



ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი



ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა
ფაკულტეტთან არსებული გამოყენებითი ეკოლოგიის
ინტერდისციპლინარული სამეცნიერო-კვლევითი
ინსტიტუტი (ბეკო)



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების
ინჟინერინგის ფაკულტეტი

მ ა ნ ა მ ე ლ ა ქ ე

ა ბ რ ო ე კ ო ლ ო გ ი ი ს ქ ი რ ი თ ა დ ი ს ა ფ უ კ ვ ლ ე ბ ი



გამომცემლობა „უნივერსალი“
თბილისი 2015

უაკ: 551.574(075.8)
მ - 529

ნაშრომში განხილულია აგროეკოლოგიის ძირითადი საფუძვლები: ეკოლოგიური ფაქტორების კანონზომიერებათა არსი და მათი გავლენა აგროცენოზებზე; ბიოცენოზის (აგროცენოზის) და ეკოსისტემის (აგროეკოსისტემის) აქტუალური საკითხები; ეკოლოგიური სოფლის მეურნეობა, როგორც მდგრადი განვითარების საფუძველი. მნიშვნელოვანი ადგილი ეთმობა აგროეკოლოგიის გლობალურ პრობლემებს: კლიმატის ცვლილების გავლენას აგრარულ სექტორზე; გარემოს გაჭუჭყიანების და ტყის აგროეკოლოგიურ მნიშვნელობას და მონიტორინგს; ასევე აგროეკოლოგიური ზონების რეგიონალურ ასპექტებს.

ნაშრომი განკუთვნილია სასწავლო მასალად უმაღლესი სკოლის ბაკალავრებისა და მაგისტრებისათვის, რომლებიც იღებენ განათლებას ეკოლოგიის, აგროეკოლოგიის, აგრარულ მეცნიერებათა მიმართულებით. იგი საინტერესო იქნება აგროეკოლოგიის საკითხებით დაინტერესებული საზოგადოებისათვის.

რედაქტორი: ლია მაჭავარიანი

გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი,
თსუ სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის „ბეკოს“
დირექტორი

რეზანდენტები: გომოლა მარგველაშვილი

აგრარულ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი,
სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის
აკადემიკოსი

ლაგირა ლალიძე

გეოგრაფიის დოქტორი, თსუ ზუსტ და საბუნების-
მეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის ასოცირ-
ებული პროფესორი

© მ. მელაძე, 2015

გამომცემლობა „**ინივერსალი**“, 2015

თბილისი, 0179, ი. ჯავახიშვილის გამზ. 19, ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30
E-mail: universal@internet.ge

ISBN 978-9941-22-485-0



Iv. JAVAKHISHVILI TBILISI STATE UNIVERSITY



**SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF APPLIED
ECOLOGY AT THE FACULTY OF EXACT AND
NATURAL SCIENCES**



**GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND
BIOSYSTEMS ENGINEERING**

MAIA MELADZE

PRINCIPLES OF AGROECOLOGY



Publishing House **“UNIVERSAL”**

Tbilisi 2015

UDC: 551.574(075.8)
M - 529

Principles of Agroecology have been discussed in presented book: essence of ecological regularities and their influence on agrocenoses; biocenoses (agrocenoses) and ecosystems (agroecosystem) actual issues; ecological agriculture as the basis of sustainable development. Strong emphasis have been devoted to the global problems of agroecology: climate change impact on agrarian sector; agroecological significance of environmental pollution and their monitoring; also regional aspects of agroecological zones.

The work is intended as text book for high school Bachelors and Masters, which get knowledge in ecological, agroecological and agrarian studies. It would be interesting for public concerned in agroecological issues.

EDITOR: LIA MATCHAVARIANI
Dr. Sciences (Geogr.), Professor, Director of scientific research institute of applied ecology at the TSU

REVIEWERS: GOGOLA MARGVELASHVILI
Dr. Sciences (Agriculture), Professor,
Academician of GAAS

LAMZIRA LAGHIDZE
Dr. Sciences (Geogr.), Assoc. Professor

© M. Meladze, 2015

Publishing House “**UNIVERSAL**”

19, I. Chavchavadze Ave., 0179, Tbilisi, Georgia ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30
E-mail: universal@internet.ge

ISBN 978-9941-12-485-0

შინაარსი		გვ.
თავი	შესავალი	9
I	აგროეკოლოგია - მდგრადი სოფლის მეურნეობის განვითარების საფუძველი	12
	1.1 აგროეკოლოგიის საგანი და ამოცანები	12
	1.2 ცოცხალი ორგანიზმების ეკოლოგიური ოპტიმუმი და მინიმუმის კანონები. მალიმიტირებელი ფაქტორების პრინციპი, როგორც აგროკულტურების გეოგრაფიული არეალის განმსაზღვრელი	15
	1.3 გარემო ფაქტორებისადმი მცენარეთა ადაპტაცია	20
II	ეკოლოგიური ფაქტორების გავლენა აგროკულტურაზე	22
	2.1 გარემოს ეკოლოგიური ფაქტორების კლასიფიკაცია	22
	2.2 აბიოტური ფაქტორები	24
III	სითბო	29
	3.1 მცენარეთა ტემპერატურის დამოკიდებულება გარემომცველი გარემოს ტემპერატურაზე	29
	3.2 აგროცენოზებზე ექსტრემალური ტემპერატურის გავლენის სასიცოცხლო ეკოლოგიური საზღვრები	37
	3.3 აგროკულტურების სითბოსადმი მოთხოვნილების ეკოლოგიური მნიშვნელობა	40
IV	სინათლე	48
	4.1 სინათლის აგროეკოლოგიური მნიშვნელობა აგროცენოზის პროდუქტიულობისათვის	48
	4.2 სინათლისადმი მცენარეთა ეკოლოგიური ჯგუფებისა და მორფოლოგიური თავისებურებების დამოკიდებულება	53
	4.3 სინათლის რეჟიმის ეკოლოგიური მნიშვნელობა აგროკულტურების გავრცელებაში	56

V	ედაფური (ნიადაგური) ფაქტორები		61
	5.1	ნიადაგის ეკოლოგიური ფაქტორები	61
	5.2	ნიადაგის მექანიკური შემადგენლობისა და ქიმიური თვისებების ეკოლოგიური მნიშვნელობა	64
	5.3	ნიადაგში ორგანულ ნივთიერებათა და ცოცხალ ორგანიზმთა არსებობის ეკოლოგიური მნიშვნელობა	67
	5.4	დამლაშებული ნიადაგების აგროეკოლოგიური თავისებურებანი	72
	5.5	ნიადაგის ეროზიის აგროეკოლოგიური ასპექტები	76
VI	წყალი		83
	6.1	წყლის აგროეკოლოგიური მნიშვნელობა	83
	6.2	ნიადაგის წყლის ფორმები და მცენარეთა ეკოლოგიური ჯგუფები წყლის რეჟიმისადმი მოთხოვნილების მიხედვით	86
	6.3	აგროკულტურების მიერ წყლის შეთვისების კავშირი გარემო პირობებთან	91
VII	მროგრავიული ფაქტორის ეკოლოგიური მნიშვნელობა		97
	7.1	რელიეფის გავლენა აგროკულტურების გავრცელებაზე	97
	7.2	ექსპოზიციისა და ზღვის დონიდან სიმაღლის ეკოლოგიური მნიშვნელობა	100
VIII	ატმოსფეროს ჰაერის ეკოლოგიური მნიშვნელობა		103
	8.1	ატმოსფეროს ჰაერის შედგენილობა და სტრუქტურა	103
	8.2	ქარი, როგორც ეკოლოგიური ფაქტორი	107
IX	ბიოტური ფაქტორები		111
	9.1	ანთროპოგენური ფაქტორი	111
	9.2	ფიტოგენური და მიკროგენური ფაქტორები	117
	9.3	ზოოგენური ფაქტორი	120

X	ბიოცენოზი (აგროცენოზი) და ეკოსისტემა (აგროეკოსისტემა)		124
	10.1	ბიოცენოზი (აგროცენოზი) და მისი სტრუქტურა	124
	10.2	ბიოცენოზის მრავალფეროვნება	130
	10.3	ეკოსისტემები (აგროეკოსისტემა)	135
	10.4	ჯაჭვური კვება და ეკოლოგიური პირამიდა	142
XI	ეკოლოგიური სოფლის მეურნეობა		147
	11.1	ეკოლოგიური ნონასწორობის შენარჩუნების გზები აგრარულ სექტორში	147
	11.2	ეკოლოგიური (ალტერნატიული) მინათმოქმედება	149
	11.3	ეკოლოგიური მინათმოქმედების განვითარების ეტაპები და მსოფლიო პრაქტიკა	153
	11.4	ვერმიკულტურა, ბიოჰუმუსი, ბიოენერგოაქტივატორი	159
XII	აგროეკოლოგიის ზოგიერთი გლობალური ასპექტი		167
	12.1	კლიმატის ცვლილება და მისი გავლენა აგროკულტურებზე	167
	12.2	აგროეკოლოგიური ზონების ცვლილების სცენარები გლობალური დათბობის პირობებში	172
	12.3	გვალვა და გვალვაგამძლეობა	182
XIII	ტყის აგროეკოლოგიური მნიშვნელობა		189
	13.1	ტყის როლი აგროეკოსისტემაში	189
	13.2	ტყე - სათბურის ეფექტის ანთროპოგენური წყარო	194
XIV	გარემოს დაბინძურების აგროეკოლოგიური პრობლემები		201
	14.1	გარემოს დაბინძურების ძირითადი წყაროები	201
	14.2	გარემოს დაბინძურება აგრარული სექტორიდან	205
	14.3	აგროეკოლოგიური მონიტორინგი	210

	საქართველოს აგროეკოლოგიური ზონების რეგიონალური ასპექტები		216
XV	15.1	საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროეკოლოგიური ზონები	216
	15.2	საქართველოს დასავლეთ რეგიონების აგროეკოლოგიური ზონები	225
ლიტერატურა			237

შისავალი

თანამედროვე საზოგადოების უმნიშვნელოვანეს მიზანს ბიოსფეროს ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნება წარმოადგენს. არსებული ბუნებრივი გარემოს დინამიურობა დედამიწასა და საზოგადოების ევოლუციის პროცესში განაპირობებს ეკოლოგიური პირობების ცვლილებას. ამიტომ აქტუალური ხდება გარემოს ეფექტური მოხმარებისა და დაცვის პრევენციული ღონისძიებების გატარება.

გარემოს ცვლილების გამომწვევი ანთროპოგენური ფაქტორები დიფერენცირებულია როგორც თვისობრივად, ასევე რაოდენობრივად. მათი მიზეზობრივი მჭიდრო კავშირი გარემოს ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნების კომპლექსურ გადანყვეტას მოითხოვს. აღნიშნულიდან გამომდინარე, მრვალფეროვანია ეკოლოგიის მეცნიერების შესწავლის სფერო. იგი მოიცავს არამარტო ცოცხალი ორგანიზმების ურთიერთკავშირს და მათი სასიცოცხლო ფუნქციების კანონზომიერებებს გარემოს ფაქტორებთან მიმართებაში, არამედ ასაბუთებს საზოგადოებისა და ბუნების ურთიერთობის ფორმებს.

ეკოლოგიის დარგში ფუნდამენტური მეცნიერული გამოკვლევები მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ბუნებრივი რესურსების რაციონალურ გამოყენებას, გარემომცველი სამყაროს მდგომარეობის შენარჩუნებას, რაც აგრარულ სექტორში ინოვაციური ტექნოლოგიების დანერგვის საფუძველს წარმოადგენს.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, აგროეკოლოგიას როგორც გამოყენებითი ეკოლოგიის დარგს მნიშვნელოვანი როლი აქვს სოფლის მეურნეობაში. იგი შეისწავლის ცოცხალი ორგანიზმების განვითარების საარსებო პირობებს, ეკოლოგიური ფაქტორების თავისებურებებს და მათი ურთიერთდამოკიდებულებების კანონზომიერებებს. მისი მიზანია, განსაზღვროს თანამედროვე გლობალური აგროეკოლოგიური პრობლემების ძირითადი ასპექტები, რომლებიც უკავშირდება აგროეკოსისტემაში ბუნებრივი და ანთროპოგენური ზემოქმედე-

ბის შედეგად მოსალოდნელ ცვლილებებს, რაც აისახება ბიო-ცენოზებსა და აგროცენოზებზე.

საზოგადოების არაგონივრული საქმიანობის შედეგად ვითარდება ნეგატიური შეუქცევადი პროცესები, რაც ვლინდება ნიადაგის ეროზიის პროცესების გააქტიურებაში, ჰუმუსის შემცირებაში, გაუდაბნობასა და ტყის საფარის დეგრადაციაში. ამიტომ აუცილებელი ხდება მდგრადი ეკოლოგიური პირობების შენარჩუნების მიზნით ჩატარებული პრევენციული ღონისძიებების გატარება, რაც შეაჩერებს ბუნების სასიცოცხლო ფუნქციის დაჩქარებულ დეგრადაციას, გარემოს გაჭუჭყიანებას და სხვა. აგროეკოლოგიის დარგში ფოკუსირდება აგროცენოზი, როგორც ეკოლოგიურად არამდგრადი სისტემა, რომელიც არსებითად უკავშირდება ადამიანის სამეურნეო საქმიანობას. თანამედროვე ეტაპზე მასში შექმნილი პრობლემები გლობალურ ხასიათს ატარებს. კერძოდ, აგროცენოზებში დარღვეულია ნიადაგის ნაყოფიერების ბუნებრივად აღდგენის, აგროტექნიკური ღონისძიებების აგრონესების სრული დაცვით ჩატარების პირობები, რაც საფრთხეს უქმნის აგრობიომრავალფეროვნების მდგრადობის შენარჩუნებას. იმის გათვალისწინებით, რომ მცენარეებზე გარემოს გავლენა აბიოტური და ბიოტური ფაქტორებით ხდება, სახელმძღვანელოში განსაკუთრებული ადგილი ეთმობა გარემო ფაქტორების წარმოქმნის, მათი ცვალებადობის კანონზომიერებათა შესწავლას. ამიტომ თანმიმდევრულად განიხილება გარემო ფაქტორების ფიზიკური მახასიათებლები, აგროკულტურებზე მათი გავლენის არსი და გამოვლინებები.

აღნიშნული საკითხების უმაღლეს სკოლებში სწავლები-სათვის გასულ წლებში შექმნილია მნიშვნელოვანი სახელმძღვანელოები: ეკოლოგია აგრომეტეოროლოგიის საფუძვლებით (ავტორი გ.მელაძე, 1998); აგროეკოლოგია (ავტორი თ.ურუშაძე, 2001); მცენარეთა ეკოლოგია (ავტორები: ე.გუგავა, გ.მელაძე, 2003). მოცემულ სალექციო კურსში ზემოაღნიშნული საკითხები განხილულია ერთ მთლიანობაში, ხოლო ზოგიერთი მათგანი განიხილება კომპლექსურად, რისი საფუძვე-

ლიც თანამედროვე მეთოდებით უახლესი მეცნიერული კვლევების შედეგებია.

წინამდებარე ნაშრომი შედგენილია ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში მოქმედი ინტერდისციპლინარული საბაკალავრო პროგრამის („ეკოლოგია“) კურსის „აგროეკოლოგიის“ შესაბამისად. რომელსაც საფუძვლად დაედო აღნიშნულ პროგრამაში ავტორის მიერ წაკითხული (ადაპტირებული) სალექციო კურსი („აგროეკოლოგია“).

სახელმძღვანელო (სალექციო კურსი) მიზნად ისახავს სტუდენტს გამოუმუშაოს აღნიშნული საგნის პროფესიული უნარ-ჩვევები. შესწავლილი მასალის გააზრებასა და მიღებული ცოდნის ეფექტურობის შეფასებაში, მათ დახმარებას გაუნევს სახელმძღვანელოში მოცემული „კითხვები თვითშემოწმებისათვის“.

სალექციო კურსის ათვისება სტუდენტს დაეხმარება გააცნობიეროს თანამედროვე აგროეკოლოგიის ძირითადი პრობლემები; განსაზღვროს ეკოლოგიური ფაქტორების თავისებურებანი, შეაფასოს და გაანალიზოს აბიოტური და ბიოტური ფაქტორების მოქმედების შედეგად გამოწვეული რისკ-ფაქტორები და შეიმუშაოს მათი თავიდან აცილებისათვის საადაპტაციო ღონისძიებები.

გამომდინარე იქედან, რომ სალექციო კურსში განხილულია აგროეკოლოგიის მხოლოდ ძირითადი საფუძვლები, ავტორი გულისხმიერებით მიიღებს ყველა წინადადებას მომავალში სალექციო კურსის ამ მიმართულებით სრულყოფისათვის.

თავი I

აგროეკოლოგია - მდგრადი სოფლის მეურნეობის განვითარების საფუძველი

1.1 აგროეკოლოგიის საგანი და ამოცანები

ბიოსფერო მრავალფეროვანი ცოცხალი ორგანიზმების, მათ შორის ადამიანის საარსებო გარემოა. გამომდინარე აქედან, მისი ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნება აუცილებელ პირობას წარმოადგენს.

ბიოსფეროზე მუდმივად ხდება ანთროპოგენური ზემოქმედება, თუმცა თავდაპირველად ეს ზემოქმედება არ იყო ინტენსიური და შესაბამისად არ იწვევდა არსებით კრიზისებს. ეს უკანასკნელი კაცობრიობამ განსაკუთრებით შეიგრძნო XX საუკუნის ბოლოს, როდესაც გარემოსა და წარმოების ინტენსივობას შორის დაირღვა ურთიერთთანასწორობა.

სოფლის მეურნეობის სექტორში მნიშვნელოვანია არამარტო უხვი მოსავლის მიღება, არამედ მიღებული მოსავლის ეკოლოგიური და სოციალური ასპექტების გათვალისწინება. დღესდღეობით განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქციის მიღების ისეთ მეთოდებსა და ტექნოლოგიებს, რომლებიც ზიანს არ მიაყენებენ ბუნებაში არსებულ ჰარმონიულ, ეკოლოგიურ წონასწორობას, რაც სოფლის მეურნეობის განვითარების საფუძველს წარმოადგენს. აღნიშნული პრობლემის მეცნიერულ დონეზე გადანყვეტას გულისხმობს აგროეკოლოგიის შესწავლა. იგი გამოყენებითი ეკოლოგიის დარგია, რომელიც აგროკულტურებზე გარემო ფაქტორების მოქმედებას და მათ ურთიერთქმედებას შეისწავლის. ე.ი. ცალკეული სახეობისათვის ევოლუციურად ჩამოყალიბებულ სპეციფიკურ შეგუებლობას, ასევე შეისწავლის სხვადასხვა პირობებში ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად შექმნილ თანასაზოგადოებას.

აგროეკოლოგიის პრობლემას წარმოადგენს ანთროპოგენური ზემოქმედების (ატომური სადგურების, ქიმიური საწარმოების და ა.შ., ავარიები) შედეგად ბუნებრივი გარემოს ცვლილება, რაც გამოიხატება აგროლანდშაფტის სტრუქტურისა და მისი ფუნქციონირების ცვლილებაში. აღნიშნული ცვლილება

შესაძლებელია გამოწვეული იყოს ბუნებრივი ფაქტორებითაც (გახანგრძლივებული გვალვა).

გამომდინარე იქედან, რომ ცოცხალი ორგანიზმები წარმოქმნიან სახეობათა პოპულაციებს, ხოლო სხვადასხვა პოპულაციები თანასაზოგადოებებს, ნებისმიერი თანასაზოგადოება (ბიოცენოზი) კავშირშია არაცოცხალ გარემოსთან და მასთან ერთად ქმნის ეკოსისტემას. მაშასადამე, აღნიშნული ორგანიზმებისა და არაორგანიზმების ერთობლიობა ეკოსისტემას ანუ ბიოგეოცენოზს წარმოადგენს.

თანამედროვე ეპოქაში „ეკოლოგიური წონასწორობის“ ცნება აქტუალური გახდა გარემომცველ გარემოზე მზარდი ანთროპოგენული დატვირთვების (გარემოს გაჭუჭყიანება) ფონზე. ბუნებისა და საზოგადოების ურთიერთმოქმედების ნორმალიზაცია ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნების მნიშვნელოვანი ფაქტორია. იგი არ გულისხმობს ბუნებრივი რესურსების შემცირებას და წარმოების განვითარების შეფერხებას, არამედ უპირატესობას ანიჭებს ბუნებრივი რესურსების რაციონალურ გამოყენებას.

ტერმინი - „ეკოლოგია“ ეკუთვნის გერმანელ ბიოლოგს ე.ჰეკელს (1866 წ.). იგი ბერძნული სიტყვაა (oikos) და ნიშნავს საცხოვრებელ ადგილს, ადგილსამყოფელს. ზოგადად, ეს ტერმინი განმარტავს ბიოლოგიის დარგს, რომელიც შეისწავლის ცოცხალი ორგანიზმებისა და გარემოს ურთიერთდამოკიდებულებას. ეკოლოგიის, როგორც მეცნიერების ერთ-ერთი მიმართულების მნიშვნელოვნად განვითარებამ საჭირო გახდა შექმნილიყო ეკოლოგიის ისეთი მიმართულებები, როგორიცაა: აგროეკოლოგია, მცენარეთა ეკოლოგია, საინჟინრო ეკოლოგია, სოციალური ეკოლოგია და ა.შ.

ეკოლოგია სისტემურად აყალიბებს ცალკეულ ინდივიდებს, პოპულაციებსა და თანასაზოგადოებებს, რომლებიც ქმნიან ბიოცენოზებს, ეკოსისტემებს. ცალკეულ ინდივიდებზე აბიოტური და ბიოტური ფაქტორების გავლენის შესწავლით ხდება მათი გარემოზე ზემოქმედების შეფასება. პოპულაციების კვლევა განსაზღვრავს ინდივიდთა სიმრავლის ხარისხს, მათ რყევადობასა და ცვალებადობას.

აგროეკოლოგია გამოყენებითი ეკოლოგიის დარგია აგროცენოზების შესახებ, რომელიც იკვლევს ბიოტური და აბიოტური ფაქტორების გავლენას აგროკულტურებზე, მათ პრო-

დუქტიულობაზე. იგი კომპლექსური სამეცნიერო მიმართულებაა, რომლის მიზანია მაღალხარისხოვანი სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის წარმოება.

ცნება აგროეკოლოგიის შესახებ საზოგადოების ფართო წრეებისათვის ცნობილი გახდა XX საუკუნის 30-იან წლებში, როდესაც იტალიელმა მეცნიერმა (ეკოლოგმა) ჯ.აციმ გამოსცა სახელმძღვანელო სახელწოდებით – „სასოფლო-სამეურნეო ეკოლოგია“. თუმცა, მისი მნიშვნელობის ფართოდ აღიარება მოხდა მხოლოდ XX საუკუნის ბოლოს.

აგროეკოლოგიის ამოცანას წარმოადგენს ბუნებაში არსებული ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნება, გარემომცველი გარემოს მდგომარეობის ეკოლოგიური შეფასება, ბუნებრივი რესურსების ეფექტურად გამოყენების პრინციპების დაცვა; აგრარულ-ფერმერული მეურნეობის პრაქტიკული მოთხოვნების გათვალისწინებით, გარემოს ეკოლოგიური ფაქტორების სიღრმისეული შესწავლა; ეკოლოგიურად უვნებელი მეთოდების გამოყენებით ხელი შეუწყოს აგრარულ სექტორს ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად და მაქსიმალურად გამოყენებაში, უხვი და მაღალხარისხიანი (ეკოლოგიურად სუფთა) მოსავლის მისაღებად.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რას შეისწავლის აგროეკოლოგია?
2. რა წარმოადგენს სოფლის მეურნეობის განვითარების საფუძველს?
3. განმარტეთ ბიოგეოცენოზის მნიშვნელობა.
4. რას გულისხმობს ტერმინი „ეკოლოგია“ და „ეკოლოგიური წონასწორობა“?
5. რაში მდგომარეობს აგროეკოლოგიის ამოცანები?

1.2. ცოცხალი ორგანიზმების ეკოლოგიური ოპტიუმისა და მინიმუმის კანონები. მალიმიტირებელი ფაქტორების პრინციპი, როგორც აგროკულტურების გეოგრაფიული არეალის განმსაზღვრელი

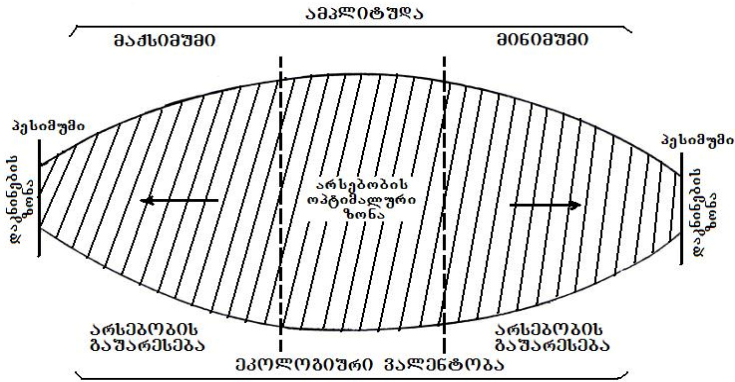
ბიოცენოზში ცოცხალი ორგანიზმების ნორმალური განვითარებისათვის საჭიროა სასიცოცხლო ელემენტების მნიშვნელოვანი რაოდენობა. ამ ელემენტების გარკვეული ნაწილი უნდა იყოს დიდი რაოდენობით, ნაწილი კი მცირე რაოდენობით, ხოლო დარჩენილი ნაწილი ძალიან უმნიშველო რაოდენობით. მნიშვნელოვანია იმის გათვალისწინება, რომ აღნიშნული ელემენტები არ შეიძლება ჩანაცვლებული იქნას სხვა ელემენტებით, ანუ ერთი ელემენტი მეორეთი. გარემო, რომელიც დიდი რაოდენობით შეიცავს ყველა ელემენტს, ერთის გარდა, უზრუნველყოფს მცენარის ზრდა-განვითარებას იმ მომენტამდე, ვიდრე ამ უკანასკნელის რაოდენობა არ ამოიწურება. მაშასადამე, მცენარის ზრდა განისაზღვრება ერთადერთი ელემენტის დეფიციტით (უკმარისობით), რომლის რაოდენობა საჭირო მინიმუმზე დაბალია, ე.ი. ელემენტი იმყოფება მინიმუმში, რასაც ცნობილმა ფიზიოლოგმა და ქიმიკოსმა ლიბიხმა მინიმუმის კანონი უწოდა.

ეკოლოგიაში „მალიმიტირებელ ფაქტორს“, რომელიც ძირითადად მცენარის არსებობის ან განვითარების შემზღუდველია, ხშირ შემთხვევაში უწოდებენ მინიმუმის ფაქტორს. მაგალითად, ქიმიური ელემენტი - ბორი (B) მცენარისათვის აუცილებელია, თუმცა იგი ნიადაგში მცირე რაოდენობითაა და ერთი და იგივე აგროკულტურის ხანგრძლივად წარმოების შემთხვევაში მისი მარაგი ვადაზე ადრე იწურება. აღნიშნულის შედეგად მცენარის ზრდა-განვითარება ნდება, მაშინაც კი როცა სხვა ელემენტების რაოდენობის სიჭარბეა. ზღვის დონიდან სიმაღლის (ვერტიკალური ზონალობის) მიხედვით აგროკულტურების გავრცელებისათვის ტემპერატურა შემზღუდველი (მალიმიტირებელი) ფაქტორია. ალპურ ზონაში აგროკულტურებისათვის საჭირო სითბოს რაოდენობა შემზღუდულია, ისევე როგორც უსტრუქტურო დაუმუშავებელ და ჭაობიან ნიადაგებში ჰაერი. ამ შემთხვევაში ჰაერის ფაქტორი მინიმუმშია და ზღუდავს მრავალი აგროკულტურის განვითარებას, რაც აიხსნება ფესვთა სისტემისათვის ჰაერის უკმარისობით. ანალოგი-

ურად, შეზღუდულია აგროკულტურების ზრდა-განვითარება დამლაშებულ ნიადაგებზე.

ეკოლოგიაში გამოიყენება ცნებები - გარემო პირობები და საარსებო პირობები. გარემო პირობების ცნება ფართოა და მოიცავს ყველა ფაქტორს (კლიმატი, რელიეფი, ნიადაგი და ა.შ.), რომელიც წარმოდგენილია გარემოში, ხოლო საარსებო პირობები (სასიცოცხლო სივრცე) შედარებით ვიწრო ცნებაა და მოიცავს მხოლოდ იმ პირობათა კომპლექსს, რომელიც მოცემული ცოცხალი ორგანიზმებისათვის არის საჭირო. მაშასადამე, გარემოს ყველა ფაქტორი შეიძლება არ შედიოდეს მოცემული ცოცხალი ორგანიზმების საარსებო პირობების ჯგუფში. ასეთ ფაქტორს უწოდებენ განურჩეველ ფაქტორს. მაგალითად, აირისებული აზოტი გარემოს ფაქტორია, მაგრამ იგი არ შედის უმაღლეს საფეხურზე მდგომი მცენარეების საარსებო პირობების კომპლექსში.

გარემოს ფაქტორებიდან, განსაკუთრებით ტემპერატურას ცოცხალი ორგანიზმები გარკვეულ ფარგლებში იტანენ. მაგალითად, ცოცხალი ორგანიზმები შეიძლება დაიღუპოს თუ გარემოს ტემპერატურა ექსტრემალურია (ძალიან მაღალია ან დაბალია). როცა ტემპერატურა ზედა და ქვედა საზღვრებს უახლოვდება ცოცხალი ორგანიზმები შეიგრძნობენ სითბოს ან სიცივეს და მათი ცხოველმოქმედების აქტიურობა ეცემა. გარემოში ეკოლოგიური ფაქტორები ხასიათდება მოქმედების გარკვეული დიაპაზონით და ინტენსივობით. თითოეული ფაქტორის მოქმედება პირველ რიგში ხასიათდება მისი ამპლიტუდით. ყველა ცოცხალი ორგანიზმის სხვადასხვა ეკოლოგიური ფაქტორების დამოკიდებულებაში არსებობს ამტანობის საზღვრები, რომელთა შორის იმყოფება მისი ეკოლოგიური ოპტიმუმი (ნახაზი 1.2.1).



ნახ. 1.2.1 ეკოლოგიური ფაქტორების მოქმედების კარდინალური წერტილები

მოცემულ ნახაზზე გამოყოფილია სამი კარდინალური წერტილი ცოცხალი ორგანიზმების არსებობისათვის და ფაქტორის ინტენსივობის მნიშვნელობა. მინიმუმისა და მაქსიმუმის გაუარესების წერტილებში ყველაზე ცუდად მიმდინარეობს ცოცხალი ორგანიზმების განვითარება. ამ წერტილებში ერთი (მინიმუმის) ფაქტორის მნიშვნელობა წარმოდგენილია უკმარისობით, ხოლო მეორე ფაქტორის (მაქსიმუმის) სიჭარბით. აღნიშნულ ზონებს ეწოდება პესიმუმის - დაკნინების ზონა. არსებობის ოპტიმალური და გაუარესების პირობები მთლიანობაში წარმოადგენს ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველმოქმედების ზონას. სახეობების განვითარება ყველაზე საუკეთესოდ მიმდინარეობს ფაქტორის ოპტიმალური ინტენსივობისას. ფაქტორის ზემოქმედების ხელსაყრელ გამოვლენას ოპტიმუმის ზონას ან მოცემული სახეობის ოპტიმუმს უწოდებენ. რაც უფრო დიდია ოპტიმუმიდან გადახრა მაქსიმუმისაკენ ან მინიმუმისაკენ მით უფრო ძლიერად არის გამოხატული ცოცხალ ორგანიზმზე მოცემული ფაქტორის შემზღვეველი გავლენა.

ფაქტორის მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები (პესიმუმი - დაკნინების ზონა) წარმოადგენენ კრიტიკულ წერტილებს. ორგანიზმის ცხოველმოქმედება ამ საზღვრებს მიღმა პრაქტიკულად წყდება. მოცემული ფაქტორის კრიტიკული წერტილებისადმი აგროკულტურის შეგუების დიაპაზონს

ეკოლოგიური ვალენტობა ეწოდება. რაც უფრო დიდია ეს დიაპაზონი, მით უფრო მაღალია გარემოსადმი შეგუების უნარი და შესაბამისად მაღალია მოცემული კულტურის ეკოლოგიური ვალენტობა, ე.ი. გააჩნიათ ფართო ეკოლოგიური ამპლიტუდა, დიაპაზონი. აქედან გამომდინარე, აგროკულტურები მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან როგორც ეკოლოგიური ვალენტობით, ისე ოპტიმუმის მდგომარეობით.

აბიოტური ფაქტორებიდან ტემპერატურისადმი დამოკიდებულების მიხედვით არჩევენ ფართო ეკოლოგიური ვალენტობის მქონე სახეობებს, რომლებიც იტანენ ტემპერატურის დიდ მერყეობას და მათ ევროთერმულს უწოდებენ. თუმცა არსებობენ მცენარეთა სახეობები, რომლებიც გარემო ფაქტორის მოქმედების ნაკლებად ცვალებად პირობებში ცხოვრობენ. მათ ახასიათებთ მცირე ეკოლოგიური ამპლიტუდა უმნიშვნელო ეკოლოგიური ვალენტობით, ასეთ სახეობებს სტენოთერმულს უწოდებენ. მათ რიცხვს განეკუთვნება მრავალი ტროპიკული მცენარე. მცენარეებს, რომლებსაც შეუძლიათ შეეგუონ დამლაშებულ ნიადაგებს ევრიგალურს უწოდებენ, ხოლო რომლებიც ნაკლებად ეგუებიან აღნიშნულ პირობებს სტენოგალურს. სახეობები, რომლებიც ცხოველმოქმედებას აწარმოებენ ატმოსფეროს მკვეთრად განსხვავებული წნევის პირობებში უწოდებენ ევრიბატულს. მცენარეთა ორგანიზმები, რომლებიც ვერ იტანენ წნევის მკვეთრ ცვალებადობას ეწოდებათ სტენობატური.

მცენარეთა სახეობები, რომელთა ცხოველმოქმედება მიმდინარეობს მკვეთრად განსაზღვრულ ეკოლოგიურ პირობებში სტენობიოტურ მცენარეებს (ბიჭვინთის ფიჭვი) მიეკუთვნებიან, ხოლო რომელთაც უნარი აქვთ შეეგუონ სხვადასხვა ეკოლოგიურ პირობებს ევრობიოტურს (ფიჭვის სხვა სახეობები).

ცოცხალი ორგანიზმების ვალენტობა იცვლება ერთი სტადიის განვითარების გადასვლიდან მეორე სტადიაში. ცალკეულ შემთხვევებში ოპტიმუმის და პესიმუმის ზონები ცოცხალი ორგანიზმებისათვის არ არის მუდმივი და შეიძლება გადაინაცვლოს სხვა ფაქტორების მოქმედებით. კერძოდ, მცენარის ქვეშ, ნიადაგში სასუქების გამოყენებისას, ასევე აგროტექნიკური პირობების გაუმჯობესებით მნიშვნელოვნად ფართოვდება განვითარების ოპტიმუმის ზონა. ამ უკანასკნელიდან

ინაცვლებს განაპირა წერტილები - მინიმუმისა და მაქსიმუმის, რომლებიც ორგანიზმის ამტანობის, დიაპაზონის საზღვრებს წარმოადგენენ.

მნიშვნელოვანია ეკოლოგიური ოპტიმუმის გავლენის დიფერენციაცია. მაგალითად, კეთილშობილი დაფნის სამშობლოდ ხმელთაშუა ზღვის კლიმატური პირობები ითვლება, სადაც შედარებით მშრალი კლიმატია. იგი „სიმშრალის მოყვარულ“ კულტურად ითვლება, თუმცა დასავლეთ საქართველოს ტენიან სუბტროპიკებში უკეთესად იზრდება, ვიდრე მშრალ კლიმატურ პირობებში (აღმოსავლეთ საქართველოში, ქვემო ქართლი, კახეთი). მაშასადამე, კეთილშობილი დაფნა არა „სიმშრალის მოყვარული“ არამედ „სიმშრალის ამტანია“. მას შეუძლია სავეგეტაციო პერიოდი გადაიტანოს 2-3 და მეტი თვის განმავლობაში ატმოსფერული ნალექების გარეშე. ეკოლოგიური ამპლიტუდის მიხედვით, კეთილშობილი დაფნა მცირე ნალექების პირობებში უფრო ამტანია, ანუ მშრალ ადგილებში იგი კონკურენტუნარიანია, ხოლო მეტი ტენიანობის პირობებში კონკურენციას ვერ უწევს მასზე უფრო კონკურენტუნარიან, ტენის მოყვარულ კულტურებს, როგორცაა ჩაი, ციტრუსები და სხვა.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. რას გულისხმობს მინიმუმის კანონი?
2. რას ნიშნავს შემზღუდველი (მალიმიტირებელი) ფაქტორი?
3. განმარტეთ „გარემო პირობები“ და „საარსებო პირობები“.
4. როგორია ეკოლოგიური ფაქტორების მოქმედების კარდინალური წერტილები?
5. რას ენოდება „კრიტიკული წერტილები“ და „ეკოლოგიური ვალენტობა“.
6. განმარტეთ მცენარეთა კლასიფიკაცია ტემპერატურის, ნიადაგის დამლაშებისა და წნევის ცვალებად გარემოში დამოკიდებულების მიხედვით.
7. როგორ ხდება ცოცხალი ორგანიზმების განვითარების ოპტიმუმის ზონის გაფართოება?

1.3 გარემო ფაქტორებისადმი მცენარეთა ადაპტაცია

გარემოში წარმოქმნილი ნებისმიერი ცვლილება იწვევს ცოცხალი ორგანიზმების ახალ ეკოლოგიურ პირობებთან შეგუებას. მცენარეები ღრმა ფიზიოლოგიურ ცვლილებებს განიცდიან წლის განმავლობაში, რაც კლიმატური პირობების ცვლილებასთან არის მჭიდრო კავშირში. მცენარეთა უმრავლესობის სეზონური ციკლის რეგულაციაში მთავარი როლი დღის ხანგრძლივობას და მის ცვლილებას უკავშირდება. აღნიშნული ცვლილება კავშირშია ტემპერატურის ცვლილებასთან, რომელიც მკაცრად განსაზღვრულ კანონზომიერებას ექვემდებარება. მას არ ახასიათებს შემთხვევითი მერყეობა. მცენარეები ეგუებიან წლის სეზონურობას და მიმდინარეობს ფენოლოგიურ ფაზათა ცვლა.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, გარემოსა და მცენარის ურთიერდამოკიდებულებაში წამყვანი როლი ეკუთვნის გარემოს. ეს უკანასკნელი მუდმივად იცვლება და მცენარეც მუდმივად ეგუება შეცვლილ გარემო პირობებს. გარემოს ეკოლოგიური ფაქტორები პირდაპირ ან არაპირდაპირ გავლენას ახდენენ მცენარეთა სასიცოცხლო პროცესებზე. კერძოდ, მცენარე გარემოდან იღებს სიცოცხლისათვის საჭირო ელემენტებს და უზრუნებს მას ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტებს.

გარემოს ეკოლოგიური ფაქტორებიდან გამომდინარე, მცენარეებს ახასიათებთ გარკვეული ფორმები და ბიოლოგიური თავისებურებები. მნიშვნელოვნად იცვლება მცენარის ვიზუალური მხარე და სამეურნეო პროდუქტიულობა ეკოლოგიურ ფაქტორთა სხვადასხვა შეთანხმებით, როგორც დაშორებულ ტერიტორიებზე, ასევე მიკრო ლანდშაფტებზე. მცენარეთა ერთი და იგივე სახეობას, მათი გავრცელების არეალის განსხვავებულ ეკოლოგიურ პირობებში სხვადასხვა სასიცოცხლო ფორმები გააჩნია - ბუჩქების, ნახევრადბუჩქების, ხეების და ა.შ. მცენარეები უფრო მკვეთრად იცვლიან სახეს, როცა მათი სასიცოცხლო ფორმები ინტროდუქციის გზით გადააქვთ მათი გავრცელების ფარგლებს გარეთ. მცენარემ ასეთ შემთხვევაში შეიძლება შეიცვალოს სასიცოცხლო ფორმა, განიცადოს ადაპტაცია და მიიღოს იმ ადგილისათვის დამახასიათებელი სასიცოცხლო ფორმა (ნიადაგურ-კლიმატური პირობების გავლენით) სადაც მოუწევს ზრდა-განვითარება. მცენარეში ხდება

ნივთიერებათა ცვლის, ანატომიური აღნაგობის, ბიოლოგიური ციკლის შეცვლა, რაც საბოლოოდ ვლინდება მოსავლიანობის ხარისხობრივ და რაოდენობრივ შეცვლაში. მაგალითად, გერანის აბორიგენული კულტურა მრავალწლიანი მცენარეა, საქართველოს პირობებში კი ერთწლიანია; ჩაის ინდური სახესხვაობები ხემცენარეებია, ჩინური კი ბუჩქებად იზრდება. ასევე, ცვალებადობას განიცდის მცენარის მიწისქვეშა ნაწილები ნიადაგური პირობების მიხედვით. კერძოდ, ციტრუსოვან კულტურათა ფესვთა სისტემა წითელმიწა ნიადაგებში უფრო ღრმად ვრცელდება ვიდრე გაენერებულში. გვხვდება მცენარეები, რომელთა ფოთლის, მერქნის აგებულება ტენიანობის ან გვალვისადმი გამძლეობა და სხვა თვისებები ახდენს იმ ეკოლოგიურ პირობებთან ადაპტაციას რომელშიც უწევთ გავრცელება. მორფოლოგიური ცვლილება (ადაპტაცია) საშუალებას აძლევს მცენარეს თავი დაიცვას ექსტრემალური ტემპერატურებისაგან და განაგრძონ განვითარება.

გარემო ფაქტორების გავლენა ცვლილებებს იწვევს მცენარეთა ბიოქიმიურ შემადგენლობაშიც. მაგალითად, აფხაზეთის რეგიონში წარმოებული ფორთოხლის ნაყოფები უფრო მეტი შაქრიანობით ხასიათდება, ვიდრე აჭარაში, რაც სავეგეტაციო პერიოდში განსხვავებული აქტიური ტემპერატურათა ჯამების დაგროვებით აიხსნება; სამხრეთ ექსპოზიციის ფერდობებზე წარმოებული ეთერზეთოვანი მცენარეები მეტ ეთერზეთებს შეიცავენ, ვიდრე ჩრდილოეთ ექსპოზიციის ფერდობებზე და ა. შ.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. რა ახდენს გავლენას მცენარეთა ფორმებსა და ბიოლოგიურ თავისებურებებზე?
2. რას გულისხმობს მცენარეთა ადაპტაცია და რა ფორმით ვლინდება იგი?
3. ახსენით როგორ მოქმედებს გარემო ფაქტორები მცენარეთა ბიოქიმიურ შემადგენლობაზე.

თავი II

ეკოლოგიური ფაქტორების გავლენა აგროკულტურებზე

2.1 გარემოს ეკოლოგიური ფაქტორების კლასიფიკაცია

მცენარეებზე გავლენის მქონე გარემოს ცალკეულ ფაქტორებს ეკოლოგიურ ფაქტორებს უწოდებენ. მათი ზემოქმედება მცენარეებზე შეიძლება იყოს პირდაპირი და არაპირდაპირი, თუმცა მათი მოქმედება გარკვეულ კანონზომიერებებს ექვემდებარება. კერძოდ, გარემო ფაქტორების არატოლფასოვნობის კანონი გულისხმობს, რომ გარემო ფაქტორები მცენარეებზე თავისი მოქმედების მიხედვით იყოფიან ძირითად და მეორეხარისხოვან ფაქტორებად. ძირითადი ფაქტორები ახდენენ უშუალო და ძლიერ გავლენას მათზე. დამატებითი ფაქტორები კი ასრულებენ მეორეხარისხოვან, არაპირდაპირ მოქმედებას. მათ კორექტივები შეაქვთ ძირითადი ფაქტორების მოქმედებაში. არცერთი საჭირო ფაქტორი მცენარეების ზრდა-განვითარებისათვის (სითბო, ტენი, სინათლე) არ შეიძლება გამოთიშული ან შეცვლილი იქნას სხვა ფაქტორით, რაც ექვემდებარება სიცოცხლის ძირითადი ფაქტორების შეუცვლელი ანუ თანაბარმნიშვნელოვნობის კანონზომიერებას. უცვლელი გარემო ფაქტორების შემთხვევაში მცენარის ზრდა-განვითარება და მოსავლის რაოდენობა განისაზღვრება იმ ფაქტორით, რომელიც მინიმუმს წარმოადგენს. მაგალითად, გვალვიან ზონაში ტენის რაოდენობა მოსავლიანობის მაღლიმიტირებელ ფაქტორს წარმოადგენს, ასევე ამა თუ იმ ადგილის ზამთრის ძლიერი ყინვები, ნაკლებად ყინვაგამძლე მრავალწლიანი მცენარეების გავრცელებისათვის მაღლიმიტირებელი ფაქტორია და ა. შ.

აგროკულტურების ყველაზე მაღალი პროდუქტიულობა უზრუნველყოფილია, მხოლოდ ეკოლოგიური ფაქტორების ოპტიმალური შეთანხმებით და კულტურების მოვლა-მოყვანის სათანადო აგროტექნიკური პირობების გათვალისწინებით (ანუ ფაქტორების ერთობლივი მოქმედებისას).

აღსანიშნავია, რომ კრიტიკულ პერიოდთა კანონის შესაბამისად, მცენარის არსებობა ცალკეულ პერიოდებში ძალზე მგრძობიარეა გარკვეული გარემო ფაქტორებისადმი, განსა-

კუთრებით ტენის, სითბოს და მზის რადიაციისადმი, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სოფლის მეურნეობაში.

ზემოგანხილული ეკოლოგიური ფაქტორების მოქმედების კანონზომიერებათა გათვალისწინება საშუალებას იძლევა, დადგენილი იქნას ძირითადი და მეორეხარისხოვანი გარემო ფაქტორების რაოდენობრივი მნიშვნელობები. ისინი განაპირობებენ მცენარეების არსებობას და მალიმიტირებელ მნიშვნელობას, აგრეთვე მათ ოპტიმალურ შეთანაწყობას კრიტიკული პერიოდების გათვალისწინებით.

გარემოს ეკოლოგიური ფაქტორები არსებობის ფორმის მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად - აბიოტური და ბიოტური.

აბიოტური - არაცოცხალი ფაქტორებია, რომელსაც მიეკუთვნება:

- კლიმატური (სითბო, სინათლე, ტენიანობა, ქარი და ა.შ.);
- ედაფური (ნიადაგის ფიზიკური, ქიმიური თვისებები);
- ოროგრაფიული (ზღ.დონიდან სიმაღლე, ექსპოზიცია, მიკრო- და მაკრო რელიეფი).

ბიოტურ ფაქტორებს მიეკუთვნება:

- ანთროპოგენური (ადამიანის გავლენა მცენარეებზე და სხვა);
- ფიტოგენური, მიკროგენური (მცენარეების, მიკროორგანიზმების გავლენა);
- ზოოგენური (ცხოველების გავლენა).

ზემოაღნიშნული ეკოლოგიური ფაქტორები მჭიდრო კავშირში იმყოფებიან და ერთდროულად მოქმედებენ მცენარეებზე. ამ ფაქტორების შეთანაწყობაში, ერთის შეცვლას შეუძლია გამოიწვიოს სხვა ფაქტორების ცვლილება.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რას გულისხმობს გარემო ფაქტორების არატოლფასოვნობის კანონი?
2. განმარტეთ მცენარეზე მოქმედი ძირითადი და დამატებითი ფაქტორები და თანაბარმნიშვნელოვნობის კანონზომიერება.
3. რომელი ფაქტორი განსაზღვრავს მცენარის ზრდა-განვითარებასა და მოსავლის რაოდენობას?

4. როგორ პირობებშია აგროკულტურების ყველაზე მაღალი პროდუქტიულობა უზრუნველყოფილი?
5. რას გულისხმობს კრიტიკულ პერიოდთა კანონი?
6. როგორ კლასიფიცირდება აბიოტური და ბიოტური ფაქტორები?

2.2 აბიოტური ფაქტორები

ეკოლოგიური ფაქტორების ზემოქმედება განაპირობებს მცენარეთა ზრდა-განვითარებისა და გამრავლების ინტენსივობას, მათი მრავალფეროვნების შენარჩუნებას. არახელსაყრელმა პირობებმა შეიძლება გამოიწვიოს აგროკულტურების როგორც დაკნინება, ასევე მათი გადაშენებაც.

მცენარეებზე მოქმედ აბიოტურ ფაქტორებს შორის განსაკუთრებული როლი ენიჭება კლიმატურ ფაქტორებს (ტემპერატურა, მზის სხივური ენერჯია, შეფარდებითი ტენიანობა, ნალექები, ქარი და ა.შ.).

კლიმატის არაერთგვაროვნებას განაპირობებს გეოგრაფიული განედები და კონტინენტის მდებარეობა. ეკვატორთან ახლოს მდებარე, დედამიწის ჩრდილო და სამხრეთი სფეროები უფრო თბება, ვიდრე მისგან დაშორებული, ხოლო პოლუსებთან კიდევ უფრო ცივია.

ტემპერატურისა და ატმოსფერული ნალექების განაწილება განსაზღვრავს კლიმატის სხვადასხვა ტიპს (მაკრო-, მეზო- და მიკროკლიმატი). მეზოკლიმატი (ადგილობრივი კლიმატი) და მიკროკლიმატი გულისხმობს მცირე ადგილების - ტყის, ველის, ქალაქის და სხვა ტერიტორიების კლიმატს. მაკროკლიმატის ფორმირებას განაპირობებს ისეთი ფაქტორები, როგორცაა მზის რადიაცია, ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაცია, მინისპირა ზედაპირი და სხვა. მისი პირობები თითქმის მუდმივია. მიკროკლიმატი მოიცავს მცირე ფართობებს, რომელსაც ქმნის მცირე მასშტაბიანი კლიმატწარმომქმნელი ფაქტორები - დედამიწის ზედაპირის უსწორმასწორობა, მცენარეული საფარი და სხვა. იგი იცვლება ანთროპოგენური ჩარევის შედეგად, კერძოდ, ნიადაგის დამუშავებით, ტყის გაკაფვით, ჭაობების დაშრობით და მრავალი სხვა მოქმედებით.

მეზოკლიმატი არის გეოგრაფიული ლანდშაფტის კლიმატის (მაკროკლიმატის) შიგნით არსებული გარკვეული ადგილის კლიმატი (ადგილობრივი კლიმატი).

ტემპერატურა. ტემპერატურა გამოსახავს სითბოს რაოდენობრივ შეფასებას. მისი წლიური იზოთერმები თითქმის ეკვატორის პარალელურია. მცენარეებისათვის დღელამურ ცვლილებას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს. ტროპიკულ სარტყელში დღისა და ღამის ხანგრძლივობა წლის განმავლობაში უმნიშვნელოა (დღელამური მერყეობა უფრო ძლიერია) და ფოტოპერიოდიზმიც ნაკლებ ბიოლოგიურ ფაქტორს წარმოადგენს. ზომიერი სარტყელისათვის დამახასიათებელია ზაფხულისა და ზამთრის სეზონები, რაც უფრო მეტად იკვეთება როდესაც ვმორდებით ეკვატორს პოლუსებისაკენ. აღნიშნულ სარტყელში ზაფხულში დღის ხანგრძლივობა გრძელია, ხოლო ზამთარში მოკლე.

არატროპიკულ ზონებში ეკოლოგიური თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანია თერმული რეჟიმი. აღნიშნულ ზონებში ივლისი ყველაზე ცხელი თვეა, ხოლო იანვარი ყველაზე ცივი. სამხრეთ ნახევარსფეროში შებრუნებულ პროცესებს აქვს ადგილი.

სითბური რეჟიმის შეფასება ხდება ისეთი მაჩვენებლებით როგორიცაა: საშუალო დღელამური, თვის, წლის ტემპერატურები, აბსოლუტური მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურები, აქტიური და ეფექტური ტემპერატურების ჯამები და ა.შ.

ტემპერატურა ძალზე ცვალებადია. უჯრედთა პროტოპლაზმის თავისებურებიდან გამომდინარე, მცენარეებს აქვთ უნარი ფიზიოლოგიური პროცესები წარმართონ 0 და 50°C ტემპერატურების ინტერვალში. თუმცა, გარკვეული მცენარეები ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში ექსტრემალურ ტემპერატურებსაც ეგუებიან. მცენარეთა გარკვეული სახეობა ვერ ეგუება არსებულ ტემპერატურულ რეჟიმს, ამიტომ რჩება ის სახეობები რომელთაც უფრო მაღალი ადაპტაციის უნარი გამოუმუშავდათ და განაგრძობენ ცხოველმოქმედებას.

ტენიანობა. ფიზიკური თვალსაზრისით ტენიანობა მოიცავს შემდეგ ელემენტებს: ჰაერის ტენიანობა (აბსოლუტური და შეფარდებითი), ნალექები, ნიადაგის ტენი (პროდუქტიული ტენი).

ტენიანობა მნიშვნელოვან ეკოლოგიურ ფაქტორს წარმოადგენს მცენარეებისათვის. მისი დეფიციტი ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში კულტურების სიცოცხლისუნარიანობას საფრთხეს უქმნის.

მცენარეები ფესვთა სისტემის მეშვეობით ითვისებენ წყალს, რომელსაც ფიზიოლოგიური პროცესის დროს ხარჯავენ (კარგავენ მას ტრანსპირაციის პროცესში). მშრალი კლიმატის მცენარეებს გააჩნიათ გარკვეული მორფოლოგიური საშუალებები, რითაც უზრუნველყოფენ მათ წყლის მინიმალური რაოდენობით. ასეთი საშუალებებია ბაგეები, რომლებიც საჭიროების შემთხვევაში იღება და იხურება, ეკლიანობა და ა.შ.

ტენით უზრუნველყოფის მიხედვით არჩევენ წყლიან, ჭარბტენიან, ზომიერად ტენიან და მშრალ ეკოლოგიურ ნიშას. თითოეული მათგანისათვის დამახასიათებელია შესაბამისი მცენარის გავრცელება. კერძოდ, წყლიანი ადგილსამყოფელისათვის დამახასიათებელია ჰიდროფიტი (წყლის კულტურები) მცენარეების არსებობა, ჭარბტენიანი ადგილსამყოფელისათვის - ჰიგროფიტები, ზომიერად ტენიანისათვის - მეზოფიტები, მშრალი ადგილსამყოფელისათვის - ქსეროფიტები. აღნიშნული მცენარეთა ჯგუფები ერთმანეთისაგან განსხვავდება მორფოლოგიური და ანატომიური ნიშან-თვისებებით, ასევე სასიცოცხლო პროცესების მსვლელობით.

სოფლის მეურნეობის წარმოებისათვის მნიშვნელოვანია ნიადაგის ტენის ის ნაწილი, რომელიც მისანვდომია აგროკულტურებისათვის და უზრუნველყოფს მოსავლის ფორმირებას, მას პროდუქტიულ ტენს უწოდებენ. აგროკულტურებისათვის ნიადაგში არსებული ტენის მარაგი ზოგჯერ არ არის მისანვდომი. ამ დროს გარკვეული ნაწილი შეკავებულია ნიადაგის ნაწილაკების მიერ და იგი აღემატება მცენარის ფესვების მიერ შეწოვის ძალას, ამიტომ მცენარისათვის შეუთვისებელია. ნიადაგის იმ ტენიანობას, რომლის დროსაც ტენიანობის დეფიციტი მცენარეთა უჯრედებში ვერ აღსდგება მინიმალური ტრანსპირაციის პირობებში, ჭკნობის ტენიანობა - „ჭკნობის კოეფიციენტი“ ეწოდება. თუ ნიადაგის ტენის მარაგი ტოლია ჭკნობის კოეფიციენტისა, მაშინ მცენარეს არ შეუძლია ნორმალურად აწარმოოს ზრდა-განვითარება და მოსავლის ფორმირება.

სინათლე. იგი აგროკულტურებისათვის ისეთი საჭირო ეკოლოგიური ფაქტორია, როგორც ტემპერატურა და ტენია-

ნობა. სინათლე წარმოადგენს ენერჯის ერთ-ერთ წყაროს, მონანილეობს მრავალ ფიზიოლოგიურ პროცესში, რომელთაგან ყველზე მნიშვნელოვანია ფოტოსინთეზი, რომლის ინტენსივობა ძირითადად აისახება ეკოსისტემის პროდუქტიულობაზე. განათების კომპონენტებს წარმოადგენს მისი ინტენსივობა, მზის სხივების ტალღის სიგრძე, მიმართულება და ხანგრძლივობა.

აგროკულტურებს გააჩნიათ უნარი წყლის, მინერალური მარილებისა და ნახშირორჟანგა გაზის ხარჯზე მზის ენერჯის დახმარებით ასიმილაციის პროცესში შექმნან ორგანული ნივთიერებები.

მცენარეებისათვის დღე-ღამის ცვლას უდიდესი ბიოლოგიური მნიშვნელობა ენიჭება. ტროპიკულ სარტყელში წლის განმავლობაში დღისა და ღამის ხანგრძლივობა უმნიშვნელოა, ამიტომ აქ ფოტოპერიოდი ნაკლებად წარმოადგენს ბიოლოგიურ ფაქტორს (ფოტოპერიოდიზმი - დღის ხანგრძლივობა). ზომიერი სარტყელისათვის დამახასიათებელია ზაფხულის და ზამთრის სეზონები. აღნიშნული სეზონები მკაფიოდ არის გამოკეტილი, რაც უფრო მეტად ვშორდებით ეკვატორს პოლუსებისაკენ. ზომიერ სარტყელში ზაფხულში დღე გრძელია, ხოლო ზამთარი მოკლე. აქ ფოტოპერიოდი ძირითად ბიოლოგიურ ფაქტორს წარმოადგენს აგროკულტურებისათვის, რომლებსაც გამომუშავებული აქვთ შეგუების უნარი, რომლიც ემთხვევა დღის ხანგრძლივობას. მათ შეუძლიათ მოამზადონ ორგანიზმი მოახლოებული არახელსაყრელი პირობებისათვის (სეზონისათვის) და ა.შ. მცენარეებში, მაგალითად ყვავილობა შეხამებულია ფოტოსინთეზის ყველაზე აქტიურ პერიოდთან - გაზაფხულის დაწყებასთან.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. ჩამოთვალეთ აგროკულტურებზე განსაკუთრებულად მოქმედი კლიმატური ფაქტორები.
2. რა განსაზღვრავს კლიმატის მრავალფეროვნებას?
3. განმარტეთ მიკრო-, მაკრო- და მეზოკლიმატი.
4. რას გამოსახავს ტემპერატურა და როგორი ტემპერატურებით ხდება სითბური რეჟიმის შეფასება?

5. დაასახელეთ ტემპერატურული ინტერვალი რომელშიც ხდება მცენარეთა ფიზიოლოგიური პროცესების მიმდინარეობა.
6. ჩამოთვალეთ ტენიანობის მახასიათებელი ელემენტები.
7. განმარტეთ ტენიანობის ეკოლოგიური მნიშვნელობა მცენარეებისათვის.
8. როგორია ტენით უზრუნველყოფის მიხედვით მცენარეთა ეკოლოგიური ნიშა?
9. რას ეწოდება „პროდუქტიული ტენი“ და „ჭკნობის კოეფიციენტი“?
10. როგორია სინათლის როლი ფოტოსინთეზში და ფოტოპერიოდიზმის ბიოლოგიური მნიშვნელობა?

თავი III

სიტბო

3.1 მცენარეთა ტემპერატურის დამოკიდებულება გარემომცველი გარემოს ტემპერატურაზე

სიტბო, როგორც კლიმატური პირობების შემადგენელი ნაწილი განსაზღვრავს დედამიწის ჩრდილოეთის და სამხრეთ საზღვრების არეალებს, მცენარეული საფარის ზონალურ სტრუქტურას. ყველა ფიზიოლოგიური და ქიმიური პროცესი მიმდინარეობს მხოლოდ განსაზღვრულ ტემპერატურულ საზღვრებში, რომლებიც იმყოფება საკმაოდ ვიწრო ფარგლებში.

დედამიწაზე შემოსული ენერგია, მზის რადიაციის სახით შთანთქმება მცენარეული საფარის, ნიადაგის და წყლის ზედაპირის მიერ. თუმცა, შთანთქმული ენერგია განუწყვეტილად იკარგება - ბრუნდება ატმოსფეროში სიტბოს გამოსხივების გზით. დედამიწის ზედაპირი მიღებულ სიტბოს ასხივებს გრძელტალღოვანი სხივების სახით, რომლებიც შთანთქმება ატმოსფეროში არსებული მოლეკულების მიერ, განსაკუთრებით წყლის ორთქლით. აღნიშნული მექანიზმით ატმოსფერო შთანთქავს გამოსხივებულ რადიაციას, თბება და თავად გამოსხივებს დედამიწის ზედაპირისაკენ გრძელტალღოვანი სხივების სახით, ცხადია მცირე რაოდენობით. აღწერილი პროცესით სიტბოს გამტარობის შედეგად მიმდინარეობს მისი გაცვლა, გადაცემა.

სიტბო ასრულებს ერთ-ერთ ძირითად ნამყვან როლს ორგანული ნივთიერებების შექმნასა და მის გარდაქმნაში. ეს კი ქმნის ისეთი გარემოს ფორმირების შესაძლებლობას, რომელსაც შეუძლია დააკმაყოფილოს მცენარეთა სასიცოცხლო მოთხოვნილებები.

მცენარეები დღისა და ღამის, ზამთრისა თუ ზაფხულის სეზონების განმავლობაში ყოველთვის განიცდიან მზის რადიაციის ზემოქმედებას. ფოთლები შთანთქავენ და ატარებენ დიდი რაოდენობით გრძელტალღოვან რადიაციას. ენერგიის ნაკადის ამ ნაწილის შთანთქმით ფოთლები თბება. ფოთლის მიერ შთანთქმული ენერგიის მცირე ნაწილი იხარჯება ფოტოსინთეზზე, ხოლო მნიშვნელოვანი ნაწილი ტრანსპირაციაზე. მაშა-

სადამე, ენერჯის ნაწილი, რომელიც შემოდის გარემომცველი გარემოდან, ზემოქმედებას ახდენს ფოთოლზე და იხარჯება მცენარის ფიზიოლოგიურ პროცესებზე.

მცენარის მიწისზედა ნაწილების ტემპერატურა შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდეს ჰაერის ტემპერატურისგან, რაც გამოწვეულია გარემომცველ გარემოსთან ენერჯის გაცვლით. მაგალითად, არქტიკისა და მაღალმთის მცენარეები, რომლებიც ვრცელდებიან ქარებისაგან დაცულ ადგილებში ან იზრდებიან ნიადაგთან მჭიდროდ - ახლოს, გააჩნიათ შედარებით ხელსაყრელი სითბური რეჟიმი და აქტიურად აწარმოებენ ზრდასა და ნივთიერებათა ცვლას, მიუხედავად მუდმივი დაბალი ტემპერატურისა. მზის სხივებისაგან ფოთლების ზედაპირი უფრო ინტენსიურად თბება, ვიდრე ჰაერი, ხოლო მნიშვნელოვნად მცირდება ნიადაგში ჭარბი ტენიანობისას.

აღსანიშნავია, რომ ფოთლის ტემპერატურა დამოკიდებულია მის სისქესა და კონსტიტენციაზე. ნორჩ (ნაზ) ფოთლებს გააჩნიათ ნაკლები სითბოტევადობა და მყისიერად რეაგირებენ ინსოლაციის ცვლილებაზე, სქელ ფოთლებთან შედარებით. მნიშვნელოვანი გარემოებებია, რომ ტემპერატურა უპირველეს ყოვლისა ზემოქმედებას ახდენს ფოთლის ბაგეების გახსნის სიჩქარეზე. დაახლოებით 5°C ტემპერატურის შემთხვევაში ბაგეები ძალიან ნელა და ნაწილობრივ იხსნება, ხოლო უარყოფითი ტემპერატურის დროს (0 , -5°C) დახურულია. მაღალი ტემპერატურის დროს ($40-45^{\circ}\text{C}$) ცალკეულ მცენარეთა ბაგეები იხსნება მაქსიმალურად. ბაგეების რეგულირების გარემო ფაქტორს წარმოადგენს ნიადაგში ტენის მარაგი. სავეგეტაციო პერიოდში ბაგეების დახურვა შეიძლება გამოწვეული იყოს წყლით უზრუნველყოფის შეფერხებით. ფოთლის მაღალი ტემპერატურის შემცირება უკავშირდება ნიადაგის მაღალ ტენიანობას. ამ უკანასკნელის გავლენით ფოთოლი უზრუნველყოფილია წყლით და აორთქლებს მას ამინდის პირობების შესაბამისად. ამიტომ ფოთლის ტემპერატურა ზოგჯერ მაქსიმუმს ვერ აღწევს და ეს ხდება მაშინ, როცა გარემომცველი გარემოს ტემპერატურა მაქსიმალურია. ასევე მნიშვნელოვანია ქარის ფაქტორი. იგი ამცირებს ფოთლის ტემპერატურას. ამ უკანასკნელიდან ტრანსპირაციის მატების გამო აუმჯობესებს მასში სითბოს გაცვლას. ფოთლის ტემპერატურა დამოკიდებულია აგრეთვე მზის სხივებისადმი ფოთლის კუთხის დახრილობაზე.

რაც ნაკლები კუთხით ეცემა მზის სხივები ფოთოლს, მით ნაკლებია მისი ტემპერატურა.

გარემოს ტემპერატურა გავლენას ახდენს მცენარეთა აღმოცენების სიჩქარეზეც. იგი ჩქარდება ტემპერატურის ზრდასთან ერთად. მაგალითად, ტროპიკული სახეობის კულტურათა თესლები უკეთესად აღმოცენდებიან 15-30°C ტემპერატურაზე, ზომიერი ზონის 10-25°C, ხოლო მაღალმთის სახეობებს თესლის აღმოცენების ძალზე დიდი ინტერვალი გააჩნიათ (5-30°C).

მაღალმთის სახეობების მცენარეთა ფოტოსინთეზი შეიძლება მიმდინარეობდეს -6°C ტემპერატურაზე, ხმელთაშუა ზღვის მცენარეთა ფოტოსინთეზი წყდება -1°C, ხოლო სითბოსმოყვარული მცენარეების 3-5°C. ტემპერატურას არსებითი გავლენა აქვს ორგანული ნივთიერების დაგროვებაზე, რომელიც მცენარეთა ორგანიზმში უმთავრესად ფოტოსინთეზის პროცესით მიმდინარეობს.

ცნობილია, რომ ყველაზე დაბალი ტემპერატურები აღინიშნება მაღალმთის ალპურ ზონაში, სადაც სავეგეტაციო პერიოდი მოკლეა. აქ ტემპერატურამ აღნიშნულ პერიოდში შეიძლება დაინიოს 0°C დაბლა. ხსენებული ზონა ხასიათდება მაღალი რადიაციით და უღრუბლო ამინდში სინათლის დიდი ინტენსივობით. რადიაციის ინტენსივობა მაღალმთიან პირობებში წყლის ორთქლის შემცირების და ატმოსფეროს გამჭირვალობის გადიდების გამო, მზის ამოსვლიდან ძალიან სწრაფად იზრდება და ამავე სიჩქარით ეცემა მზის ჩასვლისას.

ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით ფოტოსინთეზის ინტენსივობა მატულობს. მთებში მცენარეები განიცდიან უფრო მეტ დასხივებას და მოკლეთალოვანი რადიაციის ზემოქმედებას.

მაღალმთის ზონის (კავკასია, ალპები) ალპური მცენარეების ფოთლები ავლენენ ისეთ თვისებებს, როგორსაც სინათლის მოყვარული მცენარეები. მაღალმთიან პირობებში მაღალია მინისპირა ფენის ჰაერში ნახშირორჟანგის შემცველობა, ასევე ფოტოსინთეზი, რაც ალპური ზონის მცენარეებს აძლევს მაღალი პროდუქტიულობის შესაძლებლობას და უქმნის განვითარების ციკლის მოკლე პერიოდში დამთავრების პირობებს. მაღალმთიან პირობებში ფოტოსინთეზის წარმოებისათვის

მცენარეები გამოიმუშავენ დიდი რაოდენობით პიგმენტებს და ავლენენ მაღალი ასიმილაციის უნარს, რაც ფოთლებში ზრდის ხსნადი შაქრების შემცველობას.

მაღალმთის ზონის პირობებში (ზღ. დონიდან 2200 მ სიმაღლეზე, ნინონმინდის რაიონი, ფარავნის ტბის მახლობლად) ჩატარებული მრავალწლიური ექსპერიმენტალური დაკვირვებები (აგროკულტურების ზრდა-განვითარებაზე, მოსავლის ფორმირებაზე, ქიმიური ელემენტების შემცველობაზე, გარემო ფაქტორებთან კავშირში) აჩვენებს, რომ ზოგიერთი ბოსტნეული კულტურები, სუფრის და მეცხოველეობის საკვები ძირხვენიები, სურნელოვან-არომატული და ზოგიერთი მრავალწლიანი კენკროვანი კულტურები გამოირჩევიან მაღალი მოსავლით და მდიდარი ქიმიური შემადგენლობით, დაბალ ზონაში მოყვანილ კულტურებთან შედარებით (ცხრილი 3.1.1, 3.1.2).

ცხრ. 3.1.1 მაღალმთიან ზონაში წარმოებული ბოსტნეულისა და მეცხოველეობის საკვები ძირხვენის ქიმიური მაჩვენებლები

ქიმიური მაჩვენებლები	შავი ბოლოკი	სტაფილო	ხახვი	თვის ბოლოკი	ყვავილოვანი კომბოსტო	თალგამი	საკვები ძირხ. "ექსკო"
მშრალი ნივთიერება, (%)	16.6	20.3	16.3	6.1	12.1	10.0	12.7
საერთო შაქრები, (%)	5.8	6.7	5.3	3.6	3.8	4.3	7.0
პექტინები, (%)	1.72	1.47	1.1	0.48	0.4	0.53	1.26
მჟავიანობა ვაშლის მჟავიანობაზე გადაანგარიშ.	0.28	0.12	0.19	0.20	0.2	0.17	0.09
მთრიმლავი ნივთიერებები (%)	0.17	0.12	0.11	0.07	0.1	0.11	0.03

საერთო ფენოლები, მგ/100გრ	400	160	370	410	361	380	206
P - აქტიური ნივთიერებები	52.5	65.5	47.5	-	56.4	40	78.7
ვიტამინი „C“ მგ/100გრ	81.8	31.3	66.7	16.0	6.9	47.1	63.5
კაროტინი, მგ/100გრ	0.1	9.2	8.4	-	0.9	-	0.07
ნაცარი (%)	1.1	0.8	1.20	0.67	-	0.80	0.69

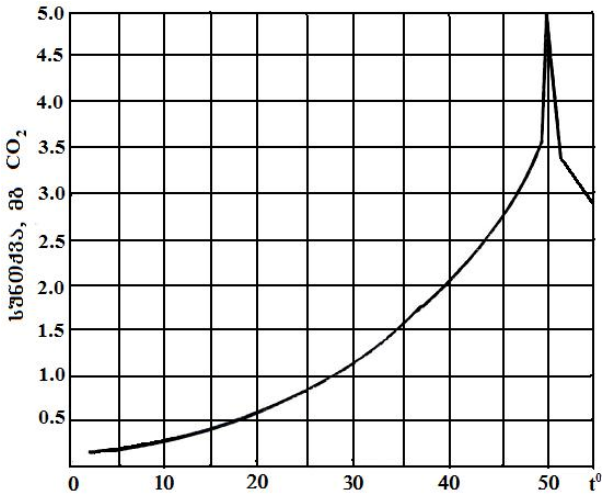
ცხრ. 3.1.2 მაღალმთიან ზონაში წარმოებული სურნელოვან-არომატული კულტურების ქიმიური მაჩვენებლები (%)

ქიმიური ნივთიერებები, (%)	ქონდარი	ქინძი	მაიორანი	კვლიავი
ეთრზეთები	0.48	0.54	1.2	3.3
საერთო აზოტი	2.38	2.50	2.45	2.1
ხსნადი აზოტი	0.88	0.80	1.0	-
ცილოვანი აზოტი	1.50	1.70	1.45	8.5
ცილა	9.40	10.6	9.1	-
საერთო აღმდგენი ნივთიერებები	3.50	9.7	4.5	2.0
მონოსაქარიდები	3.0	6.8	1.9	1.8
ხსნადი ნახშირწყლები	6.50	11.0	11.0	5.1
დისაქარიდები	3.50	4.0	8.6	3.1
პოლიფენოლები	0.50	2.9	2.6	0.8
საერთო ნაცარი	11.04	7.6	11.9	6.41
უხსნადი ნაცარი 10%-იან HCl-ში	1.3	0.3	0.86	0.09

ცხრილებში მოყვანილი მონაცემები კიდევ ერთხელ ადასტურებს მაღალმთიან პირობებში ზოგიერთი აგროკულტურის კარგად ადაპტაციის უნარს, მაღალი კვებითი ღირებულების შესაძლებლობას, მაღალ პროდუქტიულობას და ა.შ.

სუნთქვა - ფოტოსინთეზის შებრუნებული პროცესია, რომელსაც მცენარე აწარმოებს დღე-ღამის განმავლობაში. მა-

ღალი ტემპერატურის ხანგრძლივი ზემოქმედებისას სუნთქვის სიჩქარე ეცემა (ნახაზი 3.1.1).



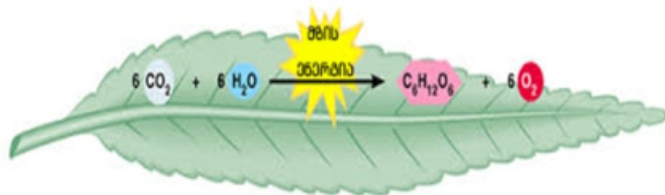
ნახ. 3.1.1 კარტოფილის ფოთლების სუნთქვის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე

ნახაზიდან ჩანს, რომ კარტოფილის კულტურის სუნთქვის ინტენსივობა თანდათანობით იზრდება ტემპერატურასთან ერთად. იგი მაღალი ტემპერატურის პირობებში აღწევს მაქსიმუმს და უეცრად იწვევს ქვემოთ. მრუდის ქვემოთ დაშვება ხდება დაახლოებით 50°C. ამ დროს სუნთქვა მკვეთრად ეცემა, მაგრამ ფოთლები მხოლოდ რამდენიმე წუთით იტანენ ოპტიმუმზე ზევით გადახურებას, რის შემდეგაც მოსალოდნელია მცენარის დაღუპვა.

სუნთქვას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა პროდუქტიულობისათვის. სუნთქვის პროცესის რეგულირებაში დიდ როლს ასრულებს ღამის დაბალი ტემპერატურები. რაც უფრო ცივია ღამე, მით სუსტია სუნთქვა, შესაბამისად მცირეა ნახშირწყლების დანაკარგი. მაგალითად, პომიდორის კულტურის ყვავილები, ნასკვები, ნორმალურად ვითარდება და იძლევა უფრო მოზრდილ ნაყოფებს, როცა ღამით ტემპერატურაა 17-18°C, ხოლო დღისით თუ აღწევს 24-26°C. ზოგადად, დღის და ღამის ამპლიტუდა სასარგებლოა.

მცენარეებში ყველა ფიზიოლოგიური პროცესი გარკვეულ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს. აღინიშნება მცენარის სუნთქვის ქვედა ზღვარი (0°C), ინტენსიური სუნთქვა ($36-40^{\circ}\text{C}$) და სუნთქვის ტემპერატურის მაქსიმუმი (50°C), რომლის ზევით მცენარე წყვეტს სასიცოცხლო პროცესს. აღნიშნულ საზღვრებს უწოდებენ კარდინალურ ნერტილებს, რომლებიც მაშინ არის გამართლებული, როცა მცენარე ნორმალურად არის უზრუნველყოფილი ტენით და საკვები ნივთიერებებით. ტემპერატურის გავლენა, სასიცოცხლო პროცესების ინტენსივობაზე ძირითადად ემორჩილება ვანთ-ჰოფის წესს. რომლის თანახმად, ქიმიური რეაქციის სიჩქარე ტემპერატურის მატების დროს, ყოველ 10°C -ზე ორმაგდება. მაგალითად, 5°C ტემპერატურის დროს ქიმიური რეაქციის შედეგად პროდუქტიულობის რაოდენობას თუ მივიღებთ როგორც 100%, მაშინ აღნიშნული წესის მიხედვით 15°C ტემპერატურისას იგი იქნება 200; 25°C -ზე 400 და ა.შ. ტემპერატურის მატებასთან ერთად მცენარის სასიცოცხლო პროცესები დასაწყისში ინტენსიურად მიმდინარეობს და განუწყვეტილვ იზრდება ქიმიური რეაქციის სიჩქარე, მაგრამ როცა იგი თავის ზედა ზღვარს მიაღწევს, მკვეთრად მცირდება, ე.ი. აღნიშნული წესი მისაღებია გარკვეული ტემპერატურის ფარგლებში. ტემპერატურის მატებისას მცენარე სწრაფად იზრდება და ნაყოფი ადრე მწიფდება.

ტემპერატურის ზრდის ტემპზე, სხვადასხვა მცენარე სხვადასხვანაირად რეაგირებს, რაც აიხსნება ისტორიულად ჩამოყალიბებული თვითეული მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებით. მაგალითად, სითბოსმოყვარულ მცენარეებში ძალზე დაბალი ფოტოსინთეზი აღინიშნება ტემპერატურის 3°C -დან 5°C -მდე. ფოტოსინთეზისათვის ყველაზე ხელსაყრელია 25°C -მდე ტემპერატურა (ნახაზი 3.1.2).



ნახ. 3.1.2 ფოტოსინთეზის პროცესი

ტემპერატურას არსებითი გავლენა აქვს ორგანული ნივთიერების დაგროვებაზე, რაც მცენარეთა ორგანიზმში წარმოადგენს ფოტოსინთეზისა და სუნთქვის ურთიერთმოქმედების შედეგს. ორგანული მასის დაგროვება მცენარეში უმთავრესად მიმდინარეობს ფოტოსინთეზის დროს, ხოლო მისი ხარჯვა სუნთქვისას: $m=a - b$, სადაც m - დროის გარკვეულ მონაკვეთში დაგროვილი ორგანულ ნივთიერებათა ჯამია, a - ფოტოსინთეზის პროცესში ორგანული ნივთიერების დაგროვება, b - მცენარის სუნთქვის პროცესში ნივთიერების ხარჯვა. 20°C ტემპერატურაზე მცენარე გაცილებით მეტ ორგანულ ნივთიერებას აგროვებს, ვიდრე იხარჯება დისიმილაციის გამო. აღნიშნულ ტემპერატურაზე 1 სთ-ის განმავლობაში მცენარე ასიმილაციის შედეგად საშუალოდ აგროვებს დაახლოებით 5.5 მგ ორგანულ ნივთიერებას. ე.ი. ზემოაღნიშნული განტოლებიდან გამომდინარე, $a=5.5$ მგ/სთ. მოცემულ დროში მცენარე სუნთქვაზე საშუალოდ ხარჯავს დაახლოებით 1.5 მგ ორგანულ ნივთიერებას, ე.ი. $b=1.5$ მგ/სთ. მაშასადამე, 1 სთ-ში ფოტოსინთეზის შედეგად დაგროვდება:

$$m=a - b=5.5 \text{ მგ/სთ}-1.5 \text{ მგ/სთ}=4.0 \text{ მგ/სთ.}$$

ანალოგიურად შეიძლება განისაზღვროს 30°C ჰაერის ტემპერატურაზე მცენარის მიერ დაგროვილი ორგანული ნივთიერება. მცენარეებისათვის ორგანულ ნივთიერებათა დაგროვების ოპტიმალურ ტემპერატურას წარმოადგენს $20-30^{\circ}\text{C}$. ტემპერატურის მატებასთან ერთად მცენარეების განვითარების სიჩქარე პროპორციულად მატულობს, მხოლოდ გარკვეულ საზღვრამდე. კარდინალური წერტილის ($30-32^{\circ}\text{C}$) ზემოთ მცენარის შემდგომი განვითარების სიჩქარე სწრაფად ნელდება და იწყება მისი დეპრესია. ასევე ნელდება მცენარის ზრდა-განვითარების სიჩქარე მისი ბიოლოგიური მინიმუმის ქვემოთ ტემპერატურის დანევისას და იგი საბოლოოდ წყვეტს განვითარებას.

აგროკულტურების ტემპერატურის ბიოლოგიური მინიმუმი მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. განსხვავებულია მათი ფაზებისა და სანაყოფე ორგანოების ფორმირების ტემპერატურები. მაგალითად, საგაზაფხულო ხორბლის, ქერის, შვრიის, წიწიბურასა და ცერცველას სანაყოფე ორგანოე-

ბის ფორმირების მინიმალური ტემპერატურაა 10-12°C, ბარდის 8-10°C, სიმინდის და მზესუმზირის 12-15°C, ლობიოს და სოიოს 15-18°C, ბრინჯისა და ბამბის 15-20°C. ვაზის წვენთა მოძრაობა („ტირილი“) იწყება ჰაერის ტემპერატურის 8°C; კვირტის გაშლა 10-11°C; ყვავილობა იწყება 16-17°C, ხოლო 20-22°C ტემპერატურა ოპტიმალურია ვაზის ყვავილობისათვის. ვაზის ნაყოფის სიმწიფე იწყება 19-20°C ტემპერატურაზე.

კულტურების ახალი ფიშებისა და ჰიბრიდების გაადგილებისათვის აუცილებელია, ვიცოდეთ მათი ზრდა-განვითარებისა და მოსავლის ფორმირების ოპტიმალური ტემპერატურები.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. აღწერეთ სითბოს გაცვლისა და გადაცემის მექანიზმი ატმოსფეროში.
2. განმარტეთ სითბოს როლი ორგანული ნივთიერებების შექმნასა და მის გარდაქმნაში.
3. რა განსაზღვრავს ფოთლის ტემპერატურას და რატომ განსხვავდება იგი ჰაერის ტემპერატურისაგან?
4. რას უკავშირდება ფოთლის მაღალი ტემპერატურის შემცირება და როგორია გარემოს ტემპერატურის გავლენა მცენარის აღმოცენების სიჩქარესა და ფოტოსინთეზზე?
5. გაანალიზეთ ფოტოსინთეზის თავისებურებანი მაღალმთიან ზონაში და დაახასიათეთ აღნიშნულ ზონაში წარმოებული აგროკულტურები ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით.
6. როგორია მცენარის სუნთქვის დინამიკა და კარდინალური წერტილები?
7. რაში მდგომარეობს ვანთ-ჰოფის წესი და როგორია ტემპერატურის გავლენა მცენარეში ორგანული ნივთიერების დაგროვებაზე?

3.2 აგროცენოზებზე ექსტრემალური ტემპერატურის გავლენის სასიცოცხლო ეკოლოგიური საზღვრები

მცენარეებმა ევოლუციის პერიოდში გამოიმუშავეს ადაპტაციის უნარი დაბალი და მაღალი ტემპერატურების ზემოქმედ-

დების მიმართ, თუმცა ეს შეგუება არც თუ ისე სრულყოფილია. ცალკეულ შემთხვევებში, უკიდურესად ექსტრემალური ტემპერატურების დროს ადგილი აქვს მათ დაზიანებას და ზოგჯერ დაღუპვას. ტემპერატურის შემცირება განსაზღვრულ მინიმუმზე დაბლა მცენარეებში იწვევს მოსვენებითი მდგომარეობის დარღვევას. ამ დროს სუნთქვა და სხვა სასიცოცხლო ფუნქციები შეფერხებულია, მაგრამ იგი ნელა გრძელდება. ზომიერ, მაგრამ ხანგრძლივ სიცხეს შეუძლია გამოიწვიოს მცენარეთა ძლიერი გადახურება, რომლის დროს არ არის გამოორიცხული მათი დაზიანება.

აგროკულტურების ცალკეული სასიცოცხლო პროცესისათვის არსებობს გარკვეული ტემპერატურული საზღვრები და ოპტიმუმი, რომლის ზღვარს მიღმა პროდუქტიულობა ეცემა. დაბალი და მაღალი ტემპერატურები, რომლებიც დამახასიათებელია ცალკეული სახეობებისათვის არ არის მუდმივი და შეიძლება გადაინაცვლოს გარემო პირობებისადმი შეგუების შედეგად, გენეტიკურად დაფიქსირებული რეაქციის ნორმის საზღვრებში. მიწისზედა ფოთოლღერიანი მცენარეები იზრდებიან ძლიერ ცვლებადი ტემპერატურის დიაპაზონში, ასეთებია ევრითერმიულები. მათი სასიცოცხლო ინტერვალი ფართოა (-5°C -დან 55°C -მდე). ასეთი სახეობის მცენარეები 5°C -დან 40°C ტემპერატურათა საზღვრებში პროდუქტიულებია. არსებობენ მცენარეები, რომლებიც შეგუებული არიან ზონებს ექსტრემალური ტემპერატურებით, ასეთებია სტენოთერმიულები. მათი ზრდა შეუფერხებლად მიმდინარეობს გაყინვის წერტილთან ახლოს ($2-4^{\circ}\text{C}$).

მცენარის სასიცოცხლო ტემპერატურული საზღვრებია, როცა იგი იტანს ყველაზე დაბალ და ყველაზე მაღალ ტემპერატურებს. ამ საზღვრების გადალახვის შემდეგ მცენარეში ნარმოიქმნება შეუქცევადი დაზიანება და სიცოცხლე წყდება.

უკიდურეს ტემპერატურებს ფიზიოლოგიური ფუნქციათა განსაზღვრასთან ერთად, შეუძლიათ გამოიწვიონ მცენარეთა პოპულაციების ინდივიდთა ნაწილის ან მთლიანად დაღუპვა. ზოგიერთ მცენარეთა სახეობები, რომლებიც ცივი კლიმატის პირობებში იზრდებიან, უნარი აქვთ გაუძლონ ქსოვილის სრულ გაყინვას და გარემომცველი გარემოს ჰაერის ტემპერატურის დანევას -62°C (ლარიქსი) და დაბლა.

მცენარეთა ცინვაგამძლეობის ამაღლება დაკავშირებულია გამონრთობის პროცესებთან, ე.ი. მცენარეების თანდათანობით მომზადებასთან, დაბალი ტემპერატურების ზემოქმედებით. მცენარეების სხვადასხვა ორგანოებს აქვთ განსხვავებული ცინვაგამძლეობა ან გამონრთობის უნარი. მაგალითად, ხეხილოვან კულტურებს ფესვები ეყინებათ -10°C , -15°C ტემპერატურაზე. მიწისზედა ნაწილები იტანენ -40°C და უფრო ნაკლებ ტემპერატურას. მაგალითად, გამონრთობა აჩქარებს პომიდორის ნაყოფების დამწიფებას ორი კვირით ადრე და ზრდის მოსავლიანობას. ხემცენარეები გამონრთობის უნარს იძენენ ძირითადად შემოდგომაზე ტემპერატურის დაწვევისას, თუ ამ დროისთვის მცენარეებმა გაიარეს განვითარების სრული ციკლი. გამონრთობაში დიდ როლს ასრულებენ ეკოლოგიურ ფაქტორები, მაგალითად გამონრთობის პროცესი მარადმწვანე და საშემოდგომო კულტურებისათვის მიმდინარეობს, მხოლოდ სინათლეზე, 0°C -ზე მაღალი ტემპერატურის შემთხვევაში. მოცემული მცენარეები სიბნელეში ტემპერატურის დაწვევასთან ერთად ამცირებენ თავიანთ გამძლეობას.

დაბალი ტემპერატურები საჭიროა საყვავილე კვირტების წარმოქმნის, თესლების აღმოცენების სტიმულირებისათვის და სხვა. მაგალითად, მცენარეთა მნიშვნელოვანი სახეობის თესლებმა შემდგომი ენერგიული აღმოცენებისათვის უნდა გაიარონ სტრატეგიკაცია. ყოველივე ეს დაკავშირებულია განსაზღვრული ტემპერატურის მერყეობის საჭიროებისათვის. იმისათვის, რომ მცენარე თესლის ამოსვლიდან სხვა ფაზების გავლის შემდეგ შევიდეს ყვავილობის ფაზაში და მთლიანად დაასრულოს თავისი სასიცოცხლო ციკლი, საჭიროებს დაბალ ტემპერატურას, განსაზღვრულ, მოკლე დროის განმავლობაში. ამის მაგალითია საშემოდგომო ხორბალი, რომელიც გაზაფხულზე დაითესება, გაიზრდება, მაგრამ არ იყვავილებს და შესაძლებელია ადრე გაზაფხულის წაყინვებისაგან დაზიანდეს ან დაიღუპოს. იმ შემთხვევაში, თუ მისმა თესლებმა განიცადა წაყინვასთან ახლოს დაბალი ტემპერატურის ზემოქმედება, მაშინ ისინი გაზაფხულზე დათესვისას იძლევიან საკმაოდ კარგ მოსავალს.

მრავალი მცენარე არსებობს და ვითარდება ისეთ კლიმატურ პირობებში, რომლებსათვისაც ტიპიურია ძალზე მაღალი ტემპერატურები. მცენარეები შეგუებულინი არიან ასეთ გარემოს და მაღალი ტემპერატურები იშვიათად აზიანებენ მათ. ჩა-

ტარებული გამოკვლევები ადასტურებენ, რომ მცენარეები ნათელ, მშრალ და შედარებით ცხელ ადგილებში უფრო მდგრადია სიცხისადმი, ვიდრე მცენარეები, რომლებიც იზრდებიან ჩრდილში.

მცენარის სიცხეგამძლეობა დამოკიდებულია სითბოს ზემოქმედების ხანგრძლივობაზე. ზომიერი სიცხე ხანგრძლივი დროის განმავლობაში იწვევს ისეთივე დამაზიანებელ მოქმედებას, როგორსაც ხანმოკლე ძლიერი სიცხე. სიცხეგამძლეობა შეიძლება იცვლებოდეს ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით. მცენარე რაც უფრო მაღალ ზონაშია გავრცელებული, მით ნაკლებია მისი სიცხეგამძლეობა და პირიქით.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. როგორ გავლენას ახდენს ექსტრემალური ტემპერატურები აგროკულტურების სასიცოცხლო პროცესებზე?
2. რაში მდგომარეობს მცენარის ყინვაგამძლეობის ამაღლების პროცესი და როდის იძენს მცენარე გამომწობის უნარს?
3. რას გულისხმობს სტრატეგიკაციის პროცესი?
4. რას უკავშირდება მცენარის სიცხეგამძლეობა?

3.3 აგროკულტურების სითბოსადმი მოთხოვნილების ეკოლოგიური მნიშვნელობა

აგროკულტურების განვითარებისათვის, დიდი მნიშვნელობა აქვს სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობას, რომლის დროს შეიძლება მცენარეთა განვითარების სრული ციკლის გავლა. აგროკულტურების უმრავლესობა გაზაფხულზე ვეგეტაციას იწყებენ ჰაერის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 10°C -ზე ზევით გადასვლიდან, ხოლო შემოდგომაზე ვეგეტაცია წყდება იმავე ტემპერატურის (10°C) ქვემოთ გადასვლისას.

აგროკულტურათა არსებობისთვის ძირითად ფაქტორს სითბო წარმოადგენს, მისი რაოდენობის ნაკლებობის გამო შეუძლებელია მცენარეთა ინდივიდების ფართო მასშტაბით გავრცელება, განსაკუთრებით სითბოს მოყვარულების (ჩაის, ციტრუსების, ეთერზეთოვანი ტექნიკური კულტურების და სხვა).

კლიმატის თერმული რესურსების შეფასებისთვის მნიშვნელოვანია ტემპერატურის ჯამები 10°C -ის ზევით (აქტიური ტემპერატურა), რომელიც წარმოადგენს სითბოს უზრუნველყოფის მაჩვენებელს მცენარეების აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში. მისი არსი მდგომარეობს შემდეგში, რომ საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 10°C -ის ზევით მდგრადი გადასვლიდან იწყებენ ტემპერატურების დაჯამებას, რომელიც შეადგენს აქტიური ტემპერატურების ჯამს. მცენარეების სითბოსადმი მოთხოვნილება შეიძლება გამოიხატოს ეფექტური ტემპერატურის ჯამებით. რაც არის საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურები ათვლილი მცენარის ბიოლოგიური მინიმუმიდან, რომელზედაც მოცემული კულტურა იწყებს განვითარებას. საშუალო დღე-ღამური ტემპერატურის 10°C -ზე ზევით მდგრადი გადასვლიდან ტემპერატურების ჯამის დაანგარიშებისას, ყოველდღიურად აკლდება 10°C ტემპერატურა და დარჩენილი ტემპერატურები დაჯამდება, რომელსაც ეფექტურ ტემპერატურას უწოდებენ.

კულტურების ზრდა-განვითარებაზე ჰაერის ტემპერატურის გავლენის დადგენასთან ერთად დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს აქტიურ ტემპერატურათა ჯამს, რომელიც საჭიროა კულტურის ცალკეული ფაზების (კვირტის დაბერვა და გახსნა, ყვავილობა, სიმწიფე) დაწყებისა და დამთავრებისათვის.

ჩატარებული კვლევებით დადგენილია, რომ აგროკულტურა ცალკეული ფაზების განვითარებისთვის, მოითხოვს სითბოს გარკვეულ რაოდენობას, რომელიც შეიძლება გამოიხატოს ტემპერატურათა ჯამებით, როგორც სითბოს რაოდენობის პირობით ერთეულებში მახასიათებელი.

ჰაერის ტემპერატურა რეგიონების მიხედვით წლიდან წლამდე იცვლება, რის შედეგად აგროკულტურის ფაზებს შორის პერიოდის ხანგრძლივობა სხვადასხვა წელს არ რჩება მუდმივი. მაგალითად, დაგვიანებულ გაზაფხულზე ტემპერატურა თითქმის პროპორციულად მატულობს მზის რადიაციის ინტენსიური ინსოლაციის გამო და ვეგეტაციის გვიან დაწყებისას აგროკულტურის განვითარების ფაზები (კვირტის გახსნა ან ყვავილობა) მიმდინარეობს დაჩაქარებით.

გვიან გაზაფხულზე ორი თვის განმავლობაში (აკად. დავითაია) ჰაერის დღე-ღამური საშუალო ტემპერატურის 10°C -

ის ზევით მდგრადი გადასვლის თარიღიდან, ტემპერატურათა ჯამი 200-300°C-ით მეტი გროვდება, ვიდრე ადრე გაზაფხულზე იმავე ორ თვეში. ამიტომ მცენარეთა სხვადასხვა ფაზის განვითარება არ იქნება ერთნაირი.

დასავლეთ საქართველოს ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში, სავეგეტაციო პერიოდში, ჩაის კულტურის მოთხოვნილება სითბოზე განისაზღვრება ტემპერატურის ჯამით, რომელიც საჭიროა ნორმალური ზრდისა და მოსავლის ფორმირებისათვის. დადგენილია, რომ ჩაის წარმოებისათვის საჭიროა აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3200°C მეტი. აღნიშნული ტემპერატურათა ჯამი რაც მეტია, მით დიდი რაოდენობით მიმდინარეობს ჩაის ბუჩქიდან პროდუქტიული დუყების წარმოქმნა.

ცხრილი 3.3.1-ში მოცემულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები 10°C-ის ზევით მდგრადი გადასვლის თარიღიდან სხვადასხვა კულტურის ძირითადი ფაზებისათვის.

ცხრ. 3.3.1 ჰაერის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები (°C), აგროკულტურების ძირითად ფაზებს შორის (გ.მელაძის მიხედვით)

საშემოდგომო ხორბალი				
მინიციპალი-ტეტი	დაბუჩქება-დათავთავება	დათავთავება-ყვავილობა	ყვავილობა-ცვილისებრი სიმწიფე	ცვილისებრი სიმწიფე-სრული სიმწიფე
ამბროლაური	735	125	510	270
ახალციხე	685	100	490	150
გარდაბანი	935	125	665	180
გორი	870	120	640	195
დედოფლის-წყარო	675	140	485	265
დმანისი	715	195	590	125
დუშეთი	905	200	185	195
ლაგოდეხი	950	120	475	250
საჩხერე	1330	145	445	195
თელავი	895	180	640	200
თიანეთი	740	210	465	210
ხაშური	725	150	505	185

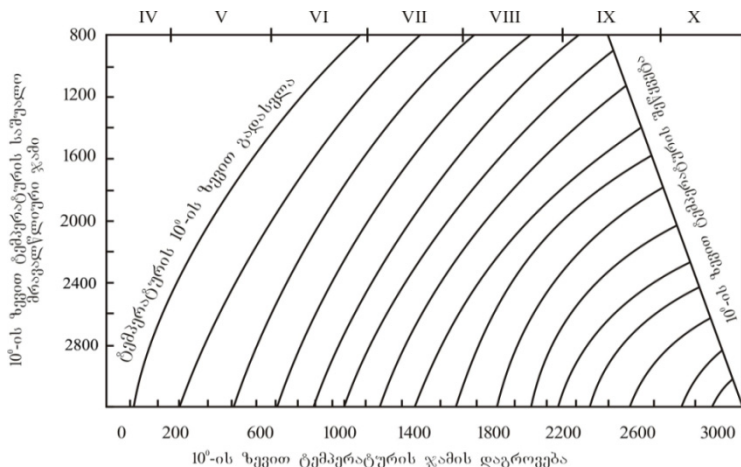
სიმინდი			
მუნიციპალი-ტე-ტი	აღმოცენება-ყვა-ვილობა	ყვავილობა- რძი-სებრი სიმნიფე	რძისებრი სიმნიფე-სრული სიმნიფე
ახალციხე	1310	480	485
ამბროლაური	1335	490	650
ბოლნისი	1580	565	615
გალი	1330	765	755
ზესტაფონი	1600	580	510
ლაგოდეხი	1480	445	780
ლანჩხუთი	1795	505	585
მესტია	1000	350	340
საგარეჯო	1080	725	725
საჩხერე	1615	450	505
სამტრედია	1605	645	905
თელავი	1595	410	505
ქედა	1900	420	330
ხაშური	1230	410	530
ხონი	1745	490	555
წალენჯიხა	1865	735	480
ცაგერი	1320	740	670

კარტოფილი				
მუნიციპალი-ტე-ტი	აღმოცენება-გვერდითი ფორმების გამოტანა	გვერდითი ფორმების გამოტანა-საყვავილეების წარმოქმნა	ყვავილობა-ყვავილობის დამთავრება	ყვავილობის დამთავრება-ჭნობა
ახალქალაქი	250	300	280	360
ახალციხე	250	220	330	670
ასპინძა	290	140	200	850
ბორჯომი	110	210	240	400
დედოფლის-წყარო	200	350	510	460
დმანისი	210	240	310	510
დუშეთი	170	290	300	620
მესტია	290	220	200	300
ნინოწმინდა	180	220	260	170
თიანეთი	180	290	340	730
თეთრიწყარო	170	310	410	410
ხულო	130	270	370	370
წალკა	200	260	300	450

კულტურა	ლიმონი		მანდარინი	
	კვირტების გახსნა- ყვა- ვილობა	ყვავილობა- ნაყოფების სიმნიფე	კვირტების გახსნა- ყვა- ვილობა	ყვავილობა- ნაყოფების სიმნიფე
გუდაუთა	680	3410	650	3540
ოზურგეთი	860	3330	540	3070
სოხუმი	650	3800	700	3430
ხელვაჩაური	670	3360	700	3100
ქობულეთი	660	3550	580	3320

დადგენილია, რომ ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით, ჩაის კულტურის მოსავალი მცირდება 5-ჯერ. რაც, ძირითადად გამოწვეულია ჰაერის აქტიური ტემპერატურის ჯამის შემცირებით, რომელიც ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით კლებულობს. ჰაერის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი გავლენას ახდენს ასევე ეთერზეთოვან ტექნიკურ კულტურებში ზეთის დაგროვებაზე. სავეგეტაციო პერიოდში, რაც უფრო მეტია ტემპერატურათა ჯამი, მით მეტია ეთერზეთების გამოსავლიანობა (პროდუქცია) და პირიქით.

აგროკულტურათა ნებისმიერი ფაზისათვის შეიძლება განისაზღვროს ჰაერის აქტიური ტემპერატურის ჯამის დაგროვება ჩვენთვის სასურველ თარიღში. განსაზღვრისათვის გამოიყენება სპეციალური ნომოგრამა (ნახაზი 3.3.1).



ნახ. 3.3.1 ტემპერატურის ჯამის დაგროვება დამოკიდებული ტემპერატურის საშუალო მრავალწლიურ ჯამზე

მოცემული ნომოგრამის მიხედვით, მაღალმთიანი ზონისათვის გავიგებთ 10°C -ის ზევით ტემპერატურის ჯამის დაგროვებას სავეგეტაციო პერიოდის ნებისმიერი თვის თარიღში და პირიქით, თუ ვიცით თარიღი გავიგებთ იგივე დაგროვილ ტემპერატურათა ჯამს, თუ გვეცოდინება მოცემული მუნიციპალიტეტის მრავალწლიური საშუალო აქტიური ტემპერატურის ჯამი.

მაგალითისათვის. განვიხილავთ, მაღალმთიან ნინოწმინდის რაიონს (დაახლოებით 2200მ ზღვის დონიდან), სადაც აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 10°C -ის ზევით შეადგენს 1100°C . ქერის კულტურის სრული სიმწიფისათვის საჭიროა საშუალოდ 1000°C ტემპერატურის ჯამი. ორდინატის ღერძიდან, სადაც აღნიშნულია 1100°C , გავავლებთ სწორ ხაზს, აბსცისთა ღერძიდან აღმართულ 1000°C -იანი ხაზის გადაკვეთამდე. ამ გადაკვეთის წერტილიდან ზემოთ, ვპოულობთ თარიღს - 14 სექტემბერს. რაც ნიშნავს, რომ მოცემულ მუნიციპალიტეტში ქერის კულტურა სიმწიფეს მიაღწევს აღნიშნულ თარიღში.

ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი აგროკულტურის სხვადასხვა ფენოლოგიური ფაზისთვის არ არის ერთნაირი. მაგალითად, ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებისას თამბაქოს კულტურა ფაზებს შორის მოითხოვს შედარებით მცირე ჰაერის ტემპერატურის ჯამს. მაღალმთიან ზონაში აგროკულტურების განვითარება და ფოტოსინთეზი უმეტესწილად განისაზღვრება მისი ქსოვილის (ზედაპირის) ტემპერატურით, რომელიც უმეტესად იმყოფება უშუალოდ მზის რადიაციის გავლენის ქვეშ, ვიდრე ჰაერის ტემპერატურის. ტემპერატურის შემცირება სიმაღლის მიხედვით კომპენსირდება მზის რადიაციის გადიდების ხარჯზე. ამიტომ ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით, რადიაციის გავლენით (გარკვეულ სიმაღლემდე) აგროკულტურები ზრდა-განვითარებისას არ განიცდიან სითბოს ნაკლებობას.

სხვადასხვა აგროკულტურა საჭიროებს განსხვავებულ ჰაერის აქტიური ტემპერატურის ჯამს (ცხრილი 3.3.2).

ცხრ. 3.3.2 ზოგიერთი აგროკულტურისათვის საჭირო ჰაერის აქტიური ტემპერატურის ჯამები

აგროკულტურა	ΣT ($>10^{\circ}\text{C}$)	აგროკულტურა	$\Sigma T(>10^{\circ}\text{C})$
საშ. ხორბალი	2100-2200	პომოდორი	200
საგაზ. ხორბალი	1300-1400	საზამთრო	2000-2500
ქერი	1200-1500	გოგრა	3200-3400
ჭვავი	2500-2600	ვაშლი	1600-2500
შვრია	1200-1300	კივი (აქტინიდია)	3000-3500
სიმინდი - საადრეო	1700	ვაზი - საადრეო	2500
საშუალო მწიფადი	2200	საშუალო მწიფადი	2900
საგვიანო	2800	საგვიანო	3500
წინიბურა	1100-1300	ბროწეული	3800-3900
ბარდა	1300-2500	ატამი	2000-2500
ლობიო	1400-3000	თხილი	3000-3200
სოია	2500-3000	კაკალი	2800-3400
მზესუმზირა	2500-3000	ფეიჰოა	3600-3800
თამბაქო	1200-1500	ქაცვი	1000-1100
ჩაი	3200-3500	მანდარინი	4000-4200
კარტოფილი	1100-1300	ფორთოხალი	4300-4400
სტაფილო	900-1200	ლიმონი	3900-4000
სუფრის ქარხალი	1000-1100	გრეიპფრუტი	4300-4400

აგროკულტურების მოთხოვნილება სითბოსადმი, როგორც ეკოლოგიური ფაქტორისადმი, აუცილებლად უნდა იქნას გათვალისწინებული მათი წარმოებისას. კულტურები, რომლებიც წარმოდგენილია გავრცელების ფართო არეალით, თესლის აღმოცენებისათვის აქვთ საკმაოდ ფართო ტემპერატურული დიაპაზონი. მაგალითად, ტროპიკული კულტურების თესლების აღმოცენებისათვის ოპტიმალურია 15°C -დან 30°C -მდე ტემპერატურა, ზომიერი ზონის კულტურების აღმოცენებისათვის 8°C -დან 25°C -მდე, ხოლო მთის კულტურათა თესლების აღმოცენებისათვის 5°C -დან 30°C -მდე. აღმოცენების სიჩქარე მატულობს ტემპერატურის მატებასთან ერთად.

მაღალი ტემპერატურა აგროკულტურების უჯრედში იწვევს პოლირიბოსომების დეგრადაციას, რაც გამოწვეულია რიბონუკლეოზის ამაღლებული აქტივობით (პირველ რიგში საინფორმაციო რნმ-ის). მაგალითად, 20% წყლის დაკარგვის შემ-

თხვევაში, ლობიოს აღმონაცენში ხდება ცილის მასინთეზირებული სისტემის ფუნქციის მნიშვნელოვნად დაქვეითება. რაც ძირითადად დაკავშირებულია პოლირიბოსომული კომპლექსის დარღვევასთან და აიხსნება რიბოსომების რიცხვის შემცირებით.

ტემპერატურის დაცემა 30°C -დან 25°C -მდე საშემოდგომო ხორბალში იწვევს ასიმილირებული ნივთიერებების ტრანსპორტირების თითქმის 2-ჯერ შემცირებას. ტემპერატურის 16°C და ზევით აწევის შემთხვევაში მცირდება ნახშირწყლების რაოდენობა და იზრდება მშრალი ნივთიერებების დაგროვება. სავეგეტაციო პერიოდში $3-5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურა თუ გახანგრძლივდა 7-10 დღით, ხორბლის კულტურაში გამოიწვევს ფოტოსინთეზის პროდუქტიულობის მნიშვნელოვან დაცემას, თუმცა ასეთ პირობებში არ ირღვევა სატრანსპორტო ჯაჭვი და ენერგეტიკული პროცესები (ეს უკანასკნელი მიმდინარეობს შენელებული ტემპით).

მნიშვნელოვანია ცალკეული აგროკულტურის განვითარების ფენოფაზებისა და სანაყოფე ორგანოების ტემპერატურული მაჩვენებლები. თუ ტემპერატურა დაეცა 10°C -ზე დაბლა განაყოფიერების პროცესი შეფერხებულად წარიმართება.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. რას ნიშნავს აქტიური და ეფექტური ტემპერატურა და როგორ დაიანგარიშება მათი ჯამები?
2. ახსენით როგორ მიმდინარეობს აგროკულტურების ფაზების განვითარება დაგვიანებულ გაზაფხულზე.
3. როგორ გავლენას ახდენს აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების შემცირება აგროკულტურებზე ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით?
4. განსაზღვრეთ ჰაერის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის დაგროვება ნომოგრამის მიხედვით.

თავი IV

სინათლე

4.1 სინათლის აგროეკოლოგიური მნიშვნელობა აგროცენოზის პროდუქტიულობისათვის

აგროეკოლოგიისათვის სინათლე წარმოადგენს ერთ-ერთ შეუცვლელ ეკოლოგიურ ფაქტორს, რომლის საფუძველზეც მიმდინარეობს ფოტოსინთეზი. სინათლეს პირდაპირი გავლენა აქვს მცენარეთა ზრდაზე, უჯრედებსა და ქსოვილებში სხვადასხვა სახის პროცესების დიფერენციაციაციაზე.

სინათლის ინტენსივობა დამოკიდებულია მხარეების ექსპოზიციაზე. მაგალითად, სამხრეთის ექსპოზიციაზე განათება თითქმის 3-ჯერ აღემატება ჩრდილოეთისას, ორჯერ აღმოსავლეთისა და დასავლეთისას. ფოტოსინთეზური აპარატის სინათლით უზრუნველყოფისათვის აუცილებელია ფოთლები მიმართული იყოს ყველა მიმართულებით, რაც მნიშვნელოვანი პირობაა ფოტოსინთეზისათვის.

მცენარის მიერ ორგანული ნივთიერებების დაგროვებისათვის საჭიროა სინათლის ენერგეტიკული მხარე, რომელიც იქმნება მზის რადიაციის დახმარებით. იგი უნდა სჭარბობდეს განსაზღვრულ მნიშვნელობას, რომელსაც კომპენსაციის ნერტილს უწოდებენ. წინააღმდეგ შემთხვევაში, ფოტოსინთეზის პროცესში მცენარის სუნთქვაზე უფრო მეტი ორგანული ნივთიერება გაიცემა (დაიხარჯება) ვიდრე შეიქმნება, რაც მცენარის დაკნინებას გამოიწვევს.

მიუხედავად იმისა, რომ მზე გამოასხივებს რადიაციის თითქმის მუდმივ რაოდენობას, დედამიწა წლის მანძილზე სხვადასხვა რაოდენობის რადიაციას ღებულობს, რაც გამოიხატება წელიწადის დროების არსებობაში. ცნობილია, რომ ეკვატორიული განედები (ტროპიკები, სუბტროპიკები) წლის მანძილზე უფრო მეტ მზის რადიაციას ღებულობენ ატმოსფეროს ზედა ფენებში, ვიდრე მაღალი განედების რეგიონები (არქტიკა, ანტარქტიკა).

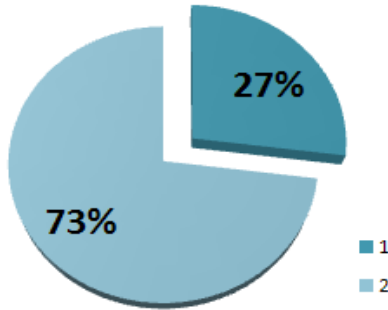
მზის რადიაცია შედგება სხვადასხვა სიგრძის ელექტრომაგნიტური ტალღებისაგან. მზის რადიაციის ტალღის სიგრძეს აქტინომეტრიაში გამოხატავენ მიკრომეტრებში (მკმ). მზის

სხივური ენერჯის დაყოფას ტალღების სიგრძის მიხედვით სპექტრს უწოდებენ, რომელიც იყოფა სამ ძირითად ნაწილად:

1. ულტრაიისფერ სხივებად (ტალღის სიგრძე < 0.40 მკმ);
2. ხილულ სხივებად (ტალღის სიგრძე $0.40-0.76$ მკმ);
3. ინფრანითელ სხივებად (ტალღის სიგრძე ≥ 0.76 მკმ).

ატმოსფეროს ზედა საზღვარზე მზის ჯამური რადიაციიდან სხივური ენერჯის 46% სპექტრის ხილულ ნაწილზე მოდის, 47% ინფრანითელზე, 7% ულტრაიისფერზე.

სინათლის სპექტრულ გავლენას დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის. მცენარის ფიზიოლოგიური პროცესების ნორმალური მიმდინარეობისათვის მნიშვნელოვანია მოკლეტალღოვანი რადიაცია, რომლის ტალღის სიგრძე $0.1-4.0$ მკმ ფარგლებში იცვლება. ინფრანითელი რადიაცია (>0.76 მკმ) მცენარეთა ზრდა-განვითარებაზე ახდენს მხოლოდ სითბურ ეფექტს. ულტრაიისფერი რადიაცია მოქმედებს მცენარის ზრდის პროცესზე, ხოლო ხილული რადიაცია მთლიანად განაპირობებს მცენარის ფიზიოლოგიური პროცესების მსვლელობას. ეს ის ენერგეტიკული რესურსია, რომლის შთანთქმითაც მცენარე არეგულირებს მის სასიცოცხლო პროცესებს. სპექტრის ამ უბანზე ნათლად ჩანს ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის (ფარ) მნიშვნელობა. რადიაციის იმ ნაწილს, რომელსაც შთანთქავს ფოთლის ქლოროფილის მარცვლები ფიზიოლოგიური რადიაცია ეწოდება. ფოტოსინთეზის პროცესისათვის გამოიყენება ჯამური რადიაციის ის ნაწილი, რომელიც მდებარეობს სხივის $0.38-0.71$ მკმ ტალღის სიგრძის ინტერვალში და მას ფარ-ს უწოდებენ. ფოთოლზე დაცემული მთლიანი სხივური ენერჯიიდან შთანთქმება 73%, ხოლო 27% გატარდება (ნახაზი 4.1.1).



- 1 - (27%) გატარებული ფოთოლზე დაცემული სხივური ენერგია
- 2 - (73%) შთანთქმული ფოთოლზე დაცემული სხივური ენერგია

ნახ. 4.1.1 ფოთოლზე დაცემული მთლიანი სხივური ენერგია

შთანთქმული 73%-დან ფოტოსინთეზის პროცესს ხმარდება 1-5%, დანარჩენი სითბურ ენერგიაში გადადის და იხარჯება სუნთქვასა და აორთქლებაზე.

ფოტოსინთეზურად აქტიურ რადიაციას და მისი განაწილების აღრიცხვას დროში და ტერიტორიის მიხედვით დიდი მნიშვნელობა აქვს მაღალი მოსავლის მიღებისათვის. იგი ნარმოადგენს აგროკულტურების პროდუქტიულობის ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორს.

ფარ-ის განსაზღვრისათვის საჭიროა ვიცოდეთ პირდაპირი და გაბნეული რადიაციის მაჩვენებლები:

$$\Sigma Q_{\text{ფარ}} = 0.43S' + 0.57D$$

სადაც ΣQ - არის ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის ჯამი (ფარ), S' - პირდაპირი რადიაციის ჯამი ჰორიზონტალურ ზედაპირზე, ხოლო D - გაბნეული რადიაციის ჯამი განსაზღვრულ პერიოდში (დეკადა, თვე, სავეგეტაციო პერიოდი და ა.შ.).

სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების რადიაციული ბალანსის შესწავლა შესაძლებლობას იძლევა გამოთვლილი იქნას, იმ რადიაციის რაოდენობა, რომელიც შთანთქმება კულტურული მცენარეების და ნიადაგის მიერ.

რადიაციული ბალანსის განტოლება გამოისახება შემდეგნაირად:

$$B = Q - R_a - E_{\text{ევ}}$$

სადაც Q - არის მთლიანი ანუ ჯამური რადიაცია; R_a - არეკვლილი რადიაცია; $E_{\text{ევ}}$ - ევექტური გამოსხივება. თუ შემოსული რადიაცია მეტია გასულზე, რადიაციული ბალანსი დადებითია და დედამიწის მოქმედი ფენა თბება. უარყოფითი რადიაციის დროს ეს ფენა ცივდება. რადიაციული ბალანსი დღისით დადებითია, ხოლო ღამით უარყოფითი.

სინათლის რეგულირებადი რეჟიმის შექმნა სასოფლო-სამეურნეო ნათესებში საშუალებას იძლევა სრულად წარიმართოს ფოტოსინთეზის პროცესი, მნიშვნელოვნად ამალღდეს მზის სხივური ენერჯიის ზემოქმედების დონე, რაც საგრძნობლად ზრდის ორგანული მასის რაოდენობას. აღსანიშნავია, რომ ღრუბლიან დღეებში ფარ-ის ინტენსივობა განსაკუთრებით აგროცენოზის ხშირ ნათესებში, ნარგავებში, ასევე სათბურებში არ არის საკმარისი, რაც იწვევს მცენარეთა პროდუქტიულობის შემცირებას. მცენარეთა მაღალი პროდუქტიულობისათვის (ნიადაგის დამუშავება, სასუქების გამოყენება, ახალი ჯიშების გამოყვანა და ა.შ.) საჭიროა ისეთი აგროცენოზები, სადაც ფარ-ის ან ჯამური რადიაციის სასარგებლო მოქმედების კოეფიციენტი მაქსიმალური იქნება. ასე მაგალითად, კარტოფილის კულტურის მიერ ფარ-ის გამოყენების სასარგებლო მოქმედების კოეფიციენტი შეადგენს 2.38%, სუფრის ქარხლის - 1.91%, ჭვავის - 2.42%, ხორბლის - 2.68%, შვრიის - 2.74%. აგროკულტურების პროდუქტიულობა, თუ მათი ორგანული მასის მიერ გამოყენებულია მზის სინათლის ენერჯიის 0.5-1% მოსავალი დაბალია, 1-2% - საშუალოა, 2-3% - კარგია, 3-4% - მაღალია, ხოლო 4-5% - ძალიან მაღალია.

ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის გატარებისა და შთანთქმის ძირითად განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს, როგორც ნათესების, ისე მრავალწლიური ნარგავების, ზედაპირული ფოთლების ფართობის დამოკიდებულება მინდვრის ფართობზე. ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაციის (ფარ) შთანთქმა იზრდება ფოთლის ფართობის გადიდებასთან ერთად. ოპტიმალური შთანთქმა წარმოებს მაშინ, როცა ფოთლების ფართობი შეეფარდება 40 000 მ². აღნიშნული რიცხვის გაზ-

რდის შემთხვევაში აქტიური რადიაციის შთანთქმა აღარ იმატებს.

ფარ-ის მცენარეში გატარება დამოკიდებულია მზის დგომის სიმაღლეზე და ფოთლის ორიენტაციაზე. მზის მაღალ სიმაღლეზე დგომის დროს ($>35^\circ$) პირდაპირი რადიაცია ძლიერად იჭრება როგორც ნათესებში, ისე ნარგაობაში, თუ ფოთლები ვერტიკალურადაა ორიენტირებული სხივებისადმი. მზის დაბალი მდგომარეობისას რადიაციის გატარება ინტენსიურია მაშინ, როდესაც ფოთლების მდებარეობა განლაგებულია თითქმის ვერტიკალურად ან ჰორიზონტალურს უახლოვდება. უპირატესობით ხასიათდებიან პირდაპირ მდგომი დაბალმოზარდი, ვიწრო, ინტენსიური სიმწვანის ფოთლები. ასეთი ფორმა უზრუნველყოფს სინათლის თავისუფალ გაღწევას მცენარეებში, რაც საშუალებას იძლევა თითქმის ორჯერ გაიზარდოს ფოთლების ზედაპირის ფართობი. აღნიშნულის ხარჯზე თითქმის სამჯერ იზრდება ფოტოსინთეზის პროდუქტიულობა. მეხილეობაში მნიშვნელოვანია ისეთი პალმეტური ჯიშების გამოყენება, რომელთა ვარჯი განაპირობებს რადიაციული რეჟიმის ოპტიმალურ გამოყენებას, რაც ხელს უწყობს მოსავლის გადიდებას. მათი პროდუქტიულობის მეტი წილი მცენარის საერთო მასაზე მოდის, ხოლო თვითონ მცენარეს, როგორც ფოტოსინთეტიკურ სისტემას გააჩნია ოპტიმალური კონსტრუქცია (დაბალმოზარდი ჯიშები).

ერთწლიანი მცენარეულობის ნათესი, მრავალწლიურ ნარგაობასთან შედარებით, წარმოადგენს რთულ ოპტიკურ სისტემას, რომელიც მზის რადიაციის ნაკადის თავისებურ გადანაწილებას ახდენს. შედარებით მაღალ და მჭიდრო ნათესებში (სიმინდი, შაქრის ლერწამი და სხვა) აირეკლება რადიაციის 20-25%, ხოლო რადიაციის დანარჩენი ან შთანთქმება ზედაპირის ზედა იარუსის ფოთლებით, ან ფოთლები ქვევით გაატარებს, ისე როგორც ფილტრში. მეჩხერ ნათესებში პირდაპირი და გაბნეული რადიაცია გაივლის ქვედა იარუსის ფოთლებამდე და შეიძლება ნიადაგის ზედაპირამდეც კი ჩააღწიოს. სიმინდის შემჭიდროვებულ ნათესებში ქვედა იარუსის ფოთლებზე მოდის 10-20-ჯერ ნაკლები რადიაცია, ვიდრე ზედა იარუსის ფოთლებზე. ამასთანავე, იცვლება რადიაციის სპექტრული შემადგენლობაც.

აგროკულტურების პროდუქტიულობის შესახებ ჩატარებული გამოკვლევები ემყარება გარკვეულ კანონზომიერებებს. კერძოდ, კულტურათა ნარგავების ასაკის მატებასთან ერთად ნაზარდი სანყის ეტაპზე მატულობს, აღწევს განსაზღვრულ მაქსიმუმს, შემდეგ კი ეცემა. მაგალითად, ხორბლის პროდუქტიულობა მინათმოქმედების მაღალი კულტურის პირობებში - მარცვლისა და ნამჯის საერთო რაოდენობიდან მშრალი ნივთიერება შეადგენს 10 ტ/ჰა, შაქრის ჭარხლისათვის 16 ტ/ჰა.

მცენარეთა პროდუქტიულობა დიდია ტენიან სუბტროპიკებში, სადაც მშრალმა მასამ შეიძლება მიაღწიოს 80 ტ/ჰა, რაც გამოწვეულია ადგილობრივი კლიმატური პირობებით. აღნიშნულ პირობებში მცენარეები ანარმოებენ ვეგეტაციას თითქმის მთელი წლის განმავლობაში.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. გაანალიზეთ სინათლის ინტენსივობის დამოკიდებულება ექსპოზიციაზე.
2. ახსენით ორგანული ნივთიერებების დაგროვებისათვის სინათლის ენერგეტიკული მხარის საჭიროება (კომპენსაციის ნერტილი).
3. დაახასიათეთ მზის სხივური ენერჯია ტალღის სიგრძის მიხედვით და განმარტეთ მათი როლი აგროკულტურების ზრდა-განვითარებაში.
4. რას ეწოდება ფოტოსინთეზურად აქტიური რადიაცია (ფარ), როგორ განისაზღვრება მისი ჯამი და აგროკულტურების მიერ გამოყენებული ფარ-ის სასარგებლო მოქმედების კოეფიციენტი (მქკ)?
5. გამოსახეთ რადიაციული ბალანსის განტოლება.
6. რას ემსახურება სინათლის რეგულირებადი რეჟიმის შექმნა?

4.2 სინათლისადმი მცენარეთა ეკოლოგიური ჯგუფებისა და მორფოლოგიური თავისებურებების დამოკიდებულება

სინათლისადმი დამოკიდებულების მიხედვით მცენარეები იყოფა 3 ეკოლოგიურ ჯგუფად:

1. ჰელიოფიტები (სინათლის მოყვარულები), რომელთა ზრდა-განვითარება წარმატებით მიმდინარეობს განათებით უზრუნველყოფილ პირობებში. ჰელიოფიტების სახეობებს მიეკუთვნება სამხრეთ უდაბნოების, ტუნდრისა და ზოგიერთი მაღალი მთის მცენარეულობა. ამ ეკოლოგიურ ჯგუფში ყველაზე მეტად სინათლისმოყვარულ მცენარეებს წარმოადგენს - იფანი, ვერხვი, არყის ხე, ლარიქსი და ფიჭვი. თუმცა, ზოგიერთ მათგანს შეუძლია განვითარდეს სუსტი განათების პირობებშიც.

ჰელიოფიტებისათვის დამახასიათებელია მსხვილი ტოტები, კარგად განვითარებული მექანიკური ქსოვილი, რაც უფრო შესამჩნევია მაღალმთის მცენარეებზე. მათი ფესვები უფრო გრძელი და დატოტილია, რადგან მეტი სინათლის პირობებში ნიადაგის ტენის დიდი რაოდენობა სჭირდებათ. სინათლის დეფიციტის პირობებში ჰელიოფიტებს შეიძლება განუვითარდეს ეთიოლირებული ტოტები. აღსანიშნავია, რომ ამ ჯგუფში შემავალი მცენარეები წაყინვებისა და მავნებლების მიმართ რეზისტენტული არიან.

2. ჩრდილისამტანი ეკოლოგიური ჯგუფის სახეობებს მიეკუთვნება ისეთი მცენარეები, რომლებსაც განვითარება შეუძლიათ კარგად განათებულ ადგილებში, თუმცა უკეთ გრძნობენ თავს, რანდენადმე დაჩრდილულ ადგილებში. ამ ჯგუფის მცენარეებია - ნაძვი, რცხილა, ნიფელი, ბზა, სოჭი, დაფნა.

ჩრდილისამტანი მცენარეების ვარჯი უფრო შეკრულია, ხშირ შემთხვევაში შეფოთილია, ნორმაზე ნაკლები განათების გამო ტოტები ადრე უხმებათ, ხდება ხის ღერძის სწრაფად წმენდა წვრილი ტოტებისაგან. ამიტომ ამ ჯგუფის მცენარეების ვარჯი ძირითადად მაღლაა განლაგებული.

3. სციოფიტების (ჩრდილის მცენარეთა სახეობები) ჯგუფს მიეკუთვნება მცენარეები, რომლებიც სრული განათების პირობებში ცუდად ვითარდებიან. თუმცა, მათ შორის არიან ფაკულტატური მცენარეთა სახეობებიც, ანუ რომელთაც შეუძლიათ საკმაოდ განათებულ პირობებში განვითარება (არა სრულყოფილად) და ობლიგატური, რომლებიც მზის სინათლეზე ვერ ვითარდებიან, რადგან ქლოროფილი სინათლეზე ეშლებათ. მზის სინათლეზე ასეთი მცენარის ფოთლები შეიძლება მწვანე შეფერილობის დარჩეს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მცენარე აწარმოებს იმაზე მეტ ქლოროფილს, რამდენის დაშლაც მოხდა. ფიზიოლოგიურ პროცესებს მცენარეში განაპირო-

ბებს დღე-ღამური რიტმი, მაქსიმუმითა და მინიმუმით განსაზღვრულ საათებში.

მცენარეთა ეკოლოგიური ჯგუფების სინათლისადმი დამოკიდებულების მორფოლოგიურ თავისებურებას და შეგუებას წარმოადგენს ფოტომასინთეზირებელი ზედაპირის ფართობის გადიდება და ფოთლების განლაგება სივრცეში. მაგალითად, აგროცენოზში მარცვლეული კულტურების ნათესები ზედა იარუსის ფოთლებს განლაგებს სინათლისადმი ვერტიკალური მიმართულებით, ქვედა იარუსისას, რომლებიც შედარებით დაჩრდილულია ოდნავ დახრილი კუთხით - ჰორიზონტიდან, ხოლო შუა იარუსის ფოთლებს უჭირავთ შუალედური მდგომარეობა. ეკოლოგიური თვალსაზრისით, პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა მიერ, სინათლის ენერჯის ნაკადის გატარებასა და ფოთლების მოქმედი ზედაპირის სიდიდეს შორის დამოკიდებულებას, რომელიც მცენარეული საფარის ფართობის ერთეულზე მოდის და ფოთლის ზედაპირის ინდექს (ფზი) უწოდებენ.

ფოთლების ფართობის გადიდება ხელსაყრელია სინათლის სრულყოფილად გამოყენებისათვის, თუმცა ინვევს ნიადაგიდან წყლის აორთქლებას და მის დეფიციტს. ამ უკანასკნელის შედეგად საბოლოოდ იზრდება მცირე ზომის ფოთლები. ფოთლის ზედაპირის ძლიერ გადიდება, ასევე ინვევს ნარგავების გახშირებას და აქედან გამომდინარე, მცენარეების მიერ ერთმანეთის დაჩრდილვას და სხვა. ამიტომ ფოთლების ზედაპირის გადიდების ხარჯზე მცენარეთა პროდუქტიულობის გაზრდას გარკვეული საზღვარი აქვს. მაშასადამე, უნდა გამოინახოს, სხვადასხვა მცენარისათვის მისი ოპტიმალური მნიშვნელობა. დადგენილია, რომ აგროზენოზში კულტურები და ბუნებრივ ცენოზში მცენარეთა ფოთლების ზედაპირის ინდექსი ხშირად შეადგენს 5-6, ე.ი. ნიადაგის 1 ჰა დაფარულია 5-6 ჰა ფოთლების ფენით. ასეთი პირობები აგროკულტურებისათვის ითვლება ოპტიმალურად და იძლევა მაღალ პროდუქციას, ხოლო აღნიშნულ ინდექსზე დაბლა (2-3), ფიტოცენოზის პროდუქტიულობა მცირდება. აღსანიშნავია, რომ ზომაზე მეტად ფოთლების ფართობის გადიდება არ არის სასარგებლო, რადგან იგი არღვევს ნორმალურ დამოკიდებულებას ფოთლების ზედაპირსა და ფესვთა სისტემას შორის. გაძლიერებული რადიაციის, ქარის მოქმედებისა და სხვა ზემოქმედების გამო, მცენარე შე-

იძლება დადგეს წყლის დეფიციტის საშიშროების წინაშე, რაც საბოლოოდ გამოიწვევს ინტენსიურ აორთქლებას, თანმდევი უარყოფითი შედეგებით.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. რა თვისებებით ხასიათდება ჰელიოფიტები?
2. განიხილეთ მცენარის თვისებები, რომლითაც ისინი ჩრდილისამტან ეკოლოგიურ ჯგუფში ხვდებიან.
3. როგორი ტიპის მცენარეები მიეკუთვნებიან სციოფიტების ჯგუფს?
4. რაში მდგომარეობს მცენარეთა ეკოლოგიური ჯგუფების სინათლისადმი დამოკიდებულების მორფოლოგიური თავისებურება?

4.3 სინათლის რეჟიმის ეკოლოგიური მნიშვნელობა აგროკულტურების გავრცელებაში

მზის რადიაციის ინტენსივობა და სინათლის სპექტრალური შემადგენლობა დამოკიდებულია გეოგრაფიულ მდებარეობაზე. მაგალითად, ჩრდილოეთ განედებში სინათლე შესუსტებულია, მაგრამ იგი ხანგრძლივია, ჭარბობს გაბნეული სინათლე, რომელიც მდიდარია გრძელტალღიანი (ინფრარითელი) სხივებით. სამხრეთით დღე მოკლეა, ეკვატორზე შეადგენს 12 საათს. აქ სინათლის ინტენსივობა მაღალია და დიდია მოკლელტალღიანი (ულტრაიისფერი) სხივები. მაშასადამე, სამხრეთის განედზე აგროკულტურების ზრდა-განვითარება მიმდინარეობს მოკლე დღის პირობებში, ჩრდილოეთის განედზე - გრძელი დღის პირობებში.

უკიდურესად დაჩრდილულ ადგილებში, სადაც სინათლე ვერ აღწევს, ხე-მცენარეთა მრავალ სახეობას აღენიშნებათ ეთიოლირების მოვლენები, ასეთი ნიშნებია თესლებშიც და ტუბერებშიც. ამ დროს იხარჯება საკვებ ნივთიერებათა მარაგი და ღეროები მიისწრაფიან სინათლისაკენ. მაგალითად, ბნელ სარდაფში მოთავსებულ კარტოფილს (თუ დროულად არ იქნა მოხმარებული, ან თესლად გატანილი), გარკვეული სითბოსა და ტენიის შექმნისას შეიძლება განუვითარდეს ეთიოლირებული

ლერო (1.5 მ და მეტი სიგრძის), იმ მიმართულებით, სადაც ოდნავი სინათლე აღწევს ან პერიოდულად შემოდის.

მცენარის სინათლისადმი მიდრეკილება ფოტოტროპიზმის სახელწოდებითაა ცნობილი. მისი ეკოლოგიური მნიშვნელობა დიდია ფოთლებისა და ღეროებისათვის. მათი ფუნქციაა, რაც შეიძლება მოხერხებულად დაიკავონ ისეთი მდგომარეობა, რომლის დროს მცენარე მიიღებს სინათლის ოპტიმალურ რაოდენობას. ზომიერი განათება ხელს უწყობს აგროკულტურის ვეგეტატიური ორგანოების განვითარებას, კერძოდ, სანაყოფე, რეპროდუქციულ კვირტებს. სავეგეტაციო პერიოდში ნაყოფების, მარცვლეულის მოსავლისათვის საჭიროა მეტი განათება, მეტი ნათელი დღეები. აღნიშნულ პერიოდში კულტურის მცირე ზომის ფოთლის ზედაპირი, ხშირად ინვევს მოსავლის ფორმირების შეფერხებას. ასეთი ტიპის ფოთლები სუსტად იყენებენ მზის სხივურ ენერგიას. აქედან გამომდინარე, მაღალი მოსავლის მიღების მიზნით, პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვს აგროკულტურების ფოთლების განვითარებას, მათი ზედაპირის სრულ ფორმირებას, რათა ოპტიმალურ მდგომარეობაში იყოს ფოთლის საასიმილაციო აპარატი და აქტიურად მოქმედებდეს, რაც გაზრდის ფოტოსინთეზის პროდუქტიულობის გამოყენებას მოსავლის ფორმირებისათვის.

მზის სხივური ენერგიის გამოყენების დაბალი დონე აიხსნება მრავალი მიზეზით. ხშირად იქმნება მეჩხერი ტიპის ნათესები და ნარგავები. ამიტომ სინათლის ენერგიის გარკვეული ნაწილი შთაინთქმება ფოთლების მიერ, დანარჩენი კი გაივლის ნიადაგში. ნათესები და ნარგავები, რომელთა მიერ სინათლის ენერგია გამოიყენება მხოლოდ 0.5-1%-ით, აუცილებელია მათი გამოყენების კოეფიციენტი გიზარდოს 3-4%-მდე. ამისათვის საჭიროა, შესაბამის დონეზე მივიყვანოთ სხვა ფაქტორთა მოქმედების შეთანაწყობა, რაც მნიშვნელოვან წილად განაპირობებს პროდუქტიულობას, პირველ რიგში ის ფაქტორები, რომლებიც იმყოფებიან მინიმუმში. ასეთ ფაქტორებს მიეკუთვნებიან: ნყალმომარაგება, ნიადაგის ნაყოფიერება, ცალკეულ შემთხვევაში თესვის ვადები, ნიადაგის დამუშავება, ნათესებისა და ნარგავების სტრუქტურა და სხვა. აქედან გამომდინარე, საყურადღებოა ეკოლოგიურ ფაქტორთა კომპლექსური ზემოქმედება.

მზის სხივური ენერგია არამარტო ქმნის ორგანულ ნივთიერებებს, არამედ რეგულირებასაც უწევს კულტურების ფი-

ზიოლოგიური პროცესების განვითარებას. აღნიშნული პროცესები დამოკიდებულია დღე-ღამურ ციკლზე (სინათლე-სიბნელე), რომელიც განისაზღვრება საათების რაოდენობით მზის ამოსვლიდან მის ჩასვლამდე. იგი წლის განმავლობაში იცვლება ადგილის გეოგრაფიული განედის მიხედვით.

დღის ხანგრძლივობის რეაქციის მიხედვით კულტურები იყოფა 3 ძირითად ჯგუფად: 1. გრძელი (ხანგრძლივი) დღის; 2. მოკლე დღის; 3. ფოტოპერიოდული (ნეიტრალური). გრძელი დღის მცენარეების ჯგუფს მიეკუთვნება ის კულტურები, რომლებიც ყვავილობენ და იძლევიან ნაყოფს (მარცვალს) არანაკლებ 12 საათიანი დღის ხანგრძლივობისას. ასეთი კულტურებია: ხორბალი, ქერი, შვრია, კომბოსტო, ბოლოკი, კიტრი, სალათი, თვის ბოლოკი, მდოგვი, წინმატი, ცერეცო, კარტოფილი, ლობიო, შაქრის ჭარხალი და სხვა (საშემოდგომო და საგაზაფხულო კულტურები).

გრძელი დღის მცენარეები კარგად განვითარდებიან და აყვავდებიან სამხრეთით, თუ დღის ხანგრძლივობას გავზრდით 18-20 საათამდე (გავანათებთ მათ მზის ჩასვლის შემდეგ ხელოვნური განათებით).

დაბალი ტემპერატურების ($10-14^{\circ}\text{C}$), შემთხვევაში გრძელი დღის მცენარეთა სახეობებს ყვავილობისათვის ჭირდებათ მოკლე დღეები. თუ ჩრდილოეთ განედიდან, გრძელი დღის მცენარეს გადავიტანთ სამხრეთ განედში (ტროპიკები ან სუბტროპიკები), მოკლე დღის პირობებში, შეიძლება არ დაინოს ყვავილობა. ყვავილობის ფაზა დაიწყება მხოლოდ მოცემული განედის მთიან პირობებში, სადაც დაბალი ტემპერატურებია. მაღალ ტემპერატურას შეუძლია გამოიწვიოს შექცევადი პროცესიც. თუ მოკლე დღის მცენარეს - ფეტვს დავაყოვნებთ 7-10 დღით მაღალი ტემპერატურის პირობებში ($28-30^{\circ}\text{C}$), შესაძლებელია მან დაკარგოს მოკლე დღისადმი მოთხოვნილების თვისება.

მოკლე დღის მცენარეთა ჯგუფს მიეკუთვნებიან 12 საათზე ნაკლები დღის ხანგრძლივობის კულტურები, რომლებიც სწრაფად იწყებენ ყვავილობას დღის განათების შემცირებისას. ასეთი კულტურებია: სიმინდი, მზესუმზირა, ფეტვი, ნესვი, ბადრიჯანი, პარკოსნების უმრავლესობა, თამბაქო, ხახვი, ჭარხალი და სხვა.

მოკლე დღის მცენარეები (სამხრეთის) ჩრდილოეთის განედზე გადაადგილებისას შეიძლება აყვავდნენ და გამოიღონ ნაყოფი, თუ დღის ხანგრძლივობა შემცირებული იქნება 14-15 საათამდე. მცენარეების განვითარებაზე მზის ინტენსივობასთან ერთად მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სინათლის სპექტრული შემადგენლობა. მაგალითად, მოკლე დღის ტროპიკული და სუბტროპიკული კულტურების ნორმალური განვითარებისათვის საჭიროა ინტენსიური მზის სინათლე მოკლექალღიანი სხივებით (ულტრაიისფერი).

მცენარეთა სახეობებს გააჩნიათ დღის ხანგრძლივობათა მინიმუმებისა და მაქსიმუმების განმსაზღვრელი კრიტიკული მნიშვნელობები, რომელთა საზღვრების მიღმა, ეს მცენარეები არ ვითარდებიან. ანუ, მცენარეთა ის ეკოლოგიური ჯგუფები, რომლებიც უპირატესობას ანიჭებენ განსაზღვრული კრიტიკული მინიმუმის პერიოდს, ჩაითვლება გრძელი დღის მცენარეებად. ხოლო ისინი, რომლებიც ნორმალურად ყვავილობენ და ნაყოფს იძლევიან, მაშინ როცა ფოტოპერიოდი კრიტიკულ მაქსიმუმზე ნაკლებია ითვლებიან მოკლე დღის მცენარეებად. თუმცა, გრძელი და მოკლე დღის ეს პერიოდი, მცენარეთა უმეტესობისათვის იმყოფება 12-14 საათის საზღვრებში.

კანონზომიერია, რომ ჩრდილოეთ განედზე მოზარდი მცენარეთა სახეობები, უნდა იყოს გრძელი დღის, რადგან მათი მოკლე ვეგეტაციის პერიოდი ემთხვევა გრძელი დღეების ხანგრძლივობას. საშუალო განედებზე (35-40°C) გვხვდება გრძელი და მოკლე დღის მცენარეულობა. ზოგადად, ჩრდილოეთისკენ უფრო მეტად გავრცელებულია გრძელი დღის მცენარეულობა და პირიქით, სამხრეთისკენ - მოკლე დღის.

აგროცენოზში ჩრდილოეთიდან სამხრეთით გრძელი დღის მცენარეების რიგების მიხედვით დათესვისას, ხოლო აღმოსავლეთიდან დასავლეთით მოკლე დღის მცენარეების (მზესუმზირა, სიმინდი) - უკეთესად ვითარდებიან და იძლევიან მაღალ მოსავალს. ეს აიხსნება იმით, რომ აღმოსავლეთიდან დასავლეთით განლაგებულ რიგებში, მცენარეები უკეთესად არიან უზრუნველყოფილი განათებით და დილა-საღამოს შედარებით მეტ გრძელქალღიან (ინფრანითელი) სხივებს იღებენ. შეიძლება ითქვას, რომ აღმოსავლეთიდან დასავლეთით რიგებში განლაგებული აგროკულტურები უკეთეს შედეგს იძლევიან, ვიდრე ჩრდილოეთიდან სამხრეთით განლაგებული.

ფოტოპერიოდული (ნეიტრალური) მცენარეთა ჯგუფისთვის დღის ხანგრძლივობა განუსაზღვრელია. ისინი ყვავილობას იწყებენ დღის ნებისმიერი ხანგრძლივობის დროს. ასეთი კულტურებია: სორგო, მზესუმზირა, პომიდორი, ლობიო და სხვა.

ფოტოპერიოდიზმი, როგორც დღისა და ღამის ხანგრძლივობის შეფარდება, დამოკიდებულია ადგილის გეოგრაფიულ განედზე, რომელსაც განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ეკოლოგიური თვალსაზრისით (მცენარეთა არეალის განსაზღვრისას).

სინათლის ფაქტორის ხანგრძლივობისა და მისი ინტენსივობის ვარიებამ შეიძლება მიგვიყვანოს ცილის შემცველობის ცვლილებამდე, როგორც რაოდენობრივი, ასევე ხარისხობრივი მაჩვენებლების თვალსაზრისით. ცილის შემცველობა იზრდება ფოტოპერიოდის გახანგრძლივებასთან და განათების ინტენსივობასთან ერთად. განათების ხანგრძლივობასა და მარცვალში ცილის შემცველობას შორის კორელაციური დამოკიდებულება საკმაოდ მაღალია და იგი 0.81 უტოლდება. ანალოგიური დამოკიდებულების მჭიდრო კორელაციური კავშირია კარტოფილის ტუბერების ზრდასა და კარტოფილის ღეროების (ფოჩების) მასას შორის. რაც უფრო მეტია კარტოფილის ღეროების მასა, მით მეტია მისი ტუბერების ნაზარდი და პირიქით. ეს დამოკიდებულება გამოიხატება რეგრესიის განტოლებით $y=0.25x+0.5$, სადაც y - ტუბერების მოსალოდნელი ნაზარდია (ტ/ჰა), x - ღეროების მასა (ტ/ჰა).

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. ახსენით მზის რადიაციის ინტენსივობისა და სინათლის სპექტრული შემადგენლობის დამოკიდებულება გეოგრაფიულ მდებარეობაზე.
2. რას ნიშნავს ფოტოპერიოდიზმი?
3. რა მიზეზებით აიხსნება მზის სხივური ენერჯიის გამოყენების დაბალი დონე?
4. როგორია დღის ხანგრძლივობის მიხედვით მცენარეთა ჯგუფები?
5. გაანალიზეთ სინათლის ფაქტორის ხანგრძლივობასა და მარცვალში ცილის შემცველობას შორის კორელაციური დამოკიდებულება.

თავი V

ნდაფური (ნიადაგური) ფაქტორები

5.1 ნიადაგის ეკოლოგიური ფაქტორები

ნიადაგი წარმოადგენს დედამიწის გეომემბრანას, რომელსაც გააჩნია რეგულირების, თავდაცვის, ბუფერის, გარდაქმნის და სხვა შესაძლებლობები. ის წარმოადგენს ფიზიკურ გარემოს ადამიანთა არსებობისათვის და ამავე დროს წარმოების საშუალებათა ეკონომიკური საფუძველია. მის წარმოქმნაზე დიდ გავლენას ახდენს კლიმატური პირობები, ძირითადად კი ტემპერატურა და ნალექები. გამომდინარე აქედან ნიადაგი ხასიათდება სითბოს, წყლის და ჰაერის რეჟიმით.

სითბური რეჟიმი. მცენარეთა სიცოცხლისათვის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ფაქტორს ნიადაგის ტემპერატურა წარმოადგენს, რომელიც დამოკიდებულია მზის რადიაციაზე და განსაზღვრავს მექანიკური, გეოქიმიური და ბიოლოგიური პროცესების ინტენსივობას. ტემპერატურა გავლენას ახდენს ქიმიურ რეაქციებზე, რომლის სიჩქარე ვანტ-ჰოფის წესის მიხედვით 2-ჯერ იზრდება ტემპერატურის ყოველი 10°C-ის მატებისას. ტემპერატურის არაერთგვაროვანი განაწილების გამო, ქიმიური რეაქციის სიჩქარე დიფერენცირებულია. ტემპერატურის (40-50°C-მდე) მატებისას, იზრდება ბაქტერიების ბიოქიმიური მოქმედების ინტენსივობა. აღნიშნულ ტემპერატურებზე უფრო მაღლა მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედება დაკნინებულია. ასევე, მკვეთრად ნელდება და საბოლოოდ წყდება ბიოლოგიური მოვლნები 0°C ტემპერატურაზე დაბლა.

ნიადაგის მიერ მზის ენერჯის შთანთქმა დამოკიდებულია მის ფერზე, ზედაპირის ხასიათზე და სითბოტევადობაზე. მუქი ფერის ნიადაგები, რომლებიც მდიდარია ორგანული ნივთიერებებით ენერჯიულად შთანთქავენ მზის სხივებს. მათი არეკვლის უნარი დაახლოებით 15-20% შეადგენს. რაც შეეხება ღია ფერის ნიადაგებს (უმეტესად ქვიშნარი), რომლებიც შეიცავენ უმნიშვნელო რაოდენობით ორგანულ ნივთიერებებს, ნაკლებად შთანთქავენ მზის სხივებს და აირეკლავენ მათ 40-45%-მდე.

უნდა აღინიშნოს, რომ ნიადაგის მოცულობითი სითბოტევადობა იზრდება მისი ტენიანობის გადიდებისას. ამიტომ ტენიანი ნიადაგის გათბობისათვის იხარჯება მეტი სითბოს რაოდენობა, ვიდრე ნაკლებ ტენიანი ნიადაგის გათბობისათვის. ნიადაგიდან სითბოს გამოსხივება, ასევე დამოკიდებულია მის ტენიანობაზე, შემადგენლობაზე და ზედაპირის აგებულებაზე.

წყლის რეჟიმი. წყალი წარმოადგენს ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოლოგიური პროცესების იმ ერთ-ერთ ძირითად პირობას, რომელიც მიმდინარეობს ნიადაგში. მეტი წილი ნიადაგებისათვის ტენის ძირითად წყაროს წარმოადგენს ატმოსფერული ნალექები. აღნიშნული ნალექებიდან მიღებული წყალი ორთქლდება, ჩაედინება ზედაპირული ნაკადის სახით, ჩაიჟონება ნიადაგში და შედის მიწისქვეშა, გრუნტის წყლების შემადგენლობაში. ყველა ასეთი ტიპის წყლებს გარკვეული როლი აქვს ნიადაგის ფორმირებაში.

ნიადაგის ტენიანობას ძირითადად განსაზღვრავს მოსული ნალექების წყლის ტიპი. მაგალითად, თავსხმა წვიმების უმეტესი ნაწილი ვერ ასწრებს ჩააღწიოს ნიადაგში და მიედინება ზედაპირზე ნაკადის სახით. ზომიერად (10-20 მმ ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში - ერთი დღე-ღამე) მოსული ატმოსფერული ნალექები ნიადაგში უზრუნველყოფენ ტენის მარაგს. დიდი მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე თოვლის საფარს (20-30 სმ და მეტი). თოვლის დნობის შედეგად წყალი ჩაიჟონება ნიადაგში, სადაც იქმნება ტენის მარაგი საკმაოდ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში.

ნიადაგში წყალი იმყოფება სხვადასხვა ფორმით და მდგომარეობით. თუმცა მცენარისათვის იგი ნებისმიერი ფორმით მისაწვდომი არ არის. დადგენილია, რომ ნიადაგში წყალი იმყოფება სამ მდგომარეობაში - მყარი (ყინულის სახით), სითხისებური და ორთქლისებური. გარდა ყინულისა ნიადაგში შეიძლება გამოვყოთ წყლის შემდეგი ფორმები: 1. ქიმიურად დაკავშირებული; 2. ორთქლისებური; 3. სორბციულად დაკავშირებული (ჰიგროსკოპულად, აპკისებურად); 4. თავისუფალი წყალი (კაპილარული, გრავიტაციული).

ჰაერის რეჟიმი. ნიადაგს ახასიათებს ჰაერაციული რეჟიმი, რომელიც მჭიდროდ არის დაკავშირებული წყლის რეჟიმთან. რაც მეტია ნიადაგის ტენიანობა, მით მცირეა ნიადაგში ჰაერი და შესაბამისად ჰაერაცია. ნიადაგში გაძლიერებულმა

ჰაერაციაში შეიძლება გამოიწვიოს ნიადაგის მნიშვნელოვანი გამოშრობა. ჰუმიდური კლიმატის (ტუნდრები, ნინვოვანი ტყე) ადგილებში, ნალექების დიდი რაოდენობისას ნიადაგის ჰაერაცია ძალზე დაბალია. ჰაერაცია ნიადაგში ეცემა ასევე მაღალი ტენიანობის გახანგრძლივებით, თიხის ნაწილაკების შემცველობის გადიდებისას, უსტრუქტურობისა და სხვა. შებრუნებულ პროცესს აქვს ადგილი, როდესაც ღრმა ღრმულები (ხვრელები) ინვევენ გრავიტაციული წყლის სწრაფად ჩადენას, რაც აძლიერებს ჰაერაციას და ნიადაგის სათანადოდ გამოშრობას.

ნიადაგის ძირითად თვისებას, რომელიც გავლენას ახდენს მცენარეთა სიცოცხლისუნარიანობაზე მიეკუთვნება ნიადაგის ფიზიკური სტრუქტურა, სიღრმე (სისქე), ნიადაგის ქიმიური შემადგენლობა და სხვა. ნიადაგის ექსპოზიცია (დახრილობა) მცენარისათვის ეკოლოგიური თვალსაზრისით არ წარმოადგენს უმნიშვნელო ფაქტორს, რადგან მცენარეთა ერთი ნაწილი უპირატესობას ანიჭებს ნიადაგის ჰორიზონტალურ მდებარეობას, ხოლო ზოგიერთი მათგანი ნიადაგის ზედაპირის დახრილობას. თუმცა, ორივე შემთხვევაში ეს თავისებურება არაპირდაპირ მოქმედი ფაქტორია.

ნიადაგის სიღრმეს (სისქეს) კულტურებისათვის დიდი ეკოლოგიური მნიშვნელობა გააჩნია, რადგან ის კულტურები, რომლებიც ნიადაგში ღრმად განალაგებენ ფესვებს, არ შესწევთ უნარი აწარმოონ ზრდა-განვითარება მცირე სიღრმის ნიადაგებში. ასეთი ნიადაგები შეიძლება წარმოიქმნას იქ, სადაც ნიადაგწარმოქმნის პროცესებს ხელს არ უწყობს კლიმატური პირობები.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. რომელი კლიმატური ელემენტები ახდენენ გავლენას ნიადაგის წარმოქმნაზე?
2. როგორია ტემპერატურის განაწილება ნიადაგში (სითბური რეჟიმი)?
3. რა წარმოადგენს ნიადაგის ტენიანობის ძირითად წყაროს (წყლის რეჟიმი)?
4. რა ფორმით და მდგომარეობით არის წყალი ნიადაგში?
5. ახსენით ნიადაგის ტენიანობასა და ჰაერაციას შორის დამოკიდებულება.

6. განმარტეთ ნიადაგის სიღრმის (სისქის) აგროეკოლოგიური მნიშვნელობა.

5.2 ნიადაგის მექანიკური შემადგენლობისა და ქიმიური თვისებების აგროეკოლოგიური მნიშვნელობა

ნიადაგის მექანიკური შემადგენლობა წარმოადგენს გამოფიტვისა და ქანების შემდგომი ბიოლოგიური გადამუშავების პროცესების შედეგს. ნიადაგი ხასიათდება სხვადასხვა ზომის მინერალური ნაწილაკების პროცენტული შეფარდებით. მცენარეულობაზე ნიადაგის მექანიკური შემადგენლობის უშუალო გავლენა ძალზე უმნიშვნელოა. იგი ვლინდება მაშინ, როცა ნიადაგის სიმკვრივე მატულობს და ეს უკანასკნელი ეწინააღმდეგება მცენარის ფესვთა სისტემის შეღწევას. ნიადაგის განსაკუთრებული თვისებაა მისი შთანთქმითი უნარი, რომელიც ხანგრძლივად აჩერებს საკვებ ნივთიერებებს ფესვების მოქმედების ზონაში. იგი დამოკიდებულია დაქუცმაცებული ნაწილაკების რაოდენობაზე, რომელიც თიხნარ ნიადაგებში უფრო მეტია, ვიდრე სილნარებში.

ნიადაგის ნაწილაკებს დიდი მნიშვნელობა აქვს საკვები ელემენტების დაკავშირებისათვის და მიკროორგანიზმების მოქმედებისათვის. ნიადაგის ნაწილაკების შინაგანი ზედაპირი უკუპროპორციულია მინერალური ნაწილაკების დიამეტრის, რაც მეტია იგი, მით მაღალია მისი იონგაცვლის უნარიანობა და ნიადაგი მეტ წყალს იჭერს (აკავებს). მინერალური ნაწილაკების ზომების შემცირება იწვევს ნიადაგის წყალდანევის უნარიანობის გაზრდას, რის შედეგად მისი ჰაერაცია ეცემა. ასეთი პირობებია შექმნილი მაგალითად „მძიმე ნიადაგებში“.

ნიადაგების ფენის სტრუქტურა ძირითადად განსაზღვრავს ფესვთა სისტემის შეღწევის შესაძლებლობას განსაზღვრულ სიღრმეში, რომელიც მეტ წილად განაპირობებს ნიადაგის წყალ-ჰაერაციის და სითბურ რეჟიმებს, მიკროორგანიზმების აქტიურობას. იგი წარმოადგენს საკვები ელემენტებით სიმდიდრის მაჩვენებელს. ნიადაგის ჰუმუსოვანი, მარცვლოვანი სტრუქტურა მიუთითებს ადვილად მისაწვდომი მინერალური მარილების (განსაკუთრებით აზოტოვანი) სიმდიდრეზე. ნიადა-

გის ყველა თვისება გავლენას ახდენს მცენარეთა სახეობების ეკოლოგიურ თავისებურებაზე.

ნიადაგის ქიმიური თვისებები. ნიადაგში მჟავისა და ფუძის შემადგენლობა ქმნის ნიადაგის ხსნარის რეაქციას, რომელიც არსებით როლს ასრულებს მცენარეების სასიცოცხლო პროცესების მართვაში. ნიადაგის მჟავიანობა გამოწვეულია შთანთქმითი წყალბადის იონებით, რომლებიც იმყოფებიან ნიადაგის ხსნარში. წყალბადის იონები განაპირობებენ აქტიურ მჟავიანობას, რაც მეტად მნიშვნელოვანია ეკოლოგიური თვალსაზრისით და მას გამოხატავენ pH-ის სიდიდით. ნეიტრალური რეაქცია pH=7 ახასიათებს გამოხდელ წყალს 22°C-ზე. მაშასადამე, თუ pH 7-ზე ნაკლებია, მაშინ რეაქცია მჟავია, ხოლო თუ pH 7-ზე მეტია - ტუტე. ნიადაგს pH-ის მიხედვით ყოფენ ძლიერმჟავედ (pH=3-4), მჟავედ (pH=4-5), სუსტმჟავედ (pH=5-6), ნეიტრალურად (pH=6-7), ტუტედ (pH=7-8), ძლიერტუტედ (pH=8-9). აღნიშნული pH-ის სიდიდეების შესაბამისად, მაგალითად ნეიტრალური რეაქცია აქვს შავმიწა ნიადაგებს, მჟავე - ენერ, ჭაობის და ნაცრისფერი ტყის ტიპის ნიადაგებს, ტუტე რეაქცია ნაბლისფერ ნიადაგებს, ძლიერტუტე - დამლაშებულ ნიადაგებს.

დადგენილია, რომ მჟავიანობა ძლიერდება ნიადაგის ორგანიზმების გაცვლის შედეგად, რომლებიც გამოყოფენ ნახშირორჟანგს ნიადაგის ხსნარში. იგი მატულობს მცენარეული საფარისას, კერძოდ, მრავალი სახეობის ჩამონაცვენი წიწვოვანები და სხვა. ზოგადად, მჟავიანობა მატულობს ღამით მცენარეების სუნთქვის შედეგად და მცირდება დღისით, როცა მცენარეები მოითხოვენ ნახშირორჟანგს ფოტოსინთეზისათვის.

ნიადაგის pH-ს მნიშვნელოვნად ამცირებს სამრეწველო საწარმოების მიერ, განსაკუთრებით გოგირდოვანი შემცველობის (SO₂) ემისიები. ნიადაგის ტუტე რეაქცია განპირობებულია მარილების სიჭარბით, რომლებიც ჰიდროლიზის დროს წარმოქმნიან ძლიერ ტუტეს.

ბუნებრივ პირობებში მჟავიანობა ყალიბდება კლიმატის, ნიადაგის მინერალური და ორგანული შემადგენლობის, ადგილის რელიეფის და მცენარეული საფარის გავლენით. მაგალითად, უდაბნოს და სტეპების არიდულ პირობებში ჭარბობს ნეიტრალური და ტუტე ნიადაგები. ასეთ ზონაში სწრაფად მიმ-

დინარეობს ორგანული ნარჩენების გახრწნა, ამასთან, ნიადაგში მაღალია CaCO_3 -ის შემცველობაც და ამიტომ ნიადაგი ტუტე რეაქციით ხასიათდება. მჟავე ნიადაგები გავრცელებულია ტენიან კლიმატურ პირობებში, რომელიც ძირითადად განპირობებულია ნიადაგში წყლის დგომის შედეგად. აღნიშნულ პირობებს ადგილი აქვს ვაკე რელიეფის შემთხვევაში, სადაც ნიადაგში იქმნება ჰაერაციის უკმარისობა, რაც აძლიერებს მის მჟავიანობას.

უნდა აღინიშნოს, რომ ნეიტრალურ ნიადაგები ტყის ზონაში საკმაოდ იშვიათად გვხვდება. მას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ზოგიერთი ველის ნიადაგებში და ჭაობიან დაბლობში, თუ ისინი გრუნტის წყლებით ტენიანდებიან.

ცნობილია, რომ მჟავე ნიადაგები ღარიბია მისაწვდომი მაკროელემენტებით - N, P, K, S, Mg, Ca, აგრეთვე მიკროელემენტებით - Mo, Fe და სხვა. განსაკუთრებით ცუდად აისახებ მომატებული მჟავიანობა აზოტით კვებაზე, რადგან ნიტრიფიკაციის პროცესი მიმდინარეობს pH-ის საკმაოდ ვიწრო საზღვრებში ნეიტრალურთან ახლოს. მაშასადამე, მჟავე ნიადაგები გამოირჩევა ცუდი ფიზიკური თვისებებით, ჰუმუსის მცირე შემცველობით, მიკროელემენტების პროცესის დაქვეითებული სვლით, მოძრავი Al და Mg მომატებული შემცველობით. გარდა ამისა, მჟავე ნიადაგებში ბაქტერიები ძალზე მგრძობიარეა, ზოგიერთი რედუცენტის მოქმედება დაქვეითებულია, რაც იწვევს დაგროვილი პროდუქტის მხოლოდ ნაწილობრივ გახრწნას, რაც დიდი რაოდენობის შემთხვევაში ნიადაგში შეიძლება გახდეს ტოქსიკური.

აღსანიშნავია, რომ ნიადაგის მაღალი მჟავიანობა აფერხებს ნახშირწყლებისა და ფოსფორის გაცვლას, ამცირებს ცილებისა და ქლოროფილის შემცველობას. იგი ასევე, უარყოფითად მოქმედებს რეპროდუქციულ ორგანოებზე (ჩასახვასა და განაყოფიერებაზე). ზოგიერთი აგროკულტურა, მაგალითად სიმინდი, ფეტვი და სხვა ცუდად იტანენ მაღალ მჟავიანობას. უნდა ითქვას, რომ მჟავე ნიადაგებზე ძალზე მცირედ არის წარმოდგენილი კულტურათა მრავალფეროვნება. ზოგადად, მისი გაუმჯობესება შესაძლებელია სათანადო ღონისძიებების გატარებით, რაც ხელს უწყობს მრავალსახეობათა სუკცესიის მსვლელობას.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. რა გავლენას ახდენს ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა აგროკულტურის ფესვთა სისტემაზე?
2. რა განსაზღვრავს ნიადაგის ფენის სტრუქტურას და ნიადაგის ხსნარის რეაქციას?
3. ახსენით ნიადაგის მჟავიანობის გაძლიერების და ნიადაგის ტუტე რეაქციის გამომწვევი პირობები.
4. როგორი ქიმიური და ფიზიკური თვისებებით ხასიათდება მჟავე ნიადაგი, რა უარყოფითი თვისებები გააჩნია მაღალი მჟავიანობის ნიადაგს?

5.3 ნიადაგში ორგანულ ნივთიერებათა და ცოცხალ ორგანიზმთა არსებობის ეკოლოგიური მნიშვნელობა

ნიადაგი, როგორც ბიოსფეროს შემადგენელი ნაწილი ადამინისათვის, მცენარეების, მიკროორგანიზმებისა და ცხოველებისათვის წარმოადგენს საცხოვრებელ გარემოს. მასში ბიოლოგიური, ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები წელი ტემპით მიმდინარეობს. დედამიწის ზედაპირზე ხდება ცოცხალი ორგანული ნარჩენების წარმოქმნა, ხოლო მათი მინერალიზაცია ნიადაგში გრძელდება.

ნიადაგში არსებულ ნივთიერებებს მცენარეთა კვებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს. კერძოდ, ესენია - ჰუმინფიკაციის პროდუქტები და მცენარეთა არასრული გახრჩნის ნარჩენები. აქედან უმნიშვნელოვანესია ფოტოსინთეზის მწარმოებელი, უმაღლესი მცენარეთა ნარჩენების გადამუშავების პროდუქტები (პროდუცენტები). პროდუცენტები კვდომისას ან გადამუშავებისას კონსუმენტების საშუალებით ჯაჭვურად ამდიდრებენ ნიადაგს ორგანული ნივთიერებებით. ამ უკანასკნელთა, ერთგვარ საწყის „ნედლეულს“ წარმოადგენს ნიადაგის ზედაპირზე ხიდან ჩამოცვენილი მიწის ზედა მკვდარი საფარის გროვა (ფოთლების, წვრილი ხმელი ტოტების და ასე შემდეგ). წლის განმავლობაში ნიადაგის ზედაპირზე საფენი (ტ/ჰა) მცენარეთა სახეობების მიხედვით, სხვადასხვა ზონაში წარმოიქმნება განსხვავებული რაოდენობით. მაგალითად, საფენის რაოდენობა ტროპიკულ მარცვლოვან კულტურებში შეადგენს 10-15 ტ/ჰა, ზომიერი ზონის მდელოებში - 6-

10 ტ/ჰა, ტყეში - 5-9 ტ/ჰა, სტეპებში - 1-5 ტ/ჰა, ტუნდრებში - 0.05-0.5 ტ/ჰა.

ნიადაგის ზედაპირზე წარმოქმნილი საფენის გახრწნის სიჩქარე და მისი მარაგი დამოკიდებულია არა მარტო ჩამოცვენილი ფოთლებისა და სხვა ნარჩენი ნაწილების რაოდენობაზე, არამედ საფენის შემადგენლობაზე და მის თვისებებზე, ნიადაგის ტიპზე, მის ფაუნაზე და განსაკუთრებით კლიმატურ პირობებზე. თუ ჩამოცვენილი ფოთლები შეიცავს მთრთიმლავ ნივთიერებებს, მაშინ მათი გახრწნა ძალზე ნელა მიმდინარებს და პირიქით. კლიმატური პირობებისა და ნიადაგის ცოცხალი ორგანიზმების გავლენა მკვეთრად იგრძნობა საფენის გახრწნის პროცესში, ზონების მიხედვით. მაგალითად, ტროპიკული ზონის ტყის საფენის გახრწნა შეიძლება გაგრძელდეს 1-2 წლის განმავლობაში, ზომიერი ზონის ფოთლოვან ტყეში 2-4 წლის, წიწვოვან ტყეში 4-5 წლის განმავლობაში. გახრწნა სწრაფად მიმდინარეობს სტეპების ზონაში, განსაკუთრებით დაჩქარებულია ეს პროცესი გაზაფხულსა და ზაფხულში გვალვების დაწყებამდე. პროცესი ნელდება ზამთრის პერიოდში და ტუნდრაში იგი შეიძლება გაგრძელდეს 10 წლის და მეტი ხნის განმავლობაში.

ნიადაგის ზედაპირის საფენის (ჩამოცვენილი ფოთლები და სხვა) გახრწნაში მონაწილეობენ ნიადაგის ცოცხალი ორგანიზმები, რომლებისთვისაც ჩამოცვენილი ფოთლები საკვებს წარმოადგენენ, პირველ რიგში საპროფიტებისათვის. ყველ ეს ორგანიზმი გადამუშავების პროცესში გამოყოფენ ექსკრემენტებს. ამ პროცესში მონაწილეობენ ჭიაყელებიც, რომლებიც ორგანიზმიდან მთლიანად გამოყოფენ გადამუშავებულ ნივთიერებებს. ყველა ცოცხალი ორგანიზმის მიერ გამოყოფილი ნივთიერებები უერთდება ნიადაგის შემადგენლობას, ერთგვარი მსუბუქი ჰუმუსის სახით. რაც უფრო მაღალია ჰუმუსის შემცველობა მით უფრო მეტად უზრუნველყოფილია მცენარის კვება აუცილებელი მინერალური ელემენტებით: კალიუმით, ფოსფორით, აზოტის შენაერთებით, გოგირდით და მიკროელემენტებით.

ნიადაგის ნაყოფიერების დონე განსაზღვრავს მცენარის წყლითა და საკვები ნივთიერებებით უზრუნველყოფას. ბუნებრივ პირობებში არსებული მაღალი ნაყოფიერების ნიადაგები მიუთითებს ქანების გამოფიტვის, ნიადაგწარმოქმნის და ევოლუციის პროცესში შესაბამის ეკოლოგიურ პირობებზე.

ნიადაგის ნაყოფიერების აღდგენა ხდება ორგანული ნარჩენების დაშლის შედეგად, მცენარის მიერ ნიადაგიდან, წყლიდან და ჰაერიდან შეთვისებული მინერალური ნივთიერებებით. მცენარის მიერ სასიცოცხლო ციკლის დასრულებისას მის მიერ შთანთქმული მარილები უბრუნდება ნიადაგს.

ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებისათვის მნიშვნელოვანია მულჩის გამოყენება (სურათი 5.3.1).



სურათი 5.3.1 ნიადაგის მულჩირება

ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლების გარდა, მულჩის გამოყენება არეგულირებს ნიადაგის თერმულ და ტენიანობის რეჟიმს (იცავს ნიადაგს მზის სხივების უარყოფითი ზემოქმედებისაგან, ამცირებს ნიადაგიდან ტენის აორთქლებას), რითაც განაპირობებს მოსავლის გადიდებას. იგი ეფექტურია ნიადაგის სტრუქტურის გაუმჯობესებისათვის და სარეველების წინააღმდეგ საბრძოლველად. მულჩად შეიძლება გამოყენებული იქნას ნაკელი, ნამჯა, კომპოსტი, ტორფი, ფოთლები და სხვა (სურათი 5.3.2).



სურათი 5.3.2 სხვადასხვა სახის მულჩი

ორგანულ ნივთიერებათა გარდაქმნის რთული ციკლი (მცენარეთა ფოთლები და სხვა ჩამონაცვენნი) - ჰუმიფიკაცია-მინერალიზაცია მცენარეში კვლავ დაბრუნების პროცესი განუწყვეტელივ მიმდინარეობს. ჰუმიფიკაცია (ლათ. humus - მიწა, ნიადაგი და facio - ვაკეთებ) წარმოადგენს პროცესს, რომლის დროსაც ორგანული ნარჩენების დაშლის პროდუქტები ჰუმუსოვან ნივთიერებად გარდაიქმნება. აღნიშნული ბიოქიმიური გარდაქმნების შედეგად წარმოიქმნება ახალი ჰუმუსოვანი ნივთიერებები - ჰუმინ, ულმინ და ფულვონმჟავები. ნიადაგში ჰუმუსის შეკავება-დამაგრებას (ჰუმიფიკაცია) ხელს უწყობს Ca, რომლის მოქმედებით ხდება კოაგულაცია და წარმოიქმნება შეუქცევადი მტკიცე ორგანულ-მინერალური ნაერთები. რაც შეეხება ნიადაგის ნაყოფიერებას, იგი უმეტესად დამოკიდებულია მისგან წარმოქმნილი ელემენტების უკან დაბრუნების სიჩქარეზე. დადგენილია, რომ მწვანე მცენარეები ნიადაგს აძლევენ იმაზე მეტს, ვიდრე იღებენ მისგან. ნიადაგიდან ისინი იღებენ შედარებით მცირე რაოდენობით გახსნილ ნივთიერებებს, ხოლო დიდი რაოდენობით აბრუნებენ ორგანულ ნივთიერებათა მასას. ნიადაგი წარმოადგენს მრავალრიცხოვანი ორგანიზმების საცხოვრებელ გარემოს, როგორც

მიკროორგანიზმების, ასევე შედარებით მოზრდილი მინაში მობინადრე ძუძუმწოვრებისა. ნიადაგში, ბუნებრივად მიმდინარე ქიმიურ გარდაქმნებში მიკროორგანიზმების როლი 70% აღემატება. მათ გააჩნიათ ნაერთების უნიკალური გზებით გარდაქმნის უნარი.

ძუძუმწოვრები ხელსაყრელ პირობებს ქმნიან მწვანე მცენარეთა არსებობისათვის. ისინი დიდი რაოდენობით შლიან (ახდენენ მინერალიზაციას) ორგანულ ნივთიერებებს, რის შემდეგაც კვდებიან და თვითონ ხდებიან ჰუმუსის ძირითადი წარმომქმნელები. ე.ი. დიდი როლი აქვთ ამონიფიკაციის, ნიტრიფიკაციის, აზოტის ფიქსაციის და სხვა პროცესებში. ცოცხალი ორგანიზმები ასევე აუმჯობესებენ ნიადაგის სითბურ და წყალ-ჰაერაციის რეჟიმს. მათ გადააქვთ ორგანული ნივთიერებები ნიადაგის ღრმა ფენებში და პირიქით, მინერალური ნივთიერებები ნიადაგის ღრმა ფენებიდან ამოაქვთ ზედაპირის ფენაში. ნიადაგში ცოცხალ ორგანიზმებს ყოფენ ორ ჯგუფად: მცენარეული ორგანიზმები (ბაქტერიები, აქტინომიცეტები, წყალმცენარეები, სოკოები და ა.შ.) და ცხოველური – Protozoa (ჰემატოდეები, ტკიპები, მწერები, ჭიკაძეები), ხერხემლიანებიდან - მინაში მობინადრეები.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ნიადაგის ცოცხალი ორგანიზმების მოქმედების მექანიზმი ორგანული ნივთიერებების გახრწნაში საკმაოდ რთულია. ამ პროცესის უზრუნველყოფისათვის ისინი საჭიროებენ ნიადაგში ოპტიმალურ პირობებს, კერძოდ, ტემპერატურას, ტენიანობას, ჰაერაციას და სხვა. თუ მოცემული ფაქტორები არახელსაყრელია, ასეთ შემთხვევაში მინერალიზაციის პროცესი არასრულყოფილად მიმდინარეობს და ნიადაგი ნაკლებ ნაყოფიერი ხდება, ანუ ირღვევა ეკოლოგიური ნონასწორობა. ნიადაგის სასიცოცხლო ფუნქციას ზღუდავს საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ნარჩენები, განსაკუთრებით მჭიდროდ დასახლებულ ტერიტორიებზე. ნიადაგის სასიცოცხლო ფუნქციის კლების მიზეზია, ასევე მისი არაგონივრული ექსპლუატაცია და მელიორაცია.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. განიხილეთ ნიადაგში არსებული ნივთიერებების როლი მცენარეთა კვებაში.

2. როგორია კლიმატური პირობებისა და ნიადაგის ცოცხალი ორგანიზმების გავლენა ნიადაგის ზედაპირის საფენის (ფოთლები და სხვა) გახრწნის პროცესზე?
3. რა როლი აქვს მულჩირებას ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებაში?
4. რას ნიშნავს ჰუმუფიკაციის პროცესი?
5. როგორია მწვანე მცენარეების როლი ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებაში?
6. ახსენით ნიადაგში ცოცხალი ორგანიზმების მოქმედების მექანიზმი.

5.4 დამლაშებული ნიადაგების აგროეკოლოგიური თავისებურებანი

მთელი დედამიწის ნიადაგების მეოთხედი ნაწილი თითქმის დამლაშებულია. მისი გამომწვევი ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზი კლიმატური პირობებია. მაგალითად, ჭარბტენიან კლიმატურ პირობებში ნიადაგის დამლაშება იოლად ხსნადი მარილებით, მოსალოდნელია განსაკუთრებულ შემთხვევაში, კერძოდ იმ ადგილებში, სადაც გრუნტის მარილიანი წყლით ტენიანდება ნიადაგი. ეს პროცესი აღინიშნება ზღვების სანაპიროებთან ახლოს, ხოლო ცხელ არიდულ კლიმატურ პირობებში, სადაც ატმოსფერული ნალექების ნაკლებობაა, ნიადაგის ჩარეცხვის მაგივრად, მიმდინარეობს აორთქლება, რაც იწვევს მარილებით მდიდარი წყლის ორთქლის აღმავალ დინებას და ნიადაგის გარდაუვალ დამლაშებას. დამლაშებული ნიადაგების 77% უკავია მრავალწლიან ნარგავებს.

ნიადაგის 150 სმ სიღრმის ფენაში, როცა იოლად ხსნადი მარილების შემცველობა 0.25%-ზე ნაკლებია, ასეთ ჰორიზონტში ნიადაგი დამლაშებულად არ ითვლება. თუ 80-150 სმ სიღრმეზე, მარილების შემცველობა 0.25%-ზე მეტია, ნიადაგი ითვლება სუსტმლაშედ. იმ შემთხვევაში, როცა მარილები გვხვდება 30-80 სმ სიღრმეზე ნიადაგს უწოდებენ ბიცობისებურს, ხოლო როცა მარილები აღინიშნება 5-30 სმ სიღრმეზე, ეს უკვე ბიცობი ნიადაგია.

ბიცობი ნიადაგი შეიცავს შთანთქმული კათიონებიდან 20%-ზე მეტ ნატრიუმს. შთანთქმული Na-ის ხარჯზე ბიცობ ნიადაგში წარმოიქმნება NaHCO_3 და Na_2CO_3 , რომლებიც Na-თან ერთად იწვევენ ამ ნიადაგის ძლიერ ტუტე რეაქციას. საქართველო-

ში ბიცობები ფართოდაა გავრცელებული ალაზნის ველის მარჯვენა ნაწილში (გარდაბნის, მარნეულის და სხვ. ვაკეებზე), შიდა ქართლის რეგიონში შემავალ ქარელის რაიონში. ბუნებრივ პირობებში ბიცობებს აქვთ უარყოფითი ფიზიკური თვისებები და დაბალი ნაყოფიერება. მათი გაუმჯობესების საშუალებაა მოთაბაშირება, მოხვნა, ბალახის თესვა, სასუქების შეტანა. ბიცობი ნიადაგების უმეტესი ნაწილი დაკავებულია სახნავი მიწებით (50%) და სათიბ-საძოვრებით (44%). ნიადაგის დამლაშების საწინააღმდეგო ყველაზე პრიორიტეტული ტექნოლოგია გულისხმობს ნიადაგის ბიოლოგიურ მელიორაციას. რომელიც ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების გაუმჯობესების შედარებით იაფ საშუალებას წარმოადგენს.

ნიადაგის ფიზიკური თვისებების და სტრუქტურრიანობის აღდგენის, დრენაჟის ტექნიკურად სწორად მოწყობის, ატმოსფერული ნალექების, ზედაპირული და ქარბი სარწყავი წყლების უგულვებლყოფის შემთხვევაში, შესაძლებელია მარილების შემადგენლობის ცვლილებების პროცესი ნავიდეს განმლაშების მიმართულებით, რაც თავიდან აგვაცილებს ნიადაგის მეორად დამლაშებას. ასევე, გასათვალისწინებელია გრუნტის წყლის დგომის დონე, რწყვის ნორმირებისა და ვადების დაცვა.

ნიადაგის ზედაპირი, როცა შეიცავს 1% მარილს, ნიადაგი ითვლება მლაშედ. თუ ნიადაგი დამლაშებულია მხოლოდ ქლორიდებით და სულფატებით, მაშინ ნიადაგის ხსნარის რეაქცია ნეიტრალურთან ახლოსაა ($\text{pH}=8$). საყურადღებოა, რომ იოლად ხსნადი ნატრიუმის მარილები - NaCl , Na_2CO_3 , Na_2SO_4 უმეტესი მცენარეებისათვის არ არის სასარგებლო, თუმცა მათ მიმართ ზოგიერთი სახეობის დამოკიდებულება არაერთგვაროვანია. ამიტომ, საჭიროა თითოეული მარილის კონცენტრაციის ზღვარის ცოდნა, რომლის მიმართაც იგი ტოქსიკურია. ამ უკანასკნელზე ახალგაზრდა მცენარეების ფესვები უფრო უარყოფითად რეაგირებს, ვიდრე უკვე ღრმად დაფესვიანებული.

დამლაშებული ნიადაგის მიმართ დამოკიდებულების მიხედვით მცენარეთა სახეობები განსხვავებულია. არსებობს მლაშე ნიადაგების მიმართ უფრო გამძლე მცენარეთა სახეობები - ჰალოფიტები და ნაკლებად გამძლე, რომლებიც გაურბიან მარილიან ნიადაგებს (ჰალოფობები).

ჰალოფიტ მცენარეებს გააჩნიათ უნარი გაუძლონ მარილების საკმაოდ დიდ კონცენტრაციას. ამ გამძლეობით ისინი დაცუ-

ლი არიან სხვა მცენარეების კონკურენციისაგან და შეუძლიათ დამლაშებულ ნიადაგზე დომინირება. ჰალოფიტების ორგანოები არა მარტო მდიდარია მარილებით და კარგად იტანენ მათ არსებობას, არამედ საჭიროებენ კიდევც მარილს ნორმალური განვითარებისათვის.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ჰალოფიტები განსაკუთრებული ეკოლოგიური ხასიათის ჯგუფია, რომლისთვისაც დიდი მნიშვნელობა აქვს მარილების რეჟიმს, რომელიც განაპირობებს მათ მორფოლოგიას. კერძოდ, ჰალოფიტების თესლები უკეთესად აღმოცენდებიან ზღვის მარილიანი წყლით გაჟღენთილ ნიადაგებზე, დაბალ ტემპერატურაზე (15°C), ვიდრე მაღალზე (37°C), ხოლო წვიმის წყლით ნიადაგის ჩარეცხვისას თესლები უკეთ აღმოცენდებიან მაღალ ტემპერატურაზე.

ბუნებაში გვხვდება ძლიერ მარილგამძლე ხე-მცენარეები და ბუჩქოვანები. მაგალითად, ქაცვს შეუძლია გაუძლოს 1% მარილების შემცველობის მლაშე ნიადაგებს, საქსაულს - 5-6%, ალვის ხეს - 16%-მდე. არსებობენ სახეობები, რომლებიც 30-40% მარილების შემცველობის მლაშე ნიადაგებს უძლებენ. ცხრილში მოცემულია ნიადაგის დამლაშების მიმართ კულტურების მარილგამძლეობა.

ცხრ. 5.4.1 ერთლიანი და მრავალწლიანი კულტურების მარილგამძეობა

დამლაშების ხარისხი	ერთლიანი და მრავალწლიანი კულტურები
სუსტად მარილგამძე	მზესუმზირა, სიმინდი, შვრია, ბრინჯი, ბარდა, ლობიო, კარტოფილი, კიტრი, ბოლოკი, სტაფილო, ნიორი და სხვა. <i>მრავალწლიანი კულტურები:</i> ატამი, გარგარი, ნუში, ვაზი, ვაშლი, ქლიავი, ლიმონი, ფორთოხალი და სხვა.
საშუალოდ მარილგამძლე	ქერი, საშემოდგომო ჭვავი, ფეტვი, საგაზაფხულო ხორბალი, ხახვი, პომიდორი, ბამბა და სხვა. <i>მრავალწლიანი კულტურები:</i> მსხალი, თუთა, ლეღვი და სხვა.
მარილგამძლე	შაქრის ჭარხალი, გოგრა, საზამთრო, ბადრიჯანი და სხვა. <i>მრავალწლიანი კულტურები:</i> ქაცვი, ბრონეული, ალვის ხე და სხვა.

უნდა აღინიშნოს, რომ აგროკულტურები როგორი გამძლეობისაც არ უნდა იყვნენ მარილების დაგროვების მიმართ, მაინც არ ჩაითვლებიან ჰალოფიტებად.

სუსტად დამლაშებულ ნიადაგებზე მოსავლიანობის კლება შეადგენს 10-20%, საშუალო დამლაშებულზე 20-50%, ძლიერ დამლაშებულზე 50-80%, ხოლო მლაშობ ნიადაგებზე მოსავლიანობა პრაქტიკულად გამორიცხულია.

მლაშე ნიადაგი ნაკლებად შეგუებულ მცენარეებში იწვევს რიგ დარღვევებს, კერძოდ, წყლის რეჟიმის (განსაკუთრებით გვალვიან პირობებში), ეცემათ ქლოროფილის შემცველობა, ასევე ფოტოსინთეზის ინტენსივობა და სუნთქვა. ზოგიერთი მარილის ტოქსიკური მოქმედების შედეგად ფერხდება მცენარის ზრდა, ძალზე მცირდება პროდუქტიულობა და სხვა. ე.ი. მცენარეში მიმდინარეობს ის უარყოფითი მოვლენები, რაც ზღუდავს მცენარის განვითარებას და საბოლოოდ იწვევს მის დაღუპვას. აღნიშნული სიმპტომები, მნიშვნელოვნად მცირდება თუ მცენარე ნორმალურად იქნება უზრუნველყოფილი წყლით და საკვები ელემენტებით. ზოგადად, ფიზიოლოგიური თვალსაზრისით, მცენარეთა მარილგამძლეობა უპირველეს ყოვლისა, დაკავშირებულია პროტოპლაზმის თვისებებთან. მცენარეები მარილების მიმართ ნაკლებად გამძლე არიან ზაფხულის პერიოდში. მაგალითად, თუ მცენარეს ტოტების წვეროებში და ფოთლებში დაუგროვდა მარილები, წარმოიქმნება ქლოროზი და დაიწყება ადრეული ფოთოლცვენა.

მარილების რეჟიმის სეზონურ-წლიურ ციკლში გამოკვეთილია ორი ძირითადი პერიოდი: ტენიანი (ზამთარი, გაზაფხული), როდესაც ნიადაგის პროფილში მიმდინარეობს სეზონური განმლაშება (მარილების შემცირება) და მშრალი (ზაფხული და შემოდგომა), როდესაც მიმდინარეობს ნიადაგის აქტიური ზედა ფენების სეზონური დამლაშება. ირიგაციის შემთხვევაში დამლაშების რეჟიმის სეზონურ-წლიური ციკლი გართულებულია, კერძოდ გრუნტის წყლების მაღლა დგომის შემთხვევაში. რაც უფრო მაღლა დგას მინერალიზებული გრუნტის წყალი, მით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს მისი კაპილარულად ამონევა და შესაბამისად ნიადაგის დამლაშება.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. ახსენით ნიადაგის დამლაშება ქარბტენიან და არიდულ პირობებში.
2. როგორია ნიადაგის სიღრმის მიხედვით დამლაშების კლასიფიკაცია და როგორ ნიადაგებს უწოდებენ ბიცობს?
3. რა სახის ღონისძიებები ტარდება ბიცობი ნიადაგების ნაყოფიერების ასამაღლებლად?
4. განიხილეთ მცენარეთა სახეობების დამოკიდებულება დამლაშებული ნიადაგების მიმართ (ჰალოფიტები, ჰალოფობები).
5. გაანალიზეთ ნიადაგის დამლაშების მიმართ აგროკულტურების მარილგამძლეობის კლასიფიკაცია.

5.5 ნიადაგის ეროზიის აგროეკოლოგიური ასპექტები

ნიადაგის ეროზიის პრობლემის აქტუალობა გამოწვეულია ბიოსფეროში ნიადაგების განსაკუთრებული მნიშვნელობით. კერძოდ, ნიადაგი წარმოადგენს არამარტო სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ძირითად საშუალებას, არამედ იგი არის ეკოსისტემის უმნიშვნელოვანესი კომპონენტი. მის აქტუალობას კიდევ უფრო ამძაფრებს ნიადაგური საფარის არსებული კრიტიკული მდგომარეობა. ბუნებრივი გარემოს ეკოლოგიური ნონასწორობის შენარჩუნების და ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების თვალსაზრისით, საქართველოს, როგორც მცირემიწიანი ქვეყნისთვის საფრთეს წარმოადგენს ყოველი ჰექტარი მიწის დაკარგვა.

საქართველოში ერთ სულ მოსახლეზე 0.14 ჰა სახნავი მიწის ფართობი მოდის. აღნიშნული მიწების 30%-ზე მეტი სხვადასხვა ხარისხით ეროზირებულია. ეროზიული პროცესები დიდ ზიანს აყენებს მთის ეკოსისტემებსაც. იგი განპირობებულია კლიმატურ-რელიეფური თავისებურებებით, ტყის უკონტროლო ქრით, ფერდობების არასწორი დამუშავებით, უკონტროლო ძოვებით, არასწორი საირიგაციო სისტემების გამოყენებით და ა.შ. დღეისათვის ბუნებრივი ფაქტორებისა და ადამიანის საქმიანობის შედეგად დეგრადირებულია სასოფლო-სამეურნეო მიწების დაახლოებით 35 პროცენტი. მიწის დეგრადაცია პრობლემურია თითქმის მთელი საქართველოსთვის. დეგ-

რადირებული მიწის ყველაზე მწვავე პრობლემას ნიადაგის ეროზია წარმოადგენს.

ნიადაგის ეროზია ძირითადად ორგვარია - წყლისმიერი და ქარისმიერი.

წყლისმიერი ეროზია გამოწვეულია ხანგრძლივი ატმოსფერული ნალექებით, მათ შორის თავსხმა წვიმებით, რომლის დროს ჩამორეცხილი ან გადარეცხილი ნიადაგის რაოდენობამ შეიძლება მიაღწიოს 1 ჰა-დან ასეულ ტონას. ეროზიის გამომწვევი მიზეზია, აგრეთვე მდინარის და სარწყავი წყლების გავლენა. მისი წარმოქმნის აუცილებელი პირობაა ზედაპირული ჩამონადენი წყლების არსებობა (წვიმის, მდინარის, სარწყავი წყლის). აქედან გამომდინარე, შეიძლება გამოწვეული იქნას წვიმის ეროზია (თქეში წვიმების დროს), ირიგაციული ეროზია და ეროზია თოვლის დნობით გამოწვეული. თვითეული მათგანი განსხვავებულია როგორც პროცესის მიმდინარეობით, ასევე მიღებული ზარალის რაოდენობით. წვიმის წვეთები ინვევენ ნიადაგის ნაწილაკების დაქუცმაცებას და ნიადაგის ზედაპირზე დაცემის მომენტში გაშხეფებას, რის შედეგადაც ხდება დაქუცმაცებული ნაწილაკების გადაადგილება. სახნავი მიწების არსებობა დახრილ ფერდობებზე ხელს უწყობს წყლისმიერი ეროზიული პროცესების განვითარებას.

თოვლის დნობით გამოწვეული ეროზია ხასიათდება ნაკლები ინტენსივობით, თუმცა უფრო ხანგრძლივია (წყლის ეროზიასთან შედარებით). ნიადაგის დანაკარგი შეადგენს რამდენიმე ტ/ჰა-დან.

წვიმის დროს წარმოქმნილი ეროზიის ხანგრძლივობა ნაკლებია, თოვლის ეროზიასთან შედარებით (რამდენიმე წუთი ან საათია), თუმცა ჩამორეცხილი ნიადაგის რაოდენობა შეიძლება აღწევდეს ათეულ ტ/ჰა-დან. დასავლეთ საქართველოში, ნიადაგის წყლისმიერი ეროზია მთიანი რელიეფისა და უხვი ნალექების გამო ნიადაგის დეგრადაციის ერთ-ერთი მიზეზია.

მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით არჩევენ ზედაპირულ ეროზიას (ნიადაგის ჩამორეცხვა), ხაზობრივ ეროზიას (ნიადაგის გადარეცხვა). ორივე სახეობას შეიძლება ახასიათებდეს როგორც ჩამორეცხვა, ასევე გადარეცხვა.

ქარისმიერი ეროზია განიმარტება როგორც ნიადაგის დეფლაცია (ფრანგ. de - განზე, flare - ბერვა). მისი წარმოქმნის წინაპირობაა ისეთი ქარის მოვლენა, რომლის სიჩქარე საკმა-

რისია ნიადაგის ნაწილაკების გადასატანად. ქარის ინტენსივობის, ხანგრძლივობის, მისი მასშტაბების და ზარალის მიხედვით აფასებენ ყოველდღიურ ქარისმიერ ეროზიას და ქარბუქს. მეტეოროლოგიაში ქარის დიდი სიჩქარის დროს, მტვრის დიდი რაოდენობით ასეულ და ათასეულ კილომეტრზე გადატანა, რომელსაც თან ახლავს ხილვადობის გაუარესება ქარბუქის სახელწოდებით არის ცნობილი. აღმოსავლეთ საქართველოში ნიადაგის დეგრადაციის მთავარი მიზეზი ქარისმიერი ეროზიაა.

ნიადაგის ეროზიის რაოდენობრივი შეფასება ხასითდება ჩამორეცხვის ინტენსივობით (ტ/ჰა წელიწადში), ან დაკარგული ნიადაგის სიმძლავრით (სმ/წელი). თუ ეროზიის ინტენსივობა ნაკლებია ნიადაგწარმოქმნის სიჩქარეზე (სმ/წელი), ასეთ შემთხვევაში ეროზია არ ჩაითვლება ნიადაგისათვის შექმნილ საშიშროებად (იგი ბუნებრივია). ხოლო, როცა ნიადაგის დანაკარგის ინტენსივობა აღემატება ნიადაგწარმოქმნის სიჩქარეს ეროზია ინტენსიურია და აქტუალური პრობლემა ხდება. ნიადაგის ეროზია უმნიშვნელოა როცა ნიადაგის დანაკარგი წელიწადში შეადგენს <0.5 ტ/ჰა, სუსტია $0.5-1$ ტ/ჰა, საშუალოა $1-5$ ტ/ჰა, ძლიერია $5-10$ ტ/ჰა, უძლიერესია >10 ტ/ჰა. სუსტად ეროზირებულ ნიადაგებზე აგროკულტურების (მარცვლეულის) მოსავლიანობა საშუალოდ კლებულობს $5-10\%$; საშუალოდ ეროზირებულზე - $20-40\%$, ხოლო ძლიერ ეროზირებულ ნიადაგებზე - $50-70\%$.

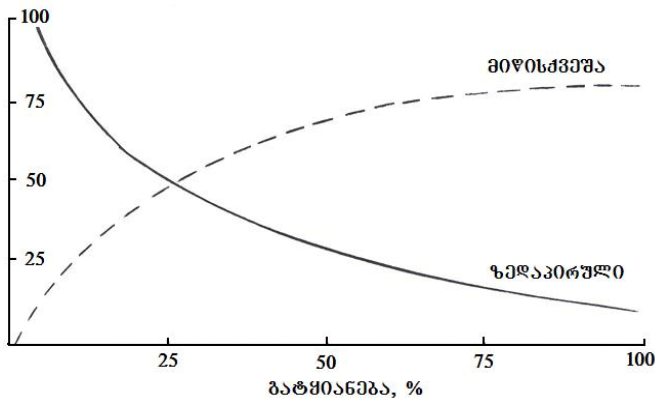
ნიადაგის ეროზია შეიძლება გამოწვეული იქნას ანთროპოგენური გავლენით, რაც გამოიხატება ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის არასწორი მართვით, ტყეების გაჩეხვა-გადანვით, პირუტყვის უსისტემო ძოვებით და ა.შ., ასევე მის გარეშე - გეოლოგიური.

ნიადაგის ეროზია დიდ ზიანს აყენებს მიწის რესურსებს, ამცირებს ნიადაგის ნაყოფიერებას, გამოქარვის შემთხვევაში ნადგურდება აგროკულტურების ნათესი ფართობები, რაც გამოიხატება მოსავლის დაკარგვაში, ტყის ქარსაფარი ზოლების განადგურებაში. ყოველივე ეს უარყოფით გავლენას ახდენს ტერიტორიის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე. ნიადაგის ეროზიის განვითარებამ შეიძლება გამოიწვიოს ტერიტორიის დაბინძურება რადიონუკლიდებით, რადგან მას მნიშვნელოვანი როლი აქვს რადიონუკლიდების მიგრაციაში. კერძოდ რადიაქტიური იზოტოპები, რომლებიც მჭიდროდ სორბირდება ნიადაგით,

გადაადგილდება მასთან ერთად და ქმნის ახალ რადიაქტიურ კერებს, ასევე ხდება ჰერბიციდებით ნიადაგის მეორადი დაბინძურების კერების წარმოქმნა და დამლაშებაც.

ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობა ახასიათებს ნიადაგის უნარს წინააღმდეგობა გაუწიოს წყლით ჩამორეცხვის მოქმედებას. ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობაზე გავლენას ახდენს ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობა. ჰუმუსის მაღალი შემცველობის ნიადაგები მაღალი მედეგობით ხასიათდება. ეროზიულ პროცესებზე, ასევე გავლენას ახდენს მცენარეთა მიწისზედა ნაწილები (ფოთლები, ღერო, მერქანი), ისინი აკავებენ ნალექების გარკვეულ ნაწილს. ყველაზე ეფექტური ეროზიის საწინააღმდეგო უნარით ხასიათდება მრავალწლიანი ბალახები და ნაგალა (ჯუჯა) ჯიშის მცენარეულობა, რომლებსაც შეუძლიათ დააკავონ 15-20% და მეტი რაოდენობის მოსული ნალექები, ხოლო მაღალტანიან და ხშირ ვარჯიან მცენარეებს კიდევ უფრო მეტი. უნდა აღინიშნოს, რომ ტყის გაჩეხვა და მისი საფენის (ჩამოყრილი ფოთლები, ხმელი წვრილი ტოტები და სხვა) განადგურება იწვევს ზედაპირული წყლის ნაკადის 2-3-ჯერ გაძლიერებას ნიადაგში ჩადენის და გრუნტის წყლების შემცირების ხარჯზე.

ნახაზი 5.5.1-ზე ნაჩვენებია ტყიანი ტერიტორიის გავლენა ზედაპირულ და მიწისქვეშა წყლების ჩანადენზე.



ნახ. 5.5.1 ტერიტორიის გატყიანების ხარისხის გავლენა მიწისქვეშა და მიწისზედა ჩამონადენის თანაფარდობაზე

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ტყის ქვეშ კლებულობს ზედაპირული ჩამონადენი და აქედან მატულობს მიწისქვეშა ჩანადენი.

დამტკიცებულია, რომ ნიადაგის დატკეპვნამ, რომელიც ძირითადად მოყვება ნიადაგის დამუშავებისას აგროტექნიკის გამოყენებას, შეიძლება გამოიწვიოს ნიადაგის, წყლის, ჰაერის და მცენარეთა საკვები ელემენტების რეჟიმის გაუარესება, ასევე გააძნელოს ნიადაგში ფესვთა სისტემის ღრმად შეღწევა. ასეთ დატკეპნილ ნიადაგებზე იზრდება ზედაპირული წყლის ჩამონადენი, რაც ხელს უწყობს ეროზიის გააქტიურებას.

ძლიერ საშიშია, აგრეთვე ე.წ. ზედაპირული ეროზია, რომელიც მიმდინარეობს შეუმჩნეველად, თუმცა შეუძლია მოიცვას ძალზე დიდი ტერიტორია. მაგალითად, მხოლოდ გამდნარი თოვლის გამდინარე წყალს, თითქმის სწორი ფართობიდან, ერთი წლის განმავლობაში შეუძლია წაილოს 1 ჰა-დან 2 ტონამდე ნიადაგი.

ნიადაგის ეროზიის წარმოქმნაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ზედაპირული წყლის ჩამონადენი, რომელიც უკანსკნელ წლებში ბუნების დაცვის ერთ-ერთი მსოფლიო მასშტაბის პრობლემად იქცა.

ჩამორეცხვის ხარისხის მიხედვით ნიადაგები კლასიფიცირდება შემდეგი სახით: სუსტად ჩამორეცხილი 10-20% (ჰუმუსის დანაკარგები ჩამორეცხავ ნიადაგთან შედარებით), საშუალოდ ჩამორეცხილი 20-50%, ძლიერად ჩამორეცხილი 50-70%, უძლიერესად ჩამორეცხილი >70%. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ჰუმუსის დანაკარგები მატულობს ნიადაგის ჩამორეცხვის სიძლიერის მიხედვით.

ეროზიის უკიდურეს ფორმას გაუდაბნობება წარმოადგენს, რის საფუძველზეც მცენარეული საფარი სრულ დეგრადაციას განიცდის და მისი აღდგენა არ ხდება.

ეროზიის სანინაალმდეგო ღონისძიებას წარმოადგენს 8-10°C დაქანებული ფერდობების ტერიტორიებზე ტერასების მოწყობა და ამ უკანასკნელზე ბალის გაშენება. აღნიშნული ტერასები აკავებენ ატმოსფერულ ნალექებს, რომლის თითქმის ერთი მესამედი დაბლა უნაყოფოდ ჩაედინება და იწვევს ეროზიას; ნიადაგის ზედაპირის მულჩირება და სპეციალური აგროტექნიკური ხერხების გამოყენება. ასევე, მნიშვნელოვა-

ნია ფერდობებზე არსებული ტყის ნარგავების შენარჩუნება, ნიადაგის სწორად დამუშავება (ზედაპირული დამუშავება), ე.ი. ხნულების გავლება ფერდობის გარდი-გარდმო, საქონლის რეგულარულად ძოვება. მეტად ეფექტური ღონისძიებაა მინდორ-საცავი ტყის ზოლების შექმნა (ქარის სიჩქარის კონტროლირება) და თუ შესაძლებელია სხვადასხვა სახის საინჟინრო დანადგარების მოწყობა (კაშხალები, წყალსაცავები, ჯებირები).

დასავლეთ საქართველოში წყლისმიერ ეროზიის საწინააღმდეგოდ იყენებენ სხვადასხვა ტექნოლოგიებს, რომელთა უმრავლესობა ეყრდნობა ნიადაგის ხვნას თხევადი ჩამონადენის პერპენდიკულარული მიმართულებით. თუმცა, ერთ-ერთ ყველაზე ეფექტურ ღონისძიებას წარმოადგენს ტერასების მოწყობა, მიუხედავად მაღალი საინვესტიციო ხარჯებისა.

აღმოსავლეთ საქართველოში ქარისმიერი ეროზიის საწინააღმდეგოდ გამოიყენება ნიადაგის ზედაპირის მულჩირება სასოფლო-სამეურნეო ნარჩენებით და ნიადაგის დამუშავება სხვადასხვა ტიპის სახნავი მოწყობილობებით, ასევე კომბინირებული აგროტექნიკური ღონისძიებები. კახეთის რეგიონში ნიადაგის დეგრადირების აღსაკვეთად პრიორიტეტულ ტექნოლოგიად მნიშვნელოვანია აგრომეტყვევების მიმართულება, რომელიც ითვალისწინებს ქარსაფარი ზოლების გაშენებას. არანაკლები ყურადღება ექცევა ნიადაგის ზედაპირული ან „ნულოვანი დამუშავების“ ტექნოლოგიებს.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. ნიადაგის ეროზიის რომელი ძირითადი სახეებია გავრცელებული?
2. დაასახელეთ წყლისმიერი ეროზიის გამომწვევი მიზეზები.
3. რა თვისებებით ხასიათდება თოვლის დნობით გამოწვეული ეროზია?
4. მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით ეროზიის რომელი ტიპებია თქვენთვის ცნობილი?
5. რა ნიშნებით ხასიათდება ქარისმიერი ეროზია?
6. განიხილეთ ნიადაგის ეროზიის რაოდენობრივი შეფასება.
7. რას გულისხმობს ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო მედეგობა?

8. ახსენით ტყიანი ტერიტორიების გავლენა ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების ჩამონადენზე.
9. განიხილეთ ჩამორეცხვის ხარისხის მიხედვით ნიადაგის კლასიფიკაცია.
10. განმარტეთ ეროზიის სანინალმდეგო ღონისძიებები.

თავი VI

წყალი

6.1 წყლის აგროეკოლოგიური მნიშვნელობა

წყლის რესურსები საქართველოს მნიშვნელოვან სიმდიდრეს წარმოადგენს. იგი ბუნებრივი გარემოს შემადგენელი ნაწილია სხვა ძირითად ფაქტორებთან ერთად, რომლებიც აყალიბებენ ბუნებრივ კომპლექსებს და განაპირობებენ რეგიონების ეკოლოგიურ და სოციალურ განვითარებას. ამიტომ, წყლის რესურსები არა მარტო ბუნებრივად არსებული გლობალურ ცნებად არის მიჩნეული, არამედ ეკოლოგიურ კატეგორიათაც, რომლის რაოდენობა შეზღუდულია სწორედ ეკოლოგიური თვალსაზრისით.

წყალი, როგორც სასიცოცხლო გარემო ხასიათდება დიდი სიმკვრივით, ჟანგბადის სიმცირით, მზის სხივების შთანთქმის უნარით და სხვა. მტკნარი წყალსატევების ბიოცენოზი (ტბა) წარმოადგენს თვითრეგულაციის და თვითგანახლების დამოუკიდებელ ეკოსისტემას. წყალსატევების სიღრმეებში, სადაც მზის სინათლე შეზღუდულია ფოტოსინთეზის მწარმოებელ მცენარეებს არსებობა არ შეუძლით. რაც შეეხება წყალსატევების ღია უბნების წყლის ფენებს აქ შექმნილი განათებული პირობები უზრუნველყოფს უმცირესი წყალმცენარეების არსებობას.

აგრარული სექტორი წყალმთხოვნილების მიხედვით მნიშვნელოვნად აჭარბებს წყალთა მეურნეობის სხვა დარგებს. საქართველოში მოხმარებული წყლის დახლოებით 70% აგრარულ სექტორზე მოდის, სადაც ძირითად წყალმომხმარებელს მორწყვა წარმოადგენს.

აგროკულტურების წყლის მოხმარების რეჟიმს მეტეოროლოგიური პირობები განსაზღვრავს, ამიტომ სავსებითაა პერიოდში წინასწარ შეუძლებელია საჭირო წყლის რაოდენობის განსაზღვრა.

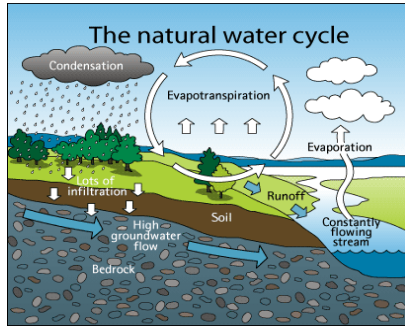
წყლის მნიშვნელობა, როგორც ეკოლოგიური ფაქტორისა განისაზღვრება მისი ფიზიკური თვისებებით და დინამიურობით. იგი აგროკულტურების ზრდა-განვითარებისათვის მრავალფუნქციური ფიზიოლოგიური პროცესების განმსაზღვრელი

კომპონენტი. წყალი ნივთიერებათა ცვლის პროცესში ასრულებს ძირითად ფუნქციებს და პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვს აგროკულტურის მიწისზედა და მიწისქვეშა ორგანოების ფუნქციონირებაში.

მარცვლეული და სხვა კულტურების ფესვთა სისტემის მასა ნიადაგის ზედა ფენაში იზრდება საკმარისი ატმოსფერული ნალექებით უზრუნველყოფის ან მელიორაციული (ირიგაციული) ღონისძიებების ჩატარების შედეგად. თუმცა, გასათვალისწინებელია, რომ ნიადაგის ღრმა ფენაში წყლის შეღწევა, ნიადაგის ზედა ფენაში საკმაო ტენიანობის დაგროვებისას შეიძლება შესუსტდეს. ცნობილია, რომ ნიადაგის მაღალი ტენიანობისას ფესვების სიგრძეში ზრდა მცირდება, ხოლო მათი დატოტვა ძლიერდება. აღნიშნული პროცესი პირიქით მიმდინარეობს, როცა ნიადაგი ნაკლებად არის უზრუნველყოფილი ტენით, მაშინ ფესვის განვითარება მიმდინარეობს სიგრძეში და ღრმად ნიადაგში. მცენარეთა ზრდის პროცესში წყალი ასრულებს უჯრედების გაწვდის (გადიდების) ფუნქციას. ცალკეულ შემთხვევებში ნიადაგის სიმშრალე ანელებს ზრდას, რადგან უჯრედების სრული გადიდება არ მიმდინარეობს. მცენარის მიწისზედა ნაწილების ზრდა უმთავრესად ხდება ღამით, როცა წყლის მიწოდება მცირდება ტრანსპირაციიდან და იწყება ტურგენსცენციის აღდგენა. მცენარეთა წყლით უზრუნველყოფის ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან მაჩვენებელს წარმოადგენს მშრალი ნივთიერების დაგროვება.

მცენარეთა მასის უდიდესი ნაწილი წყალია. განსაკუთრებული რაოდენობით მას პროტოპლაზმა შეიცავს, საშუალოდ - 85-90%. დიდი რაოდენობით წყალს შეიცავს აგრეთვე წვნიანი ნაყოფი (85-95%), ნორჩი ფოთოლი შეიცავს - 80-90%, ფესვები - 70-95%, ნედლი ხის მერქანი 50%, მომნიშვნელოვანი თესვები - 10-15%, ხოლო ზოგიერთი ზეთოვანი კულტურის თესვები - 5-7%.

სავეგეტაციო პერიოდში ნიადაგის ტენის მარაგის ძირითად წყაროს ატმოსფერული ნალექები წარმოადგენს. კერძოდ, მათი რაოდენობა (მმ), მოსვლის სიხშირე, ინტენსივობა, სხვა მეტეოროლოგიურ ფაქტორებთან (ტემპერატურა, ქარი) ერთად განსაზღვრავენ აგროკულტურების ზრდა-განვითარებასა და პროდუქტიულობას. წყალი ტრანსპირაციისა და კონდენსაციის შედეგად ატმოსფერული ნალექების სახით გვევლინება (ნახ. 6.1.1).



ნახ. 6.1.1 წყლის ბუნებრივი ციკლი

ატმოსფერული ნალექები ორი სახისაა: ატმოსფერული ნალექები, რომლებიც წარმოიქმნება ჰაერში სხვადასხვა სიმაღლეზე და მოდის ღრუბლებიდან დედამიწაზე (წვიმა, თოვლი, ხორხოშელა, სეტყვა) და ნალექები, რომლებიც წარმოიქმნება უშუალოდ მიწის ზედაპირზე, მასზე არსებულ საგნებზე ან მცენარეული ზედაპირის საფარზე წყლის ორთქლის კონდენსაციით ან სუბლიმაციით, რომელიც ილექება მათ ზედაპირებზე სითხის ან მკვრივი ფორმის სახით (ნამი, თრთვილი, ყირხლი, ლიპყინული).

ატმოსფერული ნალექების განაწილება განაპირობებს მცენარის ტენით უზრუნველყოფის ხარისხს.

ცხრილი 6.1.1-ში მოცემულია ზოგიერთი აგროკულტურისათვის საჭირო ატმოსფერული ნალექების ჯამები (მმ).

ცხრ. 6.1.1 ზოგიერთი აგროკულტურისათვის საჭირო ატმოსფერული ნალექების ჯამები (მმ) თბილ პერიოდში (IV-X)

აგროკულტურა	ნალექების ჯამი (მმ)	აგროკულტურა	ნალექების ჯამი (მმ)
საშ. ხორბალი, საგაზ. ხორბალი, ქერი, ჭვავი, შვრია	≥600	ატამი, ბრონეული, ვაშლი, ქაცვი	≥400
სიმინდი, წინიბურა	≥800	საზამთრო	≥800
ბარდა, ლობიო	≥700	გოგრა, პომოდორი	≥700
ჩაი	≥900	ფეიჰოა	≥500

მზესუმზირა, თამბაქო	≥600	კივი (აქტინიდია), თხილი, კაკალი	≥600
სოია	≥800	ვაზი	≥600
კარტოფილი, სტა-ვილო, სუფრის ქარხალი	≥600	მანდარინი, ფორთოხალი, ლიმონი, გრე-იპფრუტი	≥1000

ნიადაგში ტენის მარაგს თოვლიც წარმოადგენს, რომელიც დნობის შემდეგ იქცევა მცენარეების წყლით მომარაგების წყაროდ. ნიადაგში ტენიანობის ნაკლებობა ან სიჭარბე უარყოფით გავლენას ახდენს მცენარეებზე, ამიტომ საჭიროა მისი ნორმის დადგენა. ნიადაგში ტენის მარაგი დამოკიდებულია ნიადაგის სტრუქტურაზე, ტენის შეთვისებასა და გამტარიანობაზე, აერაციაზე, ტენტევადობაზე. ტენი ნიადაგში ცვალებადია დროსა და სივრცეში და განსხვავდება კლიმატური ზონების მიხედვით.

აგროკულტურების წყლის მარაგის პირობების შეფასება, რომელთა ზრდა-განვითარება მიმდინარეობს სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებზე, შეიძლება მოვახდინოთ მხოლოდ პროდუქტიული ტენის მარაგის მიხედვით.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. როგორია წყლის გავლენა აგროკულტურების ფიზიოლოგიურ პროცესებზე?
2. რა სახის ნალექები წარმოიქმნება ატმოსფეროდან და როგორია სავეგეტაციო პერიოდში აგროკულტურების ტენით უზრუნველყოფა?
3. ახსენით რა განაპირობებს ნიადაგში ტენის მარაგს და ნიადაგის რომელი თვისებები უზრუნველყოფენ მათ დაგროვებას.

6.2 ნიადაგის წყლის ფორმები და მცენარეთა ეკოლოგიური ჯგუფები წყლის რეჟიმისადმი მოთხოვნილების მიხედვით

ნიადაგში არჩევენ წყლის შემდეგ ფორმებს (ვ.კოვდა):

- *ორთქლისებური წყალი* – იგი მუდამ იმყოფება ნიადაგის ჰაერში, რომელიც გაჟღენთილია წყლის ორთქლით დაახლოე-

ბით 100%-მდე. ნიადაგში მისი რაოდენობა იმდენად მცირეა, რომ პრაქტიკულად არავითარ როლს არ ასრულებს მცენარეების წყლით უზრუნველყოფაში.

- *ფიზიკურად დაკავშირებული (ბმული) წყალი* – იგი აბსკისებურად ეკვრის ნიადაგის ნაწილაკებს. არსებობს ორი სახის: მტკიცედ დაკავშირებული (ჰიგროსკოპული), რომელიც ნიადაგის ნაწილაკების ზედაპირზე ძალზე მტკიცედ არის შეკავშირებული და მცენარეებისათვის სრულიად მიუწვდომელია და მეორე, ფხვიერ-ბმული წყალი, რომელსაც გააჩნია უმნიშვნელო სიჩქარით გადაადგილების უნარი. აქედან გამომდინარე იგი მცენარეებისათვის მისაწვდომია.
- *ქიმიურად დაკავშირებული (ბმული) წყალი* – ამ ფორმის წყალი შედის ნიადაგის მინერალების შემადგენლობაში და მცენარეებისათვის სრულიად მიუწვდომელია. ასეთი წყლის ზონაში მცენარეთა ფესვთა სისტემა განიცდის წყლის დეფიციტს და დროზე თუ არ მიეწოდა წყალი იგი შესაძლებელია დაიღუპოს.
- *კაპილარული წყალი* – იგი დაკავშირებულია ნიადაგის ფორებში კაპილარულ-მენისკური ძალებით. კაპილარული წყალი მოძრავია. მის გადაადგილებას გააჩნია უნარი უზრუნველყოს წყლის მარაგის შევსება მცენარეების მიერ ინტენსიური მოთხოვნილებისას ან ფიზიკური აორთქლებისას. კაპილარულ წყალში იხსნება ორგანული და მინერალური ნაერთები და კარგად ხდება მათი ერთმანეთში შერევა. ნიადაგში კაპილარული წყლის გადაადგილების სისწრაფე და მოძრაობა დამოკიდებულია ნიადაგის ტენიანობაზე და მის სხვა ფიზიკურ თვისებებზე. თუ ნიადაგის ტენიანობა მაღალია, მაშინ კაპილარული წყლის მოძრაობა დაჩქარებულია, ხოლო ტენიანობის შემცირებისას ხსნარის კაპილარული გადაადგილების სიჩქარე ეცემა. თიხნარ ნიადაგებს მეტი უნარი აქვს გადაადგილოს წყალი დიდ მანძილზე.
- *ნიადაგის თავისუფალი წყალი* – მას აქვს უნარი ვერტიკალურად გადაადგილებისა სიმძიმის ძალის ქვეშ. გამოირჩევა ხსნადობის ეფექტურობით, მასთან ერთად გადაადგილდება გახსნილ მდგომარეობაში მარილები და კოლოიდური ხსნარები. თავისუფალ წყალს, შეუძლია გამოიწვიოს ტენის სიჭარბე და დაჭაობებაც კი. ნიადაგის თავისუფალ წყალს ძირითადად ყოფენ გრავიტაციულ და გრუნტის წყლად. გრა-

ვიტაციული წყლის თვისებაა ჩამავალი ან გვერდითი მიმართულებით გამოყოფა, რომელმაც შეიძლება მიაღწიოს გრუნტის წყლის ზედაპირს და ასწიოს მისი დონე. გრუნტის წყალი წარმოიქმნება ნიადაგის ყველა ხვრელების (ღრმულების) თავისუფალი წყლით შევსებისას, ან ღრმა მიწისქვეშა წყლების შედეგად. გრუნტის წყლების მალა დგომის დროს ნიადაგში შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ანაერობულ პროცესებს, ხოლო არიდულ (მშრალ) კლიმატურ პირობებში ზედაპირიდან ხანგრძლივი აორთქლებისას ნიადაგში გროვდება დიდი რაოდენობით მარილები. ყველაზე დაბლობ ადგილებში გრუნტის წყლების დონემ შეიძლება მიაღწიოს ნიადაგის ზედაპირთან ახლოს (1-1.5 მეტრამდე) და უზრუნველყოს მცენარეები ტენით. ზოგჯერ წყალი მცენარეებისათვის მიუწვდომელია, ეს ის შემთხვევაა, როცა ის იმყოფება 12-15 მეტრ სიღრმეზე. მაგრამ არიან მცენარეთა ისეთი სახეობები, რომლებიც ასეთი სიღრმიდან თავიანთი ფესვებით იღებენ წყალს. ამ შემთხვევაში მნიშვნელოვანია გრუნტის წყლების მინერალიზაცია. რაც უფრო მაღალია მარილების კონცენტრაცია, მით უფრო ნაკლებ მისაწვდომია წყალი მცენარეებისათვის. წყალში მარილების შემცველობის ოპტიმალურ კონცენტრაციად ითვლება 0.5-0.3 გ/ლ, ხოლო 12-15 გ/ლ იწვევს მცენარეების დაკნინებას. წყალში 30-50 გ/ლ კონცენტრაციის მარილების შემცველობა და მეტიც შეუძლია გამოიყენოს, მხოლოდ ჰალოფიტმა მცენარეებმა. უნდა აღინიშნოს, რომ გრუნტის წყალი, რაც უფრო მტკნარია და მაღალია მისი დონე, მით უფრო ეფექტურია მისი გამოყენება მცენარეების ტენით უზრუნველყოფაში. ზოგჯერ გრუნტის წყლების დონის შემცირება, შესაძლებელია გამოწვეული იყოს მცენარეების მიერ წყლის ხარჯვით (ტრანსპირაციის დროს), რაც ამცირებს დაჭაობების პროცესს (ხშირი ნარგაობისას). არიდულ ზონაში, ასეთი პირობების დროს მოსალოდნელია ნიადაგის დამლაშება, რომელიც შეიძლება გამოვლინდეს შემოდგომაზე, ტრანსპირაციის მნიშვნელოვნად შემცირებისას.

წყლის რეჟიმისადმი მცენარეთა ეკოლოგიურ ჯგუფებს განსხვავებული მოთხოვნილება გააჩნიათ, რის მიხედვითაც იყოფიან სამ ძირითად ეკოლოგიურ ჯგუფად – ჰიგროფიტები,

ქსეროფიტები და მეზოფიტები. გამოყოფენ აგრეთვე განსაკუთრებულ ჯგუფს – ჰიდროფიტებს.

ჰიგროფიტები. ამ ჯგუფის მცენარეები ნორმალურად იზრდებიან ხელსაყრელ ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში, სადაც უზრუნველყოფილი არიან საკმარისი ჰაერის ფარდობითი ტენიანობით. მათი სახეობები უმეტესად გავრცელებულია ტროპიკებში. ზომიერი ზონის ჰიგროფიტები იყოფა ორ ჯგუფად (ი.კულტიასოვი): 1. წვრილფოთლიანი ჩრდილის ჰიგროფიტები, რომლებიც კარგად ვითარდებიან, როცა მინისპირა ჰაერის ფენაში შენარჩუნებულია ტენი. ისინი სწრაფად ჭკნებიან მშრალი ჰაერის პირობებში; 2. ღია ადგილის სინათლის ჰიგროფიტები. ისინი მუდმივად მოითხოვენ ნიადაგში და ჰაერში მაღალ ტენიანობას (ბრინჯი და სხვა), ცუდად ეგუებიან წყლის რეჟიმის ცვლილებას.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჩრდილის ჰიგროფიტები ტრანსპირაციას ცუდად აწარმოებენ მზეზე, ხოლო სინათლის ჰიგროფიტები პირიქით.

ქსეროფიტები. აღნიშნული ეკოლოგიური ჯგუფის მცენარეები განსხვავდებიან ჰიგროფიტებისაგან. მათ გააჩნიათ უნარი დაუზიანებლად გადაიტანონ ჰაერისა და ნიადაგის ხანგრძლივი სიმშრალე (ჭვავი, ქერი, ზოგიერთი ხორბლის ჯიში, ნუში, ზეთის ხილი, ქლიავი და სხვა). ქსეროფიტ მცენარეებს შორის გამოყოფენ ორ ჯგუფს: სუკულენტებს და სკლეროფიტებს.

სუკულენტები მრავალწლიანი, წვნიანი და რბილობიანი მცენარეებია (აგავა, ალოე, კაქტუსი და სხვა). ისინი, ძირითადად (კაქტუსი) ცენტრალური ამერიკის უდაბნოს და ნაწილობრივ სამხრეთ აფრიკის მცენარეებია. სუკულენტებისათვის ერთ-ერთი დამახასიათებელი თვისებაა წყლის გარკვეული რაოდენობის დაგროვება და მისი საიმედოდ დაცვა, რომელსაც შემდგომ ეკონომიურად ხარჯავენ. ამასთანავე, ისინი ტრანსპირაციას აწარმოებენ ძალზე შეზღუდულად, რადგან დღისით ხურავენ ბაგეებს, რაც ხელს უწყობს მათ წყლის განსაკუთრებულად (ეკონომიურად) ხარჯვაში.

სკლეროფიტების ჯგუფის მცენარეები სრულიად განსხვავდება სუკულენტებისაგან. წყლით სრული უზრუნველყოფის პირობებშიც კი მცირე წყალს ითვისებენ. სკლეროფიტები გამოირჩევიან ჭკნობისადმი მაღალი გამძლეობით. მათ შეუძლიათ თითქმის შეუმჩნევლად, დაუზიანებლად გადაიტანონ წყლის

დაკარგვა 25%-ის შემთხვევაში, რომლის დროს ძლიერ შრება მცენარე, თუმცა მათი ციტოპლაზმა სიცოცხლისუნარიანობას ინარჩუნებს. ასეთი შემთხვევა სხვა ჯგუფის მცენარეებისათვის ლეტალურია. სკლეროფიტების ჯგუფის მცენარეების უჯრედების წვენს გააჩნიათ მაღალი ოსმოსური წნევა, რაც საშუალებას აძლევს მათ გაადიდონ ფესვთა სისტემის შემწოვი ძალა და შეითვისონ წყალი საკმაოდ მშრალი ნიადაგებიდანაც კი.

მაშასადამე, ქსეროფიტების ძირითად თვისებას მათი მაღლი გვალვაგამძლეობა წარმოადგენს, რომელიც დამოკიდებულია ციტოპლაზმის თავისებურებაზე და გააჩნიათ უნარი წვიმის შემდეგ ეფექტურად გამოიყენონ ტენი.

მეზოფიტები. ამ ჯგუფის მცენარეები წყალზე მოთხოვნილების მიხედვით იმყოფებიან ჰიგროფიტებსა და ქსეროფიტებს შორის. მათ მიეკუთვნება: ფოთლოვანი ხე-მცენარეები, როგორც ტყის, ისე კულტურული ჯიშები, აგრეთვე მინდვრისა და ტყის ბალახეული მცენარეები. ისინი გავრცელებულია სხვადასხვა კლიმატურ ზონებში.

ჰიდროფიტები. ისინი ნორმალურად ვითარდებიან წყალში, ხოლო ხმელეთზე წარმოქმნიან ფესვებს, მიუხედავად ნიადაგის ქარბტენიანობისა. გამოყოფენ ჰიდროფიტების სამ ჯგუფს: 1. წყლის ზედაპირზე მოტივტივეები, რომელთაც კონტაქტი აქვთ მხოლოდ წყალთან და ჰაერთან; 2. წყალში ჩაძირულად „მოტივტივე“, ე.ი. კონტაქტი აქვთ მხოლოდ წლის გარემოსთან და ირჩევენ კარგ განათებას და ჰაერაციას წყლის ფენაში; 3. წყალში ჩაძირული და დაფესვიანებული, რომელსაც კონტაქტი აქვს წყალთან და ნიადაგთან; 4. „ამფიბიები“, რომლებსაც ლეროები და ფოთლები საკმაოდ მაღლა აქვთ ამოწეული წყლის ზედაპირზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჰიდროფიტი მცენარეების ოსმოსური წნევა ძალზე დაბალია. ტენიანობის შემცირებისას სწრაფად ქვებიან და ილუპებიან. აღნიშნული ჯგუფის სახეობათა უმრავლესობა ვეგეტატიურად მრავლდება, რაც უზრუნველყოფს მათ სწრაფ გავრცელებას (ელოდია და სხვა).

❖ *კითხვები თვითშემოწმებისათვის*

1. *განიხილეთ ნიადაგში წყლის ფორმები შესაბამისი დამახასიათებელი თვისებებით.*

2. რა თვისებებით ხასიათდებიან მცენარეთა ეკოლოგიური ჯგუფები, რომლებიც მიეკუთვნებიან: ჰიგროფიტებს, ქსეროფიტებს, მეზოფიტებს და ჰიდროფიტებს?

6.3 აგროკულტურების მიერ წყლის შეთვისების კავშირი გარემო პირობებთან

მცენარე ზრდა-განვითარებისთვის საჭირო პირობების შესაწარმად ფესვების საშუალებით განუწყვეტლივ იღებს წყალს ნიადაგიდან. მას შეუძლია წყლის მიღება ასევე ყველა მიწისზედა ნაწილებიდან, თუმცა ძირითადად წყლის უდიდეს ნაწილს იღებს ფესვების საშუალებით (უმალეს საფეხურზე მდგომი მცენარეები). ის მცენარეები, რომლებიც მოკლებული არიან ფესვთა სისტემას (დაბალ საფეხურზე მდგომი მცენარეები) წყლის შეწოვას აწარმოებენ მიწისზედა ნაწილებით. ზოგიერთ მცენარეს შეუძლია გაზარდოს თავისი ფესვების შემწოვი ძალა და ნიადაგიდან შეითვისოს წყალი დიდი რაოდენობით (ბალახეული მცენარეები).

მცენარეთა ფესვთა სისტემას ახასიათებს წყლის მოპოვების განსაკუთრებული შესაძლებლობა. კერძოდ, როცა წყლის მარაგი ფესვების გარშემო იწურება, მათ შეუძლიათ ფესვების გაზრდით გაადიდონ მათი ზედაპირის აქტიურობა. მაგრამ, თუ ნიადაგი ძლიერ გამოშრა, შეიძლება ზოგიერთი ფესვი დაიღუპოს. ასეთ შემთხვევაში, სხვა ადგილას, ხდება რამდენიმე მეტრი სიგრძის ფესვის წამოზრდა, რომელიც საკმაოდ იტოტება. ასეთი თვისება გააჩნიათ იმ მცენარეებს, რომლებიც იზრდებიან მშრალი ზონის პირობებში.

მცენარეებში წყლის შეღწევა ძირითადად დამოკიდებულია ნიადაგის ტემპერატურაზე, რადგან იგი გავლენას ახდენს მოქმედ შემწოვ ფესვებზე და ნიადაგში წყლის მოძრაობაზე. მცენარეები შედარებით თბილი ნიადაგებიდან ადვილად იღებენ წყალს, ვიდრე ცივი ნიადაგებიდან. ამ უკანასკნელის შემთხვევაში უარესდება ფესვთა სისტემის ზრდა. ვლარხერის მიხედვით, მრავალ ხემცენარეს და ბალახოვან მცენარეებს ტემპერატურის აწევას, რამდენიმე გრადუსამდე (0°C მაღლა), მნიშვნელოვნად უმცირდებათ წყლის შთანთქმა. მცენარეები, რომლებიც ადრე იწყებენ ვეგეტაციას, როგორც წესი, ნაკლებად ზიანდებიან და-

ბალი ტემპერატურისაგან, ვიდრე მცენარეები, რომლებიც გვიან იწყებენ ვეგეტაციას. ბალჩეული და ზოგიერთი პარკოსანი მცენარეები - კიტრი, გოგრა, პომიდორი, ლობიო და სხვა ნიადაგის 5°C და უფრო დაბალი ტემპერატურისას, წყლის შენთვის წყვეტენ. ტუნდრისა და ტყის მცენარეებს, შეუძლიათ შეინოვონ წყალი ნიადაგის 0°C -მდე შემცირებისას. როცა წყალი გაყინულია ნიადაგის ფორებში -1°C ტემპერატურის დაბლა, მცენარეებს უკვე აღარ შეუძლიათ წყლის შთანთქმა.

აღნიშნული ნიადაგიდან წყლის შენთვის პროცესთან ერთად არანაკლებ მნიშვნელოვანია ტრანსპირაციის პროცესი. ამ უკანასკნელის დროს წყალი, რომელიც უჯრედებს შორის შესულია ორთქლის მსგავს მდგომარეობაში, ბაგეების საშუალებით ორთქლდება და უერთდება ატმოსფეროს.

ტრანსპირაციის ინტენსივობა დამოკიდებულია ბაგეების აპარატის მუშაობაზე, რომელზეც მრავალი ფაქტორი მოქმედებს (ტემპერატურა, სინათლე, ჰაერის ტენიანობა, მცენარის წყლით უზრუნველყოფა, ფოთლის ასაკი და ა.შ.). მაქსიმალური განათებისას და მცენარეთა წყლით უზრუნველყოფის შემთხვევაში ბაგეები ფართოდ იხსნება. მაღალი ტემპერატურა აჩქარებს ბაგეების გახსნას, დაბალი ტემპერატურისას ძალიან ნელა და არასრულად ხდება მათი გახსნა, ხოლო უარყოფითი ტემპერატურის შემთხვევაში ბაგეები საერთოდ არ იხსნება.

მცენარის მშრალ მასაზე ტრანსპირაციის გაანგარიშება ხდება ტრანსპირაციის კოეფიციენტით, რომელიც გვიჩვენებს, თუ რა რაოდენობის (გრ) წყალი დახარჯა მცენარემ ორგანულ ნივთიერებათა მშრალი მასის ერთეულის შექმნაზე. ტრანსპირაციის კოეფიციენტი იზრდება პირობების გაუარესებისას, რაც იმას ნიშნავს, რომ მცენარე ამ დროს მეტ წყალს იყენებს მშრალი ნივთიერების შექმნაზე (ფიტომასაზე), ვიდრე იგი საჭიროა ოპტიმალურ პირობებში. ჰაერის ტენიანობის დეფიციტისა და ტემპერატურის გაზრდისას, ტრანსპირაცია წარმოებს სწრაფად. ასეთ პირობებში, თუ მცენარეები წყლით უზრუნველყოფილი არიან ფოტოსინთეზი წარმატებით მიმდინარეობს.

მცენარის ფოთლებიდან ტრანსპირაციის დროს ფოთლების ტემპერატურა ეცემა ჰაერის ტემპერატურამდე ან უფრო დაბლა. მაგალითად, ფოთლის ზედაპირის (დ.გეიტსი) 1 სმ^2 -დან 0.5 მგ წყლის აორთქლება 15°C -ით დაბლა წევს ფოთლის ტემპერატურას. ჰაერის დაბალი ტენიანობის პირობებში, როცა მცე-

ნარეები უზრუნველყოფილი არიან წყლით, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ტრანსპირაციის გამაგრებელი ეფექტი მაღალი ტემპერატურის დროს. თუმცა, ეკოლოგიურად ეს პროცესი ყოველთვის არ ასრულებს ასეთ მნიშვნელოვან როლს. მაგალითად, ჰაერის მაღალი ტემპერატურის შემთხვევაში, მცენარეების ძლიერ გადახურება დაკავშირებულია წყლით მომარაგების პრობლემასთან და სწორედ ასეთ შემთხვევაში, მცენარე გადახურებისას ზღუდავს ტრანსპირაციას ბაგეების დახურვით.

ტრანსპირაციაზე საკმაოდ ძლიერ გავლენას ახდენს ისეთი ეკოლოგიური ფაქტორი, როგორცაა ქარი. მცენარის ფოთოლი, რომელიც აწარმოებს ტრანსპირაციას, წყნარ ამინდში მის ირგვლივ წარმოიქმნება ტენიანი ჰაერისაგან „გარსი“, რაც იწვევს ტრანსპირაციას. ამ უკანასკნელის გაძლიერება მჭიდროდ არის დაკავშირებული, ასევე ფოთლის ტემპერატურის გადიდებასთან. მაშასადამე, ტრანსპირაციის ინტენსივობა ძირითადად დამოკიდებულია გარემო ფაქტორებზე, ისინი გავლენას ახდენენ ტენის აორთქლების პროცესზე.

ცხრილი 6.3.1-ში მოყვანილია წყლის საშუალო ხარჯვა მშრალი ნივთიერების დაგროვებისას აგროკულტურების მიხედვით.

ცხრ. 6.3.1 წყლის საშუალო ხარჯვა მშრალი ნივთიერების დაგროვებისას (1 გრ მშრალი ნივთიერების შექმნაზე სატრანსპირაციო წყლის (გრ) ხარჯვა)

აგრო-კულტურა	საშ. წყალი (გრ)	აგრო-კულტურა	საშ. წყალი (გრ)
ხორბალი	540	მზესუმზირა	600
ჭვავი	630	საზამთრო	580
ქერი	520	ბამბა	570
შვრია	580	იონჯა	840
ბრინჯი	680	სამყურა	640
ლობიო	700	სიმინდი	370
კარტოფილი	640	ფეტვი	300

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ტრანსპირაციის კოეფიციენტის მაჩვენებელი აგროკულტურების მიხედვით განსხვავებულია. უნდა აღინიშნოს, რომ ყველაზე მაღალი ტრანსპირაციის

ინტენსივობას ფოთლის ზედაპირის ერთეულზე გადაანგარიშებით ავლენენ ჰიდროფიტი მცენარეები.

მეტეოროლოგიური პირობებიდან გამომდინარე, განსაკუთრებით სავეგეტაციო პერიოდში, აუცილებელი ხდება აგროკულტურების საჭირო წყლით უზრუნველყოფა. რისთვისაც გამოიყენება განსხვავებული სარწყავი სისტემები.

მორწყვითი ღონისძიება წარმოადგენს იმ ნიადაგების ხელოვნურად გატენიანების პროცესს, რომლებიც მუდმივად ან პერიოდულად განიცდიან მცენარის ზრდა- განვითარებისათვის საჭირო წყლის დეფიციტს. აღნიშნული ღონისძიების მიზანია აგროკულტურების მოსავლიანობის უზრუნველყოფა. სავეგეტაციის პერიოდში სარწყავი ნორმა არის წყლის ის რაოდენობა, რომელიც საჭიროა ერთი ჰექტარი ფართობის მოსარწყავად. რწყვის რეჟიმის დადგენა გულისხმობს მცენარის ზრდა განვითარებისათვის რწყვათა რაოდენობის და პერიოდულობის შერჩევას.

დამატებითი რწყვის ერთ-ერთი მეთოდია ტერიტორიის მორწყვა სარწყავი არხებით (თვითდინებით), ხელოვნური დასაწვინებელი აგრეგატებით და მექანიკური წყალმწვევებით.

ხელოვნური დაწვინებით მორწყვას დიდი უპირატესობა გააჩნია სხვა რწყვის მეთოდებთან შედარებით, რადგან მისი გამოყენება შესაძლებელია რთული რელიეფის პირობებში. ამ მეთოდის დადებით მხარედ ითვლება ის, რომ მისი გამოყენება ამცირებს ნიადაგის წყლისმიერ ეროზიას და დამლაშების საშიშროებას, რადგან ეფექტურია დამლაშებულ და ბიცობ ნიადაგებზე მარილების სიღრმეში ჩასარეცხად. ასევე, აუმჯობესებს ნიადაგის სრუქტურას, მცენარის ბიოლოგიურ თვისებებსა და ფოტოსინთეზის პირობებს. ფიონური ქარებისა და მალალი ტემპერატურის დროს წვეთების აორთქლება ახდენს მცენარის ზედაპირისა და მიმდებარე ჰაერის გაგრილებას, რაც ხელშემნობი ხდება მიკროკლიმატის გასაუმჯობესებლად.

ფერდობებზე ეფექტურია ხელოვნური დაწვინებისა და ტერასების მოწყობის ღონისძიებათა ერთობლივი ჩატარება, რაც ხელს უწყობს ნიადაგის ეროზიის თავიდან აცილებას და ამცირებს წყლის დანაკარგებს. დაწვინების სისტემები განსაკუთრებით რეკომენდებულია იმ შემთხვევაში, როცა ჰიდროლოგიური და ტოპოგრაფიული პირობები ქმნიან ბუნებრივი

დანევის პირობებს. აღნიშნულის მიზნით გამოიყენება რელიეფის უარყოფითი ფორმები (ტაფობები და სხვა). უნდა აღინიშნოს, რომ დანვიმებით მორწყვას ართულებს ძლიერი ქარები, რისთვისაც საჭირო ხდება ქარსაფარი ზოლების გაშენება.

რელიეფის ბუნებრივი ქანობის პირობებში რეკომენდებულია ზედაპირული თვითდინების მეთოდით მელიორაციული ღონისძიებების ჩატარება. რომელიც ძირითადად გამოიყენება რბილი და ერთგვაროვანი რელიეფის პირობებში, ასევე დამლაშებულ და ბიცობ ნიადაგებზე (მარილების სიღრმეში ჩასარეცხად) და ძლიერი ქარების გავრცელების ზონებში. მორწყვის ტექნიკის მიხედვით განასხვავებენ კვლებში (სათოხნი კულტურებისათვის, მაგალითად სიმინდისათვის) მიშვებით და დატბორვით მორწყვას.

წვეთოვანი რწყვა (სურათი 6.3.1) ერთერთი პროგრესული მეთოდი და წარმოადგენს ნიადაგქვეშა მორწყვის სახესხვაობას.



სურ. 6.3.1 წვეთოვანი რწყვა

წვეთოვანი რწყვა ახორციელებს ნიადაგის აქტიური ფენის დატენიანებას. ამ დროს მცენარის ყოველი ძირი დროის ერთეულში ღებულობს გარკვეული რაოდენობის წყალს. აღნიშნული ტექნოლოგიის გამოყენებისას შესაძლებელია როგორც მორწყვის ნორმების დაცვა, ასევე სარწყავი წყლის რეგულირება და მისი ზუსტი აღრიცხვა.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. განიხილეთ ფესვთა სისტემის როლი წყლის შენოვაში.
2. რა გავლენას ახდენს ნიადაგის ტემპერატურა ფესვთა შემწვოვ სისტემაზე?
3. რაში მდგომარეობს ტრანსპირაციის პროცესი და რას გვიჩვენებს ტრანსპირაციის კოეფიციენტი?
4. განმარტეთ რა გავლენა აქვს ქარს ტრანსპირაციაზე.
5. რომელი მეთოდებით ხდება აგროკულტურების დამატებით საჭირო წყლით უზრუნველყოფა?

თავი VII

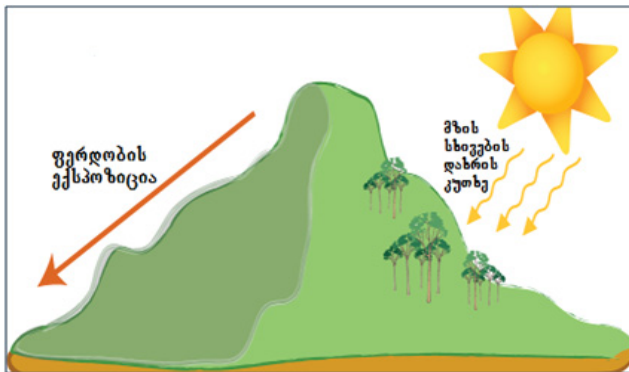
ორგრაფიული ფაქტორის ეკოლოგიური მნიშვნელობა

7.1 რელიეფის გავლენა აგროკულტურების გავრცელებაზე

ორგრაფიული ფაქტორთა ჯგუფი განსაზღვრავს დედამიწის ზედაპირის გარეგან ფორმას სხვადასხვა გამოვლინებით. ასეთებია: ადგილის რელიეფი, ადგილის სიმაღლე ზღვის დონიდან, ექსპოზიცია (მხარეების მიმართულება).

აღნიშნული ფაქტორები აგროკულტურებზე პირდაპირ გავლენას არ ახდენენ, თუმცა ისეთი პიდაპირმოქმედი ფაქტორები, როგორცაა კლიმატური და ნიადაგური არსებით ცვალებადობას განიცდიან დედამიწის ზედაპირის გარეგანი ფორმების მიხედვით. ე.ი. ორგრაფიული ფაქტორები აგროკულტურებზე გავლენას ახდენს პირდაპირმოქმედი ფაქტორების გადანაწილებითა და შეცვლით.

აგროკულტურების გავრცელებასა და განვითარებაზე ზეგავლენას ახდენს მათი ადგილმდებარეობა, რადგან რელიეფი მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს პირდაპირმოქმედი ფაქტორების (სითბო, სინათლე, ტენი) ინტენსივობას (ნახ. 7.1.1).



ნახ. 7.1.1 ფერდობის მიკროკლიმატი

რელიეფი პირდაპირ ზემოქმედებას არ ახდენს, მაგრამ ის უნდა ჩაითვალოს, როგორც არაპირდაპირმოქმედი ფაქტორი.

გამოყოფენ რამდენიმე სახის რელიეფს: 1. მაკრორელიეფი - მთები, მთებს შორის დაქანებები; 2. მიკრორელიეფი - უსწორმასწორო ადგილები; 3. მეზორელიეფი - ხრამები, ბორცვები. რელიეფის ეს ფორმები თავისებურ როლს ასრულებენ ეკოლოგიური ფაქტორების ფორმირებაში. ისინი მნიშვნელოვნად ცვლიან მათ, რაც შემდგომში ასახვას პოულობს მცენარეთა ცალკეული სახეობების განვითარებასა და გამრავლებაში.

რელიეფის ცვალებადობა არსებით ზეგავლენას ახდენს აგროკულტურების მოსავლიანობაზე, ხარისხობრივ და ბიოქიმიურ მაჩვენებლებზე. აღნიშნულს ადასტურებს ჩატარებული გამოკვლევები (ე.გუგავა). გეოგრაფიული ფაქტორების ზეგავლენისას ხორბლის თესლის მაჩვენებელზე გამოვლენილია გარკვეული კანონზომიერებები. კერძოდ, მაღალ ზონაში დაბალია თესლის გაღივებისა და აღმოცენების უნარი, ვიდრე დაბალ ზონაში. აქედან გამომდინარე, ეკოლოგიურ-გეოგრაფიული ფაქტორის გათვალისწინებით, სათესლე მასალად, მაგალითად ხორბლის შემთხვევაში აღმოსავლეთ საქართველოს პირობებისათვის გამოყენებული უნდა იქმნას შედარებით დაბალ ზონაში მიღებული სათესლე მასალა.

მაღალმთიან რაიონებში მცენარეული საფარის განვითარება მიმდინარეობს სრულიად განსხვავებულ ეკოლოგიურ პირობებში (დაბალი ტემპერატურა, მაღალი მზის რადიაცია, ქარი ან მშრალი ტენიანობა), რაც საგრძნობლად ცვლის სტაბილურ მდგომარეობას.

რელიეფის როლი ტემპერატურის განაწილებაში განსაკუთრებულია, მაშინ თუ რელიეფი ძალზე დიდი ფორმისაა (მთები). მთებში ჰაერის ტემპერატურა ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით საშუალოდ 0.6°C -ით მცირდება ყოველი 100 მ სიმაღლის მატებისას. ზამთარში ტემპერატურა მთებში გარკვეულ სიმაღლეზე იზრდება, რის შედეგადაც შემალღებულ ადგილებში ჰაერი თბილია, ველთან შედარებით. ამ მოვლენას ინვერსიას უწოდებენ. რელიეფის ჩაზნექილი ფორმისას (ქვაბურში) უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა მნიშვნელოვნად მცირდება, ხოლო რელიეფის ამოზნექილი ფორმისას (გორაკების, ფერდობების ზედა ნაწილები) იზრდება. ფერდობის ორიენტაცია გავლენას ახდენს ნაყინვებისაგან კულტურული მცე-

ნარეების დაზიანების ხარისხზე. სამხრეთ-აღმოსავლეთის ფერდობებზე მცენარეები წაყინვებისაგან შეიძლება უფრო მეტად დაზიანდნენ.

რელიეფის მიხედვით იცვლება აგრეთვე ნიადაგის ტენიანობის რეჟიმიც. რელიეფის დაბლობ ადგილებში (ხეობებში და ა. შ.) ტენიანობა უფრო მეტია, ვიდრე ვაკე ადგილებზე. თანაბარ პირობებში რელიეფის უარყოფითი ფორმის ნიადაგი ყოველთვის უფრო ტენიანია, რელიეფის დადებით ფორმასთან შედარებით. ჩაზნექილი ფერდობის ნიადაგის ტენიანობა მატულობს მწვერვალიდან ძირისაკენ, ამოზნექილი ფორმის შემთხვევაში კი ხდება პირიქით.

მცენარეთა საფარის მიკროსტრუქტურას მნიშვნელოვნად განაპირობებს მიკრორელიეფი. ისეთ მთიან ქვეყნებში როგორც საქართველოა, თავისი რთული რელიეფის გამო, ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით იქმნება ცვალებადი ნიადაგურ-კლიმატური რეჟიმი, ამიტომ მცენარეთა ეკოლოგიური ფაქტორების გადანაწილება საკმაოდ გართულებულია. თუ რელიეფი დაფარულია მცენარეული საფარით, ამ შემთხვევაში შეიძლება შეიქმნას საუკეთესო პირობები მცენარეთა განვითარებისა და გამრავლებისათვის (ბორჯომ-ბაკურიანის ტყეები). მცენარეული საფარით დაუფარავ რელიეფზე შედარებით გაძნელებულია სასურველი რეჟიმის შექმნა მცენარეთა ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის.

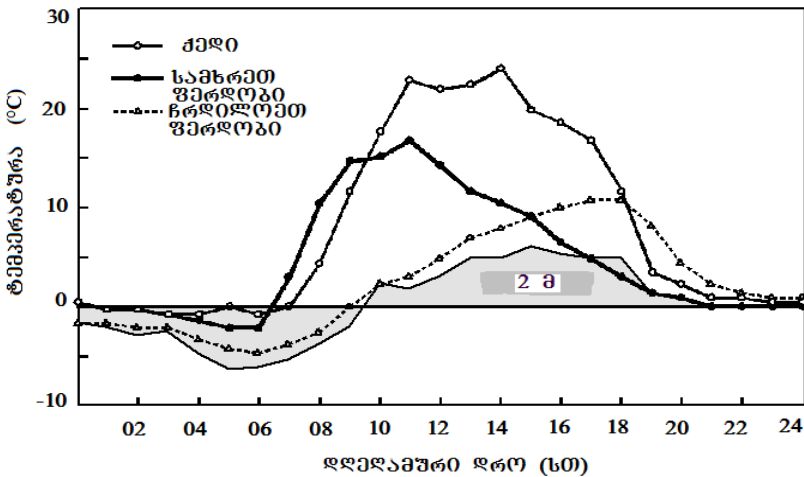
❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. რომელი ფაქტორები მიეკუთვნება ოროგრაფიული ფაქტორების ჯგუფს და რა როლი აქვს მათ აგროკულტურების განვითარება-გავრცელებაში?
2. განიხილეთ რელიეფის ტიპები და მათი როლი მცენარეთა განვითარებაში.
3. როგორია რელიეფის როლი ტემპერატურის განაწილებაში?
4. როგორია რელიეფის მიხედვით ტენიანობის რეჟიმი?
5. რა განაპირობებს მცენარეთა საფარის მიკროსტრუქტურას?

7.2 ექსპოზიციისა და ზღვის დონიდან სიმაღლის ეკოლოგიური მნიშვნელობა

მცენარეული საფარის ცვალებადობა მაღალმთიან პირობებში დაკავშირებულია ექსპოზიციასთან. სამხრეთის დაქანების ექსპოზიციის ფერდობებზე მეტია მზის რადიაცია, განათება, თუმცა დიდია აორთქლება და ტენი, ჩრდილოეთ ფერდობებთან შედარებით. განსხვავებულია ტენიანობის რეჟიმი, თოვლის დნობის სიჩქარე, ნიადაგის სითბური რეჟიმი და სხვა. ეს ყოველთვის ასახვას პოულობს მცენარეთა ზრდა-განვითარებაზე, განსხვავებულია მათი მორფოლოგიური ნიშნები ექსპოზიციიდან გამომდინარე, მცენარეთა სახეობრივი შედგენილობა და სხვა.

ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით, დიდი მნიშვნელობა აქვს ექსპოზიციას, განსაკუთრებით ზომიერ განედებში, გაზაფხულზე, როცა მცენარეები იწყებენ ვეგეტაციას. მინიმალური ტემპერატურები ყოველთვის აღინიშნება ჩრდილოეთის ექსპოზიციებზე. ფოთლის ტემპერატურა განსხვავდება ფერდობის ექსპოზიციის მიხედვით (ნახ. 7.2.1).



ნახ. 7.2.1 მცენარისათვის სასიცოცხლო პირობები (ცენტრ. ალპები, სიმაღლე 3185 მ ზღ.დონიდან)

ნახაზის მიხედვით, ჩრდილოეთ ფერდობზე თერმული დეფიციტი აშკარადაა გამოხატული.

მზის რადიაციის სიდიდე დამოკიდებულია არა მარტო ექსპოზიციასზე, არამედ ციკაბო ფერდობზე. მცენარეთა მიკროკლიმატიც ძლიერ არის დამოკიდებული მხარეების მიხედვით ორიენტაციასზე. მცენარე მზის ინსოლაციის შედეგად მხარეების მიხედვით სხვადასხვანაირად თბება. დღის პირველ ნახევარში უკეთესად თბება სამხრეთ-დასავლეთის მხრიდან.

ექსპოზიციის ეკოლოგიური როლი მნიშვნელოვნად გამოიხატება იმაში, თუ როგორ არის იგი მიმართული მხარეების მიხედვით. მაგალითად, ჩრდილოეთიდან სამხრეთის მიმართულებით თხემებზე ტემპერატურა ყოველთვის მაღალია, ვიდრე სნორ ზედაპირზე, ხოლო თხემებზე, რომლებიც მიმართულია დასავლეთიდან აღმოსავლეთით - დაბალია.

მთიან რეგიონებში მცენარეები წარმოდგენილი არიან დიდი მრავალფეროვნებით და თითქმის ყველა სასიცოცხლო ფორმით - ხეები, ბუჩქები, ნახევრადბუჩქები, ლიანები, ბალახები. მცენარეებში შეიძლება გამოიყოს როგორც დაბალი, ასევე მაღალმთიანი ჯგუფები, რაც განპირობებულია მათი მორფოლოგიური ნიშნებით. დაბალმთიანობა აიხსნება დაბალი ტემპერატურის არსებობით. მაგალითად, კავკასიის რეგიონში მრავალწლიანი ბალახების გადარგვის შემდეგ ტყეებიდან ალპურ ზონაში 2-3-ჯერ შემცირდა მათი სიმაღლე, ეს მოვლენა გამოვლენილი იქნა მოკლე დროში - მეოთხე წელს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ექსპოზიციის მიხედვით მკვეთრ ცვალებადობას განიცდის ყველა სასიცოცხლო პირობები. მაგალითად, განათების ინტენსივობა ყველაზე მაღალია სამხრეთის, ხოლო ყველაზე დაბალი ჩრდილოეთი ექსპოზიციის ფერდობზე. აღმოსავლეთისა და დასავლეთის ექსპოზიციებს გარდამავალი ადგილი უჭირავთ მათ შორის. ექსპოზიციის მიხედვით იცვლება როგორც აქტიური ტემპერატურათა ჯამი, ასევე ნიადაგის ტემპერატურაც. აღსანიშნავია, რომ ფერდობის ექსპოზიციის გავლენას ახდენს ეროზიული პროცესების განვითარებაზეც. ეროზიული პროცესები უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს სამხრეთი ექსპოზიციის ფერდობებზე, რომლის მიზეზიც თერმული პირობების ცვალებადობაა. ციკაბო ფერდობები უფრო ინტენსიურად განიცდის ჩამორეცხვას.

ზემოაღნიშნული საარსებო პირობების ცალკეადობის გათვალისწინება აუცილებელია აგროკულტურების გავრცელების დროს. კერძოდ, მაქსიმალურად უნდა იქნას გათვალისწინებული კულტურების ბიოეკოლოგიური თავისებურებანი.

ზღვის დონიდან სიმაღლე არაპირდაპირ მოქმედი ფაქტორია, თუმცა ამ ფაქტორის მიხედვით იცვლება განათების ინტენსივობა, სითბოსა და ტენის რეჟიმი, ქარის სიჩქარე, მიმართულება, ნიადაგის პირობები და სხვა, ანუ ეკოლოგიური ფაქტორების მთლიანობა.

სიმაღლის ზრდის მიხედვით მთებში სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა მოკლდება, ისე რომ მაღალმთის ზონაში ზაფხული თითქმის არ იგრძნობა. აქ ტემპერატურის მაჩვენებლებით გაზაფხულიდან უშუალოდ შემოდგომაზე გადასვლა ხდება.

ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით იცვლება ნალექების რაოდენობა და მათი ინტენსივობა. სიმაღლის მიხედვით მათი წლიური რაოდენობა გარკვეულ სიმაღლემდე მატულობს, შემდეგ თანდათანობით მცირდება. ტემპერატურებისა და ნალექების ცვალებადობა გარკვეულ გავლენას ახდენს მცენარეებში ფიზიოლოგიური პროცესების მსვლელობაზე, ამიტომ მაღალმთიანი ზონის აგროკულტურები მკვეთრად განსხვავდება დაბლობის ზონის იმავე სახეობის აგროკულტურებისაგან. ეს განსხვავება აისახება მიღებულ მოსავალსა და მათ ხარისხში.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. *განმარტეთ ექსპოზიციის მნიშვნელობა ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით.*
2. *როგორი სასიცოცხლო ფორმით არის წარმოდგენილი მცენარეები მთიან რეგიონებში?*
3. *ახსენით ექსპოზიციის მიხედვით სასიცოცხლო პირობების ცვლილება.*
4. *გაანალიზეთ ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით სავეგეტაციო პერიოდი და ეკოლოგიური ფაქტორების მოქმედება.*

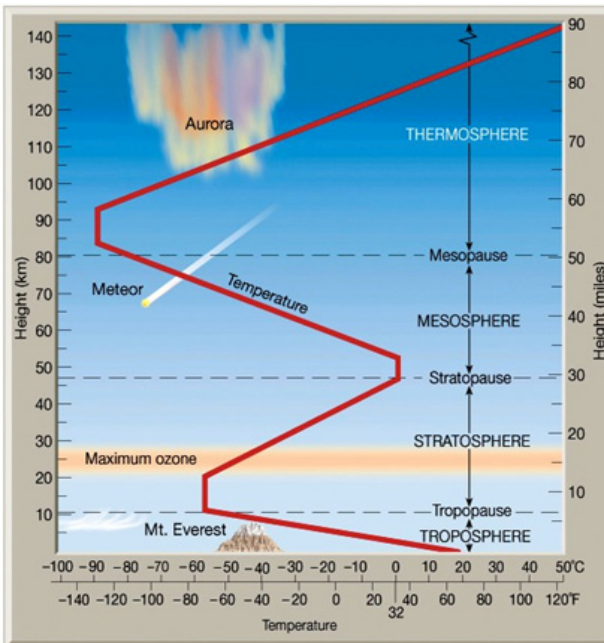
თავი VIII

ატმოსფეროს ჰაერის ეკოლოგიური მნიშვნელობა

8.1 ატმოსფეროს ჰაერის შედგენილობა და სტრუქტურა

ჰაერი წარმოადგენს იმ ეკოლოგიურ გარემოს, სადაც აქტიურად მიმდინარეობს აგროკულტურების ზრდა-განვითარება. მისი მოქმედება კულტურებზე მიმდინარეობს როგორც აირების შემცველობით, ასევე ჰაერის მასების (ქარები) მოძრაობით.

დედამიწის ჰაეროვანი გარსი ერთგვაროვანი არ არის, იგი შედგება რამდენიმე ფენისაგან, რომლებიც ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდებიან სიმკვრივით, ტენიანობით, სითბოთი, ჰაერის ცირკულაციის ხასიათით და სხვა (ნახ. 8.1.1).



ნახ. 8.1.1 ატმოსფეროს აღნაგობა

ატმოსფეროს ქვედა, ანუ ძირითადი ფენა იწყება დედამიწის ზედაპირიდან და 8-10 კმ სიმაღლემდე ვრცელდება, იგი ტროპოსფეროს სახელწოდებითაა ცნობილი. ტროპოსფეროს ყველაზე დაბალი ფენა მინისპირა ფენაა, სადაც მიმდინარეობს ატმოსფეროს მნიშვნელოვანი პროცესები და შეიმჩნევა ისეთი მოვლენები, რომლებიც გარკვეულ გავლენას ახდენენ მცენარეთა ზრდა-განვითარებაზე. ჰაერის ტროპოსფერო ხასიათდება შემდეგი ფიზიკური თვისებებით და მოვლენებით:

- ❖ ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი დაახლოებით 0.6°C უდრის ე.ი. ჰაერის ტემპერატურა ყოველი 100 მ სიმაღლეზე 0.6°C -ით კლებულობს;
- ❖ წყლის ორთქლის დიდი ნაწილი მოქცეულია ამ ფენაში;
- ❖ ტროპოსფეროში ჰაერი მოძრაობს, როგორც ვერტიკალურად ისე ჰორიზონტალურად.

ტროპოსფეროს ზემოთ მდებარეობს ატმოსფეროს მეორე ფენა - სტრატოსფერო. იგი ვრცელდება 50-60 კმ-მდე. მისი დამახასიათებელი თვისება ის არის, რომ ტემპერატურა 30 კმ-მდე უცვლელი რჩება (-55°C), ხოლო 50 კმ სიმაღლეზე 0°C ტემპერატურას უტოლდება. ეს ფენა შეიცავს დიდი რაოდენობით ოზონს და ტემპერატურის მატებაც ამასთან არის დაკავშირებული. მომდევნო ფენას, რომელიც 50-60 კმ-დან 80-90 კმ-მდე ვრცელდება მეზოსფერო ეწოდება. ამ ფენაში, ტემპერატურა სიმაღლის ზრდასთან ერთად ეცემა და ზედა საზღვარზე -70 , -80°C უტოლდება. მეზოსფეროს შემდეგ დაახლოებით 800 კმ-მდე ვრცელდება თერმოსფეროს ფენა. ამ ფენაში მაღალი ტემპერატურა შეიმჩნევა, დაახლოებით 2000°C . შემდეგ ფენას, რომელიც 800 კმ-დან იწყება და ატმოსფეროს გარეგან გარს წარმოადგენს, ეგზოსფეროს უწოდებენ. მასში ჰაერი ძალზედ გაიშვიათებულია, ვრცელდება 2000-3000 კმ-მდე და თანდათანობით გადადის კოსმიურ სივრცეში.

ატმოსფეროს ჰაერი აირების შემცველობის მუდმივობით ხასიათდება. მშრალი ჰაერი შეიცავს 78% აზოტს, 21% ჟანგბადს, ხოლო დანარჩენი გაზების მინარევებზე პროცენტული შემადგენლობა ერთზე ნაკლებია.

ატმოსფეროს შემადგენელი გაზებიდან, სოფლის მეურნეობის თვალსაზრისით, ყველაზე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება აზოტს, ჟანგბადს, ნახშირორჟანგს და წყლის ორთქლს.

აზოტი - ჰაერში მისი დიდი რაოდენობით შემცველობის მიუხედავად, აზოტის შეთვისება მცენარის მიერ არ ხდება უშუალოდ ჰაერიდან. შეიძლება ითქვას, რომ ამ შემთხვევაში იგი სასიცოცხლო ფაქტორს არ წარმოადგენს (გამონაკლისია დაბალ საფეხურზე მდგომი მცენარეები). იგი მცენარის ნიადაგური კვების ერთერთი ძირითადი ელემენტია, რომელიც შედის მცენარეული და ცხოველური ცილების შემადგენლობაში. ატმოსფეროს თავისუფალი აზოტი დაკავშირებულია ნიადაგთან და ზოგიერთ ძირხვენოვან კულტურებთან, რაც ამდიდრებს ნიადაგს და ადვილად შესათვისებელს ხდის მას მცენარეებისათვის. ბუნებაში აზოტის წრებრუნვის პროცესი გამუდმებით მიმდინარეობს და ბიოლოგიური ფიქსაციის ხარჯზე ატმოსფეროს აზოტი გარდაიქმნება ორგანულ ნივთიერებად.

ჟანგბადი - ატმოსფეროში მისი შემცველობა არ არის განსაზღვრული, მალიმიტირებელი, მაგრამ იგი მინისზედა მცხოვრებ მცენარეებისათვის საკმარისია. თესლებისა და ფესვებისათვის, მიკროორგანიზმებისათვის, რომლებიც იმყოფებიან ნიადაგში, ჟანგბადის რაოდენობის შემცველობა ხშირად წარმოადგენს მალიმიტირებელ ფაქტორს და მისი უკმარისობა ძლიერ გავლენას ახდენს მცენარეთა სიცოცხლეზე. მათი რაოდენობრივი უკმარისობა დამორგუნველად მოქმედებს მცენარეებზე. იგი მეტად საჭირო ელემენტია სუნთქვის, ლპობისა და წვის პროცესების მიმდინარეობისათვის. იგი ხელს უწყობს ნიადაგის ბაქტერიების მოქმედებას, ფესვთა სისტემის ზრდას და მცენარის ნიადაგურ კვებას. ჟანგბადი ქიმიურად აქტიური აირია, რომელიც შედის ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლების შემადგენლობაში.

გასათვალისწინებელია ის გარემოება, რომ ფოტოსინთეზირებული ჟანგბადის უდიდესი ნაწილი წარმოქმნილი ბიომასის უტილიზაციაზე იხარჯება. თუ მხედველობაში მივიღებთ გლობალური მასშტაბით შექმნილ ეკოლოგიურ მდგომარეობას, მომავალში ფოტოსინთეზირებული ჟანგბადის რაოდენობის მომატება მოსალოდნელი არ არის. აქედან გამომდინარე, აქტუალური ხდება ჟანგბადის შესაძლო დეფიციტის საკითხი. თუმცა აღნიშნული ცვლილებები მოცემულ ეტაპზე არ ფიქ-

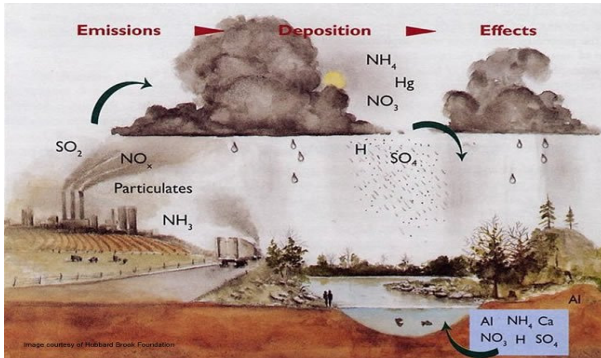
სირდება. მიუხედავად ამისა, მომავალში გართულებების თავიდან აცილების მიზნით, ფოტოსინთეზის არსებული დონის შესანარჩუნებლად საჭიროა, როგორც მწვანე საფარის შენარჩუნება და ოკეანის დაცვა დაბინძურებისაგან, ასევე თბოენერგეტიკის წილის შემცირება.

ნახშირორჟანგი - წარმოადგენს მცენარის ჰაერიდან კვების და აგროკულტურების მოსავლის ფორმირების მნიშვნელოვან ფაქტორს. მწვანე მცენარეულობა სინათლის ენერჯის დახმარებით ახდენს ნახშირორჟანგისა და წყლის სინთეზს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ორგანული ნივთიერება. ცხოველების სუნთქვის, ორგანული ნივთიერებების წვისა და გახრწნის შედეგად ატმოსფეროში გამოიყოფა ნახშირორჟანგი. აღნიშნული გაზის მომატება ატმოსფეროში (განსაზღვრულ დონემდე) ზრდის აგროკულტურების მოსავალს.

ნახშირორჟანგი უშუალოდ ნიადაგის ზედაპირზე 2-3-ჯერ მეტი რაოდენობითაა ვიდრე მცენარეულობის ზედაპირაზე. აღნიშნული გაზის არსებობას ატმოსფეროში დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის ფიზიოლოგიური პროცესებისათვის. ნახშირორჟანგი ძირითადად წარმოიქმნება ვულკანური ამოფრქვევებისა და სხვადასხვა ორგანული ნივთიერებების წვისა და სუნთქვის შედეგად. იგი მნიშვნელოვანი რაოდენობით მოედინება ნიადაგიდანაც. ამ გაზის შთანთქმა დიდი რაოდენობით ხდება ოკეანეებისა და მცენარის მწვანე ნაწილების მიერ. შთანთქმის შემდეგ მზის სხივების დახმარებით ნახშირორჟანგი იშლება, რის შედეგადაც მცენარეში წარმოიქმნება ნახშირწყლები და გამოიყოფა ჟანგბადი.

წყლის ორთქლს მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ატმოსფეროში. იგი განაპირობებს ღრუბლების წარმოქმნას და ატმოსფერული ნალექების მოსვლას, მოქმედებს მცენარეული საფარიდან აორთქლებაზე და სხვა. წყლის ორთქლის შემცველ ჰაერს - ტენიან ჰაერს უწოდებენ. მას დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეებისათვის და გავლენას ახდენს აგროკულტურების მოსავალზე.

ატმოსფეროს შემადგენლობაში მუდმივ კომპონენტებთან ერთად ადგილი აქვს დროებით ცვალებად გაზებს (ნახ. 8.1.2).



ნახ. 8.1.2 მცენარეებზე უარყოფითად მოქმედი აირები

ესენი უპირველეს ყოვლისა კვამლის ან მრეწველობის მიერ გამოყოფილი გაზებია. კვამლის გაზების ძირითად წყაროს ქვანახშირისა და სხვა სათბობის წვა (SO₂, NO₂ და სხვ.) წარმოადგენს, რაც იწვევს მცენარეთა დაზიანებას, მაღალი კონცენტრაციის შემთხვევაში მათ დაღუპვას. ისინი შესამჩნევად ცვლიან კლიმატურ პირობებსაც, კერძოდ შეიძლება გამოიწვიოს ჰაერის ტენიანობის შემცირება, განათების შესუსტება, ტემპერატურის მომატება და ა.შ. ისინი აფერხებენ ფოტოსინთეზის პროცესს. კვამლის გაზებისაგან მცენარეთა ზრდის პროცესის დაკნინება დამოკიდებულია ჯიშების მგრძობიარობაზე.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. განიხილეთ ატმოსფეროს აღნაგობა და თვისებები.
2. რა როლი აქვს სოფლის მეურნეობის თვალსაზრისით აზოტს, ჟანგბადს, ნახშირორჟანგს და წყლის ორთქლს?
3. რა გავლენა აქვს მცენარეებზე დროებით ცვალებად გაზებს?

8.2 ქარი, როგორც ეკოლოგიური ფაქტორი

ჰაერის აჩქარებულ მოძრაობას, რომელსაც ქარს უწოდებენ მცენარეებზე არსებითად მრავალმხრივი გავლენა აქვს. მნიშვნელოვანია ქარი როგორც ეკოლოგიური ფაქტორი, რად-

გან იგი მოქმედებს აგროკულტურებზე როგორც დადებითად, ასევე უარყოფითად (პირდაპირი და არაპირდაპირი). მისი დადებითი გავლენა გამოიხატება მცენარეთა დამცვერვაში, მის გარეშე ვერ მოხერხდება ანემოფილური მცენარეების დამცვერვა, ასევე ანემოქოროული მცენარეების თესლებისა და ნაყოფების გავრცელება. ზომიერი ქარის მოქმედება (4-5 მ/წმ) უზრუნველყოფს სწორედ აღნიშული თესლებისა და ნაყოფების დიდ მანძილზე გადატანას. მნიშვნელოვანი როლი აქვს ქარს წყლის რეჟიმის რეგულირებაში (წვიმის ღრუბლების მოტანა ან გაფანტვა). ქარს ტენიანი ჰაერი გადააქვს ზღვებიდან ხმელეთის სიღრმეში და ატენიანებს ჰაერს მისი მოქმედების ზონაში, სადაც მცენარეს უზრუნველყოფს საჭირო ტენით.

ქარი ენერჯის ისეთი წყაროა, რომლის დახმარებითაც მოძრაობაში მოდიან სპეციალური ძრავები, რომლებიც ხშირად გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში.

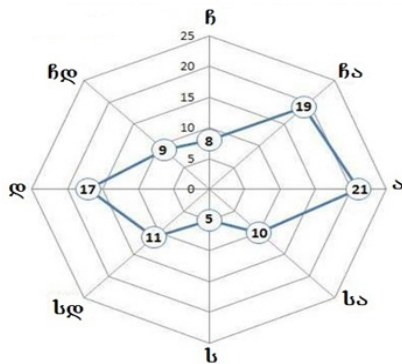
ქარის უარყოფითი მოქმედება უპრველეს ყოვლისა გამოიხატება აგროცენოზის მექანიკურ დაზიანებაში (ფოთლების, ნაყოფების, ნასკვების, თესლების მასობრივი ჩამოცვენა). ძლიერი ქარი აზიანებს კულტურების ვარჯს და სხვა ნაწილებს, მან შეიძლება ფესვიანად ამოგლიჯოს მცენარე. მუდმივად ერთი მიმართულების ქარი იწვევს მცენარეთა ვარჯის დეფორმაციას. ნორჩი ნაზარდები სუსტად ვითარდება ან საერთოდ ვერ ვითარდება, ხოლო მის საწინააღმდეგო მხარეს კი პირიქით. საბოლოოდ ვარჯი ცალმხრივად ვითარდება. ქარი სწრაფად ფანტავს ჰაერის ტენიან მასებს, რითაც აძლიერებს ტრანსპირაციას და იწვევს მცენარის წყლით უზრუნველყოფის დეფიციტს. იგი აძლიერებს, ასევე წყლის აორთქლებას ნიადაგიდან და ამრობს მას, იწვევს ნიადაგების ეროზიას, მცენარეთა ჭკნობას.

ქარისაგან მცენარის დაზიანების ინტენსივობა და ხარისხი განისაზღვრება მისი სახეობისა და მიმართულების მიხედვით. მათი მოქმედება შედარებით სუსტია ბუჩქებზე და ბალახებზე. თუმცა, წვიმების შემდეგ ქარის უმნიშვნელო მოქმედებითაც კი ხდება ხორბლისა და ქერის მაღალი და ხშირი ნათესების ჩანოლა. უფრო მკაფიოდ ვლინდება ქარის არაპირდაპირი გავლენა, რაც გამოიხატება ადგილის ტენისა და ტემპერატურის ცვლილებაში. კერძოდ, ქარი ამრობს ჰაერს, რაც იწვევს ტრანსპირაციის გაძლიერებას და შედეგად მცენარისათვის ტენის დეფიციტის შექმნას. მშრალი ქარების ხანგრძლივი მოქ-

მედება იწვევს მცენარეთა ზრდის პროცესის შეფერხებას. ქარის მოქმედების უარყოფით მხარეს მიეკუთვნება მისი მოქმედებით ფოტოსინთეზის შესუსტება, რაც გამოიხატება ძლიერი ქარის (15 მ/წმ და მეტი) დროს მცენარეთა ბაგეების დახურვით. ამ დროს იზრდება სუნთქვის ინტენსივობა და შესაბამისად ორგანული ნივთიერებების მარაგის ხარჯვა. აღნიშნული პროცესი ასუსტებს მცენარის გამძლეობას არახელსაყრელი პირობებისადმი, კერძოდ ყინვაგამძლეობისადმი.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ფერდობის გადაღახვის დროს ქარი მოხვდება ამოღრმავებულ ადგილში, ამ უკანასკნელში წარმოიშვება კორიანტელი, რაც საზიანოა ნათესებისათვის. ამიტომ მინდორსაცავი ტყის ზოლი ისე უნდა გაშენდეს, რომ მის მიერ აღძრულმა ტურბულენტურმა მოძრაობამ საგრძნობლად შეამციროს ქარის სიჩქარე და ამავე დროს მცენარეები დაიცვას კორიანტელისაგან. მინდორსაცავი ტყის ზოლის მოქმედებით ძლიერ მცირდება ქარის სიჩქარე, რაც იმით აიხსნება, რომ ჰაერის დინება ტყის ზოლის მოქმედებით ნაწილდება მცირე კორიანტელებად, ეს კი საბოლოოდ ამცირებს ქარის მთავარი დინების ძალას. ქარის ძალა, ფოთლებზე, ტოტებზე და ღეროებზე ხახუნის გამო ტყეში სუსტდება. ქარის გაბატონებული მიმართულების წინასწარი დაზუსტება გვეხმარება მინდორსაცავი ტყის ზოლების სწორად გაშენებაში, ეროზიის წინააღმდეგ ბრძოლაში.

ქარების საწინააღმდეგო ქარსაფარი ზოლების მოწყობისათვის გათვალისწინებული უნდა იქნას ქარის მიმართულება და სიჩქარე, რისთვისაც საჭიროა ქართა სქემის აგება (ნახ. 8.2.1).



ნახ. 8.2.1 ქართა სქემა

ქართა სქემის აგებისათვის გამოიყენება მონაცემები ქარის მიმართულებასა და სიჩქარეზე, რაც გრაფიკულად გამოსახავს ქარის მიმართულების განმეორადობას თვის, სეზონის ან წლის მიხედვით. მრავალწლიური დაკვირვებების საშუალო შედეგები და მათი განმეორადობა გამოისახება პროცენტებში.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. განიხილეთ ქარის დადებითი და უარყოფითი გავლენა აგროკულტურებზე.
2. როგორ პირობებში წარმოიქმნება კორიანტელი და რა ღონისძიებები უნდა გატარდეს მის წინააღმდეგ?
3. განმარტეთ ქართა სქემის აგების მეთოდი.

თავი IX

ბიოტური ფაქტორები

9.1 ანთროპოგენური ფაქტორი

გარემო წარმოადგენს ადამიანის შრომითი მოღვაწეობის, მისი ცხოვრების სულიერი და ფიზიკური განვითარების არეალს.

თანამედროვე ეტაპზე არსებობს მოსაზრება იმის შესახებ, რომ გარემოს თვითაღდგენის პოტენციალს აღემატება ანთროპოგენური ზემოქმედების ხარისხი. ამის დამადასტურებელია სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ფართობების შემცირება, ეკოსისტემების და ბიომრავალფეროვნების შემცირება-დეგრადაცია, კლიმატის ცვალებადობა, გლობალური ტემპერატურული რეჟიმის ცვლილება (ჰაერის საშუალო ტემპერატურის 0.6°C -ით მატება) და ა.შ.

ბუნებისადმი ადამიანის დამოკიდებულება ისტორიულად იცვლებოდა, კერძოდ მისი გაღმერთებიდან არაგონიურულ გამოყენებამდე (უკანასკნელ წლებში) და მტაცებლურ ექსპლუატაციამდე. ბუნებრივი რესურსების გაღატაკებაში ადამიანის არაგონივრული ჩარევის შედეგია ნიადაგის ეროზია, გვალვები და ა.შ. ძლიერი ეროზია არღვევს ნიადაგის სტრუქტურას, რაც იწვევს გაუდაბნობას. ხშირ შემთხვევაში ამ პროცესს აჩქარებს ადამიანის ჩარევა, რაც სრულდება მცენარეული საფარის განადგურებით. მცენარეული საფარის მოშლას შეიძლება მოყვეს ნიადაგის გვალვა. აღნიშნულს თუ დაემატა ზოგიერთი დაჭაობებული ნიადაგების გეგმაზომიერი ამოშრობაც, მაშინ საერთო ფონზე არ არის გამორიცხული გრუნტის წყლების დონის ძლიერი დაწევა, რაც იწვევს წყლის დეფიციტს. ცხადია, ასეთი ტენდენცია უარყოფით გავლენას მოახდენს სოფლის მეურნეობის მდგრად განვითარებაზე. ჭაობების სისტემატიური ამოშრობა სერიოზულ პრობლემას ქმნის, რადგან ჭაობი ასრულებს „ღრუბლისებურ“ ფუნქციას, იგი არეგულირებს გრუნტის წყლის დონეს. მაგალითად, ძლიერი ნვიმების შედეგად წარმოქმნილი წყალი დგება ნიადაგის ზედაპირზე, ნაწილი კი შთაინთქმება, ამ პროცესით რამდენადმე გამოირიცხება ძლიე-

რი წყალდიდობები. გარდა ამისა ჭაობები წარმოადგენენ გადაშენების პირას მდგარი მცენარეების თავშესაფარს.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, დასავლეთ საქართველოს კოლხეთის ჭაობის ამომშრობა, ისე უნდა მოხდეს, რომ არ გამოიწვიოს ცოცხალი ორგანიზმებისა და გარემოს ეკოლოგიურ ფაქტორებს შორის წონასწორობის რღვევა. ამომშრობისას მცირე მასშტაბით უნდა იქნას შენარჩუნებული ერთგვარი ფენომენები, რაც გამორიცხავს არსებული კლიმატური პირობების გაუარესებას, ამით უზრუნველყოფილი იქნება ფლორისა და ფაუნის არსებულ პირობებში დაცვა.

ბიოსფერო წარმოადგენს დედამიწის გარსს, რომელშიც მრავალფეროვან საარსებო გარემოსთან შეგუებული სახეობები ბინადრობენ, ტერმინი ბიოსფერო ეკუთვნის ავსტრიელ გეოლოგს ე. ზიუსს (1775 წ). ბიოსფეროს ქვეშ იგულისხმება ისეთი სისტემა, რომელიც დღესდღეობით ადამიანის მიერ არის შეცვლილი და მოკლებულია თვითრეგულაციას. ბიოსფერო თითქმის 4 მილიარდი წლის განმავლობაში ვითარდებოდა, როგორც თვითმარეგულირებელი სისტემა. უკანასკნელ პერიოდში კაცობრიობა მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ საჭიროა ბიოსფეროს დაუბრუნდეს ნორმალური ფუნქციონირების საშუალება, რათა არ დაირღვეს სიცოცხლისათვის საჭირო ეკოლოგიური წონასწორობა. ადამიანის მოღვაწეობა შეთანხმებული უნდა იყოს ბიოსფეროს კანონებთან, რათა თავიდან იქნას აცილებული დამანგრეველი შედეგები. ბიოსფეროს არ უნდა მიენდოს იმაზე მეტი ენერჯია, რამდენსაც იგი იღებს კოსმოსიდან, რადგან ბიოსფერო წარმოადგენს ერთგვარ თერმოსტატს, სადაც წონასწორობის მდგომარეობა ენერგეტიკულ საზღვრებში მკაცრად არის დაცული. თანამედროვე ტემპების ენერგეტიკულ მოქმედებას შეუძლია გამოიწვიოს ბიოსფეროს სითბური ბალანსის დარღვევა. დედამიწაზე არსებული ნივთიერებათა გამოყენებისას არ უნდა დაირღვეს ბუნების კანონზომიერების ისეთი მნიშვნელოვანი პრინციპი, როგორცაა ციკლურობა, რომლის დროს ერთი სახეობის ნარჩენების მოქმედება, მეორესათვის ნედლეული ხდება. ეს პროცესი ისე უნდა მიმდინარეობდეს, როგორც ბიოსფეროშია.

წარმოების ნარჩენები, ტექნოლოგიური პროცესების არასრული შედეგია. ისინი წარმოადგენენ ნახევარფაბრიკატებს ან პროდუქტებს, რომელთა რაციონალური გამოყენება

სათანადოდ არ წარმოებს. საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რაოდენობა (მათი რაოდენობა ყოველწლიურად მატულობს) და შემადგენლობა ტექნოლოგიების გაუმჯობესებასთან ერთად იცვლება. ისინი შეიძლება იყოს მცენარეული, ცხოველური და სხვა წარმოშობის (სურთი 9.1.1).



სურათი 9.1.1. სხვადასხვა ტიპის საყოფაცხოვრებო ნარჩენები

თანამედროვე ეტაპზე მნიშვნელოვანია უნარჩენო ტექნოლოგია. რაც გულისხმობს ნედლეულისა და ენერჯის რაციონალურად და კომპლექსურად გამოყენებას.

ნარჩენების წარმოშობაში სულ უფრო დიდ ადგილს იკავებს ადამიანის მიერ შექმნილი ნივთიერებები და საგნები, რომელთა უდიდესი ნაწილის განეიტრალება და მართვა 10-20-ჯერ უფრო ძვირი ჯდება, ვიდრე არასახიფათო ნარჩენების. მაგალითად, რადიაციული ნარჩენის განეიტრალება დღევანდელი ტექნოლოგიებით შეუძლებელია. დღეისათვის 3R-ის პრინციპი საფუძვლად უდევს ნარჩენების მართვის ყველაზე მონინავე ტექნოლოგიებს მსოფლიოში. 2006 წელს ტოკიოში მიღებული იქნა რეზოლუცია, რომელიც მკაცრ ვალდებულებებს უყენებს განვითარებულ სახელმწიფოებს 3R პრინციპის ადგილობრივ, ეროვნულ და მსოფლიო დონეზე დასანერგად.

ტერმინი 3R აღნიშნავს იმ სამი მოქმედების პირველ ასოებს, რომლებიც ყველაზე მნიშვნელოვანია ნარჩენების მდგრადი

მართვის პროცესში. ეს ქმედებებია: Reduce - შემცირება, რაც გულისხმობს ნარჩენების შემცირების გარდა, მოხმარებული ენერჯისა და რესურსების შემცირებას ანუ ცალკეულ ადამიანთა და მთლიანად საზოგადოების მიერ წარმოქმნილი ნარჩენების შემცირებას; Reuse - ხელახალი გამოყენება გულისხმობს უკვე მოხმარებული ნივთების მეორად გამოყენებას, როგორც იმავე ასევე სხვა დანიშნულებით, მათი ტექნოლოგიური გადამუშავების გარეშე; Recycle - რეციკლირება ანუ გადამუშავება, გულისხმობს ნარჩენის ტექნოლოგიურ გადამუშავებას სხვა პროდუქტად. ასეთ შემთხვევაში ნარჩენი მეორადი ნედლეულია. რეციკლირების შედეგად მცირდება ნედლი მასალის ან რესურსის მოხმარება, რის შედეგადაც ხდება ენერჯის დაზოგვა, ჰაერისა და წყლის დაბინძურების შემცირება და სხვა.

3R-ის გარდა ნარჩენების იერარქია კიდევ ორ კომპონენტს მოიცავს, ეს არის ნარჩენების გარდაქმნა ენერჯიად (Energy Recovery) და ნარჩენების განთავსება ნაგავსაყრელებზე (Disposal). ნარჩენების მართვის სფეროში გამოკვეთილია შემდეგი პრიორიტეტული მიდგომა: 1. ნარჩენის თავიდან აცილება; 2. ნარჩენების მეორადი გამოყენება; 3. ნარჩენების გადამუშავება; 4. ნარჩენებიდან ენერჯის მიღება; 5. ნარჩენების განთავსება. ყველაზე პრიორიტეტული ნარჩენების შემცირებაა. ნარჩენების გამოყენება შესაძლებელია აგრარულ სექტორში, კერძოდ სასუქების წარმოებაში.

სოფლის მეურნეობაში მინერალური სასუქების არარაციონალურად გამოყენება, ე.ი. გაზრდილი დოზებით მაქსიმალური მოსავლის მიღება იწვევს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებში (ბოსტნეული, მარცვლეული და სხვა) ნიტრატების დიდი რაოდენობით დაგროვებას (დასაშვებ ნორმასთან შედარებით 2-3-ჯერ და მეტად). აღნიშნულის შედეგად ეცემა პროდუქციის ხარისხი (შაქრების, ვიტამინების, ცილების და სხვა) და მისი შენახვის უნარი. ნიადაგში ჭარბი რაოდენობის აზოტის შემცველობის შედეგად, მცენარეთა ქსოვილებში მიმდინარეობს ნიტრატების კონცენტრირება და მათი გამოყენება საკვებად სახიფათოა. მისი დიდი რაოდენობით არსებობა იწვევს სხვადასხვა დაავადებებს. ნიტრატების აკუმულაცია მცენარეში დაკავშირებულია გარემო ფაქტორებთან და დამახასიათებელია კულტურული მცენარეების გარკვეული სახეობისათვის, განსაკუთრებით საშიშროებას

წარმოადგენს მათი ჭარბი დაგროვება ბოსტნეულ კულტურებში, რადგან საკვებად ძირითადად მათი ვეგეტატიური ნაწილები გამოიყენება. ნიტრატების მაღალი შემცველობა აგროკულტურებში საგრძნობლად ამცირებს მათ ხარისხს, ნახშირწყლების შემცველობას, თუმცა გავლენას არ ახდენს მათ ზრდა-განვითარებაზე.

ჰუმუსი ბიოსფეროს მნიშვნელოვანი კომპონენტია. იგი შეიცავს განსხვავებული რაოდენობის ელემენტებს და ასრულებს ბიოქიმიური ბარიერის როლს, რაც გარემომცველი გარემოს დაბინძურების შემზღვეველია. მიწათმოქმედების დონის ამაღლებისათვის ჩატარებული აგროტექნიკური ღონისძიებების დროს საჭიროა გათვალისწინებული იქნას ჰუმუსში არსებული მიკროელემენტების რეგულირება (მათი რაოდენობა არ უნდა შემცირდეს). აღნიშნული ღონისძიების გატარებამ ხელი უნდა შეუწყოს მისი ნაყოფიერების შენარჩუნებას და გაზრდას.

ნიადაგი, სოფლის მეურნეობის წარმოებისათვის მთავარი საშუალებაა. ამიტომ მისი ნაყოფიერების შემდგომი ამაღლება პრიორიტეტულ ამოცანას წარმოადგენს. მხოლოდ მიზნობრივად გათვლილი აგროტექნიკის, სელექციის, თესლბრუნვის, მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენებით არის შესაძლებელი მაღალი და სტაბილური მოსავლის მიღება.

გარემომცველ გარემოში ადამიანის ჩარევა გამოწვეულია თავისი არსებობისა და გარკვეული პირობების გაუმჯობესების მიზნით. მაგრამ, თუ ის ეწინააღმდეგება ბუნების ეკოლოგიური ნონასწორობის კანონებს, შეიძლება ისეთი მოვლენა გამოიწვიოს, რომელიც თვით ადამიანს მიაყენებს გამოუსწორებელ ზიანს. აგროკულტურათა მავნებლებისა და დაავადებების საწინააღმდეგო შხამქიმიკატების არაგონივრულად გამოყენებამ, შესაძლებელია სერიოზულად დააზიანოს სასარგებლო მწერები, რომლებიც აქტიურად ებრძვიან მავნებლებს, მაგალითად ფუტკრები, რომელთა მეშვეობით წარმოებს მცენარეების დამტვერვა და სხვა. ყოველივე აღნიშნულის შედეგად მოსალოდნელია მოსავლის რაოდენობის შემცირება. დაკვირვებათა შედეგები მოწმობენ, რომ ზოგიერთი მომწამლავი ნივთიერება შეიძლება ადამიანის ორგანიზმში გადავიდეს ჯაჭვურად. კერძოდ, მძიმე მეტალი (ტყვია) მცენარიდან გადადის ცხოველში, შემდეგ რძეში, ხოლო ამ უკანასკნელიდან ადამიანში.

ისეთი ანთროპოგენური დატვირთვებით, როგორც არის ელექტოსადგურები, სპეციალური გამათბობლები, ძრავები, ავტომობილების უკონტროლო ემისიები და სხვა შეიძლება შეიცვალოს ბუნებრივი ეკოლოგიური ნონასწორობა. რაც აისახება ზედმეტი სითბოს დაგროვებაში, რომლის შედეგად ხდება ბიოტოპის ცვლილება. გარემომცველ გარემოში ხელოვნურად სითბოს გამოყოფა მომავალშიც თუ კვლავ გაგრძელდა, შეიძლება ველოდოთ სერიოზულ, უარყოფით კლიმატურ ცვლილებას, რაც საფრთხეს შეუქმნის თვით ადამიანის არსებობას დედამიწაზე.

თანამედროვე მსოფლიოში, მოსახლეობის უმრავლესობა ქალაქებში ცხოვრობს. მოსახლეობის ასეთი სიმჭიდროვე ეკოსისტემისათვის უჩვეულოა. უმრავლეს ქალაქებში არაბუნებრივი ანთროპოგენური დატვირთვების გამო, თითქმის ხელოვნურად შეცვლილია გარემოს ყველა ის ფაქტორი (ტემპერატურა, ჰაერი, ტენიანობა, რადიაცია და ა.შ.), რომლებიც სასიცოცხლოდ მოქმედებენ ორგანიზმებზე. ქალაქის მიკროკლიმატს ცვლის ზედმეტი სითბოს გამოყოფა (ნახშირორჟანგი) და ჰაერის გაჭუჭყიანება, აქ საშუალო წლიური ტემპერატურა $1-2^{\circ}\text{C}$ და მეტიც მაღალია. ქალაქის ჰაერი შედარებით ცუდად ატარებს მზის სხივებს, ვიდრე ველის ან მთის ჰაერი, რომელიც თავისუფლად ატარებს გაფილტრულ ულტრაიისფერი სპექტრის ნაწილს. ჰაერის გაჭუჭყიანება იწვევს მზის სხივების სპექტრული შემადგენლობის ცვლილებას, რაც დიდ გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. განიხილეთ ანთროპოგენური დატვირთვები, რომლებიც არღვევენ ეკოლოგიურ ნონასწორობას.
2. ახსენით ნარჩენების მართვის პრინციპი (3R).
3. გამოყავით ნარჩენების მართვის სფეროში პრიორიტეტული მიმართულებები.
4. განიხილეთ აზოტიანი სასუქების ჭარბი გამოყენების შედეგები.
5. ახსენით ჰუმისის როლი ნიადაგის ნაყოფიერებაში.
6. გაანალიზეთ მხამქიმკატების არასწორი გამოყენების შედეგები.
7. რას იწვევს გარემოში ჭარბი რაოდენობით სითბოს ხელოვნურად გამოყოფა?
8. როგორ ცვლის გარემოს ქალაქის ჭარბი მოსახლეობა?

9.2 ფიტოგენური და მიკროგენური ფაქტორები

მცენარეთა დიდი მრავალფეროვნება, მათი თანასაზოგადოებები განიცდიან რთულ ზემოქმედებას განსხვავებულ თუ მონათესავე მცენარეთა სახეობებისაგან, რაც ურთიერთობის ხარისხიდან გამომდინარე განსხვავებულია.

მცენარეთა ურთიერთგავლენის მიხედვით გამოიყოფა შემდეგი ფორმები: 1. პირდაპირი (კონტაქტური); 2. არაპირდაპირი ტრანსბიოტიკური; 3. არაპირდაპირი ტრანსაბიოტიკური.

1. პირდაპირი ანუ კონტაქტური ურთიერთზემოქმედება გამოიხატება მექანიკურ ან ფიზიოლოგიურ ურთიერთობაში. მაგალითად, ეპიფიტიზმი - მომცრო მცენარის მიერ დიდი მცენარის სუბსტრატად გამოყენება, ფესვების ურთიერთდანოლა, გადახლართვა ერთმანეთის ახლოს მოზარდ მცენარეთა შორის. უნდა აღინიშნოს ლიანების, ხემცენარეებისა და ბალახების არასასურველი ურთიერთგავლენა.

მექანიკური ურთიერთობის ერთერთი ფორმის დროს (ეპიფიტიზმი), მაგალითად მცენარეები, რომლებსაც არ გააჩნიათ ფესვი, ცხოვრობენ სხვა მცენარეების ხარჯზე. მათი რაოდენობა დაახლოებით 10% შეადგენს (მლიერები, ხავსები, სოკოები და სხვა). მათი მინერალური ნივთიერებებით კვება ძირითადად უზრუნველყოფილია ატმოსფერული მტვერის და გახრწნილი მცენარეული ნარჩენებით. ეპიფიტები იყენებენ აგრეთვე მინერალურ ნივთიერებებს, წვიმისაგან ჩამოდენილ წყალთან ერთად (ფოთლებში არსებულს). ისინი ხასიათდებიან სინათლისადმი მისწრაფებით.

ფიზიოლოგიური გავლენა გამოხატულია მცენარეთა ფიზიოლოგიურ კონტაქტებში. მათ მიეკუთვნება სიმბიოზი, პარაზიტისმი და საპროფიტისმი. მიკროგენური ფაქტორი აერთიანებს ბაქტერიების, სოკოების და წყალმცენარეების ზემოქმედებას სხვადასხვა ორგანიზმებზე, რომელიც გამოიხატება ორი მიმართულებით. პირველ შემთხვევაში ისინი ინვევენ მცენარეთა ვეგეტაციური და გენერაციული ორგანოების დაავადებებს, რის გამოც აგროკულტურების მოსავლიანობა 20-30%-ით მცირდება. მეორე შემთხვევაში მათი ზემოქმედება დადებითი მიმართულებისაა, რომლის კლასიკური მაგალითია სიმბიოზი.

სიმბიოზი ორი ორგანიზმის თანაარსებობაა, რომელიც სასარგებლოა ორივესათვის. სიმბიოზის ფართოდ გავრცელებულ

შემთხვევად ითვლება წყალმცენარისა და სოკოს თანაარსებობა (სოკო აწვდის წყალს, წყალმცენარე ორგანულ ნივთიერებებს). სიმბიოზის ტიპური მაგალითია კოჟრის ბაქტერიების პარკოსან მცენარეთა ფესვებზე თანაარსებობა. სიმბიოზური (მიკორიზული) კავშირი აღმოჩენილია სხვა მცენარეებშიც (ქაცვი, ციტრუსოვანები და ა.შ.).

მიკორიზული სიმბიოზი არის უმაღლეს მცენარეთა და სოკოს თანაარსებობა, ასეთ მცენარეებს უწოდებენ მიკოტროფებს. მიკორიზა შეიძლება იყოს: ექტოტროფული, ენდოტროფული და ექტო-ენდოტროფული.

ექტოტროფული მიკორიზას დროს სოკოს ჰიფები გარედან ეხვევიან ფესვებს და ქმნიან მკვრივ სხეულს, რომელსაც ჩაჩი ეწოდება, ამ უკანასკნელიდან გამოსული ჰიფები იჭრებიან ნიადაგში და ეკვრიან მის ნაწილაკებს. ექტოტროფულ მიკორიზან მცენარეებს მიეკუთვნებიან: ფიჭვი, ნიფელი, მუხა და სხვა.

ენდოტროფული მიკორიზის დროს სოკოს ჰიფები იჭრებიან ფესვის შიგნით პარენქიმულ უჯრედებში და ქმნიან ჰიფების გორგალს. შეჭრილი ჰიფები იშლება და ამ დაშლილ მასას უჯრედები ითვისებენ.

ექტოენდოტროფული მიკორიზა წარმოადგენს ისეთ სახეს, როცა სოკო ჰიფებით ფესვის გარეთაც და შიგნითაც სახლდება.

უნდა აღინიშნოს, რომ სიმბიოტური სოკოები ახდენენ მცენარისათვის მიუწვდომელი ნივთიერებების შეწოვას, გამოყოფენ ვიტამინებს, ფესვების ზრდისათვის საჭირო მასტიმულირებელ ნივთიერებებს და სხვა.

პარაზიტობაში - მცენარეთა ურთიერთკავშირია, რომლის დროსაც ერთი მცენარე ცოცხლობს მეორე მცენარის ხარჯზე. ზოგიერთი ბაქტერიები და სოკოები პარაზიტულ ცხოვრებას ეწევიან ცხოველებზე და ადამიანის ორგანიზმში. ევოლუციის პროცესში პარაზიტებმა დაკარგეს ფოტოსინთეზის უნარი ქლოროფილის ნაკლებობის გამო, შეუმცირდათ ფერმენტული აპარატი, დარჩათ მხოლოდ სპეციფიკური ფერმენტები, რამაც შესაძლებელი გახადა მრავალი პარაზიტის დამოკიდებულება პატრონ მცენარეზე. პარაზიტ მცენარეებს წარმოადგენს აბრეშუმა, კელაპტარა, რომლებიც სხვადასხვა კულტურულ მცენარეებზე პარაზიტობენ. აბრეშუმა ჰაუსტორიების საშუალებით ეკვრის ფოთლებს, ღეროს და მისგან იღებს ორგანულ ნივთიერებებს. კე-

ლაპტარა პარაზიტობს მზესუმზირას, თამბაქოს, კარტოფილის, პომიდორის, კომბოსტოს ფესვებზე და იქედან საზრდოობს.

ნახევრად პარაზიტ მცენარეებს (ფითრი, ყანის სანთელა და სხვა) დაკარგული აქვთ ნიადაგიდან წყლისა და საკვები ნივთიერებების შეთვისების უნარი, მაგარამ მათ გააჩნიათ ქლოროფილი, რის საშუალებითაც ხორციელდება ფოტოსინთეზის პროცესი. ნახევრად პარაზიტი მცენარეები პატრონ მცენარეებს არამარტო ართმევენ საკვებ ნივთიერებებს, არამედ იწვევენ მათი ზრდა-განვითარების შეჩერებას და შესაბამისად პროდუქტიულობის შემცირებას. მნიშვნელოვანია მცენარეთა მიერ პარაზიტების წინააღმდეგ იმუნიტეტის გამომუშავება. ამ თვალსაზრისით ცნობილია მრავალი აგროკულტურის ჯიში, რომლებიც არ არიან სენსიბლულები.

კვების თავისებურებიდან გამომდინარე, ცალკე უნდა გამოიყოს ორგანიზმები, რომლებიც საპროფიტების სახელწოდებით არიან ცნობილი. ისინი იკვებებიან მკვდარი ორგანიზმებით, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია კვების ბიოლოგიური წრისათვის, რადგან ამ დროს ხდება ორგანული ნარჩენების გახრწნა (ლპობის ბაქტერიები), დაშლა და გადასვლა შესათვისებელ ფორმაში.

2. არაპირდაპირი ტრანსბიოტიკური ურთიერთობა ხორციელდება მცენარეებს შორის, ცხოველებისა და მიკროორგანიზმების მეშვეობით. ამ დროს ისინი ერთი მცენარის ორგანულ ნარჩენებს გარდაქმნიან მეორე მცენარისათვის შესათვისებელ საკვებ ნივთიერებად.

3. არაპირდაპირი ტრანსბიოტიკური ურთიერთდამოკიდებულება ხორციელდება მცენარის ცვალებადობით, თანაარსებობის დროს (პარაზიტი და პატრონი მცენარეები). როცა მცენარეთა ერთი ჯგუფი ცვლის ეკოლოგიურ ფაქტორებს რაოდენობრივად ან ხარისხობრივად და სხვა მცენარეთა ჯგუფებს არსებობა უხდებათ მნიშვნელოვნად შეცვლილ გარემოში. აქედან გამომდინარე, შეიძლება მოხდეს მიკროკლიმატის ცვლილება, ე.ი. მცენარეები მნიშვნელოვნად განაპირობებენ კლიმატის შეცვლას (ფიტოკლიმატი).

მცენარეებს ახასიათებთ აგრეთვე ქიმიური ნივთიერებების გამოყოფა, რასაც გაკვეული მნიშვნელობა აქვს თანასაზოგადოებისათვის. ასეთი ქიმიური ურთიერთზემოქმედება ცნობილია ალელოპათიის სახელწოდებით, რომელიც შესწავლილია ლაბორატორიული მეთოდით. მის დადებით მხარეს დიდი მნიშვნელობა

აქვს აგროფიტოცენოზში და გასათვალისწინებელია სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკაში (თესლბრუნვა და სხვა).

მაშასადამე, ფიტოგენური ფაქტორი განხილული უნდა იქნას როგორც უარყოფითი მოვლენა პარაზიტიზმის ან ნახევარპარაზიტიზმის სახით. ეს ფაქტორი თავისი არსებობით ცვლის მცენარის კვებისა და განვითარების რეჟიმს. საყურადღებოა, სარეველებისა და კულტურულ მცენარეთა ურთიერთობა, რაც წარმოადგენს კონკურენციის შედეგს, რომლის დროსაც ერთი სახეობა ვინროვდება, მეორე კი ამ ტერიტორიაზე ვრცელდება. იმისათვის, რომ სარეველებმა გაუძლონ კონკურენციას, კულტურულ მცენარეებთან ბრძოლაში, სინათლის, საკვები ნივთიერებების, წყლისა და სხვა პირობების მიმართ მათ გააჩნიათ სხვადასხვა შესაძლებლობანი - სიცოცხლის ხანგრძლივობა, გამრავლების სახე და ინტენსივობა, რეგენერაციის უნარი. ყოველივე ეს საშუალებას აძლევს მათ განვითარდნენ კულტურულ მცენარეთა ნათესებში. ისინი ნიადაგიდან უფრო ადრე იღებენ წყალს და საკვებ ნივთიერებებს, რის გამოც მცირდება მოსავლიანობა.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. ახსენით მცენარეთა პირდაპირი ანუ კონტაქტური ურთიერთზემოქმედება.
2. განმარტეთ - ეპიფიტიზმი, სიმბიოზი, პარაზიტიზმი, საპროფიტიზმი.
3. რას გულისხმობს მიკორიზული სიმბიოზი?
4. განიხილეთ არაპირდაპირი ტრანსბიოტიკური და ტრანსაბიოტიკური დამოკიდებულება მცენარეებში.
5. რას ნიშნავს ალელოპათია?
6. გაანალიზეთ კონკურენციული დამოკიდებულება სარეველებსა და აგროკულტურებს შორის.

9.3 ზოოგენური ფაქტორი

დედამინაზე წარმოქმნილ ცხოველთა მრავალფეროვნება, რომელიც ამჟამად მრავალ სახეობას ითვლის, მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მცენარეულ საფარზე, რადგან მათი უმეტესობა იკვებება მცენარეული პროდუქტებით. აქედან გამომდინარე, ცხოველთა ზემოქმედების შედეგად მნიშვნელოვნად იცვლება

მცენარეთა სამყარო. ცხოველთა ჯგუფს, რომლებიც იკვებებიან მცენარეთა მიერ წარმოქმნილი ორგანული ნივთიერებების ხარჯზე - ფიტოფაგებს უწოდებენ. მათ მიეკუთვნება ცხოველთა უმეტესი ნაწილი, მიკროორგანიზმები და ზოგიერთი მცენარეული სახეობები. ცხოველები იკვებებიან მცენარის როგორც მინისზედა, ასევე მინისქვეშა ორგანოებით (ფესვებით, ტუბერებით). ისინი მნიშვნელოვნად აზიანებენ ისეთ მცენარეებს, რომლებსაც თვითონ არ იყენებენ საკვებად. ასეთ შემთხვევაში მცენარეები ადვილად მისაწვდომი ხდება სხვადასხვა სახეობის ცხოველებსათვის. ძუძუმწოვარა ცხოველები ძირითადად იკვებებიან ბალახეული მცენარეებით, ღეროებით, ყლორტებით და ფოთლებით, რის შედეგად შესაძლებელია მთლიანად განადგურდეს გარკვეულ მცენარეთა სახეობები. მცენარეულ საფარს საკვებად იყენებენ ფრინველებიც (270 სახეობამდე ფრინველი), რომლებიც მწვანე ფოთლებს და მცენარეთა სხვა ნაწილებს ანადგურებენ. მნიშვნელოვან ზიანს აყენებენ მცენარეულ საფარს მღრღნელებიც, რომლებიც ანადგურებენ ფიტომასას, თესლებს, მცენარეთა ვეგეტატიურ ორგანოებს.

განსაკუთრებით საყურადღებოა მწერების მიერ გამოწვეული ზიანი მცენარეულ საფაზე (ხე-მცენარეებზე). მწერები აზიანებენ როგორც ფოთლებს და ღეროებს, ასევე ცალკე გამოიყოფა ჯგუფი მწოველებისა და სხვა. დიდი რაოდენობით მწვანე მასას იყენებს ისეთი ჯგუფები, როგორიცაა ნემატოდები, ტკიპები და სხვა.

მიუხედავად იმისა, რომ მცენარეული საფარის ინტენსიური განადგურება ხდება ცხოველთა სამყაროს მხრიდან, მათ გააჩნიათ ის დამცავი მექანიზმები, რომელთა ხარჯზე მცენარეები ინარჩუნებენ არსებობის, განვითარებისა და გამრავლების უნარს. ერთ-ერთ დამცველობით ფუნქციას წარმოადგენს მცენარეთა მიერ დანაკარგის სწრაფი აღდგენა, რაც გამოიხატება ვეგეტატიური მასის სწრაფ განახლებაში, თესლების მაღალი ინტენსივობით გავრცელებაში, დარჩენილი დაუზიანებელი მასის სწრაფ ზრდაში. მნიშვნელოვან დამცველ ფუნქციად შეიძლება ჩაითვალოს მცენარეთა მიერ გამოყოფილი მომწამლავი ნივთიერებები (ალკალოიდები, გლიკოზიდები და სხვა).

მცენარეთა მიერ გამომუშავებული დაცვითი რეაქციები მოწმობს, რომ ცალმხრივი ზემოქმედება ცხოველებისა, ეკოსისტემაში გამოიხატება როგორც ერთ-ერთი ფორმა ბიოტური კავ-

შირისა. მცენარეთა და ცხოველთა მრავალისახეობის ურთიერთკავშირი ისეა დაბალანსებული, რომ არ ხდება მთლიანად სახეობების განადგურება. კერძოდ, იმ სახეობებისა, რომლებიც ითვლება ცხოველთა ძირითად საკვებად. თუმცა, ცალკეულ შემთხვევებში ცხოველთა გარკვეული სახეობის ინტენსიური გამრავლება იწვევს მცენარეთა ზოგიერთი სახეობების მთლიან განადგურებას.

მიუხედავად იმისა, რომ ფიტოფაგები უარყოფით ზეგავლენას ახდენენ მცენარეულ საფარზე, ყოველი კომპონენტი ეკოსისტემაში თავის ადგილს იჭერს და თავის დანიშნულებას ასრულებს. ფიტოფაგი - ცხოველები ერთ-ერთ ბუნებრივ წყაროს წარმოადგენენ ნივთიერებათა ბიოლოგიურ წრებრუნვაში.

ცხოველთა სამყარო მცენარეულ საფარზე ზემოქმედებს პირდაპირი და არაპირდაპირი გზით. მაგალითად, მეცხოველეობის ფერმებში საქონლის ძოვება, რომელიც ორგანიზებულად ხდება, იწვევს არამარტო ზოგიერთი სახეობის განადგურებას, არამედ სახეობრივი შედგენილობის შეცვლას. ხანგრძლივი ძოვების დროს იწყება სახეობათა შემცირება ან მათი მთლიანად განადგურება. აღსანიშნავია, რომ ასეთ შემთხვევაში ვითარდებიან შხამიანი მცენარეები. ზოგადად, საძოვრების გადატვირთვა იწვევს მცენარეული საფარის დეგრადაციას.

ზემოაღნიშნული უარყოფითი მხარეების გარდა, მცენარეთა დამტვერვაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ მწერები (ენტომოფილია), ასევე ფრინველების ის ჯგუფები, რომლებიც მწერებით იკვებებიან და ძუძუმწოვრები.

ცხოველები განსაკუთრებულ როლს ასრულებენ მცენარეთა გამრავლებაში, რაც გამოიხატება მათ მიერ მცენარეთა ნაყოფების, თესლების, სპორების (ზოოქორია) გავრცელებაში. აღსანიშნავია, რომ ზოგიერთი მცენარის თესლი ცხოველის ორგანიზმში გავლის შემდეგ ინარჩუნებს აღმოცენების უნარს. გარკვეულ მცენარეთა თესლებს და ნაყოფებს უვითარდებათ სპეციალური ორგანოები (კაუჭები), რომლითაც ემაგრებიან ცხოველთა ორგანიზმებს და გადაადგილდებიან მასთან ერთად. თესლების გავრცელებაში მნიშვნელოვანი როლი აქვთ მწერებს, ჭიანჭველებს, ხოჭოებს, ჭიებს და სხვა.

ამრიგად, ცხოველთა თანაარსებობა მცენარეებთან გარკვეულ ეკოლოგიურ კანონზომიერებაში ვლინდება და ის შეიძლე-

ბა გამოვლინდეს როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი მოვლენები.

ზოოგენში საყურადღებოა ცხოველთა სახეობების ანტაგონისტური დამოკიდებულება, კერძოდ მტაცებლისა და მსხვერპლის ურთიერთობა, როცა მტაცებლები (მგელი, დათვი, ვეფხვი) თავს ესხმიან მსხვერპლს (ირემი, მაჩვი, ცხვარი და სხვა) და ანადგურებენ მათ. ეს მოვლენა გამოწვეულია მტაცებლის საკვებით უზრუნველყოფის მიზნით. ასეთი სახის კონკურენცია, იწვევს სახეობათა რიცხობრივ შემცირებას. გარკვეული ეკოლოგიური კანონზომიერება აღინიშნება, როცა მტაცებელსა და მსხვერპლს შორის ბრძოლა თანდათან სუსტდება, რაც განაპირობებს სახეობათა შენარჩუნებას და მათ გამრავლებას.

ზოოგენზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ანთროპოგენური ფაქტორიც (გაუთვალისწინებელ დროს ნადირობა, თევზაობა), რაც იწვევს ამა თუ იმ სახეობის მნიშვნელოვან შემცირებას. აქედან გამომდინარე, აუცილებელია გათვალისწინებული იქნას ნადირობისა და თევზაობისათვის დადგენილი დრო.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. ცხოველთა რომელ ჯგუფს უწოდებენ ფოტოფაგებს?
2. განიხილეთ ცხოველთა სამყაროს მხრიდან მცენარეული საფარის ინტენსიური განადგურების წინააღმდეგ მცენარის დამცავი მექანიზმების ფუნქციონირება.
3. გაანალიზეთ მცენარეულ საფარზე ცხოველთა პირდაპირი და არაპირდაპირი გზით მოქმედება.
4. რა როლი აქვს ცხოველებს მცენარეთა გავრცელებაში?
5. რაში მდგომარეობს ზოოგენში ცხოველთა სახეობების ანტაგონისტური დამოკიდებულება?
6. რაში გამოიხატება ზოოგენზე ანთროპოგენური გავლენა?

თავი X

ბიოცენოზი (აგროცენოზი) და ეკოსისტემა (აგროეკოსისტემა)

10.1 ბიოცენოზი (აგროცენოზი) და მისი სტრუქტურა

ბიოცენოზი ანუ ცენოზი წარმოადგენს თანასაზოგადოებას, განსხვავებული სახეობების არსებობას, რომელთა ცოცხალი ორგანიზმები ერთმანეთთან მჭიდროდ არიან დაკავშირებული, ცხოვრობენ გარკვეულ ტერიტორიაზე და განიცდიან გარემო ფაქტორების გავლენას. იგი თვითრეგულირებადი სისტემაა, რომელიც წარმოდგენილია მდიდარი და ღარიბი ბიოცენოზების სახეობით. ბიოცენოზში ეკოლოგიური ნიშის სიხშირე მიუთითებს მის მდიდარ სახეობრივ შემადგენლობაზე.

ტერმინი „ბიოცენოზი“ (ბერძ. bios - სიცოცხლე) პირველად შემოღებული იქნა მეზიუსის მიერ 1877 წელს. ბიოცენოზი ერთიანი ორგანიზმია, რომელიც მოქმედებს დამოუკიდებლად. იგი შეიძლება იყოს დიდი და მცირე ზომის. დიდი ცენოზის არსებობა ძირითადად დამოკიდებულია მზესა და ატმოსფერულ ნალექებზე, ხოლო მცირე ზომისა, დიდ ცენოზზე. ბიოცენოზი მოიცავს ფიტოცენოზს, ზოოცენოზს და მიკრობიოცენოზს. მათგან ყველაზე მდგრადია ფიტოცენოზი. აქედან გამომდინარე, არსებულ ბიოცენოზებს შორის საზღვარს ავლებენ ფიტოცენოზის საზღვრის მიხედვით. მაგალითად, დეკას სახეობის (გ.ნახუცრიშვილი) მიერ შექმნილი ცენოზი და მის მახლობლად მყოფი არყნარი ტყე სახეობრივი შემადგენლობით და ვიზუალურობით სრულიად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ისინი განსხვავდებიან აგრეთვე ბიოკლიმატით, ფაუნით, მიკროორგანიზმების შემადგენლობით და ენერჯის ცვლის მიხედვით.

აგროცენოზი წარმოადგენს კულტურული მცენარეების ერთობლიობას. იგი ყოველთვის მეორადია და იკავებს ბუნებრივი ცენოზის ადგილს, ადამიანის ჩარევის (საქმიანობის) შედეგად ანუ სოფლის მეურნეობაში ხელოვნურად შექმნილი ბიოცენოზია. აგროცენოზი ბუნებრივი ცენოზისაგან განსხვავდება ადამიანის მიერ მისი რეგულირებადობით. მას მუდმივად ადამიანი მართავს, რადგან ეკოლოგიურად არამდგრადი სისტემაა. აგრო-

ცენოზებს ქმნის აგროკულტურათა ყანები, ბალები, ნყალსაცავები, ტყის ხელოვნური ნარგავები, საძოვრები და ა.შ., რომლებიც არსებითად განსხვავდებიან ბუნებრივი ცენოზისაგან. მათ გააჩნიათ მცირე მასშტაბები და რაც მნიშვნელოვანია, ადამიანის ჩარევის გარეშე ვერ ახდენენ თვითრეგულაციას. ცხადია, ასეთი სისტემები დამოუკიდებლად დიდხანს ვერ არსებობენ და თანდათან გარდაიქმნებიან ბუნებრივ ცენოზებად. მაგალითად, მცენარეთა კულტურულ ფორმებში ჩნდება სარეველები, რაც საბოლოოდ აყალიბებს ველური ფორმის ლანდშაფტს.

ადამიანის მიერ შექმნილი აგროცენოზი მუდმივად საჭიროებს მის მზრუნველობას. მასში ძირითადად იზრდება ერთი სახეობის კულტურული მცენარე, თუმცა მასთან შეგუებულია და მკვიდრდებიან სარეველები, მწერები, მიკროორგანიზმები, რომელთა წინააღმდეგ საბრძოლველად ადამიანს უხდება სათანადო აგროტექნიკური ღონისძიებების გატარება. აგროცენოზებში დარღვეულია ნიადაგის ნაყოფიერების აღდგენის ბუნებრივი პირობები და იგი მოითხოვს მის მუდმივ აღდგენას. აგროცენოზებში არასწორი ექსპლოატაციის შედეგად შექმნილი რეგიონალური პრობლემები დღეს გლობალურ ხასიათს იღებს, რაც გამოიხატება გაუდაბნოების პროცესით და ნიადაგის ეროზიით.

აღსანიშნავია, რომ აგროცენოზის ხანგრძლივად ფუნქციონირებისათვის, ამაჟამად არსებობს ე.წ. ურთიერთკომპენსაციის ბიოკლიმატური კონცეფცია. ამ კონცეფციის არსი მდგომარეობს შემდეგში, რომ თუ სწორად იქნება გამოყენებული რამდენიმე სახეობის აგროკულტურის მორიგეობა თესლბრუნვაში და ამავე დროს ისინი შესაბამისობაში იქნებიან შექმნილი ეკოლოგიური პირობების მიმართ, შესაძლებელია მიღწეული იქნას სოფლის მეურნეობის პროდუქციის ყოველწლიური მნიშვნელოვანი მატება. გამომდინარე იქედან, რომ აგროკულტურები განსხვავებულად რეაგირებენ დაავადებებსა და მავნებლებზე, ორი ან მეტი კულტურის მორიგეობით ნარმოების შემთხვევაში გამორიცხულია მოსავლიანობის შეფერხება. აგროცენოზის მიმართ აღნიშნული პრინციპის გატარება ეკოლოგიურად გამართლებულია. მაშასადამე, მოსავლიანობის მყარი ზრდა შესაძლებელია არა ენერგიის ხარჯვის გადიდებით, არამედ სოფლის მეურნეობაში ეკოლოგიური პრინციპების მაქსიმალური გამოყენებით.

მინათმოქმედებაში, თესლბრუნვები საშუალებას იძლევა უფრო ეფექტურად იქნას გამოყენებული ნიადაგური პირობები (ფიზიკური თვისებების შენარჩუნებით). იგი წარმოადგენს მინდვრის კულტურების სარეველებთან, დაავადებებთან და მავნებლებთან ბრძოლის ერთ-ერთ ყველაზე ეფექტურ აგროტექნიკურ საშუალებას. თესლბრუნვაში აგროკულტურების ადგილი განისაზღვრება მათი ბიოლოგიური თავისებურებებით, გარემოსადმი მოთხოვნილების მიხედვით (სითბოსადმი, ნიადაგის ტენისადმი), მავნებელ-დაავადებებისადმი დამოკიდებულებით და ა.შ. მაგალითად, რეკომენდებულია, რომ საშემოდგომო ხორბლისათვის საუკეთესო წინამორბედ კულტურას შაქრის ჭარხალი წარმოადგენს, ხოლო მზესუმზირასათვის საშემოდგომო და საგაზაფხულო თავთავიანი კულტურები, ასევე სიმინდი. აღნიშნული კულტურები შედარებით ნაკლებად აშრობენ ნიადაგის სიღრმეში ტენს, ვიდრე მზესუმზირა. იგი წარმოქმნის შედარებით ძლიერ და ღრმად შემღწევ ფესვთა სისტემას, რომელთა მეშვეობით იყენებს ნიადაგის მაღალ და დაბალ ფენებში არსებულ ტენს და აშრობს მას 2 მ და მეტ სიღრმემდე. რაც შეეხება ბარდის კულტურის თესვას, იგი საშუალო მოსავალს იძლევა იმ ფართობიდან, რომლიდანაც სიმინდისა და შაქრის ჭარხლის მოსავალი იქნა აღებული. მზესუმზირის მოსავლის აღების შემდეგ ბარდის კულტურის დათესვა მნიშვნელოვნად ამცირებს მის მოსავალს, იგივე ხდება სოიოს შემთხვევაში, რადგან ზრდა-განვითარება უხდებოდათ გამომშრალ ნიადაგზე. არ არის სასურველი ასევე ფეტვის დათესვა მზესუმზირას შემდეგ, რადგან მზესუმზირას ანალოგიურად, ისიც ღრმად ინვითარებს ფესვთა სისტემას და ინტენსიურად აშრობს ნიადაგს. ამიტომ, მისი საუკეთესო წინამორბედი კულტურები იგივეა, როგორიც მზესუმზირას კულტურის. თამბაქოს კულტურისათვის კარგი წინამორბედი ერთწლიანი ბალახები, საშემოდგომო ხორბალი და ჭვავი. არ არის მიზანშეწონილი თამბაქოს გაშენება კარტოფილის, პომიდორის, ბადრიჯანის და წინაკის კულტურების მიერ გამოყენებულ ფართობებზე. ზოგიერთი დაავადება, რომელიც აზიანებს თამბაქოს, შემდგომ შეიძლება გადავიდეს აღნიშნულ კულტურებზე, მათი იმავე ფართობებზე დათესვისას. ცნობილია, რომ ზოგიერთ დაავადებას ან მავნებელს გააჩნია მაღალი გამძლეობის უნარი და ისინი ხანგრძლივად იმყოფებიან მოსვენებით მდგომარეობაში. ამიტომ, საჭიროა არ დავაბრუნოთ თავდაპირ-

ველ ადგილზე განსაზღვრული პერიოდის გასვლამდე ის კულტურები, რომლებიც ყოველწლიურად ზიანდებიან და უარყოფით გავლენას ახდენენ აგროკულტურების მოსავლის ფორმირებაზე (ნაცარი, კელაპტარი, თეთრი სიდამპლე). აღნიშნული ვადები მზესუმზირისათვის შეადგენს 4-5 წელს, პარკოსნებისათვის - 3-5 წელს, ხოლო შაქრის ქარხლისათვის - 3-4 წელს.

ბიოცენოზების სრუქტურა. ნებისმიერ ბიოცენოზს გააჩნია საკუთარი სტრუქტურა, რომელიც სხვადასხვა ინდივიდებისა და სახეობების განლაგებით განისაზღვრება, როგორც ვერტიკალურად, ასევე ჰორიზონტალურად. ბიოცენოზის სტრუქტურა უპირველეს ყოვლისა განისაზღვრება ფიტოცენოზის სივრცითი განლაგებით, მცენარის მიწისზედა და მიწისქვეშა მასების განაწილებით.

ვერტიკალური განაწილება ახასიათებს იარუსიანობას, რომელიც სხვადასხვა ბიოცენოზებში განსხვავებული ხარისხით არის გამოხატული. იარუსიანობა ხშირ შემთხვევაში მცენარის სახეობათა შორის წყლისა და სინათლისადმი კონკურენციის შედეგს წარმოადგენს. იგი სრულად უზრუნველყოფს გარემო ფაქტორების გამოყენებას და მაღალ პროდუქტიულობას. იარუსიანობა მკაფიოდ არის გამოხატული ტყეში, სადაც შეიძლება გამოიყოს სხვადასხვა სიმაღლის ბალახოვანი იარუსები (60 სმ-დან 1 მ-მდე), ბუჩქისებური იარუსი 6-8 მ სიმაღლის და ბოლოს ყველაზე მაღალი ხემცენარეები.

ბიოცენოზში მნიშვნელოვან და მრვალფეროვან როლს ასრულებენ ზოოფაგები, ფიტოფაგები და საპროფაგები. მაგალითად, ფიტოფაგები ანუ რიზოფაგები, რომლებიც ფესვებით იკვებებიან უშუალოდ მონაწილეობენ მცენარეების წყლითა და მინერალური ნივთიერებებით უზრუნველყოფაში, ხოლო ფოთლებით მკვებავები - გაზთა გაცვლაში.

ბიოცენოზში მიკროორგანიზმებს გააჩნიათ ქიმიური რეაქციების ისეთი უნარი, რომლებსაც განახორციელებს უმაღლეს საფეხურზე მდგომი მცენარეები. ისინი ახდენენ ატმოსფეროს თავისუფალი აზოტის ფიქსაციას, ორგანული მასალის მინერალიზაციას, დედამიწის ქერქის მინერალების დაშლას და სინთეზს. ბიოცენოზში მიმდინარეობს აგრეთვე მიკროორგანიზმების მიერ ნიადაგის ზედაპირზე მცენარეთა მკვდარი (ფოთლები, ხმელი ტოტები და სხვა) ნარჩენების თანდათანობით გახრწნა და დაშლა.

საქართველოს ნიადაგურ-კლიმატური პირობები განაპირობებენ მცენარეთა მრავალფეროვნებას. აქ წარმოდგენილია ენდემური, რელიქტიური და ადვენტური სახეობები.

ლანდშაფტი და აგროლანდშაფტი. ლანდშაფტი წარმოადგენს ტერიტორიულ სისტემას, რომელიც შედგება ბუნებრივი ან ბუნებრივი და ანთროპოგენური ურთიერთმოქმედი კომპონენტებისაგან. იგი განიხილება როგორც რესურსშემცველი და რესურსწარმოებადი სისტემა. წარმოქმნით და განვითარების ისტორიით ლანდშაფტი წარმოადგენს ერთგვაროვან ტერიტორიას, რომელიც ხასიათდება რელიეფით, ნიადაგების, მცენარეულობის ერთგვაროვანი შეთანხმებით და სხვა ტერიტორიებისაგან განსხვავებული სტრუქტურით.

ლანდშაფტის უმნიშვნელოვანესი თვისებაა მდგრადობა (თვითრეგულირებისა და თვითაღდგენის უნარი), რის საფუძველზეც უზრუნველყოფილია მისი დინამიკური წონასწორობა, შემადგენელი კომპონენტების ბალანსური განვითარება.

ლანდშაფტებზე ბუნებრივი ზემოქმედება შეიძლება იყოს ეგზოგენური - კლიმატური (ყინვა, ქარი, სეტყვა და ა.შ.), ბიოგენური (მავნებლების გამრავლება, ტყის ხანძრები, მცენარეთა დაავადებები), ჰიდროგენური (წყალდიდობა, მეწყერი, ზვავი, დაჭაობება, წყლისმიერი ეროზია და სხვა) და ენდოგენური (მინისძვრები, რელიეფის წარმოქმნა).

მდგრადი განვითარების მნიშვნელოვან პირობას წარმოადგენს ლანდშაფტური დაგეგმარება. მისი საშუალებით შესაძლებელია ტერიტორიის კომპლექსური შეფასება და მართვის ეფექტური მექანიზმების შემუშავება. ასევე, ბუნებრივი გარემოს ცალკეული კომპონენტებისა და თანამედროვე მდგომარეობის შესახებ ინფორმაციის სისტემატიზაცია.

ლანდშაფტის თანამედროვე მდგომარეობა შეიძლება შეფასდეს შემდეგი კრიტერიუმებით: პრაქტიკულად უცვლელი ლანდშაფტები, უმნიშვნელოდ და საშუალოდ შეცვლილი ლანდშაფტები, ძლიერ შეცვლილი და პრაქტიკულად გარდაქმნილი ლანდშაფტები. ლანდშაფტთა პოტენციალის შენარჩუნება და ამალღება გულისხმობს მისი პროდუქტიულობის შენარჩუნებასა და ზრდას. ხშირ შემთხვევაში, განსაკუთრებით სასოფლო-სამეურნეო პოტენციალს განიხილავენ როგორც ლანდშაფტის პროდუქტიულობას.

აგროლანდშაფტები ადამიანის მირ ხელოვნურად შექმნილი და ტერიტორიის დიდ ნაწილზე ბუნებრივი ფიტო- და ზოოცენოზების შეცვლით წარმოქმნილი ანთროპოგენური ლანდშაფტებია. მის უმეტეს ნაწილში ბუნებრივი მცენარეულობა შეცვლილია აგროკულტურების ნათესებით და ნარგავებით (ასევე პეიზაჟებით). მათ სწორ აღრიცხვასა და შეფასებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სოფლის მეურნეობის ეკოლოგიზაციის პრობლემის გადაჭრის დროს.

აგროლანდშაფტის ისეთი ორგანიზაცია, რომელიც უზრუნველყოფს მის ეკოლოგიურ მრავალფეროვნებას, მდგრადობას, მცენარეების მიერ ნახშირორჟანგის მაქსიმალურ შეთვისებას, ზრდის აგროცენოზის პირველად პროდუქტიულობას და ადიდებს აგროკულტურების მოსავლიანობას.

გამომდინარე იქედან, რომ აგროლანდშაფტი არ წარმოადგენს მყარ სისტემას, მისი აღდგენა და შენარჩუნება საჭიროებს მიზანდასახულ რეგულირებას. მისი შემდგომი ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია ანთროპოგენური მხარდაჭერა შემდეგი პრინციპების გათვალისწინებით:

- ❖ ადეკვატურობა (შესაბამისობა) - აგროლანდშაფტში საწარმოო საქმიანობის ფუნქციონალური შესაბამისობა ბიოსფეროს ფუნქციებთან;
- ❖ შემთავსებლობა - აგროლანდშაფტის ტერიტორიის კომპონენტების შექმნა ბუნებრივ-ანთროპოგენური შემთავსებლობის გათვალისწინებით;
- ❖ ფიტოცენოზების შესაბამისობა ადგილმდებარეობასთან - არაერთგვაროვან ნიადაგებზე სხვადასხვა მცენარეთა ნარგაობის ეკოლოგიურად სწორი ადგილის შერჩევა;
- ❖ ფიტომელიორაციის პრიორიტეტულობა - ფიტომელიორაცია როგორც ნიადაგდაცვითი, თვითაღდგენადი და თვითგამწმენდი აგროლანდშაფტისა და აგროეკოსისტემის მაფორმირებელი, რომელიც ემორჩილება მინიმუმის კანონს (ხშირ შემთხვევაში შემზღუდველ ფაქტორს ნიადაგის ტენი წარმოადგენს, ხოლო ფიტომელიორაცია ხელს უწყობს აგროეკოსისტემაში მდგრადი წყალბრუნვის ფორმირებას);
- ❖ სივრცობრივი და სახეობრივი მრავალფეროვნება - სივრცობრივი და სახეობრივი მრავალფეროვნების მოთხოვნილებათა გათვალისწინებით აგროეკოსისტემების შექმნა.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რას წარმოადგენს ბიოცენოზი ანუ ცენოზი?
2. განმარტეთ დიდი და მცირე ზომის ცენოზები.
3. რას გულისხმობს აგროცენოზი?
4. რა შემთხვევაში ხდება ველური ფორმის ლანდშაფტის ჩამოყალიბება?
5. ჩამოაყალიბეთ ბიოკლიმატური კონცეფციის არსი.
6. როგორ მონაცვლეობს კულტურები ნიადაგის ტენისა და დაავადებების ფონზე?
7. განიხილეთ ბიოცენოზის სივრცითი (ვერტიკალური და ჰორიზონტალური) სტრუქტურა.
8. გაანალიზეთ ფიტოფაგებისა და რიზოფაგების ფუნქცია, მიკროორგანიზმების ქიმიური რეაქციების უნარი.
9. რას წარმოადგენს აგროლანდშაფტი?
10. რა პრინციპების გათვალისწინებაა საჭირო აგროლანდშაფტების ფუნქციონირებისათვის?

10.2 ბიოცენოზის მრავალფეროვნება

ბიოცენოზის მრავალფეროვნება უკავშირდება მის მდგრადობას და გამოირჩევა მაღალი სტაბილურობით. მისი სტაბილურობა მაღალია სახეობრივი სხვადასხვაობის ფონზე, თუმცა ბუნებრივ თანასაზოგადოებაში ანთროპოგენური ფაქტორის გავლენით მცირდება მისი მრავალფეროვნება და ერთიანობა.

საცხოვრებელი გარემოს არაერთგვაროვნება განაპირობებს თანასაზოგადოების სახეობრივ შემადგენლობას. ბიოცენოზი ძირითადად ხასიათდება ისეთი სახეობრივი შემადგენლობით, როგორცაა უმდაბლეს და უმაღლეს საფეხურზე მდგომი მცენარეები, ხერხემლიანი და უხერხემლო ცხოველები, ცენოზის შემადგენელი ნაწილია ასევე მიკროორგანიზმები.

ცენოზები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მათში შემავალი ორგანიზმების სისტემატიკური შემადგენლობით. ცენოზში მნიშვნელოვანია გაბატონებული სახეობების შემადგენლობა და მათი რაოდენობრივი შეფარდება, რადგან ამ უკანასკნელზე დამოკიდებული ცენოზის საერთო სახე, მიკროკლიმატური ან მეზოკლიმატური პირობებია.

მცენარეებს ხანგრძლივი ევოლუციის პროცესში ბუნებაში დასამკვიდრებლად ადაპტაციის მრავალი თავისებურება გამოუმუშავდათ (თესლები, ნაყოფები, სპორები, ფესურები). მათ გავრცელებას ძირითადად ხელს უწყობს ქარი (ანემოქორია), წყალი (ჰიდროქორია), ცხოველები (ზოოქორია), ადამიანი (ანთროპოქორია). ბიოცენოზში ზოგჯერ სახეობათა შემცირების ერთ-ერთი მიზეზი ადამიანის არასწორი ჩარევაა. მაგალითად, ჰერბიციდების გამოყენებას სარეველების წინააღმდეგ, რომლებიც თესლებით მრავლდებიან, ასევე მდელოს თიბვას თესლის მომწიფებამდე, შეუძლია გამოიწვიოს არსებული სახეობების შემცირება და შესაძლებელია ზოგჯერ მათი განადგურებაც. სახეობათა შემცირებაზე ან მის გადაშენებაზე მნიშვნელოვნად შეიძლება იმოქმედოს ნიადაგში მინერალური სასუქების არადოზირებულმა შეტანამ, მოკირიანებამ და სხვა. საქართველოს მაკროკლიმატიდან საძოვრებზე საქონლის ინტენსიური ძოვების შედეგად შეიმჩნევა ზოგიერთი სასარგებლო საკვები ბალახის სახეობათა შემცირება.

ცნობილია, რომ ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით გამკაცრებული კლიმატური პირობების შესაბამისად მცენარეთა სახეობრივი შემადგენლობა მცირდება.

ჩამოყალიბებული სახეობები, რომლებსაც შეადგენს ბიოცენოზები, საჭიროებენ მახასიათებლების (სიმრავლე, მრავალფეროვნება, დომინანტობა და სხვა) ცნებათა დადგენას.

სიმრავლე. იგი წარმოადგენს ინდივიდთა რიცხოვნობას ან მოცულობას ფართობის ერთეულზე. ეს მაჩვენებელი ცვალებადია დროში (სეზონური, წლიური, რიცხოვნობის შემთხვევითი მერყეობა) და სივრცეში (ერთი ბიოცენოზიდან მეორეში). სახეობების სიმრავლის ზუსტად განსაზღვრა ყოველთვის მარტივი არ არის. ეკოლოგები იყენებენ სიმრავლის შეფასების 4 ბალან სისტემას (შედარებით ნაკლები სიზუსტის მეთოდს), რომლის მიხედვით სიმრავლე ფასდება შემდეგი გრადაციით: 0 ბალანსას სიმრავლე არ არის, 1 ბალანს დროს სიმრავლე იშვიათი და გაბნეულია, 2 ბალანს შემთხვევაში ხშირია, 3 ბალანს შემთხვევაში მრავალია, ხოლო 4 ბალანს დროს ძალზე მრავალია.

მრავალფეროვნება. ამ ტერმინით აღინიშნება ბიოცენოზის სახეობათა სიმდიდრე. მრავალფეროვნების მაჩვენებელი წარმოადგენს ციფრობრივ გამოსახულებას, რომელიც შეიძლება ჩამოყალიბდეს შემდეგნაირად: გარემოს ხელსაყრელ პირო-

ბებში სახეობის რიცხოვნობა მეტია, რომლიდანაც თითოეული წარმოდგენილია ინდივიდთა პატარა რიცხოვნობით. იმ შემთხვევაში, როცა გარემოს არახელსაყრელი პირობებია, სახეობები ცოტაა, მაგრამ ყველა მათგანს აქვს მაღალი რიცხოვნობა, ასეთ შემთხვევაში მრავალფეროვნების მაჩვენებელი დაბალია.

დომინირება. თანასაზოგადოებაში დომინირებს ის სახეობა, რომელსაც უკავია გაბატონებული მდგომარეობა და ქმნიან გარემოს თანასაზოგადოებისათვის. აღნიშნული გარემოს გარეშე სხვა სახეობებს არ შეუძლიათ არსებობა და მათ ედიფიკატორს (ლათ. მშენებელი) უწოდებენ.

დომინირება შეიძლება გამოიხატოს რაოდენობით, რაც ნიშნავს რომელიმე სახეობის რაოდენობრივ გავლენას ნებისმიერ თანასაზოგადოებაზე. თუმცა, რომელიმე სახეობა შეიძლება არ იყოს მრავალრიცხოვანი, მაგრამ ძლიერი გავლენა მოახდინოს თანასაზოგადოებაზე, ვიდრე სხვა საზოგადოებამ, რომელიც წარმოდგენილია უფრო სიმრავლით, მაგრამ პატარა ზომის გამო არ გამოირჩევა აქტიურობით. დომინირება ხშირად ვლინდება რომელიმე განსაზღვრული ჯგუფის საზღვრებში და არა ყველგან.

თანასაზოგადოებაში განსაკუთრებული როლი აქვთ მცირერიცხოვან სახეობებს, რომლებიც ქმნიან დომინანტების შეცვლის რეზერვს. ისინი განაპირობებენ ბიოცენოზის მდგრადობას და განსხვავებულ პირობებში უზრუნველყოფენ მის ფუნქციონირებას. გარკვეული კავშირია თანასაზოგადოების საერთო მრავალფეროვნებასა და დომინანტი სახეობების რაოდენობას შორის. დომინანტ სახეობათა რაოდენობის შემცირებისას მატულობს ცალკეული ფორმების სიმრავლე. შექმნილ - გაღარიბებულ თანასაზოგადოებაში, უფრო კონკურენტუნარიან სახეობას დაუბრკოლებლად გამრავლების შესაძლებლობა ეძლევა.

ბიოცენოზის მრავალფეროვნების მიზეზები. სახეობათა რიცხოვნობა, რომლებიც სხვადასხვა ტერიტორიაზე ბინადრობენ, ძირითადად დამოკიდებულია მათი საცხოვრებლის გეოგრაფიულ მდებარეობაზე.

დადგენილია, რომ ცოცხალი ორგანიზმების მრავალფეროვნება განისაზღვრება ისტორიული მიზეზებით და კლიმატური ფაქტორებით. სახეობათა მრავალფეროვნების მიზეზს წარმოადგენს ტროპიკული ზონა, სადაც ხანგრძლივი ევოლუციური

განვითარების შედეგად უკვე ჩამოყალიბებულია ძლიერ სტაბილური ეკოსისტემა, რასაც ვერ ვიტყვით ზომიერი სარტყლის მიმართ. ამ უკანასკნელში სახეობათა მრავალფეროვნება შედარებით ახალგაზრდაა და განვითარებასთან მიმართებით ღარიბულადაა წარმოდგენილი.

ბიოცენოზის განვითარება. ბიოცენოზის თავისებურება მათი დინამიზმია. თუ ადამიანი ბუნებრივ განვითარებაში არ ჩაერევა ან შეწყდება მისი ჩარევა, ასეთ შემთხვევაში ველზე სახეობათა განვითარება იწყება თანმიმდევრობით. პირველად ჩნდებიან და ვითარდებიან მრავალწლიანი ბალახები, შემდეგ ბუჩქოვანი და ბოლოს მერქნიანი მცენარეები. ისინი ეუფლებიან ტერიტორიას და საბოლოოდ ყალიბდება ტყე. ეკოლოგიაში სახეობათა ასეთი მონაცვლეობა სუკცესიის სახელწოდებით არის ცნობილი.

ყველა ბიოცენოზი (რ.დაჟო) დამოკიდებულია თავის ბიოტოპზე და პირიქით. ყველა ბიოტოპი იმყოფება ბიოცენოზის გავლენის ქვეშ, რადგან კლიმატური, გეოლოგიური და ბიოტური ფაქტორები განიცდიან ცვლილებებს. აქედან გამომდინარე, ბიოცენოზების განვითარება წარმოადგენს გარდაუვალ მოვლენას. იგი შეიძლება მხოლოდ კონკრეტულ შემთხვევაში მიმდინარეობდეს სხვადასხვა სიჩქარით.

ბიოცენოზის ცნება განუყოფელია ბიოტოპის ცნებისაგან, ე.ი. იგი არის სივრცე, რომელიც უჭირავს ბიოცენოზს. ბიოტოპი სხვადასხვა ფართობის ან მოცულობის გეოგრაფიული რაიონია, რომელიც გამოირჩევა ერთგვაროვნობით, ფლობს საკმარის რესურსებს სიცოცხლის შენარჩუნებისათვის. იგი შეიძლება იყოს ორგანული და არაორგანული.

ბიოცენოზის განვითარების ტერმინებია: აქცია, რეაქცია და კოაქცია.

აქცია. ეს არის ბიოტოპის მიერ ბიოცენოზზე გავლენა. იგი კლიმატისა და გეოლოგიური მოვლენების მოქმედებით ვლინდება სხვადასხვანაირად და იწვევს სხვადასხვა სახის შედეგებს, როგორცაა მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური წარმოქმნა და ეკოლოგიური ადაპტაცია, სახეობის შენარჩუნება ან გადაშენება და მათი რიცხოვნობის რეგულირება.

რეაქცია. ამ ტერმინის ქვეშ იგულისხმება ბიოცენოზის მიერ ბიოტოპზე გავლენა. რეაქცია შეიძლება გამოიხატოს დაშლაში, შექმნაში ან ცვლილებაში. დაშლის რეაქციაში შეიძლება მო-

ნანილობდეს მრავალი მცენარე (წყალმცენარეები, ხავსი), ისინი შეიძლება დასახლდნენ სხვადასხვა სახის მთის ქანებზე. ზოგიერთი უმაღლესი საფეხურის მცენარეების ფესვთა სისტემას, რომლებიც გამოყოფენ სპეციფიკურ სიმჟავეს შეუძლიათ გამოიწვიონ ქიმიური ზემოქმედება ამ ქანებზე.

ბიოცენოზებს ახასიათებთ შემოქმედებითი რეაქცია. კერძოდ, ადგილის კლიმატური პირობების გარდაქმნა, მიკროკლიმატის ჩამოყალიბება დიდი კაშხლების შექმნის შედეგად გორაკებზე, ვაკეზე, მთისწინებზე ტყის გაშენება და სხვა.

კოაქცია. ეს არის ცოცხალი ორგანიზმების ერთმანეთზე გავლენა. მაგალითად, რომელიმე სახეობა უეცრად თუ იძენს იმაზე მეტ მნიშვნელობას, ვიდრე ეს მას ადრე ჰქონდა, კოაქციის ცვლილებამ შეიძლება გამოიწვიოს მთელი ბიოცენოზის გარდაქმნა.

მაშასადამე, სხვადასხვა ურთიერთმოქმედება ბიოცენოზებსა და ბიოტოპებს შორის გვიჩვენებს, რომ ბიოცენოზების განვითარების ძირითად გამომწვევ მიზეზებს წარმოადგენს კლიმატური, გეოლოგიური, ედაფური და ბიოტური ფაქტორები.

ყველა ბიოცენოზის სიცოცხლე საბოლოოდ დამოკიდებულია ქლოროფილის შემცველი მცენარეების მიერ მზის ენერჯის გამოყენებაზე. ჩვენი პლანეტის 1მ^2 ფართობის ზედაპირზე ყოველწლიურად საშუალოდ შემოდის მზის ენერჯის დაახლოებით 400000 კკალ. ამ ენერჯის 70% მცენარეები მაქსიმალურად შთანთქავენ, ხოლო მისი დანარჩენი ნაწილი აირეკლება ატმოსფეროში. აღნიშნული 70%-დან მცენარეული მასის წარმოქმნას ხმარდება მხოლოდ 1%. დანარჩენი ენერჯია იხარჯება სითბურ ეფექტზე, აორთქლებასა და წყლის ტრანსპირაციაზე, ასევე ქიმიური რეაქციების განსახორციელებლად, განსაკუთრებით სუნთქვაზე.

მაშასადამე, მზის მთლიანი ენერჯიიდან, რომელიც წლის განმავლობაში ეცემა 1მ^2 ფართობის ზედაპირზე, მცენარეთა მასის წარმოქმნაზე იხარჯება მინიმუმ 4000 კკალ, ისიც განსაკუთრებულ ხელსაყრელ პირობებში. თუ მცენარეები თანაბრად არიან განაწილებული ფართობზე, მაშინ ისინი უფრო მეტად უზრუნველყოფენ მზის ენერჯის შთანთქმას და პირიქით. თუმცა, მცენარეული საფარი მოკლებულია უნარს, მთლიანად გამოიყენოს დღის სინათლის ყველა საათი, განსაკუთრებით იმ ადგილებში, სადაც ყველაზე მეტად შთაინთქმება ჯამური რადიაცია.

ასეთ პირობებში მცენარეთა პროდუქტიულობის პერიოდი მოკლეა. ეს ზონა ხასიათდება მკვეთრად გამოხატული მაღალი ატმოსფერული წნევით და მცირე ღრუბლიანობით, რის გამოც ძლიერია ინსოლაცია. ამიტომ, აქ მაღალი წნევის გამო, განსაკუთრებით მცირეა ნალექები. ამ უკანასკნელის შედეგად მცენარეთა საფარის პროდუქტიულობა განსაკუთრებით დაბალია.

როგორც აღინიშნა, მზის ენერგიის ნაწილს იჭერს მცენარეები, რასაც ფოტოსინთეზის საშუალებით გარდაქმნიან ორგანულ ნივთიერებად. პლანეტაზე ყოველ წელს ამ პროცესის შედეგად წარმოიქმნება 150-200 მილიარდი ტონა მშრალი ორგანული ნივთიერება, რომელიც ხმარდება გლობალური ეკოლოგიური სისტემის ნორმალურ ფუნქციონირებას.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. როგორია ბიოცენოზის სახეობრივი შემადგენლობა?
2. განიხილეთ მცენარეების თავისებურებანი, რომლებიც გამოუმუშავდათ მათ ხანგრძლივი ევოლუციის პროცესში.
3. რა ინვესს სახეობათა შეზღუდვას?
4. განმარტეთ ბიოცენოზის მახასიათებლები.
5. რაში მდგომარეობს ბიოცენოზის მრავალფეროვნების მიზეზები და როგორ მიმდინარეობს მისი განვითარება?
6. რას ნიშნავს ბიოტოპი და როგორია მისი გავლენა ბიოცენოზზე?
7. განმარტეთ ბიოცენოზის განვითარების ტერმინები.
8. რა განაპირობებს ბიოცენოზის არსებობას?

10.3 ეკოსისტემები (აგროეკოსისტემა)

ბიოცენოზი (თანასაზოგადობა) და ბიოტოპი (აბიოტური კომპონენტების ერთობლიობა) შეადგენენ ორ განუყოფელ ელემენტს და ურთიერთმოქმედებით ქმნიან მყარ სისტემას, რომელსაც ეკოსისტემა ეწოდება.

ეკოსისტემის პირველი განსაზღვრება ეკუთვნის ა.თენსლის (1935 წ), რომლის მიხედვით ეკოსისტემა არის გარემო პირობებთან ერთად ორგანიზმთა მჭიდრო მატერიალურ-ტექნიკური ერთობა. ყოველი ეკოსისტემის ცოცხალ და არაცოცხალ ნაწილებს შორის განუწყვეტილ მიმდინარეობს ნივთიერებისა

და ენერჯის მიმოცვლის არსებითად ერთგვაროვანი პროცესები.

ყოველი ბუნებრივი თუ ხელოვნური წარმონაქმნი, რომელშიც არის სიცოცხლე - ზღვა, ოკეანე, ტბა, ტყე, ვენახი (აგროეკოსისტემა) და სხვა, მსგავსი დამახასიათებელი ნიშნებით ხასიათდება, რომელთაც ერთი საერთო აქვთ - არსებობა გარემოში.

ეკოსისტემა შედგება ორი კომპონენტისაგან, ორგანული (ბიოცენოზი) და არაორგანული. კომპონენტების მიხედვით - კლიმატური, ადგილის რელიეფი, ბოტანიკური და ზოოლოგიური, ნიადაგური, ჰიდროლოგიური და გეოქიმიური ეკოსისტემა ერთგვაროვანია. ენერჯისა და ნივთიერებათა ცვლის ინტენსივობა ეკოსისტემის კომპონენტებს შორის მის ერთ-ერთ განმასხვავებელ ნიშანს წარმოადგენს. ეკოსისტემაში შემომავალი ელემენტებია - მზის ენერჯია, ნიადაგის მინერალური შემადგენლობა, ატმოსფეროს გაზები და წყალი, ხოლო ელემენტები, რომლებიც გადიან ეკოსისტემიდან, ანუ ტოვებენ მას, ასეთი ელემენტებია - სითბო, ჟანგბადი, ნახშირჟანგი და სხვა გაზები, ასევე ბიოგენური ნივთიერებები, რომლებიც გადაიტანება წყლის მიერ და ა.შ. ზოგადად, ეკოსისტემებს ახასიათებთ ცვალებადობა დროსა და სივრცეში.

უნდა აღინიშნოს, რომ ეკოსისტემაში შემავალ სახეობათა განაწილება არ არის შემთხვევითი, იგი გარკვეულ კანონზომიერებაშია. ეს განსაკუთრებით კარგად არის გამოხატული ტყის მცენარეებში, სადაც გამოყოფილია რამდენიმე იარუსი ზემოდან ქვემოთ. მაგალითად, მაღალი ხემცენარეების ქვემოთ იმყოფება დაბალი ხემცენარეები. ეს უკანასკნელები შეგუებული არიან ჩრდილში არსებობას, შემდეგ იზრდებიან ბუჩქოვანი მცენარეები, ხავსები, ბალახოვანი მცენარეები, ბოლოს ჩამოყრილი ფოთლების მულჩი (მკვდარი საფარი) და ნიადაგი. ყოველი იარუსისათვის დამახასიათებელია თავისი განსაკუთრებული ფაუნა, რაც უმთავრესად ეხება მცირე ზომის ცხოველებს. ხეების კრონის წვეროებში ბინადრობს მრავალი მწერი, რომლებიც იკვებებიან ფოთლებით, კვირტებით და მიეკუთვნებიან პირველად კონსუმენტებს. ამ უკანასკნელებით იკვებებიან მეორადი კონსუმენტები, ბოლოს კი მწერებისმჭამელი ფრინველები ასრულებენ მეორად ან მესამეული კონსუმენტების როლს.

ჩამოცვნილი ფოთლების საფარი წარმოადგენს ფაუნის საცხოვრებელ ადგილს, რომელიც პრაქტიკულად განსხვავდება წინამორბედისაგან. აქ სხვადასხვა მცირე ზომის ფოთლებით და ხავსებით იკვებებიან ტკიპები, მწერები, ხოჭოები, ლოკოკინები და სხვა. ეს პირველადი კონსუმენტები წარმოადგენენ მეორადი კონსუმენტების საკვებს (ობობების, მრავალფეხას და სხვა). ეკოსისტემა არ არის იზოლირებული, მასში ცოცხალი ორგანიზმები ჯაჭვურად არის დაკავშირებული.

ბუნებრივი ეკოსისტემები ხასიათდება გარკვეული თვისებებით, რომლებიც განსაზღვრავენ მათ დამოკიდებულებას გარემოს ზემოქმედების მიმართ, კერძოდ ეს არის:

- *მთლიანობა* (ეკოსისტემის შინაგანი ერთიანობა);
- *მდგრადობა* (შეინარჩუნოს სტრუქტურა და ძირითადი ფუნქციები, რეზისტენტული - დარღვევების მიმართ წინააღმდეგობის განწევა, დრეკადი - სტრუქტურისა და ფუნქციების დარღვევის შემდეგ მდგომარეობის აღდგენა);
- *ცვალებადობა* (თვითგანვითარების ან გარეშე მდგომარეობის მიხედვით ერთი მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლა);
- *ელასტიურობა* (მდგომარეობის შეცვლა გარეშე ფაქტორების გავლენით და საწყისი მდგომარეობის დაბრუნება ფაქტორების ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგ);
- *ინერცია* (გარეშე ფაქტორების ზემოქმედების დროს მდგომარეობის შეუცვლელად წინააღმდეგობის განწევა);
- *ტევადობა* (მდგომარეობის შეუცვლელად გარეშე ფაქტორების - უცხო ნივთიერებები, ჭარბი ენერჯია და ა. შ. აბსორბირება);
- *ცვლილებების დასაშვები საზღვრები* (ბუნებრივი სისტემის მდგომარეობის ზედა და ქვედა საზღვრების პარამეტრები, რომლის ფარგლებშიც იგი ხასიათდება მდგრადობით).

ანთროპოგენური ზეგავლენით ან ბუნებრივი მოვლენებით (ვულკანის ამოფრქვევა, ტყის ხანძრები, გვალვა, წყალდიდობა და სხვა) ეკოსისტემების ნეგატიური შეცვლა იწვევს ეკოლოგიურ სტრესს. იგი შეიძლება დაფიქსირდეს სხვადასხვა დონეზე. ინდივიდის დონეზე: ქიმიური და ფიზიოლოგიური ცვლილება, გენეტიკური დეფექტი, მძიმე დაავადებების წარმოქმნა; პოპულაციის დონეზე: პოპულაციის შემცირება ან ზრდა, გენეტიკურად მდგრადი ინდივიდების ბუნებრივი სელექცია, გენეტიკური შეგუების და მრავალფეროვნების დაკარგვა; ეკოსისტემის დო-

ნეზე: მზის ენერჯის შთანთქმის მექანიზმის შეცვლა, სითბური რეჟიმის დარღვევა, მდგრადი სახეობების დაბალი მრავალფეროვნება, ეკოსისტემების ძირითადი ფუნქციების მოშლა და ა.შ.

აგროეკოსისტემა. აგროეკოსისტემები წარმოადგენენ ეკოსისტემებს, რომლებიც იკავებენ გარდამავალ მდგომარეობას ბუნებრივ და ხელოვნურ ეკოსისტემებს შორის. იგი წარმოადგენს კულტურული მცენარეების ნათესებითა და ნარგავებით, ასევე მერქნიანი ჯიშებით დაკავებულ სასოფლო-სამეურნეო და სატყეო გამოყენების ნიადაგებზე მოზინადრე ორგანიზმების ერთობლიობას.

აგროეკოსისტემები ყოველთვის მეორადია და წარმოადგენს ადამიანის მიერ შეცვლილ პირველად ეკოსისტემებს. მათი თანასაზოგადოების ჩამოყალიბებას და რეგულირებას ახდენს ადამიანი სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მიღების მიზნით. აგროეკოსისტემა გამოირჩევა ბიოლოგიური პროდუქტიულობით, მცენარეების და ცხოველების ერთი ან რამდენიმე შერჩეული სახეობის სიჭარბით. იგი ბუნებრივ ეკოსისტემებთან შედარებით არამდგრადია და ნაკლებად აქვს გამოხატული თვითრეგულირების უნარი. მაგალითად, მინდვრის ტიპის სასოფლო-სამეურნეო წარმონაქმნებს მიეკუთვნება ის ტერიტორიები, რომლებიც საჭიროებენ ყოველწლიურ დამუშავებას, სასუქების შეტანას, ხელოვნური ფიტოცენოზების რეგულარულ ფორმირებას. ბაღები, ვენახები, ჩაის პლანტაციები წარმოადგენენ მრავალწლიან ფიტოცენოზებს. სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მისაღებად ყველაზე დიდ ტერიტორიას იკავებენ მდელოები და საძოვრები.

სხადასხვა აგროეკოსისტემა არსებობის განსხვავებული ვადებით (მარცვლოვანი კულტურები 1 წლამდე, მრავალწლიანი ბალახები 35 წლამდე, მრავალწლიანი ხეხილოვანი კულტურები 20-30 წლამდე და ა.შ.) ხასიათდება, რომლებიც ადამიანის ხელშეწყობის გარეშე სწრაფად იშლება, ველურდება და ტრანსფორმირდება.

აგროეკოსისტემის ფუნქციონირების ანთროპოგენურ ინვესტიციებს მიეკუთვნება: თესვები, დამატებითი საკვები, საკვებში ქიმიური დანამატები, სანვავი, სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკა, სასუქები და პესტიციდები. აგროეკოსისტემა მოიცავს კულტურული მცენარეების ცენოზებს, მდელოს, სახნავების და

სასოფლო-სამეურნეო ცხოველების ეკოსისტემებს, სადაც საბოლოოდ მიიღება მცენარეული და ცხოველური პროდუქცია.

ბუნებრივი ეკოსისტემები და აგროეკოსისტემები ერთმანეთის მსგავსია ავტოტროფულობით, თუმცა ერთმანეთისაგან მკვეთრადაც განსხვავდებიან. 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 ეკოსისტემებისაგან განსხვავებით აგროეკოსისტემები ძირითადად იქმნება სისტემიდან პროდუქციის გატანის მიზნით. ზოგიერთ შემთხვევაში პროდუქციის გატანა ხდება ამ პროდუქციის ფორმირების სანყისი წყაროდან რამდენიმე ათასეული კილომეტრის დაშორებით.

ენერგეტიკული მაჩვენებლების მიხედვით გამოყოფენ აგროეკოსისტემების ტიპს, რომელიც დამახასიათებელია ისეთი შემთხვევებისათვის, როდესაც დამატებით ენერგიად გამოიყენება მხოლოდ ადამიანის და ცხოველების კუნთოვანი ძალა. ასეთი ტიპის აგროეკოსისტემები ახლოს დგას ბუნებრივ ეკოსისტემასთან. მათ გარკვეული ფართობები უჭირავთ მთიან რეგიონებში.

აგროეკოსისტემების პროდუქტიულობის ამაღლების ძირითადი გზაა აგროკულტურების მაღალპროდუქტიული შეხამების შექმნა. ისინი უნდა დაითესოს და დაირგოს ზოლებად ან მწკრივებად, ხოლო რიგთაშორისებში უნდა მოხდეს მარცვლეულის შეთესვა. ზომიერ კლიმატურ რაიონებში იყენებენ კულტურათა სხვადასხვა კომბინაციას. მაგალითად, ბარდას და სოიოს - შვრიით და სიმინდით, სოიოს და ლობიოს - სიმინდთან, სოიოს - ხორბალთან, ბარდას - მზესუმზირასთან. მარცვლოვანების და პარკოსნების ოპტიმალური შერჩევისას არსებითად იზრდება მათი პროდუქტიულობა, ცილების გამოსავალი. ამ შემთხვევაში მარცვლოვანი კულტურები იყენებენ პარკოსანი კულტურების აზოტს.

ეკოსისტემების ენერგეტიკული ბალანსი იცვლება სხვადასხვა კლიმატურ ზონებში. ეკოსისტემებს გამოუმუშავებული აქვთ ოპტიმალური შთანთქმისადმი მისადაგების უნარი. აღნიშნულთან დაკავშირებით გამოყოფილია აგროეკოსისტემების 5 ძირითადი ტიპი:

- ❖ ტროპიკული ტიპი. იგი ხასიათდება სითბოს მაღალი უზრუნველყოფით. რის შედეგად განპირობებულია უწყვეტი ვეგეტაცია. აქ ერთნლიანი კულტურები (ანანასი, ბანანი, კაკაო და სხვა) წელიწადში 2-4 მოსავალს იძლევა. ამ ტიპის აგროეკოსისტემები საჭიროებენ ანთროპოგენური ენერჯის მუდმივ შეტანას.
 - ❖ სუბტროპიკული ტიპის აგროეკოსისტემები. მათში ნაკლებია ნივთიერებების და ენერჯის ანთროპოგენური ნაკადების ინტენსივობა. ამ ტიპის აგროეკოსისტემებისათვის დამახასიათებელია ორი სავეგეტაციო პერიოდის ზაფხულის და ზამთრის არსებობა. აქ იზრდება მრავალნლიანი მცენარეები (ვაზი, ჩაი, ციტრუსები და სხვა), სავეგეტაციო პერიოდში მოყავთ ერთნლიანი კულტურები (სიმინდი, ხორბალი, ბოსტნეული, ბაღჩეული და სხვა).
 - ❖ ზომიერი ტიპის აგროეკოსისტემები. ისინი ხასიათდებიან მხოლოდ ერთი (ზაფხულის) სავეგეტაციო პერიოდით და ზამთრის პერიოდით. სავეგეტაციო პერიოდში ხდება მაღალი ანთროპოგენური ენერჯის ჩადება.
 - ❖ პოლარული ტიპის აგროეკოსისტემები. აქ აგროეკოსისტემები შეზღუდულია, თუცა ძნელად მოყავთ ბოსტნეული, ძირხვენები, საადრეო კარტოფილი.
 - ❖ არქტიკული ტიპის აგროეკოსისტემები. ისინი არ არსებობს, აქ კულტურული მცენარეთა მოყვანა გამორიცხულია. გამოიყენება მხოლოდ დახურული გრუნტი.
აგროეკოსისტემების სამ საბაზისო ტიპს გამოყოფენ:
 - ❖ *ბუნებათცვალი* - ხასიათდება ბუნებრივი ნაყოფიერების არასრული კვლავნარმოებით, რაც იწვევს მისი დონის დაცემას;
 - ❖ *ბუნებათდაცვითი* - მისთვის დამახასიათებელია ბუნებრივი ნაყოფიერების უბრალო კვლავნარმოება და მისი დონის შენარჩუნება;
 - ❖ *ბუნებათგაუმჯობესებელი* - ითვალისწინებს გაფართოებულ კვლავნარმოებას და ბუნებრივი ნაყოფიერების დონის ამალლებას.
- აგროეკოსისტემის მდგრადობა.* აგროეკოსისტემის მდგრადობა არის სისტემის თვისება შეინარჩუნოს თავისი პარამეტრებისა და სტრუქტურის მნიშვნელობა სივრცესა და დროში

და ხარისხობრივად არ შეიცვალოს ფუნქციონირების ხასიათი. გამომდინარე იქედან, რომ აგროეკოსისტემა წარმოადგენს ადამიანის მიერ სამეურნეო საქმიანობით შეცვლილი ბუნებრივი ეკოსისტემის ნაწილს, მის სტრუქტურას და ფუნქციონირებას არეგულირებენ ნივთიერებათა (სასუქები, პესტიციდები და სხვა) და ენერგიის დამატებითი შეტანით აგროკულტურების ოპტიმალური და სტაბილური პროდუქტიულობის მისაღებად, ასევე გარემოს დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად.

აგროეკოსისტემის მდგრადობის პარამეტრებია: ნიადაგის თვისებები, აგროფიტოცენოზის სტრუქტურა, ორგანიზაცია და პროდუქტიულობა, მიკრობული თანასაზოგადოების სტრუქტურა, ორგანიზაცია, ბიოქიმიური წრებრუნვის ინტენსივობა და დაბალანსება.

ეკოსისტემის სტრუქტურის შეცვლა ან მისი პარამეტრების გადასვლა არამყარ მდგომარეობაში განაპირობებს მდგრადობის დაკარგვას. აგროეკოსისტემის მდგრადობის და სტაბილურობის მაჩვენებელს შორის პირველი ადგილი უჭირავს აგროცენოზის პროდუქტიულობას. ამ უკანასკნელის შემცირება სხვადასხვა მიზეზით (სასუქების ნაკლებობა ან სიჭარბე, გვალვები ან ტენის სიჭარბე, ნიადაგის გამოფიტვა და სხვა) მიანიშნებს აგროეკოსისტემის არამდგრად ზონაში გადასვლაზე.

აგროეკოსისტემის მდგრადი განვითარებისათვის საჭიროა მისი ოპტიმიზაცია. წინასწარ უნდა იქნას გამოკვეთილი აგროეკოსისტემის ფუნაქციონირების ძირითადი მიმართულება და ის კომპონენტები, რომლებსაც მიენიჭება პრიორიტეტი (საძოვარი, ბუნებრივი და საკვები სავარგულები, საქონელი და სხვა).

ექსტენსიური (დაბალი) ანთროპოგენური ენერგეტიკული უზრუნველყოფისას აგროეკოსისტემების პროდუქტიულობა დაბალია (ადაპტურობის ხარისხი მაღალია), ხოლო ინტენსიური (მაღალი) ანთროპოგენური ენერგეტიკული უზრუნველყოფისას აგროეკოსისტემის პროდუქტიულობა მაღალია (ადაპტურობის ხარისხი დაბალია).

აგროეკოსისტემების მინათმოქმედებაში კულტურის მოსავლიანობის ზრდას უზრუნველყოფს ქიმიზაციის საშუალებებით მცენარეთა ბიოლოგიური დაცვა, მელიორაციული ხერხების ეფექტური გამოყენება, ზონალური ნიადაგურ-ეკოლოგიური სპეციფიკის გათვალისწინებით თანამედროვე ტექნოლოგიების დანერგვა. აგროეკოსისტემების მდგრადობის ამაღლების

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

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. რას ეწოდება ეკოსისტემა და რომელი ელემენტებია ეკოსისტემაში შემავალი და მისგან გამავალი?
2. როგორია ეკოსისტემაში მობინადრე სახეობათა განაწილება?
3. რას გულისხმობს ჯაჭვური კვება?
4. რა თვისებებით ხასიათდება და რა განსხვავება- მსგავსებაა ბუნებრივ ეკოსისტემასა და აგროეკოსისტემას შორის?
5. განმარტეთ აგროეკოსისტემის ფუნქციონირების ანთროპოგენური ინვესტიციები და მისი პროდუქტიულობის ამაღლების გზები.
6. განიხილეთ აგროეკოსისტემის საბაზისო ტიპები.
7. რას გულისხმობს აგროეკოსისტემის მდგრადობა და რაში გამოიხატება მისი არამდგრად ზონაში გადასვლა?

10.4 ჯაჭვური კვება და ეკოლოგიური პირამიდა

ცოცხალი ორგანიზმების ერთი ნაწილი იკვებება მათი წინამორბედებით და თავის მხრივ მსხვერპლი ხდება იმ ორგანიზმების, რომლებიც მათ შემდგომ დგანან. აღნიშნულ სისტემას ჯაჭვური კვება ეწოდება. არსებობს ჯაჭვური კვების (რ.დაჟო) ორი ტიპი: ბალახისმჭამელი ცხოველები, რომლებიც იკვებებიან ცოცხალი მცენარეებით და რომლებიც იკვებებიან არაცოცხალი, მეტნაკლებად გახრწნილი ნივთიერებებით (მცენარეული ან ცხოველური ნარმოშობის).

ცოცხალი მცენარეებით დაწყებულ ჯაჭვურ კვებაში გამოყოფენ შემდეგ კატეგორიებს:

- პროდუცენტები, მცენარეები რომლებსაც გააჩნიათ ქლოროფილი. ასეთები შეიძლება იყოს წყალმცენარეები და ხმელეთის მცენარეები;

- პირველადი კონსუმენტები, რომლებიც ავტოტროფული პროდუცენტებით იკვებებიან. ისინი ძირითადად ბალახმჭამელებია, ასევე არიან ნაკლებად გავრცელებული ჯგუფის პირველადი კონსუმენტები, რომლებიც შეადგენენ (როგორც მცენარეები, ასევე ცხოველები) მწვანე მცენარეების პარაზიტებს და ცხოვრობენ თავისი პატრონის ხარჯზე.
- მეორადი კონსუმენტები ბალახისმჭამელებით იკვებებიან და მიეკუთვნებიან სხვადასხვა ჯგუფებს.
- მესამეულ კონსუმენტებს მიეკუთვნებიან ხორცისმჭამელები, რომლებიც თავის მხრივ იკვებებიან ხორცისმჭამელი ცხოველებით, ე.ი. მეორადი ცხოველებით. ამ ჯგუფში ორივე შეიძლება იყოს მტაცებელი, ისინი იჭერენ და მანამდე კლავენ მსხვერპლს სანამ შეჭამენ. პარაზიტები ასე თუ ისე სასიკვდილოდ არ წირავენ თავიანთ პატრონს. არიან ცხოველები, რომლებიც გახრწნილი ორგანიზმებით იკვებებიან.

კონსუმენტები შეიძლება გამოიყოს მეოთხეული, მეხუთეული და ა.შ. თუმცა, ჩვეულებრივ ჯაჭვური კვება შედგება არა უმეტესი ხუთი-ექვსი რგოლისაგან.

მაშასადამე, ჯაჭვური კვება იწყება მცენარიდან და მთავრდება მსხვილი მტაცებლებით და ა.შ. ჯაჭვურ კვებაში მტაცებელი ცხოველების ზომა თანდათანობით მატულობს, ხოლო რიცხოვნობა იკლებს.

საკვებ ნივთიერებათა წრებრუნვა. სიცოცხლის შენარჩუნებისათვის ნებისმიერ ეკოსისტემაში ადგილი აქვს საკვები ნივთიერებების წრებრუნვას ცხოველებისა და მცენარეების ურთიერთმოქმედებით. მათი ურთიერთდამოკიდებულება კავშირშია სინათლესთან, მზის სითბოსთან, ჰაერთან, წყალთან და ნიადაგთან. მცენარეები, როგორც აღინიშნა, წარმოადგენენ პროდუცენტებს (პირველადი პროდუქტები), ისინი იყენებენ მზის ენერჯიას ფოტოსინთეზის პროცესში, ქმნიან ორგანულ მასას - საკვებს პირველადი მთხოვნელისათვის, კერძოდ მცენარეებით მკვებავი ცხოველებისათვის (პირუტყვი, კულრდღელი და სხვა). მცენარეებით მკვებავი ცხოველები (კონსუმენტები), უმეტეს შემთხვევაში წარმოადგენენ საკვებს მეორადი მთხოვნელისათვის - მტაცებლებისათვის (დათვი, მგელი და სხვა). ყველა ისინი - მცენარეები, მათი პირველადი და მეორადი მომხმარებლები, საბოლოოდ კვებიან, იხრწნიებიან და გამოიყენებიან რედუცენტების მიერ (სოკოები, ბაქტერიები და ა.შ.). ამ პროცესის შემდეგ

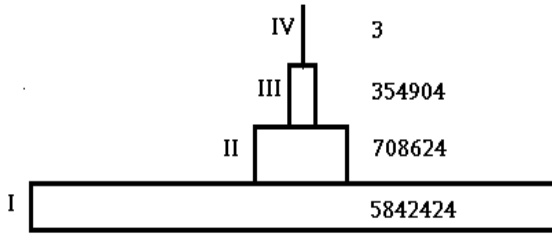
უბრუნდებიან ნიადაგს საკვები ნივთიერების სახით. ეს ციკლი მეორდება ეკოსისტემაში.

ნივთიერებათა წრებრუნვა ეკოსისტემაში. ეკოსისტემაში მატერიის გადატანის დროს უმთავრეს როლს ასრულებს ქიმიური ელემენტების მუდმივი ციკლოზობის არსებობა, რომლებიც სრულიად განსხვავდებიან წარმოქმნილი ენერგიისაგან.

ცოცხალი პროტოპლაზმის სინთეზისათვის საჭიროა დაახლოებით 40 ქიმიური ელემენტი, რომელთაგან ყველაზე მნიშვნელოვნად თვლიან ნახშირბადს, აზოტს, წყალბადს, ჟანგბადს, ფოსფორს და გოგირდს. სხვა დანარჩენი ელემენტი - კალციუმი, რკინა, კალიუმი, მაგნიუმი, ნატრიუმი და ა.შ. საჭიროა მცირე რაოდენობით. ეს ელემენტები თანდათანობით ხვდებიან ცოცხალი მატერიიდან არაორგანულ მატერიაში, სადაც მონაწილეობას იღებენ მეტნაკლებად რთულ ბიოქიმიურ ციკლში. ეს უკანასკნელი შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად: გაზების წრებრუნვა, რომელშიც ატმოსფერო წარმოადგენს ელემენტის მთავარ რეზერვუარს (ნახშირბადი, აზოტი, წყალი) და დანალექის წრებრუნვა, ელემენტები, რომლებიც მყარ მდგომარეობაშია ქანების დანალექთა შემადგენლობაში, როგორიცაა ფოსფორი და გოგირდი.

ეკოლოგიური პირამიდები და მათი აგებულების პრინციპები. ეკოსისტემას ახასიათებს ე.წ. პირამიდა, სამკუთხედის სახით, სადაც წარმოდგენილია პროდუცენტები (მწვანე მცენარეები), პირველადი კონსუმენტები (მცენარის და ბალახისმჭამელი ცხოველები), მეორადი კონსუმენტები (ხორცისმჭამელი ცხოველები, რომლებსაც ერთვის დესტრუქტორები).

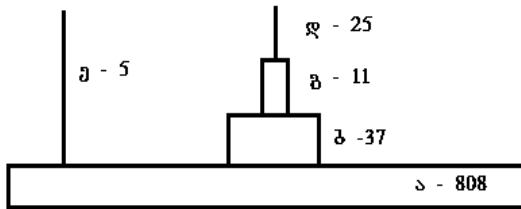
ეკოსისტემის თითოეულ ტროფულ დონეზე ეკოლოგიური პირამიდა გამოხატავს წმინდა პროდუქტიულობას. იგი წარმოდგება ფენების სახით, რომელიც ერთმანეთზეა დაწყობილი და მათი სიდიდე ამ დონის პროდუქტიულობას შეესაბამება. მაგალითად, პირველადი პროდუცენტები ქმნიან დიდ პროდუქტიულ ტროფულ დონეს, რომლის ხარჯზე ცხოვრობენ ნაკლებად პროდუქტიული ბალახისმჭამელი, მცენარეთამჭამელი პირველადი კონსუმენტები. კიდევ უფრო ნაკლებ პროდუქტიულებია მეორადი კონსუმენტები - ხორცისმჭამელი ცხოველები. ე.ი. მათი მასა მნიშვნელოვნად მცირეა პირველადი კონსუმენტების მასაზე. მაშასადამე, პირამიდა ისეა აწყობილი, რომ იგი სიმაღლის მიხედვით ზომებში მცირდება დაბლიდან მაღლა (ნახაზი 10.4.1).



- I - პროდუცენტი მწვანე მცენარეები
- II - პირველადი კონსუმენტი - მცენარეების მჭამელები
- III - მეორადი კონსუმენტი - ხორცის მჭამელები
- IV - მესამეული მსხვილი კონსუმენტი - ხორცის მჭამელები
- რიცხვები - ინდივიდთა რიცხოვნობა

ნახ. 10.4.1 რიცხვითი პირამიდა (ევანსი, კეინი, კალკოტის მიხედვით)

ენერჯის რაოდენობის შემცირებას თან სდევს თითოეულ ტროფულ დონეზე ინდივიდების ბიომასისა და რიცხოვნობის შემცირება. რაც შეეხება ხმელეთის ბიომასისა და პროდუქტიულობის პირამიდებს, ისინი მსგავსი აგებულებით ხასიათდებიან. ნახაზი 10.4.2-ზე მოცემულია პირამიდა (ოდუმის მიხედვით).



- ა - პროდუცენტი; ბ - მცენარის მჭამელი; გ - ხორცის მჭამელი;
- დ - მსხვილი ხორცისმჭამელი; ე - დესტრუქტორი

ნახ. 10.4.2 ბიოცენოზის ბიომასის პირამიდა (მშრალი მასა გრ/მ²)

ეკოსისტემებში პროდუცენტების წონა (ბალახების, მცენარეების) გაცილებით უფრო დიდია, ვიდრე პირველადი კონ-

სუმენტების, რომლებიც ამ პროდუცენტებით იკვებებიან. ხოლო პირველადი კონსუმენტების წონა შესამჩნევად მეტია მეორად კონსუმენტებზე, რომლებიც ხორცისმჭამელებიც არიან და იკვებებიან პირველადი კონსუმენტებით, და ბოლოს მსხვილი ხორცისმჭამელი კონსუმენტები (ლომი), რომლის წონა (გამოხატული გრამებში 1 მ²) ჩამოუვარდება მეორადი კონსუმენტების საერთო წონას, რადგან ლომის რიცხოვნობა არ არის დიდი.

❖ **კითხვები თვითშემონებისათვის**

1. რას გულისხმობს ჯაჭვური კვება?
2. რომელ კატეგორიებს გამოყოფენ ცოცხალი მცენარეებით დანყებულ კვებაში?
3. ახსენით საკვებ ნივთიერებათა წრებრუნვა.
4. რაში მდგომარეობს ეკოსისტემაში ნივთიერებათა წრებრუნვის მექანიზმი?
5. განიხილეთ ეკოლოგიური პირამიდის პრინციპი და ბიომასის პირამიდა ოდუმის მიხედვით.

თავი XI

ეკოლოგიური სოფლის მეურნეობა

11.1 ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნების გზები აგრარულ სექტორში

ეკოლოგიური თვალსაზრისით სოფლის მეურნეობის წარმოება განიხილება, როგორც ნივთიერებათა წრებრუნვა, ე.ი. ნივთიერებათა შემოსვლა და გასვლა. ამიტომ მინათმოქმედებაში მნიშვნელოვანია აღნიშნული პრინციპის გათვალისწინება, წინააღმდეგ შემთხვევაში შეუძლებელია ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნება აგრარულ სექტორში. თუ შევეცდებით მივიღოთ მაღალი მოსავლი ნიადაგის ნაყოფიერების დანაკარგის შევსების გარეშე, იგი გამოიფიტება, რის შედეგადაც ეკოლოგიური წრებრუნვა დაირღვევა. ასეთ შემთხვევაში შეუძლებელია სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ზრდის ტენდენციის შენარჩუნება. მოცემულ ფართობზე ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ხორბლის, სიმინდის ან სხვა კულტურის წარმოება გამოიწვევს ნიადაგში საკვები ელემენტების შემცირებას, მით უფრო თუ ნიადაგი განიცდის მინერალური სასუქების ნაკლებობას.

აგრარულ სექტორში მნიშვნელოვანია მემცენარეობის, მეტყევეობის, მეცხოველეობის როლი, რადგან ეკოლოგიურ სისტემებში ნივთიერება და ენერგია სახნავის, ტყეების, სტეპების, ასევე მეფრინველეობის, მეცხოველეობის და წყლის მუდმივ წრებრუნვაში იმყოფება. ტყე და მცენარეული საფარი უზრუნველყოფენ ტენის დაგროვებას სათესი მინდვრის კულტურებისათვის, არეგულირებენ წყლის ჩამონადენს, აუმჯობესებენ მიკროკლიმატს.

გამომდინარე იქედან, რომ ბუნებრივი პირობები ყველგან ერთნაირი არ არის, გათვალისწინებული უნდა იქნას კონკრეტული ადგილის პირობები მინათმოქმედების, სატყეო მეურნეობის განვითარებისათვის. ერთი ძირითადი დარგის წარმოებას მრავალდარგოვანი წარმოება ისე უნდა შეეხამოს, რომ არ შეინიროს სხვა. ეს ხელს შეუწყობს ეკოლოგიური წონასწორობის რეგულირებას მოცემულ დარგებს შორის. უნდა გვახსოვდეს, რომ ამა თუ იმ რეგიონში ხელსაყრელი ნიადაგურ-კლიმატური

პირობების შემთხვევაში, რომელიმე ერთი დარგის განვითარება (მემარცვლეობა, მეკარტოფილეობა, მეხილეობა და ა.შ.) ვერ უპასუხებს ეკოლოგიური წონასწორობის კანონთა მოთხოვნებს.

ადამიანის გავლენა მთელ ბიოსფეროზე მისი არსებობის მომენტიდან ისე სწრაფად მიმდინარეობდა, რომ ამჟამად პლანეტაზე ძნელია ვიპოვოთ რომელიმე თანასაზოგადოება, რომელსაც პრაქტიკულად არ განეცადოს მისი ზემოქმედება. თუმცა უნდა განვასხვავოთ ბუნებაზე ადამიანის გააზრებულ და გაუაზრებელი ზემოქმედება. გააზრებული ზემოქმედებაა ტყის გონივრული ჭრა დასაშვები ნორმების გათვალისწინებით. მათ ნაცვლად ახალი ნერგების გამორგვა, ახალი ტყეების და ქარსაფარი ზოლების გაშენება და ა.შ. გაუაზრებელი ქმედებაა, როცა ადამიანი ანადგურებს მცენარეთა ზოგიერთ სახეობას - ნიადაგის მოხვნით, ტყის მცენარეების ამოძირკვით, პირუტყვის გადაძოვებით, მინდვრებისა და ველების გათიბვით მცენარეთა ყვავილობამდე პერიოდში, ნორმების გარეშე მორწყვით (რაც დრენაჟის გარეშე დამლაშების მიზეზი ხდება). მცენარეებზე უარყოფით გავლენას ახდენს საავტომობილო, სანარმოო გამონაბოლქვი გაზები, ასევე ახალი ფართობების ათვისება ხელოვნური აგროფიტოცენოზების ქვეშ (ნათესები, ნარგავები), რომელთა ხარჯზე ნადგურდება იმ ადგილზე არსებული სხვა სახეობის მცენარეულობა.

მაშასადამე, ბუნებას სჭირდება დაცვა, აღდგენა-განახლება, მხოლოდ ეკოსისტემაში არსებული, დამკვიდრებული ყველა ურთიერთკავშირების გათვალისწინებით, წინააღმდეგ შემთხვევაში მათი დარღვევა მიგვიყვანს გამოუსწორებელ შედეგებამდე.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. გაანალიზეთ ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნების გზები აგრარულ სექტორში.
2. რას გულისხმობს ნივთიერებათა წრებრუნვა სოფლის მოურნეობაში?
3. განიხილეთ გააზრებული და გაუაზრებელი ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგები ბუნებაზე.

11.2 ეკოლოგიური (ალტერნატიული) მინათმოქმედება

თანამედროვე ეტაპზე გარემოს ეკოლოგიურ პრობლემათა შორის, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარების პრინციპების უზრუნველყოფა, რომელიც ითვალისწინებს, არამარტო ხანგრძლივი პერიოდით მოსახლეობის მომარაგებას ეკოლოგიურად სუფთა სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებით, არამედ გარემოს დაცვას, მის შენარჩუნებას და აუცილებელ განვითარებას.

თანამედროვე პირობებში ტექნიკისა და ქიმიური ინდუსტრიის პროგრესის დაჩქარებულმა განვითარებამ, კაცობრიობა უზრუნველყო საკვები პროდუქტებით, მაგრამ აღნიშნულმა ფაქტორებმა ამავე დროს გამოიწვია რიგი უარყოფითი მოვლენები, რაც გამოვლინდა ნიადაგის სტრუქტურის, გარემოსა და ბუნებრივი ლანდშაფტების დაზიანებაში. ქიმიზაციის მხოლოდ ცალმხრივმა გამოყენებამ, შექმნა აგროკულტურების და გარემოს დაბინძურების პირობები. დეგრადაციას განიცდის ნიადაგი, რომელიც საფრთხეს უქმნის გარემოს, ადამიანის ჯანმრთელობას და კაცობრიობას ეკოლოგიური კატასტროფის წინაშე აყენებს.

ეკოლოგიურად ჯანსაღი გარემოს შენარჩუნებისა და თანამედროვე საზოგადოების საკვებით უზრუნველყოფისათვის (2050 წლისათვის) საჭიროა კვების პროდუქტების წარმოების გაზრდა 100%-ით. აღნიშნული მოითხოვს ახალი ტექნოლოგიების დანერგვას.

არსებული, გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობიდან გამომდინარე ალტერნატიული გზა, ეს არის ეკოლოგიური მინათმოქმედების განვითარება. აღნიშნული სისტემა უზრუნველყოფს არამარტო ეკოლოგიურად უსაფრთხო სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების წარმოებას, არამედ გარემოს დაცვას. მას ახასიათებს მდგრადი განვითარების ტენდენცია და მომავალი თაობებისათვის ეკოლოგიური გარემოს შენარჩუნების წინაპირობაა. აღნიშნული ქმნის საფუძველს გამოირიცხოს ბუნებრივი რესურსების ქარბი მოხმარება, ხელსაყრელი გარემოსა და ბიომრავალფეროვნების შემცირება-დეგრადაცია.

მსოფლიოში გავრცელებულმა პოლიტიკამ, ნებისმიერი საშუალებებით მიეღწიათ მოსავლიანობის მაქსიმალური ზრდისათვის, გამოიწვია სოფლის მეურნეობის მასიური ქიმი-

ზაცია. ამ პროცესმა უდაოდ ააცილა მსოფლიოს მზარდ მოსახლეობას აშკარა შიმშილი, მაგრამ მისმა დაჩქარებულმა და მალალმა ეფექტმა შეცვალა ადამიანის ცნობიერება. თვითონ ქმნილება - ადამიანი ცდილობს გარდაქმნას ბუნება, მასში ჩამოყალიბდა მომხმარებლური ფსიქოლოგია. ბუნებასთან მხოლოდ ასეთმა დამოკიდებულებამ სავალალო შედეგები გამოიღო საქართველოშიც - გარემო დაბინძურებულია, ეროზირებულია ნიადაგი, დაცემულია მისი პროდუქტიულობა, შერყეულია ადამიანის ჯანმრთელობა. შემამოფოთებელი მდგომარეობაა ნიადაგი მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტების შემცველობის მხრივ. სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების 80% ღარიბია მცენარისათვის აუცილებელი მიკროელემენტებით. ნიადაგის ნაყოფიერების უმთავრესი მაჩვენებლის, ჰუმუსის ბალანსი უარყოფითია. იმის გათვალისწინებით, რომ ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობის მომატებას 0.5%-ით ბუნებრივ პირობებში ერთი საუკუნეც არ ჰყოფნის, აშკარაა ის მოსალოდნელი კატასტროფა, რის წინაშეც სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებაა. ეროზიულ პროცესებს განიცდის (სხვადასხვა ხარისხით) 1 მილიონ ჰექტრამდე ნიადაგი, რაც მიზეზი ხდება სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების განადგურებისა და ათასობით წლების მანძილზე ჩამოყალიბებული ბუნებრივ-ეკოლოგიური ნონასწორობის რღვევისა.

სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების დაბინძურებაში მინერალური სასუქებისა და შხამქიმიკატების (რომლებიც გამოიყენება, როგორც თესლის წინასწარი დამუშავებისათვის, ასევე ნიადაგის ფუმიგაციისა და განოყიერების მიზნით) გარდა, მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ინდუსტრიული დაბინძურებაც.

შექმნილი გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობიდან გამომდინარე, ბუნებისა და თვით ადამიანის გადარჩენისათვის აუცილებელი გახდა ალტერნატიული გზის ძიება, რაც ბუნებასთან ჰარმონიულ ურთიერთობაში გამოიხატება. ასეთ გზად მიჩნეულია ეკოლოგიური სოფლის მეურნეობის სისტემა, რომელიც დადებით გავლენას ახდენს გარემოზე. იგი ძირითადად ეყრდნობა ბუნებრივი რესურსების გამოყენებას და ხელს უწყობს ბუნებაში ეკოლოგიური თანაფარდობის შენარჩუნებასა და ბიოლოგიური პროცესების ოპტიმალურ განვითარებას.

ეკოლოგიურ სოფლის მეურნეობას ენის თავისებურებიდან გამომდინარე, განსხვავებული დასახელება გააჩნია - „ეკო-

ლოგიური” (რუსეთი, ესპანეთი, დანია), „ბიოლოგიური” (გერმანია, საფრანგეთი, იტალია, საბერძნეთი, ჰოლანდია), „ორგანული” (ინგლისი). ეს ტერმინები დღეს სინონიმებად არის მიჩნეული. მიუხედავად ტერმინოლოგიური განსხვავებისა, საერთაშორისო მოძრაობამ მიაღწია შეთანხმებას აღნიშნული ტერმინოლოგიის განსაზღვრის საკითხში. შეთანხმების მიღწევაში მთავარ როლი შეასრულა ორგანული სოფლის მეურნეობის მოძრაობის საერთაშორისო ფედერაციამ (IFOAM), რომელიც დაარსებულია (1972 წ) მუშაობს ორგანული სოფლის მეურნეობის მსოფლიო სტანდარტების დადგენაზე. მის ფუნქციას წარმოადგენს მსოფლიოში ორგანული მოძრაობების კოორდინირება.

ნიადაგისა და გარემოს დაცვა, ეს არის მთავარი ეკოლოგიური მიწათმოქმედებისათვის. ამ სისტემის წარმართვა ხდება ბუნებრივი, ეკოლოგიურად უვნებელი მეთოდების გამოყენებით და ამდენად მიღებული სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტები ეკოლოგიურად უსაფრთხოა. გარდა ამისა, იგი იცავს გარემოს ყოველგვარი სინთეზური ზრდის რეგულატორების, ქიმიური გზით მიღებული მინერალური სასუქების, პესტიციდების, ჰორმონების გამოყენებით დაბინძურებისაგან. კატეგორიულად კრძალავს გენური ინჟინერიით მიღებული ორგანიზმების გამოყენებას. ასეთ სისტემაში ცოცხალი ორგანიზმები ვითარდებიან ბუნებრივად, ხელსაყრელ პირობებში.

ალტერნატიული მიწათმოქმედების გარკვეული გამოცდილება არსებობს საქართველოში. 1991 წელს შეიქმნა სასოფლო-სამეურნეო აკადემიის აგროეკოლოგიის ინსტიტუტი, ამავე წელს აგრარიკოს მეცნიერთა და სპეციალისტთა ინიციატივით დაარსდა აგროეკოლოგიური საზოგადოება. 1993 წელს დაფუძნდა არასამთავრობო ორგანიზაცია, ბიოლოგიურ მეურნეობათა ასოციაცია „ელკანა”, რომელიც 1995 წლიდან IFOAM-ის წევრია, იგი ზრუნავს საქართველოში ეკოლოგიური მეურნეობრიობის ჩამოყალიბებაზე. „ელკანას” მიზანია ხელი შეუწყოს სოციალურად, ეკოლოგიურად და ეკონომიკურად მდგრადი გლეხური მეურნეობების განვითარებასა და სოფლის გააქტიურებას იმდენად, რომ სოფელმა პრობლემების მოსაგვარებლად შეძლოს საკუთარი პოტენციალის და რესურსების გამოყენება.

განსაკუთრებულად მნიშვნელოვანია ზუსტად განისაზღვროს „ეკოლოგიური პროდუქციის” რეალური, ჭეშმარიტი შინაარსი. ბოლო პერიოდში განსაკუთრებით მომრავლდა სხვა-

დასხვა პროდუქცია ეტიკეტით - „ეკოლოგიური პროდუქცია“ ან „ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტი“, რაც გულისხმობს, რომ პროდუქტში არ არის მავნე ნივთიერებების ნარჩენები. ანალიზი კეთდება ლაბორატორიაში, რომელსაც მინიჭებული აქვს სერთიფიკატის გაცემის უფლება. საკითხისადმი ასეთი მიდგომა პრინციპულად არასწორია, რადგან ვერავითარი ხელსაწყო ან ტექნოლოგია, ვერ იძლევა პროდუქციის „ეკოლოგიური“ სისუფთავის გარანტიას (რასაც საერთაშორისო მოთხოვნები გულისხმობს). ბუნებაში არსებობს პროდუქციის დაბინძურების მთელი რიგი გაუთვალისწინებელი და არაკონტროლირებადი წყაროები, რომელთა პროგნოზირება და აღმოჩენა ლაბორატორიულ პირობებში შეუძლებელია.

საერთაშორისო მოთხოვნებით „ეკოლოგიურად სუფთად“ შეიძლება ჩაითვალოს პროდუქცია, რომლის წარმოების (მოყვანის), გადამუშავების და რეალიზაციის პროცესი მუდმივად კონტროლირებადია ანუ შესაბამისი სტანდარტებით იმართება. სერთიფიცირების სამსახურის მიერ გაცემული სერთიფიკატი გარანტიას უნდა იძლეოდეს, რომ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტის მოყვანის, გადამუშავების და შენახვის პროცესში, არ დარღვეულა „ბიოლოგიური აგროწარმოების სტანდარტები“, ე.ი. არ გამოუყენებიათ აკრძალული ნივთიერებები და მეურნეობის მონყობის და მართვის პრინციპები შეესაბამება სტანდარტების მოთხოვნებს. მხოლოდ ასეთ მეურნეობებში წარმოებული პროდუქცია იწოდება ბიოპროდუქტად.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. რას ითვალისწინებს სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარების პრინციპები?
2. რას გულისხმობს ეკოლოგიური სოფლის მეურნეობა და რა შედეგები გამოიღო მასიურმა ქიმიზაციამ?
3. რომელი საერთაშორისო ორგანიზაცია აწესებს ორგანული სოფლის მეურნეობის სტანდარტებს?
4. განიხილეთ საქართველოს გამოცდილება ალტერნატიულ მინათმოქმედებაში.
5. რას გულისხმობს „ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტი“?

11.3 ეკოლოგიური მინათმოქმედების განვითარების ეტაპები და მსოფლიო პრაქტიკა

ეკოლოგიური მინათმოქმედების სისტემა, რომელმაც შემდგომ მთელი მსოფლიო მოიცვა, სხვადასხვა ეკოლოგიურ მოძრაობათა საფუძველზე წარმოიშვა. მის დამაარსებლად ითვლებიან ა.ჰორვარდი (აშშ), რ.ფრანსე (საფრანგეთი), რ.შტაინერი (გერმანია), ჰ.მიულერი (შვეიცარია).

XX საუკუნის დასაწყისში ევროპელი მეცნიერები და ფილოსოფოსები, გამოთქვამდნენ მოსაზრებებს უსასუქო და უქიმიკატო მინათმოქმედების შესახებ, მაგრამ მასიური მოძრაობა ორგანული მეურნეობების შექმნისათვის დაიწყო მხოლოდ 70-80-იან წლებში.

ევროპაში XIX-XX საუკუნეების მიჯნაზე მეცნიერებისა და ქიმიური მრეწველობის განვითარებას აგრარულ სექტორში, ხელოვნური (ქიმიური) სასუქებისა და შხამქიმიკატების დანერგვა მოყვა. რამაც გაზარდა მოსავლიანობა და შეამცირა შრომატევადობა. ამ დროისათვის ევროპაში სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაზე მოთხოვნილება გაზრდილი იყო და ამდენად პრობლემა ერთისმხრივ გადაჭრილი იყო, თუმცა გაჩნდა გარკვეული წინააღმდეგობები. კერძოდ, ქიმიური სასუქი ნიადაგს ფიტავდა და ყოველ მომდევნო წელს საჭირო იყო მისი მზარდი რაოდენობით შეტანა, რაც გლეხს დამოკიდებულს ხდიდა ქიმიურ წარმოებაზე. შხამქიმიკატების დოზების გაზრდამ გამოიწვია ახალი მავნებელის და დაავადების გაჩენა, უკეთეს შემთხვევაში ისინი რეზისტენტული ხდებოდნენ შხამქიმიკატების მიმართ, ეს კი დოზის კიდევ უფრო გაზრდას საჭიროებდა. შხამქიმიკატების გამოყენება იწვევდა ადამიანის სხვადასხვა სახის დაავადებას და მავნე გავლენას ახდენდა გარემოზე. გარდა ამისა, მოყვანილ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტს ნაკლები ყუათიანობა გააჩნდა.

XX საუკუნის 20-იანი წლების დასაწყისში ცნობილმა გერმანელმა მეცნიერმა, მოაზროვნემ და ფილოსოფოსმა რუდოლფ შტაინერმა ამ საკითხის ღრმა და საფუძვლიანი შესწავლის შედეგად დაასკვნა, რომ ყოველივე ამის მიზეზი შხამქიმიკატებია და რომ ქიმიური სასუქები მცენარისათვის არ არის სრულყოფილი საკვები, ვინაიდან ისინი შეიცავენ ცალკეულ ელემენტებს, რომლებიც ხსნადი მარილების სახითაა წარმოდ-

გენილი. შტაინერმა ჩამოაყალიბა ე.წ. ბიოდინამიური მეურნეობრიობის ძირითადი საფუძვლები, რომელიც ითვალისწინებს ისეთ ფაქტორს, როგორიცაა კოსმიური გავლენა. ამ მიმართულებით დღესაც მრავალი კვლევა ტარდება (გერმანიაში გამოიცემა მ.თუნის აგროლონისძიებების ოპტიმალურ ვადებში ჩატარების ყოველწლიური კალენდარი).

XX საუკუნის დასაწყისში შვეიცარელმა აგროპოლიტიკოსმა ჰ.მიულერმა დასაბამი დაუდო ბიოორგანულ მინათმოქმედებას. მან შეიმუშავა ბიოორგანული მეურნეობრიობის საფუძვლები, რომლის ძირითადი არსი მდგომარეობდა იმაში, რომ გლეხურ მეურნეობას, საკუთარი დამოუკიდებლობის მეშვეობით, მიეღწია მდგრადი განვითარებისათვის. 1946 წელს მან დააარსა საწარმოო სავაჭრო კოპერატივი (AVG), რომელიც შვეიცარიაში დღესაც უკეთებს რეალიზაციას ბიოორგანულ ნაწარმს.

ევროპაში, გასული საუკუნის ბოლოს, აგრარულ სფეროში შექმნილი პრობლემების გადაჭრის ერთ-ერთი მცდელობა იყო ფრანგული ინტენსიური მეთოდი, რასაც დასაბამი პარიზის მახლობლად მდებარე ერთ ჰექტრიან საცდელ ნაკვეთზე დაედო. ამ მეთოდის თანახმად, საბოსტნე კულტურები ცხენის ნაკელზე მოყავდათ, ვინაიდან ეს სასუქი მათ დიდი რაოდენობით გააჩნდათ. ნაკელის ფენის სისქე დაახლოებით ნახევარ მეტრს შეადგენდა და მცენარეებს იმდენად ახლოს რგავდნენ ერთმანეთთან, რომ მათი ფოთლები ერთმანეთს ეხებოდა. ასეთი სიმჭიდროვის გამო ყალიბდებოდა განსაკუთრებული მიკროკლიმატი და ცოცხალი მცენარეული მულჩის ფენა იქმნებოდა. იგი ერთის მხრივ, თრგუნავდა სარეველებს, ხოლო მეორეს მხრივ, ნიადაგს ტენს უნარჩუნებდა.

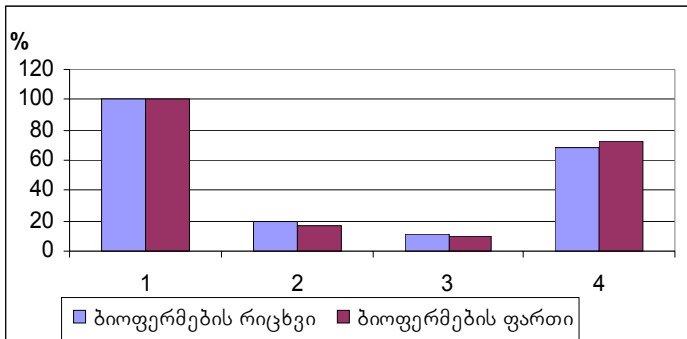
1920-60 წლებში ინგლისელმა ალან ჩედვიკმა გააერთიანა ფრანგული ინტენსიური და ბიოდინამიური მეთოდები. მეურნეობრიობის ასეთი ტიპი ცნობილია, როგორც ბიოინტენსიური, რომლის მთავარი მიზანია, მაქსიმალურად გაიზარდოს მოსავლის რაოდენობა და ხარისხი მინის ფართის გაზრდის გარეშე.

1974 წელს ავსტრალიელებმა ბილ მოლისონმა და დევიდ ჰოლმგრენმა შეიმუშავეს ეკოლოგიურად მიზანშეწონილი სოფლის მეურნეობის სისტემა, რომელიც ძირითადად ეფუძვნება მრავალწლიანი კულტურების მრავალფეროვნებას. ამ სისტემისათვის მოლისონმა გამოიყენა სიტყვა „პერმაკულტურა“, რომლის მიზანი მდგომარეობს, ეკოლოგიურად მიზანშე-

ნონილი მოდელის საფუძველზე, ადამიანების გარემო სივრცის ორგანიზებაში. მას საფუძვლად უდევს ბუნებრივი სისტემების დაკვირვებით შესწავლა, ტრადიციული სოფლის მეურნეობა და მეცნიერულ-ტექნიკური ცოდნა. ეს არის სისტემა, რომელიც საშუალებას იძლევა დედამიწაზე ვიარსებოთ შედარებით უვნებელი ენერჯის გამოყენებით, რომელიც ბუნებრივ მოძრაობაშია.

ზემოაღნიშნული მიწათმოქმედების ყველა მიმართულება გულისხმობს: გარემოს დაცვას, აგროეკოსისტემებში ნივთიერებების წრებრუნვის და ენერჯის გადატანის გააქტიურებას, ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებას, წარმოებული პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებას და მის გარანტირებულ რაოდენობას, აგროეკოსისტემების მდგრადობის უზრუნველყოფას.

ეკოლოგიური მიწათმოქმედების მსოფლიო პრაქტიკა. თანამედროვე ეტაპზე არსებობს ორგანული მიწათმოქმედების მსოფლიო პრაქტიკა, რომლის ერთ-ერთ ლიდერად შვეიცარია ითვლება. აქ პირველი ბიოდინამიური და ორგანული ფერმები გასული საუკუნის 30-40-იან წლებში გაჩნდა. ორგანულ მეურნეობათა საერთო ფართი მთელი სასოფლო-სამეურნეო ფართობის 8.9% შეადგენს. ორგანული ფერმების კონცენტრაცია გეოგრაფიული მდებარეობის მიხედვით იცვლება. საერთო რაოდენობის 20% ბარშია, 11% მთაგორიან ნაწილში და 69% ალპურ ზონაში (ნახაზი 11.3.1).



1. შვეიცარიის მთლიანი ტერიტორია; 2. ბარი;
3. მთაგორიანი მხარე; 4. ალპური ზონა

ნახ. 11.3.1 შვეიცარიის ორგანული ფერმები და ფართობები გეოგრაფიული რეგიონების მიხედვით

90-იანი წლებიდან შვეიცარიაში დაიწყო ორგანულ მეურნეობათა რაოდენობის ინტენსიური ზრდა, რასაც ძირითადად სამი ფაქტორი განაპირობებდა:

- მომხმარებელი არჩევდა ჯანმრთელი პროდუქციის შეძენას;
- სახელმწიფო გამოყოფდა სუფსიდიებს ორგანული ფერმების დასახმარებლად;
- ორგანული პროდუქცია გამოჩნდა სუპერმარკეტების ორ მთავარ ქსელში: „Coop” და „Migros”.

შვეიცარიაში სახელმწიფო კანონის მოთხოვნები - ორგანული აგროწარმოების შესახებ, ევროგაერთიანების კანონმდებლობასთან შედარებით უფრო მკაცრია. დაწესებულია ე.წ. მინიმალური ეკოლოგიური მოთხოვნები, რომელსაც ყველა ორგანული ფერმა უნდა აკმაყოფილებდეს:

- მინიმუმ ოთხმინდვრიანი თესლბრუნვა;
- ეროზიის საწინააღმდეგო ზომების გატარება;
- კვებითი ბალანსი;
- საერთო სასოფლო-სამეურნეო ფართის 7%-ზე ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნება, ასევე შეზღუდულია დასაშვებ პრეპარატთა სია და სხვა.

ბიოფერმერთა ორგანიზაციებმა შეიმუშავეს საერთო სტანდარტი და გაერთიანდნენ ერთი სავაჭრო ნიშნის ქვეშ - „BIO SUISS”. ეს ლოგო საერთოა შვეიცარული წარმოების ყველა ორგანული პროდუქტისათვის.

მსოფლიოში ყველაზე ძველ, დიდ და კომპენტენტურ ინსტიტუტად ითვლება შვეიცარიის სოფლის მეურნეობის კვლევითი ინსტიტუტი - FIBL, რომელიც ეკოლოგიური სოფლის მეურნეობის მართვის მთავარი მაკოორდინებელი ცენტრია.

ეკოლოგიური მინათმოქმედების მსოფლიო პრაქტიკაში გარკვეული ადგილი უჭირავს აშშ-ს, სადაც 1990 წლიდან მიმდინარეობს სახელმწიფო სამეცნიერო-კვლევითი პროგრამა SARE (Sustainable Agriculture Research and Education). იგი შეისწავლის ალტერნატიული მინათმოქმედების მეთოდებს და ხელსუწყობს მათ დანერგვას პრაქტიკაში. აშშ-ში ალტერნატიული მინათმოქმედება განიხილება, როგორც სახელმწიფო პოლიტიკის შემადგენელი ნაწილი, რომლის მეთოდებიც უზრუნველყოფს ბუნებრივი რესურსების რაციონალურ გამოყენებას, ხო-

ლო შემუშავებული კანონთა კრებული იცავს მომხმარებელს და ბუნებას ჭარბი ქიმიკატებისაგან. აშშ-ის ექსპერტთა მიერ ეკოლოგიური მინათმოქმედების ეფექტურობის შეფასების დასკვნაში ნათქვამია, რომ „ეკოლოგიური მინათმოქმედება ეკონომიკურად ეფექტურია, უზრუნველყოფს ენერჯის ეკონომიას, გარემოს დაცვას, პროდუქტიულია, სტაბილურია და გააჩნია გრძელვადიანი მდგრადობის ტენდენცია“.

საგრძნობლად გაიზარდა ორგანული სოფლის მეურნეობის მნიშვნელობა ჰოლანდიაში. ამჟამად ბიოლოგიური მეთოდებით იმართება საერთო სასოფლო-სამეურნეო ფართის 30%. აქ ძირითადი კვლევითი სამუშაოების მიმართულება ორგანულ მეურნეობებში ნაკელის გამოყენების როლის შესწავლა და მრავალფუნქციური თესლბრუნვის შემუშავებაა. მეურნეები ხელმძღვანელობენ ჰოლანდიის ბიოლოგიური მეურნეობის კონტროლისა და ნიშანდების ორგანიზაციის SKAL-ის სტანდარტებით. ჰოლანდიის ორგანული სოფლის მეურნეობის მთავარი მიზანია პროდუქციის ზრდა ბიონარმოების სტანდარტების მკაცრი დაცვით და განაწილების სისტემის პროფესიული დონისა და ეფექტურობის ამაღლება. ჰოლანდიელ მომხმარებელთა სურვილი, შეიძინონ ორგანული სასოფლო-სამეურნეო პროდუქცია, მნიშვნელოვანი ფაქტორია, ეკოლოგიური სოფლის მეურნეობის შემდგომი განვითარებისათვის.

ეკოლოგიური მინათმოქმედება განუწყვეტილად ვითარდება გერმანიაში. ორგანული მინათმოქმედების აღმავლობის ფაზა გერმანიაში დაიწყო მხოლოდ მას შემდეგ, რაც ნათელი გახდა ინდუსტრიალიზებული აგრარული სექტორის ზემოქმედების დამლუპველი შედეგები გარემოსა და ადამიანზე. ბევრმა ფერმერმა შეცვალა თავისი წარმოება და დაუბრუნდა ისეთ მეთოდებს, რომელიც ჰარმონიაში იყო ბუნებასთან.

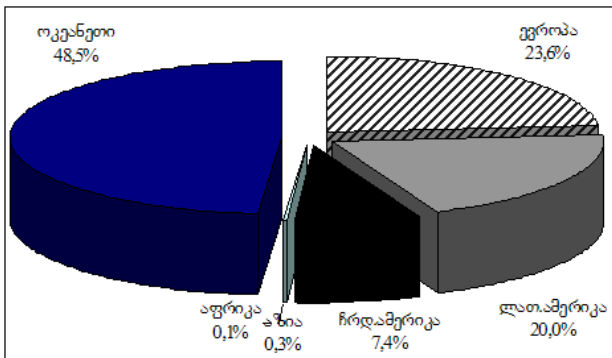
გასული საუკუნის 80-იანი წლებიდან გაიზარდა ეკოლოგიურ სანარმოთა რიცხვი, რაც შედეგი იყო მომხმარებელთა მოთხოვნებისა ეკოლოგიურად წარმოებულ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტზე. ამდენად ეკოლოგიური მინათმოქმედება უკვე აღარ იყო მხოლოდ თეორიულად არსებული მოძრაობა. დღესდღეობით გერმანიის თითქმის ყველა უმაღლესში არსებობს ფაკულტეტი, სადაც ასწავლიან ეკოლოგიური მინათმოქმედების საგანს, ტარდება კვლევითი და მოსამზადებელი სამუშაოები.

ეკოლოგიურ მინათმოქმედებას ღრმა ფესვები აქვს რუსეთის სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკაში. აკადემიკოს ვ.რ.ვილიამსის მიერ იქნა შემოთავაზებული მინათმოქმედების ნათეს-ბალახიანი მინდვრული სისტემა, რაც ბევრ საკითხში თანხმდება ეკოლოგიურ პრინციპებთან.

რუსეთის სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში განხორციელებული იქნა სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ეკოლოგიური მეთოდების რამდენიმე პროგრამა, დასავლეთის სპეციალისტების ეგიდით - Michael Fields Agricultural Institute (აშშ), აგრეთვე გერმანიის სხვადასხვა ეკოლოგიური ორგანიზაციების მონაწილეობით. ამ სამუშაოების კონტექსტში ჩამოყალიბებული იქნა ეკოლოგიური მინათმოქმედების ასოციაცია „Альтагро“.

1997 წელს რუსეთის, გერმანიის და აშშ-ის ეკოლოგიური სოფლის მეურნეობის სპეციალისტების მიერ რუსეთში ჩამოყალიბდა ეკოლოგიური აგროსანარმო „ЭКОНИВА“, რომლის მთავარი ამოცანაა ეკოლოგიური მინათმოქმედების მეთოდების გავრცელება რუსეთში, ფერმერების კონსულტაციების და მეთოდური დახმარებების საშუალებით, წარმოების სერთიფიცირება და ეკოლოგიური პროდუქტების ბაზრის ორგანიზება.

მსოფლიოში ორგანული სოფლის მეურნეობის წარმოების მასშტაბებზე წარმოდგენას იძლევა ნახაზი 11.3.2.



ნახ. 11.3.2 ორგანული სოფლის მეურნეობის კონტინენტური წილი

როგორც ნახაზიდან ჩანს, პირველ ადგილს 23.54% ევროპა იკავებს, შემდეგ მოდის ლათინური ამერიკა - 20.02%,

ჩრდილოეთ ამერიკა - 7.42 და ა.შ. ორგანული მასის უდიდესი ნაწილი ოკეანეთში იმყოფება.

თანამედროვე ეტაპზე, მთელ მსოფლიოში ორგანული მინათმოქმედების ზრდის დინამიკა გამონვეულია გარემოს დაბინძურების იმ შედეგებიდან, რომლებიც ასახვას პოულობენ ადამიანთა ჯანმრთელობაზე, ფლორასა და ფაუნაზე, კულტურულ-ისტორიულ ობიექტებზე და ა. შ.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რა პრობლემების წინაშე დააყენა ქიმიური სასუქების ტოტალურმა გამოყენებამ სოფლის მეურნეობა?
2. რაში მდგომარეობს რ.შტაინერის ე.წ. ბიოდინამიური მეურნეობის და ჰ.მიულერის ბიოორგანული მეურნეობრიობის ძირითადი საფუძვლები?
3. რას გულისხმობს მინათმოქმედების ფრანგული ინტენსიური მეთოდი და ბიოინტენსიური მეურნეობრიობის ტიპი?
4. რას ნიშნავს „პერმაკულტურა“?
5. განიხილეთ შვეიცარიის ორგანული ფერმების გეოგრაფიულ-სივრცითი განაწილება და ფაქტორები, რომლებმაც განაპირობა ორგანულ მეურნეობათა რაოდენობის ინტენსიური ზრდა.
6. როგორია ეკოლოგიური სოფლის მეურნეობის პრაქტიკა აშშ-ში, ჰოლანდიაში, გერმანიაში და რუსეთში?

11.4 ვერმიკულტურა, ბიოჰუმუსი, ბიოენერგოაქტივატორი

ვერმიკულტურა. ვერმიკულტივირება ბიოტექნოლოგიის ახალი მიმართულებაა, რომელიც გულისხმობს ჭიაყელების ზოგიერთი სახეობის სამრეწველო გამოყენებას (Vermes - ჭია). ვერმიკულტურის მეთოდი არსებითად ზღუდავს გარემოს გაჭუჭყიანებას სხვადასხვა პოლუტანტებით. ამ მეთოდის მიმართ დიდ ინტერესს იჩენენ ე.წ. ალტერნატიული მინათმოქმედების მომხრეები, რადგან ეს ნიშნავს მინერალურ სასუქებზე და პესტიციდებზე უარის თქმას. ეს მოწოდებაა კომპოსტების ფართო გამოყენებისათვის, რაც წარმოადგენს ორგანული სასუქის სა-

ხეობას, მიღებულს ორგანული ნარჩენების შეგროვებითა და დახარისხებით, სპეციფიკურ ორმოში ან ხის ყუთში (კომპოსტირება). სწორედ კომპოსტები უზრუნველყოფენ ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის მაღალ დონეს.

ნარჩენებზე ჭიაყელების ხელოვნური გაშენების პირველი მეურნეობები შეიქმნა აშშ-ში. ჭიაყელებს აშენებდნენ სატყუარას მისაღებად თევზის ჭერისათვის. ამჟამად ჭიაყელებს უფრო ფართოდ იყენებენ, როგორც აგრარულ სექტორში, ისე წარმოების სხვა დარგებში.

ვერმიკულტურა არის ორგანული სასუქის სახეობა, რომელიც მიღებულია ჭიაყელების მიერ ორგანული ნარჩენების გადამუშავების შედეგად. იგი წარმოადგენს რთულ ეკოლოგიურ თანასაზოგადოებას, რომელიც შეზღუდულია კულტურულ ლანდშაფტში გარკვეული ბიოტოპით. ჭიაყელებს გარკვეული მნიშვნელობა აქვს ნიადაგწარმოქმნის პროცესში, ნიადაგების ნაყოფიერების ფორმირებაში (სურათი 11.4.1).



სურათი 11.4.1 ნითელი ჭიაყელები

კალიფორნიაში (აშშ), მრავალწლიური სელექციური მუშაობის შედეგად გამოყვანილი იქნა ჭიაყელის ახალი სახეობა. მან მიიღო „ნითელი ჭიაყელის კალიფორნიის ჰიბრიდის“ სახელწოდება.

ჭიაყელები ყლაპავენ ორგანული ნივთიერების ნაწილს და ტრანსფორმირების შემდეგ გამოყოფენ მათ კოპროლიტების „ქვიანი“ ექსკრემენტების სახით. კოპროლიტების ზეგავლენით უმჯობესდება ნიადაგის ბიოქიმიური შემადგენლობა. საბოსტნე ნაყოფიერი ნიადაგის ზედა ფენასთან შედარებით კოპროლიტები შეიცავს 5-ჯერ მეტ ბიოლოგიურ აზოტს, 7-ჯერ უფრო მდიდარია ფოსფორით და 11-ჯერ კალიუმით. კოპროლიტების ირგვლივ ენერგიულად ვითარდება ნიადაგური მიკროფლორა (სურათი 11.4.2).



სურათი 11.4.2 ვერმოკომპოსტირება

ყოველივე ზემოაღნიშნული აუმჯობესებს მცენარის ზრდის და განვითარების პირობებს. ჭიაყელები ამდიდრებენ ნიადაგს მაკრო- და მიკროელემენტებით, ანტიბიოტიკებით და ზრდისათვის საჭირო ნივთიერებებით.

ბიოჰუმუსი. ჭიაყელების კულტურის საფუძველზე ამზადებენ ძვირფას ორგანულ სასუქს ე.წ. „ბიოჰუმუს“. იგი წარმოადგენს რუხი-ყავისფერი შეფერილობის მინის სუნის მქონე კოშტოვან მიკროგრანულირებულ ნივთიერებას. ის შეიცავს კარგად დაბალანსებულ და ადვილად ხსნად ფორმაში მცენარის კვებისათვის საჭირო ნივთიერებას (სურათი 11.4.3).



სურათი 11.4.3 კომპოსტირება დახურული და ღია წესით

ბიოჰუმუსში მშრალი ორგანული მასის საშუალო შემცველობა შეადგენს 50%, ხოლო ჰუმუსის 18%. არეს რეაქცია ხელსაყრელია მცენარეებისა და მიკროორგანიზმებისათვის, pH შეადგენს 6.8-7.4, აზოტის საშუალო შემცველობა აღწევს 2.2%, ფოსფორის - 2.6%, კალიუმის - 2.7%. ბიოჰუმუსში წარმოდგენილია პრაქტიკულად ყველა საჭირო მიკროელემენტი და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერება, მათ შორის ფერმენტები, ვიტამინები, ჰორმონები და სხვა.

გრანულების ზომების მიხედვით ბიოჰუმუსი იყოფა შემდეგნაირად:

- მოდერი (გრანულები ზომით 0.3-0.7 მმ) - ბიოჰუმუსის რბილი ფრაქცია. გამოიყენება საბოსტნე და სასათბურე კულტურების დამატებითი კვებისათვის;
- მოლი (გრანულები ზომით 0.7-1.0 მმ) - ბიოჰუმუსის ყველაზე მსხვილი ფრაქცია. გამოიყენება მემცენარეობაში, მებოსტნეობაში და მებალეობაში;
- მული (გრანულები ზომით 0.1 მმ-მდე) - წარმოადგენს ბიოჰუმუსის უნვრილეს ფრაქციას (ჰუმუსოვანი ფევილი). იგი ნიადაგში შეტანისას სწრაფად იხსნება და შეითვისება მცენარეების მიერ. გამოიყენება მცენარეების ზრდის სწრაფი ეფექტის მისაღებად.

ბიოჰუმუსის გავლენით მარცვლოვანი კულტურების მოსავალი მატულობს 30-40%, ბოსტნეული კულტურების 35-70%.

ბიოჰუმუსზე „მგრძნობიარობის“ მიხედვით მცენარეები იყოფა:

- ✓ მაღალ მგრძნობიარე - კარტოფილი, სტაფილო, ქარხალი, ხილი;
- ✓ კარგად მგრძნობიარე - საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბალი, ჭვავი, ქერი, შვრია, ბრინჯი, სიმინდი, ფეტვი, წინიბურა;
- ✓ საშუალოდ მგრძნობიარე - ბარდა, სოიო, ოსპი, იონჯა, ძიძო და სხვა;
- ✓ სუსტად მგრძნობიარე - ზეთოვანი და ეთერზეთოვანი კულტურები, მზესუმზირა.

ბიოჰუმუსი აგროკულტურების ზრდა-განვითარებასა და მოსავლიანობაზე ზემოქმედებით ბევრად აღემატება ტრადიციულ ორგანულ სასუქს. ბიოჰუმუსში კვების ელემენტები იმყოფება ორგანულ ფორმაში, რაც იცავს გამორეცხვისაგან და ხელს უწყობს მათ პროლონგირებულ მოქმედებას. კვების ელემენტები შესათვისებელი ფორმითაა წარმოდგენილი. მისი გავლენით ყალიბდება არეს ოპტიმალური რეაქცია. ბიოჰუმუსში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობა ამცირებს მცენარეების სტრესულ მდგომარეობას, ზრდის მათი გახარების უნარს და ასევე მცენარეების მდგრადობას დაავადებებისადმი.

ბიოენერგოაქტივატორი. სამეურნეო საქმიანობის გაუთვალისწინებელი ნეგატიური ზემოქმედება გამოწვეულია ადამიანის მიერ ბუნებრივი გარემოს ერთიანობის უგულვებელყოფით. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ეკოლოგიური წონასწორობის დარღვევის თავიდან აცილების აუცილებელ პირობას წარმოადგენს ბუნებრივი გარემოს ყველა ყველა კომპონენტის (ნიადაგი, ატმოსფერო, მცენარე) ერთიან სისტემად წარმოჩენა.

თანამედროვე მინათმოქმედების სტრატეგია გულისხმობს, არა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების გაზრდას, არამედ მათი ექსპლოატაციის მეთოდების გაუმჯობესებას. დღეს არსებულ რეალობაში მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ მოსავლის ბიომასის გაზრდა, არამედ მისი ხარისხის გაუმჯობესება. ჩატარებული მრავალწლიანი მეცნიერული კვლევების შედეგად შექმნილია (პროფ. რ.გახოკიძის მიერ) უნივერსალური რეგულატორები - ბიოენერგოაქტივატორები (ბიორაგი, რაგოცინი, რაგოზანი და სხვა) რომლებიც გარემოს დაბინძურების გარეშე ბიოლოგიურად სუფთა მოსავლის მიღების საშუალებას გვაძლევენ. მათი მოქმედება მრავალფეროვანია და ხასიათდე-

ბიან ფართო ბიოლოგიური სპექტრით. ისინი საშუალებას აძლევენ მცენარეს მაქსიმალურად გამოავლინონ პოტენციური სასიცოცხლო შესაძლებლობანი, რომელთა რეალიზება არსებულ პირობებში შეზღუდულია. აღნიშნული პრეპარატები ახდენენ ნივთიერებათა ცვლის ბალანსირებას, ჰორმონთა რეგულირებას და ზრდიან ფერმენტთა აქტივობას. ისინი აუმჯობესებენ მცენარეთა მინერალურ კვებას, აძლიერებენ ფესვთა სისტემის მიწისზედა ნაწილების განვითარებას. აგროკულტურათა ბიოენერგოაქტივაცია უხვი მოსავლის მიღების, გარემო ფაქტორებისადმი მცენარეთა მდგრადობის გაზრდის, ნიადაგის ეფექტიანად გამოყენების, პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესების საშუალებას იძლევა. შეიძლება ითქვას, რომ ბიოენერგოაქტივატორი მცენარეული ორგანიზმის ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიური თვისებების მართვის დიდი შესაძლებლობებით ხასიათდება.

ბიოენერგოაქტივატორი - „ბიორაგი“ ეკოლოგიურად უსაფრთხოა და უზრუნველყოფს გარემოს გაბინძურების შემცირებას, მოსავლიანობის მნიშვნელოვან გადიდებას, მცენარეთა განვითარების დაჩქარებას, პროდუქციაში ბიოორგანული ნივთიერებების რაოდენობის გადიდებას. იგი ასევე უზრუნველყოფს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაში ნიტრატების, მძიმე ლითონებისა და რადიონუკლიდების შემცირებას აგროკულტურების ბუნებრივ ნორმალიზაციას - პროდუქტიულობისა და მდგრადობის არსებით გაზრდას. მისი საშუალებით მაქსიმალური ეფექტის მიღება შესაძლებელია აგროტექნიკის ყველა პირობის დაცვით.

ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მაღალმთიანი (ნიონონინდის ტერიტორიაზე, 2200მ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან) ფარავნის აგრომეტეოროლოგიურ ბაზაზე ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტული კვლევები მარცვლეულ (ქერი) და ბოსტნეულ (სუფრის ჭარხალი, სურნელოვან-არომატული - უცხო სუნელი) კულტურებზე ბიოენერგოაქტივატორი - „ბიორაგის“ გამოყენებით. აღნიშნული ბიოენერგოაქტივატორი - „ბიორაგი“ ახალი თაობის ბიოპრეპარატია, რომლის გამოყენებით შესაძლებელია, როგორც მოსავლიანობის გაზრდა, ასევე მისი ხარისხის გაუმჯობესება. იგი ამაღლებს ადაპტაციას მაღალმთიანი ზონის ექსტრემალური ფაქტორების მიმართ (ტემპერატურის ცვალებადობა და სხვა).

გამოკვლევის მიხედვით „ბიორაგის“ გამოყენებისას ფენოლოგიური ფაზების დადგომა 1-2 დღით ადრე აღინიშნება შესაბამის საკონტროლო ვარიანტის ფაზებთან შედარებით (ცხრ. 11.4.1).

ცხრ. 11.4.1 საცდელი კულტურების ბიომეტრია (სმ) და მოსავალი (ტ/ჰა)

ვარიანტი	სუფრის ჭარხალი		უცხო სუნელი		ქერი	
	ძირხევის დიამეტრი	მოსავალი	ნაზარდი	მოსავალი	ნაზარდი	მოსავალი
„ბიორაგი“	7.5	32	62	10	54	3
საკონტროლო	5.7	18	51	6	44	2

ცხრილში მოცემულია საცდელი კულტურების მოსავალი (ტ/ჰა) და ნაზარდების ბიომეტრიული მაჩვენებლები, როგორც ბიორაგის გამოყენებით, ასევე შესაბამისი საკონტროლო ვარიანტებით. ყველა ექსპერიმენტალურ წელს „ბიორაგის“ გამოყენებისას მიღებული მოსავლის და ნაზარდების ბიომეტრული მაჩვენებლები აღემატება შესაბამის საკონტროლო ვარიანტებს. საიდანაც აშკარაა ბიოენერგოაქტივატორი - „ბიორაგის“ გამოყენებით მოსავლის გაზრდა.

მეტად საყურადღებო ასპექტია ის, რომ ჩატარებული ექსპერიმენტის მეთოდის თავედანვე ითვალისწინებდა სასუქებზე უარის თქმას, რამდენადაც „ბიორაგი“ რიგ შემთხვევებში სასუქების გამოყენებლადაც, მცენარეთა სასიცოცხლო პოტენციალის გაზრდით მნიშვნელოვან ეფექტს იძლევა, რაც დადასტურდა ჩატარებული ექსპერიმენტით.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. რას ნიშნავს ვერიკულტივირება?
2. როგორ ამზადებენ „ბიოჰუმუს“?

3. განიხილეთ ბიოჰუმუსის ტიპები გრანულების ზომის მიხედვით.
4. დაახასიათეთ მცენარეთა ტიპები „ბიოჰუმუსის“ მიმართ „მგრძნობიარობის“ მიხედვით.
5. როგორია ბიოაქტივატორების როლი ეკოლოგიურ სოფლის მეურნეობაში?
6. რა თვისებებით ხასიათდება „ბიორაგი“?

თავი XII

აგროეკოლოგიის ზოგიერთი გლობალური ასპექტი

12.1 კლიმატის ცვლილება და მისი გავლენა აგროკულტურებზე

თანამედროვე საზოგადოების მიერ ბუნებრივ გარემოზე ზემოქმედებით გამოწვეული მრავალი უარყოფითი შედეგებიდან კლიმატის ცვლილება ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია. მოსაზრება, იმის შესახებ, რომ ატმოსფერო თვითგანწმენდის მექანიზმის უნარით შეძლებს დედამიწის კლიმატური სისტემის ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნებას და მძლავრი ანთროპოგენური დატვირთვა ვერ მოახდენს შესამჩნევ გავლენას დედამიწის თერმულ რეჟიმზე მცდარი აღმოჩნდა. გლობალური ტემპერატურული რეჟიმის ანალიზმა ცხადყო, რომ კლიმატმა მკვეთრად დაიწყო ცვლილება და იგი მიმართულია გლობალური დათბობისაკენ. აღნიშნულის მიზეზად ცალსახად იქნა დასახელებული სათბურის გაზების ემისიების მკვეთრი მატება. კლიმატი მყისიერად არ რეაგირებს ემისიებზე, თუმცა სათბური გაზების როლი მკვეთრად იკვეთება კლიმატის ცვლილებაში.

დედამიწის კლიმატი ბოლო ნახევარი მილიარდი წლის განმავლობაში იცვლებოდა დათბობა-აცივების მონაცვლეობით, რის მიზეზიც ვულკანების ანომალური აქტივობა, მზის მიმართ ბრუნვის ღერძის შეცვლა, კონტინენტების კონფიგურაციის ცვლილებადობა და სხვა მოვლენებია. გასული საუკუნის მეორე ნახევრიდან დაიწყო გლობალური დათბობის პროცესი. 1950 წლიდან 2005 წლამდე გლობალურმა ტემპერატურამ მოიმატა 0.7°C-ით.

XXI საუკუნის დასაწყისში მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) მიერ ჩატარებულმა გამოკვლევებმა დადასტურეს კლიმატის გლობალური დათბობა.

კლიმატის გლობალური ცვლილება გულისხმობს დედამიწაზე ჰაერის საშუალო მრავალწლიური ტემპერატურის მატებას. თანამედროვე პერიოდში კლიმატის ცვლილება ძირითადად გამოწვეულია ანთროპოგენური გავლენით, რაც ვლინდება ადამიანის სანარმოო საქმიანობით, ბუნებრივი რესურსების ინტენსიუ-

რი გამოყენებით და ატმოსფეროში ინვევს ე.წ. „სათბურის ეფექტს“ (სურათი 12.1.1).



სურათი 12.1.1 სამრეწველო ემისიები

დედამინის ატმოსფეროში სათბურის აირებს მიეკუთვნება: ნახშირორჟანგი (CO_2), აზოტის ჟანგი (N_2O), მეთანი (CH_4), წყლის ორთქლი (H_2O) და ოზონი (O_3). ატმოსფეროში აღინიშნება ასევე ანთროპოგენურ გავლენასთან დაკავშირებული სათბური გაზები. კერძოდ, გოგირდის ჰექსაფტორიდი (SF_6), ჰიდროფტორნახშირბადები (HFC_s), ქლორისა და ბრომის შემცველი სხვა აიროვანი ნაერთები. აღნიშნული აირების როლი მნიშვნელოვანია „სათბურის ეფექტის“ ჩამოყალიბებაში.

ტერმინი „გლობალური დათბობა“ გულისხმობს, რომ რაც უფრო მეტი ნახშირორჟანგი დაემატება ატმოსფეროს და შთანთქავს დედამინის ზედაპირიდან გამოსხივებულ სითბოს, მით უფრო გაიზრდება ჰაერის ტემპერატურა დედამინის ზედაპირზე.

უკანასკნელ წლებში ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად ყოველწლიურად ნახშირორჟანგის (CO_2) ზრდა ატმოსფეროში იმატებს და მკვლევარების აზრით, მისი კონცენტრაცია დღევანდელთან შედარებით ატმოსფეროში 2030-2050 წლისათვის გაორმაგდება, რაც გამოიწვევს ჰაერის ტემპერატურის 2-3°C მომატებას. ცხადია, ტემპერატურის ასეთი მომატება შეც-

ვლის არსებულ კლიმატს, რომელიც თავის მხრივ გარკვეულ გავლენას მოახდენს ქვეყნის მთელ რიგ დარგებზე, განსაკუთრებით აგრარულ სექტორზე.

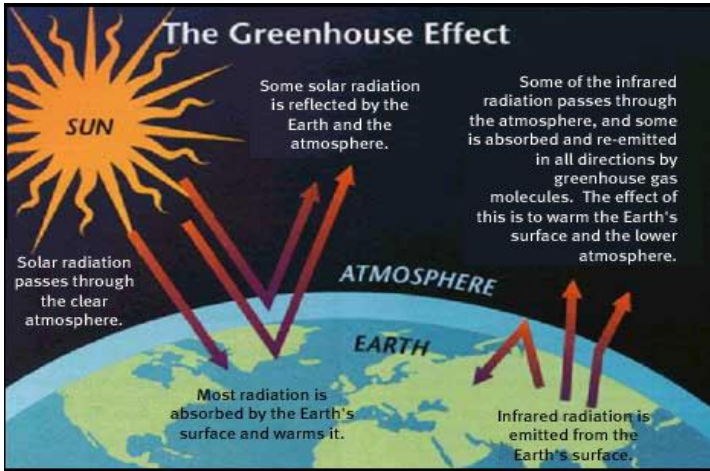
ათასწლეულების მანძილზე არსებული მოსაზრება ბუნების უსახლერობის და მისი სიმდიდრის ამოუწურვადობის შესახებ დღეს მცდარია. „სათბურის ეფექტის“ ნივთიერებების (CO₂, მეთანი, აზოტის ოქსიდი და სხვა) შემცველობა ატმოსფეროში გაიზარდა უკანასკნელი 250 წლის განმავლობაში. იგი გამოწვეულია, როგორც ქვანახშირის, ნავთობის და ბუნებრივი გაზის წვით, ასევე ვრცელი გაჩეხილი ტყეებისა და უწყვეტი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ფართობების ზრდით. სათბურის გაზების განუხრელი ემისიების მთავარ დამნაშავედ თუ ითვლებოდა მდიდარი ქვეყნები, დღეს ჩინეთში, ინდოეთში და აზიის სხვა ქვეყნებში, მოსახლეობის რაოდენობისა და ეკონომიკის ზრდამ რამდენიმე ათწლეულში არსებული სურათი შეიძლება შეცვალოს. მითუმეტეს, თუ ისინი ენერჯის მიღებას გააგრძელებენ იგივე მეთოდებით.

მომავლის წინასწარმეტყველება რთულია, თუმცა ექსპერტთა შეხედულებებზე დაყრდნობით (1988 წელს ამ მიზნით გაეროს გარემოსდაცვითმა პროგრამამ - UNEP და მსოფლიოს მეტეოროლოგიურმა სამსახურებმა შექმნეს სამთავრობათაშორისო ექსპერტთა ჯგუფი - IPCC, International Panel on Climate Change), თუკი მომავალშიც გაგრძელდა ნახშირჟანგა გაზების ამგვარი ინტენსივობა, მაშინ XXI საუკუნეში მისი კონცენტრაცია სახიფათო ზღვარს მიაღწევს.

გარდა ზემოაღნიშნულისა, არსებობს ბუნებრივი სათბურის ეფექტი, რომელიც არ არის ადამიანის საქმიანობიდან გამომწვეული. იგი ატმოსფეროს წარმოშობის დღიდან ფიქსირდება. რომ არა, ბუნებრივი სათბურის ეფექტი, რომელიც აკავებს დედამიწის ზედაპიროდან არეკვილ სითბოს, ატმოსფეროს შრეების ქვედა ფენებში ტემპერატურა -23°C იქნებოდა. რაც ნიშნავს, რომ დედამიწის ზედაპირის უდიდესი ნაწილი დაიფარებოდა ყინულით და ცოცხალი ორგანიზმების არსებობა შეუძლებელი იქნებოდა.

ბუნებრივი სათბურის ეფექტი გულისხმობს სათბურის გაზების ზემოქმედებით სითბოს შეკავებას ატმოსფეროში. მისი მოქმედების მექანიზმი მდგომარეობს შემდეგში: მზისგან მიღე-

ბული რადიაციის რაოდენობა შეესაბამება გამოსხივებას, რომელიც აირეკლება კოსმოსში ანუ დედამიწის რადიაციული ბალანსი პრაქტიკულად უდრის 0-ს. მზის სხივები გაივლის ატმოსფეროს, ეცემა დედამიწის ზედაპირს და ათბობს ტროპოსფეროს. მოკლელტალღიანი (ულტრაიისფერი) გამოსხივება გარდაიქმნება გრძელტალღიანი (ინფრანითელი) გამოსხივებად. ატმოსფეროს სათბურის ემისიები შთანთქავენ დედამიწის ზედაპირიდან არეკლილ ინფრანითელ რადიაციას და ნაწილობრივ აბრუნებენ მას უკან. შედეგად - დედამიწის ზედაპირისა და ატმოსფეროს ქვედა ფენებისათვის იქმნება გათბობის დამატებითი პირობები. ამ გათბობის ხარისხი და ინფრანითელი გამოსხივების რაოდენობა დამოკიდებულია დედამიწის ზედაპირის არეკვლის შესაძლებლობებზე (შეფერილობა, დახრილობის კუთხე და ა.შ.). ინფრანითელი გამოსხივება გამოიყენება მრავალჯერადად, ხოლო სათბურის ეფექტი ცვლის პლანეტის სითბურ ბალანსს (ნახაზი 12.1.2).



ნახ. 12.1.2 ბუნებრივი სათბურის ეფექტის მექანიზმი

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მიუხედავად იმისა, მივიღებთ თუ არა მკაცრ ზომებს სათბურის აირების ემისიის შესამცირებლად, ეს აირები მაინც დაგროვდება ატმოსფეროში. თუმცა, მათი დაგროვების ინტენსივობა გაცილებით ნაკლები იქნება ვიდრე ანთროპოგენური დატვირთვის შემთხვევაში.

მაგალითად, ფოტოსინთეზისათვის აგროკულტურები ნახშირორჟანგს საჭიროებენ და ისეთ გარემოში, სადაც მაღალია მისი კონცენტრაცია უკეთესად ვითარდებიან. ამიტომ მნიშვნელოვანია ისეთი კულტურების გამოვლენა, რომლებიც სარეველებსა და მწერებზე უკეთესად განვითარდებიან, რომლებიც თავის მხრივ, უკეთ ვითარდებიან გაზრდილი CO₂-ის პირობებში.

დღესდღეობით მეტად აქტუალურია კლიმატის ცვლილების შემარბილებელი და საადაპტაციო ღონისძიებების სწორი სტრატეგიის შემუშავება. კლიმატის ცვლილების შემარბილებელი ვარიანტები გულისხმობს ენერჯის ისეთი ალტერნატიული წყაროების განვითარებას, როგორებიცაა ქარის ენერჯია, მზის ენერჯია და უსაფრთხო ბირთვული ენერჯიები.

ადაპტაცია წარმოადგენს სისტემის უნარს, შეეგუოს კლიმატის ცვლილებას (კლიმატის ცვალებადობას) მოსალოდნელი ზიანის შემსუბუქების მიზნით, ასევე განოიყენოს არსებულ შესაძლებლობათა უპირატესობა, ან ებრძოდეს მის შესაძლო შედეგებს. იგი მოიცავს სხვადასხვა მიმართულებით კლიმატის გლობალური ცვლილებით გამოწვეული არასასურველი ზემოქმედების შემცირების ღონისძიებებს. მაგალითად, აგროსექტორში კლიმატის ცვლილებისადმი საადაპტაციო ღონისძიებები გულისხმობს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების რწყვის მეთოდების სრულყოფას, კლიმატის ცვლილებისადმი უფრო მდგრადი კულტურების სელექციას და ა.შ.

❖ კითხვები თვითშემოწმებისათვის

1. განიხილეთ კლიმატის ცვლილების ტენდენცია თანამედროვე პერიოდში.
2. ახსენით ბუნებრივი სათბურის ეფექტის მექანიზმი.
3. რას გულისხმობს კლიმატის ცვლილების შემარბილებელი და საადაპტაციო ღონისძიებები?

12.2 აგროეკოლოგიური ზონების ცვლილების სცენარები გლობალური დათბობის პირობებში

კლიმატის ცვლილება მსოფლიო მასშტაბის პრობლემაა და მნიშვნელოვან პოტენციურ საშიშროებას წარმოადგენს. მაღალი ტემპერატურის, დაბალი ფარდობითი ტენიანობის და მყარი ატმოსფერული ნალექების შემცირების გამო, მოსალოდნელია კავკასიონის მყინვარების დნობა, რამაც შესაძლებელია გამოიწვიოს ეკოლოგიური წონასწორობის რღვევა.

რთული რელიეფური პირობებიდან გამომდინარე, საქართველო საკმაოდ მონყვლადია კლიმატის გლობალური ცვლილებით გამოწვეული ბუნებრივი კატასტროფების მიმართ. საქართველოს რელიეფი, მეტეოროლოგიური პირობები და მძლავრი ანთროპოგენური დატვირთვა, ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ისეთი ბუნებრივი კატასტროფების განვითარებისათვის, როგორებიცაა: ღვარცოფი, მენწყერი, გვალვა, ეროზია, ბუნებრივი ხანძრები და სხვა. ამიტომ თუ ამ პროცესს არ შევჩერებთ, დავდგებით რეალური საშიშროების წინაშე. იგი გამოიწვევს კლიმატური ზონების გადაადგილებას, რაც საფრთხეს შეუქმნის სასურსათო უსაფრთხოებას და ხელს შეუწყობს კატასტროფებს.

უნდა აღინიშნოს, რომ აგროკულტურების ზრდა-განვითარება პირდაპირ კავშირშია ტემპერატურის ცვლილებასთან. სითბური რეჟიმის დარღვევა ხანგრძლივი დროით არსებით გავლენას ახდენს აგროკულტურებზე, რომლებიც შეიძლება დაზიანდნენ ან გადაშენდნენ კიდეც, რადგან ისინი ორგანულად არიან დაკავშირებული არსებულ კლიმატთან.

კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებასთან დაკავშირებით, 2030-2050 წლებისათვის გარდაუაღ პირობას წარმოადგენს გათვალისწინებული იქნას კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების რეჟიმი. აქედან გამომდინარე, უნდა დაზუსტდეს აგროკულტურების გავრცელების ზონები და შეტანილი იქნას სათანადო ცვლილებები. ცხრილი 12.2.1-ში მოყვანილია სავეგეტაციო პერიოდში კლიმატური მახასიათებლების ცვლილება კლიმატის გლობალური დათბობის პირობებში.

ცხრ. 12.2.1 სავეგეტაციო პერიოდში ზოგიერთი მუნიციპალიტეტის კლიმატური მახასიათებლების ცვლილება კლიმატის გლობალური დათბობისას

მუნიციპალი- ტეტი, სცენარი	დედოფლის- წყარო, t=2°C	საგარეჯო, t=2°C	ახალციხე, t=1.5°C	ბორჯომი, t=2°C	ქედა, t=1.5°C	სელვანაური, t=1.5°C
საბაზისოს წელი და მომავლის სცენარი	1956- 2005* 2020- 2050**	— „ —	— „ —	— „ —	— „ —	— „ —
Σt>10°C	3360 3930	3470 4160	2880 3380	2930 3570	3870 4290	4340 4720
>10°C-იანი პერიოდის ხან- გრძლივობა	190 210	198 220	176 192	179 199	226 243	250 263
ნალექების ჯამი (მმ)	441 443	560 610	350 80	450 440	880 1230	1360 1290
საშ. აბს. მაქსიმალური ტემპერატურა	34 39	34 37	35 32	34 36	37 41	34 38
საშ. აბს. მინიმალური ტემპერატურა	-12 -9	-11 -8	-19 -18	-14 -11	-7 -5	-3 -2
ქარის მაქს. სიჩქარე I, II პერიოდში***	22-26	21-24	23-17	11-17	13-17	26-24

* - საბაზისო წელი, ** - მომავლის სცენარით, *** - საბაზისო (მიმდინარე) ქარის საშ. მაქსიმალური სიჩქარე გაყოფილი ორ პერიოდად: I - პერიოდი 1956-1980 წწ., II - პერიოდი 1981-2005 წწ.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მომავალში ნახშირორჟანგა გაზის ემიტირება ატმოსფეროში თუ ასე გაგრძელდა წინასწარი გაანგარიშებით, 2030-2050 წლებისათვის იგი გაორმაგდება და ჰაერის ტემპერატურა 2-3°C-ით მოიმატებს, რომელმაც შეიძლება ნეგატიურად იმოქმედოს ქვეყნის ეკონომიკაზე. ტემპერატურის ცვლილებამ, არ არის გამოირიცხული

მოახდინოს სოფლის მეურნეობის დარგის წარმოების სტრატეგიის შეცვლა - ნიადაგის მოხვნის, სასუქების შეტანის, მელიორაციული ღონისძიებების ჩატარების, მარცვლეული კულტურების თესვის ვადების გადაწვევა და სხვა. ამიტომ კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით უნდა დაზუსტდეს საქართველოს აგროეკოლოგიურ პირობებში პერსპექტიული აგროკულტურების გავრცელების ზონები და შემუშავებული იქნას მისი გავრცელების სცენარები.

ჩატარებული გამოკვლევების მიხედვით, საქართველოს ტერიტორიის მინისპირა ჰაერის ტემპერატურის მატებამ XX საუკუნის განმავლობაში $0.3-0.4^{\circ}\text{C}$ შეადგინა. აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიის უმეტეს ნაწილზე აღნიშნულია ტემპერატურის მატება $0.1-0.5^{\circ}\text{C}$ -მდე, ხოლო ზოგიერთ რაიონში 0.7°C -მდე. ტემპერატურის მატება გამოვლენილია ასევე დასავლეთ საქართველოს კავკასიონთან მიმდებარე მაღალმთიან რაიონებში. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის მიხედვით, ჰაერის ტემპერატურის ცვლილების ტენდენცია (მატება) 1960 წლამდე არსებულ მრავალწლიურ ნორმასა და 1957-2006 წწ. პერიოდის საშუალო მნიშვნელობებს შორის დასავლეთ საქართველოში შეადგენს 0.2°C , აღმოსავლეთ საქართველოში 0.3°C .

დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოში ზემოაღნიშნული ტემპერატურების თითქოს მცირე მატების ტენდენცია მომავლისთვის აუცილებლად გასათვალისწინებელია. რადგან ასეთმა ტენდენციამ ორი-ოთხი ათეული წლის შემდეგ შესაძლებელია მიაღწიოს საკმაოდ მნიშვნელოვან მატებას ($1-2^{\circ}\text{C}$ და მეტს). ამიტომ, საჭიროა წინასწარ ვიცოდეთ უშუალოდ მაღალმთის რეგიონებში, როგორ იმოქმედებს კლიმატის გლობალური დათბობა აგროკულტურების გავრცელებაზე ვერტიკალური აგროეკოლოგიური ზონალობის მიხედვით, აგრეთვე ტემპერატურების (10°C -ის ზევით) ჯამებზე, რომელიც მცენარეთა ზრდა-განვითარების ძირითადი განმსაზღვრელი ფაქტორია. აქედან გამომდინარე, მაღალმთის აგროეკოლოგიურ ზონებში პერსპექტიული აგროკულტურების (ბოსტნეული, კენკროვანები, მეცხოველეობის საკვები ძირხვენიები და სხვა) გავრცელებისათვის შემუშავებულია სცენარები ჰაერის ტემპერატურის 1 და 2°C -ის მატებით (დასავლეთ და აღმოსავლეთ სა-

ქართველო, შესაბამისად). რისთვისაც გამოყენებულია ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით დადგომის თარიღები, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები, რომელთა მაჩვენებლები დაკავშირებულია სიმაღლეებთან ზღვის დონიდან (მ). მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდით დამუშავებისას, მათ შორის გამოვლენილია მჭიდრო კორელაციური კავშირები: სრულიად საქართველოს მაღალმთისათვის $r=0.96$, სცენარების მიხედვით 1 და 2°C-ით მატებისას (შესაბამისად) დასავლეთ საქართველოს მაღალმთისათვის $r=0.98$, აღმოსავლეთ საქართველოს მაღალმთისათვის $r=0.97$. ცხრილი 12.2.2-ში მოცემულია ტემპერატურის ჯამის განსაზღვრისათვის შედგენილი რეგრესიის განტოლებები.

ცხრ. 12.2.2 საქართველოს მაღალმთის აგროეკოლოგიურ ზონებში ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით თარიღის დადგომის და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების განსაზღვრის რეგრესიის განტოლებები

განსაზღვრა	სრულიად საქართველოს მაღალმთის ზონებისათვის	სცენარი, 1°C-ის მატებით, დას. საქართველოს მაღალმთის ზონებისათვის	სცენარი, 2°C-ის მატებით, აღმოს. საქართველოს მაღალმთის ზონებისათვის
>10°C თარიღის დადგომის	$n=0.0548h-7.383$ ცდომილება $S_n \pm 6$	$n=0.048h-3.364$ ცდომილება $S_n \pm 5$	$n=0.0481h-7.2844$ ცდომილება $S_n \pm 5$
აქტიურ ტემპ-თა ჯამის	$T=-19.685n-0.434h+4078$ ცდომილება $S_n \pm 125$	$T=-19.685n-0.434h+4078$ ცდომილება $S_n \pm 90$	$T=-24.015n-0.397h+4626$ ცდომილება $S_n \pm 110$

განტოლებებში n - ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით დადგომის თარიღია (დღეთა რიცხვი 1 - მარტიდან 10°C-ის ზევით თარიღის დადგომამდე), h - ზღვის დონიდან სიმაღლე (მ), T - აქტიურ ტემპერატურათა (10°C-ის ზევით) ჯამი.

შემუშავებული სცენარით ტემპერატურის 1 და 2°C-ით მატებისას ჰაერის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები მაღალმთის

აგროეკოლოგიურ ზონებში არსებული ტემპერატურის ჯამებთან შედარებით იზრდება. სავეგეტაციო პერიოდში ტემპერატურის 1°C -ით მატებისას საშუალოდ შეადგენს $240-260^{\circ}\text{C}$, 2°C -ით მატებისას $480-500^{\circ}\text{C}$.

მოყვანილია (მოცემული განტოლებების მიხედვით განსაზღვრული) აგროეკოლოგიურ ზონებში სცენარით ტემპერატურის 1 და 2°C -ით მატებისას, აგროკულტურების გავრცელების შესაძლებლობა ზღ. დონიდან ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით.

I - აგროეკოლოგიურ ზონაში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები შეადგენს $2110-1500^{\circ}\text{C}$. ამ ზონაში გავრცელებულია სამეომოდგომო და საგაზაფხულო ხორბალი, ქერი, შვრია, კარტოფილი და სხვა. სცენარის მიხედვით ტემპერატურის 1°C -ით მატებისას, აღნიშნული კულტურების გავრცელების აგროეკოლოგიური ზონა ზღვის დონიდან აიწევს 150 მ-ით მაღლა, ხოლო 2°C -ით მატებისას აიწევს კიდევ მაღლა და მიაღწევს სუბალპური ზონის ქვედა საზღვარს (1800 მ). ამ ზონაში ხეხილოვანები (ვაშლი, მსხალი და სხვა) სცენარით 1 და 2°C -ით მატებისას შესაძლებელი იქნება გავრცელდეს ზღვის დონიდან $1400-1500$ და $1550-1650$ მეტრამდე (შესაბამისად).

II - აგროეკოლოგიური ზონა მოიცავს სუბალპურ სარტყელს (ზღ. დონიდან $1800-2200$ მ). ზონაში სცენარით ტემპერატურის 1°C -ით მატებისას აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები შეადგენს $1760-1180^{\circ}\text{C}$, 2°C -ით მატებისას $2010-1380^{\circ}\text{C}$. აღნიშნული ტემპერატურის პირობებში შესაძლებელია ხორბლულის, კარტოფილის, პერსპექტიული ბოსტნეული კულტურების, კენკროვანების (შავი და წითელი მოცხარი, ქაცვი, არონია, ყოლო და სხვა), მეცხოველეობის საკვები ძირხვენების („კუუ-ზიკუ“, „ესკო“), საზაფხულო სათიბ-საძოვრების ზრდა-განვითარება და მათი მაღალი პროდუქტიულობა.

III - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ალპების პირობებში ($2200-2400$ მ სიმაღლე ზღ. დონიდან). აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები (10°C -ის ზევით) მცირეა. სცენარის განხორციელების შემთხვევაში ტემპერატურის 1 და 2°C -ით მატებისას დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს მაღალმთის აგროეკოლოგიურ ზონებში (შესაბამისად) შესაძლებელი იქნება საგაზაფხულო ხორბლის, ქერის, შვრიის, საადრეო კარტოფილის,

ზოგიერთი პერსპექტიული ბოსტნეული კულტურების (ყვავილოვანი და საადრეო კომბოსტო, სუფრის ჭარხალი, უცხო სუნელი, ცერეცო, ოხრახუში, ნიახური, ნიორი, ხახვი), კენკროვანების, მეცხოველეობის წვნიანი საკვები ძირხვევნების („კუუზიკუ“, „ესკო“) გავრცელება საწარმოო მიზნით და საზაფხულო სათიბ-საძოვრების განვითარება.

უნდა აღინიშნოს, რომ ტემპერატურის 1 და 2°C-ით მატებისას დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს მაღალმთის ზონები ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით (შესაბამისად) დამაკმაყოფილებლად არის ტემპერატურათა ჯამებით (10°C-ის ზევით) უზრუნველყოფილი.

შემუშავებული სცენარით ჰაერის ტემპერატურის 1°C-ით მატებისას ტემპერატურის 10°C-ის ზევით და ქვევით თარიღების დადგომის განსაზღვრამ აჩვენა, რომ დასავლეთ საქართველოს მაღალმთის აგროეკოლოგიურ ზონებში გაზაფხულზე მისი თარიღის დადგომა იწყება 8 დღით ადრე, შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ თარიღის დადგომა წყდება 6 დღით გვიან, არსებული მრავალწლიური ტემპერატურის 10°C-ის ზევით და ქვევით დადგომის თარიღებთან შედარებით. გამომდინარე აქედან, ტემპერატურის 10°C-ის ზევით (სავეგეტაციო პერიოდის) დღეთა რიცხვის პერიოდი შეადგენს 125, განსხვავებით არსებული მრავალწლიურისაგან (111 დღე). სცენარით ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას აღმოსავლეთ საქართველოს მაღალმთის აგროეკოლოგიურ ზონებში გაზაფხულზე 10°C-ის ზევით თარიღის დადგომა აღინიშნება 12 დღით ადრე, შემოდგომაზე 10°C-ის ქვემოთ თარიღის დადგომა წყდება 11 დღით გვიან მრავალწლიურთან შედარებით. ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას 10°C-ის ზევით პერიოდი საგრძნობლად ხანგრძლივია (134 დღე) არსებულ მრავალწლიურთან შედარებით.

მომავალში საქართველოს მაღალმთის აგროეკოლოგიურ ზონებში (ორი-ოთხი ათეული წლის პერიოდში) კლიმატის გლობალური დათბობა ვერ შეცვლის ზემოაღნიშნული კულტურების გავრცელების პირობებს ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით, თუ ტემპერატურის მატება სცენარებით მოცემულ ტემპერატურებზე (1-2°C) მეტი არ აღმოჩნდება.

აღნიშნული ტემპერატურების მატების მიხედვით აღმო-
სავლეთ და დასავლეთ საქართველოსათვის გამოყოფილია ვა-
ზის კულტურის გავრცელების ზონები.

კლიმატური პირობები ძირითადად გავლენას ახდენს ვა-
ზის კულტურის ზრდა-განვითარებაზე, მოსავლის ფორმირება-
ზე და მის ხარისხზე. აქედან გამომდინარე, საქართველოში ამ-
ჟამად არსებული კლიმატის შესაბამისად ჩატარებულია ვაზის
აგროკლიმატური დარაიონება, რომლის მიხედვით, ვაზი სა-
ნარმოო მიზნით ვრცელდება ზღვის დონიდან 800-900 მ სიმაღ-
ლეებზე, ხოლო საქართველოს სამხრეთით 1000-1100 მ-მდე.

კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებიდან გამომდინარე,
ჰაერის ტემპერატურის მომატებისას, ცხადია ვაზის გავრცე-
ლების არსებული ზონები შეიცვლება. ამიტომ ვაზის გავრცე-
ლების რაიონების მიხედვით განსაზღვრულია ჰაერის ტემპე-
რატურის ჯამები (10°C-ის ზევით), დასავლეთ საქართველო-
სათვის 1°C-ით მატებისას, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველო-
სათვის 2°C-ით მატებისას. ამ სცენარის ანალიზისა და დამუშა-
ვების შედეგად გამოირკვა, რომ დასავლეთ საქართველოში
ტემპერატურის ჯამის მატება საშუალოდ შეადგენს 180-200°C
და ოდნავ მეტს, აღმოსავლეთ საქართველოში 350-400°C და
ოდნავ მეტს.

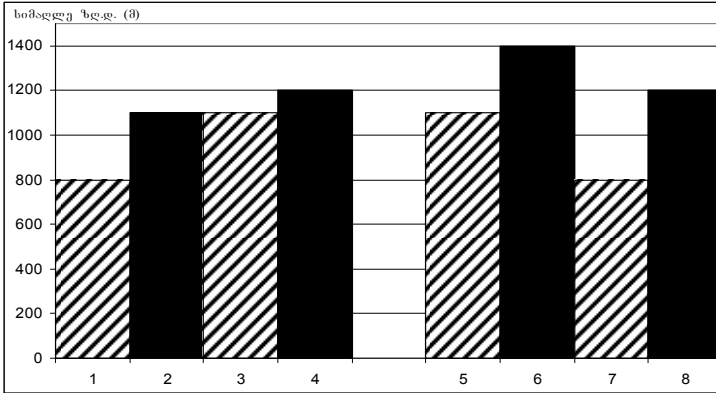
აღნიშნული ტემპერატურათა ჯამების მატების გათვა-
ლისწინებით საქართველოს ტერიტორიისათვის გამოყოფილია
ვაზის სხვადასხვა ჯიშების გავრცელების აგროკლიმატური
ზონები.

I - ზონაში, სადაც ტემპერატურათა ჯამი 3500°C და მე-
ტია, შეიძლება ყველა ჯიშის ვაზის (საადრეო - პინო, კაჭიჭი და
სხვა; საშუალო სიმწიფის - საფერავი, მანავის მწვანე, ოჯალე-
ში, ალიგოტე და სხვა; საგვიანო - რქანთელი, ცოლიკაური,
მწვანე, ჩხავერი, იზაბელა და სხვა) წარმოება.

II - ზონაში ტემპერატურის ჯამი 3000°C და მეტია. ამ ზო-
ნაში შეიძლება, მხოლოდ საშუალო სიმწიფის და საადრეო ვა-
ზის ჯიშების წარმოება.

III - ზონაში ტემპერატურის ჯამი შეადგენს 2500° C და
მეტს, სადაც შესაძლებელია მხოლოდ საადრეო ვაზის წარმოე-
ბა.

უნდა აღინიშნოს, რომ ამჟამად არსებული ვაზის გავრცელებების ზონებში ტემპერატურათა ჯამების გაზრდამ გამოიწვია ამ ზონების ტერიტორიების გადიდება. ასე, მაგალითად, ვაზი დასავლეთ საქართველოში ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით ვრცელდება 1100-1200 მ-მდე, აღმოსავლეთ საქართველოში 1200-1400 მ-მდე (ნახაზი 12.2.1).



დასავლეთ საქართველო

1. არსებული ვაზის საგვიანო ჯიშები;
2. ვაზის საგვიანო ჯიშები ტემპერატურის 1°C მატებით;
3. არსებული ვაზის საადრეო ჯიშები;
4. ვაზის საადრეო ჯიშები ტემპერატურის 1°C მატებით;

აღმოსავლეთ საქართველო

5. არსებული ვაზის საადრეო ჯიშები;
6. ვაზის საადრეო ჯიშები ტემპერატურის 2°C მატებით;
7. არსებული ვაზის საგვიანო ჯიშები;
8. ვაზის საგვიანო ჯიშები ტემპერატურის 2°C მატებით;

ნახ. 12.2.1 საქართველოში ვაზის კულტურის სხვადასხვა ჯიშების გავრცელება ზღვის დონიდან სიმაღლეების (მ) მიხედვით

ნახაზიდან ნათლად ჩანს, დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოში ამჟამად არსებული ვაზის ჯიშების გავრცელება ზღვის დონიდან სიმაღლეების მიხედვით და კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების გათვალისწინებით (1 და 2°C-ით მატებისას).

ვაზის გავრცელების ზონებში კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილებისას გათვალისწინებულია, აგრეთვე თბილ პერიოდში ატმოსფერული ნალექების ჯამები (მმ), რომელთა თანახმად დასავლეთ საქართველოს რაიონებში - ოჩამჩირე, ნალენჯისა, სენაკი, ლანჩხუთი, სამტრედია, ნაწილობრივ ტყიბული, ჭიათურა, ხარაგაული მოსალოდნელია ატმოსფერული ნალექების მომატება 5-15%, ხოლო რაიონებში - გუდაუთა, გულრიფში, გაგრა, ოზურგეთი, ხელვაჩაური კლება დაახლოებით იგივე პროცენტით.

აღმოსავლეთ საქართველოში ატმოსფერული ნალექების მომატება შესაძლებელია 5-15% გურჯაანის და დედოფლისწყაროს რაიონებში, ხოლო დანარჩენ რაიონებში შესაძლებელია კლება იგივე პროცენტით. ცხადია, ნალექების შემცირებამ შეიძლება გავლენა იქონიოს ვაზის მოსავლიანობაზე, ამიტომ საჭირო იქნება 2-3-ჯერ მორწყვა.

მნიშვნელოვანი საარსებო, სასურსათო პროდუქტია საშემოდგომო ხორბალი. იგი არ არის განსაკუთრებულად მომთხოვნი ნიადაგურ-კლიმატური პირობებისადმი. აღნიშნული საშუალებას იძლევა გავაფართოვოთ მისი გავრცელების არეალი შემუშავებული სცენარით, გლობალური დათბობის გათვალისწინებით.

რუკის შედგენისას გათვალისწინებულია მოცემული კულტურის მარცვლების სრული სიმწიფისათვის ტემპერატურათა ჯამისადმი მოთხოვნილება, რაც შეადგენს 2000-2200°C. გამომდინარე აქედან, საშემოდგომო ხორბლის გავრცელების ზედა ზღვარი გამოყოფილია აღნიშნული ტემპერატურების ჯამების მიხედვით. საშემოდგომო ხორბლის გავრცელების ზონა დასავლეთ საქართველოში აღწევს ზღვის დონიდან 1450-1650 მ სიმაღლემდე. გავრცელების ქვედა ზღვარის ტემპერატურა შეადგენს 4000°C და მეტს, სადაც გავრცელების ზონა აღმოსავლეთ საქართველოში ზღვის დონიდან აღწევს 1750-1800 მ და ცოტა მეტს (ნახ. 12.2.2).



ნახ. 12.2.2 საშემოდგომო ხორბლის გავრცელების ზონა გლობალური დათბობის გათვალისწინებით

რუკის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ საშემოდგომო ხორბლის კულტურის გავრცელების ტერიტორია გაფართოვდა, ძირითადად ვერტიკალური ზონალობის ხარჯზე. დასავლეთ საქართველოში საშემოდგომო ხორბლის გავრცელების ზონამ საბაზისო (არსებული) გავრცელების ზონასთან შედარებით აინია მალა, საშუალოდ 170-200 მეტრით, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში 350-400 მეტრით.

უნდა აღინიშნოს, რომ გლობალური დათბობა შემუშავებული სცენარის მიხედვით, საშემოდგომო ხორბლის კულტურაზე ვერ მოახდენს ნეგატიურ გავლენას სათანადო აგროტექნიკის ფონზე და ხელს ვერ შეუშლის გარანტირებული მოსავლის მიღებას.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. განიხილეთ კლიმატის მოსალოდნელი ცვლილების სცენარის მიხედვით კლიმატური მახასიათებლები.
2. როგორ იმოქმედებს კლიმატის გლობალური დათბობა აგროკულტურების გავრცელებაზე ვერტიკალური აგროეკოლოგიური ზონალობის მიხედვით?

3. კლიმატის ცვლილების სცენარის მიხედვით განიხილეთ ვაზის გავრცელების აგროეკოლოგიური ზონების ცვლილება.
4. განიხილეთ საშემოდგომო ხორბლის გავრცელების არეალი გლობალური დათბობის გათვალისწინებით შემუშავებული სცენარის მიხედვით.

12.3 გვალვა და გვალვაგამძლეობა

გვალვა საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენაა. იგი ხასიათდება მაღალი ტემპერატურებით, ატმოსფერული ნალექების სიმცირით, რასაც ემატება ნიადაგის დაბალი პროდუქტიული ტენიანობა, ჰაერში წყლის ორთქლის დეფიციტი, ხშირი ქარები ($\geq 2-4$ მ/წმ სიჩქარით).

აღნიშნული ფაქტორების კომპლექსურ მოქმედებას, მცენარეთა აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში, შეუძლია გამოიწვიოს აგროკულტურების ზრდა-განვითარების შეფერხება. მისი გახანგრძლივებისას შესაძლებელია მცენარეთა არამარტო დაზიანება არამედ დაღუპვაც (სურათი 12.3.1)



სურათი 12.3.1 გვალვის შედეგები აგროკულტურებში

მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) მიერ მიღებული განმარტების თანახმად, გვალვა აღნიშნავს ნიადაგის ტენიანების რეგიონულ დეფიციტს, რომელიც შეიძლება გამოწვეული იყოს ნორმაზე დაბალი ატმოსფერული

ნაღეჭებისა და საშუალოზე მაღალი „ევაკოტრანსპირაციის“ კომბინაციით. გვალვა ეკოლოგიური პრობლემაა, რომელიც გამოირჩევა სიმძაფრით, სიხშირით, ხანგრძლივობითა და სეზონურობით. სეზონურობის მიხედვით არჩევენ შემოდგომის, გაზაფხულის და ზაფხულის პერიოდის გვალვებს. ეს უკანასკნელი განსაკუთრებით საშიშია აგრარული სექტორისათვის, რადგან ამ პერიოდშია აქტიური მცენარის ზრდა-განვითარების პროცესი და შესაბამისად გაზრდილია მისი მოთხოვნილება წყალის მიმართ.

გარემოში ნორმალურად მოზარდი კულტურა, წყლის მარაგის დღელამურ მერყეობას ადვილად იტანს. თუმცა იმისათვის, რომ მან გაუძლოს საკმაოდ ხანგრძლივ გვალვიან პერიოდს უნდა გააჩნდეს გარკვეული თვისებები (გვალვაგამძლეობის). ამიტომ საჭიროა მცენარის საცხოვრებელი ადგილის თავისებურების, გვალვების ხანგრძლივობისა და ინტენსივობის ცოდნა. ერთი სახეობის კულტურა სხვადასხვა კლიმატურ პირობებში გვალვებისაგან განიცდის განსხვავებულ ზემოქმედებას. ასევე, ერთი და იგივე ადგილის საცხოვრებელ პირობებში ეკოლოგიურად განსხვავებული თვისებების მქონე სახეობებმა შეიძლება სხვადასხვანაირად მოახდინოს რეაგირება გვალვების მიმართ. კულტურათა გარკვეულ სახეობას გვალვიან პირობებში შეუძლია არ შეამციროს ტრანსპირაცია და გააგრძელოს იგი აორთქლების პარალელურად. ეს ის მცენარეებია, რომლებიც ინვითარებენ ხშირ და ღრმად გადგმულ ფესვთა სისტემას. მათ გააჩნიათ უნარი შეუფერხებლად ამოიღონ წყალი ნიადაგიდან და მიაწოდონ ფოთლებს.

დადგენილია, რომ გვალვები იწვევენ არამარტო ფოტოსინთეზის ინტენსივობის დაქვეითებას, არამედ ასიმილირებული ნივთიერების გადაადგილებას და მათ გამოყენებას მაღალმოლეკულური შემადგენლობისათვის, უპირველესად ცილებისათვის. ეს მოვლენა აიხსნება ფოსფორის მეტაბოლიზმის თავისებურებით გვალვიან პერიოდში. ფოსფორის ცვლის დარღვევას შედეგად მოყვება ნუკლეინის მუჟავების მნიშვნელოვანი შემცირება.

მცენარეებში არასაკმარისი წყალმომარაგება იწვევს მნიშვნელოვან ცვლილებებს ფოტოსინთეზის დროს, ფერმენტალური და ენერგეტიკული გარდაქმნების დროს, ფოსფორისა და აზოტის გარდაქმნაში, მცენარის ცხოველმოქმედებაში. აქე-

დან გამომდინარე, აგროეკოლოგიების წინაშე დგას რთული ამოცანა - წყლის რეჟიმის რეგულირების თვალსაზრისით, სისტემაში - მცენარე-ნიადაგი. ამოცანა შეიძლება გადაწყდეს სხვადასხვა გზით - სარწყავი მინათმოქმედების სისტემის გაფართოება, გვალვაგამძლე ჯიშების დანერგვა და სხვა.

უნდა აღინიშნოს, რომ გვალვების დროს ცალკეულ შემთხვევაში ადგილი აქვს მცენარის ფესვების მიერ წყლის უფრო ეფექტურად შეწოვას. ასეთ პირობებში პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა ენიჭება ნიადაგში ფესვების ძლიერ განლაგებას. გვალვაგამძლე მცენარეთა სახეობები ხასიათდებიან რიგი მორფოლოგიური და ანატომიური თავისებურებებით - ფოთლის ზედაპირზე ბაგეების ნაკლები დიამეტრი, ფოთლის ქურჭლები დაფარულია მკვრივი ცვილისებრი ფენით. გვალვები მნიშვნელოვნად ამუხრუჭებს ცილებისა და ნუკლეინის მჟავას სინთეზს. გვალვაგამძლე ფორმებში ეს პროცესი არ ნელდება.

მცენარეთა გვალვაგამძლეობა იცვლება მისი განვითარების სტადიების მიხედვით. იგი დაბალია განვითარების დასაწყისში. მცენარის განვითარებული, ზრდადასრულებული ქსოვილი ხასიათდება გვალვებისადმი მეტი ტოლერანტობით, ვიდრე ახალგაზრდა, ზრდადაუმთავრებელი. მცენარეთა ტოლერანტობა ვეგეტაციის დაწყების პერიოდში დაბალია, ვიდრე ბოლოს. ასევე, მცენარის ერთი და იგივე სახეობების ტოლერანტობა გვალვებისადმი არ არის ერთნაირი. იგი დამოკიდებულია მცენარის მიერ დამკვიდრებული ადგილის თავისებურებაზეც (პირობებზე).

მშრალ და ნახევრადმშრალ რეგიონებში დაბალი მოსავლიანობა და ხეხილოვანი მცენარეების ნაადრევი გახმობა ითვლება გვალვისადმი არასაკმარის გამძლეობად. მინდვრის კულტურების დაბალი მოსავლიანობა ასევე შეიძლება აიხსნას წყლის ნაკლებობით. მცენარე, რამდენადაც მაღალმგრძობიარეა გვალვისადმი, იმდენად მეტია მოსავლის დანაკარგი და პირიქით, რამდენადაც გვალვაგამძლეა ჯიშში, იმდენად აქტიურია დაცვითი რეაქცია.

აგროკულტურები უდაბნოს მცენარეებისაგან (ქსეროფიტები) განსხვავებით გვალვის გავლენას განიცდიან არა მთელი სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში, არამედ შუალედებში მეტნაკლებად ხანმოკლე დროის განმავლობაში. ამ დროს მცენარის ერთ-ერთ თავისებურებას წარმოადგენს უნარი, გადაი-

ტანოს ქსოვილების ღრმად გამოშრობა მოსავლის ყოველგვარი დანაკარგების გარეშე, ან უმნიშვნელო დანაკარგით. მაგალითად, ხანგრძლივი ჭკნობა, რომელსაც ინვეეს ნიადაგის გამოშრობა, მცირე გავლენას ახდენს ფეტვის კულტურის მოსავალზე (გვალვაგამძლე), ხოლო მკვეთრად ამცირებს შერიის მოსავალს. აღსანიშნავია, რომ გვალვაგამძლე მცენარეებს ყველაზე მშრალ პერიოდშიც კი წყლის ნაწილის დანაკარგის შემთხვევაში, გააჩნიათ უნარი არ დახურონ ბაგეები და გააგრძელონ ასიმილაცია დაუზიანებლად.

გვალვით გამოწვეულ უარყოფითი შედეგებს მიეკუთვნება: სოფლის მეურნეობის მოსავლიანობის შემცირება, სარწყავი და სამრეწველო წყლის დეფიციტის შექმნა, საკვების დეფიციტი, დეჰიდრატაციასთან დაკავშირებული პრობლემები, მოსახლეობის მასობრივი მიგრაცია, ელექტროენერჯის წარმოების შემცირება, ეროზირებული უბნების და მტვრის ქარიშხლების წარმოქმნა გაუდაბნოებულ და ეროზირებულ ტერიტორიებზე (სურათი 12.3.2).



სურათი 12.3.1 გვალვის შედეგად ეროზირებული ტერიტორია

გვალვის წარმოშობის მიზეზს, უმეტეს შემთხვევაში წარმოადგენს ძლიერი ატმოსფერული პროცესები. დედამიწის ზედაპირს ძლიერად ათბობს მზის რადიაცია, რომლისგანაც თბება მიწისპირა ჰაერის ფენა და მიმდინარეობს ტემპერატურის

მატება. ასეთი ჰაერის პირობებში ინტენსიურად მიმდინარეობს ნიადაგის ზედაპირიდან აორთქლება და მცენარეების მაღალი ტრანსპირაცია, რომლის შედეგად მოკლე პერიოდში იხარჯება ნიადაგის ტენი და მისი მარაგი, ატმოსფერული ნალექების უქონლობის გამო არ ივსება. ამ დროს მცენარეები განიცდიან ტენის ნაკლებობას და ადგილი აქვს გვალვას. გვალვების პერიოდში კულტურების ზრდა-განვითარებისა და პროდუქტიულობისათვის მნიშვნელოვანია ტენით უზრუნველყოფა. გვალვის დახასიათება შეიძლება ვანარმოთ ჰიდროთერმული კოეფიციენტით (ჰთკ) სავეგეტაციო პერიოდში:

$$\text{ჰთკ} = \frac{\sum p}{\sum t : 10}$$

სადაც $\sum p$ - ატმოსფერული ნალექების ჯამია, $\sum t$ - აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი. როცა მოსული და დახარჯული ნალექების ბალანსი შეადგენს 1.0, მცენარეები მეტნაკლებად უზრუნველყოფილი არიან ტენით, თუ ბალანსი <1.0 შეიმჩნევა ტენის დეფიციტი, ხოლო ნახევრად უდაბნოს საზღვარზე ბალანსი უტოლდება 0.5. როცა ბალანსი >1.0 შეიმჩნევა ტენის სიჭარბე, ხოლო >2.5 მნიშვნელობისას შესაძლებელია დაჭაობება.

აგროკულტურები კონკრეტულ მოთხოვნას უყენებენ აღნიშნულ წყლის ბალანსს. მაგალითად, ქსეროფიტები (ზეთისხილი, ლელვი, კეთილშობილი დაფნა) დაუზიანებლად იტანენ 0.3 წყლის ბალანსს, გვალვაგამძლე მეზოფიტები (კაკალი, ვაზი, ნუში) 0.5, მეზოფიტები (ციტრუსები, სუბტროპიკული ხურმა, ფეიჰოა, მუშმულა, ტუნგი, ზოგიერთი მარცვლეული და პარკოსანი) 1.0-1.2, ხოლო ჰიგროფიტები (ჩაი) 1.6-2.0.

საქართველოს ტერიტორიაზე სავეგეტაციო პერიოდში აგროკულტურების ტენით უზრუნველყოფის პირობები განსხვავებულია. მაგალითად, აღმოსავლეთ საქართველოში, პერიოდი როდესაც წყლის ბალანსი <1.0 ემთხვევა აგროკულტურების აქტიური ვეგეტაციისათვის მნიშვნელოვან თვეებს (VI-VII-VIII). ამ პერიოდისათვის აღინიშნება ატმოსფერული ნალექების სიმცირე შედარებით მაღალი ტემპერატურების ფონზე, ნიადაგში (20 სმ სიღრმეზე) პროდუქტიული ტენის სიმცირე (23 მმ) და ჰაერში წყლის ორთქლის დეფიციტის მატება. აღნიშნუ-

ლი პირობების კომპლექსური მოქმედება შეუძლებელს ხდის აგროკულტურების პროდუქტიულობას რწყვის გარეშე.

დასავლეთ საქართველოში აღნიშნულ პერიოდში ნალექების რაოდენობა მეტია. მოუხედავად პროდუქტიული ტენიანობის რამდენადმე კლებისა, ტრანსპირაციის შემცირების გამო (მაღალი ფარდობითი ტენიანობის პირობებში) მცენარეები ტენით ნაკლებობას ამკარად არ განიცდიან. თუმცა მცირე ნალექების შემთხვევაში შესაძლებელია გვალვა. აქ ტენით უზრუნველყოფის სიმცირე აღინიშნება უმეტესად გაზაფხულზე IV-V თვეებში, როდესაც ნალექების რაოდენობა მინიმალური მნიშვნელობისაა. მოცემულ პერიოდში მარცვლეული კულტურების თესვა გაძნელებულია. ნიადაგში პროდუქტიული ტენის რაოდენობა საშუალოდ შეადგენს 48 მმ. ასეთ პირობებში ხდება ჩაის დუყების წარმოქმნის და ზრდის შეჩერება, ციტრუსებისა და სხვა ხეხილოვანი კულტურების ყვავილების ჩამოცვენა და სხვა. ამიტომ საჭიროა მცენარეების ტენით უზრუნველყოფა.

წყლის ბალანსის დარღვევის შემთხვევაში აგროკულტურების განვითარება ფერხდება. განსაკუთრებით იმ ადგილებში, სადაც ხშირია გვალვების განმეორადობა, მათი შერბილებისათვის საჭიროა სხვადასხვა სახის აგროტექნიკური ღონისძიებები გატარება. კერძოდ, ტრადიციულ კულტურებთან ერთად მიზანშეწონილია შედარებით გვალვაგამძლე ჯიშების წარმოება. სასურველია ზოგიერთი ერთწლიანი კულტურის თესვისას რიგთაშორისების შემცირება, ქარსაფარი ზოლების გაშენება, $>10^{\circ}\text{C}$ დაქანების ფერდობებზე ტერასების მოწყობა. აღნიშნული ღონისძიებების გატარებით მცირდება წყლის ჩამონადენი და საერთო ტენის ხარჯვა. მაქსიმალურად და ეფექტურად უნდა იქნას გამოყენებული ისეთი ღონისძიებები როგორცაა - მორწყვა, კულტივაცია, დამულჩვა და სხვა. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია რწყვის თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენება, მათ შორის წვეთოვანი რწყვა და ა.შ.

დღესდღეობით მთელ მსოფლიოში დიდი ყურადღება ეთმობა გვალვაგამძლე ჯიშების გამოყვანას. ამ შემთხვევაში, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ტემპერატურის შესაძლო მატების (გლობალური დათბობა) გათვალისწინება.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. რა თვისებებით ხასიათდება გვალვა?
2. როგორია აგროკულტურების დამოკიდებულება გვალვის მიმართ?
3. რა გავლენა აქვს გვალვას მცენარეთა ფიზიოლოგიურ პროცესებზე?
4. როგორია მცენარეთა გვალვაგამძლეობა მათი განვითარების სტადიების მიხედვით?
5. რა უარყოფით შედეგებს იწვევს გვალვა?
6. რა არის ჰიდროთერმული კოეფიციენტი (ჰთკ)?
7. განიხილეთ ნყლის ბალანსი სავეგეტაციო პერიოდში (ალმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოსთვის) და კულტურების მოთხოვნა მის მიმართ.
8. რა აგროტექნიკური ღონისძიებები გამოიყენება გვალვების ინტენსიური განმეორადობის დროს?

თავი XIII

ტყის აგროეკოლოგიური მნიშვნელობა

13.1 ტყის როლი აგროეკოსისტემაში

ტყე მნიშვნელოვანი ღირებულების რესურსია როგორც გარემოსდაცვითი ასევე რეკრეაციული, ეკონომიკური, მეცნიერული და კულტურული თვალსაზრისით.

ტყის ეკოსისტემების კლასიფიკაცია ბუნებრიობის მიხედვით შემდეგია:

ბუნებრივი ეკოსისტემები - ეკოსისტემები, რომელთაც თვითრეგულირების უნარი გააჩნიათ. ასეთ ეკოსისტემებში ანთროპოგენური ჩარევა ნაკლებია ბუნებრივთან შედარებით და ეკოსისტემის სტრუქტურა არასოდეს იცვლება აღნიშნული ზემოქმედების შედეგად;

მოდულიზირებული ეკოსისტემები - ეკოსისტემები, სადაც ანთროპოგენური ზეგავლენა ყველა სხვა სახის ფაქტორთა გავლენაზე უფო ინტენსიურია, თუმცა ტყეს შენარჩუნებული აქვს თავდაპირველი სახე, ბუნებრივი განახლების ან მისი განახლების ხელშემწყობი ღონისძიებების ფონზე;

პლანტაციები: ტყე, რომელიც მოიცავს როგორც ადგილობრივ სახეობებს, ასევე ინტროდუცირებულს, რომელიც შექმნილია დარგვით ან თესვით, აღდგენა-განახლების სამუშაოთა ჩატარების პერიოდში;

კულტივირებული (ხელოვნური) ეკოსისტემები - ეკოსისტემები, რომელთა უდიდესი ნაწილი ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგია და შექმნილი სტრუქტურული კომპონენტების უმეტესობაც ხელოვნურია.

აგარარული სექტორის ინტენსიურ განვითარებაში მნიშვნელოვანი როლი ეკუთვნის ტყეებს. განუზომლად ეფექტურია მათი სასარგებლო გავლენა ჯანსაღი მიკროკლიმატის ფორმირებაზე. იმ ტერიტორიებზე, სადაც გაბატონებულია ხშირი ქარი, რომელიც უარყოფით გავლენას ახდენს აგროკულტურების მოსავალზე, სასურველია გაშენდეს (ქარების მხრიდან) ნარგავები, რომლებიც ქმნიან ტყის მასივს. ეს უკანასკნელი განაპირობებს მოცემული ტერიტორიის მიკროკლიმატური პირობე-

ბის გაუმჯობესებას, რითაც ხელს შეუწყობს მოსავლის წარმატებით ფორმირებას.

ჯერ კიდევ ადრეულ პერიოდში ტყე ადამიანისათვის წარმოადგენდა შემის მიღების ძირითად წყაროს, რომლის წვის შედეგად ლეზულობდნენ სათბობს. შემდგომში ადამიანმა დამოკიდებულება ტყის მიმართ შეცვალა. კერძოდ, აგრარული სექტორის გარდაქმნასთან დაკავშირებით ხის მასალა გახდა ძირითადი შემადგენელი ნაწილი სასოფლო-სამეურნეო იარაღების დამზადებისა და გამოყენებისათვის. მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარებამ კიდევ უფრო გაზარდა ხის მასალის როლი. მისი გამოყენების სფერო გაფართოვდა, ცელულოზა-ქაღალდის წარმოებაში, რკინიგზის ტრანსპორტში, ქვანახშირის წარმოებაში და სხვა.

ტყის როლი ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნებაში უმეტესწილად აღემატება იმ სარგებლობას, რომელსაც ადამიანი ხის მასალის გამოყენებით ლეზულობს. თუ ყველა სარგებლობას (სიუ დისინი), რომელიც მოაქვს ტყეს ადამიანისათვის მივიღებთ ერთ ერთეულად, მაშინ მისი ნაწილის 1/4 მოდის ხის მასალაზე, ხოლო გარემომცველი გარემოს დაცვაზე, კლიმატის რეგულირებაზე და ნიადაგში ტენის დაგროვებაზე - 3/4.

ეკონომიკური თვალსაზრისით, ქვეყნის წარმოებისათვის ყოველწლიურად საჭიროა დიდი რაოდენობით ხის მასალა. ამიტომ გარდაუვალი პროცესია ტყის მოჭრა. თუმცა, ტყეში ხეები ისე უნდა იჭრებოდეს, რომ მისი განახლება აბალანსებდეს მოჭრილი ხეების რაოდენობას. ეს აუცილებელი პირობაა, წინააღმდეგ შემთხვევაში მომავლისათვის წარმოება ვერ იქნება უზრუნველყოფილი ხის მასალით.

ტყის, როგორც ეკოლოგიური სისტემის უმნიშვნელოვანესი ნაწილის არსებობას ადასტურებს ის ფაქტიც, რომ იგი ახდენს მზის ენერჯიის აკუმულაციას, ხელს უწყობს ბიოსფეროში ნივთიერებათა წრებრუნვას, რითაც ამდიდრებს და აუმჯობესებს ნიადაგის სტრუქტურას, ახდენს მიკროკლიმატის ფორმირებას. გარდა აღნიშნულისა, ტყე აგროვებს ნიადაგის ტენს, დიდხანს ინარჩუნებს თოვლის საფარს, რომელიც წარმოადგენს წყლის მარაგს. დიდია ტყის როლი კლიმატის რეგულირებაში. მას შეუძლია მნიშვნელოვნად შეასუსტოს ძლიერი ქარების, გვალვების და წყალდიდობების მოქმედება.

ტყეს ყველა ზემოაღნიშნულ პოზიტიურ ზემოქმედებასთან ერთად გააჩნია ფართო მასშტაბით ფოტოსინთეზის უნარი, რომლის შედეგად ქმნის დიდი რაოდენობით ბიომასას. ამ პროცესის დროს შთანთქავს ნახშირორჟანგს და გამოყოფს ჟანგბადს, რომელიც სასიცოცხლო მნიშვნელობისაა ადამიანისა და ზოგადად ცოცხალი ორგანიზმებისათვის.

ტყის გარეშე ცივილური მსოფლიოს შემდგომი განვითარება წარმოუდგენელია, რადგან იგი ჰაერს ასუფთავებს და ამცირებს ატმოსფეროს გაჭუჭყიანებას. ტყე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მზის ინსოლაციაზე, წყლის ბალანსზე და კერძოდ, მთელი დედამიწის კლიმატის ცვლილებასა და ცვალებადობაზე. ნალექების შემდგომი ფორმირებისათვის ტყე შთანთქავს ტენს და ხელახლა უბრუნებს მას ატმოსფეროს.

მინათმოქმედების, როგორც ეკონომიკის ერთ-ერთი საფუძველის შემდგომი განვითარება უნდა წარიმართოს კომპლექსურად. რაც ნიშნავს, რომ მძიმე მრეწველობისაგან იგი შეუფერხებლად უნდა იღებდეს არამარტო მინერალურ სასუქებს (გაზრდილი მოსავლისათვის), პესტიციდებს (სარეველებისა და სხვა დაავადებათა წინააღმდეგ საბრძოლველად) და მანქანა-იარაღებს (ნიადაგის დასამუშავებლად), არამედ უბრუნველყოფილი უნდა იყოს გარემოს ხელსაყრელი აგროკლიმატური ფაქტორებით. უნდა ეფუძვნებოდეს იმ ფუნქციებსაც, რომლებსაც ასრულებს ტყე ნორმალური წრებრუნვის მარეგულირებელ ეკოსისტემაში. ყოველივე ეს მინათმოქმედების წარმატებით განვითარების წინაპირობაა.

მინათმოქმედებასთან პირდაპირ კავშირშია წყლის ფაქტორი, რომელსაც ტყე ძირითადად ნიადაგში აგროვებს და ინარჩუნებს. დადგენილია, რომ ამ უკანასკნელის ტერიტორიებზე ატმოსფერული ნალექების მეტი რაოდენობა მოდის, ვიდრე იმ ადგილებში, სადაც არ არის ტყეები. უხვი ატმოსფერული ნალექების მოსვლისას ტყე ავლენს თავის მარეგულირებელ ფუნქციას. კერძოდ, ნიადაგის გადარეცხვა იმავე ფართობზე ტყესთან შედარებით გაცილებით უფრო მეტია.

ტყის მიერ ტენის გაცვლის რეგულირება გამოიხატება იმაში, რომ იგი თავისი ვარჯით 30%-მდე აკავებს მოსულ ნალექებს, 10%-მდე ითვისებს ტოტები და ფოთლები, რომლებიც განლაგებულია ხეების ქვემოთ, დანარჩენი 50-80% ჩაიჭონება ნიადაგში, რომელიც ამარაგებს ნიადაგის წყლებს, ხოლო ზე-

დაპირის ჩამდინარე წყლები არ აღემატება 1-2%. მაშასადამე, ტყე მნიშვნელოვნად ამცირებს ეროზიას და იმ ზარალის მასშტაბებს, რომელიც შეიძლება გამოიწვიოს თავსხმა წვიმებმა. იგი ზრდის ჰაერის ტენიანობას ტრანსპირაციის ხარჯზე.

მაშასადამე, ტყე ზედმინევნით მნიშვნელოვან როლს ასრულებს წყლის დაგროვებაში. მაგალითად, წყლის რაოდენობა, რომელსაც იჭერს 3 ათას ჰექტარზე მეტი ტყის ფართობი, შეიძლება შეუდაროთ 100 მ³ მოცულობის წყალსაცავს. აღნიშნული ამტკიცებს, რომ მსგავსად ამ უკანასკნელისა, ტყეს შეუძლია დააგროვოს წყლის გარკვეული რაოდენობა, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნას მეურნეობებში და მათ შორის მინათმოქმედებაში.

როგორც ცნობილია, მეცხოველეობის განვითარების ძირითადი საფუძველი საძოვარი მდელოებია. ამ უკანასკნელის და წყაროების არარსებობის შემთხვევაში შეუძლებელია მეცხოველეობის განვითარება. ამიტომ საძოვრების დაცვა, მასზე ზრუნვა, წარმოადგენს ამ დარგის უმნიშვნელოვანეს ამოცანას. მდელოებს ყველაზე დიდ ზიანს აყენებს ხშირი ქარები, რისგან დაცვა არც თუ ისე მარტივია. ხშირი ქარებისაგან საძოვარი ველების დასაცავად სასურველია ტყის ზოლების გამოყენება. ისინი იცავენ აღნიშნულ ტერიტორიას ქარისმიერი ეროზიისაგან, ნიადაგს მოკლე პერიოდში გამოშრობისაგან, რაც ძლიერ აფერხებს საძოვარი ბალახების ზრდა-განვითარებას. ე.ი. ტყე ხელს უწობს საძოვარი მდელოების და მეცხოველეობის განვითარებას, აქედან გამომდინარე, ტყის ფართობების მასშტაბურად გაშენება მნიშვნელოვან ღონისძიებას წარმოადგენს მდელოებზე (საძოვრებზე) ეკოლოგიური წონასწორობის აღდგენისათვის.

უნდა აღინიშნოს, რომ ტყეს გააჩნია მრავალფუნქციონალური სტრუქტურა. მიზნობრივი დანიშნულების მიხედვით მას განეკუთვნება ბუნებრივი ტყეები, სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების და ხელოვნურად შექმნილი ტყის ნარგავები (სანიტარულ-ჰიგიენური, რეკრეაციული და ა.შ.).

სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების ბუჩქებისა და ხეების ხელოვნური ნარგავები იქმნება სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწებზე. მათ ფუნქციას წარმოადგენს ნიადაგის ნაყოფიერების შენარჩუნება და ამაღლება, ხელსაყრელი პირობების შექმნა მაღალხარისხოვანი, გარანტირებული მოსავლის

შესაქმნელად და მეცხოველეობის პროდუქტიულობის გაზრდა, მდელოებისა და საძოვრების წარმადობის საფუძველზე. აღნიშნული ტყის ნარგავები თავის მხრივ იყოფა ორ ქვეჯგუფად: აგროსატყეომელიორაციული (დაცვითი ნარგავები, აგრონომიული დანიშნულებით) და ზოოსატყეომელიორაციული (საცავი ნარგავები მეცხოველეობის მიზნებისათვის).

აგროსატყეომელიორაციული ნარგავები განლაგებულია სახნავ და ჰიდროგრაფიულ მიწებზე. მათ მიეკუთვნება: ქარსაფარი ტყის ზოლები (ისინი ამცირებენ ქარის სიჩქარეს, ნიადაგის ზედაპირიდან ტენის აორთქლებას, ნიადაგის დეფლაციას, იცავენ აგოკულტურებს გვალვისა და ხორმაკისაგან), ტყის ზოლები სარწყავ მიწებზე, ტყის ზოლები დაშრობილ მიწებზე, ღელესპირა ტყის ზოლები, ხევების პირას განლაგებული ტყის ზოლები, ტყის ნარგავები ეროზირებულ ფერდობებზე, წყალსატევების, ტბორების ირგვლივ ზოლებრივი ნარგავები, ნარგავები ქვიშებზე. ყველა ჩამოთვლილი აგროსატყეომელიორაციული დანიშნულების ტყის ნარგავებს აქვთ დამცველობითი ფუნქცია საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენების წინააღმდეგ. რაც შეეხება ზოოსატყეომელიორაციულ ნარგავებს მათ მიეკუთვნება: საძოვარდამცავი ტყის ზოლები, ნარგავები ფერმების გარშემო, მელიორაციულ-საკვები ნარგავები, რომელთაც გააჩნიათ არა მარტო ლოკალური დანიშნულება, არამედ ისინი მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ვრცელ ტერიტორიაზე ეკოლოგიური წონასწორობის შესანარჩუნებლად.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. როგორია ტყის ეკოსისტემების კლასიფიკაცია ბუნებრიობის მიხედვით?
2. განიხილეთ ტყის როლი აგროსატყეომელიორაციული ნარგავების რეაბილიტაციაში.
3. გაანალიზეთ ტყის როლი კლიმატის რეგულირებაში.
4. განიხილეთ ტყის მნიშვნელობა: ადამიანისა და ცოცხალი ორგანიზმებისათვის, მინათმოქმედების წარმატებით განვითარებისათვის, მეცხოველეობისათვის, ნიადაგის ეროზიისათვის.
5. დანიშნულების მიხედვით როგორი მრავალფუნქციური სტრუქტურა გააჩნია ტყეს?

13.2 ტყე - სათბურის ეფექტის ანთროპოგენური წყარო

საქართველოს კლიმატური პირობები ქმნის ტყის ჯიშების მრავალფეროვნებას, რასაც ასევე მნიშვნელოვნად განაპირობებს ტერიტორიის რელიეფის სირთულე. იგი ეკორეგიონის ნაწილს წარმოადგენს და გლობალურ დონეზე იდენტიფიცირებული 200 მნიშვნელოვანი ეკო-რეგიონის რიცხვშია. აღნიშნული რეგიონები ბიომრავალფეროვნების კონსერვაციის თვალსაზრისით კრიტიკული მნიშვნელობისაა და გადაშენების პირას მყოფი იშვიათი სახეობების საარსებო გარემოს წარმოადგენს.

ტყეს გააჩნია ატმოსფეროდან ნახშირორჟანგის შთანთქმის უნარი, რომელსაც აკავებს მერქანსა და ფოთლებში, რასაც იყენებს არსებობისათვის საჭირო ენერჯის მისაღებად (წყალთან ერთად). ეს პროცესი (ფოტოსინთეზი) ბუნებრივი მოვლენაა, რის საფუძველზეც ტყე მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის რაოდენობის შემცირებაში.

ტყეების მნიშვნელოვან ეკოლოგიურ პრობლემას კლიმატის ცვლილება წარმოადგენს. სათბურის ეფექტის ანთროპოგენური წყაროების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მომენტია - ტყის ჭრა, რომელიც ხანგრძლივი პერიოდის პრობლემაა, თუმცა იგი არასოდეს ყოფილა ისეთი მასშტაბური, როგორც დღეს არის და რომელიც ქმნის გაუდაბნოების საშიშროებას. აგრარული სექტორის განვითარების შედეგად განადგურდა არსებული ტყეების ნახევარზე მეტი. რაც იმას ნიშნავს, რომ დღეს ნახშირორჟანგის შესაკავებლად ხეების არასაკმარისი რაოდენობაა. თუ ეს პროცესი კვლავაც გაგრძელდება და კიდევ უფრო მასშტაბურ ხასიათს მიიღებს, ტროპიკული ტყეები გაქრება (ინტენსიური წვიმები გადარეცხავენ ნიადაგებს) და შეიქმნება გაუდაბნოების საშიშროება (სურათი 13.2.1).

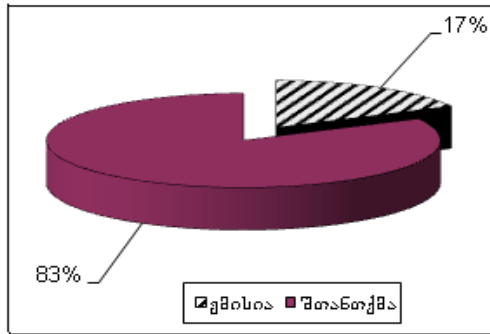


სურათი 13.2.1 ანთროპოგენური გავლენა ტყის მასივებზე

ტყეებში განუწყვეტლად მიმდინარეობს ნახშირორჟანგის შთანთქმა ატმოსფეროდან და უკან გადინება, რაც განპირობებულია ბუნებრივი და ანთროპოგენური ზემოქმედებით.

ტყეებსა და ხის ბიომასის სხვა მარაგებში ნახშირორჟანგის ემისიების ცვლილებები გამონვეულია ნახშირბადის მარაგის ნეტო ცვლილებით ბიომასის მატებისა და ბიომასის დანაკარგების (შეშის ტრადიციული მოხმარებით და მერქნის კომერციული დამზადებით) შედეგად.

საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინების მიხედვით (კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის), 2000 წელს საქართველოს ტყეებში ბიომასის წლიურმა ნამატმა 1392.6 გგ-C (83%) შეადგინა, ხოლო მერქნის კომერციული დამზადებისა და შეშის ტრადიციული მოხმარების შედეგად გამოწვევისუფლდა 294.7 გგ-C (17%). ე.ი. ნახშირბადის ნეტო შთანთქმა იყო 1097.9 გგ-C, ანუ 4025.5 გგ-CO₂ (ნახაზი 13.2.1).



ნახ. 13.2.1 საქართველოს ტყეებიდან ნახშირბადის შთანთქმა და ემისია (გგ-C)

აღნიშნული მაჩვენებელი (CO₂-ის ნეტო შთანთქმა) 1990 წლის ანალოგიურ სიდიდესთან (3738.8 გგ-CO₂) შედარებით გაზრდილია 286.7 გგ-CO₂-ით.

კლიმატის ცვლილების შედეგად, ზომიერ სარტყელში მოსალოდნელია ტყის გარკვეული ნაწილის გადაადგილება ჩრდილოეთისაკენ. დათბობის პროცესის სწრაფი განვითარება ტყეებს შეუქმნის „სტრესულ“ მდგომარეობას, რაც გამოწვეული იქნება სიმშრალით, ნიადაგის მჟავიანობის გაზრდით, სხვადასხვა სახის პარაზიტების გამოვლენით. პროცესის დაჩქარებული განვითარება გამოიწვევს იმაზე მეტი მცენარის დაღუპვას, ვიდრე ეს პროგნოზით არის მოსალოდნელი, კლიმატის სწრაფი შეცვლით. ასევე, საკმაოდ დიდი საფრთხე ემუქრება ტროპიკულ ტყეებს. იგი გამოიწვევს მოსული ნალექების რაოდენობის შემცირებას, რასაც მოყვება ტყის მასივების განადგურება. საშიშროება ემუქრება მანგროვან ტყეებს, რომლებიც სანაპიროს იცავენ ეროზიისაგან. ზღვის დონის მატების შემთხვევაში აღნიშნული ტყეები დაიფარება წყლით და განადგურდება.

ტყე, როგორც ერთიანი ეკოლოგიური სისტემა ვერ გადინაცვლებს მაღალმთიანი ზონისაკენ (რამდენიმე კმ-ით წელიწადში), რადგან ახალ ზონაში მას ადგილობრივი ნიადაგი შეუქმნის პრობლემას. ნიადაგიც გარკვეულწილად რეაგირებს კლიმატის ცვალებადობაზე, რაც გამოიხატება ტენიანობისა და ცოცხალი ორგანიზმების შემცირება-გალარიბებაში. ორგანული ნივთიერებების საერთო ბალანსზე მოქმედი ქიმიური რეაქ-

ციების მოსალოდნელი დაჩქარება გამოიწვევს მათ სწრაფ დაშლას და საბოლოო ჯამში შეასუსტებს ტყის ეკოსისტემების ხანძარსაწინააღმდეგო მდგრადობას.

ინტენსიური დათბობის ფონზე სულ უფრო მეტი ეკოსისტემა აღმოჩნდება საფრთხეში. გადარჩება ის სახეობები, რომლებიც შეეგუებიან ცვლილებებს, ხოლო დაიღუპებიან ისინი, რომლებსაც ვიწრო ეკონიშა უკავიათ.

გაუტყეურება დიდ შეშფოთებას იწვევს დღევანდელ რეალობაში, რადგან ხეები იჭრება სხვადასხვა მიზნებით - ქალაქის წარმოებისათვის, მეცხოველეობის, სოფლის მეურნეობის და სხვა დანიშნულებით. რაც საფრთხეს უქმნის არსებული კლიმატის ეკოლოგიურ წონასწორობას. აღნიშნული პროცესის გაგრძელება გაანადგურებს ღირებულ ეკოსისტემებს პლანეტაზე. ყველა ეკოსისტემა ურთიერთკავშირშია, ამიტომ ერთი ელემენტის გაქრობამ შეიძლება მთელი სისტემის დასაბლანსი გამოიწვიოს, სადაც ფართომასშტაბიანი გაუტყეურება გამოწვევს არ იქნება. ხეების გაჩეხვას მივყავართ მცენარეთა სახეობრივ რღვევამდე, რაც საბოლოოდ იწვევს ადგილობრივი ბიომრავალფეროვნების განადგურებას. გაუტყეურების მიზეზები მოიცავს მრავალ ფაქტორს. ტყეების განადგურება ხდება სხვადასხვა მიზეზების გამო, ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზი არის მოკლევადიანი ეკონომიკური სარგებელი. კერძოდ, ტყის მასალის გამოყენება სანავადად, სამშენებლო მასალად, ავეჯის და ქალაქის სანარმოებლად, დასახლებული პუნქტების, სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების, საძოვრების გაფართოებისათვის.

გაუტყეურების მიზეზი ხშირად არის ტყის ხანძრები, რომელიც შეიძლება მოხდეს ბუნებრივად (მასობრივი ხანძრები - ცხელ და გვალვიან ამინდში, ჭექა-ქუხილის დროს), ან ხშირ შემთხვევაში ადამიანის მიზანმიმართული საქმიანობის და გაუფრთხილებლობის შედეგად. ხანძრები უფრო ხშირად ჩნდება ტყის მასივებში, სადაც იწვება ტყის ნიადაგის ზედაპირი, მცენარეული საფარი. ხანძრის გაძლიერებას ხელს უწყობს ძლიერი ქარები, გვალვა. გვალვიან პერიოდში ქარის დროს შეიძლება განადგურდეს არამარტო ნიადაგის ზედაპირული საფარი, არამედ მთლიანად ხეები, განსაკუთრებით წიწვოვანი ჯიშები. ხანძრის შედეგად ტყე კარგავს თავის ეკოლოგიურ ფუნქციას, იც-

ვლება ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური სტრუქტურა (სურათი 13.2.2).



სურათი 13.2.2 ტყის ხანძრები

ტყეების აღდგენა უმეტეს შემთხვევაში შეიძლება, მაგრამ როგორც წესი, განმედილი ტერიტორია გამოიყენება სამშენებლო და სოფლის მეურნეობის მიზნებისათვის. რაც არ აძლევს ადგილობრივ გარემოს და ხეებს რეგენერაციის და თავის შენარჩუნების საშუალებას, რის გამოც სამუდამოდ იკარგება ბიომრავალფეროვნება.

ტყეების ხელოვნურად წვა განსაკუთრებულად უაროფითი შედეგის მომტანია, ვინაიდან მცენარე შეიცავს ნახევრად ნახშირბადის ნაერთებს და შესაბამისად მისი წვის დროს ხეების მიერ შეკავებული ნახშირბადი ატმოსფეროს უბრუნდება ნახშირორჟანგის სახით. სწორედ ხეების წვამ და წიაღისეული საწვავის გამოყენებამ გამოიწვია ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის გაზრდილი რაოდენობის აკუმულირება და გავლენა მოახდინა სათბურის აირების კონცენტრაციის გაზრდაზე.

კლიმატის გლობალური დათბობის პირობებში მისი ცვლილების მიმართ მოწყვლადობისა და ადაპტაციის პრობლემა მსოფლიო მასშტაბის პრობლემად იქცა.

მნიშვნელოვნად წარმოჩინდა ტყის, როგორც ბერკეტის როლი კლიმატის ცვლილების შერბილებასა და ადაპტაციაში.

რაც მოითხოვს ტყის ნახშირბადის მარაგის საიმედო, ზუსტი და ეფექტური მეთოდებით შეფასებას და მონიტორინგს.

გაუტყეურების გამომწვევი მიზეზების შეწყვეტა შესაძლებელია, თუ გონივრულად მოხდება ანთროპოგენური დატვირთვების შემცირება. კერძოდ, სოფლის მეურნეობის განვითარების ისეთი ოპტიმალური გზების მონახვა, რომ მოსავლის ზრდამ გავლენა არ მოახდინოს მეზობელ ტყის მასივებზე. საჭიროა ტყის მართვა გაუტყეურების მკაცრი მონიტორინგის განხორციელებით. დეგრადირებული ტერიტორიების ხელახალი გატყიანება და მწვანე საფარის დაბალანსება.

დისტანციური ზონდირების ტექნოლოგია მნიშვნელოვანია ხშირი მონიტორინგისათვის აგრომეტყევეობის სექტორში. მცენარეული კლასიფიკაციით, პანქრომატული (PAN) მონაცემები ყველაზე ხშირად გამოიყენება საზღვრის დელიმიტაციის ან ტყის ტიპების საზღვრის გამოვლენისთვის. მინისპირა მონაცემები ყოველთვის საჭიროებს ნებისმიერი დისტანციური ზონდირების ტექნიკის მონაცემს, რეზოლუციის ან წყაროს განურჩევლად. მონაცემები შეიძლება შეგროვდეს დისტანციური ზონდირების საშუალებით: ტყის ხის ჯიშში, ვარჯის გვირგვინი, მინის ზედა ბიომასის, დაცემული რადიაცია და ფენოლოგია, დომინანტური ხეების ფოთოლის ორიენტაცია, და დაკვირვების სხვა მონაცემი. ტყის ეკოსისტემები ყველაზე მგრძობიარეა გვალვის მიმართ, რომელსაც საგრძნობი ზარალის მიყენება შეუძლია, მათ შორის ტყის ხანძრების გაჩენის თვალსაზრისითაც. დიდ ზიანს აყენებს ტყეებს მენყერიც, რომელიც რეალურ საფრთხეს უქმნის (მთაგორიანი რელიეფის პირობებში) ტყის მასივებს. მეტყევეობის, როგორც ეკონომიკის დარგის მონყვლადობას კლიმატური პარამეტრების მიმართ განსაზღვრავს ტყის ეკოსისტემების ჯიშობრივი შემადგენლობა. მგრძობიარობის შეფასების ინდიკატორებად გამოიყენება ტყის სიხშირე, ბიომასის რაოდენობა, ხეების სიმაღლე და ჯიშობრივი შემადგენლობა, ხეების სიცოცხლის ხანგრძლივობა, დაავადებათა გავრცელება და სხვ.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. როგორია ტყის როლი ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის შემცირებისას?
2. ახსენით ტყის როლი „სათბურის ეფექტში“.

3. რა სცენარი შეიძლება განვითარდეს ტყესთან მიმართებაში კლიმატის ცვლილების შედეგად?
4. რას გულისხმობს გაუტყეურების პრობლემა და ახსენით ამ პროცესის გამომწვევი მიზეზი.
5. განიხილეთ დისტანციური ზონდირების ტექნოლოგია.

თავი XIV

ბარემოს გაჭუჭყიანების აბროაკოლოგიური პრობლემატიკა

14.1 გარემოს გაჭუჭყიანების ძირითადი წყაროები

გარემოს გაჭუჭყიანება ეს არის ნებისმიერი მყარი ან გაზისებრი ნივთიერების, მიკროორგანიზმის ან ენერჯის წყაროს (რადიაქტიული, ხმაური, ბგერითი ტალღა და სხვა) იმ რაოდენობის მოქმედება, რომელიც ნეგატიურად ცვლის ბუნებრივი კომპონენტების შემადგენლობასა და თვისებებს. იგი უარყოფითად მოქმედებს ადამიანზე, ფლორასა და ფაუნაზე.

წარმოშობისა და ბიოეკოსისტემებზე მოქმედების მიხედვით გამოყოფენ გარემოს გაჭუჭყიანების ანთროპოგენურ - ადამიანის ზემოქმედებით გამოწვეულ (საწარმოები და საყოფაცხოვრებო დანიშნულების ყველა ობიექტი) და ბუნებრივ (ტყის ხანძრები, მტვერი, ფიზიკურ-ქიმიური, ბიოლოგიური, რადიაქტიური და სხვა.) მოქმედებას.

გარემოს გაჭუჭყიანებას იწვევს: ატმოსფეროში მოხვედრილი ქიმიური ნაერთები და ნარევეები, ჩამონადენ წყლებში მოხვედრილი საწარმოო, კომუნალური და ნავთობის პროდუქტების ნარჩენები, მინდვრების, ბაღების, ტყეების, წყლის ობიექტების გაჭუჭყიანება პესტიციდებით და სასუქებით, სითბოს დაგროვება ატმოსფეროში და სხვა. აღნიშნული ძირითადად გამოწვეულია დაჩქარებული მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესით. თუმცა, მისი შეჩერება შეუძლებელია, რადგან თანამედროვე ცივილიზაციის ერთადერთი გზა მატერიალური პროგრესის მისაღწევად ეს არის მეცნიერულ-ტექნიკური განვითარება.

გარემოს გაჭუჭყიანებაში დიდი როლი აქვს სხვადასხვა ენერგეტიკულ წყაროებს. კერძოდ, სითბურ ენერგეტიკას, ფერად და შავ მეტალურგიას, საავტომობილო ტრანსპორტს და ქიმიურ მრეწველობას.

მინერალური რესურსების გადამუშავების, მყარი და თხევადი საწვავის გამოყენების შედეგად ხდება სხვადასხვა ელემენტების დანაკარგების, მათი გაფანტვის შემთხვევების

ზრდა, მათ შორის მძიმე მეტალების დანაკარგებამდეც. პერიოდული სისტემის 77 მეტალიდან გარემოს დაბინძურებაში მონაწილეობს 52, მათ შორის 20 ტოქსიკურია, რომლებიც სერიოზულ საფრთხეს უქმნის ცოცხალ ორგანიზმებს. გარემოში მოხვედრის ინტენსივობა მოდის ისეთ მეტალებზე, როგორებიცაა: Cu, Pb, Co, Fe, Zn.

გარემოს დაბინძურებაში მნიშვნელოვანია თბოელექტროსადგურების როლი, რომლებიც აბინძურებენ ჰაერს ვერცხლისწყლით, აზოტისა და გოგირდის ოქსიდებით. ქიმიური მრეწველობის ხვედრით ნილად გარემოს გაჭუჭყიანებაში მოდის საერთო დაბინძურების მხოლოდ 10-12%, აქედან სოფლის მეურნეობის ნილად 2%. მაგრამ ქიმიური მრეწველობა მრავალტონიან ნარჩენებთან ერთად გარემოში გამოტყორცნის მცირე რაოდენობით ტოქსიკურ ორგანულ და არაორგანულ ნივთიერებებს.

დღესდღეობით ჰაერის გაჭუჭყიანების ძირითად წყაროს წარმოადგენს საავტომობილო ტრანსპორტი, სამრეწველო საწარმოები და საცხოვრებელი ბინების გასათბობი სპეციალური დანადგარები. დიდი ქალაქების ქუჩებში, დღის განმავლობაში მხუთავი გაზის შემცველობამ შეიძლება მოიმატოს 94-99% ღამის პერიოდთან შედარებით, ნახშირწყალბადის შემცველობამ 76-89%, აზოტის ორჟანგმა 83-93%, ეს ყველაფერი დაკავშირებულია დღისით ავტომობილების ინტენსიურ მოძრაობასთან (ცხრილი 14.1.1).

ცხრ. 14.1.1 ავტომობილის ემისიები (საშუალო) 1 წელში
(გ.ხეფლინგის მიხედვით)

ემისიები (ავტომობილის)	1 წელი/კგ
ნახშირორჟანგი	297
ნახშირწყალბადი	39
აზოტის ორჟანგი	10
მტვერი	2
გოგირდის ორჟანგი	1
ტყვიის შენაერთები	0.5

XX საუკუნის დასაწყისიდან ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის შემცველობა გაიზარდა დაახლოებით 15%.

საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფეროს გაჭუჭყიანება ძირითადად მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს წლის თბილ პერიოდში. საერთოდ, ატმოსფეროს ყველაზე დაბალი გაჭუჭყიანების მაჩვენებელი აღინიშნება დილის საათებში - 07 საათამდე. შემდეგ იგი მატულობს და მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს 13-15 საათზე, ამის შემდეგ თანდათან ეცემა და საღამოს 21 საათზე უახლოვდება თითქმის დილის მინიმუმის მნიშვნელობის სიდიდეს. ისეთი ნივთიერებები და გაზები, როგორებიცაა: ტყვია, ნახშირბადის ორჟანგი, გოგირდის ორჟანგი, ნახშირწყალბადი, კადმიუმი და სხვა უარყოფითად მოქმედებს როგორც ადამიანის ჯანმრთელობაზე, ასევე აგროკულტურების ზრდა-განვითარებაზე, მოსავლის ფორმირებაზე და მის ხარისხზე.

გამონაბოლქვი გაზების ზოგიერთი კომპონენტი, როგორიცაა აზოტისა და გოგირდის ორჟანგი უერთდება ატმოსფეროს ტენიანობას და წარმოქმნიან მჟავე სახის ატმოსფერულ ნალექებს (მჟავე წვიმები). ატმოსფეროში ამ და სხვა ნივთიერებათა განუწყვეტელი შეღწევა იწვევს დედამიწის ზედაპირის ჰაერის ფენაში მავნე გაზების უდიდესი რაოდენობით დაგროვებას, რომლებიც იწვევენ ცოცხალი არსებების დაზიანებას, განსაკუთრებით საშიშია დაგროვება ჯაჭვურ კვებაში, რადგან ამ დროს გამაჭუჭყიანებლები საბოლოოდ ხვდებიან უკანასკნელ რგოლში, სადაც ხშირ შემთხვევაში აღმოჩნდება ადამიანი.

მჟავე წვიმები ერთ-ერთი გლობალური ეკოლოგიური პრობლემაა, რომელშიც მოიაზრება ატმოსფერული ნალექები შემდეგი ნყალბადიონების მაჩვენებლებით: $\text{pH} < 3.5-4.5$. საერთოდ, მჟავე წვიმები ატმოსფეროს მჟავური თვისებების მატარებელი ოქსიდებით (SO_2 , SO_3 , NO_2) დაბინძურების შედეგია. ნალექების მჟავიანობაში მთავარ ადგილი უკავია SO_2 .

მჟავე წვიმები მდინარეებში და ტბებში ზრდიან წყლის მჟავიანობის ხარისხს, რაც ზიანს აყენებს წყალში მცხოვრებ ცოცხალ ორგანიზმებსა და მცენარეულობას. ის ანადგურებს ტყეებს და სხვა ფიტოცენოზებს, არღვევს ნიადაგის სტრუქტურას და იწვევს მასში მჟავიანობის ზრდას, რაც ხელს უშლის ნიადაგში მიკროორგანიზმების ნორმალურ ფუნქციონირებას.

მყავე წვიმებიდან მიღებული უარყოფითი შედეგების თავიდან აცილების ეფექტურ-რადიკალურ ღონისძიებას მყავური ბუნების ოქსიდების ტექნოგენური ემისიების შემცირება წარმოადგენს.

ალსანიშნავია ნაგავსაყრელებზე არსებული ორგანული ნარჩენები, რომლებიც სხვა სახის ნარჩენებთან ერთად იტკეპნება მძიმე ტექნიკით, რის შედეგადაც გამოიდევენება ჰაერი. ამ შემთხვევაში მიმდინარეობს ლპობის პროცესი და წარმოიქმნება მეთანი (სათბურის აირი). ნარჩენების მიერ გამოყოფილი მეთანის რაოდენობა ძალიან დიდია, რადგან მას ემატება მესაქონლეობის ნარჩენები, ბრინჯის წარმოება. მეთანის დიდი კონცენტრაციის წყაროა ქვანახშირისა და ნავთობის მოპოვება, რის გამოც მეთანის კონცენტრაციამ უპრეცედენტო ზღვარს მიაღწია. 2000 წელს საქართველოში ნარჩენების სექტორიდან მეთანისა და აზოტის ქვეჟანგის ჯამურმა ემისიებმა სათბურის გაზების ეროვნული ემისიების 11.3% შეადგინა. ნარჩენების სექტორიდან დომინანტი გაზია CH₄, რომლის წილი სათბურის გაზების ემისიების 93% შეადგენს.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, გარემოს დაცვა გაჭუჭყიანებისაგან თანამედროვეობის უპირველესი პრობლემაა. გაჭუჭყიანების აღკვეთა შესაძლებელია ეკოლოგიური ნონასწორობის მდგომარეობისადმი აქტიური პოზიციის გამოხატვით. კერძოდ, გაჭუჭყიანების აღკვეთა უნდა შეეხამოს რესურსების კომპლექსურ გამოყენებას. რაც შეეხება სხვადასხვა სახის სამრეწველო ნარჩენებს, საჭიროა სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით, შემცირდეს მათი მავნეობა და გამოინახოს მათი გამოყენების ალტერნატიული გზები.

❖ კითხვები თვითშემონებისათვის

1. განიხილეთ გარემოს გაჭუჭყიანების ძირითადი წყაროები.
2. რომელი ენერგეტიკული წყაროებიდან ხდება გარემოს გაჭუჭყიანება?
3. როგორია ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების დინამიკა?
4. გაანალიზეთ მყავე წვიმების წარმოქმნის პროცესი და მათ მიერ გამოწვეული უარყოფითი შედეგები.
5. როგორია ორგანული ნარჩენების როლი გარემოს დაბინძურებაში?

6. რა ღონისძიებები უნდა გატარდეს გარემოს გაჭუჭყიანების წინააღმდეგ?

14.2 გარემოს დაბინძურება აგრარული სექტორიდან

გარემოს დაბინძურება სასუქებით. მიუხედავად იმისა, რომ დიდი სასუქების როლი აგროკულტურების კვებითი რეჟიმის რეგულირებაში, მას გააჩნია სერიოზული უკუჩვენებები, რომელიც შეიძლება მოყვეს მათ არაგონივრულ გამოყენებას. სამრეწველო სასუქები მნიშვნელოვნად ზრდიან მოსავალს. გარდა ამისა, სასუქები დადებითად მოქმედებენ ატმოსფეროზე, რაც გამოიხატება ფოტოსინთეზის პროცესის გააქტიურებაში.

სასუქების გამოყენებისას გათვალისწინებული უნდა იქნას აგროკულტურის უნარი, თუ როგორი გამოტანა ახასიათებთ მათ ერთი და იმავე მოსავლის პირობებში. უნდა შეფასდეს რამდენად სწორად იქნა შეტანილი სასუქი, მისი ბიოლოგიური თავისებურებების, კლიმატურ-ნიადაგური პირობების, მოსავლის დონის, გარემოსა და მცენარეული პროდუქტების დაბინძურების საშიშროების გათვალისწინებით. საჭიროების შემთხვევაში უნდა განხორციელდეს სათანადო კორექტივები. ნიადაგში სასუქების მცირე ნორმებით შეტანა არსებითად არ ცვლის საკვები ელემენტების მარაგსა და თვით ნიადაგის თვისებებს, მაშინ როცა სასუქების მაღალი ნორმების სისტემატურმა შეტანამ, ნიადაგის მჟავიანობისა და თვისებების გაუთვალისწინებლად, შესაძლებელია სერიოზული დარღვევები გამოიწვიოს გარემოში. ამ დარღვევებს უფრო ხშირად აქვს ადგილი დიდი ქალაქების მებოსტნეობის საგარეუბნო ზონებში, შაქრის ქარხლისა და სხვა ტექნიკური კულტურების გავრცელების რაიონებში, სადაც მინერალური და ორგანული სასუქების მაღალი დოზები შეაქვთ.

მინერალური და ორგანული სასუქების არანესიერი გამოყენება და მაღალი ნორმების შეტანა იწვევს ნიადაგის, წყლის, ატმოსფეროს და მცენარეული პროდუქტების დაბინძურებას. გარემოს განსაკუთრებით საშიშ დამაბინძურებელს აზოტიანი სასუქების ნიტრატული ფორმები წარმოადგენენ, რომლებიც აბინძურებენ სასმელ წყალსა და მცენარეულ პროდუქტებს. ცალკეულ შემთხვევაში ისინი ადამიანის მონამვლას და სიკ-

ვდილსაც იწვევენ. საკუთრივ ნიტრატები არატოქსიკურია, მაგრამ ადამიანის და ცხოველის ორგანიზმში გარდაიქმნებიან ტოქსიკურ ნიტრიტებად.

გარემოს მნიშვნელოვან დაბინძურებას იწვევს ფოსფორიანი, რთული სასუქები რომლებიც მნიშვნელოვანი რაოდენობით შეიცავენ ფტორს. სუპერფოსფატი 1-2%, ამოფოსი 3-5%. ფოსფორიანი სასუქები აბინძურებენ ნიადაგს მძიმე მეტალებით, კერძოდ, ტყვიით, კადმიუმით, დარიშხანით, ვერცხლისწყლით, აგრეთვე რადიოაქტიური ელემენტებით - სტრონციუმით, ურანით, რადიუმით. აღნიშნული დაბინძურება დიდ საშიშროებას უქმნის ადამიანისა და ცხოველების ჯანმრთელობას.

კალიუმიანი სასუქების უმრავლესობა იწვევს გარემოს დაბინძურებას ქლორით და მძიმე მეტალებით.

ნიტრატები - ორგანული სასუქების არანესიერი შეტანა აპირობებს ატმოსფეროს და გრუნტის წყლების ნიტრატებით და ამიაკით დაბინძურებას. ისინი შეიცავენ დიდი რაოდენობით პარაზიტების კვერცხებს და ავადმყოფობათა გამომწვევ მიკრობებს, რაც ხშირად არაგონივრული შეტანისას იწვევს ადამიანებისა და ცხოველების დაავადებას.

ნიტრატების მაღალი შემცველობა პროდუქტებსა და საკვებში საგრძნობლად ამცირებს მათ ხარისხს. მცენარეებს შეუძლიათ შთანთქონ ნიტრატები დიდი რაოდენობით და ეს არ მოქმედებს უარყოფითად მათ ზრდასა და განვითარებაზე, მაგრამ ზრდის ნაყოფის ტოქსიკურობას.

ნიტრატების აღდგენის პირველ შუალედურ პროდუქტს ნიტრიტები წარმოადგენს, რომლეთა სიჭარბეც განსაკუთრებულად ტოქსიკურია ცოცხალი ორგანიზმებისათვის. მცენარეებში ნიტრატები გროვდება აზოტის გადაჭარბებული მოხმარებისას, ამიტომ საჭიროა მათი ზღვრული დასაშვები ნორმების მკაცრი კონტროლი. განსაკუთრებით საშიშია მათი დაგროვება ბოსტნეულ კულტურებში, რადგან საკვებად ძირითადად გამოიყენება მისი ვეგეტატიური ნაწილები. ნიტრატების დიდ რაოდენობას აგროვებს ბოლოკი, ჭარხალი, სალათი, ისპანახი, თვის ბოლოკი, ხოლო მცირეს - პომიდორი, წინაკა, ბადრიჯანი, ნიორი, ბარდა.

მცენარისათვის მისაწვდომი აზოტის შესავსებად მნიშვნელოვანია ამონიფიკაციისა და ნიტრიფიკაციის მიკრობიოლოგიური პროცესები. ნიტრიფიკაციის ოპტიმალური დონე ნი-

ადაგში დამოკიდებულია ტემპერატურაზე (20-30°C), ნიადაგის ჰაერში ჟანგბადის საკმარის მარაგზე, ჭარბი მჟავიანობის არსებობაზე, ტენიანობაზე. ნიადაგში დაგროვილი აზოტის ნიტრატული ფორმა ადვილად მოძრავია. უხვი ნალექის დროს იგი შეიძლება გადაადგილდეს ნიადაგის ღრმა ფენებში, ჩაირეცხოს გრუნტის წყლებამდე, გადაიქცეს ელემენტარულ აზოტად და ჰაერში აორთქლდეს.

მცენარეთა დაცვის ქიმიური საშუალებები პესტიციდები (ინსექციდი, ჰერბიციდი, ფუნგიციდი) - ისინი გამოიყენება აგროკულტურებისა და ტყის ჯიშების მავნე ორგანიზმებთან ბრძოლის მიზნით, რომლებსაც ზიანი მოაქვთ ადამიანის და ზოგადად მეურნეობისათვის. პესტიციდები მცენარეთა დაცვის ქიმიური საშუალებების საერთოდ მიღებული კრებსითი სახელია (pestis - მავნე, caed - ვკლავ). მავნე მწერების წინააღმდეგ გამოყენებულ საშუალებებს ეწოდება ინსექტიციდები (insect - მწერი), სარეველა მცენარეულობის წინააღმდეგ გამოყენებულ საშუალებებს ჰერბიციდები (herba - ბალახი, მცენარე). სოკოვან დაავადებათა გამომწვევთა მომსპობებს - ფუნგიციდები. მცენარეთა ბაქტერიული დაავადებების გამომწვევთა საწინააღმდეგო საშუალებებს - ბაქტერიციდები და ა. შ.

გასულ საუკუნეში საქართველოში ინტენსიური სოფლის მეურნეობის განვითარებამ ხელი შეუწყო ქვეყნის ტერიტორიაზე მდგრადი ორგანული დამაბინძურებლების ასობით წყაროს გაჩენას. 1.1 მლნ სახნავი მიწის ფართობზე ფართოდ გამოიყენებოდა პესტიციდები. ბოლო წლებში მათი მოხმარება განახევრდა, რასაც ხელი შეუწყო საკანონმდებლო ბაზის სრულყოფამ. პესტიციდებით განსაკუთრებით დაბინძურებულია სათბურების ნიადაგი. სათბურებში ქიმიური ნივთიერებების დიდი დოზების გამოყენება იწვევს ნიადაგში მათ დაგროვებას. სათბურში ნიადაგის შეცვლის მიზნით დაბინძურებული ნიადაგი მიაქვთ ნაგავსაყრელზე. იგი შეიძლება გაიფანტოს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებზე ან მდინარის პირზე. ამგვარად, სათბურის ნიადაგი ხდება დაბინძურების მეორადი წყარო.

მდგრადი ორგანული დამაბინძურებლებისათვის დამახასიათებელია: ტოქსიკურობა, რომელიც ვლინდება მცირე დოზების გამოყენების დროსაც; ხანგრძლივ პერიოდიანი მდგრადობა, ისინი ძნელად იშლებიან, გროვდებიან ცოცხალ ორგანიზმებში და საბოლოოდ იწვევენ მათ მოწამვლას; გადაადგილ-

დებიან შორ მანძილზე, ხშირ შემთხვევაში ისინი აღმოჩენილა იმ რეგიონში მცხოვრები ადამიანის ორგანიზმშიც, სადაც ეს ნივთიერება არასოდეს გამოუყენებიათ. მათი ზუსტი რაოდენობა ამჟამად უცნობია. განსაკუთრებით საშიშ ორგანულ დამაბინძურებლებს მიეკუთვნება პესტიციდები - ალდრინი, დილდრინი, ქლორდანი, ენდრინი, მირექსი და სხვა.

დღესდღეობით კულტურულ მცენარეებს დიდ ზიანს აყენებს სულ ცოტა 800-მდე სახის სხვადასხვა სოკო, 10 000-ზე მეტი მწერი, რომელთა მავნეობით გამოწვეული ყოველწლიური დანაკარგები სოფლის მეურნეობის საერთაშორისო ორგანიზაციის (FAO) მონაცემებით მთელი მოსავლის 20%-ზე მეტს შეადგენს. მათ წინააღმდეგ მსოფლიოში ყოველწლიურად 1,5 მილიონ ტონაზე მეტი შხამქიმიკატები გამოიყენება, რომლებსაც ტოქსიკურობის სიდიდის მიხედვით პირობითად ყოფენ ძლიერ-მოქმედ მაღალტოქსიკურ, საშუალოტოქსიკურ და მცირეტოქსიკურ შენაერთებად.

პესტიციდები გროვდება არამარტო ნიადაგში, წყალსა და საკვებ პროდუქტებში, არამედ მონაწილეობენ ნივთიერებათა წრებრუნვაში და აღწევენ ადამიანის კვებით ჯაჭვში. პესტიციდებით ადამიანისა და ცხოველების მონამვლის წყარო შეიძლება გახდეს მონამლული მარცვალი, ცხოველის ხორცი და სხვა საკვები პროდუქტები. პესტიციდების დაშლის სიჩქარეზე და მათ შემდგომ გავრცელებაზე გავლენას ახდენს ნიადაგის თვისებები, რომელიც ასრულებს უნივერსალური ბიოლოგიური ადსორბენტის როლს, მისი pH, მინერალური და ორგანული ნივთიერებების შემცველობა, ტემპერატურა, ტენიანობა, აერაციის პირობები და სხვა მრავალ ფაქტორი, რომლებიც ცვლიან ნიადაგის მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობას, აქტივობას და შედგენილობას. პესტიციდების უდიდესი ნაწილი სხვადასხვა მიკროორგანიზმების გავლენით ნიადაგში წარმოქმნის დაშლის უმარტივეს პროდუქტებს.

ზემოაღნიშნულიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ პესტიციდები დადებით როლს ასრულებენ მწერებისაგან აგროკულტურების და ტყის რესურსების დაცვაში, სარეველა მცენარეების და ავადმყოფობის გამომწვევი ბაქტერიების განადგურებაში. მიუხედავად იმისა, რომ პესტიციდები იცავენ კულტურულ მცენარეებს, არარეგლამენტირებული გამოყენების შემთხვევაში წარმოადგენენ საშიშ ქიმიურ საშუალებას, რადგან მათი

დაგროვება ლანდშაფტებში, აზიანებს ფიტოცენოზებს და არ-
ლვევს ცოცხალ ორგანიზმთა თანასაზოგადოებებს. მდგრად
პესტიციდებს შეუძლიათ ხანგრძლივად შენარჩუნდნენ ნიადაგ-
ში. ისინი გადადიან ნიადაგურ ხსნარში და მიგრირებენ გრუნ-
ტის წყლებში. ჰაერით, ნიადაგური წყლებით, მცენარეული და
ცხოველური კვების პროდუქტებით პესტიციდები გადაადგილ-
დებიან დიდ მანძილზე.

შენახვის, ტრანსპორტირების, ნიადაგში მისი შეტანის წე-
სების დაცვის პირობებში პესტიციდები სასარგებლოა, მაგრამ
პრაქტიკაში ხშირია მათი შენახვისა და ნიადაგში შეტანის წესე-
ბის დარღვევა, რაც იწვევს ადამიანისა და ცხოველების მონამ-
ვლის შემთვევებს. თანამედროვე ეტაპზე აქტუალური ხდება
გამოყენებული პესტიციდების მთლიან მოცულობაში ბიოლო-
გიურ პრინციპებზე შექნილი პრეპარატების წილი, რაც ეკო-
ლოგიური დატვირთვის შემცირების გარანტია.

მეცხოველეობის ნარჩენები. მეცხოველეობის ნარჩენები
მნიშვნელოვნად ჭარბობენ საყოფაცხოვრებო ნარჩენებს.
რთულია თხევადი ნაკელის გაუვნებლობა, რადგან მისი თვით
გახურება არ ხდება. გაუვნებელი ნაკელის ნორმალური დო-
ზით გამოყენებისას არ არის საშიში გრუნტისა და წყალსატე-
ვების დაბინძურება. მაგალითად, თიხნარ ნიადაგზე 45 ტ
მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის ნაკელის შეტანა და მისი 15
სმ ფენაში ჩაკეთება ჩამონადენ წყლებში ნიტრატების შემცვე-
ლობაზე გავლენას ახდენს მხოლოდ შეტანის პირველ წელს.
მეცხოველეობის ნარჩენებით ჩამონადენი წყლების დაბინძუ-
რება წარმოებს გაუნმენდავი ჩამდინარე წყლების ჩაშვებისას
ან მათი გაჟონვისას. განსაკუთრებულ სიფრთხილეს მოითხოვს
თხევადი ნაკელის გამოყენება, საიდანაც აზოტის მნიშვნელო-
ვანი რაოდენობა გადადის გრუნტის წყლებში. ნაკელი შეიძლე-
ბა გახდეს არასასიამოვნო სუნის და ტოქსიკური გაზებით ატ-
მოსფეროს გაჭუჭყიანების მიზეზი.

ანტროპოგენული ფაქტორების გავლენით, დაბინძურე-
ბის წყაროებთან ახლოს მდებარე ტერიტორიებზე ნიადაგების,
წყალსატევების და მცენარეული საფარის მძიმე მეტალებითა
და სხვა ტოქსიკური შენაერთებით გაჭუჭყიანების მაჩვენებ-
ლები აღემატება მათ უკანასკნელ დასაშვებ ზღვრებს. ასეთ
ადგილებს ეწოდებათ ბიოგეოქიმიური პროვინციები, სადაც
ტოქსიკურ შენაერთთა მაღალი შემცველობის გამო დარღვეუ-

ლია მცენარის მინერალური კვება, რის გამოც კულტურული მცენარეები ხშირად იცვლება, ველურად მოზარდი სახეობებით. ბიოგეოქიმიური პროვინციების წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად ყველა ღონისძიება მიმართული უნდა იქნას გარემოს დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად, დაწყებული დახურული საწარმოო ციკლიდან, დამთავრებული ნარჩენების და გამონაბოლქვის განმენდისა და გადამუშავების ღონისძიებებითა და სისტემით.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. განიხილეთ სასუქების გამოყენების დადებითი და უარყოფითი მხარეები.
2. როგორია ნიტრატების დაგროვების დინამიკა და მისი უარყოფითი შედეგები?
3. განიხილეთ მცენარეთა ქიმიური დაცვის საშუალებები.
4. რა პირობებში ხდება სათბურის ნიადაგი დაბინძურების მეორადი წყარო?
5. რა თვისებები ახასიათებს მდგრად ორგანულ დამაბინძურებლებს?
6. განიხილეთ მეცხოველეობის ნარჩენებით დაბინძურება.
7. რას გულისხმობს ბიოგეოქიმიური პროვინციები?

14.3 აგროეკოლოგიური მონიტორინგი

აგროეკოლოგიური მონიტორინგი წარმოადგენს აგროეკოსისტემების მდგომარეობის ანთროპოგენური ცვლილებების შეფასების და კონტროლის ღონისძიებათა სისტემას (ლათ. monitor - დაკვირვება).

აგროეკოლოგიური მონიტორინგი მოიცავს ისეთ ასპექტებს, როგორებიცაა: მიზნობრივი - აგროეკოსისტემების დაბინძურების მეთვალყურეობა; სივრცობრივი - ტერიტორიული მონიტორინგი (გლობალური, რეგიონალური, ლოკალური); დროითი - აგროეკოსისტემების მდგომარეობის შეფასება მოკლე (დღე-ღამე, თვე, სეზონი) და ხანგრძლივი პერიოდისათვის; კომპონენტური მონიტორინგი - მუავე წვიმები, აზოტის მიმოქცევა და ა.შ.

კომპლექსური აგროეკოლოგიური მონიტორინგი აგროეკოსისტემებს განიხილავს როგორც მრავალკომპონენტურ სისტემებს, სადაც ერთროულად მიმდინარეობს ბუნებრივი და ანთროპოგენური პროცესები. იგი მოიცავს ღონისძიებათა სისტემას, რომელიც აერთიანებს ყველა სახეობის დაკვირვებას, მიღებული მონაცემების დამუშავებასა და ანალიზს, აგროეკოსისტემების მდგომარეობის შეფასებას და მოსალოდნელი ცვლილებების პროგნოზს, აგროეკოსისტემების მოდელირებას.

ეკოლოგიური ცვლილებების მიმართ აგრარული სექტორის ცალკეული დარგები უნდა შეფასდეს მგრძნობიარობის, ადაპტაციისა და მონყვლადობის მიხედვით. განვიხილავთ თვითეულ მათგანს.

მგრძნობიარობის შეფასება ხდება შემდეგი მაჩვენებლებით: გარემოს დაბინძურების გავლენა ატმოსფეროზე, წყლის ხარისხზე და ნიადაგზე; ატმოსფეროში სათბურის გაზების ემიტირებით გამოწვეული კლიმატის ცვლილების გავლენა აგრარულ სექტორზე, წყლის რესურსებზე და ბიომრავალფეროვნებაზე.

ადაპტაციის უნარი შეცვლილი გარე პირობებისადმი გააჩნია (მეტნაკლებად) ყველა ეკოსისტემას. ეს არის თვისება, რომელსაც ბიოსფერო ამჟღავნებს ანთროპოგენური ზემოქმედების პასუხად შეცვლილი პირობების მიმართ. ამიტომ, აუცილებელია ყოველი აგროეკოსისტემის ადაპტაციის უნარის დადგენა განსხვავებული ეკოლოგიური პირობების მიმართ.

მონყვლადობა წარმოადგენს ეკოლოგიური მოვლენებისა და პროცესების ისეთ შეთანწყობას, რომელსაც შედეგად მოყვება შეუქცევადი ხასიათის ცვლილებები. მაგალითად, კლიმატის ცვლილება, რომლის თანმდევი პროცესებია კატასტროფული გვალვები, წყალდიდობები, ზღვის დონის აწევა და ა.შ. მონყვლადობას განაპირობებს აგროეკოსისტემის მგრძნობიარობისა და ადაპტაციის უნარის ურთიერთშეფარდება. მაშასადამე, რაც უფრო მგრძნობიარეა სისტემა და დაბალია მისი ადაპტაციის უნარი, მით უფრო მაღალია მონყვლადობის ხარისხი და შესაბამისად მძიმეა ეკონომიკურ-სოციალური შედეგები.

შექმნილი, მიმდინარე და მოსალოდნელი აგროეკოლოგიური პირობები განისაზღვრება გლობალური, რეგიონალური

და ლოკალური მოვლენებით და პროცესებით. კერძოდ, ნახშირორთქანგის კონცენტრაციის მომატება და კლიმატის ცვლილება, სტიქიურ მოვლენათა გააქტიურება (გვალვები, ძლიერი ქარები, წყალდიდობები და სხვა). რეგიონალურ და ლოკალურ დონეზე ტყეების გაჩეხვა და მისი თანმდევი პროცესების განხვავება - ეროზია, ატმოსფეროს, ნიადაგის და წყლის დაბინძურება რადიონუკლიდებით, მძიმე მეტალებით, პესტიციდებით და ა.შ.

აგროეკოლოგიური მონიტორინგის ობიექტს აგროეკოსისტემები წარმოადგენს, რომლთა ძირითად პრინციპებს წარმოადგენს - კომპლექსურობა, აგროეკოსისტემაზე მუდმივი მონიტორინგი, გამოკვლევების სისტემურობა (ატმოსფერო, წყალი, ნიადაგი, მცენარე, ადამიანი).

გარემო ფაქტორებისა და აგროკულტურების ურთიერთდამოკიდებულება რთული და მრავლისმომცველი პრობლემაა. მნიშვნელოვანია იმ კლიმატური ფაქტორების გათვალისწინება, რომლებიც გარკვეულ გავლენას ახდენენ კულტურათა ზრდა-განვითარებაზე, მოსავლის ფორმირებასა და ხარისხზე. ეს ფაქტორები გულისხმობს: ჰაერის საშუალო დღელამურ, მაქსიმალურ და მინიმალურ ტემპერატურებს, ასევე აქტიურ და ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამებს, რადიაციულ ბალანს. აღნიშნული ურთიერთდამოკიდებულების დროს აუცილებლად შეფასებული უნდა იქნას აგროკულტურების მგრძობიარობა გვალვამძლეების, წყინვების, დაავადების გამომწვევ მავნებელთა და ა.შ. მიმართ. ტენით უზრუნველყოფის შესაფასებლად მნიშვნელოვანია: ნალექების წლიური რაოდენობა და მისი განაწილება სეზონების (თბილი და ცივი) მიხედვით, სავეგეტაციო პერიოდში ნალექიან დღეთა რაოდენობა. ატმოსფერული ნალექები წარმოადგენს ეკოლოგიური რისკის ფაქტორს, რადგანაც ატმოსფეროდან ხდება გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებების გამოტანა.

ნიადაგურ-ეკოლოგიური მონიტორინგი მოიცავს კონტროლს ნიადაგებსა და მის საფარზე, შესაძლებელი ცვლილებების პროგნოზით. იგი გულისხმობს ნიადაგის თვისებების და მისი რეჟიმის რეგულირებას, სათანადო რეკომენდაციების დამუშავებით. მონიტორინგის ბაზაზე მიღებული ინფორმაცია (ნიადაგის ტიპი, მექანიკური შედგენილობა, ჰუმუსის შემცველობა და მისი სიღრმე, კარბონატობა, pH, პროდუქტიული ტე-

ნი და სხვა) წარმოადგენს ნიადაგის ნაყოფიერების მოდელირების საფუძველს.

წყლის ხარისხის მაფორმირებელი ფაქტორებია ნივთიერებების ტრანსფორმაციის ბიოლოგიური, ფიზიკურ-ქიმიური, ჰიდროლოგიური პროცესები. ანთროპოგენური ფაქტორით წყლებში შეიძლება დაფიქსირდეს ისეთი დამაბინძურებელი ნივთიერებები, როგორებიცაა: პესტიციდები, ნიტრატები, მძიმე ლითონები და სხვა. განსაკუთრებით საშიშია შიდაწარმოების ჩამონადენი, რადგან იგი იწვევს არა მარტო ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირებას, არამედ გრუნტის წყლების გაჭუჭყიანებასაც. რაც შეეხება ზედაპირულ წყლებს (ეროზიის დროს) იგი იწვევს ნიადაგის ჩამორეცხვას, კვების ელემენტების დაკარგვას და გარემოს დაბინძურებას.

მონიტორინგის საფუძველზე მიღებული დინამიური მაჩვენებლებით ხდება კორელაციური კავშირის დადგენა გარემოს ფაქტორებსა და აგროკულტურების განვითარებას, მოსავალს და ა.შ. შორის. აგროეკოლოგიური მონიტორინგის შემადგენელი ნაწილია ობიექტების კომპლექსური ეკოლოგიურ-ტოქსიკური შეფასება.

გარემოს დაბინძურების შეფასების ყველაზე გავრცელებული მაჩვენებელია პოლუტანტების „ზდკ“ (ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია), რაც გარემოს დაბინძურების ხარისხის და შექმნილი ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასების განმსაზღვრელია და „ზდგ“ (ზღვრული დასაშვები გამონატყორცნები). „ზდკ“ კანონმდებლობით განსაზღვრული ქიმიური ელემენტებისა და ნაეთების დასაშვები ნორმაა. თუმცა, აღნიშნული და სხვა ანალოგიური მაჩვენებლები ყოველთვის არ ითვალისწინებენ დამაბინძურებელი ნივთიერებების ტრანსფორმაციას. შედარებით მისაღებ ნორმატივად შეიძლება ჩაითვალოს „ზდედ“ (ზღვრული დასაშვები ეკოლოგიური დატვირთვა), რომელიც უფრო სრულყოფილად ასახავს ეკოსისტემების თვისებებს და პოტენციურ შესაძლებლობებს.

ინფორმაციის მიღებისათვის გამოყოფენ დაკვირვებებსა და გაზომვების შემდეგ კატეგორიებს: საველე-სტაციონალური დაკვირვებები, ექსპედიციური კვლევები, ლაბორატორიული გამოკვლევები და დისტანციური დაკვირვებები (თანამგზავრული ინფორმაციები, აეროფოტოგადაღება). აღნიშნული დაკვირვებების არსებობა აღინიშნება რიცხვით 1, არარ-

სებობა ნულით (0). ეს ინფორმაციები თავს იყრის აგროეკოლოგიურ მონაცემთა ბაზაში.

ბუნებრივი გარემოს შეფასება ზოგჯერ ცოცხალი ორგანიზმების მეშვეობით ხორციელდება (ბიოინდიკაცია). სახეობები, რომელთა არსებობა, ქცევა ან მდგომარეობა მიანიშნებს ანთროპოგენურ ან ბუნებრივ ცვლილებებზე ბიოინდიკატორები ეწოდება.

მცენარის მავნებლებთან ბრძოლის ვადა, შეიძლება დაუკავშიროთ მცენარის სავეგეტაციო პერიოდის რომელიმე ფაზას. ზოგიერთი მავნე მწერის განვითარება დაკავშირებულია ამა თუ იმ მცენარის განვითარებასთან, რადგან სხვა დროს იგი საკვებს ვერ პოულობს.

ბუნებაში შეიმჩნევა ისეთი სეზონური მოვლენები, რომლებიც სხვადასხვა სამუშაოების დაწყების საუკეთესო დროის მოახლოებაზე მიუთითებს. ასეთ მოვლენებს ფენოლოგიურ ინდიკატორებს უწოდებენ.

ფენოლოგიური ნიშანი ანუ ინდიკატორი არის ბუნების სეზონური მოვლენა, რომელიც ამა თუ იმ სამუშაოს დაწყების მაუწყებელია. თუმცა, საშუალო მრავალწლიურ ფენოლოგიურ თარიღებზე დაყრდნობით სამუშაოების დაგეგმვა არასაკმარისია და საჭიროა ყოველწლიური ფენოლოგიური დაკვირვებების წარმოება.

ბუნების ყოველი სეზონური მოვლენა დაკავშირებულია ნიადაგისა და ჰაერის ტემპერატურასა და ტენიანობასთან. როდესაც აღნიშნული პირობები ხელსაყრელია, იწყება მცენარის კვირტის გაღივება, გაშლა, ყვავილობა და სხვა. მაშასადამე, ამ მოვლენებს შეიძლება დაუკავშიროთ სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოები.

ფენოლოგიური ინდიკატორი არ ვრცელდება დიდ მანძილზე. იგი ადგილობრივი ობიექტური ნიშანია. ინდიკატორი იცვლება ანთროპოგენური ზეგავლენით - ნიადაგის დამუშავების, მცენარეული საფარის შემცირების ან სრულად განადგურების, სასუქების შეტანის, თესლის იარაღიზაციის შედეგად და ა.შ. ასეთ შემთხვევაში სეზონური მოვლენების დროც იცვლება.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. რას წარმოადგენს აგროეკოლოგიური მონიტორინგი და რა ასპექტებს მოიცავს იგი?
2. განმარტეთ კომპლექსური აგროეკოლოგიური მონიტორინგის არსი.
3. განიხილეთ აგრარული სექტორის ცალკეული დარგები ეკოლოგიური ცვლილებების ფონზე.
4. რას გულისხმობს კლიმატური და ნიადაგურ-ეკოლოგიური მონიტორინგი?
5. რა მაჩვენებლები გამოიყენება გარემოს დაბინძურების შეფასებისათვის?

თავი XV

საქართველოს აგროეკოლოგიური ზონების რეგიონალური ასპექტები

15.1 საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროეკოლოგიური ზონები

აგროეკოლოგიურ პირობებს ნებისმიერი რეგიონისათვის უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს. რადგან ძირითადად მასზეა დამოკიდებული სოფლის მეურნეობაში კულტურების რაციონალურად განლაგება და მათი ზრდა-განვითარება. ამიტომ აღნიშნული პირობები მაქსიმალურად და ეფექტურად უნდა იქნეს გამოყენებული, სწორად უნდა იყოს შერჩეული და განლაგებული ისეთი აგროკულტურები, რომლებიც წარმატებით განვითარდება მოცემული რეგიონის აგროეკოლოგიურ პირობებში.

კახეთი. აგროეკოლოგიური ზონების მიხედვით, შესაძლებელია ვანარმოთ აგროკულტურები მათთვის ხელსაყრელ პირობებში. კახეთის რეგიონის აგროეკოლოგიური პირობების მიხედვით გამოყოფილია 5 ზონა.

I - ზონა ზღვის დონიდან მდებარეობს 300-450 მ სიმაღლეზე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 4000°C და მეტია, ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში შეადგენს 300-400 მმ; ბოლო ნაყინვები დაიკვირვება 24.III-2.IV, პირველი ნაყინვები 15.XI-25.XI, უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 245-226 დღეს.

ნიადაგის ტიპებიდან გვხვდება მდელოს ყავისფერი და მდელოს შავი ნიადაგები.

მოცემულ ზონაში ხელსაყრელი პირობებია მარცვლეულის, ბოსტნეულის, ეთერზეთოვანი და სხვა კულტურების წარმოებისათვის; პერსპექტიულია ვაზის, საადრეო და საგვიანო ჯიშების წარმოება, მეხილეობის განვითარება.

ზონა ნაკლებად არის ტენით უზრუნველყოფილი, ამიტომ აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VII-VIII) აგროკულტურები ნორმალური პროდუქტიულობისათვის, საჭიროებს ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფას.

II - ზონა მდებარეობს ზღ. დონიდან 400-800 მ სიმაღლემდე. ტემპერატურის ჯამი 3000°C და მეტია, ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 450-550 მმ; ბოლო წაყინვები დაიკვირვება 28.III-9.IV, პირველი წაყინვები 5.XI-22.XI, უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 238-209 დღეს.

ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია ყავისფერი კარბონატული, შავმიწა, მდელის ყავისფერი, ასევე ალუვიური ყომრალი, რუხი-ყავისფერი, ალუვიური მყავე ნიადაგები.

მოცემულ ზონაში ხელსაყრელი აგროეკოლოგიური პირობებია მარცვლეულის, ვაზის საადრეო და საგვიანო ჯიშების, ტექნიკური, ეთერზეთოვანი და ხეხილოვანი კულტურებისათვის. გარანტირებული მოსავლის მისაღებად აუცილებელია ჩატარდეს კულტურების წყლით უზრუნველყოფის ღონისძიებები.

III - ზონა მდებარეობს ზღ. დონიდან 500-900 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 2000°C და მეტია; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში შეადგენს 550-650 მმ; ბოლო წაყინვები მოცემულ ზონაში დაიკვირვება საშუალოდ 6.IV-17.IV, პირველი წაყინვები 23.X-30.X. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 222 დღეს.

ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია ყავისფერი კარბონატული და ყომრალი ნიადაგები.

ზონის აგროეკოლოგიური პირობები ხელსაყრელია მემარცვლეობის (საშემოდგომო ხორბალი, ქერი, ჭვავი, შვრია) მევენახეობის (საადრეო ჯიშები), მეხილეობის, მებოსტნეობის, მეცხოველეობის საკვები ძირხვევნების, სათიბ-საძოვრების განვითარებისათვის.

IV - ზონა მდებარეობს ზღ. დონიდან 600-1000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 1000°C და მეტია; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 650-700 მმ; ბოლო წაყინვები დაიკვირვება 9.IV-20.IV, პირველი წაყინვები 21.X-29.X. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 221-183 დღეს.

ზონაში ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია მდელის ყავისფერი, ყავისფერი გამოტუტული, ყომრალი სუსტად არამადლარი ნიადაგები.

მოცემული ზონაში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის სიმცირის გამო შეზღუდულია კულტურათა წარმოება. აქ შესაძლებელია მხოლოდ მეხილეობის (საადრეო ჯიშები), მებოსტნეობის,

მარცვლოვანებიდან შვრიის, ქერის წარმოება; შესაძლებელია მეთამბაქოეობის, მეცხოველეობის საკვები ძირხვენების, სათიბ-საძოვრების განვითარება.

V - ზონა მდებარეობს ზღ. დონიდან 700-2000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 1000°C ნაკლებია. ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 700-800 მმ და მეტია; ბოლო წაყინვები დაიკვირვება 14.V, პირველი წაყინვები 5.X; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 143 დღეს.

ნიადაგის ტიპებიდან ძირითადად გავრცელებულია ალუვიური, ყომრალი სუსტად არამაძლარი ნიადაგები.

მოცემულ ზონაში აგროეკოლოგიური პირობები კიდევ უფრო ზღუდავს კულტურათა გავრცელებას. თუმცა, შესაძლებელია ბოსტნეული კულტურების, ასევე მეცხოველეობის საკვები ძირხვენა კულტურების, სათიბ-საძოვრების განვითარება.

მცხეთა-მთიანეთი. რეგიონის აგროეკოლოგიური პირობების გათვალისწინებით გამოყოფილია 4 ზონა.

I - ზონა მდებარეობს ზღ. დონიდან 500-1000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 4000°-3000°C. ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში (IV-X) შეადგენს 390-500 მმ; ბოლო წაყინვები დაიკვირვება საშუალოდ 13.IV - 23.IV; პირველი წაყინვები 27.X-3.XI.

ზონაში გავრცელებულია მდელოს ყავისფერი, ალუვიური კარბონატული ნიადაგის ტიპები.

სავეგეტაციო პერიოდში (IV-X), ატმოსფერული ნალექებით ზონა არ არის უზრუნველყოფილი, ამიტომ განსაკუთრებით აქტიური ვეგეტაციის პერიოდში (VI-VIII), საჭიროა მელიორაციული ღონისძიებების გატარება, რის შედეგად წარმატებით შეიძლება მარცვლეულის, ბოსტნეულის, ბალჩეულის, ვაზის, ხეხილოვანი და სხვა კულტურების წარმოება.

II - ზონა მდებარეობს ზღ. დონიდან 550-1200 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი (>10°C) შეადგენს 3000-2000°C და მეტს; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 400-700 მმ; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 13.IV-23.IV; პირველი წაყინვები მოსალოდნელია 22.X-3.XI.

ტერიტორიაზე გვხვდება ყომრალი, ნეშომპალა კარბონატული, ალუვიური კარბონატული ნიადაგები.

ზონაში აგროეკოლოგიური პირობები ხელსაყრელია მარცვლეულის, ვაზის (საადრეო საშუალო სიმწიფის ჯიში), ბოსტნეული კულტურების წარმოებისათვის.

III - ზონა მდებარეობს ზღ. დონიდან 1000-1800 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 2000-1000°C; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 600-800 მმ; ბოლო წაყინვების მოსალოდნელია 28.IV-12.V; პირველი წაყინვები აღინიშნება 15.X-3.X.

ზონაში გვხვდება შავმიწები, ყომრალი არა მაძლარი და რენძინო ყავისფერი ნიადაგები.

აღნიშნული ტერიტორიის აგროეკოლოგიური პირობები ზღუდავს კონტინენტალური ხეხილოვანების წარმოებას, თუმცა ხელსაყრელია საადრეო ჯიშების გაშენება. შესაძლებელია ქერის, ჭვავის, შვრიის, ბოსტნეულის, კარტოფილის, სურნელოვან-არომატული კულტურების წარმოება. ზონაში ხელსაყრელი პირობებია მეცხოველეობის საკვები ძირხვევნების და სათიბ-საძოვრების განვითარებისათვის.

IV - ზონა მდებარეობს ზღ. დონიდან 1200-2000 მ და ცოტა მეტ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 1000°C ნაკლებია; ატმოსფერული ნალექები თბილ პერიოდში 800-1000 მმ; ბოლო წაყინვები მოსალოდნელია 28.IV-9.VI; პირველი წაყინვები 3.X-21.X.

აღნიშნულ ტერიტორიაზე გავრცელებულია მთა-მდელოს კორდიანი, მთა-მდელოს პრიმიტიული, ძლიერ ჩამორეცხილი ნიადაგები.

ზონის აგროეკოლოგიური პირობები ხელსაყრელ პირობებს ქმნის კარტოფილის, ბოსტნეულის, ყვავილოვანი და საადრეო კომბოსტოს წარმოებისათვის. ასევე კენკროვანების, მეცხოველეობის საკვები ძირხვევნების წარმოებისა და სათიბ-საძოვრების განვითარებისათვის.

სამცხე-ჯავახეთი. აგროეკოლოგიური პირობების შეფასების საფუძველზე გამოყოფილია 4 ზონა.

I - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 800-1000 მ სიმაღლეზე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 10°C-ის ზევით შეადგენს 3000°C და მეტს; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში შეადგენს 400-500 მმ. ბოლო წაყინვები საშუა-

ლოდ დაიკვირვება 20.IV-23.IV, პირველი ნაყინვები 18.X-20.X. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა საშუალოდ შეადგენს 179-187 დღეს.

ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია მთის შავმიწები, ყავისფერი, ყავისფერი გამოტუტული.

აგროეკოლოგიური პირობები საშუალებას იძლევა მარცვლეულის, ვაზის, ხეხილოვანების, კენკროვანების, ბოსტნეულის, სურნელოვან არომატულის, მეცხოველეობის საკვები ძირხვევნების წარმოებისათვის.

II - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 900-1300 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 2000°C და მეტს; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 450-550 მმ; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 176-180 დღეა. ბოლო ნაყინვები საშუალოდ დაიკვირვება 20.IV-24.IV.

ნიადაგის ტიპებიდან აღნიშნულ ტერიტორიაზე გვხვდება ყავისფერი გამოტუტული, ტიპური მთის შავმიწები, ყომრალი გაენერებული, ასევე ალუვიური ტიპის ნიადაგები.

აგროეკოლოგიური პირობები ხელსაყრელია მარცვლეულის, ვაზის (საადრეო), ხილ-კენკროვანების, ბოსტნეულის, მეცხოველეობის საკვები ძირხვევნების წარმოებისათვის.

III - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 1400-2000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 1000°C და მეტს; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 500-600 მმ; ბოლო ნაყინვები აღინიშნება 1.V-17.V, პირველი ნაყინვები 14.X-3.X; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 165-137 დღეს.

ნიადაგის ტიპებიდან მოცემულ აგროეკოლოგიურ ზონაში გავრცელებულია შავმიწა დანიდული, მთა-მდელოს შავმიწები, ყომრალი, ყავისფერი გამოტუტული, ძალზე მცირე მასშტაბით ალუვიური ტიპის ნიადაგები.

აღნიშნულ ზონაში შემცირებული აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის გამო შეზღუდულია ზოგიერთი მრავალწლიანი კულტურის წარმოება. ასეთ პირობებში შესაძლებელია, მხოლოდ ზოგიერთი საადრეო ხეხილოვანების, კენკროვანების, მარცვლეულის, ბოსტნეულის, მეცხოველეობის საკვები ძირხვევნების წარმოება.

IV - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 2100-2200 მ სიმაღლეზე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი საგრძობლად შემცირებულია, 1000°C-ზე ნაკლებია; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში შეადგენს 550-650 მმ, თუმცა რეგიონის სამხრეთით იკლებს 400-500 მმ; ბოლო წაყინვები დაიკვირვება 20.V-22.V, პირველი წაყინვები 29.IX-1.X. უყინვო პერიოდის დღეთა რიცხვი შეადგენს 132-128 დღეს.

ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია ყავისფერი გამოტუთული და მცირედ ყომრალი, ასევე ყავისფერი, მთა-მდელოს შავმიწა ნიადაგები.

აგროეკოლოგიურ ზონაში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის სიმცირის გამო, მარცვლეული კულტურებიდან შესაძლებელია მხოლოდ ქერის, შვრიის, ხორბლის (საადრეო ჯიშის), ზოგიერთი ბოსტნეულის, კარტოფილის, სუფრის ჭარხლის, ყვავილოვანი კომბოსტოს, კომბოსტოს (საადრეო), მეცხოველეობის საკვები ძირხვევნების წარმოება, აგრეთვე სათიბ-საძოვრების განვითარება.

ქვემო ქართლი. აგროეკოლოგიური პირობების შეფასების საფუძველზე გამოყოფილია 5 ზონა.

I - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 300-400 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 4000°C და მეტია; ატმოსფერული თბილ პერიოდში 300-350 მმ; ბოლო წაყინვები დაიკვირვება 24.III-31.III, პირველი წაყინვები 6.XI-16.XI; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 236-219 დღეს.

ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია მდელოს რუხი-ყავისფერი, ალუვიური ტიპის ნიადაგები.

მოცემულ აგროეკოლოგიურ პირობები ხელსაყრელია ვაზის ყველა ჯიშის წარმოებისათვის, მეხილეობისა და მემარცვლეობის განვითარებისათვის. თუმცა, ზოგიერთ კულტურას სავეგეტაციო პერიოდში ატმოსფერული ნალექების სიმცირე ვერ უზრუნველყოფს საკმარისი ტენით, რაც დამატებითი ირიგაციული ღონისძიებების ჩატარების საჭიროებას იწვევს.

II - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 400-1000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3000°C და მეტია; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში შეადგენს 350-400 მმ, თეთრინყაროსკენ იგი ოდნავ მატულობს და

აღწევს 600 მმ; ბოლო წაყინვები დაიკვირვება საშუალოდ 1.IV-5.IV, პირველი წაყინვები 3.XI-13.XI; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 215-224 დღეს.

ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია რუსი ყავისფერი, ბიცობიანი, მცირე მასშტაბით ალუვიური ნიადაგები.

აგროეკოლოგიური პირობები აღნიშნულ ზონაში ხელსაყრელია ვაზის ყველა ჯიშის წარმოებისათვის (800-900 მ სიმაღლემდე) შესაძლებელია, ასევე ხეხილოვანების, მარცვლეულის, ბოსტნეულის და სხვა კულტურების გავრცელება, დამატებითი ირიგაციულ ღონისძიებების ჩატარების ფონზე.

III - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 1100-1400 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 2000°C და მეტია; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 500-600 მმ შეადგენს; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 15.IV-20.IV, პირველი წაყინვები 22.X-1.XI; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 199-184 დღეა.

გავრცელებული ნიადაგის ტიპებია: ყავისფერი კარბონატული, მთის შავმიწები, ნეშომჰალა კარბონატული.

არსებული აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ზღუდავს ზოგიერთი მრავალწლიანი, სითბოსმოყვარული კულტურების (ატამი, გარგარი და სხვა) ნორმალური ზრდა-განვითარების შესაძლებლობას. აგროეკოლოგიური ზონა ხელსაყრელია მარცვლეული, ზოგიერთი კონტინენტალური ხეხილოვანი (ვაშლი, მსხალი და სხვა), ბოსტნეული კულტურების წარმოებისა და სათიბ-საძოვრების განვითარებისათვის.

IV - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 1200-1500 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შემცირებულია (>1000°C); ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში შეადგენს 550-600 მმ; ბოლო წაყინვები საშუალოდ აღინიშნება 20.IV-2.V, პირველი წაყინვები 10.X-22.X; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 174-162 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია, მთის შავმიწები და შავმიწა დანიდული ტიპის ნიადაგები.

აგროეკოლოგიურ ზონაში ხელსაყრელი პირობებია მარცვლეულის (საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბალი, ქერი, ჭვავი, შვრია), ზოგიერთი საადრეო ხეხილოვანების და მებოსტნეობის წარმოებისათვის. პერსპექტიულია მეცხოველეობის

საკვები ძირხვენოვანი კულტურების წარმოება და სათიბ-საძოვრების განვითარება.

V - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 1500-2000 მ და მეტ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შემცირებულია ($<1000^{\circ}\text{C}$); ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში შეადგენს 500-700 მმ; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 3.V-13.V, პირველი წაყინვები 3.X-12.X; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 160-137 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია მთის შავმიწები, აგრეთვე შავმიწა დაწიდილი ნიადაგები.

არსებული აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის სიმცირის გამო ზონაში მრავალწლიანი ხეხილოვანი კულტურების წარმოება შეზღუდულია. აგროეკოლოგიური პირობები ხელსაყრელია ზოგიერთი ბოსტნეული კულტურის წარმოებისათვის. ასევე, პერსპექტიულია მეცხოველეობის საკვები ძირხვენების წარმოება და სათიბ-საძოვრების განვითარება.

შიდა ქართლი. აგროეკოლოგიური პირობების გათვალისწინებით გამოყოფილია 4 ზონა.

I - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან დაახლოებით 500-1000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამია $4000-3000^{\circ}\text{C}$; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში შეადგენს 320-370 მმ; ბოლო წაყინვები წაყინვები აღინიშნება 2.IV-6.IV, პირველი წაყინვები 30.X-20.X; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 206-187 დღეს შეადგენს.

ნიადაგის ტიპებიდან ზონაში გავრცელებულია ალუვიური, ყავისფერი, ნეშომპალა-კარბონატული, მდელოს ყავისფერი, ყავისფერი-გამოტუტული, შავი კარბონატული ყომრალი, ყავისფერი-კარბონატული ნიადაგები.

მოცემულ ზონაში ხელსაყრელი აგროეკოლოგიური პირობებია ვაზის თითქმის ყველა ჯიშის წარმოებისათვის. პერსპექტიულია მემარცვლეობის, მეხილეობის, მებოსტნეობის, ტექნიკური ეთერზეთოვანი და სხვა კულტურების განვითარება. სავეგეტაციო პერიოდში ატმოსფერული ნალექების სიმცირის გამო მარცვლეული კულტურების გარანტირებული მოსავლის მიღება, ყოველ წელს არ არის უზრუნველყოფილი. აქტიური ვეგეტაციის პე-

რიოდში მნიშვნელოვანია დამატებით ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფა.

II - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 900-1100 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამია 3000-2000°C; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში შეადგენს 450-550 მმ; ბოლო წაყინვები მოსალოდნელია საშუალოდ 17.IV-22.IV, პირველი წაყინვები მოსალოდნელია 22.X-19.X; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 195-188 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან ზონაში გავრცელებულია ალუვიური, ყომრალი, ნეშომპალა-კარბონატული, ყავისფერი კარბონატული, ყავისფერი და მცირე მასშტაბით მთის შავმიწები.

მოცემულ ზონაში ხელსაყრელი პირობებია მარცვლეული, ხეხილოვანი, ბოსტნეული, ვაზის (საშუალო და საადრეო მნიშვადი ჯიშები) და სხვა კულტურების ზრდა-განვითარებისათვის. თუმცა, საჭიროა დამატებით ნიადაგის ტენით უზრუნველყოფა.

III - აგროეკოლოგიური ზონა ვრცელდება ზღვის დონიდან 1100-1300 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 2000-1000°C; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 500-650 მმ; ბოლო წაყინვები აღინიშნება საშუალოდ 18.IV-28.IV; პირველი წაყინვები მოსალოდნელია 21.X-15.X; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 194-179 დღეა.

ზონაში გავრცელებულია ყომრალი, ნეშომპალა-კარბონატული, ყავისფერი-კარბონატული და ყავისფერი ტიპის ნიადაგები.

აგროეკოლოგიური პირობები ხელსაყრელია ზოგიერთი კონტინენტალური საადრეო ჯიშის ხეხილოვანების (ვაშლი, მსხალი), კენკროვანების (შავი მოცხარი, ქაცვი) წარმოებისათვის. ასევე ხორბალის, ჭვავის, ქერის, შვრიის, ბოსტნეულის, კარტოფილის, სურნელოვან არომატული კულტურებისათვის, მეცხოველეობის საკვები ძირხვევნების და სათიბ-საძოვრების განვითარებისათვის.

IV - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 1400-2000 მ და მეტ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი აშკარად შემცირებულია და შეადგენს 1000°C ნაკლებს; თბილ პერიოდში ატმოსფერული ნალექების ჯამია 600-700 მმ; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 1.V-16.V, პირველი წაყინვები 13.X-2.X.

ზონაში გავრცელებულია მთა-მდელოს კორდიანი-კარბონატული ყავისფერი და ყავისფერი-კარბონატული ტიპის ნიადაგები.

აგროეკოლოგიური პირობები ხელსაყრელია კენკროვანი კულტურების (შავი მოცხარი, ქაცვი, და სხვა) განვითარებისათვის, ასევე საადრეო კარტიფილის, კომბოსტოს, ყვავილოვანი კომბოსტოს და სხვა ბოსტნეული კულტურების წარმოებისათვის, სათიბ-საძოვრების განვითარებისათვის. ნიადაგი ტენით უზრუნველყოფას საჭიროებს მხოლოდ გვალვების შემთხვევაში.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. როგორი აგროკლიმატური პირობებით და ნიადაგის ტიპებით ხასიათდება კახეთის, მცხეთა-მთიანეთის, სამცხე-ჯავახეთის, ქვემო ქართლის და შიდა ქართლის აგროეკოლოგიური ზონები?
2. განიხილეთ აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონებში შესაბამისი პერსპექტიული აგროკულტურების გავრცელება.

15.2 საქართველოს დასავლეთ რეგიონების აგროეკოლოგიური ზონები

აფხაზეთი. აგროეკოლოგიური პირობების შეფასების საფუძველზე გამოყოფილია 5 ზონა.

I - აგროეკოლოგიური ზონა ვრცელდება ზღვის დონიდან 250-300 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 4000°C და მეტია; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში (IV-V) შეადგენს 710-1010 მმ; ბოლო წაყინვები დაიკვირვება საშუალოდ 10.III-20.III, პირველი წაყინვები 13.XII-25.XII; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 269-291 დღეა.

ზონაში გავრცელებულია ტენიანი სუბტროპიკებისათვის დამახასიათებელი ნიადაგის ტიპები. კერძოდ, სუბტროპიკული ენერი, ნითელმინა-გაენერებული, ყვითელმინა-გაენერებული, ნანილობრივ ალუვიური ნიადაგები, ასევე ყვითელ და ნითელმინები, ყომრალი გაენერებული, ალუვიურ-კარბონატული, ყვითელმინა-ყომრალი ნიადაგები.

მოცემული ზონის აგროეკოლოგიური პირობები ხელსაყრელია ჩაის, ციტრუსოვანი კულტურების, ვაზის, ტუნგის, კივის

(აქტიინდია), ფეიჰოას, თხილის, სუბტროპიკული ხურმის, ხეხილოვანების, აგრეთვე მარცვლეული და ბოსტნეულ-ბალჩეული კულტურების განვითარებისათვის. ამ ზონაში შესაძლებელია ასევე ეთერზეთოვანი კულტურების წარმოება.

II - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 350-500 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამია 3000-4000°C; ატმოსფერული ნალექები თბილ პერიოდში (IV-X) 1100-1400 მმ; ბოლო წაყინვები დაიკვირვება საშუალოდ 25.III-28.III, პირველი წაყინვები 2.XII-6.XII; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 251-260 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან გვხვდება წითელმიწა-გაენერებული, კორდიან-კარბონატული, ყომრალი მჟავე, ნეშომპალა კარბონატული, ყვითელმიწა-გაენერებული, სუბტროპიკული ენერი, ყვითელმიწები.

ზონაში ხელსაყრელი პირობებია მანდარინის საადრეო ჯიშის წარმოებისთვის. ფორთოხლის და გრეიპფრუტის წარმოება შეზღუდულია, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის ნაკლებობის გამო. მთისწინებში შესაძლებელია ეთერზეთოვანი (გერანი, ევგენოლის რეჰანი, ჟასმინი, ეთერზეთოვანი ვარდი) კულტურების გავრცელება. ხელსაყრელია ჩაის, ვაზის, მარცვლეულის, ხეხილოვანი, ბოსტნეული და სხვა კულტურებისათვის.

III - აგროეკოლოგიური ზონა ვრცელდება ზღვის დონიდან 600-1000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 2000-3000°C; ატმოსფერული ნალექები თბილ პერიოდში 1000-1300 მმ; ბოლო წაყინვები მოსალოდნელია 3.IV-18.IV, პირველი წაყინვები 7.XI-26.XI. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 238-202 დღეა.

ზონაში ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია მთა-მდელოს კორდიანი, ყომრალი მჟავე, ყომრალი გაენერებული ნიადაგები.

ხელსაყრელი პირობებია ხეხილოვანი, ვაზის (საადრეო ჯიშის), მარცვლეულის, პარკოსანი და ბოსტნეული კულტურების წარმოებისათვის. მთისწინებში ასევე შესაძლებელია ზოგიერთი ეთერზეთოვანი (ვარდი, გერანი) კულტურის წარმოება.

IV - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 1050-1500 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 1000-2000°C; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში (IV-X) 900-1100 მმ; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 22.IV-8.V,

პირველი ნაყინვები მოსალოდნელია 14.X-5.XI. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 157-198 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან ამ ზონაში გვხვდება მთა-ტყემდელის ტორფიანი და მთა-მდელის კორდიანი ნიადაგები, აგრეთვე ყომრალი მჟავე ნიადაგები.

ხელსაყრელი პირობებია მარცვლეული კულტურების (ხორბალი, შვრია, ქერი), საადრეო სიმინდის, კარტოფილის, ბოსტნეულის, კონტინენტალური ხეხილოვანების, კურკოვანი და კენკროვანი კულტურების წარმოებისათვის, ასევე მეცხოველეობის საკვები ძირხვენებისა და სათიბ-საძოვრების განვითარებისათვის.

V - აგროეკოლოგიური ზონა ვრცელდება ზღვის დონიდან 1600-2000 მ და მეტ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შემცირებულია ($<1000^{\circ}\text{C}$); ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 1150-1200 მმ და მეტია; ბოლო ნაყინვები აღინიშნება 14.V-28.V, პირველი ნაყინვები 20.IX-7.X; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 144-113 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია მთა-მდელის კორდიანი, ყომრალი მჟავე და გაენერებული ნიადაგები.

აგროეკოლოგიური ზონის პირობებში პერსპექტიულია ბოსტნეული და კენკროვანი კულტურების გავრცელება, ასევე მეცხოველეობის ძირხვენა კულტურების და სათიბ-საძოვრების.

აჭარა. აგროეკოლოგიური პირობების გათვალისწინებით გამოყოფილია 5 ზონა.

I - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 100-200 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი $>4000^{\circ}\text{C}$; ატმოსფერული ნალექები თბილ პერიოდში (IV-X) 1360-1500 მმ; ბოლო ნაყინვები აღინიშნება 4.III-15.III, პირველი ნაყინვები 2.XII-7.I; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 246-304 დღეა.

ზონაში გვხვდება ტენიანი სუბტროპიკებისათვის დამახასიათებელი ნიადაგის ტიპები - სუბტროპიკული ენერ-ლებიანი და ალუვიური ნიადაგები.

აგროეკოლოგიური პირობები ხელსაყრელია ჩაის, ციტრუსების (მანდარინი, ლიმონი, ფორთოხალი, გრეიპფრუტი), ტუნგის, აქტინიდიის (კივი), ფეიჰოას, თხილის, ვაშის განვითარებისათვის. ასევე მარცვლეულის, პარკოსანი, სუბტროპიკული ხურმის, ხეხილოვანი და სხვა კულტურებისათვის.

II - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 200-400 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3000-4000°C; ატმოსფერული ნალექები თბილ პერიოდში შეადგენს 800-1330 მმ; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 13.III-26.III, პირველი წაყინვები 6.XII-1.I; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 255-273 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან გვხვდება ყვითელი ყომრალი, მთა-მდელოს კორდიანი და ყომრალი მჟავე ნიადაგები.

მოცემული ზონა ხასიათდება სუბტროპიკული ტენიანი პირობებით, სადაც წარმატებით შეიძლება განვითარდეს I ზონაში მითითებული კულტურები. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის ნაკლებობის გამო შეზღუდულია ფორთოხალის, გრეიპფრუტის და მანდარინის საგვიანო ჯიშების წარმოება.

III - აგროეკოლოგიური ზონა ვრცელდება ზღვის დონიდან 500-1000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 2000-3000°C; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში (IV-X) 750-800 მმ; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 30.III-15.IV, პირველი წაყინვები 11.XI-1.XII. უყინვო პერიოდის დღეთა რიცხვი შეადგენს 202-247 დღეს.

ზონაში გავრცელებულია ყვითელი ყომრალი, ყომრალი მჟავე, ნიადაგის ტიპები.

ხელსაყრელი პირობებია მარცვლეული, პარკოსანი, ბოსტნეული, ვაზის (საშუალო და საადრეო ჯიშის), ხეხილოვანი, თხილის, კენკროვანი და სხვა კულტურების წარმოებისათვის. ასევე, მეცხოველეების საკვები ძირხვენების და სათიბ-საძოვრებისათვის.

IV - აგროეკოლოგიური ზონა ვრცელდება ზღვის დონიდან 1000-1500 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შემცირებულია და შეადგენს 2000-1000°C; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 800 მმ-მდეა; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 18.IV-8.V, პირველი წაყინვები 14.X-7.XI; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 158-202 დღეა.

ზონაში გავრცელებულია ყვითელი ყომრალი, ყომრალი მჟავე ნიადაგის ტიპები.

აგროეკოლოგიურ ზონაში შესაძლებელია ხორბლის, ქერის, შვრიის, სამარცვლე სიმინდის, კარტოფილის, ბოსტნეულის, ხეხილოვანი და კენკროვანი კულტურების წარმოება. ასევე, მეცხოველეობის საკვები ძირხვენების, სათიბ-საძოვრების განვითარება.

V - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 1500-2000 მ სიმაღლეზე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი $<1000^{\circ}\text{C}$; ატმოსფერული ნალექები თბილ პერიოდში 700 მმ-მდეა; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 12.V-28.V, პირველი წაყინვები 20.IX-9.X; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 158-113 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია ყომრალი მჟავე, ყომრალი გაენერებული ნიადაგები.

ხელსაყრელი პირობებია ბოსტნეული და კენკროვანი კულტურების წარმოებისათვის. ასევე ხელსაყრელია მეცხოველეობის საკვები წვნიანი ძირხველების, სათიბ-საძოვრებისათვის.

გურია. აგროეკოლოგიური პირობების შეფასების საფუძველზე გამოყოფილია 5 ზონა.

I - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 10-200 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 4000°C და მეტს; ატმოსფერული ნალექები თბილ პერიოდში 1000-1370 მმ; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 10.III-18.III, პირველი წაყინვები 16.XII-25.XII; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 274-290 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან გვხვდება ალუვიური მჟავე, ტორფიან-ჭაობიანი, ნითელმინა, ენერ-ლებიანი ნიადაგები.

აგროეკოლოგიურ ზონაში ხელსაყრელი პირობებია ჩაის, ციტრუსების (მანდარინი, ლიმონი), ტუნგის, აქტინიდიას (კივი), ფეიჰოას, თხილის, ვაზის გავრცელებისათვის. ასევე, მარცვლეულის, ხეხილოვანი და ბოსტნეულ-ბალჩეული კულტურების წარმოებისათვის.

II - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღ. დონიდან 200-300 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს $3000-4000^{\circ}\text{C}$; ატმოსფერული ნალექები თბილ პერიოდში 1000-1200 მმ და ოდნავ ნაკლებია; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 11.III-21.III, პირველი წაყინვები 11.XII-24.XII. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 265-288 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია ალუვიური, ყვითელი გაენერებული, ენერ-ლებიანი, ყვითელმინა და ნითელმინა ნიადაგები.

მოცემული ზონა ხელსაყრელია ციტრუსების (მანდარინი, ლიმონი) წარმოებისათვის, ასევე ვაზის, ხეხილოვანი, მარცვლეულის, ჩაის და სხვა კულტურებისათვის.

III - აგროეკოლოგიური ზონა ვრცელდება ზღვის დონიდან 600-1000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამია 2000-3000°C; ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 900 მმ; ბოლო ნაყინვები აღინიშნება 2.IV-18.IV, პირველი ნაყინვები 8.XI-26.XI. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 220-238 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია ყვითელ-ყომრალი, ნითელმიწები, ყომრალი მჟავე, ენერ-ლებიანი ნიადაგები.

მოცემულ ზონაში ხელსაყრელი პირობებია ვაზის (საშუალო და საადრეო ჯიშები), ხეხილოვანი, თხილის, კენკროვანების, მარცვლეულის, პარკოსნების და ბოსტნეული კულტურების წარმოებისათვის, ასევე მეცხოველეობის საკვები ძირხვევნებისა და სათიბ-სადოვრების განვითარებისათვის.

IV - აგროეკოლოგიური ზონა ვრცელდება ზღვის დონიდან 1000-2000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 2000-1000°C; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 750-800 მმ; ბოლო ნაყინვები აღინიშნება 18.IV-27.V, პირველი ნაყინვები 7.XI-20.IX; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 202-113 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან გვხვდება ყომრალი მჟავე, ყვითელი ყომრალი, ნითელმიწა, ნითელმიწა გაენერებული ნიადაგები.

მოცემულ აგროეკოლოგიურ ზონაში აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი ზრუდავს სითბოსმოყვარული ხეხილოვანი კულტურების ნაყოფების მომწიფების საშუალებას. თუმცა, იგი დამაკმაყოფილებელია კენკროვანი, მარცვლეული, პარკოსანი, ბოსტნეული კულტურების წარმოებისათვის. ასევე, ხელსაყრელია მეცხოველეობის საკვები ძირხვევნისა და სათიბ-სადოვრებისათვის.

V - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 2000-2200 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი მოცემულ ზონაში შემცირებულია (<1000°C); ატმოსფერული ნალექები თბილ პერიოდში 700 მმ და ცოტა მეტია; ბოლო ნაყინვები აღინიშნება 28.V-5.VI, პირველი ნაყინვები 20.IX-11.X. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 96-113 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან გვხვდება ყომრალი გაენერებული, ნითელმიწა, ნითელმიწა გაენერებული, ყვითელმიწა ყომრალი ნიადაგები.

აგროეკოლოგიური ზონა ხელსაყრელია კენკროვანი და ბოსტნეული კულტურებისათვის. აგრეთვე მეცხოველეობის საკვები ძირხვევა კულტურების და სათიბ-საძოვრებისათვის.

იმერეთი. აგროეკოლოგიური პირობების შეფასების საფუძველზე გამოყოფილია 5 ზონა.

I - აგროეკოლოგიური ზონა გავრცელებულია მოიცავს ზღვის დონიდან 20-300 მ სიმაღლემდე, სადაც აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 4000°C და მეტია. ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 600-1000 მმ; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 12-2.III, პირველი წაყინვები 12-30.XI, უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 251-274 დღეა.

ზონაში გვხვდება ალუვიური კარბონატული, სუბტროპიკული ენერი, წითელმიწა, ყვითელმიწა, სუბტროპიკული ენერი, ნემომპალა-კარბონატული, კირიან-კარბონატული, ყვითელყომრალი ტიპის ნიადაგები.

აგროეკოლოგიური პირობები ხელსაყრელია მრავალი სახის აგროკულტურის განვითარებისათვის. კერძოდ, მარცვლეულის, ვაზის, ჩაის, მანდარინის, ლიმონის, კივის (აქტინიდა), ფეი-ჰოას, სუბტროპიკული ხურმის, ეთერზეთოვანების, თხილის, ტუნგის, კონტინენტალური ხეხილოვანების, ბოსტნეულ-ბალჩეულის წარმოებისათვის.

II - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 300-500 მ სიმაღლემდე, სადაც აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3000-4000°C; ატმოსფერული ნალექები თბილ პერიოდში 450-1190 მმ; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 24.III-1.IV, პირველი წაყინვები 20.XI-29.XI; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს 194-249 დღეს.

ზონაში გვხვდება ყვითელმიწა, ნემომპალა-კარბონატული, ყვითელი ყომრალი ნიადაგები.

ზონის აგროეკოლოგიური პირობები ხელსაყრელია მარცვლეულის, ვაზის (საადრეო, საგვიანო ჯიში) ხეხილოვანების, ბოსტნეულის და სხვა კულტურების წარმოებისათვის

III - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 500-1000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 2000°C და მეტს; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 640-850 მმ; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 2.IV-18.IV, პირ-

ველი ნაყინვები 31.X-18.XI; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 185-231 დღეა.

აღნიშნულ ზონაში გვხვდება ნითელმინა, კირიან-კარბონატული, ყვითელ-ყომრალი ტიპის ნიადაგები.

აგროეკოლოგიური ზონაში შესაძლებელია მარცვლეულის, ბოსტნეულის, ვაზის (საადრეო ჯიში), ხეხილოვანი კულტურების განვითარება.

IV - აგროეკოლოგიური ზონა ვრცელდება ზრვის დონიდან 1000-1200 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 1000°C და მეტს; ატმოსფერული ნალექების თბილ პერიოდში 900-950 მმ; ბოლო ნაყინვები აღინიშნება 23.IV-1.V, პირველი ნაყინვები 17.X-27.X; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 176-188 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან ზონაში გვხვდება კირიან-კარბონატული და ყვითელმინა ნიადაგები.

პერსპექტიულია მარცვლეულის, კარტოფილის, ბოსტნეულის, ზოგიერთი საადრეო ხეხილოვანი, კენკროვანი კულტურების, ასევე მეცხოველეობის სათიბ-საძოვრების განვითარება.

V - აგროეკოლოგიური ზონა ვრცელდება ზღვის დონიდან 1200 მ და მაღლა. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შემცირებულია და შეადგენს <1000°C; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 1000 მმ-მდეა; ბოლო ნაყინვა აღინიშნება საშუალოდ 5.V, პირველი ნაყინვა საშუალოდ 13.X; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 158 დღეა.

ზონაში გვხვდება კირიან-კარბონატული და ყვითელმინა ტიპის ნიადაგები.

აგროეკოლოგიურ ზონაში ხელსაყრელი პირობებია ბოსტნეული, კენკროვანი კულტურების, მეცხოველეობის წვნიანი საკვები ძირხვენების წარმოებისათვის და სათიბ-საძოვრების განვითარებისათვის.

რაჭა-ლეჩხუმი - ქვემო სვანეთი. აგროეკოლოგიური პირობების შესწავლისა და გაანალიზების საფუძველზე გამოყოფილია 4 ზონა.

I - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 400-800 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 3000-3600°C და ცოტა მეტია; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში (IV-X) 630-750 მმ; ბოლო ნაყინვები აღინიშნება 3-5.IV, 232

პირველი ნაყინვები 31.X-13.XI; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 199-222 დღეა.

ზონაში ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია კორდიან-კარბონატული, ნემომპალა-კარბონატული და ნემომპალა მჟავე ნიადაგები.

აგროეკოლოგიური პირობები ხელსაყრელია ხორბლის (საშემოდგომო, საგაზაფხულო), სიმინდის, ქერის, ვაზის, ხეხილოვანი, კივის (აქტინიდი), ბოსტნეული, ბალჩეული კულტურების წარმოებისათვის. ზონაში შესაძლებელია მშრალი სუბტროპიკული კულტურების განვითარება (ლელვი, ბრონეული, სუბტროპიკული ხურმა

II - აგროეკოლოგიური ზონა ვრცელდება ზღვის დონიდან 800-1400 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამია 2000-3000°C. ატმოსფერული ნალექები თბილ პერიოდში 800-1300 მმ-მდეა; ბოლო ნაყინვები აღინიშნება საშუალოდ 17.IV-5.V, პირველი ნაყინვები 9.X-29.X. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 155-193 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია ნემომპალა-კარბონატული, მთა-მდელოს ტორფიანი, ყომრალი მჟავე ნიადაგები.

აგროეკოლოგიურ ზონაში ხელსაყრელი პირობებია მარცვლეულის (საშემოდგომო, საგაზაფხულო ხორბალი), სიმინდის, ვაზის (საადრეო ჯიში), ხეხილოვანი, ბოსტნეული და სხვა კულტურების განვითარებისათვის.

III - აგროეკოლოგიური ზონა ვრცელდება ზღვის დონიდან 1400-1800 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 2000-1000°C; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 700-800 მმ-მდეა; ბოლო ნაყინვები აღინიშნება 6.V-20.V, პირველი ნაყინვები 23.IX-8.X. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 124-153 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან გვხვდება ყომრალი-გაენერებული, მთა-ტყემდელოს და მთა-მდელოს ტორფიანი ნიადაგები.

აღნიშნულ ზონაში ხელსაყრელი პირობებია მარცვლეულის (საშემოდგომო, საგაზაფხულო ხორბალი, ქერი, შვრია), კარტოფილის, ბოსტნეულის, კენკროვანი კულტურების, ასევე მეცხოველეობის წვნიანი საკვები ძირხველების წარმოებისა და სათიბ-საძოვრების განვითარებისათვის.

IV - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს მოიცავს ზღვის დონიდან 1800-2000 მ და მეტ სიმაღლემდე; აქტიურ ტემპერატურ-

რათა ჯვამი 1000-600°C-მდეა. ატმოსფერული ნელექების ჯვამი თბილ პერიოდში 800 მმ; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 21.V-27.V, პირველი წაყინვები 15.IX-22.IX; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 110-123 დღეა.

მოცემულ ზონაში გვხვდება მთა-მდელოს კორდიანი ტიპის ნიადაგები.

აგროეკოლოგიურ ზონაში პერსპექტიულია ბოსტნეული და კენკროვანი კულტურების გავრცელება, რომლებიც ადაპტირებულია მაღალმთის პირობებში და იძლევიან მაღალხარისხიან მოსავალს. ხელსაყრელი პირობებია მეცხოველეობის ძირხვენა საკვები კულტურების წარმოებისათვის.

სამეგრელო - ზემო სვანეთი.

აგროეკოლოგიური პირობების შეფასების საფუძველზე გამოყოფილია 6 ზონა.

I - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 200 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯვამი 4400°C და ოდნავ მეტია; ატმოსფერული ნალექების ჯვამი თბილ პერიოდში შეადგენს 800-1160 მმ; ბოლო წაყინვები არინიშნება 15.III-20.III, პირველი წაყინვები 2.XII-7.XII; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 252-260 დღეა.

ზონაში გვხვდება წითელმიწა გაენერებული, ტორფიან ჭაობიანი, სუბტროპიკული ენერ ლებიანი, ალუვიური, ყვითელმიწა, ყომრალი-მჟავა, ყომრალი გაენერებული, მთა-მდელოს კორდიანი ნიადაგები.

აგროეკოლოგიური ზონის პირობები სრულიად უზრუნველყოფს მარცვლეული, ბოსტნეულ-ბალჩეული, ციტრუსების, ზოგიერთი ვაზის ჯიშის, სუბტროპიკული ხეხილოვანი, ტექნიკური (ტუნგი, დაფნა) კივის (აქტინიდი), თხილის და სხვა კულტურების წარმოებას. სავეგეტაციო პერიოდში ტემპერატურურათა ჯამის ნაკლებობა ზღუდავს ფორთოხლისა და გრეიპფრუტის ნაყოფების სრულ სიმწიფეს.

II - აგროეკოლოგიური ზონა ვრცელდება ზღვის დონიდან 200-500 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამია 4200-3700°C; ატმოსფერული ნალექების ჯვამი თბილ პერიოდში 1160-1220 მმ; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 21.III-29.III, პირველი წაყინვები 23.XI-6.XII; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 236-257 დღეა.

მოცემულ ზონაში ნიადაგის ტიპებიდან გვხვდება ალუვიური, ნითელმინა გაენერებული ნიადაგები.

აგროეკოლოგიურ ზონაში ხელსაყრელი პირობებია მანდარინისა და ლიმონის (ამ უკანასკნელის ყინვებისაგან დაცვით) განვითარებისათვის. ზონაში ასევე შესაძლებელია ჩაის, ვაზის, ხეხილოვანი, სუბტროპიკული ხეხილოვანი, მარცვლეული, ბოსტნეული კულტურების წარმოებისათვის.

III - აგროეკოლოგიური ზონა მოიცავს მდებარეობს ზღვის დონიდან 500-1000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამია 3700-2900°C; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში შეადგენს 620-1220 მმ; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 30.III-11.IV, პირველი წაყინვები 1.XI-24.XI; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 235-196 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია ნეშომპალა კარბონატული, ყომრალი და ყომრალი მჟავე ნიადაგები.

მოცემული აგროეკოლოგიური ზონა ხელსაყრელია მარცვლეულის, ვაზის (საგვიანო ჯიში), ხეხილოვანების, თხილის, კაკლის, ბოსტნეულის, ჩაის კულტურის წარმოებისათვის.

IV - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 1000-1500 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამია 2800-2000°C; ატმოსფერული ნალექები თბილ პერიოდში შეადგენს 600-620 მმ; ბოლო წაყინვა აღინიშნება 12.IV-25.IV, პირველ წაყინვა 9.X-31.X; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 195-156 დღეა;

აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის ნაკლებობის გამო, ზონაში სითბოს მოყვარული კულტურების წარმოება რამდენადმე შეზღუდულია. შესაძლებელია მხოლოდ ვაზის საადრეო ჯიშის გავრცელება (სამხრეთის ფერდობებზე), ასევე მარცვლეულის (ხორბალი, ქერი, შვრია, ჭვავი, საადრეო სიმინდი), ბოსტნეულის, კარტოფილის, თხილის და ხილ-კენკროვანების.

V - აგროეკოლოგიური ზონა ვრცელდება ზღვის დონიდან 1500-2000 მ სიმაღლემდე. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამია 1900-1100°C; ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში შეადგენს 610-1130 მმ; ბოლო წაყინვები აღინიშნება 26.IV-8.V, პირველი წაყინვები 16.IX-8.X; უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა 155-116 დღეა.

ნიადაგის ტიპებიდან გავრცელებულია მთა-მდელოს კორდიანი, ყომრალი მჟავე, ყომრალი გაენერებული ნიადაგები.

მოცემული აგროეკოლოგიური ზონის პირობებში შეიძლება საგაზაფხულო ხორბლის, ქერის, შვრიის, კარტოფილის, ბოსტნეული და კენკროვანი კულტურების, ასევე პერსპექტიულია მეცხოველეობისათვის წვნიანი საკვები ძირხვევნების წარმოება.

VI - აგროეკოლოგიური ზონა მდებარეობს ზღვის დონიდან 2000-2500 მ სიმაღლემდე, ალპურ ზონაში. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შემცირებულია (1100-1000°C და ნაკლებია); ატმოსფერული ნალექების ჯამი თბილ პერიოდში 650-790 მმ; ბოლო ნაყინვები აღინიშნება 7.V-22.V, პირველი ნაყინვები 7.IX-15.IX.

ნიადაგის ტიპებიდან წარმოდგენილია მთა-მდელოს კორდიანი და ყომრალი გაენერებული ნიადაგები. გამომდინარე იქედან, რომ მოცემული აგროეკოლოგიური ზონა მთლიანად ალპურ პირობებში იმყოფება შესაძლებელია წარმოებული იქნას მხოლოდ ისეთი სახეობის კულტურები, რომლებიც ნაკლებ აქტიურ ტემპერატურათა ჯამებს მოითხოვენ (1000-1100°C), კერძოდ, საადრეო კარტოფილი, შვრია, ქერი, ბოსტნეული კულტურები, ასევე კენკროვანები (შავი მოცხარი, ქაცვი), მეცხოველეობის ძირხვენა კულტურები და სათიბ-საძოვრები.

❖ **კითხვები თვითშემოწმებისათვის**

1. როგორი აგროკლიმატური პირობებით და ნიადაგის ტიპებით ხასიათდება აფხაზეთის, აჭარის, გურიის, იმერეთის, რაჭა-ლეჩხუმი - ქვემო სვანეთის და სამეგრელო-ზემო სვანეთის აგროეკოლოგიური ზონები?
2. განიხილეთ დასავლეთ საქართველოს რეგიონებში შესაბამისი პერსპექტიული აგროკულტურების გავრცელება.

ლიტერატურა

- გახოკიძე რ. (2002). ბიოენერგოაქტივატორი. გამომცემლობა „ჯისიანი“, თბილისი.
- გვალვის და მასთან ბრძოლის პრობლემები (2002). საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია, ჰმი-ს შრომები, ტ. 107.
- გუგავა ე., მელაძე გ. (2003). მცენარეთა ეკოლოგია. გამომცემლობა „მერაბ აბელაშვილი“, თბილისი.
- გუნია გ. ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები (2005). საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია, ჰმი-ის შრომები, თბილისი.
- ელიავა ი., ნახუცრიშვილი გ., ქაჯაია გ. (2009). ეკოლოგიის საფუძვლები. თსუ-ის გამომცემლობა.
- თურმანიძე თ. (2001). საქართველოს აგროეკოლოგიური უსაფრთხოების ეროვნული კონცეფციის მეცნიერული უზრუნველყოფის შესახებ. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, №8.
- თურმანიძე თ., ყაჭიაშვილი ქ., შელია ვ. (1995). აგროეკოსისტემების კომპლექსური ეკოლოგიური მონიტორინგის მეცნიერული და ორგანიზაციული საფუძვლები. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, №2.
- კარბელაშვილი ზ., მანჯავიძე შ. (1997). ბიონტესიური მებოსტნეობა. ნიგნი I, თბილისი.
- მელაძე გ. (1998). ეკოლოგია აგრომეტეოროლოგიის საფუძვლებით. ჰიდრომეტ. დეპარტამენტის ბეჭდვისა და პოლიგრაფიის უბანი, თბილისი.
- მელაძე მ. (2007). ორგანული მინათმოქმედების განვითარების მსოფლიო პრაქტიკა და მისი თანამედროვე მდგომარეობა საქართველოში. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰმი-ის შრომები, ტ. 111.
- მელაძე მ. (2008). აგრომეტეოროლოგია. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი.
- მელაძე გ., მელაძე მ. (2010). საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი.

- მელაძე გ., მელაძე მ. (2012). საქართველოს დასავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი.
- მელაძე მ. (2011). სატყეო მეტეოროლოგია და კლიმატოლოგია. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი.
- მჭედლიძე მ., დოლონაძე ზ. (1995). ეკოლოგია მეტეოროლოგიისა და ბუნების დაცვის საფუძვლებით. გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი.
- საქართველოს ნიადაგების რუკა (1999). მთ. რედ. თ.ურუშაძე, კარტოგრაფიული ნაწილის რედ. ჯ.კეკელია, ს.ს. „კარტოგრაფია“, თბილისი.
- ტატიშვილი მ., მელაძე მ., მკურნალიძე ი., კაიშაური მ. (2013) კლიმატის ცვლილების შერბილების თანამედროვე მეთოდები ტყის ეკოლოგიური მონიტორინგისათვის. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. 32.
- ურუშაძე თ. (2001). აგროეკოლოგია. გამომცემლობა „ქრონოგრაფი“, თბილისი.
- ძიძიშვილი რ., ტყეზურჩავა ზ., თხელიძე ა. (2007). სისტემური მიდგომა მემცენარეობაში. სალექციო კურსი (ელ.ვერსია), საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი.
- +100 კითხვა-პასუხი გამოყენებით ეკოლოგიაში (2011). თ.ურუშაძის და ლ.მაჭავარიანის რედაქციით. თსუ-ის გამომცემლობა.
- Куликов Я.К. (2012). Агроэкология. Изд. ВШМИНСК, ISBN:9850620798.
- Меладзе Г.Г. (1991). Экологические факторы и производство сельскохозяйственных культур. Гидрометеиздат, Л.
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г. (2005). Основы общей экологии. Изд. «Логос», М.
- Хефлинг Г. (1990). Тревога в 2000 году. Изд. «Мысль», М.
- Agricultural and Forest Meteorology (2008). International journal, Heaquartered in Amsterdam, Netherland.
- Eric Lichtfouse (Editor). (2012). Agroecology and Strategies for Climate Change. France, ISBN: 2210-4410, Sustainabile Agriculture Reviews 8.

- Harpal S.Mavi, Graeme I.Tupper (2004). Agrometeorology: Principles and Applications of Climate States in Agriculture. Haworth Press Ins., Austria.
- Human Development Report (2007-2008). Fighting Climate Change: Human Solidarity Divided Word. Published for the United Nations Development Programme (UNDP).
- Impacts of Desertification and Drought and Other Extreme Meteorological Events (2006). Prepared by Gathara S.T. Geneva, Switzerland.
- Kogan F. (2001). Global Drought Watch from Space. Bull.Amer. Meteorology.
- Stephen R. Cliesman (2000). Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Lewis Publishers 1-57504-043-3, Printed in the USA.
- Schulze, E.-D.; Beck, E; Muller-Hohenstein, K. (2005). Plant Ecology. www.springer.com/978-3-540-20833-4.
- Wojtkowski P.A. (2006). Introduction to agroecology: principles and practices. Food Products Press.
- www.climatechange.telenet.ge
- www.WMO.int/pages/index_en.html.

მაია მელაძე
აგროეკოლოგიის ძირითადი საფუძვლები

MAIA MELADZE
PRINCIPLES OF AGROECOLOGY



გამომცემლობა „უნივერსალი“

თბილისი, 0179, ი. ჯავახიშვილის გამზ. 19, ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30

E-mail: universal@internet.ge