმალური პირობების შექმნის მეცნიერულად დასაბუთებული რეკომენდაციების შემუშავება.

სასუქები მიწათმოქმედებაში ნივთიერებების წრებრუნვაზე ზეგავლენის ყველაზე ძლიერი საშუალებაა. მათ გარეშე შეუძლებელია მცენარეების კვების პროცესების რეგულირება, მოსავლის ხარისხის ცვლა, ნიადაგების ნაყოფიერების ზრდა. სასუქები ახდენენ ნიადაგზე კომპლექსურ ზემოქმედებას და არა მარტო ავსებენ ნიადაგს მცენარეებისათვის დეფიციტური საკვები ელემენტებით, არამედ აუმჯობესებენ ნიადაგის ქიმიურ, აგროქიმიურ და ფიზიკურ თვისებებს, ზრდიან მის ბიოლოგიურ აქტიურობას, ხელს უწყობენ საკვები ნივთიერებების მობილიზაციას.

ბოლო პერიოდში განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული ქიმიური საშუალებების, მათ შორის სხვადასხვა სახის სასუქების, გავლენას გარემოზე. ამ შემთხვევაში აღინიშნება აგროქიმიის კავშირი ეკოლოგიასთან. საჭიროა ლანდშაფტში სასუქების ქცევის შესწავლა კვლევის ბიოგეოქიმიური მეთოდების გამოყენებით. ამჟამად კვლევის ეს მიმართულება ჩამოყალიბდა მეცნიერების ცალკე დარგად აგროგეოქიმიის სახელწოდებით.

სასუქები აუმჯობესებენ ნიადაგის პროდუქტიულობას და საბოლოო ჯამში წარმოადგენენ კვების პროდუქტების წარმოების საფუძველს. მაგრამ საჭიროა გამოვიყენოთ მხოლოდ ისეთი სასუქები, რომელიც მნიშვნელოვნად აუკმჯობესებს ნიადაგს, უვნებელია ადამიანისა და ცხოველებისათვის და უზრუნველყოფს მაღალი ხარისხის პროდუქტების წარმოებას.

მცენარე ნიადაგიდან იღებს კვებისა და განვითარებისათვის საჭირო მინერალურ ბიოგენურ ნივთიერებებს. ნიადაგისთვის ეს ელემენტები იკარგება მოსავალთან ერთად. თუ არ ხდება მათი კომპენსაცია სასუქების სახით, ნიადაგი იფიტება; პირველ რიგში ის

კარგავს აზოტს, ფოსფორს, კალიუმს და კალციუმს. ბუნებრივია, რომ ამას მოსდევს პროდუქტიულობის დაქვეითება.

ამჟამად დადგენილია, რომ სასუქების გარეშე ევროპის სოფლის მეურნეობის პროდუქტიულობა კატასტროფულად შემცირდება. მხოლოდ სოფლის მეურნეობაში მიღწეული წარმატებებით შესაძლებელი გახდა ამ მჭიდროდ დასახლებული კონტინენტის ქალაქების მზარდი მოსახლეობის გამოკვება და სოფლის მეურნეობაში დასაქმებული მოსახლეობის სწრაფი შემცირების კომპენსირება.

საქმეში ჩაუხედავი ადამიანებისათვის გარემოს დაცვა სასუქების შესაძლებელი ნეგატიური ზემოქმედების თავიდან აცილების მიზნით შეიძლება გადაწყდეს საკმაოდ მარტივად საჭიროა შეეწყვიტოს სასუქების და პირველ რიგში აზოტოვანი სასუქების გამოყენება და დაეუბრუნდეთ სოფლის მეურნეობის გაძლოლის ძველ პრიმიტიულ ხერხებს. ვმინევეის (1988) აზრით, ესაა პრობლემის გადაწყვეტის ყველაზე უარესი ვარიანტი, რადგანაც სასუქების გამოყენება თავის თავად არის გარემოს გაუმჯობესების მნიშვნელოვანი პირობა. სასუქების სწორი გამოყენებით საშუალება მოგვეცა მიგვეღწია მნიშვნელოვანი შედეგებისათვის: შეჩერდა ნიადაგების ნაყოფიერების შემცირების პროცესი; სასუქების გამოყენების ზრდით მიღწეული იქნა მეტი პროდუქცია ტბებისა და მდინარეების ნაკლები დაჭუჭყიანებით; შემცირდა მოსახლეობისათვის კვების პროდუქტების წარმოების ღირებულება; მიწის მეტი ფართობი დაიკავა სხვა სავარგულებმა. 1940 წლამდე სასუქები არ გამოიყენებოდა ფართო მასშტაბით და როგორც შედეგი, ნიადაგების ნაყოფიერებამ დაიწყო მკვეთრი დაქვეითება. ამის შემდეგ, ბევრ ნიადაგზე, მიუხედავად სასუქების ხანგრძლივი გამოყენებისა, არ ხერხდება მათი ნაყოფიერების აღრინდელი დონის აღდგენა. სასუქების გამოყენებით სხვა აგროტექნიკურ ღონისძიებებთან ერთად შესაძლებელი გახდა მცირე ფართობებზე მაღალი მოსავლის მიღება. თუ მკვეთრად შევამცირებთ სასუქების გამოყენებას, მაშინ ფართობის ერთეულიდან საშუალო მოსავალი შემცირდება და კვების პროდუქტების წარმოების არსებული დონის შესანარჩუნებლად საჭირო გახდება უფრო მეტი სახნავი მიწის გამოყენება. ამშ ილინოისის შტატში ჩატარებული გამოკვლევებით დადასტურდა, რომ სასუქების გამოყენებაზე საერთოდ უარის შემთხვევაში სიმინდის მიღწეული მოსავლის მისაღებად საჭირო იქნებოდა სამჯერ მეტი სახნავი მიწის ფართობი და რადგანაც

ასეთი ფართობი შტატში არ მოიძებნება, საჭირო გახდებოდა ეროზირებული და სხვა უვარგისი მიწების გამოყენება, რაც გამოიწვევდა ნიადაგთან ერთად საკვები ელემენტების ჩამორეცხვას. ამის გარდა, სახნავი მიწების ფართობების გაზრდისათვის საჭირო გახდებოდა ტყეების გაჩეხვა, ჭაობების დამრობა, ნაკრძალების გაუქმება, პარკების გადახვნა და სხვ. ამიტომ სასუქების სწორი გამოყენება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგიასთან შეხამებით არის საკვებ პროდუქტებში საზოგადოების მოთხოვნილებების დაკმაყოფილების და გარემოს შენარჩუნების საუკეთესო საშუალება. რაც შეეხება სასუქების და სხვა ქიმიური საშუალებების უარყოფით ზეგავლენას გარემოზე, არსებობს ამ ზემოქმედების შექცევის მრავალი საშუალება.

სასუქების გამოყენების სრული შეწყვეტის და ამის შედეგად მიღებულ გამოუსწორებელი ზიანის მაგალითს წარმოადგენს ქართლის გადამხმარი ვაშლის ბაღები. 90-იანი წლების დასაწყისში წამოწყებულმა მასიურმა კომპანიამ სასუქების გამოყენების წინააღმდეგ გამოიწვია ოდესღაც უხვად მსხმოიარე ბაღების სრული განადგურება. სამწუხაროდ ასეთი მაგალითები საქართველოში მრაველადაა.

მიწათმოქმედების რთული პრობლემების გადასაწყვეტად საჭიროა ვიცოდეთ და გავითვალისწინოთ ბუნების კანონების მოქმედება და ამის გათვალისწინებით ობიექტურად იქნას შეფასებული არა მარტო ტექნოლოგია, არამედ ცალკეული ზერხებიც.

გერმანელი მკვლევარის ნ. ეეტერის (1980) აზრით ის გარემოება, რომ მიწების გადახვნა გუთნით მიჩნეულია ბუნებაში უვნებელ ჩარევად, ზოლო მინერალური სასუქების გამოყენება საშიშ ქმედებად, შეიძლება აიხსნას ადამიანების პირველისაღმი შეჩვევით და მეორეს წარმოშობის და ქმედების არასაკმარისი ცოდნით.

მინერალური და ორგანული სასუქები პირველ რიგში კულტურული მცენარეებისათვის ბიოგენური ელემენტების წყაროა, ე.ი. მოსავლის რაოდენობის და ხარისხის მატერიალური საფუძველია. სოფლის მეურნეობაში სასუქების გამოყენების სისტემატური ზრდა აუცილებელია მცენარეული პროდუქციის დიდი რაოდენობის მისაღებად და დედამიწის მუდმივად მზარდი მოსახლეობის მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად. აქედან გამომდინარე, უნდა მოხდეს სამრეწველო სასუქების როგორც ნებისმიერი ცივილიზებული საზოგადოების სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის პროდუქტის რაციონალური და

ფექტური გამოყენება. მხოლოდ ამ შემთხვევაში ისინი იქნება გარემოს გაუმჯობესების მნიშვნელოვანი საშუალება.

სამწუხაროდ, ხშირად მოსახლეობას მიეწოდება არასწორი, დამახინჯებული ცნობები ქიმიური ნივთიერებების ზეგავლენის შესახებ, რაც იწვევს უნდობლობას ნებისმიერი ქიმიური საშუალებების მიმართ, თუმცა მათ გარეშე არ შეიძლება იარსებოს არც ერთმა ცივილიზებულმა საზოგადოებამ, თუ მას სურს დააკმაყოფილოს მოსახლეობა კვების პროდუქტების სრული მოცულობით და ასორტიმენტით.

მოსავლის შემატების ნახევარზე მეტი (ხოლო ტენით უზრუნველყოფილ ადგილებში უფრო მეტიც), იქმნება სასუქების გამოყენებით. უფრო მეტი უკუგება სასუქების გამოყენებიდან შეიძლება მიღებულ იქნას მათი გამოყენებით აგროქიმიის თეორიული საფუძვლების ღრმა ცოდნით და აგროტექნიკის სხვა ხერხებთან შეხამებით. ამ შემთხვევაში მოქმედებს ფაქტორების არა მარტივი ჯამი, არამედ აღინიშნება მათი რთული ურთიერთკავშირი მცენარეების კვების პროცესში.

ცხრილი 16

ზორბლის მარცვლის მოსავალზე ქიმიზაციის საშუალებების
კომპლექსური გამოყენების მოქმედება
(მინევი, ლადონინი, 1985)

პარამეტრი	მარცვლის მოსავალი, ც/ჰა	მოსავლის მატება, ც/ჰა
$N_{80}P_{90}K_{120}$ (ფონი)	48,8	
ფონი + ჰერბიციდები (ლინურონი-0,75 კგ) + 2,4D (1,5 კგ) + სიმაზინი (0,2 კგ)	59,6	10,8
ფონი + ჰერბიციდები + ტური (5 ლ/ჰა)	64,6	15,8
ფონი + ჰერბიციდები + ტური + ფუნდაზოლი + (0,3 კგ/ჰა) + ტილტი (0,5 კგ/ჰა ორჯერ)	80,2	31,4

ზოგჯერ ამტკიცებენ, რომ ქიმიის საშუალებების მზარდი გამოყენება არღვევს ნივთიერებების ბუნებრივ ციკლს, ხელს უწყობს წყალსატევების ეროტიფიკაციის მოვლენებს და საბოლოო ჯამში უარყოფითად მოქმედებს გარემოზე, ბუნებრივ მცენარეულობაზე და ცხოველთა სამყაროზე. დაუშვებელია ყველა ქიმიური საშუალების (სასუქები, შხამქიმიკატები, პერბიციდები, მრეწველობის სხვა დარგების ნარჩენები) გაერთიანება, რადგანაც მათი დანიშნულება არაერთნაირია და განსხვავებულად მოქმედებენ ბუნებაზე. მინერალური სასუქების გამოყენება წარმართავს ბიოგენური ელემენტების წრებრუნვას გაფართოვებული სპირალით. ამასთან დაკავშირებით მცენარეული პროდუქციის წარმოების გაფართოებისათვის საწყისი მომენტი მინერალური სასუქების გამოყენების ზრდა საჭირო მასშტაბებში.

იქ, სადაც კარგადაა განვითარებული მცენარეულობა, იქმნება გარემოსთვის, ცხოველთა სამყაროსთვის და თვით ადამიანისათვის საუკეთესო პირობები. კარგად განვითარებული მცენარეულობა გარემოს ძირითადი გამაუმჯობესებელი ფაქტორია. იქ, სადაც არ არის ზრუნვა მიწვრთვებაზე, მდელოებზე, საძოვრებზე, ტყეებზე, არ არის ზრუნვა გარემოზეც.

სასუქების სწორი გამოყენება, მეღორააციული და აგროტექნიკური ღონისძიებების ეფექტური და ღრუული გატარება, არის არამარტო სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მზარდი წარმოების, არამედ გარემოს გაჯანსაღების აუცილებელი პირობა.

სასუქები ბიოგენური ელემენტების, ე.ი. მცენარეების კვების წყაროა. ბიოგენური საკვები ელემენტებია ქიმიური ელემენტები, რომლებიც შედის ორგანიზმების შემადგენლობაში და ასრულებს გარკვეულ ბიოლოგიურ ფუნქციებს. მცენარეები იღებენ ამ ელემენტებს ნიადაგიდან, თუ ისინი არის მისაწვდომ მდგომარეობაში, ან შეტანილი სასუქებიდან. საკვები ელემენტების ამ ორივე ფორმას მცენარეები ერთნაირად გამოიყენებენ მოსავლის შესაქმნელად. ამიტომ ნიადაგში მცენარეებისათვის საკვები ელემენტების ფორმების არსებობა, მათ შორის საჭირო შეფარდებებში, წარმოადგენს მაღალი მოსავლის ფორმირების ძირითად პირობას. ეს გარემოება განსაზღვრავს ნიადაგების ეფექტურ ნაყოფიერებას.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ხდება ნიადაგში მოსავლით გამოტანილი საკვები ნივთიერებების დაბრუნება, უმჯობესდება მცენარეების განვითარება გარემოდან (ატმოსფეროდან და

ლიტოსფეროს ზედა ფენებიდან) ჩაერთვება ბიოგენური ელემენტების სულ უფრო მეტი რაოდენობა, რაც საბოლოო ჯამში ხელს უწყობს ნიადაგების ეფექტური ნაყოფიერების ზრდას. მაკრო- და მიკროელემენტების ბალანსის დარღვევამ შეიძლება არსებითად შეცვალოს მცენარეების ქიმიზმი და ამით დაარღვიოს ცხოველების და ადამიანის ნორმალური კვება.

მინერალური სასუქების გარეშე შეუძლებელია შეიქმნას მიწათმოქმედებაში საკვები ნივთიერებების დადებითი ბალანსი. ამგვარად, სოფლის მეურნეობაში გამოსაყენებელი სასუქები უნდა აუმაღლებდეს მიწათმოქმედებაში საკვები ელემენტების წრებრუნვას. ეს ხელს შეუწყობს გარემოს არა მარტო დაცვას, არამედ მის გაუმჯობესებასაც. ყოველივე ეს, რასაკვირველია, დადებით გავლენას მოახდენს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის რაოდენობაზე და ჰიგიენურ შემადგენლობაზე.

მიწათმოქმედებაში საკვები ნივთიერებების ბალანსის დარღვევამ შეიძლება გააუარესოს ნიადაგების, ბუნებრივი წყლების, მცენარეების ჰიგიენური შემადგენლობა. ამან თავის მხრივ შეიძლება გამოიწვიოს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის და ცხოველებისთვის საკვების ზარისხის შეცვლა და გამოიწვიოს ადამიანის და ცხოველების ფუნქციონალური დაავადებები. კარგადაა ცნობილი იოდის (ენდემური ჩიყვი), ფტორის (კბილების კარიესი) უკმარისობით გამოწვეული დაავადებები. ფტორის სიჭარბე იწვევს ფტორიოზს, სტრონციუმის - უროვის დაავადებას, მოლიბდენის - ნიკრისის ქარს და ა.შ. ნიადაგში მთელი რიგი მიკროელემენტების, პირველი რიგში იოდის, თუთიის, სპილენძის, კობალტის, მანგანუმის, ნიკელის, მოლიბდენის უკმარისობამ შეიძლება გამოიწვიოს სხვადასხვა დაავადებები ადამიანსა და ცხოველებში. ათეროსკლეროზს უკავშირებენ სისხლში მანგანუმის გადიდებულ და ნიკელის შემცირებულ რაოდენობას. გულის იშემიური დაავადების დროს აღნიშნავენ თუთიის შემცირებულ შემცველობას. ჰიპერტონული კრიზისის დროს სისხლის შრატში აღინიშნება სპილენძის სიჭარბე და კობალტის და თუთიის ნაკლებობა. შაქრის დიაბეტს თან ახლავს სისხლში მანგანუმის კონცენტრაციის ვარდნა. აზოტის ნიტრატული ფორმების სიჭარბე კვების პროდუქტებში, საკვებში და წყლებში იწვევს მეტჰემოგლობინემიას (სილურჯე) და ნირტიტებსა და ნიტროზოამინებთან ერთად გააჩნიათ კანცეროგენური მოქმედება. გოგირდის, აზოტის, ნახშირბადის ოქსიდების მუდმივი სიჭარბე

იწვევს სუნთქვის მოშლას, ფილტვის დაავადებებს, ასთმას. ვერცხლისწყალი, კადმიუმი, ტყვია აზიანებენ ნერვიულ სისტემას, გავლენას ახდენენ სასქესო ორგანოებზე და შთამომავლობაზე (სიმახინჯე, ფსიქოზები), იწვევენ მუტაციას. იაპონიის სანაპირო ზონის ბრინჯის ველებზე, სასმელ წყალში, მარცვალში, თევზების ქსოვილებში მეთილის ვერცხლისწყლის არსებობა იწვევს ძალიან მძიმე დაავადებას სახელწოდებით მინამათა. ეს დაავადება პირველად აღნიშნული იყო ამ სახელწოდების იაპონიის პატარა დასახლებულ პუნქტში, ხოლო შემდგომ აღმოჩენილი იქნა თითქმის მთელ იაპონიაში, კანადის და სკანდინავიის ზოგიერთ ადგილებში. კადმიუმის ნაერთები იწვევს იტაი-იტაიას დაავადებას, რომელიც შლის ადამიანის ჩონჩხს და ფსიქიკას.

ცხრილი 17

ეკოსფეროს ტოქსიკური ნივთიერებანი* (როზანოვი, 1984)

ნივთიერება	შემცველობა გარემოში	მოხვადრა ადამიანში	დაავადება
ბორი	სასმელი წყალი	წყლით	თირკმულების და კუჭ-ნაწლავის დაზიანება
რკინა	რკინის ჭურჭელი, ბუნებრივი წყლები	საკვებით, წყლით	ღვიძლის ცეროზი, სისძარღვების დაავადება
იოდი	ნაღავი	ჰერით, წყლით	ფარისებრი ჯირფვალის კიბო, ენდემური ჩიფი - ნაკლებობისას
კადმიუმი	ჰერი	წყლით, საკვებით, ჰერით	თირკმლის დაავადებანი, იტაი-იტაი, ფარისებრი ჯირფვალის კიბო
კობალტი	ჰერი, წყალი	ჰერით, წყლით, საკვებით	ინტოქსიკაცია, გულის უკმარისობა, პოლიციტემია

მანგანუმი	ჰაერი, ლინოლეუმი, ასანთი	ჰაერით	ცენტრალური ნერვიული სისტემის დაზიანება, პარკინსონის სინდრომი, პნევმონია
სპილენძი	ჭურჭელი, ქიმიკატები	წყლით	ინტოქსიკაცია, ანემია, ჰეპატიტები
მოლიბდენი	საღებავები, ნიადაგი, შუშა	ჰაერით, საკვებით, წყლით	ცენტრალური ნერვიული სისტემის დაზიანებით, ნიკერისის ქარი
დარიშხანი	შეწამლული ხორბალი, ნიადაგი, ჰაერი, ლუდი	წყლით, საკვებით, ლუდით	ინტოქსიკაცია, ფილტვების და კანის კიბო, პერიფერიული ნევრიტი
ნიტრატები, ნიტრიტები	წყალი, ჰაერი	წყლით, საკვებით	მეთემოგლობინემია
ვერცხლისწყ- ალი	ჰაერი, წყალი	წყლით, ჰაერით, საკვებით	ინტოქსიკაცია, მინამატას დაავადება, დამბლა
ტყვია	წყალი, ჰაერი, ნიადაგი	ჰაერით, წყლით, საკვებით	ინტოქსიკაცია, ცენტრალური ნერვიული სისტემის, ღვიძლის, ტვინის, სასქესო ორგანოების დაზიანება
სილენი	წყალი	წყლით	დერმატიტები
ფტორი	ჰაერი, წყალი	წყლით, ჰაერით	ფლიოროზი, კბილის დაავადებანი
ქრომი	საღებავები	ჰაერით	ბრონქიალური კიბო
თუთია	ჭურჭელი, ჰაერი	ჰაერით	ინტოქსიკაცია

* ჭარბი რაოდენობის შემთხვევაში

ცხრილში მოტანილია ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საშიში და ამა თუ იმ ხარისხით აგროქიმიურ საშუალებებთან დაკავშირებული ბუნებრივი და ტექნოგენური წარმოშობის ყველაზე გავრცელებული ტოქსიკანტები.

ბუნებრივ ეკოსისტემებში საქმე გვაქვს ბიოგენური ელემენტების შეკრულ ციკლთან. ხელოვნურ ეკოსისტემებში, მათ შორის აგროცენოზებში, ხდება ამ ციკლის გარღვევა რადგანაც ადგილი აქვს მათ გატანას მოსავლით და დანაკარგებს ეროზიით, ინფილტრაციით და აორთქლებით.

საკვები ნივთიერებების ბალანსი არის კონკრეტული ფართობის ან კელევის ობიექტის (მინდორი, თესლბრუნვა, ხანგრძლივი სტაციონარული ცდა, მეურნეობა, ზონა და ა.შ.) ნიადაგში საკვები ნივთიერებების შემცველობა მათი შემოსავლის (სასუქების შეტანა, ბუნებრივი წყაროები და ა.შ.) და გასავლის (გატანა მოსავლით, ბუნებრივი დანაკარგები-გამოტანა, ჩამორეცხვა, აორთქლება და ა.შ.) ყველა მუხლის გათვალისწინებით გარკვეული დროის მანძილზე.

შემოსავლის მუხლი შეიცავს საკვები ნივთიერებების შემოსავლის შემდეგ წყაროებს: 1) მინერალური სასუქები; 2) ორგანული სასუქები; 3) მცენარეული ნარჩენები; 4) სათესლე მასალა; 5) ბიოლოგიური ფიქსაცია მიკროორგანიზმებით; 5) ნალექების მეშვეობით.

გასავლის მუხლი შეიცავს: 1) მოსავალთან ერთად ძირითადი და თანამდევი პროდუქციის გატანა; 2) გატანა მცენარეულ ნარჩენებთან ერთად; 3) ჩარეცხვა გრუნტის წყლებში და ზედაპირიდან ჩამორეცხვა; 4) დანაკარგები შესაძლებელი ეროზიული პროცესების შედეგად; 5) გაზისებრი დანაკარგები და ა.შ.

მიწათმოქმედებაში ცალკეული საკვები ელემენტების (აზოტი, ფოსფორი და კალიუმი) ბალანსს და წრებრუნვას აქვს თავისი თავისებურებანი.

განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს აზოტი - სიცოცხლის ძირითადი მატარებელი.

დიდია ბიოლოგიური აზოტის მნიშვნელობა. იგი წარმოადგენს არა მარტო საკვები ელემენტების დაგროვების წყაროს, არამედ ბიოსფეროს გაჭუჭყიანებასთან ბრძოლის უძლიერეს ფაქტორს. პარკოსნების მნიშვნელობა გარემოს დაცვაში სწორედ იმაში მდგომარეობს, რომ ისინი ცოტა ან სრულებით არ მოითხოვენ აზოტოვან სასუქებს და ამით იცავენ მდინარეებს და წყალსატევებს

ნიტრატებით გაჭუჭყიანებისგან და ამავე დროს არ ამცირებენ მოსავალს და მის ხარისხს.

ზოგჯერ სასუქების ნორმები გაუმართლებლად დიდდება. ამასთან არ არის დაცული სასუქების გამოყენების რაციონალური პირობები (შეტანის ვადები, წესები და სხვ.), რაც გარემოს გაჭუჭყიანების მიზეზი ხდება (ზარდალიშვილი, ურუშაძე, 1992).

გრუნტის წყლებისა და ღია წყალსაცავების დანაგვიანება ნიტრატებით აღინიშნება მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში, განსაკუთრებით იქ, სადაც მაღალია სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის დონე. არის ცდები იმისა, რომ დაამყარონ გარკვეული კავშირი შეტანილი სასუქების რაოდენობასა, ნიადაგის თვისებებსა, მოსულ ნალექებსა და აზოტის გამორეცხვას შორის. მაგალითად, პოლანდიელი მეცნიერების გამოკვლევებით ყოველი ერთი მმ ნალექი 0,5 კგ/ჰა აზოტის გამორეცხვას იწვევს. გერმანიაში ჩატარებული გამოკვლევით დადგინდა, რომ სხვადასხვა მექანიკური შედგენილობის ნიადაგში აზოტის გამორეცხვა საკმაოდ განსხვავდებოდა ერთმანეთისაგან. ქეიშნარ ნიადაგებზე 374, 615 და 779 მმ ნალექის მოსვლისას აზოტის გამორეცხვა შესაბამისად იყო 33, 41 და 56 კგ/ჰა; თიხნარი ნიადაგიდან ნალექების იგივე რაოდენობისას – 21, 23 და 62 კგ/ჰა. ცხრა წლის მანძილზე ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ N_{80} -ს შეტანის შედეგად საშუალოდ ქვეშნარ ნიადაგებზე აზოტის 35, ხოლო თიხნარზე 22 კგ/ჰა გამოირეცხა.

საქართველოს მდინარეებში, წყაროებსა და ჭის წყლებში ნიტრატების შემცველობაზე საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის აგროქიმიის კათედრის თანამშრომლების მიერ ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ზოგიერთ რეგიონში (დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონა, გურჯაანის რაიონი და სხვ.) ნიტრატების შემცველობა ძალზე მომატებულია, რაც ძირითადად მინერალური სასუქების შენახვის წესების დარღვევითაა გამოწვეული. ხარაგოულის რაიონში ზოგიერთ წყაროს წყალში ნიტრატების მაღალი შემცველობა გამოწვეულია ფერმებიდან გამოტანილი ნაკელის შენახვის ელემენტარული წესების დარღვევით და სხვ.

ნიადაგში აზოტის დაგროვებას შეიძლება ჰქონდეს ადგილი მაშინ, როდესაც ის ხდება მასში ორგანული სასუქის ფორმით. იმის გათვალისწინებით, რომ აზოტი არის საკმაოდ მოძრავი ელემენტი,

ყველაზე მეტად მოსალოდნელია ბიოსფეროს დაბინძურება პირველ რიგში აზოტოვანი სასუქების არასწორი გამოყენების შედეგად.

განსაკუთრებულ პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს ფოსფორის ბალანსი და მისი წრებრუნვა ეკოსისტემებში. თუმცა ცოცხალ ორგანიზმს ესაჭიროება ფოსფორის 10 ჯერ ნაკლები რაოდენობა, ვიდრე აზოტის, ის არის მეტად მნიშვნელოვანი ბიოგენური ელემენტი. ფოსფორი არის არა მარტო მცენარეებისათვის საკვები წყარო, არამედ ენერგიის წყაროა, რომელიც შედის სხვადასხვა ნუკლეინური მჟავის შემადგენლობაში.

ფოსფორის დეფიციტი მკვეთრად ამცირებს მცენარეების პროდუქტიულობას. ამავე დროს ფოსფორს არ გააჩნია ნიადაგში მარაგების შევსების ბუნებრივი წყაროები, როგორც ეს აქვს აზოტს. მოსავლის შექმნაზე მისი მარაგის მოხმარება ნიადაგში პრაქტიკულად იესება მხოლოდ ფოსფორული და ორგანული სასუქების შეტანით.

ატმოსფეროში ფოსფორი მცირე რაოდენობითაა და ძირითადად მტვერის სახით არსებობს. ამიტომ ფოსფორის წრებრუნვა შედარებით უფრო მარტივია, ვიდრე აზოტის წრებრუნვა, ე.ი. ეკოსისტემებში ფორფორის წრებრუნვაში ჩართულია მხოლოდ ნიადაგი, წყალი და მცენარეები. მაგრამ მცენარეების მიერ მის შეთვისებაზე მოქმედებს გარემოს მრავალი ფაქტორი. ფოსფორის დაკარგვა ხდება ძირითადად ნიადაგის ეროზიის დროს წვრილმიწის და თხევადი ჩამონადენის შემადგენლობაში.

ფოსფორიან სასუქებში საკმაო რაოდენობითაა სხვადასხვა ქიმიური ელემენტი, რომელთაგან ზოგიერთი ძლიერ საშიშია ადამიანის ჯანმრთელობისათვის (ზარდალიშვილი, ურუშაძე, 1992).

აღსანიშნავია სუპერფოსფატში ფტორის შემცველობა. სწონედ ამ ელემენტს აქვს განსაკუთრებული მნიშვნელობა გარემოს გაჭუჭყიანების თვალსაზრისით.

ნიადაგში შეტანილი ფოსფორიანი სასუქებიდან ფოსფორის გამორეცხვა მცირეა 0,5-1,0 კგ-ს არ აღემატება (შეტანილი ნორმების მიხედვით). ასე რომ, ამ მხრივ გრუნტის წყლების გაჭუჭყიანება ძალზე უმნიშვნელოა (ზარდალიშვილი, ურუშაძე, 1992). ფოსფორით გარემოს გაჭუჭყიანების მნიშვნელოვანი წყაროა დეტერგენტები (სარეცხი საშუალებანი) და ეროზია. დეტერგენტები დიდი რაოდენობით შეიცავს ფოსფოროვან ნაერთებს, რომელნიც თეთრეულის რეცხვის პროცესში არ იშლება და მთლიანად გადადის

ჩამდინარე წყლებში. ფოსფორით გარემოს გაჯერებაში ლეტერგენტებზე 46 % მოდის.

ცხრილი 18

ფოსფორიან სასუქებში სხვადასხვა ელემენტის შემცველობა გრ-ით ტ სასუქზე
(გაპანიუკი, ბობოენიკოვი, კრემლენკოვა, 1982)

ქიმიური ელემენტი	მარტივი სუაერფოსფატი	ორმაგი სუაერფოსფატი
F	6200	4000
Cl	306	568
SO ₄	9180	701
Mg	1400	4500
Mn	540	650
Zn	137	142
Ni	23	17
Cr	67	41
Pb	49	38
V	42	38
Cu	18	13
Cd	2,2	3,5
Sn	2,8	2,0
Hg	0,8	0,04

კალიუმს დღემდე არ ექცევა სათანადო ყურადღება, რაც გამოწვეულია იმით, რომ ნიადაგებში მისი შემცველობა საკმაოდ მაღალია.

კალიუმიანი სასუქების მიგრაცია ნიადაგში მცირეა აზოტთან სასუქებთან შედარებით და ამიტომ არ ახდენს მკვეთრ, უარყოფით გავლენას გარემოზე (ზარდალიშვილი, ურუშაძე, 1992). კალიუმიანი სასუქების ჭარბად გამოყენება სხვა მხრივ არის დასაგმობი. კალიუმიან სასუქებთან ერთად ნიადაგში შეიტანება ქლორი. მაგალითად, ნიადაგში K_{60} -ის შეტანისას კალიუმის ქლორიდის სახით მცენარეები მასში არსებული ქლორის $1/6$ შეითვისებენ, დანარჩენი კი გამოირეცხება ნიადაგიდან და უერთდება გრუნტის წყლებს. გარდა ამისა, ნიადაგში ირღევეა მაგნიუმის, ნატრიუმის, კალციუმის და ბორის ბალანსი, შესაბამისად, მათი შეთვისება მცენარეების მიერ, რასაც შეიძლება უარყოფითი შედეგები მოჰყვეს. მნიშვნელოვან ზიანს აყენებს გარემოს ის შლამები, რომლებიც რჩება კალიუმიანი სასუქების წარმოების შედეგად, რომელსაც უზარმაზარი ფართობი უკავია.

მიწათმოქმედებაში საკვები ნივთიერებების წრებრუნვის და შესაბამისად მათი ბალანსის განხილვისას სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებით მეტად მნიშვნელოვანია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის დონის გათვალისწინება.

ამჟამად, მიწათმოქმედების ქიმიზაციის ინტენსიური განვითარების პირობებში, საკვები ელემენტების ბალანსის განსაზღვრა იძენს დიდ თეორიულ და პრაქტიკულ მნიშვნელობას. საბალანსო გაანგარიშებები არა მარტო იძლევა საშუალებას მივიღოთ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დაგეგმილი მოსავალი, არამედ სწორი გავლენა მოვახდინოთ ნიადაგების ეფექტურ მოსავლიანობაზე ნიადაგში მოძრავი საკვები ელემენტების გარკვეული დონის შექმნით.

საკვები ნივთიერებების ბალანსის ანგარიში მარტივი საკითხი არ არის და აქ მისაღებია ზოგიერთი დაშვებები. ცნობილია, რომ სასუქებთან ერთად მოსულ საკვებ ნივთიერებებს მცენარე მთლიანად არ ითვისებს. მათი ნაწილი იკარგება ჩარეცხვით გრუნტის წყლებში და მდინარეებში და წყალსატევებში, და აგრეთვე გაზისებრი დანაკარგებით (პირველ რიგში აზოტი).

საკვები ელემენტების ნაწილი გადადის მცენარეებისთვის ძველადხსნად ფორმაში ქიმიური შთანთქმის, ამონიუმის და კალიუმის არაგაცვლითი ფიქსაციის და იმობილიზაციის სხვა ფაქტორების

შედეგად. ამ შემთხვევაში დასაშვებია ნიადაგებიდან და სასუქებიდან მცენარეებით საკვები ელემენტების შეთვისების კოეფიციენტების შემუშავება, რომლებსაც აქვთ პირობითი ხასიათი. ისინი დინამიურია და იცვლება ბუნებრივი პირობების, ამინდის, ნიადაგის თვისებების და ნაყოფიერების, ქიმიზაციის დონის, აგროტექნიკის თავისებურებების, თესლბრუნვის ტიპის და სპეციალიზაციის და სხვ. პირობების მიხედვით. ასეთი გაანგარიშება აუცილებელია, რადგანაც იძლევა საშუალებას გავლენა მოახდინოს ქიმიზაციის მიმართულებასა და ღონეზე ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში.

საზღვარგარეთის ქვეყნებში ინტენსიური მიწათმოქმედების პირობებში საკვები ნივთიერებების ბალანსს დიდი ყურადღება ეთმობა. ის წარმოადგენს სასუქებზე მოთხოვნილების პერსპექტიული დაგეგმვის ძირითად მეთოდს.

მინერალური სასუქებისგან განსხვავებით, რომლებიც აუმჯობესებენ ბიოგენური ელემენტების წრებრუნვას და ბალანსს, ორგანული სასუქები წარმოადგენს არა მარტო მცენარეებისათვის საკვები ელემენტების მნიშვნელოვან წყაროს, არამედ ავსებს ჰუმუსის (ნიადაგის პოტენციური ნაყოფიერების უმნიშვნელოვანესი მაჩვენებლის) მარაგს ნიადაგში.

ჰუმუსის ეკოლოგიური და აგრონომიული მნიშვნელობის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ნიადაგის ორგანული ნაწილი და აგრეთვე ორგანული სასუქები შეუძლებელია განვიხილოთ როგორც მცენარეებისთვის მისაწვდომი მინერალური კვების ელემენტების მარაგის შევსების მარტო ერთ-ერთი წყარო. ორგანული სასუქების მეტად მნიშვნელოვანი ფუნქცია გამოიხატება მეღიორაციულ ზეგავლენაში, ნიადაგის თვისებების გაუმჯობესებაში, მისი ჰუმუსოვანი მდგომარეობის ოპტიმიზაციაში. ჰუმუსი აძლიერებს ნიადაგის წინააღმდეგობას არახელსაყრელი კლიმატური პირობებისადმი, ამცირებს მცენარეებზე ნიადაგის მინერალური კომპონენტების ზოგიერთი ნეგატიური თვისებების შესაძლებელ უარყოფით გავლენას. ჰუმუსი, როგორც საკვები ელემენტების წყარო, შეიცავს თითქმის მთელ ნახშირბადს, აზოტის და გოგირდის 80 - 90 %, ფოსფორის 50 %. ჰუმუსი არის ნიადაგის ბიოგენურობის ძირითადი ფაქტორი.

ნიადაგის ნაყოფიერების გაფართოვებული აღწარმოება და გარემოს დაცვის პრობლემების გადაწყვეტა ითვალისწინებს ნიადაგში ჰუმუსის მარაგების შევსებაზე ზრუნვას. ეს კი შესაძლებელია სასუქად

ყველა სახის ორგანული ნარჩენის გამოყენების შემთხვევაში. დადგენილია საინტერესო კანონზომიერება: რაც უფრო მაღალია მიწათმოქმედების კულტურა, მით უფრო მეტი ყურადღება ეთმობა ნაკელს და სხვა ორგანულ სასუქებს.

მინერალური სასუქი აძლიერებს ჰუმუსის მინერალიზაციას, რამაც მჟავიანობის გადიდებასთან ერთად შეიძლება გამოიწვიოს ნიადაგების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების შეცვლა. მინერალური სასუქების ფიზიოლოგიურად მჟავე ფორმების ხანგრძლივი გამოყენება ნიადაგების მოკირიანების გარეშე მკვეთრად ამცირებს მრავალი კულტურის მოსავალს.

დადგენილია, რომ მინერალური სასუქების ხანგრძლივი გამოყენება იწვევს მცენარეებისა და მიკროორგანიზმებისათვის ტოქსიკური ელემენტების, მაგალითად ფტორის, დაგროვებას.

გაბატონებულია აზრი, რომ ორგანული სასუქები უფრო ეფექტურია მინერალურ სასუქებთან შედარებით. ორგანული სასუქებიდან მოსავლის დამატებითი ნამატი იმ მოსავალთან შედარებით, რომელიც მიიღება მინერალური სასუქებით საკვები ელემენტების ეკვივალენტური რაოდენობის შეტანით, ცნობილია ჰუმუსოვანი ეფექტის სახელწოდებით. სხვა ავტორების მონაცემებით, ჰუმუსოვანი კომპონენტის მოქმედება ორგანულ სასუქებში მერყეობს 5 10 % ფარგლებში.

ორგანული სასუქები (მყარი და თხევადი) გრუნტის წყლების სერიოზული გამბინძურებლებია. ამინებს თხევად ნაკელში და ჩამდინარე წყლების ნალექებში, აგრეთვე ამიაკს, წყალსატევებში და მდინარეებში მოხვედრისას შეუძლიათ გამოიწვიონ თევზების მოწამლევა. მდინარეული და ტბური წყლების არსებითი გაბინძურება შეიძლება იყოს გამოწვეული ცხოველების არარეგულებადი სარწყულებელით, რომელთა ექსკრიმენტების ნაწილი ხვდება წყალში.

სასუქების სწორი სისტემა მცენარეების მოთხოვნილებების და პროგნოზირებადი მოსავლის მიღების გაანგარიშებით არ ახდენს არსებით გაკლენას ზედაპირული და გრუნტის წყლების გაჭუჭყიანებაზე საკვები ელემენტებით. ინტენსიურ მიწათმოქმედებაში სასუქების რაციონალური შეტანისას ასეთი საშიშროება გაზვიადებულია.

ჰუმუსის, როგორც ნიადაგების ნაყოფიერების მაჩვენებლის როლი, მეტად დიდია. ის არის მცენარეებისათვის მრავალი საკვები ელემენტის

წყარო, აუმჯობესებს ნიადაგის ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებს, გადიდებული შთანთქმის უნარიანობის წყალობით აფერხებს ზოგიერთი კაციონის მიგრაციას ნიადაგის პროფილის მიხედვით და ამით აფერხებს მათ მიერ გრუნტის წყლების გაჭუჭყიანებას. ჰუმუსი აძლიერებს ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტიობას. ჰუმუსი შთანთქავს ნიადაგში მოხვედრილ ტოქსიკურ ნივთიერებებს და მძიმე ლითონებს და ხელს უშლის მათ მოხვედრას გრუნტის წყლებში და მცენარეებში. ამ შემთხვევაში ნიადაგის ჰუმუსი ასრულებს ბიოსფეროს დაცვის სანიტარულ-ჰიგიენურ როლს.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ადამიანისათვის კვების პროდუქტების წარმოების და ცხოველების საკვების გადიდების და პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესების, საერთოდ სასოფლო-სამეურნეო წარმოების რენტაბელობის გადიდების საქმეში აგრონომიული ქიმიის განსაკუთრებული მნიშვნელობის მიუხედავად, ქიმიურ საშუალებებს, მათი არასწორი გამოყენების შემთხვევაში შეიძლება მოახდინონ მცენარეების მოსავალსა და გარემოზე ნეგატიური გავლენა.

სასუქებით გარემოს გაბინძურების ძირითადი გზებია: 1) ორგანიზაციული ფორმების, და აგრეთვე სასუქების ტრანსპორტირების ტექნოლოგიის, შენახვის არასრულყოფილება; 2) თესლბრუნვაში და ცალკეული კულტურების ქვეშ მათი შეტანის აგრონომიული ტექნოლოგიის დარღვევა; 3) თვით სასუქების, მათი ქიმიური, ფიზიკური და მექანიკური თვისებების არასრულყოფილება.

სასუქების ეფექტური სისტემის დამუშავებისას საჭიროა გათვალისწინებულ იქნას შემდეგი დებულებები:

სასუქების შეტანის სწორი ტექნიკის შერჩევა;

აგროქიმიური საშუალებების ინტენსიური გამოყენება პრაქტიკულად იწვევს ყველა ბიოგენური მაკრო- და მიკროელემენტების დაკარგვას.

აგროქიმიის ეკოლოგიური პრობლემების განხილვისას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს აზოტის პრობლემას. ამ ელემენტს შეუძლია მოახდინოს ნეგატიური ზეგავლენა ბიოსფეროს ყველა ჯაჭვზე, ადამიანის და ცხოველების ჯანმრთელობაზე. გამოკვლევებით და საწარმოო გამოცდილებით დადგენილია, რომ სასუქების აზოტის დანაკარგები შეიძლება დაყვანილ იქნას მინიმუმამდე, ხოლო მათი გამოყენების კოეფიციენტი მკვეთრად გაიზარდოს აზოტის დოზების სწორი, მაგალითად წილადური

შეტანისას. ამასთან აზოტოვანი სასუქები მიზანშეწონილია გამოიყენოთ ამონიურ და ამიდურ ფორმებში და მიუახლოვოთ მათი შეტანის ვადები კულტურების დათესვას ან მცენარეების მიერ აზოტის მაქსიმალური მოხმარების ფაზებს.

ნიტრატების დანაკარგები შეიძლება ვარეგულიროთ სასუქების შეტანის ვადებით და ხერხებით ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო ხერხების კომპლექსთან შეხამებაში. ამიტომ ბუნებრივი წყლების გაჭუჭყიანება აზოტის მინერალური ნაერთებით სასუქების ინტენსიური გამოყენებისას არ წარმოადგენს მიწათმოქმედების ქიმიზაციის გარდაუვალ შედეგს, არამედ არის მათი ნიადაგში შეტანის მეცნიერულად დასაბუთებული ხერხების დარღვევა.

აშშ მათემატიკური მოდელირების საშუალებით ჩატარდა სასუქების გამოყენების შეზღუდვის სხვადასხვა მეთოდის გამოყენებისას შესაძლებელი ეკონომიკური სიტუაციების ანალიზი. დადგინდა, რომ აზოტოვანი სასუქების ნორმების შეზღუდვა აზოტის 112 კგ/ჰა - მდე სიმიდის, სორგოს და ხორბლის ქვეშ მთლიანად ქვეყანაში არ გამოიწვევს ამ კულტურების ქვეშ ფართობების ზრდას, ხოლო აზოტის ნორმის შემცირება 56 კგ/ჰა-მდე გამოიწვევს სახნავეების ფართობების გაფართოების აუცილებლობას 16 %, რაც წარმოადგენს სერიოზულ ეკონომიკურ ზარალს. ამიტომ გარემოში სასუქების დანაკარგების თავიდან აცილების ძირითადი გზაა: მათი გამოყენების მეცნიერულად დასაბუთებული ტექნოლოგიის მკაცრი შესრულება, მინერალური სასუქების ფორმების სრულყოფა და მათი ხარისხის გაუმჯობესება.

არსებობს დაუწერელი აგრონომიული დებულება, რომელიც გამოიხატება იმაში, რომ სასუქების მაღალი დოზით შეუძლებელია გადაიფაროს მათი სწორი გამოყენების მეცნიერულად დასაბუთებული ტექნოლოგიის დარღვევა.

სასუქების ფორმების, პირველი რიგში აზოტოვანი, სწორი შერჩევა დიდ გავლენას ახდენს მცენარეების პროდუქტიულობაზე და ამცირებს აზოტის არასაწარმოო დანაკარგებს.

სწორი თესლბრუნვების ათვისება სასუქების მაღალეფექტური გამოყენების, მათი დანაკარგების შემცირების უმნიშვნელოვანესი პირობაა. აუცილებელია, რომ ნიადაგის ზედაპირი მუდმივად იყოს დაკავებული სასოფლო-სამეურნეო კულტურებით. ქვეყნის ყველა ზონაში საჭიროა მკაცრად იყოს თესლბრუნვაში დაცული სათოხნი

კულტურების და მთლიანი თესვის კულტურების თანაფარდობა, ერთწლიანი და მრავალწლიანი ბალახების დათესვა და ა.შ. ისე, რომ ნიადაგი რაც შეიძლება ნაკლებ დროს იყოს მცენარეულობის გარეშე.

საკვები ნივთიერებების დიდი დანაკარგები აღინიშნება მორწყვის პირობებში. სარწყავი სისტემების არასრულფასოვნება ხშირად დაკავშირებულია მდინარეებში და წყალსატევებში ზედმეტი სარწყავი წყლის ჩაშვებასთან. მასთან ერთად იკარგება საკვები ელემენტების დიდი რაოდენობა, განსაკუთრებით სასუქების ოპტიმალური და გადიდებული დოზების გამოყენების შემთხვევაში.

თანამედროვე მიწათმოქმედებაში ბუნებრივი რესურსების შენარჩუნების და აღწარმოებისათვის ყველაზე აქტუალურ პრობლემად რჩება ნიადაგების დაცვა და სწორი გამოყენება, მათი ნაყოფიერების ამაღლება და ბრძოლა ნიადაგის და სასუქების საკვები ელემენტების დანაკარგებთან.

განსაკუთრებულ საშიშროებას წარმოადგენს ნიადაგის ეროზიის ორივე სახე: წყლისმიერი და ქარისმიერი. ეროზია არის ნიადაგური საფარის დარღვევის და ზოგჯერ ლიკვიდაციის მეტად გავრცელებული ფორმა. მას ადგილი აქვს ბუნებრივ პირობებში, მაგრამ განსაკუთრებით ძლიერდება ადამიანის არასწორი საქმიანობის შედეგად: ტერიტორიის გადამეტებული და არასწორი გადახევა კონტურულობის, ე.ი. ადგილმდებარეობის რელიეფის გაუთვალისწინებლად; ტყეების გაჩეხვა; საქონლის ინტენსიური და უკონტროლო ძოვება; ეროზიის საწინააღმდეგო აგროექტნიკური ღონისძიებების კომპლექსის დარღვევა ან შეუსრულებლობა და ა.შ.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანის აგრონომიული ტექნოლოგიის დარღვევა იწვევს არა მარტო სასუქების, არამედ ნიადაგების საკვები ნივთიერებების დაკარგვას წყლისმიერი და ქარისმიერი ეროზიის განვითარების შედეგად. აშშ ვისკონსინის შტატში ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ მყარ ჩამონადენში აღინიშნებოდა 2,7 - ჯერ მეტი აზოტი, 3,4 - ჯერ მეტი მოძრავი ფოსფორი და 19 ჯერ მეტი გაცვლითი კალიუმი, ვიდრე მათი რაოდენობა ჩამორეცხილ ნიადაგში.

მიწათმოქმედების ინტენსიფიკაცია დაკავშირებულია სასუქების ფართო გამოყენებასთან (300 კგ/ჰა NPK), კულტურების მაღალი მოსავლის მიღებასთან და ნიადაგებში საკვები ელემენტების ნარჩენი

რაოდენობების მნიშვნელოვან დაგროვებასთან. დადგენილია თხიერი აზოტოვანი სასუქების მაღალი ეფექტურობა და პერსპექტიულობა, რომლებსაც კარგად ითვისებენ მცენარეები აზოტის დანაკარგების მნიშვნელოვანი შემცირებისას. ტენიან წლებში შეიძლება აზოტოვანი სასუქების ნაკლები დოზების შეტანა, რაც აგვაცილებს წყლების დაჭუჭყიანებას ნიტრატებით. ორგანული აზოტი ჰუმუსის შემადგენლობაში და მცენარეულ ნარჩენებში არ იკარგება ნიადაგიდან და თანდათანობითი ბინერალიზაციის დროს წარმოადგენს მცენარეების კვების წყაროს მთელი ვეგეტაციის განმავლობაში. საჭიროა გავითვალისწინოთ ნიადაგში ჰუმუსის დიდი ბიოქიმიური მნიშვნელობა - ორგანული ნივთიერება ქმნის ქიმიურ კავშირებს ნახშირბადასა და აზოტს შორის.

ეროზიული პროცესების მიზეზები მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში და მიწათმოქმედების რაიონებში განსხვავებულია. მაგრამ მათ შორის ძირითადია: თავსხმა ნალექები და წყალმოვარდნის ჩამონადენი, ნასვენნი და ყამირი მიწების გადახენა, საქონლის არანორმირებული ძოვება, აგროტექნიკური ღონისძიებების დარღვევა (გაძლიერებული მექანიკური დამუშავება, მონოკულტურა, ფერდობებზე თესლბრუნვებში კულტურების არასწორი შერჩევა, ნაწვერაღის დაწვა და ა.შ.) და, რასაკვირველია, ელემენტარული ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების უქონლობა (ფერდობების გამდელოება, კონტურული ხენა, ხეებისპირა ტყის ზოლების დარგვა, მდნარი წყლების შეკავების ხერხები და ა.შ.). იქ სადაც გამოიყენება პროგრესული აგროტექნიკური და ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებები მიწათმოქმედების ზარალი საგრძნობლად მცირდება.

ამჟამად ეროზიასთან და საკვები ნივთიერებების დანაკარგებთან ბრძოლაში მიღებულია ღონისძიებების შემდეგი კომპლექსი:

1. ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო დამუშავების სისტემა;
2. ტერასული, ზოლებრივი მიწამოქმედების და ეროზიის საწინააღმდეგო თესლბრუნვების დანერგვა;
3. ეროზირებული ნიადაგების მაქსიმალური განლაგება მცენარეულობის ქვეშ;
4. ძლიერ ეროზირებულ ნაკვეთებზე გამდელოება მრავალწლიანი ბალახებით;
5. სასუქების ფორმების, დოზების, ვადების და შეტანის ხერხების სწორი შერჩევა;

6. პოლიმერების-სტრუქტურწარმომქმნელების გამოყენება.

ამ და სხვა ეროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებების კომპლექსის გამოყენება იძლევა მაღალ ეფექტს. მაგრამ ეს ღონისძიებები უნდა ინერგებოდეს დიფერენცირებულად ცალკეული კულტურების მოყვანის პირობების სპეციფიკის გათვალისწინებით. საერთოდ კი, როგორც ეკოდა (1976) აღნიშნავს ოკეანეების, ტბების, მდინარეების შეწონილი და გახსნილი მასალის დაბინძურებისაგან დაცვის ყველაზე ეფექტური საშუალებაა ხმელეთის ზედაპირის მაქსიმალური “ბიოლოგიზაცია”, ე.ი. მისი დაფარვა მცენარეული საფარით, ნიადაგის დამაგრება ფესვებით და კორდით, მცენარეული ბიომასის სინთეზის და ნიადაგებში ჰუმუსის შემცველობის გადიდება. უნდა შეწყდეს ქალაქის და ინდუსტრიალური ნარჩენების ჩაშვება. ეს ნარჩენები უნდა ხელმოკრულ იქნას გამოყენებული სპეციალური, კომპოსტირებული სასუქების სახით.

მინერალური სასუქების ქიმიური, ფიზიკური და მექანიკური თვისებების არასრულყოფილება შეიძლება გახდეს მათი გარემოზე ნეგატიური გავლენის მიზეზი.

სასუქების გამოყენების აგრონომიულ ტექნოლოგიას მათი თვისებების გაუთვალისწინებლად შეიძლება გამოიწვიოს ბიოსფეროში საკვები ელემენტების მნიშვნელოვანი დანაკარგები. მაგალითად, მდელოებსა და საძოვრებზე შარდოვანას ზედაპირული შეტანა, ან საშემოდგომო მარცვლეული კულტურების ნათესებში, ხშირად იწვევს აზოტის არსებით დანაკარგს.

სასუქებიდან აზოტის დაკარგვის მეორე ბიოლოგიური გზაა ნიადაგში დენიტრიფიკაციის პროცესი. დადგენილია, რომ აზოტის გაზისებრი დანაკარგები ამ პროცესის შედეგად აღწევენ ამ ელემენტის შეტანილი დოზის 25 % და მეტს.

აზოტოვანი სასუქების არსებით ნეგატიურ თვისებად ითვლება მათი, განსაკუთრებით კი ნიტრატული ფორმების მაღალი ძერადობა. ამ სასუქების შეტანა მორწყვის ან საკმარისი ბუნებრივი დატენიანების დროს იწვევს აზოტის დიდ დანაკარგებს, სასუქების ზარჯვას და მათი ეფექტურობის მნიშვნელოვან დაქვეითებას. ეს ხდება იმიტომ, რომ ნიადაგის შთანთქმის კომპლექსით არ ხდება უარყოფითად დამუხტული NO_3 იონის აღსორბირება და ის მიგრირებს ნიადაგის პროფილის მიხედვით წყლის ღინებასთან ერთად.

აზოტის ყველა ფორმა ბუნებრივ პირობებში გარკვეული დროის

შემდეგ გადადის ყველაზე მოძრავ ნიტრატულ ფორმაში. ნიტრიფიკაციის პროცესის დამუხრუჭებისათვის გამოიყენება სხვადასხვა ინგიბიტორები, რომლებიც საშუალებას იძლევა გაზარდოს სასუქების აზოტის გამოყენების კოეფიციენტი და არსებითად შეამციროს მისი დანაკარგი.

ბევრ ქვეყანაში დიდი ყურადღება ექცევა ნელმოქმედ აზოტოვან სასუქებს. მეტად პერსპექტიულია აგრეთვე კაპსულირება, სასუქების დაფარვა სინთეტიკური აკვებით (ფისებით, პოლიეთილენით, პარაფინით) და გოგირდით. ეს ხელს უწყობს წყალხსნადი სასუქებიდან კვების ელემენტების თანდათანობით განთავისუფლებას, რაც რამდენიმე თვის მანძილზე გრძელდება. ამის შედეგად მცენარე უფრო სრულად იყენებს სასუქების საკვებ ნივთიერებებს, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს მის დანაკარგებს.

აზოტოვანი სასუქების მნიშვნელოვანი შემცირება და მათი გამოყენების კოეფიციენტის ზრდა ხდება თხევადი აზოტოვანი და კომპლექსური სასუქების გამოყენების დროს. დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს აზოტის კონტროლირებადი განთავისუფლებით აზოტოვანი სასუქების მიღების და გამოყენების ტექნოლოგიის დამუშავებას. პროგრესული აგროტექნიკის კომპლექსის გამოყენება, რომელიც მიმართულია ნიადაგის შენარჩუნებაზე კარგ სტრუქტურულ მდგომარეობაში, მასში ოპტიმალური წყლოვანი და ჰაეროვანი რეჟიმის შენარჩუნებით, და აგრეთვე თესლბრუნვაში კულტურების სწორი მორიგეობა განაპირობებს სასუქებიდან აზოტის დანაკარგების მნიშვნელოვან შემცირებას.

საკმაოდ სერიოზული პრობლემაა სასუქებში თანმხლები (ბალასტის) ელემენტები (ფტორი, ქლორი, ნატრიუმი და სხვ.). სასუქების გადიდებული დოზებით სისტემატური შეტანისას ბალასტის ელემენტები შეიძლება გროვდებოდეს ნიადაგში მნიშვნელოვანი რაოდენობით, უარყოფითად მოქმედებდეს მის თვისებებზე და ნაყოფიერებაზე, მოსავალზე და ხარისხზე, ზოგიერთ შემთხვევაში ხელს უწყობდეს გრუნტის წყლებში მარილების კონცენტრაციის გადიდებას.

გარემოზე სასუქების ნეგატიური გავლენა შეიძლება იყოს შემდეგი:

- სასუქების საკვები ელემენტების მოხვედრა ბუნებრივ წყლებში შეიძლება გამოიწვიოს წყალმცენარეების განვითარება და პლანქტონის

წარმოქმნა, ე.ი. მათი ევტროფიკაცია;

- აზოტის დანაკარგები ატმოსფეროში უარყოფითად მოქმედებს სასოფლო-სამეურნეო საწარმოებზე და შესაძლებელია ხელი შეუწყოს ოზონის ეკრანის დაშლას;

- მინერალური სასუქების არასწორმა გამოყენებამ შეიძლება გააუარესოს საკვები ნივთიერებების წრებრუნვა და ბალანსი, ნიადაგების აგროქიმიური თვისებები და ნიადაგების ნაყოფიერება;

- მაკრო- და მიკროელემენტებით მცენარეების კვების ოპტიმიზაციის დარღვევა იწვევს მცენარეების სხვადასხვა დაავადებას;

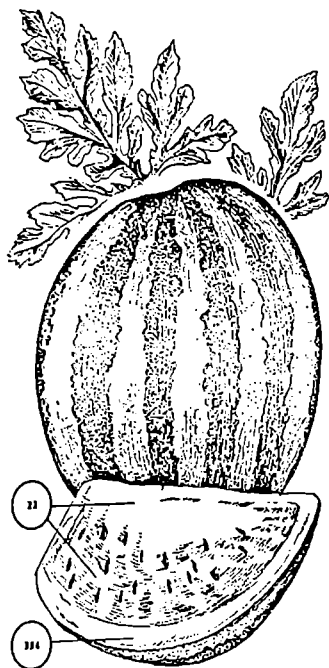
- სასუქების გამოყენების აგრონომიული ტექნოლოგიის დარღვევა აქვეითებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების პროდუქტიულობას და პროდუქციის ხარისხს.

აგროქიმიური საშუალებების (სასუქები, ქიმიური მელიორანტები) გამოყენება ზრდის ნაყოფიერებას და აუმჯობესებს ნიადაგის თვისებებს, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების კვებას უქმნის ოპტიმალურ პირობებს. მემცენარეული პროდუქციის ხარისხის თვალსაზრისით განსაკუთრებულ ინტერესს იძენს ცილების რაოდენობა და ამინომჟავური შემადგენლობა. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ ცხოველების და ადამიანის ორგანიზმს არ შეუძლია მოახდინოს ამინომჟავების სინთეზი მარტივი არაორგანული ნაერთებიდან, რადგანაც მასში არ წარმოიქმნება NH_2 ამინოჯგუფი.

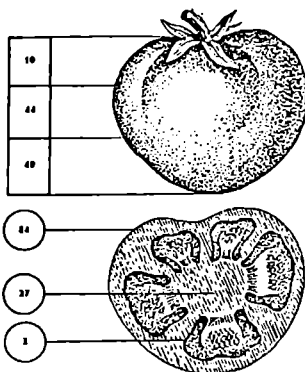
ადამიანისათვის ამინომჟავების წყაროა მემცენარეობის და მეცხოველეობის პროდუქცია. ადამიანის ღვიძლს შეუძლია ტრანსამინირების გზით გარდაქმნას ერთი ამინომჟავა მეორეში. მაგრამ ეს უნარი შეზღუდულია, რადგანაც ცოცხალ ორგანიზმში ამინომჟავების უმრავლესობის სინთეზირება არ ხდება და საჭიროა მათი მიღება გარედან. მხოლოდ ამ პირობით ცოცხალ ორგანიზმში შეიძლება შენარჩუნებულ იქნას აზოტოვანი წონასწორობა. ამინომჟავური შემადგენლობით მსჯელობენ ცილების ბიოლოგიურ ღირებულებაზე.

ოპტიმალური დოზების, მინერალურ სასუქებში საკვები ელემენტების შეფარდებების და მცენარეების ბიოლოგიური მოთხოვნილებების გათვალისწინებით შეტანის ვადების და ნიადაგში საკვები ნივთიერებების მოძრავი ფორმების შემცველობის დარღვევა უარყოფითად მოქმედებს ორგანული ნაერთების მეთაბოლიზმზე.

ამასთან ერთად, მცენარეებში ჭარბი რაოდენობით გროვდება

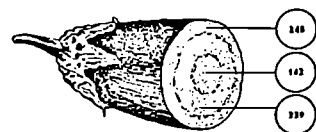
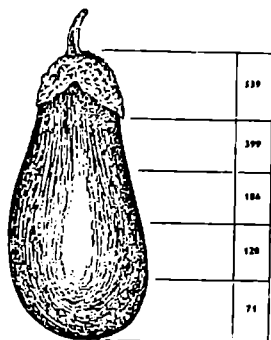


საზამთრო
Citrullus edulis

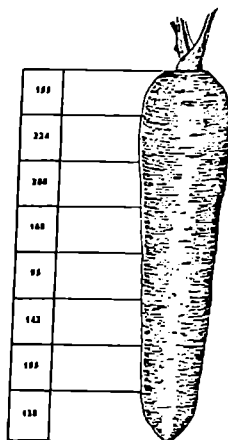
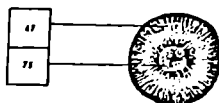


პომიდორი
Lycopersicon esculentum

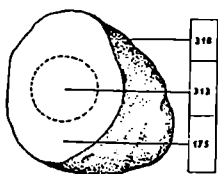
ნახ. 15. ნიტრატების შემცველობა ძირითად სასოფლო-სამეურნეო კულტურებში



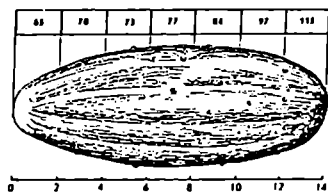
ბაღრიჯანი
Solanum melongena



სტაფილო
Daucus sativus



კარტოფილი
Solanum tuberosum



კიტრი
Cucumis sativus

ნიტრატები, ნიტრიტები, რომლებიც მჟავე არეში რეაგირებენ მეორად ამინებთან და წარმოქმნიან ნიტროზოამინებს. ეს ნაერთები საშიშია იმით, რომ მათ გააჩნიათ კანცეროგენური და მუტაგენური თვისებები და შეუძლიათ გამოიწვიონ კიბოს დაავადებანი, თანდაყოლილი და მუტაგენური სიმძინჯეები.

ნიტრატების მაღალი შემცველობა პროდუქტებსა და საკვებში საგრძნობლად ამცირებს მათ ხარისხს. მცენარეებს შეუძლიათ შთანთქან ნიტრატები დიდი რაოდენობით და ეს არ მოქმედებს უარყოფითად მათ ზრდასა და განვითარებაზე. მაგრამ ნიტრატული აზოტის გამოყენება ორგანული ნაერთების მეთაბოლზმში შესაძლებელია მხოლოდ ამონიუმამდე ნიტრატების აღდგენის შემდეგ.

ნიტრატების აღდგენის პირველ შუალედურ პროდუქტს წარმოადგენს ნიტრიტები. მცენარეებისგან განსხვავებით, რომლებიც ადვილად იტანენ ნიტრატების და ნიტრიტების სიჭარბეს, ცოცხალი ორგანიზმებისა და ადამიანისათვის ეს ნაერთები განსაკუთრებით ტოქსიკურია. პირველ რიგში ეს ეხება ნიტრიტებს, რომელთა ტოქსიკურობა 10 - ჯერ აღემატება ნიტრატების ტოქსიკურობას. ეს აიხსნება იმით, რომ ნიტრატების აღდგენის შედეგად წარმოქმნილ ნიტრიტებს გადაყავთ ჰემოგლობინის ორვალენტიანი რკინა სამვალენტოვანში და წარმოქმნილი ამ დროს წითელი სისხლიანი სხეულების მეტჰემოგლობინი ვერ ასრულებს ჟანგბადის გადამტანის როლს. ნიტრიტები აგრეთვე შედის ჰემოგლობინთან შეუქცევად რეაქციაში და წარმოქმნიან ნიტროგემოგლობინს, რომელსაც აგრეთვე არ შეუძლია ჟანგბადის გადატანა და ამის შედეგად ზდება ცოცხალი ორგანიზმის ყველა ქსოვილის ჩახშობა.

ჯანმრთელ მცენარეში ნორმალური აზოტური კვების დროს ნიტრატები და ნიტრიტები თავისუფალ მდგომარეობაში არ გროვდება. მცენარეებში ისინი განიცდიან აღდგენად პროცესებს ნიტრარედუქტაზის და ნიტრიტრედუქტაზის ზემოქმედებით. ამ გზით მიღებული შუალედური ნაერთი - ჰიდროკისლამინი ან ამიაკი უკავშირდება ორგანულ მჟავეებს, რომლებიც გარდაიქმნებიან ამინომჟაებში. ამგვარად, ნიტრატები გროვდება მათი ნიადაგში ჭარბი რაოდენობით შემცველობისას და მცენარეში ბიოლოგიური პროცესების დარღვევისას.

მემცენარეობის პროდუქტებში ნიტრატების დასაშვები
შემცველობა

კულტურა (მოსავლის სასაქონლო ნაწილი)	ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია. მგ/კგ
პამიდორი	60
კარტოფილი	80
სტაფილო	300
ჭარხალი სუფრის	1400
ხახვი	400
კიტრი	150
კომბოსტო თავხეული	300
საზამთრო	45
ნესვი	45

ნიტროზოამინები, როგორც ძალიან ტოქსიკური ნაერთები, ჩვეულებრივ გროვდება ნებისმიერ არეში აზოტოვანი მჟავის და მეორადი ამინების არსებობისას. მათი წარმოქმნის ერთ-ერთი მიზეზია აზოტის განსაკუთრებით მაღალი დოზების შეტანა. ამ შემთხვევაში ნიტრიტები შეიძლება შთაინთქას მცენარეებით, რეაგირებდნენ მეორად ამინებთან და წარმოქმნიან ტოქსიკურ ნიტროზოამინებს.

მცენარეში ნიტრატები გროვდება აზოტის გადაჭარბებული მოხმარებისას, როდესაც დაგროვება აჭარბებს ასიმილაციას, სხვა მაკრო- და მიკროელემენტებთან არადაბალანსირებულ აზოტოვან კვებასთან, ფერმენტ ნიტრატრედუქტაზისის აქტივობის დაქვეითებისას; თესლების გაღვივებისას ცილების ჰიდროლიზის და ამონიუმის

დაგროვებისას, რომელიც დაჟანგვისას გადადის ნიტრატულ ფორმაში. აზოტის ეკოლოგიური პრობლემის გადაჭრისას აუცილებელია ვიცოდეთ კვების პროდუქტებსა და საკვებში ნიტრატების ზღვრული დასაშვები შემცველობა და მოეახდინოთ მასზე მკაცრი კონტროლი.

ამ მხრივ, განსაკუთრებულ საშიშროებას წარმოადგენს ნიტრატების ჭარბი დაგროვება ბოსტნეულ კულტურებში, რადგანაც საკვებად ადამიანი იყენებს ძირითადად ვეგეტატიურ ნაწილებს. ადრეული ბოსტნეულისთვის მოკლე სავეგეტაციო პერიოდით და დაცული გრუნტის კულტურებისთვის ნორმები იზრდება ორჯერ.

ნიტრატების ყველაზე დიდ რაოდენობას აგროვებს ბოლოკი, ჭარხალი, სალათა, ისპანახი, თვის ბოლოკი, ხოლო მცირეს პამიდორი, წიწკა, ბადრიჯანი, ნიორი, ბარდა.

ქიმიზაციის ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრისას გადასწევთ რამდენიმე საკითხი: მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის სრულყოფა, მიწათმოქმედების მაღალი კულტურა, სასუქების გამოყენების ახალი, უფრო ეფექტური ტექნოლოგიების დამუშავება, ქიმიზაციის საშუალებების კომპლექსური გამოყენება, ე.ი. სასუქების, ქიმიური მელიორანტების, სარეველების, მავნებლების და დაავადებებისაგან მცენარეთა დაცვის საშუალებების, მცენარეთა ზრდის რეგულატორების და ა.შ. აგროქიმიური საშუალებების, პირველ რიგში მინერალური სასუქების, ასორტიმენტის სრულყოფა.

2.4. პესტიციდები და ნიადაგების დაცვა

პესტიციდები (ინსექტიციდები, ფუნგიციდები, ჰერბიციდები, რო-დენტიციდები და სხვ.) სასოფლო-სამეურნეო კულტურების და ტყის ჯიშების მავნე ორგანიზმებთან ბრძოლის მიზნით გამოყენებულ ქიმიურ საშუალებებს წარმოადგენენ. ამჟამად, ეკოლოგიური მოთხოვნების გაზრდამ მცენარეთა დაცვის ახალი ალტერნატიული მეთოდების ძიების ფონზე გამოიწვია მათი გამოყენების მკაცრი რეგლამენტირების აუცილებლობა.

დაავადებისა და მავნე ორგანიზმებისაგან ეკონომიკურად სუსტად განვითარებულ ქვეყნებში შესაძლებელი მოსავლის 50 %-მდე ილუპება, ხოლო განვითარებულ სახელმწიფოებში - მხოლოდ 15-25 %. ფაო-ს მონაცემებით მსოფლიოს სოფლის მეურნეობაში მოსავლის ყოველწლიური დანაკარგები შეადგენს პოტენციალურად შესაძლე-

ბელი მოსავლის 34 % და ფასდება 75 მლრდ დოლარად. აქედან დანაკარგები მვენებლებისაგან ფასდება 30, ავადმყოფობებისგან 25, ხოლო სარეველებისაგან - 20 მლრდ დოლარად. აშშ დანახარჯები პესტიციდებზე შეადგენს ყოველწლიურად დაახლოებით 4 მლრდ დოლარს და საშუალებას იძლევა მიიღონ 15-18 მლრდ დოლარის დამატებითი პროდუქცია.

ბიოციდები თავისი წარმოშობით იყოფა რამდენიმე ჯგუფად;

I. მცენარეული წარმოშობის ბიოციდები - პირეტრუმი, ნიკოტინი; არამდგრადი პრეპარატული ფორმისა და თბილსისხლიანებისათვის საკმაოდ მაღალი ტოქსიკურობის გამო ისინი ამჟამად შეზღუდულად გამოიყენება.

II. არაორგანული ნივთიერებები - დარიშხანის, სინდიცის, ფტორის ნაერთები. ამ ჯგუფის ბიოციდები გამოიყენება მრავალ ქვეყანაში, თუმცა მათ გააჩნიათ დაბალი ამორჩევითი უნარი და ადამიანისათვის მაღალი ტოქსიკურობა.

III. ორგანული ნივთიერებები: 1) ქლორირებული ნახშირწყალბადები -- დიქლორდიფენილ ტრიქლორმეთილმეთანი (დღტ), პექსაქლორციკლოპექსანი (გექსაქლორანი), ტოქსაფენი, დიენები გექსაქლორციკლოპენტადიენიდან წარმოებულები - ქლორდანი, გექტაქლორი, ალდრინი, დიელდრინი, სეინი და სხვ., 2) ფოსფორმემცვლელი ორგანული ნივთიერებები - ფოსფორმეფავას, თიოფოსფორმეფავას, დითიოფოსფორმეფავას რთული ეთერები - მეთაფოსი, მეთილმერკაპტოფოსი, მეთილნიტროფოსი, საიფოსი, ფოსფამიდი, კარბოფოსი და სხვ., 3) კარბამატები - კარბამიდის მჟავის ეთერები. მათ მიეკუთვნება კარბათიონი, კარბინი, პოლიკარბაცინი, ბეტანილი, ტრიალატი, ტილაპი და სხვ., 4) შარდოვანას წარმოებულები - ფენურონი, მონურონი, დიურონი, არეზინი, კოტორანი და სხვ., 5) პირეტროიდური ინსექტიციდები - დეცისი, კინმიქსი და სხვ., 6) ტრიაზოლის ჯგუფის პერბიციდები სიმაზინი, პრიმექსტრა და სხვ., 7) ახალი კონაზოლის ჯგუფის ფუნგიციდები, დაბალი ხარჯვის ნორმით-სფორი, ექტრა. ამავე ქიმიური ჯგუფის თესლის შესაწამლი პრეპარატები - დივილენდი, პრემისი.

მოქმედების ხასიათის მიხედვით პესტიციდები, განსაკუთრებით პერბიციდები, იყოფა ორ ჯგუფად: საერთო და სელექციური (ამორჩევითი) პესტიციდები. პირველი ჯგუფი მოიცავს: ა) საშუალებებს, რომლებიც აზიანებენ მცენარეების მიწისზედა ნაწილებს მოხ-

ვედრის ადგილას (ქლორიტები, არსენატები), აგრეთვე გლიფოსინატის წარმოებული (ბასტა); ბ) ფოთლის ზედაპირით ან ნიადაგით ტრანსლამინალური მოქმედების საშუალებები (გლიფოსატის წარმოებულები ზაუნდაპი, ურაგანი). მეორე ჯგუფი მოიცავს: ა) კონტაქტური მოქმედების საშუალებებს - რკინის, სპილენძის, ვერცხლისწყლის არაორგანული ნაერთების უმრავლესობას და მინერალურ ზეთებს; ბ) ტრანსლოკაციური მოქმედების საშუალებები, მათ მიეკუთვნება პერბიციდების უმრავლესობა და სისტემური ფუნგიციდები. სისტემური (ანუ ტრანსლოკაციური) გადამოძრავება ხდება მცენარეში აღმავალი ან დაღმავალი დენით. სისტემური პესტიციდებით მავნებლები იღუპებიან მოშხამული მცენარის წვენით კვების დროს. სისტემური პერბიციდები ახდენენ გარკვეულ ფერმენტთა ინგიბირებას და იწვევენ ფოთლების ან ფესვების ზმობას.

პესტიციდები იცავენ კულტურულ მცენარეებს და პროდუქციის დიდ მოცულობებს. ამასთან ერთად პესტიციდები წარმოადგენენ ბრძოლის სამიმ ქიმიურ საშუალებას, რადგანაც ისინი არარეგლამენტირებული გამოყენების შემთხვევაში გროვდება ლანდშაფტებში, აზიანებს ფიტოცენოზებს და არღვევს ცხოველების თანასაზოგადოებებს. კვების პროდუქტებთან ერთად ბიოციდები (პესტიციდები) ხდება ადამიანის ორგანიზმში, ზოგიერთ შემთხვევაში იწვევს ნორმიდან გადახრას, რაც შეიძლება გადაიცეს მემკვიდრეობით. ბიოციდების ქიმიურ-გენეტიკური ზემოქმედების შესწავლისას დადგინდა, რომ მათი 1/3 იწვევს მუტაციებს. პესტიციდების გარკვეულ ჯგუფებს ახასიათებს კუმულაციის უნარი. ამასთან ერთად არის ნივთიერებები, რომელთა ზემოქმედება რადიაციაზე უფრო ძლიერია, ბიოციდები გადაინაცვლება კვების ჯაჭვებით და გადიდებული კონცენტრაციებით გროვდება ტროფიკული ჯაჭვის საბოლოო რგოლებში. ნიადაგებში, მცენარეებში, ცხოველებში დაგროვებით ბიოციდებმა შეიძლება გამოიწვიოს ბიოლოგიური წრებრუნვის ნორმალური ციკლის ღრმა და შეუქცევადი ცვლილება და ლანდშაფტის პროდუქტიულობის შემცირება. 80-იან წლებში საფრანგეთში საშუალოდ იფრქეოდა სინთეზური პერბიციდების (2,4-დ და 2,4,5-ტ) 2 კგ/ჰა, რაც მთელს ქვეყანაში შეადგენდა 7 ათას ტ/წელიწადში. პრეპარატი 2,4,5-ტ (რომელიც ამოღებულია ხმარებიდან) შეიცავდა უძლიერესი თერატოგენური აგენტის მინარევებს. ეს აგენტი გამოირჩეოდა დაგროვების მაღალი უნარით. კვების ჯაჭვებით გადა-

ადგილებისას იგი იწვევს ღვიძლის კიბოს სიმსივნის მსგავს დაზიანებას. მწერები, ლოკოკინები და სხვა ორგანიზმები, რომლებიც იკვებებიან ამ პრეპარატით დაგროვილი მცენარეებით, ვერ შლიან მას.

საკმაოდ ხშირად არ ხდება ბიოციდების ნეგატიური შედეგების ეკონომიური შეფასება. დაუშვებელია ბიოციდების შეფასება მხოლოდ ტექნიკური ეფექტიანობის და რენტაბელობის მონაცემებით. სამწუხაროდ, დღემდე მრავალი პესტიციდის გამოყენება ხდება სასარგებლო მწერებზე, ნიადაგზე, მცენარეებზე და აგრეთვე ადამიანზე ზემოქმედების წინასწარი ღრმა შესწავლის გარეშე.

სარეველებთან, ავადმყოფობებთან და მავნე მწერებთან ბრძოლისას პესტიციდები ხდება ნიადაგში ირიგაციულ, ჩამდინარე და ნიადაგურ-გრუნტის წყლებთან, მცენარეების თესლთან ერთად და სხვა გზებით.

ამჟამად მსოფლიოში გამოიყენებენ 1000-ზე მეტ ქიმიურ ნაერთს, რომლის საფუძველზე მზადდება სხვადასხვა პრეპარატული ფორმის პესტიციდი.

ეფექტურობის ასამაღლებლად იყენებენ კომბინირებულ ნაზავებს. ამ გზით მიღწეული ეფექტი შეიძლება გამოიხატოს მათ სინერგისტულ, ანტაგონისტურ და ადიტიურ მოქმედებაში.

ნიადაგებში ბიოციდები მიგრირებენ გრავიტაციული წყლის დაღმავალი ღენით, კაპილარულ ტენთან მოლეკულური დიფუზიის მოქმედებით, მცენარეების ფესვთა სისტემის ექსუდაციით.

მიგრაციის სისწრაფე და სიღრმე დამოკიდებულია ტოქსიკანტის დოზაზე, მისი ადსორბციის და დესორბციის თავისებურებებზე, ბიოციდების აქროლადობაზე, და აგრეთვე ტერიტორიის წყლოვან და თბურ რეჟიმზე.

წვიმის ხანგრძლივი მოქმედების ან მორწყვის დროს სუსტად ადსორბირებული ჰიდროფილური პესტიციდები წყალთან ერთად მოძრაობენ ნიადაგის სიღრმეში. მშრალ ამინდში, გადიდებული აორთქლების პირობებში, ხსნარები პესტიციდებთან ერთად კაპილარებით ამოდის ნიადაგის ზედაპირზე. ნიადაგებში ხსნარის კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად მიმდინარეობს ბიოციდების ადსორბაცია ნიადაგური კოლოიდებით. იმ შემთხვევაში, როდესაც ტოქსიკანტის კონცენტრაცია ხსნარში მცირდება მისი დაშლის, გამორეცხვის ან ხსნარის განზავების შედეგად, მაშინ ნიადაგური კოლოიდებით ად-

სორბირებული ტოქსიკანტების ნაწილი დესორბირდება და თავიდან ხვდება ნიადაგურ ზსნარში. სხვადასხვა მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგებზე და ნალექების სხვადასხვა ინტენსივობის პირობებში სიმაზინის განსხვავებული დოზებით ჩატარებული ცდებით დადგინდა: 1) სიმაზინის ძირითადი მასა რჩება ზედა 2-5 სმ-ში; 2) მსუბუქი მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგებზე მიგრაცია მიმდინარეობს უფრო აქტიურად და ბიოციდები აღწევენ უფრო ღრმა პორიზონტებს; 3) ნალექების ზრდასთან ერთად სიმაზინი ნაწილდება უფრო მეტ სიღრმეში; 4) ბიოციდის დოზის გაზრდა არ იძლევა ერთგვაროვან შედეგს. ამასთან აღინიშნება მიგრაციის სიღრმის ზრდის ტენდენცია ტოქსიკანტის დოზის ზრდასთან ერთად. ეს სიღრმე დამოკიდებულია ნიადაგის ტიპზე, ნიადაგწარმოქმნელი პროცესების ხასიათზე. მოსალოდნელია, რომ მჟავე ნიადაგებში (წითელმიწები, ყვითელმიწები, სუბტროპიკული ეწერები) უფრო ღრმად ხდება ტოქსიკანტების გადაადგილება, ვიდრე ტუტე ნიადაგებში (შავმიწები, რუხი-ყავისფერი, მდელო-ყავისფერი ნიადაგები).

ნიადაგში ერთნაირ ეკოლოგიურ პირობებში პესტიციდების ნარჩენების დაგროვება დამოკიდებულია ტოქსიკანტის ბუნებაზე. ქლორორგანული ნაერთები მდგრადია, მათი დაშლის პერიოდი შეიძლება აღემატებოდეს 2-3 წელიწადს. ცნობილია ცდა, როდესაც ბალახმდგნარის ქიმიური დამუშავების 11 წლის შემდეგ ნიადაგში რჩებოდა გამოყენებული ჰექსოქლორანის 8 %. ფოსფორორგანული ნაერთები და კარბამიდის მჟავის წარმოებულები 1-2 თვეში იშლება და მხოლოდ გარკვეულ შემთხვევაში წარმოქმნის ტოქსიკურ მეტაბოლიტებს; თუმცა ამ ჯგუფების წარმომადგენლებს შორისაც არის არსებითი განსხვავება.

ცნობილია, რომ პირველი წლის განმავლობაში ხდება ბიოციდების 80-100 % შენარჩუნება და გადაადგილება ნიადაგში. 2-3 წლის შემდეგ ნიადაგის ზედა 15 სმ-ში აღინიშნება შეტანილი დღტ-ს 40-80 %, ჰექსაქლორანის 6-20 % და ალდრინის 14-43 %. პესტიციდების ნარჩენების რაოდენობა დამოკიდებულია ტოქსიკანტის სახეობაზე და მისი შეტანის დოზაზე.

ბიოციდების მდგრადობა იზრდება ჰექსაქლორანიდან ალდრინამდე და დღტ-მდე. რაც უფრო მაღალია დოზა, მით უფრო ხანგრძლივად ინახება ტოქსიკანტი. ფინეთის ნიადაგებში დღტ-ს განსაზღვრამ აჩვენა, რომ შაქრის ჭარხლის მინდვრებზე მისი საშუალო

შემცველობა შეადგენდა 0,73 მგ/კგ. ნიშუშების ალების მომენტისათვის, ამ მინდვრებზე 1954-1969 წლებში გამოყენებული დღტ ნარჩენი რაოდენობები შეადგენდნენ 21 % მისი საერთო რაოდენობიდან. დღტ-ს მაღალი ნარჩენი რაოდენობები დაფიქსირებული იყო ნორვეგიის ზეხილის ბალების ნიადაგების ზედა 5 სმ ფენაში 63 მგ/კგ-მდე. ამასთან, ამ ნიადაგებში დღტ-ს საშუალო შემცველობა შეადგენდა 10 მგ/კგ-მდე. ამ ბალების ნიადაგებში შენარჩუნებული იყო გამოყენებული დღტ-ს 50 %-მდე.

მდგრად პესტიციდებს შეუძლიათ დიდი ხნის მანძილზე შენარჩუნებული იქნან ნიადაგში. ისინი გადადიან ნიადაგურ ხსნარში და მიგრირებენ გრუნტის წყლებში. მრავალი ბიოციდი და მეტაბოლიტი აღმოჩენილია ისეთ ადგილებში, სადაც მათ არასოდეს არ იყენებდნენ. ჰაერის ნაკადებით, ნიადაგური წყლებით, მცენარეული და ცხოველური კვების პროდუქტებით პესტიციდები გადაადგილდებიან შორეულ მანძილზე და ამ გზით ავრცელებენ თავის გავლენას დედამიწის სულ უფრო დიდ ტერიტორიებზე, ცხოველურ და მცენარეულ სამყაროზე და, საბოლოო ჯამში, ადამიანზე. ამიტომ ბიოსფეროში ბიოციდების ბიოგეოქიმიური მიგრაციის გზების დადგენა წარმოადგენს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ამოცანას.

ბიოციდების უმნიშვნელო კონცენტრაციებით მოხვედრაც კი ნიადაგურ გრუნტის წყლებში ცვლის წყლის ორგანოლექტიკურ თვისებებს (გემო და სუნი). წყალში დიქლოროფენოლის 5-10 მკგ/ლ რაოდენობისას წყალს უჩნდება სპეციფიკური სუნი, ფუჭდება და გამოუყენებელი ხდება. ბამბის მინდვრებზე დღტ-ს გამოყენების პერიოდში ის აღინიშნებოდა არტეზიანულ ჭაბურღილში 80 მ სიღრმეზე, ხოლო არხებში მისი კონცენტრაცია 3-4-ჯერ ან უფრო მეტად აღემატებოდა ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციას (0,2 მგ/ლ). მდგრადი და კუმულატიური თვისებების მქონე პესტიციდების დიდი რაოდენობით სისტემატურმა გამოყენებამ ვრცელ ფართობებზე, რომელთა ნაწილი წარმოადგენს წყალშემკრებს, გამოიწვია ის, რომ წყალსატევების გაჭუჭყიანების ძირითადი წყარო გახდა სასოფლო-სამეურნეო მინდვრებიდან მდნარი, წვიმის და გრუნტის წყლების ჩამონადენი.

პესტიციდები წყალსატევებში შეიძლება ხვდებოდნენ ჩამონადენი წყლებით (უშუალოდ მინდვრების დამუშავებისას) და საწარმოების ჩამონადენი წყლებით.

ნიადაგში ბიოციდების ხანგრძლივი შენარჩუნების გამო არსებობს პერბიციდის ნარჩენი ტოქსიკური მოქმედების ანუ შემდეგმოქმედების პრობლემა. ლაპარაკია წინამდებარე კულტურის დამუშავების შემდეგ დარჩენილ პერბიციდზე. ასე, მაგალითად, კანადასა და აშშ აღინიშნებოდა შაქრის ჭარხალში პერბიციდების ტოქსიკური კონცენტრაცია, რომელიც შემორჩა ამ მინდვრებზე სიმინდის დამუშავების შემდეგ.

ბიოციდების მიგრაციის ერთ-ერთი ფაქტორი შეიძლება იყოს ფესვთა სისტემებით მათი ექსუდაცია. ფოთლების შესხურებისას პერბიციდები ხვდება მცენარეში და სხვა ნივთიერებებთან შიდა დენით ხვდება ფესვთა სისტემაში. ამ უკანასკნელის კედლის შემდეგ ტოქსიკანტი რჩება ნიადაგის ღრმა ფენებში. ფესვები შეიძლება გახდეს ნიადაგის ან წყლების გაჭუჭყიანების წყარო.

შესხურების დროს პერბიციდები არა მარტო აჭუჭყიანებს გარემოს ჰერს, არამედ ჰერის მასებთან ერთად გადაიტანება დიდ მანძილზე და იწვევს გარემოს და მათ შორის ნიადაგის გაჭუჭყიანებას ისეთ ადგილებში, სადაც პესტიციდები არ გამოიყენებოდა ან გამოიყენებოდა მცირე რაოდენობით. ასე, მაგალითად, 1972 წელს შვედეთის ტერიტორიაზე ნალექებთან ერთად მოვიდა დღტ-ს უფრო მეტი რაოდენობა, ვიდრე მას აწარმოებდნენ ქვეყანაში.

წყალსატევებში ბიოციდების მიგრაცია და მათი დაგროვება ნიადაგებში წარმოადგენს ბიოსფეროსა და ადამიანისათვის არასასურველ პროცესს. ბიოციდების დაშლის შენელებამ 2-3 წლის მანძილზე შეიძლება გამოიწვიოს მათი დაგროვება ნიადაგში ისეთი რაოდენობით, რომელიც ნეგატიურ გავლენას მოახდენს სასოფლო-სამეურნეო და ტყის კულტურების განვითარებაზე. თავის დროზე დადგენილი იყო, რომ დიელდრინის ყოველწლიურმა შეტანამ დოზით 1,1 კგ/ჰა, 5 მგ/კგ აღსორბციის ტევადობას და 300 მმ ნალექების პირობებში გამოიწვია 30 სმ შრის გაჯერება 48 წლის განმავლობაში.

ნიადაგების დაცვა ბიოციდებით გაჭუჭყიანებისგან შესაძლებელია ნაკლებად ტოქსიკური და ნაკლებად მღვრადი ნაერთების შექმნით და გამოყენებით და მათი ნიადაგში შეტანის დოზების შემცირებით. არსებობს ბიოციდების დოზების შემცირების რამდენიმე ხერხი, მათი ეფექტურობის შემცირების გარეშე.

სხვა ხერხებთან პესტიციდების გამოყენების შეხამება. ბრძო-

ლის ინტეგრირებული მეთოდი წარმოადგენს მაწებლების განადგურების ყველა შესაძლებელი ხერხის კომპლექსს - აგროტექნიკურის, ბიოლოგიურის, გენეტიკურის, ქიმიურის (პესტიციდების რეგლამენტირებული გამოყენების გათვალისწინებით). ამასთან მთავარია არა მაწენ სახეობის სრული განადგურება, არამედ პოპულაციის რიცხოვნობის დაყვანა მაწენობის ეკონომიკურ ზღვრამდე სასოფლო-სამეურნეო კულტურის საიმედო დაცვის ფონზე. აშშ, შვეიცარიაში, ბელგიაში ხეხილ-კენკროვანი ნარგავების დაცვის ინტეგრირებული მეთოდის გამოყენებით საერთო ეფექტურობის შეუმცირებლად პესტიციდებით დამუშავების რაოდენობა შემცირებულ იქნა 2-3-ჯერ. ამასთან დანახარჯები საშუალოდ შემცირდა 30 %. უკრაინაში პესტიციდების მცირე დოზებთან ერთად იყენებენ მიკრობიოპრეპარატს. ასეთი გზით პესტიციდები ასუსტებენ მაწებლის ორგანიზმს და უფრო მგრძნობიარეს ხდიან მას ბიოპრეპარატების მიმართ.

პესტიციდების პერსპექტიული ფორმების გამოყენება. ამ ბოლო დროს გაჩნდა პესტიციდების ახალი ფორმები: მიკროგრანულანტები, "შებრუნებული" ემულსიების კონცენტრატები, გამოყენებისათვის გამზადებული აეროზოლები და კაპსულირებული პრეპარატები. პესტიციდების ახალი ფორმების გამოყენება საშუალებას იძლევა შემცირდეს მოქმედი ნივთიერების ხარჯვის ნორმა და მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი არასასურველი შედეგები, მათ შორის ნიადაგების გაჭუჭყიანება.

პესტიციდების შეტანის მიწისზედა შესხურების წესების გაზრდა. არსებობს მიწისზედა შესხურების შემდეგი წესები: ჩვეულებრივი, როცა სამუშაო ნაზავის ხარჯვის ნორმა მინდვრის კულტურებზე უდრის 300-500 ლ/ჰა, ხოლო მრავალწლიან ნარგავებზე 800-3000 ლ/ჰა; მცირემოცულობიანი - 50-200 ლ/ჰა და ულტრამცირემოცულობიანი 1-25 ლ/ჰა-ს (გეგენავა, უგრეხელიძე, 1991). ჯერ-ჯერობით ეს უკანასკნელი ხორციელდება საავიაციო შესასხურებელი აპარატურის საშუალებით, მაგრამ არსებობს მიწისზედა ისეთი შესასხურებელი აპარატები, რომლითაც შესაძლებელია პესტიციდების მცირე რაოდენობის დიდ ფართობზე თანაბარი განაწილება. აშშ გამოცდილება მოწმობს, რომ მიწისზედა დამუშავებისას პრეპარატების მცირემოცულობიანი შეტანით პესტიციდების ნორმა ჩვეულებრივთან შედარებით შემცირდა 20-30 % და მნიშვნელოვნად გაიზარდა შრომის ნაყოფიერება. ამგვარად სისტემური კერბიციდე-

ბით ნათესების მიწისზედა შესხურებისას უფრო მიზანშეწონილია მცირემოცულობიანი (5-25 ლ/ჰა) შესხურება.

მდგრადი პრეპარატების გამოყენების შემცირება. ქლორო-ორგანული პრეპარატების შემცირება, პირეტროიდული და სხვა ნაკლებმდგრადი პესტიციდების წარმოების გაზრდა ხელს უწყობს ნიადაგების დაცვას. პესტიციდების ასორტიმენტის განახლება ხდება ნაკლებმდგრადი, ნაკლებტოქსიკური და მცირე ხარჯვის ნორმის მქონე პრეპარატების შენაცვლებაზე.

უკანასკნელ ხანებში განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა სა-სოფლო-სამეურნეო კულტურებში მავნე ორგანიზებისაგან დაცვის მიზნით გამოყენებული პესტიციდებით საპექტარო ეკოლოგიური დატვირთვის შემცირებას, რაც მიიღწევა პრეპარატების გამოყენების ჯერადობის და ხარჯვის ნორმების შემცირებით.

ცხრილი 20

პესტიციდების საპექტარო ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლები საქართველოს პირობებში 1990-1997 წწ.
(ხუბუტია, ორჯონიკიძე, 1999)

N	კულტურა	საპექტარო ეკოლოგიური დატვირთვა	
		1990 წ.	1997 წ.
1.	ვაზი	0,65	0,32
2.	ხეხილი	1,15	0,56
3.	ციტრუსები	0,72	0,38
4.	ბოსტან-ბაღიერი	0,37	0,29

ცხრილ 20-ში მოყვანილია 1990-1997 წ.წ. საქართველოს პირობებში სხვადასხვა კულტურებში გამოყენებული პრეპარატების საპექტარო ეკოლოგიური დატვირთვის მაჩვენებლები. ამ მონაცემებით ჩანს, რომ 1997 წელს 1990 წელთან შედარებით საპექტარო

ეკოლოგიური დატვირთვა მნიშვნელოვნად არის შემცირებული, რისი მიღწევაც შესაძლებელი გახდა ზემოთ აღნიშნული მოთხოვნების შემცირების შესაბამისად. ასე, მაგალითად, პრაქტიკაში შემოვიდა ინსექტიციდების ახალი ჯგუფი-სინთეზური პირეტროიდები. მათი უპირატესობაა ბევრად ნაკლები ხარჯის ნორმების გამოყენება, არატოქსიკურ კომპონენტებად სწრაფი დაშლა, ადამიანის ორგანოებიდან სწრაფი გამოდევნა და სხვ. გარდა ამისა, შეიზღუდა სისტემური ფუნგიციდების ზოგიერთი ჯგუფის, სახელობრ, ბენ-ზიმილაზოლის წარმოებულების გამოყენება, გაუმჯობესდა პესტიციდების ასორტიმენტიც.

მსოფლიოს მთელ რიგ ქვეყნებში საკვებსა და მცენარეული წარმოშობის კვების პროდუქტებში დადგენილია “ლოდინის პერიოდი”, რომელიც წარმოადგენს ინტერვალს ბიოციდის ბოლო გამოყენებასა და მოსავლის აღებას შორის.

ცხრილი 21

სკანდინავიის ქვეყნებში ზოგიერთი პესტიციდის
“ლოდინის პერიოდი”

№	პესტიციდები	ლოდინის საშუალო პერიოდი, დღეებში			
		შვედეთი	ნორვეგია	ფინეთი	დანია
1.	ლინდანი	10	14	14	
2.	დიმეტოათი		14	21	
3.	მალატიონი	7	7	7	7
4.	პირატიონი	30	14	21	14
5.	დიაზინონი		14	14	
6.	ენდოსულფანი		4	გამოყენება აკრძალულია	
7.	ბრომოფოსი		21	21	
8.	2,4 დ		14	21	

მოქმედების არაერთნაირი მექანიზმის მქონე ტოქსიკანტების მორიგეობითი გამოყენება. ბრძოლის ქიმიური საშუალებების შეტანის ასეთი ხერხი გამორიცხავს მავნებლების მდგრადი ფორმების ჩამოყალიბებას. ამიტომ კულტურების უმრავლესობისათვის რეკომენდაციას უწევენ განსხვავებული მოქმედების სპექტრისა და მოქმედების მექანიზმის მქონე პრეპარატებს.

ბიოციდების გამოყენების რაციონალური ტექნოლოგიის დაცვა. შენახვის, ტრანსპორტირების, შეტანის წესების დაცვის პირობებში პესტიციდებს შეუძლიათ დიდი სარგებლობის მოტანა. პრაქტიკაში ხშირია პესტიციდების შეტანის წესების დარღვევა: ირღვევა პესტიციდების დოზები; ამორჩევითი დამუშავების მაგივრად ტარდება ობიექტების მთლიანი დამუშავება; ზიანდება მგრძნობიარე კულტურები; ირღვევა დამუშავების დადგენილი ვადები; აღინიშნება ადამიანებისა და ცხოველების მოწამვლის შემთხვევები.

მინდვრების დამუშავების დროს პესტიციდების მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილი აღწევს მოსასპობ ობიექტამდე (ხშირად შეტანილი დონის 1 %-ზე ნაკლები). დანარჩენი გროვდება ნიადაგების და მცენარეების ზედაპირზე, ჩამოირეცხება ნალექებით და ზედაპირული ჩამონადენით და ამით აჭუჭყიანებს ლანდშაფტს. ნიადაგის გაჭუჭყიანების ხარისხი დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე და პირველ რიგში, თვით ბიოციდის მდგრადობაზე. ამ უკანასკნელის ქვეშ იგულისხმება ტოქსიკანტის უნარი წინააღმდეგობა გაუწიოს დაშლის ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესების მოქმედებას. დეტოქსიკაციის მთავარი კრიტერიუმია ტოქსიკანტის სრული დაშლა არატოქსიკურ კომპონენტებად. ტოქსიკურობა შეიძლება იყოს შესუსტებული ისეთი პროცესებით, რომლებიც არ არის დაკავშირებული ბიოციდების დაშლასთან. ნიადაგში ასეთ პროცესებს მიეკუთვნება ადსორბცია ნიადაგური ნაწილაკებით.

ნიადაგში ბიოციდების აქტიურობის უზრუნველსაყოფად, რომელიც ექვივალენტურია ხსნარში ტოქსიკანტის 1 მლ/ლ, საჭიროა ნიადაგში შეტანილი იქნეს ხსნართან შედარებით ათჯერ და ასჯერ უფრო მეტი რაოდენობის პესტიციდი (ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის, ორგანული ნივთიერების შემცველობის და სხვა თვისებების მიხედვით), რადგან ნიადაგში შეტანისას ხსნართან შედარებით ბიოციდების აქტიურობა მკვეთრად ეცემა. ეს პირველ რიგში გამოწვეულია ნიადაგში ადსორბციის პროცესების აქტიური განვითარე-

ბით.

ბიოციდების აღსორბცია დამოკიდებულია ნიადაგის ტიპზე, მის მექანიკურ და მინერალოგიურ შემადგენლობაზე, ორგანული ნივთიერების შემცველობაზე, მის შემადგენლობაზე, წყლის რეჟიმის ხასიათზე და ნიადაგის სხვა თვისებებზე. მეორეს მხრივ, აღსორბცია დამოკიდებულია თვით პესტიციდების ბუნებაზე. აღსორბციის პროცესზე არსებით გავლენას ახდენს კლიმატური და სხვა გარემო ფაქტორები.

ცნობილია, რომ ქვიშა და ქვიშნარი ნიადაგები ნაკლები რაოდენობით აღსორბირებენ ტოქსიკანტებს, ვიდრე თიხნარი და თიხა ნიადაგები, მაგალითად, ქვიშნარი ნიადაგი აღსორბირებს დიკვატის 0,3-2 მგ/ქქ/გ, ხოლო თიხა 80 მგ/ქქ/გ ნიადაგს.

მექანიკური შედგენილობა არსებით გავლენას ახდენს აღსორბციის ინტენსივობაზე, რადგანაც მასზეა დამოკიდებული იმ აქტიური ზედაპირის სიდიდე, სადაც შესაძლებელია აღსორბციის გამომჟღავნება. ბიოციდების აქტიურობა ბევრად არის დამოკიდებული ნიადაგების მინერალოგიურ შედგენილობაზე. მონტმორილონიტის ჯგუფის მინერალების შთანთქმითი ტევადობა ყოველთვის უფრო მაღალია, ვიდრე კაოლინიტის ჯგუფის მინერალების. დადგენილია, რომ პერბიციდ დიკვატისთვის მიღებულია მონტმორილონიტისათვის შთანთქმის სიდიდე 85, ხოლო კაოლინიტისათვის 5 მგ/100 გ ნიადაგზე. ამასთან ბიოციდის მოლეკულები აღსორბირებენ არამარტო მონტმორილონიტის ჯგუფის მინერალების ზედაპირზე, არამედ აღწევენ პაკეტთაშორისო სივრცეში. ამით აიხსნება მთელი რიგი ბიოციდების მაღალი ტევადობა, მაშინ როდესაც კაოლინიტის ჯგუფის მინერალების შემთხვევაში აღსორბცია მიმდინარეობს მხოლოდ მათ ზედაპირზე.

ნიადაგის სხვადასხვა კომპონენტებს შორის ორგანული ნივთიერება ხელს უწყობს ბიოციდების აღსორბციას. აღსორბციის ხარისხი დამოკიდებულია ორგანული ნივთიერების ხარისხზე, მის ფრაქციულ შემადგენლობაზე. ცნობილია, რომ პესტიციდების აღსორბციის ტევადობა ფულვომჟავეებთან შედარებით უფრო მაღალი აქვთ ჰუმინის მჟავეებს.

ბიოციდები აქტიურად აღსორბირებენ აქტივირებული ნახშირით. ტრიანზინული პერბიციდების ჯგუფზე ჩატარებულმა ცდებმა აჩვენა, რომ პრაქტიკულად მომენტალურადაა შესაძლებელი ამ პერ-

ბიციდების შეცდომით შეტანილი გადიდებული დოზის ინაქტივაცია ნიადაგში აქტივირებული ნახშირის შეტანით.

აღსორბციის ხარისხი ბევრად არის დამოკიდებული ბიოციდის ბუნებაზე და პირველ რიგში იმაზე, არის თუ არა ამ უკანასკნელის მოლეკულის აქტიური ნაწილი ანიონი, თუ კათიონი ან ისაა ამფოლიტოიდი ან ელექტრონეიტრალური და არ დისოცირებს.

ტრიაზინული ჰერბიციდები იქცევიან როგორც კათიონები და ადვილად აღსორბირებენ კათიონური გაცვლის შედეგად უარყოფითად დამუხტული ნიადაგური კოლოიდებით. ღრთა განმავლობაში ამ ჯგუფის ჰერბიციდები შეიძლება დაგროვდეს ნიადაგში.

პესტიციდების აღსორბციის ინტენსივობა დამოკიდებულია მათ ქიმიურ სტრუქტურაზე, ფუძიანობაზე, ფუნქციონალური ჯგუფების უნარზე წარმოქმნან წყალბადური და დიპოლური კავშირები. ტრიაზინული ჰერბიციდების აღსორბციის უნარი იზრდება შემდეგი თანმიმდევრობით: პროპაზინი<ატრაზინი<სიმაზინი<პრომეტონი<პრომეტრინი. აღსორბციის ზრდის მიხედვით შარდოვანას ჯგუფის წარმოებული ჰერბიციდები განლაგებულია შემდეგი თანმიმდევრობით: შარდოვანა<ფენურონი<მეთილშარდოვანა<ლიურონი<ლინურონი<ნებურონი<ქლორქსურონი. ნიადაგის ტენთან ბიოციდების აღსორბციის ხარისხი იმყოფება უარყოფით კორელაციურ კავშირში. პესტიციდების ათეულობით ნაერთების გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ნიადაგის ტენიანობის ზრდასთან ერთად მათი აღსორბცია მკვეთრად ეცემა. ნიადაგის კოლოიდებზე არსებობს კონკურენცია აღსორბციის აქტიური ცენტრებისათვის ჰერბიციდის და წყლის მოლეკულებს შორის. ნაერთების ჯგუფების ზოგიერთი გამონაკლისის გარდა ტემპერატურა გავლენას ახდენს ბიოციდების აღსორბციის ხარისხზე. ატრაზინის აღსორბცია pH 8,5 პირობებში ნულოვანი ტემპერატურის დროს იყო 4-ჯერ უფრო ინტენსიური, ვიდრე 50 ტემპერატურის პირობებში. ზრდის პროცესში ხდება ხსნარში ატრაზინის დესორბცია. დაბალი ტემპერატურის პირობებში გადიდებულ აღსორბციას აქვს პრაქტიკული მნიშვნელობა. ასე, მაგალითად, ცივი ამინდის პირობებში ნიადაგში შეტანილი ტრიაზინული და მისი მსგავსი ჰერბიციდები აღსორბირდებიან ნიადაგის ზედა შრეში და არ ხდება მათი გამორეცხვა და დაშლა. გათბობისას ისინი დესორბირდებიან და კვლავ შეუძლიათ გამოამჟღავნონ თავისი ტოქსიკური მოქმედება.

მინერალური კოლოიდებიდან განსხვავებით ბიოციდების აღსორბცია ნაკლებად არის დამოკიდებული ტემპერატურასა და ტენიანობაზე და ის ნაკლებად შექცევადია.

აღსორბირებული პესტიციდები გაწონასწორებულ მდგომარეობაში იმყოფება ნიადაგის თხიერ ფაზაში გახსნილ პესტიციდებთან. მცენარეები პირველ რიგში შთანთქავენ ბიოციდების იმ ნაწილს, რომელიც იმყოფება ხსნარში. მყარი ნიადაგური ფაზიდან პერბიციდების შთანქმას აქვს მეორეხარისხოვანი მნიშვნელობა. ორგანული ნივთიერებით და მონტმორილონიტის ჯგუფის მინერალებით შთანთქმული ბიოციდები, როგორც წესი, მცენარეებისათვის არატოქსიკური და მიკროორგანიზმებისათვის მოუწვდომელია. კაოლინიტის ჯგუფის მინერალებით აღსორბირებული ბიოციდები ადვილად დესორბირდება და გამოიყენება მიკროორგანიზმებით. აღსორბციის ყველაზე მაღალი უნარით ხასიათდება ორგანული ნივთიერება, შემდეგ - სამშრიაანი მინერალები. აღსორბციის ყველაზე დაბალი უნარით გამოირჩევა ორშრიაანი მინერალები. დესორბციის პროცესებს ხელს უწყობს ტენიანობის და ტემპერატურის აწევა. ნიადაგური ხსნარის განზავება, მასში ტოქსიკანტების კონცენტრაციის შემცირება აადვილებს ხსნარში აღსორბირებული მდგომარეობიდან ბიოციდების ახალი პორციების გადასვლას. აღსორბციის პროცესები ხელს უწყობს მხოლოდ ნიადაგში ბიოციდების შედარებით დეტოქსიკაციას. დისტილაციის და აორთქლების ბუნებრივი პროცესები ხელს უწყობენ ნიადაგების გაწმენდას პესტიციდებიდან. ყველა ბიოციდი არ განიცდის აორთქლებას წყლის ორთქლთან ერთად. ყველაზე შესამჩნევად დისტილირებენ არაპოლარული პესტიციდები. პოლარული ბიოციდები დისტილაციას უმნიშვნელო ხარისხით განიცდიან.

ნიადაგური ნაწილაკების და სტრუქტურული ნაწილების ზედაპირიდან აორთქლება დამახასიათებელია იმ პესტიციდებისათვის, რომლებსაც გააჩნიათ ორთქლის მაღალი დრეკადობა. ტრიაზინის ჯგუფის პერბიციდებიდან ყველაზე მაღალი აორთქლებით ხასიათდება მეტოქსიტრიაზინები, შედარებით დაბალი მეთილთიოტრიაზინები და სულ მცირე აორთქლებით ქლორტრიაზინები. ფენილშარდოვანას წარმოებულები დაახლოებით 20 000-ჯერ უფრო ნაკლებად აორთქლებადია, ვიდრე 2,4-დ ეთერები. ტემპერატურის ზრდასთან ერთად ბიოციდების აორთქლება იზრდება. ატრაზინის, სიმბაზინის, დიურონის, მონურონის აქტივობა 40-82 გრადუსამდე გაცხე-

ლებისას მცირდება 40-97 %. დისტილაციის და აორთქლების პროცესები უფრო აქტიურად მიმდინარეობს ტენიანი, განსაკუთრებით მზით გამთბარი ნიადაგების ზედაპირიდან. ყველა ეს პროცესი შესუსტებულია იმ შემთხვევაში თუ ბიოციდები დამარხულია ნიადაგის გარკვეულ სიღრმეზე.

ბიოციდების დაშლის შემთხვევაში ხდება სრული დეტოქსიკაცია არატოქსიკურ კომპონენტებზე. ტოქსიკანტების დაშლას ხელს უწყობს დაჟანგვის, აღდგენის და ჰიდროლიზის პროცესები; ის ინტენსიურად მიმდინარეობს ულტრაიისფერი დასხივების ზემოქმედებით.

მრავალი მკვლევარის ექსპერიმენტით დამტკიცებულია, რომ პერბიციდური ნაერთების უმრავლესი კლასების წარმომადგენლები და ინსექტიციდები იშლება ულტრაიისფერი სხივების ზემოქმედებით. ბიოციდების ზოგიერთი წარმომადგენელი თავისი მოლეკულის შემადგენლობაში შეიცავს პრიმიტულ ბირთვს და ამიტომ ინტენსიურად შთანთქავს სხივებს, რომლებსაც გააჩნია ტალღები დიაპაზონში 200-300 ნმ. ენერგია, რომელიც იწვევს ფოტოქიმიურ გარდაქმნებს, შეადგენს 143 კკალ/მოლი 200 ნმ დროს და 95 კკალ/მოლი 330 ნმ დროს. თუმცა კავშირის ენერგია ბევრადაა დამოკიდებული მოლეკულის ტიპზე, ნივთიერების ფიზიკურ მდგომარეობაზე და მიმდინარე რეაქციის მექანიზმზე, ულტრაიისფერ დასხივებას გააჩნია საკმარისი ენერგია, რათა გამოიწვიოს ნივთიერების სხვადასხვა ქიმიური გარდაქმნები. ულტრაიისფერი სხივების ზეგავლენით აქტიურდება ეთერების და ამიდების ჰიდროლიზის, ამინების და ამიდების დეალკილირების და ქინონების აღდგენის რეაქციები და სხვ.

ამყაყად, მეტ-ნაკლებად დამტკიცებულია, რომ ულტრაიისფერი დასხივებისას ხდება ფენოლური ბუნების პესტიციდების დაჟანგვა. ბუნებრივი ულტრაიისფერი დასხივების მოქმედებით წყალში გახსნილი ფენოლი ჯერ იჟანგება ჰიდროქინონში და პირაკატექინში, რომელიც შემდგომი ჰიდროქსილირების მეშვეობით გარდაიქმნება ტეტრაოქსიბენზოლში. ეს უკანასკნელი კონდენსირების შედეგად შეიძლება გარდაიქმნას ჰუმინის მჟავებად.

პესტიციდების დაჟანგვის სისწრაფე არსებითად დამოკიდებულია მათ ქიმიურ შენებაზე. მაგალითად, ალკილბენზოსუფონატები განტოტვილი გვერდითი ჯაჭვით 7-ჯერ უფრო ნელა იშლება, ეიდ-

რე ის, რომელსაც გააჩნია პირდაპირი გვერდითი ჯაჭვი.

ჰიდროლიზის პროცესების შედეგად თავის აქტიურობას კარგავს ისეთი ბიოციდები, როგორიცაა თიოფოსი და ფტალაფოსი. ჰიდროლიზის შედეგად დაშლა შესაძლებელია რიგი პერბიციდისათვის სიმაზინის, ატრაზინის და პროპაზინისათვის. თავიდან ტრიაზინები დეზამინირებენ ერთი ან ორი ამინოჯგუფის მოზღვრვით, ხოლო შემდეგ ჰიდროლიზირდებიან ქლორის და ამინოჯგუფების ჩანაცვლებით. რეაქციების ამ რიგის საბოლოო პროდუქტებია ამელინი, ამელიდი, CO_2 და NH_3 .

პერბიციდების ფოტოდაშლის ძირითადი შედეგები მიღებულია ლაბორატორიულ პირობებში. მიაჩნიათ, რომ ფოტოლიზი შეიძლება პრაქტიკულად იყოს გამოყენებული წყალსა და ნიადაგში პესტიციდების ნარჩენების დასაშლელად.

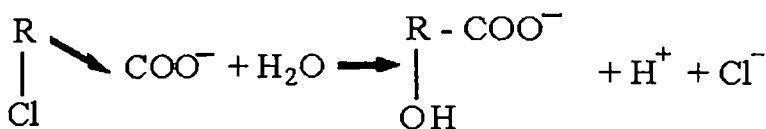
სინათლის ზემოქმედებით წარმოქმნილი ბიოციდების დაშლის პროდუქტების ინტენსიურობა და ბუნება დამოკიდებულია, ერთის მხრივ, ბიოციდების ბუნებაზე და, მეორეს მხრივ, სინათლის წყაროზე და ინტენსიობაზე. შესაძლებელია ისეთი პირობების შერჩევა, როდესაც ტოქსიკანტების ფოტოლიზი წარიმართება სასურველი მიმართულებით.

ბიოციდების დაშლას ყველაზე წარმატებულად აწარმოებენ მიკროორგანიზმები. ცხოველმოქმედებისთვის ისინი ენერგიის წყაროდ იყენებენ ტოქსიკანტების მოლეკულაში შემაჯალ ნახშირბადს, აზოტს, ფოსფორს და კალიუმს. მიკროორგანიზმების და მათი ფერმენტების მონაწილეობით ნიადაგსა და წყალში მიმდინარეობს ბიოციდების ჰიდროლიზის, დაჟანგვის და აღდგენის იგივე პროცესები. წარმოქმნილი დაშლის პროდუქტები აგრეთვე მსგავსია. ამიტომ საკმაოდ ძნელია იმის მტკიცება, რომ ესა თუ ის “პროდუქტი” წარმოიქმნება სავსე პირობებში ფოტოლიზის თუ ბიოლოგიური დაშლის შედეგად. საერთოდ, ამ პროცესების შედეგად სრულიად სხვადასხვა მეტაბოლიტები წარმოიქმნება. პერბიციდების მიკრობული დეტოქსიკაცია დამოკიდებულია ტოქსიკანტების სტრუქტურაზე და მიკროორგანიზმების თვისებებზე.

ამ ბოლო პერიოდში გამოვლენილია მიკროორგანიზმების ჯგუფი, რომელიც კვების და ენერგიის წყაროდ იყენებს ოქსიკარბონული და არომატული კარბონული მჟავების ჯგუფის პერბიციდებს. მათ შორის არის *Arthrobacter* sp., *Corynebacterium* sp., *Bacterium*

globiforme, *Achromobacter* sp., *Flavobacterium aquatile*, *Nocardia* s., *N.opaca*, *N.coeliaca* რიგის ბაქტერიები.

ქლორირებული ალიფატური მჟავები აქტიურად იშლება *Arthrobacter* sp. გვარის მიკროორგანიზმებით. ქლორირებული ცხიმოვანი მჟავების დაშლა ხდება მიკროორგანიზმების ფერმენტული აქტივობასთან დაკავშირებულ დექლორირების პროცესის შედეგად. პირველ სტადიაზე მიმდინარეობს ჰიდროლიზის პროცესი, რომლის დროსაც ხდება ქლორის ატომის შენაცვლება ჰიდროქსილის ჯგუფით:



მეტაბოლიზმის ამ სქემით წარმოქმნილი პროდუქტები, შეიძლება იყოს შესაბამისი ოქსი და კეტომჟავები. *Arthrobacter*-ის გარდა ამ ჯგუფის ჰერბიციდების დაშლაში მონაწილეობენ *Pseudomonas* გვარის ბაქტერიები, სოკოები *Trichoderma viride*, *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., აქტინომიცეტები *Nocardia* sp., *Streptomyces* sp.

სიმ-ტრიაზინის წარმოებულების დაბლა ხდება *Pseudomonas chrysea*, *P.radiobacter*, *Flavobacterium denitrificans* ბაქტერიებით და აქტინომიცეტების რიგი შტამებით, რომლებიც იყენებენ ტოქსიკანტების ნახშირბადს. ზემოთ აღნიშნულების გარდა აქტინომიცეტების შტამების სოკოები *Aspergillus ustus*, *Penicillium brevicampetum*, *Chaetomus elatas*, *Baccylomyces varioti* შეიძლება გამოიყენონ ამ ჯგუფის ბიოციდები, როგორც აზოტის წყარო. ნიადაგური სოკოები ყველაზე აქტიურად იყენებენ პრომეტრინის და ატრაზინის აზოტს, ნაკლებად - სიმაზინის და პროპაზინის. აზოტის წყაროდ აქტინომიცეტები იყენებენ პრომეტრინს. მიკროორგანიზმების მიერ ტოქსიკანტების აზოტის გამოყენებით ხდება ამ უკანასკნელების დაშლა. პარაკვატის დაშლა ძირითადად ხორციელდება საფუარა სოკოების *Lypomyces starkey*, ხოლო დიკვატას - *Pseudomonas* sp. გვარის ბაქტერიებით. სოკოები იყენებენ პარაკვატს როგორც აზოტის წყაროს.

Pseudomonas sp. გვარის ბაქტერიები ხელს უწყობს კარბამინის და ტიოკარბამინის მჟავების წარმოებულების დეტოქსიკაციას. ტოქსიკანტების ამ ჯგუფის დაშლაში შეიძლება მიიღონ მონაწილეობა აგრეთვე *Flavobacterium* sp., *Agrobacterium* sp., *Achromobacter* sp., რომლებშიც იყენებენ ჰერბიციდებს, როგორც ნახშირბადის წყაროს.

ფენილშარდოვანას წარმოებულები იშლება ნიადაგში *Pseudomonas* sp, *Xanthomonas* sp, *Sarcina* sp გვარის ბაქტერიებად და *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., სოკოებით, რომლებსაც შეუძლიათ უტილიზაცია მოახდინონ მონურონს, როგორც ნახშირბადის ერთადერთ წყაროს. ჯერ ვერ მოხერხდა ამ აქტიური მიკროორგანიზმებიდან ისეთი უჯრედოვანი ექსტრაქტების ან ფერმენტების პრეპარატების მიღება, რომლებსაც სხვა გზით შეეძლოთ ჰერბიციდი შარდოვანას დაჟანგვა ან დაშლა. მაღალი ტემპერატურა და ტენიანობა, ორგანული ნივთიერების არსებობა აჩქარებს ნიადაგში შეტანილი ჰერბიციდების ინაქტივაციას. ბიოციდების დეტოქსიკაციაზე ორგანულ ნივთიერებას აქვს ზემოქმედების ორნაირი ხასიათი. ერთის მხრივ, ორგანული ნივთიერება აღსორობირებს ბიოციდებს და ხელს უწყობს ნიადაგში მათ დაგროვებას, თუნდაც არააქტიურ ფორმაში. მეორეს მხრივ, მიკრობიოლოგიური პროცესების აქტივიზაციის წყალობით, ორგანული ნივთიერება ხელს უწყობს ბიოციდების დეტოქსიკაციას, მათ დაშლას არაბიოქსიკურ კომპონენტებად.

ჰერბიციდების დაშლა ხდება არამარტო ნიადაგებში, არამედ მცენარეებშიც. გამძლე მცენარეებში ჰერბიციდების უმრავლესობა სწრაფად მეტაბოლიზირდება. მცენარეებს, რომლებიც ხასიათდება ბიოციდების სწრაფი დეტოქსიკაციის უნარით, განსაკუთრებული როლი მიუძღვით ნიადაგიდან ჰერბიციდების მოცილებაში. ასეთი მცენარეები შეიძლება გამოყენებული იქნეს ბიოლოგიურ მედიკატორებად.

გამოკვლევებით დადგინდა, რომ საკვები ხსნარები, საიდანაც მცენარეები იღებდნენ ნიშანდებულ ჰერბიციდებს, შეიცავდნენ არა მარტო საწყისს ჰერბიციდებს, არამედ დიდი რაოდენობით მათ მეტაბოლიტებსაც. ეს მეტაბოლიტები ხვდებიან საკვებ არეში მცენარეების ფესვთა სისტემიდან. მრავალი მეტაბოლიტის და მცენარეების ფესვთა სისტემის მიერ მათი გამოყოფის რაოდენობრივი მხარე ჯერ კიდევ არ არის დადგენილი. ამ საკითხს აქვს დიდი გამოყენებითი მნიშვნელობა. თუ მცენარეებში მოხდება ჰერბიციდების დაშლა

არატოქსიკურ კომპონენტებად, მაშინ ისინი არ გადაიცემა კვების ჯაჭვებით და არ შეუქმნის საფრთხეს ადამიანის ჯანმრთელობას.

ცალკეულ შემთხვევაში ნიადაგების გაჭუჭყიანებაში დიდ როლს თამაშობენ ინსექტიციდები და ფუნგიციდები. ყველაზე მდგრადია ქლოროორგანული ნაერთები. საკმაოდ დიდი მასალაა დაგროვილი ნიადაგში დღტ ქცევისა და დეტოქსიკაციაზე. მისი დეტოქსიკაცია ნიადაგში ხდება ანაერობულ პირობებში მხოლოდ მიკროორგანიზმების მონაწილეობით. ეს პროცესი ძლიერდება ნიადაგში იონჯას ნარჩენების დამატებისას. დღტ-ს ყველაზე აქტიურად შლიან *Xantomonas* sp., *Erwina* sp., *Pseudomonas* sp., *Achromobacter* sp., *Agrobacterium* sp. ლაბორატორიულ ცდაში მიკროორგანიზმები ორი კვირის განმავლობაში 50 % შლიდნენ დღტ. დიენის ბუნების ინსექტიციდები იშლება მიკროორგანიზმების დიდი ჯგუფით. ყველაზე დიდი აქტიურობით გამოირჩევა სოკოები, ხოლო ყველაზე ნაკლებით - ბაქტერიები. დაშლის სისწრაფე იზრდება ანაერობულ პირობებში.

ფოსფორორგანული ნაერთები მიკროორგანიზმებით გამოიყენება როგორც ფოსფორის, აზოტის და, ნაკლებად, ნაზშირბადის წყარო. დაშლა მიკროორგანიზმების პოპულაციების მიხედვით მიმდინარეობს ამინოფორმის წარმოქმნამდე. ამ შემთხვევაში არატოქსიკურ ნაერთებში ბიოციდების გარდაქმნის მთავარ პროცესებს წარმოადგენს ჟანგვა-აღდგენა და ჰიდროლიზი. მიკროორგანიზმების გარკვეული პოპულაციების ერთობლივი მოქმედება ხშირად იწვევს ტოქსიკანტების უფრო ეფექტურ დაშლას. ფუნგიციდები იშლება მხოლოდ იმ მიკროორგანიზმებით, რომლებსაც გააჩნიათ ტრიქოტეცინაზის ფერმენტის პროდუცირების უნარი. ფუნგიციდებისადმი მაღალმგრძნობიარე ფიტოპათოგენურ სოკოებს ეს ფერმენტი არ გააჩნდათ.

ბიოციდების რაციონალურად გამოყენების და მათი დეტოქსიკაციის პრობლემა მეტად რთულია და აქ ბევრი საკითხი ჯერ კიდევ არ არის გადაწყვეტილი. ამჟამად, საჭიროა ნიადაგებში ბიოციდების შემცველობაზე კონტროლი და ჰიგიენური ნორმების და მათი ზღვრული დასაშვები კონცენტრაციების დადგენა.

ნიადაგში ბიოციდების ჰიგიენურ ნორმირებას საფუძველი ჩაეყარა 1973 წელს, როდესაც შემოღებული იქნა ზღვრული დასაშვები კონცენტრაციები (ზდკ): გექსაქლორანისათვის ნიადაგის 1,0 მგ/კგ, პოლიქლორპიენისათვის და პოლიქლორკამფენისათვის 0,5,

სვეინისათვის ნიადაგის 0,05 მკ/კვ. მანამდე არსებობდა მცდარი შეხედულება, რომ ნიადაგში მავნეობის დასაშვები კრიტერიუმების განსაზღვრა არ არის მიზანშეწონილი, რადგანაც ნიადაგი არ ახდენს ადამიანებზე უშუალო არახელსაყრელ ზემოქმედებას. მავნეობის ნორმატივების შემუშავებისას საჭიროა არა მარტო ბიოციდების პერსისტენტობის, ადამიანებისთვის ტოქსიკურობისთვის, ნიადაგთან კონტაქტში მყოფ არეებში გადასვლის ხარისხის, ნიადაგის თვითგაწმენდაში მონაწილე მიკროორგანიზმებზე ტოქსიკანტების მოქმედების, არამედ პესტიციდების ნიადაგის მთელს ბიოთაზე და მასში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების გათვალისწინება. პესტიციდების ნორმირების და დეტოქსიკაციის საკითხების გადაწყვეტა საჭიროა ლანდშაფტურ გეოქიმიური რეგიონების ბუნებრივი პირობების, ნიადაგური და მცენარეული საფარის გათვალისწინებით.

ამჟამად, ტოქსიკურობის შესაფასებლად შემოღებულია სპეციალური ბალური შკალა და პესტიციდები, როგორც შესაძლებელი გამჭუჭყიანებლები დაყოფილია 3 ჯგუფად. ყველაზე საშიში გამჭუჭყიანებლების ჯგუფში შესულია ძირითადად ინსექტიციდები, ზოოციდები და თესლის შესაწამლი, მეორეში - ნაკლებად ტოქსიკური და მესამეში სუსტად ტოქსიკური ჰერბიციდები და ფუნგიციდები. ტოქსიკანტების შეფასება იძლევა ბიოციდებით ნიადაგის გამჭუჭყიანების საშიშროების პროგნოზირების საშუალებას.

პესტიციდები, ადამიანისა და გარემოს მიმართ საშიშროების შექმნის მიხედვით, იყოფა კლასებად, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს მათი უსაფრთხო გამოყენებისათვის (ცხრილი 22). ასე, მაგალითად, პრაქტიკულად გამოყენება შეიძლება მხოლოდ მე-III და მე-IV კლასში შემავალი პესტიციდებისა; ამავე კლასის პრეპარატები გამოიყენება საკარმიდამო ნაკვეთებშიც. I კლასის პრეპარატები გამოიყენება მხოლოდ განსაკუთრებულ შემთხვევაში. II კლასის პრეპარატების გამოყენება დასაშვებია მცენარეთა დაცვის სპეციალისტის მიერ.

I კლასის პესტიციდებს მიეკუთვნება გრანოზანი, ლინდანი, თუთიის ფოსფიდი, კარბატიონი, დნოკი; II კლასის - გარდონა, ცადიანი, ტრიქლორმეტაფოსი, ფტალოფოსი; III კლასის ატრაზინი, ტრეფლანი, კარბოფოსი, კუპროზანი, ფოზალონი, კულტანი, დალაპონი, დოქტალი და IV კლასის სიმაზინი, პირამინი, პოლიკარბაცინი.

პესტიციდების ჰიგიენური კლასიფიკაცია

№	კლასი საშიშროების დონა	I, გამსაკუთ- რებით საშიში	II, საშიში	III, ზომიერად საშიში	IV, მცირედ საშიში
1.	საშუალო სასიკედილო დონა, ორალური (მგ/კგ) (ლდ ₅₀)	50-ზე ნაკლები	51-200	201-1000	1000-ზე მეტი
2.	საშუალო სასიკედილო დონა, რეზორბიუ- ლი (მგ/კგ) (ლდ ₅₀)	100-ზე ნაკლები	101-500	500-2500	2500-ზე მეტი
3.	საშუალო სასიკედილო კონცენტრაცია პა- ერში (მგ/მ³)	500-ზე ნაკლები	501-2000	2000-20000	20 000-ზე მეტი
4.	კუჭულაყიის კოფიციენტი (1/10ლდ ₅₀ , 2 თვე)	1-ზე ნაკლები	1-3	3,1-5	5-8-ზე მეტი
5.	მღერადობა ნიადაგში (არატოქსიკურ კომ- პონენტებად დაშლის პერიოდი)	1 წელზე მეტი	6-12 თვე	6 თვეზე ნაკლები	ერთ თვეზე ნაკლები

გარდა ამისა, ცხრილში მოყვანილია პესტიციდების შეფასებისათვის აუცილებელი ისეთი მახასიათებლები, როგორიც არის: ემბრიოტოქსიკურობა, რეპროდუქტიული ტოქსიკურობა, მუტაგენობა, კანცეროგენობა და ალერგიულობა. ჰიგიენური კლასიფიკაციის ამა თუ იმ კლასისათვის პესტიციდების მიკუთვნებისას ეს მაჩვენებლებიც არის გასათვალისწინებელი.

ნიადაგების გაჭუჭყიანებაზე მეთვალყურეობის ორგანიზაცია და მონაცემების შეგროვება საშუალებას მოგვცემს არ დავუშვათ ქვეყნის ტერიტორიაზე საშიში გაჭუჭყიანება, გამოვავლინოთ ბიოციდების აქტიური მიღების რაიონებში გაჭუჭყიანების ღონე და მივიღოთ ზომები არატოქსიკურ ღონემდე პესტიციდების ნარჩენების რაოდენობების შესამცირებლად.

2.5. რადიონუკლიდები და აგროეკოსისტემები

სასოფლო-სამეურნეო რადიოეკოლოგია წარმოადგენს აგროეკოლოგიის დარგს, რომელიც სწავლობს რადიონუკლიდების მიგრაციას აგროეკოსისტემებში, მაიონიზებული დასხივების გავლენას მცენარეებსა და ცხოველებზე და საერთოდ აგროეკოსისტემებზე. გამოყენებითი კუთხით სასოფლო-სამეურნეო რადიოეკოლოგია სწავლობს რადიონუკლიდებით გაჭუჭყიანებულ ტერიტორიაზე სოფლის მეურნეობის გაძღოლის პრინციპებს. ამის გარდა, ის ამუშავებს დაცვითი ღონისძიებების კომპლექსს, რომელიც უზრუნველყოფს რადიოლოგიური სტანდარტების გათვალისწინებით აგროსამრეწველო პროდუქციის წარმოებას. სასოფლო-სამეურნეო რადიოეკოლოგიის, როგორც აგროეკოლოგიის დამოუკიდებელი მიმართულების, დიდი მნიშვნელობა განისაზღვრება იმით, რომ რადიონუკლიდები მიეკუთვნება ყველაზე მნიშვნელოვანი პოლუტანტების (გამაჭუჭყიანებული ნივთიერებების) რიგს. აღიარებულია, რომ გლობალური რადიაქტიური გაჭუჭყიანება და ბუნებრივი რადიაციული ფონის ზრდა წარმოადგენს თანამედროვე ბიოსფეროში უმნიშვნელოვანეს ნეგატიურ მოვლენას. აგრორადიოეკოლოგია როგორც მეცნიერება, ჩაისახა XX საუკუნის 50-იან წლებში, როდესაც ბირთვული იარაღის გამოცდის შედეგად მოხდა ბირთვული აფეთქებების პროდუქტებით ბიოსფეროს გლობალური რადიაქტიური გაჭუჭყიანება.

ადამიანის გარემოში მოხვედრისას რადიაქტიური ნარჩენები ხდება მისი გარეშე დასხივების წყარო, ხოლო რადიონუკლიდშემცველი სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების მოხმარება იწვევს ადამიანის შინაგან დასხივებას მის ორგანიზმში რადიოაქტიური ნივთიერებების დაგროვების შედეგად. გარემოში რადიონუკლიდებით მოხვედრასთან დაკავშირებული სხვადასხვა რადიოლოგიური სიტუაციების განხილვისას ირკვევა, რომ სწორედ შინაგანი დასხივება ადამიანის ჯამური დასხივების მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენს...

რადიონუკლიდების რაოდენობაზე მსჯელობენ მათი აქტიურობის მიხედვით, რომლის ერთეულია ბეკერელი (ბკ) ანუ ერთი დაშლა წამში. სასოფლო-სამეურნეო რადიოლოგიაში აგრეთვე ფართოდ არის მიღებული ამ სიდიდის სხვა ერთეული - კიური ($1 \text{ კი} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ ბკ}$).

საერთოდ, დოზიმეტრიაში ძირითადად არჩევენ სამ მახასიათებელს:

1. აქტივობა მხოლოდ წყაროს მახასიათებელია (იზომება დაშლით ერთეულ დროში = $1/\text{წამ}$).

2. გამოსხივების ენერგია ახასიათებს ცოცხალ უჯრედზე გამოსხივების ზემოქმედების უნარს (იზომება ენერგეტიკულ ერთეულებში);

3. დასხივების დოზა ახასიათებს ცოცხალ ორგანიზმზე მოხდენილ ზემოქმედებას (იზომება ზიერებებში ან ბერ-ში და ა.შ.).

ბუნებაში და მათ შორის, აგროეკოსისტემებში არსებული რადიონუკლიდები იყოფა ორ კატეგორიად - ბუნებრივი და ხელოვნური. ბუნებრივი რადიონუკლიდები წარმოადგენენ ბუნებრივი რადიაციული ფონის კომპონენტებს ნახევრადდაშლის საკმაოდ ხანგრძლივი პერიოდით. ეს რადიონუკლიდები არსებობენ დედამიწაზე მისი წარმოქმნის მომენტიდან (მათ შორის ყველაზე მნიშვნელოვანია ^{40}K , მძიმე ბუნებრივი რადიონუკლიდები ^{238}U და ^{232}Th , მათი დაშლის პროდუქტები და ზოგიერთი სხვ.). ამის გარდა, ბიოგენურად მნიშვნელოვანი ბუნებრივი რადიონუკლიდები დედამიწაზე ხედებიან ჰაერიდან - წარმოიშებიან ატმოსფეროში (^3H , ^{14}C და სხვ.). ზოგიერთი ბუნებრივი რადიონუკლიდი (^{40}K , ^{226}Ra და სხვ.) მნიშვნელოვან როლს თამაშობს კვებით ჯაჭვებში მიგრაციის დროს.

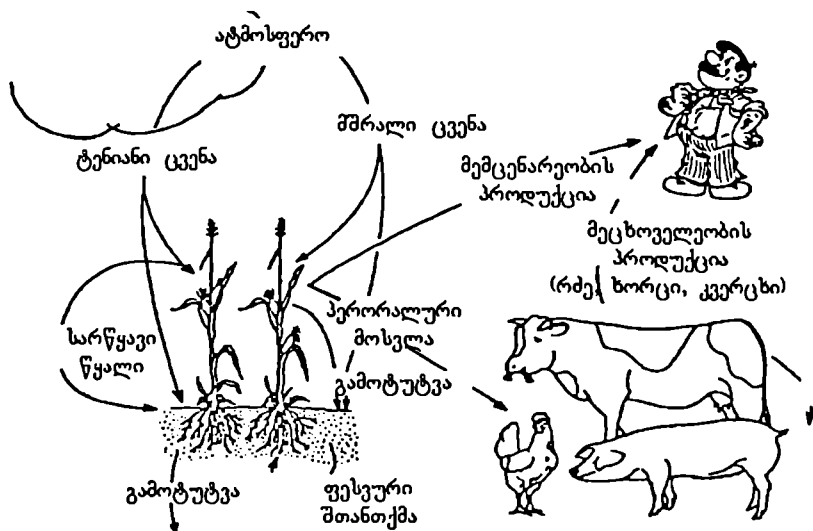
აგროსფეროს ზოგიერთ ობიექტებში უმნიშვნელოვანესი ბუნებრივი რადიონუკლიდების შემცველობა, ბკ/კგ (ალექსანინი, 1992)

აგროსფეროს ობიექტი	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	^{238}U
ნიადაგები (0-25 სმ)	90-720	6-2500	25 (7-50)	25 (10-50)
სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების პროდუქ- ტიული ორგანოები	95-500	$1,9 \cdot 10^{-2}$ -0.5	$4 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$ - $6,0 \cdot 10^{-3}$
რძე	40	$3,7 \cdot 10^{-4}$ - $8,7 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$
ხორცი	70	$1,6 \cdot 10^{-2}$ - $7,4 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$4,9 \cdot 10^{-3}$ - $1,2 \cdot 10^{-2}$

რადიონუკლიდების მეორე ჯგუფს წარმოადგენენ ბირთვული საწვავის გახლეჩით ხელოვნურად მიღებული რადიონუკლიდები, ე.ი. ტექნოგენური წარმოშობის რადიონუკლიდები. აგროეკოსისტემებისათვის ამ ჯგუფის ყველაზე მნიშვნელოვან რადიონუკლიდებს მიეკუთვნება ურანის და პლუტონის – ^{90}Sr , ^{131}I , ^{137}Cs და ზოგიერთი სხვა დაშლის პროდუქტები და აგრეთვე ნუკლიდები მიმართული აქტიურობით (^{54}Mn , ^{55}Fe , ^{60}Co , ^{65}Zn და სხვ.) და ტრანსურანული რადიონუკლიდები (^{239}Pu , ^{241}Am და სხვ.).

აგროეკოსისტემებში ტექნოგენური რადიონუკლიდების ძირითად წყაროს წარმოადგენს დღევრძელი რადიონუკლიდების ნარჩენი რაოდენობები, რომლებიც მასში მოხვდნენ ბირთვული იარაღის გამოცდის და აგრეთვე ატომური ელექტროსადგურების და სრული ბირთვული საწვავის ციკლის სხვა საწარმოების რადიონუკლიდების გამონატყორცნების შედეგად (ურანის ნედლეულის მოპოვების საწარმოები, გამომუშავებული ბირთვული საწვავის გადამუშავების ქარხნები და სხვ.). განსაკუთრებულ პრობლემას წარმოადგენს ამ საწარმოებში რადიოაქტიური ნარჩენების მიმართ უპასუხისმგებლო დამოკიდებულება, რის შედეგად რადიონუკლიდები ხვდება გარემოში და ერთეობა სასოფლო-სამეურნეო ჯაჭვებით მიგრაციის პროცესში. ამ ბოლო წლებში იზრდება იმ ბირთვული ტექნოლოგიების რიცხვი, რომლებიც გამოიყენება ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის

სხვადასხვა დარგებში. ამ დროს არ არის გამორიცხული რადიონუკლიდების მოხვედრა ბიოსფეროში. გარემოსთვის რადიონუკლიდების სერიოზულ წყაროს წარმოადგენს ატომური მრეწველობისა და ბირთვულ ენერგეტიკაში მსხვილი რადიაციული ავარიები სამხრეთ ურალზე 1957 წელს, უინდსკეილში (დიდი ბრიტანეთი) 1957 წელს და ჩერნობილის ატომურ ელექტროსადგურზე 1980 წელს, რადიონუკლიდების ნარჩენი რაოდენობები რჩება პოლიგონებსა და მიმდებარე ტერიტორიებზე, სადაც ზღებოდა ბირთვული იარაღის გამოცდა (სემიპალატინის პოლიგონზე ყაზახეთში და კუნძულ ახალ მიწაზე - რუსეთში). რადიაციული გაჭუჭყიანების წყაროს წარმოადგენს სამხედრო ბაზები. სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის ზრდა იწვევს ბუნებრივი რადიონუკლიდებით გადიდებული შემცველობის მქონე სასუქების და მელიორანტების გამოყენების ზრდას. ეს გამოწვეული იმით, რომ სამთო ნედლეულის ზოგიერთი სახე, რომლებიც გამოიყენება მინერალური სასუქების (პირველ რიგში ფოსფორიანი სასუქების) მიღებისას, გამდიდრებულია ^{238}U , ^{232}Th და მათი დაშლის შვილობილი პროდუქტებით.



ნახ. 16. სასოფლო-სამეურნეო ჯგუფებით რადიონუკლიდების მიგრაციის ძირითადი გზების სქემა.

ბიოსფეროს ნიადაგური გარსი წარმოადგენს ბუნების ერთ-ერთ ძირითად კომპონენტს, რომელშიც ხდება ხელოვნური რადიონუკლიდების ლოკალიზაცია. ეს რადიონუკლიდები ხდება გარემოში ადამიანის ტექნოგენური საქმიანობის შედეგად. ხელოვნური რადიონუკლიდების მიმართ ნიადაგს გააჩნია გამორჩეული სორბციული უნარი. ბიოსფეროში მიგრაციისათვის, კერძოდ, სასოფლო-სამეურნეო ჯაჭვებით ამას აქვს ორნაირი მნიშვნელობა.

ერთის მხრივ, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტებში რადიონუკლიდების დამაგრება ქმნის მცენარეებით ფესვური შთანთქმის რადიოაქტიური ნივთიერებების ბუნებრივ წყაროს. მეორეს მხრივ, ნიადაგის მყარი ფაზით რადიონუკლიდების ძლიერი სორბიცია ზღუდავს მათ შთანთქმას მცენარეების ფესვთა სისტემებით. ნიადაგური შთანთქმავი კომპლექსის რადიონუკლიდების სორბიციის თავისებურებანი უზრუნველყოფენ მცენარეებით დღეგრძელი რადიონუკლიდების ხანგრძლივ შენარჩუნებას მიწისზედა არეში.

ნიადაგში რადიონუკლიდების ქცევა პირველ რიგში განისაზღვრება იმით, რომ ისინი იმყოფებიან ულტრამიკროკონცენტრაციებში. მაგალითად, იმ შემთხვევაში, როდესაც რადიონუკლიდების შემცველობა ნიადაგში უდრის 37 კგ/მ^2 (1 კუ/კმ^2) მაშინ, ნიადაგის სახნავ ფენაში მათი მასიური წილები უდრის: ^{90}Sr ($T_{1/2} = 28,5$ წელი) - $2,4 \cdot 10^{-12} \%$, ^{137}Cs ($T_{1/2} = 30,17$ წელი) - $3,9 \cdot 10^{-12} \%$, ^{95}Zr ($T_{1/2} = 63,98$ დღე-ღამე) - $1,6 \cdot 10^{-14} \%$. გამონაკლისს წარმოადგენს ბუნებრივი მძიმე რადიონუკლიდების მცირე ჯგუფი, მაგალითად, ნიადაგში ^{238}U და ^{232}Th მასიური წილები შესაბამისად უდრის $(3-4) \cdot 10^{-4}$ და $(4-9) \cdot 10^{-4} \%$. რადიონუკლიდების ($T_{1/2} < 10^2 - 10^4$ წელი) ძალიან დაბალი მასიური წილი განსაზღვრავს ნიადაგებში რადიონუკლიდების ქცევის არსებით დამოკიდებულებას მათი იზოტოპური და არაიზოტოპური მატარებლების კონცენტრაციებსა და თვისებებზე. რადგანაც რადიონუკლიდები წარმოადგენს ქიმიური ელემენტების იზოტოპებს, ამიტომ ისინი ხასიათდება იგივე ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით, როგორც ამ ელემენტების სტაბილური იზოტოპები; მაგრამ რადიონუკლიდების და მათი სტაბილური იზოტოპების ანალოგების მსგავსი ქცევა აღინიშნება მხოლოდ ნიადაგში შემოტანილი რადიონუკლიდების ფიზიკურ-ქიმიური ფორმების გაწონასწორებული განაწილების შემთხვევაში. რადიონუკლიდების გაწონასწორებული განაწილების დრო ბევრადაა დამოკიდებული ნიადაგის თვისებებზე (ნი-

ადაგური ხსნარის რეაქცია და შემადგენლობა, ნიადაგური კოლოიდების რაოდენობასა და შემადგენლობაზე, ჰუმუსის შემცველობაზე, ტენიანობაზე და სხვ.) და აგრეთვე რადიონუკლიდების საწყის ფიზიკურ-ქიმიურ ფორმაზე. ნიადაგში მოხვედრილი “ახალი” ტექნოგენური რადიონუკლიდები დასაწყისში წარმოადგენენ ბუნებრივი გარემოს ახალ კომპონენტებს. დროთა განმავლობაში ისინი “ძველებიან” და მცენარეების ფესვთა სისტემებით შთანთქმისათვის ხდებიან ნაკლებად მისაწვდომი. ეს აიხსნება იმით, რომ ხდება ნიადაგის მყარი მასის რადიონუკლიდების გაძლიერებული სორბცია, თიხა მინერალების კრისტალური მესერში მათი შეღწევალობა და ა.შ. სხვადასხვა ტექნოგენური რადიონუკლიდების “დაბერების” სისწრაფე განსხვავებულია, მაგალითად ^{137}Cs დამახასიათებელია ინტენსიური “დაბერება”, ხოლო ^{90}Sr , პირიქით, ხანგრძლივი დროის მანძილზე რჩება ნიადაგში გაცვლით მდგომარეობაში. რადიონუკლიდების “დაბერების” მოვლენას დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგების ავარიული გაჭუჭყიანების შემთხვევაში, როდესაც პირველ ხანებში რადიონუკლიდები იმყოფება ბიოლოგიურად შედარებით მისაწვდომ ფორმაში. ნიადაგით რადიონუკლიდების უმრავლესობის შთანთქმა განისაზღვრება ორი ძირითადი ფაზით - მყარი და თხიერი (ნიადაგური ხსნარი), მათი განაწილების პროცესებით და ძირითადადში ზორცილდება რადიონუკლიდების სორბციისა და დესორბციის, ძელად ხსნადი ნაერთების დალექვა გახსნის და კოლოიდების კოაგულაციას - პეპტიზაციის პროცესებით.

ნიადაგში რადიონუკლიდების ძვრადობის შეფასება ხდება განაწილების კოეფიციენტის მეშვეობით, რომელიც წარმოადგენს ნიადაგის მყარ ფაზასა და ნიადაგურ ხსნარს შორის რადიონუკლიდების გაწონასწორებული კონცენტრაციების შეფარდებას. რადიოლოგიური თვალსაზრისით ისეთი მნიშვნელოვანი ნუკლიდებისათვის, როგორიცაა ^{90}Sr , ^{95}Zr , ^{131}I , ^{137}Cs , ^{144}Ce და ^{239}Pu განაწილების კოეფიციენტი შესაბამისად უდრის 26-449, 164, 0,55, 1100-11400, 1100 და 1040-42800 სმ³/გრ. სხვაობა K_d -ში განისაზღვრება ნიადაგების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით; მათ შორის, პირველ რიგში ფიზიკური თიხის და ლექის ფრაქციების შემცველობით.

ნიადაგებში ქცევის მიხედვით რადიონუკლიდები იყოფა რამდენიმე ჯგუფად. ისეთ რადიონუკლიდებისათვის როგორიცაა Zn , Ca და Co არ არის დამახასიათებელი გაცვლითი სორბაცია და მათი ნია-

დაგეგმში დამაგრების შესაძლებელი მექანიზმებია ნიადაგური მინერალებით აღსორბცია და ორგანულ-მინერალური კომპლექსების წარმოქმნა. ნიადაგის მიერ ხდება Na, Rb და Sr რადიონუკლიდების სორბირება გაცვლითი ტიპის მიხედვით. ნიადაგებში გაცვლითი ფორმით დღევრძელი ტექნოგენური რადიონუკლიდის ^{90}Sr ($T_{1/2} = 28.5$ წელი) ხანგრძლივად ყოფნა იწვევს იმას, რომ ის ხდება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი გამჭუჭყიანებელი. მთელი რიგი რადიონუკლიდებისათვის (I, Ce, Pm, Zr, Nb, Fe და Ru) დამახასიათებელია კოლოიდებთან კომპლექსების წარმოქმნა და დალექვა (კოაგულაცია). ^{137}Cs დამახასიათებელია ნიადაგის მყარი ფაზით საკმაოდ ძლიერი ფიქსაცია. ამ პროცესში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ისეთი თიხა მინერალები, როგორიცაა კლინოპტილოგიტი. ^{137}Cs ერთვება ამ მინერალების კრისტალურ მესერში და გადადის ფესვთა სისტემის შთანქმის მიუწვდომელ ფორმაში. თუმცა ^{137}Cs სორბირდება ნიადაგით უფრო მყარად, ვიდრე ^{90}Sr , მაგრამ ნახევრად დაშლის ხანგრძლივი პერიოდი ($T_{1/2} = 30.17$ წელი) და ამ ტუტე რადიონუკლიდის ბიოლოგიური მნიშვნელობა განსაზღვრავს მის განსაკუთრებულ როლს სასოფლო-სამეურნეო წარმოების სფეროს გაჭუჭყიანებაში. მრავალი რადიონუკლიდებისათვის (კერძოდ, I) არსებითი მნიშვნელობა აქვს ნაერთებს ნიადაგის ორგანულ ნივთიერებასთან. ჰაერიდან ნიადაგურ-მცენარეულ საფარზე მოხვედრილი რადიონუკლიდები დასაწყისში კონცენტრირდება ნიადაგის ზედა 0-2 სმ შრეში, ხოლო შემდეგ იწყებენ მიგრირებას პროფილის მიხედვით. რადიონუკლიდების ვერტიკალური გადაადგილება მოუხნავ ნიადაგებში იწვევს ფესვების განლაგების შრეში რადიოაქტიური ნივთიერებების თანდათანობით გადაადგილებას და, მაშასადამე, მცენარეების ფესვთა სისტემებით შთანქმის შეცვლას და დასხივების დოზის სიმძლავრის შემცირებას. დამუშავებულია ნიადაგის პროფილში რადიონუკლიდების ტრანსპორტის სხვადასხვა მოდელი. ცოცხალი ორგანიზმებისათვის ერთ-ერთი ყველაზე საშიში რადიონუკლიდია სტრონციუმ-90. მისი ნახევრადდაშლის პერიოდი 28 წელიწადია. ორგანიზმში მოხვედრილი ^{90}Sr ძირითადად აკუმულირდება ძვლის ქსოვილებში, ნაკლებად რბილ ქსოვილებში. ამიტომ იგი ითვლება ოსტეო (ძვლის) სომატური რადიაციული დაზიანების ძირითად წყაროდ.

ატმოსფეროდან ნალექების სახით ჩამორეცხილი ^{90}Sr აქტიუ-

რად ერთვება ნიადაგის ქიმიურ პროცესებში თავის ანალოგებთან სტაბილურ Ca-თან და Sr-თან ერთად. ნიადაგებში რადიონუკლიდების დაგროვება და გადანაწილება ბევრად არის დამოკიდებული ნიადაგის ტიპზე, მის ცალკეულ თვისებებზე (ტენიანობა, ქიმიური და მექანიკური შედგენილობა) და მცენარეული საფარის მრავალფეროვნებაზე.

^{90}Sr -ის შემცველობა და მობილურობა ბევრად არის დამოკიდებული ნიადაგში ტენის რეჟიმზე: მისი კონცენტრაციის კლება ნიადაგში ტენიანობის სიდიდის პირდაპირპროპორციულია. წყალი ასრულებს დესორბენტის როლს. კოლხეთის ჭაობიან ნიადაგებში, სადაც მაღალია ნახშირორჟანგის შემცველობა, ^{90}Sr ისევე, როგორც სხვა ფუძე ლითონები, წარმოქმნის მასთან მოძრავ ბიკარბონატებს. ეს დამატებით ხელს უწყობს ამ რადიონუკლიდის გამორეცხვას ნიადაგიდან. ამით აიხსნება ქართველ მეცნიერთა მიერ ექსპერიმენტალურად აღმოჩენილი შავი ზღვის აუზის ზოგიერთი ნიადაგის “ბუნებრივი დეზაქტივაციის” მაღალი ტემპები. გამოტუტვის ძლიერი და შთანთქმის ცუდი უნარით გამორჩევა ტორფიან-ჭაობიანი ნიადაგები, ამიტომ მათში ორჯერ ნაკლები ^{90}Sr აკუმულირდება, ვიდრე ლამიან-ჭაობიან ნიადაგებში. დაჭაობებულ ნიადაგებში სტრონციუმის გამორეცხვის პარალელურად მიმდინარეობს მისი დამატებითი დაგროვება, როგორც ატმოსფერული ნალექების ხარჯზე, ასევე ფერდობებიდან ჩამონადენი წყლებით. სტრონციუმის განსაკუთრებით დიდი რაოდენობა გადმოირეცხება გადახნული ფერდობებიდან, შედარებით ნაკლები - ტყით დაფარული ადგილებიდან და კიდევ უფრო ნაკლები ბალახმდგნარით დაკავებული ფერდობების ჩამონადენი წყლებით. ნიადაგის ზედაპირთან გრუნტის წყლების სიახლოვე ხელს უწყობს ^{90}Sr დაგროვებას. ეს მეორადი მიგრაცია მნიშვნელოვნად ცვლის რადიონუკლიდური დაჭუჭყიანების პირველად განაწილებას და აჩენს საშიშ მეორადი “აკუმულაციის” ზონებს“. საკმაოდ დიდია მცენარეული საფარის როლიც რადიონუკლიდების გადანაწილებაში. დაჭაობებული ნიადაგების ზედაპირზე მრავლად არის ხავსები და მღიერები, რომლებიც გამოირჩევა ^{90}Sr -ის ძლიერი აკუმულირებით. რადიონუკლიდების შეკავება ხდება აგრეთვე მერქნიანი მცენარეულობით (ხეები და ბუჩქები). კოლხეთის დაბლობის ფოთლოვანი ტყე აკავებს ატმოსფეროდან მოსული რადიონუკლიდების ნაწილს მიწისზედა ნაწილებით (ფლორისტული შთანთქმა).

დროთა განმავლობაში ხდება რადიონუკლიდების ჩამორეცხვა ფოთლებიდან, ტოტებიდან, ღეროდან ნალექებით ან ფოთოლცეკნის ხარჯზე. ^{90}Sr -ის ნიადაგში მოხვედრის სისწრაფე ბევრად არის დამოკიდებული ტყის საბურველის შეკრულობაზე და მკვდარი საფარის გახრწნის სისწრაფეზე. ტყის საბურველიდან გადმორეცხილი რადიონუკლიდები გროვდება მკვდარ საფარში, ხოლო დროთა განმავლობაში ისინი ჩაირეცხება ქვედა ჰორიზონტებში. ^{90}Sr დაგროვება ნიადაგში ბევრად არის დამოკიდებული ჰუმუსის შემცველობაზე. ^{90}Sr მაქსიმალური რაოდენობა გროვდება ჰუმუსით მდიდარ ნიადაგებში, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც ის დიდი რაოდენობით შეიცავს დაბალმოლეკულურ ორგანულ ნაერთებს. ამ უკანასკნელებთან ^{90}Sr წარმოქმნის ძნელადმოდრავ ნაერთებს და ამით აიხსნება რადიონუკლიდის შესამჩნევი დაგროვება ამ ნიადაგებში.

გორაკ-ბორცვიან ზონაში რადიონუკლიდების განაწილება არათანაბარია. ციცაბო ფერდობებზე ^{90}Sr განაწილება უფრო არათანაბარია, ვიდრე დამრეც ფერდობებზე. რადიონუკლიდების განაწილებაზე ოროგრაფიული ფაქტორის ზეგავლენა კლინდება იმითაც, რომ სხვადასხვა ფერდობებიდან ჩამონადენი წყლები განსხვავებული რაოდენობით შეიცავს რადიონუკლიდებს.

რალექსახინის (1963) მონაცემებით ნიადაგებში არსებული სხვადასხვა თიხა მინერალები გამოირჩევა სორბირების განსხვავებული უნარით. მაგალითად, მოტმორილონიტი შთანთქავს ხსნარში არსებულ ^{90}Sr 99,9 %, კრიოლიტი – 68 %, ქარსი – 87 %, პიდროქარსი – 80 %, ფოსფიტი – 90 %, ნეფელინი – 70 %, პიროლუზიტი – 99,9 %, გალუაზიტი – 88 %. ამიტომაც ^{90}Sr (და ^{137}Cs -იც) გაცილებით უფრო ძნელად გამოირეცხება მძიმე მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგებიდან, მაგალითად, შავი, ყავისფერი, მღელოს-ყავისფერი, ყომრალი, ტორფიან-ჭაობიანი, ლამიან-ჭაობიანი ნიადაგებიდან, ვიდრე მსუბუქი ნიადაგებიდან მთა-მღელოს, ალუვიური და სხვ.

კორდიან-კარბონატული ნიადაგებისათვისაც დამახასიათებელია ^{90}Sr -ის მაღალი სორბირება, ეს აიხსნება რამდენიმე მიზეზით: 1. ნიადაგი მდიდარია ორგანული ნივთიერებით, რომელიც ^{90}Sr -ის აქტიური სორბენტია: 2. გაცვლითი Ca მაღალი შემცველობით, რომელიც განსაზღვრავს ^{90}Sr -ის მიგრაციის უნარს. მეტად მნიშვნელოვანია ნიადაგში არსებული გაცვლითი Ca-ის შეფარდება ხსნარში

Ca-ის რაოდენობასთან; 3. ^{90}Sr -ის ფიქსაცია არაგაცვლით ფორმაში შეიძლება გამოიწვიოს იმნაც, რომ დროთა განმავლობაში თავისუფალი ^{90}Sr გადადის CaCO_3 კრისტალებში (კრისტალურ მესერში) და იქ ფიქსირდება.

ისევე, როგორც გორაკ-ბორცვიანი ზონა, მთა-ტყის ზონაც ხასიათდება ნიადაგის ზედაპირის არაერთგვაროვნებით, ზედაპირული და შიდაწიდაგური ჩამონადენების შეფარდებების ცვალებადობით, რაც საბოლოო ჯამში ხელს უწყობს ნიადაგში ატმოსფეროდან მოსული რადიონუკლიდების არათანაბარ განაწილებას. მთა-ტყის ზონა წარმოდგენილია ორი, მკვეთრად განსხვავებული მცენარეული ასოციაციით: წიწვოვანი და ფოთლოვანი ტყეებით. ეს გარემოება წარმოადგენს ^{90}Sr არათანაბარი განაწილების დამატებით ფაქტორს. ატმოსფეროდან ჩამორეცხილი რადიონუკლიდები ზვდებიან მცენარეში ძირითადად ორი გზით: ჰაერიდან მცენარის ზედაპირის მიერ შთანთქმით (ფლორისტული გზა) და ნიადაგიდან ფესვებით შეწოვის გზით. რაოდენობრივად მეტი ^{90}Sr -ის სორბირება ხდება მიწიქვეშა ორგანოებით, განსაკუთრებით ფესვთა ზედაპირული სისტემებით. მცენარეები ხასიათდება სორბირების განსხვავებული უნარით. ატმოსფეროდან მოსული ^{90}Sr შემდეგნაირად ნაწილდება მცენარეების მიწისზედა ნაწილებში: წიწვოვნები - 80-90 %, ფოთლოვნები 50-60 %, ხავსები და მღიერები - 90-100 %. მიუხედავად იმისა, რომ ბალახებიც საკმაოდ ინტენსიურად აკუმულირებენ ამ რადიონუკლიდს თავისი მიწისზედა და მიწისქვეშა ორგანოებით, მათი როლი ^{90}Sr -ის საერთო რაოდენობის ბრუნვაში უმნიშვნელოა. ამასთან, მდელოს ბალახმდგნარის დიდი ნაწილი ითიბება და ამით მათში მყოფი ^{90}Sr -იც გაედინება ეკოსისტემებიდან.

პირობითად, მიგრაციის გზას ატმოსფერო-ნალექები-მცენარე ადამიანი პირდაპირი მიგრაცია უწოდება, ხოლო საპირისპირო მიმართულებას (რაც შესაძლებელია ქსოვილის დესტრუქციის დროს) უკუმიგრაცია.

არათანაბარია მცენარეებიდან ნიადაგში უკუ გადასული ^{90}Sr -ის რაოდენობაც. ფოთლოვან ტყეში ინტენსიურად დაბინძურების წლების შემდეგ ნიადაგში რადიონუკლიდების კონცენტრაცია უფრო ინტენსიურად იზრდება, ვიდრე წიწვოვან ტყეში. ეს იმით აიხსნება, რომ ფოთლოვანი ტყე ხასიათდება ყოველწლიური ფოთოლცვენით, ხოლო წიწვიან ტყეში კი წიწვების ცვლა ხდება მხოლოდ 3-5

წელიწადში ერთხელ. ამის გარდა, წიწვების ხრწნის პროცესი უფრო ხანგრძლივია, ვიდრე ფოთლებისა.

მცენარის მიერ რადიონუკლიდების ფლორისტული გზით შთანთქმა დამოკიდებულია წელიწადის დროზეც. ცნობილია, რომ რადიოაქტიური ნალექების ჩამოცეკვის პიკი გაზაფხულზეა. სწორედ ამ პერიოდში მცენარეების უმრავლესობას უვითარდება ახალი ევგეტაციური ორგანოები და ხდება რადიონუკლიდების მაქსიმალური რაოდენობის დაგროვება.

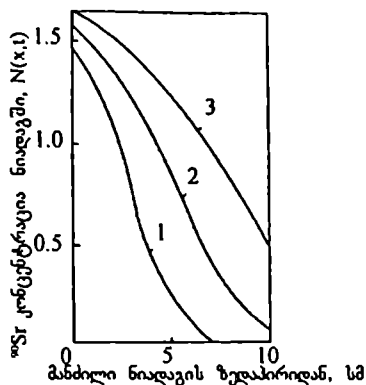
მთა-მდელოს ნიადაგებში აღინიშნება ^{90}Sr -ის შედარებით თანაბარი განაწილება. ამის მიზეზია ნიადაგის ზედაპირის ნაკლები დანაწევრება და ბალახების მიერ მიწისზედა და მიწისქვეშა ნაწილებით მისი სორბირება. მთა-მდელოს ნიადაგებში ^{90}Sr დაგროვება გამოწვეულია აგრეთვე, ორგანული ნივთიერებების გადილებული შემცველობით, რომლებიც ამ რადიონუკლიდთან წარმოქმნიან ძნელად მოძრავ ნაერთებს. მთა-მდელოს ნიადაგები მჟავე ნიადაგებია და ასეთ ნიადაგებში ^{90}Sr გადასვლა არამიმოცვლით ფორმაში შეიძლება გამოიწვიოს მის მიერ უხსნადი ფოსფატების ან სულფატების წარმოქმნამ (ალექსახინი, 1963). აღსანიშნავია, რომ მთა-მდელოს ნიადაგები მდიდარია CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} ანიონებით.

მშრალი სუბტროპიკების ნიადაგებში (ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი, რუხი-ყავისფერი, მდელოს-რუხი-ყავისფერი) ^{90}Sr -ის განაწილებას და სორბირებას განსაზღვრავს ნალექიანობა. ნალექების მოსულის დროს ^{90}Sr -ის კონცენტრაცია ზედა ფენებში ქვედა ფენებში ჩარეცხის შედეგად მცირდება. გვალვიან პერიოდში ინტენსიური აორთქლების შედეგად ამ რადიონუკლიდის კონცენტრაცია ზედა ფენებში იზრდება. რელიეფის მიხედვით, ^{90}Sr -ის კონცენტრაცია უფრო მაღალია შემადლებულ, შედარებით მშრალ ადგილებში და ნაკლებია დადაბლებულ, შედარებით ტენიან ადგილებში.

ყომრალ-შავ ნიადაგებში ღია ადგილების შავ ნიადაგებთან შედარებით ^{90}Sr -ი მიგრაციის უნარი და სიჩქარე 2-ჯერ მეტია რაც აიხსნება ბალახების ძლიერი სორბციული უნარით.

დანარჩენ ნიადაგებში ^{90}Sr -ის გადანაწილება ხდება ნიადაგის ცალკეული თვისებებისა და მცენარეული საფარის და რელიეფის თავისებურებების მიხედვით.

რუსეთის ევროპული ნაწილის კორდიან-ეწერ ნიადაგებში ^{90}Sr განაწილება დროთა ვითარებაში შემდეგ სურათს იძლევა (ნახ.17).



ნახ. 17. ნიადაგის პროფილში ^{90}Sr განაწილება
1 - 5 წელი; 2 - 10 წელი;
3 - 15 წელი.

როგორც უკვე აღინიშნა, რადიაქტიული ნივთიერებები ხვდება მცენარეებში მიწის ზედა ორგანოებით (რადიონუკლიდების ნიადაგურ-მცენარულ საფარზე აერალური მოსვლით და მათი მიწისზედა ორგანოებით შეკავებით) და ფესვების მეშვეობით (რადიონუკლიდების ნიადაგური შეთვისების დროს). რადიონუკლიდების აერალური (ფესვს გარეშე) გადასვლის თავისებურება მდგომარეობს იმაში, რომ ხდება მცენარეების მიწისზედა ნაწილებზე მოსული ყველა რადიონუკლიდების ფაქტიურად არასელექციური აღსორბაცია. ამ დროს შესაძლებელია მიგრაციის ჯაჭვში სხვადასხვა რადიონუკლიდების ჩართვა. რადიონუკლიდების სელექცია იწყება შინაგან ქსოვილებში ფიზიოლოგიურად აქტიური შეღწევის ეტაპზე. სხვა სურათი ახასიათებს რადიონუკლიდების გადასვლის ნიადაგურ გზას. ამ შემთხვევაში ნიადაგი წარმოადგენს ბუნებრივ სორბენტს, ხოლო მცენარეების ფესვთა სისტემა ამორჩევით შთანთქმავს რადიონუკლიდებს მცენარეების მინერალური კვების კანონზომიერებების თანახმად. ნიადაგიდან მცენარეებში რადიონუკლიდების შეღწევის ინტენსიურობა იზომება დაგროვების კოეფიციენტით (კონცენტრაციული შეფარდებით) - კდ. ეს კოეფიციენტი წარმოადგენს მცენარეებსა და ნიადაგში რადიონუკლიდების კონცენტრაციის შეფარდებას. მცენარის მიერ რადიონუკლიდებს შთანთქმას საზღვრავენ სხვადასხვა კოეფიციენტებით. ბიოლოგიური შთანთქმის კოეფიციენტი (ბშკ) წარმოადგენს მცენარეების მიერ აკუმულირებული რადიონუკლიდების შეფარდებას ნაცართან. მცენარეების მიერ რადიონუკლიდების დაგროვების სხვა მაჩვენებელია “გადასვლის კოეფიციენტი“, რომელიც

წარმოადგენს მცენარეებში რადიონუკლიდების კონცენტრაციის შეფარდებას ნიადაგის გაჭუჭყიანების სიმჭიდროვესთან (ბკ/კგ)(ბკ/მ²). სასოფლო-სამეურნეო ჯაჭვებით რადიონუკლიდების გადატანის ტემპი დამოკიდებულია ამ პროცესის თანხლები რადიონუკლიდების იზოტოპურ და არაიზოტოპურ მატარებლებზე. ეს პირველ რიგში ეხება ორ წამყვან დღევანდელ ხელოვნურ რადიონუკლიდს ⁹⁰Sr და ¹³⁷Cs. მათი ძირითადი არაიზოტოპური მატარებლებია ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი მაკროელემენტები Ca და K. მცენარეებზე დალექილი რადიოაქტიული ნაწილაკების შეკავება და მათი შემდგომი მოცილება დამოკიდებულია მცენარეული ზედაპირის ფართობზე, ფიტომასის მარაგებზე ფართობის ერთეულზე, ფოთლების და მცენარეების სხვა მიწისზედა ორგანოების ფორმაზე, ზომაზე და ორიენტაციაზე და აგრეთვე, მათი ზედაპირის თვისებებზე, ჰაერის სისწრაფეზე, აეროზოლური ნაწილაკების ზომაზე, ჰაერის ფარდობით ტენიანობაზე.

ნიადაგიდან რადიონუკლიდების დაგროვებასთან შედარებით მცენარეების ფესვგარეშე (აერალური) დაგროვების მნიშვნელობა განსაკუთრებით დიდია საწყისის პერიოდში. ამ დროს მცენარეებში რადიოაქტიური ნივთიერებების შემცველობა ხშირად მთლიანად განისაზღვრება ჰაერიდან დალექილი რადიონუკლიდების დაკავებით მიწისზედა ფიტომასით. რადიოაქტიური დალექვის შეწყვეტის შემდეგ იწყება რადიონუკლიდებიდან მცენარეების გაწმენდა (ჩამორეცხვა წვიმით, მშრალი გამოლექვა, აეროზოლების მოცილება გრაივტაციული ძალების ზეგავლენით და ა.შ.). ამ პროცესის დასახასიათებლად 60-იან წლებში შემოღებული იქნა “ატმოსფეროს თვითგანწმენდის სიჩქარე” (ციცქიშვილი, 1967). დალექვის შემდეგ მცენარეებში რადიონუკლიდების კონცენტრაციის შემცირება იზომება “ნახევარგანწმენდის პერიოდით” (იმ დროით, რომლის განმავლობაში მიწისზედა ფიტომასიდან ხდება რადიონუკლიდების 50 % მოცილება). ეს პარამეტრი შემოღებულია ბუნებრივი დაშლის ნახევარპერიოდის ანალოგიურად. უმრავლესი რადიონუკლიდებიდან სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების ნახევარგანწმენდის პერიოდი მერყეობს 7-დან 17 დღე-ღამემდე (ის დამოკიდებულია რადიონუკლიდების ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე, აეროზოლური ნაწილაკების ზომებზე, მცენარეების ბიოლოგიურ თვისებებზე და ა.შ.).

რადიონუკლიდები შეიძლება ხვდებოდნენ მცენარეებში ნიადა-

გური საფარიდან ქარით ან წვიმით როგორც თვით რადიაქტიური, ისე ნიადაგის გაჭუჭყიანებული ნაწილაკების აწევით. ეს მოვლენა მცენარეების მეორადი რადიაქტიური გაჭუჭყიანებით არის ცნობილი. მცენარეებში მოხვედრის ასეთი გზა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იმ რადიონუკლიდებისათვის, რომლებიც მყარად ფიქსირდება ნიადაგით და სუსტად გროვდება ფესვური შთანთქმის დროს. მცენარეებში რადიონუკლიდების ჯამურ შემცველობაში აეროზოლური გაჭუჭყიანების წილი დამოკიდებულია რადიონუკლიდების დაგროვების კოეფიციენტზე (კდ). რაც უფრო დაბალია კდ, მით უფრო დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეების ფესვგარეშე (აეროზოლურ) გაჭუჭყიანებას.

ნიადაგიდან მცენარეების მიერ რადიონუკლიდების დაგროვება დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორზე, რომელთა შორის მნიშვნელოვანია შემდეგი: რადიონუკლიდების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, მცენარეების ბიოლოგიური თავისებურებანი და კულტურების აგროტექნიკა. ქიმიური ელემენტების დაგროვების მიხედვით მცენარეები იყოფა ხუთ ჯგუფად: მცენარეები, რომლებიც ხასიათდება ძლიერი დაგროვებით (კდ>10), სუსტი დაგროვებით (1-10), აკუმულაციის უქონლობით (0,1-1), სუსტი დისკრიმინაციით ნიადაგიდან გადმოსვლის დროს (0,01-0,1) და ძლიერი დისკრიმინაციით (<0,01). ნიადაგიდან მცენარეები ყველაზე ინტენსიურად შთანთქავენ ^{90}Sr , უფრო ნაკლებად ^{137}Cs , ^{95}Zr , ^{103}Ru , ^{141}Ce შთანთქმა უმნიშვნელოა, ხოლო მცენარეების მიერ ^{239}Pu , ^{241}Am , U რადიონუკლიდების შთანთქმა ძალიან სუსტია.

მცენარეების მიერ ნიადაგიდან რადიონუკლიდების დაგროვება დამოკიდებულია მის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე. რაც უფრო მეტია ნიადაგში ჰუმუსის, გაცვლითი კატიონების, ლექის და თიხის ფრაქციის შემცველობა, მით უფრო სუსტად მიმდინარეობს მცენარეების მიერ უმრავლესი რადიონუკლიდების შთანთქმა. კდ მაქსიმალური მაჩვენებლები დამახასიათებელია მსუბუქი (ქვიშნარი) კორდიან-ეწერი და ტორფიანი ნიადაგებისათვის (ცხრილი 24)

სათბო-სამოვრებში რადიონუკლიდების შეღწევა ბევრად არის დამოკიდებული მათ გადიდებულ შემცველობაზე მდელოების კორდში. საერთოდ, მცენარეები მდელოებზე სახნავ მიწებთან შედარებით 5-10-ჯერ მეტ რადიონუკლიდს (^{90}Sr და ^{137}Cs) აგროვებენ. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მიერ რადიონუკლიდების დაგროვება

დამოკიდებულია მინერალურ კვებაზე, სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობაზე, ნიადაგში ფესვთა სისტემის განაწილების ხასიათზე, პროდუქტიულობაზე და სხვა ბიოლოგიურ თავისებურებებზე. მცენარეების მიერ ^{90}Sr და ^{137}Cs აკუმულაცია სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის შეიძლება განსხვავდებოდეს 5-30-ჯერ.

ცხრილი 24

სხვადასხვა ნიადაგიდან ზოგიერთ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებში ^{90}Sr გადასვლის კოეფიციენტი (კდ) (რუსეთის სასოფლო-სამეურნეო რადიოლოგიის და აგროეკოლოგიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მონაცემები)

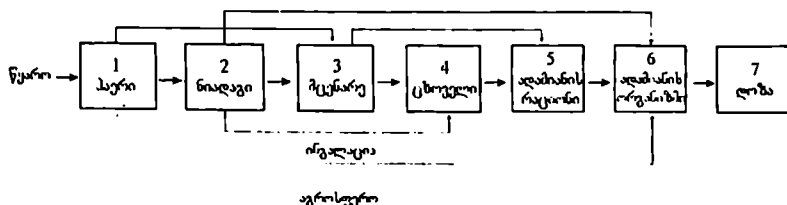
კულტურა	პროდუქცია	კორდიან - ეწერა			ტოპოგრაფია	წახლა	შეიქმნა	ტოპოგრაფია
		ქვიშნარი	მსუბუქი და საშუალო თიხნარი	მძიმე თიხნარი				
ხორბალი საშობოღო	მარცვალი	1,0	0,6	0,3	0,4	0,2	0,1	0,1
	თივა	5,0	3,0	1,5	2,0	1,0	0,5	
ქვავი საშობოღო	მარცვალი	1,0	0,6	0,3	0,4	0,2	0,1	0,4
	თივა	5,0	3,0	1,5	2,0	1,0	0,5	
ხორბალი საგაზაფხულო	მარცვალი	3,0	2,0	1,0	1,3	0,5	0,3	
	თივა	15,0	10,0	5,0	6,5	2,5	1,5	
შერი	მარცვალი	6,0	3,0	1,4	2,0	1,0	0,4	0,5
	თივა	30,0	15,0	7,0	10,0	5,0	2,0	
ქერი	მარცვალი	5,0	3,0	1,5	1,8	0,8	0,4	0,1
	თივა	25,0	15,0	7,5	9,0	4,0	2,0	
სიმინდი	კვებატარი მასა	12,0	6,0	3,0	4,0	2,4	1,2	
ბარდა	მარცვალი	7,0	4,0	2,0	3,0	1,3	0,6	
კარტოფილი	ბოლქვი	2,6	1,7	0,8	1,0	0,3	0,1	0,7
კარხალი	მარცვალი	6,0	3,0	1,6	2,0	0,7	0,3	0,25
კომბოსტი	თავი-კომბოსტი	1,2	0,6	0,3	0,4	0,2	0,1	

აგროსამრეწველო წარმოების სფეროში სასოფლო-სამეურნეო ჯაჭვებით რადიონუკლიდების მიგრაცია წარმოადგენს მრავალჯაჭვიან პროცესს. ამ პროცესისთვის დამახასიათებელი რადიონობრივი მაჩვენებლები საკმაოდ დინამიურია და ცვალებადი დროსა და სივრ-

ცემი და დამოკიდებულია განსხვავებული ბუნების (ბიოქიმიური, საწარმოო-სამეურნეო და სხვ.) მრავალ ფაქტორზე. სასოფლო-სამეურნეო სფეროში რადიონუკლიდების მიგრაციის პროცესების აღწერისათვის მეტად ხელსაყრელია სისტემური მიდგომის გამოყენება. მოდელები ასახავს აგროეკოსისტემებში რადიონუკლიდების მიგრაციის ცალკეულ ბლოკებს და ამ ბლოკებში რადიონუკლიდების შემცველობის პროგნოზირების საშუალებას იძლევა. პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით მეტად მნიშვნელოვანია ბლოკები, რომლებიც ახასიათებს საბოლოო სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციას - რძეს, ხორცს, მემცენარეობის პროდუქტებს და ა.შ. ასეთი მოდელის მაგალითი, რომელიც გამოიყენება ატომური რადიაციის მოქმედების გაეროს სამეცნიერო კომიტეტის მიერ, რადიაქტიური ჩამონაცენიდან ადამიანის ორგანიზმამდე კვების ყველაზე მნიშვნელოვანი ჯაჭვებით რადიონუკლიდების გადატანის აღწერისათვის, მოტანილია ნახ.18. აგროეკოსისტემებში რადიონუკლიდების მიგრაციის თავისებურებებიდან გამომდინარე გამოიყოფა მათი მიგრაციის 6 ტიპის მოდელი: 1) ნიადაგებში რადიონუკლიდების მიგრაციის; 2) სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების ნათესების აერალური რადიაქტიური გაჭუჭყიანების; 3) ნიადაგი-მცენარე სისტემაში რადიონუკლიდების მიგრაციის; 4) სასოფლო-სამეურნეო ცხოველების ორგანიზმში რადიონუკლიდების მიგრაციის; 5) კვების ჯაჭვებში რადიონუკლიდების მიგრაციის; 6) აგროსფეროში (ლოკალურ, რეგიონალურ და გლობალურ მასშტაბში) რადიონუკლიდების მიგრაციის. განსაკუთრებით საინტერესოა ისეთი რადიოლოგიური სიტუაციები, როდესაც მთელი რიგი ფაქტორის ზეგავლენით რადიონუკლიდების მიგრაცია სასოფლო-სამეურნეო ჯაჭვებით და გადიდებული ინტენსიურობით ხორციელდება. რადიონუკლიდების ასეთი აჩქარებული გადაადგილების მიზეზი შეიძლება იყოს წრებრუნვის ცალკეული ჯაჭვებში მათი შედარებით მაღალი ძვრადობა; თავისებური ბიოგეოქიმიური პირობები, რომლებიც ხელს უწყობს რადიონუკლიდების აჩქარებულ გადატანას; აგროსამრეწველო კომპლექსებში ცალკეული ტექნოლოგიური პროცესები, რომლებიც იწვევს რადიონუკლიდების დაგროვებას კვების საბოლოო პროდუქტებში. ასეთ შემთხვევაში საქმე გვაქვს “ცხელ” რადიოეკოლოგიურ რაიონებთან, “ცხელ” სასოფლო-სამეურნეო ჯაჭვებთან და ა.შ. ცალკეული “ცხელი” წერტილების ცოდნა მეტად მნიშვნელოვანია რადიაციული მონიტორინ-

გის ორგანიზაციის შემთხვევაში. ამა თუ იმ ლანდშაფტის ბიოგეოქიმიური პირობები განსაზღვრავს სასოფლო-სამეურნეო ჯაჭვებით რადიონუკლიდების მიგრაციის ინტენსიურობას.

გარეშე დასხივება



ნახ. 18. გარემოში რადიონუკლიდების ტრანსპორტის ბლოკური მოდელი

რადიოლოგიურად “ცხელ” ლანდშაფტს წარმოადგენს სათიბ-საძოვრები. აქ რადიონუკლიდების დაგროვების თავისებურება განისაზღვრება მდელოებზე კორდიანი შრის არსებობით. კორდი წარმოადგენს რადიონუკლიდების სპეციფიკურ “დეპოს”, სადაც დიდი რადიოაქტიური ჩამოცვენიის დროს ხდება მათი ხანგრძლივი დროით შეკავება. მდელოებზე რადიონუკლიდები მცენარეებისათვის ადვილად მისაწვდომია. ასე, მაგალითად, მცენარეებისათვის ^{90}Sr და ^{137}Cs მდელოებზე 2-10 ჯერ უფრო მისაწვდომია, ვიდრე სახნავ მიწებზე. მცენარეებში ^{137}Cs შეღწევა დამოკიდებულია მდელოს და ნიადაგის ტიპზე. კორდიანის შრის აჩიჩქენა და ბუნებრივი საძოვრების გადაყვანა სათესბალახიან ხელოვნურ მაღალპროდუქტიულ საძოვრებში საგრძნობლად ამცირებს მდელოს მცენარეებით რადიონუკლიდების დაგროვებას და საბოლოო ჯამში იზღუდება რადიოაქტიური ნივთიერებების გადასვლა რძესა და მეცხოველეობის სხვა პროდუქტებში.

სისტემაში სარწყავი წყალი - ნიადაგი მცენარე რადიონუკლიდების მიგრაცია ძლიერდება სარწყავი მიწათმოქმედების პირობებში. განსაკუთრებით აჩქარებულად ხდება მცენარეში რადიონუკლიდების გადასვლა მორწყვისას, თუმცა ურწყავ პირობებთან შედარებით მორწყვის სხვა პირობებშიც აღინიშნება მცენარეებში რა-

დიონუკლიდების გადიდებული მოხვედრა. დაწვიმების დროს რადიონუკლიდები წრებრუნვის ნიადაგური ჯაჭვის ავლით (გამოირიცხება ნიადაგის მყარი ფაზით რადიონუკლიდების სორბცია) უშუალოდ ხვდება მცენარეების მიწისზედა ნაწილებში. მიგრაციის ეს გზა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იმ რადიონუკლიდებისათვის, რომლებიც შედარებით ინერტულია მცენარეში ნიადაგური გზით მოხვედრის შემთხვევაში.

ნიადაგი - მცენარე სისტემაში დაწვიმების დროს ურწყავ პირობებთან შედარებით უფრო მოძრავი ^{90}Sr დაგროვება საშემოდგომო ხორბლის მარცვალში 17-83-ჯერ მეტია, ხოლო ნაკლებად მობილური ^{137}Cs ეს განსხვავება შეიძლება იყოს უფრო მნიშვნელოვანი - 700-1400-ჯერ. დაწვიმების პირობებში მცენარეების მიერ უფრო ძლიერი დაგროვება აღნიშნულია ხელოვნური რადიონუკლიდების დიდი რიცხვისთვის და აგრეთვე, მძიმე ბუნებრივი რადიონუკლიდებისათვის.

ცხრილი 25

ურწყავ და სარწყავ პირობებში საშემოდგო ხორბლის მიერ ^{90}Sr და ^{137}Cs დაგროვება (ალექსანინი და სხვ., 1985)

წყლის რეჟიმი	^{90}Sr		^{137}Cs	
	მარცვალი	თივა	მარცვალი	თივა
ურწყავი პირობები (ნიადაგში რადიონუკლიდების შეგროვების მიმართ)	0,003	0,03	0,0005-0,001	0,0005-0,01
მორწყვა დაწვიმებით (სარწყავი წყლით შეტანილი რადიონუკლიდების მიმართ)	0,05-0,25	0,2-0,7	0,7	2,5

უმრავლეს რადიოლოგიურ სიტუაციაში მცენარე ერთდროულად განიცდის გარეშე (მცენარის გარეშე არსებული დასხივების

წყაროდან) და შინაგანი (ქსოვილებში დაგროვილი რადიონუკლიდებიდან) დასხივებას. დასხივებულ აგროცენოზში დასხივების გარეშე შეიძლება იყოს მეზობელ მცენარეებში დაგროვილი რადიონუკლიდები. მცენარეების ცალკეული ნაწილებისათვის გარეშე შეიძლება იყოს ამ მცენარის სხვა ნაწილებში არსებული წყაროები. მხოლოდ სპეციალურ პირობებში (ჩვეულებრივად ხელოვნურად მოდელირებულში) მცენარეები განიცდიან მხოლოდ გარეშე (მაგალითად, გამა-მინდვრებზე) ან შინაგან (ლაბორატორიულ პირობებში ცალკეული მცენარეების რადიონუკლიდების დაგროვების შემთხვევაში) დასხივებას.

რთულ მცენარეულ ორგანიზმში პირველადი რეაქციები იწყება ბიოლოგიურად აქტიურ მოლეკულებზე მაიონიზებული რადიაციის მოქმედებით. ეს მოლეკულები შედის ცოცხალი უჯრედის პრაქტიკულად ყველა კომპონენტის შემადგენლობაში. საწყისი რადიობიოლოგიური პროცესები განპირობებულია იონიზირებული დასხივების ორი სახით: პირდაპირით და ირიბით.

მცენარეების დასხივებით გამოწვეული ბიოლოგიური პროცესები დაკავშირებულია გამყოფ და სპეციალიზირებულ უჯრედებში მიმდინარე გაცვლით რეაქციებთან. უმაღლესი მცენარეების გამანსხვავებელი ნიშანია ის, რომ მათში ორგანოგენეზი არ იზღუდება ემბრიონალური პერიოდით და მიმდინარეობს მთელი სიცოცხლის მანძილზე. ეს აიხსნება იმით, რომ მცენარეებს გააჩნიათ ემბრიონალური ქსოვილები - მერისტემები, რომლებიც მთელი ონტოგენეზის მანძილზე ინარჩუნებენ უჯრედული დაყოფის უნარს. მერისტემების რადიომგრძნობიარობა 10-100-ჯერ უფრო მეტია, ვიდრე დიფერენცირებული და სპეციალიზირებული ქსოვილების.

უჯრედის დონეზე მცენარეებში რადიაციული ცვლილებები მქავენდება ცენოგენეტიკური დაზიანებების სახით, რომლებიც აისახება მიტოტური აქტიობის დაქვეითებით, ქრომოსომური აბერაციების რიცხვის ზრდით და აპიკალური მერისტემის უჯრედების მიტოტური ციკლის ხანგრძლიობის შეცვლით. დასხივების შედეგად უჯრედის დონეზე მიმდინარე ცვლილებები შემდგომში მქავენდება მთლიანი ორგანიზმის და ფიტოცენოზის დონეზე. დასხივებულ ფიტოცენოზში აღინიშნება მცენარეების ყველაზე რადიომგრძნობიარე სახეობების ამოვარდნა, ფართობის ერთეულზე მცენარეების რიცხვის და ფიტომასის მარაგების შეცვლა, ნორმალური სუქცესუალუ-

რი პროცესების მიმდინარეობის დარღვევა და ა.შ.

მაიონიზირებელ დასხივებაზე მცენარეების საპასუხო რეაქციები დამოკიდებულია დასხივების დოზაზე. უმრავლეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურაში დასხივების დოზები, რომლებიც იწვევს მცენარეების 50-70 % დაღუპვას, იძლევა პროდუქტიულობის სრულ დაკარგვას.

სასოფლო-სამეურნეო წარმოების სფეროში რადიოეკოლოგიური მონიტორინგი წარმოადგენს ბუნების კომპონენტების და ბიოთის (ადამიანის სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის ობიექტები ან პროდუქტები) უწყვეტი დაკვირვებების (გაზომვების), შეფასებების და დიაგნოზ-პროგნოზის სისტემას.

ნორმალური რადიაციული ვითარების დროს გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს რადიაციული მონიტორინგის ჰიგიენურ ასპექტებს. კერძოდ, კვების ჯაჭვების ძირითად რგოლებში რადიაციული გაჭუჭყიანების დონეზე მეთვალყურება. ამავე დროს, რადიაციულ-ჰიგიენური მიდგომა ყველა შემთხვევაში არ არის საკმარისი, რათა ერთდროულად იქნეს უზრუნველყოფილი ადამიანის და სხვა ცოცხალი ორგანიზმების (მცენარეები, ცხოველები) რადიაციული უსაფრთხოება. რეალური დოზური დატვირთვები ადამიანზე, ერთის მხრივ, და სხვა ცოცხალ ობიექტებზე - მეორეს მხრივ, გარემოში რადიონუკლიდების მოხვედრისას შეიძლება არსებითად განსხვავდებოდეს. ამასთან, საკმაოდ ხშირად მცენარეებსა და ცხოველებს უფრო დიდი შთანმთქავი დოზები აქვთ, ვიდრე ადამიანს. ასე, მაგალითად მ-გამოსხივადი ნუკლიდები არ თამაშობენ რაიმე მნიშვნელოვან როლს ადამიანის გარეშე დასხივებაში, მაგრამ განსაზღვრავენ ძირითად წილს იმ დოზაში, რომელიც ფორმირდება მცენარეში. ადამიანის რადიაციული უსაფრთხოებისათვის დამუშავებულია დაცვის აქტიური მეთოდების კომპლექსი (გადასახლება, გაჭუჭყიანებულ რაიონში ყოფნის რეგულირება, გაჭუჭყიანებული საკვები პროდუქტების მოხმარების მუდმივი ან დროებითი აკრძალვა, საცავი ნაგებობების გამოყენება, ტანსაცმლის და სხეულის დეზაქტივაცია და სხვ.). ტექნიკური ან ეკონომიკური მიზეზებით სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების და ცხოველების დაცვის აქტიური მეთოდების შერჩევა და გამოყენება უკიდურესად შეზღუდულია.

რადიონუკლიდების გადიდებული შემცველობის ტერიტორიებზე აგროსამრეწველო წარმოების ორგანიზაციის ძირითად პრობლემებს

წარმოადგენს ისეთი სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მიღება, რომელიც პასუხობს რადიოლოგიურ სტანდარტებს და აგროსამრეწველო კომპლექსში დაკავებული სპეციალისტების დასახივების ღოზების მინიმუმაცია. რადიოლოგიურ სტანდარტებს გამოხატავენ საკვებ პროდუქტებში რადიონუკლიდების დასაშვები კონცენტრაციების ანუ ზღვრული დასაშვები კონცენტრაციების (ზდკ) - სახით.

ცხრილი 26

რადიაქტიური გაჭუჭყიანების დროს მელიორაციული სასოფლო-სამეურნეო ღონისძიებების ეფექტურობა

№	დაცვის ღონისძიებები	პროდუქციაში ^{90}Sr და ^{137}Cs კონცენტრაციის შემცირება, N ჯერ
1.	ზედაპირული გაჭუჭყიანების შემდეგ ნიადაგების გადახვნა	1,2-1,6
2.	მუავე ნიადაგების მოკირიანება	1,8-2,2
3.	მინერალური სასუქების შეტანა	1,5-3,5
4.	ზედაპირული გაჭუჭყიანების შემდეგ მდელოების მელიორაცია	5-10-მდე
5.	პროდუქციის ტექნოლოგიური გადამუშავება	10-20-მდე

რადიაქტიული ნივთიერებებით გაჭუჭყიანებული ტერიტორიებზე ჩასატარებელი დაცვითი ღონისძიებები იყოფა ორ ჯგუფად: ტრადიციული (ჩვეულებრივი) და სპეციალური. ტრადიციული ზერების გამოყენების დროს, ერთის მხრივ, იზრდება ნიადაგების ნაყოფიერება და მოსავლიანობა, უმჯობესდება მემცენარეობის პროდუქციის ხარისხი და ღირდება საქონლის პროდუქტიულობა და, მეო-

რეს მხრივ, აგროსამრეწველო პროდუქციაში მცირდება რადიონუკლიდების კონცენტრაცია. დაცვის სპეციალური ხერხების გამოყენებისას გადასაწყვეტია მხოლოდ ერთი ამოცანა სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაში რადიონუკლიდების კონცენტრაციის შემცირება.

მიწათმოქმედებაში გაჭუჭყიანებულ ტერიტორიებზე დაცვის ჩვეულებრივ ხერხს წარმოადგენს ნიადაგების დამუშავება. რადიონუკლიდების აერალური მოსვლის შემდეგ გაჭუჭყიანებული ნიადაგების გადახვნა იწვევს მათ ხელოვნურ ჩაღრმავებას სახნავ შრეში; მათი დაგროვება მცენარეში მცირდება ფესვური შთანთქმის შედეგად. არსებობს ნიადაგის დამუშავების სხვადასხვა აგროტექნიკური ღონისძიება, რომლებიც ითვალისწინებს მინიმალურ მტვრიანობას. ამის შედეგად გამოირიცხება მცენარეების მეორადი გაჭუჭყიანება და უმჯობესდება მექანიზატორების მუშაობის სანიტარულ-ჰიგიენური პირობები. მძიმე, ნაყოფიერ ნიადაგებზე შესაძლებელია ნიადაგის დამუშავებით ზედა რადიონუკლიდშემცველი შრის განთავსება 50 სმ-მდე, რაც შეამცირებს რადიონუკლიდების შეღწევას მცენარეებში.

აგროქიმიიაში რადიონუკლიდების კონცენტრაციის შემცირების უმნიშვნელოვანეს ხერხს წარმოადგენს მინერალური და ორგანული სასუქების შეტანა და აგრეთვე მუკავე ნიადაგების მოკირიანება. მინერალური სასუქების შეტანის და მოკირიანების დროს ნიადაგიდან მცენარეში რადიონუკლიდების გადასვლის შემცირება შეიძლება მოხდეს სხვადასხვა ფაქტორების ზეგავლენით მცენარეების კვების რეჟიმის შეცვლა, ნიადაგში მიმდინარე ქიმიური რეაქციების შედეგად მცენარისათვის რადიონუკლიდების მისაწვდომობის შეცვლა და ა.შ. საჭიროა აღინიშნოს ანტაგონიზმის როლი ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი დღევრძელი რადიონუკლიდების ^{90}Sr და ^{137}Cs და მათი ქიმიური ანალოგების არაიზოტოპური მატარებლების Ca (მოკირიანება) და K (კალიუმიანი სასუქები) მცენარეებით შეთვისებაში.

მემცენარეობაში სასოფლო-სამეურნეო კულტურებში რადიონუკლიდების შეღწევის შემცირების მნიშვნელოვანი ხერხია მცენარეების ისეთი სახეობების და ჯიშების შერჩევა, რომლებიც ხასიათდება რადიონუკლიდების მინიმალური დაგროვებით.

გაგუჭყიანებულ ტერიტორიებზე მიწათსარგებლობის ხასიათის შეცვლის რადიოლოგიური ეფექტურობა და სოციალურ-ეკონომიკური შედეგები (აღეკსხინი, ფრისელი, 1993)

ცხრილი 27

№	ცვლილებები	რადიოაქტიულობის კონცენტრაციის შეფერვების კოეფიციენტი	სოციალურ-ეკონომიკური შედეგები
1.	ერთი სახეობის ფარგლებში მტკნარების ჯიშების შეცვლა	2-4 ჰბე	ძალიან უმნიშვნელო
2.	ერთი ელტურის შიგვსი ელტურებით (მგრამ სხვა სახეობის) წარმოების შეცვლა	2-3 ჰბე	ძალიან უმნიშვნელო
3.	ბოსტნეული ელტურების წარმოებიდან მარცხელეულ მურწრობაზე გადასვლა	5 ჰბე	სერიოზული
4.	მარცხელეულის წარმოებიდან საცები დანიშნულების სხვა ელტურების მურწრობაში გადასვლა (მგაღლითად, შაქრის კარსალი, ზეოუანი ელტურები)	>>10	უმნიშვნელო
5.	მარცხელეული მურწრობიდან ტექნიკური ელტურების წარმოებაზე გადასვლა	>>10	უმნიშვნელო
6.	მტკნარების შეცვლა მესხელეულობით	10-100	ძალიან სერიოზული
7.	მესხელეულობის და მესხელეულობის შეცვლა მსხვილ რქოსან საქი-წეზე	10 ჰბე	უმნიშვნელო
8.	რძის წარმოებიდან მებორცეული მესაქიწეულობაზე გადასვლა	ბერადია დამოკიდებული ტექნიკური შესაძლებლობებზე	უმნიშვნელო
9.	მტკნარებიდან სატყეო მურწრობაზე გადასვლა	>>100	ძალიან სერიოზული
10.	მესხელეულობიდან სატყეო მურწრობაზე გადასვლა	>>100	ძალიან სერიოზული

*რადიოაქტიულობის კონცენტრაციის შემცირების კოეფიციენტი ალტერნატიულ პრიოდუქტში რადიოაქტიულობის კონცენტრაცია-საწყის პრიოდუქტში რადიოაქტიულობის კონცენტრაცია

მდელოსნობასა და საკვებწარმოებაში მცენარეებში რადიონუკლიდების კონცენტრაციის შემცირების ყველაზე ეფექტური ხერხია დაბალპროდუქტიული ბუნებრივი საძოვრების გადაყვანა ხელოვნურში (დათესილი ბალახები) მოკირიანებით და სასუქების შეტანით.

მცენარეთა დაცვაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს დაცვის ქიმიური საშუალებების გამოყენების ოპტიმიზაცია, რომელიც უზრუნველყოფს საკვებ პროდუქტებში ტოქსიკანტების შემცველობის მინიმიზაციას.

აგროსამრეწველო კომპლექსის გადამამუშავებელ დარგებში იყენებენ ისეთ ტექნოლოგიურ პროცესებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ საბოლოო (საკვებ) პროდუქტებში ნედლეულთან შედარებით რადიონუკლიდების უფრო დაბალ კონცენტრაციას.

სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ძლიერი რადიოაქტიური გაჭუჭყიანების დროს რადიონუკლიდების შემცველობის მიხედვით ვარგისი პროდუქციის მიღება ხდება შეუძლებელი ან უფრო ზუსტად არარაციონალური ეკონომიკური და რადიაციულ-ჰიგიენური თვალსაზრისით. ამ შემთხვევაში მიზანშეწონილია ცალკეული დარგების მიმართულების შეცვლა, ან უკიდურეს შემთხვევაში, ადამიანის სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის სრული შეწყვეტა. ამ შემთხვევაში დგება გაჭუჭყიანებული სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების თანდათანობითი რეაბილიტიზაციის და რადიოლოგიური მახასიათებლების (რადიონუკლიდების დაშლა, აგროსფეროში მათი ბიოლოგიური ძვრადობის შემცირება) და ეკონომიკურ-სოციალური ფაქტორების გათვალისწინებით მათი სამეურნეო ბრუნვაში დაბრუნება.

2.6. ბაჭყალიანება მძიმე ლითონებით

ცნობილია, რომ ხვედრითი წონის მიხედვით ყველა ლითონი პირობითად იყოფა ორ დიდ ჯგუფად: მსუბუქი, რომელთა ხვედრითი წონა არ აღემატება 5 გ/სმ³ და სხვა დანარჩენი.

მძიმე ლითონებს მიეკუთვნება ქრომი, თუთია, კალა, მანგანუმი, რკინა, კადმიუმი, ნიკელი, სპილენძი, ვერცხლისწყალი, ტყვია, პერცხლი, ვოლფრამი, ოქრო, პლატინა, ბისმუთი, თელური, სურმა და ზოგიერთი სხვა.

გარემოს სტრესული მდგომარეობის ინდიკატორებია ე.წ. ნივთიერებების კრიტიკული ჯგუფი ვერცხლისწყალი, ტყვია, კადმიუმი, დარიშხანი, სელენი და ფტორი. მათ შორის განსაკუთრებით საშიშია პირველი სამი ელემენტი.

მთამადნეულის მოპოვებამ და გამოყენებამ გამოიწვია ახალი გეოქიმიური პროცესების გამოვლენა. ეს პროცესები განისაზღვრება ერთიანი ტერმინით 'ტექნოგენეზი'. მისი ერთ-ერთი გამოძეაღვნებაა დედამიწის ზედაპირის გარკინება.

ა.პერელმანმა (1975) შემოიღო ცნება 'ელემენტების თერმოფილობა' ქიმიური ელემენტის ყოველწლიური მოპოვების (ტონობით) შეფარდება მის კლარკთან (დედამიწის ქერქში ქიმიური ელემენტების საშუალო შემცველობის ამსახველი ტერმინი, რომელიც შემოიღეს ამერიკელი გეოქიმიკოსის ფ.კლარკის საპატივეცემოდ, რომელმაც პირველმა გათვალა დედამიწის საშუალო ქიმიური შემადგენლობა). თერმოფილობა მეტად დინამიურია და სხვადასხვა ლითონებისათვის ხასიათდება არათანაბრობით. ეს უკანასკნელი იწვევს ზოგიერთი ელემენტის დაგროვებას დედამიწის ზედაპირზე და მათ კონცენტრაციას ნიადაგში.

ცხრილი 28

ელემენტების შეფარდება ბუნებაში და მათ მოპოვებაში

ელემენტები	კლარკების შეფარდება	შეფარდება მოპოვებაში
Fe : Al	0,55	460
Zn : Cu	1,55	0,8
Ni : Co	3	20
K : Mg	1,3	68

ამგვარად, დედამიწის ზედაპირი მდიდრდება რკინით, ნიკელით, კალიუმით.

ნიადაგის გაჭუჭყიანებას მძიმე ლითონებით სხვადასხვა წყარო გააჩნია:

- 1) მთამადნეული მრეწველობის ნარჩენები;
- 2) მრეწველობის გამონატყორცნები;
- 3) საწვავის წვის პროდუქტები;
- 4) ავტომანქანების გამონაბოლქვი აირები;
- 5) სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის საშუალებები და სხვ.

მთამადნეულის მრეწველობის საწარმოები დედამიწის ზედაპირზე ყოველწლიურად გამოტყორცნიან 150 ათას ტონა სპილენძს, 150 თუთიას, 90 ტყვიას, 12 ნიკელს, 1,5 ათას ტ მოლიბდენს, 800 ტ კობალტს და 30 ტ ვერცხლისწყალს. სილეზიაში თუთიის ქარხნების ირგვლივ არსებულ ნაყარებში თუთიის შემცველობა მერყეობს 2-დან 12 % - მდე.

ნამარხი საწვავის გამოყენების მასშტაბები იმდენად დიდია, რომ წვის დროს სწორედ ქვანახშირი, ფიქალი და ნავთობი იწვევს ნიადაგების ლითონებით გაჭუჭყიანებას უფრო ინტენსიურად, ვიდრე მეტალურგიული საწარმო. იმის გათვალისწინებით, რომ დღეისათვის მოპოვებულია 130 მლრდ ტ ქვანახშირი და 40 მლრდ ტ ნავთობი, დედამიწის ზედაპირზე ნაცართან ერთად მოხვედრილია ლითონების მილიონობით ტონა. მათი უმეტესი ნაწილი დაგროვილია ნიადაგების ზედა ჰორიზონტებში.

გამონაბოლქვ აირებთან ერთად ნიადაგების ზედაპირზე წელიწადში ხვდება ტყვიის 250 ათას ტონაზე მეტი. ესაა ნიადაგების ტყვიით გაჭუჭყიანების ძირითადი წყარო.

ნიადაგში მძიმე ლითონები ხვდება სასუქებთან და ბიოციდებთან ერთად.

მძიმე ლითონების განაწილება ნიადაგის ზედაპირზე განისაზღვრება მრავალი ფაქტორით. ის დამოკიდებულია გაჭუჭყიანების წყაროზე, რეგიონის მეტეოროლოგიურ და ლანდშაფტურ თავისებურებებზე და გეოქიმიურ ფაქტორებზე.

გაჭუჭყიანების წყარო განსაზღვრავს გამონატყორცნი პროდუქტის ხარისხს და რაოდენობას. მისი გაფრქვევის ხარისხი დამოკიდებულია გამონატყორცნის სიმაღლეზე. მაქსიმალური გაჭუჭყიანების ზონა ვრცელდება მილის სიმაღლის 5-40 მანძილზე. ატმოსფეროში გამონატყორცნების ნაწილაკების არსებობის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მათ მასაზე და ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე. რაც

უფრო მძიმეა ნაწილაკები, ისინი მით უფრო სწრაფად ილექება.

ჰაერის მასები ანზავებენ გამონატყორცნებს და გადააქვთ მყარი ნაწილაკები და აეროზოლები სხვადასხვა მანძილზე 'ქარების ვარდის' შესაბამისად. რაც უფრო შორ მანძილს გადის გამონატყორცნი, მით უფრო დაბალი ხდება მისი კონცენტრაცია. ერთგვაროვანი ლანდშაფტის პირობებში, გაჭუჭყიანების წყაროდან დაშორებისას მცირდება გამონატყორცნებით ნიადაგების გაჭუჭყიანება.

გაჭუჭყიანების პროდუქტების განაწილებაზე გავლენას ახდენს აგრეთვე ქარის სისწრაფე: რაც უფრო დიდია ის, მით უფრო აქტიურია ჰაერის მასით გამონატყორცნის განზავება და მით უფრო ნაკლებია გაჭუჭყიანება ფართობის ერთეულზე.

გამონატყორცნების გაბნევას, მათი კონცენტრაციის შემცირებას ხელს უწყობს ჰაერის მასების ტურბულენტური მოძრაობა. ტემპერატურული ინვერსიის დროს ტურბულენტური მიმოქცევა სუსტდება და გამჭუჭყიანებლების გაბნევის კელი მცირდება მათი კონცენტრაციის ზრდის პირობებში.

ჰაერის ტენიანობა გავლენას ახდენს აგრეთვე გამონატყორცნის პროდუქტების განაწილებაზე. მაღალი ტენიანობისას მათი ნაწილაკები კონდენსირებენ ტენს, რაც ზრდის მათ ზომებს და მასას და იწვევს გამჭუჭყიანებლების წყაროსთან დედაძინის ზედაპირზე მათ დალექვას.

გარდა მეტეოროლოგიური ფაქტორებისა, მძიმე ლითონების განაწილების ხასიათი დამოკიდებულია აგრეთვე რელიეფზე.

გაფხვიერების ტექნოგენური არეალები ფორმირდებიან უფრო მოკლე ვადებში, ვიდრე ბუნებრივი და ჩრდილავენ მათ. ლითონები ერთება ბიოლოგიურ წრებრუნვაში, გადაიცემა კვების ჯაჭვებით და იწვევს მთელ რიგ ნეგატიურ მოვლენებს.

ლითონების ტექნოგენური განაწილების არათანაბრობა ძლიერდება ბუნებრივ ლანდშაფტებში გეოქიმიური ვითარების არაერთგვაროვანობით.

ქიმიური ელემენტები და მათი ნაერთები განიცდის მთელ რიგ ცვლილებებს გეოქიმიური ბარიერების თავისებურებების მიხედვით.

გამოყოფენ გეოქიმიური ბარიერების ოთხ ტიპს:

I. ბიოგეოქიმიური ბარიერები - ყველა ელემენტისთვის, რომელიც გადანაწილდება და ხარისხდება ცოცხალი ორგანიზმებით (O, C, H, Ca, K, N, Si, Mg, P, S და სხვ.).

II. ფიზიკურ-ქიმიური ბარიერები: 1) დაუანგვითი რკინის ან რკინა-მანგანუმიანი (Fe, Mn, Co), მანგანუმიანი (Mn), გოგირდოვანი

(S); 2) ალდგენითი - სულფიდური (Fe, V, Zn, Ni, Cu, Co, Pb, U, As, Cd, Hg, Ag, Se), ლებიანი (V, Cu, U, Ag, Se); 3) სულფატური და კარბონატული (Ba, Ca, Sr); 4) ტუტე (Fe, Ca, Mg, Sr, Zr, Cu, Ni, Co, Pb, Cd); 5) მჟავე (SiO_2); 6) ორთქლებადი (Ca, Na, Hg, F, S, Sr, Cl, Pb, Zn, Li, Ni, Mo, U); 7) აღსორბციული (Ca, K, Mg, P, S, Pb, V, Cr, Zn, Ni, Cu, Co, Pb, U, As, Mo, Hg, Ra); 8) თერმოდინამიკური (Ca, S).

III. მექანიკური ბარიერები (Fe, Ti, Cz, Ni, Th, Sn, W, Hg, Pt, Pd).

IV. ტექნოგენური ბარიერები.

ჟანგვა-ალდგენითი პირობები და არეს რეაქცია მკვეთრად ცვლის ლანდშაფტში მძიმე ლითონების ქცევას. სპილენძის, ნიკელის, კობალტის, თუთიის მიგრაციული უნარი მკვეთრად აღდგენად პირობებში ჟანგვად პირობებთან შედარებით მცირდება 1 2 რიგით. ჟანგვად პირობებში მჟავე არეში სპილენძი, თუთია, ნიკელი, ვერცხლისწყალი, ტყვია უფრო მოძრავია, ვიდრე ტუტესა და ნეიტრალურ არეში, ხოლო მოლიბდენი, ვანადიუმი, სელენი უფრო მოძრავია ტუტე არეში, ვიდრე მჟავეში.

გეოქიმიური ბარიერი არ არსებობს იზოლირებულად, არამედ წარმოქმნის რთულ კომპლექსებს. ის არეგულირებს ნივთიერებების ნაკადების ელემენტარულ შემადგენლობას. მათზეა ბევრად დამოკიდებული ეკოსისტემების ფუნქციონირება.

ტექნოგენეზისის პროდუქტები თავისი ბუნების და კონკრეტული ლანდშაფტური პირობების გათვალისწინებით შეიძლება განიცდიდნენ გადამუშავებას ბუნებრივი პროცესებით და არ იწვევდნენ ბუნებაში არსებით ცვლილებებს. სხვა შემთხვევაში ისინი გროვდება და უარყოფითად მოქმედებს ცოცხალ ორგანიზმებზე.

მძიმე ლითონები ნიადაგიდან ჯერ ხვდებიან მცენარეებში, ხოლო შემდეგ კვების ჯაჭვებით ცოცხალ ორგანიზმებში და ტოქსიკურ გავლენას ახდენენ მცენარეებზე, ცხოველებსა და ადამიანზე.

ტოქსიკური ელემენტებიდან პირველ რიგში გამოსაყოფია ვერცხლისწყალი, რომელიც განსაკუთრებით საშიშია ძლიერტოქსიკური ნაერთის - მეთილვერცხლისწყლის სახით. ეს უკანასკნელი წარმოიქმნება ბუნებაში არაორგანული ვერცხლისწყლიდან ანაერობულ პირობებში ორგანული ნივთიერების მონაწილეობით. ეს ხდება წყალსატევების ფსკერზე, სადაც იყრება სამრეწველო ნარჩენები.

ბუნებაში მეთილვერცხლისწყლის მეორე წყაროა მოხვედრა მარცვლით, რომელიც წინასწარ მუშავდება ამ ნაერთით ობის სოკოსთან

საბრძოლველად.

ვერცხლისწყალი ხედება ატმოსფეროში ქვანახშირის წვის შედეგად და გაჭუჭყიანებული წყალსატევებიდან წყლების აორთქლების შედეგად. ჰაერის მასებთან ერთად შესაძლებელია მისი გადატანა და დალექვა სხვა ადგილებში.

ვერცხლისწყლის ნაერთები, მათ შორის ტოქსიკური მეთილვერცხლისწყალი, გადადგილდებიან კვების ჯაჭვებით და საბოლოო ჯამში ხედებიან ადამიანის ორგანიზმში და ზღვრულ დასაშვებ მეტ კონცენტრაციაზე დაგროვების შემთხვევაში იწვევენ თირკმელების, ღვიძლის, ტვინის დაზიანებას, ფსიქიურ მოშლილობებს, სიკვდილს. ვერცხლისწყლით მოწამლის ნიშნები დაფიქსირებულ იქნა იაპონიის ქალაქ მინამატაში. ამ ქალაქის სახელით ინდენტიფიცირებული იყო მეთილვერცხლისწყლით გამოწვეული ნერვიული დაავადება 'მინამატას დაავადება'. იაპონიაში ვერცხლისწყლით მოწამლის მსხვერპლი გახდა დაახლოებით 30 ათასი ადამიანი.

შვედეთში თესლების დასამუშავებლად მეთილვერცხლისწყლის გამოყენების შემდეგ ზოგიერთ კვების პროდუქტში, ადამიანების სისხლსა და თმებში ვერცხლისწყლის დონე გაიზარდა რამდენიმეჯერ. ამის შემდეგ შვედეთში აიკრძალა სოფლის მეურნეობასა და ცელულოზ-საქაღალდე მრეწველობაში ვერცხლისწყლის შემცველი პრეპარატების გამოყენება.

ვერცხლისწყალი ადვილად გროვდება სხვადასხვა ტიპის თიხნარი მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგების ზედა ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის რამდენიმე სანტიმეტრში. ასეთ ნიადაგებში მისი მიგრაცია პროფილის მიხედვით და გამორეცხვა ნიადაგური პროფილის გარეთ, უმნიშვნელოა. მსუბუქი მექანიკური შემადგენლობის, მჟავა და ჰუმუსით გაღარიბებულ ნიადაგებში ვერცხლისწყლის მიგრაციის პროცესები ძლიერდება. ასეთ ნიადაგებში მჟღავნდება აგრეთვე ვერცხლისწყლის ორგანული ნაერთების აორთქლების პროცესები.

ტყვია გადაიცემა აგრეთვე კვების ჯაჭვებით და გროვდება მცენარეების, ცხოველების, ადამიანის ქსოვილებში. ტყვიის რაოდენობა, რომელიც უდრის საკვების მშრალი წონის 100 მგ/კგ ითვლება ცხოველებისათვის ლეტალურ დოზად. ტყვიის ბიოლოგიური ნახევარდაშლის პერიოდი ბევრად დიდია, ვიდრე მეთილვერცხლის-წყლის, და შეადგენს რამდენიმე წელიწადს.

განსაკუთრებით შხამიანი ნაერთია თეთრაეთილტყვია, რომელსაც უმატებენ ბენზინს დეტონაციის დასათრგუნავად. საწვავის 1 ლიტრის წვისას ჰაერში ხდება ტყვიის 200-400 მგ. წელიწადში ერთი ავტომანქანა გამოტყორცნის 1 კგ ტყვიას. ამჟამად მსოფლიოში 300 მლნ ავტომანქანაა. მსოფლიოში გზების საერთო სიგრძე შეადგენს 18,3 მლნ კმ. გზების საშუალო სიხშირეა 24 კმ/100 კმ², ხოლო ევროპაში - 93 კმ/100კმ². ყველგან სადაც გაყვანილია გზები ხდება ტყვიის გაბნევა. აშშ ქალაქის ჰაერი შეიცავს 20 ჯერ მეტ ტყვიას, ვიდრე სოფლის ადგილების ჰაერი და 2000 ჯერ უფრო მეტს, ვიდრე ღია ზღვაზე. ადამიანის სისხლში ტყვიის ტოქსიკურ დოზად ითვლება 0,8 ნაწილი 1 მლნ. საკმარისია საკვებთან ერთად დღეში ადამიანმა გადაყლაპოს ასეთი მტერის 40 მგ და ამ ლითონის შემცველობა სისხლში გადააჭარბებს 0,4 ნაწილს 1 მლნ.

ტყვიის მტვერი ილექება ნიადაგების ზედაპირზე, აღსორბირდება ორგანული ნივთიერებით, ნიადაგური ხსნარებით გადაადგილდება პროფილში, მაგრამ ნიადაგური პროფილის გარეთ გამოიტანება უმნიშვნელო რაოდენობით. მჟავე არეს პირობებში მიგრაციის პროცესების წყალობით ნიადაგში წარმოიქმნება ტყვიის ტექნოგენური ანომალიები სიგრძით 100 მ.

ტყვიის მაქსიმალური დაგროვება აღინიშნება ბორცვებშორის სუპერაკვალურ ლანდშაფტებში. ამ ლანდშაფტებში ტყვიის ნაერთების სორბირება ხდება კოლოიდებით და ისინი დიდი ხნის მანძილზე ინახება ნიადაგში ბუნებრივი სისტემებისათვის ტოქსიკური რაოდენობით.

მჟავე ნიადაგებში შესაძლებელია ტყვიის მიგრაცია ზედა ჰორიზონტებიდან ქვედა ჰორიზონტებში. მეტ-ნაკლებად კარგად გამოხატული ჰუმუსოვანი ჰორიზონტების შემთხვევაში ხდება ტყვიის სრული დამაგრება პროფილის ზედა ნაწილში. დადგენილია, რომ ფიქსაციის ძირითადი მექანიზმია ტყვიის კოორდინაციული შებოჭვა ორგანული ნივთიერების სტრუქტურული კომპონენტებით, რომლებსაც გააჩნიათ ელექტრონების თავისუფალი წყვილი. მჟავიანობის დაქვეითებისას ჰუმუსით ტყვიის აღსორბცია და ამ კავშირების მდგრადობა იზრდება.

ჰუმუსის გარდა ტყვიის ფიქსაციაში მონაწილეობენ თიხა მინერალები. ფიქსაციის მექანიზმი დამოკიდებულია არეს მჟავიანობაზე. თიხნარ ნიადაგებში ტყვიის ფიქსაცია საკმაოდ მყარად მიმდინარეობს.

ნიადაგური მიკრობიოცენოზის ძირითადი წარმომადგენლების

რიცხოვნობა ტყეების ჭარბი რაოდენობის გავლენით მცირდება. ორგანული ნივთიერებით მდიდარ ნიადაგურ სუბსტრატში ტყეების შეტანამ 0,1 და 0,5 % გამოიწვია ბაქტერიების კოლონიების ზრდის შემცირება 50 და 75 %. ტყეების უარყოფითი გავლენა მისი თანაბარი შემცველობის პირობებში ყველაზე მეტად მჟღავნდება მსუბუქი მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგებში.

ნიადაგიდან ტყვია ხვდება მცენარეებში და იქ გროვდება. ხორბლის და ქერის მარცვალში მისი შემცველობა 5-8 ჯერ აღემატება ფონურ შემცველობას, კარტოფილის მკლავში 20 - ჯერ, ხოლო ბოლქვში 26 -ჯერ, კომბოსტოსა და სტაფილოში 4-7-ჯერ. ტყეების დაგროვებაში ყველაზე მცირე განსხვავება ანომალურ და ფონურ ნაკვეთებზე აღინიშნებოდა მწვანე ხაზვში. სასოფლო-სამეურნეო კულტურები, რომლებიც მოყვანილია საავტომობილო გზების გასწვრივ 5-10-ჯერ მეტი რაოდენობით ტყვიას შეიცავენ.

დასავლეთ გერმანიაში გზების პირას აღნიშნული იყო ტყეების გადიდებული შემცველობა - 7000 მგ/კგ, მაშინ როდესაც ფონური სიდიდე იყო მხოლოდ 10 მგ/კგ. ამ ქვეყანაში ინტენსიური მოძრაობის გზების გასწვრივ (> 2000 მანქანა საათში) იქმნება საცავი ზონები 300 მეტრის მანძილზე.

მიკროდოზებში კადმიუმი საჭიროა ადამიანისათვის (ის არეგულირებს სისხლში შაქრის შემცველობას), მაგრამ გადიდებულ კონცენტრაციებში ნებისმიერ მდგომარეობაში კადმიუმი ძლიერ ტოქსიკურია. ის იწვევს ძვლების მტვრევადობას, ზრდის სისხლის წნევას, გააჩნია კანცეროგენური თვისებები, გროვდება თირკმელებსა და ღვიძლში.

ნიადაგში კადმიუმი ხვდება როგორც მინარევი სუპერფოსფატთან ერთად, შედის ფუნგიციდების შემადგენლობაში. მას სიმაგრისთვის უმატებენ პლასტმასას და ამ უკანასკნელის ნაგავში წვის შედეგად ის ხვდება ბიოსფეროში.

კადმიური მინერალები გვხვდება როგორც თუთიის თანამგზავრი თუთიის პოლიმეტალურ მადნებში. 1870 წელს კადმიუმის მსოფლიო წარმოება არ აღემატებოდა 125 ტ/წ, 1968 წლისთვის მან მიაღწია 14 000 ტ/წ. თუთიის მოპოვება და მეტალურგია ნიადაგების კადმიუმით გაჭუჭყიანების წყაროა. ამას უნდა დაემატოს საღებავების და ელექტროტექნიკური პროდუქციის წარმოება.

ვანადიუმის და თუთიის მსგავსად კადმიუმი აკუმულირდება

ნიადაგების ჰუმუსოვან პორიზონტში. მისი გატანა ნიადაგური პროფილის გარეთ უმნიშვნელოა. მისი განაწილების ხასიათს ნიადაგურ პროფილში და ლანდშაფტში ბევრი საერთო აქვს სხვა ლითონებთან, კერძოდ ტყვიის განაწილების ხასიათთან.

მაგრამ კადმიუმი ტყვიასთან შედარებით არ მაგრდება ისე ძლიერად ნიადაგურ პროფილში. კადმიუმის მაქსიმალური ადსორბცია დამახასიათებელია ნეიტრალურ და ტუტე ნიადაგებისათვის ჰუმუსის მაღალი შემცველობით და შთანთქმის მაღალი ტევადობით.

მსუბუქი მექანიკური შემადგენლობის და ჰუმუსით გაღარიბებულ ნიადაგებში კადმიუმის მიგრაციის პროცესები ძლიერდება.

ცნობები სხვადასხვა ნიადაგებში კადმიუმის ფონური შემადგენლობის შესახებ მცირეა. ცნობილია, რომ სხვაობა ნიადაგებში მის ბუნებრივ შემცველობაში შეიძლება აღწევდეს ორ რიგს. მისი შემცველობა სუბტროპიკულ ეწერებში შეიძლება შეადგენდეს 1 მგ/კგ, შავმიწებში - 15 - 30, ხოლო წითელმიწებში 60 მგ/კგ-მდე. ბუნებრივია, რომ კადმიუმის ტოქსიკური მოქმედება განსხვავებულ ნიადაგებში იქნება გაჭუჭყიანების განსხვავებულ დონეზე. ნიადაგების გაჭუჭყიანება კადმიუმით თრგუნავს ფერმენტატიულ აქტიობას და ინგიბირებს მიკრობიოლოგიურ საქმიანობას. მრავალი ნიადაგური უხერხემლოები აკუმულირებენ კადმიუმს თავის ორგანიზმში. კადმიუმი ითვისება ჭიაყელებით, ლოკოკინებით და ნამისჭიებით 10 - 15 ჯერ უფრო აქტიურად, ვიდრე ტყვია და თუთია. ასე, მაგალითად, როდესაც კადმიუმის შემცველობა ზედა პორიზონტში შეადგენდა 42 მგ/კგ, ჭიაყელებში ის აღწევდა 170, ხოლო ამ ჭიაყელებით მკვებავ ფრინველებში 390 მგ/კგ-მდე.

კადმიუმი ტოქსიკურად მოქმედებს სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებზე. მაგრამ ერთი და იგივე ნიადაგურ პირობებში ტოქსიკური მოქმედება დამოკიდებულია სასოფლო-სამეურნეო კულტურის სახეობაზე. კადმიუმით გაჭუჭყიანებისადმი ყველაზე მდგრადი გამოდგა ბრინჯის ნათესები. ბრინჯი ამცირებდა მოსავალს მხოლოდ მაშინ, როდესაც კადმიუმის კონცენტრაცია ნიადაგში აღწევდა 640 მგ/კგ. ჰომიდორი და კომბოსტო ნაკლებად მდგრადია და ამცირებს მოსავალს, როდესაც კადმიუმის კონცენტრაცია აღწევს 170 მგ/კგ. სოიოს, სალათის, ისპანახის მოსავალი მცირდებოდა, როდესაც კადმიუმის დონე აღწევდა 4-დან 13 მგ/კგ.

იმ შემთხვევაში, როდესაც კადმიუმის მაღალი კონცენტრაციები

არ ახდენდა შესაძრწვე გავლენას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავალზე, მათი ტოქსიკურობა მეღვენდებოდა პროდუქციის ხარისხის შეცვლაში, რადგანაც მცენარეებში მიმდინარეობდა კადმიუმის გადიდებული დაგროვება.

ღარიშხანი ზვდება ნიადაგში ქვანახშირის წვის პროდუქტებთან, მეტალურგიული მრეწველობის და სასუქების წარმოების საწარმოების ნარჩენებთან ერთად. ნაკლებად არის ცნობილი ნიადაგში ღარიშხანის ქცევის თავისებურებანი. ცნობილია, რომ ღარიშხანი ყველაზე მტკიცედ მაგრდება ნიადაგში, რომელიც შეიცავს რკინის, ალუმინის და კალციუმის აქტიურ ფორმებს. ღარიშხანის ტოქსიკურობა საყოველთაოდ ცნობილია. მაგალითად, ნიადაგის გაჭუჭყიანება ღარიშხანით იწვევს ჭიაყელების სრულ განადგურებას.

სიმიდლის მოსავლის შესაძრწვე მატება აღინიშნა ღარიშხანის 165 მგ/კგ შემცველობისას. ნიადაგში ღარიშხანის ფონური შემცველობა შეადგენს კილოგრამზე მილიგრამის ასეულებს. ბუნებრივია, რომ სხვადასხვა ნიადაგში ეს სიდიდე განსხვავებულად არის წარმოდგენილი.

ნიადაგსა და მცენარეებში ღარიშხანის შემცველობას შორის მკაცრი კორელაცია ყოველთვის არ აღინიშნება და დამოკიდებულია ნიადაგის თვისებებსა და მცენარის სახეობაზე. როდესაც ღარიშხანის შემცველობა ნიადაგში შეადგენდა 2 მგ/კგ, მცენარეში ის აღწევდა 0,5; ნიადაგში - 7 მგ/კგ შემთხვევაში, მცენარეში ის შეადგენდა 1,4 მგ/კგ, ხოლო როცა ნიადაგში ის შეადგენდა 47 მგ/კგ, მცენარეში იყო 5,3 მგ/კგ.

ფტორი და მისი ნაერთები ფართოდ გამოიყენება ატომურ, ნავთობ, საავიაციო, ქიმიურ, მეტალურგიულ და სხვა მრეწველობაში. ნიადაგში ის ზვდება მეტალურგიული მრეწველობის გამონატყორცნებით, კერძოდ, ალუმინის ქარხნების, და აგრეთვე როგორც მინარევი სუპერფოსფატის და ზოგიერთი ინსექტიციდების შეტანისას. მეტალოიდებიდან ფტორი ყველაზე აქტიური და რეაქციულუნარიანი ელემენტია. ადამიანისათვის ფტორი მიკროდოზებში აუცილებელია, მაგრამ დიდ დოზებში ის საკმაოდ ტოქსიკურია. ფტორის გადიდებული შემცველობა იწვევს ძვლების და ფრჩხილების მტვრევადობას, კბილების დაშლას, სისხლის ძარღვების მიერ ელასტიკურობის დაკარგვას.

ფტორი აგრეთვე ახდენს ტოქსიკურ ზემოქმედებას მიკროფლორაზე, ნიადაგის უხერხემლოებზე და მცენარეულობაზე.

შვეიცარიაში ალუმინის ქარხნის ირგვლივ, რომელიც გამოყოფდა ატმოსფეროში ფტორს, დაზიანდა წიფლნარები და წაბლნარები. ქარხნამდე მიახლოებისას უხერხემლოების შემცველობა მკვდარ საფარში მკვეთრად მცირდებოდა. ქარხნიდან 6, 3 და 0,3 კმ მანძილზე ტკიპების რაოდენობა შესაბამისად შეადგენდა 4928, 552 და 223 ეკზემპლიარს ერთ კვადრატულ მეტრზე; უფროთ მწერების რაოდენობა შეადგენდა 1735, 993 და 514 ეკზემპლიარს ერთ კვადრატულ მეტრზე. ნიადაგებში ფტორის საშუალო ფონური შემცველობა 0,02 %, ხოლო მცენარეებში 200 - ჯერ ნაკლები იყო. ნიადაგებში სუპერფოსფატის ხანგრძლივი შეტანა იწვევს ფტორის დაგროვებას, რომელიც აქტიურად შეითვისება და გროვდება ისეთ სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებში, როგორიცაა სალათა, ოხრაზუში, ბრინჯი, გოგრა, საზამთრო, ჩაი.

ნიადაგის გაჭუჭყიანებით ფტორი იწვევს მოსავლის დაკლებას არა მარტო პირდაპირი ტოქსიკური მოქმედებით, არამედ ნიადაგში საკვები ნივთიერებების შეფარდების შეცვლით. კონტროლთან შედარებით ფტორის 2000 % გაჭუჭყიანებისას $Ca : P$ შეფარდება შეიცვალა 0,7 : 1, მაშინ როდესაც კონტროლზე იყო 7 : 1. მას თან ახლდა სიმინდის მოსავლის დაქვეითება 25 %, ხოლო ზორბლის 50 %.

ფტორის ყველაზე დიდი აღსორბცია მიმდინარეობს მაღალი შთანთქმის ტევადობის ნიადაგებში. ხსნადი ფტორის ნაერთები გადაადგილდება ნიადაგის პროფილში ნიადაგური ხსნარების დაღმავალი დენით და შეიძლება მოხვდნენ გრუნტის წყლებში.

ნიადაგის გაჭუჭყიანება ფტორის ნაერთებით შლის ნიადაგის სტრუქტურას და აქვეითებს ნიადაგის წყალგამტარობას.

თუთია და სპილენძი ნაკლებად ტოქსიკურია, ვიდრე ზემოთ ჩამოთვლილი მძიმე ლითონები, მაგრამ მეტალურგიული წარმოების ნარჩენებში მათი ჭარბი რაოდენობა აჭუჭყიანებს ნიადაგს და დამთრგუნავად მოქმედებს მიკროორგანიზმების ზრდაზე, აქვეითებს ნიადაგის ფერმენტატიურ აქტიობას, ამცირებს მცენარეების მოსავალს. თუთიის შემცველობა 200-300 ნ/მლნ ტოქსიკურია იონჯასა და ჭარხლისათვის, ხოლო 400 ნ/მლნ მეტი შერიისათვის.

ნიადაგში თუთია უფრო მობილურია, ვიდრე კადმიუმი და ტყვია. გადიღებული ტენიანობის პირობებში თუთია ადვილად მიგრირებს ნიადაგებში, განსაკუთრებით ეროდირებულ მიწებზე. როგორც სხვა

ელემენტებისათვისაც, ორგანული ნივთიერების გადიდებული შემცველობა და მექანიკური შემადგენლობის დამძიმება ამცირებს თუთიის და მისი ნაერთების მიგრაციის უნარს.

საჭიროა აღინიშნოს ნიადაგებში ცოცხალ ორგანიზმზე მძიმე ლითონების ტოქსიკურობის გაძლიერება მათი ერთობლივი ზემოქმედების შემთხვევაში. თუთიის და კადმიუმის ან სპილენძის და კადმიუმის ერთობლივი ზემოქმედება იწვევს მიკროორგანიზმებზე რამდენიმეჯერ უფრო ძლიერ ინგიბირულ მოქმედებას, ვიდრე აღნიშნული ელემენტები იმავე კონცენტრაციით ცალ-ცალკე მოქმედებენ.

რადგანაც მძიმე ლითონები საწვავის წვის პროდუქტებში და მეტალურგიული მრეწველობის გამონტყორცნებში გვხვდება სხვადასხვა შეფარდებებში, ამიტომ მათი ზემოქმედება ბუნებაზე უფრო ძლიერია, ვიდრე შეიძლება წარმოვიდგინოთ ცალკეული ელემენტის კონცენტრაციის მიხედვით.

საწარმოების ახლოს ბუნებრივი ფიტოცენოზები უფრო ერთფეროვანი ხდება თავისი სახეობრივი შემადგენლობით, რადგანაც მრავალი სახეობა ვერ იტანს ნიადაგში მძიმე ლითონების გადიდებულ კონცენტრაციას. სახეობების რაოდენობა შეიძლება შემცირდეს 2-3-მდე, ხოლო ზოგჯერ ფორმირდება მონოცენოზები.

ტყის ფიტოცენოზებში გაჭუჭყიანებაზე პირველები რეაგირებენ ლიქენები და ხავსები. უფრო მდგრადია ბალახები და ბუჩქები. ყველაზე მდგრადია ხეები. მაგრამ ხანგრძლივი და მაღალინტენსიური ზემოქმედება იწვევს მათ ხმობას.

აშშ თუთიაშენადნობი ქარხნის ირგვლივ 1898 წლიდან მოხდა მნიშვნელოვანი ცვლილებები. ბალახეულ საფარში შემორჩა მხოლოდ ერთი სახეობა, ხოლო ბუჩქნარების იარსუში - 2-3 სახეობა. მუხნარ-ნეკერჩხლიანი კორომი ძლიერ გამეჩხრდა კონტროლთან შედარებით. ტყეში შეწყდა ბუნებრივი განახლება.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ექსტრემალურ ან მძიმე კლიმატურ პირობებში (მაღალმთიანეთი, ნახევარუდაბნო და სხვ.) მზარდი ფიტოცენოზები ნაკლებად მდგრადია გაჭუჭყიანებისადმი, ვიდრე ტყეების და ტყე-სტეპის ან სტეპის ბუნებრივი ზონების ფიტოცენოზები. კანადაში ტყის ზონაში სპილენძ-ნიკელის კომბინატის ასწლიანმა ექსპლოატაციამ არ გამოიწვია ფიტოცენოზების კარდინალური შეცვლა და გამოვლინდა გაჭუჭყიანებისადმი მდგრადი მცენარეები.

ანალოგიურად დადგენილია გაჭუჭყიანებისადმი მდგრადი უხერხემლოები, მიკროორგანიზმები. როგორც ჩანს ნიადაგური გაჭუჭყიანების ინდიკატორად შესაძლებელია ზოგიერთი სახეობის გამოყენება. ფერმენტატული აქტიობის არსებითი ცვალებადობა და ისეთი მაჩვენებელი, როგორიცაა არასიმბიოტური აზოტფიქსაცია, იძლევა მათ გაჭუჭყიანებაზე ტესტით გამოყენების შესაძლებლობას.

მძიმე ლითონებით ნიადაგების გაჭუჭყიანების გამოვლენას ახდენენ საკვლევ ტერიტორიაზე ნიადაგური სინჯების პირდაპირი მეთოდით და შემდგომში მათი ქიმიური ანალიზით მძიმე ლითონების შემცველობაზე. ამ მიზნებისათვის ეფექტურია მთელი რიგი არაპირდაპირი მეთოდის გამოყენება: ფიტოცენოზების მდგომარეობის ვიზუალური შეფასება, მცენარეებს, უხერხემლო ცხოველებსა და მიკროორგანიზმებს შორის სახეობა-ინდიკატორების გაერცელების და ქცევის ანალიზი. ბიოლოგიურ აქტიობაზე (ნიადაგის ზედაპირიდან CO_2 გამოყოფა, არასიმბიოტური აზოტფიქსაცია, ფერმენტატული აქტიობა) ტესტ-სინჯები აგრეთვე შეიძლება გამოყენებულ იქნას მძიმე ლითონებით ნიადაგის გაჭუჭყიანების დასადგენად.

ნიადაგების გაჭუჭყიანების გამოვლენის სივრცობრივი კანონზომიერებების გამოსავლინებლად იყენებენ შედარებით-გეოგრაფიულ მეთოდს, ბიოგეოცენოზების კომპონენტების, მათ შორის ნიადაგების, სტრუქტურული კომპონენტების კარტირების მეთოდებს. ასეთი რუკები არა მარტო აღრიცხავენ მძიმე ლითონებით ნიადაგის გაჭუჭყიანების დონეს და შესაბამის ცვლილებებს ნიადაგურ საფარში, არამედ იძლევიან გარემოს მდგომარეობის შეცვლის პროგნოზირების საშუალებას.

ნიადაგების და მცენარეულობის ნიმუშები უნდა შეგროვდეს გაჭუჭყიანების წყაროდან რადიუსის მიხედვით გაბატონებული ქარების გათვალისწინებით 25 30 კმ მანძილზე. სასურველია ნიმუშების აღება არა ნაკლები 1 ჰექტარის ფართობზე. ეს ფართობები უნდა განლაგდეს 8 რუმბის მიხედვით, ხოლო ყოველ ფართობზე სასურველია არა ნაკლებ 20 ნიმუშის აღება. შედგენილია ლითონებით გაჭუჭყიანების კონტროლის მიზნით ნიადაგების და მცენარეების საველე და ლაბორატორიული სამუშაოების ჩატარების მეთოდური მითითებები.

მანძილი გაჭუჭყიანების წყაროდან გაჭუჭყიანების არეალის დასადგენად შეიძლება მერყეობდეს მნიშვნელოვან ფარგლებში

გაჭუჭყიანების ინტენსივობის და გაბატონებული ქარების სიძლიერის მიხედვით და ეს მანძილი შეიძლება იზომებოდეს ასეული მეტრიდან ათეულ კილომეტრამდე.

ნიადაგების მძიმე ლითონებით ან სხვა გამბინძურებლებით გაჭუჭყიანების რუკების და აგრეთვე, პროგნოზის რუკების შედგენისას საჭიროა ლანდშაფტურ-გეოქიმიური ვითარების აღრიცხვა.

სამრეწველო საწარმოების მუშაობისას ბუნებრივი კომპონენტების შეცვლის პროგნოზი შეიძლება იყოს განხორციელებული მათემატიკური მოდელირების მეთოდებით ან მოდელური ეკოსისტემების შექმნით. ბოლო წლებში გაჭუჭყიანების არეალები და გაჭუჭყიანების კრიტიკული დონეების ადგილები განისაზღვრება დისტანციური მეთოდებით. ნიადაგების გაჭუჭყიანების დონის განსაზღვრა ამ მეთოდებით გაძნელებულია მცენარეულობით ეკრანიზაციის გამო.

ცხრილი 29

ნიადაგების და მცენარეულობის ნიმუშების დამუშავება
გაჭუჭყიანების ზონებში

ზონა	მანიძი ფარადან, კმ	შერეული ნიმუშების რაოდენობა	საქვემო ფარადანის რაოდენობა	მდებარეობის ნიმუშების რაოდენობა
საწარმოს საცავი ზონა	0,5 - 0,75	1 - 2	1	1 (100-50)
I	0,75 - 1,5	30	2 - 3	2 - 3 (80-30)
II	2 - 8	60	3 - 4	3 - 4 (30)
III	4 - 15	80	4 - 6	4 - 6 (30)
IV	8 - 20	60	4	4 (30)
ფონი	20 - 30	80	2 - 3	2 - 3 (30)

ქიმიური ანალიზის მონაცემების გამოყენება კარტოგრაფიული მასალის ინტერპრეტაციის დროს გაძნელებულია იმიტომ, რომ ამჟამად ყველა ნიადაგისთვის და ყველა გამჭუჭყიანებლისთვის არსებობს მონაცემები მათი ფონური შემცველობის მიხედვით. ცნობილია, რომ ბუნებრივ პირობებში სხვადასხვა ნიადაგი შეიძლება მნიშვნელოვნად

განსხვავებოდეს მძიმე ლითონების შემცველობის მიხედვით.

მძიმე ლითონების ტოქსიკურობის დონის დადგენა საკმაოდ რთულია. ნიადაგებისათვის სხვადასხვა მექანიკური შედგენილობით და ორგანული ნივთიერების შემცველობით ეს დონე განსხვავებული იქნება. ამჟამად დადგენილია ნიადაგებში მძიმე ლითონების ზღვრული დასაშვები კონცენტრაციები. ტესტ-მცენარედ აღებულია ქერი, ჭვავი და კარტოფილი. ტოქსიკურ დონედ ითვლება დონე როდესაც მოსავლიანობა ეცემა 5 - 10 %. მიღებულია ზღვრული დასაშვები კონცენტრაციები (ზღკ): ვერცხლისწყლისთვის 2,5 მგ/კგ, ღარიშხანისთვის 12 15, კადმიუმისთვის 20 მგ/კგ. მაგრამ ეს სიღიდეები პირობითია, რადგანაც მძიმე ლითონების ზემოქმედება სხვადასხვა ნიადაგებზე საკმაოდ განსხვავებულია. ასე, მაგალითად, ჩვეულებრივ კორდიან-ეწერ ნიადაგებში კადმიუმი ამჟღავნებს დამთრგუნავ ზემოქმედებას 5 მგ/კგ შემცველობის დროს, ხოლო გაკულტურებულ ნიადაგებზე ეს მაჩვენებელი 10-ჯერ მეტია 50 მგ/კგ. გაკულტურებულ კორდიან-ეწერ ნიადაგებში ტყვიის დამთრგუნავი ზემოქმედება მჟღავნდება მაშინ, როდესაც მისი შემცველობა უდრის 250 მგ/კგ, შავმიწებში - 1000, ხოლო ტორფიან ნიადაგებში 30 000 მგ/კგ.

მძიმე ლითონების ტოქსიკურობის დონეზე არსებით გავლენას ახდენს არეს რეაქცია, ჰუმუსის და მეორადი მინერალების შემცველობა.

საერთოდ, ზღკ მაჩვენებლები უნდა აღემატებოდეს ნიადაგში ტოქსიკური კომპონენტების ფონურ შემცველობას. დადგენილია მცენარეებისთვის ზოგიერთი მძიმე ლითონების კრიტიკული კონცენტრაციები (წ/მლნ): ტყვია 10, ვერცხლისწყალი 0,04, ქრომი - 2, კადმიუმი - 3, თუთია და მანგანუმი 300, სპილენძი 150, კობალტი - 56, მოლიბდენი და ნიკელი 3, ვანადიუმი 2.

საქართველოში სააგრომობილო გზების გასწვრივ ნიადაგები მეტ-ნაკლებად გაჭუჭყიანებულია მძიმე ლითონებით.

ოზურგეთი-ქობულეთის მონაკვეთზე (მოძრაობის ინტენსივობა საშუალოდ უდრის 10 000 მანქანას დღე-ღამეში) ნიადაგები გაჭუჭყიანებულია მძიმე ლითონებით შემდეგ მანძილებზე: მანგანუმი 50 მ-მდე, სპილენძით 5 მ-მდე, ტყვიით 5 მ-მდე, ნიკელით 2 მ-მდე, თუთიით 25 მ-მდე.

გალი - ოჩამჩირეს მონაკვეთზე (მოძრაობის ინტენსივობა 7000

მანქანა დღე-ღამეში): ტყვიით 25 მ-მდე, ნიკელით 25 მ-მდე, მანგანუმით - 10 მ-მდე, თუთიით 10 მ-მდე, სპილენძით 25 მ-მდე.

თბილისი მარნეულის მონაკვეთზე (მოძრაობის ინტენსივობა 13 000 მანქანა დღე-ღამეში): თუთიით - 10 მ-მდე (ძლიერად 5 მ-მდე), ტყვიით 25 მ-მდე (ძლიერად 5 მ-მდე), მანგანუმით 25 მ-მდე (ძლიერად 5 მ-მდე).

თბილისი მცხეთა (მოძრაობის ინტენსივობა 24 000 მანქანა დღე-ღამეში): თუთიით - 20 100 (ძლიერად 20 მ-მდე), ტყვიით 20 100 (ძლიერად 20 მ-მდე), სპილენძით 20 მ-მდე.

მცხეთა იგოეთი (მოძრაობის ინტენსივობა 18 000 მანქანა დღე-ღამეში): თუთიით 20 100 (ძლიერად 10 მ-მდე), ტყვიით - 20 300 (ძლიერად 10 25 მ-მდე), სპილენძით 20 - 100 (ძლიერად 10 - 20 მ-მდე), მანგანუმით 100 მ (ძლიერად 10 მ-მდე).

გორი - ზაშური (მოძრაობის ინტენსივობა 9 000 მანქანა დღე-ღამეში): თუთიით 10 300 (ძლიერად 5 მ-მდე), ტყვიით 300 (ძლიერად 25 მ-მდე), ნიკელით - 300 (ძლიერად 25 მ-მდე), სპილენძით 300 (ძლიერად 25 მ-მდე).

გარემოს ძლიერ ატუჟყციანებს მსხვილი სამრეწველო საწარმოები. მაგალითად, რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის ირგვლივ ინტენსიური ატუჟყციანება აღინიშნება 1 კმ-მდე; განსაკუთრებით ტყვიით, სპილენძით და მანგანუმით. კასპის ცემენტის ქარხნის ირგვლივ 1 კმ-მდე, განსაკუთრებით თუთიით, სპილენძით და ტყვიით.

ნიადაგების დაცვა მძიმე ლითონებისგან ემყარება საწარმოების სრულყოფას. მაგალითად, 1 ტ ქლორის წარმოებაზე ერთი ტექნოლოგიით იხარჯება ვერცხლისწყლის 45 კგ, ხოლო მეორე ტექნოლოგიით 14 - 18 კგ. პერსპექტივაში შესაძლებელია ამ სიდიდის დაწევა 0,1 კგ-მდე.

ამჟამად დადგინდა, რომ მიკროორგანიზმებს გააჩნიათ ლითონების კონცენტრაციის უნარი. ამ უნარის გათვალისწინებით შესაძლებელი გახდა სპილენძის, ურანის, დარიშხანის მიღება მიკრობიოლოგიური გზით. ლითონების კონცენტრაციისათვის ამ მეთოდის ფართო დანერგვა მნიშვნელოვნად შეამცირებს შახტების, კარიერების, ბრძმედების აირების ღრუბლების რიცხვს და სხვა უარყოფით მოვლენებს.

მძიმე ლითონებით ნიადაგების და ბუნების ატუჟყციანებისგან

დაცვის ახალი სტრატეგია მდგომარეობს აგრეთვე დახურული ტექნოლოგიური სისტემების შექმნაში, უნარჩენო წარმოებების ორგანიზებაში. მრავალი ქვანახშირის საბადოების ნაცრიდან შესაძლებელია იშვიათი ლითონების მოპოვება (ურანი, ვანადიუმი, გერმანიუმი და სხვ.). გადამუშავებული ნაცარი კირქვის დამატებით იძლევა მაღალი ხარისხის ცემენტს - ძვირფასს სამშენებლო მასალას.

ქიმიური და მანქანათმშენებლობის მრეწველობის ნარჩენები წარმოადგენს ძვირფასს მეორად ნედლეულს. ასე, მაგალითად, მანქანათმშენებლობის საწარმოების ნარჩენები, რომლებიც გამდიდრებულია ფოსფორით (ნარჩენების 100 გ/კგ), მეტად ძვირფასია სოფლის მეურნეობისათვის.

გადაუჭრელი რჩება ტყვიით ატმოსფერული ჰაერის გაჭუჭყიანების პრობლემა. საინტერესოა, რომ ვითარდება სპეციალიზირებული საწარმოები, რომლებიც ამზადებენ ძველი ტიპის საწარმოებისათვის მაღალეფექტურ საწმენდ ნაგებობებს. ასეთი საწარმოების შექმნა, გამწმენდი ნაგებობების დაყენება და ექსპლოატაცია მოითხოვს დიდ მატერიალურ დანახაჯებს, მაგრამ ისინი საჭიროა ადამიანების ჯანმრთელობისათვის და გარემოს გაჯანსაღებისათვის.

ნიადაგების მძიმე ლითონებით გაჭუჭყიანების თავიდან ასაცილებლად მეტად აქტუალურია გამაფრთხილებელი ღონისძიებები. ამ ღონისძიებების გარდა მნიშვნელოვანია უკვე არსებული გაჭუჭყიანების სალიკვიდაციო ღონისძიებების ჩატარება.

მძიმე ლითონებით ნიადაგის ატმოსფერული გაჭუჭყიანების შედეგად ხდება ნიადაგის ზედა შრის მოცილება, რადგანაც სწორედ აქ გროვდება გამაჭუჭყიანებელი ლითონები.

ამ ბოლო წლებში მიღებულია ისეთი ქიმიური ნივთიერებები, რომლებსაც გააჩნიათ ნიადაგში მძიმე ლითონების ინაქტივაციის უნარი ან შესაძლებელია მათი ტოქსიკური ზემოქმედების დაქვეითება. გერმანიაში იყენებენ იონოგაცვლით ფისებს, რომლებიც მძიმე ლითონებთან წარმოქმნიან ხელატურ ნაერთებს. მათ იყენებენ მჟაურ ან მარილიან ფორმებში ან ამა თუ იმ ფორმების ნარევიში. ხელათწარმოქმნელი იონოგაცვლითი ფისები შეაქვთ ნიადაგში ფხენილის ან გრანულის სახით იმ დოზებით, რომელიც განისაზღვრება გაჭუჭყიანების ღონით.

იაპონიაში, საფრანგეთში, გერმანიაში და ინგლისში ერთმა იაპონურმა ფირმამ დააპატენტა მძიმე ლითონების მერკაპტო-8-

ტრიაზინით ფიქსირების ხერხი. ამ პრეპარატის გამოყენებით კადმიუმი, ტყვია, სპილენძი, ვერცხლისწყალი და ნიკელი ფიქსირდება ნიადაგში მცენარეებისათვის უხსნადი და მიუწვდომელი ფორმით. ამასთან, საკვები ელემენტები (კალიუმი, კალციუმი და მაგნიუმი) არ მაგრდება. ინაკტივატორი შეაქვთ ნიადაგში ხსნარის, აეროზოლის სახით ან კირთან და სხვა შემავსებლებთან ერთად. ინაკტივატორული ნივთიერებების უარყოფით მხარეს წარმოადგენს მათი შეზღუდული ტევადობა და ინაკტივიტორული უნარი.

უფრო მოსახერხებელია მძიმე ლითონების დამაგრება ნიადაგის ქიმიზმის შეცვლით კირის, ორგანული და მინერალური სასუქების შეტანით. მაგრამ ეს ხერხი ყოველთვის არაა ეფექტური.

ნიადაგების მოკირიანება ამცირებს მჟავიანობას და ტყვიის, კადმიუმის, დარიშხანის და თუთიის ხსნადობას. მათი შთანთქმა მცენარეებით მკვეთრად მცირდება. ნეიტრალურ და სუსტად ტუტე არეში კობალტი, ნიკელი, სპილენძი და მანგანუმი არ ახდენს მცენარეებზე ტოქსიკურ ზემოქმედებას.

ორგანული ნივთიერების მსგავსად, ორგანული სასუქები დიდი რაოდენობით ადსორბირებენ და შთანთქმულ მდგომარეობაში იკავებენ მძიმე ლითონების უმრავლესობას. მაღალ დოზებში ორგანული სასუქების შეტანა, მწვანე სასუქების, ფრინველების ნაკელის, ბრინჯის თივიდან ფქვილის გამოყენება ამცირებს მცენარეებში კადმიუმის და ფტორის შემცველობას, და აგრეთვე ქრომის და სხვა მძიმე ლითონების ტოქსიკურობას.

ცალკეული ელემენტების ტოქსიკური მოქმედება მცირდება მცენარეების მინერალური კვების ოპტიმიზაციით სასუქების შემადგენლობის და დოზების რეგულირების გზით. ინგლისში ტყვიით, დარიშხანით და სპილენძით გაჭუჭყიანებულ ნიადაგებში ნათესების აღმონაცენების დაბრკოლება იხსნებოდა მინერალური აზოტოვანი სასუქების შეტანისას. ფოსფორის გადიდებული დოზების შეტანა ამცირებს ტყვიის, სპილენძის, თუთიის და კადმიუმის ტოქსიკურ მოქმედებას. დატბორილ ბრინჯის მინდვრებზე არეს ტუტე რეაქციის პირობებში ფოსფორიანი სასუქების შეტანა იწვევდა უხსნად, მცენარეებისათვის პრაქტიკულად მიუწვდომელ კადმიუმის ფოსფატის წარმოქმნას.

ცნობილია, რომ მძიმე ლითონების ტოქსიკურობის დონე განსხვავებულია სხვადასხვა სახის მცენარეებისათვის. ამიტომ

მინერალური კვების ოპტიმიზაციით მძიმე ლითონების ტოქსიკურობის მოხსნა უნდა იყოს დიფერენცირებული არა მარტო ნიადაგური პირობების, არამედ მცენარის სახეობის და ჯიშის გათვალისწინებითაც.

ბუნებრივ მცენარეებსა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს შორის გამოვლენილია სახეობები და ჯიშები, რომლებიც მდგრადია ნიადაგების მძიმე ლითონებით გაჭუჭყიანებისადმი. მათ მიეკუთვნება ბამბა, შაქრის ჭარხალი, ზოგიერთი პარკოსანი. ფტორის დაზიანებისადმი მდგრადია სიმინდი და ხორბლის ზოგიერთი სახეობა.

ამასთან, მცენარეების ქსოვილებში გროვდება მძიმე ლითონების გადიდებული შემცველობა, რომელიც ათჯერ და ასჯერ აღემატება მათ რაოდენობას იმ მცენარეებში, რომლებიც იზრდება გაუჭუჭყიანებელ ნიადაგებზე. ამიტომ ამ მცენარეების გამოყენება ადამიანისა და ცხოველების საკვებად შესაძლებელია მხოლოდ სპეციალური დამუშავების შემდეგ. მაგრამ არსებობს მცენარეები, რომლებიც მდგრადია მძიმე ლითონების ზემოქმედების მიმართ და მათ ქსოვილებში არ იქმნება მათი მაღალი კონცენტრაციები. მაგალითად, ერთი და იგივე ნიადაგებზე კარტოფილში და სტაფილოში თუთიის, სპილენძის და კადმიუმის შემცველობა გაუჭუჭყიანებელ ნიადაგებთან შედარებით გაიზარდა 2-3 - ჯერ, ხოლო სალათაში - 7-10 ჯერ.

ამგვარად, სელექციონერების წინაშე დგას სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების ისეთი ჯიშების გამოყვანის ამოცანა, რომლებიც მდგრადები იქნებიან მძიმე ლითონებით ნიადაგების გაჭუჭყიანებისადმი და არ დააგროვებენ მათ თავის სხეულებში.

ნიადაგების მძიმე ლითონებით გაჭუჭყიანების საწინააღმდეგო გამაფრთხილებელი და სალიკვიდაციო ღონისძიებების ერთობლიობით შესაძლებელია ნიადაგის და მცენარეების დაცვა მათი ტოქსიკური ზეგავლენისაგან.

3.1. ზუნებრივი რესურსები

აგროსამრეწველო კომპლექსის განვითარება გერდნობა სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მეცნიერულად დასაბუთებულ და რაციონალურად გამოყენებულ სხედასხვა ფაქტორს. მათ რიცხვს მიეკუთვნება ბუნებრივი, ტექნიკურ-ეკონომიკური, საზოგადოებრივი-ისტორიული და ორგანიზაციულ-სამეურნეო ფაქტორები. წარმოების ბუნებრივ საფუძველს წარმოადგენს ბუნებრივი ფაქტორები; სხვა დანარჩენი, საზოგადოებრივი წარმოების შედეგია. საუკეთესო შედეგები აღინიშნება იმ შემთხვევაში, როდესაც უზრუნველყოფილია ჩამოთვლილი ფაქტორების ოპტიმალური ან მასთან მიახლოებული შეფარდება. სოფლის მეურნეობაში სამეურნეო საქმიანობა არსებითად დამოკიდებულია ბუნებრივ ფაქტორზე (ნიადაგი, წყალი, კლიმატი და ა.შ.).

არჩევენ ეკონომიკური ზრდის სამ ფაქტორს.

პირველი ადამიანები, მოსახლეობა - ძირითადი სამრეწველო ძალის, შრომის რესურსების წყარო.

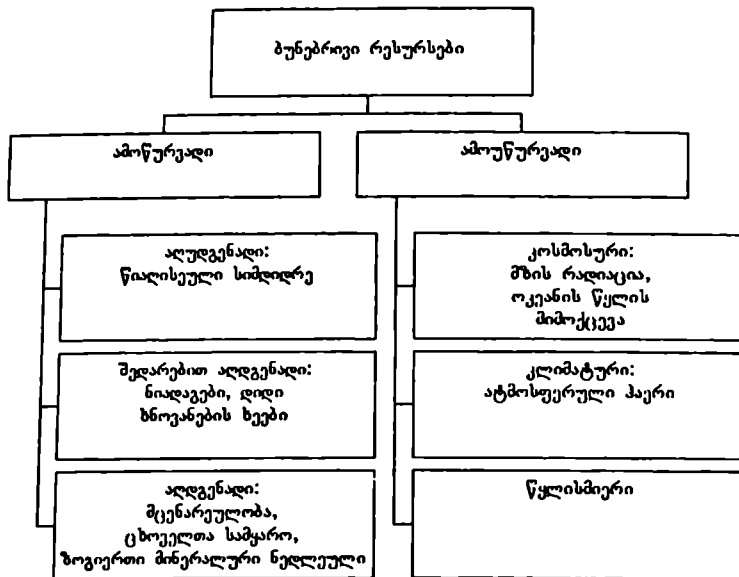
მეორე ადამიანების მიერ შექმნილი წარმოების საშუალებები, ინდუსტრია, ტრანსპორტი, სოფლის მეურნეობა, მშენებლობა.

მესამე ბუნებრივი რესურსები ნიადაგი, კლიმატი, წყლები, წიაღისეული, მცენარეული და ცხოველთა სამყარო.

ბუნებრივი რესურსები ბუნებრივი პირობების და გარემოს მნიშვნელოვანი ნაწილია. ისინი გამოიყენება საზოგადოების სხედასხვა მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად, კაცობრიობის არსებობის უზრუნველსაყოფად და სიცოცხლის ხარისხის ასამაღლებლად. ბუნებრივი რესურსები წარმოადგენს ბუნებათსარგებლობის ძირითად ობიექტს.

ბუნებრივი რესურსები ორ კატეგორიად იყოფა: ამოწურვადი და ამოწურვადი. ამოწურვადი რესურსები იყოფა აღდგენად და აღუდგენელ რესურსებად. აღუდგენელ რესურსებს მიეკუთვნება წიაღისეული სიმდიდრე. ამ რესურსების აღდგენა არ ხდება, ან ხდება გაცილებით უფრო ნელა, ვიდრე მათი გამოყენება. ამ რესურსებს მიეკუთვნება, ერთის მხრივ, ქვანახშირი, ნავთობი და სხვ., ხოლო მეორეს მხრივ, დანალექი ქანები და სხვ. ამ ხასიათის

რესურსების მარაგი შეზღუდულია და ამიტომ მათი გამოყენება საჭიროა რაციონალურად და ეკონომიურად.



ნახ. 19. ბუნებრივი რესურსების კლასიფიკაცია

აღდგენად ბუნებრივ რესურსებს მიეკუთვნება მცენარეული და ცხოველთა სამყარო და ზოგიერთი მინერალური რესურსები, მაგალითად, მარილები, რომლებიც იღებება ტბებსა და ზღვის ლაგუნებში. ეს რესურსები წესიერად სარგებლობის შემთხვევაში ისევ აღდგება და არ ხდება მათი რაოდენობრივი შემცირება. ამ რესურსების გონივრული გამოყენება გულისხმობს მუდმივი სარგებლობის პრინციპის დაცვას, ე.ი. როდესაც მოპოვება არ უნდა აღემატებოდეს ნამატს. დავუშვათ, რომელიმე მთის ხეობაში 500 ირემია აღრიცხული, რომელთა ყოველწლიური ნამატი 50 ირემს უდრის. იმისათვის, რომ შევინარჩუნოთ ამ ხეობაში ირემების არსებული რაოდენობა, მათი ყოველწლიური მოპოვება არ უნდა აღემატებოდეს 50 ცალს. აღდგენადი ბუნებრივი რესურსები ადამიანის ზემოქმედების შედეგად შეიძლება გადავიდეს აღუდგენადი რესურსების

კატეგორიაში, მაგალითად, ცხოველების და მცენარეების სრული განადგურების შემთხვევაში.

საჭიროა ცალკე იქნას გამოყოფილი შედარებით აღდგენადი რესურსები. მაგალითად, კახეთში, ბაწარას ხეობაში იზრდება ურთხმლები, რომელთა ასაკი 1000 წელს აღემატება და ამიტომ მათი მიკუთვნება აღდგენად რესურსებზე შეუძლებელია. ასევე ნიადაგიც; ბუნებრივად მის წარმოქმნას რამდენიმე ასეული წელი ესაჭიროება, ხოლო ადამიანს შეუძლია იგი სულ მოკლე ვადაში შექმნას.

ამოუწურვად ბუნებრივ რესურსებს მიეკუთვნება კოსმოსური, კლიმატური და წყლის რესურსები.

კოსმოსულ რესურსებს მიეკუთვნება მზის რადიაცია, მთვარისა და მზის მიზიდულობა, რაც იწვევს ოკეანის წყლის მიმოქცევას. მართალია ეს რესურსები ამოუწურვადია, მაგრამ მსხვილ სამრეწველო ცენტრებში აღინიშნება მზის რადიაციის საკმაო შეცვლა ატმოსფერული ჰაურის გაჭუჭყიანების გამო, რაც უარყოფითად მოქმედებს ადამიანთა ჯანმრთელობაზე.

კლიმატურ რესურსებს მიეკუთვნება ატმოსფეროს ჰაერი, ქარის ენერგია. ატმოსფერული ჰაერი აგრეთვე ამოუწურვადია, მაგრამ მას ემუქრება გაჭუჭყიანება რადიაქტიური ნივთიერებებით, ნახშირორჟანგით, მექანიკური მინარევებით, მავნე აირებით, რომლებსაც გამოყოფენ სხვადასხვა საწარმოები, ტრანსპორტი და სხვ.

წყლის რესურსები ჩვენს პლანეტაზე საკმაო რაოდენობით მოგვეპოვება. მათი მარაგი არ იცვლება და ამოუწურავი რჩება. ამასთან, წყალი ნაეთობით და სხვადასხვა ნარჩენების ზეგავლენით კარგავს თავის თვისებებს და ბევრ შემთხვევაში გამოსაყენებლად უვარგისი ხდება. ასევე შემცირდა დედამიწაზე მტკნარი წყლის რესურსები, რაზედაც მოთხოვნილება უაღრესად დიდია.

ბუნების სხვადასხვა კომპონენტების მიმართ დამოკიდებულების მიხედვით არჩევენ ბუნებრივი რესურსების შემდეგ სახეს და ჯგუფს: გეოლოგიურს, მინერალურს, კლიმატურს, წყლის, მიწის, ბიოლოგიურს და ა.შ. საწარმოო და არასაწარმოო სფეროში გამოყენების ხასიათის მიხედვით გამოყოფენ მინერალურ-ნედლეულს, საწვავ-ენერგეტიკულს, სამრეწველოს, სასოფლო-სამეურნეოს, გამაჯანსაღებელს, ლანდშაფტურ-საკურორტოს, რეკრეაციულს და სხვა ბუნებრივ რესურსებს. ამის გარდა არჩევენ ბუნებრივ რესურსებს წყაროებისა და ადგილმდებარეობის მიხედვით: ენერგეტიკულს,

ატმოსფერულ გაზისებურს, წყლის, ლიტოსფერულს, მცენარე-პროდუცენტურს, კონსუმენტურს, რედუცენტურს, კლიმატურს, რეკრეაციულს, შემეცნებით-ინფორმაციულს და სხვ.

ბუნებრივი რესურსების ძირითადი გამანსხვავებელი ნიშნებია:

- გარკვეულ საზღვრებში და გარკვეულ პირობებში ზოგიერთი სახეობების თვითაღდგენადობის (თვითდარეგულირების) უნარი;

- ბუნებრივი ევოლუციის და ადამიანის ზემოქმედების შედეგად ერთი ხარისხობრივი მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლის უნარი;

კონკრეტული მდგომარეობების კავშირი ადამიანის ცხოველმოქმედების პირობებთან;

- ბუნებრივი რესურსების ურთიერთდამოკიდებულება (რაოდენობრივი და ხარისხობრივი).

ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების პრინციპებია:

გამოყენების ხასიათის და ხერხის მისადაგება კონკრეტულ ადგილობრივ პირობებთან;

- ბუნებათსარგებლობის ნეგატიური შედეგების განჭვრეტა და თავიდან აცილება;

- ათვისების ინტენსიურობის გაზრდა;

სამეურნეო და ესთეტიკური ღირებულებების შენარჩუნება;

სამეურნეო ათვისების მიზანდასახული, ეკონომიკურად დასაბუთებული რიგითობის დაცვა;

კომპლექსური გამოყენება;

- ბუნებათსარგებლობის ყველა ეტაპზე დანაკარგების შემცირება ან თავიდან აცილება;

საწარმოო პროცესების მაქსიმალური ეკოლოგიზაცია.

ბუნებრივი პირობები განსხვავდება ბუნებრივი რესურსებიდან და წარმოადგენს გარემოს ობექტების, მოვლენების და ფაქტორების ერთობლიობას. ბუნებრივ პირობებს არსებითი მნიშვნელობა აქვს ადამიანის მატერიალურ-საწარმოო და არასაწარმოო საქმიანობისათვის, მაგრამ უშუალოდ მასში არ მონაწილეობს. გარკვეული მოცულობით ადამიანს შეუძლია ბუნებრივი პირობების (მათი ცალკეული კომპონენტების) შეცვლა. ადამიანის არარეგულირებადი საქმიანობის შედეგად ზოგჯერ აღინიშნება ბუნებრივი პირობების არასასურველი ცვლა საკმაოდ დიდ ტერიტორიებზე (მაგალითად, გაუდაბნობა).

ბუნებრივი პირობების და რესურსების შეხამება აყალიბებს ბუნებრივ-რესურსულ (ბუნებრივ) პოტენციალს. ბუნებრივი პოტენციალი ეს

არის რომელიმე ბუნებრივი სისტემის (ტერიტორია, ეკოსისტემა, ბუნებრივი ობიექტი და ა.შ.) პოტენციალური უნარის საზომი. ბუნებრივ-რესურსულ პოტენციალს განსაზღვრავს ბუნებრივი პირობები, ბუნებრივი რესურსების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლები, გარემოს ხარისხის მაჩვენებლების შესაბამისობა მიღებული ნორმების და სტანდარტებისადმი.

ეკოლოგიური პოტენციალი არის გარემოს უნარი ხანგრძლივი დროის მანძილზე მოახდინოს ბინადრობის გარკვეული ხარისხის აღწარმოება. ეკოლოგიური პოტენციალი წარმოადგენს ბუნებრივ-რესურსული პოტენციალის ნაწილს.

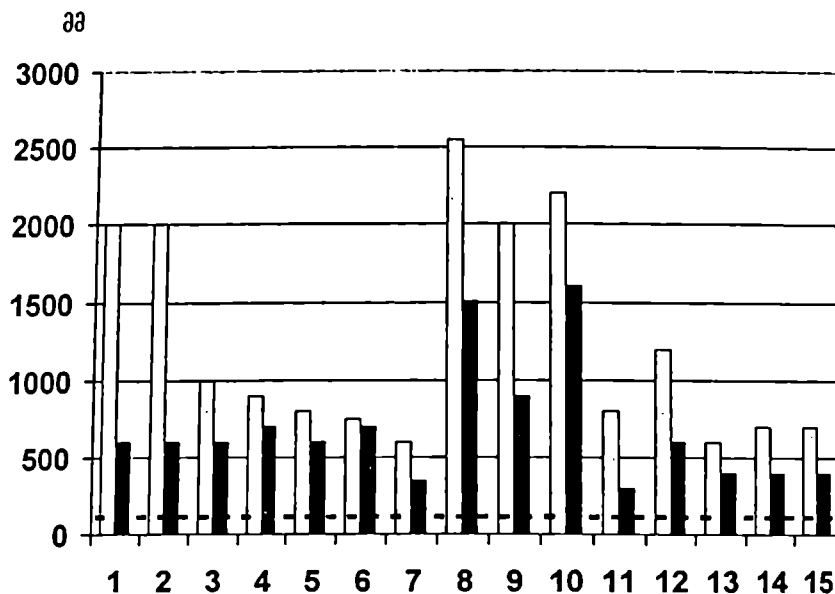
სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში სხვადასხვა ხარისხით ჩართულია ბუნებრივი რესურსების ყველა სახეობა. ამასთან გამოყოფენ საბაზისო რესურსების ჯგუფს, რომელიც აერთიანებს კლიმატურ (აგროკლიმატურ), წყლის, მიწის, ბიოლოგიურ და გენეტიკურ რესურსებს.

საქართველოს აგროკლიმატური პოტენციალი საკმაოდ ნაირგვარია (ნახ. 20). ეს ნათლად ჩანს ნალექების საშუალო წლიური მონაცემების შედარებისას. დასავლეთ საქართველოში ამ მხრივ ოპტიმალური პირობებია, ხოლო აღმოსავლეთ საქარველოს (კახეთის გარდა) ცალკეული რეგიონები სახიფათო ტერიტორიებს მიეკუთვნება. საზღვარგარეთ მსგავსი სურათი აღინიშნება მხოლოდ რუსეთის მაგალითზე.

საქართველოს აგროკლიმატური პოტენციალის საინტერესო ანალიზი შესრულებული აქვს თ.თურმანიძეს (1978, 1981). მან შეისწავლა საქართველოს აგროკლიმატური რესურსები, კლიმატის და ამინდის გავლენა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდაზე, განვითარებაზე, ნაყოფმსხმოიარობაზე და მოსავლის ხარისხზე; ძირითადი ყურადღება გაამახვილა ვაზსა და ვენახებში მიმდინარე ბიოლოგიურ პროცესებზე კლიმატის და ამინდის გავლენის რაოდენობრივ შეფასებაზე. თავის გამოკვლევებში განსაკუთრებული ადგილი მიაკუთვნა ნიადაგური ტენის შესწავლას და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების პროდუქტიულობაზე მის გავლენას.

მკაცრი კლიმატური პირობები გავლენას ახდენს პროდუქციის წარმოების დანახარჯებზე და თვით ადამიანის სიცოცხლის უზრუნველყოფაზე. სოფლის მეურნეობაში აგროკლიმატური ინფორმაცია პირველ რიგში გამოიყენება დაგეგმვის დროს. ის საჭიროა

აგრეთვე პროგნოზირების (მათ შორის მოსავლის) დროს. კლიმატური ინფორმაცია საჭიროა მიმდინარე საველე სამუშაოების დაგეგმვისას (თესვა, მინდვრების დამუშავება, სასუქების შეტანა, მოსავლის აღება, მორწყვა და სხვ.). აგროკლიმატური რესურსების შეფასება საჭიროა მსხვილმასშტაბიანი მელიორაციული ღონისძიებების ორგანიზაციისა და გატარებისას.



ნახ. 20. ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა (მმ)
სამიწათმოქმედო ტერიტორიების მიხედვით.

მაქსიმუმი, მინიმუმი,

--- სახიფათო მიწათმოქმედების საზღვარი

1- აშშ, 2 - დიდი ბრიტანეთი, 3 საფრანგეთი, 4- ავსტრია, 5
- გერმანია, 6 - ნიდერლანდები, 7 რუსეთი; საქართველო: 8
სამეგრელო, 9 იმერეთი, 10 გურია, 11 ქართლი, 12
კახეთი, 13 - მესხეთი, 14 ჯავახეთი, 14 შირაქი.

აგროკლიმატური პოტენციალის შეფასებისა და აღრიცხვის
დროს საჭიროა შემდეგი მომენტების გათვალისწინება:

- აღრიცხვა უნდა ხდებოდეს 'ბუნებრივი რესურსები - საწარმოო პირობები'-ს ერთიან სისტემაში;

- აგრომეტეოროლოგიური ინფორმაცია უნდა იყოს დიფერენცირებული ე.ი. აკმაყოფილებდეს სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო ორგანიზაციებს;

საინფორმაციო მასალის მომზადებისას საჭიროა ადგილობრივი პირობების (რელიეფი, ნიადაგ-გრუნტების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები, ტერიტორიის გატყიანება, მსხვილი წყალსატევების არსებობა და სხვ.) გათვალისწინება;

- მცენარეების ზრდა-განვითარების სხვადასხვა აგროკლიმატური მაჩვენებლები უნდა ასახავდეს კლიმატის, ტერიტორიალური ბუნებრივი კომპლექსების და სასოფლო-სამეურნეო წარმოების მჭიდრო ურთიერთკავშირს;

კლიმატური რესურსების აღრიცხვის და რაციონალურად გამოყენებისას საჭიროა კლიმატის და სასოფლო-სამეურნეო წარმოების კლასიფიკაციის შეჯერება.

სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოების დროს წყალს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება.

წყლის რესურსების გამოლევის და გაჭუჭყიანების თავიდან აცილება შესაძლებელია სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო წარმოების და საქალაქო მეურნეობის ეკოლოგიზაციით, ბუნებრივი და ჩამონადენი წყლების გაწმენდით, მელიორაციული ღონისძიებების გატარებით.

წარმოების ეკოლოგიზაციისათვის საჭიროა მთელი რიგი ღონისძიებების გატარება. მათ შორის, ახალი ობიექტების განლაგება წყლის რესურსების და გარემოზე დასაშვები ეკოლოგიური დატვირთვის გათვალისწინებით; ხვედრითი წყალმომარაგების შემცირება; ბრუნვითი წყალმომარაგების დანერგვა; წარმოების ტექნოლოგიის სრულყოფა; ეკონომიკური ზემოქმედების ღონისძიებების გამოყენება და სხვ.

ბუნებრივი წყლების გამოლევის და გაჭუჭყიანების თავიდან აცილების საქმეში განსაკუთრებული ადგილი ეკუთვნის მელიორაციულ ღონისძიებებს. მათი უმრავლესობის განხორციელება საჭიროებს მნიშვნელოვან სახსრებს და დროს.

მნიშვნელოვან მელიორაციულ ღონისძიებებს მიეკუთვნება: კულტურების ნათესების განლაგება ცალკეული ტერიტორიების

წყალუზრუნველყოფის გათვალისწინებით; სასუქების და პესტიციდების გამოყენების ოპტიმიზაცია; სარწყავი ნორმების შემცირება; ფილტრაციასა და აორთქლებაზე წყლის დანახარჯების შემცირება; ნიადაგების დატენიანების პროგრესიული ხერხების დანერგვა; წყალსაცავების რაციონალური გამოყენება და მათში შესაბამისი ხარისხის წყლის შენარჩუნება; სამელიორაციო მშენებლობის ობიექტის ნიადაგური საფარის შენარჩუნება და რეკულტივაცია; წყალმომარაგების, მეთევზეობის, რეკრეაციის და ა.შ. გათვალისწინებით კომპლექსური მელიორაციული სისტემების შექმნა; წყლის რესურსების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი დარეგულირების მიზნით სატყეო-სამეურნეო ღონისძიებების გატარება და სხვ.

საქართველოს მიწის რესურსები და ნიადაგური საფარი ხასიათდება არაღამაკმაყოფილებელი მდგომარეობით. ყოველწლიურად ეცემა მათი ხარისხი. ეს გამოწვეულია მიწების ამოღებით, მიწის ფართობების და ნიადაგური საფარის დარღვევით, მეორადი დამლაშებით, ეროზიით, გაუდაბნოებით და დაჭაობებით, ჰუმუსის დანაკარგებით და აგრეთვე, გაჭუჭყიანებით.

დაურღვეველ ტერიტორიებზე აღინიშნება ნიადაგური საფარის დეგრადაცია გამჭუჭყიანებელი ნივთიერებების ზეგავლენით. ისინი იწვევენ ნიადაგური ორგანიზმების თანასაზოგადოებების დეფორმაციას. ამის შედეგად იცვლება ნიადაგის სტრუქტურა, მასში ნივთიერებების შემადგენლობა, უარესდება ორგანული ნარჩენების მინერალიზაციის უნარი და ა.შ.

ადამიანის ბინადრობის გარემოს შენარჩუნებისათვის საჭიროა ყველა ცოცხალი ორგანიზმების გენოფონდის შენარჩუნება. ბინადრობის ჯანსაღი გარემო გულისხმობს სიცოცხლისათვის საჭირო სათანადო ხარისხის ისეთი კომპონენტების უზრუნველყოფას, როგორიცაა ატმოსფეროს გაზისებრი შემადგენლობა, ქიმიური გარემო, წყლის ბალანსი, ბიოლოგიური პროდუქტიულობა და სხვ. ცოცხალი ორგანიზმები წარმოადგენენ კვების პროდუქტების, ტანსაცმლის, წამლის და სამრეწველო ნედლეულის, საშენ მასალების და ა.შ. წყაროს. ცოცხალი ბუნების აღდგენადობა გონივრული ორგანიზაციის პირობებში უზრუნველყოფს მათ უსასრულო გამოყენებას. აუცილებელია ცოცხალი ორგანიზმების ყველა სახეობების და ქვესახეობების შენარჩუნება. ეს საჭიროა არა მარტო იმიტომ, რომ ისინი ბიოსფეროში ნივთიერებების და ენერგიის ცვლის მექანიზმის

შეუცვლელ ნაწილს წარმოადგენენ, არამედ იმიტომაც, რომ ისინი საზოგადოებისათვის სასარგებლო თვისებების მატარებლებია.

ცოცხალი ორგანიზმების გენოფონდის შენარჩუნებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სოფლის მეურნეობისათვის. ცოცხალი ორგანიზმები უზრუნველყოფენ სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისათვის საჭირო პირობებს - ნიადაგის ნაყოფიერებას, ადგილობრივი კლიმატის ფორმირებას, ნიადაგების ჰიდროლოგიურ რეჟიმს, მავნებლების რიცხოვნობის რეგულირებას. ცოცხალი ორგანიზმების გენოფონდი წარმოადგენს ახალი ფორმების და სახეობების საწყის მასალას. განსაკუთრებულ ღირებულებას წარმოადგენენ კულტურული მცენარეების ველური 'ნათესავები'. დედამიწის მცენარეულ სამყაროს დღეს კიდევ მრავალი ძვირფასი სახეობა გააჩნია. ადამიანის მიერ ჯერ-ჯერობით კვლავ გამოუყენებელია მრავალი ძვირფასი სახეობა. ამ სახეობებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვთ სელექციისათვის და კულტივირებად ჯიშებთან შეჯვარებით შეიძლება უფრო ცხოველუნარიანი, მოსავლიანი, დაავადებების მიმართ უფრო მდგრადი კულტურების მიღება. დედამიწაზე აღინიშნება კულტურული მცენარეების ველური 'ნათესავების' დაახლოებით 2000 სახეობა. მათ შორის, არსებობს მსხლის 41, ალუბლის და მოცხარის - 26, იონჯის 24, სამყურას 19, ზახვის და ვაშლის - 18, ჭვავის - 9, ზორბლის, თხილის და კომბოსტოს - 8, შერიის და ჭარხლის - 6, გარგარის, ვაზის, ცერცველას, ბარდას და ფეტვის - 5, ბოლოკას - 4, ქერის და ოსპის - 3 და ა.შ. ველური სახეობა. ამ გენოფონდს განსაკუთრებული დაცვა ესაჭიროება. ამ მიზნით სხვადასხვა ხერხს იყენებენ: დასაცავ სახეობად გამოცხადება (გამოყენების აკრძალვა ან მკაცრი შეზღუდვა); სანერგის სხვადასხვა ტიპში შენახვა; თესლების და ქსოვილების შენახვა სპეციალურ საცავებში; განსახლება ბუნებრივი არეალის საზღვრებს გარეთ; ცალკეული ვეგეტაციების (გერობაების) დაცვის ქვეშ აყვანა. ჩამოთვლილი მეთოდები არ იძლევიან მემკვიდრეობის მასალის უვადო შენახვის გარანტიას. სხვა პირობებში (სანერგეები, განსახლება) გადატანა იძულებითი ადაპტაციის შედეგად იწვევს სპეციფიკურობის დაკარგვას. ხანგრძლივი შენახვის დროს ზოგიერთი სახეობის თესლი ვერ ინარჩუნებს სიცოცხლისუნარიანობას. მოპოვების აკრძალვა ადგილმდებარეობის პირობების შეუნარჩუნებლად არ იძლევა სათანადო შედეგს. იმ შემთხვევაში თუ განადგურებული იქნება ბინადრობის ადგილები, გაქრება მათთვის დამახასიათებელი

მცენარეები, ცხოველები და მიკროორგანიზმები.

გენოფონდის უვადო შენარჩუნების ყველაზე ეფექტურ მეთოდს წარმოადგენს ცოცხალი ორგანიზმების შენარჩუნება ბინადრობის ბუნებრივ გარემოში, ე.ი. ნაკრძალებში. აქ შენარჩუნებულია გარემოსთან სახეობის პოპულაციის ურთიერთკავშირის მთელი სისტემა. ამასთან ერთად ხდება ამა თუ იმ ორგანიზმის სპეციფიკური თვისებების დაცვა. სწორედ საზოგადოებისათვის სასარგებლო ცალკეული სახეობების და ფორმების სპეციფიკური თვისებებუბების შენარჩუნების მიზნით ხორციელდება გენოფონდის დაცვა.

გენოფონდის დაკარგვის ძირითადი მიზეზებია უშუალო მოსპობა, ბინადრობის ადგილების დანგრევა-განადგურება, ფიზიკურ-ქიმიური გაჭუჭყიანება, გენეტიკური გაჭუჭყიანება, უცხო ორგანიზმების ინტროდუქცია.

3.2. რესურსული ციკლები

ბიოსფერული პრობლემების განხილვისას ძირითადი ყურადღება ჩვეულებრივ ექცევა ბუნებრივი სისტემების და მათში მიმდინარე ბუნებრივი და ხელოვნური პროცესების შესწავლას. ამის გარდა, ხდება კაცობრიობისათვის მათი შედეგების გამოკვლევა. ადამიანის საქმიანობა ძირითადად იხილება გარეშე ზემოქმედების სახით. ამავე დროს, ბუნების და საზოგადოების განვითარებაში დაბალანსების მისაღწევად საჭიროა ადამიანსა და ბუნებას შორის ურთიერთმოქმედების ხასიათის და მიმართულების შესწავლა. ეს არის ორი სპეციფიკური განსხვავებულხარისხიანი სისტემა, რომლებიც საკმაოდ ღრმადაა გადაბმული ერთმანეთში.

ბუნებისა და საზოგადოების ურთიერთმოქმედების მრავალ ფორმას შორის წამყვანი ადგილი ეკუთვნის ნივთიერებთა ცვლის პროცესს, რომელიც ადამიანს გარემოსთან აკავშირებს.

საჭირო პროდუქციის შესაქმნელად ადამიანი იყენებს ბუნებრივ რესურსებს; ხდება მათი მოძიება, გადამუშავების ადგილებამდე გადატანა, მითგან საგნების წარმოება. საბოლოო შედეგად ეს საგნები გამოყენება წარმოების საშუალებების ან მზა ნაწარმის სახით (შენობები, ნაგებობები, დაზგები, მანქანები, ყოფის და კულტურის საგნები). ამგვარად ხდება ადამიანის მიერ ბუნებრივი რესურსების ჩართვა რესურსულ ციკლში. ადამიანები იღებენ გარემოდან საჭირო

ნივთიერებებს, აძლევენ მათ სარგებლობისთვის საჭირო ფორმას და უბრუნებენ ბუნებას შეცვლილი განლაგებით და შეცვლილი ხარისხით. 'დაბრუნების პროდუქტები', რომლებიც დამახასიათებელია სხვადასხვა საწარმოო პროცესებისათვის, წარმოადგენს გარემოს გამაჭუჭყიანებელ ნივთიერებებს.

რესურსული ციკლი არის ადამიანის მიერ გამოსაყენებელი ნივთიერებების ან ნივთიერებათა ჯგუფების გარდაქმნის და სივცობრივი გადაადგილების ერთობლიობა. ტერმინი 'ციკლი' გულისხმობს პროცესის შეკრულობას. ცნობილია, რომ ბუნებაში ქიმიური ნივთიერებები (წყალი, აირები, ლითონები) მოძრაობენ შეკრული ციკლით. წინააღმდეგ შემთხვევაში, ცალკეული ნივთიერებები, როგორც შესაძლებელი ნედლეული, გამოიღვეა და გადავა რაღაც სხვა მდგომარეობაში. მცენარეების მიერ შთანთქმული ნახშირბადი მცენარეების, ცხოველების და მიკროორგანიზმების სუნთქვის შედეგად ნახშირბადის დიოქსიდის სახით უბრუნდება ატმოსფეროს; ხმელეთის და ზღვის ზედაპირიდან აორთქლებული წყალი ნალექების და ჩამონადენის სახით უბრუნდება თავის საწყის მდგომარეობას; მოპოვებული ნახშირბადი, რომელიც გადააქვთ საწარმოსაკენ, თავის განლაგების ადგილს უკან არ უბრუნდება.

რესურსული ციკლის ყოველ ეტაპზე გარდუვალია დანაკარგები, რომელიც გამოწვეულია ტექნოლოგიის თავისებურებებით ან სუბიექტური მიზეზებით. ნედლეულის მოპოვების დროს ნედლეულის ნაწილი რჩება განლაგების ადგილებში, ხოლო ნაყარში მიდის ე.წ. 'ფუჭი ქანი', რომლის ამოღებაზე იხარჯება ენერგია. მოპოვებული წიაღისეულის მნიშვნელოვანი ნაწილი იკარგება ტრანსპორტირების, გადატვირთვის და გადამუშავების დროს. თუ რესურსი საწვავს (მაგალითად, ქვანახშირს) წარმოადგენს, მაშინ მისი დაწვისას წარმოიქმნება ნაცრის, წიდას, სხვადასხვა ჟანგეულის დიდი რაოდენობა. იმ შემთხვევაში, როდესაც ქვანახშირი, ნავთობი და სხვა რესურსები გადამუშავდება ქიმიური მრეწველობით, მაშინ გარდუვალია თანმდევი მყარი, თხიერი და გაზისებრი პროდუქტების წარმოქმნა. ესენი წარმოადგენს ტექნოლოგიურ ნარჩენებს და აყალიბებენ ბუნების საზიანო ე.წ. გამონატყორცნის 'კულებს'. ნავთობში ნახშირწყალბადები ან გოგირდი ქვანახშირში, ვერცხლისწყალი და კადმიუმი დედამიწის წიაღში არ არის გაუნებული, მაგრამ ისინი უარყოფითად მოქმედებენ ადამიანის ჯანმრთელობაზე,

როდესაც წვის პროდუქტებთან ერთად ხვდებიან ატმოსფერული ჰაერში.

ამგვარად, გამოდის, რომ გარემოს აჭუჭყიანებს ბუნებრივი რესურსები. მათ მოპოვებაზე, გატანაზე იხარჯება დიდი თანხები, ენერგია, დრო და ისინი, საბოლოო შედეგად, აუარესებენ გარემოს ხარისხს. არსებობს აფორიზმი: გარემოს დარღვევა ეს არის არა თავის ადგილას მოხვედრილი ბუნებრივი რესურსები. ადამიანს ჯერ კიდევ არ ძალუძს სრულად და მრავალჯერადად გამოიყენოს რესურსები და ამიტომ ის იძულებულია აჩქარებული ტემპით მოიპოვოს და გადაამუშაოს ბუნებრივი რესურსების სულ ახალი და ახალი პორციები. ამით იქმნება ბუნებრივი რესურსების ამოწურვის პრობლემა და ყალიბდება თავისებური მოკვადოებული წრე.

ამ წრის გარღვევა შეუძლია მხოლოდ ცოდნით შეირადებულ ადამიანს. საჭიროა, რომ რესურსული ციკლი გახდეს შეკრული, ანუ უნდა მოხდეს რესურსების ამოღების და გადამუშავების ტექნოლოგიის სრულყოფა და განმეორებითი და მრავალჯერადი გამოყენება.

ეკოლოგიური სისტემების რესურსების გამოყენების დროს აღინიშნება ნივთიერებების ანთროპოგენური წრებრუნვის საკმაოდ რთული კანონზომიერებები.

ტყის ეკოსისტემა წარმოადგენს მზის ენერგიის მძლავრ აკუმულატორს. ეკოსისტემამ შეიძლება შეწყვიტოს თავისი არსებობა იმ შემთხვევაში, როდესაც იჩეხება კორომი. ამ დროს ხდება დაგროვილი ენერგიის და ნივთიერებების იმ ძირითადი მასის ამოღება, რომელიც უნდა იყოს გადაცემული მომდევნო ტროფულ დონეებზე. განადგურებული ეკოსისტემის ადგილას შეიძლება შეიქმნას ახალი, მაგრამ მნიშვნელოვნად ნაკლებად პროდუქტიული ეკოსისტემა. საჭიროა საუკუნეები, რომ აღდგეს ძველი მაღალპროდუქტიული ტყის ეკოსისტემა. ამ შემთხვევაში ნივთიერებების და ენერგიის გაბნევა მკეთრად უსწრებს მის აღდგენას და ბიოლოგიური ბუნებრივი წრებრუნვა წყდება.

ამ სიტუაციაშიც არსებობს რესურსული ციკლის "შეკერის" შესაძლებლობა. ცნობილია, რომ ტყეს აქვს თვითაღდგენის უნარი ე.ი. მიეკუთვნება შედარებით აღდგენად რესურსებს. რესურსულ ციკლს ახორციელებენ ისე, რომ გამოიყენონ ტყის ეს თავისებურება. ამ ამოცანის გადაწყვეტა შესაძლებელია რაციონალური

ტყეთსარგებლობით. საორგანიზაციო-ტექნოლოგიური ღონისძიებები უნდა ამცირებდეს მერქნის დანაკარგს, ზრდიდეს მათი გამოყენების მარგი ქმედების კოეფიციენტს. ამ გზით შესაძლებელია ტყეების გაჩეხვის მოცულობის შემცირება და მათი ინტენსიური აღდგენის უზრუნველყოფა.

დასამუშავებელი სასოფლო-სამეურნეო მიწები ე.ი. კულტურული ეკოლოგიური სისტემები წარმოადგენს განსაკუთრებულ შემთხვევას. მათ პრაქტიკულად არ გააჩნიათ თვითაღდგენის უნარი. ადამიანი იღებს მოსავალს და გააქვს ის მინდვრიდან, ე.ი. გააქვს მის მიერ შექმნილი ორგანული ნივთიერების მნიშვნელოვანი ნაწილი. გატანილი ნაწილის შექმნაზე კი დაიხარჯა ნიადაგის მინერალური კომპონენტები. ამის შედეგად ორგანიზმები-დესტრუქტორები არ იღებენ დაშლისა და მინერალიზაციისათვის საჭირო მასალას. ამ სიტუაციაში ეკოსისტემა წყვეტს თავის არსებობას. ასეთი მოვლენები აღინიშნებოდა შორეულ წარსულში გაკაფვითი მიწათმოქმედების დროს. ამის ასაცილებლად ადამიანი აზღუდნს ეკოსისტემის აღდგენას. ის უზრუნველყოფს ისეთ ბიოლოგიურ წრებრუნვას, რომლის დროსაც ნივთიერებების და ენერგიის დანახარჯით იქმნება ადამიანისთვის საჭირო პროდუქტები. პრაქტიკაში ეს ნიშნავს დათესვას, სხვადასხვა სახის სასუქების შეტანას, წყლით მცენარის უზრუნველყოფას.

ამგვარად ადამიანი თავისი საქმიანობით 'თავის თავზე კრავს' ნივთიერებების ბუნებრივი წრებრუნვის პროცესებს.

არჩევენ 6 ძირითად რესურსულ ციკლს ქვეციკლებით:

ენერგორესურსების და ენერგიის ციკლი ენერგოქიმიური და ჰიდროენერგეტიკული ქვეციკლებით;

ლითონმადნიანი რესურსების და ლითონების ციკლი კოკსოქიმიური ქვეციკლით;

არალითონური წიაღისეული ნედლეულის ციკლი სამთო-ქიმიური, მინერალურ საშენმასალის, განსაკუთრებით ძვირფასი და იშვიათი არამადნიანი სასარგებლო წიაღისეულების ქვეციკლებით;

ტყის რესურსების ციკლი სატყეო-ქიმიური ქვეციკლით;

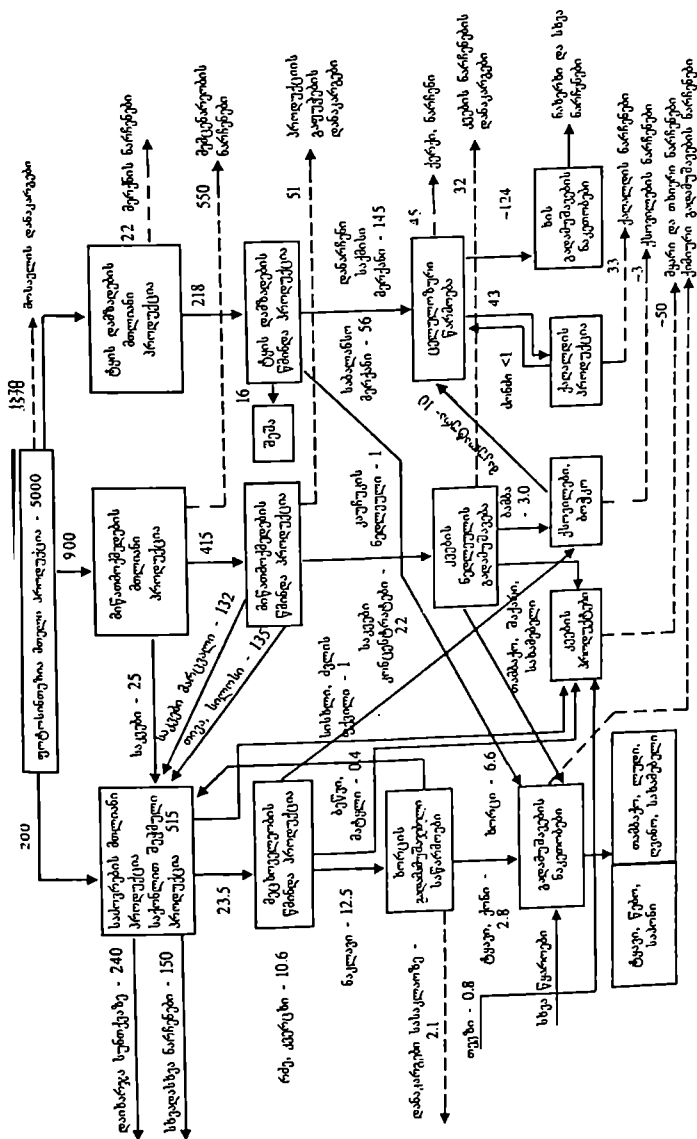
ნიადაგური და კლიმატური რესურსების და სასოფლო-სამეურნეო ნედლეულის ციკლი;

ფაუნის და ფლორის რესურსების ციკლი ბიოლოგიური რესურსების, წყლების, სამონადირეო მეურნეობის და სასარგებლო ელურად მზარდი მცენარეების ბაზაზე ფორმირებადი ქვეციკლებით.

ჩამოთვლილი რესურსული ციკლებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ნიადაგური და კლიმატური რესურსები და სასოფლო-სამეურნეო ნედლეულის ციკლი. ეს ციკლი აწვდის ადამიანს მიწათმოქმედების და მეცხოველეობის პროდუქტებს (მათ ორგანულ ნივთიერებაში დაგროვილი ენერგიით). ამის გარდა ადამიანი, როგორც სოციალური არსება, იღებს რესურსებსაც. ყოველი ამით ხდება ადამიანის როგორც ბიოლოგიური სახეობის სიცოცხლის უზრუნველყოფა. ესაა უძველესი რესურსული ციკლი. გარემოდან ადამიანისთვის საჭირო პროდუქტების ამოღებით და გარემოსთან ურთიერთმოქმედების სიდიდით ის იკავებს ერთ-ერთ პირველ ადგილს ყველა რესურსულ ციკლებს შორის. ამ ციკლის დამახასიათებელი ნიშანია ის, რომ ადამიანის საქმიანობის შედეგად ჯერ კიდევ საწყის სტადიაზე ხდება ნივთიერებების და ენერგიის გარდაქმნა მომდევნო ათვისებისათვის ვარგის ფორმაში.

აღდგენად ბუნებრივ რესურსებზე დაფუძნებული ამ და სხვა ციკლების (ტყის რესურსების, ფაუნის და ფლორის) ფუნქციონირება ხორციელდება პირველადი ნივთიერებების და ენერგიის სასარგებლო გამოყენების კოეფიციენტის დაბალი დონის პირობებში. საილუსტრაციოდ მოგვყავს აშშ ტერიტორიაზე ფოტოსინთეზის წლიური პროდუქციის გამოყენების სქემა (ნახ. 21). მთელს მსოფლიოში ადამიანი იყენებს ხმელეთზე მიღებული ფოტოსინთეზის გზით ხმელეთზე მიღებული მხოლოდ 2-3 %. მინდვრებსა და საძოვრებზე მიღებული მთელი ბიომასიდან საკვები დანიშნულებით ადამიანები იყენებენ დაახლოებით მხოლოდ 9 %.

შესაძლებელია 'აგრარული' რესურსული ციკლების არსებითი ინტენსიფიკაცია. ამისათვის საჭიროა ნივთიერებების და ენერგიის (მათ შორის წყლის რესურსების, მზის ენერგიის) სასარგებლო გამოყენების კოეფიციენტის გაზრდა, რაც შესაძლებელია წრებრუნვაში ახალი საკვები ნივთიერებების და სხვა ელემენტების, უფრო პროდუქტიული მცენარეების და ცხოველების ჩართვა, გეოგრაფიული გარემოს სპეციფიკის მაქსიმალური გათვალისწინება და სხვ. არსებითად სოფლის მეურნეობის ეკოლოგიზაცია მიმართულია ნიადაგურ-კლიმატური რესურსების და სასოფლო-სამეურნეო ნედლეულის ციკლების ოპტიმიზაციაზე.



ნახ. 21. ფოტოსინთეზის წლიური პროდუქციის გამოყენების სქემა (აშშ მაგალითზე), მშენალობითი ნივთიერების მლნ ტ (მდლიანი ხაზები) პროდუქციის განაწილება, წყვეტილი - ნარჩენები და დანაკარგები) (კომატი, 1975).

საერთოდ, ყოველი რესურსული ციკლის სრულყოფა მის ყველა ეტაპზე გარემოს დაცვის, ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენების საფუძველია.

3.3. კადასტრები

მრავალმხრივი ინფორმაციის არსებობა ბუნებრივ-რესურსული პოტენციალის მეცნიერულად დასაბუთებული ათვისების და ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენების აუცილებელი პირობაა. ასეთი ინფორმაციის წყაროს წარმოადგენენ კადასტრები.

კადასტრი არის ცნობების სისტემატიზირებული კრებული, რომელიც რაოდენობრივად და ხარისხობრივად ახასიათებს ბუნებრივი რესურსების ან მოვლენების გარკვეულ სახეობას (ზოგ შემთხვევაში მათი ეკონომიკური ან სოციალურ-ეკონომიკური მახასიათებლებით, ადამიანის საქმიანობის ზემოქმედებით შეცვლის შეფასებით, რესურსების რაციონალური გამოყენების რეკომენდაციებით და მათი დაცვის საჭირო ღონისძიებებით).

მიწის კადასტრი ცნობების კრებული მიწების ბუნებრივი, სამეურნეო და სამართლებრივი მდგომარეობის შესახებ. ის მოიცავს მონაცემებს მიწათსარგებლობის რეგისტრაციის, მიწების რაოდენობის და ხარისხის აღრიცხვის, ნიადაგების ბონიტირების და მიწების ეკონომიკური შეფასების შესახებ. ეს მონაცემები საჭიროა მიწების ეფექტური გამოყენების და დაცვის ორგანიზაციის, მიწის რესურსების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მდგომარეობის შეცვლის პროგნოზირების, სოფლის მეურნეობის დაგეგმვის, განთავსების და სპეციალიზაციის, მიწების მელიორაციის და სხვა სამეურნეო ამოცანების გადასაწყვეტად.

წყლის კადასტრი - სისტემატიზირებული ცნობების კრებული ქვეყნის წყლის რესურსების შესახებ. ის მოიცავს წყლების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების აღრიცხვის, მათი მოხმარების და გამოყენების მონაცემებს. ეს მონაცემები გამოიყენება წყლის მეურნეობის ობიექტების დაგეგმვის, დაპროექტირების და მართვის დროს. ისინი ფართოდ გამოიყენება წყლის რესურსების შეცვლის პროგნოზირების და დაცვის დროს.

ტყის კადასტარი ტყეების ბუნებრივი, სამეურნეო და

სამართლებრივი მდგომარეობის შესახებ სარწმუნო ცნობების სისტემატიზირებული კრებული. მასში შეტანილია რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლებით ტყის ფონდის აღრიცხვის, მათ შორის პირდაპირი და თანმდევი სარგებლობის მონაცემები. ეს მონაცემები საჭიროა რაციონალური ტყეთსარგებლობის დაგეგმვის და ორგანიზაციის, ტყეების და ტყის ფონდის მიწების გამოყენებასთან დაკავშირებული სხვა სამეურნეო ღონისძიებების გატარების, ტყის რესურსების ცვლილების პროგნოზირების და მათი დაცვის დროს.

სარეწაო კადასტრი - რეწვის ამა თუ იმ ობიექტზე მონაცემების კრებული. ის მოიცავს მათ ხარისხობრივ და რაოდენობრივ დახასიათებას, ცნობებს აღდგენის ღონისძიებებზე, ამოღების დასაშვებ ნორმებზე და ა.შ. აღდგენენ სამონადირეო, თევზის რესურსების და ა.შ. კადასტრებს.

დეტერიორაციული კადასტრი ადამიანის გარემოს შემადგენლობის და მდგომარეობის გაუარესებაზე (ატმოსფეროს, წყლის და ნიადაგების გაჭუჭყიანების ღონეები და წყაროები, დარღვეული მიწები და ბუნებაში სხვა ნეგატიური ცვლილებები) მონაცემების კრებული. ეს მონაცემები საჭიროა ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენების ღონისძიებების შემუშავების, გარემოში ჩარევის ოპტიმიზაციის, საჭირო ბუნებათდაცვითი ღონისძიებების და გარემოს ხარისხის გაუმჯობესების გზების განსაზღვრის დროს.

3.4. ალტერნატიული მიწათმოქმედების განვითარება

ამჟამად მსოფლიოში ფართოდ ვითარდება ე.წ. ალტერნატიული მიწათმოქმედება. დასავლეთის მთელ რიგ ქვეყანაში მან მიიღო 'სოფლის მეურნეობის გადარჩენის' სახელწოდება. 1972 წელს ვერსალში (საფრაგეთი) შეიქმნა ორგანული მიწათმოქმედების საერთაშორისო ორგანიზაცია (IFOAM). თავიდან მასში შედიოდნენ მეცნიერ-აგარაიკოსები, რომლებიც თვლიდნენ, რომ ტრადიციული მიწათმოქმედება არასწორი მიმართულებით ვითარდება.

80-იანი წლების ბოლოს ბიოლოგიურად სუფთა კვების პროდუქტებზე მოთხოვნილებამ გამოიწვია ალტერნატიული მიწათმოქმედებისადმი გაზრდილი ინტერესი. ამჟამად IFOAM მოიცავს

ათეული ქვეყნის დაახლოებით 300 ეკოლოგიურ კავშირს. დასავლეთის მრავალ ქვეყანაში ალტერნატიული მიწათმოქმედების კავშირებს უყოფენ კრედიტებს.

1990 წლის აგვისტოში ბუდაპეშტში ჩატარდა IFOAM გენერალური სხდომა, სადაც მიიღეს დადგენილება აიყვანონ ეკოლოგიურად უსაფრთხო პროდუქტების მსოფლიო წარმოება საერთო საბაზრო პოტენციალის მოცულობის 10-20 % - მდე.

სხვადასხვა ქვეყანაში ალტერნატიული მიწათმოქმედების განვითარების შესახებ წარმოდგენას გვაძლევს ევროკავშირის გამოკვლევის მასალები.

ცხრილი 30

მონაცემები ეკოლოგიურად ცუფთა პროდუქციის მწარმოებელი ფერმების შესახებ

ქვეყანა	რაოდენობა	შარტობი, ათასი ჰა
ბელგია	150	1,0
დიდი ბრიტანეთი	575	13,0
გერმანია	2685	54,3
დანია	500	7,0
ირლანდია	97	1,5
ესპანეთი	350	2,8
იტალია	800	9,0
ლუქსემბურგი	11	0,45
ნიდერლანდები	410	6,2
პოლონეთი	34	0,42
საფრანგეთი	3000	20,0
აშშ	30000	200,0

ამ მხრივ გარკვეული გამოცდილება არსებობს საქართველოშიც. საქართველოს მწვანეებმა 1993 წელს დააფუძნეს არასამთავრობო, არამომგებიანი, საზოგადოებრივი ორგანიზაცია, ბიოლოგიურ მეურნეობათა ასოციაცია "ელკანა" (პრეზიდენტი ქალბატონი ნანა ნემსაძე), რომელიც ზრუნავს საქართველოში ეკოლოგიური მეურნეობრიობის ჩამოყალიბებაზე. 1996 წლიდან "ელკანა" ორგანიზაციის სოფლის მეურნეობის მოძრაობის საერთაშორისო ფედერაციის (IFOAM) წევრია. "ელკანას" ძირითადი მიზნებია: საქართველოში სოციალურად, ეკოლოგიურად და ეკონომიკურად მდგრადი გლეხური მეურნეობების განვითარება და ქართული სოფლის გააქტიურებისათვის ხელის შეწყობა იმდენად, რომ სოფელმა პრობლემების მოსაგვარებლად უკეთ შეძლოს საკუთარი პოტენციალისა და რესურსების გამოყენება.

ამ მიზნების მიღწევას "ელკანა" ცდილობს ეკომეურნეთა სამრჩევლო სამსახურის, საზოგადოებასთან მუშაობისა და ლობირების გზით, ასევე სპეციალურად სოფლის განვითარების პროგრამისათვის შექმნილი სამრჩევლო სამსახურის მეშვეობით. გარდა ამისა "ელკანა" ზრუნავს საქართველოში აგრობიომრავალფეროვნების დაცვასა და მდგრად გამოყენებაზე. "ელკანამ" შემოუშავა ბიოლოგიური მიწათმოქმედების სტანდარტები საქართველოსათვის და განზრახული აქვს ჩამოაყალიბოს ბიოპროდუქტების სერტიფიცირებისა და გასაღების დამოუკიდებელი სამსახური. დაიწყო რა 9 წევრი ფერმერით (საერთო ფართობი 900 ჰა) 1993 წელს, დღეისათვის "ელკანა" აერთიანებს 200-მდე გლეხურ (ფერმერულ), 5 საეპარქიო და 3 სამონასტრო მეურნეობას. ბიომეურნეობების ძირითადი პროდუქციაა: ხილი და ბოსტნეული; ჩირი, მურაბა, წვენები; მარცვლეული-ხორბალი, შვრია, ქერი, სიმინდი; ლობიო; სოიო, მზესუმზირა, მზესუმზირის ზეთი; ჩაი; ყურძენი და ყურძნის პროდუქტები (ღვინო, ბადაგი, ჩურჩხელა და სხვ.); თაფლი; რძე და რძის ნაწარმი; ხორცი (ძროხის, ღორის, ცხვრის, ფრინველის).

ალტერნატიული მიწათმოქმედება საჭიროებს დაცვას. ამ მისიას ასრულებს ევროკავშირი, რომელიც ამუშავებს და იხილავს სათანადო საკანონმდებლო პროექტებს. მთელ რიგ შემთხვევაში ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქციას უფრო მაღალი ფასები აქვს, რაც აიხსნება სერტიფიკატებთან კონკურენტების თაღლითობით. ასე, მაგალითად, გერმანიაში სავაჭრო ნამატი ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტიაზე პირდაპირი რეალიზაციის დროს შეადგენდა (მარკა/ტონაზე): ხორბალზე – 40-870; ჭვავზე – 500-870; კარტოფილზე – 140-340;

სტაფილოზე 1200; რძეზე – 200-400.

ალტერნატიული მიწათმოქმედების საკანონმდებლო რეგულირება ხორციელდება ავსტრიაში, დანიაში, ესპანეთში და საფრანგეთში.

ალტერნატიული (ბიოლოგიური) და ტრადიციული მიწათმოქმედების ზუსტი გამოიჯენა საკმაოდ რთულია. მათ შორის არსებობს თანდათანობითი გადასვლები.

ალტერნატიული (ბიოლოგიური) მიწათმოქმედების მიზანია: ნიადაგების ნაყოფიერების შენარჩუნება და გაზრდა; გარემოს დაცვა; აგროეკოსისტემებში ნივთიერებების წრებრუნვის და ენერგიის გადატანის გააქტიურება; მისაღები პროდუქციის მასა- და ენერგოტევადობის შემცირება; წარმოებული პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესება; პროდუქციის გარანტირებული რაოდენობის წარმოება; აგროეკოსისტემების მდგრადობის უზრუნველყოფა.

ალტერნატიული მიწათმოქმედება ვითარდება შემდეგი მიმართულებით: ორგანული, ბიოდინამიკური, ორგანო-ბიოლოგიური და სხვ.

ორგანული მიწათმოქმედება. მისი წარმოების დროს გამოირიცხება ან არსებითად მცირდება მინერალური სასუქების და პესტიციდების გამოყენება. ორგანული მიწათმოქმედება განსაკუთრებით გავრცელებულია აშშ. ორგანული მიწათმოქმედების ხერხები უზრუნველყოფს ბუნებრივი რესურსების რაციონალურ გამოყენებას, არახელსაყრელ ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში სიმინდის და სოიოს მოსავლიანობის მინიმალურ შემცირებას (ცალკეულ შემთხვევაში გაზრდას), ხორბლის, სიმინდის, კარტოფილის წარმოების დროს ბუნებრივი ენერგიის ეფექტურ გამოყენებას. მაგრამ ამასთან ერთად იზრდება შრომითი დანახარჯები (12-20 %), მცირდება შრომის ნაყოფიერება (22-95 %) და მოსავლიანობა (მაგალითად, ხორბლის 43 % - მდე).

აშშ ორგანული მიწათმოქმედების თესლბრუნვებისათვის ჩვეულებრივია პარკოსანი კულტურების მორიგეობა ისეთი კულტურებით, რომლებიც ხასიათდება აზოტში მაღალი მოთხოვნილებით. ნიადაგს ამუშავებენ ბელტის ამოუბრუნებლად (დადისკვა, დაღარვა და ა.შ.). სარეველებთან ბრძოლას აწარმოებენ როგორც თესლბრუნვაში წარმოდგენილი კულტურებით, ისე შუალედური კულტურებით, ნათესების შემჭიდროვებით, რიგთამორისებში საფარი კულტურებით.

მწერებისაგან მცენარეებს იცავენ ენტომოფაგები: ოქროთვალა, ტრიქოგრამა, მტაცებელი ტკიპები (ფიტოსეილუსი), და აგრეთვე ბიოპრეპარატები. ასე, მაგალითად, ქერცლფრთიანების წინააღმდეგ იყენებენ ბაქტერიალურ შტამს *Bacillus thuringiensis*, რომელიც არის სამრეწველო პრეპარატების აქტიური კომპონენტი. კოლორადოს ხოჭოს წინააღმდეგ ეფექტურია სოკოვანი პრეპარატი ბოვერინი, რომლის შემადგენლობაში შედის სოკო *Beaveria bassiana*. მწერის ორგანიზმში მოხვედრისას სოკო გამოყოფს ტოქსინებს - ბოვერიცინს და ციკლოდექსინ-პეპტიდს. საკმაოდ ეფექტურია მცენარეული წარმოშობის ინსექტიციდები და აგრეთვე სპეციალური საჭერები ანტრაქტანტებით ქერცლფრთიანებისათვის, ხოლო დაავადებების წინააღმდეგ - მცენარეული შემადგენლობები და სუსტად ტოქსიკური პრეპარატები. ორგანულ მიწათმოქმედებაში მინერალური აზოტოვანი სასუქების მაგიერ იყენებენ მაღალხარისხიან ორგანულ სასუქებს (ნაკელი, კომპოსტი, მწვანე სასუქები). მიწათმოქმედების ამ სისტემაში იყენებენ აგრეთვე, მინერალურ სასუქებს, მაგრამ მათ უნდა ჰქონდეთ წყალში სუსტი ხსნადობა. დადგენილია, რომ ორგანული სასუქების გამოყენება ყველაზე ეფექტურია ბიოლოგიურად ხელსაყრელ დროში გამოყენებისას. პირველ რიგში ეს ეხება კომპოსტს. მის დამზადებას აქვს დიდი ჰიგიენური მნიშვნელობა. კომპოსტირების დროს ხდება მრავალი დაავადების გამომწვევის ინაქტივაცია. მაღალი ტემპერატურის დროს კომპოსტურ გროვაში იღუპება კულტურული მცენარეების გამომწვევი ბაქტერიები. ამასთან ერთად, მრავალი სარეველას თესლი კარგავს აღმოცენების უნარს და ამგვარად, აგროტექნიკური ხერხებით შეიძლება მინიმუმამდე დაეყვანოს ჰერბიციდების გამოყენება.

როგორც სასუქი, კომპოსტი განსაკუთრებით ეფექტურია კვებისადმი მომთხოვნი კულტურებისათვის (სტაფილო, კარტოფილი, სიმინდი, ჭარხალი).

კომპოსტირების ინტენსიური პროცესების დროს საწყისი ნივთიერებები მთლიანად ტრანსფორმირდებიან. ამ დროს განთავისუფლებული აზოტი თავიდან ფიქსირდება მიკროორგანიზმებით. საბოლოოდ კომპოსტში არის ორგანულად ბმული აზოტის 95 %-ზე მეტი. იმისათვის, რომ ის გახდეს მცენარეებისათვის მისაწვდომი, საჭიროა მისი მინერალიზაცია. ოპტიმალური კომპოსტირებისას აზოტის დანაკარგები უმნიშვნელოა. თაკარა ნაკელის დუღილის დროს აზოტი გროვდება ამონიუმის სახით, რომელიც უშუალოდ არის მისაწვდომი

მცენარეებისადმი. პაერთან უშუალო კონტაქტის დროს (ნაკელის გაბნევა, შეტანა ნიადაგში) აღინიშნება ამიაკის დიდი დანაკარგები. გამზადებულ კომპოსტში ზოგჯერ უმატებენ კალიუმთან და ფოსფორთან სასუქებს.

ბიოდინამიკური მიწათმოქმედება. მიწათმოქმედების ამ ტიპს საფუძველი ჩაეყარა XX საუკუნის 30-იანი წლების ბოლოს. ამჟამად დასავლეთ ევროპის სასოფლო-სამეურნეო საწარმოების საერთო სტრუქტურაში მისი წილი შეადგენს 1 %-ზე ნაკლებს. ბიოდინამიკური მიწათმოქმედება სოფლის მეურნეობაში ერთ-ერთი ძველი ორგანიზებული მოძრაობაა. თავიდანვე ის აერთიანებდა სოფლის მეურნეობის ბიოლოგიურ, ტექნიკურ, ეკონომიკურ და სოციალურ ასპექტებს. 1928 წლიდან ბიოდინამიკურმა მოძრაობამ პირველად დაიწყო კვების სერტიფიცირებული პროდუქტების გაყიდვა.

ბიოდინამიკური მიწათმოქმედების დროს მიწათმოქმედების პრობლემას იხილავენ კომპლექსურად, ე.ი. სოფლის მეურნეობას, ადამიანის გარემოს, კოსმოსს და აგრეთვე, მათ ურთიერთგავლენას. მინერალურ სასუქებს და პესტიციდებს საერთოდ არ იყენებენ. მცენარეების დაავადებების წინააღმდეგ ფართოდ იყენებენ მცენარეული წარმოშობის პრეპარატებს: ფარსმანდუკის, ჭინჭრის, გვირილას, კატაბალასას ნაყენებს.

ბიოდინამიკის ფუძემდებელი იყო გერმანელი მეცნიერი რუდოლფ შტეინერი (1861-1925).

ბიოდინამიკურ ფერმებს აყალიბებენ ორგანიზმის მსგავსად. ბიოდინამიკაში ტერმინი "ორგანიზმი" ცენტრალურია და მის ქვეშ იგულისხმება ცალკე აღებული მცენარე ან ცხოველი. მაგრამ მცენარეების და ცხოველების თანასაზოგადოებებს, სისტემას "მცენარე-ნიადაგი" და უფრო მსხვილ ეკოლოგიურ ერთეულებს შეიძლება ჰქონდეთ ორგანიზმისათვის დამახასიათებელი ნიშნები.

ბიოდინამიკურ ფერმებში სასუქებად გამოიყენება სხვადასხვა კომპოსტები და სპეციალური მინერალური დანამატები (კაჟმიწა, კირქვა და სხვ.). მცენარეთა დაცვაში იყენებენ კაჟმიწის საფუძველზე დამზადებულ პრეპარატებს და აგრეთვე ბიოდინამიკურ პრეპარატებს, რომელიც დამზადებულია მცენარეულ საფუძველზე. ბიოდინამიკის ელემენტები მოტანილია ასტროლოგიურ კალენდრებში. გავრცელებულია მოსაზრება, რომ ბიოდინამიკური მიწათმოქმედება მიზანშეწონილია მხოლოდ აგროცენოზების დაბალი პროდუქტიულობის დროს.

ორგანობიოლოგიური მიწათმოქმედება. ეს მიმართულება ეკოლოგიური, ალტერნატიული და ბიოლოგიური მიწათმოქმედების და ლემეტრ-ბუშეს (საფრანგეთი) ან მიულერ-რუშეს (შვეიცარია) ტექნოლოგიების ტოლფასოვანია. მას საფუძვლად უდევს იდეა იმის შესახებ, რომ ნიადაგიდან მინერალური ნივთიერებები შთაინთქმევა არა მარტო იონების, არამედ მაკრომოლეკულების სახით. ისინი წარმოადგენენ საკვებ ნივთიერებას ნიადაგური მიკროორგანიზმებისათვის, რომლებიც გარდაქმნიან ძნელადხსნად ნაერთებს მცენარეებისათვის ადვილადხსნად ფორმებში. ამიტომ ორგანობიოლოგიურ მიწათმოქმედებაში მთავარია კვების მართვით, ნიადაგური მიკროფლორის აქტივიზაციით ნიადაგის ნაყოფიერების გადიდება. ამისათვის კომპოსტები შეაქვთ ზედაპირულად, ხოლო ზედა შრეების დამუშავებისას ცდილობენ შეინარჩუნონ ნიადაგის სტრუქტურა. მავნებლებსა და დაავადებებისაგან მცენარეების დაცვა ხორციელდება ისევე, როგორც ორგანულ მიწათმოქმედებაში. ნიადაგის თვისებებს აუმჯობესებენ თესლბრუნვებში ბალახიანი ნარევების დამუშავებით. ბალახიანი ნარევის მწვანე მასა აგრეთვე კარგ საკვებს წარმოადგენს. მეურნეობებში საქონლის უქონლობის შემთხვევაში მავნე მასა გააქვთ და აკომპოსტებენ. ნიადაგში მწვანე მასის უშუალო შეტანა არარაციონალურია. მიწათმოქმედების ამ სისტემის გამოყენების დროს არ არის გამოირიცხული ისეთი სასუქების (კირქვა, ბენტონიტები, ფოსფატები და სხვ.) გამოყენება, რომლებიც შეიცავს მინერალური ელემენტების ძნელადხსნად ფორმებს.

სისტემა ANOG (დამუშავებულია ბუნებრივ ხარისხიანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მომყვანი კომიტეტის მიერ). სხვა სისტემებთან შედარებით ეს სისტემა ყველაზე ახლოა ტრადიციულ სოფლის მეურნეობასთან. მან მიიღო პირობითი სახელწოდება 'ბუნებასთან ახლო' და ძირითადად ემთხვევა ორგანობიოლოგიურ მიწათმოქმედებას. ნიადაგის მდგომარეობის ანალიზის საფუძველზე ყოველი მეურნეობისათვის მუშავდება ორგანული სასუქების შეტანის ინდივიდუალური გეგმები. იმ შემთხვევაში, თუ უზრუნველყოფილია ნაწარმში ქიმიკატების ნარჩენი რაოდენობების შემცველობის საგულდაგულო კონტროლი, პერბიციდების გარდა დასაშვებია ყველა სინთეტიკური პრეპარატების გამოყენება.

“მწვანე რევოლუციის” და “მწვანე ევოლუციის”
აგროეკოსისტემების მოდელების შედარება

დახასიათება	მოდელი	
	„მწვანე რევოლუციის“	„მწვანე ევოლუციის“
ენერგიის მოხმარება:		
ტრადიციული წყაროებიდან	მაღალი	ზომიერი
არატრადიციული წყაროებიდან	დაბალი	ზომიერი
სპეციალიზაცია	მეცხოველეობა ან მეცენარეობა	კომპლექსური
მიწათსარგებლობის სტრუქტურა	ყველა მიწები გამოიყენება სახნავედ	მიწების ნაწილი დაკავებულია ტყით, მრავალწლიანი ბალახებით
საერთო ბიოლოგიური მრავალფეროვნება	დაბალი	ზომიერი და მაღალი
სელექციის მიმართულება	პროდუქციული პოტენციალის ზრდა	ადაპტიური პოტენციალის ზრდა
წარმოების ხერხი	ერთსახეობრივი ნათესები	მრავალსახეობრივი ნათესები
სარეველა სახეობების, მავნებლების კონტროლი	ქიმიური	ბიოლოგიური, აგროტექნიკური
სიღერაცია	ძლიერი	ზომიერი
ნიადგზე მექანიკური ზემოქმედება	ძლიერი	ზომიერი
საქონლის სულადობის სტრუქტურა	ერთი, იშვიათად ორი სახეობა	რამდენიმე სახეობა
საკვებით უზრუნველყოფა	ძირითადად სახნავეის ხარჯზე	ძირითადად ბუნებრივი საკვები საეარგულების ხარჯზე

1986 წელს რომში ჩატარდა საერთაშორისო სიმპოზიუმი, რომელიც მიეძღვნა ე.წ. 'მეორე მწვანე რევოლუციას'. ეს ახალი ცნება გულისხმობს აგროეკოსისტემებში ანთროპოგენული ენერგიის წილის შემცირებას და მის შეცვლას ბიოსისტემის 'შინაგანი' ენერგიით. გავრცელებული შეხედულების მიხედვით 'მწვანე რევოლუციამ', რომელიც მიმართულია სოფლის მეურნეობაში ბუნებათსარგებლობის სისტემის შეცვლაზე, შეიძლება გამოიწვიოს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოების შემცირება. აგროეკოლოგიის არსს უფრო შეეფერება 'მწვანე ევოლუციის' სახელწოდება, რადგანაც ის უფრო ზუსტად გამოხატავს თანდათანობითი რაოდენობრივი ცვლილებების პროცესის ცოდნას.

3.5. ვერმიკულტურა და ბიოკუმუსი

აგროეკოლოგიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა ეკოსისტემების ჰარმონიული განვითარების ოპტიმალური სქემების ჩამოყალიბება. უკანასკნელი წლების გამოცდილება მოწმობს, რომ მხოლოდ ტექნოკრატიულ საფუძველზე დაფუძნებული სასოფლო-სამეურნეო წარმოების პროდუქტიულობის ზრდა უპერსპექტივო გამოდგა. ამის მთავარი მიზეზია ღრმა შეუსაბამობა ანთროპოგენურ ტექნოლოგიებსა და ეკოლოგიური სისტემების ფუნქციონირების კანონებს შორის. ცნობილია, რომ ნიადაგის ნაყოფიერების ზრდის პროგრესი ამ ნაყოფიერების მუდმივი წყაროების დაშლის პირდაპირპროპორციულია. ამიტომ აგროეკოსისტემებში საჭიროა პროდუქციული პროცესების სისტემური მართვა. ამის ნათელ მაგალთს წარმოადგენს ვერმიკულტივირება.

ვერმიკულტივირება ბიოტექნოლოგიის ახალი მიმართულებაა და გულისხმობს ჭიაყელების ზოგიერთი სახეობის სამრეწველო გაშენებას (Vermes - ჭია).

ვერმიკულტურის მეთოდი არსებითად ზღუდავს გარემოს გაჭუჭყიანებას სხვადასხვა პოლუტანტებით. ამ მეთოდის მიმართ დიდ ინტერესს იჩენენ ე.წ. ალტერნატიული მიწათმოქმედების მომხრეები, რადგანაც ეს ნიშნავს მინერალურ სასუქებსა და პესტიციდებზე უარის თქმას. ესაა მოწოდება კომპოსტების ფართო გამოყენებისათვის. სწორედ კომპოსტებს შეუძლიათ უზრუნველყონ ნიადაგის ბიოლოგიური აქტიობა მაღალ დონეზე.

ნარჩენებზე ჭიაყელების ხელოვნური გაშენების პირველი მეურნეობები შეიქმნა აშშ 40-იან წლებში. ჭიაყელებს აშენებდნენ სატყუარას მისაღებად თევზის ჭერისათვის. ამჟამად ჭიაყელებს იყენებენ უფრო ფართოდ, როგორც სოფლის მეურნეობაში, ისე წარმოების სხვა დარგებში.

ვერმიკულტურა წარმოადგენს კომპოსტურ ჭიებს ორგანულ სუბსტრატში. ზოგჯერ ამ ტერმინის ქვეშ გულისხმობენ მხოლოდ ჭიებს ან, პირობით, სუბსტრატს. ვერმიკულტურა წარმოადგენს რთულ ეკოლოგიურ თანასაზოგადოებას, რომელიც შეზღუდულია კულტურულ ლანდშაფტში გარკვეული ბიოტოპით. ჭიები აერთიანებენ უხერხემლოთა ჯგუფის რამდენიმე ტიპს. ჭიაყელებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვთ ნიადაგთწარმოქმნის პროცესში, ნიადაგების ნაყოფიერების ფორმირებაში. ჭიაყელები ნიადაგური მაკროფაუნის შემადგენლობაში შემავალი უხერხემლოთა შორის ყველაზე მსხვილი ბინადრები არიან. ისინი ნიადაგის ბიომასის სულ მცირე, ნახევარს შეადგენენ. ტყის ეკოსისტემებში ჭიაყელების მასა ნიადაგური მასის 50-დან 72 % - მდე შეადგენს. ჭიაყელის სიგრძე საშუალოდ 9-13 სმ-ია, ხოლო ჩვენში მათი სიგრძე 45 სმ აღწევს. (მსოფლიოში ყველაზე მსხვილი ჭიაყელას - *Megascolides australis* - სიგრძე აღწევს 2,5 მ). ჭიაყელების სიმკვრივე 1 მ² აღწევს 120 ერთეულს, ხოლო ბიომასა 50 გრ 1 მ². ჭიაყელების კვების ძირითადი წყაროა მცენარეული ნარჩენები. ჭიაყელები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ნიადაგის თვისებებზე. ისინი აუმჯობესებენ ნიადაგის აერაციას, ხელს უწყობენ წყლის მიმოქცევას, აძლიერებენ ჰუმუფიკაციის, ნიტრიფიკაციის და ამონიფიკაციის პროცესებს.

ჭიაყელებს შეუძლიათ შიმშილი 2-4 თვის მანძილზე. ისინი ტენის მოყვარულები არიან. კვებისათვის ოპტიმალური ტემპერატურაა 20-25 °C, გამრავლებისათვის - 12-17 °C. საჭიროებენ აერაციას.

ქეშიანი და თიხიანი, მჟავე და დამლაშებული ნიადაგები მიუღებელია ჭიაყელების კულტივირებისათვის. არეს ოპტიმალური რეაქციაა ნეიტრალური და სუსტად მჟავე. ჭიაყელები გაურბიან ქარს. ბუნებრივ პირობებში ჭიაყელები არ ავადდებიან და არც განიცდიან რომელიმე ეპიდემიას. ჭიაყელების დალუპვა ბუნებრივ პირობებში დაკავშირებულია ნიადაგების გადამეტებულ ქიმიზაციასთან. ჭიაყელებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვთ ნიადაგების გაკეთილშობილებაში. ამით არის გამოწვეული მათი კულტივირებისადმი

გადიდებული ინტერესი. ასე, მაგალითად, 1959 წელს კალიფორნიამ (აშშ) მრავალწლიური სელექციური მუშაობის შედეგად გამოყვანილი იყო ჭიაყელის ახალი სახესხვაობა. მან მიიღო 'წითელი ჭიაყელის კალიფორნიის ჰიბრიდის' ან უბრალოდ 'კალიფორნიის წითელი ჭიაყელის' სახელწოდება. 1979 წლიდან დაიწყო მისი გამრავლება დასავლეთ ევროპასა და იაპონიაში. ნაყოფიერებით და აქტივობით ეს ჰიბრიდი საგრძნობლად აღემატება ჩვეულებრივ ჭიაყელას და კარგად ექვემდებარება ხელოვნურ პირობებში მოყვანას. კალიფორნიის ჭიაყელა "შინაკუდაა" და დღის განმავლობაში მოიხმარს თავისი წონის სიდიდის საჭმელს. სელექციონერებმა გამოიყვანეს ჭიაყელები, რომლებიც დღე-ღამეში ამუშავებენ ნარჩენებს მარგი ქმედების მაღალი კოეფიციენტით. ჩარლს დარვინმა (1881) ჭიაყელებს სპეციალური შრომები მიუძღვნა. ის განსაკუთრებით აღნიშნავდა ჭიაყელების მნიშვნელობას ნიადაგის ნაყოფიერების ფორმირების საქმეში. თუმცა გუთანში მიეკუთვნება კაცობრიობის უძველეს გამოგონებას, მაგრამ ნიადაგს უფრო ადრე ამუშავებდნენ ჭიაყელები და ასე იქნება ყოველთვის.

ჭიაყელები ყლაპავენ ორგანული ნივთიერების ნაწილს და ტრანსფორმირების შემდეგ გამოყოფენ მათ კოპროლიტების 'ქვიანი' ექსკრემენტების სახით. კოპროლიტები აუმჯობესებენ ნიადაგურ სტრუქტურას. კოპროლიტების ზეგავლენით უმჯობესდება ნიადაგების ბიოქიმიური შემადგენლობა. საბოსტნე ნაყოფიერი ნიადაგის ზედა ფენასთან შედარებით კოპროლიტები შეიცავს 5-ჯერ მეტ ბიოლოგიურ აზოტს; ისინი 7-ჯერ უფრო მდიდარია ფოსფორით და 11-ჯერ კალიუმით. კოპროლიტებში გროვდება კალციუმის მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რაც უზრუნველყოფს კარგ წყალგამძლე სტრუქტურას და მაღალ წყალშეკავებით უნარს. ამის გარდა კალციუმი აქვეითებს არეს მჟავიანობას და ამუხრუჭებს მცენარეების დაავადებების განვითარებას. კოპროლიტების გარშემო ენერგიულად ვითარდება ნიადაგური მიკროფლორა. ყოველივე ეს აუმჯობესებს მცენარეების ზრდის და განვითარების პირობებს. ჭიაყელები ამდიდრებენ ნიადაგს მაკრო- და მიკროელემენტებით, ზრდის ნივთიერებებით, ანტიბიოტიკებით. ჭიაყელის ბიომასის შემადგენლობაში შემავალი პროტეაზას ფერმენტი ხასიათდება ბიოსტიმულირებელი მოქმედებით, აუმჯობესებს ცხოველების მიერ საკვების მონელებას, ხელს უწყობს ორგანიზმში ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიური პროცესების გააქტიურებას.

ჭიაყელების კულტურის საფუძველზე ამზადებენ უაღრესად ძვირფას ორგანულ სასუქს ე.წ. 'ბიოჰუმუს'. ბიოჰუმუსი წარმოადგენს რუხი-ყავისფერი შეფერილობის მიწის სუნის მქონე კომპოზიციონ მიკროგრანულირებულ ნივთიერებას. ის შეიცავს კარგად დაბალანსებულ და ადვილადხსნად ფორმაში მცენარის კვებისათვის საჭირო ყველა ნივთიერებას. ბიოჰუმუსში შშრალი ორგანული მასის საშუალო შემცველობა შეადგენს 50 %, ხოლო ჰუმუსის - 18 %; არეს რეაქცია მეტად ხელსაყრელია მცენარეების და მიკროორგანიზმებისათვის - $pH=6,8-7,4$; აზოტის საშუალო შემცველობა აღწევს 2,2 %; ფოსფორის - 2,6 %; კალიუმის - 2,7 % და ა.შ. ამის გარდა, ბიოჰუმუსში წარმოდგენილია პრაქტიკულად ყველა საჭირო მიკროელემენტი და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერება, მათ შორის ფერმენტები, ვიტამინები, ჰორმონები, აუქსინები, პეტეროაუქსინები და სხვ. ბიოჰუმუსის საუკეთესო ნიმუშების 1 გრ-ში აღინიშნება მიკროორგანიზმების რამდენიმე მილიარდი უჯრედი, რაც მნიშვნელოვნად აღემატება ნაკელში მიკრობების რაოდენობას (დაახლოებით 150-350 მლნ უჯრედი). ბიოჰუმუსი განსხვავდება მაღალი ფერმენტატიული (განსაკუთრებით ოქსიდირეკტაზის) აქტიურობით. ბიოჰუმუსი ხასიათდება ჰუმუსის ფულვატურ-ჰუმატური ტიპით ($C_p \quad C_h = 1,0-1,5$), რაც ხელს უწყობს ნიადაგის აგრონომიულად ძვირფასი სტრუქტურის ფორმირებას. ბიოჰუმუსის შემადგენლობაში არსებული კვების ელემენტები ურთიერთობენ ნიადაგის მინერალურ კომპონენტებთან და წარმოქმნიან რთულ კომპლექსურ ნაერთებს. ამიტომ ისინი საიმედოთაა დაცული გამორეცხვისაგან, ნელა იხსნება წყალში და უზრუნველყოფს მცენარის კვებას ხანგრძლივი დროის მანძილზე (არა ნაკლებ 2-3 წლისა). თავისი საკვები ღირებულებით ბიოჰუმუსი ხშირად აღემატება ორგანულ სასუქებს.

გრანულების ზომების მიხედვით ბიოჰუმუსი იყოფა რამდენიმე სახეობად:

ძოდერი (გრანულები ზომით 0,3-0,7 მმ) ბიოჰუმუსის რბილი ფრაქცია. გამოიყენება საბოსტნე და სასათბურე კულტურების დამატებითი კვებისათვის.

ძორი (გრანულები ზომით 0,7-1 მმ) ბიოჰუმუსის ყველაზე მსხვილი ფრაქცია. გამოიყენება მემცენარეობაში, მებოსტნეობაში და მებაღეობაში. შეაქვთ მწკვრივებში და ბუდეებში დათესვის დროს.

მული (გრანულები ზომით 0,1 მმ-მდე) - ბიოჰუმუსის უწყვილესი ფრაქცია (ჰუმუსოვანი ფეკილი). ნიადაგში შეტანისას სწრაფად იხსნება და შეითვისება მცენარეების მიერ. გამოიყენება ფესვგარეშე დამატებითი კვების, მცენარეების 'კვების' ღროს და აგრეთვე მცენარეების ზრდის სწრაფი ეფექტის მისაღებად.

ბიოჰუმუსის ხარისხი ფასდება საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისად. მათი მიხედვით გათვალისწინებულია შემდეგი მოთხოვნები:

ტენიანობა, %	30-40
ორგანული ნივთიერება, %	20-30
წყალხსნადი მარილები, %	0,5
pH	6,5-7,5
საერთო აზოტი, %	1,5 მეტი
P_2O_5	1,2-1,5
K_2O	1,1-1,2
C : N	15
Mg, %	1
Ca, %	4

ბიოჰუმუსი არ უნდა შეიცავდეს ბიოლოგიურად დაუმუშავებელ ნივთიერებას (პოლიმერები, ქვები, შუშა); მცენარეებს, რომლებსაც აქვთ გამრავლების უნარი.

ბიოჰუმუსის გამოყენება სასიკეთოდ მოქმედებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის ფორმირებაზე და აუმჯობესებს პროდუქციის ხარისხს. დადგენილია, რომ ბიოჰუმუსის გავლენით მარცვლოვნების მოსავლიანობა მატულობს 30-40 %, კარტოფილის – 30-70 და ბოსტნეული კულტურების – 35-70 %.

ბიოჰუმუსის გავლენით პროდუქციის ხარისხის ზრდის მაგალითს წარმოადგენს ნაყოფებსა და ბოსტნეულში ვიტამინ C (მგ/100 გრ) შემცველობის გადიდება.

ფონი 'ნაკელი + მინერალური სასუქები' აშკარად ჩამორჩება ყველა კულტურის მიხედვით.

ბიოჰუმუსის შეტანის დოზები იცვლება წლის მეტეოპირობების გათვალისწინებით.

ბიოჰუმუსზე 'მგრძნობიარობის' მიხედვით მცენარეები იყოფა:

მაღალ მგრძნობიარე, ნახშირწლებით მდიდარი: კარტოფილი,

სტაფილო, ჭარხალი (საკვები, შაქრის და სუფრის), ხილი. ამ კულტურებთან ბიოჰუმუსის გამოყენება ზრდის მოსავალს 35 % - მდე;

ცხრილი 32

ბიოჰუმუსის გავლენა ვიტამინ C შემცველობაზე
სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტაში
ნაკელის და მინერალური სასუქების გამოყენებასთან შედარებით

კულტურა	ბიოჰუმუსი	ნაკელი + მინერალური სასუქები
კარტოფილი	48	15
ხენდრო	90	52
წიწაკა	320	150
ლობიო	43	10
ვაშლი	32	5

კარგად მგრძნობიარე: ყველა მარცვლოვანი კულტურა (საგაზაფხულო და საშემოდგომო ზორბალი, ჭვავი, ქერი, შერია, ბრინჯი, ფეტვი, წიწიბურა, სიმინდი, სორგო). ბიოჰუმუსის გამოყენებით მოსავალი იზრდება 25 % -მდე;

საშუალოდ მგრძნობიარე: პარკოსანი კულტურები (ბარდა, სოიო, ოსპი), იონჯა, ძიძო, ესპარცეტი და სხვ. ბიოჰუმუსის გამოყენებით მოსავალი იზრდება 15 % -მდე.

სუსტად მგრძნობიარე: ზეთოვანი და ეთერზეთოვანი კულტურები (მზესუმზირა, რაფსი, მლოგვი, ქინძი და სხვ.).

ბიოჰუმუსის ძირითადი თვისებებია:

ბიოჰუმუსი სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდასა, განვითარებასა და მოსავლიანობაზე მოქმედებით ბევრად აღემატება ტრადიციულ ორგანულ სასუქებს;

ბიოჰუმუსში კვების ელემენტები იმყოფება ორგანულ ფორმაში,

რაც იცავს გამორეცხვისაგან და ხელს უწყობს მათ პროლონგირებულ მოქმედებას;

ბიოკუმუსში კვების ელემენტების მისაწვდომობა საგრძნობლად დიდია, რაც აიხსნება იმით, რომ მათი უმრავლესობა კარგად შესათვისებელი ფორმით არის წარმოდგენილი;

ბიოკუმუსის გავლენით ყალიბდება არეს ოპტიმალური რეაქცია, რაც თავის მხრივ მცენარეების განვითარებისათვის უფრო ხელსაყრელ გარემოს ქმნის.

ბიოკუმუსი ხასიათდება მაღალი ბუფერულობით. ამიტომ ნიადაგურ ხსნარში არ იქმნება მარილების გადიდებული კონცენტრაცია, რაც ჩვეულებრივი მოვლენაა მინერალური სასუქების მაღალი დოზების შეტანისას;

ბიოკუმუსში სასარგებლო მიკროფლორის სიუხვე არსებითად ზრდის მის საკვებ და ფიტოსანიტარულ მნიშვნელობას უმაღლესი მცენარეებისათვის;

სარეველა მცენარეების თესლების უქონლობა პრაქტიკულად გამორიცხავს შემდგომში სარეველებთან მექანიკური და ქიმიური ბრძოლის აუცილებლობას;

ბიოკუმუსში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობა ამცირებს მცენარეების სტრესულ მდგომარეობას, ზრდის მათ გაზარებას, აჩქარებს თესლის აღმოცენებას, ზრდის მცენარეების მდგრადობას დაავადებებისადმი და ა.შ. ჭიაყელების უნარი შეცვალონ ტოქსიკანტების ქცევა სისტემაში 'ნიადაგი-მცენარე' განაპირობებს ეკოლოგიურად უსაფრთხო სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მიღებას.

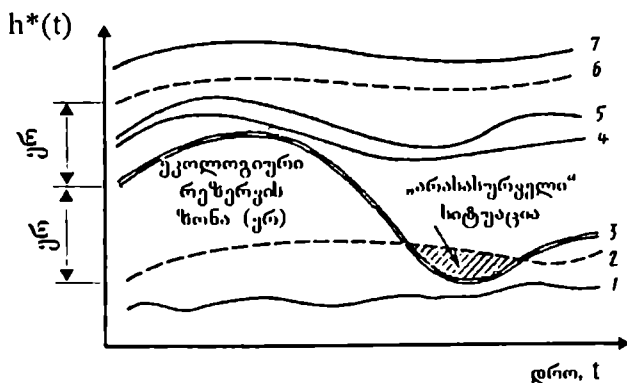
4.1. ცნება მონიტორინგის შესახებ

ინფორმაცია გარემოზე და მის ელემენტებზე გამოიყენება ადამიანის მიერ უხსოვარი დროიდან. უკვე დიდი ხანია მიმდინარეობს ამა თუ იმ კომპონენტის ბუნებრივი ცვლილების რეგისტრირება (მეტეოროლოგიური, ჰიდროლოგიური, ფენოლოგიური და სხვ.). 60-იანი წლებიდან გარემოს საგრძნობმა გაუარესებამ მწვავედ დააყენა მისი მდგომარეობის აუცილებლობა. საჭირო გახდა ორი ამოცანის გადაწყვეტა: გარემოში მიმდინარე ცვლილებების აღრიცხვა და მოსალოდნელი ცვლილებების პროგნოზი.

ინფორმაციის მიღებასთან ერთად სასურველია ვიცოდეთ თუ რომელი გარემოა ოპტიმალური ადამიანის ნორმალური სიცოცხლისათვის. გასაგებია, რომ 'ოპტიმალურობა' ფასდება კონკრეტული მაჩვენებლების ერთობლიობით. საჭიროა გარემოზე ზღერული დასაშვები დატვირთვების დადგენა. ამ დატვირთვების გადაჭარბებამ შეიძლება გამოიწვიოს გარემოს მკვეთრი გაუარესება. მეტად მნიშვნელოვანია გარემოს ხარისხის ცნება. ეს არის ისეთი პარამეტრების ერთობლიობა, რომლებიც მთლიანად აკმაყოფილებენ როგორც ადამიანის ეკოლოგიურ ნიშას, ისე საზოგადოების სამეცნიერო-ტექნიკურ პროგრესს. გარემოს ხარისხი შეიძლება იყოს გამოხატული აბსოლუტურ ან პირობით ერთეულებში (ბალებში), რომლებიც ახასიათებს ცალკეულ კრიტერიუმებს ან პარამეტრებს. ამ ბალების ჯამური მნიშვნელობა ასახავს გარემოს მდგომარეობას კონკრეტულ რაიონში. აშშ 1969 წლიდან არსებობს მსგავსი ბალური მაჩვენებელი, რომელიც ცნობილია გარემოს ხარისხის ინდექსის სახელწოდებით. მისი მაქსიმალური მნიშვნელობა (საუკეთესო პირობებისათვის) არის 700 ბალი. ის განისაზღვრება წყლის, ჰაერის, ბუნებრივი რესურსების და სხვ. მდგომარეობის ბალური შეფასებით. ყოველწლიურად გარემოს ხარისხის ინდექსი მცირდება: 1969 წელს - 406, 1977 წელს - 343, 1987 წელს 311 და ა.შ. ბალური შეფასება საშუალებას იძლევა იმ ფაქტორის დასადგენად, რომლის გავლენით მცირდება ინდექსი.

ეკოლოგიურ სისტემაში ცვლილებების დასადგენად და შესაბამისი გადაწყვეტილებების მისაღებად აუცილებელია 'ათვლის წერტილის'

ანუ ფონური მაჩვენებლის ცოდნა. ასეთი ფონური მდგომარეობის პარამეტრები იცვლება ადამიანის საქმიანობის ზემოქმედებით. ამასთან ერთად არსებობს გარემოს ხარისხის გარკვეული კრიტიკული დონეები (მინიმალური და მაქსიმალური), რომლის ფარგლებს გარეთ მუდმივ ზემოქმედებებს არ უნდა გაყავდეს მოცემული სისტემა. წინააღმდეგ შემთხვევაში შესაძლებელია შეუქცევადი ცვლილებები. ამგვარად, ეკოსისტემებზე ზემოქმედებას უნდა გააჩნდეს ზოგიერთი ზღვრულად დასაშვები მინიმუმი და მაქსიმუმი (ნახ. 22).



სურ. 22. სხვადასხვა დატვირთვების დროს სისტემის ელემენტების მდგომარეობის დროში $h^*(t)$ ფუნქციის გრაფიკი (ისრაელი, 1979)

1 და 7 ცვლილებების ქვედა და ზედა კრიტიკული ფარგლები; 2 და 6 - დასაშვები ცვლილებების ქვედა და ზედა ფარგლები (სისტემის მოქმედების ფარგლები); 5 - სისტემის აგზნებული მდგომარეობა; 3 - სისტემის ფაქტიური მდგომარეობის ფუნქცია ანთროპოგენური ზემოქმედების დროს; 4 - სისტემის ნორმალური მდგომარეობა; ინტერვალები ფაქტიურ მდგომარეობასა (მრუდი 3) და ზემოქმედების ზედა (6) და ქვედა (7) დასაშვებ ფარგლებს შორის ახასიათებს ზემოქმედების „ეკოლოგიურ რეზერვს“.

ეკოლოგიური სისტემების ნორმალური ფუნქციონირების და მდგრადობისათვის არ უნდა იყოს გადამეტებული გარკვეული ზღვრული დატვირთვები. ასეთი პარამეტრებია ზღვრული დასაშვები ეკოლოგიური დატვირთვა ან მოცემული სისტემისათვის ამა თუ გარეშე ნივთიერებების ზღვრული დასაშვები კონცენტრაციები. ამასთან

დაკავშირებით განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ეკოსისტემებში კრიტიკული ან ყველაზე მგრძნობიარე რგოლების მოძიებას, რომლებიც ყველაზე სწრაფად და ზუსტად ახასიათებს მათ მდგომარეობას. ეს ღონისძიებები შედის მონიტორინგის სისტემაში.

მონიტორინგი - გარემოს მდგომარეობაზე მეთვალყურეობის და კონტროლის სისტემაა მისი დაცვის, ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენების ღონისძიებების დამუშავების მიზნით და ადამიანის, ცოცხალი ორგანიზმების და მათი თანასაზოგადოებების, ბუნებრივი კომპლექსების და ობიექტების მავნე და საშიში კრიტიკული სიტუაციების ასაცილებლად. ტერმინი "მონიტორინგი" წარმოიშვა ლათინური სიტყვის "მონიტორი"-საგან, რაც ნიშნავს წინმხედველი და ითარგმნება როგორც "მეთვალყურე" ანუ "გამაფრთხილებელი".

გარემოზე მეთვალყურეობის გაეროს სამდივნომ განსაზღვრა ეკოლოგიური მონიტორინგი, როგორც სივრცესა და დროში გარემოს ულემენტებზე განმეორებითი დაკვირვებების სისტემა. ამ სისტემას წინასწარ მომზადებული პროგრამების შესაბამისად გარკვეული მიზნები გააჩნია. მონიტორინგის ობიექტებია ბუნებრივი, ანთროპოგენური ან ბუნებრივ-ანთროპოგენური ეკოსისტემები. მონიტორინგის მიზანია არა მარტო ფაქტების პასიური კონსტატაცია, არამედ პროგნოზირების მიზნით ექსპერიმენტების ჩატარება, პროცესების მოდელირება.

არჩევენ ბიოსფერულ (გლობალურ), რეგიონალურ, ლოკალურ (იმპაქტურ), ეკოლოგიურ, ბიოლოგიურ, სანიტარულ-ტოქსიკოლოგიურ, საერთაშორისო, ნაციონალურ, ბაზისურ (ფონურ), უშუალო და დისტანციურს (მათ შორის ავიაციურს და კოსმოსურს) და სხვა მონიტორინგს. მონიტორინგში განსაკუთრებულ ყურადღებას აქცევენ ბუნებაში არსებულ ანთროპოგენურ ცვლილებებს.

გარემოს გლობალური საერთაშორისო მონიტორინგის სისტემის შექმნის იდეა პირველად იქნა დასაბუთებული 1971 წელს გარემოს პრობლემებზე სამეცნიერო კომიტეტის ("სკოპე") სპეციალური კომისიის მიერ.

მონიტორინგმა რომ შეასრულოს საკონტროლო ფუნქცია, ის უნდა ეყრდნობოდეს მეცნიერულად დასაბუთებული ნორმატივების სისტემას. ამ ნორმატივებს უნდა ჰქონდეს გარკვეული ეკოლოგიური მნიშვნელობა.

ამჟამად არჩევენ მონიტორინგის სამ საფეხურს - ბიოეკოლოგიურს ან სანიტარულ-ჰიგიენურს, გეოეკოლოგიურს და ბიოსფერულს.

ბიოეკოლოგიური ან სანიტარულ-ჰიგიენური მონიტორინგი ეს არის დაკვირვება გარემოს მდგომარეობაზე ადამიანის ჯანმრთელობაზე გავლენის თვალსაზრისით. გარემოში ამ მოვლენებს და პროცესებს აქვს საკმაოდ ნაირგვარი ხასიათი. მათი უკიდურესი გამოხატულება შეიძლება იყოს, ერთის მხრივ, კატასტროფული ხასიათის მოვლენები და პროცესები, ხოლო მეორეს მხრივ, ნაკლებად შესამჩნევი, რომლებიც ვითარდება ხანგრძლივი დროის მანძილზე. შესაბამისად, პირველმა შეიძლება გამოიწვიოს მკვეთრი გადახრა ჯანმრთელობის მდგომარეობაში და ამის გამო განსაზღვროს საგანგებო ღონისძიებების შესრულება მათ ასაცილებლად, პროფილაქტიკისა და მძიმე შედეგების სალიკვიდაციოდ (მაგალითად, ბუნებრივ-კეროვანი ეპიდემიები ან მოსახლეობის მასობრივი მოწამელა). მეორე სახის მოვლენებმა შეიძლება გამოიწვიოს მოსახლეობის ჯანმრთელობაში ნაკლებად შესამჩნევი ცვლილებების გავრცელება. მაგრამ ამ ცვლილებებმა შეიძლება მიიღონ ქრონიკულად გამოწვეული არახელსაყრელი ტენდენციების ფორმა ადამიანების ჯანმრთელობისათვის შორეული შედეგებით (მაგალითად, რადიაციული გამოსხივება ან კვების პროდუქტების გაჭუჭყიანება და ამით გამოწვეული გენეტიკური გადახრები). აქ ჩვეულებრივ გამოიყენება დაავადებათა მაჩვენებელი (დაავადებათა შემთხვევების რიცხვი) და ადამიანთა სიკვდილიანობა.

მონიტორინგის მეორე საფეხური - გეოეკოლოგიური, გეოსისტემური ან ბუნებრივ-სამეურნეო მონიტორინგია. ამ დროს ზღედა მეთვალყურეობა გარემოს უმთავრეს გეოსისტემებზე, მათ შორის, ხელოვნურად შექმნილ სისტემებზე (აგროეკოსისტემები, ქალაქის გარემოს ინდუსტრიული რაიონების გარემო).

მონიტორინგის მესამე საფეხურია ბიოსფერული მონიტორინგი. ის უზრუნველყოფს მეთვალყურეობას, კონტროლს და შესაძლებელი ცვლილებების პროგნოზს გლობალური და რეგიონული მასშტაბით. ბიოსფერულ მონიტორინგის მიეკუთვნება მსოფლიოს წყლის ბალანსის, ბიოსფეროში რადიაციული ღონის ცვალებადობის, ატმოსფეროს ძირითადი გამაბინძურებლების ტრანსკონტინენტალური განაწილების მეთვალყურეობა.

სახელმწიფო მონიტორინგის ამოცანები და ძირითადი მიმართულებებია გარემოს მდგომარეობის მეთვალყურეობა, მისი მდგომარეობის შეფასება და პროგნოზი. მეთვალყურეობა

ითვალისწინებს გარემოს ფაქტიური მდგომარეობის შესახებ ინფორმაციის შეგროვებას. მისი ობიექტებია: 1) ანთროპოგენური ზემოქმედების წყაროები (საწარმოები, ტრანსპორტი და ა.შ.) და ფაქტობრივი გამაბინძურებლები (ნივთიერებები, ხმაური, გამოსხივება და ა.შ.); 2) ბუნებრივი გარემოს, მისი ცალკეული კომპონენტების მდგომარეობა და მათი რეაქცია აღნიშნულ ზემოქმედებაზე; 3) ჯანმრთელობის და მოსახლეობის ცხოველმოქმედების პირობები. შეფასება, ერთის მხრივ, გულისხმობს ანთროპოგენური და ბუნებრივი ზემოქმედებისაგან მიყენებული ზარალის განსაზღვრას, ხოლო მეორეს მხრივ, იმ ბუნებრივი რეზერვების განსაზღვრას, რომელთა გამოყენება შესაძლებელია ადამიანის საკეთილდღეოდ. პროგნოზი ემყარება იმ მონაცემებს, რომელსაც იყენებენ მეთვალყურეობის და მათი შედეგების ანალიზისას.

ამჟამად მიღებულია მონიტორინგის სისტემის სამი სახე: სანიტარულ-ჰიგიენური, ეკოლოგიური და კლიმატური.

სანიტარულ-ჰიგიენური მონიტორინგი წარმოადგენს ბიოსფეროში ანთროპოგენული ფაქტორების ზეგავლენაზე მეთვალყურეობის, რეგისტრაციის და პროგნოზის სისტემას. მიაჩნიათ, რომ ბიოსფეროს შეცვლამ შეიძლება გამოიწვიოს არახელსაყრელი გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე და მის სასიცოცხლო პირობებზე. ჩვენთან ამ მონიტორინგს ასრულებს სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიური სამსახური.

ეკოლოგიური მონიტორინგი მოიცავს მეთვალყურეობას, შეფასებას და პროგნოზს არამარტო ბუნებრივ, არამედ ხელოვნურ ეკოსისტემებისაც (მათ შორის აგროეკოსისტემებისაც) მათ გაჭუჭყიანებაზე განსაკუთრებული ყურადღების გამახვილებით.

კლიმატური მონიტორინგი მოიცავს კლიმატურ სისტემას (ატმოსფერო-ოკეანე-ხმელეთის ზედაპირი და ა.შ.), ე.ი. სისტემას, რომელიც გავლენას ახდენს კლიმატის ფორმირებაზე და მის ნებისმიერ ცვლილებაზე.

არჩევენ გარემოს ნაციონალურ და საერთაშორისო (გლობალურ) მონიტორინგს.

ნაციონალური მონიტორინგი განსხვავდება საერთაშორისოდან იმით, რომ მისი ამოცანები განისაზღვრება კონკრეტული სახელმწიფოს ეკოლოგიური, ეკონომიკური და სოციალური თავისებურებებით.

საერთაშორისო მონიტორინგი მოიცავს მონიტორინგის ეროვნულ სისტემებს. პირველად ასეთი მონიტორინგის შექმნის წინადადება

მიღებულ იყო გაეროს სტოკჰოლმის კონფერენციაზე (1973 წელი), ხოლო მისი ძირითადი მიზნები და პროგრამა ჩამოყალიბებული იყო მონიტორინგის პირველ სამთავრობათაშორისო კონფერენციაზე (კენია, ნაირობი, 1974 წელი).

საერთაშორისო მონიტორინგის განხორციელებაში დიდი ადგილი ეკუთვნის სხვადასხვა საერთაშორისო პროგრამებს, მათ შორის, ოუნესკოს პროგრამას 'ადამიანი და ბიოსფერო' (მაბ). ეს პროგრამა სწავლობს ადამიანის ზემოქმედებას ტყის, ტბის, მდინარის, დელტის, ესტუარიის, საძოვრისა და სხვა. რესურსებზე. აღსანიშნავია, რომ 'მაბ'-ის საქართველოს ეროვნული კომიტეტი დაარსდა ჯერ კიდევ 1978 წელს და ის აქტიურად მონაწილეობს 'მაბ'-ის საერთაშორისო საქმიანობაში.

საერთაშორისო მონიტორინგის პროგრამის ზოგადი ნაწილი სრულდება საერთაშორისო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის ფარგლებში. მეთვალყურეობის ეს სისტემა მოიცავს ხმელეთის კონტროლის 2600-ზე მეტ მეტეოროლოგიურ სადგურს, 700 აეროლოგიურ სადგურს; მეთვალყურეობაში მონაწილეობს 500-მდე გემი, დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრები.

საერთაშორისო მონიტორინგის პროგრამის დარგობრივი ნაწილი სრულდება სხვადასხვა საერთაშორისო ორგანიზაციების მიერ. ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მიერ ხორციელდება მეთვალყურეობა გარემოს სანიტარულ-ჰიგიენურ მდგომარეობაზე და მუშავდება მისი კონტროლის მეთოდები. სოფლის მეურნეობისა და სურსათის საკითხებზე ინფორმაციას სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული მიწების შესახებ აგროკებს და ამუშავებს სოფლის მეურნეობისა და სურსათის საკითხებზე საერთაშორისო ორგანიზაცია ('ფაო'). სამთავრობათაშორისო ოკეანოგრაფიული კომისიის მეშვეობით სრულდება საერთაშორისო მეთვალყურეობა მსოფლიო ოკეანის მდგომარეობაზე. ატომური ენერგეტიკის საერთაშორისო სააგენტო მონაწილეობს რადიაციული უსაფრთხოების უზრუნველყოფაში. ბუნებრივ გარემოზე ინფორმაციულ მეთვალყურეობაზე კონტროლზე შეგროვებასა და განზოგადობაზე მომუშავე საერთაშორისო ორგანიზაციებს კოორდინაციას უწევს გარემოზე გავრცელებული ერების ორგანიზაციის პროგრამა ('ონეპი').

4.2. აგროეკოლოგიური მონიტორინგი

აგროეკოლოგიური მონიტორინგი წარმოადგენს მონიტორინგის საერთო სისტემის მეტად მნიშვნელოვან შემადგენელ ნაწილს. ის წარმოადგენს ინტენსიური სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობის პროცესში აგროეკოსისტემების მდგომარეობასა და გაჭუჭყიანების ღონეზე მეთვალყურეობის და კონტროლის სისტემას.

აგროეკოლოგიური მონიტორინგის მიზანია ბუნებრივ-რესურსული პოტენციალის რაციონალური გამოყენების და გაფართოებული კვლავწარმოების საფუძველზე, ქიმიზაციის საშუალებების მიმართ გონიერული მიდგომით მაღალეფექტური, ეკოლოგიურად დაბალანსებული აგროცენოზების შექმნა.

აგროეკოლოგიური მონიტორინგის ამოცანებში შედის:

აგროეკოსისტემების მდგომარეობაზე მეთვალყურეობის ორგანიზაცია;

აგროეკოსისტემების ძირითადი კომპონენტების მდგომარეობასა და ფუნქციონირებაზე ობიექტური და ოპერატიული ინფორმაციის სისტემატური მიღება;

მიღებული ინფორმაციის შეფასება;

ახლო ან შორეულ პერსპექტივაში აგროცენოზის ან სისტემის მდგომარეობის შესაძლებელი ცვლილების პროგნოზი;

გადაწყვეტილებების და რეკომენდაციების დამუშავება;

ექსტრემალური სიტუაციების თავიდან აცილება;

აგროეკოსისტემების ეფექტურობის მიზნობრივი მართვა.

აგროეკოლოგიური მონიტორინგის ძირითადი პრინციპებია:

1. კომპლექსურობა, ე.ი. მაჩვენებლების იმ სამ ჯგუფზე ერთდროული კონტროლი, რომლებიც ასახავენ აგროეკოსისტემების ცვალებადობის ყველაზე არსებით თავისებურებებს ადრეული დიაგნოსტიკის ცვლილებების მაჩვენებლები; მაჩვენებლები, რომლებიც ახასიათებენ სეზონურ და მოკლევადიან ცვლილებებს; გრძელვადიანი ცვლილებების მაჩვენებლები.

2. აგროეკოსისტემაზე უწყვეტი კონტროლი;

3. სხვადასხვა გამოკვლევების მიზნების და ამოცანების ერთობლიობა;

4. გამოკვლევების სისტემურობა, ე.ი. აგროეკოსისტემების კომპონენტების (ატმოსფერო - წყალი - ნიადაგი მცენარე

საქონელი ადამიანი) ერთდროული გამოკვლევა;
გამოკვლევების ობიექტურობა;
სხვადასხვა ზონებში განლაგებულ ობიექტებზე დაკვირვებების
ერთდროულობა.

აგროეკოსისტემების ძირითადი კომპონენტებია ატმოსფერო, წყალი, ნიადაგი, მცენარე. ამ ობიექტების მონიტორინგს გააჩნია გარკვეული თავისებურებანი.

ნიადაგურ-ეკოლოგიური მონიტორინგი შედგება სამი თანმიმდევრულად ურთიერდაკავშირებული ნაწილისაგან: კონტროლი ნიადაგებსა და ნიადაგურ საფარზე; ნიადაგების და ნიადაგური საფარის შესაძლებელი ცვლილებების პროგნოზი; ნიადაგების თვისებების და რეჟიმების მარეგულირებელი რეკომენდაციების დამუშავება.

მონიტორინგი განსხვავდება ტრადიციული ნიადაგური და აგროქიმიური გამოკვლევებისაგან კომპლექსურობით და უწყვეტობით, მიზნების და ამოცანების ერთობლიობით.

მონიტორინგის ბაზაზე მიღებული ინფორმაცია ნიადაგთწარმოქმნის ბუნებრივი ფაქტორების და ანთროპოგენური დატვირთვების ზემოქმედებით ნიადაგების თვისებების, ნიადაგური რეჟიმების და პროცესების შეცვლის შესახებ, წარმოადგენს ნიადაგური ნაყოფიერების მოდელირების საფუძველს.

ნიადაგურ-ეკოლოგიური მონიტორინგის დროს მაკონტროლებელი პარამეტრები ერთიანდება სამ ჯგუფში:

პირველი ჯგუფი აერთიანებს ადრეული დიაგნოსტიკის პარამეტრებს (ფერმენტატული აქტიურობა, ნიადაგების "სუნთქვა" და აზოტფიქსაცია, ჟანგვა-აღდგენითი და ტუტე-მჟავური პირობები, ნიადაგების სიმკვრივე და ფილტრაცია, ნიადაგური ხსნარის, დრენაჟული და გრუნტის წყლების მინერალიზაცია).

მეორე ჯგუფი აერთიანებს ნიადაგების თვისებების უფრო მდგრად ცვლილებებს (ჰუმუსის რაოდენობა და ხარისხი, აგრეგირების შეცვლა, მცენარეთა კვების ელემენტების შემცველობა, მძიმე ლითონების, ნახშირწყალბადების დინამიკა და სხვ.).

მესამე ჯგუფი წარმოადგენს ნიადაგების თვისებების ღრმა და მდგრადი ცვლილებების მაჩვენებლებს (მექანიკური შედგენილობის ცალკეული ფრაქციების შეფარდება, მინერალოგიური შედგენილობა, ნიადაგური პორიზონტების სიმძლავრე და სხვ.).

აგროეკოსისტემების ერთ-ერთი ძირითადი ბლოკ-კომპონენტი

მცენარეობა. აგროეკოლოგიური მონიტორინგის პროცესში აფიქსირებენ ვეგეტაციის ბოლოს მოსავლის არა მარტო რაოდენობის და ხარისხის მაჩვენებლებს, არამედ, აგროეკოლოგიურ აგრეთვე მისი ფორმირების ყველა დინამიკურ მაჩვენებლებსაც (ბიომასის დაგროვება; ფოთლის ზედაპირის ფორმირება ფოტოსინთეტიკური პოტენციალის გამოყენების შემდგომი გაანგარიშებისათვის; აგროფიტოცენოზის სტრუქტურის შეცვლა და მისი ოპტიკურ-ბიოლოგიური დახასიათება და სხვ.).

მიღებული დინამიკური მაჩვენებლების საფუძველზე ადგენენ კორელაციურ კავშირს გარემოს ფაქტორების მდგომარეობასა და მცენარეების განვითარებას, პროდუქტიულობის ელემენტების ფორმირებასა და მიღებულ მოსავალს შორის.

წყლის ხარისხის ფორმირების ფაქტორებია ნივთიერებების ტრანსფორმაციის და ურთიერთმოქმედების ქიმიური, ბიოქიმიური, ბიოლოგიური, ფიზიკურ-ქიმიური და აგრეთვე ჰიდროლოგიური პროცესები. ანთროპოგენური ფაქტორების ზეგავლენით ბუნებრივ წყლებში შეიძლება იყოს სხვადასხვა გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებები: ნიტრატები, ნიტრიტები, პესტიციდები, ფენოლური ნაერთები, მძიმე ლითონები და სხვ.

შიდანიადგური ჩამონადენის წყლების გამოკვლევის ძირითადი მეთოდი არის ლიზიმეტრული. შიდანიადგური ჩამონადენი არა მარტო ამცირებს ნიადაგურ ნაყოფიერებას, არამედ იწვევს გრუნტის წყლების გაჭუჭყიანებასაც.

ზედაპირული წყლები ეროზიული პროცესების განვითარების დროს იწვევს ნიადაგების ჩამორეცხვას, კვების ელემენტების დაკარგვას, გარემოს გაჭუჭყიანებას. ზედაპირულ წყლებს სწავლობენ ჩამონადენ ფართობებზე.

ატმოსფერული ნალექები წარმოადგენს ეკოლოგიური რისკის ფაქტორს, რადგანაც ატმოსფეროდან გამოაქვთ ნივთიერებები გამაჭუჭყიანებლები.

აგროეკოლოგიურ მონიტორინგში მეტად მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია ობიექტების კომპლექსური ეკოლოგიურ-ტოქსიკური შეფასება.

მიკრობიოლოგიური მონიტორინგი უნდა ასრულებდეს ნიადაგური გარემოს ხარისხის მაკონტროლირებელ ფუნქციას და იძლეოდეს ეკოლოგიურად უსაფრთხო აგროტექნოლოგიების დასამუშავებლად საჭირო ინფორმაციას.

ტყე ჩენი ეროვნული სიმდიდრეა. ქვეყნის ეკონომიკისა და ხალხის ცხოვრებაში მისი მნიშვნელობა დიდია და მრავალწახნაგოვანი. ვრცელ ტერიტორიაზე ტყე წარმოქმნის განსაკუთრებულ ბუნებრივ ზონებს და ლანდშაფტებს, რომლებიც არსებით გავლენას ახდენს კლიმატის და ნიადაგის ფორმირებაზე, აწესრიგებს ატმოსფეროს გაზურ შემადგენლობას, სითბოს და ტენის ბალანს და სხვ. ყოველივე ეს, განსაზღვრავს ადამიანის სიცოცხლის და საქმიანობის პირობებს. ტყე აკუმულირებს მზის ენერგიას, გარდაქმნის მას ორგანული მასის მარაგებში, წარმოადგენს ცხოველების და მცენარეების მრავალი სახეობის ბინადრობის გარემოს. ტყე სახალხო მეურნეობის მრავალი დარგის განვითარებისათვის ნედლეულ ბაზას წარმოადგენს, უზრუნველყოფს მოთხოვნილებას მერქანზე და მისი გადამუშავების პროდუქტებზე.

განსაკუთრებით დიდია ტყის მნიშვნელობა ბუნებაში წყლის წრებრუნვის დარეგულირების საქმეში. ის არსებით გავლენას ახდენს მდინარეების რეჟიმზე, ზედაპირულ ჩამონადენზე, ტენის აორთქლებაზე, მყარი ნალექების გადატანასა და დაგროვებაზე, მომიჯნავე ნაკვეთების ქარისმიერ და ტემპერატურულ რეჟიმზე. ტყის ნარგავები ასუსტებს ნიადაგების წყლისმიერ და ქარისმიერ ეროზიას, ხელს უშლის მდინარეების გათავთხელებას და წყალსატევების დაღამვას, იცავს მინდვრებს გვალვებისაგან, ხელს უწყობს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მყარი მოსავლის მიღებას. ტყის ეს თვისებები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისათვის.

სასოფლო-სამეურნეო და სატყეო მეურნეობის დარგებს შორის არსებობს მჭიდრო კავშირი და ურთიერთმოქმედება. მათ აერთიანებთ წარმოების ძირითადი საშუალებების და შრომის მრავალი იარაღის ერთობლიობა, შრომითი რესურსების გამოყენების სპეციფიკა. ქვეყნის მნიშვნელოვან ტერიტორიაზე სოფლის მეურნეობის გაძღოლა მიმდინარეობს ტყის ზონაში, სადაც სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები განლაგებულია ტყეებს შორის. კელის, ნათელი ტყეების და ნახევრად უდაბნოს ზონებში თითქმის არ არის ბუნებრივი ტყეები, მაგრამ ადამიანი ცდილობს შექმნას ტყის ნარგავები მიკროკლიმატური პირობების გაუმჯობესების, გვალვასთან, ქარშოშინთან და ნიადაგის

ეროზიასთან ბრძოლის მიზნით. ამ ბოლო დროს დადგინდა ტყის ნარგავების დადებითი როლი მეცხოველეობის პროდუქტიულობის ამაღლებაში. მეშინდერეობის და მეცხოველეობის განვითარებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ტყის ძირითად პროდუქციას - მერქანს, რომელიც სხვადასხვა სახით გამოიყენება. ამ ბოლო დროს მეცხოველეობაში სულ უფრო ფართო გამოყენება აქვს ხეების და ბუჩქების მწვანე ნაწილების გადამუშავების პროდუქტებს: წიწვიან-ვიტამინურ ფქვილს, ქლოროფილ-კაროტინურ პასტას, საკვებსა და სამკურნალო-სავეტერინარო პრეპარატებში სხვა ვიტამინურ დანამატებს. უხსოვარი დროიდან ცალკეული ტყის ტერიტორიები გამოიყენება თიბისა და საქონლის ძოვებისათვის, მეფუტკრეობის განვითარებისათვის. ტყეში მოიპოვება მრავალი ნანადირევი, სოკო, კენკრა, კაკალი და სხვა სასარგებლო არამერქნიანი პროდუქცია. ამის გარდა, მნიშვნელოვანია ტყის ნარგავების როლი სოფლის დასახლებული პუნქტების გამწვანებასა და ახალი კულტურული ლანდშაფტების შექმნაში.

ბიოსფეროს ფუნქციას წარმოადგენს ცოცხალი ნივთიერების და მისი არსებობის პირობების მუდმივი შექმნა. მეცნიერების გამოთვლით ბიოსფეროს საერთო პროდუქტიულობა შეადგენს $2,6 \cdot 10^{15}$ კილოკალორიას. ბიოსფეროს მნიშვნელოვან შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს მწვანე მცენარეულობა, რომელიც შთანთქავს ნახშირორჟანგს და გამოყოფს ჟანგბადს. მწვანე მცენარეულობა ცოცხალი სამყაროს მრავალი წარმომადგენლისათვის წარმოადგენს საკვებს. მცენარეების ბიომასა შეადგენს ბიოსფეროს საერთო ბიოპროდუქტიულობის მთავარ ნაწილს. მათ შორის გაბატონებული ადგილი ეკუთვნის ტყეს, რომელზეც მოდის პლანეტის ყოველწიური ბიომასის 55 %, ხოლო საერთოდ ხმელეთის ბიომასის 66 %. ესაა პირველადი ბიოპროდუქტიულობა. ცხოველთა სამყარო მწერები, ჭიაყელები, ფრინველები, ნადირი და სხვ., რომლებიც იყენებენ პირველად პროდუქციას, შეადგენენ ამ პროდუქციის მხოლოდ 3 %.

კვილსონის (1970) მონაცემებით, ხმელეთი იკავებს დაახლოებით 150 მლნ კმ²; ხმელეთის ბიოპროდუქტიულობა ორგანული ნახშირბადის და მისი პროდუქციის ცოცხალი და მკვდარი ნივთიერების სახით შეადგენს $1580 \cdot 10^9$ ტ, ხოლო წლიური პროდუქტიულობა $56 \cdot 10^9$ ტ. ზღვები და ოკეანები იკავებენ 360 მლნ კმ², მათი წლიური პროდუქტიულობაა $22 \cdot 10^9$ ტ და ისინი იძლევიან ორგანული

ნახშირბადის მხოლოდ $703 \cdot 10^9$ ტ. ატმოსფერო შეიცავს ნახშირბადის $683 \cdot 10^9$ ტ. თუმცა ხმელეთზე ტყეს უკავია მხოლოდ 28 მლნ კმ², მაგრამ ის ბოჭავს ნახშირბადის ძირითად რაოდენობას $1012 \cdot 10^9$ ტ. სტეპების და ტუნდრის მცენარეულობას უკავია 38 მლნ კმ², მაგრამ ის იძლევა ნახშირბადის $314 \cdot 10^9$ ტ. ორგანული ნახშირბადის უფრო ნაკლები რაოდენობა უდაბნოებსა და ნახევარ უდაბნოებში - $52 \cdot 10^9$ ტ, თუმცა მათი ტერიტორია საკმაოდ დიდია - 32 მლნ კმ². ტყის ეკოსისტემებში ნახშირბადის წლიური პროდუქცია ყველაზე დიდია, ის აღწევს $36 \cdot 10^9$ ტ, მაშინ როდესაც ტუნდრასა, მდელოს სტეპებსა და ნახევარ უდაბნოებში ის შეადგენს $(3-9) \cdot 10^9$ ტ..

ბიოსფეროსთვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მცენარეების მწვანე ნაწილის ბიომასას, რომელიც ორგანული ნივთიერების სინთეზის უმნიშვნელოვანეს ფუნქციას ასრულებს. ის ყველაზე დიდია მდელოებსა და მდელოს სტეპებში და აღწევს 100 ც/ჰა. ფართოფოთლოვან ტყეში მცენარეების მწვანე ნაწილების ფიტომასა შეადგენს 40-80 ც/ჰა, ტუნდრაში - 10-32 ც/ჰა, ნახევარ უდაბნოებსა და უდაბნოებში - 13-28 ც/ჰა. მუქწიწვიან ტყეებში საერთო მწვანე მასა მეტად მნიშვნელოვანია მოცულობით, მაგრამ მისი ყოველწლიური შემატება არ აღემატება 30 ც/ჰა. საინტერესოა აღინიშნოს, რომ ზოომასის ყველაზე დიდი რაოდენობა აღინიშნება ფართოფოთლოვან ტყეში 1,0-1,7 ტ/ჰა, მდელოებსა და მდელოს სტეპებში ის შეადგენს 0,3-0,9 ტ/ჰა, მუქწიწვიან ტყეში - 0,1-0,2 ტ/ჰა.

ბიოსფეროს გააჩნია თვითრეგულაციის უნარი, რომელიც გამოიხატება ბუნების ცალკეული კომპონენტების დარღვეული ურთიერთობების ან მათი რაოდენობრივი მაჩვენებლების მკვეთრი ცვლილებების აღდგენაში. ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის პირობებში სულ უფრო არსებით გავლენას ახდენს ბიოსფეროზე და ცვლის მის ცალკეულ კომპონენტებს. ცივილიზაციის დასაწყისში ადამიანის მიერ ბუნებრივი რესურსების გამოყენება უმნიშვნელო იყო და ძირითადად სტიქიურ ხასიათს ატარებდა. შემდგომში ბუნებაზე ზეგავლენა სულ უფრო ინტენსიური გახდა, ხოლო უკანასკნელ პერიოდში მეტად მნიშვნელოვან სიდიდეებს მიაღწია. დროთა განმავლობაში ბუნებრივი მცენარეულობა და ცხოველთა სამყარო იზილებოდა როგორც მრეწველობის ცალკეული დარგებისა და ადამიანის და ცხოველების კვებისათვის უმნიშვნელოვანესი ბუნებრივი ნედლეული.

მიწათმოქმედების განვითარებამ გამოიწვია დიდი ტერიტორიების გადახვნა, ტყის გაჩეხვა, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების გაფართოვება. ისტორიული დროის მანძილზე ხმელეთის მცენარეული საფარი შემცირდა 60-65 %. ამჟამად ტყეს ხმელეთის 27 % უკავია, მდელოებს და საძოვრებს 17 %, სახნავს 11 %. მკვეთრად გაიზარდა ნედლეულის სახით ბიომასის გამოყენება მრეწველობისა და კვების პროდუქტებისათვის. ასე, მაგალითად, თანამედროვე აგრობიოცენოზებში ბიოპროდუქციის (მარცვალი, თივა, ღეროები, ძირხვეწები და ა.შ.) 40-დან 80 % - მდე მთლიანად გაიტანება. ბიომასის მნიშვნელოვანი რაოდენობა გაიტანება ტყიდან და მუშავდება ქარხნებსა და ფაბრიკებში სამშენებლო, ქიმიურ და სხვა პროდუქციის სახით.



სურ. 23. ქარცაფარი ტყის ზოლები მინდვრების საზღვრებზე და ნარგავები ფერმის ირგვლივ (კანადა)

მცენარეული საფარი ეროზიის საწინააღმდეგო მძლავრი ფაქტორია. კულტურული ბალახეული მცენარეები იკავებენ ნალექების 10-11

%, ხოლო მერქნიანი მცენარეულობა თავისი ვარჯით 30 %-მდე. დიდია ტყის მკედარი საფრის წყალმარეგულირებელი მნიშვნელობა. ტყე არის ნახშირორჟანგის ძირითადი მომხმარებელი. ტყის ნარგავები ასუფთავებენ ჰაერს მტკრისა და ზოგიერთი მავნე მინარევებისაგან. ბევრი ხე და ბუჩქი გამოყოფს განსაკუთრებულ ნივთიერებებს - ფიტონციდებს, რომლებიც სპობენ მავნე მიკრობებს და სხვადასხვა დაავადებების გამომწვევებს. ტყეში ჰაერი 1,3-2,5-ჯერ უფრო

იონიზირებულია, ვიდრე ღია ადგილას. დასაკლეთ საქართველოს სუბტროპიკებში (განსაკუთრებით კოლხეთის დაბლობზე) ევკალიპტის გაშენება მეტად ეფექტური გამოდგა მაღარიის წინააღმდეგ საბრძოლველად. განსაკუთრებით სუფთაა ჰაერი კაკლის ხეების ირგლივ. ღია გამოყოფს ფიტონციდებს, რომლებიც კლავენ დიფტერიის, ყივანახველას, ტიფოზურ ჩხირებს და მომაკედომად მოქმედებს ბუზებზე. ვერხვების ფიტონციდები ასუსტებენ გრიპის ზოგიერთი სახეობის ვირუსებს.



სურ. 24. „მწვანე ქოლგა“
საძოვარზე (ჩეხეთი)

საქართველოს ტერიტორიის 39 % - ზე მეტი (2,75 მლნ ჰა) ტყითა დაფარული. მერქნის მარაგი შეადგენს 434 მლნ მ³

საქართველოში 500 000 ჰა

ხელუხლებელი ტყეა,

რომელიც არ განიცდის ადამიანის სამეურნეო ზემოქმედებას. ჩვენში ტყეების ფართო სპექტრია-არიდული („ნათელი“) და კოლხეთის დაბლობის ჭარბტენიანი მურყნარებით დაწყებული მაღალმთის სუბალპური ტანბრეცილი არყნარებით დამთავრებული. საქართველოს ტყეებში გავრცელებულია მერქნიან მცენარეთა 395 სახეობა, აქედან

61 საქართველოს, ხოლო 43 კავკასიის ენდემია. ჩვენში მრავლადაა რელიქტური ხე-მცენარე. საქართველოს ტყეები ძირითადად (დაახლოებით 90 %) მთის ფერდობებზე იზრდება და აქვს უდიდესი ნიადაგთდაცვითი, წყალდაცვითი, კლიმატის მასტაბილიზებელი, აგრეთვე, ესთეტიკური თუ რეკრეაციული მნიშვნელობა.

ტყის ნარგავებს გააჩნია მრავალფუნქციონალური თვისებები. მიზნობრივ დანიშნულებით ისინი იყოფა ორ ღიდ ჯგუფად. პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება ბუნებრივი ტყეები და ხელოვნურად შექმნილი ტყის ნარგავები სამეურნეო-ტექნიკური, სანიტარულ-ჰიგიენური და რეკრეაციული დანიშნულებით. მათი ძირითადი ამოცანაა არახელსაყრელი მეტეოროლოგიური ფაქტორების, ხანძრების, თოვლის და მტკრისაგან, სელური მოვლენებისაგან და ა.შ. სამრეწველო, სატრანსპორტო, კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო და გამაჯანსაღებელი ობიექტების დაცვა. ამის გარდა ამ ჯგუფის ტყეები არეგულირებენ ტერიტორიის წყლის რეჟიმს, ასრულებენ ბალნეოლოგიურ და სანიტარიულ-ჰიგიენურ ფურქციებს, ქმნიან დასვენებისა და მკურნალობისათვის ხელსაყრელ პირობებს. ტყის ნარგავების მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება ბუნებრივი ტყეები და სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების ხეების და ბუჩქების ხელოვნური ნარგავები, რომლებიც ძირითადად იქმნება სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწებზე. მათი მთავარი ფუნქციაა ნიადაგის ნაყოფიერების შენარჩუნება და ამაღლება, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის უფრო მაღალი და მდგრადი მოსავლის მისაღებად ხელსაყრელი პირობების შექმნა, მდელოებისა და საძოვრების წარმადობის, მცხოველეობის პროდუქტიულობის გადიდება.

სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწების ტყის ნარგავები თავის მხრივ იყოფა ორ ქვეჯგუფად: აგროსატყეომელიორაციული ანუ დაცვითი ნარგავები აგრონომიული მიზნებისათვის და ზოოსატყეომელიორაციული ანუ საცავი ნარგავები მეცხოველეობის მიზნებისათვის.

აგროსატყეომელიორაციული ნარგავები განლაგებულია სახნავ მიწებზე და ჰიდროგრაფული ბადის მიწებზე. სახნავ მიწებზე აგროსატყეომელიორაციულ ნარგავებს მიეკუთვნება: *ქარსაფარი ტყის ზოლები* ურწყავი მიწების თესლბრუნვების მინდვრების შიგნით და საზღვრებზე; ისინი ამცირებენ ქარის სისწრაფეს, ანაწილებენ თოვლს, ხელს უწყობენ ნიადაგის დეფლაციის და მისი ზედაპირიდან ტენის

აორთქლების შემცირებას, იცავენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს გვალვებისა და ქარმოშინისაგან; *ტყის ზოლები სარწყავ მიწებზე* სარწყავი არხების გასწვრივ და სხვა ნაკვეთებზე იცავენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს ქარმოშინისაგან და მტვრიანი ქარბუქებისაგან; ისინი ამცირებენ ნიადაგის მეორადი დამლაშების პროცესებს და წყლის აორთქლებას; *ტყის ზოლები დაშრობილ მიწებზე*, რომლებიც არიდებენ დეფლაციას და დასაშრობი არხების წვრილმიწით ამოვსებას; სახნავ ფერდობებზე ჩამონადენის მარეგულირებელი ტყის ზოლები, რომლებიც ხელს უწყობენ თოვლის უკეთეს განაწილებას, ზედაპირული ჩამონადენის დაკავებას და რეგულირებას, მყარი ნაწილაკების კოლმატაჟს, ქარის სისწრაფის, ნიადაგების გადარეცხვის და დეფლაციის შემცირებას, ნიადაგების ტენიანობის ზრდას; *ძაღვსა და სანერგეებში, ვენახებსა, ჩაის, ციტრუსების პლანტაციებში ზოლებრივი ტყის ნარგავები* იცავენ მათ ძლიერი ქარებისაგან და სხვა არახელსაყრელი ზემოქმედებისაგან.

ჰიდროგრაფული ბადის აგროსატყეოშელოირაციულ ნარგავებს მიეკუთვნება: *ღელესპირა ტყის ზოლები*, რომლებიც ამცირებენ ნიადაგის გადარეცხვის საშიშროებას, აუმჯობესებენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდის პირობებს ქვემოთ განლაგებულ თესლბრუნეების მინდვრებსა და ბალამდენარის მდგომარეობას საძოვრებზე; *ხევების პირას განლაგებული ტყის ზოლები* ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებთან კომპლექსში ხელს უწყობენ ხევების ფერდობების და ფსკერების ბუნებრივ დამაგრებას, იცავენ მათ ინსოლაციისა და დანგრევისაგან, აუმჯობესებენ მიმდებარე თესლბრუნეების მინდვრებზე არსებული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის და ბალახების ზრდის პირობებს; *ტყის ნარგავები ხევ-ზრამების ეროზირებულ ფერდობებზე* ამაგრებენ ნიადაგს, აბრკოლებენ მის გადარეცხვას, ხელს უწყობენ დაბალ პროდუქტიული მიწების უკეთეს სამეურნეო გამოყენებას. დადებითად მოქმედებენ მიმდებარე ნაკვეთების დატენიანებაზე და ამ საეარგულების პროდუქტიულობის ამაღლებაზე; *ფსკერული ნარგავები*, რომლებიც განლაგებულია ჰიდროტექნიკური ნაგებობების კომპლექსში ხევების ფსკერებზე, ასრულებენ კოლმატირებულ როლს. ამცირებენ წყლის ნაკადების დამანგრეველ ძალას, ხელს უწყობენ ფერდობებზე ბალახების უკეთ განვითარებას; *ტბორების და მცირე წყალსატევების ირგვლივ ზოლებრივი ნარგავები*, რომლებიც

ამაგრებენ ნაპირებს, იცავენ ტბორებს ზედმეტი აორთქლებისა და დაღამვისაგან, აუმჯობესებენ მიმდებარე თესლბრუნეების მინდვრებზე სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდის პირობებს; *ნარგავები ქვიშებზე* ხელს უწყობენ მათ დამაგრებას და სამეურნეო გამოყენებას. ამ ნარგავების დიდი ნაწილი ამავე დროს არის მინდორსაცავი, რადგანაც ემიჯნება თესლბრუნეების მინდვრებს.

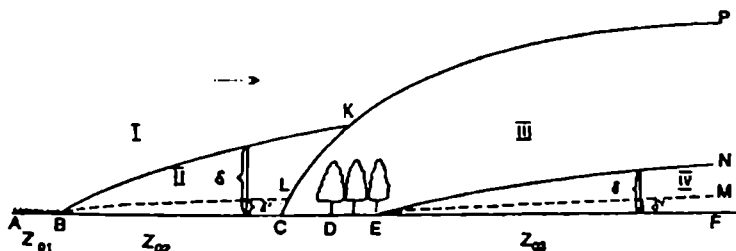
ზოოსატყეომელიორაციულ ნარგავებს მიეკუთვნება: *საძოვარდამცავი ტყის ზოლები* საძოვრების საზღვრებსა და შიგნით, რომლებიც ხელს უწყობენ საძოვართბრუნეის ორგანიზაციას, მიკროკლიმატის და თოვლის განაწილების გაუმჯობესებას, საძოვრების პროდუქტიულობის ამაღლებას; *ნარგავები-ყვავილკეალები*, რომლებიც წარმოდგენილია სხვადასხვა განლაგების და ფორმის ნაკვეთებით. ესაა ძლიერი ქარების, თოვლის და მტკრისაგან საქონლის დაცვის ადგილები; მწვანე (მერქიანი) ქოლგები დასვენების ადგილებსა და სარწყულებელში საქონლის მზის გულისგან დასაცავად; *ნარგავები ფერმების ირგვლივ* მათი ქარების, თოვლის, მტკრის და ქვიშებისაგან დასაცავად; *მელიორაციულ-საკვები ნარგავები* მეჩხერი ბუჩქნარების ნარგავების სახით ნახევარ უდაბნოს და უდაბნოს საძოვრების პროდუქტიულობის გასაუმჯობესებლად და მათი ტევადობის ასამაღლებლად ბუჩქნარების მეშვეობით.

სხვადასხვა სახისა და დანიშნულების ხელოვნურ საცავ ტყის ნარგავებს აქვთ არა მარტო ლოკალური დანიშნულება, არამედ ისინი გარკვეულ როლს ასრულებენ საერთოდ ვრცელ ტერიტორიებზე ტყიანობის ასამაღლებლად და ბიოლოგიური წონასწორობის შესანარჩუნებლად.

მინდორსაცავი ტყის ზოლების ძირითადი მელიორაციული დანიშნულებაა ქარის სისწრაფის შემცირება. ამის შედეგად, როგორც წესი, უკეთესობისაკენ იცვლება მიკროკლიმატის სხვა ელემენტების რეჟიმი, რაც ხელსაყრელად მოქმედებს სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების, ბალახების, ცხოველების ზრდასა და განვითარებაზე. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ირგვლივ მდებარე ტყის ზოლები აბრკოლებენ ქარის ნაკადების თავისუფალ გადაადგილებას. ქარი ზემოდან გადადის ზოლებზე და ნაწილობრივ გადის ნარგავში და კარგავს სისწრაფეს. ქარის სისწრაფის შესამჩნევი დაქვეითების სიმორე შეადგენს ტყის ზოლების შემდეგ მათი სიმაღლის 25-30 ჯერად, ხოლო ტყის ზოლებამდე - 5-10 ჯერად სიდიდეს შეადგენს.

მცენარეულობის მოქმედებით ხდება მეტეოროლოგიური სიდიდეების ტრანსფორმაცია. ჰაერის ნაკადი იცვლება ზედაპირის ხორკლიანობის მიხედვით. ტყის ზოლთან ურთიერთობისას ჰაერის ნაკადი საგრძნობლად იცვლება. ეს შეცვლა დამოკიდებულია ჰაერის სისწრაფეზე და ტყის ზოლის მახასიათებლებსა (სიმაღლე, ქარგამტარობა, განივი პროფილის ფორმა) და ნიადაგის ზედაპირის ხორკლიანობაზე.

ნახ. 25. ატმოსფეროს მიწისპირა შრის შენების სქემა



(კუზნეცოვი, გლაზუნოვი, 1990)

სხვადასხვა სიგანის ტყის ზოლებს, რომლებიც სხვადასხვა შეხამებაში შედგებიან ერთი ან რამდენიმე სახეობისაგან, აქვთ განსხვავებული კონსტრუქცია, ქარგამტარობა და შესაბამისად ერთი და იგივე სიმაღლის პირობებში მოქმედების და გავლენის სხვადასხვა სიშორე.

ჰაერის რეჟიმის შეცვლის გავლენით იცვლება მიკროკლიმატის ყველა ელემენტი. ჰაერის სისწრაფის შემცირება იწვევს მიწისზედა შრეში ჰაერის ტემპერატურის და ტენიანობის და აგრეთვე ტყის ზოლებით დაცულ მინდვრებზე ნიადაგის ტემპერატურის და ტენიანობის შეცვლას.

აგროსატეკომელიორაციული ნარგავების ძირითადი დანიშნულებაა სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის რაოდენობის ზრდა, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მაღალი და მყარი მოსავლის უზრუნველყოფა.

გ.ხარაიშვილის (1980) მონაცემებით მინდორსაცავე ტყის ზოლი შესამჩნევად აღიძებს საქართველოს ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობას: ლიმონის - 47 %, ფორთოხლის - 31

%, მანდარინის 32 %, ჩაის ფოთლის 22 %, ვაზის - ტენიან სუბტროპიკებში ხელსაყრელ წლებში 9-13 %, არახელსაყრელ წლებში - 26 %, მშრალ სუბტროპიკებში - 25-34 %, ხეხილის - 21-27 %, სიმინდის (კოლხეთში) - 12 %, ერთწლიანი კულტურების მშრალ სუბტროპიკებში - 19-46 %, ზომიერად მშრალ სუბტროპიკებში 18-27 % და ტენიანში - 13-16 %. მინდორსაცავი ტყის ზოლების გავლენა ყველაზე ძლიერად მქლავნდება მშრალ სუბტროპიკებში, შემდეგ ზომიერად მშრალში და შედარებით სუსტად ტენიან სუბტროპიკებში.

90-იანი წლების დასაწყისისათვის საქართველოში შექმნილი იყო ტყის დაცვითი ნარგავების მძლავრი სისტემა, რომელიც მოიცავდა ბაღების 11 ათას ჰა, ვენახების - 15,6 ათას ჰა, სუბტროპიკული კულტურების (ნუშის, ბროწეულის, ხურმის, ციტრუსოვნების, ლეღვის, ზეთის ხილის და სხვ.) 33 ათას ჰა და ჩაის პლანტაციების 33,6 ათას ჰა.

აგროსატყეომელიორაციული ნარგავების ყველა ფორმას გარდა ეკონომიკურისა აქვს დიდი ეკოლოგიური და სოციალური მნიშვნელობა. მათ გააჩნიათ მრავალმხრივი გავლენა არა მარტო მყარი და მაღალი მოსავლის მისაღებად, არამედ ისინი წარმოადგენენ ცხოველების და მცენარეების განსახლების ეკოლოგიურ დერეფნებს. ამ გარემოებას აქვს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ბიოლოგიური მრავალფეროვნების შესანარჩუნებლად.

თავი 6. კირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგროექოლოგიური თავისებურებანი

6.1. მარცვლეული და სამარცვლე პარკოსანი კულტურები

მარცვლეულის მეურნეობა - სოფლის მეურნეობის განვითარების საფუძველია (ბადრიშვილი, 1981). მისი წარმოების დონეზე დიდად არის დამოკიდებული როგორც მეცხოველეობის, ისე მრავალწლიანი ნარგავებისა და ტექნიკური კულტურების გაფართოება. მარცვლეული ანუ პურეული კულტურები ეკუთვნის გეოგრაფიულად ყველაზე ფართოდ გავრცელებულ და მსოფლიო წარმოების თვალსაზრისით ყველაზე დიდი მნიშვნელობის მცენარეთა ჯგუფს. მსოფლიოში მთელი ნათესი ფართობის 50 %-ზე მეტი მარცვლეულ კულტურებს უჭირავს. მცირე გამოთავის გარდა, მოსახლეობა პურეული მარცვლისაგან დამზადებული პროდუქტით იკვებება. ის წარმოადგენს ადამიანისათვის ყოველდღიურ და აუცილებელ საზრდოს.

პურეულ მცენარეთა მსოფლიო წარმოებაში პირველი ადგილი უკავია *ხორბალს (Triticum)*. მსოფლიო მოსახლეობის ორმესამედზე მეტი ხორბლისაგან დამზადებული პროდუქტებით იკვებება. საქართველოში მარცვლეული კულტურები მოჰყავთ ყველგან სანაპირო რაიონებიდან მაღალმთიან რაიონებამდე. პურეული თესლის გაღვივებისათვის საჭიროა თესლის წონის 50 %-მდე წყალი. გაღვივებისათვის ოპტიმალური ტემპერატურაა 20-25 °C. პურეულები მორფოლოგიური და ბიოლოგიური თვისებების მიხედვით იყოფა 2 ქვეჯგუფად: 1) თავთავიანი პურეული (ხორბალი, ქერი, ჭვავი), რომლებიც ზომიერი ჰავის მცენარეებია, სითბოს მიმართ შედარებით ნაკლებ მომთხოვნი, ტენის მიმართ შედარებით მომთხოვნი; 2) საბურღულე ანუ ფეტვანი (სიმინდი, ფეტვი, ბრინჯი, ღომი, სორგო), რომლებიც სამხრეთის მცენარეებია, სითბოს მიმართ მომთხოვნი, ტენის მიმართ მომთხოვნი (განვითარების შუა პერიოდში). თავთავიანი პურეული იყოფა ორ ჯგუფად საშემოდგომო და საგაზაფხულო. საშემოდგომო ითესება შემოდგომაზე, მოსავალს იძლევა გადაზამთრების შემდეგ, მომდევნო წელს, ხოლო საგაზაფხულო

ითესება გაზაფხულზე, მოსავალს იძლევა იმავე წელს. საშემოდგომო ფორმები განვითარების ადრეულ საფეხურზე მოითხოვს სითბოს ნაკლებ რაოდენობას $8-12^{\circ}\text{C}$, ბარტყობის შემდეგ დაბალ ტემპერატურას $0-5^{\circ}\text{C}$.

საქართველოში სასურსათო პრობლემის გადაწყვეტის საქმეში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მარცვლეულ კულტურებს, მათ შორის პირველ ადგილზეა ხორბალი. ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ღონისძიება, რომელიც მიმართულია ხორბლის მოსავლიანობის გადიდებისაკენ არის ახალი, მაღალმოსავლიანი, ეკოლოგიურად უსაფრთხო პროდუქციის მომცემი ჯიშების შექმნა და წარმოებაში დანერგვა.

საქართველოს ნიადაგურ-კლიმატური პირობები მეტად ხელსაყრელია ხორბლის კულტურის განვითარებისათვის. ხორბლის კულტურის გავრცელებას აბრკოლებს: 1. სითბოსა და ტენის უკმარისობა; 2. სითბოს უკმარისობა და ტენის სიჭარბე; 3. სითბოს სიჭარბე და ტენის უკმარისობა; 4. სითბოსა და ტენის სიჭარბე. სითბოსა და ტენის უარყოფითი შეფარდება შეინიშნება მთების ზედა ნაწილში; სითბოსა და ტენის სიჭარბეს ადგილი აქვს დასავლეთ საქართველოს დაბლობ ნაწილში, რის გამოც ხორბლის კულტურას აქ უმნიშვნელო ადგილი უკავია. დასავლეთ საქართველოში ხორბალი გავრცელებულია ბორცვიან და მთა-ტყიან ზონებში (ზემო იმერეთი, რაჭა, ლეჩხუმი, სვანეთი). აღმოსავლეთ საქართველოს ჰიდროთერმული პირობები უფრო ხელსაყრელია ხორბლის კულტურის განვითარებისათვის. მთიანი რეგიონების ზედა ზონებში (2000-2300 მ ზღვის დონიდან) ხორბლის მოყვანის შესაძლებლობა იზღუდება სითბოს უკმარისობით. ამ მიზეზით საშემოდგომო ხორბლის თესვა შესაძლებელია 1500 მ-მდე. საშემოდგომო ხორბლის ხელსაყრელი კლიმატური პირობებია: აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3000° -ზე მეტი, ყველაზე ცივი თვის საშუალო ტემპერატურა არ უნდა იყოს $2-3^{\circ}\text{C}$ ნაკლები; ნალექების წლიური ჯამი 500 მმ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს (გამონაკლისი გარდაბანი და მარნეული).

საქართველოში ხორბალი მოჰყავთ სხვადასხვა ნიადაგებზე შავი, შავმიწები, ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი, რუხი-ყავისფერი, მდელოს რუხი-ყავისფერი, ყომრალი, ყვითელ-ყომრალი, სუბტროპიკული ეწერი, მთა-მდელოს.

საქართველოში გამოვლენილია 5 ენდემური სახეობა: ტრიტიუმ

ტიმოფეევი, ტ.მახა, ტ.გიორგიკუმი, ტ.უეკოსკი, ქართლიკუმ-პერსიკუმ დიკა. საქართველოში ყველაზე მეტად გავრცელებული სახეობაა რბილი ხორბალი. იგი ეკოლოგიური და ჯიშური შედგენილობით მეტად პოლიმორფულია. აღმოსავლეთ საქართველოში რბილი ხორბლის ვერტიკალური ზღვარი გადის 200-2300 მ; საგაზაფხულო ფორმების ზედა ზღვარი გადის 2300 მ-ზე, ხოლო საშემოდგომო ფორმების 1500-ზე, დასავლეთ საქართველოში 600-700 მეტრზე.

საქართველოში აღწერილია რბილი ხორბლის 40-მდე სახეობა, მათში გამოყოფილია 9 ეკოტიპი:

1. მთა-ტყის დასავლეთ საქართველოს ეკოტიპი, უფხო სახესხვაობები (ჭიათურა, ლეჩხუმი, საჩხერე, ტენიანი და ჭარბტენიანი ზონები, ჯიშები ხულუგო, ხოტორა და სხვ.);

2. მთა-ტყის ეკოტიპები, დასავლეთ საქართველოს ეკოტიპი, ფხიანი სახესხვაობები, ნახევრად საშემოდგომო;

3. ტყის ეკოტიპი, უფხო: რაჭულა, ლაგოდეხის გრძელთავთა და სხვ. შედარებით მომთხოვნია ტენისა და სითბოს მიმართ, საგაზაფხულოა, ზოგჯერ ითესება შემოდგომით;

4. ტყე-ველის ეკოტიპი-კახური უფხო: გომბორულა, პოშოლა. ითესება გომბორის ქედის ჩრდილო და სამხრეთ ფერდობებზე;

5. ქართლის ტყე-ველის ეკოტიპი, ფხიანი: ქართლის თეთრი დოლი, ყინვაგამძლე, გვალვაგამძლე. გავრცელებულია გარე კახეთში, ქართლის დაბლობ ნაწილში;

6. ქართლის ტყე-ველის ეკოტიპი, ფხიანი, გავრცელებულია მაღალ ზონებში;

7. მესხეთის მთა-ველის ეკოტიპი -კარგად ეგუება მთა-ტყე-ველის პირობებს;

8. ქართლის ტყის ეკოტიპი - დუშეთის, თიანეთის, თეთრი წყაროს რაიონები;

9. კახური ტყიანი ზოლის ეკოტიპი. ძირითადად გავრცელებულია ალაზნის ველზე.

გავრცელების მიხედვით ხორბლის ჯიშები იყოფა:

1. აღმოსავლეთ საქართველოს შედარებით მშრალი რაიონების ჯიშები - დოლი, დოლის პური 35-4, ქართლის დოლის პური, კახური დოლის პური და სხვ.,

2. აღმოსავლეთ საქართველოს ტენიანი რაიონების ჯიშები ლაგოდეხის გრძელთავთა და სხვ.,

3. დასავლეთ საქართველოს ტენიანი რაიონების ჯიშები: თეთრი იფქლი, კორბოულის დოლის პური, ხუდუგო და სხვ.,

4. სამხრეთ საქართველოს მაღალმთიანის ზონის ჯიშ-პოპულაციები: ახალციხის წითელი დოლის პური და სხვ.

ჭვავი (Secale) მეტად მნიშვნელოვანი სასურსათო კულტურაა. საქართველოში ჭვავი ძირითადად გავრცელებულია დმანისის, წალკის, თიანეთის, თეთრიწყაროს რაიონებში და სამხრეთ ოსეთის მთიან ზონაში. საგაზაფხულო ჭვავის მცირე ფართობები გვხვდება სვანეთში - ლენტეხისა და მესტიის რაიონებში. საქართველოს ბარის რაიონებში, არც თუ ისე იშვიათად, ჭვავი შერეულია ხორბლის ნათესებში და ასარეგლიანებს მას. მთიან რაიონებში ჭვავს თესენ ქერთან ერთად, რაც ცნობილია ე.წ. ქეჭრელის სახელით.

გვალვა, ძლიერი ქარები და ხშირი წვიმები ხელს უშლის მცენარის ნორმალურ ყვავილობას. ტენის მიმართ მომთხოვნი არ არის. ხორბალზე უკეთესად იტანს გვალვებს, რაც იმით უნდა აიხსნას, რომ ფესვთა სისტემა მძლავრად აქვს განვითარებული. ჭვავი წყლის მეტ რაოდენობას მოითხოვს ტანის აყრისა და ყვავილობის პერიოდში. ტენის სიმცირე ამ დროს იწვევს თავთავისა და მარცვლის განუვითარებლობას, წვრილმარცვლიანობას. ჭვავის არეალში გავრცელებულია შავმიწები, ყომრალები, მდელოს-ყავისფერი ნიადაგები. ჭვავისათვის გამოუსადეგარია დაჭაობებული, დამლაშებული და მძიმე მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგი.

ქერის (Hordeum) არეალი მეტად ფართოა. ამ მხრივ, ის პირველ ადგილზეა არა მარტო პურეულთა, არამედ თითქმის ყველა კულტურულ მცენარეთა შორის. მთიან რაიონებში ქერის კულტურით მთავრდება მიწათმოქმედების საზღვარი (საქართველოში მისი საზღვარი ადის 2000-2300 მ ზღვის დონიდან - უშგული). საშემოდგომო ქერი მოჰყავთ ბარის რაიონებში, სადაც იცის თბილი ზამთარი. საშემოდგომო ქერი კი გავრცელებულია მთიან ზონაში. საშემოდგომო ქერის წარმოების ძირითადი რაიონებია: დედოფლისწყარო, სიღნაღის, საგარეჯოს, გურჯაანის, ახმეტის, გარდაბნის, მარნეულის, თეთრი-წყაროს, ბოლნისის, გორის, კასპის. საგაზაფხულო ქერი მოჰყავთ ახალქალაქის, ნინოწმინდას, წალკის, დმანისის, ასპინძის, ახალციხის, მესტიის, ონის რაიონებში და სამხრეთ ოსეთში. ქერის არეალში გავრცელებულია შავი, რუხი-ყავისფერი, მდელოს რუხი-ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი, ყომრალი, მთა-მდელოს ნიადაგები და შავმიწები.

საკვებ ნივთიერებათა შეთვისების პროცესი ქერს უფრო შემჭიდროებული აქვს, ვიდრე ზორბალს, ამიტომ ადვილად შესათვისებელი სასუქების გამოყენებას ქერის ნორმალური განვითარებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება. პირველ რიგში საჭიროა აზოტიანი და ფოსფორიანი სასუქები. სალუდე ქერის წარმოებისათვის კი მეტი მნიშვნელობა აქვს ფოსფორ-კალოუმთან სასუქებს. ნაკელი უშუალოდ ქერისათვის თითქმის არასოდეს არ შეაქვთ; უმჯობესია ის შეტანილი იქნეს მისი წინამორბედი კულტურისათვის.

შერიის (Avena) მარცვალი ძვირფასი კონცენტრირებული საკვებია პირუტყვის თითქმის ყველა სახეობისათვის. შერიის ნათესები ძირითადად თავმოყრილია მთიან ზოლში, წალკის, ახალქალაქის, ნინოწმინდას, დმანისის რაიონებში. მნიშვნელოვანი ფართობი უკავია მას აგრეთვე, საგარეჯოს, თეთრიწყაროს, სიღნაღის, თიანეთის და ზოგიერთ სხვა რაიონებში. შერიის არეალში გავრცელებულია შავმიწები და აგრეთვე, მდელოს-ყავისფერი, ყავისფერი და ყომრალი ნიადაგები. შერია ზომიერი ჰავის მცენარეა; მისი თესლი გაღვივებას იწყებს 2-3 °C სითბოს პირობებში. აღმონაცენი კარგად იტანს მცირე ყინვებსაც 9 °C-მდე. მაღალ ტემპერატურას ზაფხულში ნაკლებად ეგუება. შერია ტენის მოყვარული მცენარეა. გვალიანი ამინდები აღერებისა და ყვავილობის პერიოდში დამღუპველად მოქმედებს მცენარეზე. ნიადაგების მიმართ შერია ღიდ მოთხოვნებს არ უყენებს. შერია სხვა პურეულ კულტურებზე უკეთესად ეგუება მკავე ნიადაგებს და ვერ ეგუება დაჭაობებულ, დამლაშებულ და მძიმე მექანიკური შედგენილობის ნიადაგს.

სიმინდს (Zea mays L) დასავლეთ საქართველოში სასურსათო დანიშნულება აქვს და მოსახლეობის ძირითად საზრდოს წარმოადგენს. სიმინდის მთელი ნათესი ფართობის 80 %-ზე მეტი მოდის დასავლეთ საქართველოზე. სიმინდი ითესება აჭარაში, აფხაზეთში, გურიაში, სამეგრელოში, იმერეთში, ქართლსა და კახეთში.

სიმინდი სითბოს მოყვარული მცენარეა. მისი თესლის გაღვივება შესაძლებელია 8-10 °C სითბოს პირობებში. თესლის გაღვივების ოპტიმალური ტემპერატურაა 20-25 °C. ღიდ მოთხოვნას აყენებს სიმინდი სითბოსადმი მისი განვითარების პირველ პერიოდში, აღმოცენებიდან ქოჩორის ამოტანამდე. გაზაფხულის ყინვები -2 -3 °C ფარგლებში აზიანებს სიმინდის აღმონაცენს, ზოლო შემოდგომის

ნადრეკმა ყინვებმა $-3 -4^{\circ}\text{C}$ ფარგლებში შეიძლება დააზიანოს მცენარის ფოთლები და უვარგისი გახადოს მწვანე მასა სასილოსედ. სიმიინდი ითვლება გვალვაგამძლე მცენარედ. მცენარის განვითარებისათვის სხვადასხვა პერიოდში მოთხოვნილება ტენის მიმართ სხვადასხვანაირია. აღმონაცენის ტანის აყრამდე მცენარე ნაკლებად ხარჯავს ნიადაგის ტენს და უნარი აქვს სხვა მცენარეებთან შედარებით, უკეთესად გადაიტანოს გვალვა. მაგრამ შემდეგ პერიოდში, ქოჩორის ამოტანის წინ და განსაკუთრებით ყვავილობისა და მარცვლის ჩასახვის პერიოდში მოთხოვნილება წყალზე მკვეთრად იზრდება. ტენის ნაკლებობა ამ დროს არ უნდა იყოს მისი სრული წყალტევადობის $65-75\%$ -ზე ნაკლები, $40-50\%$ ტენიანობის დროს მცენარე ჭკნება, უჯრედის პროტოპლაზმა შრება და კარგავს ნივთიერებათა ცვლის უნარს. ნალექების რაოდენობა ზაფხულის პერიოდში დასავლეთ საქართველოს რიგ რაიონებში საესებით უზრუნველყოფს სიმიინდის მოთხოვნილებას ტენზე. აღმოსავლეთ საქართველოს უმეტეს რაიონებში ტენის ნაკლებობა ზაფხულში, ე.ი. მცენარის ყველაზე კრიტიკულ პერიოდში, მეტად საგრძნობია და სიმიინდის კულტურა აქ მორწყვის გარეშე ნაკლებ საიმედოა. განათების მიმართ დიდ მოთხოვნას აყენებს განსაკუთრებით მისი განვითარების პირველ პერიოდში. ახალგაზრდა აღმონაცენი ვერ იტანს დაჩრდილვას. სიმიინდი ითვლება მოკლე დღის მცენარედ.

სიმიინდი ნიადაგის მიმართ დიდად მომთხოვნი არ არის. ის თავისუფლად ეგუება სუბტროპიკულ ეწერებს, წითელმიწებს, ყვითელმიწებს, ყვითელ-ყომრალ, ყომრალ, კორდიან-კარბონატულ, ყავისფერ, მდელოს-ყავისფერ, რუხ-ყავისფერ, მდელოს-რუხ-ყავისფერ, შავ, ალუვიურ ნიადაგებს. სიმიინდისთვის მიუღებელია დაჭაობებული, დამლაშებული და ზემოთ ჩამოთვლილი ნიადაგების ძლიერ ეროღირებული სახესხვაობები.

სიმიინდის სავეგეტაციო პერიოდი გრძელდება 90 დღიდან (საადრეო ჯიშები) 150-160 დღემდე (საგვიანო ჯიშები). განვითარების პირველ პერიოდში სიმიინდი ნელა იზრდება. ამინდი ამ დროს ჯერ ისევ ცივია და მცენარეს არ ყოფნის სითბო მწვანე მასის სწრაფად განვითარებისათვის. ზაფხულის დასაწყისში მისი ზრდის ტემპი თანდათან ძლიერდება და მაქსიმუმს აღწევს ყვავილობის ხანაში. სიმიინდის ამ თავისებურების გათვალისწინებით უნდა განხორციელდეს მისი განოყიერება. უპირველესი მნიშვნელობა უნდა მიეცეს ნაკელს,

რადგანაც ის თანდათანობით განიცდის დაშლას. ზაფხულში მისი მინერალიზაცია ძლიერდება და ამ მხრივ სავსებით პასუხობს სიმინდის გაზრდილ მოთხოვნილებას. საჭიროების შემთხვევაში შესაძლებელია ნაკელის შეცვლა მწვანე სასუქით-სიდერატებით. სიმინდის მოსავალზე დიდ გავლენას ახდენს მინერალური სასუქები. სიმინდისათვის სასუქები შეაქვთ ძირითადი ხენის დროს, თესვის წინ და გამოკვების სახით. დასავლეთ საქართველოს პირობებში ყველაზე ეფექტურია NPK გამოყენება. შემდეგ, ეფექტიანობის მიხედვით მას მოსდევს NP, ხოლო კალიუმისაგან გამოწვეული მოსავლისმატება უმნიშვნელოა, როგორც ჩანს, მცენარე აქ კმაყოფილდება ნიადაგში არსებული კალიუმის მარაგით. დასავლეთ საქართველოში მჟავე რეაქციის ნიადაგებზე დიდ ეფექტს იძლევა აგრეთვე, მოკირიანება. დადებით გავლენას ახდენს სიმინდის მოსავლიანობაზე მიკროსასუქები-ბორი, მანგანუმი, სპილენძი, თუთია და სხვა. ბორიანი სასუქები განსაკუთრებით ეფექტიანია სუბტროპიკულ ეწერებზე, მანგანუმი- შავ და მღელოს-ყავისფერ ნიადაგებზე, სპილენძი-გატორფებულ ნიადაგებზე და თუთიანი სასუქები-კორდიან-კარბონატულ ნიადაგებზე.

სამარცვლე პარკოსანი კულტურების (ლობიო, სოიო, ბარდა, მუხუდო, ცერცვი, ოსპი, ცერცელი, ცულისპირა, არაქსი, უგრეხელი, ხანჭკოლა) უპირველესი მნიშვნელობა იმაშია, რომ მათი მარცვალი მდიდარია ცილებით, რაც აუცილებელ საჭიროებას წარმოადგენს ადამიანისა და პირუტყვის საკვებად.

სამარცვლე პარკოსანის მცენარეების მოთხოვნილება კლიმატის მიმართ მეტად სხვადასხვანაირია, ეს საშუალებას იძლევა შერჩეული იქნეს ისინი განსხვავებული კლიმატური პირობებისათვის. სავსებით პერიოდის მიხედვით არჩევენ მოკლე ვეგეტაციის (ბარდა, ცერცელი, ცულისპირა) და გრძელი ვეგეტაციის (ლობიო, სოიო, ცერცვი) მცენარეებს. სითბოს ნაკლები რაოდენობით კმაყოფილდება ბარდა, ცერცელა, ცულისპირა, მეტი რაოდენობით მოითხოვს სითბოს მუხუდო, ცერცვი, ხანჭკოლა, ხოლო ყველაზე უფრო სითბო- მოყვარულია სოიო და ლობიო. გრძელი დღის მცენარეებია ბარდა, ცულისპირა, ცერცვი და მოკლე დღის მცენარეებია სოიო, ლობიო, მუხუდო და სხვ. ტენის მიმართ შედარებით დიდ მოთხოვნილებას იჩენს ცერცვი და ხანჭკოლა. უფრო გამძლე არიან გვალვის მიმართ მუხუდო, უგრეხელი და ცულისპირა, დანარჩენ სამარცვლე პარკოსონებს-საშუალო მდგომარეობა უკავიათ.

ლობიო (*Phaseolus vulgaris* Savi.) ყველაზე უფრო გემრიელი საჭმელია. მას იყენებენ საჭმელად და კონსერვების დასამზადებლად. საქართველოში ლობიო შემოტანილი იყო XVI საუკუნის მეორე ნახევარში. ჩვეულებრივი ლობიოს გარდა კულტურაში ცნობილია მაშა, მრავალყვავილოვანი, მახვილფოთლიანი, ჩიტკვერცხა, წითელი ადგილობრივი, წითელი ინდური-ადგილობრივი, წითლადჭრელი, წითელი 41, ზელენოსტრუქნაია 517 და სხვ. ლობიო დიდ მოთხოვნებს უყენებს ნიადაგის ნაყოფიერებას. მისი ბიოლოგიური თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ მცენარე შედარებით მოკლე პერიოდში, 50-60 დღის განმავლობაში ამთავრებს ნიადაგიდან საკვები ელემენტების შთოვისებას. ამიტომ ლობიოს მარცვლის მაღალი მოსავლის მისაღებად აუცილებელია ნიადაგის განოყიერება ორგანული და მინერალური სასუქებით.

6.2. ტექნიკური კულტურები

ტექნიკური კულტურების ჯგუფში გაერთიანებულია ბოტანიკურად სხვადასხვა მცენარეები, რომლებიც მოჰყავთ მსუბუქი და კვების მრეწველობისათვის მცენარეული ნედლეულის მისაღებად, აგრეთვე საპარფიუმერიო, ფარმაცევტული და მრეწველობის სხვა დარგებისათვის.

ზეთოვანი კულტურები (მზესუმზირა, აბუსაღათინი, რაფსი) აერთიანებს მცენარეებს, რომელთა თესლი დიდი რაოდენობით შეიცავს ცხიმს და მოჰყავთ უმთავრესად ზეთის მისაღებად. ამ კულტურებს შორის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია *მზესუმზირა*. საქართველოში შემოტანილი იყო XIX საუკუნის ბოლოს. მისი ნათესებია დედოფლის-წყაროს, სიღნაღის, საგარეჯოს, გურჯაანის რაიონებში. მზესუმზირა სითბოს და სინათლის მოყვარული მცენარეა. დიდ მოთხოვნილებას აყენებს ნიადაგის ნაყოფიერებასაც. საკმაოდ გვალვაამტანია. ამავე დროს ტენის მიმართ საკმაოდ დიდ მოთხოვნილებას აყენებს. მზესუმზირა მოჰყავთ თითქმის ყოველგვარ ნიადაგზე. მისთვის საუკეთესოა შავი და აგრეთვე, ალუვიური და მდელოს-ყავისფერი ნიადაგები. ვერ ეგუება დამლაშებულ, ძლიერ მჟავე, კარბონატულ, მძიმე მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგს.

ეთერ ზეთოვანი მცენარეები (ვარდიხებრი გერანი, ევკენოლის რეჰანი, ქინძი) აერთიანებს მცენარეებს, რომელთა

კულტურის მიზანს წარმოადგენს სურნელოვანი, ეთეროვანი ზეთის მიღება. ეს მცენარეები გამოირჩევიან სითბოს, სინათლის და წყლისადმი დიდი მოთხოვნილებით. განსაკუთრებით კარგად იზრდებიან საკვები ნივთიერებებით მდიდარ, კარგი წყალგამტარი და ღრმა სახნავი ფენის მქონე ნიადაგებზე. მათთვის მიუღებელია დამლაშებული, დაჭაობებული, მძიმე მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგი.

სართავ მცენარეთა (ბამბა, სელი, კანაფი, კენაფი, ჯუთი) ჯგუფში გაერთიანებულია ისეთი კულტურები, რომლებიც საფეიქრო მრეწველობისათვის იძლევა ნატურალურ ბოჭკოს. ბამბის კულტურა საქართველოში ცნობილი იყო ძველთაგანვე. ის მოჰყავდათ აჭარაში, გურიაში, სამეგრელოში. XX საუკუნის დასაწყისში აღმოსავლეთ საქართველოში ფართო სამრეწველო გაერცელება მიიღო მებაბეობამ (ალაზნის ველზე, საგარეჯოს, გარდაბნის და მარნეულის რაიონები). შუა აზიის რესპუბლიკებში მებაბეობის სწრაფად განვითარებასთან დაკავშირებით ბამბის მოყვანა საქართველოში შეწყდა 1939 წელს. ბამბა ტიპური სამხრეთის მცენარეა. ზრდა-განვითარებისათვის საჭიროებს სითბოს მეტ რაოდენობას, ვიდრე მინდვრის სხვა რომელიმე მცენარე. ბამბა ვერ იტანს დაბალ ტემპერატურას, სულ უმნიშვნელო ყინვასაც. ბამბა სინათლის მოყვარული მცენარეა, საკმაოდ გვაღვაგამძლეა. მისი ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის და უხვი მოსავლისათვის აუცილებელია მორწყვა. ვითარდება სხვადასხვა ნიადაგებზე, რომლებიც გამოირჩევა მაღალი ნაყოფიერებით და კარგი წყალგამტარობით. ბამბა ვერ იტანს გრუნტის წყლების სიახლოვეს, მჟავე რეაქციის და დაჭაობებულ ნიადაგებს. ბამბა ეგუება აგრეთვე მცირედ დამლაშებულ ნიადაგებსაც.

ნარკოტიკული მცენარეები (თამბაქო და წეკო) შეიცავს ალკალოიდურ ნივთიერებას-ნიკოტინს, რომელიც ადამიანის ცენტრალურ ნერვიულ სისტემაზე გამაბრუებლად, დამთრგუნველად ან ამღლზნებლად მოქმედებს. საქართველოში თამბაქო (*Nicotiana tabacum* L.) შემოიტანეს XVII საუკუნის დამლევს და XVIII საუკუნის დასაწყისში. საუკეთესო თამბაქო მოჰყავთ აფხაზეთში; ამის გარდა, ლაგოდეხის, მარნეულის და ბოლნისის რაიონებში.

თამბაქო სითბოს მოყვარული მცენარეა. თესლის გაღივებისათვის საჭიროა არა ნაკლებ $10-11^{\circ}\text{C}$ სითბო, მცენარის ნორმალური განვითარებისათვის კი ოპტიმალური ტემპერატურაა $20-25^{\circ}\text{C}$, ძლიერ მაღალი ტემპერატურის დროს ($> 35^{\circ}$) მცენარე აჩერებს ზრდას.

თამბაქო ძალიან მგრძნობიარეა ყინვების მიმართაც, $-3 -4^{\circ}\text{C}$ ყინვა როგორც გაზაფხულზე, ისე შემოდგომაზე ძლიერ აზიანებს მცენარეს. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ჯიშების მიხედვით უნდა შეადგენდეს $1900-3400^{\circ}\text{C}$. მცენარე სინათლის მოყვარულია, დიდი რაოდენობით საჭიროებს წყალს. კარგი პირობები იქმნება მცენარისათვის ნიადაგში მისი მინდვრული ტენტევალობის $65-70\%$ ტენიანობის დროს; განსაკუთრებით საჭიროა წყალი ჩითილის დარგვისას დროს, ფესვთა სისტემის მომაგრებისა და ფოთლების მასობრივი ფორმირების ფაზაში, როდესაც მცენარის მწვანე მასა უხვად იზრდება. თამბაქო საკმაოდ მომთხოვნია საკვებ ნივთიერებათა მიმართაც. მაგრამ ზედმეტად ნაყოფიერ ნიადაგებზე მისი მოყვანა მიზანშეწონილი არ არის, რადგანაც ამ შემთხვევაში მცენარე ლაღად იზრდება, უხვად ითვისებს ნიადაგიდან აზოტს, იძლევა მაღალ მოსავალს, მაგრამ მკვეთრად ეცემა ფოთლის ხარისხი. თამბაქოსათვის საუკეთესოა კორდიან-კარბონატული ნიადაგები, რომლებსაც გააჩნიათ კარგი ფიზიკური თვისებები. ამის გარდა იზრდება ყომრალ და ყავისფერ, მდუღოს-ყავისფერ ნიადაგებზე. თამბაქოსათვის მიუღებელია მძიმე და მსუბუქი მექანიკური შემადგენლობის, დაჭაობებული და დამლაშებული ნიადაგები.

ძირხევნები აერთიანებენ ბოტანიკურად სხვადასხვა ოჯახისა და გვარის წარმომადგენლებს. მათი საერთო თვისება იმაში მდგომარეობს, რომ გამოსაყენებელ პროდუქტს, სხვა მცენარეებისგან განსხვავებით, ნიადაგის სახნავ ფენაში ინვითარებენ მიწისქვეშა გამსხვილებული ნაწილის სახით. ძირხევნები იყოფა ორ ჯგუფად. ერთნი გამსხვილებულ ნაწილს წარმოქმნიან ფესვის მთავარი ღერძისაგან და მათ ძირნაყოფებს უწოდებენ (შაქრის ჭარხალი, საკვები ჭარხალი, სტაფილო, თაღგამურა, თაღგამი და სხვ.); მეორენი - გამსხვილებულ ნაწილს წარმოქმნიან მიწისქვეშა ღეროსაგან და მათ ტუბერიან მცენარეებს უწოდებენ (კარტოფილი, მიწავამლა, ბატატი და სხვ.).

შაქრის ჭარხალი (Beta vulgaris L.) საქართველოში შედარებით ახალი კულტურაა, მის თესვას ჩვენში ფართოდ მოჰყიდეს ხელი 1931 წლიდან. მცენარის თესლი ნიადაგში თუმცა გაღვივებას იწყებს $2-5^{\circ}\text{C}$ სითბოს დროს, მაგრამ ნორმალური აღმოცენებისათვის საჭიროა $10-12^{\circ}\text{C}$. შაქრის ჭარხალი გრძელი დღის მცენარეა; დიდი რაოდენობით საჭიროებს წყალს. მეტად მომთხოვნია ნიადაგების მიმართ; კარგად იზრდება ნაყოფიერ, თიხნარ ნიადაგებზე (შავი,

შავმიწა, მდელოს-ყავისფერი, ალუვიური). მისთვის გამოუსადეგარია ძლიერ მსუბუქი და მძიმე ნიადაგები. ჭარხლის უხვი მოსავლის მისაღებად გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ტენიანობას და მცენარის უზრუნველყოფას წყლით მთელი ვეგეტაციის განმავლობაში; ამის მიღწევა შესაძლებელია მორწყვით.

კარტოფილი (*Solanum tuberosum* L.). სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა შორის კარტოფილს ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია. ნათესი ფართობის მიხედვით მსოფლიოში იგი მესამე ადგილზეა პურეულებისა და ბამბის შემდეგ. კარტოფილი, როგორც სათონი მცენარე, თავთავიანი კულტურებისათვის საუკეთესო წინამორბედი. საქართველოს ჰავისა და ნიადაგის პირობები საშუალებას იძლევა თავთავიანი პურეულის აღების შემდეგ, ზაფხულში დარგვის გზით, იმავე წელს მოყვანილ იქნეს კარტოფილის დამატებითი მოსავალი, როგორც სანაწევრალ კულტურისა. საქართველოს სოფლის მეურნეობისათვის ეს კულტურა კიდევ იმით არის ღირსშესანიშნავი, რომ იგი იჩენს შეგუების დიდ უნარს მთიანი ჰავის პირობებისათვის და თავისი გაერცვლებით აღწევს ისეთ სიმაღლეს ზღვის დონიდან, სადაც შეუძლებელია სხვა კულტურების მოყვანა.

გარემო პირობების მიმართ კარტოფილი შეგუების დიდ უნარს იჩენს. საქართველოში კარტოფილის მოყვანას მისდევენ ზღვის სანაპირო რაიონებიდან დაწყებული მაღალ ალპიურ ზონამდე. მაგრამ საუკეთესო მოსავალს ის მთიან რაიონებში იძლევა. კარტოფილი 30 °C აჩერებს ფოთლებში ორგანულ ნივთიერებათა წარმოქმნას, ხოლო ნიადაგის 29 °C-ზე გათბობის დროს ტუბერის განვითარება წყდება. კარტოფილის მაღალი მოსავლიანობისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ტენიანობას და ნალექების რაოდენობას. საერთოდ, კარტოფილი საჭიროებს გრილ და ნალექებით უზრუნველყოფილ ჰავას. სინათლის მოყვარულია. ნიადაგების მიმართ დიდ მოთხოვნილებას არ იჩენს. მისი მოყვანა შესაძლებელია ყველა ნიადაგზე, გარდა დაჭაობებულისა და დამლაშებულისა. კარგ მოსავალს იძლევა შავმიწებზე, ყომრალზე, მდელოს-ყავისფერ, მდელოს რუხ-ყავისფერ და ალუვიურ ნიადაგებზე. კარტოფილი სასუქების მიმართ დიდ მოთხოვნილებას იჩენს იმის გამო, რომ ის იძლევა ფართობის ერთეულზე მშრალი ნივთიერების თითქმის სამჯერ მეტ მოსავალს, ვიდრე მარცვლეული კულტურები. მინერალური და ორგანული სასუქების გარდა, ნიადაგის განოყიერებისათვის წარმატებით შეიძლება

გამოვიყენოთ სიდერაცია ანუ მწვანე სასუქები. კარტოფილი სხვა მცენარეებთან შედარებით უკეთესად უძლებს გვალვას, მაგრამ სარწყავ რაიონებში კარგი მოსავლის მისაღებად მორწყვა აუცილებელია.

6.3. საკვები კულტურები

სოფლის მეურნეობის უმნიშვნელოვანესი დარგის - მეცხოველეობის შემდგომი განვითარებისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება საკვებ ბაზას. საკვები მიზნებისათვის მოჰყავთ სხვადასხვა სახის მცენარეთა საკმაოდ დიდი რაოდენობა, რომლებიც შეიძლება შემდეგნაირად დაეჯგუფოთ:

1. საკვები ძირხვენები (საკვები ჭარხალი, სტაფილო, თაღგამურა, თაღგამი და სხვ.); 2. ბახჩეული კულტურები (ნესვი, გოგრა, ყაბაყი და სხვ.) და საკვები კომბოსტო; 3. მრავალწლოვანი ბალახები (იონჯა, სამყურა, ესპარცეტი, კაპუტა, უფხო შერიელა, ტიმოთელა და სხვ.); 4. ერთწლიანი საკვები ბალახები (საგაზაფხულო ცერცველა, საშემოდგომო ცერცველა, ერთწლოვანი სამყურა); 5. ერთწლოვანი მარცვლოვანი ბალახები (სუდანურა, ქერიმა, აფრიკული ფეტვი, ერთწლოვანი კონინდარი). გარდა ამისა, დიდი მნიშვნელობა აქვს მეცხოველეობისათვის დამატებითი მწვანე მასის მისაღებად სანაწევრლო და შუალედური კულტურების მოყვანას სასილოსედ, სენაჟად, ბალახის ფხენილის მისაღებად და სხვ.

საკვები ჭარხალი (Beta vulgaris v. crasse) ისევე, როგორც შაქრის ჭარხალი, ორწლიანი მცენარეა. საქართველოში დარაინებულია საკვები ჭარხლის ჯიშები: თეთრი ნახევრადშაქრიანი, ბარესი, ჰობედიტული და ეკენდორფის - ყვითელი. საკვები ჭარხალი თითქმის ორჯერ უფრო ნაკლებ მშრალ ნივთიერებს შეიცავს, ვიდრე შაქრის ჭარხალი, ამის გამო ნიადაგიდან საკვებ ნივთიერებათა შეთვისებაც ნაკლებია მცენარის მიერ, მაგრამ თუ გავითვალისწინებთ, რომ საკვები ჭარხალი თითქმის ორჯერ მეტ მოსავალს იძლევა ვიდრე შაქრის ჭარხალი, სასუქთა დოზები მისთვის დაახლოებით ისეთივე იქნება, როგორც შაქრის ჭარხლისათვის.

საკვები სტაფილო (Daucus carota L.), როგორც კულტურული მცენარე, დიდი ხანია ცნობილია. მის მოყვანას მისდევდნენ ჯერ კიდევ 1000 წლის წინათ ჩვ. ე. წიშების მიხედვით სტაფილოს ძირი

შეიძლება იყოს ყვითელი, წითელი, თეთრი და მათ შორის გარდამავალი ფერებით. სტაფილო, სხვა ძირხვეწებთან შედარებით, უკეთესად იტანს გვალვას, მშრალი ნივთიერების მეტი შემცველობისა და ფესვთა სისტემის ღრმად განვითარების გამო. მისი საეკვეტაციო პერიოდი დიდი არ არის, საადრეო ჯიშებისათვის ის უდრის 90-120 დღეს, საგვიანო ჯიშებისათვის 140-160 დღეს. ამის გამო, სტაფილოს კულტურა შესაძლებელია, როგორც ბარის, ისე მთიან რაიონებში. სტაფილო შედარებით უკეთესად იტანს სიცივეებსაც. მისი თესლი ღივდება 3-4 °C სითბოზე, ხოლო აღმონაცენი უძლებს -6, -8 °C წაყინვებსაც კი. მცენარის ნორმალურად განვითარებისათვის ოპტიმალური ტემპერატურაა 15-20 °C. სტაფილო სინათლის მოყვარული მცენარეა; დიდ მოთხოვნას იჩენს ტენის მიმართაც, განსაკუთრებით განვითარების პირველ პერიოდში. მისი მაღალი მოსავალი მიიღება ნიადაგის მინდვრული ტენტევალობის 65-70 %-ის პირობებში. საკვებ ნივთიერებათა მიმართ მოთხოვნილების მხრივ სტაფილო უახლოვდება შაქრის ჭარხალს. სტაფილო იძლევა კარგ მოსავალს შავ, ყომრალ, ყავისფერ ნიადაგებზე, შავმიწებზე, სუბტროპიკულ ეწერებზე და ალუვიურ ნიადაგებზე.

საზამთრო (*Citrus*), ნესვი (*Melo*), გოგრა (*Cucurbita*) და ყაბაყი (*Cucurbita pepo*) ეკუთვნიან გოგრანაირთა ოჯახს და ბოტანიკურ-მორფოლოგიურად ბევრი საერთო ნიშნით ხასიათდებიან. ისინი ბალჩეული კულტურების შედარებით გვალვაგამძლე და სითბოსმოყვარული მცენარეებია, მათი თესლის გაღივებისათვის საჭიროა 12-15 °C სითბო, ხოლო ნაყოფის განვითარებისათვის 25-30 °C. ეს მცენარეები სრულებით ვერ იტანენ ყინვებს. როგორც ახალი აღმონაცენი, ისე მოზრდილი მცენარე, ილუპება მცირე ყინვებითაც კი. სითბოს ნაკლები რაოდენობით კმაყოფილდება გოგრა, რომელიც ამის გამო ჩრდილოეთით უფრო შორს ვრცელდება, ვიდრე ნესვი და საზამთრო. ბალჩეული კულტურები კარგად გვარობს ნაყოფიერ, თიხნარი მექანიკური შემადგენლობის - შავი, ალუვიური, მდელოს ყავისფერი და მდელოს-რუხი-ყავისფერი ნიადაგებზე, შავმიწებზე.

საკეები კომბოსტო (*Bratsica subspontanea* Lezg.) ორწლიანი მცენარეა. მისი მოთხოვნილება სითბოსადმი დიდი არ არის; თესლი გაღივებას იწყებს 3-5 °C სითბოს პირობებში. აღმონაცენი ადვილად იტანს გაზაფხულის წაყინვებს, ხოლო მოზრდილი მცენარე

შემოდგომაზე უძლებს 10-12 °C ყინვასაც, რაც იმის საშუალებას იძლევა, რომ ღრმა შემოდგომაძღე ვიჭრონოთ წენიანი საკვები. საკვები კომბოსტო დიდი რაოდენობით მოითხოვს წყალსა და საკვებ ნივთიერებებს ნიადაგიდან. საუკეთესო შედეგს იძლევა ალუვიურ, თიხნარ ნიადაგებზე.

იონჯა (*Medicago L.*) ყველა საკვები ბალახიდან გამოირჩევა დიდი მოსავლიანობითა და მაღალი კვებითი ღირსებით. საქართველოს სარწყავ პირობებში იონჯა იძლევა წელიწადში 4-5 განათიბს, რომლის თივის მოსავალი პექტარზე 150-200 ც აღწევს, ამასთან ნიადაგში ტოვებს 100 ც-მდე ორგანული ნივთიერებათა ნარჩენებს. იონჯა გრძელი დღის მცენარეა და სინათლის მოყვარულია. ძლიერი გვალვების დროს მცენარე ზრდას აჩერებს და ფოთოლი სცივია, მაგრამ მორწყვისა და ნალექების მოსვლის შემდეგ ზრდას კვლავ ანახლებს და მოსავალს იძლევა. კარგი შედეგები მიიღება შავმიწებზე, შავ, ყავისფერ, მდელოს-ყავისფერ, რუხ-ყავისფერ, მდელოს რუხ-ნიადაგებზე, როდესაც ისინი ამჟღავნებენ დამაკმაყოფილებელ წყალგამტარობას. იონჯასთვის მიუღებელია დაჭაბებული, დამლაშებული და ძლიერ მჟავე ნიადაგები.

ესპარტეტი (*Onobrychis Adans*) საქართველოში ძველი დროიდანაა ცნობილი. ვეგეტაციის განმავლობაში ორჯერ ითიბება, დათესვის წელსვე იძლევა თესლს. ყინვაგამძლეა და გვალვაამტანია. ადვილად ეგუება თითქმის ყოველგვარ ნიადაგს. კარგ შედეგს იძლევა ტუტე, კარბონატულ, წყალგამტარ ნიადაგებზე. ცუდ შედეგს იძლევა მჟავე ნიადაგებზე და გრუნტის წყლების ზედაპირთან ახლოს დგომის დროს.

6.4. ხეხილის ბაღები

საქართველოში გავრცელებულია თესლოვანი და კურკოვანი კულტურების მრავალი ჯიში. მათ შორის ვაშლს (*Malus Mill.*) თავისი გავრცელებისა და მოსავლიანობის მიხედვით, ისევე, როგორც მთელს მსოფლიოში, წამყვანი ადგილი უკავია. საქართველოში ადგილობრივი ვაშლის ჯიშები წარმოშობილია *M.orientalis* მონაწილეობით. ამ სახეობისგან საუკუნეების მანძილზე ხალხური სელექციით მიღებულია მაღალი სამეურნეო თვისებების მქონე მრავალი

ჯიშთა ჯგუფი, მაგალითად, თურაშაული, კეხურა, ძუძუ ვაშლი და სხვ.

თესლოვან კულტურათა შორის ვაშლი უფრო მეტად ყინვაგამძლეა, ვიდრე მსხალი და კომში. ვაშლის ჯიშების აგროეკოლოგიური თავისებურებანი ბევრადაა დამოკიდებული ჯიშის გენეტიკურ საწყისსა და წარმოშობის ადგილზე. საერთოდ, ვაშლის ჯიშები საკმაოდ ფართო პორიზონტალური და ვერტიკალური ზონალობით ხასიათდება.

ვაშლის ჯიშები ზიანდება წაყინვებით, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც გაზაფხული ადრე იწყება, ვაშლის ხეების ყვავილობა ნაადრევად მიმდინარეობს და წაყინვები უსწრებს ყვავილობას. ასეთ შემთხვევაში ზიანდება ადრე მოყვავილე ჯიშების ყვავილი. ვაშლის ჯიშები დაბალი ხარისხის ნაყოფს იძლევა ცხელი ჰაერის პირობებში (ქვემო ქართლი). ზღვის დონიდან 1800 მეტრზე მაღლა კი მხოლოდ მოკლე კეგეტაციის მქონე ყინვაგამძლე ჯიშების გაერცელება შეიძლება. ვაშლის ჯიშების დამოკიდებულება ნიადაგების მიმართ ბევრადაა დამოკიდებული საძირეების ადაპტაციაზე. ძლიერ საძირეზე დამყნილი ვაშლის ჯიში უფრო კარგად ეგუება სხვადასხვა თვისებების მქონე ე.ი. სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებს. მაჟალოზე დამყნილი ვაშლის ჯიშები უფრო კარგად ეგუებიან შედარებით ღარიბ ნიადაგებს, მაგალითად, ალუვიურ ნიადაგებს. სუსტი და საშუალო ზრდის უნარის საძირეებზე დამყნილი ვაშლის ჯიშები უფრო მომთხოვნიან ნიადაგების მიმართ. ვაშლის ჯიშები განსხვავდებიან ნიადაგების ძირითადი მაჩვენებლების მიმართ, ისინი იზრდებიან pH საკმაოდ დიდ დიაპაზონში 4,5 8,6. ვაშლის ჯიშები კარგად ხარობს ყველა ნიადაგზე, გარდა დაჭაობებული, დამლაშებული, ბიცი და ბიცობიანი ნიადაგებისა. ძლიერ კარბონატულ ნიადაგებზე (კორდიან-კარბონატული) ვაშლის ჯიშები ზოგჯერ ავადდება ქლოროზით. იშვიათ შემთხვევებში ვაშლის ხე კარგად ხარობს აგრეთვე, ძლიერ მჟავე ნიადაგებზე.

კლიმატის ცალკეული მაჩვენებლების მიმართ ვაშლის ჯიშები განსხვავებულ დამოკიდებულებას ამჟღავნებენ. ტენიან სუბტროპიკებში - აფხაზეთი, აჭარა, გურია, სამეგრელო ვაშლის ჯიში მეტ-ნაკლებად ავადდება სოკოვანი ავადმყოფობით, ქეცით, სილაქავით, კიბოთი და სხვ. ვაშლის ჯიშების წარმოებისათვის საუკეთესო აგროეკოლოგიური პირობებია, როცა ურწყავ პირობებში ნალექების რაოდენობა 800-1200 მმ ფარგლებშია, ხოლო სარწყავ პირობებში - 450-700 მმ. საერთოდ, ვაშლის ჯიში მოითხოვს კონტინენტურ

პავას. ზაფხულის მაღალი ტემპერატურის პირობებში ნაყოფის ხარისხის შენახვის უნარიანობა და ტრანსპორტაბელობა მცირდება.

მოგვყავს ვაშლის ძირითადი ჯიშების ზოგიერთი აგროეკოლოგიური თავისებურებანი:

შამპანური რენეტი (ბუმაჟნი რენეტი, ბროცკი) - ძველი დასავლეთევროპული, ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული ჯიშია. იგი გვხვდება საქართველოს თითქმის ყველა რაიონში. საუკეთესო ხარისხის პროდუქციას იძლევა შუა ქართლში, ზემო ქართლსა და სამხრეთ ოსეთში. ამჟამად ეს ჯიში დარაიონებულია კახეთის, ქვემო ქართლის, აღმოსავლეთ კავკასიონის, მესხეთის, იმერეთის, რაჭა-ლეჩხუმისა და აჭარის რეგიონებში, ზღვის დონიდან 800-დან 1600-მდე. კლიმატი - ტენიანი, გრილი ზაფხულით და ცივი ზამთრით. ნიადაგები - ყვითელ-ყომრალი, ყომრალი, ყავისფერი და კორდიან-კარბონატული. ყვითელ ყომრალი ნიადაგები ხასიათდება მჟავე რეაქციით, ჰუმუსის მაღალი შემცველობით, თიხა და თიხნარი მექანიკური შემადგენლობით, არამაძვრობით. ყავისფერი ნიადაგები ხასიათდება ნეიტრალური ან ტუტე რეაქციით, თიხა და თიხნარი მექანიკური შემადგენლობით, ჰუმუსის საშუალო ან მცირე შემცველობით, ფუძეებით მაძვრობით, კარბონატულობით. კორდიან-კარბონატული ნიადაგების გამანსხვავებელი ნიშანია კარბონატების მაღალი შემცველობა და მცირე სიმძლავრე.

კეხურა - ადგილობრივი ჯიშია. გავრცელებულია მესხეთში, რაჭა-ლეჩხუმში, სვანეთში, აჭარაში, აფხაზეთში, გურიაში, ზემო იმერეთში, კახეთში. ამჟამად ეს ჯიში დარაიონებულია კახეთში, ქვემო ქართლში, აღმოსავლეთ კავკასიონის მთიანეთში, შიდა ქართლსა და სამხრეთ ოსეთში. კლიმატი ზომიერად თბილიდან - ზომიერამდე, ნალექების სხვადასხვა რაოდენობით, შედარებით თბილი ზამთრით. ნიადაგები-ყვითელ-ყომრალი, ყომრალი, კორდიან-კარბონატული, ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი. მდელოს - ყავისფერი ნიადაგები ხასიათდება ნეიტრალური ან ტუტე რეაქციით, ჰუმუსის ზომიერი შემცველობით, ღრმა ჰუმუსირებით, კარბონატულობით, გალებების სუსტი ნიშნებით.

კანადური რენეტი (ანტონოვკა) - საქართველოში შემოტანილ უცხოურ ჯიშებს შორის ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ჯიშია, ეს ჯიში გვხვდება საქართველოს თითქმის ყველა რაიონში ზღვის დონიდან 1400 - 1700 მეტრამდე. ამ არეალში საშუალო წლიური

ტემპერატურა მერყეობს 4 – 7 °C შორის, ნალექების რაოდენობა - 800 - 1500 მმ, ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა აღწევს 80 %. ნიადაგები - ყომრალი, რომლებიც ხასიათდება მჟავე და სუსტად მჟავე რეაქციით, თიხა და თიხნარი მექანიკური შემადგენლობით, ჰუმუსის ზომიერი შემცველობით, შთანთქმის საშუალო ტევადობით.

გოლდენ დელიშესი - მიღებულია ვირჯინიის შტატში (აშშ). ეს ჯიში გვხვდება საკოლექციო ნარგაობაში, სახელმწიფო ჯიშთა გამოცდის ნაკვეთებზე და სანერგეებში.

ბანანი ზამთრის ჩრდილოეთ ამერიკული ჯიშია. გაერცელებულია აღმოსავლეთ საქართველოს ყველა ზონაში. ნიადაგები - მდელოს-ყავისფერი, ყავისფერი, ყომრალი მჟავე და სუსტად მძლავრი, ყვითელ-ყომრალი.

კეზურა ადგილობრივი ჯიშია. გაერცელებულია ქართლში, მესხეთში, აფხაზეთში, გურიაში, ზემო იმერეთში, კახეთსა და აღმოსავლეთ კავკასიონის მთიანეთში. კლიმატი - ზომიერად თბილი, ცივი ზამთრით და ცხელი ზაფხულით. ნიადაგები - ყომრალი, კორდიან-კარბონატული, შავი. შავი ნიადაგები ხასიათდება მძლავრი ჰუმუსოვანი პროფილით, მძიმე მექანიკური შემადგენლობით, ნეიტრალური რეაქციით, ჰუმუსის მაღალი და ზომიერი შემცველობით.

ბელფლორი ყვითელი (კარსკი) - ინტროდუცირებული ჯიშია. ამჟამად დარაიონებულია ყველგან, გარდა დასავლეთ საქართველოს დაბლობი ზონისა (გურია-აჭარა, სამეგრელო, აფხაზეთი). საუკეთესო ხარისხის პროდუქციას იძლევა ქართლის მეხილეობის სამრეწველო რაიონებში, რაჭა-ლეჩხუმში, აჭარისა და აღმოსავლეთ საქართველოს მთიან ზონებში. კლიმატი - ზომიერ-თბილიდან ზომიერამდე. ნიადაგები

ყვითელ ყომრალი, ყომრალი, კორდიან-კარბონატული, ლამები. ლამები ხასიათდება მძლავრი ნიადაგური პროფილით, თიხა-თიხნარი მექანიკური შემადგენლობით, ნეიტრალური ან ტუტე რეაქციით, ჰუმუსის ზომიერი შემცველობით.

ხეხილოვანთა შორის მსხალს (*Pyrus L.*) ვაშლის შემდეგ მეორე ადგილი უკავია. ვაშლთან შედარებით მსხალს უფრო ფართო ეკოლოგიური ტოლერანტობა გააჩნია. მსხალი უფრო გვალვაგამძლეა, ვიდრე ვაშლი, უფრო ნაკლებ ზიანდება მავნებლებ-ავადმყოფობებისაგან, კარგად ხარობს სხვადასხვა საძირეზე და იზრდება დიდ მძლავრ ხეებად.

ბერე ბოსკი (ალექსანდრეული, ბერა) - ნაპოვნია, როგორც

შემთხვევითი თესლნერგი, XVIII საუკუნეში ამჟღავნებდა (საფრანგეთში). საქართველოში გავრცელებულია ქართლის, მესხეთის, სამხრეთ ოსეთის, ქვემო ქართლის, რაჭა-ლეჩხუმისა და აფხაზეთის ზონებში. საუკეთესო პროდუქციას იძლევა შიდა ქართლისა და მესხეთის ზონებში. კლიმატი - ზომიერ-თბილიდან ზომიერამდე. ნიადაგი ყვითელ-ყომრალი, ყომრალი, ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი, კორდიან-კარბონატული. ჯიში საუკეთესო ხარისხი პროდუქციას იძლევა შიდა ქართლისა და მესხეთის ზონებში.

ვილიამსი (სუნიანი მსხალი, ზაფხულის დუშესი)
გამოყვანილია XVIII საუკუნის დამლევს ბერქშირში (ინგლისი). ეს ჯიში დარაიონებულია საქართველოს მეხილეობის ყველა ზონაში, საუკეთესო ხარისხის პროდუქციას იძლევა შუა ქართლის, თბილისის გარეუბნებისა და კახეთის ზონაში, მშრალი სუბტროპიკების კლიმატის პირობებში-თბილი ზამთრით და ცხელი, მშრალი ზაფხულით, ღია ყავისფერ ნიადაგებზე. ეს ნიადაგები ხასიათდება ტუტე რეაქციით, კარბონატულობით ზედაპირიდან, თიხა-თიხნარი მექანიკური შემადგენლობით, ჰუმუსის ზომიერი შემცველობით.

კომში (Cydonia oblonga Mill.) ხეხილოვან კულტურათა შორის მნიშვნელოვანი კულტურაა. კომში თავის სამშობლოში (კავკასია, ჩრდილოეთ ირანი, მცირე აზია) ცნობილი იყო ჩვენს ერამდე-მეორე ათასწლეულში. ამჟამად, კომშის კულტურა გავრცელებულია ყველგან, სადაც მისი არსებობისათვის შესაფერისი პირობებია. საქართველოში კომშის არეალი მეტად დიდია, მაგრამ სამრეწველო მნიშვნელობით მისი წარმოება მიზანშეწონილია დასავლეთ საქართველოში ზღვის დონიდან 800 მეტრამდე, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში - 750 მეტრამდე. კომშის ხე ნიადაგის მიმართ დიდი მომთხოვნელობით არ გამოირჩევა. მისი ნორმალური ზრდა-განვითარებისა, უხვი და მაღალი ხარისხის მოსავლის მისაღებად საჭიროა საკვები ნივთიერებებით მდიდარი, თიხნარი მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგები.

საქართველო კომშის პირველადი წარმოშობის ერთ-ერთი კერაა.

ლაგოდების მსხვილნაყოფა - ადგილობრივი ჯიშია. გამოვლინდა ლაგოდების რაიონის სოფელ შრომაში. მაღალი ხარისხის საკონსერვო და სასუფრე ნაყოფს იძლევა როგორც დასავლეთ, ისე აღმოსავლეთ საქართველოს რაიონებში. ნიადაგები - ყომრალი სუსტად არამადლარი და ყვითელ-ყომრალი.

ქართული მუყე ადგილობრივი წარმოშობის ძველი ჯიშია.

გვხვდება როგორც კახეთსა და ქართლში, ისე დასავლეთ საქართველოში. შედარებით მეტი რაოდენობით და ნაირფორმიანობით წარმოდგენილია შუა ქართლში: გორის, ქარელის, ცხინვალისა და კასპის რაიონებში. ნიადაგები - მდელოს-ყავისფერი და სუბტროპიკული ეწერები.

მაღაჩინი ძველი ადგილობრივი წარმოშობის ჯიშია. გავრცელებულია ქართლში და შეიცავს მრავალ კლონს. ეს ჯიში განსაკუთრებით გავრცელებულია გორის რაიონში. მანებლებისა და დაავადებების მიმართ გამძლეა. ნიადაგები მდელოს-ყავისფერი.

ატამი (*Persica vulgaris* Mill.) მეტად ძვირფასი კულტურაა. ატამის ხე და ნაყოფი კარგად იტანს ზაფხულის მაღალ ტემპერატურას, მხოლოდ ზამთრის პერიოდში მოკლე დროის მონაკვეთზე საჭიროებს დაბალ ტემპერატურას. საქართველოს ზოგიერთ რაიონში ზოგჯერ ატამის ყვავილები და ნასკვიც ზიანდება გაზაფხულის საგვიანო წაყინვით. ატამის ხე საკმაოდ გვალვაგამძლეა. ატამი იზრდება ზღვის დონიდან 1100 მეტრამდე. ნიადაგების მიმართ საკმაოდ მომთხოვნია; ვერ იტანს დამლაშებულს, უსტრუქტურო, მძიმე ნიადაგებს. ჭარბტენიან ნიადაგებზე ატამისთვის საუკეთესოა ტყემლის საძირეები, მსუბუქი მექანიკური შემადგენლობის ნიადაგებზე - ატამის საძირეები და ხირხათიან და მშრად ნიადაგებზე - ნუშისა და ჭერმის საძირეები.

ელბერტა - ამერიკული ჯიშია. ფართოდ არის გავრცელებული საქართველოს ყველა რაიონში. დარაიონებულია აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს მეხილობის ზონებში. კლიმატი - ზომიერად თბილი, ცხელი ზაფხულით და ზომიერად ცივი ზამთრით. ნიადაგები ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი და ყომრალი.

საკონსერვო საადრეო მიღებულია უკრაინაში, ნიკიტის ბოტანიკურ ბაღში. გავრცელებულია კახეთში, ქართლში, გურიაში. სამეგრელოში და აფხაზეთში. კლიმატი მშრალი და ტენიანი სუბტროპიკული. ნიადაგები ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი, წითელმიწები, სუბტროპიკული ეწერები. წითელმიწები ხასიათდება წითელი შეფერილობით რკინის მაღალი შემცველობის გამო, მჟავა რეაქციით, თიხა-თიხნარი მექანიკური შემადგენლობით, ჰუმუსის ზომიერი შემცველობით. სუბტროპიკული ეწერები ხასიათდება მკვეთრად დიფერენცირებული პროფილით, მჟავა რეაქციით, ჰუმუსის დაბალი შემცველობით, თიხნარი და თიხა მექანიკური შემადგენლობით.

ხილისთაური ვარდისფერი (შადინოვის) - ძველი ქართული ჯიშია. დარაიონებულია ქართლისა და კახეთის ზონებში. კლიმატი - შშრალი სუბტროპიკული. ნიადაგები - ყავისფერი, მდელოს-ყავისფერი, ლამები.

კრიშაკი - გამოყვანილია უკრაინაში, ნიკიტის ბოტანიკურ ბაღში. გავრცელებულია გურჯაანის რაიონში და თბილისის საგარეუბნო ზონაში. კლიმატი - შშრალი სუბტროპიკული. ნიადაგები - ყავისფერი,

6.5 სუბტროპიკული კულტურები

სუბტროპიკული კულტურები ძირითადი დანიშნულებით, სამეურნეო გამოყენებისა და მიღებული პროდუქციის მიხედვით შემდეგნაირად ჯგუფდება (ჩხაიძე, 1996):

- ტექნიკური-საკვებ-სურნელოვანი ჩაი და დაფნა;

სუბტროპიკული ხეხილი ლიმონი, ფორთოხალი, მანდარინი, გრეიფრუტი, ხურმა, ლეღვი, ბროწეული, ზეთისხილი, ფეიქოა, მუშმულა, უნაბი, კაკალი, პეკანი, აქტინიდა, წყავი;

ცხიმზეთოვანი - ტუნგის ხე, ლაქის ხე, ცვილის ხე, ქონის მუხა;

მერქნოვან-ტექნიკური ბამბუკი, ევკალიპტი, კორპის მუხა, გუდაპერჩის ხე;

- ეთერზეთოვანები - გერანი, გეგენოლის რეჰანი, ეთერზეთოვანი ვარდი, მსხვილყვავილა ჟასმინი, ყაზანლიყის ვარდი;

- ფოთოლბოჭკოვნები - რამი, კანაფი, ჯუთი, ახალზელანდიური სელი, ღრაცენა;

- სამკურნალო მცენარეები ალოე, თირკმლის ჩაი, კალანხოა, ოლეანდრა, პასიფლორა, ვარდისებრი კატარანტუსი, ბურქისებრი გომფოკარპუსი, სტევია.

6.5.1 ჩაი

ცნება 'ჩაი' სხვადასხვა მნიშვნელობით იხმარება: 1) მარადმწვანე მცენარე, 2) მზა ნაწარმი, რომელსაც ღებულობენ ჩაის მცენარის მწვანე ფოთლების გადამუშავებით; 3) სასმელი.

ევროპაში ჩაის მეცნიერული სახელწოდება მიეცა 1753 წელს

ბერძნული ქალღმერთის თეას (*Thea*) საპატივცემლოთ.

ჩაის კულტურა გავრცელებულია დასავლეთ საქართველოში ზღვის დონიდან 500-600 მეტრის სიმაღლემდე. ჩაის მცენარე განსაკუთრებულ მოთხოვნებს უყენებს ეკოლოგიურ პირობებს, რომელთა შორის უმთავრესია კლიმატი და ნიადაგი. ჩაის მცენარე ვეგეტაციას იწყებს მაშინ, როდესაც საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურა 10 °C აღემატება. ჩაისთვის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი არ უნდა იყოს 3500 °C-ზე ნაკლები, წლის საშუალო მრავალწლიანი ტემპერატურა 12,5 °C ნაკლები, ხოლო ვეგეტაციის პერიოდში (აპრილი-ოქტომბერი) უნდა აღემატებოდეს 18 °C. ჩაი ჩრდილის ამტანი და მოკლე დღის მცენარეა. ჩაის მცენარე დიდ მოთხოვნებს უყენებს როგორც ჰაერის, ისე ნიადაგის ტენიანობას. ჰაერის ოპტიმალური ფარდობითი ტენიანობა საშუალოდ არ უნდა იყოს 70-75 % ნაკლები. ჩაისთვის საკმარისია თვეში 100 მმ ნალექი, წელიწადში 1200-1300 მმ, ხოლო ვეგეტაციის პერიოდში 600-800 მმ. ჩაის მცენარის ცხოველმყოფელობაზე უარყოფითად მოქმედებს ქარი.

ჩაისთვის ხელსაყრელია ნაყოფიერი, მჟავე, კარგად გასტრუქტურებული, თიხა-თიხნარი ნიადაგები კარგი წყალგამტარობით და ტენტიუდობით.

6.5.2 ციტრუსოვნები

ციტრუსების გვარი (*Citrus*) შეიცავს 29 სახეობას. მათგან ფართოდ გავრცელებულია ფორთოხალი, მანდარინი, ლიმონი, ციტრონი, გრეიფრუტი და სხვ.

ციტრუსოვანთა კულტურა (ფორთოხალი, ლიმონი და სხვ.) ისტორიული წყაროების მონაცემებით ცნობილი იყო საქართველოში მრავალი საუკუნის წინათ. ქართველი გეოგრაფი ვახუშტი ბატონიშვილი, რომელიც XVII საუკუნის ბოლოს და XVIII საუკუნის დასაწყისში ცხოვრობდა და მოღვაწეობდა ნარინჯოვანთა (ლიმონი, ფორთოხალი, ნარინჯი) ნარგაობას აღნიშნავდა ბათუმს, გონიოსა და ეგრისში. ადრე ციტრუსოვანთა არეალი უფრო ფართო იყო, მაგრამ გამუდმებული თავდასხმების შედეგად ეს ნარგაუბი ნადგურდებოდა. ციტრუსოვანთა ნარგაობის შემცირებას ხელს უწყობდა აგრეთვე სუსხიანი ზამთარი.

ციტრუსოვანი კულტურები ჩაისთან შედარებით უფრო მკაცრ

მოთხოვნებს უყენებს ეკოლოგიურ პირობებს. ნიადაგები უნდა ხასიათდებოდეს მაღალი ნაყოფიერებით, ჰუმუსით გაშლიდრებით, ძირითადად თიხნარი მექანიკური შედგენილობით, კარგი ფიზიკური თვისებებით. ასეთ მოთხოვნილებებს აკმაყოფილებენ ტენიანი სუბტროპიკების წითელმიწები, ყვითელმიწები, კორდიან-კარბონატული, ყვითელ-ყომრალეები და ალუვიური ნიადაგები.

მანდარინი (*Citrus reticulata* Blanco). საქართველოში მანდარინი შემოიტანეს გასული საუკუნის 70-იან წლებში, მაგრამ ფართო გავრცელება ტენიან სუბტროპიკებში მიიღო მხოლოდ XX საუკუნის დასაწყისში. მანდარინის ჯიშებია უნშიუ, ქართული საადრეო, კოვანე ვასე, მიაგავა ვასე, ოკიცუ ვასე, მიხო ვასე, ტიახარა უნშიუ, ნანკანი 20.

ფორთოხლის (*C. cinensis* Osb.) ჯიშებია: ჰამლინი, ჰაინეპლი, საგვიანო ვალენსია, დორთიოლი, პირმშო, მაიორკა სიდლეს, საგვინელო, ტოროკო და სხვ. მანდარინთან შედარებით უფრო მომთხოვნია ეკოლოგიური პირობების მიმართ.

ლიმონი (*C. limonia* Osb.) სხვა ციტრუსოვანებთან შედარებით ითვლება ყველაზე ძვირფას სამკურნალო ნაყოფად ვიტამინ C და ორგანული მჟავების გადიდებული შემცველობის გამო. საქართველოში ლიმონის კულტურა ცნობილი იყო ჯერ კიდევ XVIII საუკუნეში. ლიმონის ჯიშებია: ქართული ლიმონი, დიოსკურია, უპენეკის, კუზნერის ლიმონი, უდარნიკი. განსაკუთრებით მომთხოვნია ეკოლოგიური პირობების მიმართ.

6.6. ვაზი

ქართველი ხალხის ეკონომიკური ძლიერების განმტკიცებაში ვაზი (*Vitis*) და მისი პროდუქტები ყოველთვის უდიდეს როლს ასრულებდა (ქანთარია, რამიშვილი, 1983). ენოლითის ეპოქაში ე.ი. 4 ათასი წლის წინ ჩვენს წელთაღრიცხვამდე საქართველოს ტერიტორიაზე მევენახეობის განვითარების საწყისები ნათლად იყო წარმოდგენილი. ამასთან არქეოლოგიური გათხრების მასალები მოწმობენ, რომ ვაზის კულტურა ცნობილი იყო გაცილებით უფრო ადრე. ერთი რამ ნათელია, რომ ვაზის კულტურის ისტორია უშუალოდ არის დაკავშირებული ქართველი ერის ისტორიასთან. ცნობილია, რომ საქართველოში აღრიცხულია 500-მდე აბორიგენული ჯიში.

ვაზის კულტურა მეტ-ნაკლები რაოდენობით წარმოდგენილია მსოფლიოს თითქმის ყველა ნიადაგურ-კლიმატურ სარტყელში, მაგრამ მევენახეობა, როგორც დარგი გავრცელებულია მხოლოდ 20 - 51 განედებს შორის. ვაზის ზრდის საუკეთესო პირობებია ზომიერად-თბილ სარტყელში.

საქართველოში სამრეწველო ტიპის მევენახეობა წარმოდგენილია აღმოსავლეთ საქართველოში ზღვის დონიდან 400-800 მეტრს შორის, ხოლო დასავლეთ საქართველოში 200-800 მეტრს შორის. საერთოდ, ვაზის გავრცელების საზღვრები არ აღემატება 1000 მეტრს ზღვის დონიდან. ვაზის გავრცელებაზე გავლენას ახდენს ადგილის დაცილება ზღვის დონიდან და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი. ვაზი დიდ მოთხოვნებს უყენებს გარემო (ნიადაგურ-კლიმატურ) პირობებს. ვაზი ცხოველმოქმედებას იწყებს 8°C . მისი ზრდა-განვითარების ოპტიმუმა $25-30^{\circ}\text{C}$. უფრო მაღალი ტემპერატურის (40°C ზევით) მისი განვითარება ფერხდება.

ვაზის ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი უნდა შეადგენდეს 3000°C (რამიშვილი, 1986). სითბოს ეს ჯამი ცალკეული ბიოლოგიური ფაზების მიხედვით შემდეგნაირად უნდა ნაწილდებოდეს: კვირტების გაშლიდან ყვავილობის დაწყებამდე - $350-380^{\circ}\text{C}$; ყვავილობის პროცესში $250 - 400^{\circ}\text{C}$, შეთვალეებიდან ყურძნის სრულ დამწიფებამდე - $500 - 800^{\circ}\text{C}$. ვაზი მეტ-ნაკლებ გამძლეობას იჩენს ტენისადმი, მაგრამ საჭიროებს წყლით აუცილებელ უზრუნველყოფას ყურძნის შეთვალეებიდან სრულ სიმწიფემდე. ვაზი სინათლის მოყვარული მცენარეა.

მეტეოროლოგიური მოვლენებიდან ვაზისთვის განსაკუთრებით საზიანოა სეტყვა. საქართველოში სეტყვა ხშირი მოვლენაა, განსაკუთრებით კახეთში.

ვაზის ზრდა-განვითარება, მოსავლის რაოდენობა და პროდუქციის ხარისხი ბევრად განისაზღვრება ნიადაგური პირობებით. ვაზის ერთი და იგივე ჯიში, რომელიც მუშავდება მსგავსი აგროტექნიკით სხვადასხვა ნიადაგებზე შეიძლება იძლეოდეს განსხვავებულ პროდუქციას, მაგალითად, ჯიში "საფერავი" მდ.დურუჯის გამონატანზე იძლევა მაღალხარისხოვან, ბუნებრივად ნახევრადტკბილ სამარკო ღვინო ქინძმარაულს, ხოლო იქვე, მახლობლად სხვა ნიადაგურ პირობებში მდ.ბურსას გამონატანზე - ორდინარულ საფერავს.

საერთოდ, სხვადასხვა ნიადაგებზე ვაზის კულტურის ზრდა-

განვითარება, მოსავლიანობა და პროდუქციის ხარისხი განსხვავებულია.

რუხ-ყავისფერი, მდელოს-რუხ-ყავისფერი და შავ ნიადაგებზე გაშენებული ვაზი გამოირჩევა ძლიერი ზრდა-განვითარებით და უხვი მოსავლიანობით, მაგრამ მიღებული პროდუქცია შედარებით მდარეა. ამ ნიადაგებზე გაშენებული ვაზი გვალვიან წლებში საჭიროებს მორწყვას.

ყავისფერი და მდელოს-ყავისფერი ნიადაგები გამოირჩევა მაღალი ნაყოფიერებით და ამ ნიადაგებზე გაშენებული ვაზი ხასიათდება ძლიერი ზრდა-განვითარებით და უხვი მოსავლიანობით.

კარბონატულ ნიადაგებზე გაშენებული ვაზი იძლევა განსაკუთრებული ღირსების სუფრის ღვინოს. ასეთ ნიადაგებს მიეკუთვნება კორდინან-კარბონატული, რენძინო-ყავისფერი, რენძინო-ყომრალი, ყავისფერი ნიადაგები. ამ ნიადაგებიდან გამოსაყოფია ნემოპჰალა-კარბონატული ნიადაგები, რომლებიც გამოირჩევა ხირხატიანობით და საკვები ნივთიერებების მაღალი შემცველობით.

ალუვიური ნიადაგებიც მეტ-ნაკლებად ნაყოფიერ ნიადაგებს მიეკუთვნება, თუმცა შესამჩნევად ჩამორჩება კარბონატულ ნიადაგებს.

ნიადაგების ყველა ტიპში შედარებით მაღალი ღირსებით გამოირჩევა ხირხატიანი სახესხვაობები. ხირხატი უზრუნველყოფს კარგ წყალგამტარობას და ხელს უწყობს ნიადაგში სითბოს შენარჩუნებას.

სუბტროპიკული ეწერები ნაკლებადაა პროდუქტიული. ამის გარდა, ეს ნიადაგები მკვეთრადაა დიფერენცირებული: ზედა, შედარებით ფხვიერი ფენა იცვლება მძიმე, წყალგაუმტარი, ხშირად გარკინებული (ორმტეინის) შრით, რაც აძნელებს ვაზის ნორმალურ ზრდა-განვითარებას. ტენიანი სუბტროპიკების სხვა ნიადაგები (წითელმიწა, ყვითელმიწა, ყვითელ-ყომრალი) ხასიათდება ნაკლები პროდუქტიულობით.

ვაზისთვის მიუღებელია დამლაშებული, დაჭაობებული, განსაკუთრებით მძიმე ნიადაგები.

საქართველოში აგროეკოლოგიური პირობების გათვალისწინებით ვაზის ძირითად სამრეწველო ჯიშებს აქვს შემდეგი არეალები:

კახეთში რქაწითელი ლაგოდეხის, სიღნაღის, დედოფლის-წყაროს, ახმეტის, ყვარლის რაიონები; *მწვანე კახური* - თელავის და საგარეჯოს რაიონები; *საფერავი* - სიღნაღის, გურჯაანის, ყვარლის, თელავის, ახმეტის რაიონები; *ხიხვი* - თელავი, გურჯაანის, ახმეტის, სიღნაღის, ყვარლის რაიონები.

ქართლში ჩინური გორის, კასპის, მცხეთის რაიონები და თბილისის შემოგარენი; *გორული მწვანე* - გორის, კასპის, დუშეთის, ხაშურის, ქარელის, ახალგორის, ზნაურის რაიონები და თბილისის შემოგარენი; *თაგვერი* - გორის, ხაშურის, მცხეთის, ახალგორის რაიონები და თბილისის შემოგარენი.

იმერეთში ციცქა ზესტაფონის, ხარაგოულის, თერჯოლის რაიონები; *ცოლიკაური* - ზესტაფონის, თერჯოლის, ხარაგოულის, ბაღდადის რაიონები და აგრეთვე რაჭა-ლეჩხუმსა და სამეგრელოში; *კრაზუნა* ზესტაფონის და ბაღდადის რაიონები; *ოცხანური საფერე* - საჩხერის, ზესტაფონის, ჭიათურის, თერჯოლის, ბაღდადის, ხარაგოულის რაიონები.

რაჭა-ლეჩხუმში - *ალექსანდროული* ამბროლაურის რაიონი; *ხვანჭკარა* ტოლას ზონაში, მდ.ცხენის წყლის ხეობაში; *უსახელოური* ცაგერის რაიონი; *მუჯურეთული* ამბროლაურის და ცაგერის რაიონები.

გურიაში - *ჩხაკერი* - ჩოხატაურის და ოზურგეთის რაიონები; *ალადასტური* ჩოხატაურის და ოზურგეთის რაიონები; *ჯანი* ჩოხატაურისა და ოზურგეთის რაიონები.

სამეგრელოში - *ოჯალეში* - მარტვილის, სენაკის და ზუგდიდის რაიონები; *პანეში* ზუგდიდის და წალენჯიხის რაიონები.

აჭარაში - *ბროლა* - ქედის, შუახევის და ხულოს რაიონები; *საწურავი* ქედის, შუახევის რაიონები.

აფხაზეთში - *აეასირხეა* გუდაუთის რაიონი; *კაჭიჭი* გუდაუთის რაიონი.

6.7. სათიბ-საძოვრები

საქართველოს მთის საკვები სავარგულები იყოფა კარგად გამოხატულ 6 ძირითად მცენარეულ ტიპად: ნახევრად უდაბნოს, სტეპის, მდელო-სტეპის, ტყის, სუბალპური და ალპური (აგლაძე, ზოტოვი, 1987).

საქართველოში *ნახევრად უდაბნოს* აქვს შეზღუდული გავრცელება (ქვეყნის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილი). ნახევრად უდაბნოები იმყოფება არახელსაყრელ კლიმატურ პირობებში. კავკასიონის მთავარი ქედი ჩრდილოეთიდან და სურამის ქედი

დასავლეთიდან ზღუდავს ტენიანი ჰაერის შემოჭრას. ამავე დროს ეს სავარგულები განიცდის შუა აზიური ხორშაყების შემოქმედებას. ნიადაგი - რუხი-ყავისფერი. ნალექების წლიური რაოდენობა შეადგენს 150-250 მმ. ნალექები მოდის გაზაფხულსა და შემოდგომა-ზამთარში. ზაფხულის მაღალი ტემპერატურა ხელს უშლის მერქნიანი და ბალახეული საფარის ინტენსიურ განვითარებას. საქართველოში გავრცელებულია ნახევრად უდაბნოს სათიბ-საძოვრების შემდეგი ძირითადი ტიპები:

ეფემერ-ავშნიანი ნახევრად უდაბნო. ეს ტიპი ნახევრად უდაბნოს საკვებ სავარგულებს შორის ყველაზე ფართოდ არის გავრცელებული. ნიადაგი - ღია რუხი-ყავისფერი. ამ ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია არადიფერენცირებული, გათიხებული, კარბონატული, მცირე ჰუმუსიანი პროფილი. ღია რუხი-ყავისფერი ნიადაგები ვითარდება რუხი-ყავისფერი ნიადაგების არეალის ყველაზე მშრალ ნაწილში. ჰუმუსოვანი ჰორიზონტები მცირე სიმძლავრისაა, ჰუმუსის შემცველობა 2-2,5 %, $C_p : C_{\text{ჰ}} = 0,7-1,0$, რეაქცია სუსტად ტუტეა ან ტუტეა. შთანთქმის ტევადობა საშუალოდ 22-25 მგ-ექვ/100 გრ ნიადაგზე, აღინიშნება დამლაშება.

ეფემერ-ავშნიანი ქვიანი ნახევრად უდაბნო. ეს ტიპი გვხვდება ზღვის დონიდან 500-600 მ სიმაღლეზე. ნიადაგის ზედაპირზე დიდი რაოდენობით გვხვდება მსხვილი (დიამეტრში 5-30 სმ) ქვები. ამ ქვებით დაფარულია ზედაპირის 10-დან 60 %-მდე. ნიადაგი - ღია რუხი-ყავისფერი.

ავშნიან-მარცვლოვანი ნახევრად უდაბნო. ეს ტიპი იკავებს გარდამავალ მდგომარეობას ნახევრად უდაბნოსა და მშრალ სტეპებს შორის. გავრცელებულია მდინარე მტკვრის გასწვრივ. მთისწინებში იკავებს სხვადასხვა დაქანების ღორღიან-ქვიან ფერდობებს. ნიადაგი - მუქი ან ჩვეულებრივი რუხი-ყავისფერი. მუქი რუხი-ყავისფერი ნიადაგები ხასიათდება მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით. ჰუმუსის შემცველობა ზედა ჰორიზონტში შეადგენს 4-5 %, $C_p : C_{\text{ჰ}} = 1,0-1,4$, კარბონატების შემცველობა ზედა ჰორიზონტში მცირეა, სიღრმით მატულობს და აღწევს 15-18 %, ნიადაგების რეაქცია სუსტად ტუტეა, შთანთქმის ტევადობა 30-35 მგ-ექვ/100 გრ ნიადაგზე, ადვილადხსნადი მარილები პრაქტიკულად არ აღინიშნება. ჩვეულებრივი რუხი-ყავისფერი ნიადაგები ხასიათდება ჰუმუსოვანი პროფილის ნაკლები სიმძლავრით, ვიდრე მუქი რუხი-ყავისფერი ნიადაგები; ჰუმუსის

შემცველობა ზედა ჰორიზონტში შეადგენს 2,5-3,5 %, $C_p : C_g = 0,9 - 1,2$, კარბონატების შემცველობა ზედა ჰორიზონტში მცირეა, სიღრმით მნიშვნელოვნად მატულობს, რეაქცია სუსტად ტუტეა, შთანთქმის ტევადობა 25-30 გ-ქქ/100 გრ ნიადაგზე. ადვილადხსნადი მარილები პრაქტიკულად არ აღინიშნება.

სტეპის სარტყელში გამოიყოფა მშრალი სტეპის და სტეპის მცენარეულობა.

მშრალი სტეპები იკავებენ მნიშვნელოვან ფართობს დაბალი მთების ზოლში. ნალექების რაოდენობა შეადგენს 200-300 მმ წელიწადში. ნიადაგები რუხი-კარბონატული და შავი. შავი ნიადაგები ხასიათდება სუსტი დიფერენციაციით, საკმაოდ მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, გადიდებული სიმკვრივეთ, თიხა მექანიკური შედგენილობით. ამ ნიადაგების რეაქცია სუსტად ტუტეა, კარბონატები აღინიშნება ზედაპირიდან, ჰუმუსის შემცველობა საშუალოა - 4,0-5,5 %, $C_p : C_g = 1,3-2,5$.

უროიანი სტეპები ფართოდაა გავრცელებული 600-700 მეტრამდე ზღვის დონიდან. ნიადაგები - მუქი და ჩვეულებრივი რუხი-ყავისფერი და შავი.

უროიანი სტეპები ძეძვით. საკმაოდ ფართოდ გავრცელებული ტიპია. ზოგიერთ ადგილებში ძეძვით ნიადაგის ზედაპირის დაფარულობა შეადგენს 20-30 %. ნიადაგები შავი და ყავისფერი.

სტეპები იკავებენ დაბალი მთების ზედა ნაწილებს. ნალექების წლიური რაოდენობა შეადგენს 300-450 მმ. ნიადაგები - შავმიწები. შავმიწები ხასიათდება საკმაოდ მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტით, თიხიანი ან მძიმე თიხნარი მექანიკური შედგენილობით, ჰუმუსის მაღალი შემცველობით, სუსტად მჟავე, ნეიტრალური ან სუსტად ტუტე რეაქციით, შთანთქმის მაღალი ტევადობით.

ვაციწვერიანი სტეპები გავრცელებულია ზღვის დონიდან 750-დან 1400 მ-მდე. მათი დიდი ფართობები შემორჩა ფერდობებზე. ნიადაგები შავი.

ტრაგაკანტური სტეპები წარმოიშვა მოუწესრიგებელი ძოვების შედეგად. ნიადაგები - ძლიერ ეროდირებული ყავისფერი და რუხი-ყავისფერი.

მარცვლოვან-ნაირბალახოვანი სტეპები გავრცელებულია საშუალოდ დამრეც, ქვიან ფერდობებზე. ნიადაგები წარმოდგენილია ყავისფერი და რუხი-ყავისფერი ნიადაგების ძლიერ ეროდირებული სახესხვაობებით.

მდელო-სტეპის სარტყელი წარმოდგენილია საკმაოდ ფართოდ, ძირითადად ზღვის დონიდან 1300-1700 მ ფარგლებში. მშრალი სამხრეთი ფერდობებით ისინი აღწევენ 2200-2300 მეტრამდე, ხოლო ტენიანი დეპრესიებით ჩამოდიან 800-900 მეტრამდე (გარეჯის სტეპი). ჩვეულებრივ გამოყოფენ დაბალმთიან და მაღალმთიან მდელო-სტეპებს. პირველ შემთხვევაში ჭარბობს სტეპის მცენარეულობა, ხოლო მეორეში - მდელოს.

დაბალმთიანი ნაირბალახოვან-ვაციწვერიანი მდელო-სტეპები. გავრცელებულია აღმოსავლეთ საქართველოში ზღვის დონიდან 800-900 მ, პლატოების ფართო ოდნავ დადაბლებულ ადგილებში და აგრეთვე მდინარეების იორის და მტკვრის წყალგამყოფის ცენტრალური ნაწილის ჩრდილოეთ ფერდობებზე („გარეჯის ველი“). ნიადაგები - შავი.

მაღალმთიანი მარცვლოვან-ნაირბალახოვანი მდელო-სტეპები. ჩვენში გავრცელებულია ჯავახეთის პლატოზე ზღვის დონიდან 1700-1800 მ და აგრეთვე სველი მთების აღმოსავლეთ ფერდობებზე. ეს მცენარეულობა ხვდება ყარაბულახის, გომარეთის, ბაშკიჩეტის, წალკის პლატოებზე. ნიადაგები - გამოტუტული შავმიწები. ეს ნიადაგები ხასიათდება კარბონატული ჰორიზონტით 70 სმ სიღრმიდან, სუსტი მჟავე რეაქციით, მაღალი (ჰორიზონტ A-ში 14-15 %) და ღრმა ჰუმუსირებით (ყველაზე ქვედა ჰორიზონტში ჰუმუსის შემცველობა 2 % აღწევს).

ტენიანი და გრილი მდელოები. ეს მდელოები გავრცელებულია რელიეფის დადაბლებულ ადგილებში. ნიადაგებში სხვადასხვა ხარისხით აღინიშნება გალებების ნიშნები.

ჭილიან-ისლიანი მდელოები. მდელოების ყველაზე ტენიანი ვარიანტები; ფორმირდებიან მდელოს ტორფიან-ჭაობიან ნიადაგებზე.

ტყის (ტყე-მდელოს) სარტყელი მოიცავს ტიპოლოგიურად მეტად ნაირფეროვან ჯგუფს. ეს განპირობებულია სიმაღლით ზღვის დონიდან და ზღვის ტენიანი ზეგავლენისგან სხვადასხვა დაშორებით. საქართველოში ტყეები გავრცელებულია ზღვის დონიდან 2000-2500 მეტრამდე. ტყის სარტყელში პირველადი მდელოები დაკავშირებულია ღრმა ქვაბულიან დადაბლებებთან, მდინარეების ველებთან, ტერასებთან, ტბების დეპრესიებთან და უმრავლეს შემთხვევაში წარმოადგენს ტყის მდელოების ტენიან ვარიანტებს. უფრო დიდ ფართობებს იკავებენ მეორადი ტყისშემდგომი მდელოები,

რომლებიც იქმნება ტყეების გაჩეხვის ან ხანძრების შემდეგ. მათი ხასიათი დამოკიდებულია სიმაღლეზე ზღვის დონიდან, ტყის ტიპზე, მდელოს ასაკზე და ნიადაგების დატენიანების ხარისხზე. ნიადაგების სპექტრი მეტად ფართოა. აქ გვხვდება წითელმიწები, ყვითელმიწები, სუბტროპიკული ეწერები, ლამიან-ჭაობიანი, ტორფიან-ჭაობიანი, ყვითელ-ყომრალი, ყომრალი, კორდიან-კარბონატული ნიადაგები.

ქასრიან-ნაირბალახოვანი მდელოები. საკმაოდ დიდ ფართობს იკავებენ ტყის სარტყელში. ნიადაგები მიეკუთვნება გაეწერულ ყომრალებს.

ნამიკრეფია-ქასრიან-ნაირბალახოვანი მდელოები. გავრცელებულია ტყის სარტყლის შუა ნაწილში წიფლნარ, რცხილნარ, მუხნარ და შერეულ ფოთლოვან ტყეებს შორის. ნიადაგები ყომრალი მჟავე ან ყომრალი სუსტად არამაძლარი.

ტენიანი მარცვლოვან-ისლიანი მდელოები მახრჩობელათი. ფორმირდება რელიეფის დადაბლებულ ელემენტებზე ფერდობების ძირში. ნიადაგები - ყომრალი სუსტად არამაძლარი და ყომრალი მჟავე. ნიადაგები საკმაოდ ხირხატიანია.

ჭაობიანი ისლიანი მდელოები. იკავებენ ჭარბტენიან სივრცეებს. ნიადაგები სხვადასხვა ხარისხით გალებებულია.

მსხვილბალახიანი მდელოები. განლაგებულია ტყის სარტყლის ზედა საზღვრის გასწვრივ, ძირითადად, ჩრდილოეთ და ჩრდილო-დასავლეთ ფერდობებზე და აგრეთვე ღრმა ხეობების ფსკერზე. ნიადაგები - მთა-ტყე-მდელოს. ეს ნიადაგები ხასიათდება მძლავრი პროფილით, კარგი გასტრუქტურებით, მჟავე რეაქციით, ძირითადად, თიხნარი მექანიკური შემადგენლობით.

სუბალპური სარტყელი გავრცელებულია ზღვის დონიდან 1800-2000 მეტრიდან 2350-2600 მეტრამდე. ამჟამად საქართველოს სუბალპური მდელოები იყოფა 7 ძირითად ჯგუფად: სტეპური; გასტეპური; მშრალი (ქსერო-მეზოფილური); გრილი (მეზოფილური); ტენიანი; ნესტიანი; ჭაობიანი. ყველაზე დიდ ფართობებს იკავებენ მეზოფილური მდელოები, ხოლო ყველაზე ნაკლებს სტეპური მცენარეულობა, რომელიც წარმოდგენილია ნაირბალახოვან-ვაციწვერიანი ტიპით. სუბალპური სარტყლის საკვები სავარგულები გამოიყენება სათიბებად და საძოვრებად.

დეკიანები. გავრცელებულია მთავარი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე, ყველაზე მკაფიოდ სამხრეთ-ოსეთში, ძირითადად, ცივ

ჩრდილოეთ ფერდობებზე. ნიადაგები მთა-ტყე-მდელოს გატორფებული. ამ ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია მძლავრი გატორფებული პორიზონტის არსებობა, მჟავე რეაქცია, ჰუმუსის ზომიერი შემცველობა, თიხნარი მექანიკური შემადგენლობა.

მდელოები ფრინტათი. გავრცელებულია ჩრდილოეთ რუმბების ცივ ფერდობებზე. ნიადაგები მთა-მდელოს გატორფებული.

ჭრელ-წივანიანი მდელოები. ფორმირდება სხვადასხვა ფერდობებზე. ტენიან რაიონებში გავრცელებულია ციცაბო სამხრეთ ფერდობებზე, ხოლო მშრალ რაიონებში - დასავლეთ და ჩრდილოეთ ფერდობებზე. ნიადაგები - მთა-მდელოს.

მაღალბალახეულობა. ფართოდაა გავრცელებულია ზღვის დონიდან 1800 - 2400 მ შორის. ნიადაგები - მთა-ტყე-მდელოს და შავმიწისებრი.

ალპური სარტყელი იკავებს მაღალმთიან ქედებს, ვაკეს და ზეგნებს. ჰავა მკაცრია. საშუალო წლიური ტემპერატურა 0 °C. თოვლის საფარი 8-9 თვის მანძილზეა. ალპური სარტყელი გამოირჩევა ნალექების დიდი რაოდენობით. ნიადაგები - მთა-მდელოს.

მარცვლოვანი მდელოები. მცენარეულობის ეს ტიპი იკავებს ყველაზე დიდი ფართობს ზღვის დონიდან 2600 - 3000 მ შორის. ძირითადად გავრცელებულია დასავლეთ, სამხრეთ-დასავლეთ და სამხრეთ ექსპოზიციებზე. ნიადაგები - მთა-მდელოს კორდიანი, რომლებიც გამოირჩევა მაღალი (ზედა პორიზონტში ჰუმუსის შემცველობა აღწევს 15 %) და ღრმა ჰუმუსირებით, მჟავე რეაქციით, თიხნარი მექანიკური შემადგენლობით და ხირხატიანობით.

ისლიანი მდელოები. გავრცელებულია ზღვის დონიდან 2300-3600 მ შორის. იკავებს რელიეფის ამოზნექილ ელემენტებს. ნიადაგები მთა-მდელოს ტორფიან-კორდიანი ჰუმუსის ძალიან მაღალი შემცველობით (18 - 23 %).

ალპური ხალები. საკმაოდ ფართოდ გავრცელებული მცენარეულობის ტიპი. ფორმირდება ზღვის დონიდან 2600 - 3600 მ შორის გაუკავებელ და სუსტად დადაბლებულ ადგილებში. ნიადაგები მთა-მდელოს გატორფებული.

მარმუჭიანი მდელოები. ეს მდელოები წარმოქმნილია მარმუჭის სხვადასხვა სახეობებით. ამ მდელოების წარმოქმნა დაკავშირებულია საქონლის მოუწესრიგებელ ძოვებასთან. ძირითადად გვხვდება დასავლეთ და ჩრდილოეთ ფერდობებზე. ნიადაგები - მთა-მდელოს კორდიანი.

კობრეზიანი მდელოები ამ მდელოებს აქვთ შეზღუდული გავრცელება ალპური სარტყელის ზედა ნაწილში ზღვის დონიდან 3400-4000 მ შორის. ნიადაგები-მთა-მდელოს კორდიანი. ეს ნიადაგები ხასიათდება მცირე სიმძლავრის პროფილით, ხირხატიანობით.

ძიგვიანები. ფორმირებიან სხვადასხვა ეკოლოგიურ პირობებში, განსხვავებულ ექსპოზიციებსა და დაქანებებზე. ნიადაგები მთა-მდელოს კორდიანი და მთა-მდელოს ჭაობიანი.

ფესემაგარიანი მდელოები. ფართოდაა გავრცელებული კავკასიონის ყველა მთის მასივში. მათი გავრცელება უკავშირდება საძოვრების გადატვირთვას. ნიადაგები - მთა-მდელოს, სუსტად გატორფებული; ხასიათდება ხირხატიანობით, მჟავე რეაქციით, თიხნარი მექანიკური შემადგენლობით.

ტერმინთა ლექსიკონი

აბიოტური - ფაქტორი ან ობიექტი, განცალკევებული ან დამოუკიდებელი ცოცხალი ორგანიზმებისაგან.

აბიოტური ფაქტორები არაცოცხალი ბუნების კომპონენტები და მოვლენები (კლიმატი, სხივური ენერგია, ქიმიური ელემენტები, ტემპერატურა და სხვ.), რომლებიც უშუალოდ ან არაპირდაპირ მოქმედებს ორგანიზმებზე.

აგროეკოლოგია ანუ სასოფლო-სამეურნეო ეკოლოგია გამოყენებითი ეკოლოგიის დარგი, რომელიც შეისწავლის გარემო ფაქტორების მოქმედებას სასოფლო-სამეურნეო ორგანიზმებზე და მათ ურთიერთქმედებას; აგროეკოლოგია წარმოადგენს სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარების თეორიასა და პრაქტიკას.

აგროკლიმატოლოგია - კლიმატოლოგიის ნაწილი, რომელიც სწავლობს კლიმატს, როგორც სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ფაქტორს.

აგრომეტეოროლოგიური მეთვალყურეობა აგრომეტეოროლოგიურ ფაქტორებზე და აგრეთვე, მცენარეების ზრდასა და განვითარებაზე, აგროეკოსისტემების და სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობის მიწების მდგომარეობაზე მეთვალყურეობა.

აგრომეტეოროლოგიური პროგნოზი იმ აგრომეტეოროლოგიური პირობების წინასწარმეტყველება, რომლებიც გააღელნას ახდენენ სასოფლო-სამეურნეო წარმოების პროცესებსა და ობიექტებზე.

აგრონომია მეცნიერებათა კომპლექსი მცენარეების მოყვანის, ნიადაგის ნაყოფიერების და მოსავლიანობის ამაღლების, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების რაციონალური გამოყენების შესახებ.

აგროსამრეწველო კომპლექსი - კვების პროდუქტების და სასოფლო-სამეურნეო ნედლეულიდან ფართო მოხმარების პროდუქციის წარმოების და მათი რეალიზაციის უზრუნველყოფასთან დაკავშირებული ეკონომიკური დარგების ერთობლიობა.

აგროსატყეომელიორაცია - სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მაღალი, მყარი მოსავლის მიღების ხელშეშლელ გვალვებთან, ქარშოშინთან, ნიადაგის ეროზიასთან და გარემოს სხვა არახელსაყრელ ფაქტორებთან ბრძოლის აგრონომიული ღონისძიებების სისტემა.

აგროტექნიკა - სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანის სისტემა,

მემცენარეობის ტექნოლოგია.

აგროფიზიკა, აგრონომიული ფიზიკა მეცნიერება მცენარეების არსებობის პირობების და მათი ცხოველმოქმედების ფიზიკური პროცესების კვლევის ფიზიკური მეთოდების შესახებ.

აგროფიტოცენოზი - ხელოვნური მცენარეული თანასაზოგადოება, რომელიც იქმნება აგროტექნიკური ღონისძიებების საფუძველზე და საჭიროებს ადამიანის მუდმივ ჩარევას.

აგროქიმიკა, აგრონომიული ქიმიკა ეკოპედოლოგიური მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის ურთიერთობას ნიადაგის ქიმიურ ნივთიერებებსა და სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებს შორის, მცენარეების მინერალური კვების, სასუქების და ნიადაგების ქიმიური მელსორაციის საშუალებებს.

აგროცენოზი-აგრობიოცენოზი არამდგრადი, ხელოვნურად შექმნილი, კულტურული მცენარეების ნათესებითა და ნარგავებით დაკავებული ეკოსისტემა, რომელიც მოითხოვს ადამიანის მუდმივ ჩარევას. (იგივეა რაც აგროეკოსისტემა).

ადაქტაცია - ნებისმიერი მორფოფიზიოლოგიური, ქცევითი, პოპულაციური და სხვ. თავისებურება, გარემო პირობებისადმი ორგანიზმების შეგუება, რომელიც უზრუნველყოფს გარკვეულ პირობებში მოცემული სახეობის სპეციფიკური არსებობის შესაძლებლობას.

ადგილბინადრობა სპეციფიკური გარემო (ტყე, უდაბნო, ჭაობი), რომელშიც ცხოვრობს ორგანიზმი

ადგილსამყოფელი აბიოტური და ბიოტური პირობების ერთობლიობა, რომელშიც ცხოვრობს ინდივიდი ან პოპულაცია და რომელიც ხასიათდება გარკვეული ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით, რელიეფით და ა.შ. სხვაგვარად, ეს სახეობის "მისამართია".

აერობული ორგანიზმები - ორგანიზმები, რომლებიც ნორმალური ცხოველმოქმედებისათვის საჭიროებენ თავისუფალ ჟანგბადს.

აეოტროფები - მწვანე მცენარეები და ზოგიერთი ფაქტორები რომლებიც ახორციელებენ არაორგანულ ნივთიერებებიდან ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზს ფოტოსინთეზის ან ქემოსინთეზის გზით (ფიტოაეოტროფები პელიოაეოტროფები და ქემოაეოტროფები).

აზოტფიქსაცია ატმოსფერული აზოტის ბიოლოგიური ასიმილაცია. ნიტრატებსა (NO_3) და ამიაკში (NH_3) ატმოსფერული გაზისებრი

აზოტის (N_3) ქიმიური გარდაქმნის პროცესი; ნიტრატები და ამიაკი შეიძლება გამოყენებულ იქნენ მცენარეებით ამინომჟავების და სხვა აზოტშემცველი ორგანული მოლეკულების სინთეზისათვის.

აკორიციდები - ქიმიური ნივთიერებები, რომლებიც გამოიყენება ტიპებთან საბრძოლველად.

აკვაკულტურა წყლის ორგანიზმების გამრავლება და გამოზრდა მეტ-ნაკლებად ხელოვნურ პირობებში.

აკლიმატიზაცია არსებობის ახალ პირობებისადმი ორგანიზმების შეგუება. ამ დროს ისინი გადიან განვითარების ყველა სტადიას და იძლევიან სიცოცხლისუნარიან თაობას.

ალელოპათია - ფიტოცენოზებში მცენარეთა ორგანიზმების ურთიერთობის სპეციფიკური ფორმა, როდესაც მცენარეთა ერთი სახეობა სპეციფიკური ნივთიერებების გამოყენებით ქიმიურ გავლენას ახდენს სხვა სახეობაზე.

ამინომჟავები - ორგანულ ნივთიერებათა კლასი, რომელიც ხასიათდება როგორც კარბოქსილის ($-COOH$) და ამინოჯგუფების ($-NH_2$) შემცველობით, ასევე მჟავისა და ფუძის თვისებებითაც.

ამონიფიკაცია - მიკროორგანიზმების მიერ ამიაკის გამოყოფით აზოტის შემცველი ნიადაგის ორგანული ნივთიერების დაშლის პროცესი.

ანაერობული ორგანიზმები ორგანიზმები, რომლებიც არ საჭიროებენ ჟანგბადს ნორმალური ცხოველმოქმედებისათვის.

ანაერობული სუნთქვა ჟანგბადის უქონლობის პირობებში გარკვეული მიკრობების სუნთქვა, რის შედეგადაც ზოგჯერ წარმოიქმნება მეთანი, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას საწვავად.

ანთროპოგენური ადამიანის მიერ შექმნილი (ხელოვნური) ან მისი საქმიანობის შედეგად წარმოქმნილი (მაგალითად, ანთროპოგენური გაჭუჭყიანება).

ანთროპოგენური ფაქტორები ადამიანის სამეურნეო საქმიანობით გამოწვეული და გარემოზე მოქმედი ფაქტორები.

ანტიგენები - ცილოვანი ბუნების ნივთიერებები ან პოლისაქარიდები, რომლებიც აღიქმება ორგანიზმების მიერ როგორც უცხო და იწვევენ სპეციფიკურ იმუნურ პასუხს ანტისხეულების წარმოქმნის გზით.

არბორიციდები - ქიმიური პრეპარატები, რომლებიც გამოიყენება არასასურველი ხეების და ბუჩქების მოსასპობად.

არეალი - ორგანიზმების ცალკეული ჯგუფების ან თანასახოგადობის

გავრცელების ტერიტორია. ცხოველებისა და მცენარეების არეალებს შეისწავლის მეცნიერება ბიოგეოგრაფია.

ასიმილაცია, ანაბოლიზმი პროცესი, რომლის დროსაც მარტივი ნივთიერებიდან ხდება უფრო რთული ნივთიერების სინთეზი.

აღდგენადი რესურსები ბიოლოგიური რესურსები, რომელთა აღდგენა ხდება გამრავლებისა და ზრდის შედეგად.

აღუღგენადი რესურსები - რესურსები, რომელთა მარაგი დედამიწის ქერქში შეზღუდულია და მათი აღდგენა ბუნებრივი პროცესების ხარჯზე არ ხდება.

ბაქტერიები ერთუჯრედიანი მიკროორგანიზმები, რომლებიც მრავლდებიან უბრალო დაყოფით. ეკოსისტემებში სოკოებთან ერთად წარმოქმნიან რედუცენტების ჯგუფს.

ბაქტერიული სასუქები პრეპარატები, რომლებიც შეიცავენ სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებისათვის საჭირო ნიადაგურ მიკროორგანიზმებს.

ბინადრობის გარემო, საარსებო გარემო - აბიოტური და ბიოტური ფაქტორების, ბუნების მატერიალური სხეულების, ძალების და მოვლენების ერთობლიობა, რომლებთანაც მჭიდრო დამოკიდებულებაშია ორგანიზმი და რომლებიც განაპირობებენ ამა თუ იმ ორგანიზმის ცხოველქმედებას.

ბიოაკუმულაცია ორგანიზმებში და ნიადაგში სხვადასხვა ქიმიური ელემენტების, მათ შორის პოტენციურად ტოქსიკური ნივთიერებების მზარდი კონცენტრაციების დაგროვება. მაგალითად, მძიმე ლითონები და ქლორნახშირწყალბადები, რომლებიც ხვდება ორგანიზმში გარემოდან ან საკვებთან ერთად, მაგრამ არ იშლება და არ გამოიყოფა. ამის შედეგად ორგანიზმები მუშაობენ როგორც ფილტრები და აგროვებენ მათ მზარდ რაოდენობას. კვების ჯაჭვებით უმაღლესი ტროფიკული დონეების ორგანიზმებს გარემოსთან შედარებით შეუძლიათ დააგროვონ ამ ნივთიერებების მილიონობით უფრო მეტი კონცენტრაცია.

ბიოგაზი - გაზების ნარევი (დაახლოებით 2/3 მეთანი, 1/3 ნახშირბადის ორჟანგი და სხვ.), რომელიც წარმოიქმნება ორგანული ნივთიერებების ანაერობული დუდილის დროს. მეთანის არსებობა იძლევა ბიოგაზის, როგორც საწვავის, გამოყენების საშუალებას.

ბიოგეოცენოზი, გეობიოცენოზი, ეოცენოზი დედამიწის ზედაპირზე ბუნების ერთგვაროვანი ბუნებრივი მოვლენების

ერთობლიობა, ბუნების ცოცხალი და არაცოცხალი კომპონენტების მდგრადი სისტემა, რომელიც ურთიერთმოქმედებს ნივთიერებების და ენერგიის ნაკადების გაცვლის გზით დედამიწის ზედაპირის ერთგვაროვანი ნაკვეთის ფარგლებში.

ბიოთა - ფლორის, ფაუნის და მიკროორგანიზმების ისტორიულად ჩამოყალიბებული ერთობლიობა, რომელსაც უკავია გარკვეული ტერიტორია და ბიოცენოზისაგან განსხვავებით მისი კომპონენტები ეკოლოგიურად ყოველთვის არ არიან კავშირში.

ბიოტური - ცოცხალი, ცოცხალიდან წარმოებული. მაგ., ბიოტური ფაქტორები - ორგანიზმების ცხოველქმედების შედეგი.

ბიოტური პოტენციალი, რეპროდუქტიული პოტენციალი სახეობის უნარი გაზარდოს თავის რიცხოვნობა მაღლიმიტირებელი ფაქტორების არ არსებობის დროს, რის შედეგადაც იზრდება მისი არეალი. რეალიზებული რიცხოვნობა ყოველთვის ნაკლებია ბიოტური პოტენციალზე, რადგან არსებობს გარემოს წინააღმდეგობა.

ბიოტური ფაქტორები - ცოცხალ ორგანიზმებზე სხვა ორგანიზმების ცხოველქმედების გავლენათა ერთობლიობა.

ბიოინდიკატორები - ორგანიზმები, რომელთა არსებობა, რიცხოვრიობა, შენების და განვითარების თავისებურებანი წარმოადგენენ გარემოში ბუნებრივი პროცესების, პირობების და ანთროპოგენური ცვლილებების მაჩვენებლებს.

ბიოკლიმატოლოგია - კლიმატოლოგიის დარგი, რომელიც სწავლობს კლიმატის გავლენას ცოცხალ ორგანიზმებზე.

ბიოლოგიური მეთოდი (მცენარეთა დაცვის) - სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მავნებლების, სარეველების და პათოგენების პოულობის რიცხოვრიობის ბიოლოგიური რეგულიატორების გამოყენება. ასეთებია სხვა ორგანიზმები (ენტომოფაგები, ანტაგონისტები, ავადმყოფობების გამომწვევები) ანდა მათ მიერ გამოყოფილი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები (ანტიბიოტიკები, ჰორმონები, ატრაქტანტები). მცენარეთა ინტეგრირებული დაცვის ერთ-ერთი ელემენტი. მტაცებლებით, პარაზიტებით და დამაავადებელი ორგანიზმებით მავნებლების რიცხოვრიობის კონტროლი.

ბიოლოგიური ციკლი - განვითარების სტადიების ერთობლიობა, რომლებსაც გადის ცოცხალი ორგანიზმი სასქესო უჯრედების (გამეტები) შერწყმიდან სიკვდილამდე.

ბიომასა მთელი ცოცხალი ნივთიერების საერთო რაოდენობა

მოცემული ფართობის ერთეულზე, გამოისახული მასის ერთეულებში. განარჩევენ ფიტომასას, ზოომასას, ბაქტერიომასას. ბიომასა უფრო ზუსტად გამოისახება ენერგეტიკულ ერთეულებში, რომელსაც შეიცავს ცოცხალი ნივთიერების მასის თითოეული ერთეული და გამოისახება ჯოულებში.

ბიომი გეოგრაფიული ზონის მობინადრე, ცოცხალი ორგანიზმების თანასაზოგადოებათა ერთობლიობა. ეკოსისტემების ჯგუფი მცენარეულობის მსგავსი ტიპით, რაც განისაზღვრება მსგავსი კლიმატური პირობებით. მაგალითად, ველები, მუქწიწვიანი ან ფოთოლმცვენი ტყეები, უდაბნოები.

ბიოსფერო, ეკოსფერო პლანეტის (ატმოსფეროს, პიდროსფეროს, ლითოსფეროს) ნაწილი, რომელშიც არსებობენ ცოცხალი ორგანიზმები და სადაც ხდება ელემენტებისა და ნივთიერებების ბიოტური წრებრუნვა.

ბიოცენოზი - გარკვეულ ბიოტიკაში მობინადრე ცოცხალი ორგანიზმების პოპულაციების (მიკროორგანიზმები, მცენარეები, ცხოველები) ერთობლიობა.

ბუნების კანონები ჩვენი დაკვირვებების საფუძველზე ჩამოყალიბებული წესები, რომლის შესაბამისად ყოველთვის მიმდინარეობს ესა თუ ის ბუნებრივი პროცესები.

ბუნებრივი - ნივთიერება, ფაქტორი ან მოვლენა, რომელიც ბუნებაში აღინიშნება ან წარმოიქმნება ადამიანის ჩაურევლად.

ბუნებრივი მტრები - ორგანიზმები, რომლებიც სხვა ორგანიზმებთან კონკურენტულ ურთიერთობაშია. მაგ., ყველა მტაცებელი და პარაზიტი, რომელიც იკვებება მოცემული ორგანიზმით, მისი ბუნებრივი მტერია.

გადაძოვება - ცხოველთა მიერ მცენარეების უფრო დიდი რაოდენობით მოხმარება, ვიდრე შეუძლია საძოვარმა აწარმოოს ზანგრძლივი დროის მანძილზე.

განვითარებადი ქვეყანა ქვეყანა, საბაზრო ეკონომიკით, რომლის ერთ სულ მოსახლეზე მთლიანი ეროვნული პროდუქტი 7000 დოლარზე ნაკლებია.

განვითარებული ქვეყანა ქვეყანა, საბაზრო ეკონომიკით, რომლის ერთ სულ მოსახლეზე მთლიანი ეროვნული პროდუქტი აღემატება 7000 დოლარს.

გარემო - მოცემული ინდივიდის ან პოპულაციის მიმართ ყველა გარეშე

ობიექტების და მოვლენების კომპლექსი.

გარემოს ტეკადობა - გარკვეული სახეობის პოპულაციის მაქსიმალური რიცხოვნობა, რომელიც შეუძლია აიტანოს და რესურსებით დააკმაყოფილოს ეკოსისტემაში ხანგრძლივი დროის მანძილზე დეგრადაციისა და განადგურების გარეშე.

გარემოს წინააღმდეგობა - მაღლიმიტირებელი ფაქტორების ერთობლიობა, მათ შორის არახელსაყრელი ამინდის პირობები, საკვების და წყლის უქმარისობა, მტაცებლობა და ავადმყოფობები, რომელიც ხელს უშლის პოპულაციის ბიოტური პოტენციალის რეალიზაციას და განაპირობებს მისი რიცხოვნობის შემცირებას, ეწინააღმდეგება მისი რიცხოვნების ზრდასა და გავრცელებას.

გაუდაბნობა - პროცესი, რომლის შედეგადაც ეკოსისტემა კარგავს მთლიან მცენარეულ საფარს, ხდება ტერიტორიის ნაყოფიერების შემცირება (25 % - ზე და მეტი). გაუდაბნობა შეიძლება მოხდეს ტერიტორიის არარაციონალური ექსპლოატაციის შედეგად.

გატყუჩიანება გარემოში მისთვის არადადამახასიათებელი ნივთიერებათა ან მოვლენათა არსებობა, რის შედეგადაც ირღვევა ეკოსისტემის ნორმალური ფუნქციონირება, ფლორაზე, ფაუნაზე და ადამიანზე უარყოფითი ზემოქმედების შედეგად.

გატყუჩიანების კრიტერიუმები - გარკვეული გამტყუჩიანებლები, რომელთა კონცენტრაცია გამოიყენება ჰაერის და წყლის ხარისხის კრიტერიუმად.

გენეტიკური ბრძოლა (მავნებლებთან) მავნებლების მიმართ მდგრადი მცენარეების და ცხოველების გამოყვანა.

გეოქიმიური ბარიერი - პიპერგენიზისის ზონის ის მონაკვეთი, სადაც მიგრაციის პირობების შეცვლა იწვევს ქიმიური ელემენტების დაგროვებას.

დაცული ტერიტორია ტერიტორია, რაიონი, სადაც ბუნებრივი გარემოს და მისი ღირებულებების დაცვის და ბუნებრივი წონასწორობის შენარჩუნების მიზნით შეზღუდულია ან აკრძალულია ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა (ნაკრძალი, აღკვეთილი და სხვ.).

დეგრადაცია ხარისხის და/ან მომხმარებლური ღირებულების დაქვეითება (ნიადაგის, ბუნების, ლანდშაფტის და ა.შ.)

დისკლიმაქსი - თანასაზოგადოების განვითარების უკანასკნელი სტადია, რომელიც წარმოადგენს ადამიანის ზემოქმედების შედეგს და გამოიხატება ნორმალური კლიმაქსური პროცესის დარღვევაში

(დარღვეული კლიმაქსი). (მაგ. სტეპში განვითარებული უდაბნოს თანასაზოგადოებები, წარმოქმნილი გადაძოვების შედეგად).

ელაფური ფაქტორები ნიადაგური პირობები, რომლებიც გავლენას ახდენს ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველქმედებასა და გავრცელებაზე.

ეკტრიფიკაცია - წყლის ობიექტების ბიოლოგიური პროდუქტიულობის გაზრდა წყალში ბიოგენური ელემენტების დაგროვების გამო ადამიანის ზემოქმედების შედეგად. ეს შეიძლება მოხდეს ჩამდინარე სასოფლო-სამეურნეო და კომუნალური წყლებით წყალსატევის გაჭუჭყიანების შედეგად. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს წყალმცენარეების ინტენსიურ გამრავლებას და ჟანგბადის შემცველობის დაქვეითებას.

ეკტროფები, მეგატროფული მცენარეები მცენარეები, რომლებიც ნორმალურად იზრდებიან და ვითარდებიან მხოლოდ ნაყოფიერ ნიადაგზე.

ეკოლოგია - მეცნიერება ორგანიზმების ერთმანეთთან და გარემოსთან ურთიერთმოქმედების სხვადასხვა ასპექტები შესახებ.

ეკოლოგიური ბრძოლა (მაკნებლებთან) - მაკნებლების პოპულაციის რიცხოვნობის კონტროლი სხვადასხვა ეკოლოგიური ფაქტორებით.

ეკოლოგიური წონასწორობის დარღვევა ეკოსისტემაში ერთი ან რამდენიმე პოპულაციის ფარდობითი სიუხვის ძლიერი შეცვლა.

ეკოსისტემა - ერთიანი ბუნებრივი კომპლექსი, წარმოქმნილი ცოცხალი ორგანიზმების ერთობლიობით (ბიოცენოზით) და მისი გარემოთი, რომელშიც ცოცხალი და არაცოცხალი კომპონენტები დაკავშირებულია ერთმანეთთან ნივთიერებების და ენერგიის ნაკადებით.

ეკოსფერო ბიოსფერული და პარაბიოსფერული გარემოებით (ზედა ატმოსფერო და სიღრმითი დანალექი შრეები) წარმოქმნილი სისტემა.

ეკოფაზა - გარკვეული ეკოლოგიური ნიშისადმი მისადაგებული რომელიმე სახეობის განვითარების ან სასიცოცხლო ციკლის სტადია.

ენერგია სამუშაოს შესრულების უნარი.

ენტომოფაგები მწერებისთვის საშიში მტაცებლები, პარაზიტები და სხვა ორგანიზმები, რომლებიც გავლენას ახდენენ მათი რიცხოვნობის ბუნებრივ რეგულირებაზე.

ზედაპირული ეროზია ერთნაირი სიმძლავრის ნიადაგის ზედაპირული ჩამორეცხვა.

ზოოციდები მავნე ხერხემლიან ცხოველებთან ბრძოლის ქიმიური საშუალებები.

თესლბრუნვა მინდვრებსა და დროში სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მეცნიერულად დასაბუთებული მორიგეობა.

თხიერი სასუქები - მრეწველობის მიერ გამოშვებული მინერალური ნივთიერებები, რომლებიც შეაქვთ ნიადაგში ხსნარების (თხიერი) სახით.

ინსექტიციდები ქიმიური პრეპარატები (პესტიციდები) სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების მავნებლების (მწერების) მოსასპობად.

კვებითი ბაღე - ეკოსისტემაში ყველა კვებითი კავშირის ერთობლიობა.

კვებითი ჯაჭვი - ორგანიზმების რიგში ენერგიის და ნივთიერების თანმიმდევრობითი, ეტაპური გადატანა ჯაჭვის წინამდებარე ელემენტის მომდევნო ელემენტის მიერ საკვებად გამოყენებისას.

კლიმაქსი კლიმატთან და ბიოტოპების სხვადასხვა ეკოლოგიურ ფაქტორებთან გაწონასწორებულ მდგომარეობაში მყოფი მცენარეების თანასაზოგადოება, რომელსაც არ შესწევს შემდეგი ევოლუციის უნარი.

კომპოსტი ორგანული სასუქი.

კომპოსტირება პაერზე ორგანული ნარჩენების დაშლა, რომლის შედეგად წარმოიქმნება ბიოგენებით მდიდარი პუმუსომაგვარი კომპოსტი.

კომპლექსური სასუქები სასუქები, რომლებიც შეიცავს 2 ან 3 ძირითად საკვებ ელემენტს (აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი)

კონსუმენტი ორგანიზმი ეკოსისტემაში, რომელიც პროდუცენტების ან მათი ცხოველმოქმედების პროდუქტების გამოკვებით იღებს ენერგიასა და ბიოგენებს.

კონტურული მიწათმოქმედება მიწის მოხვნა ფერდობების პერპენდიკულარულად გიწრო ზოლებიან დათესვასთან ერთად; ამცირებს წყლოვან ეროზიას.

კლარკი დედამიწის ქერქში ქიმიური ელემენტების საშუალო შემცველობის ამსახველი ტერმინი, რომელიც შემოიღეს ამერიკელი გეოქიმიკოსის ფ.კლარკის საპატივცემულოდ. მან პირველმა გათვალა დედამიწის საშუალო ქიმიური შემადგენლობა.

კლიმატი ამა თუ იმ ტერიტორიის სტატისტიკური მრავალწლიანი ამინდის რეჟიმი, გამოსახული ტემპერატურის, ნალექების რაოდენობის, მზის რადიაციის დინამიკაში.

კლიმატური ეკოსისტემა ეკოლოგიური სუქცესიის უკანასკნელი სტადია. ეკოსისტემა, რომელშიც ყველა ორგანიზმის პოპულაციები იმყოფებიან ერთმანეთთან და აბიოტურ ფაქტორებთან გაწონასწორებულ მდგომარეობაში.

კრიტიკული დონე (გაჭუჭყიანების) ერთი ან რამდენიმე გამჭუჭყიანებლის კონცენტრაცია. რომლის გადაჭარბებისას იწყება სერიოზული უარყოფითი შედეგები.

კრიტიკული რიცხოვნობა გარკვეული სახეობის ინდივიდების მინიმალური რიცხვი, რომელიც საჭიროა ჯანმრთელი, სიცოცხლისუნარიანი პოპულაციის შესანარჩუნებლად; თუ მისი რიცხოვნობა დაეცემა კრიტიკულზე დაბლა, მისი ამოწყდომა თითქმის გარდუვალია.

მავნე ნივთიერებების ზღერული დასაშვები კონცენტრაცია - ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უსაფრთხო გამჭუჭყიანებლების მაქსიმალური კონცენტრაცია პაერში და წყალში.

მავნებლებთან კომპლექსური ბრძოლა - ორი ან მეტი შერჩეული მეთოდი, რომელიც გაერთიანებულია მავნებლებთან ბრძოლის ერთიანი პროგრამის ჩარჩოებში ეკონომიური ზარალის ასაცილებლად.

მაღლიმიტირებელი ფაქტორის კანონი (ლიბიხის მინიმუმის კანონი) - ეკოლოგიური ფაქტორის ზემოქმედება მით უფრო ძლიერია, რაც მინიმალურია იგი წარმოდგენილი სხვა ფაქტორებთან შედარებით.

მაღლიმიტირებელი ფაქტორი - ორგანიზმის ან პოპულაციის ზრდასა და/ან გამრავლების შეზღუდვაზე პირველ რიგში პასუხისმგებელი ფაქტორი.

მარტივი სასუქები მინერალური სასუქები, რომლებიც შეიცავენ მცენარეების კვების ერთ ელემენტს.

მაქსიმალურად მდგრადი ექსპლოატაცია (აღმდგენადი რესურსის). რესურსის მაქსიმალური რაოდენობა, რომლის მოხმარება შეიძლება მისი მარაგების გამოუღეველად განუსაზღვრულად დიდი დროის მანძილზე. გარემოს გამოყენების ან პროდუქციის მიღების მაქსიმალური დონე, რომელიც შეესაბამება სისტემის აღდგენის უნარს.

მდგრადობის დიაპაზონი პირობების დიაპაზონი, რომელშიც შესაძლებელია ორგანიზმის ან პოპულაციის ცხოველქმედება და გამრავლება.

მდგრადობის ზღვარი - ფაქტორის ექსტრემალური ზღვარი, რომლის ფარგლებს გარეთ ორგანიზმი ან პოპულაცია იღუპება.

მეზოტროფები მცენარეები, რომლებიც ნიადაგში საკვები ნივთიერებების მიმართ ზომიერი მომთხოვნელობით ხასიათდებიან.

მეზოფიტები ტენიანობის საშუალო პირობების მცენარეები.

მელიორაცია მიწის რესურსების ეფექტურად გამოყენების მიზნით არახელსაყრელი პიდროლოგიური, ნიადაგური და აგროკლიმატური პირობების არსებითი გაუმჯობესების ორგანიზაციული, სამეურნეო და ტექნიკური ღონისძიებების სისტემა.

მეტაბოლიზმი ორგანიზმში მიმდინარე ყველა ქიმიური რეაქციის ერთობლიობა, ნივთიერებათა ცვლა.

მიკროკლიმატი ტერიტორიის მცირე მონაკვეთის კლიმატი.

მიკროსასუქები მიკროელემენტების (ბორი, სპილენძი, მანგანუმი, თუთია, კობალტი და სხვ.) შეპცველი სასუქები.

მინერალიზაცია (ნიადაგის) ნიადაგის ორგანული ნივთიერების (პუმუსის) თანდათანობითი დაჟანგვა, რომლის შედეგად რჩება მხოლოდ მისი უსტრუქტურო მინერალური ნაწილი.

მიწათმოქმედება - აგრონომიის ნაწილი, რომელიც სწავლობს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანას და ნიადაგების ნაყოფიერების ზრდის საერთო ხერხებს.

მიწათმოქმედების სისტემა ტექნოლოგიური, მელიორაციული და ორგანიზაციულ-ეკონომიკური ღონისძიებების ურთიერთდაკავშირებული კომპლექსი, რომელიც მიმართულია მიწების ეფექტურ გამოყენებაზე, ნიადაგების ნაყოფიერების აღდგენასა და გადიდებაზე, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მაღალი და მყარი მოსავლის მისაღებად.

მიწების რეკულტივაცია - მიწის ღირებულების და პროდუქტიულობის აღდგენის სამუშაოთა კომპლექსი.

მონოკულტურა ვრცელ ტერიტორიაზე ერთადერთი კულტურის მოყვანა თესლბრუნვის გარეშე.

მორწყვა სასოფლო-სამეურნეო საფარგულებზე წყლის ხელოვნური მიწოდება.

მულჩირება სხვადასხვა მასალით-მულჩით ნიადაგის მთლიანი ან რიგთაშორისი დაფარვა.

მუტაცია ორგანიზმის მემკვიდრული თვისების შეცვლა, მის

გენეტიკურ მასალაში მიმდინარე გარდაქმნების შედეგად. არსებობს სპონტანური და ხელოვნური მუტაციები.

მუტუალიზმი ორი ორგანიზმის მჭიდრო ურთიერთკავშირი, რომელიც ხელსაყრელია ორივესთვის.

მცენარეული თანასაზოგადოება, ფიტოცენოზი მცენარეების სახეობების მდგრადი ერთობლიობა ბიოტოპში.

“მწვანე რევოლუცია” - ახალი ჯიშების (ძირითადად შორბლის და ბრინჯის) შექმნა და დანერგვა, რამაც ზოგიერთ ქვეყანაში მნიშვნელოვნად გაზარდა მარცვლეულის მოსავლიანობა.

ნიადაგის გაკულტურება - ნიადაგის არახელსაყრელი აგრონომიული თვისებების გაუმჯობესება.

ნიადაგის მინიმალური დამუშავება ნიადაგის დამუშავება, რომელიც უზრუნველყოფს ენერგეტიკული დანახარჯების შემცირებას.

ნიშა (ეკოლოგიური) გარემოს ყველა ფაქტორების ერთობლიობა, რომელთა საზღვრებშიც შეიძლება არსებობდეს სახეობა ბუნებაში და მისი ცენოზწარმოქმნელი ქმედება.

ოპტიმალური პოპულაცია პოპულაციის სიდიდე, რომელიც უზრუნველყოფს ექსპლოატაციის მაქსიმალურ მდგრადობას. მდგრადი ექსპლოატაციის დონე მცირდება პოპულაციის მეტი ან ნაკლები რიცხოვნობის დროს.

ოპტიმუმი ფაქტორების ინტენსივობა ან სიდიდე ან ფაქტორების ისეთი შეხამება, რომელიც უზრუნველყოფს რომელიმე პროცესის საუკეთესო შედეგს.

„ორგანული“ მიწათმოქმედება სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების მოყვანა მინერალური სასუქების, სინთეზური პესტიციდების და სხვა ხელოვნური ნივთიერებების გამოყენების გარეშე.

ორგანული სასუქები სასუქები, რომლებიც შეიცავენ საკვებ ნივთიერებებს მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ორგანული ნაერთების სახით.

პარაზიტი ორგანიზმი, რომელიც იკვებება სხვა ორგანიზმის ხარჯზე და ხშირად ამ ორგანიზმს იყენებს როგორც საარსებო გარემოს.

პარცელარული აგროეკოსისტემები მიწის წვრილი ნაკვეთები, სადაც პროდუქციის წარმოება ხდება შრომის მცირემპლავრიანი იარაღებით. ასეთი სისტემები ხასიათდება შეზღუდული სახნავი საფარგულებით, შერეული ნათესების და ისეთი კულტურების

გავრცელებით, რომლებიც ხასიათდება დამწიფების სხვადასხვა ფაზებით. მსოფლიო მიწათმოქმედების პრაქტიკაში აგროეკოსისტემების ამ ტიპს აქვს არსებითი მნიშვნელობა (განსაკუთრებით მთისწინებში და მთებში).

პესტიციდი - ნივთიერება, ქიმიური პრეპარატი, რომელიც გამოიყენება სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების დასაცავად მავნებლების, დაავადებებისა და სარეველებისაგან, აგრეთვე სასოფლო-სამეურნეო ცხოველების პარაზიტების, მღრნელების და სხვ. გასანადგურებლად (ინსექტიციდები, ფუნგიციდები, პერბიციდები, აკარიციდები და სხვ.).

პირველადი კონსუმენტი - ორგანიზმი, რომელიც ძირითადად ან განსაკუთრებით იკვებება მწვანე მცენარეების ქსოვილებით, მათი ნაყოფებით ან თესლებით.

პოპულაცია - ერთი სახეობის ინდივიდების ერთობლიობა, რომლებსაც გააჩნია საერთო გენოფონდი და იკავებს გარკვეულ ტერიტორიას.

პოპულაციის სიმჭიდროვე ფართობის ერთეულზე პოპულაციის ინდივიდების რიცხვი.

პროდუქტიულობა - ზედაპირის ერთეულზე დროის ერთეულში მცენარეებით, ცხოველებით ან ბიოცენოზში მობინადრე სახეობების ერთობლიობით წარმოქმნილი ორგანული ნივთიერებების რაოდენობა. განარჩევენ პირველად (მცენარეების მიერ წარმოქმნილ) და მეორად (პეტეროტროფების მიერ წარმოქმნილ) პროდუქტიულობას.

პროდუცენტები - ეკოსისტემის ავტოტროფული ორგანიზმები (მწვანე მცენარეები და ქეზოსინთეტიკოსი ბაქტერიები), რომლებიც სინათლის და ქიმიური რეაქციების ენერგიას იყენებენ არაორგანული ნაერთებიდან ორგანული ნაერთების სინთეზისათვის.

რადიოაქტიური ნარჩენები - ნარჩენები, რომლებიც წარმოადგენენ ან შეიცავენ რადიოაქტიურ ნივთიერებებს.

რედუცენტები ორგანიზმები, რომლებიც ახდენენ მკვდარი ორგანული ნივთიერებების დაშლას და მათ გარდაქმნას არაორგანულ ნივთიერებად (ბაქტერიები, სოკოები, საპროფაგები, კომპროფაგები, ნეკროფაგები და სხვ.).

რესურსების დაცვა - რესურსისადმი ისეთი დამოკიდებულება, რომელიც ადამიანს მოუტანს მაქსიმალურ სარგებლობას განუ-საზღვრელად ხანგრძლივი დროის მანძილზე.

რეუტილიზაცია საგნების მეორადი გამოყენება მათი მოცილების ან შეცვლის მაგიერ.

რეციკლიზაცია წრებრუნვაში ჩართვა.

რისკის ანალიზი - გამოკვლევები, რომლებიც მიმართულია რომელიმე პროექტის განხორციელების დროს მოსალოდნელი რისკის ზუსტ განსაზღვრაზე.

საპროფიტები, საპროტროფები ხრწნად ორგანულ მატერიაზე მობინადრე და მკვებავი მცენარეები.

სიმბიოზი ორი ან რამდენიმე სახეობის მჭიდრო თანაცხოვრება, რომელიც ჩვეულებრივ სასარგებლო პარტნიორებისათვის.

სასოფლო-სამეურნეო ტერიტორია რაიონი, სადაც მისი სასოფლო-სამეურნეო პოტენციალის შენარჩუნების მიზნით ადმინისტრაციულადაა შეზღუდული ავტოსტრადების გაყვანა და განაშენიანება.

სასოფლო-სამეურნეო მეტეოროლოგია, აგრომეტეოროლოგია - მეტეოროლოგიის გამოყენებითი დარგი, რომელიც სწავლობს სოფლის მეურნეობისათვის მნიშვნელოვან მეტეოროლოგიურ, კლიმატურ და პიდროლოგიურ პირობებს.

სტანდარტები გარემოში სხვადასხვა გამჭუჭყიანებელი ნივთიერებების ზღვრული დასაშვები კონცენტრაციები.

სუქცესიები - ბიოტოპში პროგრესული ან რეგრესული მიმართულებით ცოცხალი თანასაზოგადოების თანმიმდევრული ცვლა, რომელიც გამოწვეულია ერთი ან რამდენიმე ფაქტორის შეცვლით.

ტეროფიტები ერთწლიანი მცენარეები მოკლე სავეგეტაციო პერიოდით. მათი სრული სასიცოცხლო ციკლი თესლიდან თესლამდე ერთ სეზონში სრულდება.

ტექნოგენეზი ადამიანის საწარმოო საქმიანობის ზემოქმედებით ბუნებრივი კომპლექსების შეცვლის პროცესი.

ტროფული (კვებითი) ჯაჭვები ორგანიზმების ერთობლიობა, რომლებიც თანმიმდევრულად უზრუნველყოფენ მატერიის გადატანის ბიოგეოქიმიურ ციკლში. მათი მუდმივი შემადგენელი ნაწილებია პროდუცენტები (მწვანე მცენარეები), ბალახის მძოველი კონსუმენტები და ხორცისმჭამელები (ცხოველები), აგრეთვე დესტრუქტორები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ორგანული ნარჩენების მინერალიზაციას.

უცვლელი კულტურა ერთი და იგივე ფართობზე ერთი და იგივე სასოფლო-სამეურნეო კულტურის მოყვანის მრავალწლიური პრაქტიკა.

ფიტოკლიმატი მიკროკლიმატის ნაირსახეობა; მეტეოროლოგიური პირობები, რომლებიც იქმნება მცენარეულობაში (ბალახმდგნარში, ხეების ვარჯში და ა.შ.)

ფიტონციდები მცენარეების მიერ წარმოქმნილი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები, რომლებიც კლავენ მიკროორგანიზმებს ან ამუხრუჭებენ მათ განვითარებას.

ფიტომასა - ნებისმიერ ბუნებრივ თანასახოგადობაში მცენარეების ჯამური ბიომასა.

ფიტოცენოზი ბიოცენოზის მცენარეული ნაწილი; დედამიწის შეზღუდულ, შედარებით ერთგვაროვან ნაკვეთზე მცენარეების სახეობების ერთობლიობა.

ქარსაფარი ზოლები ხეების რიგები, რომლებიც შენდება დასამუშავებელი მიწების ირგვლივ ქარისმიერი ეროზიის შემცირების მიზნით.

ქსენობიოტიკი ორგანიზმების ნებისმიერი უცხო ნივთიერება, რომელსაც შეუძლია გამოიწვიოს ბიოლოგიური პროცესების დარღვევა.

ქსეროფიტები ტენის მუდმივი ან სეზონური დეფიციტის ადგილსამყოფელის შეგუებული მცენარეები.

წვეთოვანი ეროზია ნიადაგის დაშლა და გამკვრივება წვიმის წვეთების დარტყმის შედეგად.

წყალმცენარე წყლის უმდაბლეს მცენარეთა ჯგუფი, რომელიც შეიცავს ქლოროფილს და წარმოქმნის ორგანულ ნივთიერებებს.

ჰიგროფიტები ჰარბტენიანი ადგილმდებარეობების მცენარეები

ჰეტეროტროფები ორგანიზმები, რომლებიც საკვებად იყენებენ მზა ორგანულ ნივთიერებებს (ყველა ცხოველი, ზოგიერთი მცენარე, ბაქტერიების უმრავლესობა, სოკოები).

ჰერბიციდები - პესტიციდების ჯგუფის ქიმიური პრეპარატები, რომლებიც ძირითადად სპობენ არასასურველ, სარეველა მცენარეულობას.

ჰომეოსტაზი - გარემოს პირობების შეცვლისას ბიოლოგიური სისტემის თვითრეგულაციის უნარი.

- ბადრიშვილი გ. მემცენარეობა. 'განათლება', თბილისი, 1981.
- გეგენავა გ., უგრეხელიძე დ. მცენარეთა ჭიმიური დაცვის საფუძვლები. 'განათლება', თბილისი, 1991.
- გულისაშვილი ვ., ურუშაძე თ. ბუნების დაცვის საფუძვლები. 'განათლება', თბილისი, 1983.
- ელიაშვილი ი., ნახუცრიშვილი გ., ქაჯაია გ. ეკოლოგიის საფუძვლები. თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 1992.
- ვარძელაშვილი მ. მეხილეობის ბიოლოგიური საფუძვლები. 11 ნაწილი, თბილისი, 1992.
- ზარდალიშვილი ო., ურუშაძე თ. სასუქების გამოყენება და გარემო. 'საქართველო', თბილისი, 1992.
- ნასყიდაშვილი პ., სიხარულიძე მ., ჩერნიში ე. ხორბლის სელექცია საქართველოში. 'საბჭოთა საქართველო', თბილისი, 1983.
- რამიშვილი მ. ამპელოგრაფია. 'განათლება', თბილისი, 1983.
- საქართველოს მეხილეობა, III, 'მეცნიერება', თბილისი, 1973.
- საქართველოს მეხილეობა, IV, 'მეცნიერება', თბილისი, 1978.
- ურუშაძე თ. საქართველოს ძირითადი ნიადაგები. 'მეცნიერება', თბილისი, 1997.
- ქანთარია ვ., რამიშვილი მ. მევენახეობა. 'განათლება', თბილისი, 1983.
- ქაჯაია გ. ეკოლოგია (გამოყენებითი ეკოლოგიის საკითხები), თბილისი, 1999.
- ჩხაიძე გ. სუბტროპიკული კულტურები. ნაწილი პირველი, მეორე, თბილისი, 1996.
- Агладзе Г.Д., Зотов А.А. Горные пастбища и сенокосы Кавказа. "Сабчота Сакартвело", Тбилиси, 1987.
- Атлас распределения нитратов в растениях. Пушкино, 1989.
- Анци Дж. Сельскохозяйственная экология. Государственное издательство сельскохозяйственной и колхозно-кооперативной литературы. М.-Л., 1932.
- Заславский М.Н. Эрозиоведение. Изд. МГУ, М., 1983.
- Меладзе Г.Г. Агроклиматические основы возделывания субтропических технических и эфиромасличных культур. "Гидрометеиздат", Л., 1979.

- Мирхцулава Ц.Е. Основы физики и механики эрозии русел. Л., 1988.
- Сельскохозяйственные экосистемы. "Агропромиздат", М., 1987.
- Турманидзе Т.И. Агроклиматические ресурсы Грузинской ССР, "Гидрометеониздат", Л., 1978.
- Турманидзе Т.И. Климат и урожай винограда. "Гидрометеониздат", Л., 1981.
- Alternative agriculture. National Academy Press. Washington, D.C. 1989.
- Altieri M.A., Agroecology. The Scientific Basis of Alternative Agriculture. Berkeley, California, 1983.
- Briggs D., Countrey F. Agriculture and Environment. Longman Scientific and Technical, 1989.
- Bunce R.G.H., Ryszkowski L., Paoletti M.G. Landscape Ecology and Agroecosystems. Lewis publishers. Boca Raton-Ann Arbor-London-Tokyo, 1993.
- Carrol C., Varderbeer I., Rosset P. Agroecology. Heglov-Hile, 1990.
- Cox G.W., Atkins M.D., Agricultural Ecology. W.H. Freeman and Company. San Francisco, 1979.
- Francis C.A., Multiple Cropping Systems. Macmillan Publishing Company, New York, Collier Macmillan Publishers, London, 1991.
- Knisel W.G. (Ed.) CREAMS: A Field Scale Model for Chemical Runoff and Erosion from Agricultural Management System. U.S. Dept. Agric. Conservation Research Report, n 26, 1980.
- Loomis R.S., Connor D.J. Crop Ecology: Productivity and Management in Agricultural Systems. Cambridge University Press, 1993.
- Lowrance R., Sinner B.R. and House G.J. Agricultural Ecosystems. A Wilbey-Interscience Publication. John Wiley and Sons. New York-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapore, 1991.
- Odum E.P. Ecology and our Endangered Life-Support Systems. Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts, 1993.
- Paoletti M.G., Foissner W., Coleman D. Soil Biota, Nutrient Cycling and Forming Systems. Lewis Publishers. Boca Raton Ann Arbor, London, Tokyo, 1993.
- Paoletti M.G., Pimentel D. Biotic Diversity in Agroecosystems. Amsterdam-London-New York, Tokyo, 1992.
- Paoletti M.G., Stinner B.R., Lorenzoni G.G. Agricultural Ecology and

- Environment. Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo, 1989.
- Shiyomi M., Yano E., Koizumi H., Andow D.A. and Hokyo N. Ecological Processes in Agroecosystems. Printed in Japan by Yokendo Publishers, Tokyo, 1992
- Tischler W. Agrarökologie, Veb Gustav Fischer Verlag. Jena, 1965.
- Tiuy J. Agricultural Ecology. Lonyman and Willey, 1990.

5

რედაქტორისაგან	3
ავტორისაგან	4
თავი 1. აგროეკოლოგიის თეორიული საფუძვლები	7
1.1. აგროეკოლოგიის საგანი და ამოცანები	7
1.2. აგროცენოზი	10
1.3. აგროლანდშაფტი	11
1.4. აგროეკოსისტემა	24
1.4.1. სოფლის მეურნეობა და პირველადი ბიოლოგიური პროდუქცია	24
1.4.2. აგროეკოსისტემის ტიპები, სტრუქტურა და ფუნქციები	31
1.4.3. ნივთიერებების წრებრუნვა და ენერგიის ნაკადები აგროეკოსისტემაში	46
1.5. აგროეკოსისტემის მდგრადობა	53
1.6. კულტურული მცენარეების წარმოშობა	70
თავი 2. აგროეკოსისტემის ფუნქციონირება ტექნოგენეზის პირობებში	78
2.1. ტექნოგენეზი და გარემოს გაჭუჭყიანება	78
2.2. ნიადაგების ეროზია და მისგან დაცვა	106
2.3. სასუქების გამოყენების პრობლემა	129
2.4. პესტიციდები და ნიადაგების დაცვა	158
2.5. რადიონუკლიდები და აგროეკოსისტემა	179
2.6. გაჭუჭყიანება მძიმე მეტალებით	202
თავი 3. მდგრადი სოფლის მეურნეობა	221
3.1. ბუნებრივი რესურსები	221
3.2. რესურსული ციკლები	230
3.3. კადასტრები	236
3.4. ალტერნატიული მიწათმოქმედების განვითარება	237
3.5. ეერმიკულტურა და ბიოჰუმუსი	245
თავი 4. გარემოს მონიტორინგი	252
4.1. ცნება მონიტორინგის შესახებ	252
4.2. აგროეკოლოგიური მონიტორინგი	258
თავი 5. აგრომეტყველობა	261

თავი 6. ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების და საეარგულების აგროეკოლოგიური თავისებურებანი	271
6.1. მარცვლეული და სამარცვლე პარკოსანი კულტურები	271
6.2. ტექნიკური კულტურები	278
6.3. საკვები კულტურები	282
6.4. ხეხილის ბაღები	284
6.5. სუბტროპიკული კულტურები	290
6.5.1. ჩაი	290
6.5.2. ციტრუსოვნები	291
6.6. ვაზი	292
6.7. სათიბ-საძოვრები	295
ტენმინთა ლექსიკონი	302
ლიტერატურა	317

**ტენგიზ ურუშაძე
აგროეკოლოგია**

**Тенгиз Урушадзе
Агроэкология**

**Tengiz Urushadze
Agroecology**

რედაქტორი: ოთარ ზარდალიშვილი

კომპიუტერული უზრუნველყოფა და დიზაინი: ირაკლი შეშელიძე

ტირაჟი 500

დაიბეჭდა გამოცემლობა „ქრონოგრაფის“ სტამბაში