

მარინა სეხნიაშვილი

ბიოლოგია

XII კლასი

მოსწავლის წიგნი

(პირველი ნაწილი)



მარინა სეხნიაშვილი

ბიოლოგია

XII კლასი, მოსწავლის წიგნი

კომპიუტერული უზრუნველყოფა
მანანა კვერნაძე

© გამომცემლობა „კლიო“, 2024

© მარინა სეხნიაშვილი, 2024

ყველა უფლება დაცულია

ISBN 978-9941-496-68-4

პირველი გამოცემა (2024)



შპს „გამომცემლობა კლიო“
აღმაშენებლის გამზ., №181-2,
თბილისი, 0112

ტელ.: (+995 32) 234 04 30

E-mail: book@klio.ge; www.klio.ge

სარჩევი

თემა 1. ეკოლოგია 5

1.1. ეკოლოგია, როგორც მეცნიერება.....	6
1.2. ეკოლოგიური ფაქტორები	12
1.3. აბიოტური ფაქტორები.....	16
1.4. ბიოტური ფაქტორები	21
1.5. კვებითი ჯაჭვები და კვებითი ქსელები	35
1.6. ენერგიისა და ნივთიერებათა გადაცემა ეკოსისტემაში.....	41
1.7. ბიოგეოქიმიური ციკლი	46
1.8. ადამიანის გავლენა ეკოსისტემაზე	52
1.9. ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების ეკოლოგიური მნიშვნელობა	59

თემა 1-ის შეჯამება 71

თემა 2. ვირუსიდან ადამიანამდე 83

2.1. სხვადასხვა სისტემატიკური ჯგუფი	83
2.1.1. მიკროორგანიზმები. ვირუსები	84
2.1.2. ბაქტერიები	89
2.1.3. პროტისტები.....	96
2.1.3.1. წყალმცენარეები	97
2.1.3.2. პროტოზოები.....	101
2.1.4. დაავადების გამომწვევი მიკროორგანიზმები	103
2.1.4.1. ინფექციური დაავადებები.....	104
2.1.4.2. იმუნური სისტემა.....	108
2.1.4.3. პათოგენებთან ბრძოლის სხვადასხვა მეთოდი	113
2.1.4.4. იმუნური სისტემის დარღვევები.....	114
2.1.5. სოკოები	118
2.1.6. მცენარეები.....	124
2.1.6.1. სპოროვანი მცენარეები.....	126
2.1.6.2. თესლოვანი მცენარეები.....	129
2.1.6.3. მცენარეთა სასიცოცხლო ციკლი	137

მოსწავლის წიგნში გამოყენებული პირობითი ნიშნები



გაიხსენე, იმსჯელე – ბიოლოგიაში ან სხვა საგნებში მიღებული ცოდნის გახსენება; პრობლემურ კითხვაზე/თემაზე დისკუსია.



პრაქტიკული დავალებები – კვლევითი სამუშაო: დაკვირვება, ექსპერიმენტი, ჩატარებული კვლევის მონაცემების ანალიზი, დასკვნა, კვლევის ანგარიშის მომზადება; მოდელის შექმნა და გამოყენება.



დავალებები – კითხვებზე პასუხების გაცემა, მუშაობა სავარჯიშოებსა და სიტუაციურ ამოცანებზე; სურათებზე, გრაფიკებსა და ცხრილებში მოცემული მონაცემების ანალიზი, მონაცემების ორგანიზება სქემებში.



მეცნიერება პრაქტიკაში – მეცნიერული თეორიის კავშირი და გამოყენება რეალურ ცხოვრებაში, მნიშვნელოვანი მეცნიერული აღმოჩენები და მათი შეფასება, გავლენა ტექნოლოგიების განვითარებაზე, საზოგადოებასა და გარემოზე.

თემა 1. ეკოლოგია



ბოლო დროს ძალიან პოპულარული გახდა ტერმინი „ეკოლოგია“. უფრო ხშირად მას იყენებენ, როდესაც საუბრობენ ბუნებრივი გარემოს არასახარბიელო მდგომარეობაზე, ზოგჯერ კი ამ ტერმინს ხმარობენ ისეთ სიტყვებთან ერთად, როგორიცაა საზოგადოება, ოჯახი, კულტურა, ჯანმრთელობა.

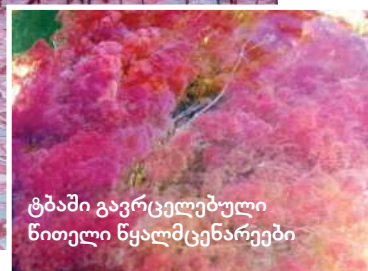
- რა ტიპის ურთიერთობები შეიძლება იყოს სურათზე მოცემულ ორგანიზმებს შორის?
- რა ურთიერთდამოკიდებულება შეიძლება იყოს ცოცხალ და არაცოცხალ ბუნებას შორის?
- რა კავშირია ადამიანსა და მის გარემომცველ ბუნებრივ გარემოს შორის?
- როგორ იცვლებოდა ურთიერთობა ადამიანსა და ბუნებას შორის ცივილიზაციის განვითარებასთან ერთად?
- რა კავშირია ეკოლოგიასა და ბუნების დაცვას შორის?
- როგორ ფიქრობ, ნუთუ ეკოლოგია იმდენად ზოგადი მეცნიერებაა, რომ მოიცავს კაცობრიობის წინაშე მდგარ სხვადასხვა ტიპის პრობლემებს? დაასაბუთე შენი პასუხი.
- რატომ შეიძინა ეკოლოგიამ დღეს ასეთი მნიშვნელობა?
- გამოთქვი მოსაზრება – რას შეისწავლის ეკოლოგია, როგორც მეცნიერება.



ნატრონის ტბა



მარილის ბორცვები



ტბაში გავრცელებული
ნათელი წყალმცენარეები

ტექსტსა და სურათზე მოცემული ინფორმაციის მიხედვით უპასუხე თანდართულ კითხვებს:

სურათზე წარმოდგენილია აღმოსავლეთ აფრიკის მინერალური მარილებით მდიდარი ერთ-ერთი ტბა, კერძოდ, ტანზანიაში მდებარე ნატრონის ტბა. წყლის აორთქლების გამო, ტბა დაფარულია მარილიანი ქერქით და მისგან გამოყოფილი ბუშტუკებით. ტბის ტუტიანობა მერყეობს 9-10,5 pH-ს შორის, ხოლო წყლის ტემპერატურა 60°C-ს აღწევს. ამიტომ ცხოველები (ძირითადად, ფრინველები), რომლებიც ტბაში ვარდებიან, მაშინვე იღუპებიან, ხოლო მათი ნაშთები იფარება მინერალებით და იქცევა ქვის ქანდაკებებად. მეცნიერები თვლიან, რომ ფრინველების დეზორიენტაციის შესაძლო მიზეზი ტბის ზედაპირის ძლიერი არეკვლაა (ამ ბუნებრივი ქანდაკებების ფოტოები პირველად ფოტოგრაფმა ნიკ ბრანდტმა გადაიღო).



ასეთი პირობების მიუხედავად, ნატრონის ტბაში ცხოვრებას მაინც შეეგუა მიკროორგანიზმები-
სა და თევზების ზოგიერთი სახეობა. მაგალითად, ამ ტბაში ცხოვრობს თევზის ენდემური სახეობა
ტუტე ტილაპია – *Alcolapia alcalica*.

როგორც სურათზე ჩანს, ნატრონის ტბა მონიტალო ვარდისფერია. მის შეფერილობას განა-
პირობებს წითელი პიგმენტის შემცველი ციანობაქტერიები (ჰალოფილური ციანობაქტერიები) და
წითელი წყალმცენარეების ზოგიერთი სახეობა, ასევე, ზოგიერთი მინერალის შეფერილობა. წვიმის
შემდეგ მტკნარი წყალი მარილიან ზედაპირზე გროვდება, წყალმცენარეც ზუსტად ამ ადგილებში
ბინადრობს. ეს წყალმცენარეები ვარდისფერი ფლამინგოს საკვებია. წითელი წყალმცენარე ფრინ-
ველების ბუმბულის მისთვის დამახასიათებელ ვარდისფერ შეფერილობას ანიჭებს. ფლამინგოები
გამრავლების პერიოდში ტბაზე მილიონობით იყრის თავს. ისინი ბუდეებს იკეთებენ წყლის აორთქ-
ლების შედეგად წარმოქმნილ მარილის „კუნძულებზე“/„ბორცვებზე“, რომლებსაც გარს აკრავს
ტბის მომაკვდინებელი წყალი და იცავს მტაცებლებისგან. ფლამინგოს ფეხებზე არსებული სქელი
კანი მას აძლევს ტბაში გადაადგილების საშუალებას.

ნატრონის ტბა თავისი ფერითა და ფლამინგოებით აფრიკის ველური ბუნების სილამაზის დას-
ტურია. იგი მსოფლიოს ველური ბუნების ფონდის სიაშია შეტანილი. ტბას განზავების საშიშროებას
უქმნის ძლიერი წვიმებით გამოწვეული წყალდიდობა და ადამიანის საქმიანობაც, მაგალითად, ტბის
ჩრდილოეთით მტკნარი წყლის დასაგროვებლად აშენებული კაშხალი. ნატრონის ტბის კიდეც ერთ
საფრთხეს წარმოადგენს მის სანაპიროზე სოდაგადამამუშავებელი ქარხანა: ტბიდან წყალს ამო-
ტუმბავენ და შემდეგ იღებენ ნატრიუმის კარბონატს, რომელსაც იყენებენ სარეცხი ფხვნილის
დასამზადებლად.

- რა ტიპის ურთიერთობაა აღწერილი ტექსტში ცოცხალ ორგანიზმებს შორის?
- რა ურთიერთობაა არაცოცხალ ბუნებასა და ცოცხალ ორგანიზმებს შორის? მოიყვანე
ტექსტიდან შესაბამისი მაგალითები.
- რატომ არის ხელსაყრელი ეს გარემო ფლამინგოების გასამრავლებლად?
- რა ფაქტორი ზღუდავს ამ ტბაში სიცოცხლის მრავალფეროვნებას?
- რა საფრთხეს უქმნის ნატრონის ტბას ადამიანის საქმიანობა?

ტერმინი ეკოლოგია 1866 წელს შემოიტანა გერმანელმა მეცნიერმა ჰეკელმა. ეკოლოგია წარმოდგება ორი ბერძნული სიტყვისგან: „oi-
kos“ – სახლი, საცხოვრებელი, „logos“ – მე-
ცნიერება. ამიტომ ვიწრო გაგებით ეკოლოგია
არის მეცნიერების დარგი საარსებო გარემოს
შესახებ, ხოლო ფართო გაგებით ეკოლოგია
არის მეცნიერების დარგი, რომელიც შეისწა-
ვლის ურთიერთქმედებას ორგანიზმებს, ორ-
განიზმებსა და საარსებო გარემოს შორის.
ეკოლოგიური თვალსაზრისით, გარემო წარ-
მოადგენს საარსებო პირობების კომპლექსს,
რომელიც ამა თუ იმ ხარისხით, პირდაპირ
თუ არაპირდაპირ ურთიერთქმედებაში შედის
ორგანიზმთან და მოქმედებს მის ცხოველქ-
მედებაზე. გარემო პირობების ერთობლიო-
ბას, რომელიც ორგანიზმს უზრუნველყოფს
საკვებით, თავშესაფრითა და გამრავლები-
სათვის საჭირო ადგილით, **საარსებო გარემო**
ეწოდება.

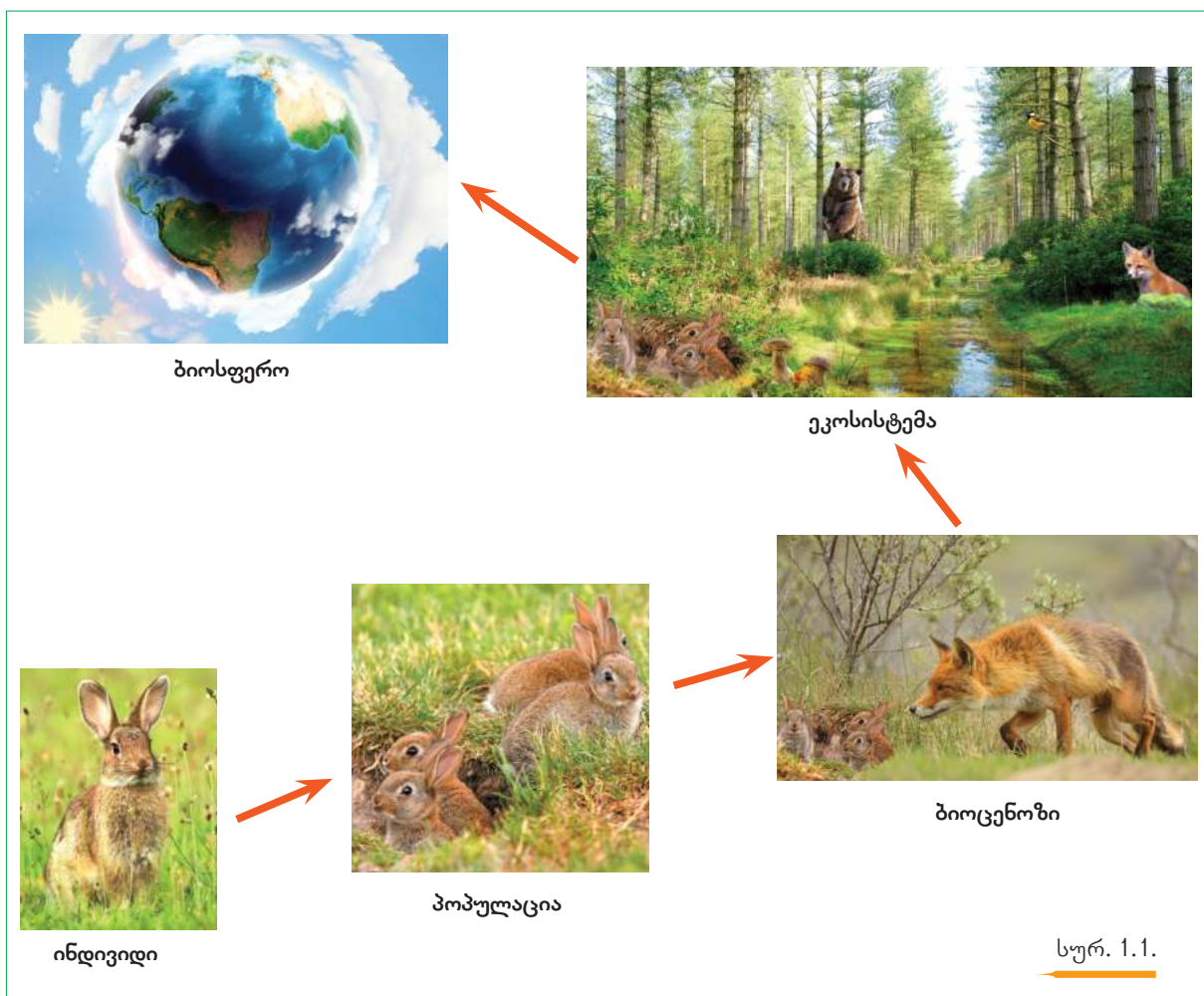
ყველა სახეობა საარსებო გარემოში არსე-
ბულ გარკვეულ პირობებთან არის შეგუებული-

ლი. მაგალითად, კურდღლისთვის საარსებო
გარემოში ძალიან მნიშვნელოვანია საკვები,
საარსებო სივრცე, მტაცებლები, კონკურენ-
ტები, დაავადების გამომწვევები, კლიმატუ-
რი პირობები და ა.შ. ევოლუციის პროცესში
ორგანიზმები განსახლდნენ დედამიწაზე და
შეეგუენენ გარემოს განსხვავებულ საარსებო
პირობებს. ორგანიზმების ერთმანეთთან და
არაცოცხალ ბუნებასთან ურთიერთქმედების
შედეგად დედამიწაზე ჩამოყალიბდა მრავალ-
ფეროვანი ორგანული სამყარო. თავის მხრივ,
ორგანიზმების ცხოველქმედებამ გავლენა
მოახდინა არაცოცხალ ბუნებაზე, რომელიც
განვითარდა და შეიცვალა ცოცხალ ბუნებას-
თან ერთად.

ეკოლოგები ბუნებას შეისწავლიან ორგა-
ნიზაციის სხვადასხვა დონეზე, ორგანიზმიდან
დანწყებული მთელი ბიოსფეროს ჩათვლით
(სურ. 1.1). თითოეულ დონეზე არის რთუ-
ლი ურთიერთობები ორგანიზმებს შორის,
ცოცხალსა და არაცოცხალ ბუნებას შორის.
ეკოლოგები ურთიერთობებს შეისწავლიან

თითოეულ დონეზე და სხვადასხვა დონეს შორის. მაგალითად, მეცნიერები სწავლობენ არამარტო კურდღლის პოპულაციის ინდივიდებს შორის დამოკიდებულებას, არამედ

კურდღელსა და მცენარეულ საფარს შორის, კურდღელსა და მელას შორის ურთიერთობას, კურდღელსა და არაცოცხალი ბუნების კომპონენტებს შორის.

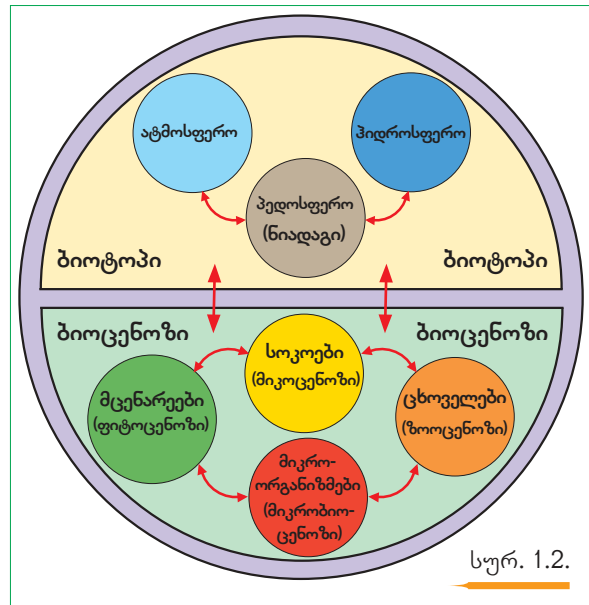


- **ინდივიდი** – ცალკეული ცოცხალი არსება/ორგანიზმი, მაგალითად, კურდღელი.
- **პოპულაცია** – არის ერთი სახეობის თავისუფლად შეფჯვარებადი ყველა ინდივიდის ერთობლიობა, რომელიც ხანგრძლივად არსებობს გარკვეულ ტერიტორიაზე და შედარებით გამოცალკევებულია ამავე სახეობის სხვა დაჯგუფებისგან (მაგალითად, კურდღლის პოპულაცია). პოპულაცია ხასითდება დაკავებული ტერიტორიის ფართობით, პოპულაციის სიმჭიდროვით (ფართობის ერთეულზე ინდივიდების რიცხვით), სქესობრივი და ასაკობრივი შემადგენლობით, გენოფონდით.

- **ბიოცენოზი ანუ თანასაზოგადოება** – გარკვეულ ტერიტორიაზე ბინადარი ყველა სახეობის პოპულაციების ერთობლიობა (მაგალითად, კურდღლის, მელის, დათვის, ბალახოვანი და ხემცენარეების, ხავსებისა და სხვა პოპულაციების) – ცოცხალი ორგანიზმების მიერ წარმოქმნილი თვითმარეგულირებადი ბიოლოგიური სისტემა. ყოველი ბიოცენოზი ხასითდება განსხვავებული სახეობათა შემადგენლობითა და მრავალფეროვნებით, პოპულაციების სიმჭიდროვით. ბიოცენოზში თითოეულ სახეობას აქვს თავისი უნიკალური ეკოლოგიური როლი. მაგალითად, ჭიაყელები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ნიადა-

გის სტრუქტურის ფორმირებასა და ჰუმუსით გამდიდრებაში.

- **ეკოსისტემა ანუ ბიოგეოცენოზი** – არის დედამიწის ნაწილში არსებული ყველა პოპულაციისა და არაცოცხალი კომპონენტების ერთობლიობა. იგი მდგრადობას ინარჩუნებს დროის გარკვეული პერიოდის განმავლობაში. ყველა არაცოცხალ კომპონენტთან ერთად ტერიტორიას, რომელსაც იკავებს ბიოცენოზი **ბიოტოპი** ეწოდება. ეკოსისტემა მოიცავს ბიოტოპსა და ბიოცენოზს (სურ. 1.2). ეკოსისტემის ყველა კომპონენტი ურთიერთქმედებს და გავლენას ახდენს ერთმანეთზე. ტერმინი ეკოსისტემა მეცნიერებაში შემოიტანა ინგლისელმა ბოტანიკოსმა არტურ ტენსლიმ 1935 წელს. განასხვავებენ ხმელეთისა და წყლის, ბუნებრივ და ხელოვნურ (ადამიანის მიერ შექმნილ) ეკოსისტემებს. საარსებო პირობებზე დამოკიდებულებით, სხვადასხვა ეკოსისტემა ერთმანეთისგან განსხვავდება სახეობრივი შემადგენლობითა და მრავალფეროვნებით, დაკავებული ტერიტორიით.
- **ბიოსფერო** – ცოცხალი ორგანიზმებით დასახლებული დედამიწის ნაწილი, ანუ ცოცხალი და არაცოცხალი ბუნების რთული ურთიერთქმედების შედეგად ჩამო-



ყალიბებული სხვადასხვა ეკოსისტემის ერთიანი სისტემა.

ეკოლოგია შეისწავლის ეკოსისტემების განვითარების კანონზომიერებებს, ეკოსისტემაში ორგანიზმებისა და არაცოცხალი ბუნების ურთიერთქმედებას, თანასაზოგადოებისა და ბიოსფეროს ევოლუციას. სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის პერიოდში იგი არის ბუნების დაცვის, ეკოსისტემების განვითარების პროგნოზირებისა და მართვის საფუძველი.

ეკოლოგიური კვლევის მეთოდები

ექსპერიმენტული მეთოდი. ექსპერიმენტებს მეცნიერები ატარებენ არამართო ლაბორატორიულ, არამედ საველე პირობებშიც. რასაკვირველია, საველე პირობებში უფრო ძნელია ცვლადებს შორის დამოკიდებულებაზე დაკვირვება უამრავი ბუნებრივი ფაქტორის არსებობის გამო. სამაგიეროდ, საველე ექსპერიმენტი იძლევა ბუნებრივ პირობებში ორგანიზმებს შორის ურთიერთობის უფრო ზუსტ სურათს. მაგალითად, იმის დასადგენად, თუ რა გავლენას ახდენენ ირმები მცენარეთა თანასაზოგადოებასა და წვრილი ცხოველების პოპულაციებზე, მეცნიერებს შეუძლიათ ირმების გავრცელების გარკვეული ტერიტორია შემოსაზღვრონ ისე, რომ ირმები მოექცნენ შემოსაზღვრული ტერიტორიის შიგნით.

გარკვეული დროის განმავლობაში მეცნიერები აკვირდებიან, თუ როგორ იცვლება გარემო შემოღობილ და შემოუღობავ ტერიტორიებზე. შედეგების ანალიზის საფუძველზე მეცნიერებს შეუძლიათ დაადგინონ, თუ როგორ იცვლება უბანი, სადაც ირმები საკვებს მოიპოვებენ.

მეცნიერები ეკოლოგიური კვლევის ჩასატარებლად ეყრდნობიან სხვადასხვა მეთოდსა და ინსტრუმენტს. ხელსაწყოები შეიძლება მერყეობდეს მარტივი საზომი ლენტიდან (მაგ., ორგანიზმის ზომის დასადგენად) კომპიუტერულ რთულ სისტემამდე, რომელიც გამოიყენება, მაგალითად, ეკოსისტემის მოდელის შესაქმნელად.

დაკვირვება. დაკვირვება დროის განმავლობაში ჩვეულებრივ ბუნებრივ პირობებში რაღაცის ყურადღებით ყურების აქტია. ასეთი დაკვირვებები შეიძლება წარმოებდეს შეუიარაღებელი თვალით ან ბინოკლით, ლუპით და დისტანციურად, თუ საკვლევ ეკოსისტემაში დამონტაჟებული იქნება ვიდეოკამერები. აქტიურად მოძრავი ცხოველების პოპულაციაზე დასაკვირვებლად იყენებენ სატელიტურ ტექნოლოგიებს. მაგალითად, კენიაში მეცნიერები იყენებენ GPS-ს სპილოების მოძრაობის თვალყურისთვის (სურ. 1.3). დაკვირვება შეიძლება იყოს ხანმოკლე ან ხანგრძლივი. ხანგრძლივი/გრძელვადიანი ეკოლოგიური კვლევები მეცნიერებისთვის ძალიან მნიშვნელოვანია, რადგან გარემოს ცვლილებების უმეტესობა დიდი ხნის განმავლობაში მიმდინარეობს. მაგალითად, ქურციკი ჩვენს ტერიტორიაზე გამქრალ სახეობად ითვლება და მეცნიერები ხანგრძლივად იკვლევდნენ ვაშლოვანის ნაკრძალის ტერიტორიის ბუ-



სურ. 1.3.

ნებრივ პირობებს, თუ რამდენად შესაფერისი იყო მის გასამრავლებლად. მხოლოდ ამის შემდეგ შემოიყვანეს იგი აზერბაიჯანის ტერიტორიიდან ვაშლოვანის ნაკრძალში.

მოდელირება. ბუნებრივი ეკოსისტემების შესწავლის საფუძველზე მეცნიერებმა შექმნეს სპეციალური კომპიუტერული პროგრამები, რომელთა საშუალებით ქმნიან ეკოსისტემის მოდელებს; ცვლიან ეკოსისტემის სხვადასხვა კომპონენტს – ცოცხალს და არაცოცხალს – აკვირდებიან ეკოსისტემის ცვლილებას, შედეგებს აანალიზებენ და აკეთებენ პროგნოზს, თუ მსგავსი ცვლილებები რა გავლენას მოახდენს ბუნებრივ ეკოსისტემებზე.

კვადრატის მეთოდი. მცენარეთა და ნაკლებად მოძრავი წვრილი უხეხრხემლო ცხოველების პოპულაციის მონიტორინგისთვის მეცნიერები იყენებენ საკვლევ ეკოსისტემის ტერიტორიის კვადრატებად დაყოფის მეთოდს. კვადრატი არის ხის ან ლითონისგან დამზადებული კვადრატული ჩარჩო (სურ. 1.4). ამ ჩარჩოს ათასებენ საკვლევ ეკოსისტემის ალაღბებზე/შემთხვევით შერჩეულ მონაკვეთზე/უბანზე და იღებენ სინჯებს, ანუ მცენარეთა ან მცირე ზომის ნაკლებად მოძრავი ცხო-

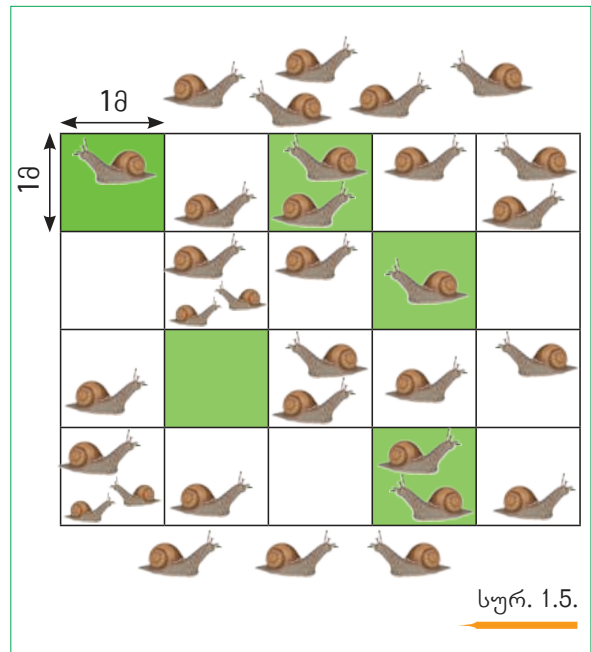


სურ. 1.4.

ველები პოპულაციის ზომის დასადგენად, მეცნიერები ითვლიან ამ ორგანიზმთა რაოდენობას ეკოსისტემის თითოეულ შემთხვევით შერჩეულ მონაკვეთში. სიზუსტისთვის რამდენიმე სინჯს იღებენ და გამოიანგარეშებენ საშუალო სიდიდეს.

სურათზე (სურ. 1.5) შემოთავაზებული მაგალითის შემთხვევაში, მეცნიერებმა კვადრატის მეთოდის გამოყენებით შეისწავლეს მინდორში ვაზის ლოკოკინას პოპულაცია. მარტივი ფორმულის გამოყენებით შეიძლება პოპულაციის რიცხოვნობის შეფასება: $T = NA$, სადაც T არის მთელი პოპულაციის რიცხოვნობა, N – დათვლილი ინდივიდების საერთო რიცხვი/კვადრატების რიცხვი, A – საერთო ფართი/კვადრატის ფართობი.

მაგალითად, სურათზე (სურ. 1.5) წარმოდგენილი ყოველი შეფერადებული უბანი წარმოადგენს კვადრატს. ხუთ კვადრატში დათვლილია 6 ლოკოკინა. ყოველი კვადრატის ფართი არის 18^2 . გამოსაკვლევი მინდვრის ფართი არის 2008^2 .



$T = 6/5 \times 2008^2/18^2 = 1,20 \times 200 = 240$,
ე.ი. მინდორში ლოკოკინის პოპულაციის რიცხოვნობა 240-ია.



1. რა პირობებით უნდა უზრუნველყოს ორგანიზმები საარსებო გარემომ?
2. რა განსხვავებაა პოპულაციასა და ბიოცენოზს შორის?
3. რა განსხვავებაა ბიოცენოზსა და ბიოგეოცენოზს/ეკოსისტემას შორის?
4. რა მნიშვნელობა აქვს ეკოსისტემის კვლევას?
5. სურათზე მოცემული ინფორმაციის მიხედვით გამოთვალე გვირილის პოპულაციის რიცხოვნობა. სინჯები აღებულია შეფერადებული კვადრატებიდან და გამოსაკვლევი მინდვრის ფართობი 1008^2 -ია.
6. კვადრატის მეთოდის გამოყენება, კონკრეტული პოპულაციის რიცხოვნობის განსაზღვრის გარდა, კიდევ რა მიზნით შეიძლება?
7. რა განსხვავებაა ლაბორატორიულ და საველე პირობებში ჩატარებულ ექსპერიმენტებს შორის?
8. რა უპირატესობა და ნაკლი აქვს საველე პირობებში ჩატარებულ ექსპერიმენტს ლაბორატორიულ ექსპერიმენტთან შედარებით?

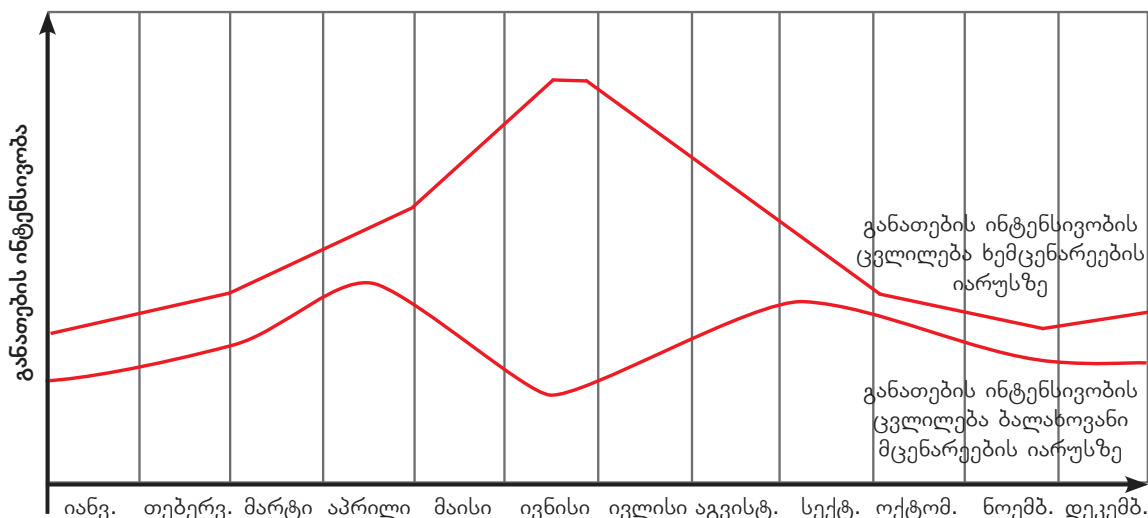




სინათლის განაწილება ტყეში

მოსწავლეები იკვლევდნენ ტყის ეკოსისტემას. მათ შენიშნეს, რომ ტყეში მცენარეები იარუსებად არიან განაწილებულნი და გამოყვეს ორი ძირითადი იარუსი: ყველაზე მაღალი იარუსი - ხემცენარეების და ყველაზე დაბალი იარუსი - ბალახოვანი მცენარეების.

მოსწავლეებმა გაზომეს მზის სინათლის ინტენსივობა, რომელიც აღწევს თითოეულ იარუსს წლის სხვადასხვა პერიოდში. მათი შედეგები ნაჩვენებია გრაფიკზე.



გაეცანი გრაფიკზე მოცემულ ინფორმაციას და უპასუხე კითხვებს:

- რომელ თვეში აღწევს ყველაზე მეტი სინათლე ხემცენარეების იარუსს?
- რომელ თვეში აღწევს ყველაზე მეტი სინათლე ბალახოვანი მცენარეების იარუსს?
- როგორ ფიქრობ, რატომ არის სინათლის რაოდენობა, რომელიც აღწევს ბალახოვანი მცენარეების იარუსს ზაფხულის შუა რიცხვებში უფრო დაბალი, ვიდრე გაზაფხულზე?
- მოსწავლეებმა ქვედა იარუსზე ადრე გაზაფხულზე შენიშნეს აყვავებული ყორივარდა. ყორივარდები თებერვლის ბოლოსა და მარტის დასაწყისში იწყებენ ყვავილობას ტუბერებში დაგროვებული საკვები ნივთიერებების ხარჯზე. ივნისში მათი ფოთლები კვდება. რატომ ყვავიან ყორივარდები ადრე გაზაფხულზე?
- რატომ კვდება ყორივარდას ფოთლები ივნისში?

ორგანიზმზე, პოპულაციასა და მთლიანად ბიოცენოზზე პირდაპირ ან ირიბად გავლენას ახდენს გარემოს სხვადასხვა კომპონენტი, რასაც **ეკოლოგიური ფაქტორები** ეწოდება. ეკოლოგიურ ფაქტორებს ყოფენ ბიოტურ და აბიოტურ ფაქტორებად.

აბიოტური ფაქტორებია არაცოცხალი ბუნების ყველა ის კომპონენტი, რომლებიც გავლენას ახდენს ორგანიზმზე, პოპულაციასა და ბიოცენოზზე: კლიმატური ფაქტორები (ტემპერატურა, სინათლე, ტენიანობა, ჰაერის მასების მოძრაობა (ქარი), წნევა, ნალექები),

ნიადაგის, ატმოსფეროს, წყლის ქიმიური შედგენილობა, pH და ა.შ. ამ ფაქტორების ინტენსივობა და მათი ერთობლიობა განსაზღვრავს, თუ რომელ ცოცხალ ორგანიზმებს შეუძლიათ კონკრეტულ გარემოში არსებობა და გადარჩენა.

ბიოტური ფაქტორებია ცოცხალი ორგანიზმები (ბაქტერიები, სოკოები, მცენარეები და ცხოველები), მათი ურთიერთქმედებისა და ერთმანეთზე ზეგავლენის ერთობლიობა. ცოცხალი ორგანიზმების თითოეული ფორმა განსაკუთრებულ როლს ასრულებს ეკოსის-

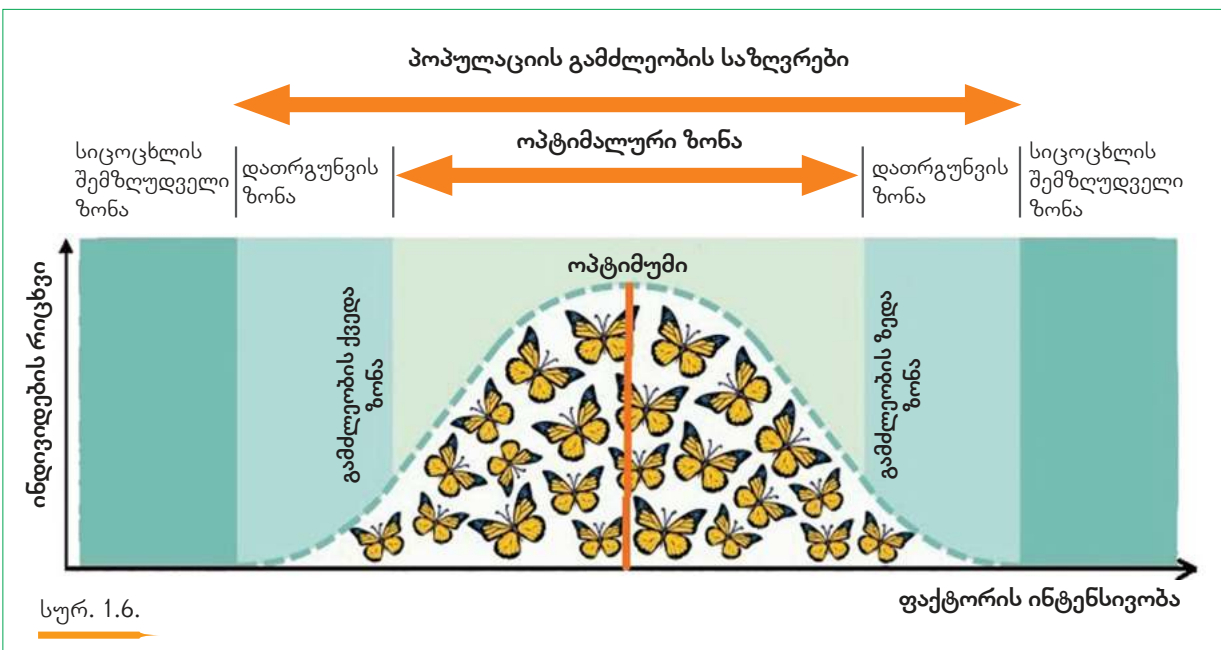
ტემაში. მაგალითად, მტაცებლები ეკოსისტემაში სანიტრის როლს ასრულებენ – პირველ რიგში ანადგურებენ სუსტ და დაავადებულ მსხვერპლს. ბიოტური ფაქტორებიდან ცალკე გამოყოფენ **ანთროპოგენურ ფაქტორს**, რაც გულისხმობს ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის გავლენას მთლიანად ბუნებაზე.

ეკოლოგიური ფაქტორის ინტენსივობას, რომელიც ყველაზე ხელსაყრელია კონკრეტული სახეობის ორგანიზმისთვის, **ოპტიმალური სიდიდე**, ანუ **ოპტიმუმი** ეწოდება. ოპტიმალური ზონიდან გადახრილი ფაქტორის ზემოქმედება ორგანიზმის ცხოველქმედების დათრგუნვას იწვევს. ფაქტორის სიდიდეს, რომლის იქითაც ორგანიზმს არსებობა აღარ შეუძლია, **გამძლეობის ზღვარი** ეწოდება. მას აქვს გამძლეობის ქვედა და ზედა ზღვარი (სურ. 1.6). თუ გასცდა ფაქტორის ინტენსივობა გამძლეობის ზღვარს, მაშინ იგი ორგანიზმზე

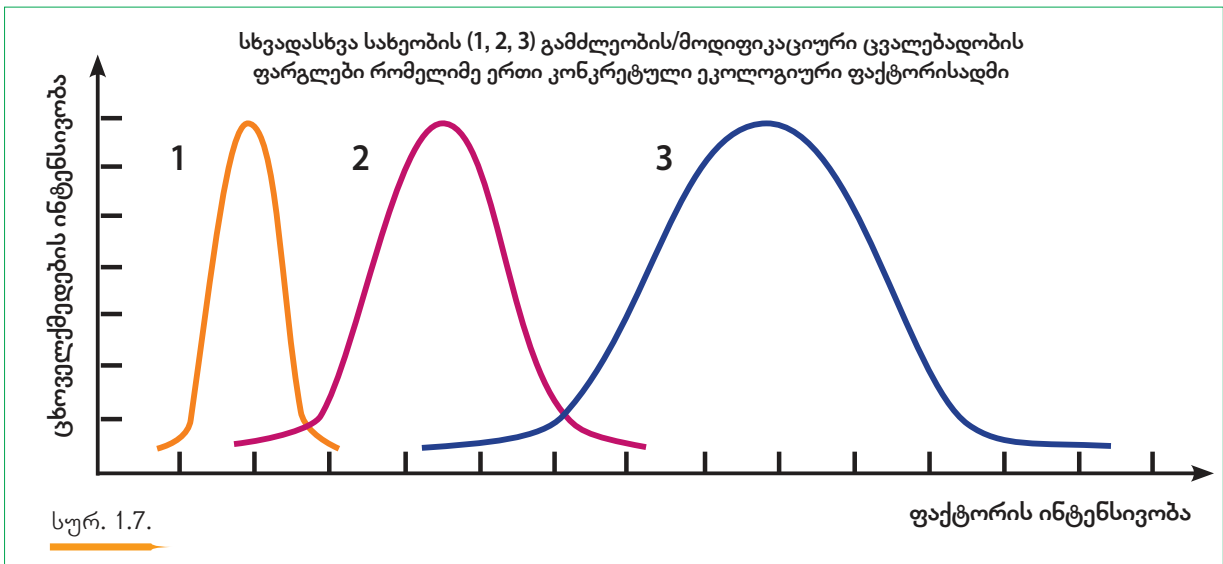
სიცოცხლის შემზღუდველად მოქმედებს და მას **შემზღუდველი ფაქტორი** ეწოდება.

შეგახსენებთ, რომ მოდიფიკაციურ ცვალებადობას დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმის გარემოს ცვლად პირობებთან შეგუებისათვის. კონკრეტული ფაქტორის მიმართ გამძლეობის საზღვრები (ფარგლები) ნიშნავს, თუ ამ ფაქტორის მიმართ რა ფარგლებში ხდება ორგანიზმში მოდიფიკაციური ცვალებადობა.

რაც უფრო ფართოა მოდიფიკაციური/ეკოლოგიური ცვალებადობის ფარგლები, ორგანიზმი მით უფრო ადვილად ეგუება შეცვლილ გარემო პირობებს. ერთი და იმავე სახეობის გამძლეობის საზღვრები/მოდიფიკაციური ცვალებადობის ფარგლები სხვადასხვა ეკოლოგიური ფაქტორისადმი და, ამავე დროს, სხვადასხვა სახეობის გამძლეობის ფარგლები კონკრეტული ფაქტორისადმი განსხვავებულია (სურ. 1.7).

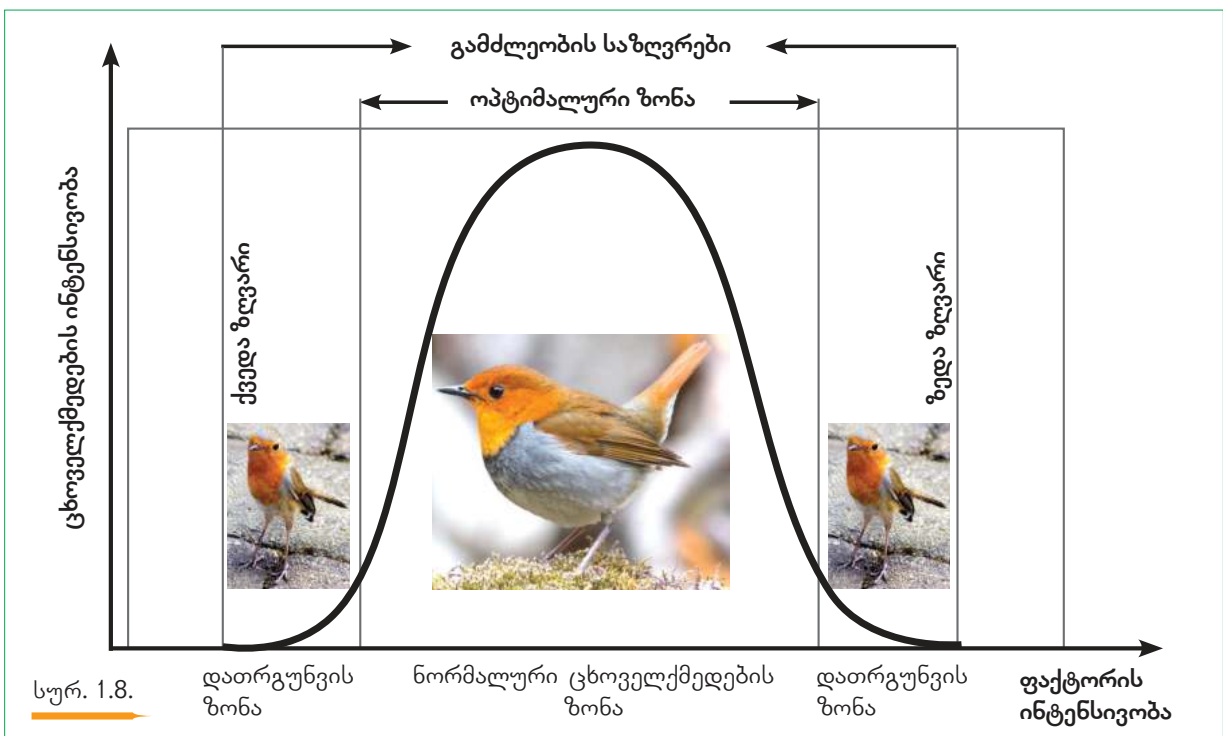


1. რა არის ეკოლოგიური ფაქტორები და როგორ აჯგუფებენ მათ?
2. მოიყვანე აბიოტური ფაქტორების მაგალითები.
3. შეარჩიე შენთვის ნაცნობი ეკოსისტემა და აღწერე მისი აბიოტური და ბიოტური ფაქტორები.
4. რა არის ოპტიმუმი? შემზღუდველი ფაქტორი?
5. რა კავშირია შემდეგ ფაქტებს შორის: 1) ზამთარში ცოტა მფრინავი მწერებია შესამჩნევ; 2) მერცხლები შემოდგომით თბილ ქვეყნებში მიფრინავენ.
6. დაასახელე ორი აბიოტური ფაქტორის მაგალითი, რომლებმაც შეიძლება განსაზღვროს, რამდენად ხელსაყრელია გარემო ცოცხალი ორგანიზმების არსებობისთვის.



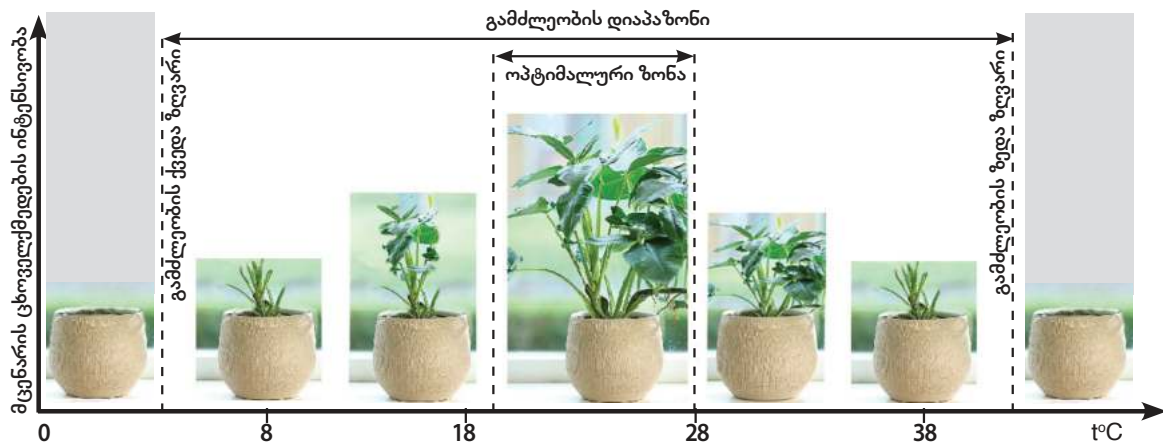
ორგანიზმზე ყოველთვის მოქმედებს გარემოს ფაქტორების კომპლექსი. სხვადასხვა ეკოლოგიური ფაქტორები ურთიერთქმედებენ, ეკოსისტემაში ერთი ფაქტორის შეცვლამ შეიძლება გავლენა მოახდინოს ბევრ სხვა ფაქტორზე. ასევე, ერთი ფაქტორის ცვლილებამ შეიძლება შეამციროს გამძლეობის საზღვრები სხვა ფაქტორისადმი, ან პირიქით — გაზარდოს იგი. მაგალითად, თუ ბელურას ზამთარში აქვს საკმარისი საკვები (ოპტიმალური), მისი გამძლეობის საზღვრები ტემპერატურისადმი იზრდება, ხოლო თუ არასაკმარისი საკვები

აქვს, მცირდება. ასევე, ოპტიმალური ტემპერატურა ზრდის მცენარეების გამძლეობას ტენისა და საკვების ნაკლებობისადმი. მაგრამ თუ რომელიმე ერთი ფაქტორი გასცდა გამძლეობის საზღვრებს (ყველა დანარჩენი ფაქტორი ოპტიმალურიც რომ იყოს), მაშინ იგი მოქმედებს სიცოცხლის შემზღუდველად და ორგანიზმი იღუპება. **ამრიგად, სხვადასხვა ეკოლოგიური ფაქტორი ერთმანეთზე გავლენას ახდენს, მაგრამ ერთის მეორით ჩანაცვლება (კომპენსაცია) არ ხდება.**





7. სურათ 1.7-ის მიხედვით განსაზღვრე, რომელი სახეობა შეეგუება ადვილად მოცემული ფაქტორის ინტენსივობის ცვლილებას და რომელი სახეობა იქნება ნაკლებად მდგრადი. დაასაბუთე შენი პასუხი.
8. სურათ 1.8-ის მიხედვით უპასუხე კითხვებზე: 1) რა ცვლილებას ამჩნევ ფრინველში ფაქტორის ინტენსივობის ცვლილების შესაბამისად? 2) ცვალებადობის რომელი ფორმა აღწერე? დაასაბუთე შენი პასუხი. 3) რა ფაქტორები მოქმედებს ფრინველის პოპულაციაზე? 4) რომელი ფაქტორი შეიძლება იქცეს სიცოცხლის შემზღუდველად? 5) რა მოხდება, თუ ყველა ფაქტორი იქნება ოპტიმალური და მხოლოდ ერთი რომელიმე ფაქტორი გასცდება გამძლეობის საზღვრებს?



9. შეისწავლე სურათზე მოცემული ინფორმაცია და უპასუხე კითხვებს:
 - 1) ტემპერატურის რომელი მაჩვენებელია ყველაზე ოპტიმალური მცენარის ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის?
 - 2) რა ტემპერატურის ფარგლებშია მცენარის გამძლეობის საზღვრები?
 - 3) ტემპერატურის რომელი მნიშვნელობა აღმოჩნდა მისთვის დამლუპველი?
 - 4) გამოიტანე დასკვნა: რატომ რეაგირებს მცენარე სხვადასხვა ტემპერატურაზე განსხვავებული ფენოტიპით?



ბაყაყი ციკლორანა

გაცანი ტექსტს და უპასუხე თანდართულ კითხვებს:

ბევრი სახეობის ორგანიზმს აქვს ისეთი შეგუებულობანი, რომელიც განაპირობებს მათ განსაზღვრულ კლიმატურ პირობებში არსებობას. ამის მაგალითად განვიხილოთ ბაყაყების ერთ-ერთი სახეობა (*Water-holding-Frog-Cyclorana*), რომელიც ბინადრობს ცენტრალური ავსტრალიის მშრალ სტეპებსა და უდაბნოში. ამ ტერიტორიებზე წელიწადში მხოლოდ ერთხელ არის წვიმიანი სეზონი და მშრალი პერიოდი 10 თვეზე მეტ ხანს გრძელდება. ბაყაყები მშრალი პერიოდის განმავლობაში იმალებიან სოროებში და ამით მცირდება მათი სხეულიდან წყლის აორთქლება. გარდა ამისა, ტენის შენარჩუნებას უზრუნველყოფს ბაყაყის სხეულის ირგვლივ კანიდან გამოყოფილი სპეციალური ნივთიერებით წარმოქმნილი გარსი. როდესაც წვიმების დროს მიწა წყლით გაიჟღენთება, ბაყაყები გამოდიან სოროებიდან და მრავლდებიან, მდედრები ქვირითს დებენ წვიმების შედეგად წარმოქმნილ გუბებში. რამდენიმე კვირის განმავლობაში კვერცხებიდან ვითარდებიან თავკომბალები, რომლებიც ზრდასრულ ბაყაყებად ყალიბდებიან. მეტამორფოზის პროცესი ძალიან სწრაფად მიმდინარეობს, რადგან წვიმების სეზონის დამთავრების შემდეგ წყალი ძალიან სწრაფად ორთქლდება და გუბები შრება.



- რა განსხვავებაა კლიმატსა და ამინდს შორის?
- როგორ კლიმატურ პირობებში ცხოვრობს ტექსტში აღწერილი სახეობა?
- რომელი კლიმატური ფაქტორია ლიმიტირებული?
- რა ტიპის შეგუებულობანი გამოუმუშავდათ ბაყაყებს ამ კლიმატურ ფაქტორთან მიმართებით?
- რა ტიპის არსებობისათვის ბრძოლის მაგალითია აღწერილი ტექსტში?

კონკრეტულ საარსებო გარემოს აბიოტური ფაქტორებისადმი სხვადასხვა შეგუებულობანი განუვითარდათ ორგანიზმებს ევოლუციის პროცესში. აბიოტური ფაქტორებიდან მნიშვნელოვანია კლიმატური ფაქტორები: **სინათლე, ტემპერატურა, ტენიანობა.**

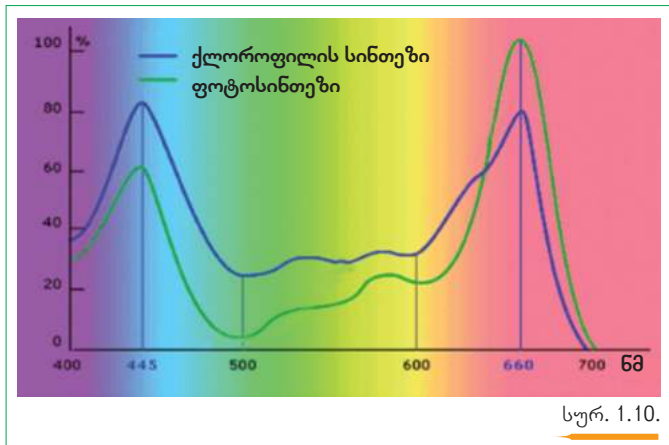
კლიმატი პირველ რიგში დამოკიდებულია დედამიწაზე მზის ენერგიის შემოსვლასთან. იგი არის ენერგიის ძირითადი წყარო ყველა იმ პროცესისთვის, რომლებიც დედამიწაზე მიმდინარეობს. **მზის სინათლის** ბიოლოგიური ზემოქმედება დამოკიდებულია მის ინტენსივობაზე, სპექტრის შემადგენლობაზე, სეზონურ და დღეღამურ პერიოდულობაზე. მასთან დაკავშირებით ორგანიზმებს გამოუმუშავდათ სხვადასხვა შეგუებულობა: სეზონური, დღე-

ღამური და სხვ.

მზის გამოსხივების სპექტრში გამოყოფენ ბიოლოგიური მოქმედებით განსხვავებულ სამ არეს: ულტრაიისფერს, ხილულსა და ინფრარაინთელს (სურ. 1.9). მოკლე ულტრაიისფერი სხივები (0,290 მკმ) დამლუპველია ყველა ცოცხალისათვის. მათ ძირითად ნაწილს აკავეებს ატმოსფეროს ოზონის ეკრანი, უფრო გრძელი სხივები კი (0,300-400 მკმ) აუცილებელია კანში D ვიტამინის სინთეზისათვის. მზის ხილული სხივები (400-760 მკმ) აუცილებელია მცენარეებისა და ცხოველებისათვის. მცენარეებში ხილულ სხივებზე ფოტოსინთეზი მიმდინარეობს (სურ. 1.10). ცხოველურ ორგანიზმებში ხილული სხივები მნიშვნელოვანი ფაქტორია, რომელიც განაპირობებს

მათი აქტივობის ხარისხს, მათ სივრცეში ორიენტაციას. ამასთან დაკავშირებით ცხოველებში განვითარდა მხედველობის ორგანოები, მწერითმტვერია მცენარეებში კი — მკვეთრად შეფერილი ყვავილები მწერების მისაზიდად (სურ. 1.11). ტყის თანასაზოგადოებაში მცენარეები განათების ინტენსივობისადმი მოთხოვნილების მიხედვით იარუსებად არიან განლაგებული (სურ. 1.12).

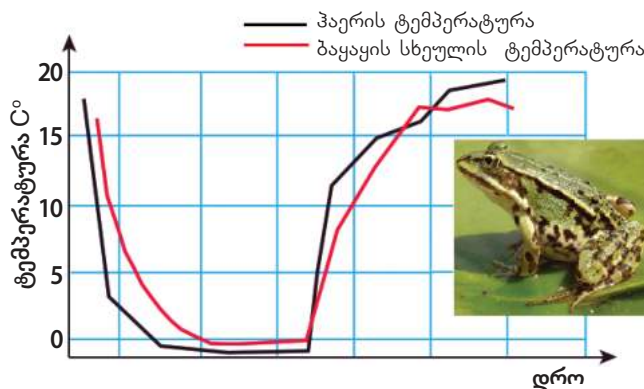
დედამიწის ბრუნვასთან დაკავშირებით, განათების რეჟიმს აქვს დღელამური და სეზონური პერიოდულობა. ორგანიზმის რეაქციას დღის ხანგრძლივობაზე **ფოტოპერიოდიზმი** ეწოდება. დღელამური რიტმი გაჩნდა მცენარეებსა და ცხოველებში, შეგუებულობა დღისა და ღამის ცხოვრებისადმი (სურ. 1.13 – თამბაქოს ყვავილები ღამე იშლება, რომელსაც ღამის პეპლები მტვერავენ). სეზონური რიტმი – ორგანიზმის რეაქცია წლის სეზონურ ცვლილებებზე – ფოტოპერიოდიზმით რეგულირდება. მაგალითად, როგორც კი დადგება შემოდგომის მოკლე დღე, მცენარეებს ფოთლები სცივია და ემზადებიან ზამთრის სვენებისათვის. ცხოველებში ზამთარში შეინიშნება აქტივობის მნიშვნელოვანი შემცირება. ფრინველთა საშემოდგომო გადაფრენისათვის სიგნალის როლს ასრულებს დღის ხანგრძლივობის შემცირება. ბევრი ცხოველი ეძლევა ზამთრის ძილს, რაც ზამთრის არახელსაყრელი პირობების გადატანას ემსახურება. განათების ინტენსივობა აკონტროლებს მცენარეებისა და ცხოველების სასიცოცხლო ციკლებს.



ტემპერატურა

სასიცოცხლო პროცესების განმსაზღვრელი მნიშვნელოვანი ფაქტორია. ორგანიზმში მეტაბოლიზმის პროცესები სხეულის გარკვეულ ტემპერატურაზე (ძირითადად, $+10 - +40^{\circ}\text{C}$ -ზე) მიმდინარეობს. მხოლოდ ზოგიერთი სახეობის ორგანიზმია შეგუებული ძალიან დაბალ ან მაღალ ტემპერატურას. სხეულის ტემპერატურის შენარჩუნების მიხედვით არჩევენ ცივსისხლიან და თბილსისხლიან ორგანიზმებს. ცივსისხლიანების სხეულის ტემპერატურა გარემოს ტემპერატურაზე დამოკიდებული (სურ. 1.14), ამიტომ, სხეულის არამუდმივი ტემპერატურის გამო, მათი აქტივობა, მეტაბოლიზმის ინტენსივობა გარემოს ტემპერატურაზე მკვეთრადაა დამოკიდებული. ტემპერატურის მომატებით ჩქარდება მათი განვითარების სტადიებიც. თბილსისხლიანი ცხოველები (ფრინველები და ძუძუმწოვრები), სხეულის

ბაყაყის სხეულის ტემპერატურის დამოკიდებულება ჰაერის ტემპერატურაზე



სურ. 1.14.

მუდმივი ტემპერატურისა და სრულყოფილი თერმორეგულაციის უნარის გამო, უფრო ნაკლებად არიან დამოკიდებულნი გარემოს ტემპერატურაზე.

სპეციალური შეგუებულობა გამოუმუშავდათ ძალიან ცივ და ცხელ პირობებში მცხოვრებ ცხოველებს. მაგალითად, ცივ კლიმატურ პირობებში მცხოვრები სახეობების ორგანიზმები უფრო დიდი ზომისაა (სურ. 1.15), ვიდრე თბილ პირობებში მოხინაძრე სახეობების (ბერგმანის წესი, 1847 წ.). ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ რაც უფრო დიდია სხეულის მოცულობა, მით უფრო იზრდება იმ ქსოვილების მოცულობა, რომლებშიც სითბო გამოუმუშავდება. გაცემული სითბოს რაოდენობა კი დამოკიდებულია სხეულის ზედაპირის ფართობისა და მოცულობის თანაფარდობაზე. რაც მეტია ეს თანაფარდობა, მით მეტ სითბოს გასცემს სხეული.

ცივ კლიმატურ პირობებში მცხოვრები სახეობების ორგანიზმებს სხეულის წანაზარდე-



სურ. 1.15.



სურ. 1.16.



პოლარული მელა

ბის (ყურები, თათები, კისერი, კუდი) ზომები შემცირებული აქვთ და ორგანიზმის მიერ სითბოს გაცემა მცირდება, ხოლო თბილ პირობებში მობინადრე მონათესავე სახეობებს შედარებით დიდი ზომის სხეულის წანაზარდები აქვთ (ალენის წესი, 1877 წ.), რაც ზრდის ორგანიზმის მიერ სითბოს გაცემას (სურ. 1.16).

დედამიწაზე ბინადარი ყველა ორგანიზმის არსებობის აუცილებელი პირობაა **წყალი**, რადგან იგი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს უჯრედის ყველა სასიცოცხლო პროცესში. წყლის ბალანსის შენარჩუნება ორგანიზმის მნიშვნელოვანი ფიზიოლოგიური ფუნქციაა. ეკოლოგიური თვალსაზრისით, სხვა ფაქტორებთან შედარებით, წყალი ხშირად არის შემზღუდველი ფაქტორი როგორც ხმელეთის, ისე წყლის ბინადართათვის (ზღვებსა და ოკეანეებში მაღალი მარილიანობის გამო შეიძლება ორგანიზმმა წყალი დაკარგოს). ტენიანობა დედამიწაზე არათანაბრადაა განაწილებული. ამიტომ ხშირად წყლის ნაკლებობა არის ორ-

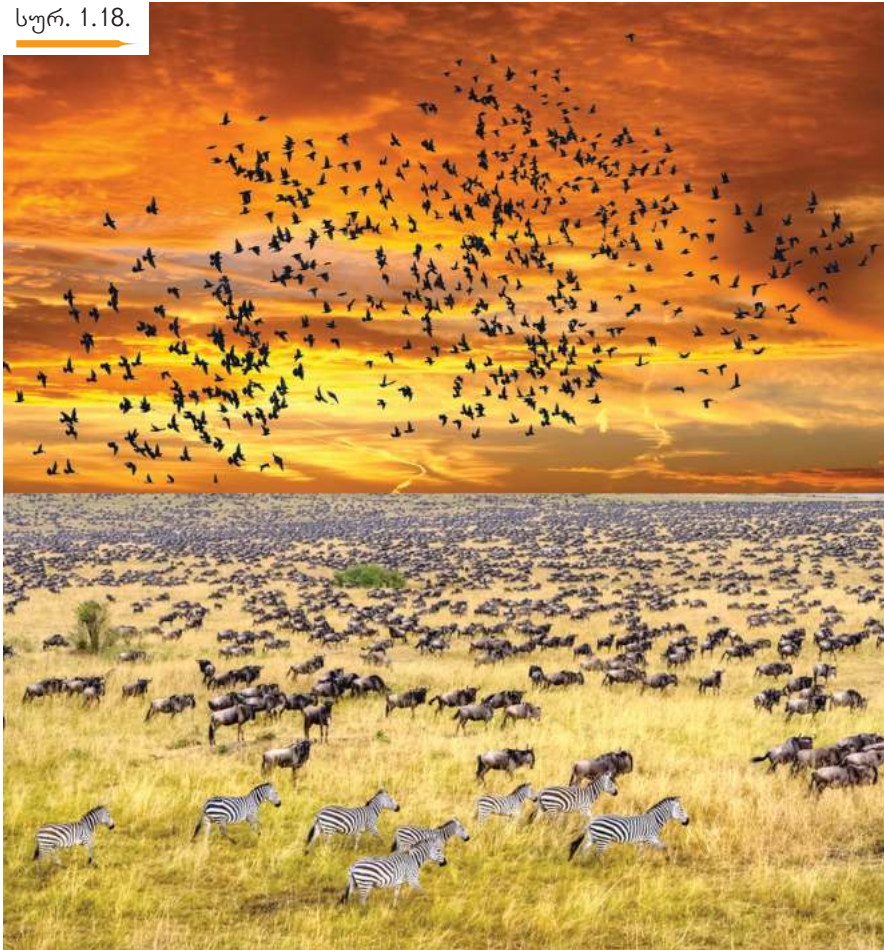


განიზმთა გავრცელების შეზღუდვის მიზეზი.

ხმელეთზე ცხოვრებასთან დაკავშირებით როგორც მცენარეებს, ისე ცხოველებს, წყლის მოპოვებისა და შენარჩუნების სპეციალური შეგუებულობანი განუვითარდათ. უდაბნოს მცენარეებს მშრალ პირობებში ცხოვრებასთან დაკავშირებით განუვითარდათ ეკლები, ქაკვები, გრძელი ფესვები, ხორცოვანი ღეროები და ფოთლები, წყალს ეკონომიურად ხარ-

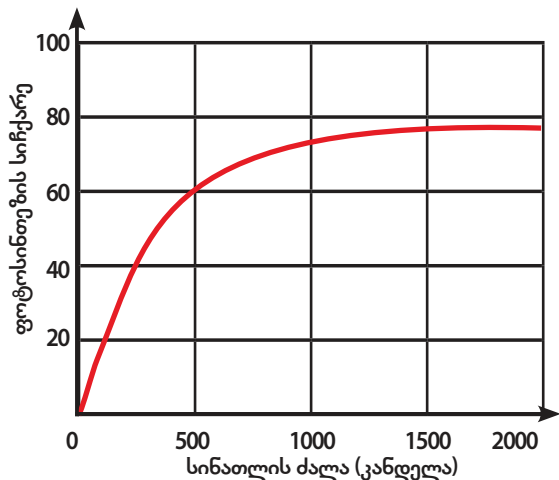
ჯავენ (სურ. 1.17). უდაბნოში მცხოვრებ ცხოველებს შეუძლიათ გაძლონ წყლის გარეშე დიდი ხნის განმავლობაში (მაგალითად, აქლემი), ზოგი ეწევა ღამის ცხოვრებას (ამით თავიდან იცილებენ დღის განმავლობაში სხეულის გადახურებასა და სხეულიდან წყლის აორთქლებას), ზოგიც კმაყოფილდება მხოლოდ საკვებში არსებული და მეტაბოლური (ორგანული ნივთიერებების დაჟანგვის შედეგად გამოყოფილი) წყლით; უნაღეჭო ზაფხულის პერიოდში სტეპებში მცხოვრები ცხოველები მიგრირებენ წყალსატევებისკენ (სურ. 1.18).

სურ. 1.18.





1. გამოთქვი მოსაზრება, რა გავლენას მოახდენს ეკოსისტემაზე მზის სინათლის ინტენსივობის ცვლილება?
2. რა როლი შეიძლება შეასრულოს აბიოტურმა ფაქტორმა, მაგალითად, ტემპერატურამ სახეობის ევოლუციაში? მოიყვანე შესაბამისი მაგალითი/მაგალითები.
3. რა მნიშვნელობა აქვს აბიოტური ფაქტორებისადმი ადაპტაციის გამომუშავებას სახეობის მდგრადობისთვის?
4. ევოლუციის პროცესში რა შეგუებულობანი განუვითარდათ მცენარეებსა და ცხოველებს ხმელეთზე ტენის ნაკლებობასთან დაკავშირებით?
5. გააანალიზე 1.10 სურათის გრაფიკზე მოცემული ინფორმაცია და უპასუხე კითხვებს: 1) როგორ არის დამოკიდებული ქლოროფილის წარმოქმნისა და ფოტოსინთეზის პროცესის ინტენსივობა ხილული სხივების სიგრძეზე? 2) სინათლის რა სიგრძის სხივებზე მიმდინარეობს ეს პროცესები ყველაზე აქტიურად?
6. ფოთლოვან ტყეში მცენარეები რატომ არიან განლაგებული იარუსებად?
7. გააანალიზე გრაფიკზე მოცემული ინფორმაცია და უპასუხე კითხვებს: 1) როგორ იცვლება ფოტოსინთეზის სიჩქარე განათების ძალაზე/ინტენსივობაზე დამოკიდებულებით? 2) განათების რომელ ძალაზეა ყველაზე მაღალი ფოტოსინთეზის სიჩქარე? 3) განათების ძალის შემდეგი გაზრდა რატომ არ იწვევს ფოტოსინთეზის სიჩქარის გაზრდას? 4) როგორ ფიქრობ, განათების გარდა, კიდევ რომელი აბიოტური ფაქტორი შეიძლება აფერხებდეს ფოტოსინთეზის სიჩქარის ზრდას? ახსენი შენი პასუხი.
8. განიხილე საარსებო გარემოში ჟანგბადის შემცველობა, როგორც აბიოტური ფაქტორი. ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლის რომელ პროცესზე ახდენს იგი გავლენას?
9. მოიყვანე მაგალითები, თუ როგორ იყენებს ადამიანი თავის პრაქტიკაში ცოდნას აბიოტური ფაქტორების შესახებ.
10. **გაეცანი ტექსტს და უპასუხე კითხვებს:** მტკნარ წყალში მცხოვრებ ორგანიზმებზე მოქმედებს სხვადასხვა ფაქტორი. მაგალითად, წყლის ტემპერატურა, ჟანგბადის დონე, pH და წყლის დინების სიჩქარე. მტკნარი წყლის ეკოსისტემების სახეობები შეგუებულია წყალსატევის აბიოტურ ფაქტორებთან. მაგალითად, მთის ჩქარ მდინარეებში მცხოვრებ კალმახს შეუძლია წყლის დინების საწინააღმდეგოდ ცურვა, რომელშიც მას ხელს უწყობს სხეულის ისეთი ფორმა, რომლითაც წყალს ადვილად ჭრის. ზოგიერთ წყლის მწერის ლარვას სხეულზე აქვს ეკლისმაგვარი სტრუქტურები – კაკვები, რომლითაც ემაგრება მაგარ ზედაპირს, რომ წყლის დინებამ არ წაილოს. ასევე, ჩქარ მდინარეებში ბინადარ თავკომბალებს პირზე მისაწოვრები აქვთ, რითაც ემაგრებიან მყარ ზედაპირს კვების დროს, ცურვაში კი მათ ეხმარება ფარფლები და თითისტარისებური სხეული გრძელი კუდი.
- 1) რა აბიოტური ფაქტორებით ხასიათდება მტკნარი წყალსატევები?
- 2) ტექსტში მტკნარი წყალსატევის რომელ აბიოტურ ფაქტორთან ადაპტაციის მაგალითებია განხილული?
- 3) ტექსტში რა ტიპის ადაპტაციის მაგალითებია აღწერილი?
11. ბევრ თევზსა და წყლის სხვა ცხოველს აქვს სხეულის ისეთი შეფერილობა, რომელიც ძალიან გავს წყლის გარემოში არსებულ ქვის ან ქვიშის შეფერილობას. რა ეკოლოგიური უპირატესობა შეიძლება მისცეს ასეთმა ადაპტაციამ წყლის სახეობებს?





სოკო კორდიცეპსი და მწერები

უმდაბლესი სოკოები სპორებს ივითარებენ სწორმდგომი ჰიფების წვეროებში, ჰაერის ნაკადით ადვილად რომ გავრცელდეს მათი სპორები. სოკოების ზოგიერთ სახეობას სპორების ეფექტურად გავრცელებისთვის გამოუმუშავდათ უჩვეულო შეგუებულობა. მაგალითად, სოკოს გვარის – *Cordyceps* – წარმომადგენლები პარაზიტობენ მწერებსა და ობობების ზოგიერთ სახეობაზე. სოკოს მიზანია, ამ ცხოველების გამოყენებით სპორები გაავრცელოს რაც შეიძლება შორს.



კორდიცეპსის ზოგიერთი სახეობა, მწერებზე პარაზიტობს და აზომბებს მათ:

სოკოებს აქვთ სპეციალური რეცეპტორები, რომელთა დახმარებით ისინი გარკვეულ მანძილზე გრძნობენ პოტენციური მსხვერპლის მოახლოებას და მათი მიმართულებით გამოსვრიან სპორებს; მაგ., პარაზიტი სოკოს – *Ophiocordyceps unilateralis* – სპორები სტიგმების (მწერის სხეულის გვერდებზე არსებული სასუნთქი ხვრელების) საშუალებით ხვდება ჭიანჭველას სხეულში, დაახლოებით, ორი-სამი კვირის განმავლობაში პარაზიტი მოიხმარს მსხვერპლის რბილ ქსოვილებს; თანდათან ვითარდება სოკოს მიცელიუმი და მწერის კუნთოვანი ქსოვილი იცვლება, გარდა ამისა, სოკო გამოყოფს ისეთ ნეიროქიმიურ ნივთიერებას, რომელიც ცვლის მწერის ქცევას; მოგვიანებით, ინფიცირებული და დაზომბებული ჭიანჭველა ტოვებს თავის კოლონიას და მიდის სოკოს განვითარებისთვის ხელსაყრელი ადგილის საძიებლად; ჭიანჭველა ნიადაგიდან 20-30 სანტიმეტრის სიმაღლეზე ადის, მწერი აჩერებს ასვლას მცენარეზე და ჩერდება ერთ ადგილას – ყბის კუნთებით ეკვრის ახალგაზრდა ყლორტს ან ფოთლის ძარღვებს, რომლის მეშვეობით სოკო იღებს წყალსა და განვითარებისთვის აუცილებელ სხვა ნივთიერებებს; შემდეგ სოკო ათავისუფლებს სპორებს უფრო დიდი სიმაღლიდან.

გაეცანი ტექსტსა და ვიდეომასალაში –

<https://dzen.ru/video/watch/6491f2959b13826e28717529?f=d2d> – ალნერილ შეგუებულობის ამ

მაგალითის და უპასუხე კითხვებს:

- სოკო კორდიცეპსა და მწერს შორის დამოკიდებულება როგორი ბიოტური ურთიერთქმედების მაგალითია?
- შეგუებულობის რომელი ფორმის მაგალითებია ალნერილი?
- გამოიყენე ტერმინები – მემკვიდრეობითობა, ცვალებადობა, მუტაცია, გამრავლება, შეგუებულობა, ბუნებრივი გადარჩევა – და ალნერე სოკო კორდიცეპში ამ შეგუებულობის ჩამოყალიბება.
- ზოგიერთი მეცნიერი მხარს უჭერს სოფლის მეურნეობაში, პესტიციდების ნაცვლად, მავნე მწერების გასაკონტროლებლად ისეთი სოკოების გამოყენებას, როგორიცაა კორდიცეპსი. რა შეიძლება იყოს ასეთი გეგმის დადებითი და უარყოფითი მხარეები?

ბიოცენოზი სხვადასხვა სახეობის პოპულაციების მექანიკური ერთობლიობა კი არ არის, არამედ როგორც ერთი პოპულაციის, ისე ბიოცენოზის სხვადასხვა სახეობის პოპულაციის ინდივიდებს შორის ჩამოყალიბებულია რთული ურთიერთობები და თანაცხოვრების ფორმები. ეს არის ბიოტური ფაქტორების

გამოვლენა. ბიოტური ურთიერთობები (ფაქტორები) მუდამდებია ერთი ბიოცენოზის ორგანიზმებს შორის და მრავალფეროვანი ხასიათი აქვს. თანასაზოგადოების პოპულაციებმა შეიძლება ერთმანეთს მოუტანონ სარგებლობა, ზიანი ან არ მოახდინონ უშუალო/პირდაპირი გავლენა ერთმანეთზე (იხ. ცხრ. 1.1).

ცხრილი 1.1. ორი სახეობის პოპულაციების ურთიერთქმედება		
ბიოტური ურთიერთქმედების ფორმა	ეფექტი სახეობა 1-ის პოპულაციაზე	ეფექტი სახეობა 2-ის პოპულაციაზე
ნეიტრალიზმი	არ აქვს მნიშვნელობა	არ აქვს მნიშვნელობა
კონკურენცია	საზიანო/სასარგებლო	საზიანო
მტაცებლობა	სასარგებლო	საზიანო
პარაზიტიზმი	სასარგებლო	საზიანო
მუტუალიზმი	სასარგებლო	სასარგებლო
კომენსალიზმი	სასარგებლო	არ აქვს მნიშვნელობა

ნეიტრალიზმი — ურთიერთობის ისეთი ფორმაა, როდესაც ერთ ტერიტორიაზე ბინადარი სხვადასხვა სახეობის ინდივიდები უშუალოდ არ მოქმედებენ ერთმანეთზე. მაგალითად, კოდალა და კურდღელი ერთად ცხოვრობენ ტყეში, მაგრამ ერთმანეთთან კონტაქტში არ შედიან, თუმცა ტყის აბიოტურ და ბიოტურ ფაქტორთა ცვლილება სხვადასხვა ხარისხით ახდენს გავლენას ორივეზე (სურ. 1.19). ბუნებაში ნამდვილი ნეიტრალიზმი პოპულაციებს შორის არ არსებობს, რამდენადაც სხვადასხვა სახეობის პოპულაციები რაღაც ფორმით პირდაპირ თუ არაპირდაპირ ზეგავლენას მაინც ახდენენ ერთმანეთზე. უბრალოდ, მათი ურთიერთქმედების ეფექტი ჩვენთვის შეუმჩნეველია.

კონკურენცია — ურთიერთობის ტიპი ერთი სახეობის ან სხვადასხვა სახეობის ინდივიდებს შორის, რომელთაც გარემოს ფაქტორებისადმი მსგავსი მოთხოვნილებები აქვთ. ანუ არჩევენ შიდასახეობრივ და სახეობათშორის კონკურენციას (სურ. 1.20). ერთ

საარსებო არეალში მცხოვრები ორგანიზმები ხშირად ეცილებიან ერთმანეთს საკვებისთვის, სინათლისთვის, ტერიტორიისა და პარტნიორისთვის, რასაც კონკურენცია ეწოდება. იგი მით უფრო მძაფრია, რაც უფრო მსგავსია კონკურენტების ინტერესები. უფრო მძაფრდება კონკურენცია, თუ ბიოგეოცენოზში რომელიმე ფაქტორის უკმარისობაა. ასეთ შემთხვევაში განსაკუთრებით მძაფრად მიმდინარეობს შიდასახეობრივი კონკურენცია. დარვინი დიდ როლს ანიჭებდა ერთი სახეობის ინდივიდებს შორის მძაფრ კონკურენციას რესურსებისთვის და, როგორც შიდასახეობრივ ბრძოლას, თვლიდა ბუნებრივი გადარჩევის ერთ-ერთ წინაპირობად. მაგალითად, სავანებში მცხოვრებ ზებრებს გადარჩენისთვის ბრძოლა უწევთ არამარტო მტაცებლებთან, არამედ გვალვის პერიოდში უწევთ ერთმანეთთან კონკურენცია, თუ რომელი შეძლებს დიდი მანძილის გავლას საკვებისა და მტკნარი წყლისთვის, რომელი მამრი მოიპოვებს უპირატესობას მდედრისთვის. კონკურენციაში იმარჯვებს ასეთ პირობებთან უკეთ ადაპტირებული ინდივიდები და გადასცემენ თავიანთ გენებს შთამომავლობას. შიდასახეობრივ კონკურენციაზე დაკვირვება შეიძლება გაზაფხულზე ფრინველების გამრავლების პერიოდში. მაგალითად, ერთი სახეობის მამრმა ფრინველმა ტერიტორია შეიძლება გაუზიაროს სხვა სახეობის მამრებს, მაგრამ იმავე ტერიტორიაზე არ დაუშვებს თავისი სახეობის მამრს.



სურ. 1.19.

კონკურენცია



შიდასახეობრივი კონკურენცია მცენარეებში – ერთი სახეობის პოპულაციის მცენარეები ერთმანეთს კონკურენციას უწევენ განათებისთვის (მინისზედა ორგანოები), წყლისა და მინერალური მარილებისთვის (ფესვები).

შიდასახეობრივი კონკურენცია ცხოველებში – ერთი სახეობის პოპულაციის ინდივიდები ერთმანეთს კონკურენციას უწევენ მდედრისთვის, ტერიტორიისთვის, საკვებისთვის.



სახეობათშორისი კონკურენცია მცენარეებში – როდოდენდრონი ავიწროებს სხვა სახეობის მცენარეებს.

სახეობათშორისი კონკურენცია ცხოველებში – ლეშიჭამია ცხოველები ერთმანეთს კონკურენციას უწევენ საკვებისთვის.



სურ. 1.20.

ბიოგეოცენოზში/ეკოსისტემაში რომელიმე ფაქტორის უკმარისობა, ასევე, ამძაფრებს კონკურენციას ეკოლოგიური ფაქტორებისადმი მსგავსი მოთხოვნილების სხვადასხვა სახეობის პოპულაციებს შორის. სახეობათშორის კონკურენციის შესაძლო შედეგებია: 1) ერთი სახეობა მეორეს იმდენად ავიწროებს, რომ შეიძლება მისი ეკოსისტემიდან გაქრობა და უფრო უკეთესად შეგუებული პოპულაციის გადარჩენა მოჰყვეს. მაგალითად, ბუჩქოვანი მცენარე როდოდენდრონი ძალიან ეფექტურად აფერხებს სხვა მცენარეების განვითარებას მის საარსებო გარემოში. ამაში მას ხელს უწყობს ძალიან მჭიდროდ განლაგებული საკმაოდ ფართო ფოთლები, რომლითაც ჩრდილავს სხვა მცენარეებს და აფერხებს მათში ფოტოსინთეზის პროცესს. ასევე, მათი ფესვები ნიადაგში გამოყოფს ისეთ ქიმიურ ნივთიერებას, რომელიც ხელს უშლის სხვა მცენარეების თესლის გაღივ-

ბას. შესაბამისად, როდოდენდრონის ბუჩქები მთლიანად დომინირებს იმ ადგილებში, სადაც ისინი ვითარდება და ასეთ ადგილებში სახეობათა მრავალფეროვნება ძალიან დაბალია. 2) ორივე სახეობის პოპულაციის რიცხოვნობის შემცირება; ამ შემთხვევაში ერთი სახეობის პოპულაცია მეორე სახეობის პოპულაციისგან განიცდის ზეწოლას/დაჩაგრვას, რაც უარყოფითად აისახება კონკურენციაში მყოფ ორივე სახეობის პოპულაციაზე. მაგალითად, ტყეში კონკურენცია ერთ მინდორში მცხოვრებ სხვადასხვა სახეობის მღრღნელებს შორის, ტყის მტაცებლებს, ლეშიჩამია ცხოველებს (მაგალითად, აფთარსა და სვავეებს) შორის და ა.შ. ისინი ზღუდავენ ერთმანეთის რიცხოვნობას და მათ მიერ დაკავებულ ტერიტორიას. 3) სხვადასხვა სახეობის პოპულაციებს უყალიბდებათ სპეციალური შეგუებულობანი თანაარსებობისათვის, მაგალითად, მცენარეთა იარუსიანობა ტყეში.

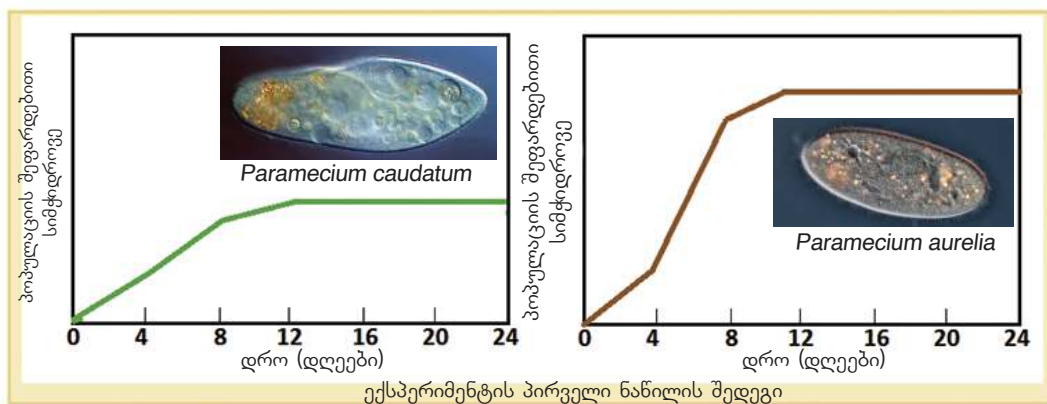


კვლევის მონაცემების ანალიზი

1. გაუზეს ექსპერიმენტები

ექსპერიმენტი 1

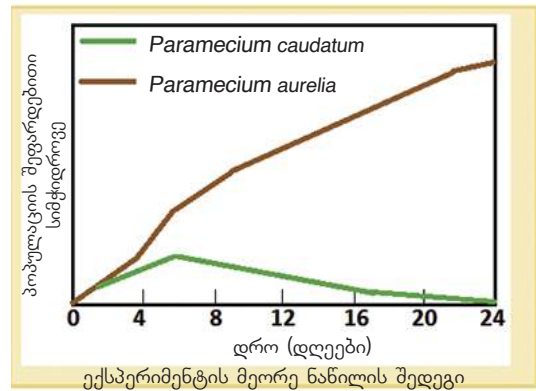
1934 წელს მიკრობიოლოგმა გიორგი გაუზემ ერთნაირ პირობებში (მაგ., საკვები, ტემპერატურა) გამოზარდა/კულტივირება მოახდინა ინფუზორიების/*Paramecium*-ის ორი სხვადასხვა სახეობის – *Paramecium aurelia* და *Paramecium caudatum* – პოპულაციების. ექსპერიმენტის პირველ ნაწილში თითოეული სახეობა გამოზარდა ერთმანეთისგან იზოლირებულად და მათი საკვები იყო ბაქტერიები, ხოლო მეორე ნაწილში ორივე სახეობის ინდივიდები ერთ ჭურჭელში/სინჯარაში მოათავსა იგივე პირობებში. მეორე შემთხვევაში ორი სხვადასხვა სახეობის ინდივიდები სარგებლობდნენ ერთი და იგივე რესურსით. ექსპერიმენტის შედეგები წარმოდგენილია გრაფიკებზე.



გაეცანი ექსპერიმენტის აღწერილობას, გრაფიკებზე წარმოდგენილ მის შედეგებს და უპასუხე კითხვებს:

- რა არის ამ ექსპერიმენტის საკვლევე კითხვა?
- რა შედეგი დადგა ექსპერიმენტის პირველ ნაწილში?

- როგორ შეიცვალა პოპულაციების სიმჭიდროვე ექსპერიმენტის მეორე ნაწილში? როგორ ფიქრობ, რატომ?
- ექსპერიმენტი ბიოტური ურთიერთობის რომელ ფორმას აღწერს?
- რა გავლენა იქონია პოპულაციებზე ბიოტური ურთიერთობის ამ ფორმამ?
- ექსპერიმენტის შედეგების ანალიზის საფუძველზე, ჩამოაყალიბე დასკვნა.



ექსპერიმენტი 2

გაუზიარე, ასევე, შეისწავლა, თუ როგორ რეაგირებდა *Paramecium*-ის ეს სახეობები განსხვავებულ საკვებზე. ამ მიზნით მან ჩაატარა ასეთი ექსპერიმენტი: ერთ სინჯარაში მოთავსა ორივე სახეობის ინდივიდები, ხოლო მათ საკვებს წარმოადგენდა ბაქტერიები და საფუარი. ექსპერიმენტის შედეგი ასეთია: ორივე სახეობის პოპულაციის ზრდის ტემპი შენელდა, მაგრამ განაგრძეს თანაარსებობა, რადგან ერთი სახეობის ინდივიდები, უპირატესად, იკვებებოდნენ ბაქტერიებით, ხოლო მეორე სახეობის ინდივიდები — სინჯარის ფსკერზე დალექილი საფუარით.

გაეცანი ექსპერიმენტის აღწერილობას, მის შედეგებს და უპასუხე კითხვებს:

- ახსენი ექსპერიმენტის შედეგი;
- რატომ შედგა ამ სახეობების პოპულაციებს შორის თანაცხოვრება?
- ორივე ექსპერიმენტის შედეგების საფუძველზე დაადგინე, ბაქტერიების რომელი სახეობა იკვებება უპირატესად საფუარით?
- ექსპერიმენტის შედეგების ანალიზის საფუძველზე, ჩამოაყალიბე დასკვნა.

ნელსონ ჰეირსტონის ექსპერიმენტი

სალამანდრების ორი სახეობის – *Plethodon Glutinosus* და *Plethodon jordani* – პოპულაციები ბუნებრივად ტყის ეკოსისტემაში თანაარსებობენ. ეკოლოგმა ნელსონ ჰეირსტონმა შეისწავლა მათი თანაცხოვრება. ჰეირსტონმა ტყის ერთ-ერთი სატესტო ტერიტორიიდან მოაცილა *Plethodon Glutinosus*, ხოლო მეორე სატესტო უბნიდან – *Plethodon jordani*. ტყის გარკვეული უბანი (პირობითად, მესამე) კი, როგორც საკონტროლო უბანი, უცვლელი დატოვა.



5 წლის შემდეგ საკონტროლო მონაკვეთზე პოპულაციების რიცხოვნობა არსებითად არ შეცვლილა. ტყის პირველ და მეორე მონაკვეთებზე, სადაც სალამანდრების თითო სახეობის პოპულაცია ბინადრობდა, პოპულაციის რიცხოვნობა მკვეთრად გაიზარდა.

გაეცანი ჰეირსტონის ექსპერიმენტისა და მისი შედეგების აღწერილობას, გამოთქვი მოსაზრება იმის შესახებ, თუ რა დასკვნას გააკეთებდა მიღებული შედეგების საფუძველზე ჰეირსტონი.



კვლევის ანგარიშის მომზადება

მოსწავლეებმა ერთნაირი მოცულობის 5 ქოთანში თანაბარ სიღრმეზე ჩათესეს მზესუმზირის სხვადასხვა რაოდენობის თესლი (2, 4, 8, 16, 32). ყველა ქოთანში იყო ერთი ტიპისა და რაოდენობის ნიადაგი, ყველა ქოთანი მოათავსეს ერთნაირი განათებისა და ტემპერატურის პირობებში, ნიადაგის დატენიანებასაც თანაბრად ახდენდნენ.

მოსწავლეები 5 კვირის განმავლობაში აღრიცხავდნენ თითოეულ ქოთანში ცოცხალი მცენარეების რიცხვს, ასევე, ზომავდნენ აღმოცენებული მცენარეების სიმაღლეს. მონაცემები წარმოდგენილია ქვემოთ წარმოდგენილ მონაცემთა ცხრილებში.

ცხრილი 1. ცოცხალი მცენარეების რიცხვი					
დრო/დღეები	თესლების რაოდენობა თითოეულ ქოთანში				
	2	4	8	16	32
ცოცხალი მცენარეების რიცხვი					
7	2	3	6	11	24
14	2	3	6	11	20
21	2	3	4	10	18
28	2	3	3	8	17
35	2	3	3	7	15

ცხრილი 2. მცენარეთა საშუალო სიმაღლე ქოთანში					
დრო/დღეები	თესლების რაოდენობა თითოეულ ქოთანში				
	2	4	8	16	32
მცენარის სიმაღლე (სმ)					
7	8.5	7.5	6.1	5.2	4.8
14	9.3	8.3	7.2	5.9	5.3
21	18.9	16.2	11.4	9.6	7.3
28	20.2	18.6	14.6	13.4	11.3
35	27.4	22.5	17.4	16.3	15.2

გაეცანი ზემოთ აღწერილი ექსპერიმენტის შინაარსს, ექსპერიმენტის შედეგებს და შექმენი კვლევის ანგარიში, რომელშიც ასახული უნდა იყოს შემდეგი:

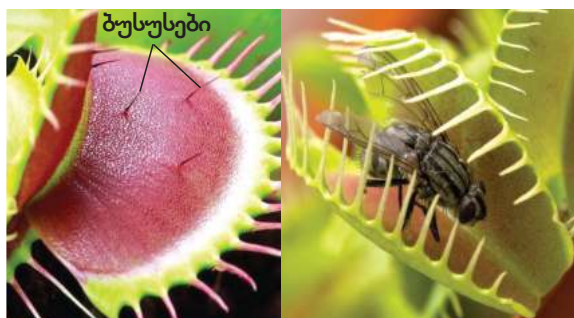
- საკვლევი კითხვა;
- დამოკიდებული, დამოუკიდებელი და საკონტროლო ცვლადები;
- ექსპერიმენტის მონაცემების ანალიზი;
- დასკვნა (დასკვნაში უნდა ჩანდეს ბიოტური ურთიერთობის ფორმა და მისი შედეგი).

მტაცებლობა არის ორ სახეობას შორის ურთიერთობის ფორმა, რომლის დროსაც ერთ-ერთი მათგანი მეორისგან განიცდის უარყოფით ზემოქმედებას: მტაცებლები ანადგურებენ თავიანთ მსხვერპლს. მტაცებლები მსხვერპლის პოპულაციის ზომის ბუნებრივი რეგულატორის როლს ასრულებენ: მტაცებლების ზომის გაზრდა იწვევს მსხვერპლის პოპულაციის შემცირებას. თავის მხრივ, მსხვერპლის პოპულაციის ზომის შემცირება იწვევს მტაცებლების რიცხვის შემცირებას, რადგან საკვები აღარ ჰყოფნით. ასე არეგულირებენ ბიოცენოზში ერთმანეთის პოპულაციის რიცხოვნობას. გარდა ამისა, მტაცებლები ბიოცენოზში სანიტრის როლსაც

ასრულებენ, რადგან, პირველ რიგში, მათი მსხვერპლი ხდება სუსტი და დაავადებული ინდივიდი. მტაცებლობა გვხვდება როგორც ხერხემლიან ცხოველებში, ისე უხერხემლოებსა და მცენარეებშიც კი.

მტაცებლებს ევოლუციის პროცესში გამოუმუშავდათ სპეციალური ადაპტაციები, რომელიც მათ ეხმარება მსხვერპლის მიგნებასა და დაჭერაში (სურ. 1.21). მაგალითად, ვენერას ბუზიჭერიას, რომელიც ცხოვრობს ისეთ გარემოში, სადაც აზოტის ნაკლებობაა, განუვითარდა ფოთლის სახეცვლილება, რომლითაც შეგუებულია მწერებით კვებასთან (ამით იკმაყოფილებენ აზოტზე მოთხოვნილებას).

მტაცებლობა



მტაცებელი მცენარე

ვენერას ბუზიჭერია –

ფოთლის წვრილი ბუსუსები აღიქვამენ მწერის შეხებას და საპასუხოდ ფოთოლი სწრაფად იხურება. ფოთოლი გამოყოფს ფერმენტებს, რომლის საშუალებით მოინელებს ფოთოლში მოქცეულ მწერს და მონელებულ საკვებ ნივთიერებებს შეიწოვს.

მტაცებელი ცხოველები –

ფრინველი მოკაუჭებული ნისკარტით და ძუძუმწოვარა ცხოველი ეშვებით მსხვერპლს იჭერს, კლავს, ნადავლს აქუცმაცებს.



სირაქლება გაქცევით

ცდილობს თავი დააღწიოს

მტაცებელს – ევოლუციის პროცესში ძლიერი კიდურები და ხანგრძლივი სირბილის უნარი განუვითარდა როგორც მტაცებელს, ისე მსხვერპლს.

შხამიანი გველი თავისი შხამით მსხვერპლის დამბლას იწვევს და ცოცხლად ყლაპავს – მისი ყბები ისეა მოწყობილი, რომ მსხვერპლის ზომას შეიძლება მოარგოს.



ეკლებიანი ობობა – იგი

მტაცებელია, აქვს კამკაშა შეფერილობა, რომლითაც იზიდავს მწერებს – მათ ყვავილი ჰგონიათ და ადვილად ებმებიან ობობას ქსელში.

სურ. 1.21

მტაცებელ ფრინველებს აქვთ მახვილი მხედველობა, მოკაუჭებული ნისკარტი, ძლიერი ფრთები და ბრჭყალებით შეიარაღებული კიდურები, მტაცებელ ძუძუმწოვრებს კარგად განვითარებული ყნოსვა, მხედველობა, ეშვები, ძლიერი კიდურები მსხვერპლის ხანგრძლივი დევნისთვის, ზოგიერთ გველს განვითარებული

ბული აქვს შხამიანი ჯირკვლები და შხამით მსხვერპლის დამბლას ინვეს, მსხვერპლს კი ცოცხლად ყლაპავს. მსხვერპლსაც გამოუმუშავდა მტაცებლისგან თავდაცვის საშუალებანი: მფარველობითი შეფერილობა, მახვილი სმენა, სწრაფი სირბილის უნარი და ა.შ.



კვლევის მონაცემების ანალიზი

ევოლუციის პროცესში სხვადასხვა ტიპის შეგუებულობანი არამარტო მტაცებლებს გამოუმუშავდათ, არამედ მსხვერპლსაც. ბიოლოგები ცდილობდნენ ლაბორატორიაში ბუნების ზოგიერთი სპეციფიკური პირობების შექმნას, რომელიც ხელს შეუწყობდა შეგუებულობის წარმოქმნაში ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების მექანიზმის შესწავლას. მაგ., მიჩიგანის უნივერსიტეტის ლაბორატორიაში აკვირდებოდნენ, თუ ბუ როგორ ნადირობდა ამერიკული ზაზუნების ორ სხვადასხვა სახეობაზე – ყვითელი და რუხი შეფერილობის ცხოველებზე. ლაბორატორიის ვოლიერში, სადაც ბუ ცხოვრობდა, იატაკს ფარავდნენ ღია შეფერილობის ნიადაგით, რომელიც ახლოს იყო ყვითელი ცხოველების შეფერილობასთან, ან იატაკს ფარავდნენ მუქი ნიადაგით, რომელიც მსგავსი იყო რუხი ცხოველების ფერთან.



ყოველ დღე ვოლიერში უშვებდნენ 15 წუთით ამა თუ იმ შეფერილობის 4 ცხოველს. ნიადაგის შეფერილობაზე დამოკიდებულებით ცხოველების ზოგიერთი პარტია მკვეთრად შესამჩნევი იყო ფონზე, მეორე კი – არა. 44 შემთხვევაში ბუ ორჯერ მეტად (107 : 65) იჭერდა ნიადაგის ფონზე მკვეთრად შესამჩნევ ცხოველებს.

გაეცანი მიჩიგანის უნივერსიტეტში ჩატარებული ექსპერიმენტის აღწერილობას, მის შედეგებს და უპასუხე კითხვებს:

- შეძლებისდაგვარად დაახასიათე ზაზუნების ორი სხვადასხვა სახეობის საარსებო გარემო;
- ექსპერიმენტი რა ტიპის შეგუებულობის ჩამოყალიბებას აღწერს?
- გააანალიზე ექსპერიმენტის შედეგები და გამოიტანე დასკვნა: მსხვერპლს რამდენად ეხმარება მტაცებლისგან თავდაცვაში ასეთი შეგუებულობა?
- როგორ დაუკავშირებ ამ შეგუებულობის წარმოქმნას მემკვიდრეობითობასა და ცვალებადობას?

პარაზიტიზმი — სახეობათშორისი ურთიერთობა, რომლის დროსაც ერთი სახეობა მეორის ხარჯზე ცხოვრობს, იყენებს მას საკვების წყაროდ და საცხოვრებელ ადგილად. ეს ისეთი ურთიერთობაა, რომელიც ერთი სახეობისათვის – პარაზიტისთვის – სასარგებლოა, ხოლო მეორისთვის – მასპინძლისთვის – საზიანო. პარაზიტები გვხვდება ყველა სამეფოს

წარმომადგენლებში: ბევრი ბაქტერია, სოკო, უმარტივესები, ქიები, ზოგიერთი მცენარე. ზოგიერთი პარაზიტი მასპინძლის ორგანიზმს გარედან მიემარება და ასე იღებს მისგან საკვებ ნივთიერებებს. ასეთ პარაზიტებს ექტოპარაზიტები ეწოდება. ექტოპარაზიტებს მიეკუთვნება რწყილები, ტკიპები, კოლოები, წურბელები და სხვ. პარაზიტების ნაწილი კი

ორგანიზმში სახლდება, მათ ენდოპარაზიტები ეწოდება.

პარაზიტი, მტაცებლისაგან განსხვავებით, სწრაფად არ კლავს და ჭამს თავის მსხვერპლს — მასპინძელს, არამედ მას ხანგრძლივი დროის განმავლობაში იყენებს. მაგალითად, პეპელა კომბოსტოს თეთრულას მატლები იკვებებიან კომბოსტოს ფოთლებით და დიდ

ზიანს აყენებენ მებოსტნეებს. მათი პარაზიტი მწერი — მხედარი — კვერცხებს დებს თეთრულას მატლების კანქვეშ, კვერცხებიდან განვითარებული მატლები თავიანთი ზრდა-განვითარებისთვის საჭირო საკვებ ნივთიერებებს იღებენ თეთრულას მატლებისგან და ეს უკანასკნელნი არ უცვებ, არამედ დროთა განმავლობაში კვდებიან (სურ. 1.22).



სიმბიოზი სახეობათაშორის ურთიერთობის კიდევ ერთი ფორმაა, რომელიც შეიძლება იყოს ორივე სახეობისთვის სასარგებლო ან ცალმხრივ სასარგებლო. **ურთიერთსასარგებლო სახეობათაშორის ურთიერთობას მუტუალიზმი ეწოდება.** მუტუალიზმის სამ ტიპს არჩევენ: კვებითი/ტროფული მუტუალიზმი, თავდაცვითი და გაბნევის მუტუალიზმი. ქვემოთ განვიხილავთ თითოეული ტიპი მუტუალიზმის მაგალითებს.

ტროფული მუტუალიზმი გულისხმობს ორი სხვადასხვა სახეობის ინდივიდების ისეთ ურთიერთობას, როდესაც პარტნიორები დამატებით ენერგიას და საკვებ ნივთიერებებს ერთმანეთისგან იღებენ. აქედან გამომდინარეობს ტერმინი „ტროფული“. ტროფული მუტუალიზმისას, ყოველი პარტნიორი მეორეს გადასცემს იმ საკვები ნივთიერების შეზღუდულ რაოდენობას, რომლის მოპოვება ან სინთეზი თავად არ შეუძლია. ტროფული მუტუალიზმის მაგალითია მღიერებში სოკოებისა და წყალმცენარეების ურთიერთობა; ასევე, მიკორიზა, რომელსაც ქმნის სოკოების მიცელიუმი და მცენარის ფესვები; აზოტფიქსაციის ბაქტერიებსა და პარკოსან მცენარეებს შორის კავშირი; ჭიანჭველებისა და ბუგრების ურთიერთობა (სურ. 1.23); ძროხებისა და სხვა ჩლიქოსანი ცხოველების ფაშვში ბინადრობს ბაქტერიები, რომლებიც მოინელებენ ცე-

ლულობას, რომლის მომწელებელი ფერმენტები თავად ძროხას არ აქვს. ასეთი ურთიერთობა ძროხისთვისაც სასარგებლოა, რადგან ის ბაქტერიების მიერ გადამუშავებულ საკვებ ნივთიერებებს იღებს; ბაქტერიებისთვისაც სასარგებლოა, რადგან მას აქვს არსებობისათვის ოპტიმალური ტემპერატურა და საკვები.

თავდაცვითი მუტუალიზმი გულისხმობს ურთიერთობას ორი სახეობის პოპულაციის ინდივიდებს შორის, რომლებიც საკვებს ან თავშესაფარს პარტნიორისგან იღებენ და სანაცვლოდ მას მცენარეულობისგან, მტაცებლებისგან ან პარაზიტებისგან იცავენ. ცხოველებში თავდაცვითი მუტუალიზმის მაგალითია კიბოგანდეგისა და ნაწლავ-ლორუიანი ცხოველის აქტინიას თანაარსებობა, ჭიანჭველებისა და ბუგრების ურთიერთობა (სურ. 1.23); ხემცენარეებზე ცხოვრობენ ჭიანჭველები, რომლებიც მას იცავენ მცენარეულობისგან. ასევე, ზღვის ეკოსისტემის ზოგიერთი თევზი და კრევეტი თევზის სხვა სახეობის კანსა და ლაყურებს პარაზიტებისგან ასუფთავებს. „გამწმენდები“ პარაზიტებით იკვებებიან და სარგებელს იღებენ, ხოლო თევზი პარაზიტებისგან თავისუფლდება. ბევრ „გამწმენდს“ მკვეთრი შეფერილობა აქვს და სხვა თევზები მისკენ მიიწევენ. აღმოჩნდა, რომ მტაცებელი თევზის რამდენიმე სახეობა დაემსგავსა შეფერილობით „გამწმენდს“ და ასე იზიდავს თავის მსხვერპლს.

ტროფული მუტუალიზმი

მლიერი – სოკოსა და წყალმცენარის თანაცხოვრება: სოკო ჰიფებით იწოვს წყალსა და მინერალურ მარილებს და აწვდის წყალმცენარეს, ხოლო სოკო მზა ორგანულ ნივთიერებებს იღებს წყალმცენარისგან.



მიკორიზა – სოკო ჰიფებით შეწოვილ წყალსა და მინერალურ მარილებს დამატებით აწვდის ხემცენარეს, მცენარე კი სოკოს გადასცემს ორგანულ ნივთიერებებს.

თავდაცვითი მუტუალიზმი

კიბო – განდევლისა და ნაწლავლრუიანი ცხოველის აქტინიას თანაარსებობა. აქტინია მიმაგრებულია იმ ნიჟარაზე, რომელსაც კიბო-განდევლი თავს აფარებს. იგი იკვებება კიბოს საკვების ნარჩენებით, გარდა ამისა, კიბოს დახმარებით აქტინია გადაადგილდება გარემოში. თავის მხრივ, აქტინია გარეგნობითა და საცეცებით აშინებს სხვადასხვა ცხოველს და იცავს კიბო-განდევლს მტრებისაგან.



ჭიანჭველებსა და ბუგრებს შორის დამოკიდებულება – ჭიანჭველები თავიანთ ბუდეში ამრავლებენ და უვლიან ბუგრებს. ბუგრები გამოყოფენ ნახშირწყლებით მდიდარ წვენს, რომლითაც ჭიანჭველები იკვებებიან. ბუგრებს აქვთ რბილი, დაუცველი ორგანიზმი და ვერ იცავენ თავს მტაცებლისგან, ჭიანჭველები კი მათ იცავენ.

სურ. 1.23

გაბნევის მუტუალიზმი, რომელიც ხელს უწყობს მტერის მარცვლებისა და თესლების გაბნევა-გავრცელებას. ასეთი მუტუალიზმის მაგალითია ცხოველების მონაწილეობა ყვავილოვანი მცენარეების ჯვარედინ დამტვერვასა და თესლების გავრცელებაში. ცხოველები, რომლებიც დამტვერვაში მონაწილეობენ, ყვავილის ნექტრითა და მტვრით იკვებებიან; ისინი კი, რომლებიც თესლის გავრცელებას უწყობენ ხელს, სანაცვლოდ, ნაყოფს ჭამენ.

როგორც მცენარეებს, ისე ყვავილის მტერი-

სა და თესლის გამავრცელებელ ცხოველებს ევოლუციის პროცესში სხვადასხვა ადაპტაციები განუვითარდათ. მაგალითად, მცენარეებს კაშკაშა შეფერილობის, სურნელოვანი და სანექტრეებით მდიდარი ყვავილები, გემრიელი და კაშკაშა შეფერილობის წვნიანი ნაყოფები, რომლითაც იზიდავენ ცხოველებს (სურ. 1.24). ცხოველებს ყვავილებისა და ნაყოფების მიგნებაში ეხმარება კარგად განვითარებული მხედველობა და, განსაკუთრებით კი, ყნოსვა – მწერებს.



სურ. 1.24

თესლის გავრცელების/გაბნევის მუტუალიზმი სპეციალიზებული არ არის. მაგალითად, ფრინველის ერთი სახეობა მრავალი სახეობის ნაყოფს ჭამს, ხოლო ერთი სახეობის ნაყოფს მრავალი სახეობის ფრინველი ეტანება. მცენარისა და დამტვერავების კავშირი უფრო შეზღუდულია, ვინაიდან მცენარეს სჭირდება, რომ ყვავილის დამტვერავმა მტვერი იგივე სახეობის სხვა მცენარეზე გადაიტანოს. ამიტომ მცენარეთა უმრავლესობას თავისი დამტვერავი მწერი ან სხვა ცხოველი ჰყავს. მაგალითად, დევისპერას მტვერავს მწერი ბაზი, ყაყაჩოს – ხოჭო ბრინჯაოსანა, თამბაქოს – ღამის ფარვანა. ყვავილის პროპორციები შეგუებულია დამტვერავი მწერებისა და სხვა ორგანიზმების პირის აპარატის/ნისკარტის ზომასა და ფორმასთან.

კომენსალიზმი ცალმხრივ სასარგებლო

სახეობათშორისი ურთიერთობა, როდესაც ერთი სახეობის ინდივიდი მეორე სახეობის ინდივიდისგან იღებს სარგებელს, ხოლო უკანასკნელისთვის ამ ურთიერთობას მნიშვნელობა არ აქვს. მაგალითად, გიენები იკვებებიან მსხვილი მტაცებლების ნარჩენებით, თევზი – ლოცმანი დასდევს ზვიგენებს, დელფინებს და იკვებება მათი საკვების ნარჩენებით. ზოგჯერ ერთი სახეობის სხეული არის მეორის საცხოვრებელი ან თავშესაფრის/თავდაცვის ადგილი. მცენარე – ეპიფიტები სახლდებიან ხემცენარეებზე, რომლებიც მათთვის მიმაგრების ადგილის როლს ასრულებენ, ხოლო ეპიფიტები მიისწრაფიან განათებისკენ, რომ ეფექტურად აწარმოონ ფოტოსინთეზის პროცესი. ეპიფიტებს წარმოადგენენ ხავსები, მლიერები, ზოგიერთი ყვავილოვანი მცენარე, მაგალითად, ორქიდეა (სურ. 1.25).

კომენსალიზმი

ორქიდეა ხემცენარეზე – ორქიდეა სინათლის მოყვარული ბალახოვანი მცენარეა, ამიტომ ის ხემცენარეების ღეროს მიემაგრება და ასე მიიწევს ზემოთ სინათლისაკენ, ხემცენარე ამით არც სარგებლობას იღებს და არც ზიანს.



გიენები შორიდან უყურებენ და ელოდებიან, **ლომი** როდის დაამთავრებს ტრაპეზს, რომ მისი ნარჩენები მიირთვან; ლომისთვის მნიშვნელობა არ აქვს, მისი საკვების ნარჩენებს რა შეჭამს.

სურ. 1.25



აკლავის მონაცემების ანალიზი

საკითხავი მასალა

დანიელ იანცენმა (1966, 1967) ჭიანჭველების რამდენიმე სახეობასა და ცენტრალურ ამერიკაში გავრცელებულ ეკლიან აკაციებს შორის დამოკიდებულება აღმოაჩინა, რაც თანავეოლუციის შედეგის შესანიშნავი მაგალითია. აკაცია ჭიანჭველებს საკვებსა და ბუდეების ადგილს აძლევს, ხოლო ჭიანჭველები მცენარეს მცენარეჭამია/ფიტოფაგი მწერებისგან იცავენ. ხარისრქიან აკაციას (*Acacia cornigera*) რქების მაგვარი ეკლები აქვს.

Seudomyrmex ferruginea-ს სახეობის დედა ჭიანჭველა აკაციაში კოლონიის შექმნისთვის ერთ-ერთ მოზრდილ ეკალს ხვრეტს და შიგთავსს ასუფთავებს, სადაც ის კვერცხებს დებს.



აკაცია ჭიანჭველებს იფარებს და ამავე დროს ნახშირწყლებით მდიდარ საკვებს აწვდის. ჭიანჭველების კოლონიის ზრდასთან ერთად, მცენარე სულ უფრო მეტ ეკალს ივითარებს. ჭიანჭველების კოლონიას წელიწადში ათასობით მუშა ჭიანჭველა ემატება და მათი რაოდენობა ათიათასობით განისაზღვრება. ჭიანჭველების დაახლოებით 1/4 ნებისმიერ დროს კოლონიის გარეთ იმყოფება, საკვებს აგროვებს და აკაციას მცენარეჭამია მწერებისგან იცავს. ორივე მათგანი ერთმანეთისგან სარგებელს იღებს, თუმცა დამოუკიდებლად არსებობაც შეუძლიათ. ჭიანჭველებს მოკლებული აკაცია ტოქსიკურ ნივთიერებას გამოყოფს და თავს იცავს ფიტოფაგებისგან.

დანიელ იანცენის ექსპერიმენტი

იანცენმა აკაციის ზრდასა და სიცოცხლის უნარიანობაზე ჭიანჭველების ზეგავლენის კვლევის მიზნით, აკაციის ახლად გამოტანილ ტოტებზე ჭიანჭველები არ აუშვა და მათი ზრდის ტემპი ჭიანჭველებიანი ტოტებისას შეადარა. ერთ-ერთი ამგვარი ექსპერიმენტი სამხრეთ მექსიკაში ჩატარდა და 10 თვის შემდეგ აღმოჩნდა, რომ ჭიანჭველების გარეშე დარჩენილი ტოტის მასა ჭიანჭველებიანი ტოტის მასის 1/10-ზე ნაკლებია, ფოთლების რაოდენობა ორჯერ და მეტჯერ მცირეა, ხოლო ეკლების რაოდენობა – სამჯერ და მეტჯერ.

ასეთი სპეციალიზირებული ადაპტაცია თანაევოლუციის კარგი მაგალითია, რომელიც ორ სახეობას შორის ხანგრძლივი ევოლუციური კავშირის შედეგად ჩამოყალიბდა.

გაეცანი ტექსტისა და ექსპერიმენტის შინაარსს, უპასუხე კითხვებს:

- ტექსტში ეკლებიან აკაციასა და ჭიანჭველებს შორის ბიოტური ურთიერთობის რომელი ფორმაა აღწერილი? შენი პასუხის მტკიცებულობანი მოიყვანე ტექსტიდან.
- აღწერე იანცენის ექსპერიმენტი.
- იანცენის ექსპერიმენტის შედეგები რამდენად ამტკიცებს აკაციასა და ჭიანჭველებს შორის არსებულ კავშირს? შენი პასუხის დასასაბუთებლად მოიყვანე ექსპერიმენტის შედეგები.



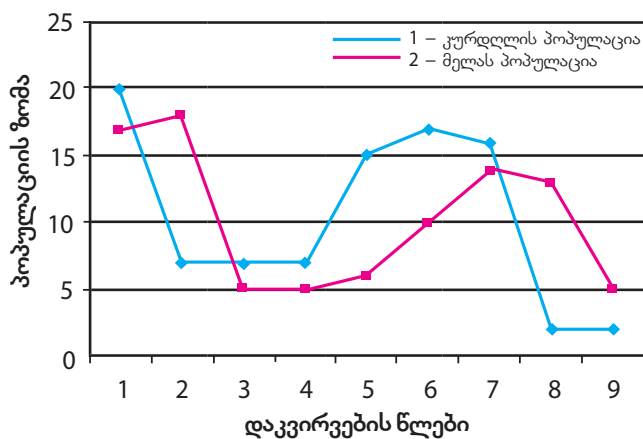
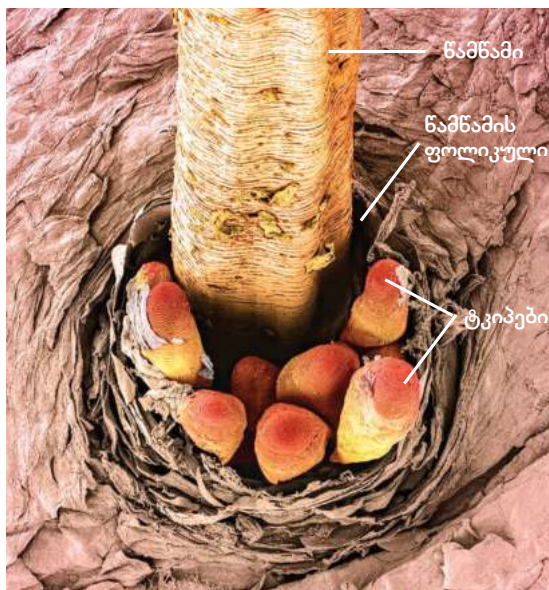
1. დამოუკიდებლად გაეცანი პარაგრაფის ტექსტსა და სურათებზე მოცემულ ინფორმაციას ბიოცენოზში ბიოტური ურთიერთობის ფორმების შესახებ და შეავსე ქვემოთ მოცემული სქემა:

ბიოტური ურთიერთობის ფორმა	თითოეული ფორმის მოკლე აღწერა	შესაბამისი მაგალითი
×	×	×
×	×	×
×	×	×
×	×	×
×	×	×

2. რით განსხვავდება კონკურენცია მტაცებლობისა და პარაზიტიზმისგან?
3. როდოდენდრონს რა ტიპის შეგუებულობანი აძლევს უპირატესობას სხვა მცენარეებთან კონკურენციაში?
4. ზოგიერთი პატარა თევზი, მაგალითად, თევზი ჯამბაზი, არ არის მგრძნობიარე აქტინიის მსუსხავი ძაფების მიმართ და იგი იკვებება მის საცეცებს შორის არსებული საკვების ნარჩენებით, ხოლო აქტინია უნებურად იცავს თევზს. ურთიერთობის რა ფორმაა აქტინიასა და თევზს შორის?
5. იდეალურ პირობებში ბაქტერიები ყოველ 20 წუთში მრავლდებიან, თუმცა ბუნებაში ბაქტერიები ასეთი სიჩქარით არ მრავლდებიან, წინააღმდეგ შემთხვევაში, მთელ დედამიწას დაფარავდნენ. შენი აზრით, რა ფაქტორები ზღუდავენ მათ გამრავლებას და ზოგჯერ მათი პოპულაციის განადგურებასაც კი იწვევენ?



6. რა ტიპის ადაპტაციები აძლევს უპირატესობას ვენერას ბუზიჭერის, როგორც მტაცებელს?
7. რადგან მტაცებელი კლავს თავის მსხვერპლს, შეიძლება ითქვას, რომ მტაცებელი ბუნებას ანადგურებს? მოიფიქრე, არის თუ არა იმის საშიშროება, რომ ამ მიზეზით მსხვერპლის პოპულაცია მთლიანად გადაშენდეს? პასუხი დაასაბუთე.
8. ჯვარედინმტვერია მცენარეების ყვავილებისა და მათი დამმტვერავე ცხოველების პირის აპარატის/ნისკარტის ფორმა და ზომა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მცირედ იცვლება. 1) რა მნიშვნელობა აქვს ამ ფაქტს როგორც მცენარეების, ისე მათი დამმტვერავე ცხოველებისთვის? 2) ეს მოვლენა ბუნებრივი გადარჩევის რომელი ფორმის მოქმედების შედეგია?
9. ადამიანის წამწამები მიკროსკოპული ტკიპების საცხოვრებელი გარემოა. მათი სხეულის სიგრძე 0,4 მმ-ია, ამიტომ დანახვა მხოლოდ მიკროსკოპით შეიძლება. წამწამის ერთ ფოლიკულაში 20-მდე ტკიპი ცხოვრობს. ეს ტკიპები იკვებებიან წამწამების ცხიმისმაგვარი გამონაყოფით და მკვდარი უჯრედებით. ისინი ადამიანს ზიანს არ აყენებენ. ტკიპებსა და ადამიანს შორის სიმბიოზური ურთიერთქმედების რომელი ფორმაა აღწერილი? დაასაბუთე შენი პასუხი.
10. ყვავილოვანი მცენარეების დიდი ნაწილი რატომ იმტვერება სპეციფიკური დამმტვერავეებით?
11. დიაგრამაზე მოცემულია კურდღლისა (1) და მელას პოპულაციის (2) ზომის ცვლილებების დინამიკა პოპულაციებზე დაკვირვების 9 წლის განმავლობაში. გააანალიზე გრაფიკებზე მოცემული ინფორმაცია და უპასუხე კითხვებს: 1) როგორია კურდღლის პოპულაციის ზომის ცვლილების დინამიკა დაკვირვების 9 წლის განმავლობაში? 2) როგორია მელას პოპულაციის ზომის ცვლილების დინამიკა დაკვირვების 9 წლის განმავლობაში? 3) დიაგრამის მონაცემიდან გამომდინარე, განმარტე, რა კავშირია კურდღლისა და მელას პოპულაციის ზომის ცვლილებებს შორის.





ეკოსისტემები წყალსატევების სიღრმესა და ექსტრემალურ პირობებში

1977 წელს მეცნიერები გაოცდნენ, როდესაც პირველად შეისწავლეს ოკეანის სიღრმეები. მათ აქ, სადაც სინათლე ვერ აღწევდა, აყვავებული ეკოსისტემები აღმოაჩინეს. კვლევებმა აჩვენა, რომ ნამცეცა პროკარიოტები თვითონ ქმნიდნენ თავიანთ საკვებ ორგანულ ნივთიერებებს წყალში არსებული მინერალური ნივთიერებებისგან, რისთვისაც სულაც არ სჭირდებოდათ მზის სინათლის ენერგია.

მეცნიერებმა ასეთი მიკროორგანიზმები აღმოაჩინეს აშშ-ს ერთ-ერთ ეროვნულ პარკში – Yellowstone National Park – არსებულ გოგირდით მდიდარ ჰიდროთერმულ (წყლის ტემპერატურა ძალიან მაღალია) წყალსატევებში, რომელთაგან ერთ-ერთი სურათზეა გამოსახული.



- რატომ გაოცდნენ მეცნიერები, როდესაც ოკეანის დიდ სიღრმეებში ეკოსისტემები აღმოაჩინეს?
- როგორ ფიქრობ, კვების ტიპის მიხედვით როგორ ორგანიზმებზეა საუბარი ტექსტში?

ბუნებაში ყველა ორგანიზმი შედის რომელიმე თანასაზოგადოების/ბიოცენოზის შემადგენლობაში. როგორც უკვე იცო, ბიოცენოზის სახეობრივ შემადგენლობასა და პოპულაციების რიცხოვნობას განსაზღვრავს აბიოტური და ბიოტური ფაქტორების ერთობლიობა. წინა პარაგრაფში ჩვენ განვიხილეთ თანასაზოგადოების ინდივიდებს შორის არსებული სხვადასხვა ტიპის ურთიერთობის ფორმები, რომლებიც დაკავშირებულია კვებასთან, თავდაცვასა და გამრავლებასთან, გავრცელებასა და განსახლებასთან.

ეკოსისტემაში სხვადასხვა ორგანიზმის ურთიერთობის ყველაზე ნათელი მაგალი-

თია კვებითი ურთიერთობა, რადგან ყველა ცოცხალი ორგანიზმისთვის დამახასიათებელია სასიცოცხლო თვისება – კვება. ეკოსისტემის ორგანიზმებს შორის კვებითი კავშირების ფორმასა და ხასიათს განსაზღვრავს კვების ტიპი. კვების ორ ძირითად ტიპს არჩვენ – ავტოტროფული და ჰეტეროტროფული, შესაბამისად, ორგანიზმებსაც კვების ტიპის მიხედვით ორ ძირითად ჯგუფად ყოფენ: ავტოტროფებად და ჰეტეროტროფებად. ჰეტეროტროფები ენერგიისა და მზა ორგანული ნივთიერებების მიღების გზების მიხედვით კიდევ განსხვავდებიან. ეს მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილის სახით (ცხრ. 1.2).

ცხრილი 1.2.			
კვების ტიპი		ენერგიისა და საკვების წყარო, საკვების მოპოვების თავისებურება	ორგანიზმების მაგალითები
ავტოტროფული	ფოტოავტოტროფული	მზის ენერგია; არაორგანული ნივთიერებები (წყალი და ნახშირორჟანგი)	ფოტოავტოტროფები – მცენარეები, წყალმცენარეები, ციანობაქტერიები
	ქემოავტოტროფული	არაორგანული ნივთიერებების (მაგ., რკინის, აზოტის) დაჟანგვის შედეგად გამოთავისუფლებული ენერგია; არაორგანული ნივთიერებები	ქემოავტოტროფები – აზოტობაქტერიები, გოგირდბაქტერიები, რკინაბაქტერიები
ჰეტეროტროფული	ფიტოფაგია	ცოცხალი მცენარეების ორგანულ ნივთიერებებში დაგროვებული ენერგია; ცხოველები ჭამენ მცენარეებს	მცენარეჭამია ცხოველები – მცენარეჭამია ფეხსახსრიანები, ხერხემლიანები; ნაირმჭამელები – ცხოველები, რომლებიც იკვებებიან როგორც მცენარეული, ისე ცხოველური ორგანიზმებით
	ზოოფაგია	ცოცხალი ცხოველების ორგანულ ნივთიერებებში დაგროვებული ენერგია; ცხოველები ჭამენ ცოცხალ ცხოველს	მტაცებლები – ცხოველიჭამია ცხოველები; ნაირმჭამელები – ცხოველები, რომლებიც იკვებებიან როგორც მცენარეული, ისე ცხოველური ორგანიზმებით
	დეტრიტოფაგია	მკვდარი ორგანიზმების ან მათი ნარჩენების ორგანულ ნივთიერებებში (დეტრიტებში) დაგროვებული ენერგია; ცხოველები ჭამენ მკვდარ ორგანიზმებს ან მათ ნარჩენებს	დეტრიტოფაგები – ლეშიჭამია ცხოველები – ფეხსახსრიანები, ფრინველები, ძუძუმწოვრები
	საპროფიტული	მკვდარი ორგანიზმების ან მათი ნარჩენების ორგანულ ნივთიერებებში დაგროვებული ენერგია; მზა ორგანულ ნივთიერებებს იღებენ ორგანიზმების სხვადასხვა ნარჩენიდან და მკვდარი ნაწილებიდან	საპროფიტები – სოკოებისა და ბაქტერიების დიდი ნაწილი, რომელთაც ახასიათებთ ორგანიზმის გარეთ მონელება.
	პარაზიტული	ცოცხალი ორგანიზმების ორგანულ ნივთიერებებში დაგროვებული ენერგია; ერთი ორგანიზმი სახლობს სხვა ცოცხალ ორგანიზმზე ან ორგანიზმში და მისგან იღებს მზა ორგანულ ნივთიერებებს	პარაზიტები – პარაზიტი ჭიები, მწერები, ვირუსები, სოკოები და ბაქტერიები
მიქსოტროფული		მზის ენერგია ან მზა ორგანულ ნივთიერებებში დაგროვებული ენერგია; ახასიათებთ შერეული ტიპის კვება – ფოტოავტოტროფული კვება და ჰეტეროტროფული კვება (შეუძლიათ მზა ორგანული ნივთიერებების შეთვისება)	მიქსოტროფები – ზოგიერთი პროტისტი (მაგ., ევგლენა), მწერიჭამია მცენარეები (მაგ., დროზერა, ვენერას ბუზიჭერია)

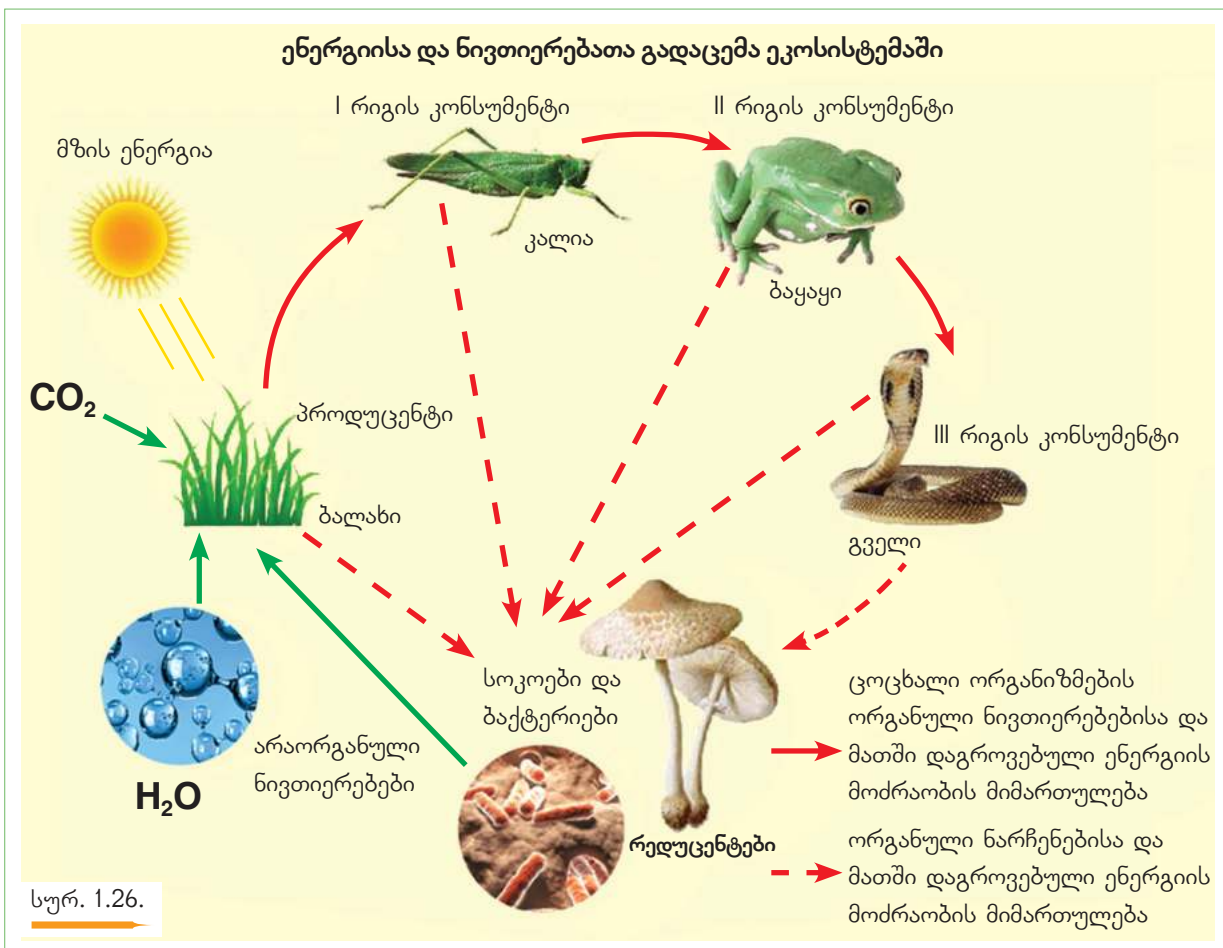
კვების დროს ერთი ორგანიზმი მეორე ორგანიზმისგან საკვების სახით იღებს ენერგიასა და საშენ მასალას. ერთი ორგანიზმი ამ მიზნით მოიხმარს მეორეს, მაგრამ შეიძლება თვითონ გახდეს მესამე სახეობის ინდივიდის მსხვერპლი. ყველა ორგანიზმს უნდა ჰქონდეს ენერგიისა და საკვები ორგანული ნივთიერებების წყარო, თუმცა ყველა სახეობის ორგანიზმი ენერგიასა და ორგანულ ნივთიერებებს სხვა ორგანიზმის მოხმარებით არ იღებს. ასეთია ავტოტროფული ორგანიზმები, რომლებიც ენერგიით ღარიბი არაორგანული ნივთიერებებისგან თვითონ ქმნიან ენერგიით მდიდარ

ორგანულ ნივთიერებებს. ამიტომ ავტოტროფ ორგანიზმს **პროდუცენტი**, ანუ **მწარმოებელი** ეწოდება. ფოტოავტოტროფები ამისთვის მზის ენერგიას იყენებენ და ფოტოსინთეზს აწარმოებენ. ქემოავტოტროფებიც თვითონ ასინთეზირებენ არაორგანული ნივთიერებიდან ორგანულს, მაგრამ ამისთვის იყენებენ არაორგანული ნივთიერების დაჟანგვის შედეგად გამოყოფილ ენერგიას. მაგალითად, გოგირდწყალბადი (H_2S) იჟანგება გოგირდმჟავამდე (H_2SO_4) და გამოთავისუფლებული დაჟანგვის ენერგიის ხარჯზე ნახშირორჟანგისა და წყლისგან ნახშირწყალი სინთეზირდება:

ნახშირორჟანგი + წყალი + გოგირდწყალბადი + ჟანგბადი = ნახშირწყალი + გოგირდმჟავა

ყველა ბიოცენოზს მსგავსი სტრუქტურა აქვს. მათ საფუძველს წარმოადგენს პროდუცენტები, უმეტესწილად კი მცენარეული თანასაზოგადოება – ფოტოავტოტროფები. ბიოცენოზის სხვა ნაწილს წარმოადგენს პროდუცენტების მომხმარებლები – **კონსუმენტები** – ჰეტეროტროფი ორგანიზმები, რომლე-

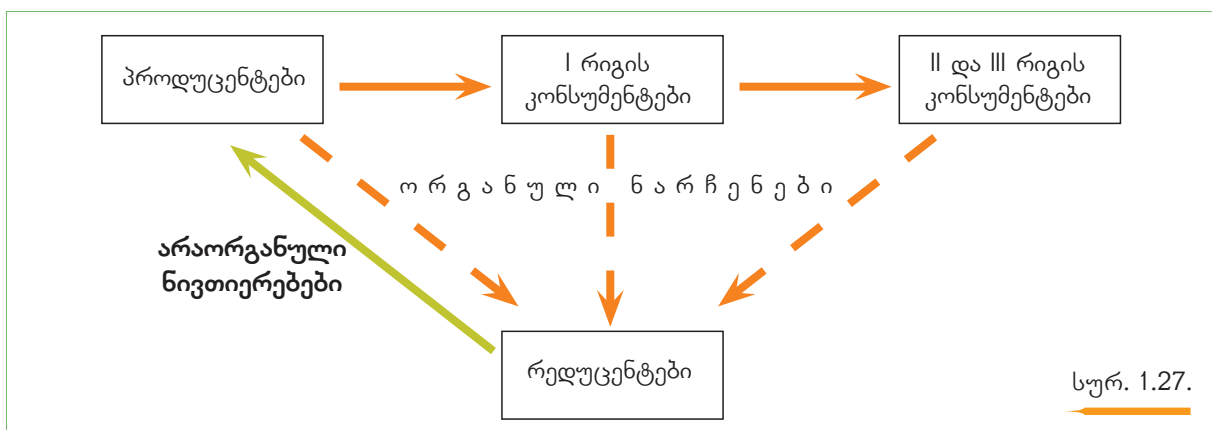
ბიც მზა ორგანულ ნივთიერებებსა და მათში დაგროვებულ ენერგიას მოიხმარენ. კონსუმენტების ტიპები განსხვავებულია. ეს არის: მცენარეჭამიები, მტაცებლები, ნაირმჭამელები, პარაზიტები, დეტრიტოფაგები (ლეშიჭამია ცხოველები), რედუცენტები (იხ. ცხრ. 1.2).



ეკოსისტემაში სხვადასხვა ორგანიზმს შორის კვებითი კავშირები შეიძლება იყოს ნაჩვენები კვებითი ჯაჭვის საშუალებით, როგორც სურათ 1.26-ზეა წარმოდგენილი. **კვებითი ჯაჭვი არის მოდელი, რომელიც გვიჩვენებს**, თუ რა ტიპის კვებითი კავშირებია ერთი ეკოსისტემის სხვადასხვა პოპულაციის ინდივიდებს შორის. I რიგის კონსუმენტები მოიხმარენ მცენარის ორგანულ ნივთიერებებს (მცენარეჭამია ცხოველები), II და III რიგის კონსუმენტები ცხოველიჭამია ცხოველებია. **რედუცენტები** – საპროფიტი მიკროორგანიზმები, სოკოები, რომლებიც ორგანულ ნარჩენებს შლიან და

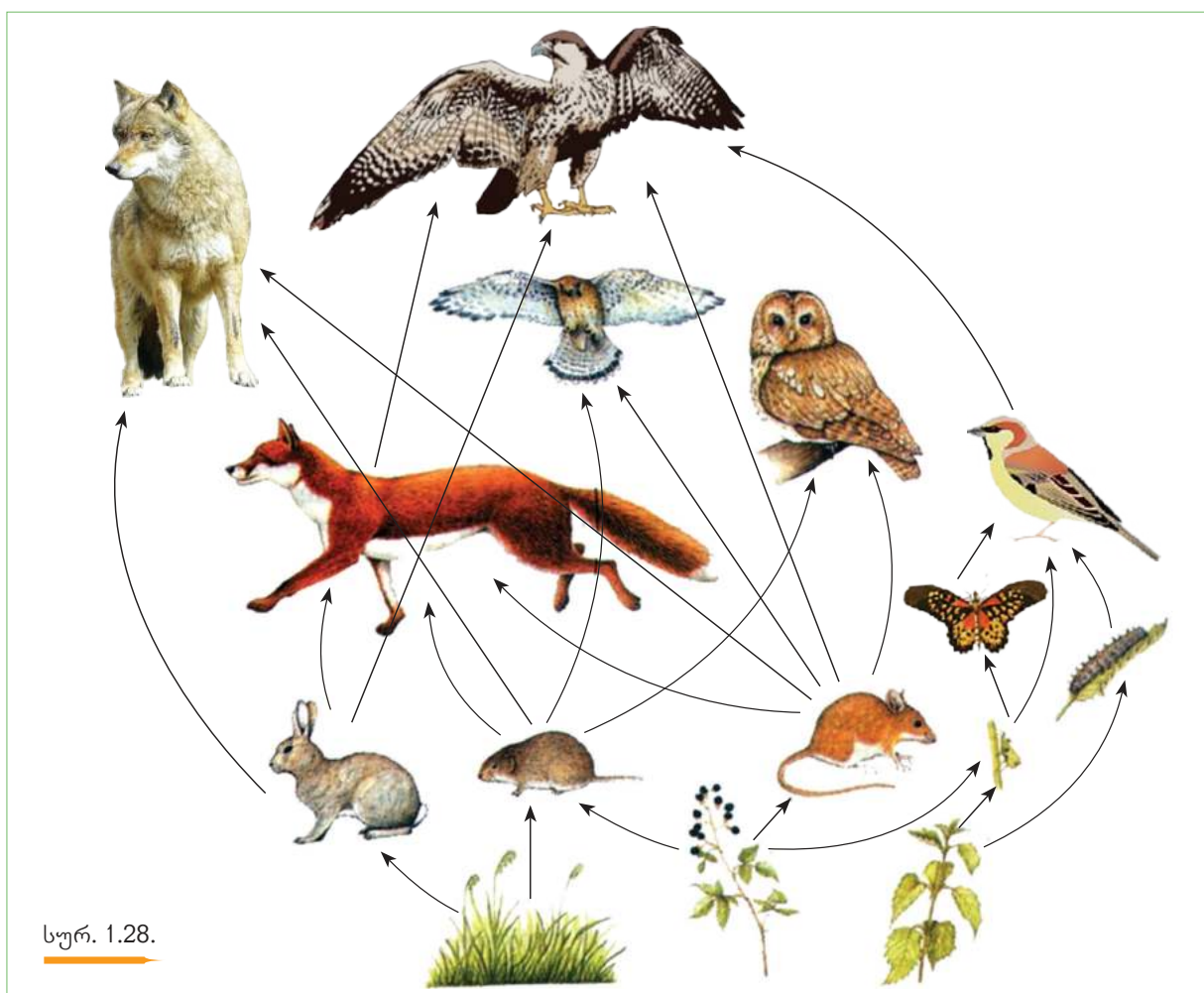
მინერალიზაციას ახდენენ, პროდუცენტები კი კვლავ ორგანულ ნივთიერებებად გარდაქმნიან. ამიტომ რედუცენტები უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებენ ბუნებაში ნივთიერებათა მიმოქცევაში. კვებითი ჯაჭვის თითოეულ კომპონენტს **კვებითი ანუ ტროფული დონე ეწოდება**.

ამრიგად, ეკოლოგიურ სისტემებში შემავალი მრავალფეროვანი ორგანიზმები კვების მიხედვით შეიძლება დავაჯგუფოთ სამ ფუნქციონალურ ჯგუფად: პროდუცენტები, კონსუმენტები და რედუცენტები (სურ. 1.27).



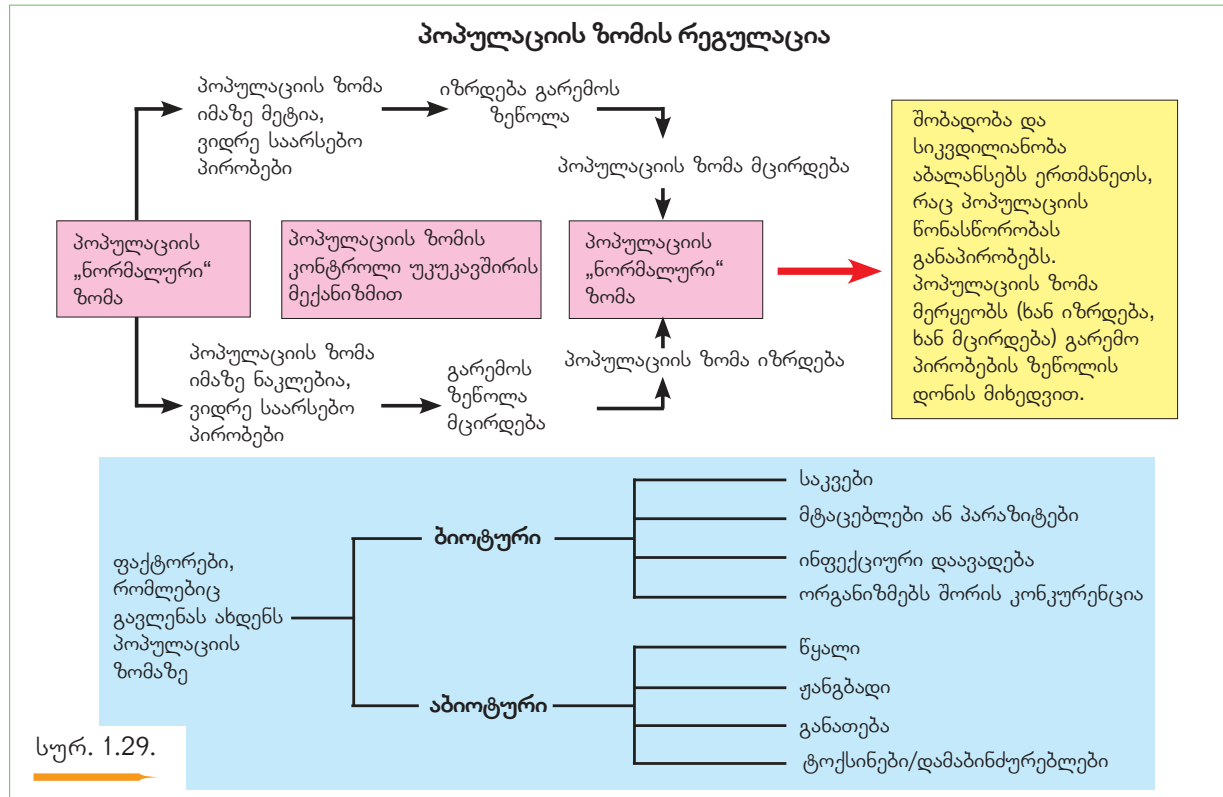
კურდღელი ბალახისმჭამელია, მაგრამ მხოლოდ იგი როდი ჭამს ბალახს (სურ. 1.28). ბევრი სხვა ორგანიზმიც იკვებება ბალახით. კურდღელი კი მელიის მსხვერპლი ხდება, თუმცა მას სხვა მტაცებლებიც მოინადირებენ, მელიაც შეიძლება მსხვერპლი გახდეს. ასე იქმნება **კვებითი ქსელი**. ბუნებაში კვებით ქსელს ურთიერთდამოკიდებული და დაკავ-

შირებული რთული კვებითი ჯაჭვები ქმნიან. **ეკოსისტემა რაც უფრო სახეობრივად მრავალფეროვანია, მით უფრო რთული კვებითი ქსელები იქმნება და ეკოსისტემაც მდგრადია.** თუ რალაც მიზეზით კვებითი ჯაჭვის ქვედა კვებითი დონის სახეობა ქრება, მაშინ ზედა რგოლის სახეობები სხვა საკვების გამოყენებას იწყებენ.

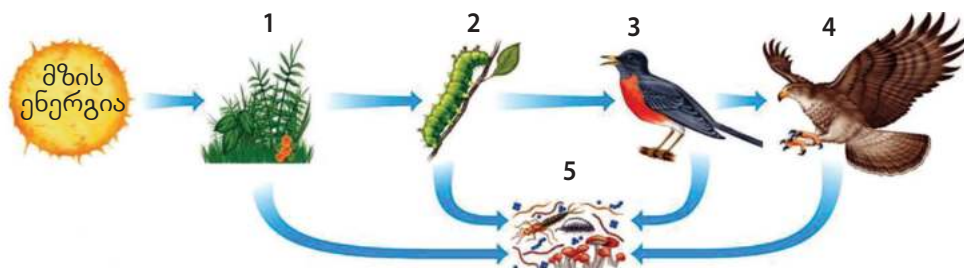


ეკოსისტემა მდგრადი, თვითმარეგულირებადი სისტემაა. პოპულაციაში ინდივიდების გარკვეული რიცხვის შენარჩუნება ეფუძნება ორგანიზმების ურთიერთქმედებას: მტაცებელი — მსხვერპლი, პარაზიტი — მასპინძელი. თუ რაღაც მიზეზით კვებითი ჯაჭვის წევრი

ქრება, მაშინ სახეობები სხვა საკვების გამოყენებას იწყებენ. საკვების შეცვლის შედეგად სახეობა-მომხმარებლის ზომა შენარჩუნდება. პოპულაციის მასობრივი გამრავლება ეკოსისტემაში პირდაპირი და უკუკავშირებით რეგულირდება (სურ. 1.29)



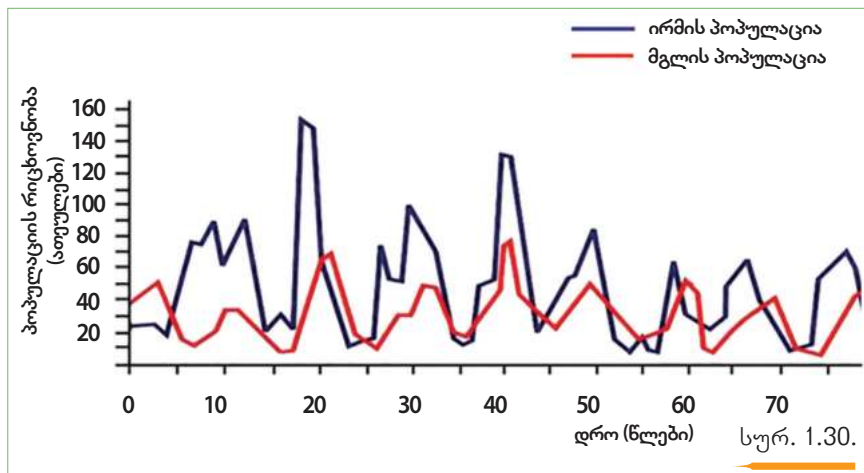
1. განმარტე ტერმინები: მწარმოებელი, მომხმარებელი, რედუცენტი. რომელი მათგანის ამოვარდნა არ მოახდენს გავლენას ეკოსისტემაზე? ახსენი შენი პასუხი.
2. სურათზე მითითებული რიცხვები ამოიწერე რვეულში — 1) ამოიცანი კვებითი დონეები და მისი დასახელება მიუწერე რიცხვებს; 2) სურათის მიხედვით აღწერე კვებით რგოლებში ენერგიისა და ორგანული ნივთიერებების მოძრაობის მიმართულება.



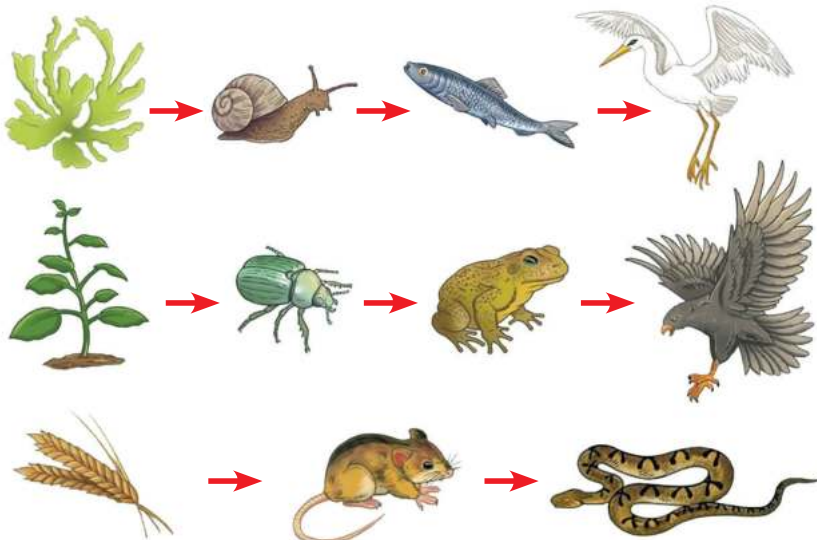
3. შეისწავლე სურათ 1.28-ზე მოცემული კვებითი ქსელის შემადგენელი კვებითი რგოლები და უპასუხე კითხვებს: 1) დაასახელე ორგანიზმები, რომლებიც ერთმანეთს უწევენ კონკურენციას და მიუთითე შესაბამისი კონკურენციის ობიექტი – საკვები; 2) დაასახელე ორგანიზმი, რომელიც შეიძლება ერთდროულად II რიგის კონსუმენტიც იყოს და მსხვერპლიც; 3) დაასახელე II რიგის კონსუმენტები; 4) დაასახელე III რიგის კონსუმენტები; 5) რა გავლენას მოახდენს ამ ეკოსისტემიდან I რიგის კონსუმენტების ამოვარდნა? 6) მღრღნელების პოპულაციის მნიშვნელოვანი შემცირება რომელ კვებით რგოლზე მოახდენს გავლენას? 7) შექმენი 4-რგოლიანი კვებითი ჯაჭვი.

როდესაც მკვეთრად იზრდება მცენარეულობის რაოდენობა, იზრდება მცენარისმჭამელთა რიცხვიც, შესაბამისად, მტაცებლებს ექნება მეტი საკვები და მათი გამრავლების ინტენსივობა გაიზრდება. ე.ი. რაც უფრო მეტია წელს მსხვერპლთა რიცხვი, მით მეტი იქნება მომავალ წელს მტაცებელთა რიცხვი. ეს თავისთავად გამოიწვევს მსხვერპლის რიცხვის შემცირებას, მტაცებელთა გამრავლების ინტენსივობის შემცირებას და მტაცებელი — მსხვერპლის რაოდენობა საწყის მდგომარეობას დაუბრუნდება. ამის მაგალითია ირმებისა და მგლის

პოპულაციებს შორის დამოკიდებულება (სურ. 1.30). დიაგრამაზე მოცემულია ირმებისა და მგლის პოპულაციის ზომის ცვლილებების დინამიკა პოპულაციებზე დაკვირვების მრავალი წლის განმავლობაში.



4. ხანგრძლივი გვალვა რა გავლენას მოახდენს მწარმოებლებსა და მომხმარებლებზე?
5. ეკოსისტემის სტაბილურობა როგორაა დამოკიდებული პროდუცენტებზე?
6. რომელ ორ პროცესს იყენებენ პროდუცენტები ენერგიის მისაღებად და ორგანული ნივთიერების სინთეზისთვის?
7. ზოგიერთი პროდუცენტი ცხოვრობს წყალსატევების დიდ სიღრმეებში. ახსენი ეს ფაქტი.
8. შეუძლიათ პროდუცენტებს არსებობა კონსუმენტების გარეშე? ახსენი შენი პასუხი.
9. რა კავშირია კვებით ჯაჭვსა და კვებით დონეს შორის?
10. მეცნიერებისთვის რატომ არის მოსახერხებელი კვებითი ჯაჭვი ეკოსისტემაში ბიოტური კავშირების აღწერისთვის?
11. კონსუმენტების ძალიან მცირე პროცენტია, რომელიც სპეციფიკური საკვებით იკვებება. მას მეტი საშიშროება ელოდება, ვიდრე უნივერსალურ კონსუმენტს (იკვებება სხვადასხვა სახეობით), რატომ?
12. რა გავლენას მოახდენს ეკოსისტემის სტაბილურობაზე ყველა რედუცენტის ამოვარდნა?
13. ახსენი, ურთიერთობა — „მტაცებელი — მსხვერპლი“ და „პარაზიტი — მასპინძელი“ — როგორ განაპირობებს ეკოსისტემის მდგრადობას
14. აქ წარმოდგენილი თითოეული ჯაჭვისთვის იმსჯელე, რა მოხდება ეკოსისტემაში, თუ ამოვარდება ყველა მტაცებელი და კვებითი ჯაჭვი დამოკლდება?



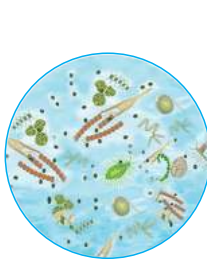


DDT-ს გამოყენების ისტორია

მწერებს, რომლებიც მოსავალს ანადგურებენ, მავნებლებს უწოდებენ. მავნე მწერების წინააღმდეგ ფერმერები ხშირად შხამქიმიკატებს – პესტიციდებს იყენებენ. თუმცა პესტიციდებმა შესაძლოა კვებითი ქსელის სხვა ორგანიზმებსაც მიაყენოს ზიანი და, მავნებლების გარდა, სასარგებლო ცხოველებიც გაანადგუროს.

პესტიციდი დუსტი (DDT) შექმნეს 1939 წელს და გამოიყენეს მეორე მსოფლიო ომის დროს ჯარისკაცების დასაცავად ისეთი დაავადებისგან (მაგ., მალარიისგან), რომლის გადამტანებიც მწერები არიან. ომის შემდეგ, ამ შხამქიმიკატის წარმოება გაიზარდა და მას რეგულარულად იყენებდნენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ნათესების შესასხურებლად, ხალხმრავალ ზღვის სანაპირო ზონებშიც კი კოლოების წინააღმდეგ. მაგრამ 1960-იან წლებში აღმოაჩინეს, რომ DDT ტოქსიკური ნივთიერებაა და გასული საუკუნის 80-იანი წლებიდან მისი წარმოება და გამოყენება მთელ რიგ ქვეყნებში აიკრძალა.

აღმოჩნდა, რომ გარემოსა და ორგანიზმში მოხვედრილი დუსტი არ იშლება. ეს იმას ნიშნავს, რომ დუსტი კვებითი ჯაჭვის მომდევნო წევრებს გადაეცემა და იგი მათში გროვდება, განსაკუთრებით კი ცხიმოვან ქსოვილში. დიდი რაოდენობით დუსტი მომწამვლელია და ორგანიზმის სიცოცხლეს საფრთხეს უქმნის. ამაზე მეტყველებს შემდეგი ფაქტი: კალიფორნიაში ტბას მოასხურეს DDT მალარიის გადამტანი კოლოების გასანადგურებლად. DDT წყლიდან მოხვდა ცოცხალ ორგანიზმებში და ჩაერთო კვებით ჯაჭვში, შედეგად, წყლის ფრინველები დაიხოცა. ქვემოთ გთავაზობთ შესაბამისი კვებითი ჯაჭვის მოდელს. გაეცანი კვებითი ჯაჭვის მოდელს და უპასუხე კითხვებს:



პლანქტონი



თევზი



წყლის ფრინველი

- აღწერე, დუსტი/ DDT როგორ აღმოჩნდა წყლის ფრინველებში.
- გამოთქვი მოსაზრება – დუსტმა რატომ არ დახოცა პლანქტონის შემადგენელი ორგანიზმები ან თევზები?
- ფერმერები ამბობდნენ, რომ ტბაში არ იყო DDT-ის ისეთი რაოდენობა, რომ ფრინველები მოეკლა. როგორ ფიქრობ, მაშინ რატომ დადგა ასეთი შედეგი?

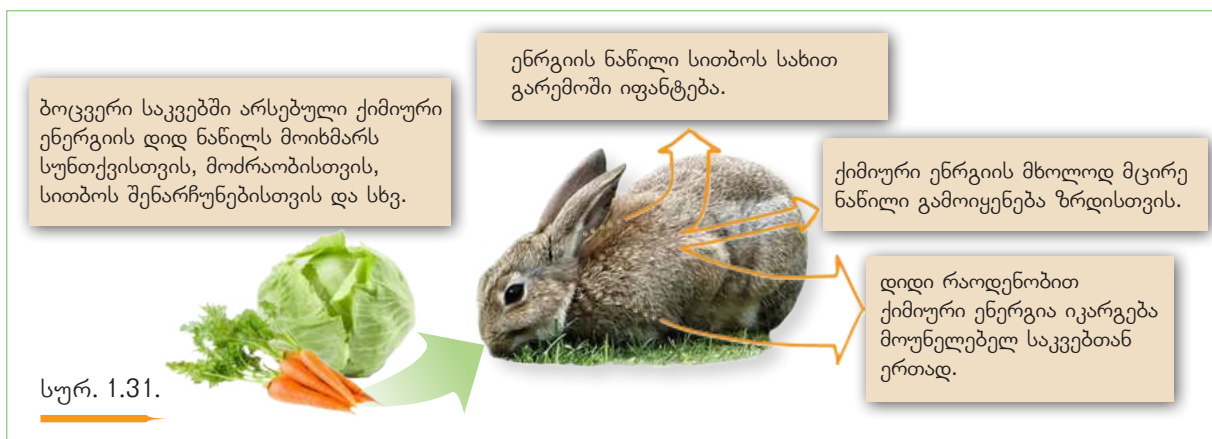
ეკოსისტემები ენერგიას მზის სინათლით იღებენ. მზის სინათლე ენერგიით უზრუნველყოფს ფოტოსინთეზის პროცესს. შედეგად, სინათლის ენერგია ფოტოავტოტროფებში ქიმიური ენერგიის სახით აკუმულირდება ორგანულ ნივთიერებებში. შემდეგ ეს ენერგია საკვები ორგანული ნივთიერებების სახით მოძრაობს კვებით ჯაჭვში. თუმცა კვებით ჯაჭვში მოძრაობის დროს ენერგიის ნაწილი სითბოს სახით გარემოში იფანტება და იკარგება. მცენარეულები იკვებებიან მცენარეებით და მცენარეულ საკვებში დაგ-

როებული ენერგიის ნაწილი იკარგება. შემდეგ მტაცებლები ჭამენ მცენარეულებს და ენერგია კვლავ იკარგება სითბოს სახით. შესაბამისად, კვებითი ჯაჭვის ყოველი დონე გაცილებით მცირე ენერგიას შეიცავს, ვიდრე მასზე დაბალი კვებითი დონე.

კვებითი ჯაჭვის ყოველ დონეზე ენერგია სხვადასხვა სახით იკარგება – ენერგიის ნაწილი იხარჯება კონსუმენტის სხეულის სითბოს შენარჩუნებაზე, მოძრაობაზე, ნაწილი მოუწელებელი ნარჩენების სახით იკარგება და ა.შ (სურ. 1.31). ენერგიის დაკარგვის შედეგად

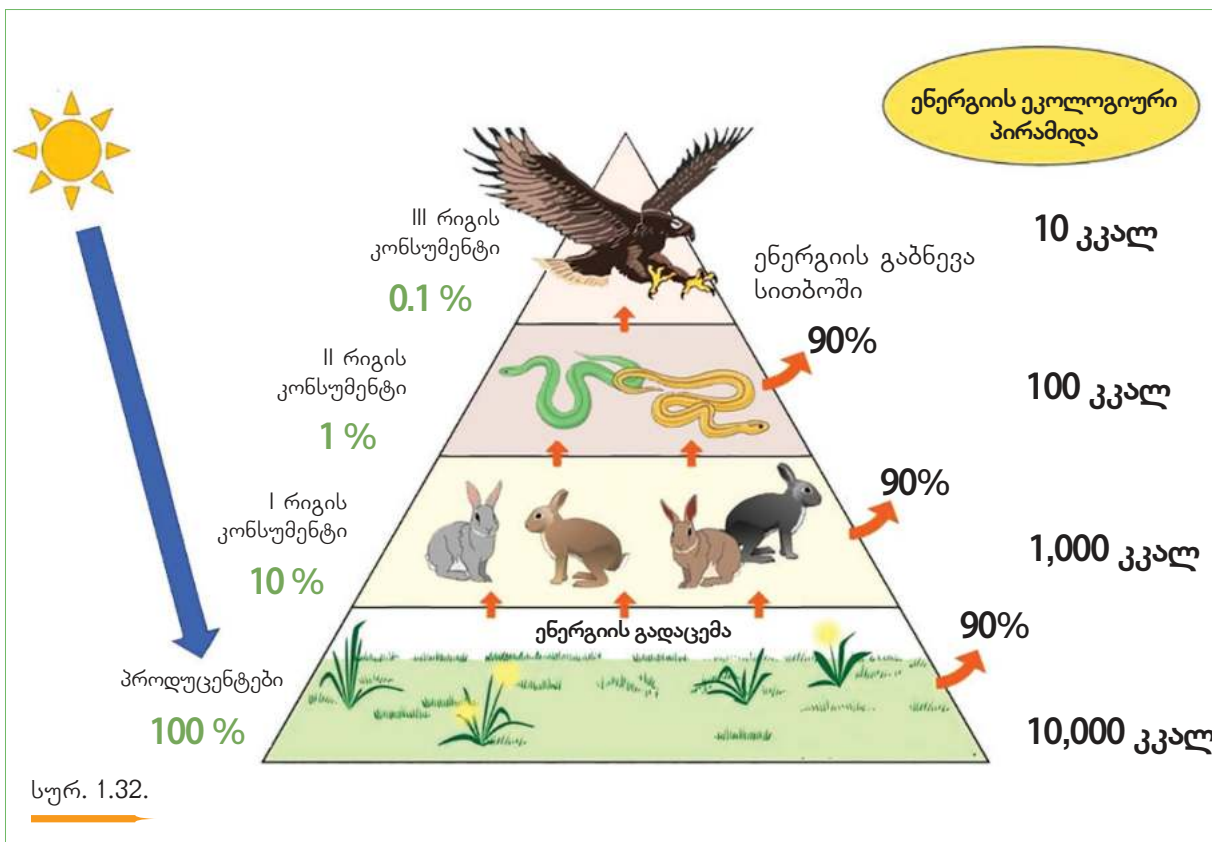
ყოველი მომდევნო კვებით დონეზე წარმოქმნილი ორგანული ნივთიერებების რაოდენობა/ბიომასაც პროგრესულად მცირდება. სასარგებლო ენერგიის ასეთი დიდი რაოდენობით

დაკარგვის გამო არ შეიძლება კვებითი ჯაჭვი ძალიან გრძელი იყოს. უფრო ხშირად, კვებითი ჯაჭვი 3-5 კვებითი დონისგან/რგოლისგან შედგება.



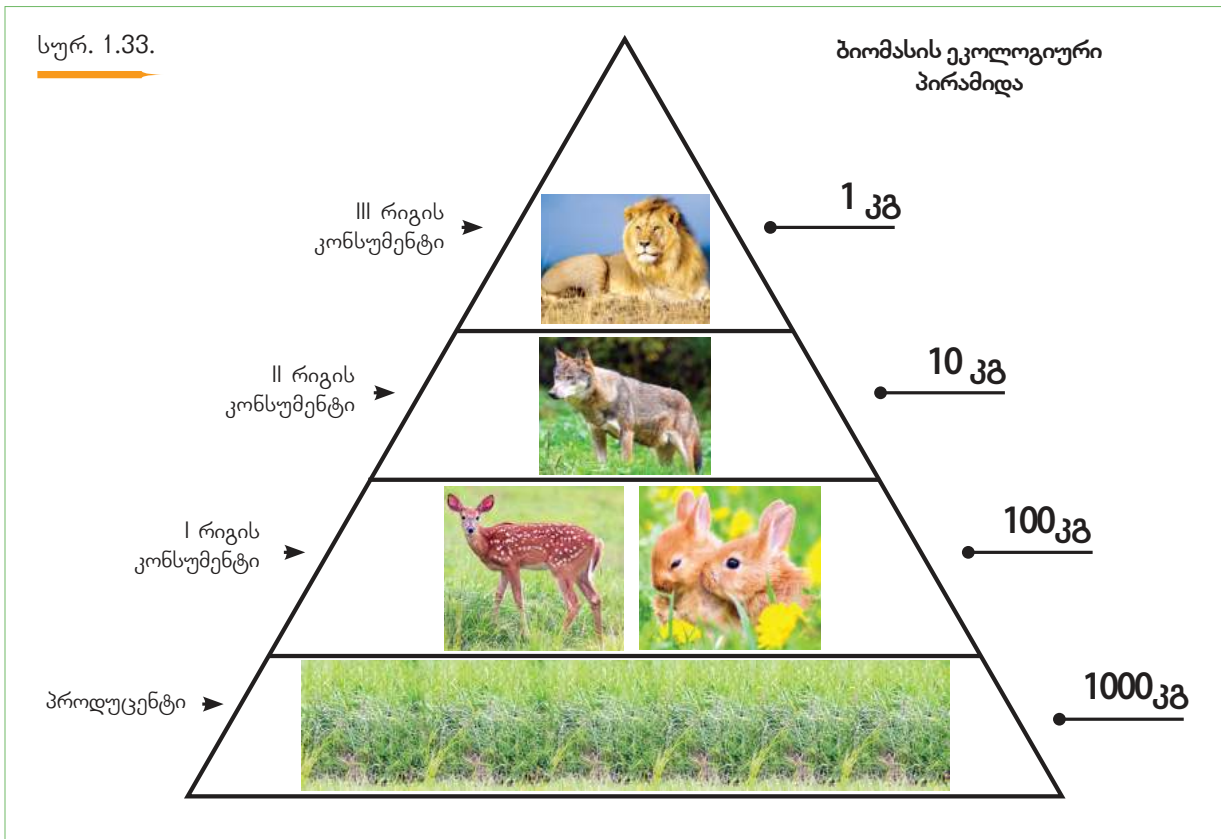
ზემოთ აღწერილ ამ მეტად მნიშვნელოვან კანონზომიერებას ეკოლოგიური პირამიდის წესს უწოდებენ. ეკოსისტემაში ენერგიისა და ნივთიერებათა გადაცემის საილუსტრაციოდ იყენებენ ეკოლოგიური პირამიდის მოდელს, რომელიც სამი სახის არის: ენერგეტიკული ეკოლოგიური პირამიდა, ბიომასისა და რიცხვითა პირამიდა.

ენერგეტიკული პირამიდა (სურ. 1.32) ასახავს კვებითი ჯაჭვის კვებით დონეებზე ენერგიის განაწილებას. გამოითვალეს, რომ ნებისმიერ მომდევნო კვებით დონეზე გადადის წინა დონის ენერგიის მხოლოდ 10%, რომელსაც კონსუმენტი იყენებს თავისი სხეულის ორგანული ნივთიერების შექმნისთვის.

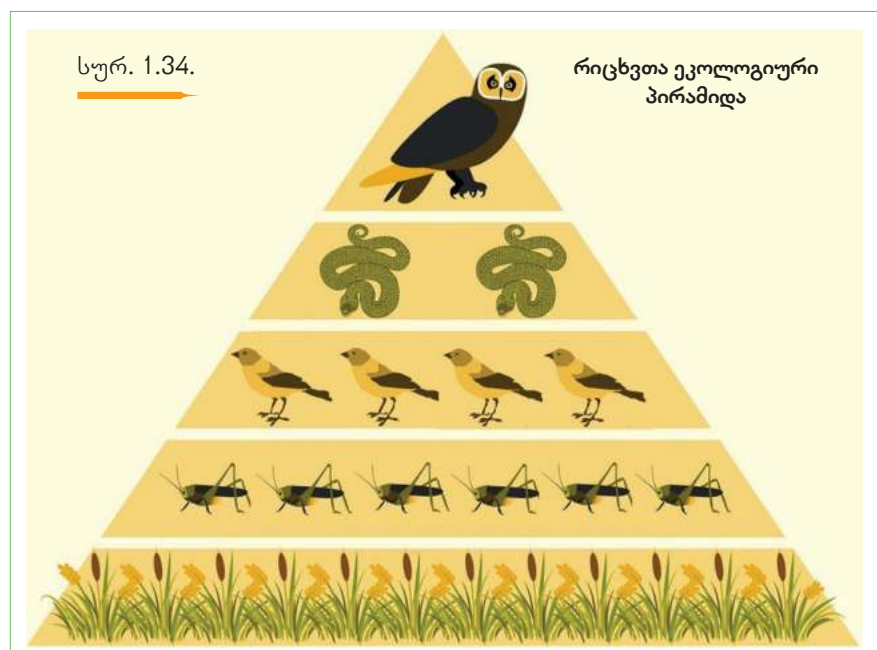


ბიომასის პირამიდა (სურ. 1.33), რომელიც ყოველ კვებით დონეზე/რგოლში სინთეზირებული ორგანული ნივთიერებების რაოდენობას, ანუ ბიომასის განაწილებას ასახავს. ნებისმიერ კვებით ჯაჭვში ყოველი მომდევნო რგოლის ბიომასა 10-ჯერ ნაკლებია წინა

რგოლზე. მაგალითად, მცენარეული ბიომასის რაოდენობა, რომელიც კვებითი ჯაჭვის საფუძველია, ყოველთვის რამდენჯერმე მეტია, ვიდრე მცენარეჭამია ცხოველების საერთო მასა, ხოლო მტაცებლების ბიომასა უფრო ნაკლებია, ვიდრე მცენარეჭამია ცხოველების.



რიცხვითი პირამიდა (სურ. 1.34), რომელიც კვებითი ჯაჭვის ყოველ რგოლში ინდივიდების რიცხვს ასახავს. მაგალითად, ასობით ბალახოვანი მცენარე მხოლოდ მცირე რაოდენობის კალიებს გამოკვებავს, კალიების ეს რაოდენობა რამდენიმე ფრინველს, ხოლო ფრინველები კი მხოლოდ რამდენიმე გველს ეყოფა, რამდენიმე გველი კი ერთ-ორ მტაცებელ ფრინველს გამოკვებავს.



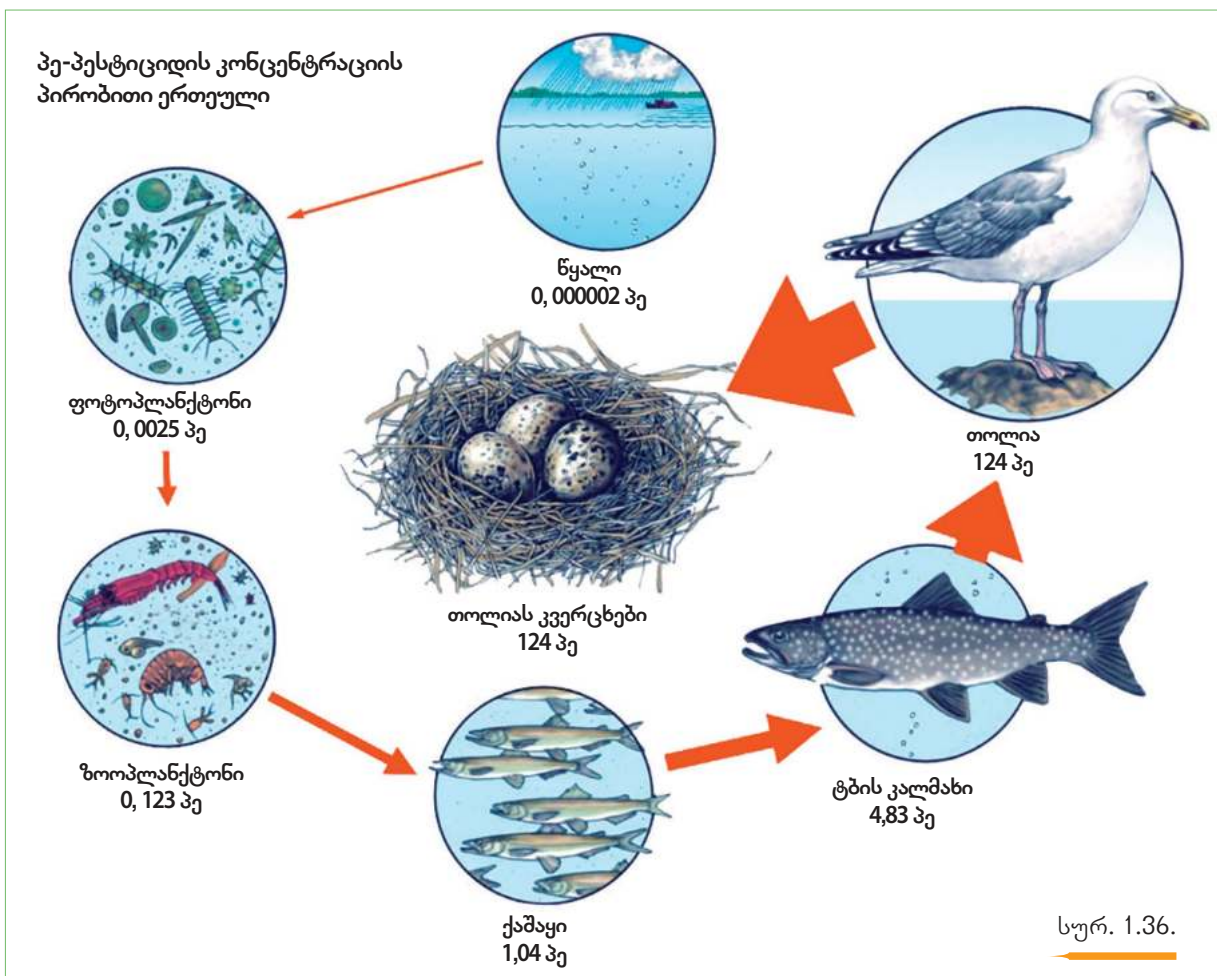
რიცხვთა პირამიდა ყოველთვის ისე არ გამოიყურება, როგორც ზემოთ არის ნაჩვენები (სურ. 1.34). პირამიდა შეიძლება უცნაური ფორმისა იყოს. მაგალითად (სურ. 1.35), ვარდის ბუჩქს უამრავი ბუგრის გამოკვება შეუძლია, რადგან მოცულობით დიდია და მეტ ენერგიასა და ბიომასას შეიცავს, ბუგრებით კი ჭიამაიები იკვებებიან.



ჭიამაიეები
ბუგრები
ვარდის ბუჩქი
სურ. 1.35.

თუ ეკოლოგიური პირამიდის წესის მიხედვით, დაბალი კვებითი დონიდან მაღალი დონისკენ ენერგიის გადაცემისას ენერგია იკარგება, პირიქით, მაღალ კვებით რგოლებში ტოქსიკური ნივთიერებების კონცენტრაცია იზრდება. ამიტომ გარემოს პესტიციდებითა და სხვა დამაბინძურებლებით უფრო ზარალდებიან მაღალი დონის კონსუმენტები. მაგალითად, მას შემდეგ, რაც პესტიციდს შეასხუ-

რებენ მინდვრებზე, ამ ქიმიური ნივთიერების დიდი რაოდენობა ჩაირეცხება მდინარეებსა და ტბებში, სადაც გარემოდან ფიტოპლანქტონში ხვდება (სურ. 1.36). ფიტოპლანქტონის შემადგენელი თითოეული ორგანიზმი შეიცავს მას ძალიან მცირე კონცენტრაციით, მაგრამ რადგან ზოოპლანქტონი დიდი რაოდენობის ფიტოპლანქტონს მოიხმარს, მასში პესტიციდის კონცენტრაცია უფრო იზრდება. მეორე



რიგის მომხმარებლები, როგორიცაა პატარა თევზი, ჭამენ ზოოპლანქტონს და მის სხეულში ცხიმოვან ქსოვილში კიდევ იზრდება პესტიციდის კონცენტრაცია. როდესაც მათით

მტაცებელი თევზი იკვებება, ეს უკანასკნელი იღებს პესტიციდის ყველაზე კონცენტრირებულ დოზას.



1. რატომ იწყება თითოეული კვებითი ჯაჭვი პროდუცენტით?
2. რით აიხსნება ის ფაქტი, რომ ბიოცენოზში ენერგიის ნაკადს ერთი მიმართულება აქვს?
3. ეკოსისტემას უწოდებენ ღია სისტემას. ახსენი, რატომ?
4. რატომ არ შეიძლება, რომ კვებითი ჯაჭვი 3-5-ზე მეტი კვებითი რგოლისგან შედგებოდეს?
5. რა განსხვავებაა ბიომასისა და რიცხვითა პირამიდებს შორის?
6. 35-ე სურათზე მოცემული ინფორმაციის მიხედვით შექმენი ენერგეტიკული და ბიომასის პირამიდები.
7. გამოთვალე ენერგიის რაოდენობა მესამე რიგის კონსუმენტის დონეზე, თუ კვებითი ჯაჭვის პირველ დონეზე – პროდუცენტებში – დაგროვებულია 5000 კკალ.
8. გამოთვალე, რა მასის პლანქტონი იქნება საჭირო, რომ დელფინის ბიომასა შეადგენდეს 300 კგ-ს, თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ იგი კვებით ჯაჭვში იკავებს მესამე რიგის კონსუმენტის დონეს. ააგე შესაბამისი ბიომასის პირამიდა.
9. შემჩნეული იყო, რომ ბევრი ცხოველი დუსტისგან იღუპებოდნენ უფრო ზამთრის პერიოდში, როდესაც საკვები არ ჰქონდათ საკმარისი. ახსენი, რატომ?
10. რატომ აქვთ მესამე რიგის კონსუმენტებს ტოქსინების უფრო მაღალი კონცენტრაცია, ვიდრე პირველი რიგის კონსუმენტებს?
11. განსაზღვრე, რომელი რიცხვითი პირამიდა შეესაბამება კვებით ჯაჭვს: ბალახი, ბოცვრები, რწყილები.



1.7. ბიოგეოქიმიური ციკლი



თუ ენერგიის თვალსაზრისით დედამიწა ღია სისტემაა (კოსმოსიდან განუწყვეტლივ შემოდინება მზის ენერგია), მატერიის თვალსაზრისით, როგორცაა, მაგალითად, აზოტი და ნახშირბადი, დედამიწა არის დახურული სისტემა. დღევანდელ დედამიწას აქვს დაახლოებით იგივე რაოდენობის ნახშირბადი, რაც 3 ქონდა მილიარდობით წლის წინ, რაც იმას ნიშნავს, რომ იგივე ნახშირბადის ატომები, რომლებიც ქმნიან ჩვენს სხეულს, შესაძლოა ოდესღაც ხემცენარის ნაწილი იყო, ან ვულკანის მიერ გამოფრქვეული აირების ან თუნდაც დინოზავრის სხეულის ნაწილი.

- ნახშირბადი შედის ყველა ორგანული ნივთიერების შემადგენლობაში. ახსენი, ნახშირბადის ატომის რა თვისებები განაპირობებს ამ ფაქტს.
- რომელი ორგანული ნივთიერების შემადგენლობაში შედის აზოტი? რა ბიოლოგიურ ფუნქციებს ასრულებენ აზოტშემცველი ნივთიერებები ორგანიზმში?
- შეარჩიე რომელიმე ბიოელემენტი (მაგ., ნახშირბადი, ფანგბადი) და შექმენი კოგნიტური სქემა, რომლითაც ახსნი, თუ ეკოსისტემის აბიოტური ნაწილიდან როგორ შეიძლება მოხვდეს ბიოელემენტი ცოცხალ ორგანიზმში და ორგანიზმიდან კვლავ არაცოცხალ გარემოში. აღწერე ბიოლოგიური პროცესები, რომლებიც უზრუნველყოფს ამ ბიოელემენტების მოძრაობას – არაცოცხალიდან ცოცხალში და პირიქით.

ეკოსისტემების უმეტესი ნაწილის არსებობა დამოკიდებულია მათში მზის ენერგიის მუდმივ შემოდინებაზე, შესაბამისად, ენერგიის თვალსაზრისით ეკოსისტემა ღია სისტემაა. თუმცა, ქიმიური ელემენტების მიწოდება ცოცხალ ორგანიზმებში შეზღუდულია. ამიტომ განუწყვეტლივ საჭიროა ამ ელემენტების შემცველი ნივთიერებების გადამუშავება და ცოცხალ და არაცოცხალ ბუნებას შორის მათი მიმოცვლა.

მრავალი ქიმიური ელემენტი აუცილებელი ორგანიზმების სტრუქტურირებისა და

ფუნქციონირებისთვის. მათ ბიოელემენტები ეწოდება, რომელთაგან ორგანიზმებში უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს ფანგბადი, ნახშირბადი, წყალბადი, აზოტი, ფოსფორი და გოგირდი. ამიტომ ძალიან მნიშვნელოვანია ამ ელემენტების ციკლური მიმოცვლა ცოცხალ და არაცოცხალ ბუნებას შორის. ფიზიკური და ბიოლოგიური პროცესების მონაწილეობით კონკრეტული ქიმიური ნივთიერების/ელემენტის ციკლურ მოძრაობას ეკოსისტემის ბიოტურ და აბიოტურ კომპონენტებს შორის **ბიოგეოქიმიური ციკლი ეწოდება.**

ნახშირბადის ციკლი

ნახშირბადი არის სიცოცხლის სამშენებლო მასალა – ის არის ჩვენი პლანეტის ყველა ორგანიზმის სტრუქტურის საფუძველი. ნახშირბადი არის ნახშირწყლების, ცილების, ცხიმების და ყველა სხვა ორგანული მოლეკულის აუცილებელი კომპონენტი. ცოცხალ ორგანიზმებს სჭირდებათ ნახშირბადის შემცველი ნაერთები როგორც, მაგალითად, –

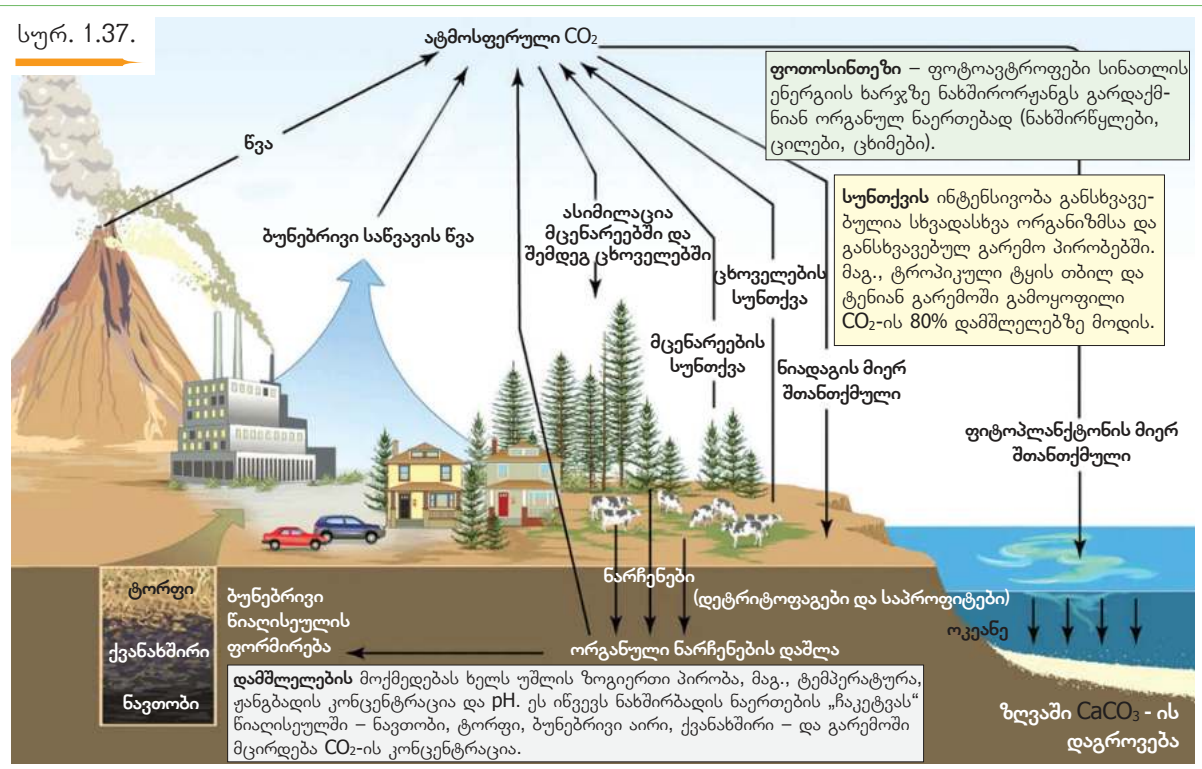
- ენერგიის წყარო, რომელიც გამოიყოფა ნახშირბადის შემცველი ნაერთების (განსაკუთრებით, ნახშირწყლების და ცხიმების) დაჟანგვის შედეგად უჯრედული სუნთქვის პროცესში;
- ნედლეული/საშენი მასალა უჯრედების გამრავლებისა და ზრდისთვის (განსაკუთრებით ლიპიდები და ცილები).

აბიოტურ გარემოში ნახშირბადის ნაერთები არსებობს რამდენიმე ფორმით – მყარ, თხევად და აირად მდგომარეობაში:

- ნახშირორჟანგი ატმოსფეროში;
- წყალში გახსნილი ბიკარბონატი;
- წიაღისეული საბადოები ნავთობის, ბუნებრივი აირის და ტორფის სახით;
- კარბონატული ქანები, როგორიცაა კირქვა;
- მკვდარი ორგანიზმების ნარჩენებში.

ნახშირბადი განუწყვეტლივ მიედინება გარემოდან ცოცხალ ორგანიზმებში და ისევ ბრუნდება არაცოცხალ გარემოში. ნახშირბადის ციკლი ნაჩვენებია 1.37-ე სურათზე. ნახშირბადის ციკლში დიდ როლს ასრულებს ისეთი ბიოლოგიური პროცესები, როგორი-

სურ. 1.37.



ცაა: ფოტოსინთეზი და ქემოსინთეზი, კვება, აერობული სუნთქვა, დამშლელის (დეტრი-

ტოფაგებისა და რედუცენტების) მონაწილეობით მინერალიზაცია.

აზოტის ციკლი

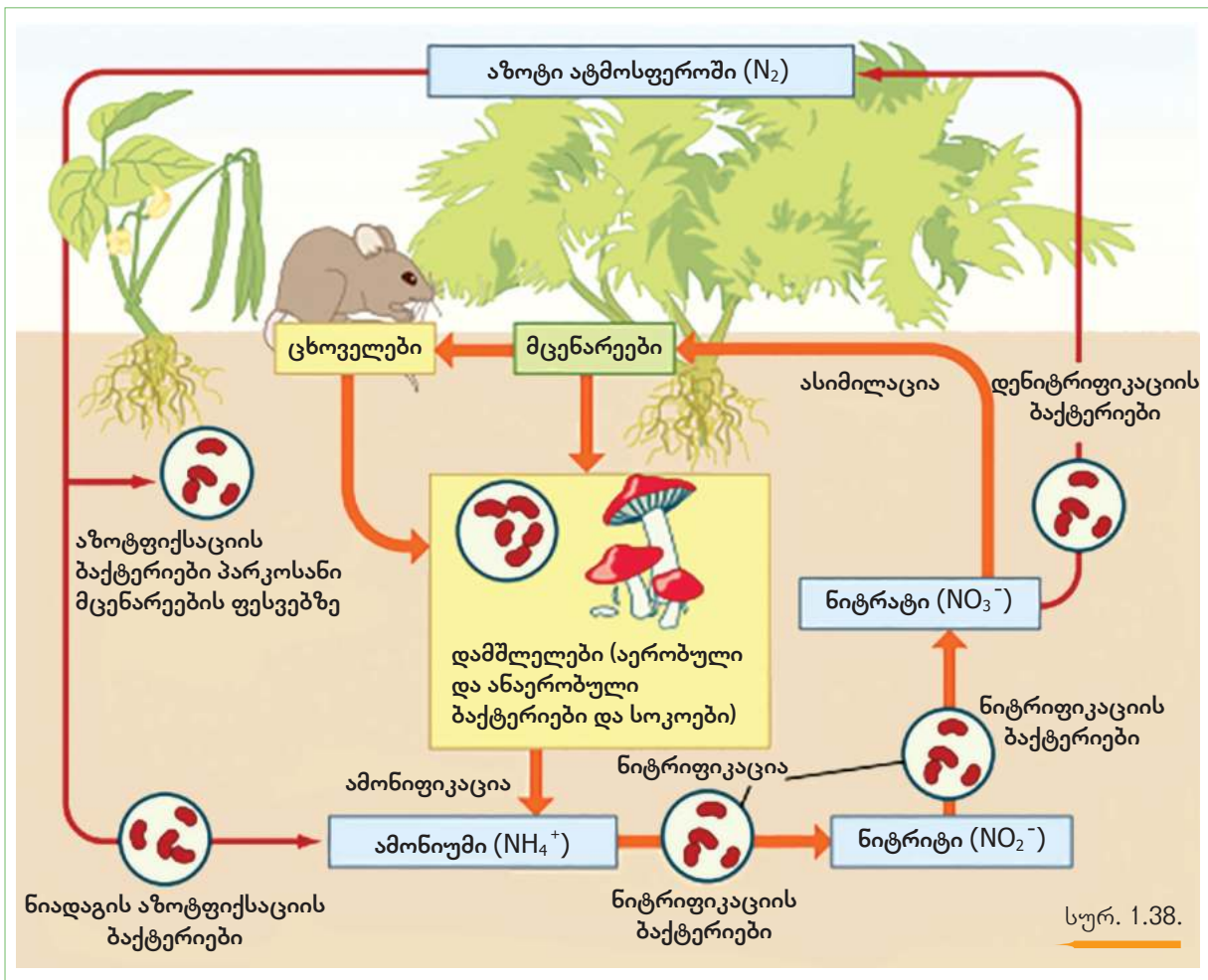
აზოტი გვხვდება ბევრ ბიოლოგიურ ნაერთში: ცილებში, ამინომჟავებში, ნუკლეინის მჟავებში და ადენოზინტრიფოსფატში (ატფ), ასევე, ადფ-ში. აზოტის ნაერთები ორგანიზმებში აუცილებელია ისეთი ფუნქციების შესრულებისათვის, როგორიცაა:

- გენეტიკური მასალის ფუნქცია (დნმ);
- სტრუქტურული/საშენი მასალის ფუნქცია (ცილები);
- ენერგეტიკული (ატფ) და სხვ.

აზოტის ციკლი წარმოდგენილია 1.38-ე სურათზე. აზოტი ეკოსისტემის აბიოტურ ნაწილში არის აირის სახით ატმოსფეროში (N₂), ნიადაგსა და წყალსატევებში ნიტრატებისა და ამონიუმის მარილების სახით. აზოტის არაორგანული ნაერთები არაორგანული ბუნებიდან პირველად ხდება მცენარეებსა და აზოტფიქსაციის ბაქტერიებში, რომელსაც იყენებენ ორგანული ნივთიერებების სინთეზისთვის, შემდეგ კი გადაეცემა კონსუმენტებს.



1. გაანალიზე 1.37-ე სურათზე მოცემული ნახშირბადის ციკლის მოდელი და უპასუხე კითხვებს: 1) დაასახელე უმარტივესი ნახშირბადის ნაერთი, რომელიც იმყოფება ეკოსისტემის აბიოტურ კომპონენტში; 2) დაასახელე ეკოსისტემის ბიოტურ კომპონენტში არსებული ნახშირბადის შემცველი ორი ნაერთის მაგალითი; 3) რომელი პროცესები ზრდის ნახშირორჟანგის კონცენტრაციას ატმოსფეროში? 4) რომელი პროცესი ამცირებს ნახშირორჟანგის კონცენტრაციას ატმოსფეროში? 5) დაასახელე მიზეზები, თუ რატომ წარმოიქმნა ზოგიერთი ნიადაგის ზღვებისა და ხმელეთის სიღრმეებში; 6) აღწერე ნახშირბადის ციკლის ძირითადი ეტაპები.
2. რა გავლენას მოახდენს ნახშირბადის ციკლზე ეკოსისტემიდან პროდუცენტების ამოვარდნა? ახსენი შენი პასუხი.
3. რა გავლენას მოახდენს ნახშირბადის ციკლზე ეკოსისტემიდან რედუცენტების ამოვარდნა? ახსენი შენი პასუხი.



აზოტის ციკლის ძირითადი ეტაპები

მცენარეებს სჭირდება ნიტრატები. მცენარეებისთვის აზოტი აუცილებელია ცილების, ნუკლეინის მჟავებისა და ვიტამინების სინთეზისთვის. მოლეკულური აზოტი დედამიწის ატმოსფეროს 78%-ს შეადგენს, მაგრამ მცენარეებს არ აქვთ მოლეკულური აზოტის გამოყენებისათვის საჭირო ფერმენტები, ისინი გარემოდან აზოტს შთანთქავენ ნიტრატების სახით. ბუნებაში ნიტრატები წარმოიქმნება მიკროორგანიზმების მიერ განხორციელებული ორი პროცესის – აზოტფიქსაციისა და ნიტრიფიკაციის – საფუძველზე.

აზოტის ფიქსაცია. აზოტის ფიქსაციისას აზოტი და წყალბადი უკავშირდება ერთმანეთს და წარმოქმნიან ამონიუმის იონებს, ხოლო შემდეგ ნიტრატს. ეს პროცესი დამოკიდებულია ფერმენტებზე, რომლებიც მხოლოდ ზოგიერთ ბაქტერიაშია – აზოტფიქსაციის ბაქტერიებში. ზოგიერთი ეს ბაქტერია თავი-

სუფლად ცხოვრობს, ზოგი კი პარკოსანი მცენარეების ფესვებზე წარმოქმნილ კოჭრებში. აზოტის ფიქსაცია ბუნებრივად ხდება ატმოსფეროშიც, რისთვისაც აუცილებელია გარემოში ჟანგბადი – ელვის ენერგიის საფუძველზე აზოტი უკავშირდება ჟანგბადს.

ნიტრიფიკაცია. ორგანული ნარჩენებში არსებული ამინომჟავების, ცილებისა და ნუკლეინის მჟავების დაშლის შედეგად წარმოიქმნება ამონიუმის იონები. ნიტრიფიკაციის დროს, ნიტრიფიკაციის ბაქტერიების მონაწილეობით, ამონიუმის იონები იჟანგება ჯერ ნიტრიტამდე, შემდეგ კი ნიტრატამდე. ნიტრიფიკაცია მიმდინარეობს მხოლოდ ჟანგბადიან გარემოში. უჟანგბადო გარემოში დენიტრიფიკაციის ბაქტერიები ნიტრატებს მოლეკულურ აზოტად გარდაქმნიან. ამიტომ, რომ ჭაობიან ადგილებში ნიტრატები არ გროვდება და გარემოში აირის სახით გა-

მოიყოფა მოლეკულური აზოტი.

აზოტის გადამუშავება. როგორც კი ნიტრატები წარმოიქმნება აზოტფიქსაციის ან ნიტრიფიკაციის ბაქტერიების მონაწილეობით, მცენარეები ნიტრატებს შთანთქავს ფესვების საშუალებით და მას იყენებს აზოტშემცველი ორგანული ნივთიერებების სინთეზისთვის,

მცენარეებიდან კი გადადის კონსუმენტებში. მცენარეებისა და კონსუმენტების მკვდარ ნაწილებსა და ნარჩენებს შლის რედუცენტები, წარმოიქმნება ამონიუმის იონები, ჩაერთვებიან ნიტრიფიკაციისა და დენიტრიფიკაციის ბაქტერიები და ყველაფერი ციკლურად მეორდება.



ფერმერების მიერ პარკოსნებს ხშირად იყენებენ თესლბრუნვაში - მოსავლის როტაციის პროცესში. მათი გამოყენება შესაძლებელია ორი გზით - 1) მათ თესენ მოსავლის მიღების მიზნით, მაგალითად, ბარდას ან ლობიოს. მოსავლის აღების შემდეგ მცენარეების ნარჩენებს ნიადაგში ტოვებენ. 2) მაგალითად, თესენ სამყურას, შემდეგ კი წლის ბოლოს, მცენარეებს ჩახნავენ მიწაში. ამ შემთხვევაში პარკოსანი მცენარის მიერ ფიქსირებული აზოტი მთლიანად ნიადაგში ხვდება და არ იკარგება მოსავლის სახით.

ამ დროისთვის მიმდინარეობს აზოტფიქსაციის ბაქტერიების გენეტიკის კვლევა. კვლევის მიზანია, რომ 1) აზოტის ფიქსაციაზე პასუხისმგებელი გენები გენური ინჟინერიით ჩართონ სხვა ორგანიზმებშიც, მაგალითად, მცენარეებში ან ნიადაგში მცხოვრებ ისეთ ბაქტერიებშიც, რომელთაც არ აქვთ მოლეკულური აზოტის ფიქსაციის უნარი; 2) ან პარკოსანი მცენარეების ფესვებზე მცხოვრებმა აზოტფიქსაციის ბაქტერიებმა შეძლონ სხვა მცენარეებთანაც სიმბიოზური ურთიერთობის დამყარება, მაგალითად, მარცვლოვან კულტურებთან. ამ კვლევების წარმატებით დამთავრება უზრუნველყოფს მოსავლის გაზრდასა და აზოტოვანი სასუქების გამოყენების საჭიროებას შეამცირებს.



1. გააანალიზე 1.38-ე სურათზე მოცემული აზოტის ციკლი და უპასუხე კითხვებს: 1) რა ძირითადი ეტაპებისგან შედგება აზოტის ციკლი? 2) რომელი ბაქტერიები მონაწილეობენ აზოტის ციკლში? დაახასიათე თითოეულის როლი აზოტის ციკლში. 3) რა როლს ასრულებენ მცენარეები აზოტის ციკლში? 4) რა მნიშვნელობა აქვს აზოტის ციკლში გარემოში ჟანგბადის არსებობას?
2. გაეცანი რუბრიკაში – „მეცნიერება პრაქტიკაში“ მოცემულ ინფორმაციას და უპასუხე კითხვებს: 1) ფერმერები სხვა კულტურული მცენარეების მიწდვრებზე ხშირად თესენ მონაცვლეობით პარკოსან მცენარეებს. ახსენი, რატომ? 2) ტექსტში აღწერილი ფერმერების მიერ გამოყენებული გზებიდან რომელი გზაა ეფექტური? ახსენი შენი პასუხი. 3) რა მიზნით აწარმოებენ გენეტიკოსები აზოტფიქსაციის ბაქტერიების გენეტიკის კვლევას? 4) რა დადებით შედეგებს მოიტანს კვლევების წარმატებით დამთავრება?
3. ფერმერები რატომ აწარმოებენ დაჭაობებული მიწდვრების ამოშრობას?
4. აზოტის ციკლის შესახებ ქვემოთ მოყვანილი დებულებებიდან რომელია სწორი?
 - ა. მცენარეები ნიტრატებს იღებენ უშუალოდ ატმოსფერული აზოტიდან;
 - ბ. აზოტს ცხოველები მხოლოდ მცენარეებისგან იღებენ;
 - გ. აზოტს მოიხმარენ ბაქტერიები და გამოიდევენ ნიადაგიდან;
 - დ. აზოტფიქსაციის ბაქტერიები ამცირებენ მცენარეებისათვის ხელმისაწვდომი აზოტის რაოდენობას გარემოში.
5. აზოტის ციკლში მოლეკულური აზოტი ატმოსფეროში ბრუნდება . . . ბაქტერიების ცხოველქმედების შედეგად:
 - ა. აზოტფიქსაციის; ბ. ამონიფიკაციის; გ. ნიტრიფიკაციის; დ. დენიტრიფიკაციის.
6. აზოტის ციკლში ამონიუმის იონების ნიტრატის იონებად გარდაქმნას აღწერენ, როგორც დაჟანგვის პროცესს, რადგან ამონიუმის იონში შემავალი აზოტის ატომი –
 - ა. კარგავს ჟანგბადს და იძენს წყალბადის იონებს;
 - ბ. კარგავს ჟანგბადს და კარგავს წყალბადის იონებს;
 - გ. იძენს ჟანგბადს და წყალბადის იონებს;
 - დ. იძენს ჟანგბადს და კარგავს წყალბადის იონებს.



პოსტერის მომზადება

ფერმერებს ნიადაგში შეაქვთ ნიტრატების შემცველი სასუქები სასოფლო სამეურნეო კულტურების მოსავლის გაზრდის მიზნით. ჭარბი სასუქები შეიძლება ჩაირეცხოს ტბებსა და მდინარეებში. ტბებსა და მდინარეებში ეს სასუქები იწვევს პროცესს, რომელსაც ეწოდება **ევტროფიკაცია**. ამ პროცესში:

- სასუქები იწვევს წყალმცენარეების სწრაფ გამრავლებას წყალსატევში;
- ისინი ისე მრავლდებიან, რომ აღარ უშვებენ სინათლეს მათ ქვეშ მყოფ მცენარეებამდე, მათში წყდება ფოტოსინთეზი და ილუპებიან;
- მკვდარი წყალმცენარეები და მცენარეები ხდება საკვები ბაქტერიებისთვის, რომლებიც სწრაფად მრავლდებიან;
- ბაქტერიების დიდი პოპულაცია სუნთქვისთვის მოიხმარს წყალში გახსნილი ჟანგბადის დიდ რაოდენობას;
- არ რჩება საკმარისი ჟანგბადი სხვა ორგანიზმებისთვის, მაგალითად, თევზებისთვის და ისინი უჟანგბადო გარემოში იხოცებიან.

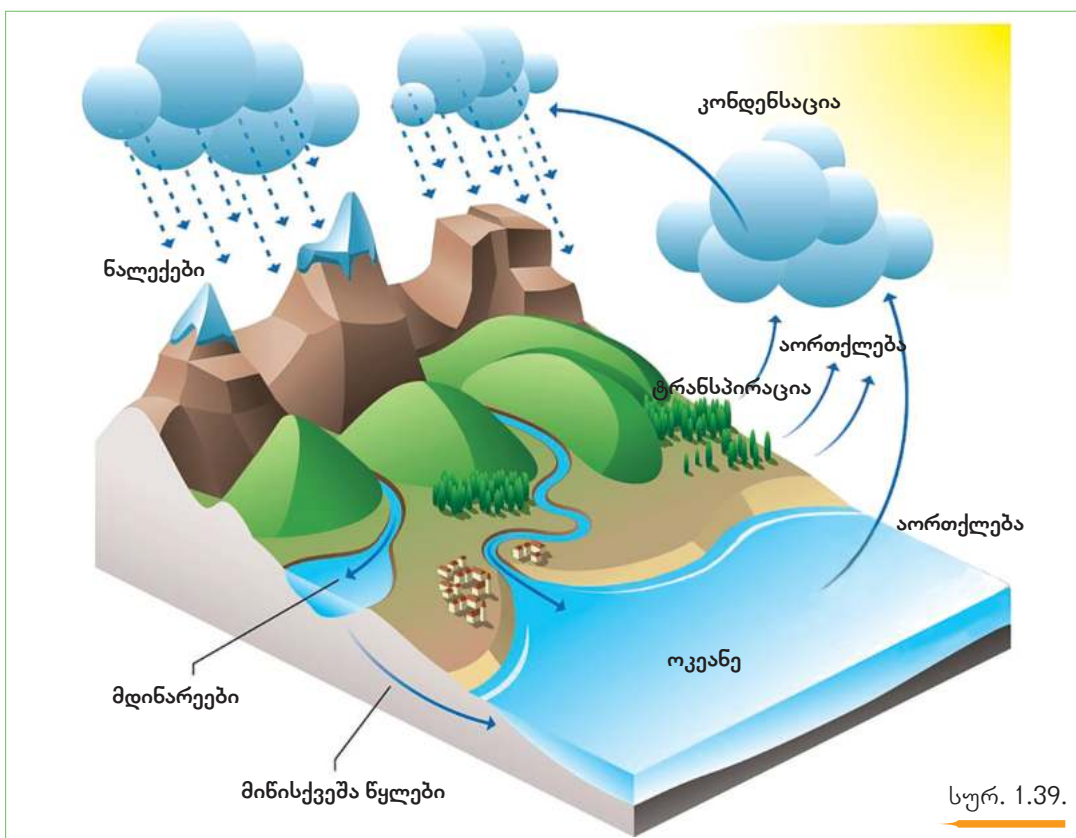
გამოიყენე ზემოთ მოცემული ინფორმაცია და შექმენი პოსტერი, რომელზედაც წარმოადგენილი იქნება სასუქების გადაჭარბებული გამოყენების საფრთხე. პოსტერი შეგიძლია წარმოადგინო ფლიპჩარტზე ან ელექტრონული სახით.

წყლის ციკლი

წყალს თავისი ციკლი აქვს – **ჰიდროლოგიური ციკლი**, რომელიც ასევე ცნობილია, როგორც წყლის ციკლი. როგორც უკვე იცით, ცოცხალი ორგანიზმების ძირითად ნაწილს წყალი შეადგენს. ასევე, ისიც იცით, რომ წყალს

დედამიწის 2/3 უკავია. ამიტომ ჰიდროლოგიურ ციკლს დიდი მნიშვნელობა აქვს.

როგორც ნაჩვენებია 1.39-ე სურათზე, ნალექები დედამიწაზე მოდის წვიმისა და თოვლის სახით, ამ ნალექების ნაწილი ჩაედინე-



სურ. 1.39.

ბა მიწაში, ნაწილი ჩაედინება ზღვებსა და ოკეანეებში, ნაკადულებში, ტბებში ან სხვა წყალსატევში, ზოგი კი ქმნის გუბეებს ან სხვა დროებით აუზებს. ნიადაგის ტიპისა და მის გარშემო არსებული ქანებისა და, ასევე, მისი მდებარეობიდან გამომდინარე, მიწისქვეშა წყლები შეიძლება პირდაპირ ოკეანეებში ჩავიდეს. ზოგჯერ წყალი მიედინება ჯერ ტბებში ან ჭაობებში, მაგრამ ისინი – მდინარეებთან, ნაკადულებთან და სხვა მტკნარი წყლის წყაროებთან ერთად – ჩაედინება ოკეანეებში.

დედამიწის ზედაპირიდან – ხმელეთიდან, ოკეანეებიდან, ცოცხალი ორგანიზმებიდან – განუწყვეტილად ორთქლდება წყალი და ორთქლის სახით იგი ხვდება ატმოსფეროში.

ვინადან ოკეანეები მოიცავს დედამიწის ზედაპირის 70 პროცენტს, დედამიწიდან აორთქლებული წყლის, დაახლოებით, 85% ოკეანეებზე მოდის. ატმოსფეროში წყლის ორთქლი კონდენსირდება და ქმნის ღრუბლებს, რის შედეგადაც წყალი კვლავ დედამიწის ზედაპირზე ბრუნდება ნალექის სახით.

ნახშირბადის, აზოტისა და წყლის გარდა სხვა ნივთიერებებიც არიან ჩართულნი ბიოგეოქიმიურ ციკლში. ნივთიერებათა ეს ციკლური მოძრაობა განაპირობებს დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობას, რადგან წინააღმდეგ შემთხვევაში, ნებისმიერი ნივთიერების მარაგი ამოიწურებოდა და შეწყდებოდა ეკოსისტემაში ენერგიისა და ნივთიერებათა გადაცემა.



1. სურათ 1.39-ის მიხედვით აღწერე წყლის ციკლის ძირითადი ეტაპები.
2. რა როლს ასრულებენ ცოცხალი ორგანიზმები წყლის ციკლში?
2. რა ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს წყალს?
3. შეადგინე ჟანგბადის ციკლის სქემა. ახსენი, რა ბიოლოგიური პროცესები მონაწილეობს ჟანგბადის ციკლში?

1.8. ადამიანის გავლენა ეკოსისტემაზე



რა დაემართა ამ ტყეს?



- სურათის მიხედვით აღწერე ტყის მდგომარეობა;
- რას შეიძლება გამოეწვია ტყის ასეთი ცვლილება?
- რა გავლენას მოახდენს ეს ფაქტი ამ ეკოსისტემაში მცხოვრებ სხვა პოპულაციებზე? რატომ?
- რა გავლენას მოახდენს აბიოტურ ფაქტორებზე ტყის ეკოსისტემის განადგურება?

ადამიანი, ცოცხალ ორგანიზმებს შორის, ყველაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ეკოსისტემაზე, რადგან ადამიანს შეუძლია თავის სასარგებლოდ შეცვალოს გარემო პირობები და გადანეციტოს რთული პრობლემები. იგი ცვლის საარსებო გარემოს – ატმოსფეროს, წყალსა და ხმელეთს; ადამიანმა არამარტო შეცვალა, არამედ დაარღვია სხვა ორგანიზმების პოპულაციების ბალანსი, თავისი საქმიანობით გამოიწვია ზოგიერთი

სახეობის გაქრობა, დააბინძურა გარემო დამაბინძურებლებით. **დამაბინძურებელი** არის ადამიანის მოქმედების ნებისმიერი პროდუქტი, რომელიც დამაზიანებელ ზეგავლენას ახდენს გარემოზე. ეკოლოგები როდესაც იკვლევენ გარემოს დაბინძურებას, ისინი პასუხობენ სამ კითხვას: 1) რა არის დაბინძურების მიზეზი? 2) როგორია დაბინძურების ეფექტი? 3) როგორ შეიძლება დაბინძურების თავიდან აცილება?

ატმოსფეროს დაბინძურება

დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოქმნასა და შენარჩუნებას რამდენიმე ფაქტორმა შეუწყო ხელი. მათ შორისაა ატმოსფერო – ციური სხეულის აირადი გარსი, ურომლისოდაც, კოსმოსის რადიაციის გავლენით, ეს გარემო

სულ სხვაგვარი იქნებოდა. ამიტომ ძალიან მნიშვნელოვანია ატმოსფეროს დაბინძურების პრობლემებზე მსჯელობა.

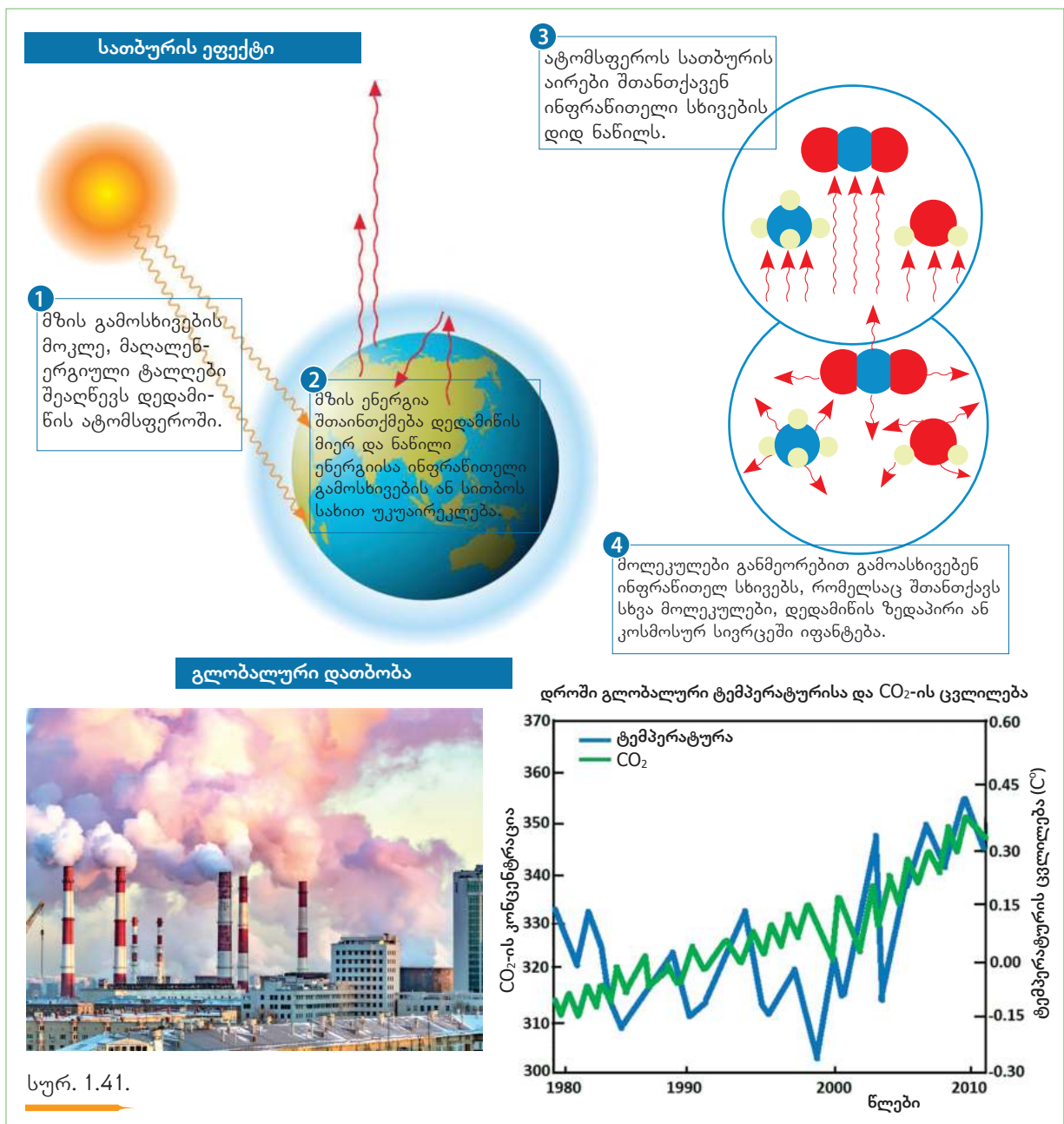
არსებობს დედამიწის ატმოსფეროს სამი ძირითადი პრობლემა: 1) გლობალური დათბო-

ბა; 2) ოზონის შრის გათხელება; 3) მჟავა წვიმები. საწვავი წიაღისეულის წვა სერიოზულ გავლენას ახდენს ატმოსფეროზე. წვის პროცესში იჟანგება საწვავში არსებული ელემენტები და ნაერთები, როგორც ეს სქემაზეა ნაჩვენები (სურ. 1.40). ეს ოქსიდები გავლენას ახდენენ ატმოსფეროზე: ნახშირორჟანგი სათბურის აირია, გოგირდისა და აზოტის ორჟანგი იწვევს მჟავა წვიმებს, აზოტის ოქსიდები, სხვა დამაბინძურებლებთან ერთად, ამცირებს ოზონის შრის სისქეს.

სათბურის ეფექტი (სურ. 1.41). წყლის



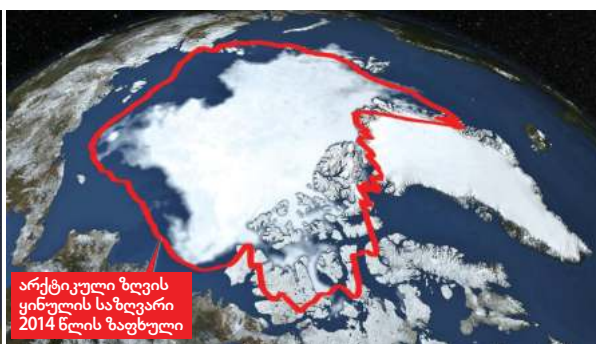
ორთქლი, ნახშირორჟანგი და მეთანი არის დედამიწის ატმოსფეროს შემადგენლობაში. ეს აირები მოქმედებს, როგორც საბანი, რომელიც აფერხებს დედამიწიდან სითბოს გაბნევას



კოსმოსში და უზრუნველყოფს დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობისათვის საჭირო ტემპერატურას. ამ აირებს სათბურის აირებს უწოდებენ, რადგან ისინი ისეთივე როლს ასრულებენ, როგორსაც სათბურის ფანჯრის მინები სათბურში.

გლობალური დათბობა. მოვლენას, რომლის დროსაც დედამიწაზე ჭარბი რაოდენობის სითბო გროვდება და საშუალო ნლიური ტემპერატურა იზრდება, **გლობალურ დათბობას** უწოდებენ. გამომწვევი მიზეზები: ავტომობილების მოხმარებისა და მრეწველობის

ზრდასთან ერთად, ატმოსფეროში ნახშირორჟანგისა და სხვა სათბურის აირების დონეც გაიზარდა. მე-40 სურათზე გრაფიკი გვიჩვენებს საშუალო გლობალური ტემპერატურის ცვლილებას ნახშირორჟანგის კონცენტრაციაზე დამოკიდებულებით. ნახშირორჟანგისა და სხვა სათბურის აირების კონცენტრაციის ზრდა ატმოსფეროში აბრკოლებს დედამიწის ზედაპირიდან არეკლილი ინფრანითელი სხივებისა და სითბოს კოსმოსში გაბნევას, შესაბამისად, ატმოსფეროში იზრდება ტემპერატურა.



სურ. 1.42.

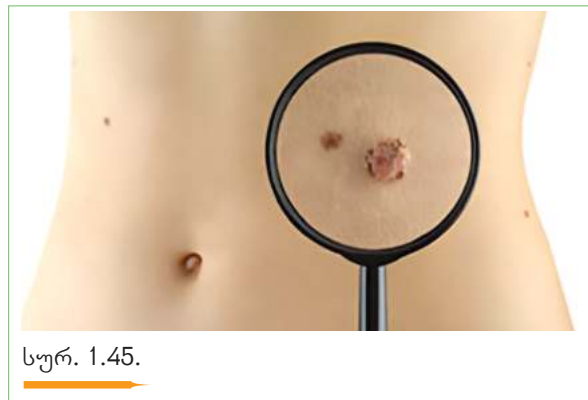
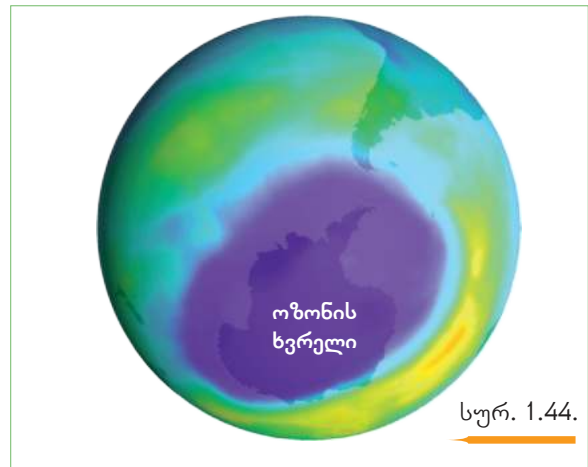
გლობალური დათბობის უარყოფითი შედეგი: არქტიკული და მთის მწვერვალების ყინულის სწრაფი დნობა (სურ. 1.42), მსოფლიო ოკეანის სიმკვრივისა და pH-ის ცვლილება, წყლის დონის მატება და დასახლებული სანაპირო ზოლის დიდი ფართობის დატბორვა, ქარიშხლები, წყალდიბობები, გვალვა, ნაყოფიერი მიწებიდან წყლის აორთქლება და გაუდაბნოება. ყველა ზემოთ აღნიშნული შედეგი იწვევს სხვადასხვა ტიპის ეკოლოგიურ კატასტროფას. გლობალური დათბობის გავლენა სხვადასხვა სახეობის პოპულაციაზე შეიძლება განსხვავებული იყოს: ცხოველთა ბევრ სახეობას, როგორიცაა ფრინველები და პეპლები, შეუძლია გადავიდეს უფრო გრილ ადგილებში. მცენარეების, რომლებიც მიმაგრებულ ცხოვრებას ეწევიან, სახეობათა უმრავლესობაში ისე სწრაფად ვერ ყალიბდება შესაბამისი ადაპტაციები, რა სისწრაფითაც კლიმატი იცვლება, და შესაძლოა გადაშენდეს; როგორც იცი, ქვეწარმავლების ზოგიერთ სახეობაში სქესის განსაზღვრაში დიდ როლს

ასრულებს მათ კვერცხებზე ტემპერატურის გავლენა, შესაბამისად, დათბობის მუდმივმა ტენდენციამ შეიძლება გამოიწვიოს ზოგიერთი ქვეწარმავლის გადაშენება მათ პოპულაციებში სქესთა თანაფარდობის ბალანსის დარღვევის გამო. **სათბურის აირების მოქმედების შეზღუდვის ერთ-ერთი გზა:** ნიალისეულის სანვავად გამოყენების ნაცვლად, ენერგიის ალტერნატიული წყაროების (წყლის, ქარის, მზის ენერგია) ფართოდ გამოყენება (სურ. 1.43).



სურ. 1.43.

ოზონის შრის გათხელება. დედამიწის ზედაპირიდან 12-35 კილომეტრ სიმაღლეზე არის ოზონის შრე. ოზონი (O_3) შთანთქავს მზის მოკლე ულტრაიისფერ სხივებს. მსგავსი გამოსხივება ცოცხალი ორგანიზმებისთვის სერიოზული საფრთხის შემცველი და ზიანის მომტანია, ამიტომ თამამად შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ოზონის შრე სიცოცხლის სადარაჯოზე დგას. ოზონის შრის გათხელების **გამომწვევი მიზეზები:** შემფოთება ოზონის შრის გათხელების თაობაზე მეცნიერებმა პირველად გასული საუკუნის 70-იან წლებში გამოთქვეს. მათ დაადგინეს, რომ ოზონის შრეს სერიოზულ ზიანს აყენებს დედამიწიდან ატმოსფეროში მოხვედრილი ადამიანის სამრეწველო საქმიანობის შედეგად გამოყოფილი აირები, მაგალითად, ქლორფთორნაჰშირბადები და სხვა ჰალოკარბონები. ეს ნივთიერებები ულტრაიისფერ რადიაციასთან ურთიერთქმედებით ბრომსა და ქლორს გამოყოფს, რომელიც ოზონის მოლეკულებს შლის. ქიმიის დარგში ნობელის პრემიის ლაურეატებმა, მარიო მოლინამ და შერვუდ როულენდმა თავიანთი კვლევებით დაადგინეს, რომ ოზონის შრის გათხელების მიზეზი, არც მეტი, არც ნაკლები, ჩვენსავე სახლში უნდა მოგვეძებნა. ოზონის შრის გათხელებაში „დამნაშავე“ აირები საყოფაცხოვრებო ტექნიკასა და სხვადასხვა საშუალებაშია (მაცივრები, ჰაერის კონდიციონერების მოწყობილობები, წყლის სადებიზფექციო ხსნარები, თმის აეროზოლები და ქაფები). **შედეგები:** დროთა განმავლობაში ატმოსფეროში ასეთი აირების კონცენტრაციის გაზრდამ ოზონის შრის გათხელება გამოიწვია. პოლუსების მიმდებარედ გაჩნდა რეგიონები, სადაც ეს ყველაზე მეტად შესამჩნევი იყო – მეცნიერები მათ ოზონის ხვრელებს უწოდებენ, რომელთაგანაც უდიდესი ანტარქტიკის თავზე დაფიქსირდა (სურ. 1.44). გაზრდილმა



ულტრაიისფერმა რადიაციამ გაზარდა მუტაციების სიხშირე, დააზიანა მცენარეების ფოთლებში მეზოფილი, უარყოფითად იმოქმედა ადამიანის ჯანმრთელობაზე, მაგალითად, იმატა კანის კიბოს (სურ. 1.45), კატარაქტის, ყელისა და ფილტვების გაღიზიანების შემთხვევებმა.

ლონისძიებები ოზონის შრის გადასარჩენად: 1970-იან წლებში ეს პრობლემა მთელი მსოფლიოს მასშტაბით გაიზარეს. მსოფლიო მასშტაბით მიღებულია ისეთი მნიშვნელოვანი საერთაშორისო შეთანხმებები, როგორიც არის ვენის კონვენცია „ოზონის შრის დაცვის შესახებ“ (1985 წელი), მონ-



1. რა არის დამაბინძურებელი?
2. რას ნიშნავს სათბურის ეფექტი?
3. რომელი აირები მონაწილეობენ სათბურის ეფექტის შექმნაში?
4. რა დადებითი მნიშვნელობა აქვს სათბურის ეფექტს დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობისათვის?
5. რა მოვლენას უწოდებენ გლობალურ დათბობას?
6. რა არის გლობალური დათბობის გამომწვევი მიზეზები?
7. მოიყვანე გლობალური დათბობის ეკოსისტემებზე უარყოფითი გავლენის მაგალითები.
8. რა ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს ოზონის შრეს?

რეალის ოქმი „ოზონდამშლელი ნივთიერებების ხმარებიდან ამოღების შესახებ“ (1987 წელი) და ა.შ. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ მხრივ წინსვლაა მსოფლიოში, მათ შორის, საქართველოშიც. მაგალითად, 2013-2020 წლებში ოზონდამშლელი ნივთიერებების მოხმარება 5.21 ტონიდან 2.4 ტონამდე შემცირდა. 2030 წლისთვის მათ სრულად ამოღებას პროგნოზირებენ, რის მიღწევაშიც ჩვენს ქვეყანას გაეროს განვითარების პროგრამა ეხმარება. გლობალური მასშტაბით საერთო ძალისხმევით განხორციელებულმა ცვლილებებმა შედეგი ნამდვილად გამოიღო. მიუხედავად იმისა, რომ ოზონის ხვრელი ჯერ კიდევ არსებობს, ის ნელ-ნელა მცირდება, რასაც სხვადასხვა ხელოვნური თანამგზავრის მიერ მოპოვებული მონაცემები ადასტურებს.



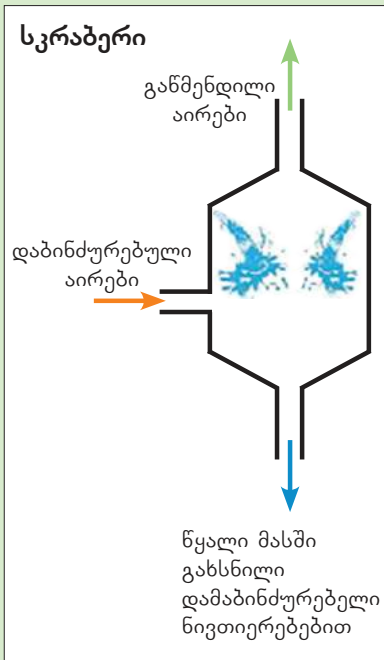
სურ. 1.46.

მანქანებისა და ქარხნების გამონაბოლქვი შეიცავს ჭვარტლის მყარ ნაწილაკებსა და აირებს – ნახშირორჟანგს, ნახშირჟანგს, აზო-

სურ. 1.47.

შეიძლება მჟავა წვიმების შემცირება

ელექტროსადგურებიდან გამონაყოფის განმეორება სკრაბერებით (გამწმენდი აპარატებით).



„მჟავა“ ტბებისა და მინდვრების გაუმჯობესება შეიძლება კირქვის (CaCO_3) დამატებით.

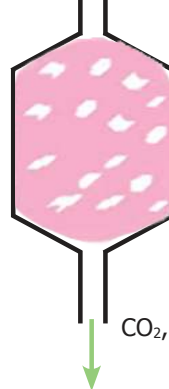
მანქანის გამონაბოლქვისგან განმეორება კატალიზატორით.

კატალიზატორი

კატალიზატორის გამოყენება მანქანის გამონაბოლქვიდან ნაკლებად მავნე პროდუქტების მისაღებად

მანქანიდან გამონაბოლქვი

NO , NO_2 , CO ,
არასრული წვის
პროდუქტები



CO_2 , H_2O და N_2

ტისა და გოგირდის ოქსიდებსა და გოგირდ წყალბადს. ისინი წარმოქმნიან კვამლის საბურველს — **სმოგს**, რომელიც ამჟამად მრავალი დიდი ქალაქის თავზე მუდმივად არის ჩამოწოლილი (სურ. 1.46). გამონაბოლქვი პირდაპირ ზემოქმედებს ორგანიზმებზე. ინვევს ისეთ დაავადებებს, როგორიცაა სასუნთქი გზების სიმსივნე, ალერგიული დაავადებები (ბრონქული ასთმა, ჭინჭრის ციება სხვ.).

განსაკუთრებით საგანგაშოა ატმოსფეროს დაბინძურება ისეთი აირებით (მაგ., აზოტისა და გოგირდის ოქსიდები), რომლებიც **მჟავა წვიმებს** უწყობს ხელს. მჟავა წვიმები ტბებს, მდინარეებს უსიცოცხლო წყალსატევებად გარდაქმნის, ანადგურებს მცენარეთა და ცხოველთა თანასაზოგადოებებს. მჟავა წვიმების შემცირების ზოგიერთ გზა წარმოდგენილია 1.47-ე სურათზე.

ადამიანი თავისი საქმიანობით ხშირად ინვევს **ნიადაგისა და წყლის დაბინძურებას**. პესტიციდები და ჰერბიციდები, საყოფაცხოვრებო ნაგავი, საწარმოო და ატომური სადგურების ნარჩენები, მათ შორის, რადიოაქტიური ნივთიერებები, საღებავები და სარეცხი

საშუალებები, ტოქსიკურია. ისინი აბინძურებენ წყალსა და ნიადაგს. წყალსა და ნიადაგს ჰაერში გაშვებული ტოქსიკური ნივთიერებებიც აბინძურებს. წვიმებს ჩამოაქვს მავნე ნივთიერებები, რომლებიც ნიადაგში, მდინარეებსა და ტბებში ჩაედინება. ეს საზიანოა როგორც ადამიანისთვის, ასევე, ზღვისა და ოკეანეების ორგანიზმებისთვის. ზღვებისა და ოკეანეებისთვის უდიდეს პრობლემას ქმნის ნავთობშიდი ტანკერებიდან ნავთობის გაჟონვა და მათი კატასტროფები. ამ მიზეზით უამრავი თევზი, ზღვის ფრინველი და სხვა ორგანიზმი იღუპება, ნადგურდება მიმდებარე ჭაობისა და შენაკადების ეკოსისტემებიც.

დღეს ქვეყნების უმრავლესობა აქტიურად ცდილობს ეკოლოგიური პრობლემების მოგვარებას. ეკოსისტემების შენარჩუნებისთვის აუცილებელია:

- ბუნებრივი რესურსების გონივრული გამოყენება და მისი დაცვა;
- უნარჩენო ტექნოლოგიებზე გადასვლა;
- ენერგიის ალტერნატიული წყაროების (მზის, წყლის, ქარის ენერგიის) გამოყენება.



- დაახლოებით, 2 მილიარდი წლის წინ ატმოსფეროში ჟანგბადის მზარდმა კონცენტრაციამ ოზონის დიდი რაოდენობით დაგროვებას შეუწყო ხელი. რა პროცესმა შეუწყო ხელი ატმოსფეროში ჟანგბადის კონცენტრაციის გაზრდას?
- რა არის ოზონის შრის გათხელების გამომწვევი მიზეზები?
- სმოგმა და მჟავა წვიმებმა რა გავლენა შეიძლება მოახდინოს - 1) ფოტოსინთეზზე? 2) ეკოსისტემაზე?
- სურათ 1.47-ის მიხედვით აღწერე მჟავა წვიმების შემცირების გზები.
- რა გავლენას ახდენს გარემოს დაბინძურება ადამიანის ჯანმრთელობაზე? მოიყვანე კონკრეტული მაგალითები.
- წარსულში რა გავლენა მოახდინა კლიმატის გლობალურმა ცვლილებამ ევოლუციის პროცესზე?
- გლობალურ დათბობასთან ერთად, არქტიკის ყინულოვანი ზღვის ფართობი 34%-ით შემცირდა. ამასთან დაკავშირებით, თეთრ დათევებს 100 კმ-მდე მანძილი უნდა გაცურონ, რომ მოიპოვოს თავისი მსხვერპლი. ზოგიერთ დათვს ეს არ შეუძლია და იღუპება. შესაძლებელია, რომ თეთრი დათვები გრიზლების კონკურენტები გახდნენ. თუ გლობალური დათბობა შეცვლის დედამიწის ყველაზე ცივი რეგიონების ფორმას, ეს რა გავლენას მოახდენს ჩვენი პლანეტის დანარჩენ ნაწილზე?
- დანერე სცენარი** – წარმოიდგინე, რომ მდგრადი განვითარების წარმატებულმა ძალისხმევამ გლობალური რესურსების გამოყენება და ნარჩენების წარმოება სრულად მდგრადი გახადა 2099 წლისთვის. დანერე რამდენიმე აბზაცი, რომელიც აღწერს, როგორი შეიძლება იყოს მდგრადი სამყარო 2099 წელს. ჩართე ინფორმაცია რესურსების გამოყენების შესახებ, ნარჩენების წარმოება, დაბინძურება, ბიომრავალფეროვნება.





მინამატას დაავადება

ნაიკითხე ქვემოთ მოცემული ტექსტი და უპასუხე თანდართულ კითხვებს.

1908 წელს, იაპონიის ქალაქ მინამატაში კომპანია „ჩისოს“ ქიმიური ქარხანა აშენდა, რომელიც ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერების წარმოებაში კატალიზატორად ვერცხლისწყლის სულფატს იყენებდა. რეაქციების შედეგად მცირე რაოდენობის მეთილის ვერცხლისწყალი წარმოიქმნებოდა, რომელიც წარმოების დაწყებიდან 30 წელზე მეტი ხნის განმავლობაში, წარმოების სხვა ნარჩენებთან ერთად, პირდაპირ მინამატას ყურეში ჩაედინებოდა. უარყოფითმა ეკოლოგიურმა შედეგებმა თავი, ჯერ კიდევ, გასული საუკუნის 20-40-იან წლებში იჩინა, რომელიც თევზის რესურსების შემცირებაში გამოიხატებოდა. პრობლემის დარეგულირების მიზნით, ადგილობრივმა მეთევზეებმა არაერთხელ უჩივეს კომპანიას და რამდენჯერმე კომპენსაციაც მიიღეს.

1956 წლის აპრილში ადგილობრივი საავადმყოფოს ექიმები უცნაურ დაავადებას წააწყდნენ, რომელიც ხუთი წლის გოგონას აღმოაჩნდა. დაავადების სიმპტომები – გაძნელებული მოძრაობა, მოდუნებული მეტყველება, შეტევები – ახალ უცნობ ნერვულ დაავადებაზე მიანიშნებდა. ორი დღის შემდეგ ანალოგიური სიმპტომებით საავადმყოფოში მოხვდა გოგონას დაც. მოგვიანებით, ქალაქში ჩატარებულმა გამოკითხვამ რამდენიმე მსგავსი შემთხვევა გამოავლინა.

1 მაისი საავადმყოფოს მთავარმა ექიმმა ახალი ნერვული დაავადების აღმოჩენის თაობაზე ოფიციალური განცხადება გააკეთა. ამ მომენტიდან ხელისუფლებამ ეპიდემიის შესწავლა დაიწყო. შეიქმნა სპეციალური „უცნაურ დაავადებასთან ბრძოლის კომიტეტი“. თავდაპირველად ის ინფექციურ დაავადებად მიიჩნეოდა. თანდათან გამოვლინდა ცხოველების უცნაური ქცევის მაგალითებიც: კატები ძლიერ კრუნჩხვაში ვარდებოდნენ და ხშირ შემთხვევაში იხოცებოდნენ, რასაც „კატების ცეკვის ავადმყოფობა“ უწოდეს. ციდან ცვიოდა მკვდარი ფრინველები, გაქრა წყალმცენარეები, ნადგურდებოდა თევზი.

დაზარალებულების შესახებ ინფორმაციის გაანალიზების საფუძველზე მეცნიერები მივიდნენ დასკვნამდე, რომ ძირითადად ავადდებოდნენ მინამატას ყურის სანაპიროზე მდებარე მეთევზეთა დასახლებების მაცხოვრებლები. მათ ძირითად საკვებს ამავე ყურეში დაჭერილი ზღვის პროდუქტები წარმოადგენდა. მეცნიერებმა დაადგინეს, რომ ზღვის პროდუქტები დაბინძურებული იყო მძიმე ლითონებით. აღნიშნული მოსაზრება 1956 წლის 4 ნოემბერს გახდა ცნობილი. დადგინდა ვერცხლისწყლის ორგანული ნაერთებით მოწამვლასა და მინამატას ავადმყოფობის სიმპტომების მსგავსება. მიზეზის დადგენის შემდეგ მკვლევარების ყურადღების ცენტრში მაშინვე მოექცა ქარხანა „ჩისოს“ და მისი ერთ-ერთი ნარჩენი ვერცხლისწყალი.

შვეიცარიაში 2013 წლის 13 იანვარს, ქალაქ ჟენევაში, მოხდა ვერცხლისწყლის შესახებ „მინამატას კონვენციის“ ტექსტის შეთანხმება. 2013 წლის 10 ოქტომბერს, ქალაქ მინამატაში 100-მდე ქვეყნის მთავრობამ, მათ შორის საქართველომ, ხელი მოაწერა მინამატას კონვენციას „ვერცხლისწყლის შესახებ“.

- გარემოს რა ტიპის დაბინძურებაა აღწერილი ტექსტში?
- რა არის გარემოს დაბინძურების გამოწვევი მიზეზი?
- რა ეფექტი გამოიწვია გარემოს დაბინძურებამ?
- რა სიმპტომები ახასიათებდა მინამატას დაავადებას?
- უპირატესად, რომელი სისტემის მოქმედების დარღვევით იყო გამოწვეული მინამატას დაავადების სიმპტომები?
- შეადგინე კვებითი ჯაჭვი, რომელიც ახსნის, თუ როგორ შეიძლება ვერცხლისწყალი მოხვედრილიყო წყალსატევიდან ადამიანის ორგანიზმში.
- რა ღონისძიებას მიმართა საერთაშორისო საზოგადოებამ ამ პრობლემის პრევენციის მიზნით?



დოდოს ისტორია



ნაიკითხე ქვემოთ მოცემული ტექსტი და უპასუხე თანდართულ კითხვებს.

დოდო 300 წლის წინ გადაშენებული ფრინველია. იგი ისტორიაში შევიდა, როგორც კლასიკური მაგალითი და სიმბოლო იმისა, თუ ანთროპოგენური ფაქტორის გავლენით როგორ შეიძლება განადგურდეს სახეობა მოკლე დროის განმავლობაში. დოდო ერთ-ერთია იმ მცირერიცხოვან ცხოველთაგან, რომელმაც მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა ჩვენს კულტურაზე და დარჩა ადამიანის მეხსიერებაში. დოდო გადაშენდა მე-17 საუკუნეში, თუმცა საუკუნეების შემდეგაც კი ეს ფრინველი რჩებოდა პოპულარულ პერსონაჟად სატელევიზიო შოუებსა და თამაშებში, ფილმებში, წიგნებში (მაგ. მწერალმა ლუის ქეროლმა იგი გააცოცხლა წიგნში – „ალისა საოცრებათა ქვეყანაში“).



ფრინველი დოდო ცხოვრობდა ინდოეთის ოკეანის კუნძულ მავრიკიაზე. დღესაც საკამათოა, ადამიანს როდის ჰქონდა პირველი კონტაქტი დოდოსთან. თვლიან, რომ ეს ფრინველი პირველად 1507 წელს პორტუგალიელებმა აღმოაჩინეს. მათ გადაშენებას უკავშირებენ ჯერ პორტუგალიელ და შემდეგ ჰოლანდიელ მეზღვაურებს, რომლებიც მავრიკიაზე გადავიდნენ 1598 წელს. 65 წლის შემდეგ კი დოდო მთლიანად გადაშენდა; ამ ფრინველის ბოლო დადასტურებული ნახვა დათარიღებულია 1662 წლით.

დოდოს ფრენა და სწრაფი სირბილი არ შეეძლო, იგი იყო 0,9 მ სიმაღლისა და, დაახლოებით, 23 კგ-ს იწონიდა. თანამედროვე ეპოქამდე დოდოს კუნძულზე ჰქონდა „მომხიზვლელი“ ცხოველები: როდესაც დოდოს წინაპრები დასახლდნენ ამ კუნძულზე, მათთვის იყო ბევრი საკვები, არ არსებობდნენ მტაცებლები, არ ჰყავდათ კონკურენტები, შესაბამისად, არ იყო საჭირო მათში რაიმე ბუნებრივი თავდაცვის ადაპტაციების განვითარება. ფაქტობრივად, ეს ფრინველები იმდენად ენდობოდნენ ადამიანს, რომ ისინი თავად მიდიოდნენ შეიარაღებულ ჰოლანდიელ მეზღვაურებთან – არ იცოდნენ, რომ ეს „უცნაური არსებები“ მათ მოკვლასა და შეჭმას აპირებდნენ, რომ გემრიელ ლანჩებს მოუმზადებდნენ მათ მიერ კუნძულზე შემოყვანილ კატებს, ძაღლებსა და მაიმუნებს.

ევოლუცია კონსერვატიული პროცესია: მოცემული ცხოველი მხოლოდ იმდენ შთამომავლობას ტოვებს, რამდენიც საჭიროა ამ სახეობის გამრავლებისა და სახეობის არსებობისთვის. იმის გამო, რომ დოდოს ბუნებრივი მტრები არ ჰყავდა, მდედრები მხოლოდ ერთ კვერცხს დებდნენ. ჰოლანდიელ მეზღვაურებს კუნძულზე შემოყვანილი ცხოველები – კატები, თაგვები, ღორები – ჭამდნენ დოდოს კვერცხებსა და წიწილებს. მავრიკიის კუნძულზე გადმოსული მეზღვაურები იკვებებოდნენ დოდოს ხორციით, მორჩენილ ხორცს ამარილებდნენ და ინახავდნენ.

დოდოს აღმოჩენიდან მალევე, ჰოლანდიელმა კაპიტანმა დოდოს დაარქვა „მწოლიარე ფრინველი“ („wallowbird“); თანამედროვე ფილოლოგები ვარაუდობენ, რომ „დოდო“ წარმოდგება ჰოლანდიური სიტყვა *dodoor*-ისგან, რაც ნიშნავს „ზარმაცს“ ან პორტუგალიური სიტყვისგან *doudo*, რაც „გიჟს“ ნიშნავს.

2016 წელს გენეტიკოსების მიერ დოდოს შემორჩენილი ნაშთებიდან (ნაშთები დაცულია ოქსფორდის, კოპენჰაგენისა და პრალის მუზეუმებში) გენომის ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის გარკვევამ – სექვენირებამ წამოჭრა მეცნიერებაში დოდოს აღდგენის იდეა, შესაბამისად, გააქტიურდა დისკუსია გადაშენებული სახეობის აღდგენის ბიოეთიკის შესახებ.

- რა პირობებში ცხოვრობდა დოდო კუნძულზე?
- მისი წინაპრებისგან განსხვავებით, დოდოს ფრენა არ შეეძლო. რატომ?
- დოდოს სწრაფი სირბილიც არ შეეძლო. რატომ?
- დოდოს ევოლუციის პროცესში არ გამოუმუშავდა მტრისგან თავდაცვის ადაპტაციები. რატომ?
- რატომ უწოდებდნენ დოდოს „მწოლიარე ფრინველს“, „ზარმაცს“, „გიჟს“?
- რა ფაქტორებმა გამოიწვია დოდოს გადაშენება?
- როგორ იმოქმედა კუნძულზე შემოყვანილმა ცხოველებმა დოდოს გადაშენებაზე?
- წინა კლასებში ნასწავლიდან მოიყვანე ეკოსისტემებზე ინტროდუცირებული მცენარეებისა და ცხოველთა სახეობების გავლენის მაგალითები.
- როგორ ფიქრობ, დღეს დოდოს აღდგენა და მისი ჩართვა ბუნებრივ ეკოსისტემაში რამდენად წარმატებული იქნება?

რა არის ბიომრავალფეროვნება? ბიომრავალფეროვნებაში უფრო ხშირად გულისხმობენ ეკოსისტემაში სხვადასხვა სახეობის რაოდენობას. თუ ეკოსისტემაში არის ერთი ან ორი სახეობის ინდივიდები, ისინი ვერ შეიტანენ დიდ წვლილს ეკოსისტემის ბიომრავალფეროვნებაში. უფრო სამართლიანია ასეთი განმარტება – ბიომრავალფეროვნება, ანუ სახეობათა მრავალფეროვნება. ამ შემთხვევაში არამარტო სხვადასხვა სახეობის რაოდენობა, არამედ ეკოსისტემაში თითოეული სახეობის წარმატებაც იგულისხმება. შესაძლებელია მრავალფეროვნების ინდექსის გამოთვლა, რომლის გამოყენებითაც შეიძლება მთლიანად ეკოსისტემის სურათის წარმოდ-

გენა. თუ როგორ გამოითვლიან ბიომრავალფეროვნების ინდექსს, კონკრეტულ მაგალითზე გთავაზობთ რუბრიკაში – „პრაქტიკული დავალებები“.

ბიომრავალფეროვნების ინდექსის დაბალი მნიშვნელობა, რომელიც გამოწვეულია ეკოსისტემაში მხოლოდ რამდენიმე სახეობის დომინირებით/წარმატებით, შეიძლება გამოწვეული იყოს არახელსაყრელი გარემო პირობებით და ასეთ პირობებთან მხოლოდ რამდენიმე სახეობის კარგად ადაპტირებით. შესაძლებელია გარემოს მკვეთრად შეცვლის შედეგად ადაპტირებული სახეობების დაზიანება და ამ ეკოსისტემის მთლიანად დარღვევა.



კვლევის მონაცემების ანალიზი

ქვემოთ ცხრილში საილუსტრაციოდ მოცემულია მოგონილი/არარეალური მონაცემების მაგალითი. სამივე საარსებო ტერიტორიაზე ბინადრობს ერთი და იგივე ექვსი სხვადასხვა სახეობა და ყველა ტერიტორიაზე ინდივიდების საერთო რაოდენობა ერთნაირია (100), თუმცა ეს საბინადრო არეალი ერთმანეთისგან მკვეთრად განსხვავდებოდა საარსებო პირობებით.

სახეობები	ექვსი გამოგონილი სახეობა		
	თითოეულ სახეობაში ინდივიდების რიცხვი		
	ტერიტორია 1	ტერიტორია 2	ტერიტორია 3
A	86	16	23
B	5	17	25
C	2	16	27
D	3	17	5
E	1	17	12
F	3	17	8

1-ლ ტერიტორიაზე მხოლოდ A სახეობაა ნამდვილად წარმატებული და დომინირებს ამ ტერიტორიაზე.

მე-2 ტერიტორიაზე ყველა სახეობა მეტ-ნაკლებად ერთნაირად წარმატებულია.

მე-3 ტერიტორიაზე ექვსი სახეობიდან სამი დომინირებს.

მრავალფეროვნების ერთ-ერთი მაჩვენებელია სიმპსონის მრავალფეროვნების ინდექსი (1949 წელს ედვარდ სიმპსონმა შემოიტანა), რომელიც გამოითვლება ფორმულით: $D = \sum(n - 1) / N(N - 1)$

ამ ფორმულაში D არის მრავალფეროვნების ინდექსი, N არის ყველა სახეობის ორგანიზმების საერთო რაოდენობა ტერიტორიაზე და n არის თითოეული სახეობის ორგანიზმების საერთო რაოდენობა.

ამ ფორმულით ცხრილში მოცემული მონაცემების საფუძველზე გამოთვალე თითოეული საარსებო ტერიტორიისთვის ბიომრავალფეროვნების ინდექსი.

რომელ ტერიტორიაზე არის ყველაზე დაბალი მრავალფეროვნების ინდექსი?

რომელ ტერიტორიაზე არის ყველაზე მაღალი მრავალფეროვნების ინდექსი?

რით არის გამოწვეული ტერიტორიაზე მრავალფეროვნების ინდექსის განსხვავება?

ბიომრავალფეროვნების ინდექსის მაღალი მნიშვნელობა მეტყველებს რამდენიმე წარმატებულ სახეობასა და უფრო სტაბილურ

ეკოსისტემაზე. ტროპიკული ტყე თავისი მრავალრიცხოვანი სახეობებით არის სტაბილური ეკოსისტემის მაგალითი.

ანთროპოგენური ფაქტორის გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე

როგორც ზემოთ უკვე აღვნიშნეთ, ადამიანი გარემოზე გაცილებით დიდ გავლენას ახდენს, ვიდრე ნებისმიერი სხვა სახეობა. ეს გავლენა იზრდება დედამიწაზე მოსახლეობის ზრდისა და ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად. ადამიანმა ბიომრავალფეროვნების რაოდენობა შეამცირა არამარტო უკონტროლო ნადირობის შედეგად (დოღოს მაგალითი), უპირველესად, ეს გამოიწვია ტყეების გაჩეხვამ და სოფლის მეურნეობის განვითარებამ.

რატომ ჩეხს ადამიანი ტყეებს? ტყეები, ძირითადად, იჩეხება ორი მიზნით:

- მიწის გამოთავისუფლება სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების, სოფლის მეურნეობისთვის ან სატრანსპორტო მაგისტრალებისა და მრავალსართულიანი სახლების მშენებლობისთვის.
- ქალაქის დასამზადებლად, გასათბობ საშუალებად, ავეჯის დასამზადებლად და საშენ მასალად გამოსაყენებლად.

ტროპიკული ტყე დედამიწაზე ერთ-ერთი ყველაზე რთული და სახეობრივად მდიდარი ეკოსისტემაა. 1970 წლისთვის ამაზონის ტყეების 20% გაჩეხილია. მოსალოდნელია, რომ

2025 წლისთვის ეს ციფრი 40%-მდე გაიზრდება. თუ რა გავლენას ახდენს ტყეების ინტენ-

სიური გაჩეხვა – გაუტყეურება გარემოზე, 1.48-ე სურათზეა ასახული.

გაუტყეურება – ტყის სწრაფი განადგურება

სურ. 1.48.

ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირება

- ფოთლოვანი ხეები შეიძლება შეიცავდეს ტყის ეკოსისტემაში არსებული საკვები ნივთიერებების 90%-ს. ხეების მოჭრასა და მათ გატანასთან ერთად, ეს საკვები ნივთიერებებიც გადის ამ ტერიტორიიდან.
- ნიადაგის ეროზია შეიძლება გამოიწვიოს სწრაფმა ჭრამ, რადგან ხეების ფესვთა სისტემა ვეღარ ამაგრებს ნიადაგის სტრუქტურას, შესაბამისად, ქარმა და წვიმამ შეიძლება გამოეცხოს ნიადაგი.
- წინვოვანი ტყეების ქვეშ ნიადაგი უხარისხოა სოფლის მეურნეობისთვის, რადგან ჩამოცვენილი წიწვები შეიცავს ტოქსიკურ ნაერთებს, რომლებიც აფერხებენ აღმონაცენის განვითარებასა და ზრდას.

წყალდიდობა და მეწყერები

ტყეში ნალექის 25% შეიწოვება ფოთლებით ან ორთქლდება, ხოლო 50% შეიწოვება ფესვთა სისტემის მიერ. ტყის გაჩეხვის შემდეგ წყალი შეიძლება სწრაფად დაგროვდეს მდინარის ხეობებში, რომლებიც ხშირად იწვევს ციცაბო ფერდობიდან მეწყერებს



ტყის ფართობის შემცირება ნიშნავს:

- ატმოსფეროში CO₂-ის კონცენტრაცია იზრდება, რადგან ნაკლები CO₂ გამოიყენება ფოტოსინთეზისთვის;
- ფოტოსინთეზის შემცირების გამო აერობული სუნთქვისთვის სასიცოცხლო მნიშვნელობის ატმოსფერული O₂ მცირდება;
- ატმოსფერო შეიძლება გახდეს მშრალი და ნიადაგი უფრო სველი, რადგან აორთქლება (მინიდან) უფრო ნელია, ვიდრე ტრანსპირაცია (ხეებიდან).

კლიმატური ცვლილებები

- CO₂-ის კონცენტრაციის გაზრდა იწვევს გლობალურ დათბობას.
- შემცირებული ტრანსპირაციის სიჩქარე და მშრალი ატმოსფერო გავლენას ახდენს წყლის ციკლზე და ამცირებს ნალექებს.
- შიშველი ნიადაგის მიერ სითბოს სწრაფი შთანთქმა ამაღლებს ქვედა ატმოსფეროს ტემპერატურას ზოგიერთ რაიონში, რომელიც იწვევს უფრო ხშირ და ინტენსიურ ქარებს.

ტყის გაჩეხვა მრავალ სახეობას უქმნის გადაშენების საფრთხეს:

- ცხოველთა სამეფოს უამრავი სახეობისთვის ტყე საარსებო გარემოა.

ეკოლოგები ვარაუდობენ, რომ ტყის გაჩეხვის გამო ყოველ 30 წუთში მცენარეთა და ცხოველთა თითო სახეობა გადაშენდება.

მცენარეთა ბევრ სახეობას შეიძლება ჰქონდეს სამკურნალო თვისებები, მათგან ამზადდებიან ისეთ სამკურნალო პრეპარატებს, როგორიცაა დამამშვიდებლები, რეპროდუქციული პორმონები, ანტიკოაგულანტები, ტკივილგამაყუჩებლები და ანტიბიოტიკები. მაგალითად, მადაგასკანური ბუჩქი იძლევა ძლიერ წამალს, რომელიც გამოიყენება ლეიკემიის სამკურნალოდ.

ადამიანებს გარკვეულ ტერიტორიებზე ხშირად შეჰყავთ უცხო სახეობები. მათ ინტროდუცირებულ სახეობებს უწოდებენ. ხშირია შემთხვევები, როდესაც ინტროდუცირებული სახეობები ახალ ტერიტორიაზე შესანიშნავად გრძნობენ თავს და სწრაფად მრავლდებიან, ახალ-ახალ ტერიტორიებს იპყრობენ და ავიწროებენ ადგილობრივ სახეობებს. ისინი ინვაზიური სახეობებია. ინვაზიური სახეობა საფრთხეს უქმნის ბიომრავალფეროვნებასა

და ეკოსისტემის სტაბილურობას. მაგალითად, 1859 წელს ინგლისიდან სახლში დაბრუნებულმა ავსტრალიელმა მიწის მესაკუთრემ ქვეყანაში 24 ევროპული კურდღელი ჩამოიყვანა და გაუშვა ველურ ბუნებაში სპორტული ნადირობის მიზნით. კურდღლები ძალიან სწრაფად და უკონტროლოდ გამრავლდნენ (სურ. 1.49) და 150 წელზე მეტი ხნის განმავლობაში ავსტრალიას დიდი ეკოლოგიური პრობლემები შეუქმნეს. კურდღლები აღმოჩნდნენ

ისეთ გარემოში, სადაც იყო თავისუფალი და საკვებით მდიდარი სივრცე, არ იყო სწრაფი სირობილის უნარის მქონე მტაცებელი; ისინი იკვებებოდნენ როგორც ველური, ისე კულტურული მცენარეებით. გარემო, სადაც კურდღლები ცხოვრობდნენ, დაემსგავსა ისეთ ადგილებს, თითქოს კალიების გუნდმა გადაუარა. კურდღლები გადადიოდნენ საკვებით მდიდარ ახალ-ახალ ტერიტორიებზე. მი-

უხედავად იმისა, რომ ავსტრალიის მოსახლეობისა და მთავრობის მხრიდან გამოყენებული ზოგიერთი მეთოდი კურდღლების გამრავლების გასაკონტროლებლად წარმატებული აღმოჩნდა, ავსტრალიაში კურდღლების საერთო პოპულაციის რიცხვი სცილდება გარემოს მდგრადი განვითარების შესაძლებლობებს – დღემდე ავსტრალიაში 200-დან 300 მილიონამდე კურდღელი ცხოვრობს.

სურ. 1.49.



მცენარეებიდან საქართველოში ინვაზიური სახეობებია ამბროზია, ამერიკული ჭიაფერა, ცრუაკაცია, კანადური ოქროცოცხა და სხვ. ხოლო ცხოველთა სამყაროდან ვერცხლისფერი კარასი – კარჩხანა, რომელმაც შეავიწროა მდინარეების ენდემური სახეობის თევზები; ბორჯომის ხეობის ტყეებში ძვირფასი ბენვის გამო რუსეთიდან შემოყვანილმა ტელეუტურმა ციყვმა (სურ. 1.50) განდევნა ციყვის ადგილობრივი სახეობა, გაანადგურა კოდალებისა და ტყის სხვა ფრინველების ბუდეებიც. კოდალების შემცირებამ დიდი ლაფნიჭამია გაამრავლა, რამაც დიდ ფართობზე ტყის გახმობა გამოიწვია.

სურ. 1.50.



ადამიანის დადებითი გავლენა ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებაზე

ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების მიზნით შემუშავებულია მათი დაცვის სხვადასხვა ღონისძიება. გადაშენების გზაზე მყოფი სახეობების საუკეთესო დაცვა მათი ბუნებრივი სასიცოცხლო გარემოს შენარჩუნებაა.

დედამიწის სხვადასხვა ნაწილში მთელი რიგი ტერიტორიები დაცულია, რათა შენარჩუნებული იყოს გადაშენების საფრთხეში მყოფი სახეობების ბუნებრივი საარსებო არეალები.



1. რას ნიშნავს ბიომრავალფეროვნება?
2. რა უქმნის საფრთხეს ბიომრავალფეროვნებას?
3. 1.47-ე სურათზე მოცემული ინფორმაციის მიხედვით აღწერე გარემოზე გაუტყეურების გავლენის შედეგები.



სურ. 1.51.

ამისათვის შექმნილია ნაკრძალები, აღკვეთილები, ეროვნული პარკები და იქ ადამიანებს არ აქვთ ბუნებაში ჩარევისა და რაიმეს შეცვლის უფლება. სხვა ღონისძიებებსაც მიმართავენ, მაგალითად, დიდი სატრანსპორტო მაგისტრალების მშენებლობის დროს ცდილობენ, ბუნებრივი გარემო მინიმალურად დაა-

ზიანონ (სურ. 1.51).

საქართველოში ტყით დაფარული ფართობი შეადგენს 3 100 500 ჰექტარს, რომელიც ქვეყნის მთლიანი ტერიტორიის 44.5%-ია. საქართველოში ტყის 98%-ზე მეტი ბუნებრივი წარმოშობისაა, აქ არსებული ენდემური (ადგილობრივი) და რელიქტური (უძველესი)



კეთილშობილი ირემი



კავკასიური ციყვი



მურა დათვი



კავკასიური ჯიხვი



ფოცხვერი



ქურციკი ანუ ჯეირანი

სურ. 1.52.



სურ. 1.53.

სახეობები უნიკალურ ბიომრავალფეროვნებას ქმნიან. საქართველოს ტყეები სახელმწიფო საკუთრებაა.

ტყე მნიშვნელოვანია მოსახლეობის ჯანსაღი და სასიცოცხლოდ აუცილებელი რესურსებით უზრუნველყოფის თვალსაზრისით. ტყეს აქვს ჰაერის, სასმელი წყლის ხარისხის შენარჩუნებისა და ბუნებრივი კატასტროფებისგან დაცვის ფუნქცია, ასევე, კულტურული და ისტორიული მნიშვნელობა. აქედან გამომდინარე, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ტყის მდგრადი მართვა. ტყის მდგრადი მართვა ნიშნავს ტყის რესურსის ისე გამოყენებას, რომ შენარჩუნებული იყოს ტყის სიცოცხლისუნარიანობა და თვითაღდგენის უნარი.

საქართველოში ბიომრავალფეროვნების დაცვასა და გამოყენებასთან დაკავშირებით მიღებულია შემდეგი კანონები: „გარემოს დაცვის შესახებ“, „დაცული ტერიტორიების სისტემის შესახებ“, 2003 წლის ივნისში საქართველოს პარლამენტმა მიიღო კანონი საქართველოს „წითელი ნუსხისა“ და „წითე-

ლი წიგნის შესახებ“ და სხვა. საქართველოში შექმნილია დაცული ტერიტორიები: სახელმწიფო ნაკრძალი – 14, ეროვნული პარკი – 12, აღკვეთილი – 9.

დამუშავებულია დაცული ტერიტორიების სისტემის განვითარების გეგმა. დაცულ ტერიტორიებზე შენარჩუნებულია ბუნებრივი პირობები და აკრძალულია ნადირობა. ხელოვნურად უწყობენ ხელს იშვიათი სახეობების გამრავლებას.

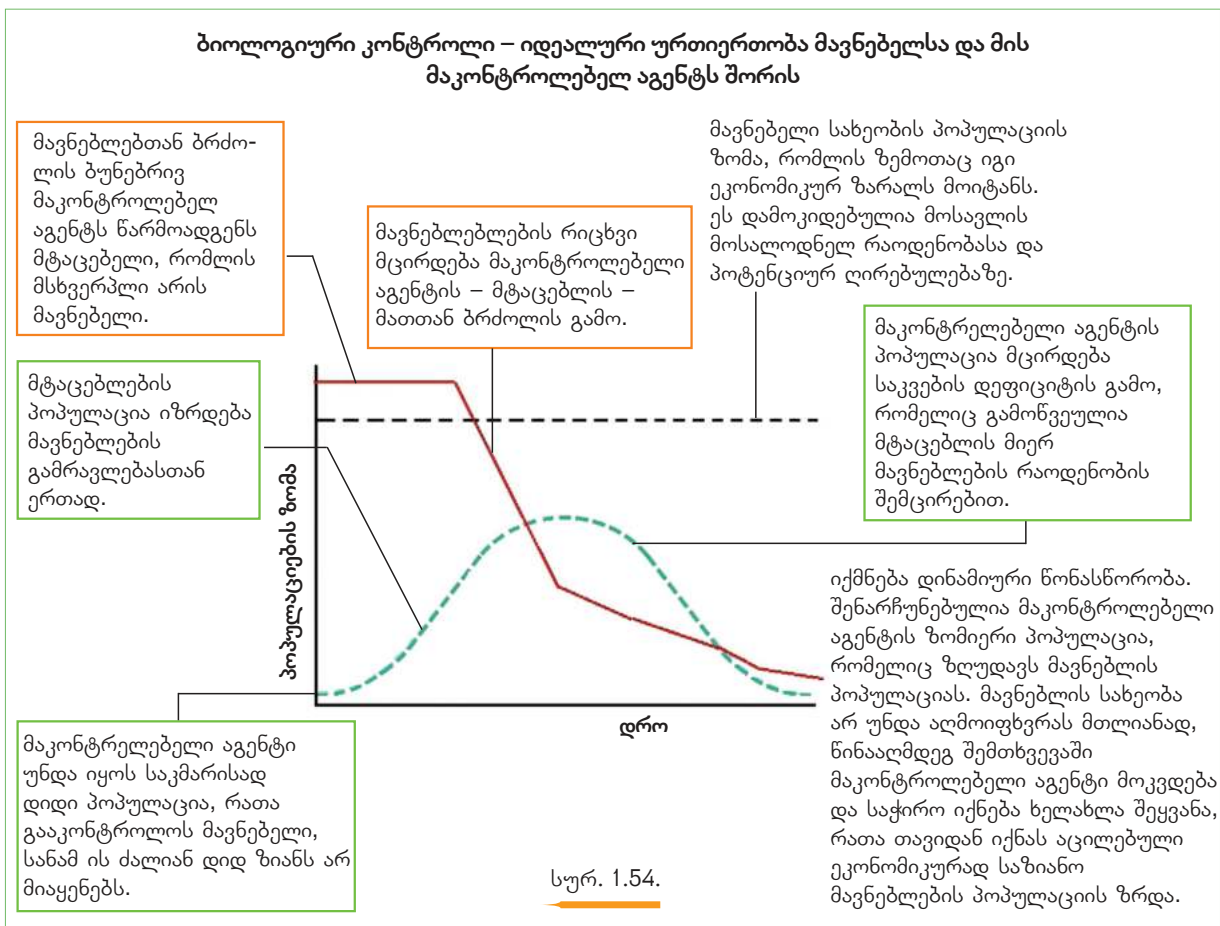
ყველა იშვიათი და გადაშენების პირას მისული სახეობები შეტანილია საქართველოს წითელ ნუსხასა და წითელ წიგნში. მაგალითად, საქართველოს წითელ წიგნში შესულია: ამიერკავკასიური ზაზუნა, წაულა, წავი, მურა დათვი, აფთარი, ფოცხვერი, კეთილშობილი ირემი, შველი, ქურციკი და სხვ. (სურ. 1.52). წითელ ნუსხაში შეტანილი მცენარეთა სახეობებია: ჭალის მუხა, პონტოს მუხა, ძელქვა, გარეჯის სალბი, შავი ღვია, ბიჭვინთის ფიჭვი, უთხოვარი, სალსალაჯი, ანუ საკმლის ხე, ქართული მუხა და სხვ. (სურ. 1.53).



4. ავსტრალიაში შეყვანილი კურდღლის მაგალითზე ახსენი, რა გავლენას ახდენს ინტროდუცირებული სახეობები ბიომრავალფეროვნებაზე. რატომ გამრავლდნენ კურდღლები ავსტრალიაში უკონტროლოდ?
5. რა მნიშვნელობა აქვს ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებას ეკოსისტემის სტაბილურობისთვის?
6. რა მნიშვნელობა აქვს ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებას ადამიანის ჯანმრთელობისთვის?
7. რა ღონისძიებებს ატარებს ადამიანი ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების მიზნით?
8. რას ნიშნავს ტყისა და სხვა ბუნებრივი რესურსების მდგრადი მართვა?

იმისთვის, რომ თავიდან აიცილოს მავნებლების წინააღმდეგ პესტიციდების, პერბიციდებისა და სხვა შხამქიმიკატების გამოყენება, ადამიანი ხშირად მიმართავს

ბიოლოგიური ბრძოლის მეთოდს – მავნებლის წინააღმდეგ ბუნებრივი მტრის გამოყენება (სურ. 1.54).



9. ზოგს მიაჩნია, რომ ტყეების გაჩეხვა სოფლის მეურნეობისთვის სივრცის შესაქმნელად ყოველთვის მისაღებია. სხვა ადამიანები არ ეთანხმებიან ამას, რადგან თვლიან, რომ ტყეების გაჩეხვა ამცირებს ბიომრავალფეროვნებას. გამოიყენე ამ საკითხზე სახელმძღვანელოში მოცემული ინფორმაცია, მოიძიე დამატებითი რესურსები აღნიშნულ საკითხზე და მოემზადე დებატებისთვის. თქვენმა მასწავლებელმა შეიძლება კლასი დაყოს სამ ჯგუფად:

ჯგუფი 1 – ეს ჯგუფი წარადგენს არგუმენტებს იმ იდეის გასამყარებლად, რომ ტყეების გაჩეხვა სასოფლო-სამეურნეო სივრცეების მისაღებად ყოველთვის მისაღებია;

ჯგუფი 2 – ეს ჯგუფი წარადგენს არგუმენტებს იმ იდეის მხარდასაჭერად, რომ ტყეების გაჩეხვა შეამცირებს ბიომრავალფეროვნებას;

ჯგუფი 3 – ეს ჯგუფი შექმნის „აუდიტორიას“, რომლის ფუნქციაა დებატების შედეგების შეფასება.

10. რა დადებითი მნიშვნელობა აქვს მავნებლების წინააღმდეგ ბიოლოგიური ბრძოლის მეთოდის გამოყენებას?

11. ზოგჯერ ბრძოლის ბიოლოგიური მეთოდის გამოყენება წარუმატებლად მთავრდება, რომლის მაგალითები წარმოდგენილია სურათზე (სურათი იხ. მარჯვნივ). ახსენი, რა არის თითოეულ შემთხვევაში წარუმატებლობის მიზეზი და რა გავლენა მოახდინა ამან ბიომრავალფეროვნებაზე.



ბრძოლის ბიოლოგიური მეთოდის გამოყენების ერთ-ერთი პირველი მაგალითია *Cactoblastis cactorum*-ის მუხლუხების გამოყენება კაქტუსის წინააღმდეგ. აღმოსავლეთ ავსტრალიაში ფერმერებმა კაქტუსი დარგეს ცოცხალი ღობის სახით თავიანთი ფერმების გარშემო. მაგრამ კაქტუსი ძალიან სწრაფად გამრავლდა და მათ ნათესებს საფრთხე შეუქმნა. კაქტუსების ბიოლოგიური კონტროლისთვის *Cactoblastis cactorum*-ის მუხლუხების გამოყენება ეფექტური აღმოჩნდა, რადგან მუხლუხები იკებებოდნენ მხოლოდ ამ სახეობის კაქტუსით. ქვემოთ წარმოდგენილია ბიოლოგიური ბრძოლის რამდენიმე მაგალითი.



ბიოლოგიური ბრძოლის მაგალითები

1. სარეველების პოპულაციების გასაკონტროლებლად მცენარეჭამია ცხოველების გამოყენება. მაგ., *Cactoblastis* ლარვებს იყენებენ კაქტუსის პოპულაციის გასაკონტროლებლად.
2. მტაცებლის გამოყენება მცენარეჭამია მავნებლის გასაკონტროლებლად. მაგ., ჭიამაიების ზოგიერთი სახეობის გამოყენება ბუგრების გასაკონტროლებლად.
3. პარაზიტის გამოყენება მისი მასპინძლის გასაკონტროლებლად. მაგ., პარაზიტი მხედარის გამოყენება კომბოსტოს თეთრულას წინააღმდეგ.
4. მავნებლის გამრავლების ციკლის დარღვევა, თუ იგი სიცოცხლეში მხოლოდ ერთხელ მრავლდება. მაგ., მსხვილფეხარქოსანი საქონლის პარაზიტი ბუზის მატლების დასხივებით სტერილიზაცია.
5. მავნებლის ქცევის კონტროლი. მაგ., ქიმიკატების, ე.წ. ფერომონების, გამოყენება ვაშლის პარაზიტების სასიკვდილო ხაფანგებში მოსაზიდად.

ბიოლოგიური კონტროლის წარუმატებლობა

დიდი ბრიტანეთისა და ახალი ზელანდიის კუნძულებზე მღრღნელების პოპულაციის შეზღუდვის მიზნით კატები შეიყვანეს. მღრღნელები ემუქრებოდნენ მიწაზე მობინადრე იშვიათ ფრინველებს, თუმცა, კატებმა შეჭამეს იშვიათი ფრინველების წინილები!

სახლის ბელურები შეიყვანეს კალიფორნიაში ხეხილის პარაზიტი მწერების ლარვების გასაკონტროლებლად. ბელურები ძალიან წარმატებულად იყენებენ საკვების სხვა წყაროებსაც, მაგ., მარცვლეულს, ამიტომ წარმატებით ვერ აკონტროლებდა მწერების ლარვას; მწერი მრავლდება ძალიან სწრაფად და ახლა უზარმაზარ ზიანს აყენებს ნათესებს.



ჰავაის ლერწმის გომბეშოები შეიყვანეს ავსტრალიაში, რათა გაეკონტროლებინათ შაქრის ლერწმის მავნებელი – ნაცრისფერი ხოჭო. გომბეშოები ახლა სერიოზულ საფრთხეს უქმნიან ავსტრალიის ველურ ბუნებას: ჭამენ ბევრ ადგილობრივ სახეობებს: მწერს, ჭიკაყვას და ბაყაყს (იხ. მარჯვნივ).

შეავიწროეს ადგილობრივი ბაყაყებისა და გომბეშოების გამრავლების ადგილები; წამლავენ უფრო მსხვილ ცხოველებს, რომლებიც ცდილობენ მათ შეჭმას, რადგან მათი კანი უკიდურესად ტოქსიკურია.

ჰავაის ლერწმის გომბეშო შეიყვანეს ავსტრალიის ერთ-ერთ რეგიონში – კვინსლენდში (იხ. რუკაზე) რუხ ხოჭოსთან საბრძოლველად, მაგრამ გამრავლდნენ და დიდი საფრთხე შეუქმნეს ავსტრალიის ველურ ბუნებას.



სცენარი სახლის სათბურის მოწყობის შესახებ

დავალების პირობა:

წარმოიდგინე, რომ გადაწყვიტე სახლის პირობებში დიდი სათბურის აშენება, რომ შეგექმნა შენი ეკოსისტემა. დაწერე სცენარი შენი ეკოსისტემის მოდელისთვის, რომელშიც აღწერ რომელ სახეობებს შეარჩევ, როგორ უზრუნველყოფ შენს ეკოსისტემაში ენერგიისა და ნივთიერებათა გადაცემას. იმის აღსაწერად, რომ შენი ეკოსისტემა იქნება მდგრადი, აუცილებლად ჩართე შენს აღწერაში ბიოტური და აბიოტური ფაქტორები.

სცენარის პრეზენტაციისას თვალსაჩინოდ წარმოაჩინე:

- რა კომპონენტებისგან შედგება ეკოსისტემა და რა კავშირი არსებობს მათ შორის?
- რა ფუნქციური კომპონენტებისგან შედგება ეკოსისტემა და როგორია თითოეული კომპონენტის ფუნქცია?
- როგორ გადაეცემა ენერგია და ნივთიერებები კვებით ჯაჭვში?
- რაში მდგომარეობს ეკოლოგიური პირამიდის წესის არსი?
- რა მნიშვნელობა აქვს ეკოსისტემის მდგრადობისთვის სახეობათა მრავალფეროვნებას?



საჯარო ლექციის მომზადება

დავალების პირობა:

წარმოიდგინე, რომ უნდა ჩაატარო საჯარო ლექცია ბუნების დაცვის საკითხებზე შენი სკოლის უმცროსი კლასების მოსწავლეებისთვის. ამისთვის ძალიან მნიშვნელოვანია წინასწარ მომზადება. მომზადება ითვალისწინებს, როგორც ლექციის შინაარსის ძირითადი თემების ჩამოყალიბებას, ისე მის შესაბამისი ვიზუალური მასალით გამდიდრებასა და საპრეზენტაციო მასალის მომზადებას.

გაითვალისწინე, რომ ლექციის საშუალებით უმცროს კლასელებს უნდა აუხსნა:

- რა უარყოფით გავლენას ახდენს ადამიანი ბუნებაზე თავისი საქმიანობით?
- რას ნიშნავს გარემოს დაბინძურება და რა გავლენას ახდენს იგი ადამიანის ჯანმრთელობაზე?
- ბუნების დაცვის რა ღონისძიებები ტარდება ქვეყანაში?
- რა წვლილი შეიძლება შეიტანონ მოსწავლეებმა გარემოს დაცვაში?



საველე კვლევა – აბიოტური კომპონენტის კვლევა

პროექტი 1

თემა – ეკოლოგია

საკითხი: ეკოსისტემის კომპონენტები

ქვესაკითხები:

- ეკოსისტემის აბიოტური და ბიოტური კომპონენტები;
- ეკოლოგიური ფაქტორები. აბიოტური ფაქტორები.

პროექტის სახელწოდება	აბიოტური ფაქტორების ინტენსივობის კვლევა		
პროექტის ეტაპები			
პრობლემის ანალიზი/რატომ გადავწყვიტე ამ საკითხზე პროექტის განხორციელება?			
პროექტის მიზანი	ლოკალურ გარემოში აბიოტური ფაქტორების - განათების, ტემპერატურისა და pH-ის - ინტენსივობის კვლევა		
პროექტის ამოცანები	- ლოკალურ გარემოში აბიოტური ფაქტორების - ტემპერატურის, განათებისა და pH-ის - კვლევა კვადრატის მეთოდითა და სენსორების გამოყენებით; - კვლევის ანგარიშის მომზადება.		
აქტივობები	- კვლევის ჩასატარებლად ლოკალურ გარემოში (ტყე, პარკი, მინდორი) გარკვეული ტერიტორიის შერჩევა და მისი ფართობის გამოთვლა; - კვადრატის ჩარჩოს დამზადება; - მონაცემების ცხრილის შექმნა; - კვადრატის ჩარჩოს საშუალებით საკვლევი ტერიტორიიდან ტემპერატურის, განათებისა და pH-ის სენსორებით სინჯების აღება – თითოეულ სინჯში ნიადაგის ზედაპირთან ახლოს ტემპერატურისა და განათების, ნიადაგში pH-ის მაჩვენებლის აღება და მონაცემების ცხრილში ჩანიშვნა; - ფორმულის - $T = NA$ -ს საშუალებით შერჩეულ მონაკვეთზე ტემპერატურის, განათებისა და pH-ის საშუალო მაჩვენებლების გამოთვლა; - პასუხების მომზადება კითხვებზე: 1) რა კომპონენტებისგან შედგება ეკოსისტემა და რა კავშირია მათ შორის? 2) რა გავლენას ახდენს აბიოტური ფაქტორები ეკოსისტემაზე? 3) რა ადაპტაციები გამოუმუშავდათ სახეობებს აბიოტური ფაქტორებისადმი და რა მნიშვნელობა აქვს მას სახეობის სტაბილურობისთვის? - კვლევის ანგარიშის მომზადება; - კვლევის ანგარიშის მასწავლებლისა და კლასის წინაშე წარდგენა.		
საჭირო რესურსები	ხე ან რბილი მავთული კვადრატის დასამზადებლად, სინათლის, ტემპერატურისა და pH-ის სენსორები, კომპიუტერი, თაბახის ფურცლები.		
სამოქმედო გეგმა	აქტივობა	აქტივობისათვის საჭირო დრო	პასუხისმგებელი პირი
	×	×	×



ლოკალურ გარემოზე ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენა

პროექტი 2

თემა - ეკოლოგია

საკითხი: ბიომრავალფეროვნება და მასზე მოქმედი ფაქტორები

ქვესაკითხები:

- გარემოს დაბინძურება და მისი გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე;
- გარემოს დაბინძურების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე;
- ბიომრავალფეროვნების დაცვა და მისი ეკოლოგიური მნიშვნელობა.

პროექტის სახელწოდება		ლოკალურ გარემოზე ანთროპოგენური ფაქტორების გავლენა								
პროექტის ეტაპები										
პრობლემის ანალიზი/რატომ გადაწყვიტე ამ საკითხზე პროექტის განხორციელება?										
პროექტის მიზანი		ლოკალურ გარემოში ანთროპოგენური ფაქტორების ზემოქმედების კვლევა								
პროექტის ამოცანები		• ადგილობრივი მოსახლეობის გამოკითხვა; • ძველი პუბლიკაციების, ფოტოების, ვიდეომასალების შეგროვება; • ახალი ფოტო-ვიდეო მასალის გადაღება ლოკალური გარემოს თანამედროვე მდგომარეობის შესახებ.								
აქტივობები		• კითხვარის მომზადება მოსახლეობის გამოკითხვისთვის ისე, რომ მიიღო ინფორმაცია ბოლო 15-20 წლის განმავლობაში ლოკალურ გარემოში მომხდარი ცვლილებების შესახებ; • ადგილობრივი მოსახლეობისგან რესპონდენტებად ასაკოვანი ადამიანების შერჩევა და მათი გამოკითხვა; • გამოკითხვის მასალების ანალიზი; • ლოკალური გარემოს ბუნების ამსახველი ძველი სურათებისა და ვიდეომასალის შეგროვება; • პუბლიკაციებისა და ტელეგადაცემების მოძიება ლოკალური გარემოს ეკოლოგიური პრობლემების (ასეთის შემთხვევაში) შესახებ; • ფოტოებისა და/ან ვიდეოების გადაღება გარემოს დღევანდელი მდგომარეობის შესახებ; • კვლევის ანგარიშის მომზადება, რომელშიც უნდა აისახოს: 1) თუ შენ მიერ გამოკვლეულ გარემოში რა ტიპის ეკოლოგიური პრობლემა გამოვლინდა; 2) რა არის ამ პრობლემის გამომწვევი მიზეზები; 3) ამ ეკოლოგიური პრობლემის გადაჭრის გზების შემოთავაზება; • საპრეზენტაციო მასალის მომზადება, მასწავლებლისა და კლასის წინაშე წარდგენა; • პასუხების მომზადება კითხვებზე: 1) რას ნიშნავს გარემოს დაბინძურება? 2) რას ეწოდება დამაბინძურებელი? 3) რა გავლენას ახდენს გარემოს დაბინძურება ბიომრავალფეროვნებაზე? 3) რა მნიშვნელობა აქვს ბიომრავალფეროვნებას ეკოსისტემის მდგრადობისთვის? 4) რა გავლენას ახდენს გარემოს დაბინძურება ადამიანის ჯანმრთელობაზე?								
საჭირო რესურსები		კომპიუტერი, თაბახის ფურცლები, ტელეფონი ან ვიდეოკამერა სურათებისა და ვიდეოების გადასაღებად.								
სამოქმედო გეგმა		<table><tr><td>აქტივობა</td><td>აქტივობისათვის საჭირო დრო</td><td>პასუხისმგებელი პირი</td></tr><tr><td>✗</td><td>✗</td><td>✗</td></tr></table>			აქტივობა	აქტივობისათვის საჭირო დრო	პასუხისმგებელი პირი	✗	✗	✗
აქტივობა	აქტივობისათვის საჭირო დრო	პასუხისმგებელი პირი								
✗	✗	✗								

თემა 1-ის შეჯამება

თემის მიმოხილვა

მთავარი იდეები

- ეკოსისტემა შედგება ბიოტური და აბიოტური ფაქტორებისგან;
- ეკოსისტემა არის მდგრადი, თვითმარეგულირებელი სისტემა;
- ეკოსისტემა ღია სისტემაა – მასში განუწყვეტილად შედის კოსმოსიდან მზის სინათლის ენერგია;
- ეკოსისტემის აბიოტური კომპონენტი ზემოქმედებს ეკოსისტემის ბიოტურ კომპონენტზე და ბიოტური კომპონენტი – აბიოტურზე; ცოცხალ ორგანიზმებს ევოლუციის პროცესში გამოუმუშავდათ აბიოტური ფაქტორებისადმი სხვადასხვა ტიპის (მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური) ადაპტაციები;
- ბიოცენოზის სხვადასხვა პოპულაციებს შორის არის რთული და მრავალფეროვანი ურთიერთობები: ნეიტრალიზმი, კონკურენცია, მტაცებლობა, პარაზიტიზმი, მუტუალიზმი და კომენსალიზმი;
- ეკოსისტემა შედგება შემდეგი ფუნქციონალური კომპონენტებისგან: პროდუცენტები, კონსუმენტები და რედუცენტები; რომელიმე კომპონენტის ამოვარდნა იწვევს ეკოსისტემის რღვევას;
- ეკოსისტემის კვებით ჯაჭვში განუწყვეტილად ხდება ერთი კვებითი დონიდან მეორეზე ენერგიისა და ნივთიერებათა გადაცემა;
- კვებით ჯაჭვში ერთი კვებითი დონიდან მომდევნო დონეზე ენერგიისა და ნივთიერებათა გადაცემისას, ყოველ დონეზე წინა დონესთან შედარებით ენერგია და ბიომასა მცირდება; ამ კანონზომიერებას ეკოლოგიური პირამიდის წესი ეწოდება;
- ფიზიკური და ბიოლოგიური პროცესების მონაწილეობით კონკრეტული ქიმიური ნივთიერების/ელემენტის ციკლურ მოძრაობას ეკოსისტემის ბიოტურ და აბიოტურ კომპონენტებს შორის ბიოგეოქიმიური ციკლი ეწოდება;
- ბიომრავალფეროვნებას დიდი მნიშვნელობა აქვს ეკოსისტემის მდგრადობისთვის;
- ადამიანი თავისი საქმიანობით იწვევს გარემოს დაბინძურებას;
- გარემოს დაბინძურება საფრთხეს უქმნის ბიომრავალფეროვნებას;
- დაბინძურებული გარემო საშიშროებას უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას;
- ღონისძიებების გატარება ბიომრავალფეროვნების დასაცავად მნიშვნელოვანია ეკოსისტემების მდგრადობის შესანარჩუნებლად და ადამიანის ჯანმრთელობის დასაცავად.

დავალებები თვითშეფასებისთვის

ტესტური დავალებები

1. ეკოლოგია შეისწავლის:
 - ა. ენერგიის ნაკადს თანასაზოგადოებაში;
 - ბ. ორგანიზმების ქცევას ბუნებრივ პირობებში;
 - გ. ქიმიურ პროცესებს ცოცხალ ორგანიზმებში;
 - დ. ორგანიზმების მონაწილეობას ნივთიერებათა მიმოქცევაში;
 - ე. პოპულაციის განსახლების კანონზომიერებებს;

- ვ. სხვადასხვა ორგანიზმის გარეგან აგებულებას;
ზ. სხვადასხვა ბიოცენოზის რიცხოვნების ცვლილებას.

პასუხი:

$\times$	$\times$	$\times$	$\times$
----------	----------	----------	----------

2. თანასაზოგადოება არის:
 - ა. ერთი პოპულაციის ინდივიდები, რომლებიც ერთად ცხოვრობენ;
 - ბ. სხვადასხვა პოპულაციის ინდივიდები, რომლებიც ერთად ცხოვრობენ;
 - გ. სხვადასხვა სახეობის პოპულაციების ერთობლიობა ერთ ტერიტორიაზე;
 - დ. იგივე, რაც ბიოცენოზი;
 - ე. ერთი სახეობის სხვადასხვა ტერიტორიაზე მცხოვრები პოპულაციები.

პასუხი:

	
---	---

3. ბიოგეოცენოზი არის:
- ა. იგივე, რაც ეკოლოგიური სისტემა;
 - ბ. სხვადასხვა სახეობის პოპულაციების ერთობლიობა;
 - გ. სხვადასხვა პოპულაციებისა და არაცოცხალი ბუნების კომპონენტების ერთიანობა;
 - დ. გარკვეული ადგილის აბიოტური ფაქტორების ერთიანობა.

პასუხი:

	
---	---

4. ეკოლოგიური ფაქტორების მოქმედება ყოველთვის:
ა. ერთი მიმართულებისა; გ. ურთიერთდაკავშირებულია;
ბ. ორმხრივიმიმართულია; დ. მოულოდნელია.
5. აბიოტური ფაქტორებია:
ა. სინათლე; ბ. ტენიანობა; გ. ტემპერატურა; დ. ყველა პასუხი სწორია.
6. ბიოტური ფაქტორებია:
ა. ჰაერის ქიმიური შედგენილობა; გ. ტემპერატურა;
ბ. ნიადაგის მჟავიანობა; დ. მცენარეჭამია ცხოველები.
7. შემზღუდველი ფაქტორი:
ა. ორგანიზმს არ აძლევს სიცოცხლის საშუალებას;
ბ. განუსაზღვრელი გამრავლების საშუალებას;
გ. ამცირებს სიცოცხლისუნარიანობას;
დ. ორგანიზმს არ აძლევს განუსაზღვრელი გავრცელების საშუალებას.
8. ხილული სხივების სპექტრის რომელ უბანში მიმდინარეობს ფოტოსინთეზი?
ა. იისფერზე; ბ. მწვანეზე; გ. ყვითელზე; დ. წითელზე; ე. ლურჯზე.

პასუხი:

$\times$	$\times$
----------	----------

9. ხილული სხივების სპექტრის რომელ უბანზე მიმდინარეობს ფოტოსინთეზი ყველაზე ინტენსიურად?
ა. იისფერზე; ბ. მწვანეზე; გ. ყვითელზე; დ. წითელზე; ე. ლურჯზე.
10. ფოტოპერიოდიზმს უწოდებენ ორგანიზმის რეაქციას:
ა. განათების არსებობაზე; გ. განათების ხანგრძლივობაზე;
ბ. განათების ინტენსივობაზე; დ. სინათლის ტალღების სიგრძეზე.
11. ტემპერატურა ძლიერად მოქმედებს ცხოველმოქმედებაზე, რამდენადაც:
ა. განაპირობებს არეალში ორგანიზმების გავრცელებას;
ბ. ყველა ბიომში მონაწილეობს კლიმატის ფორმირებასა და შენარჩუნებაში;
გ. განსაზღვრავს ყველა ბიოქიმიური რეაქციის სიჩქარეს;
დ. ორგანიზმში აკონტროლებს ყველა ფიზიოლოგიურ პროცესს.
12. ფრინველებსა და ძუძუმწოვრებს შეუძლიათ ტემპერატურის მნიშვნელოვანი შემცირების გადატანა, რადგან:
ა. წყლის ნაწილს გამოყოფენ სუნთქვის დროს;
ბ. შეუძლიათ ანაბიოზის მდგომარეობაში გადასვლა;
გ. შეუძლიათ წყლის შენარჩუნება ორგანიზმში;
დ. გააჩნიათ თერმორეგულაციის უნარი.
13. ეკოსისტემაში თვითრეგულაციის შედეგად –
ა. არცერთი სახეობა მთლიანად არ ანადგურებს სხვა სახეობას;
ბ. პოპულაციაში გამუდმებით მცირდება რიცხოვნება;
გ. მიმდინარეობს ნივთიერებათა ცვლა;
დ. ორგანიზმები მრავლდებიან.
14. წყალსატენის ეკოსისტემაში წყალმცენარეები კვებითი ჯაჭვების უმრავლესობაში სან-ყის რგოლს შეადგენს, რადგან ისინი –
ა. მზის ენერგიის აკუმულაციას ახდენენ;
ბ. შთანთქავენ ორგანულ ნივთიერებებს;
გ. აწარმოებენ ქემოსინთეზს;
დ. ასინთეზირებენ არაორგანულიდან ორგანულ ნივთიერებებს;
ე. კონსუმენტებს უზრუნველყოფენ ენერგიითა და ორგანული ნივთიერებებით;
ვ. იზრდებიან მთელი ცხოვრების მანძილზე.

პასუხი:

×	×	×
---	---	---

15. ორგანიზმზე მოქმედი ყველა ფაქტორის ერთობლიობას უწოდებენ —
ა. აბიოტურს; ბ. ბიოტურს; გ. ანთროპოგენურს; დ. ეკოლოგიურს.
16. კოლოების განადგურების ღონისძიებამ რა შედეგები შეიძლება გამოიწვიოს ბიოცენოზში?
ა. მწერიჭამია ცხოველების საკვები ბაზის გაუარესება;
ბ. მცენარეების გამრავლების პროცესის დარღვევა;
გ. დაჭაობებული ტერიტორიების გაფართოება;
დ. მავნე მწერების რიცხვის გაზრდა.

17. დაადგინე შესაბამისობა ორგანიზმების დახასიათებასა და იმ ფუნქციონალურ ჯგუფს შორის, რომელსაც ეს ორგანიზმი მიეკუთვნება

ორგანიზმების დახასიათება

ფუნქციონალური ჯგუფი

- | | |
|---|-----------------|
| ა. კვებით ჯაჭვში პირველ დონეს ქმნიან; | 1) პროდუცენტები |
| ბ. არაორგანულიდან ორგანულ ნივთიერებებს ასინთეზირებენ; | 2) რედუცენტები |
| გ. იყენებენ მზის ენერგიას; | |
| დ. მინერალურ ნივთიერებებს აბრუნებენ ეკოსისტემაში; | |
| ე. ორგანულ ნივთიერებებს შლიან მინერალებამდე. | |

პასუხი:

ა	ბ	გ	დ	ე
×	×	×	×	×

18. განსაზღვრე ორგანიზმები, რომელთაც ერთმანეთთან კონკურენტული დამოკიდებულება აქვთ:

- ა. მღიერში სოკო და წყალმცენარე;
 ბ. კულტურული და სარეველა მცენარეები;
 გ. მტაცებელი და მსხვერპლი;
 დ. ხორციჭამია და მცენარეჭამია ცხოველები.

19. ურთიერთდამოკიდებულების რომელი ფორმაა ასკარიდასა და ადამიანს შორის?

- ა. პარაზიტიზმი; ბ. კონკურენცია; გ. სიმბიოზი; დ. მტაცებლობა.

20. ქვემოთ მოცემული კვებითი ჯაჭვებიდან სწორადაა აგებული:

- ა. კალია --- ბალახი --- მელია --- კურდღელი;
 ბ. ბალახი --- კალია --- ბაყაყი --- გველი;
 გ. თევზი --- კიბორჩხალა --- ბალახი --- თოლია;
 დ. კოდალა --- მუხის ხე --- მატლი --- შევარდენი.

21. ეკოლოგიური პირამიდის წესის მიხედვით:

- ა. პროდუცენტების ბიომასა ჭარბობს კონსუმენტებისას;
 ბ. კონსუმენტების ბიომასა ჭარბობს პროდუცენტებისას;
 გ. კვებითი ჯაჭვის ყოველ მომდევნო დონეზე ენერგია იმატებს;
 დ. კვებითი ჯაჭვის ყოველ მომდევნო დონეზე ენერგია არ იცვლება.

22. სწორი დებულებებია:

- ა. მცენარეები და ქემოსინთეტიკოსი ბაქტერიები პროდუცენტებია;
 ბ. პეპელა, ბაყაყი, გველი, ქორი, დათვი კონსუმენტებია;
 გ. ბაქტერიები ნარჩენ პროდუქტებს ორგანულ ნივთიერებებად გარდაქმნიან;
 დ. მუხა, მარწყვი, ადამიანი, ღორი კონსუმენტებია;
 ე. საპროფიტი ბაქტერიები რედუცენტებია.

პასუხი:

×	×	×
---	---	---

23. სწორი დებულებებია:

- ა. თანასაზოგადოების წევრები ერთნაირ გარემოში ცხოვრობენ;
- ბ. ეკოლოგია შეისწავლის მხოლოდ ორგანიზმების გარემო პირობებთან შეგუებას;
- გ. სოფელთან შედარებით ქალაქში უკეთესი გარემო პირობებია;
- დ. აკვარიუმი ხელოვნური ეკოსისტემაა;
- ე. ეკოსისტემას ქმნის ბიოცენოზისა და გარემოს არაცოცხალი კომპონენტების ერთობლიობა.

პასუხი:

×	×	×
---	---	---

24. სწორი დებულებებია:

- ა. მაღალ ტემპერატურაზე ორგანიზმის მუდმივი ტემპერატურის შენარჩუნების ერთადერთი საშუალებაა ოფლის გამოყოფა;
- ბ. ინფრწითელი სხივების მეშვეობით მცენარე ფოტოსინთეზს აწარმოებს;
- გ. ულტრაიისფერი სხივების მოქმედებით კანში წარმოიქმნება D ვიტამინი;
- დ. ფაქტორის იმ ინტენსივობას, რომელიც ყველაზე ხელსაყრელია ორგანიზმისათვის, ოპტიმალური ეწოდება;
- ე. ტენიანი ადგილების ბინადარ მცენარეებს უმეტესად მოკლე ფესვი და ფართო ფოთლები აქვთ.

პასუხი:

×	×	×
---	---	---

25. ნიადაგი დაბინძურდა შხამიანი ნივთიერებით. ეს ნივთიერება უფრო დიდი კონცენტრაციით დაგროვდება:

- ა. მცენარეებში; ბ. მცენარეჭამია ცხოველში; გ. მტაცებელ ცხოველში.

26. ურთიერთდამოკიდებულება თევზ-ლოცმანსა და ზვიგენს შორის არის:

- ა. კომენსალიზმი; ბ. მუტუალიზმი; გ. პარაზიტიზმი; დ. ნეიტრალიზმი.

27. ურთიერთდამოკიდებულება აქტინიასა და კიბო-განდეგელს შორის არის:

- ა. კომენსალიზმი; ბ. მუტუალიზმი; გ. პარაზიტიზმი; დ. ნეიტრალიზმი.

28. ურთიერთდამოკიდებულება ადამიანსა და ნაწლავის ბაქტერიებს შორის არის:

- ა. კომენსალიზმი; ბ. მუტუალიზმი; გ. პარაზიტიზმი; დ. ნეიტრალიზმი.

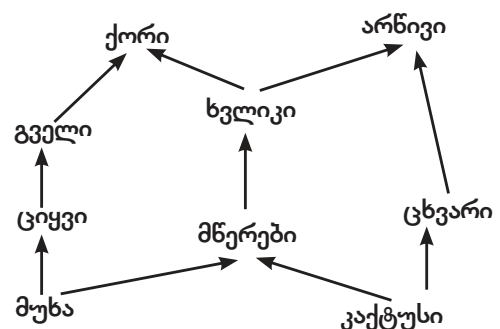
29. სიმბიოზური ურთიერთობა არ შეიძლება ეწოდოს შემდეგი წყვილი ორგანიზმების ურთიერთობას:

- ა. ქუდიანი სოკოები და ხე მცენარეები;
- ბ. ყვავილოვანი მცენარეები და დამტვერავი მწერები;
- გ. აქტინია და კიბო-განდეგელი;
- დ. კოლოები და ძუძუმწოვარა ცხოველები.

30. მცენარე-ეპიფიტების დამოკიდებულება ხე მცენარეებთან არის მაგალითი:

- ა. კომენსალიზმი; ბ. მუტუალიზმი; გ. პარაზიტიზმი; დ. ნეიტრალიზმი.

31. იპოვე არასწორი დებულება — ეკოსისტემაში რედუცენტების როლია:
- მკვდარი ნაწილების დაშლა;
 - ორგანული ნივთიერებების სინთეზი;
 - მცენარეების მომარაგება მინერალური მარილებით;
 - ნარჩენი ორგანული ნივთიერებების დაშლა არაორგანულ ნივთიერებად.
32. პროდუცენტები –
- არაორგანულისგან ორგანულ ნივთიერებებს ასინთეზირებენ;
 - შლიან ცხოველებისა და მცენარეების მკვდარ ნაწილებს;
 - იკვებებიან მხოლოდ ცოცხალი მცენარეებით;
 - საკვებად იყენებენ მხოლოდ ცხოველებს.
33. პირველი რიგის კონსუმენტები:
- არაორგანულისგან ორგანულ ნივთიერებებს ასინთეზირებენ;
 - შლიან ცხოველებისა და მცენარეების მკვდარ ნაწილებს;
 - იკვებებიან მხოლოდ ცოცხალი მცენარეებით;
 - საკვებად იყენებენ მხოლოდ ცხოველებს.
34. მეორე რიგის კონსუმენტები:
- არაორგანულიდან ორგანულ ნივთიერებებს ასინთეზირებენ;
 - შლიან ცხოველებისა და მცენარეების მკვდარ ნაწილებს;
 - იკვებებიან მხოლოდ ცოცხალი მცენარეებით;
 - საკვებად იყენებენ მხოლოდ ცხოველებს.
35. სწორი კვებითი ჯაჭვია:
- სამყურა – ხვლიკი – კალია – შევარდენი;
 - სამყურა – შევარდენი – ხვლიკი – კალია;
 - სამყურა – კალია – შევარდენი – ხვლიკი;
 - სამყურა – კალია – ხვლიკი – შევარდენი.
36. ეკოსისტემა სახეობრივად რაც უფრო მრავალფეროვანია, მით უფრო მისი მდგრადობა:
- იზრდება;
 - მცირდება;
 - იწყებს მერყეობას;
 - არ იცვლება.
37. ნარჩენი ორგანული ნივთიერებების დამშლელი ორგანიზმებია –
- მცენარეჭამია ცხოველები;
 - მხოლოდ საპროფიტი ორგანიზმები;
 - მხოლოდ დეტრიტოფაგები;
 - დეტრიტოფაგები და საპროფიტები.
38. ეს კვებითი ქსელი გვიჩვენებს ორგანიზმებს შორის ურთიერთობას ეკოსისტემაში. ეკოსისტემის სტაბილურობისთვის ეკოსისტემის რომელი ფუნქციური ჯგუფის ორგანიზმი არის მნიშვნელოვანი, რომელიც არ არის ნაჩვენები ამ კვებით ქსელში,?
- პროდუცენტი;
 - კონსუმენტი;
 - მცენარეჭამია;
 - დამშლელი.

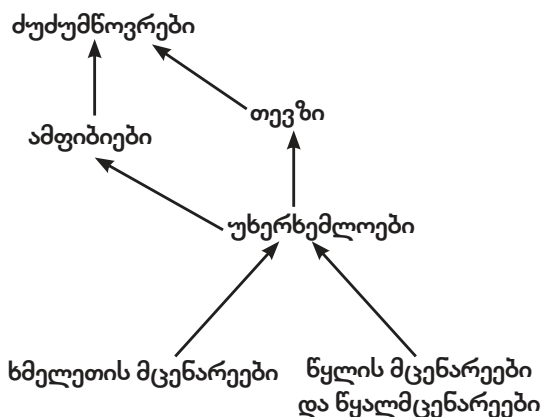


39. ნახშირბადის ციკლში რა პროცესით გადადის ნახშირბადი აბიოტური რესურსიდან ორგანულ ნივთიერებებში?

- ა. მიგრაციის; ბ. წვის; გ. სუნთქვის; დ. ფოტოსინთეზის.

40. საარსებო გარემოში არსებული ტოქსიკური ნივთიერებები გროვდება კვებითი ქსელის თითოეულ რგოლში. წარმოიდგინე, რომ მდინარე დაბინძურებულია ტოქსიკური ნივთიერებით, მოცემული კვებითი ქსელის რომელ რგოლში იქნება ამ ტოქსიკური ნივთიერების ყველაზე მაღალი კონცენტრაცია?

- ა. წყლის მცენარეები და წყალმცენარეები
ბ. თევზი
გ. უხერხემლოები
დ. ძუძუმწოვრები
ე. ამფიბიები



41. CO₂ მნიშვნელოვანია ჩვენს ატმოსფეროში, რადგან ის საჭიროა ფოტოსინთეზისთვის და აკავებს სითბოს, რითაც უნარჩუნებს დედამიწას სიცოცხლისათვის აუცილებელ ტემპერატურას. თუმცა, ადამიანის საქმიანობით წარმოებული CO₂ პრობლემაა, რადგან ის –

- ა. იწვევს გლობალური ტემპერატურის ზრდას;
ბ. არღვევს სხვა სათბურის აირების ბუნებრივ ციკლს;
გ. ოკეანეებში იზრდება CO₂ -ის კონცენტრაცია;
დ. იწვევს უკონტროლო ფოტოსინთეზს.

დავალეები კრიტიკული და შემოქმედებითი აზროვნებისთვის

- როგორ ფიქრობ, ეკოსისტემაში ახალი მტაცებლის გამოჩენამ რა გავლენა შეიძლება მოახდინოს – 1) ეკოსისტემაზე? 2) კვებით ჯაჭვში ენერგიის გადაცემაზე?
- როგორ შეიძლება ცალკეული ორგანიზმი ერთდროულად იყოს პოპულაციის, ბიოცენოზის, ეკოსისტემისა და ბიომის ნაწილი?
- ორგანიზაციის რომელ დონეზე შეისწავლის მეცნიერი არქტიკაში სელაპებისა და პოლარული დათვების ურთიერთქმედებას? განმარტე შენი პასუხი.
- მეცნიერები დიდხანს ფიქრობდნენ, რომ ყველა ეკოსისტემის არსებობა მხოლოდ მზის ენერგიაზეა დამოკიდებული, თუმცა აღმოჩნდა, რომ ეს მოსაზრება არ არის მართებული. ახსენი, რატომ?
- ახსენი, როგორ შეიძლება მავნე მწერებთან ბრძოლის მიზნით შემოტანილმა მტაცებელმა მწერმა ზიანი მოუტანოს მთელ ეკოსისტემას?
- როგორ შეიძლება გვალვამ გავლენა მოახდინოს მდელოების კვებით ქსელზე? რომელ ტროფიკულ დონეზე იმოქმედებს გვალვა ყველაზე მეტად? განმარტე შენი პასუხი.
- ქვეყნის მასშტაბით, ნავთობის საწვავზე მომუშავე ავტომობილები არის ნახშირჟანგის/ნახშირბადის მონოქსიდის, ნახშირორჟანგის, აზოტის ოქსიდებისა და კიბოს გამომწვევი ტოქსინების ძირითადი წყარო. რა უნდა გაკეთდეს ნავთობის პროდუქტების საწვავად გამოყენების შესამცირებლად?
- ბოლო 100 წლის განმავლობაში, საშუალო გლობალური ტემპერატურა გაიზარდა 0,6°C-ით, ყველაზე დრამატული ცვლილება კი ბოლო 50 წლის განმავლობაში მოხდა. გლობალური ტემპერატურის მერყეობა დედამიწის კლიმატის ციკლის ნორმალუ-

რი ნაწილია. მაგრამ მკვეთრი ტემპერატურული ცვლილებები, როგორც წესი, ხდება ათობით ათასი წლის განმავლობაში და არა 100 წლის განმავლობაში. ბიომრავალფეროვნებისთვის რატომ არის საშიში დროის მცირე მონაკვეთში ტემპერატურის ასეთი მნიშვნელოვანი ცვლილება, ვიდრე ხანგრძლივი დროის პერიოდში?

9. გაცანი ქვემოთ მოცემულ ფაქტს და უპასუხე კითხვებს.

1944 წელს 29 ირემი შეიყვანეს წმინდა მათეს კუნძულზე, ალიასკას სანაპიროსთან ახლოს. შემოყვანის დროს მთელი კუნძული დაფარული იყო ლიქენების ხალიჩით. უხვი და კარგი საკვების გამო ირმის პოპულაცია გეომეტრიული პროგრესიით გაიზარდა. 1963 წლის ზაფხულისთვის კუნძულზე პოპულაცია 6000 ირემამდე გაიზარდა. თუმცა, ზამთარში დიდი რაოდენობით თოვლი მოვიდა და დაფარა ლიქენები – მათი საკვები, რომელიც უკვე მნიშვნელოვნად იყო გამოფიტული ირმის დიდი პოპულაციის გამო. 1964 წლის გაზაფხულისთვის მხოლოდ 50 ირემი დარჩა.

- 1) რა ფაქტორებმა გამოიწვია ირმის პოპულაციის სწრაფი ზრდა მათეს კუნძულზე შეყვანის პირველ წლებში?
- 2) რა ფაქტორებმა გამოიწვია ირმის პოპულაციის ზომის სწრაფი შემცირება?
- 3) ივარაუდე – რა მოუვიდოდა საბოლოოდ ირმის პოპულაციას, თუ ზამთარი არ გააძნელებდა მათთვის საკვების მოპოვებას? ახსენი შენი პასუხი.

მონაცემების განსჯა (ანალიზი და დასკვნა)

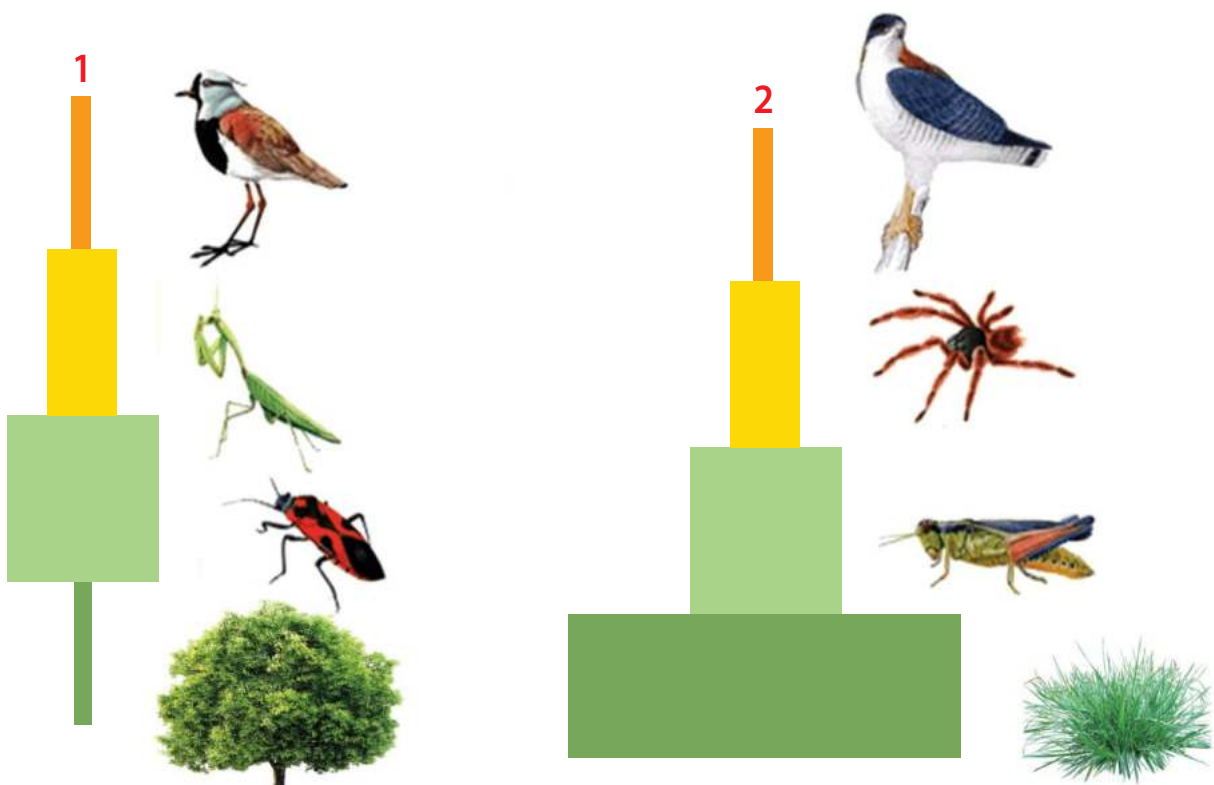
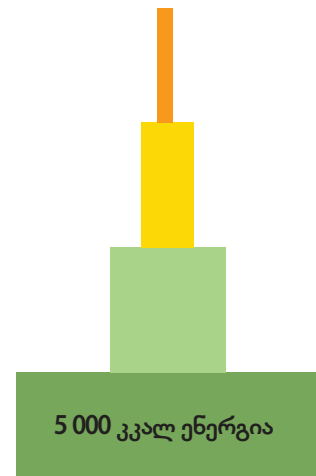
1. პოპულაციის რაოდენობის შესაფასებლად გამოიყენე განტოლება $T = N \times A$, სადაც T – მთელი პოპულაციის რიცხოვნობაა, N – დათვლილი ინდივიდების საერთო რიცხვი/კვადრატების რიცხვი, A = საერთო ფართობი/კვადრატის ფართობი
 - 1) მეცნიერს სურს შეაფასოს სოკოს პოპულაციის რიცხოვნობა ტყის 300მ² ფართობზე. თითოეული კვადრატი არის 2მ² ფართობის. მეცნიერებმა 20 კვადრატში 13 სოკო დაითვა. როგორია ტყეში სოკოს პოპულაციის რიცხოვნობა?
 - 2) მეცნიერი იყენებს კვადრატის მეთოდს უდაბნოს 150მ² ფართობზე კაქტუსის ერთ-ერთი სახეობის პოპულაციის რიცხოვნობის გამოსათვლელად. ნიმუშისთვის მათ დაითვა 5 კაქტუსი 10 კვადრატში. თითოეული კვადრატი არის 2მ² ფართობის. როგორია უდაბნოში კაქტუსების პოპულაციის რიცხოვნობა?
 - 3) რა დადებითი და უარყოფითი მხარე აქვს შემთხვევითი შერჩევის გამოყენებას ნიმუშების ასაღებად პოპულაციის ზომის შესაფასებლად?

ვიზუალური მასალის განსჯა

1. გააანალიზე სურათზე მოცემული ინფორმაცია და უპასუხე კითხვებს:
 - 1) ორგანიზმების როგორ ბიოტურ ურთიერთქმედებას ასახავს სურათი? დაასაბუთე შენი პასუხი.
 - 2) რა ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმთა ასეთ ურთიერთქმედებას ეკოსისტემისთვის?
 - 3) კვებით ჯაჭვში რომელ კვებით დონეს იკავებს პეპელა? მცენარე?
 - 4) რა შეგუებულობა გამოუმუშავდა პეპელას კვების ასეთ ტიპთან დაკავშირებით?

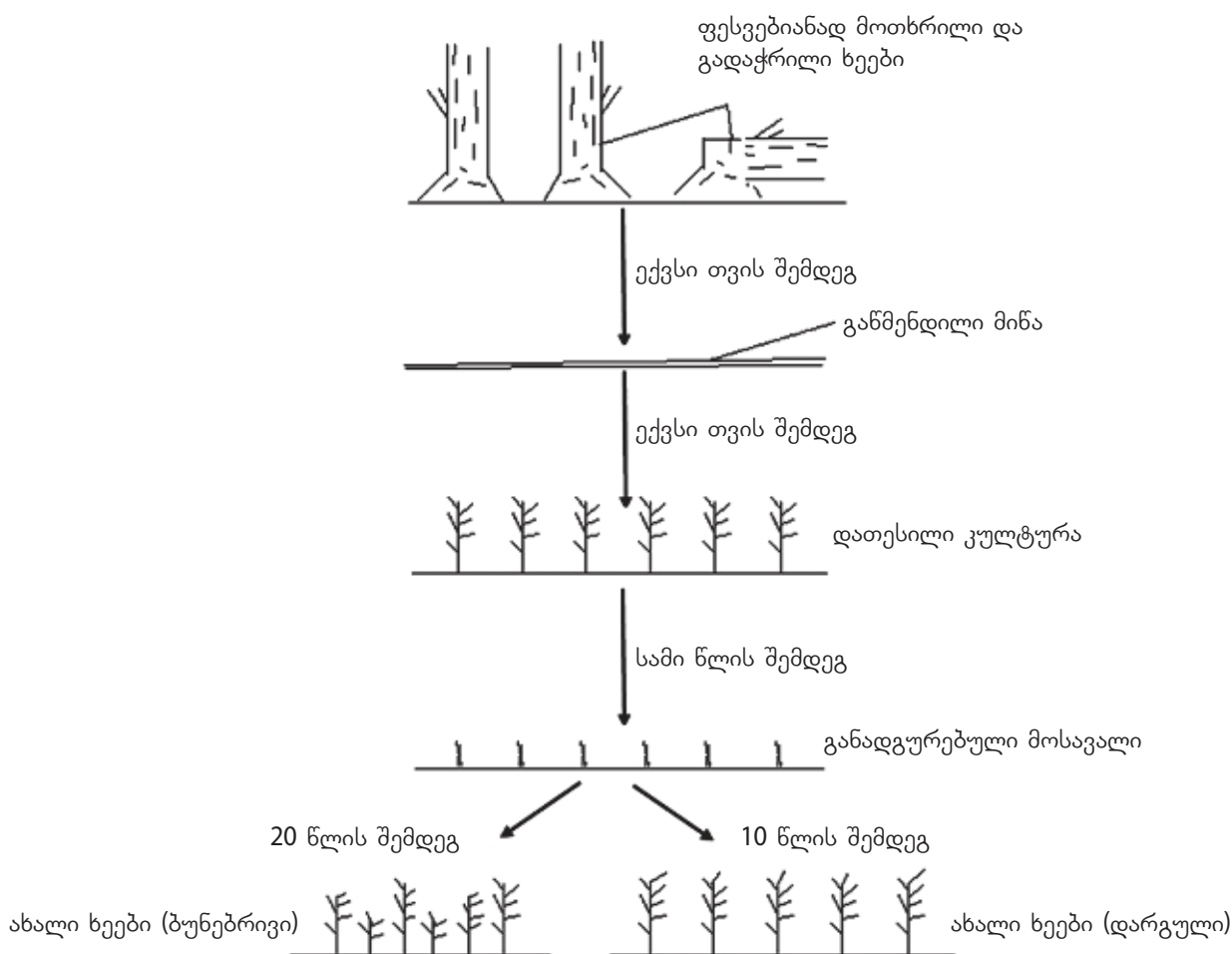


- 5) რა შეგუებულობა გამოუმუშავდა მწერიმტვერია მცენარეს?
- 6) როგორ შეესაბამება ერთმანეთს ყვავილის ფორმა და პეპლის პირის აპარატი? ეს შეგუებულობა ბუნებრივი გადარჩევის რომელი ფორმის მოქმედების შედეგია?
2. გამოიყენე სურათზე მოცემული ენერგეტიკული პირამიდა შემდეგ კითხვებზე პასუხის გასაცემად:
 - 1) გამოიყენე ენერგეტიკული პირამიდა ეკოსისტემაში ენერგიის ნაკადის აღსაწერად. პირამიდის რომელი დონე წარმოადგენს პროდუცენტებს და მესამე დონის, ანუ უმაღლეს კონსუმენტს.
 - 2) თუ ენერგიის 90 პროცენტი სითბოს სახით იკარგება ტროფიკულ დონეებს შორის, გამოთვალე დაახლოებით რამდენი ენერგიაა ხელმისაწვდომი მეორე რიგის მომხმარებლებისთვის ამ ენერგეტიკულ პირამიდაში? აჩვენე შენი გამოთვლები.
3. შეადარე ერთმანეთს სურათზე გამოსახული ეკოლოგიური პირამიდები და უპასუხე კითხვებს:
 - 1) ეკოლოგიური პირამიდის რომელ ფორმას ასხავს? ახსენი შენი პასუხი.
 - 2) რა განსხვავებაა სურათზე გამოსახულ ეკოლოგიურ პირამიდებს (1 და 2) შორის?
 - 3) რით არის ეს განსხვავება გამოწვეული?
 - 4) სურათზე გამოსახული კვებითი ჯაჭვებისთვის შექმენი ეკოლოგიური პირამიდის სხვა ფორმის მოდელები.

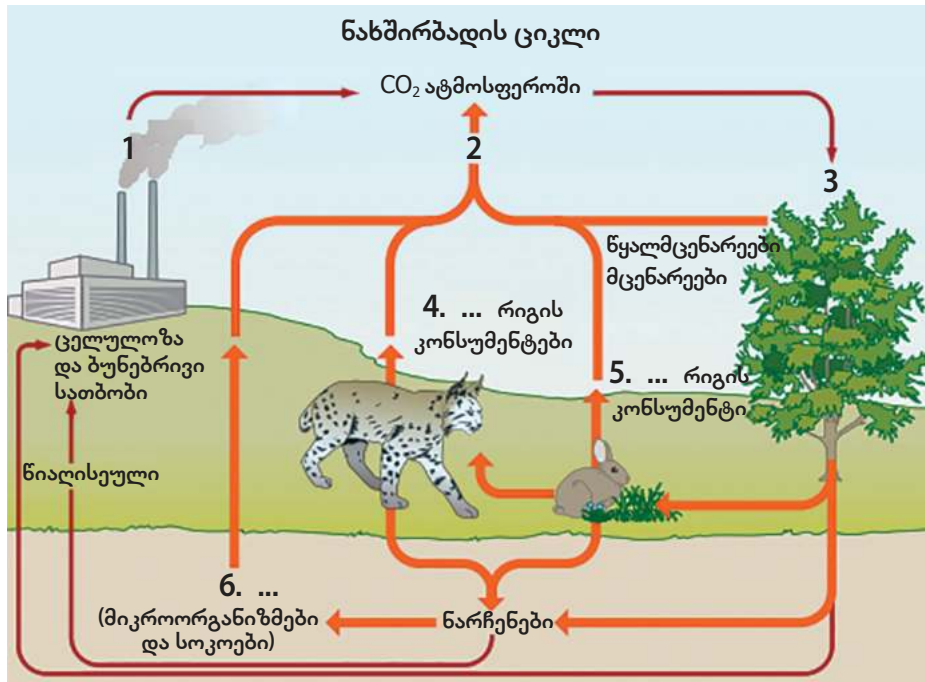


4. ქვემოთ სურათზე ნაჩვენებია ის ზოგიერთი ცვლილება, რომელიც შეიძლება გამოიწვიოს ადამიანის მიერ ტროპიკული ტყის გაჩეხვამ.

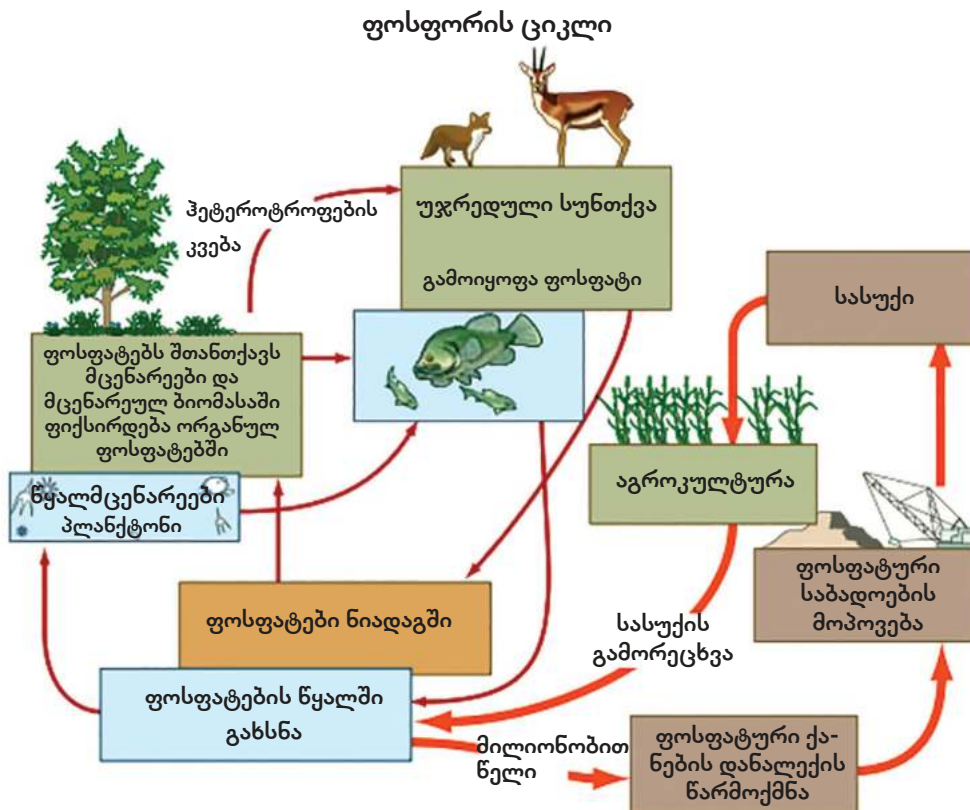
- 1) აღნიშნე ორი მიზეზი, თუ რატომ უნდა გაჩეხოს ადამიანმა ტროპიკული ტყე;
- 2) ხეების გაჩეხვის შემდეგ ამ ტერიტორიაზე მნიშვნელოვნად შემცირდა ნალექების რაოდენობა. ახსენი, რატომ?
- 3) აღწერე, რა გავლენა შეიძლება მოახდინოს ტყის გაჩეხვამ ცხოველებზე;
- 4) რა დაემართა გამოთავისუფლებულ ტერიტორიაზე დათესილი კულტურას რამდენიმე წელში და რატომ?
- 5) შერეული ტყის გაჩეხვის შემდეგ ხელოვნურად დარგეს მხოლოდ ერთი სახეობის ხეები. ახსენი, რა უპირატესობა ექნება ბუნებრივად აღდგენილ ტყეს ხელოვნურად აღდგენილთან შედარებით?



5. გაანალიზე სურათზე მოცემული ნახშირბადის ციკლის მოდელი, რვეულში გადაიტანე რიცხვები და მათ გვერდზე მიუწერე ნახშირბადის ციკლში მონაწილე პროცესებისა და კვებითი ღონის დასახელება.

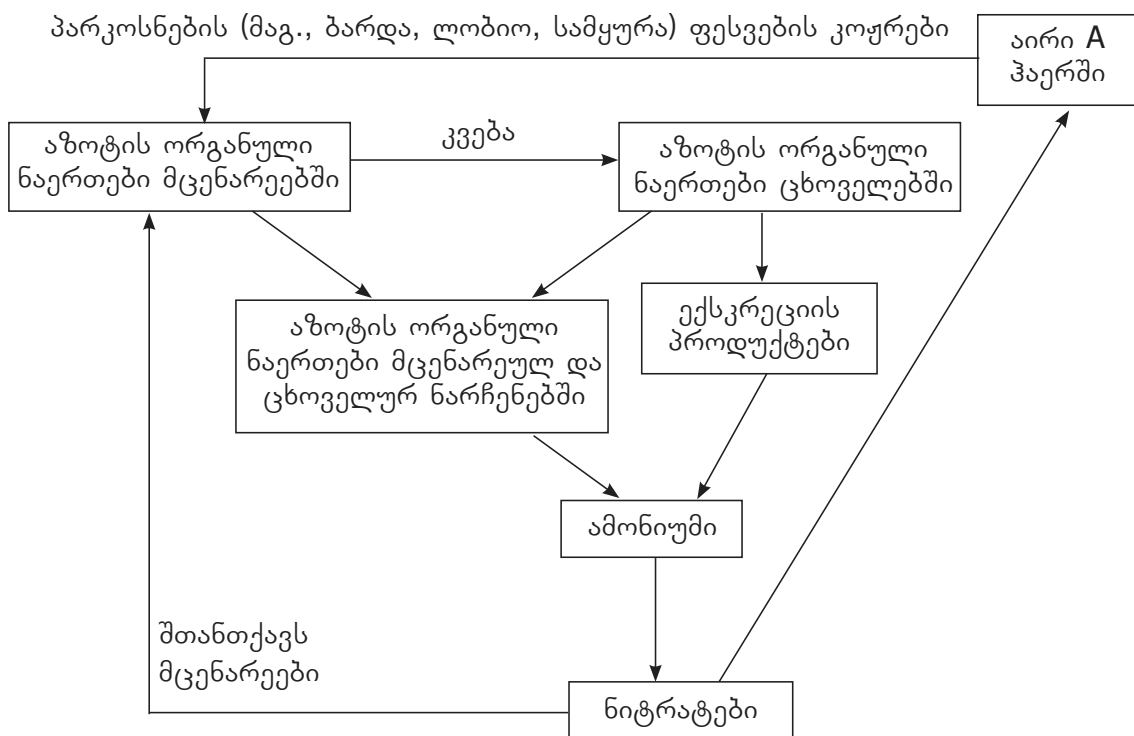


6. სურათზე წარმოდგენილია ფოსფორის ციკლის სქემა. გაანალიზე სურათზე მოცემული ინფორმაცია და უპასუხე კითხვებს: 1) რა გზით ერთვება ფოსფორი ეკოსისტემის აბიოტური ნაწილიდან კვებით ჯაჭვში? 2) რა როლი აქვს ორგანიზმებს ფოსფორის ციკლში? 3) რა როლს ასრულებს ანთროპოგენური ფაქტორი ფოსფორის ციკლში?



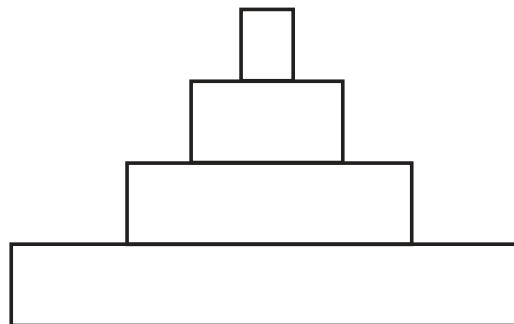
მონაცემების ორგანიზება სქემებში

- ქვემოთ სქემაზე მოცემულია აზოტის ციკლის ნაწილი, ანუ წარმოდგენილია აზოტის ციკლის არასრულყოფილი სქემა. სქემა გადაიტანე სამუშაო რვეულში, დავალების მიხედვით შეავსე.
 - დაასახელე A ასოთი აღნიშნული აირი და სქემაში ჩაწერე.
 - ასო B ჩაწერე იმ ორ ისარს შორის, რომლებიც მიუთითებს აზოტის ციკლის იმ სტადიებზე, რომელშიც ბაქტერიები მონაწილეობენ.
 - X მიუთითე ისარზე რომელიც დენიტრიფიკაციის პროცესს აღნიშნავს.
- დაასახელე ნივთიერება, რომლის სინთეზირებისთვის მცენარეს აუცილებლად სჭირდება ნიადაგიდან შთანთქმული ნიტრატი.
 - დაასახელე აზოტის შემცველი ექსკრეციული პროდუქტი, რომელსაც გამოყოფენ ცხოველები.



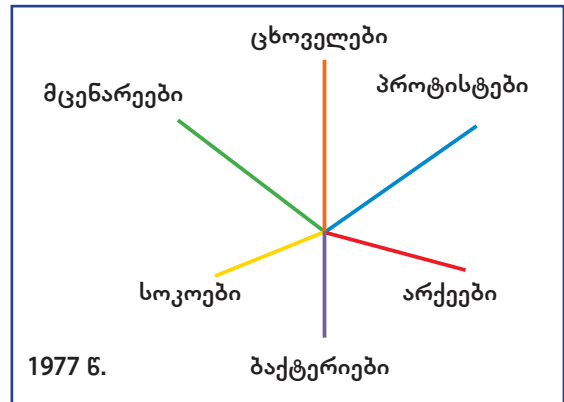
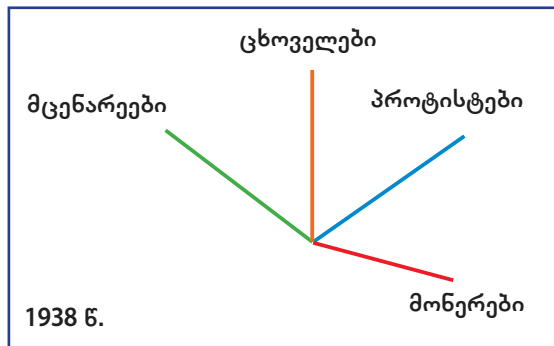
- ეკოლოგიური პირამიდის მოდელი გადაიტანე რვეულში.

- ქვემოთ ჩამოთვლილი ორგანიზმები ისე განალაგე კვებით დონეებზე, რომ მიიღო ენერგეტიკული ეკოლოგიური პირამიდის მოდელი. ორგანიზმები: გველი, კურდღელი, ბალახი, კალია, არწივი.
- ორგანიზმებს შესაბამისად მიუწერე: პროდუცენტი, პირველი რიგის კონსუმენტი, მეორე რიგის კონსუმენტი, მესამე რიგის კონსუმენტი.



თემა 2. ვირუსიდან ადამიანამდე

2.1 სხვადასხვა სისტემატიკური ჯგუფი



სურათზე გამოსახულია ორგანიზმთა სამეფოების კლასიფიკაცია, რომელიც მეცნიერთა მიერ შემუშავებულია სხვადასხვა წელს (1977 წელს შემუშავებული სამეფოების კლასიფიკაცია დღეისთვისაც აღიარებულია).

- რა განსხვავებაა 1938 და 1977 წლებში შემუშავებულ სამეფოების კლასიფიკაციებს შორის?
- რატომ გამოყვეს მცენარეებისგან სოკოები ცალკე ჯგუფად?
- რის მიხედვით აჯგუფებენ ორგანიზმებს მცენარეებად და ცხოველებად?
- მეცნიერთა ნაწილი ამ სამეფოებს აერთიანებს ორ დომენში – პროკარიოტებსა და ეუკარიოტებში. თანამედროვე სისტემატიკის მიხედვით რომელი სამეფოები შედის პროკარიოტების დომენში? ეუკარიოტების დომენში?
- რა განსხვავებაა პროკარიოტებსა და ეუკარიოტებს შორის?
- რომელი სამეფოებია გაერთიანებული ეუკარიოტების დომენში და რატომ?
- რატომ არ ჩანს კლასიფიკაციის სქემაზე ვირუსები?

2.1.1. მიკროორგანიზმები. ვირუსები



ივანოვსკისა და ბეიერინკის ექსპერიმენტები

გაეცანი ტექსტის შინაარსს და უპასუხე კითხვებს:

მე-19 საუკუნეში მიკრობიოლოგების ლუი პასტერისა და რობერტ კოხის, ქირურგი ჯოზეფ ლისტერის მეცნიერული კვლევების საფუძველზე ადამიანებმა გაიგეს, რომ ინფექციური დაავადებები გამოწვეულია მიკროორგანიზმებით. 1892 წელს რუსმა მეცნიერმა დიმიტრი ივანოვსკიმ ჩაატარა მეცნიერული კვლევები თამბაქოს მოზაიკის გამომწვევი მიკროორგანიზმის შესწავლის მიზნით. მან თამბაქოს მოზაიკით დაავადებული თამბაქოს ფოთლიდან გამოყო ექსტრაქტი და გაატარა ფილტრში, რომელიც ბაქტერიებს არ ატარებდა. აღმოჩნდა, რომ გაფილტრულ ექსტრაქტს კვლავ ჰქონდა თამბაქოს მოზაიკის ინფექციის გამომწვევის უნარი. ივანოვსკიმ გაარკვია, რომ თამბაქოს მოზაიკის დაავადება რეალურად გამოწვეულია მიკროორგანიზმებით, რომლებიც ბევრად უფრო მცირეა, ვიდრე ბაქტერიები და მათი დანახვა სინათლის მიკროსკოპის გამოყენებით შეუძლებელია. 1898 წელს ჰოლანდიელმა მიკრობიოლოგმა მარტინეს ბეიერინკმა ჩაატარა ექსპერიმენტები და დაადგინა, რომ ეს მიკროორგანიზმი, ბაქტერიებისგან განსხვავებით, არ მრავლდებოდა საკვებ არეზე. ბეიერინკმა, საკუთარი და ივანოვსკის კვლევების საფუძველზე, დაასკვნა, რომ თამბაქოს მოზაიკას იწვევდა უმცირესი ნაწილაკები და მათ „შხამი“ უწოდა. თამბაქოს მოზაიკის გამომწვევი მიკროორგანიზმი პირველად მხოლოდ 1939 წელს ნახეს ელექტრონული მიკროსკოპით, იქამდე კი მათი შესწავლა და შეფასება მხოლოდ არაპირდაპირი მეთოდებით ხდებოდა.

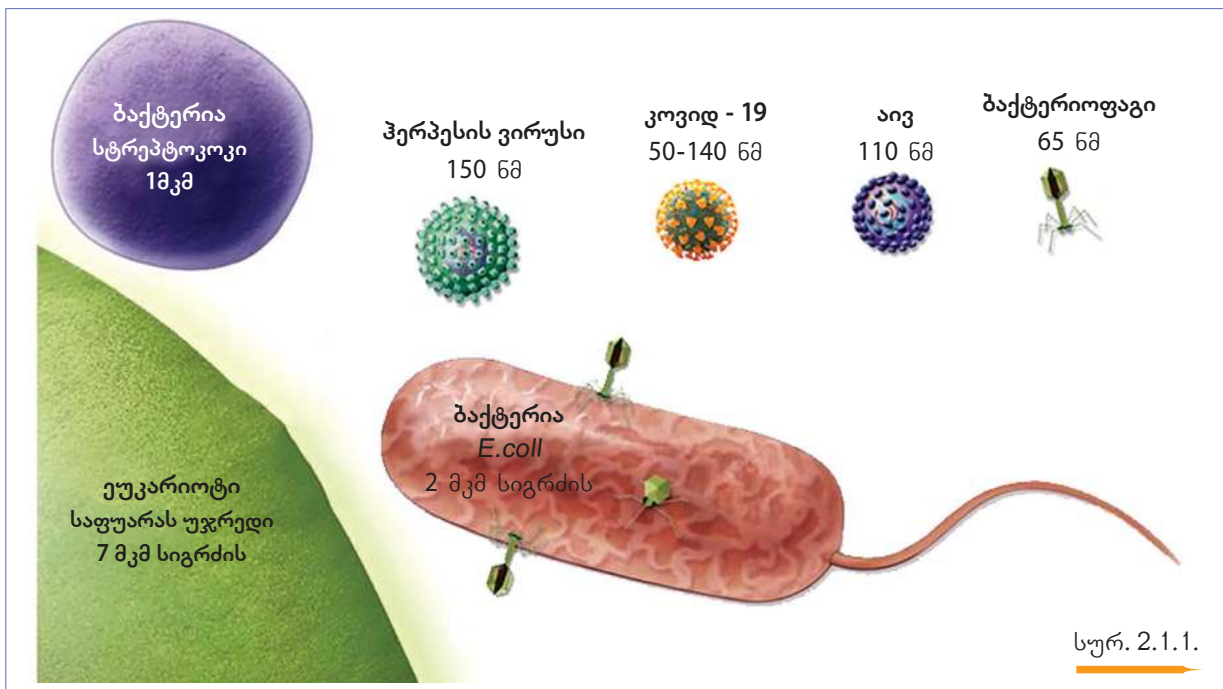


- რომელ ორგანიზმებს მიაკუთვნებენ მიკროორგანიზმებს და რატომ?
- ივანოვსკისა და ბეიერინკის მიერ აღმოჩენილი მიკროორგანიზმი ბაქტერიის ახალი სახეობა იყო, თუ აქამდე ჯერ კიდევ უცნობი მიკროორგანიზმი?
- ეს მიკროორგანიზმი რატომ არ მრავლდებოდა საკვებ არეზე?
- რატომ გახდა ამ მიკროორგანიზმის დანახვა შესაძლებელი მხოლოდ ელექტრონული მიკროსკოპით?
- როგორ ითარგმნება „შხამი“ ლათინურად?

მიკროორგანიზმების დიდი უმრავლესობა იმდენად მცირე ზომისაა, რომ შეუიარაღებელი თვალისთვის უხილავია და მათი დანახვა მხოლოდ მიკროსკოპით შეიძლება. მიკროორგანიზმებს მიეკუთვნება ვირუსები, ბაქტერიები, არქეები, პროტისტები – ერთუჯრედიანი ეუკარიოტები (წყალმცენარეები, უმარტივესები, ერთუჯრედიანი სოკოები).

ვირუსი (ლათ. – **viruses** – „შხამი“) ყველაზე პატარა და მარტივი მიკროორგანიზმია – გაცილებით მცირე ზომისაა ნებისმიერ უჯრედთან შედარებით (სურ. 2.1.1), ამიტომ

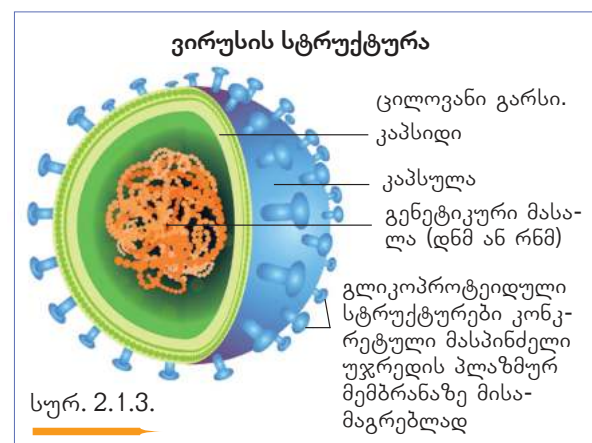
მისი აღმოჩენა შესაძლებელი გახდა მხოლოდ ელექტრონული მიკროსკოპით და პირველი იყო თამბაქოს მოზაიკის ვირუსი. შემდეგმა კვლევებმა დაადგინა, რომ ვირუსი ფორმითა და აგებულებით არის ძალიან მრავალფეროვანი (სურ. 2.1.2). ამ აღმოჩენებით საფუძველი ჩაეყარა ბიოლოგიის ახალ დარგს – **ვირუსოლოგიას**. ვირუსოლოგიის ერთ-ერთი მთავარი ამოცანაა ვირუსების სტრუქტურისა და ფუნქციების, მათი გავრცელების გზების შესწავლა.



ვირუსების სტრუქტურა და გამრავლება

ვირუსებს არ აქვთ უჯრედული აგებულება – ვირუსი არის სიცოცხლის არაუჯრედული ფორმა. ვირუსები განსხვავებული ფორმისა და ზომისაა, მაგრამ ყველა მათგანს აქვს გენეტიკური მასალა, რომელიც გარშემორტყმულია ცილოვანი გარსით – კაპსიდით (სურ. 2.1.3). კაპსიდებს ქმნის სხვადასხვა ცილა, ამიტომ ვირუსების კაპსიდებს აქვთ განსხვავებული ფორმა. ზოგიერთ ვირუსს დამატებით ლიპოპროტეიდული გარსიც აქვს და კაფსულას წარმოქმნის. პროკარიოტებისა და ეუკარიოტებისგან განსხვავებით, რომლებშიც დნმ არის ძირითადი გენეტიკური მასალა, ვირუსებში გენეტიკური მასალა წარმოდგენილია დნმ-ის (მაგ., ბაქტერიოფაგში) ან რნმ-ის

სახით (მაგ., თამბაქოს მოზაიკის ვირუსი, აივ); ვირუსი ერთდროულად ორივე სახეობის ნუკლეინის მჟავას არ შეიცავს.

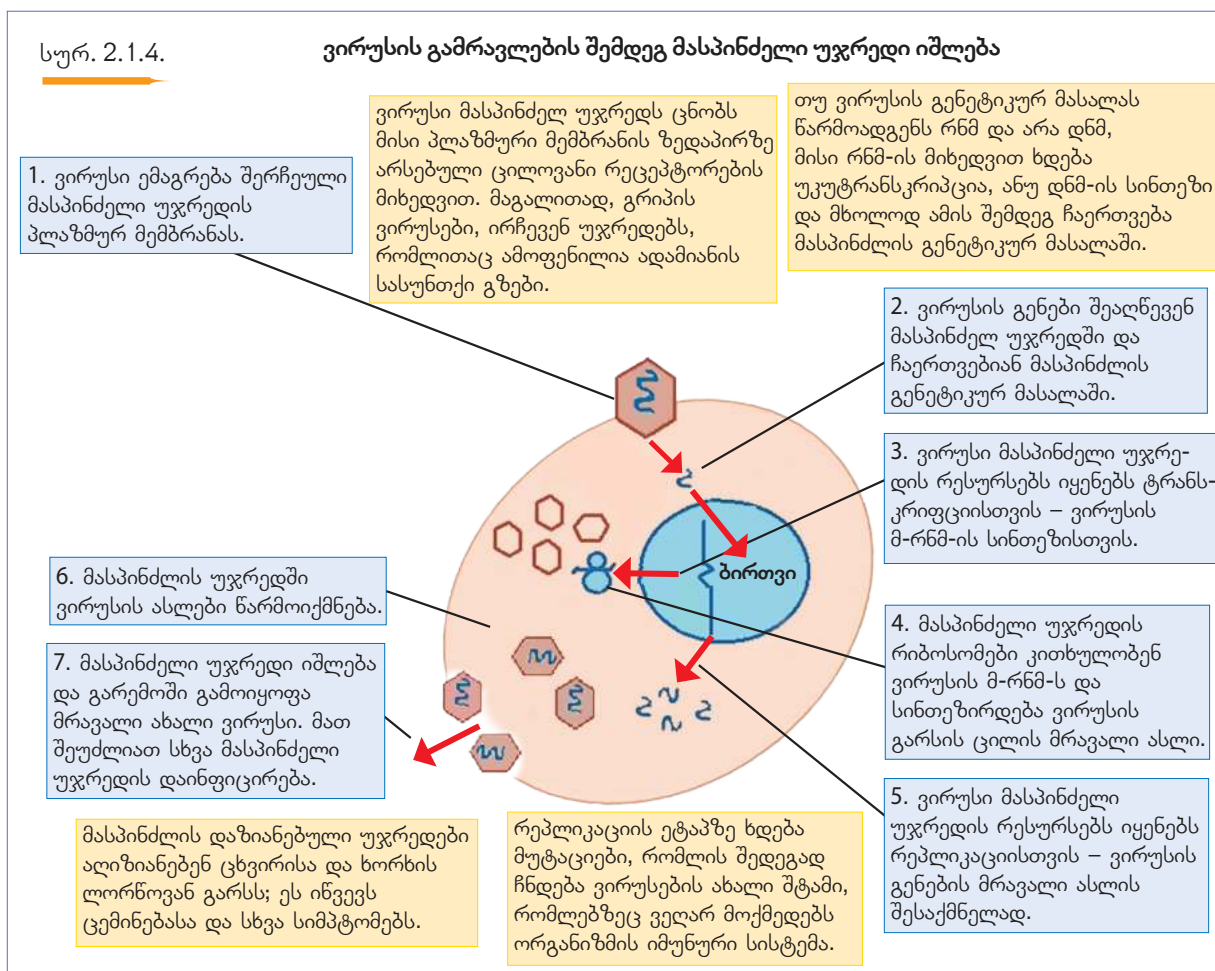


როგორც უკვე იცით, ყველა ცოცხალ ორგანიზმს აქვს ისეთი საერთო თვისებები, როგორიცაა, მაგალითად, გარემოსთან ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა, ზრდა-განვითარება, გამრავლება, გაღიზიანებადობა – რეაგირება გარემოზე, მემკვიდრეობითობა (შეიცავენ გენეტიკურ მასალას) და სხვ. ისეთი პროკარიოტები, როგორიცაა ბაქტერიები, ნამდვილად მიეკუთვნებიან ცოცხალ ორგანიზმებს, რადგან მათ აქვთ ზემოთ ჩამოთვლილი ყველა სასიცოცხლო თვისება. მაგრამ არიან თუ არა ვირუსები ცოცხალი ორგანიზმები? ვირუსები რეაგირებენ გარემოს ცვლილებაზე, მათ აქვთ გენები და შეუძლიათ გამრავლება.

თუმცა, უჯრედული აგებულების ორგანიზმებისგან განსხვავებით, ვირუსებს ცოცხალი უჯრედის გარეშე გამრავლება არ შეუძლიათ. ისინი იყენებენ უჯრედის ნივთიერებებსა და სტრუქტურებს გამრავლებისთვის, ამდენად, ყველა ვირუსი პარაზიტია. ვირუსის გენეტიკური მასალა ახალი ვირუსების ასლების წარმოსაქმნელად საჭირო ინფორმაციას შეიცავს. მისი გენეტიკური მასალა მასპინძელ უჯრედს აიძულებს ვირუსის ასლების წარმოქმნას (სურ. 2.1.4). მიუხედავად იმისა, რომ ვირუსებს აქვთ ცოცხალისთვის დამახასიათებელი ზოგიერთი თვისება, მას ვერ მიუჩინეს ადგილი ბიოლოგიური კლასიფიკაციის სისტემაში.

სურ. 2.1.4.

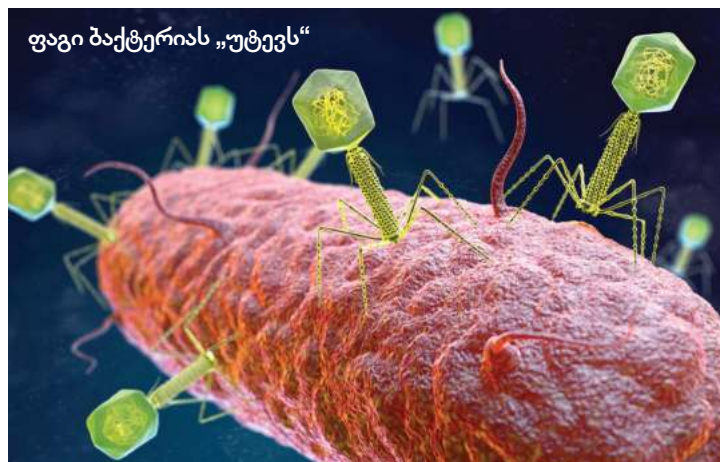
ვირუსის გამრავლების შემდეგ მასპინძელი უჯრედი იშლება



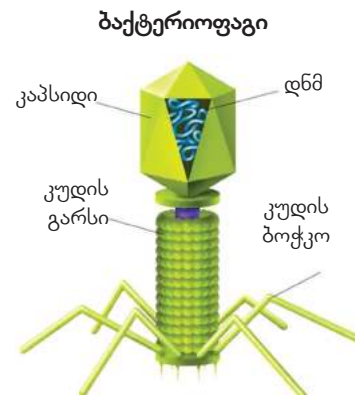
ზოგიერთი ვირუსის მასპინძელი ბაქტერიაა. ვირუსით დაავადებული ბაქტერია კვდება, ამიტომ ასეთ ვირუსს ბაქტერიის მშთანთქმელებს – **ბაქტერიოფაგებს** ან უბრალოდ **ფაგებს** უწოდებენ. ფაგის პირველი ფოტო ელექტრონული მიკროსკოპით 1940 წელს გა-

დაიღეს.

კარგადაა შესწავლილი ნაწლავის ჩხირის (*Escherichia coli*) ბაქტერიოფაგი – T-ბაქტერიოფაგი (სურ. 2.1.5). ბაქტერიოფაგი შედგება თავისა და კუდისგან (თავი შეიცავს დნმ-ს, რომელიც დაფარულია კაპსიდით)



ფაგი ბაქტერიას „უტევს“

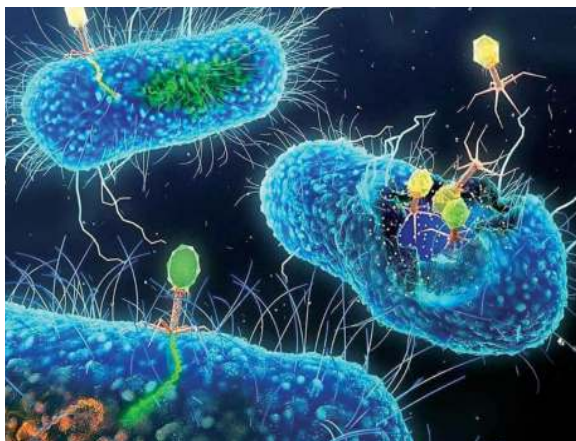


ბაქტერიოფაგი

სურ. 2.1.5.

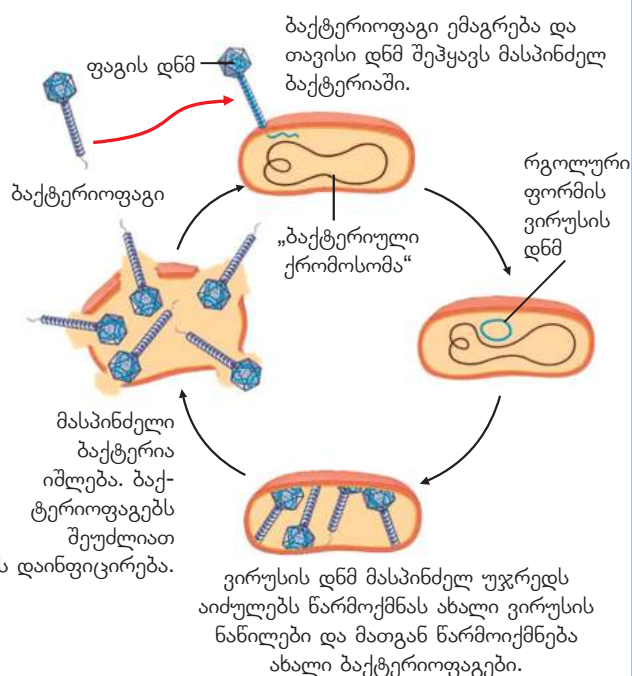
კუდის ბოჭკოებით ფაგი ემაგრება ბაქტერიას. მიმაგრების შემდეგ ბაქტერიოფაგის კუდი გამოყოფს ფერმენტს, რომელიც შლის ბაქტერიის კედელს. ამის შემდეგ კუდის გარსი იკუმშება და ფაგის დნმ შედის მასპინძლის უჯრედში. იგი იყენებს მასპინძელი უჯრედის რესურსებს და წარმოიქმნება ფა-

გის უამრავი ასლი (სურ. 2.1.6). ბაქტერიოფაგები, ან უბრალოდ ფაგები, დედამიწაზე ყველაზე გავრცელებული მიკროორგანიზმები და ბაქტერიების ბუნებრივი მტრები არიან. ფაგები დედამიწაზე ბაქტერიული ბალანსის დაცვის ფუნქციას მილიარდობით წელია ასრულებენ.



სურ. 2.1.6.

ახალი უჯრედების დაინფიცირება.



1. აღწერე ტიპური ვირუსის სტრუქტურა.
2. ვირუსი რა ნიშნებით ჰგავს ცოცხალს და რა ნიშნებით არ ჰგავს?
3. სურათ 2.1.4.-ის მიხედვით აღწერე ვირუსის გამრავლების ეტაპები.
4. ვირუსს რატომ სჭირდება გამრავლებისთვის მასპინძლის უჯრედში შეჭრა?



5. აღწერე ბაქტერიოფაგის აგებულება.
6. სურათ 2.1.6-ის მიხედვით აღწერე ბაქტერიოფაგის გამრავლების ეტაპები.
7. რატომ ითვლებიან ვირუსები პარაზიტებად?
8. მეცნიერები, ვირუსებისგან განსხვავებით, საკვებ არეზე ადვილად ქმნიან ბაქტერიების კულტურას. რა პირობები უნდა შექმნას მეცნიერმა ვირუსების ლაბორატორიულ პირობებში გასამრავლებლად?
9. ვირუსის კაპსიდის ცილები თუ შეესაბამება მასპინძელი უჯრედის ზედაპირის რეცეპტორებს, მხოლოდ ამის შემდეგ შეიძლება ვირუსი შეიჭრას უჯრედში. აღწერე, ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით როგორ შეიძლება ვირუსებში წარმოქმნილიყო ასეთი შეგუება.
10. როგორ ფიქრობ, რომელი დაავადების სამკურნალოდ შეიძლება ფაგების გამოყენება?
11. **გაეცანი ტექსტის შინაარსს და უპასუხე თანდართულ კითხვებს.**

ადამიანებმა ვირუსების მოქმედების შედეგების შეგროვება და აღწერა ათასობით წლის წინ ისე დაიწყეს, რომ წარმოდგენაც არ ჰქონდათ მათ შესახებ. უძველესი სამედიცინო ტრაქტატები და მატია-ნეები შეიცავს ინფექციური დაავადებების (მაგალითად, ჩუტყვავილას) სიმპტომების აღწერილობას, ხოლო ბოტანიკურ ნაშრომებში აღირიცხება „კვავი“, რომელიც ვირუსულმა ინფექციებმა დატოვეს მცენარეებზე. მაგალითად, ეს იყო ვირუსული დაავადება, რომელიც ტიტებს აძლევდა თვალწარმოქმნას და არაპროგნოზირებად ფერებს. ასეთი ჭრელი ტიტები ძალიან ფასობდა ევროპელ მეყვავილეებში მე -16 საუკუნის 30-იან წლებში. მეცნიერებს შორის ეს ფენომენი პირველად აღწერა კარლ კლიზიუსმა – ბოტანიკის პროფესორმა და ჰოლანდიური ბოლქოვანი მცენარეების ინდუსტრიის დამფუძნებელმა. იმ დროის მეყვავილეებმა დაადგინეს, რომ თუ ჭრელ ტიტასთან ახლოს დარგავდნენ ერთფეროვანყვავილეებიანი ტიტების ბოლქვებს, დიდი ალბათობით, მიიღებდნენ ჭრელყვავილეებიან ტიტებს. მრავალი წლის შემდეგ აღმოჩნდა, რომ დაავადებული მცენარეებიდან ჯანმრთელ მცენარეზე ამ ვირუსის გადამტანები არიან მცენარის წვენიტ მკვებავი ბუგრები, ტკიპები და სხვა მავნე ფეხსახსრიანები.



ტიტასთან ახლოს დარგავდნენ ერთფეროვანყვავილეებიანი ტიტების ბოლქვებს, დიდი ალბათობით, მიიღებდნენ ჭრელყვავილეებიან ტიტებს. მრავალი წლის შემდეგ აღმოჩნდა, რომ დაავადებული მცენარეებიდან ჯანმრთელ მცენარეზე ამ ვირუსის გადამტანები არიან მცენარის წვენიტ მკვებავი ბუგრები, ტკიპები და სხვა მავნე ფეხსახსრიანები.

- 1) როგორ ფიქრობ, რატომ იწვევდა ეს ვირუსი ტიტების ყვავილების სიჭრელს?
- 2) რა გზით ვრცელდებოდა ეს ვირუსი ტიტებში?

2.1.2. ბაქტერიები



XIV-XV საუკუნეების პიზას ფრესკების გადარჩენა



გაეცანი ტექსტის შინაარსს და უპასუხე თანდართულ კითხვებს

როდესაც იტალიელმა ფერმწერ-რესტავრატორებმა თითქმის დაკარგეს პიზის სახელგანთქმულ კოშკთან მდებარე სასაფლაოზე არსებული XIV-XV საუკუნეების ფრესკების – მსოფლიოში ერთ-ერთი უდიდესი კოლექციის – გადარჩენის იმედი, მათ მხსნელად ნიადაგის ბაქტერია – *Pseudomonas stutzeri* – მოეწვინა. რესტავრატორები უშედეგოდ ცდილობდნენ ფრესკების განმენდას იმ წებოს შემადგენლობაში არსებული ჭუჭყისგან, რომელიც მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ დაზიანებული ფრესკების აღსადგენად გამოიყენეს. ტრადიციული ქიმიური რეაქტივები კიდეც უფრო მეტად აზიანებდა მხატვრობის ნიმუშებს. მეცნიერებმა იცოდნენ, რომ *Pseudomonas stutzeri*-ს შეეძლო აზოტოვანი ნაერთების, სინთეზური ფისისა და ტეტრაქლორეთინელის დაშლა. ამიტომ ფრესკებზე მათ მოათავსეს ამ ბაქტერიის ლაბორატორიაში კულტივირებული შტამი. 6-12 საათში ბაქტერიებმა წებოს შემადგენლობის 80% დაშალეს, დარჩენილი ნივთიერებები კი მხოლოდ მსუბუქი ჩამორეცხვით მოაცილეს.

შემდეგი ანალოგიური პროექტი, რომელსაც ამ მიკროორგანიზმებით ახორციელებენ, საბერძნეთში კირქვისა და მარმარილოს ქანდაკებებზე არსებული შავი ფუფხის მოცილებაა.

- ტექსტში კვების მიხედვით როგორი ტიპის ბაქტერიებზეა საუბარი?
- რა როლს ასრულებს კვების ასეთი ტიპის ბაქტერიები ეკოსისტემაში?
- რა ზიანი შეიძლება მოუტანოს ადამიანს კვების მიხედვით ასეთი ტიპის ბაქტერიებმა?
- კვების როგორი ტიპებია დამახასიათებელი ბაქტერიებისთვის?
- კვების ტიპის მიხედვით რომელი ბაქტერიები იკავებენ კვებით ჯაჭვში პროდუცენტების დონეს?

ზოგიერთი ორგანიზმი მხოლოდ ერთი უჯრედისგან შედგება და ეს ერთი უჯრედი ასრულებს ყველა სასიცოცხლო ფუნქციას. ყოველი ორგანიზმის სტრუქტურული და ფუნქციური ერთეული პროკარიოტული ან ეუკარიოტული უჯრედი. პროკარიოტები დედამიწაზე ყველაზე გავრცელებული და მრავალრიცხოვანი

ორგანიზმებია. პროკარიოტებიდან ჩვენ განვიხილავთ ბაქტერიებს.

ბაქტერიების მრავალფეროვნება და სტრუქტურა. ბაქტერიები ყოველი ბიოცენოზის მნიშვნელოვანი ნაწილია. ბაქტერიები ჩვენს გარშემო ყველგანაა: ნიადაგში, წყალში, ჰაერში, ორგანიზმებში, საკვებ პროდუქტებში.

1გ ნიადაგი შეიძლება ბაქტერიის 10 000-მდე სახეობასა და 5 მილიარდამდე ინდივიდს შეიცავდეს. ადამიანები არამარტო პროკარიოტებთან ერთად ერთ საარსებო გარემოში ვცხოვრობთ, არამედ ბაქტერიის ბევრი სახეობისთვის ჩვენი ორგანიზმი საარსებო გარემოა. მაგალითად, პირის ღრუში კონკრეტულ მომენტში 25-მდე სხვადასხვა სახეობის ბაქტერია ცხოვრობს. 1მლ ნერწყვი შეიძლება ბაქტერიის 40 მილიონ ინდივიდს შეიცავდეს. მიუხედავად ბაქტერიების ასეთი მრავალი რიცხვისა, ბაქტერიების მხოლოდ 1%-ზე ნაკლებია ლაბორატორიულად კულტივირებული და შესწავლილი.

არიან ბაქტერიები რომელთაც მხოლოდ ჟანგბადიან გარემოში ცხოვრება შეუძლიათ და მათ აერობული ბაქტერიები (ობლიგატური აერობები) ეწოდება. ბაქტერიების ნაწილი

ჟანგბადიან გარემოში ილუპებიან და მხოლოდ ჟანგბადო გარემოში ცხოვრობენ. მათ ანაერობული ბაქტერიები (ობლიგატური ანაერობები) ეწოდება. ისინი ცხოვრობენ ჭაობებში, ტბების ფსკერზე, ადამიანისა და ზოგიერთი ცხოველის, მაგალითად, მცოხნელი ძუძუმწოვრების (ძროხები, ცხვრები, ირმები) საჭმლის მომნელებელ არხში. ბაქტერიების ნაწილი დედამიწის ექსტრემალურ პირობებში ცხოვრობენ: ეგუებიან პოლარული ყინულის საფარს, უდაბნოს, მდულარე წყაროებსა და ოკეანის ღრმულების უჩვეულოდ მაღალ წნევას. ბაქტერიული უჯრედის განსხვავებული ფორმა არსებობს და უჯრედების ფორმის მიხედვით ბაქტერიებს სამ ძირითად ჯგუფად აჯგუფებენ (სურ. 2.1.7): ჩხირის ფორმის – ბაცილები, სპირალის ფორმის – სპირილი და სფეროს ფორმის – კოკი.

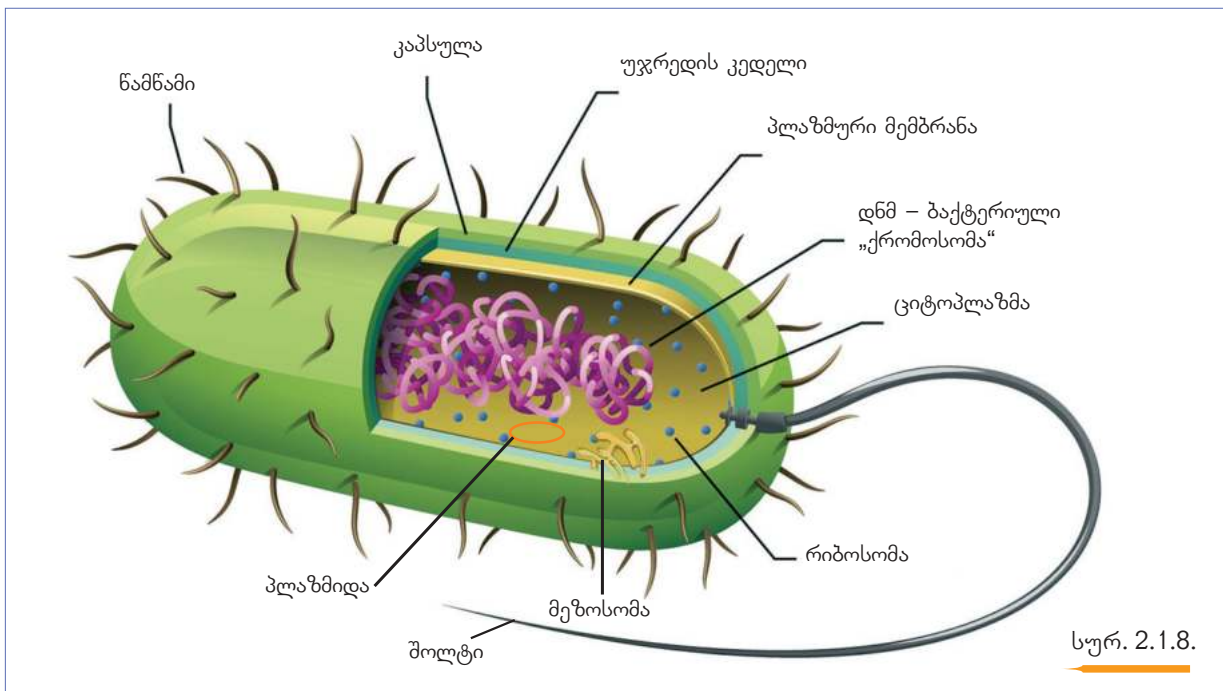


მიუხედავად ბაქტერიების მრავალფეროვნებისა, სტრუქტურა მსგავსი აქვთ (სურ. 2.1.8). ბაქტერიებს არ აქვთ მემბრანული შენების უჯრედის სტრუქტურები – ბირთვი და ორგანელები. პროკარიოტულ უჯრედში ორგანელებიდან გვხვდება არამემბრანული შენების რიბოსომები. მათი რგოლური ფორმის დნმ (ბაქტერიული „ქრომოსომა“) მოთავსებულია ციტოპლაზმაში, ზოგიერთ ბაქტერიას აქვს პლაზმიდაც – ეს გენეტიკური მასალის მცირე ზომის ფრაგმენტია, რომელსაც ბაქტერიული ქრომოსომისგან დამოუკიდებლად შეუძლია რეპლიკაცია. ბაქტერიებს აქვთ მეზოსომა – პლაზმური მემბრანის ციტოპლაზმაში ჩაზნექვის შედეგად წარმოქმნილი მემ-

ბრანული ნაოჭები (მეზოსომის მემბრანებზე არის ფერმენტები, რომლებიც მონაწილეობენ აერობულ სუნთქვაში, მაფოტოსინთეზებელ ბაქტერიების მეზოსომებში ჩაშენებულია ბაქტერიული ქლოროფილი). ბაქტერიის ბევრ სახეობას უჯრედის კედლის გარშემო აქვს ნებოვანი კაპსულა, რომლითაც ადვილად ეწებება სხვადასხვა სახის ზედაპირს, მაგალითად, ფოთლებს, ხორცს, ასევე, კაპსულა იცავს ტოქსინებისა და სხვა ტიპის დამაზიანებლისგან, მაგ., პათოგენურ ბაქტერიებს – ორგანიზმის იმუნური სისტემისგან. უმრავლესობა ბაქტერიას შეუძლია დამოუკიდებლად მოძრაობა შოლტების ან წამწამების საშუალებით.



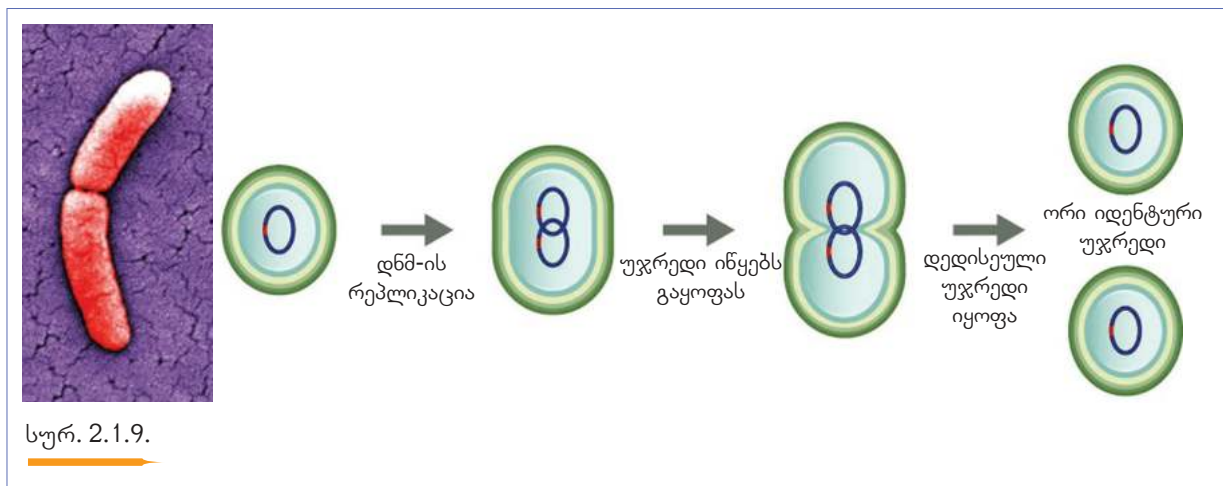
1. რა განსხვავება-მსგავსებაა პროკარიოტულ და ეუკარიოტულ უჯრედებს შორის?
2. რომელი ორგანიზმები მიეკუთვნება პროკარიოტებს?
3. რაში გამოიხატება ბაქტერიების მრავალფეროვნება?



სურ. 2.1.8.

გამრავლება და გენეტიკური რეკომბინაცია. ბაქტერიები მრავლდებიან უჯრედის ბინალური გაყოფით (სურ.2.1.9). მათი გენეტიკური მასალა ორმაგდება და უჯრედი იზრდება. როდესაც უჯრედი, დაახლოებით, ორჯერ გაიზრდება ზომაში, პლაზმური

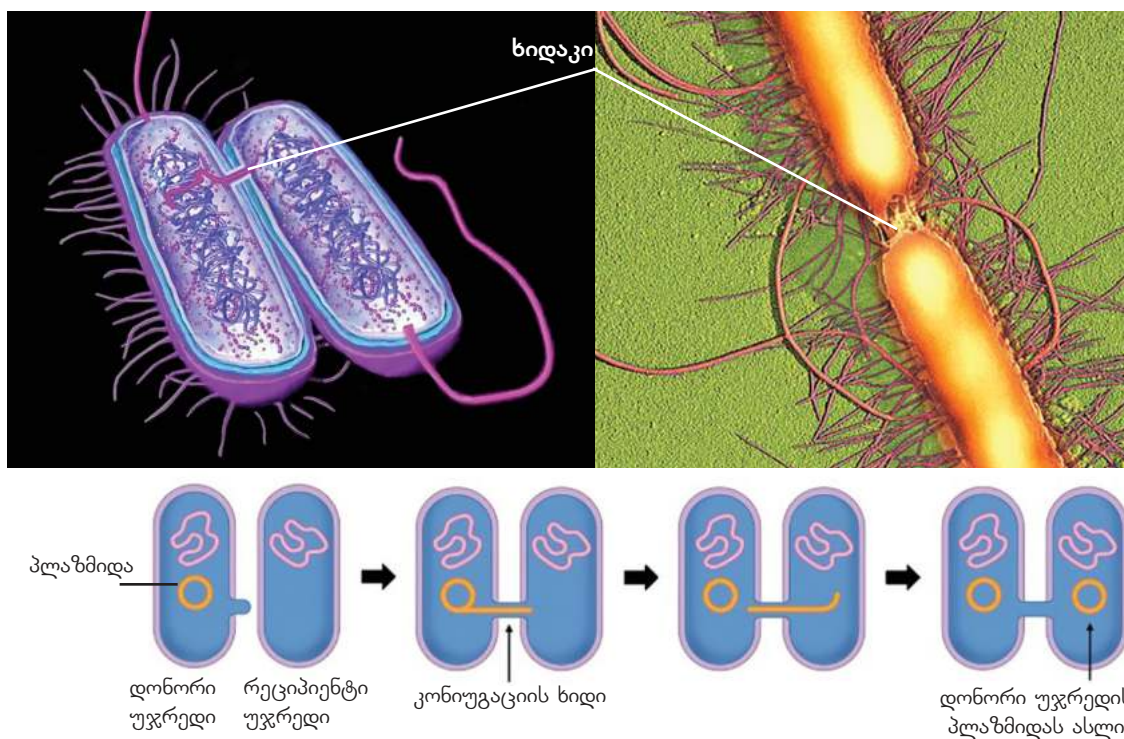
მემბრანა ჩაიზნის უჯრედის შიგნით და სანყისი უჯრედი ორ ერთნაირი ზომის შვილეულ უჯრედედ იყოფა. ყოველი შვილეული უჯრედი მშობლიური უჯრედის გენების სრულ ასლს/იდენტურ გენეტიკურ ინფორმაციას შეიცავს.



სურ. 2.1.9.

მიუხედავად იმისა, რომ ბაქტერიები უსქესოდ მრავლდებიან, მაინც ხდება მათში გენეტიკური მასალის ცვლილება – გენების რეკომბინაცია. გენების რეკომბინაციის წყარო პროკარიოტებში მემკვიდრული ინფორმაციის გადაცემის სხვადასხვა გზაა, როგორიცაა, ტრანსდუქცია, კონიუგაცია, ტრანსფორმაცია. მაგალითად, კონიუგაციის დროს (სურ.

2.1.10) უჯრედების შეერთების შედეგად დონორი უჯრედიდან რეციპიენტი უჯრედისკენ წარმოიქმნება ღრუიანი ხიდაკი, რომლის საშუალებით ერთი ბაქტერიის უჯრედიდან მეორეს გადაეცემა გენეტიკური მასალა. ხშირად, ეს გენეტიკური მასალა არის პლაზმიდა. შედეგად, რეციპიენტი უჯრედი იძენს ახალ მემკვიდრულ ნიშან-თვისებებს.

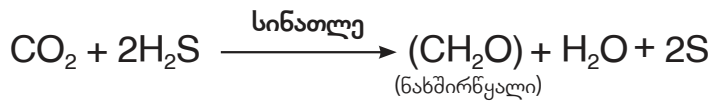


სურ. 2.1.10.

მკაცრ პირობებთან ადაპტაცია. ბაქტერიებს არახელსაყრელ პირობებში გადარჩენის სხვადასხვა სტრატეგია აქვს. მათ ახასიათებთ თითქმის ნებისმიერ საარსებო გარემოსთან ძალიან სწრაფი და წარმატებული ადაპტაცია. არახელსაყრელ პირობებში ზოგიერთი ბაქტერია ივითარებს ენდოსპორებს – სპორებს უჯრედის შიგნით. ენდოსპორების ფორმირების პროცესში ბაქტერია აკოპირებს თავის დნმ-ს და კოპირებული დნმ-ის გარშემო წარმოქმნის სქელ კედელს. ეს სქელი კედელი ეხმარება ბაქტერიას ისეთი მკაცრი/არახელსაყრელი პირობების გადატანაში, როგორიცაა სიმშრალე, ძალიან მაღალი ან დაბალი ტემპერატურა, მოკლევადიანი ულტრაიისფერი გამოსხივება, სადეზინფექციო საშუალებები. ენდოსპორებმა შეიძლება საუკუნეებს გაუძლოს, მაგალითად, ბევრი მათგანი აღმოაჩინეს ეგვიპტურ მუმებში. თუ ერთი უჯრედისგან წარმოიქმნება სქელი გარსით დაფარული მდგრადი სტრუქტურა, მას ცისტა ეწოდება. მაგალითად, ცისტას წარმოქმნის აზოტობაქტერიის ზოგიერთი სახეობა.

კვება და სუნთქვა. ბაქტერიებში გვხვდება კვების ყველა ტიპი (იხ. ცხრ.1.2, გვ. 36).

საპროფიტი ბაქტერიები იკვებებიან მკვდარი ორგანიზმებისა და ორგანული ნარჩენებით. მათ ახასიათებთ ორგანიზმგარე მონელება: ისინი ორგანიზმის გარეთ გამოყოფენ ფერმენტებს და შემდეგ შეითვისებენ მონელებულ მარტივ ორგანულ ნივთიერებებს. **პარაზიტები** ცხოვრობენ მასპინძელ ორგანიზმზე ან ორგანიზმში და იკვებებიან მათი მზა ორგანული ნივთიერებებით. ასეთ ბაქტერიებს პათოგენები ეწოდება და იწვევენ სხვადასხვა ბაქტერიულ დაავადებას (იხ. გვ. 104). **ქემოსინთეტიკოსი ბაქტერიები**, მაგალითად, რკინა-ბაქტერიები ორვალენტოვან რკინას ჟანგავენ სამვალენტოვან რკინამდე, გამოთავისუფლებული ენერგიის ხარჯზე არაორგანულიდან ორგანულ ნივთიერებებს ასინთეზირებენ. **ფოტოავტოტროფ ბაქტერიებს** მიეკუთვნება ციანობაქტერიები, მწვანე და მწნამული გოგირდბაქტერიები. უნდა აღინიშნოს, რომ გოგირდბაქტერიებში ფოტოსინთეზის პროცესის გვერდითი პროდუქტი ჟანგბადი არ არის, რადგან წყალბადისა და ელექტრონების წყაროდ იყენებს არა წყალს, არამედ გოგირდ-წყალბადს.

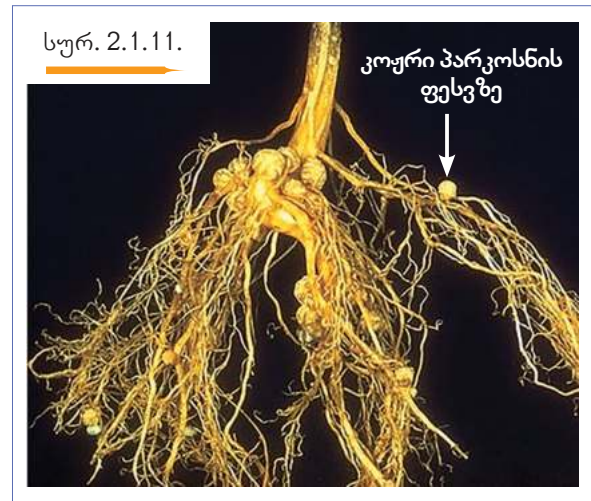


აერობულ ბაქტერიებში მეზოსომებზე მიმდინარეობს ენერგეტიკული ცვლის ჟანგბადიანი ეტაპი ანუ აერობული სუნთქვა. ზოგიერთი

ბაქტერიებისთვის კი მხოლოდ ანაერობული სუნთქვაა დამახასიათებელი, მაგალითად, რძემჟვა და ძმარმჟავა ბაქტერიებში.

პროკარიოტების სასარგებლო როლი ბუნებასა და ადამიანის საქმიანობაში

პროკარიოტები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ეკოსისტემებში. გავიხსენოთ საპროფიტული ბაქტერიები, რომლებიც ეკოსისტემის ერთ-ერთი ფუნქციური რგოლის – რედუცენტების – შემადგენლობაში შედის (იხ. გვ. 37); აზოტფიქსაციის (თავისუფლად მცხოვრები და კოჟრის ბაქტერიები – სურ. 2.1.11.), ნიტრიფიკაციისა და დენიტრიფიკაციის ბაქტერიები, გოგირდბაქტერიები, რომლებიც რედუცენტებთან ერთად უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებენ ბიოელემენტთა ბიოგეოქიმიურ ციკლში (იხ. გვ. 46-48). ციანობაქტერიები ფოტოსინთეზის პროცესში გარემოში გამოყოფენ ჟანგბადს. ავტოტროფი ბაქტერიები (ფოტოავტოტროფი და ქემოსინთეტიკოსი) ეკოსისტემის ფუნქციური რგოლის – პროდუცენტების – შემადგენლობაში შედის. ცხოველების საჭმლის მომნელებელ არხში, მაგალითად, მცოხნელების, ცხოვრობს ბაქტერიები, რომელიც მათ ეხმარება ისეთი მცენარეული საკვების მონელებაში, რომელსაც ცხოველები დამოუკიდებლად ვერ მოინელებენ. ბაქტერიის ზოგიერთ სახეობას შეუძლია ნავთობისა და მისი პროდუქტების დაშლა, რაც ძალიან მნიშვნელოვანია ნავთო-



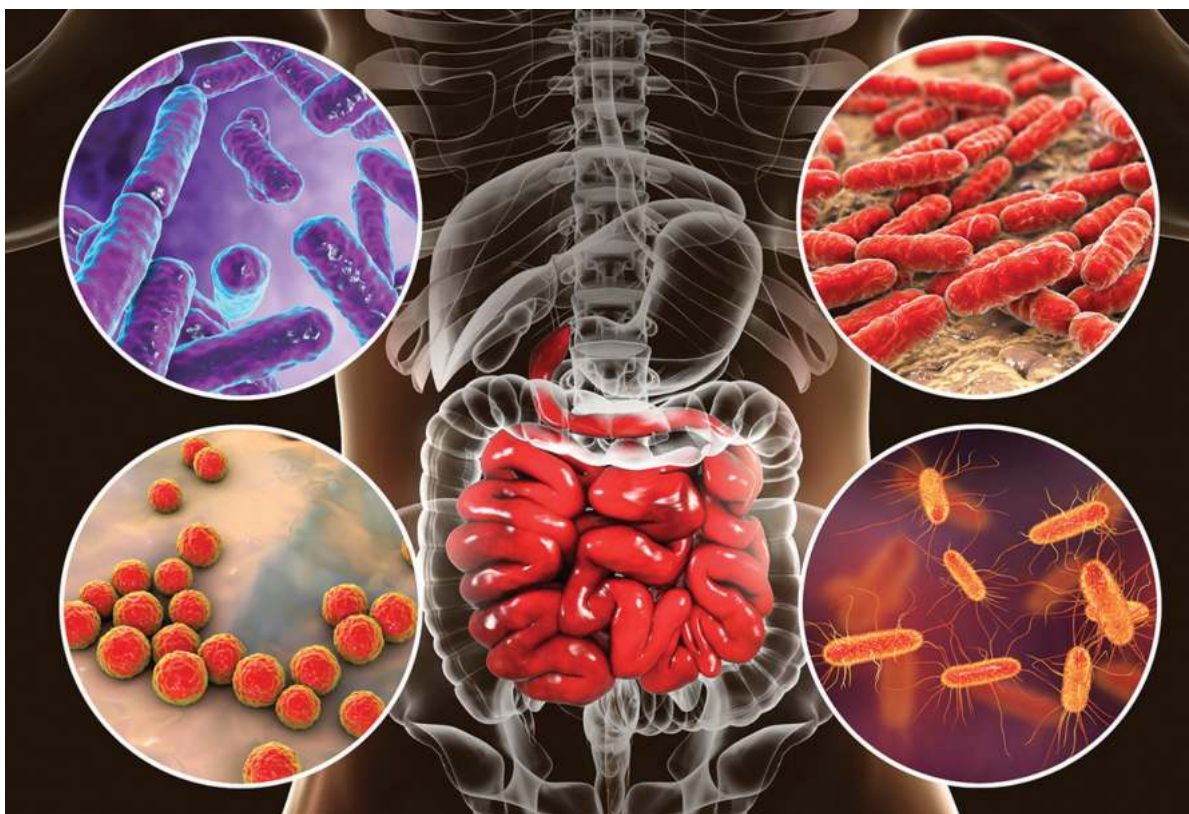
ბის ავარიული დაღვრისა და სხვა საწარმოო ავარიების დროს ტერიტორიის ნავთობისგან გასაწმენდად.

ბაქტერიები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ადამიანის ცხოვრებაში. ადამიანები ჩვეულებრივ ფიქრობენ, რომ ბაქტერიები საკვებში საზიანოა ჯანმრთელობისთვის. ეს გარკვეულწილად მართალია, რადგან ბაქტერიებით გამოწვეული კვებითი მოწამვლა სერიოზული პრობლემაა. მიუხედავად ამისა, ზოგიერთი ბაქტერია უსაფრთხოა საკვები პროდუქტე-



მეცნიერები წარმატებით იყენებენ ბაქტერიების სტრუქტურული აგებულებისა და გენეტიკური რეკომბინაციის უნარს გენურ ინჟინერიაში: გენურ ინჟინერიაში იყენებენ რეკომბინანტული დნმ-ის მისაღებად და, როგორც ვექტორს, ორგანიზმში უცხო გენის შესაყვანად. გენური ინჟინერიით გამოჰყავთ ბაქტერიების შტამები, რომლებიც აწარმოებენ ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს: ფერმენტებს, ჰორმონებს, ვიტამინებს.

მეცნიერებმა ბევრი ხერხი იპოვეს იმისთვის, რომ ბაქტერიები გამოიყენონ მრეწველობისა და გარემოს სასარგებლოდ. ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მაგალითია ბაქტერიების გამოყენება ბიორემედიაციაში, პროცესში, რომლის დროსაც იშლება ბაქტერიებისა და სხვა რედუცენტების მონაწილეობით გარემოს დამაბინძურებელი ნივთიერებები. ბაქტერიებს შეუძლიათ იმ პროდუქტების მონელება, რომელიც შეიძლება ადამიანმა შექმნას, მათ შორის, ტოქსიკური ნივთიერებებისა. ერთ-ერთი მასალა, რომლის დაშლა ბაქტერიებს არ შეუძლიათ, არის პლასტმასის ზოგიერთი სახეობა.



სურ. 2.1.12.

ბისტვის და უფრო მეტიც, ზოგიერთი მათგანი განაპირობებს საკვები პროდუქტის წარმოებას, ადამიანისთვის მოსაწონ მის გემოსა და ტექსტურას. შვეიცარული ყველი, მაწონი, იოგურტი, არაჟანი და კარაქი – ეს მხოლოდ რამდენიმე პროდუქტია, რომლებიც ინარმოება ბაქტერიებში მიმდინარე ფერმენტაციის პროცესების შედეგად. ბაქტერიები აღმოჩენილია ადამიანის ნაწლავებში (სურ. 2.1.12), რომელიც სასარგებლოა ჯანმრთელობისთვის. ისინი ასინთეზირებენ ზოგიერთ ამინომჟავას,

B ჯგუფისა და K ვიტამინებს, მონაწილეობენ ცელულოზის დაშლაში, იცავს ორგანიზმს მავნე მიკრობებისგან (ისინი ნაწლავებში ავსებენ სივრცეს, რომელიც შეიძლება დაეკავებინათ დაავადების გამომწვევ ბაქტერიებს). ამიტომ ადამიანის ჯანმრთელობისთვის ძალიან მნიშვნელოვანია ორგანიზმში დაბალანსებული ბაქტერიების ბიოცენოზის არსებობა. ზოგიერთი ბაქტერია კი პარაზიტია და იწვევს ინფექციურ დაავადებებს ადამიანსა და სხვა ორგანიზმებში.



დაკვირვება

ბაქტერიების კვლევა მაწონში/იოგურტში

ბაქტერიების ზოგიერთ სახეობას შეუძლია რძის ფერმენტაცია, რომლის დროსაც რძემჟავა წარმოიქმნება. მაწონი/იოგურტი არის რძემჟავადუღილის პროდუქტი. მისი შენახვა უფრო დიდხანს შეიძლება, ვიდრე რძის და, ასევე, რძეზე ადვილი შესათვისებელია.

საკვლევი კითხვა: რა ფორმის ბაქტერიების აღმოჩენა შეიძლება მაწონში/იოგურტში?

საჭირო მასალა: კბილის სანმენდი ჩხირი, ცოცხალი ბაქტერიების შემცველი მაწონი/იოგურტი, სასაგნე და საფარი მინები, წყალი, მიკროსკოპი.

პროცედურა:

1. კბილის საწმენდი ჩხირით მანვინის/იოგურტის წვეთი გადაიტანე სასაგნე მინაზე;
2. სასაგნე მინაზე დაანვეთე წყალი და შეურიე მანვინს/იოგურტს და ფრთხილად დააფარე საფარი მინა;
3. მიკროპრეპარატი განიხილე მიკროსკოპით ჯერ მცირე და შემდეგ დიდ გადიდებაზე;
4. ჩაინერე დაკვირვების შედეგი, გააკეთე ნახატი იმის შესახებ, რასაც მიკროსკოპით დაინახავ.

ანალიზი და დასკვნა:

1. **განსაზღვრე** – ბაქტერიების როგორი ფორმა/ფორმები – ბაცილები, კოკები, სპირილები – დაინახე შენ მიერ მომზადებულ მიკროპრეპარატში?
2. **ანალიზი** – ზოგიერთ ადამიანში არ წარმოიქმნება ფერმენტი – ლაქტაზა, რომელიც რძის შაქარს შლის. შედეგად, ასეთ ადამიანებს ექმნება რძის პროდუქტების მონელების პრობლემა. რატომ ექნებათ ადამიანებს ნაკლები პრობლემა ამ მიმართულებით მანვინის/იოგურტის მოხმარების შემთხვევაში?



4. რა მსგავსება-განსხვავებაა პროკარიოტების ბინალურ გაყოფასა და მიტოზს შორის?
5. რაში იყენებენ მეცნიერები ბაქტერიების უნარს – ერთი ბაქტერიიდან მეორეში გენეტიკური ინფორმაციის გადაცემის უნარს?
6. ბაქტერიები მრავლდებიან უჯრედის ბინალური გაყოფით, რომლის შედეგად მიიღება გენეტიკურად იდენტური შვილეული უჯრედები. რატომაა მუტაციები და კონიუგაცია მნიშვნელოვანი პროკარიოტებში ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებისთვის?
7. რაში გვეხმარება ჩვენს ორგანიზმში მცხოვრები ბაქტერიები?
8. სიმბიოზური ურთიერთქმედების რომელი ფორმის მაგალითია ადამიანისა და საჭმლის მომნელებელ არხში მცხოვრებ ბაქტერიებს შორის?
9. ბიოტური ურთიერთქმედების როგორი ფორმაა საჭმლის მომნელებელ არხში მცხოვრებ სიმბიოტურ ბაქტერიებსა და დაავადების გამომწვევ ბაქტერიებს შორის?
10. რომელიმე ტოქსიკური ნივთიერების გამოფრქვევის შემთხვევაში ადამიანები დაბინძურებულ ტერიტორიას რატომ ასხურებენ ბაქტერიებს?
11. ახსენი, ბაქტერიები როგორ უზრუნველყოფენ ადამიანს საკვები პროდუქტებით.
12. აღწერე ორი საშუალება, რომლითაც ბაქტერიები მონაწილეობენ ელემენტების ბიოგეოქიმიურ ციკლში.
13. მოიგონე მაგალითი, რომელიც ასახავს, თუ ბიორემედიაციამ როგორ გააუმჯობესა გარემო ან შესაძლებელია გააუმჯობესოს იგი.
14. ბაქტერიები ძროხების ნაწლავში უფრო მეტ მეთანს გამოყოფენ მაშინ, როდესაც ძროხის კვების რაციონში ბალახს ჭარბობს მარცვლეული. ზოგიერთი მეცნიერი ვარაუდობს, რომ გლობალურ დათბობას ხელი შეუწყო ძროხების ზედმეტად გამოკვებამ მარცვლეულით. როგორ მივიდნენ მეცნიერები ამ დასკვნამდე და როგორ შეიძლება მისი შემოწმება?

2.1.3. პროტისტები



გიგანტური პელომიქსა

ტექსტა და სურათზე მოცემული ინფორმაციის მიხედვით უპასუხე თანდართულ კითხვებს:

სურათზე წარმოდგენილია ერთ-უჯრედიანი ორგანიზმი – პელომიქსა პალუსტრისი (*Pelomixsa palustris*). იგი ერთუჯრედიანი ორგანიზმისთვის გიგანტურ ზომას აღწევს (5 მმ-მდე დიამეტრის) და შეუიარაღებელი თვალითაც შეიძლება მისი დანახვა. პელომიქსა პალუსტრისი მტკნარი წყალსატევის ორგანული ნარჩენებით მდიდარ ფსკერზე ცხოვრობს. მისი საკვებია შედარებით მცირე ზომის ერთუჯრედიანი ორგანიზმები და ორგანული ნარჩენები. უჯრედი არ არის დაფარული უჯრედის კედლით, უჯრედს აქვს სფეროსებრი ფორმა და ერთი ცრუფეხი. ამიტომ, ძირითადად, ერთი მიმართულებით გადაადგილდება. პელომიქსას აქვს მრავალი ბირთვი, ასევე, უამრავი ვაკუოლი – საჭმლის მომნელებელი და მფეთქავი ვაკუოლები. რადგან ეს ერთუჯრედიანი ცხოვრობს წყალსატევის ფსკერზე, სადაც ჟანგბადის კონცენტრაცია იმდენად მცირეა, რომ იგი პრაქტიკულად უჟანგბადო გარემოში ცხოვრობს, მას არ აქვს მიტოქონდრიები. მეცნიერები ფიქრობენ, რომ მის წინაპარს ჰქონდა უჯრედში მიტოქონდრიები, მაგრამ ევოლუციის პროცესში დაკარგეს იგი.



- რომელ სამეფოს მიაკუთვნებ ზემოთ აღწერილ ერთუჯრედიანს? ახსენი, რატომ?
- აგებულების რა თავისებურება მეტყველებს იმაზე, რომ პელომიქსა ბაქტერიებს არ მიეკუთვნება?
- რა ეხმარება მას გადაადგილებაში?
- კვების ტიპის მიხედვით როგორი ორგანიზმია?
- საჭმლის მონელების როგორი ფორმაა მისთვის დამახასიათებელი - უჯრედშიდა თუ უჯრედგარე? რომელი ორგანელა ეხმარება საკვების მონელებაში?
- რატომ აქვს დიდი რაოდენობით მფეთქავი ვაკუოლი?
- რატომ არ აქვს მიტოქონდრიები?
- მიტოქონდრიის დაკარგვას ევოლუციის პროცესის რომელ მიმართულებას დაუკავშირებ? რატომ?

პროტისტების მრავალფეროვნება

პროტისტები არიან ეუკარიოტები, რომლებიც არც ცხოველებია, არც მცენარეები და სოკოები. მიუხედავად იმისა, რომ ზოგიერთი მათგანისთვის დამახასიათებელია მცენარეების, ცხოველების ან სოკოებისთვის დამახასიათებელი ნიშნები, მათ არ აქვთ რიგი ნიშან-თვისებებისა, რომლის მიხედვითაც მათ მიაკუთვნებდნენ ნებისმიერ ზემოთ ნახსენებ სამეფოს. პროტისტები არიან ერთუჯრედიანები, კოლონიალური ფორმები ან მრავალუჯრედიანები. ერთუჯრედიანი პროტისტები ყველაზე მარტივი ეუკარიოტებია, მაგრამ

მრავალი მათგანის უჯრედის აგებულება ძალიან რთულია. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ამ ერთმა უჯრედმა უნდა შეასრულოს ორგანიზმისთვის დამახასიათებელი ყველა ძირითადი ფუნქცია, რომელსაც მრავალუჯრედიან ორგანიზმში სპეციალიზებული უჯრედები ასრულებენ.

მათ აქვთ ეუკარიოტული უჯრედისთვის დამახასიათებელი უჯრედის სტრუქტურები, მოძრაობისა და გარემოს ცვლილებაზე რეაგირების განსხვავებული საშუალებები, ახასიათებთ სხვადასხვა კვების ტიპი, ზოგიერთი

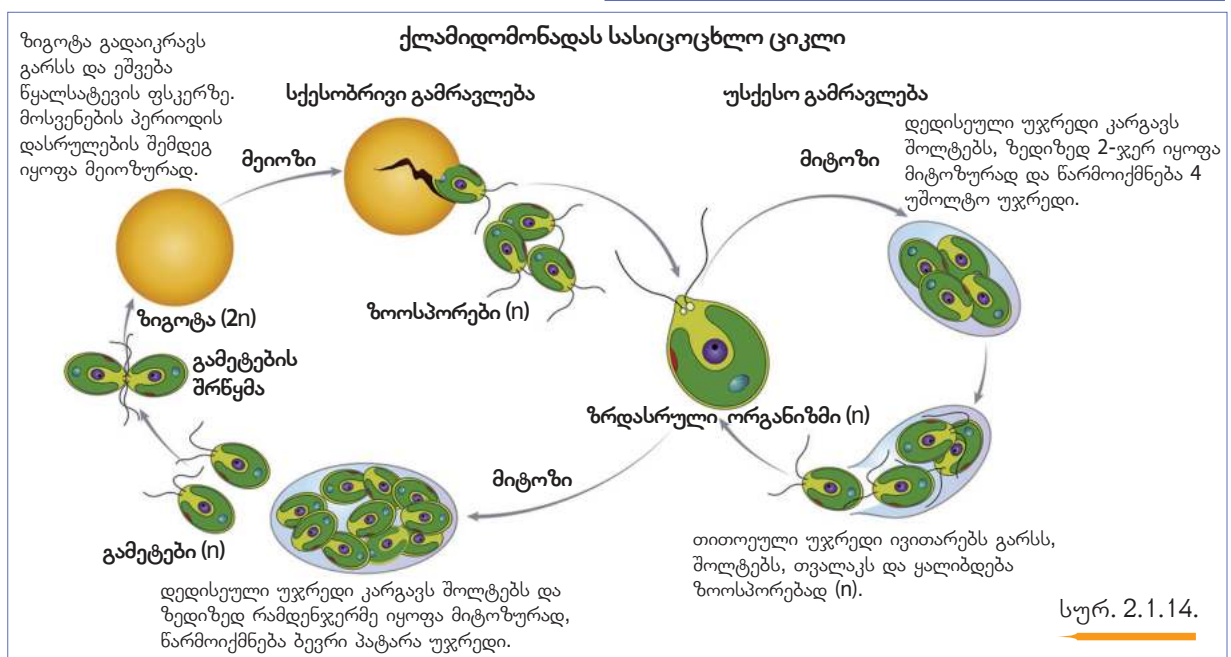
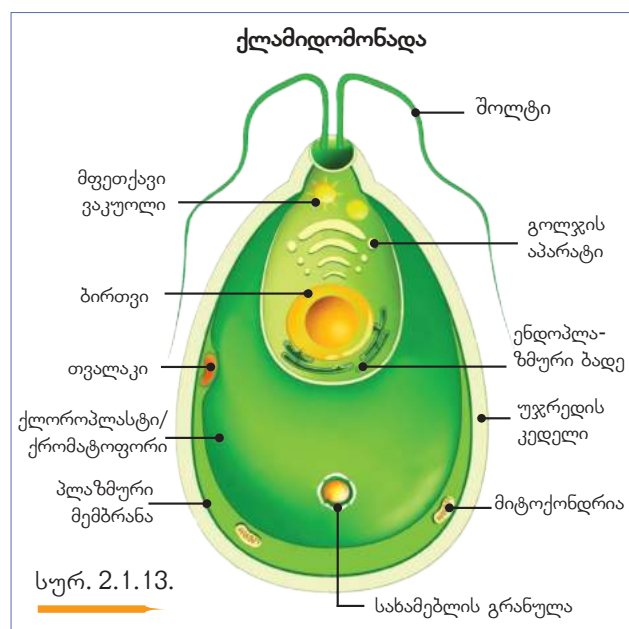
მრავლდება მხოლოდ უსქესოდ, ზოგიერთი კი როგორც უსქესოდ, ისე სქესობრივად. ამიტომ პროტისტების კლასიფიკაცია რთულია. ამ კუთხით დიდი როლი შეასრულა გენეტიკურმა კვლევებმა, რომელმაც აჩვენა, რომ ზოგიერთი პროტისტი გენეტიკურად უფრო ახლოს დგას მცენარეებთან, ზოგიერთი ცხოველებთან და ზოგიც სოკოებთან, ვიდრე პროტისტების სხვა ჯგუფებთან. მეცნიერების ნაწილი პროტისტებს კვების მიხედვით სამ ჯგუფად ყოფენ: ფოტოსინთეზის უნარის

მქონე პროტისტები – წყალმცენარეები; ჰეტეროტროფი პროტისტები, რომლებიც გარემოდან საკვებს შთანთქავენ და ორგანიზმის შიგნით/უჯრედში მოინელებენ – პროტოზოები; ჰეტეროტროფული პროტისტები, რომლებიც ორგანიზმის გარეთ გამოყოფენ საჭმლის მომნელებელ ფერმენტებს და მონელებულ საკვებ ნივთიერებებს შთანთქავენ – სოკოების მსგავსი პროტისტები. ჩვენ პროტისტებიდან განვიხილავთ წყალმცენარეებსა და პროტოზოებს (უმარტივესებს).

2.1.3.1. წყალმცენარეები

ეუკარიოტი მიკროორგანიზმების ნაწილი ფოტოავტოტროფია, რადგან მათ აქვთ ქლოროპლასტები. ფოტოავტოტროფი პროტისტებია ერთუჯრედიანი და მრავალუჯრედიანი მწვანე, მურა და წითელი წყალმცენარეები.

წყალმცენარეების უჯრედის აგებულება განვიხილოთ ერთუჯრედიანი მწვანე წყალმცენარე ქლამიდომონადას მაგალითზე (სურ. 2.1.13). იგი ცხოვრობს მტკნარ წყალში. მოძრაობს შოლტებით, აქვს ერთი ქლოროპლასტი და მას ქრომატოფორსაც უწოდებენ. წყალმცენარეები მრავლდებიან როგორც უსქესოდ, ისე სქესობრივად. წყალმცენარის სასიცოცხლო ციკლი სურათ 2.1.14-ზე განხილულია ქლამიდომონადას მაგალითზე.



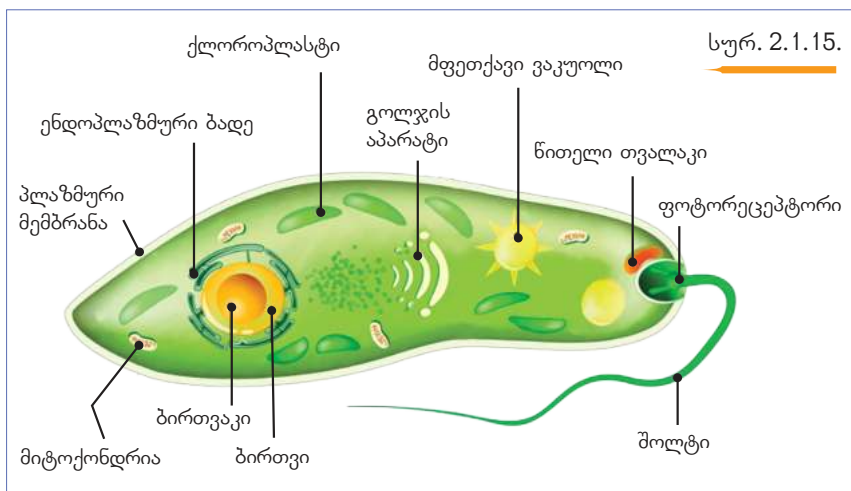
მწვანე წყალმცენარეებს მეცნიერები დიდ- ხანს მიაკუთვნებდნენ მცენარეთა სამეფოს, რადგან მათ შორის არის მსგავსება. ორივეს უჯრედებს აქვთ მსგავსი აგებულება: უჯრედის კედელი ცელულოზისგან შედგება, აქვთ ერთნაირი ტიპის ქლოროფილი, ერთნაირი აგებულების ქლოროპლასტები და ახასიათებთ ფოტოსინთეზი, მათ უჯრედებში სამა- რაგოდ სახამებელი გროვდება, რნმ-ის თან- მიმდევრობების შედარება მცენარეებსა და მწვანე წყალმცენარეებს შორის მიუთითებს იმაზე, რომ მწვანე წყალმცენარეები უფრო მჭიდროდ არიან დაკავშირებული მცენარეებ- თან, ვიდრე სხვა წყალმცენარეები. ამ მსგავ- სების გამო მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ მწვანე წყალმცენარეები იყვნენ მცენარეების ადრეული წინაპრები. მაგრამ წყალმცენარეე-

ბი არიან ერთუჯრედიანებიც, მცენარეები კი მხოლოდ მრავალუჯრედიანები; მრავალუჯ- რედიან წყალმცენარეებს არ აქვთ დიფერენ- ცირებული ქსოვილები (მაგ., გამტარი ქსოვი- ლი) და ორგანოები, ზოგიერთი წყალმცენარე აქტიურად გადაადგილდება გარემოში, დიდი უმრავლესობა ცხოვრობს წყალში, ხმელეთზე კი მხოლოდ ტენიან გარემოში.

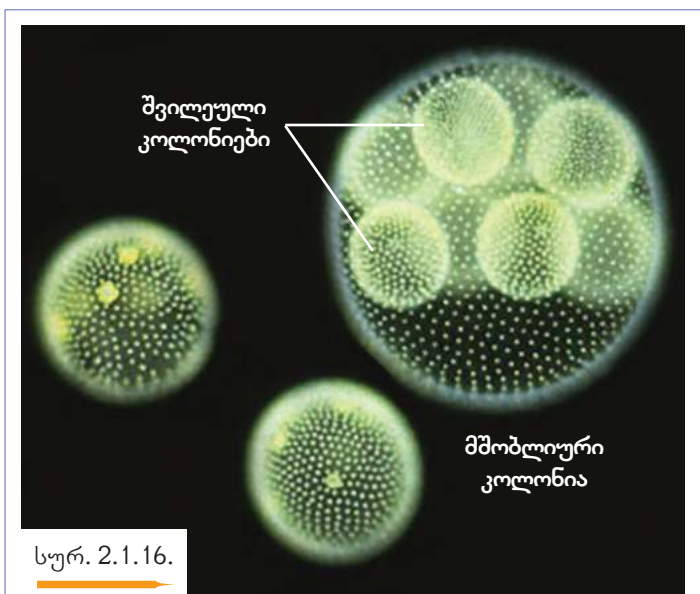
ერთუჯრედიანი პროტისტია მწვანე ევგ- ლენა, რომელსაც ახასიათებს როგორც ცხო- ველური, ისე მცენარეული უჯრედისთვის დამახასიათებელი ნიშნები (სურ. 2.1.15): მისი უჯრედი არ არის დაფარული უჯრედის კედლით, აქვს მფეთქავი ვაკუოლი, ქლო- როპლასტები, ნითელი თვალაკი და ფოტო- რეცეპტორი, რომლითაც სინათლის ინტენ- სივობას შეიგრძნობს. იგი ცხოვრობს მტკნარ

წყალში და გადაადგილ- დება ერთი პოლტით. მას ახასიათებს მიქსოტრო- ფული კვება: სინათლეზე აწარმოებს ფოტოსინ- თეზს, ხოლო სიბნელეში გარემოდან მზა ორგანულ ნივთიერებებს შთანთქა- ვს.

ერთუჯრედიანი წყალ- მცენარეები შედიან ფი- ტოპლანქტონის შემად- გენლობაში და დიდ როლს ასრულებენ კვებით ჯაჭვ- ში, როგორც პროდუცენ-



სურ. 2.1.15.



სურ. 2.1.16.

ტები.

მეცნიერების ვარაუდით, მრავალუ- ჯრედიანი წყალმცენარეები წარმოიშ- ვნენ ვოლვოქსის მსგავსი (სურ. 2.1.16) უძველესი კოლონიური ფორმის წყალ- მცენარეებისგან. იგი წარმოადგენს ასო- ბით ცალკეული ერთუჯრედიანი წყალ- მცენარეებისგან წარმოქმნილ სფეროს ფორმის კოლონიას. მშობლიური კო- ლონიის შიგნით წარმოიქმნება მცირე ზომის შვილეული კოლონიები. ვოლ- ვოქსის ცალკეულ უჯრედს შეუძლია დამოუკიდებლად არსებობა და ახალი კოლონიის წარმოქმნა.

მრავალუჯრედიანი მწვანე წყალმცენარეები ცხოვრობენ მტკნარ წყლებში, ზღვებსა და ოკეანეებში (სურ. 2.1.17). მრავალუჯრედიან წყალმცენარეებს მიეკუთვნება მურა წყალმცენარეები. ზოგიერთი მათგანი გიგანტური ზომისაა და წარმოქმნიან წყალქვეშა „ტყეებს“, რომელიც ბევრი ზღვის ორგანიზმის საცხოვრებელი გარემოა. წითელი წყალმცენარეების დიდი ნაწილი ოკეანეებში ცხოვრობენ, თუმცა ზოგიერთი სახეობა მტკნარ წყლებშიცაა გავრცელებული. როგორც მურა, ისე წითელი წყალმცენარეები ფოტოავტოტროფები არიან,

თუმცა მათი ქლოროფილი მწვანე წყალმცენარეებისა და მცენარეების ქლოროფილისგან განსხვავებულია. წითელ წყალმცენარეებს ფერს აძლევს წითელი პიგმენტი (ფიკოერითრინი). წითელი წყალმცენარეები, სხვა წყალმცენარეებთან შედარებით, დიდ სიღრმეებზე ცხოვრობენ, ამაში მათ ეხმარება წითელი პიგმენტები, რომლებიც მზის ხილული სხივების სპექტრის ლურჯ სხივებს შთანთქავენ და დიდი სიღრმეების დაბალ განათებაზეც აწარმოებენ ფოტოსინთეზს.

მრავალუჯრედიანი წყალმცენარეები



მწვანე წყალმცენარეები



მურა წყალმცენარეები



წითელი წყალმცენარეები

სურ. 2.1.17.



- რა არის ყველა პროტისტისათვის დამახასიათებელი, რის გამოც, მათი მრავალფეროვნების მიუხედავად, ერთ სამეფოში აერთიანებენ?
- რატომაა რთული პროტისტების კლასიფიკაცია?
- რა განსხვავებაა ბაქტერიებსა და პროტისტებს შორის?
- შეადარე ერთმანეთს მწვანე წყალმცენარეები და მცენარეები ქვემოთ მოცემული ცხრილის მიხედვით:

დამახასიათებელი ნიშნები	მწვანე წყალმცენარეები	მცენარეები
სამეფო	×	×
უჯრედების რაოდენობა	×	×
საარსებო გარემო	×	×
სტრუქტურა	×	×
გამრავლება	×	×
გადაადგილება სივრცეში	×	×
ფოტოსინთეზში მონაწილე პიგმენტები	×	×
კვების ტიპი	×	×
გამტარი სისტემა	×	×



იოზე შეტდომები დაგეგმილ ექსპერიმენტში

ექსპერიმენტი 1.

მოსწავლეებმა ჩაატარეს ექსპერიმენტი იმის დასადგენად, თუ მარჯნის პოლიპების ლარვები ცოცხალ წითელ წყალმცენარეებზე დასახლდებოდნენ, თუ მკვდარ წითელ წყალმცენარეებზე. მათ ერთ აკვარიუმში 28°C-ზე მოათავსეს წითელი ცოცხალი და მკვდარი წყალმცენარეები, ხოლო მეორე აკვარიუმში 26°C-ზე კონტროლის მიზნით მოათავსეს წყალმცენარის ტექსტურის მსგავსი სალათის ფრაგმენტები. 24 საათის შემდეგ დაითვალეს თითოეულ (ცოცხალ და მკვდარ) წყალმცენარეზე დასახლებული ლარვების რაოდენობა.

- როგორ ფიქრობ, რა შეცდომები დაუშვეს მოსწავლეებმა ექსპერიმენტის დაგეგმვისას?
- დაგეგმე ექსპერიმენტი ისე, რომ გამოკვეთო საკვლევი კითხვა, ცვლადები (დამოკიდებული, დამოუკიდებელი და საკონტროლო), ექსპერიმენტის ეტაპები.

ექსპერიმენტი 2.

მოსწავლეებმა ჩაატარეს ექსპერიმენტი იმის გასარკვევად, თუ ქიმიური ნივთიერება, რომელსაც გამოყოფს მურა წყალმცენარეები, რამდენად უშლის ხელს მარჯნის პოლიპების ლარვებს ამ წყალმცენარეებზე დასახლებასა და განვითარებაში. მათ აიღეს ერთნაირი მოცულობის სამი აკვარიუმი, რომლებშიც წყლის ტემპერატურა და წყალმცენარეების სახეობა იყო ერთნაირი. თითოეულ აკვარიუმში დაამატეს წყალმცენარის მიერ გამოყოფილი ქიმიური ნივთიერება განსხვავებული კონცენტრაციით (დაბალი, საშუალო და მაღალი). თითოეულ აკვარიუმში მოათავსეს სხვადასხვა სახეობისა და რაოდენობის ლარვები. სამი დღის შემდეგ განსაზღვრეს თითოეული კონცენტრაციისთვის წყალმცენარეებზე დასახლებული ლარვების რაოდენობა, რომელიც წარმოდგენილია ქვემოთ მოცემულ მონაცემთა ცხრილში.

ცხრილი 1.1. მურა წყალმცენარის მიერ გამოყოფილი ქიმიური ნივთიერების გავლენა ლარვების დასახლებაზე

ქიმიური ნივთიერების კონცენტრაცია	დაბალი	საშუალო	მაღალი
წყალმცენარეზე დასახლებული ლარვების რაოდენობა	85%	40%	1%

- რა ნაკლს ხედავ ექსპერიმენტის დაგეგმვაში?
- რა შესწორებას შეიტან ექსპერიმენტის გეგმაში, რომ უფრო დამაჯერებელი იყოს ექსპერიმენტის შედეგები?
- მოსწავლეებმა დაასკვნეს, რომ ყველა შემთხვევაში ქიმიური ნივთიერება გავლენას ახდენდა ლარვების წყალმცენარეებზე დასახლებაში. ახსენი, შეგროვებულ მონაცემებზე დაყრდნობით გამოტანილი დასკვნა რამდენად ზუსტია.



5. სურათის მიხედვით (2.1.14.) აღწერე ქლამიდომონადას სასიცოცხლო ციკლი.
6. ბევრი წყალმცენარე სქესობრივად მრავლდება მკაცრი პირობების დადგომისას. რით შეიძლება იყოს ეს სასარგებლო სახეობისთვის?
7. რთულია მწვანე ევგლენას კლასიფიკაცია. ახსენი, რატომ?
8. რა მსგავსება-განსხვავებაა მწვანე, მურა და წითელ წყალმცენარეებს შორის?

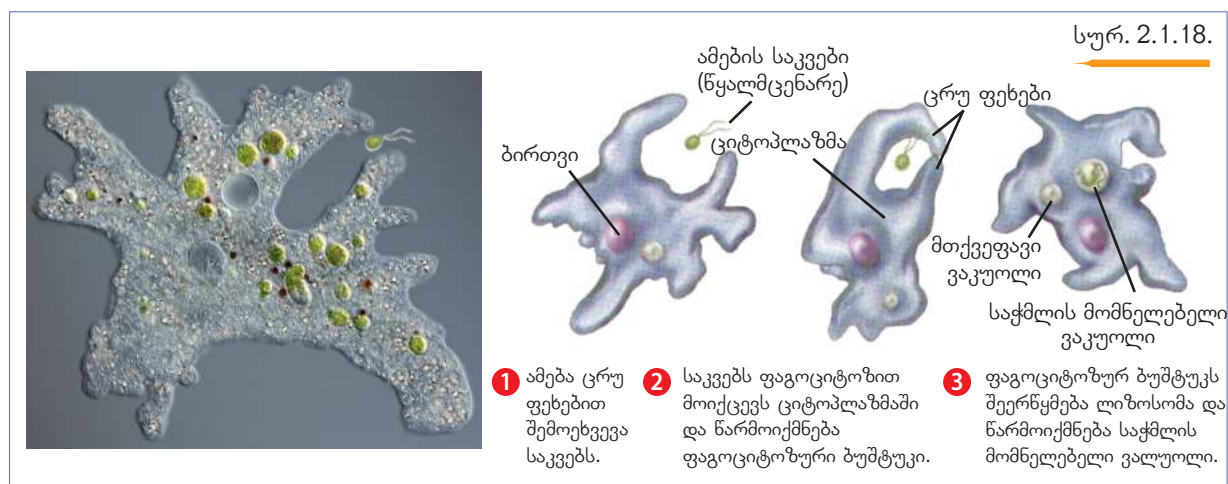
2.1.3.2. პროტოზოები

პროტოზოები/უმარტივესები არიან ერთ-უჯრედიანი ჰეტეროტროფი ორგანიზმები, მათი უჯრედის აგებულება მსგავსია ცხოველური უჯრედის აგებულების, შეუძლიათ გარემოში აქტიურად გადაადგილება. ამიტომ მათ დიდხანს განიხილავდნენ, როგორც ერთუჯრედიან ცხოველებს, თუმცა მრავალი სხვა ნიშნით განსხვავდებიან ცხოველებისგან, მაგალითად, სხეულის ორგანიზაციით – ისინი ერთუჯრედიანები არიან, ცხოველები კი (როგორი მარტივიც არ უნდა იყოს) – მრავალუჯრედიანი.

უმარტივესების ერთ-ერთ კლასს წარმოადგენს **ფესვფეხიანები**. მათგან კარგადაა შესწავლილი ამებები. ამებები თავისუფლად

ცხოვრობენ მტკნარ, მლაშე წყლებსა და ტენიან ნიადაგში, ზოგიერთი წარმომადგენელი კი პარაზიტულ ცხოვრებას ეწევა (იხ. გვ. 107).

ჩვეულებრივი ამება მტკნარ წყალში თავისუფლად მცხოვრები მიკროსკოპული ორგანიზმია. მისი ციტოპლაზმა წვრილმარცვლოვანია, რომელშიც შეიმჩნევა საჭმლის მომნელებელი ვაკუოლები საკვების ნაწილაკებით, მფეთქავი ვაკუოლი, ცხიმის წვეთები; მისი სხეულის ფორმა განუწყვეტლივ იცვლება, რადგან სხვადასხვა ადგილას წარმოიქმნება ციტოპლაზმური გამონაზარდები – ცრუ ფეხები. ამება ცრუ ფეხებით გადაადგილდება და მოიპოვებს საკვებს (სურ.2.1.18).



ამებას საკვები არის მრავალფეროვანი: ბაქტერიები, წყალმცენარეები, ორგანული ნარჩენები. მათი სხეულის სხვადასხვა ადგილას წარმოიქმნება მფეთქავი ვაკუოლი, რომლის საშუალებით გარემოში გამოიყოფა ცვლის პროდუქტები და ჭარბი წყალი. აქედან გამომდინარე, მფეთქავი ვაკუოლი დიდ როლს ასრულებს ორგანიზმის ოსმორეგულაციაში. ამებას არ აქვს სპეციალიზებული სენსორული ორგანოები, მაგრამ იგი რეაგირებს

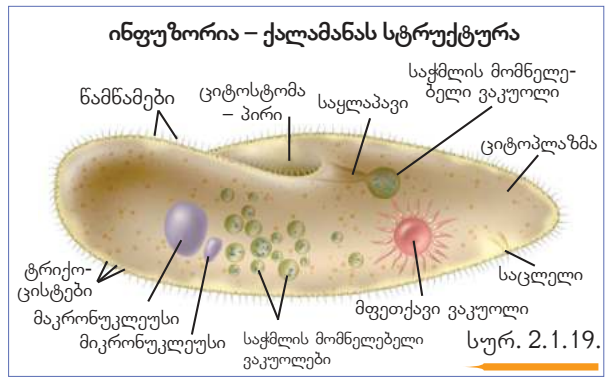
სხვადასხვა გამღიზიანებელზე. მაგალითად, ძალიან ძლიერი გამღიზიანებლის საპასუხოდ ამება წყვეტს ცრუფეხების წარმოქმნას და გარკვეული დროით ინარჩუნებს უმოძრაობას, არახელსაყრელ პირობებში წარმოქმნის ცისტას. მრავლდებიან მხოლოდ უსქესოდ უჯრედის მიტოზური გაყოფით.

პროტოზოების/უმარტივესების კიდევ ერთი კლასია **წამწამიანები**. წამწამიანებიდან კარგადაა შესწავლილი ინფუზორია-ქალამანა,



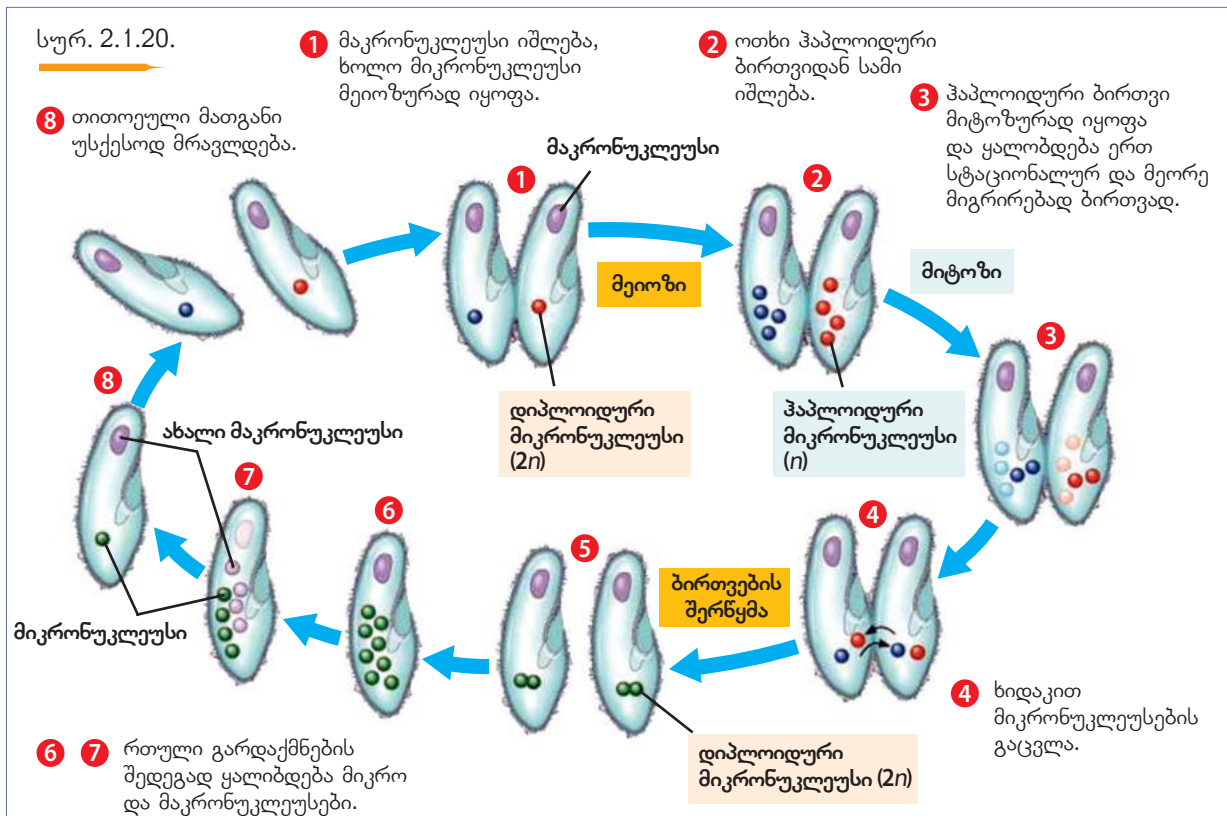
1. რა განსხვავებაა წყალმცენარეებსა და პროტოზოებს/უმარტივესებს შორის?
2. პელომიქსას პროტისტების რომელ ტიპს და ამ ტიპის რომელ კლასს მიაკუთვნებ? ახსენი შენი პასუხი.

რომელიც მტკნარ წყალში ცხოვრობს. იგი 0,1–0,3 მმ სიგრძისაა და მისი სხეულის ფორმა უცვლელია, რადგან მტკიცე გარსითაა დაფარული. ქალამანს უჯრედი უფრო რთული აგებულებისაა (სურ. 2.1.19), ვიდრე ამების. ქალამანს სხეული დაფარულია წამწამებით, რომლითაც გადაადგილდება იგი წყალში. საკვებს მოიპოვებს წამწამებით შეიარაღებული „პირით“ და გადაადგილდება საკვები „საყლაპავ მილში“, რომლის ბოლოზეც წარმოიქმნება საჭმლის მომნელებელი ვაკუოლი. აქვს ორი ტიპის ბირთვი – მაკრო და მიკრონუკლეუსი. მაკრონუკლეუსი აკონტროლებს უჯრედის სტრუქტურასა და ფუნქციონირებას, ხოლო მიკრონუკლეუსი მონაწილეობს კონიუგაციის პროცესში (სურ. 2.1.20). ინფუზორიებში კონიუგაცია ხელს უწყობს გენეტიკურ რეკომბინაციას და არ ხდება ამ დროს ინდივიდების რიცხვის გაზრდა, თუმცა მას ზოგიერთი მეცნიერი სქესობ-



რივი გამრავლების თავისებურ ფორმად თვლის. გალიზიანების საპასუხოდ გამოისვრის ტრიქოცისტებს, რომლებიც წვრილ წამახვილობლოიან ძაფებს წარმოადგენს. ტრიქოცისტები ეხმარება მსხვერპლის დაჭერაში.

ჰეტეროტროფი უმარტივესები დიდ როლს ასრულებენ ეკოსისტემაში: შედიან პლანქტონის შემადგენლობაში, მონაწილეობენ ორგანული ნარჩენების დაშლაში და სხვ.



- რაში გამოიხატება ქალამანა-ინფუზორიას უფრო რთული აგებულება ამებასთან შედარებით?
- სურათის მიხედვით აღწერე, როგორ უწყობს ხელს კონიუგაცია ქალამანში გენეტიკურ რეკომბინაციას. კონიუგაციის თვლი ქალამანს სქესობრივი გამრავლების საშუალებად? რატომ?

2.1.4. დაავადების გამომწვევი მიკროორგანიზმები



ყვავილის საწინააღმდეგო ვაქცინაციის ისტორია



გაეცანით ტექსტსა და ვიდეოში (<https://www.youtube.com/watch?v=9H9hNpfuTrY&t=4s>) მოცემულ ინფორმაციას და უპასუხე თანდართულ კითხვებს!

ვირუსული ინფექცია ყვავილი ერთ-ერთი ყველაზე გამანადგურებელი დაავადება იყო კაცობრიობის ისტორიაში – მან მილიონობით ადამიანის სიცოცხლე შეინირა. უკიდურესად გადამდებმა ამ დაავადებამ მხოლოდ მეოცე საუკუნეში 300 მლნ ადამიანი იმსხვერპლა. XVIII საუკუნის ინგლისში ყვავილს „წინწკლებიან ურჩხულს“ ეძახდნენ, რადგან ის ადამიანის სხეულზე მტკივნეულ ჩირქგროვებს წარმოქმნიდა. გადარჩენილი ადამიანები ხშირად სიცოცხლის ბოლომდე უსინათლოებად რჩებოდნენ და სხეულზე მრავლობითი ნაიარევი ალენიშნებოდათ. 1967 წელს ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაციამ დაიწყო ყვავილის საწინააღმდეგო მასობრივი ვაქცინაცია და ამავე ორგანიზაციამ 1979 წელს ეს ინფექციური დაავადება სრულად აღმოფხვრილად გამოაცხადა.

ყვავილის საწინააღმდეგო თანამედროვე ვაქცინაციის ისტორია იწყება 1796 წელს, როდესაც ინგლისელმა ექიმმა ედუარდ ჯენერმა ცნობილი ექსპერიმენტი ჩაატარა. მას წლების განმავლობაში ესმოდა ისტორიები ძროხის მწველავი ქალების შესახებ: რომელთაც უკვე გადატანილი ჰქონდათ ძროხის ყვავილი, ისინი ადამიანის ყვავილით აღარ ავადდებოდნენ. ჯენერმა ივარაუდა, რომ ძროხის ყვავილი ჰგავდა ადამიანის ყვავილს, მაგრამ ადამიანში მსუბუქი სიმპტომებით ვლინდებოდა. 1796 წელს ჯენერმა ძროხის ყვავილით დაავადებული ქალის ჩირქოვანი ბუშტუკიდან აღებული სითხე თავისი მეზალის შვილს 8 წლის ჯეიმს ფიშის სპეციალურად გაკანრულ კანში შეაზილა. მასში მსუბუქ ფორმებში გამოვლინდა დაავადება. ორი თვის შემდეგ ჯენერმა შეუყვანა ბიჭს ადამიანის ყვავილის ვირუსი, მაგრამ მას დაავადება არ განუვითარდა. ჯენერმა დაასკვნა, რომ ექსპერიმენტი წარმატებული იყო და ახალ პროცედურას **ვაქცინაცია** უწოდა (ლათინური სიტყვის *wordvacca*-დან, რომელიც ძროხას ნიშნავს). ჯენერმა ორი წლის შემდეგ გამოაქვეყნა ნაშრომი „ყვავილის აცრის ისტორია დიდი ბრიტანეთის მედიცინის ისტორიაში“. მეცნიერთა საზოგადოება ჯენერის მეთოდს უნდობლობით უყურებდა. ყოველგვარი ეჭვი მაშინ გაიფანტა, როდესაც ბრიტანეთის არმიისა და ფლოტის სამხედრო მოსამსახურეებს აცრის შემდეგ ჯანმრთელობის პრობლემები არ შექმნიათ და ისინი არც ყვავილით დაავადნენ.

ჯენერი ზემოთ აღნიშნულ ნაშრომში მიუთითებს მეთოდის უცხოურ წარმოშობაზე და აღნიშნავს კავკასიის ხალხებში, კერძოდ, ქართველებში ყვავილის აცრის მეთოდის გავრცელების შესახებ. წყაროდ ასახელებს ემანუილ თიმონის წიგნს, რომელიც 1713 წელს გამოიცა. ოქსფორდის მედიცინისა და ფილოსოფიის დოქტორმა, ინგლისის სამეფო საზოგადოების წევრმა, ემანუილ თიმონმა ყვავილის საწინააღმდეგოდ მიმართა საქართველოში გავრცელებული აცრის მეთოდს. თიმონის აღწერილობით, ქართველები მასალას იღებდნენ გაზაფხულზე ან ზამთრის პირას მსუბუქად დაავადებული ადამიანისგან. აღებულ სითხეს ინახავდნენ სუფთა ჭურჭელში, თბილ ადგილას. ადამიანს მკლავზე

ან ნებისმიერ სხვა ადგილას კანწავდნენ კანს და აწვეთებდნენ აღნიშნულ სითხეს. ადამიანს აცრიდან ერთ კვირაში ეწყებოდა დაავადების სრული სურათი, ოღონდ, ძალზე იოლი ფორმით. 1715 წ. ექიმმა იაკობ პილორინიმ ბერძნულად დაბეჭდა წიგნი, სადაც ავტორი, ასევე, საქართველოს უკავშირებს აღნიშნულ მეთოდს. ორივე წიგნი ლონდონში გამოიცა. იოჰან ანტონ გულდენშტედტმა XVIII საუკუნეში იმოგზაურა საქართველოში. 1772 წელს აღწერს ყვავილის აცრის პროცესს და იმას, რომ აცრას დიდგვაროვნებსაც უკეთებდნენ. ერეკლე მეორემ თავისი მესამე ვაჟი იულონის აცრის უფლება მისცა. ამასთან, ქართულ ისტორიოგრაფიაშიც არსებობს მონაცემები დიდგვაროვანთა აცრის შესახებ. საყურადღებოა „Московские Ведомости“-ს პუბლიკაცია, რომელიც ჯენერის აღმოჩენამდე 3 წლით ადრე, 1793 წელს აუწყებს მკითხველს, რომ საქართველოსა და ჩერქეზეთში გავრცელებული ყოფილა „ყვავილის აცრა, აქედან გავრცელდა ინგლისში, შემდეგ გერმანიაში, საფრანგეთში, იტალიასა და სხვაგან“. 1823 წელს ბრონევსკი თავის შრომაში: „უახლესი გეოგრაფიული და ისტორიული ცნობები კავკასიის შესახებ“ წერდა, რომ საქართველოში ყვავილის აცრას უძველესი დროიდან მისდევდნენ. მაგალითად, ხევსურეთში ცხოვრობდა ცნობილი მკურნალი, რომელიც ასაძრელ მასალას ძროხებისა და ცხვრებიდან იღებდა. მსგავსი ფაქტები აღწუსებულია სვანეთსა და საქართველოს სხვა მთიან რეგიონში.

- აღწერე ჯენერის ექსპერიმენტის შინაარსი. ბიოეთიკის რა პრობლემას ხედავთ მის ექსპერიმენტში?
- ჯენერის ექსპერიმენტი და მისი დასკვნა რა იყო – აღმოჩენა, თუ მსოფლიოს უძველეს ხალხებში არსებული გამოცდილების მეცნიერული გააზრება?
- რა ფაქტებია მოყვანილი ტექსტში, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ საქართველოში ჯენერამდე იყენებდნენ ყვავილის აცრას?
- როგორ ფიქრობ, რას შეიცავდა ყვავილით დაავადებული ჩირქოვანი ბუმტუკიდან აღებული სითხე?
- გამოიყენე შენი ცოდნა სისხლის დამცველობითი ფუნქციის შესახებ და ახსენი, რატომ აღარ ავადდებოდა აცრილი ადამიანი ყვავილით ან თუ ავადდებოდა, იოლ ფორმებში?

2.1.4.1. ინფექციური დაავადებები

ზოგიერთი მიკროორგანიზმი დაავადებას იწვევს. დაავადების გამომწვევ ორგანიზმებს პათოგენებს უწოდებენ. დაავადება შეიძლება იყოს ინფექციური. ინფექციურია დაავადება, რომელიც ადამიანიდან ადამიანს (ან ნებისმიერ ერთი ორგანიზმიდან მეორეს) გადაეცემა.

ინფექციური დაავადებას იწვევს მიკროორგანიზმები – ვირუსები, ბაქტერიები, სოკოები. ზოგიერთი მიკროორგანიზმით გამონეული დაავადების მაგალითი მოცემულია ცხრილში (ცხრ. 2.1.1.).

ცხრილი 2.1.1. მთელ მსოფლიოში გავრცელებული ინფექციური დაავადებები			
დაავადება	პათოგენის ტიპი	გავრცელების გზა	ორგანოთა სისტემა, რომელსაც აზიანებს
აივ	ვირუსი	სხეულის შინაგანი თხევადი გარემო	იმუნური სისტემა
პნევმონია	ვირუსი, ბაქტერია	ჰაერწვეთოვანი	სასუნთქი სისტემა
ტუბერკულოზი	ბაქტერია	ჰაერწვეთოვანი	სასუნთქი სისტემა
მალარია	პროტოზოა / უმარტივესი	კოლო ანოფელესი	საჭმლის მომნელებელი, სისხლის მიმოქცევის, კუნთოვანი სისტემები
B ჰეპატიტი	ვირუსი	დაბინძურებული საკვები და წყალი	საჭმლის მომნელებელი, იმუნური სისტემები
წითელა	ვირუსი	ჰაერწვეთოვანი	სასუნთქი და ნერვული სისტემები
გრძიპი	ვირუსი	ჰაერწვეთოვანი, ავადმყოფთან კონტაქტი	სასუნთქი სისტემა

ზოგჯერ ინფექციური დაავადება ფართოდ ვრცელდება, ასობით და ათასობით ადამიანი ავადდება. მწვავე ინფექციური დაავადების სწრაფ და ფართოდ გავრცელებას რომელიმე რეგიონში და ქვეყანაში, **ეპიდემია**, ხოლო დაავადების ვრცელ გეოგრაფიულ არეალში გავრცელებას, მაგალითად, რამდენიმე სხვადასხვა კონტინენტზე ან მთელი

მსოფლიოს მასშტაბით, **პანდემია** (ბერძნული სიტყვა **pandemos**-იდან მიმდინარეობს. **pan** ნიშნავს „ყველას“, **demos** კი „მოსახლეობას“) ეწოდება. ინფექციური დაავადებების შესახებ თანამედროვე წარმოდგენა, დიაგნოსტიკების, პრევენციისა და მკურნალობის მეთოდები წლების განმავლობაში მუშავდებოდა (სურ. 2.1.21 ა, ბ)

მედიცინის ისტორია

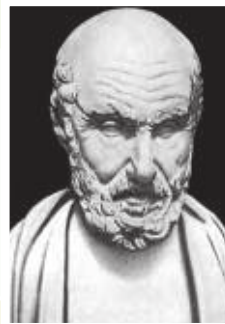


ძვ. წ. აღ. 7000

სულეები – ამ პერიოდის საზოგადოება თვლიდა, რომ დაავადებას ინვევდა სულეები; ამიტომ ადამიანებს თავის ქალაში უკეთებდნენ ხვრელებს სულეების „გამოშვების“ მიზნით.

ძვ. წ. აღ. 460 - 377

ბუნებრივი მოვლენა – ბერძენმა ექიმმა ჰიპოკრატემ განიხილა დაავადება არა როგორც ღვთის სასჯელი, არამედ, როგორც ბუნებრივი მოვლენა.



ძვ. წ. აღ. XII - XIII საუკუნეები

მცენარეებით მკურნალობა – მედია – კოლხეთის მეფის აიეტის ქალიშვილი, კარგად იცნობდა სამკურნალო მცენარეებს და მათგან წამლებს ამზადებდა. სიტყვა „მედიცინა“, მეცნიერთა მოსაზრებით, კოლხი მედიკოსი სახელთანაა დაკავშირებული.

1857 წ. (ახ. წ. აღ.)

ფრანგმა მეცნიერმა ლუი პასტერმა ექსპერიმენტებით დაადგინა, რომ ინფექციურ დაავადებას მიკროორგანიზმები იწვევენ; მან საფუძველი ჩაუყარა პასტერიზაციას, შექმნა ჯილეხის/ციმბირული წყლულისა და ცოფის ვაქცინები.



სურ. 2.1.21ა.



1. განიხილე ცხრილში (ცხრ. 2.1.1) მოცემული ინფორმაცია და უპასუხე კითხვებს: 1) დაასახელე პათოგენი მიკრობების მაგალითები; 2) რა გზებით ვრცელდება პათოგენი მიკრობები? 3) რა პრევენციული ღონისძიებების გატარებაა საჭირო ინფექციური დაავადებების საწინააღმდეგოდ?



1865 წ.

ანტისეპტიკური ტექნიკა – ბრიტანელი ქირურგის ჯოზეფ ლისტერის ზოგიერთი პაციენტი წარმატებული ქირურგიული ოპერაციის შემდეგ ინფექციის შეჭრით კვდებოდა. როდესაც შეიტყო პასტერის მიკრობული თეორიის შესახებ, დაიწყო ოპერაციის წინ ქირურგიული ხელსაწყოების სუსტი მუავით გაწმენდა, რამაც ინფიცირებით პაციენტების სიკვდილიანობა მნიშვნელოვნად შემცირა.

1883 წ.

გერმანელმა მეცნიერმა რობერტ კოხმა ექსპერიმენტებით აღმოაჩინა, რომ დაავადებული ცხოველებიდან გამოშვები მიკრობის ჯანმრთელ ცხოველში შეყვანა იწვევდა მის დაავადებას.



1900 წ.

ანტისეპტიკური ტექნიკის გამოყენება – მთელ მსოფლიოში დაიწყო სასმელი წყლის ქლორით დამუშავება, რამაც შეამცირა მოსახლეობის ქოლერით დაავადება.

1928 წ.

ანტიბიოტიკი – შოტლანდიელმა ექიმმა ალექსანდრე ფლემინგმა აღმოაჩინა ანტიბიოტიკი – პენიცილინი.



რასაკვირველია, ყველა პათოგენი მიკრო-ორგანიზმი პარაზიტია. ისინი სახლდებიან სხვა ორგანიზმზე ან ორგანიზმში და იწვევენ მასპინძელი ორგანიზმის დაავადებას, რადგან ისინი იკვებებიან მასპინძლის საკვები ნივთიერებებით, იყენებენ მასპინძელი უჯრე-

დის სტრუქტურებს (ვირუსები) და სწრაფად მრავლდებიან, გამოყოფენ ტოქსიკურ ნივთიერებებს. პათოგენი მასპინძელ ორგანიზმში იწვევს დაავადების სხვადასხვა სიმპტომს: ტემპერატურის მომატება, ჭარბოფლიანობა, თავის ტკივილი, ხველება, კანზე სხვადასხვა

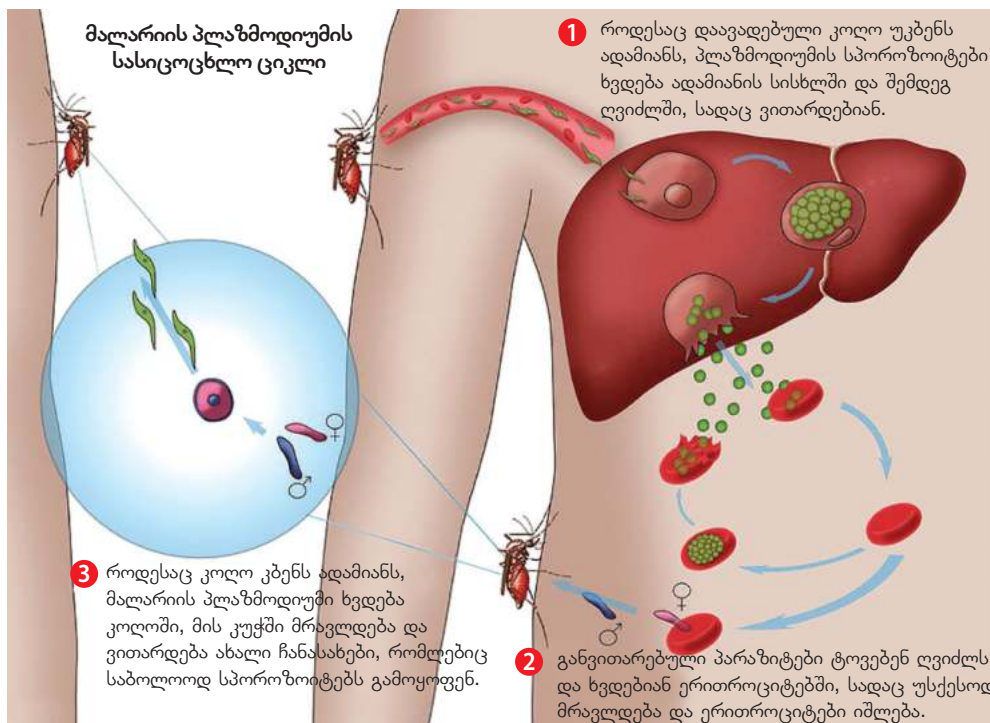
ტიპის გამონაყარი და სხვ. სხვადასხვა პათოგენი მასპინძელში განსხვავებულ სიმპტომებს იწვევს.

სხვადასხვა პათოგენი განსხვავდება მასპინძელ ორგანიზმში მოხვედრის გზისა და მასპინძლის უჯრედებზე ზემოქმედების მიხედვით. მაგალითად, ვირუსული ინფექციის ორ ძირითად ტიპს არჩევენ: პირველი – უჯრედში ვირუსის შეჭრის შემდეგ სწრაფად იშლება მასპინძელი უჯრედი, მეორე – იგი არ იწვევს მაშინვე მასპინძელი უჯრედის დაშლას: ვირუსის დნმ ერთვება მასპინძელი უჯრედის დნმ-ში და წარმოიქმნება გენების

ახალი ნაკრები, მიტოზური გაყოფის დროს იგი გადაეცემა შვილელ უჯრედებს და შეიძლება უჯრედს შესძინოს ახალი ნიშან-თვისებები; დროთა განმავლობაში, რაიმე მიზეზით, მაგალითად, სტრესის გამო, შეიძლება გააქტიურდეს ვირუსის გენები და მასპინძელი უჯრედის სტრუქტურები და ნივთიერებები გამოიყენოს გასამრავლებლად. ბაქტერიებმა დაავადება შეიძლება გამოიწვიოს ორი გზით: ერთი – იჭრება მასპინძლის ქსოვილებში და უტევს უჯრედებს, მეორე – მასპინძელ ორგანიზმში გამოყოფს ტოქსიკურ ნივთიერებებს, რომელიც მთელ ორგანიზმში სისხლით ვრცელდება.



- რომელი მეცნიერის თეორიამ მოახდინა გავლენა ინფექციური დაავადებების გამომწვევების შესახებ თანამედროვე წარმოდგენების ჩამოყალიბებაზე
- რა განსხვავებაა ვირუსებისა და ბაქტერიების მასპინძლის უჯრედებზე ზემოქმედებას შორის?
- მეჭეჭების განვითარება სხეულზე დაკავშირებულია პაპილომავირუსების ერთ-ერთ სახეობასთან. იგი რამდენიმე წლის განმავლობაში შეიძლება უმოქმედო იყოს ორგანიზმში და შემდეგ გამოამჟღავნოს თავი. ეს ვირუსული ინფექციის რომელი ტიპის მაგალითია? ახსენი შენი პასუხი.
- ახალი ვირუსები დაინფიცირების შემდეგ სწრაფად კლავენ თავიანთ მასპინძელს, მაგრამ მრავალი თაობის შემდეგ ისინი თანდათან სუსტდებიან და ნაკლებ სიკვდილიანობას იწვევენ. ვირუსისთვის რატომ შეიძლება ჩაითვალოს ნაკლად თავისი მასპინძლის სწრაფი სიკვდილი?
-



გაანალიზე სურათზე მოცემული ინფორმაცია და უპასუხე კითხვებს: 1) აღწერე მალარიის პლაზმოდუუმის სასიცოცხლო ციკლი. 2) რატომ ვრცელდება ზოგიერთი დაავადება მხოლოდ მწერების საშუალებით?



მოდელირება

პოპულაციაში პათოგენის გავრცელების მოდელირება

პრობლემა – ვისგან გავრცელდა პათოგენი?

საჭირო მასალა: ჭიქები 8 მოსწავლეზე, 100 მლ უცნობი ხსნარი, პიპეტი, „პათოგენი“-ის აღმოჩენის ხსნარი.

პროცედურა

1. მიიღე მასწავლებლისგან ჭიქა უცნობი ხსნარით. შენი ხსნარის ნახევარი გადაასხი თანაკლასელის ჭიქაში. შემდეგ იგივე რაოდენობა ხსნარი უკან გადმოასხი თანაკლასელის ჭიქიდან შენს ჭიქაში. ახლა შენი ჭიქა შეიცავს ორი ხსნარის ნარევს.
2. გაიმეორე ნაბიჯი 1 კიდევ ორ სხვადასხვა კლასელთან. გააკეთე ჩანაწერი, თუ ვისთან გაცვალე ხსნარები და რა თანმიმდევრობით.
3. სამ კლასელთან ხსნარის გაცვლის შემდეგ, ფინჯანს დაამატე სამი წვეთი „პათოგენი“-ის აღმოჩენის ხსნარი. თუ ხსნარი ვარდისფერი გახდა, შენი ჭიქა შეიცავს პათოგენს.

ანალიზი და დასკვნა

1. **ანალიზი** – თუ შენი ჭიქა შეიცავდა პათოგენს, შეგიძლია მისი წარმოშობის დადგენა? თუ შენი ჭიქა არ შეიცავდა პათოგენს, შესაძლებელია თუ არა, შენს ჭიქაში ჩასხმული რომელიმე სხვა ხსნარი შეიცავდეს პათოგენს?
2. **ანალიზი** – შენს კლასში მხოლოდ ერთმა ადამიანმა დაიწყო ეს პროცედურები პათოგენის შემცველი ხსნარით. როგორ შეგიძლია განსაზღვრო, ვის ჭიქაში იყო პათოგენი?

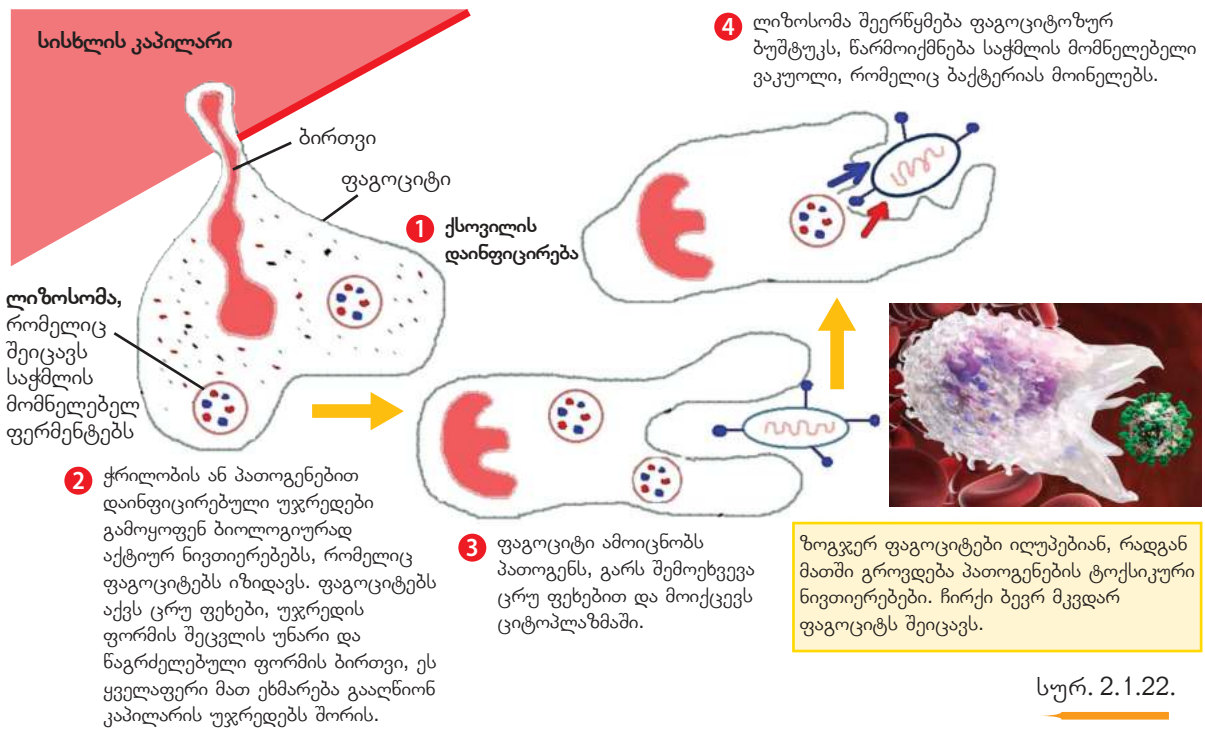
2.1.4.2. იმუნური სისტემა

მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენს გარშემო უამრავი პათოგენი მიკრობია, ყოველთვის არ ავადდება ადამიანი, რადგან ორგანიზმს იცავს იმუნური სისტემა. **იმუნური სისტემა** – ეს არის ორგანიზმის სისტემა, რომელიც იბრძვის პათოგენებისა და ორგანიზმში მოხვედრილი სხვა უცხო სხეულებისა და ნივთიერებების, საკუთარი დაზიანებული უჯრედების წინააღმდეგ. იმუნურ სისტემას დაცვის რამდენიმე „ხაზი“ აქვს და მათ შორის პირველი არის კანი. კანის ეპიდერმისის გარეთა მკვდარი უჯრედების შრე ფიზიკურად ბლოკავს პათოგენებს. გარდა ამისა, კანი გამოყოფს ცხიმსა და ოფლს, რომელიც კანზე ჰიპერტონულ და მჟავა გარემოს ქმნის. ბევრი პათოგენი ასეთ გარემოში იღუპება. კანის გავლით დაავადების გამომწვევი მიკროორგანიზმები შეიძლება ორგანიზმში შეიჭრას კანის მექანიკური დაზიანებისა და სისხლდენის დროს. ამიტომ სისხლის შედედება ორგანიზმს არამარტო სისხლის დაკარგვისგან, არამედ ინფექციის შეჭრისგანაც იცავს. ფიზიკურ ბარიერს ქმნის წამწამოვანი ეპითელიური ქსოვილიც, რომლითაც გამოფენილია

სასუნთქი გზები. ორგანიზმს პათოგენებისგან ქსოვილების მიერ გამოყოფილი ქიმიური ნივთიერებებიც იცავს. მაგალითად, ნერწყვისა და ცრემლის შემადგენლობაში შემავალი ფერმენტი ლიზოციმი, ყურის გარეთა სასმენ მილში ბაქტერიოციდული გოგირდი, კუჭში მარილმჟავა, თორმეტგოჯა ნაწლავში ნალველი; ვირუსით ინფიცირებული უჯრედი კი გამოიმუშავებს ცილებს – ინტერფერონებს, რომლებიც ჯანმრთელ უჯრედებში ააქტიურებენ ისეთი ფერმენტების გამოიმუშავებას, რომელიც ხელს უშლის მათში ვირუსების შეჭრას და მათ დაინფიცირებას.

თუ პათოგენები გადალახავენ ზემოთ აღწერილ ბარიერს, იმუნური სისტემიდან ერთვება სისხლისა და ლიმფური სისტემები, სისხლის თეთრი უჯრედები – ლეიკოციტები – ფაგოციტები და ლიმფოციტები. ორგანიზმში შეჭრილი პათოგენი აზიანებს უჯრედებს, დაზიანებული უჯრედები საპასუხოდ გამოყოფენ ქიმიურ ნივთიერებას, რომელიც იზიდავს ლეიკოციტების ერთ-ერთ ფორმას ფაგოციტებს. ფაგოციტები შთანთქავენ პათოგენურ მიკრობებს და მოინელებენ (სურ. 2.1.22).

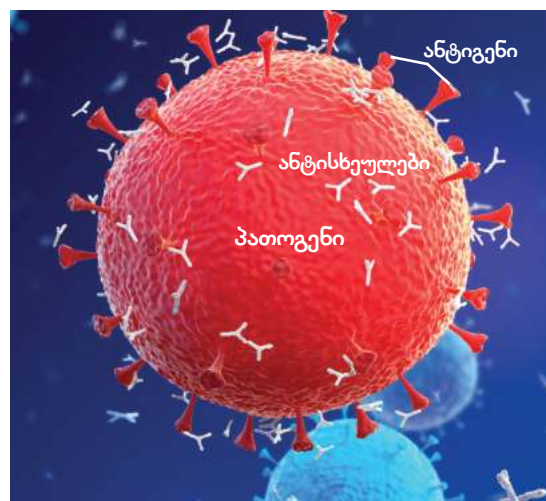
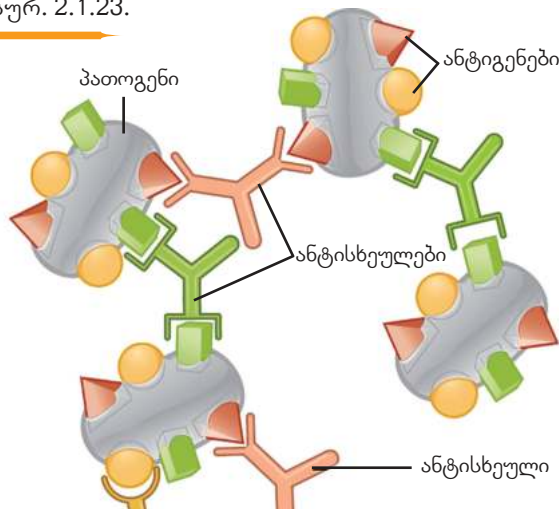
ფაგოციტის დამცველობითი მოქმედების მექანიზმი



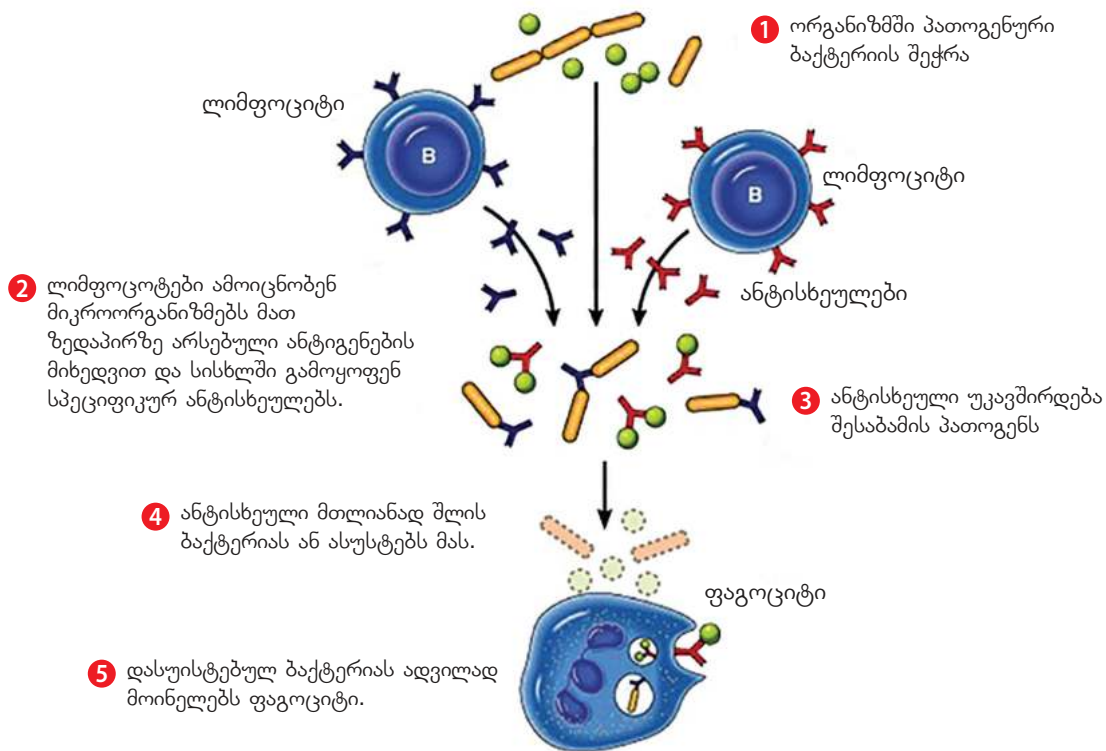
ორგანიზმის დაცვაში დიდ როლს ასრულებენ ლიმფოციტების ორი ტიპის უჯრედები – B და T – ლიმფოციტები. B-ლიმფოციტები პათოგენების საპასუხოდ სისხლში გამოყოფენ ანტისხეულებს – სპეციფიკურ ცილოვან ნივთიერებებს. ყოველი სახეობის უჯრედისა და ვირუსის ზედაპირზე არის განსაკუთრებული ქიმიური ნივთიერება, რომელიც, ჩვეულებრივ, ეს ცილა ან ცილისა და პოლისაქარიდის კომპლექსი. ამ ქიმიურ ნივთიერებას ეწოდება **ანტიგენი**, რომელიც ორგანიზმში მოხვედრი-

სას B-ლიმფოციტებში იწვევს სპეციფიკური ანტისხეულების წარმოქმნას. ყოველი ანტიგენის საპასუხოდ შესაბამისი სახის ანტისხეული წარმოიქმნება – ანტისხეული ანტიგენს შეიცნობს გეომეტრიული შესაბამისობის პრინციპით (კონკრეტული ფორმის ანტისხეული „ცნობს“ შესაბამისი ფორმის ანტიგენს) და უკავშირდება მას (სურ. 2.1.23). შედეგად, ანტისხეულები ანადგურებენ უცხო უჯრედებსა და მიკრობებს ან ასუსტებენ მათ ისე, რომ ადვილად ერევიან ფაგოციტები (სურ. 2.1.24).

სურ. 2.1.23.



ლიმფოციტების დამცველობითი მოქმედების მექანიზმი



მეცნიერების შეფასებით, ადამიანს შეუძლია 1000000-მდე სახეობის ანტისხეულის წარმოქმნა – ეს საკმარისია უამრავი პათოგენისა და „უცხო“ ნივთიერების ამოსაცნობად.

სურ. 2.1.24.

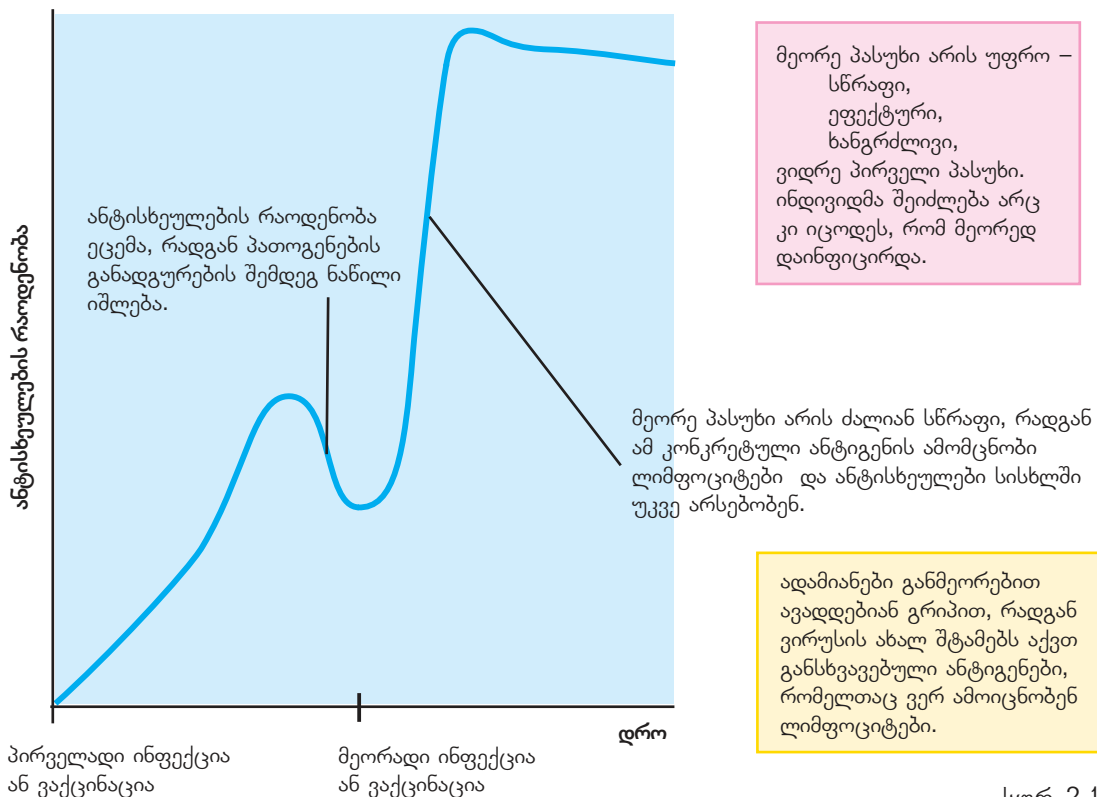
T – ლიმფოციტები პოულობენ დაავადების გამომწვევ მიკრობებს ან სხვა უცხო უჯრედებს, უკავშირდებიან ანტიგენს გეომეტრიული შესაბამისობით, რის შემდეგაც გამოყოფენ ბიოლოგიურად აქტიურ ისეთ ნივთიერებას, რომელიც ანადგურებს ამ მიკრობებს.

ლიმფოციტები დიდი რაოდენობითაა ლიმფაშიც. ლიმფური ძარღვების გზაზე განლაგებულია ლიმფური კვანძები. ლიმფურ კვანძებში არის სპეციალური იმუნური უჯრედები, რომლებიც შთანთქავენ და მოინელებენ მიკროორგანიზმებს. **ელენთა** ლიმფური სისტემის უდიდესი ორგანოა. მისი ძირითადი ფუნქციაა ლიმფის გაფილტვრა პათოგენური მიკრობებისგან. ეს ორგანო შეიცავს ბევრ ლიმფოციტსა და ლეიკოციტების სხვა სახეობებს. ელენთაში ხდება ზოგიერთი სახეობის ლიმფოციტის ჩამოყალიბება. ამიტომ ლიმფური სისტემა იმუნური სისტემის მნიშვნელოვანი ნაწილია.

ნი ნაწილია.

ზოგიერთი ინფექციური დაავადების გადატანის შემდეგ ადამიანი აღარ ავადდება ამ ინფექციით, ანდა იოლ ფორმებში გადაიტანს მას. რატომ ხდება ასე? ინფექციის გამომწვევი პათოგენის ორგანიზმში შეჭრის შემდეგ იგი მრავლდება, გამოყოფს ტოქსიკურ ნივთიერებებს, რაც ორგანიზმში გარკვეული სიმპტომებით გამოიხატება. თანდათან ორგანიზმი იწყებს გამოჯანმრთელებას, რადგან პათოგენის საწინააღმდეგოდ ადამიანი გამოიმუშავებს სპეციფიკურ ანტისხეულებსა და ლიმფოციტებს; მათთან ერთად იმუნური სისტემის სხვა კომპონენტების მოქმედებით ორგანიზმი ანადგურებს ამ მიკრობებს და გამოჯანმრთელდება. ამის შემდეგ ეს სპეციფიკური ანტისხეულები და ლიმფოციტები დიდხანს (რამდენიმე თვიდან რამდენიმე წლამდე) რჩება სისხლში. იმავე პათოგენის ორგანიზმში კვლავ შეჭრის შემთხვევაში იმუნური სისტემა უკვე

იმუნიტეტის გამომუშავებისა და მისი მოქმედების მექანიზმი



სურ. 2.1.25.

ცხრილი 2.1.2.

იმუნიტეტი

ბუნებრივი		ხელოვნური	
თანდაყოლილი: ყველა ადამიანს აქვს ბუნებრივი თანდაყოლილი იმუნიტეტი ცხოველების-თვის დამახასიათებელი ზოგიერთი ინფექციური დაავადების მიმართ. მაგალითად, ადამიანი არ ავადდება ძალღრღნისა და ჭირით.	დაავადების შედეგად შეძენილი: გადატანილი ინფექციური დაავადების (მაგ., წითელა, ჩუტყვავილა) მიმართ ადამიანები იძენენ იმუნიტეტს.	ვაქცინაციის შედეგად შეძენილი: ორგანიზმში შეჰყავთ დასუსტებული მიკრობი ან მისი შხამი მცირე დოზით, რის საპასუხოდ ორგანიზმში სპეციფიკური ლიმფოციტები და ანტისხეულები გამომუშავდება.	სამკურნალო შრატის შეყვანის შედეგად შეძენილი: როდესაც ადამიანი რომელიმე ინფექციით არის დაავადებული, ორგანიზმში შეჰყავთ სამკურნალო შრატი, რომელიც ამ მიკრობის საწინააღმდეგო მზა ანტისხეულებს შეიცავს. ეს ანტისხეულები (მაგ., გაშუშების საწინააღმდეგო ანტისხეულები) სისხლში რამდენიმე წელი რჩება.

ალარ აძლევს მას გამრავლების საშუალებას და ადამიანი ალარ ავადდება, ე.ი. ორგანიზმს გამოუმუშავდება იმუნიტეტი ამ ინფექციური დაავადების მიმართ (სურ. 2.1.25). არსებობს იმუნიტეტის რამდენიმე სახე, რომელიც ცხრილშია წარმოდგენილი (იხ. ცხრ. 2.1.2).

იმუნიტეტი შეიძლება იყოს პასიური ან აქტიური. **პასიურია იმუნიტეტი**, თუ ორგანიზმში ხვდება მზა ანტისხეულები და ამის შედეგად გამომუშავდება იგი, **აქტიური იმუნიტეტის**

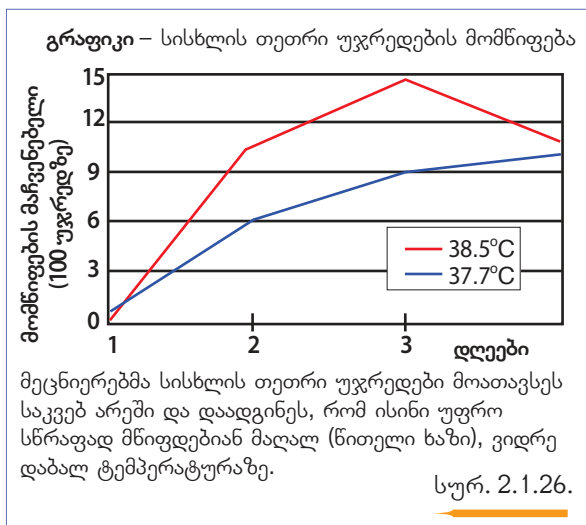
დროს კი თვით ორგანიზმში გამოიმუშავებს ანტისხეულებს. **B – ლიმფოციტები** მონაწილეობენ იმუნიტეტის ერთ-ერთ სახეობაში, რომელსაც **ჰუმორული იმუნიტეტი** ეწოდება. ჰუმორული იმიტომ, რომ უჯრედები ანტისხეულს სისხლში გამოყოფენ და ვრცელდება მთელ ორგანიზმში. **T – ლიმფოციტები** კი **უჯრედულ იმუნიტეტში** მონაწილეობენ, ე.ი. უჯრედები უშუალო კონტაქტში შედიან მიკრობებთან და ასე ანადგურებენ მათ.

უჯრედულ იმუნიტეტს მიეკუთვნება აგრეთვე ფაგოციტების მოქმედებაც.

იმუნური სისტემის რეაქცია ანტიგენებზე მრავალფეროვანია. რეაქცია შეიძლება იყოს **სპეციფიკური** (სპეციფიკური ლიმფოციტებისა და ანტისხეულების წარმოქმნა) და **არასპეციფიკური**. ეს უკანასკნელი ერთნაირია ყველა ანტიგენზე. არასპეციფიკური იმუნური რეაქციის მაგალითებია ანთება და ცხელება. **ანთებას** ახასიათებს დაზიანებული ადგილის

შესიება, შენითლება, ტკივილი და ამ ადგილზე ტემპერატურის მომატება. ანთებას იწვევს ორგანიზმში პათოგენის მოხვედრა ან ქსოვილების დაზიანება. მაგალითად, თუ მუხლზე კანი გაიჩხაპნა, ეს ადგილი განითლდება და შესივდება. ეს იმიტომ, რომ დაზიანებული ადგილის მიდამოებში კაპილარები ფართოვდება, ბევრი სისხლი მიემართება და ორგანიზმი ცდილობს მასში პათოგენის შეჭრის თავიდან აცილებას.

ცხელება – ეს არის რეაქცია, რომელიც მთელ ორგანიზმს ეხება. დაახლოებით $37,7^{\circ}\text{C}$, ასტიმულირებს ინტერფერონების გამომუშავებას, რომლებიც ხელს უშლიან ვირუსების გამრავლებას. დაბალი სიცხე ასევე ზრდის ლეიკოციტების აქტივობას მათი მომნიშვნის სიჩქარის გაზრდით, როგორც ნაჩვენებია სურათ 2.1.26-ზე. ბევრი მომნიშვნელოვანი ლეიკოციტის არსებობა მნიშვნელოვანია, რადგან მხოლოდ მომნიშვნელოვან ლეიკოციტებს შეუძლიათ პათოგენების განადგურება. რაც უფრო ბევრია მომნიშვნელოვანი ლეიკოციტი, მით უფრო სწრაფად შეებრძოლება ორგანიზმი ინფექციას.



1. რა ქმნის ადამიანის იმუნურ სისტემას?
2. რა პრინციპით ამოიცნობენ და უკავშირდებიან ლიმფოციტები და ანტისხეულები ანტიგენებს?
3. დაასახელე ბუნებრივი და ხელოვნური იმუნიტეტის მაგალითები.
4. რა განსხვავებაა პასიურ და აქტიურ იმუნიტეტს შორის? მოიყვანე პასიური და აქტიური იმუნიტეტის მაგალითები.
5. რა მსგავსება-განსხვავებაა ჰუმორულ და უჯრედულ იმუნიტეტს შორის?
6. რა მიეკუთვნება უჯრედულ იმუნიტეტს?
7. როგორ შეიძლება დაზარალებული იმუნური სისტემა, თუ განიცადა მუტაცია გენმა, რომელიც პასუხისმგებელია ინტერფერონის სინთეზზე?
8. მოკლედ აღწერე, ვაქცინაციით როგორ შეიძლება ზოგიერთი ინფექციური დაავადების თავიდან აცილება.
9. თუ ვაქცინა არასაკმარისია, რატომ არის რეკომენდირებული, რომ პირველ რიგში აიცრას ხანდაზმული ადამიანები და ბავშვები?
10. შიდს-ით (შეძენილი იმუნოდეფიციტური სინდრომი) დაავადებულ ადამიანს რატომ არ შესწევს უნარი გაუმკლავდეს ნებისმიერ ინფექციურ დაავადებას, რომელიც, ჩვეულებრივ, დიდ ზიანს არ აყენებს ადამიანებს?
11. რატომ არის იმუნური პასუხი ვაქცინაციის შემდეგ უფრო სწრაფი, ვიდრე პასუხი პათოგენის პირველადი შეჭრისას?
12. რატომ არის სასარგებლო ადამიანისთვის საჭიროების შემთხვევაში სისხლი ან ქსოვილები მიიღოს ნათესავისგან, ვიდრე არანათესავი დონორისგან?
13. რა განსხვავებაა სპეციფიკურ და არასპეციფიკურ იმუნურ პასუხს შორის?
14. ანთება როგორ ეხმარება იმუნურ სისტემას პათოგენებთან ბრძოლაში?
15. ცხელება როგორ ეხმარება იმუნურ სისტემას პათოგენებთან ბრძოლაში?

2.1.4.3. პათოგენებთან ბრძოლის სხვადასხვა მეთოდი

მეცნიერებმა ინფექციური დაავადებების გავრცელების საკონტროლოდ სხვადასხვა მეთოდი შეიმუშავეს. სანჰიგიენური საშუალებები, მედიკამენტები და ვაქცინები – ეს არის ტექნოლოგიები, რომლებიც ხელს უწყობენ დაავადების თავიდან აცილებას ან ინფიცირებული ადამიანების მკურნალობას.

რადგან ჩვენს ირგვლივ პათოგენები ყველგანაა, ამიტომ დაინფიცირების პრევენციის მნიშვნელოვანი საშუალებაა გარემოს სისუფთავე. გარემოში არსებულ პათოგენების წინააღმდეგ იყენებენ ანტისეპტიკურ საშუალებებს. ანტისეპტიკებია ქიმიური ჰიგიენური საშუალებები, საპონი, ძმარი, სპირტი. მაგალითად, სამედიცინო სპირტი აზიანებს უჯრედულ მემბრანას, რაც პათოგენის სიკვდილს იწვევს. ანტისეპტიკები არ არის სპეციფიკური მოქმედების, რაც იმას ნიშნავს, რომ მათ შეუძლიათ მრავალი სხვადასხვა ტიპის პათოგენის მოკვლა.

დღეს უკვე მრავალი ინფექციური დაავადების საწინააღმდეგო ვაქცინაა შექმნილი. ვაქცინაცია არ კურნავს ავადმყოფს, რადგან ვაქცინაცია საშუალებას აძლევს ადამიანს გამოიმუშაოს სპეციფიკური ლიმფოციტები და ანტისხეულები, შედეგად, შეიძინოს იმუნიტეტი დაავადების წინააღმდეგ. ვაქცინაცია დაინფიცირებისა და ინფექციის გავრცელების პრევენციის ეფექტური საშუალებაა. ვაქცინაცია ხელოვნურად წარმოქმნის შეძენილ იმუნიტეტს. **ვაქცინა** შეიცავს პათოგენის ანტიგენს. არსებობს ვაქცინების ოთხი ძირითადი ტიპი:

დი ტიპი:

- ზოგიერთი ვაქცინა შეიცავს მკვდარ ბაქტერიებს ან ვრუსებს.
- ვაქცინა შეიცავს სუსტ ცოცხალ პათოგენებს.
- ვაქცინა შეიცავს პათოგენის მხოლოდ ანტიგენს, მაგალითად, ვაქცინა შეიცავს ვირუსის ცილოვან გარსს და არა მის გენეტიკურ მასალას.
- ვაქცინა შეიცავს ინაქტივირებულ ბაქტერიულ ტოქსინებს, რომლებსაც ბაქტერია გამოყოფს და იწვევს ადამიანის დაავადებას.

ინფიცირებულ ადამიანებს მკურნალობენ მედიკამენტებით. მაგალითად, ბაქტერიული ინფექციის სამკურნალოდ იყენებენ ანტიბიოტიკებს, რომლებიც ხელს უშლიან ბაქტერიების გამრავლებას. სხვადასხვა ანტიბიოტიკი განსხვავებულად მოქმედებს. მაგალითად, პენიცილინი ხელს უშლის ბაქტერიებში უჯრედული კედლის წარმოქმნას. ანტიბიოტიკების სამკურნალოდ გამოყენება შეიძლება, რადგან ცხოველურ უჯრედს არ აქვს უჯრედის კედელი და მას ვერ აზიანებს. როგორც უკვე იცით, გადაჭარბებულად ანტიბიოტიკების გამოყენებამ გამოიწვია ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების შტამების წარმოქმნა. ამიტომ დღეს ბაქტერიული ინფექციის სამკურნალოდ ეფექტურად იყენებენ ფაგოთერაპიას (იხ. რუბრიკა – „მეცნიერება პრაქტიკაში“). ანტიბიოტიკი არ მოქმედებს ვირუსულ ინფექციებზე.



1923 წლიდან თბილისში ფუნქციონირებს გიორგი ელიავას სახელობის ბაქტერიოფაგის, მიკრობიოლოგიისა და ვირუსოლოგიის ინსტიტუტი. ამ ინსტიტუტის ლაბორატორიებში მიკრობიოლოგებს გამოჰყავთ ბაქტერიოფაგები ბაქტერიული დაავადებების სამკურნალოდ. მკურნალობის ამ მეთოდს **ფაგოთერაპია** ეწოდება. ფაგოთერაპია არის ბაქტერიული დაავადებების ეფექტური მკურნალობის საშუალება, რადგან – 1) ანტიბიოტიკების აქტიურად გამოყენებამ გამოიწვია ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების სახეობების გაჩენა, 2) გამოიყენება კონკრეტული დაავადების გამომწვევი ბაქტერიის გასანადგურებლად, რომლის დროსაც არ ზიანდება ადამიანის ნაწლავებში მცხოვრები სასარგებლო მიკროფლორა. რასაკვირველია, ფაგოთერაპია ყოველთვის ვერ ჩაანაცვლებს ანტიბიოტიკებს, მაგრამ ბაქტერიული ინფექციების დიდი ნაწილის მკურნალობა ფაგებით ან ფაგებისა და ანტიბიოტიკების კომბინაციით ეფექტურია.



მონაცემების ანალიზი

მეცნიერები ბაქტერიული ინფექციით დაავადებულ 50 თავგზე ამონებენ სამ ანტიბიოტიკს – A, B და C. მათი ექსპერიმენტის შედეგები ნაჩვენებია ქვემოთ მოცემულ მონაცემების ცხრილში. შედეგების გაანალიზების საფუძველზე მეცნიერებმა დაასკვნეს, რომ მათ სჭირდებათ მეტი ტესტირების ჩატარება C ანტიბიოტიკზე. ასენი, რატომ?

ანტიბიოტიკებზე ტესტირების დაყენება			
ანტიბიოტიკი	A	B	C
ინფიცირებული თავგების რაოდენობა	30	15	15
ეფექტურობის პროცენტი	83	25	100



1. ასენი, რატომ არ მოქმედებს ანტიბიოტიკი ვირუსებზე?
2. ასენი, ანტიბიოტიკი რატომ არ აზიანებს პაციენტის უჯრედებს?
3. ექიმებს ურჩევენ ანტიბიოტიკების გამოყენების შემცირებას. ასენი, რატომ?
4. უყურე ანიმაციურ ფილმს „რატომ აღარ გვეხმარებიან ანტიბიოტიკები?“ – <https://www.youtube.com/watch?v=Ve7AinE5YCY&t=53s>, გაეცანი რუბრიკაში „მეცნიერება პრაქტიკაში“ მოცემულ ინფორმაციას და უპასუხე კითხვებს: 1) რა დადებითი შედეგები მოჰყვა ანტიბიოტიკების აღმოჩენას? 2) რა უარყოფითი შედეგი გამოიწვია ანტიბიოტიკების ფართოდ და უკონტროლოდ გამოყენებამ? 3) რას ნიშნავს ფაგოთერაპია? 4) ასენი, ფაგებს რატომ იყენებენ ბაქტერიული დაავადებების სამკურნალოდ; 5) რაში მდგომარეობს ფაგოთერაპიის უპირატესობა ანტიბიოტიკებით მკურნალობასთან შედარებით?

2.1.4.4. იმუნური სისტემის დარღვევები

ზედმეტად აქტიურმა იმუნურმა სისტემამ და მისმა გადაჭარბებულმა რეაქციამ შეიძლება ადამიანის ჯანმრთელობა დააზიანოს, განვითარდეს ალერგიული და აუტოიმუნური დაავადებები.

ალერგია არის გადაჭარბებული რეაქცია, რომლის დროსაც იმუნური სისტემა რეაგირებს უვნებელ ანტიგენებზე. ალერგია არის გადაჭარბებული მგრძნობელობა ჩვეულებრივი უვნებელი ანტიგენის მიმართ. როდესაც ვინმეს აქვს ალერგია, იმუნური სისტემა გამოიმუშავებს ანტისხეულებს ალერგენის საპასუხოდ. **ალერგენები** არის ანტიგენები, რომლებიც იწვევენ ალერგიულ რეაქციას. როდესაც ალერგენი ხვდება ორგანიზმში, ლეიკოციტების ზოგიერთი სახეობა გამოყოფს ჰისტამინს. ჰისტამინი არის ნივთიერება, რომელიც ანთებას იწვევს. როდესაც ჰისტამინი გამოიყოფა პათოგენის საპასუხოდ, ანთება ხელს უწყობს ინფექციის წინააღმდეგ ბრძოლას. როდესაც ანთება ვითარდება ალერგე-

ნის საპასუხოდ, ანთება არასაჭიროა, რადგან მას სარგებლობა არ მოაქვს ორგანიზმისთვის.

მძიმე ალერგიული რეაქციის შედეგად ადამიანს შეიძლება განუვითარდეს **ანაფილაქსია**. ანაფილაქსია ვითარდება მაშინ, როდესაც იმუნური სისტემა ქარბად გამოყოფს ჰისტამინს. ანაფილაქსიის პირველი სიმპტომებია მკვეთრი ადგილობრივი რეაქცია, ქავილი, სუნთქვის გაძნელება, გამოხატული სიფერმკრთაღე, არტერიული წნევის ვარდნა. ანაფილაქსიური შოკი, შესაძლოა, ფატალურადაც დასრულდეს. ამ დროს ხდება გლუვი კუნთების სპაზმი და სასუნთქი გზების შევიწროება, სისხლძარღვების გაფართოება და მათი მომატებული განვლადობა – სულ რაღაც 10 წუთის განმავლობაში მიმოქცევაში მყოფი სისხლის 50% შეიძლება სისხლძარღვებიდან გამოვიდეს. მხოლოდ დროულ და კვალიფიციურ ჩარევას შეუძლია პაციენტის გადარჩენა.

მეცნიერებმა და ექიმებმა არ იციან, რატომ

აქვს ალერგია ზოგიერთ ადამიანს, ზოგს კი არა. კვლევების საფუძველზე მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ ზოგიერთი ალერგია გამო-

წვეულია გარკვეული ტიპის ანტისხეულების ჭარბი რაოდენობით, რომელსაც ადამიანის გენეტიკური სტრუქტურა განსაზღვრავს.



ანაფილაქსიის პირველი დოკუმენტურად დადასტურებული შემთხვევა ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 2641 წელს მომხდარა, როცა კრაზანის თითქოსდა უწყინარ ნაკბენს თვით ეგვიპტის მეფე მენესი შეუწირავს. თუმცა ეს, რა თქმა უნდა, უცნაურ შემთხვევითობას მიაწერეს და ამ მოვლენისთვის არც სახელის დარქმევა უფიქრიათ.

ტერმინი „ანაფილაქსია“ ფრანგმა ფიზიოლოგმა შარლ რიშემ შემოიღო, რომელმაც 1913 წელს ანაფილაქსიის გამოკვლევისთვის ფიზიოლოგიასა და მედიცინაში ნობელის პრემია მიიღო. როგორც ხშირად ხდება ხოლმე, სრულიად შემთხვევით დაინტერესდა ამ საკითხის კვლევით – 1902 წელს რიშე საკუთარი იახტით დასდევდა და იჭერდა ზღვის ღრუბლებსა და მოლუსკებს, მათგან მიღებულ ნივთიერებებს კი ლაბორატორიულ ცხოველებს უშხაპუნებდა. როდესაც ეს ნივთიერებები ხელმეორედ შეუშხაპუნა ძაღლებს, ისინი კინალამ ამ ექსპერიმენტს გადაჰყვნენ: მათ კრუნჩხვები დაეწყოთ და სუნთქვა უჭირდათ.

ალერგენები მრავალფეროვანია, მაგალითად, **საკვები ალერგენები**. ნებისმიერმა საკვებმა შეიძლება გამოიწვიოს ალერგია, მაგრამ ყველაზე გავრცელებული საკვები ალერგენებია რძე, კვერცხი, არაქისი და თხილი, სოიო, ხორბალი, თევზი და მოლუსკები. **ჰაერ-წვეთოვანი ალერგენები** ჰაერში ვრცელდება და ადამიანის ორგანიზმში ხვდება ჩასუნთქვის დროს. ზოგჯერ საუბრობენ ალერგიის სეზონზე, რომელიც დაკავშირებულია, მაგალითად, მცენარეების ყვავილობასთან. ჰაერში ვრცელდება მცენარეების მტვრის მარცვლები, რომელთა ჩასუნთქვა ალერგიულ რეაქციას (ცემინება, თვალების აცრემლება, შეშუპება) იწვევს. ზოგიერთ ადამიანს ალერგია აქვს შინაური ცხოველების (კატა, ძაღლი) ქერტლზე, რომელიც ცხოველების ბენჯის წვრილი ნაწილაკებისგან შედგება. ზოგჯერ ალერგიას იწვევს მტვრის ტიპები. ჰაერ-წვეთოვანმა ალერგენებმა შეიძლება გამოიწვიოს ასთმა. **ქიმიურ ალერგენებს** მიეკუთვნება ლითონები, რომლებიც კონტაქტშია კანთან ან სისხლში ხვდებიან ინიექციის ან საჭმლის მომწელებელი სისტემის გზით. როდესაც ლითონის გარკვეული ტიპი დიდხანს ეხება კანზე, ადამიანებს კანზე უჩნდებათ გამონაყარი. ადამიანთა დიდი ნაწილი ალერგიულია ნიკელის მიმართ, რომელიც ხშირად გვხვდება სამკაულებში. სხვა ქიმიურმა ნივთიერებებ-

მა, მაგალითად, ფუტკრის შხამმა ან ისეთმა მედიკამენტებმა, როგორიცაა სხვადასხვა ტიპის ანტიბიოტიკი, შეიძლება გამოიწვიოს ალერგიული რეაქციები.

აუტოიმუნური დაავადებების დროს, სისხლის თეთრი უჯრედები თავს ესხმიან საკუთარი სხეულის ნორმალურ უჯრედებს. ჩვეულებრივ, იმუნური სისტემა თავს ესხმის მხოლოდ პათოგენებს, უცხო უჯრედებსა და ნივთიერებებს, გენეტიკურად შეცვლილ საკუთარ უჯრედებს. აუტოიმუნური დაავადებების დროს ორგანიზმი საკუთარ უჯრედებს ისე ექცევა, თითქოს ისინი უცხო იყოს. მაგალითად, ტიპი 1 დიაბეტის დროს, იმუნური სისტემა ანადგურებს პანკრეასის უჯრედებს. შედეგად, პანკრეასი ნაკლებ ინსულინს გამოიმუშავებს. არსებობს 60-ზე მეტი სხვა აუტოიმუნური დაავადება. ზოგიერთი ყველაზე გავრცელებული ალნერილია ცხრილში 2.1.3.

მეცნიერებმა არ იციან, რატომ უვითარდება ზოგიერთ ადამიანს აუტოიმუნური დაავადებები. კვლევები აჩვენებს, რომ შესაძლოა აუტოიმუნური დაავადების განვითარებას გენეტიკური საფუძველი ჰქონდეს. ამჟამად, ექიმებს არ შეუძლიათ აუტოიმუნური დაავადებების განკურნება, მაგრამ მათ შეუძლიათ უზრუნველყონ მკურნალობა, რომელიც ამცირებს დაავადების გამოვლენის ეფექტს.

ცხრილი 2.1.3. გავრცელებული აუტოიმუნური დაავადებები		
აუტოიმუნური დაავადება	დაზიანებული ორგანოთა სისტემა	იმუნური სისტემის მოქმედება
რევმატოიდული ართრიტი	საყრდენ-მამოძრავებელი	აზიანებს ქსოვილებს, რომლითაც გამოფენილია სახსრები და ძნელდება მოძრაობა
დიაბეტის ტიპი 1	ენდოკრინული, საჭმლის მომნელებელი	მოქმედებს პანკრეასზე და აფერხებს ინსულინის გამოყოფას
ჰაშიმოტოს თირეოიდიტი	ენდოკრინული	მოქმედებს ფარისებრ ჯირკვალზე, შედეგად, ნარმოქმნის ნაკლებ ჰორმონებს
გაფანტული სკლეროზი	ნერვული	იშლება მიელების გარსი, ირღვევა ნერვული კავშირები
გრეივისის დაავადება	ენდოკრინული	ასტიმულირებს ფარისებრ ჯირკვალს, რის შედეგადაც ის ნარმოქმნის მეტ ჰორმონს



1. რაში გამოიხატება იმუნური სისტემის გადაჭარბებული რეაქცია?
2. რას ნიშნავს ალერგია?
3. რა პირობებში ეწოდება ანტიგენს ალერგენი?
4. ზოგიერთ ალერგიას მკურნალობენ ანტიჰისტამინური საშუალებებით. როგორ ფიქრობ, როგორ მოქმედებს ანტიჰისტამინები?
5. სამკაულის შერჩევის დროს რატომ უნდა მივაქციოთ ყურადღება, ნიკელს შეიცავს თუ არა?
6. ანტიბიოტიკის დანიშვნამდე პაციენტს რატომ უნდა გაუკეთდეს სინჯი – კონკრეტულ ანტიბიოტიკზე მგრძნობელობის შემოწმება?
7. როგორ არღვევს აუტოიმუნური დაავადებები სხვა ორგანოთა სისტემებს?
8. ფუტკრის ნაკენი შეიძლება სასიკვდილო იყოს მათზე ალერგიის მქონე ადამიანებისთვის, მაგრამ ადამიანთა უმრავლესობაში ფუტკრის ნაკენი უბრალოდ ტკივილს აყენებს და აფრთხილებს, თავი დაანებოს მწერს. რამდენად სასარგებლოა ნაკენის ტკივილი ფუტკრის სახეობების გადარჩენისთვის?



კოგნიტური სქემის შექმნა

შეარჩიე მიკროორგანიზმების სხვადასხვა ჯგუფის წარმომადგენლები და მათი შედარებისთვის კრიტერიუმები, შექმენი ცხრილი, რომლის საშუალებითაც წარმოადგენ ამ მიკროორგანიზმებს შორის მსგავსება-განსხვავებას აგებულების, სასიცოცხლო თვისებების (კვების, სუნთქვის, მოძრაობის, გამრავლების), საარსებო გარემოს მიხედვით.

კოგნიტური სქემის პრეზენტაციისას საზგასმით წარმოაჩინე:

- აგებულების რა თავისებურებით ხასიათდება ვირუსი?
- რა განსხვავებაა ბაქტერიებისა და პროტისტების აგებულებას შორის?
- რა განსხვავებაა წყალმცენარეებისა და პროტოზოების აგებულებას შორის?
- კვების რა ტიპი გვხვდება ბაქტერიებში?
- რა განსხვავებაა წყალმცენარეებისა და პროტოზოების კვებას შორის?
- რას ნიშნავს აერობული და ანაერობული სუნთქვა?
- მოძრაობის რა საშუალებები აქვთ ბაქტერიებსა და პროტისტებს?
- რა განსხვავებაა წყალმცენარეებსა და მცენარეებს შორის?
- გამრავლებისთვის რატომ სჭირდება ვირუსს მასპინძელი უჯრედი?
- რა განსხვავებაა ბაქტერიებისა და პროტისტების უსქესო გამრავლებას შორის?



საინფორმაციო ბუკლეტის მომზადება

სურვილის მიხედვით შეარჩიე რომელიმე ინფექციური დაავადება (სასურველია ეს იყოს ჩვენს ქვეყანაში, ან შენს რეგიონში, რაიონში ან ქალაქში უფრო გავრცელებული ინფექციური დაავადება), საინფორმაციო ბუკლეტში ასახე ამ ინფექციის გამომწვევი პათოგენი, დაავადების გავრცელებისა და პრევენციის გზები.

საინფორმაციო ბუკლეტის პრეზენტაციისას საზოგადოებრივ წარმოჩენზე:

- რომელი მიკროორგანიზმები იწვევენ ინფექციურ დაავადებებს?
- როგორ განსხვავდება სხვადასხვა მიკროორგანიზმი მასპინძელ ორგანიზმზე ზემოქმედების მიხედვით და როგორ უკავშირდება ეს განსხვავება მიკროორგანიზმის აგებულების თავისებურებას?
- რა გზებით ვრცელდებიან პათოგენები?
- რა ჰქმნის იმუნურ სისტემას?
- იმუნიტეტის რა ფორმებს არჩევენ და რა განსხვავებაა მათ შორის?
- ინფექციური დაავადებების პრევენციის რა ღონისძიებების ჩატარება შეიძლება?



სოცოლოგიური კვლევა

პროექტი

თემა – ვირუსიდან ადამიანამდე

ქვეთემა – ორგანიზმთა სხვადასხვა ჯგუფები

საკითხი: მიკროორგანიზმები

ქვესაკითხი: დაავადების გამომწვევი მიკროორგანიზმები

პროექტის სახელწოდება	სკოლისა და/ან მიკრორაიონის საზოგადოების ვაქცინაციისადმი დამოკიდებულების კვლევა		
პროექტის ეტაპები			
პრობლემის ანალიზი/რატომ გადაწყვიტე ამ საკითხზე პროექტის განხორციელება?			
პროექტის მიზანი	საზოგადოებაში ვაქცინაციისადმი დამოკიდებულების კვლევა და მათი ინფორმირება ვაქცინებისა და ვაქცინაციის მნიშვნელობის შესახებ.		
პროექტის ამოცანები	• სოციოლოგიური კვლევა - საზოგადოებაში ვაქცინაციისადმი დამოკიდებულების კვლევა; • ვაქცინებისა და ვაქცინაციის მნიშვნელობის შესახებ საინფორმაციო ბუკლეტის მომზადება და საზოგადოებაში გავრცელება.		
აქტივობები	• კითხვარის მომზადება საზოგადოების გამოკითხვისთვის (შენიშვნა: კითხვარი ისე უნდა იყოს შედგენილი, რომ შესაძლებელი იყოს ინფორმაციის მიღება იმის შესახებ თუ რა იციან ინფექციური დაავადებების პრევენციის გზების, ვაქცინებისა და ვაქცინაციის შესახებ, ჩატარებული აქვთ თუ არა აცრები, საჭიროდ თვლიან თუ არა ვაქცინაციის ჩატარებას და რატომ); • რესპოდენტების შერჩევა და გამოკითხვის ჩატარება; • მოპოვებული ინფორმაციის აღრიცხვა, ანალიზი და დასკვნის გამოტანა; • კვლევის ანგარიშის მომზადება • საინფორმაციო ბუკლეტების მომზადება ვაქცინაციის ჩატარების მნიშვნელობის შესახებ; პროექტის განხორციელების შესახებ საპრეზენტაციო მასალის მომზადება და სკოლის საზოგადოებისთვის წარდგენა.		
საჭირო რესურსები	კომპიუტერი, თაბახის ფურცლები.		
სამოქმედო გეგმა	აქტივობა	აქტივობისათვის საჭირო დრო	პასუხისმგებელი პირი
	✗	✗	✗

2.1.5. სოკოები



ყველაზე დიდი და ხნიერი ცოცხალი ორგანიზმი



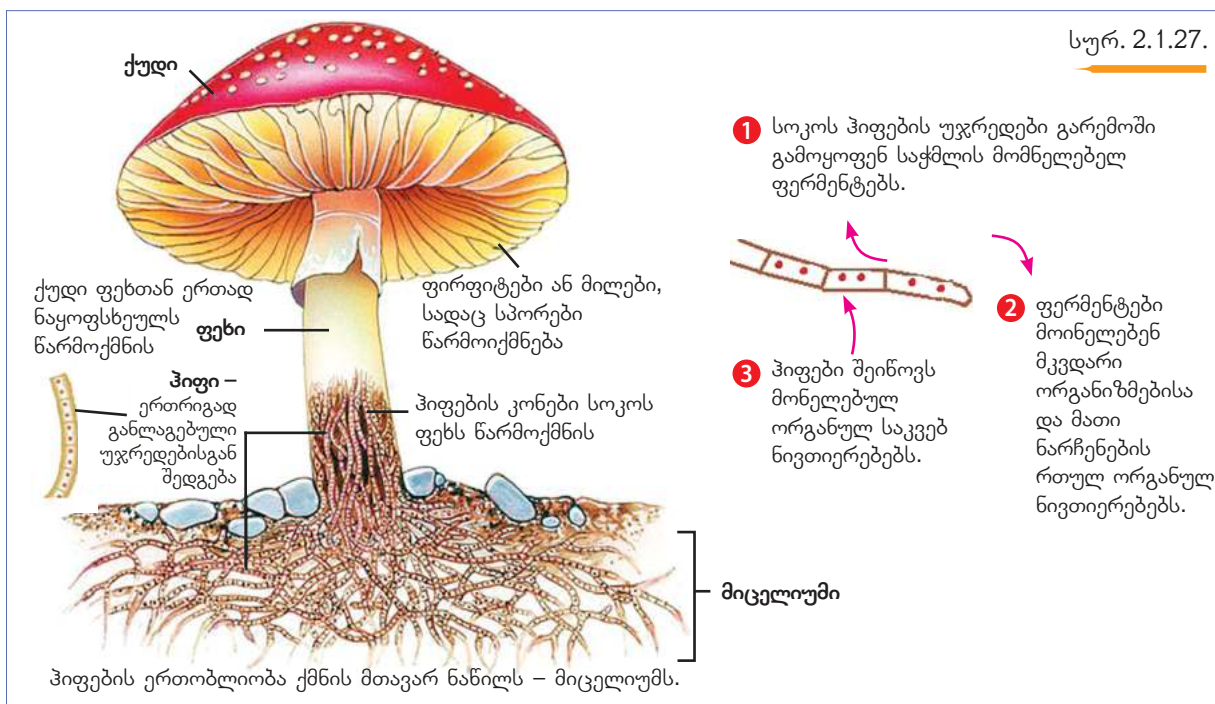
გაეცანი ტექსტში მოცემულ იმფორმაციას და უპასუხე თანდართულ კითხვებს.

როგორ ფიქრობ, დედამიწაზე ყველაზე დიდი ცოცხალი ორგანიზმი რომელია? ლურჯი ვეშაპი თუ გიგანტური წითელი ხე? თუმცა ორივე სახეობის ორგანიზმი დიდია, მაგრამ ისინი პანანინები არიან სურათზე წარმოდგენილ ქუდიან სოკოსთან – *Armillaria ostoyae* – შედარებით, რომელიც იზრდება აშშ-ის ორეგონის შტატის ტერიტორიაზე მდებარე ეროვნულ პარკში. თვლიან, რომ მისი ასაკი, დაახლოებით, 2400 წელია, ხოლო სხეულის მასა რამდენიმე ასეული ტონა. მისი სხეულის დიდი ნაწილი ნიადაგშია და 900 ჰექტრამდე იკავებს. მსოფლიოში სხვა ადგილებშიც არის თითქმის ასეთივე ზომის გიგანტური სოკოები.

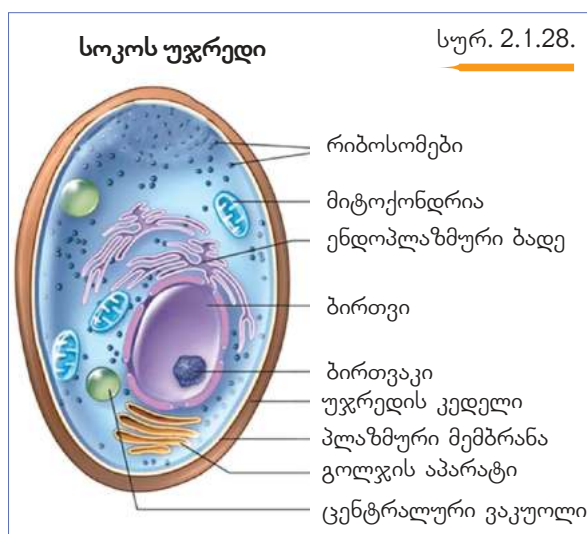
- სოკოს სხეულის რა ნაწილია ნიადაგში განთავსებული და რა ფუნქციაა მასთან დაკავშირებული?
- გარკვეულ პერიოდამდე სოკოები გაერთიანებული იყო მცენარეთა სამეფოში? ახსენი რატომ?
- რა როლს ასრულებენ სოკოები ეკოსისტემაში?
- რა როლს ასრულებენ სოკოები ადამიანის საქმიანობაში?

სოკოები ყველგანაა გავრცელებული – ნიადაგში, წყალში და ჰაერშიც კი, ისინი სახლობენ მცენარეების, ცხოველებისა და ადამიანის ორგანიზმში ან ორგანიზმზე. მეცნიერებს აღწერილი აქვთ სოკოს 70 000-მდე სახეობა, მაგრამ ვარაუდობენ, რომ დედამიწაზე შეიძლება არსებობს 1,5 მილიონზე მეტი სახეობა. სოკოს სამეფოს წევრები შეიძლება შემდეგ ჯგუფებში იყვნენ გაერთიანებული: ერთუჯრედიანი საფუარა სოკოები, ობის სოკოები, ქუდიანი და აბედა სოკოები.

რადგან ჩვენთვის ყველაზე მეტად ნაცნობია ქუდიანი სოკოები, სოკოების აგებულების თავისებურება განვიხილოთ ქუდიანი სოკოს მაგალითზე (სურ. 2.1.27). ქუდიანი სოკო მრავალუჯრედიანია და მისი მთავარი ნაწილია მიცელიუმი. მიცელიუმი ჰიფების მიწისქვეშა ქსელს წარმოადგენს. თბილ და ტენიან გარემოში მიცელიუმი სწრაფად იზრდება და ფარავს დიდ ფართობს. მიცელიუმი მიწის ზემოთ წარმოქმნის ნაყოფსხეულს. ნაყოფსხეული სოკოს რეპროდუქციული სტრუქტურაა.



მეცნიერები სოკოებს დიდხანს განიხილავდნენ მცენარეთა სამეფოში. მცენარეების მსგავსად, სოკოები ხშირად ნიადაგზე იზრდებიან და საკვებ ნივთიერებებს შეიწოვენ; ეწევიან მიმაგრებულ ცხოვრებას; იზრდებიან მთელი სიცოცხლე; ასევე, სოკოს უჯრედს (სურ. 2.1.28) აქვს უჯრედის კედელი, დიდი ზომის ვაკუოლი და ბირთვი. მაგრამ სოკოებს, მცენარეებისგან განსხვავებით, უჯრედში არ აქვს ქლოროპლასტები. ამიტომ ისინი მზა საკვებ ნივთიერებებს იღებენ ცოცხალი ორგანიზმებისგან ან მკვდარი ორგანიზმების ნაშთებისგან. ამრიგად, კვების მიხედვით ყველა სოკო პეტეროტროფია, მათგან ზოგი – პარაზიტი, ზოგი კი – საპროფიტი. მისთვის დამახასიათებელია საჭმლის ორგანიზმგარე მონელება, რადგან მისი პიფები იჭრება საკვების წყაროში და გარემოში გამოყოფენ საჭმლის მომნელებელ ფერმენტებს, შემდეგ კი შეიწოვენ მონელებულ მარტივ ორგანულ ნივთიერებებს. რადგან მიცელიუმი დიდ ფართზე ვრცელდება,



სოკოებს შეუძლიათ დიდი რაოდენობის საკვების მოხმარება. ცხოველური უჯრედის მსგავსად, აქვს უჯრედის ცენტრი, ციტოპლაზმაში სამარაგო ნახშირწყალს გლიკოგენის სახით იგროვებს. ამ თავისებურებებიდან გამომდინარე, სოკოები ცალკე ჯგუფად გამოყვეს.



1. სურათ 2.1.27.-ის მიხედვით აღწერე ქუდიანი სოკოს აგებულება. რა ფუნქციებს ასრულებს მიცელიუმი?
2. კვების რა თავისებურებები ახასიათებს სოკოებს?
3. მცენარეებისა და სოკოების შედარებისთვის შეიმუშავე კრიტერიუმები, დაადგინე მათ შორის მსგავსება-განსხვავება და მონაცემები წარმოადგინე ცხრილის სახით.
4. რით ჰგავს სოკო ცხოველს?

საფუარი სოკოები

საფუარი სოკო ერთუჯრედიანია. მისი საკვები, ძირითადად, შაქარია. თუ გარემოში არის შაქრის შემცველი საკვები, საკმარისი ტენი და ხელსაყრელი ტემპერატურა, საფუარი სწრაფად მრავლდება. ბუნებაში საფუარები გვხვდება ყურძნის, ჟოლოს, მოცხარისა და სხვა კენკრის ზედაპირზე. საფუარი გარემოდან ითვისებს გლუკოზას და მის უჯრედში მიმდინარეობს სპირტული

დუღილის პროცესი ($C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$), რომლის დროსაც წარმოიქმნება ეთილის სპირტი და ნახშირორჟანგი გამოიყოფა ბუშტუკების სახით. თუ კენკრა ნაყოფების წვენს დავდგამთ თბილ ადგილას, საფუარის მოქმედებით წარიმართება დუღილი და წვენიდან ღვინო მიიღება. როდესაც სპირტის კონცენტრაცია 15%-ს მიაღწევს, იგი ანადგურებს საფუარ სოკოებს წვენში.



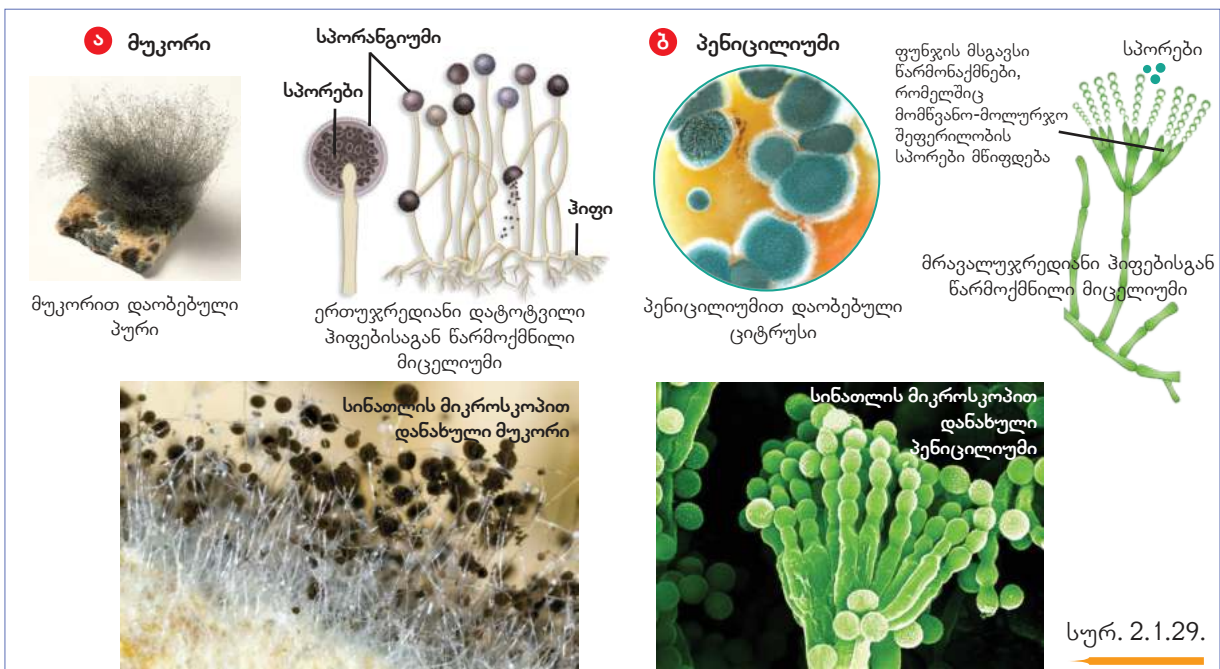
მნიშვნელოვანია საფუარი სოკოს როლი ბიოტექნოლოგიაში. ადამიანი დიდი ხანია, საფუარ სოკოებს იყენებს ალკოჰოლური სასმელებისა და პურის ცხობაში. იგი ერთუჯრედიანი ეუკარიოტია, მის უჯრედს მცენარეული და ცხოველური უჯრედის მსგავსი ბევრი სტრუქტურა აქვს, უფრო მეტიც, საფუარს აქვს ადამიანის ქრომოსომების მსგავსი ქრომოსომული სტრუქტურები, საფუარისა და ადამიანის გენთა ექსპრესიის მექანიზმები მსგავსია. ამ თვისებების გამო საფუარი სოკო მეტად ხელსაყრელი მოდელია ქრომოსომების სტრუქტურის, გენთა რეგულაციის, უჯრედის გაყოფისა და უჯრედული ციკლის კონტროლის შესასწავლად.

ობის სოკოები

ობის სოკოები ნაყოფ-სხეულს არ ივითარებენ, მაგრამ აქვთ მიცელიუმი. კვების მიხედვით არიან საპროფიტები. მრავლდებიან სპორებით. მათი სპორები ყველგანაა, ჩვენს საცხოვრებელ გარემოშიც, რომელსაც ვერ ვამჩნევთ იქამდე, სანამ საკვები პროდუქტები არ დაგვიობდება. ობის სოკოებიდან განვი-

ხილთ პურის თეთრი ობის სოკო – მუკორი და პენიცილიუმი. **მუკორი** ხშირად ჩნდება პურზე, ბოსტნეულსა და ნაკელზე თეთრი ფერის ნაფიფქის სახით, რომელიც მერე შავდება (სურ. 2.1.29.ა). შავ ფერს აძლევს მომწიფებული სპორები.

საკვებ პროდუქტებზე სხვა ობის სოკოებიც



ჩნდება. ერთ-ერთი მათგანია **პენიცილიუმი**. პენიცილიუმი ჩნდება ხილზე, მაგალითად, ციტრუსებზე. ისიც თავიდან თეთრი ფერი-

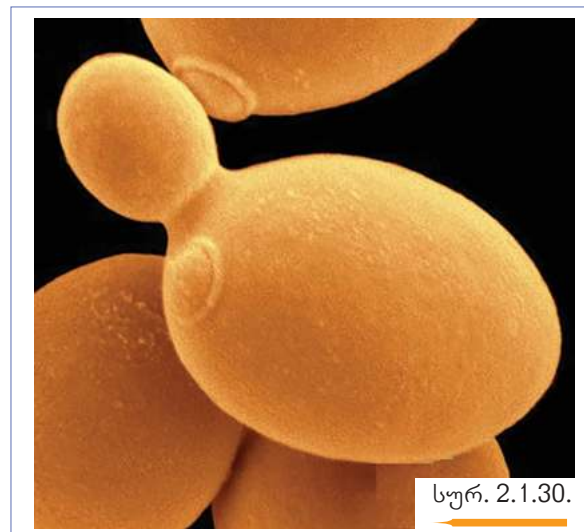
სოკოების გამრავლება

სოკოების დიდი უმრავლესობა მრავლდება როგორც უსქესოდ, ასევე სქესობრივად. მაგალითად, საფუარი სოკოები უსქესოდ მრავლდებიან როგორც უჯრედის მიტოზური გაყოფით, ისე დაკვირტვით. მიტოზური გაყოფის დროს მიიღება გენეტიკურად იდენტური ორი შვილეული უჯრედი. დაკვირტვის დროს მშობლიური უჯრედზე წარმოიქმნება კვირტი (სურ. 2.1.30), რომელიც შეიცავს მშობლიური უჯრედის ბირთვის იდენტურ ბირთვს. როდესაც კვირტი გარკვეულ ზომას აღწევს, იგი მოსცილდება მშობლიურ უჯრედს და დამოუკიდებლად აგრძელებს ფუნქციონირებას. ობის სოკოები ისევე, როგორც მრავალუჯრედიანი სოკოები, უსქესოდ სპორებით მრავლდებიან, ასევე, მიცელიუმის ფრაგმენტაციით. სოკოს სპორები ქარით ან ცხოველებთან კონტაქტით ვრცელდება. სოკოებს სპორების გავრცელების სხვადასხვა საშუალება განუვითარდათ. მაგალითად, სოკოს ერთ-ერთი სახეობის (*Puffballs* მომნიშვნეული ნაყოფსხეული იღებს სფეროს ფორმას, რომელიც სკდება მასთან რაიმეს შეხებით და გამოისვრის სპორების „ღრუბელს“ (სურ. 2.1.31). სოკოები, რომლებიც ნაყოფსხეულს არ ივითარებენ, სპორები წარმოიქმნება სწორმდგომი ჰიფების წვეროებში, ჰაერის ნაკადით ადვილად რომ გავრცელდეს. მაგალითად, სოკო კორდიცეპსი ფეხსახსრიანებს იყენებს სპორების შორს გასავრცელებლად (იხ. გვ. 21).

სოკოების ეკოლოგიური როლი

სოკოების, როგორც რედუცენტების, პათოგენებისა და მუტუალისტების, როლი ეკოსისტემაში უმნიშვნელოვანესია. **საპროფიტი სოკოები**, ბაქტერიებთან ერთად, ნებისმიერ ეკოსისტემაში ძირითადი რედუცენტებია. მათი მიცელიუმის მიერ დიდი ფართის დაკავების გამო საპროფიტი სოკოებს სწრაფად შეუძლიათ ბევრი ნარჩენი ორგანული ნივთიერების დაშლა და მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ბიოელემენტების ბიოგეოქიმიურ

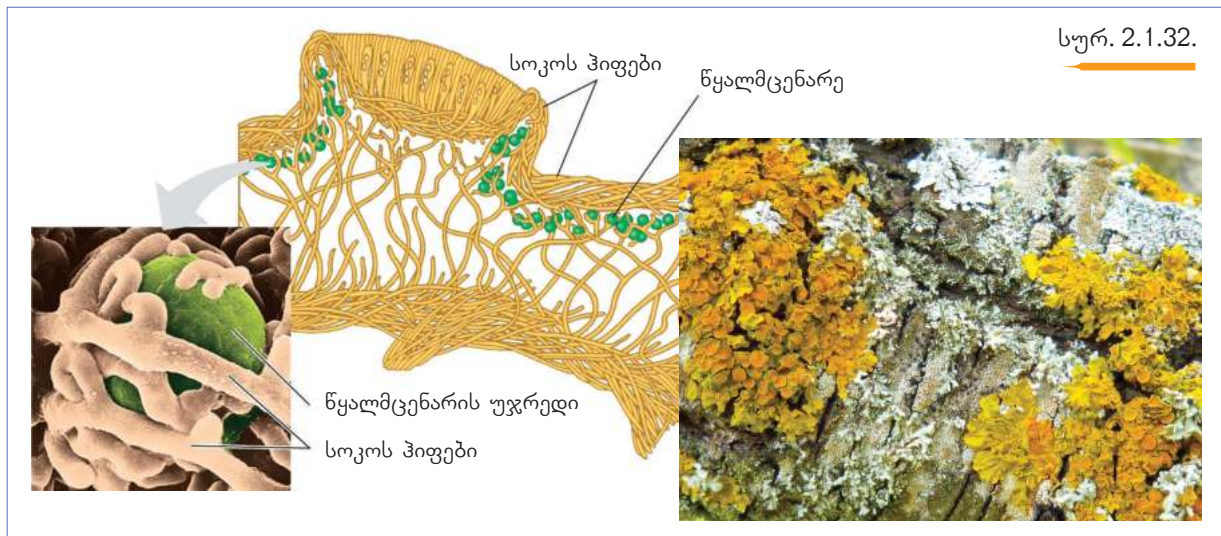
საა, მაგრამ შემდეგ იღებს მომწვანო-მოლურჯო ფერს, რადგან მის მომნიშვნეულ სპორებს ასეთი ფერი აქვს (სურ. 2.1.29.ბ).



ციკლში. თუმცა საპროფიტი სოკოების მოქმედება ყოველთვის სასარგებლო არ არის ადამიანისთვის. სოკოებმა შეიძლება დააბოს საკვები პროდუქტები, დააზიანოს ხეხილი, კულტურულ-ისტორიული მნიშვნელობის ხის შენობა-ნაგებობები და სხვ.

პათოგენი სოკოები. როგორც ბაქტერიები, ზოგიერთი სახეობის სოკოც შეიძლება იყოს დაავადების გამომწვევი. ზოგიერთი პათოგენი სოკო იწვევს ფილტვების მძიმე დაავადებას, რომლის მკურნალობა ძნელია და შეიძლება სიკვდილითაც დამთავრდეს. სოკოვანი დაავადებების მკურნალობა რთულია, რადგან სოკო

ეუკარიოტია და ამიტომ მათი უჯრედული სტრუქტურები ადამიანის უჯრედების მსგავსია და ძნელია ისეთი მედიკამენტების შექმნა, რომელიც დააზიანებს სოკოს უჯრედებს და არა ადამიანის უჯრედებს. სოკოვანი პათოგენები აავადებენ მცენარეებსაც და დიდ ზიანს აყენებენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს.



მუტუალისტი სოკოები ურთიერთსასარგებლო დამოკიდებულებას ქმნის სხვადასხვა სახეობის ორგანიზმებთან. მაგალითად, მღიერებში/ლიქენებში არის მუტუალისტური და-

მოკიდებულება სოკოსა და წყალმცენარეებს შორის (სურ. 2.1.32). ასევე, მუტუალიზმის მაგალითია მიკორიზა – ურთიერთობა ხემცვნარის ფესვებსა და სოკოს მიცელიუმს შორის (იხ. გვ. 34). ზოგიერთი მწერიც არის მუტუალისტურ სიმბიოზურ ურთიერთობაში სოკოსთან. მაგალითად, ცენტრალურ და სამხრეთ ამერიკაში მცხოვრებ ფოთოლმჭრელ ჭიანჭველებს თავიანთ ბუდეში „მოშენებული“ აქვთ სოკოები – „სოკოს ბალები“. ეს ჭიანჭველები ყბებით აქუცმაცებენ ფოთლებს და მიაქვთ ბუდეში სოკოების გამოსაყვებად (სურ. 2.1.33). სამაგიეროდ, ჭიანჭველები იკვებებიან სოკოების მიცელიუმით.



ანტიბიოტიკების არასწორად გამოყენება არის ერთ-ერთი მაგალითი იმისა, თუ ადამიანმა თვითონ როგორ შეიძლება შეუწყოს ხელი პათოგენებით დაავადებას. ანტიბიოტიკებმა შეიძლება საჭმლის მომნელებელ სისტემაში გაანადგუროს სასარგებლო ბაქტერიებიც, რაც იწვევს სხვა მიკროორგანიზმების, მათ შორის, სოკოების გამრავლებას. ჯანმრთელი ადამიანების კანსა და პირის ღრუში არის საფუარი სოკოების სახეობა *Candida*. თუ ადამიანის იმუნური სისტემა დაზიანებულია, ამ სოკოს პოპულაცია იზრდება და იწვევს დაავადებას.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სოკოვან დაავადებებს ხშირად მკურნალობენ შესასხურებელი შხამქიმიკატებით, რომელთაც **ფუნგიციდები** ეწოდება. თუმცა, დღეს, გენური ინჟინერიით გამოყვანილია ისეთი კულტურები, რომლებიც წინააღმდეგობას უწევენ სოკოვან დაავადებებს. სოკოვან დაავადებებს ცხოველებსა და ადამიანებში მკურნალობენ სოკოს საწინააღმდეგო მედიკამენტებით. ბაქტერიების მსგავსად, სოკოებს შეუძლიათ განივითარონ რეზისტენტობა სამკურნალო პრეპარატების მიმართ, თუ მათ გადაჭარბებულად და უკონტროლოდ გამოიყენებენ.

ანტიბიოტიკის აღმოჩენის შემდეგ მეცნიერებმა დაიწყეს კვლევა, თუ პათოგენები როგორ ურთიერთქმედებენ გარემოსთან, რაც დაეხმარათ სხვადასხვა მედიკამენტის შექმნაში. მაგალითად, ბუნებრივ გარემოში საპროფიტი ბაქტერიები და სოკოები ერთმანეთს კონკურენციას უწევენ ერთი და იგივე რესურსისთვის – საკვებისა და ტერიტორიისთვის. დროთა განმავლობაში სოკოებმა გამოიმუშავეს ბაქტერიებისგან თავდაცვის უნარი – მაგ., ანტიბიოტიკების გამოიმუშავება.



5. კვების რა ტიპებია დამახასიათებელი სოკოებისთვის? მოიყვანე მაგალითები.
6. რა განსხვავებაა აგებულებაში მუკორსა და პენიცილიუმს შორის?
7. რა როლს ასრულებენ სოკოები ეკოსისტემაში?
8. რატომ შეუძლიათ საპროფიტი სოკოებს სწრაფად დაშალოს დიდი რაოდენობით ორგანული ნარჩენები?
9. გამრავლების რა ფორმებია დამახასიათებელი სოკოებისთვის? მოიყვანე უსქესო გამრავლების საშუალებების მაგალითები სოკოებში.
10. სოკოვანი დაავადების საწინააღმდეგო პრეპარატმა შეიძლება დააზიანოს პაციენტის უჯრედები. ეს პრობლემა რატომ არ დგება ანტიბიოტიკების გამოყენების დროს?
11. ფერმერი ყოველ წელს ასხურებს თავის ატმის ხეებს ფუნგიციდებს სოკოვანი დაავადების – ქერცლის – საწინააღმდეგოდ, მაგრამ ყოველ წელს ეს პროცედურა არაეფექტური ხდება. ახსენი, რატომ?
12. საფუარი სოკოები რატომაა სასარგებლო და მოსახერხებელი სამეცნიერო კვლევებისთვის?
13. რა ზიანი შეიძლება მოიტანონ საპროფიტმა სოკოებმა?
14. რატომ არის მნიშვნელოვანი ბუნებაში სოკოების მრავალფეროვნების შენარჩუნება?

2.1.6. მცენარეები



მცენარეების კლასიფიკაცია

უჭურჭლო მცენარეები

ჭურჭლოვანი მცენარეები

სპოროვანი მცენარეები

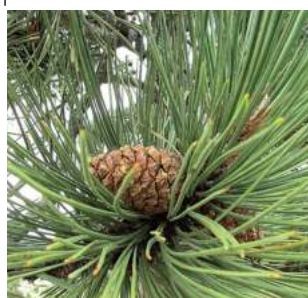
თესლოვანი მცენარეები



ბავსები



გვიმრები



შიშველთესლოვნები



ყვავილოვანი მცენარეები

- რომელი ჯგუფები შედის მცენარეთა სამეფოში?
- რა ნიშნების მიხედვით ახდენენ მცენარეთა კლასიფიკაციას?
- რატომ შეუწყო ხელი გამტარი სისტემის განვითარებამ მცენარეების ხმელეთზე ცხოვრებასთან შეგუებას?
- რა საერთო ნიშნები ახასიათებს მცენარეებს?
- რა განსხვავებაა მცენარეებსა და წყალმცენარეებს შორის?
- მეცნიერები მიიჩნევენ, რომ მცენარეები წარმოიშვნენ მწვანე წყალმცენარეებისგან. რა მონაცემები მეტყველებს იმაზე, რომ მწვანე წყალმცენარეები არიან მცენარეების ახლო ნათესავები?

მცენარეების შეგუება ხმელეთზე ცხოვრებასთან

მცენარეების დიდი უმრავლესობა ცხოვრობს ხმელეთზე, არიან მრავალუჯრედიანი ორგანიზმები, მათი სხეული დიფერენცირებულია ორგანოებად, ენევიან მიმაგრებულ ცხოვრებას და არიან ავტოტროფები, იზრდებიან მთელი სიცოცხლის განმავლობაში. ხმელეთზე ცხოვრება, წყალში ცხოვრებასთან შედარებით, განსხვავებულ გამოწვევებთან არის დაკავშირებული. ხმელეთის მცენარეებისგან განსხვავებით, წყალმცენარეები მუდმივად გარშემორტყმულია წყლით, რომელიც საჭიროა ფოტოსინთეზისთვის და იცავს მათ ორგანიზმს გამოშრობისგან; წყალი, მაღალი სიმკვრივის გამო, წყალმცენარეების მასას იჭერს და ფორმას უნარჩუნებს; წყალმცენარეებისთვის წყალი არის მისი ზოო-

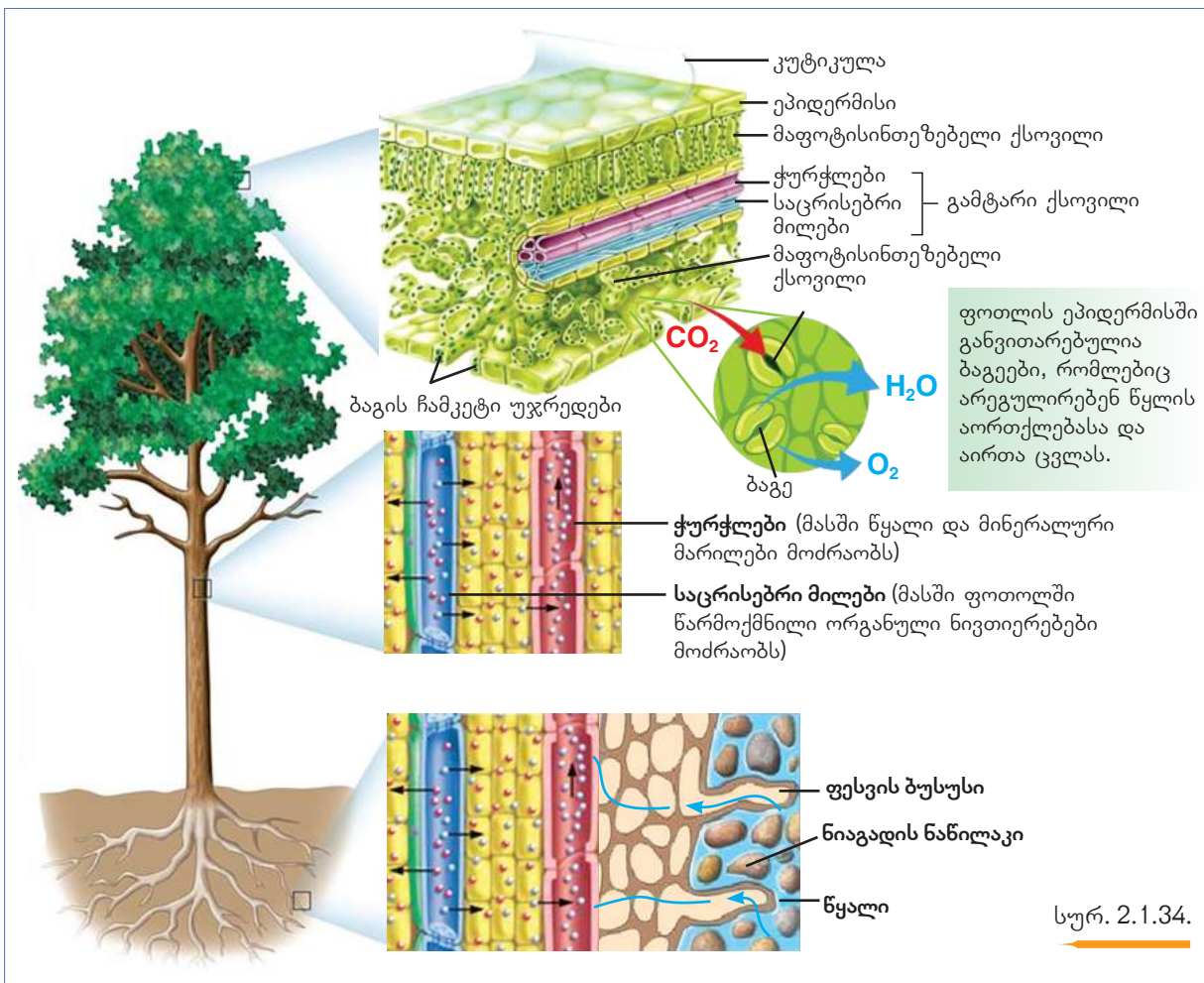
სპორების მოძრაობის საშუალება, რაც გამრავლებისა და გავრცელებისთვისაა აუცილებელი; წყალი იცავს ჩანასახს გამოშრობისგან.

მცენარეებს ხმელეთზე ცხოვრებასთან დაკავშირებით ევოლუციის პროცესში განუვითარდათ მთელი რიგი შეგუებულობანი (სურ. 2.1.34). შეგუებულობანი, რომელიც ხელს უწყობს ეფექტურად მოიპოვონ გარემოდან წყალი, მოახდინოს წყლისა და სხვა ნივთიერებების ტრანსპორტირება მცენარის სხვადასხვა ნაწილში, შეინარჩუნონ ტენიანობა, გაიზარდონ ვერტიკალურად და შეინარჩუნონ ფორმა, გამრავლდნენ წყლის უშუალო მონაწილეობის გარეშე.

ტენის შენარჩუნება: მცენარის ზედაპირი დაფარულია კუტიკულით, რომელიც არის

ცვილისებრი, წყალგაუმტარი ფენა და იცავს მცენარეს გამოშრობისგან; ფოთოლზე განუვითარდათ სპეციალური უჯრედები – ბაგეები, რომელიც არეგულირებს წყლის აორთქლებასა და აირთა ცვლას. **ნივთიერებათა ტრანსპორტირება:** განუვითარდათ ნივთიერებათა სატრანსპორტო სისტემა. ჰაერის სიმკვრივე წყლის სიმკვრივეზე ნაკლებია, ამიტომ ხმელეთის მცენარეებს განუვითარდათ **მექანიკური ქსოვილი**, რომელიც საყრდენ ფუნქციას

ასრულებს. ხმელეთის მცენარეების **გამრავლება ნაკლებად ან საერთოდ აღარ არის დამოკიდებული წყალზე** – სპOROვანი მცენარეები მრავლდებიან სპOROებით, რომელიც მშრალია, სპORA ერთუჯრედიანი სტრუქტურაა, მცირე ზომისაა და ადვილად ვრცელდება ჰაერით, ხოლო თესლოვანი მცენარეები მრავლდებიან თესლით, რომელიც მრავალუჯრედიანია შეიცავს ჩანასახს და იცავს გამოშრობისგან (უფრო მეტი იხ. გვ. 130).



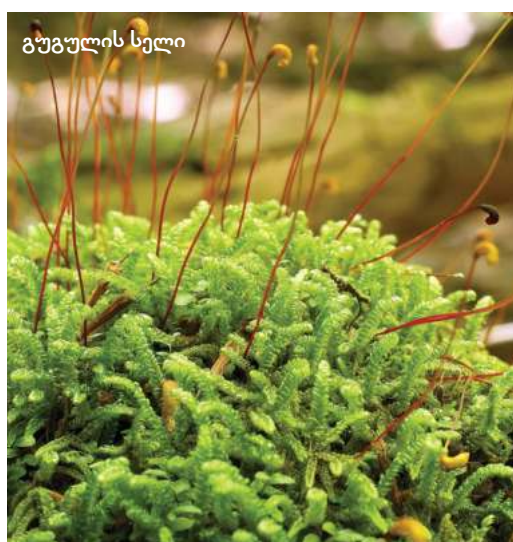
1. რა საერთო ნიშნებია დამახასიათებელია მცენარეებისთვის?
2. აღწერე პრობლემები, რომელიც შეექმნა ადრეულ ეტაპზე პირველ მცენარეებს ხმელეთზე ცხოვრებასთან შეგუების პროცესში.
3. წყალმცენარეებს რატომ არ აქვს იგივე პრობლემები, რომელიც ხმელეთის მცენარეებს?
4. რა შეგუებულობანი განუვითარდათ მცენარეებს ხმელეთზე ცხოვრებასთან დაკავშირებით?
5. აღწერე, როგორ შეიძლება ხმელეთის მცენარეებს ბუნებრივი გადარჩევის გზით სხეულის ზედაპირზე განვითარებოდათ კუტიკულა.

2.1.6.1. სპოროვანი მცენარეები

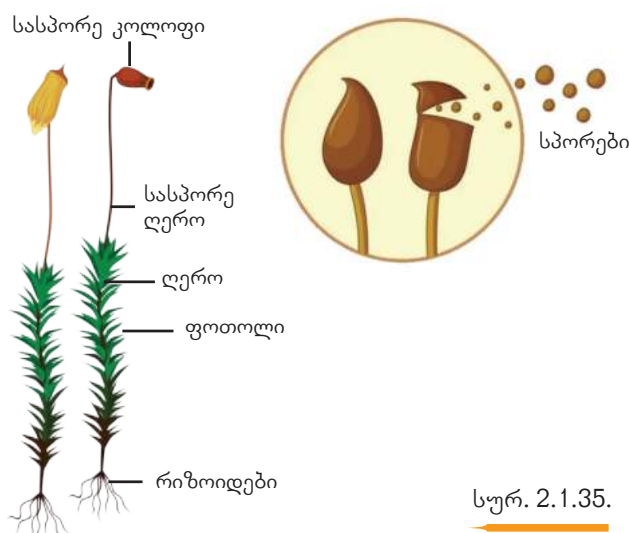
ხავსები

მიიჩნევა, რომ ხმელეთის პირველი მცენარეები ხავსებია. სურათ 2.1.35-ზე განხილულია ხავსების აგებულება ლეროფოთლოვანი გუგულის სელის მაგალითზე, რომელიც ჩვენს ტყეებში გავრცელებული ხავსია. ხავსებს აქვთ ღერო და ძალიან მარტივი ფოთლები. არ აქვთ სპეციალური გამტარი ქსოვილები – ქსილემის ჭურჭლები, ამიტომ ხავსებს უჭურჭლო მცენარეებს მიაკუთვნებენ. მრავლებიან

სპორებით და არ ივითარებენ თესლებს. ფესვის ნაცვლად აქვთ მარტივი სტრუქტურა – რიზოიდები, რომლებიც ერთრიგად განლაგებული უჯრედებისგან შედგება და ქსოვილებად არ არის დიფერენცირებული. დღეისთვის ცნობილია ხავსების 25 000 სახეობა. ხავსების ზომები მერყეობს რამდენიმე მილიმეტრიდან რამდენიმე სანტიმეტრამდე. ძირითადად, მრავალწლოვანი მცენარეები არიან.



გუგულის სელი



სურ. 2.1.35.

ზოგიერთ ხავსს, მაგალითად, ტორფის ხავსს – სფაგნუმს (სურ. 2.1.36) რიზოიდები არ აქვს და სხეულის მთელი ზედაპირით იწოვს წყალს. ხავსები გვხვდება ფოთლოვან, წიწვოვან, შერეულ ტყეებში, ჭაობებში, მდელოებზე, ხის ქერქებზე, ლოდებზე (სურ.2.1.37), სახლის კედლებსა და სახურავებზე – ყველგან, სადაც ტენიანი გარემოა. ზოგიერთი სახეობა კი მტკნარ წყლებში ცხოვრობს. ამრიგად, ხავსებს შეუძლიათ არსებობა ხმელეთზე, მაგრამ მხოლოდ ტენიან ადგილებში.

რატომ არის აუცილებელი ხავსებისთვის ტენიანი გარემო? სუსტი რიზოიდები ბოლომდე ვერ უზრუნველყოფენ საჭირო რაოდენობის წყლისა და მინერალების შეწოვას. ხავსების ფოთლები არ არის დაფარული კუტიკულით და ამიტომ ბევრ წყალს აორთქლებს. სამაგიეროდ, ფოთლის ასეთი აგებულების გამო



ტორფის ხავსი

სურ. 2.1.36.

ხავსები მთელი სხეულით შთანთქავენ წყალს. შესაბამისად, ხავსს შეუძლია იარსებოს ყველგან, სადაც ჰაერში საკმარისი ტენი იქნება. გარდა ამისა, სქესობრივი გამრავლების დროს მისი სპერმატოზოიდების მოძრაობისა და განაყოფიერებისთვის აუცილებელია წყალი (გვ. 137).



სურ. 2.1.37.

ხავსების ეკოლოგიური როლი. ხავსები დიდად მომთხოვნი არ არიან საარსებო პირობების მიმართ. საკმარისი ტენიანობის შემთხვევაში მათ შეუძლიათ ნებისმიერ ადგილზე დასახლება და ნელ-ნელა ქმნიან ნიადაგს სხვა მცენარეებისთვის. ხავსების ამ თავისებურებას ადამიანი იყენებს ტყის აღსადგენად. ხავსები არეგულირებენ ტენიანობას, ქმნიან საუკეთესო პირობებს მცენარეთა თესლის აღმოცენებისთვის. თუმცა, როცა ისინი ძლიერ მრავლდებიან და სქელ ფენად გადაეკვრებიან ნიადაგს, ხელს უშლიან ტყის განახლებას, რადგან ჩამოცვენილი თესლები

მის ზედაპირზე ჩერდება და ნიადაგამდე ვერ აღწევს. ტყის მასივებზე ცუდად მოქმედებს ტორფის ხავსის – სფაგნუმის ქარბი გამრავლება. ეს ხავსი დიდი რაოდენობით წყალს აგროვებს და ხელს უწყობს ტყეების დაჭაობებას, თუმცა ტყის გარეთ სფაგნუმის მიერ შექმნილი ჭაობი, როგორც მტკნარი წყლის მარაგი, გამოსადეგია. ხავსები საკვებსა და თავშესაფარს წარმოადგენს უამრავი უხერხემლო ცხოველისთვის. ხავსები რადიქტიური ნივთიერებების შთანთქმის მაღალი უნარით გამოირჩევა. ეს ნივთიერებები კი უარყოფითად მოქმედებენ ადამიანის ჯანმრთელობაზე.



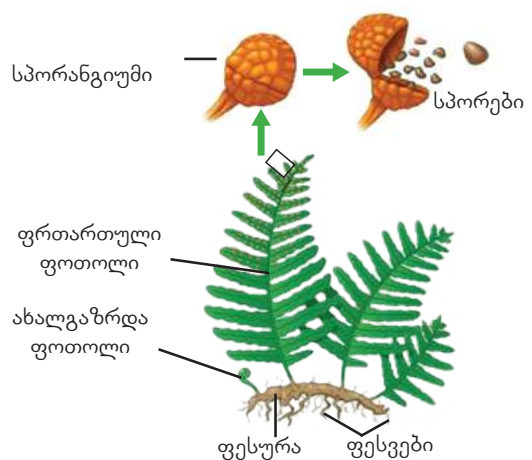
1. აღწერე ლეროფოთლოვანი ხავსის აგებულება (სურ. 2.1.35);
2. აგებულების რა თავისებურებით დგანან ხავსები უფრო მაღალ საფეხურზე, ვიდრე წყალმცენარეები?
3. აგებულების რა თავისებურებით დგანან ხავსები უფრო დაბალ საფეხურზე, ვიდრე თესლოვანი მცენარეები?
4. რაში გამოიხატება ხავსების ხმელეთზე ცხოვრებასთან შეგუება?
5. რატომ არის აუცილებელი ტენიანი გარემო ხავსების არსებობისათვის?
6. რა როლს ასრულებენ ხავსები ბუნებაში?

გვიმრები

გვიმრები მცენარეების უძველესი ჯგუფია, დღეს, დაახლოებით, 15000-მდე სახეობაა. ზომიერ სარტყელში გავრცელებულია ბალახოვანი ერთნეკიანი ან მრავალნეკიანი გვიმრები, ხოლო ტროპიკულ ტყეებში – ხემაგვარი გვიმრებიც. ხემაგვარ გვიმრებს აქვთ სწორმდგომი ღერო, რომლის სიმაღლე 20 მ-მდე აღწევს. საქართველოში, გვხვდება მხოლოდ ბალახოვანი გვიმრები. მაგალითად, დასავლეთ საქართველოს ტენიან ტყეებში გვხვდება, ჩადუნა (სურ. 2.1.38). ჩადუნას აქვს

დამოკლებული ღერო, საიდანაც გამოდის გრძელყუნწიანი ფრთართული ფოთლები, მინაში კი ივითარებს ფესურას. ფესურა ღეროს სახეცვლილებაა, მასზე ფესვები ვითარდება. ფესურა, ფესვისგან განსხვავებით, ჰორიზონტალურად იზრდება და კვირტებს ივითარებს. გაზაფხულზე ამოყრილი ახალგაზრდა ფოთლები ჩახვეულია და მოგვაგონებს უზარმაზარ ლოკოკინას, რომელიც ნელ-ნელა იხსნება. ფოთლის ქვედა მხარეს ვითარდება სპორანგიუმები, რომლებშიც სპორები მნიფდება.

სურ. 2.1.38.



გვიმრები უფრო უკეთესად არიან შეგუებული ხმელეთზე ცხოვრებას, ვიდრე ხავსები. მათ, ხავსებისგან განსხვავებით, აქვთ ფესვები, უფრო რთული ფოთლები და გამტარი ქსოვილები. გვიმრების გამტარი სისტემის საშუალებით წყალი, მინერალური მარილები და საკვები ორგანული ნივთიერებები გადაადგილდება; თუმცა ეს სისტემა ისეთი სრულყოფილი არ არის, როგორც თესლოვნებში. გამტარი ქსოვილის არსებობის გამო გვიმრებს ჭურჭლოვან მცენარეებს მიაკუთვნებენ.

ასევე, მათი ფოთლები დაფარულია კუტიკულით. თუმცა, მათი კუტიკულა არ არის სქელი, წყლის აორთქლებისგან ნაკლებად იცავს, ამიტომ გვიმრები მხოლოდ ტენიან გარემოში

არსებობენ. ხავსების მსგავსად, მათ წყალი სესობრივი გამრავლებისთვისაც სჭირდებათ, (იხ. გვ. 138).

გვიმრები შეიცავენ მნიშვნელოვან ქიმიურ ნივთიერებებს, ამის გამო მათ ფარმაცევტულ წარმოებაში მრავალნაირი გამოყენება აქვთ. მაგალითად, ამზადებენ ტკივილგამაყუჩებელ საშუალებებს, გვიმრის ფესურაში დაგროვილი შხამიანი ნივთიერებისგან ზოგიერთი პარაზიტული ჭიის სამკურნალო პრეპარატს. დედამიწაზე არსებული უძველესი გვიმრანაირებიდან რამდენიმე მილიონი წლის განმავლობაში ქვანახშირი წარმოიქმნა. ქვანახშირის დიდი გამოყენება აქვს მრეწველობაში, როგორც საწვავისა და სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერების წყაროს.



- აღწერე, რა შეგუებულობანი განუვითარდათ გვიმრებს ხმელეთზე ცხოვრებასთან დაკავშირებით?
- რატომ ცხოვრობენ გვიმრები ტენიან გარემოში?
- აგებულით გვიმრები ხავსებთან შედარებით უფრო მაღალ საფეხურზე დგანან. რაში გამოიხატება ეს?



- სპოროვანი მცენარეებიდან რომელია უკეთ შეგუებული ხმელეთზე ცხოვრებასთან და რაში გამოიხატება იგი?
- რატომ არის აუცილებელი წყალი სპოროვანი მცენარეების სქესობრივი გამრავლებისთვის?
- რომელი მცენარეებია დღეს გაბატონებულ მდგომარეობაში დედამიწაზე და რატომ?

თესლოვანი მცენარეები ივითარებენ თესლს, რომელიც გამრავლების საშუალებაა. თესლოვან მცენარეებში შედის შიშველთესლოვანი და ყვავილოვანი მცენარეები. თესლოვან მცენარეებს აჯგუფებენ იმის მიხედვით, არის თუ არა მათი თესლი ნაყოფით დაფარული. **შიშველთესლოვანი მცენარეების** თესლი ნაყოფით არაა დაფარული. ყვავილოვანი მცენარეების თესლი ნაყოფით არის დაფარული, ამიტომ მათ **ფარულთესლოვან მცენარეებს უწოდებენ**.

მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ თესლოვანი მცენარეების წარმოშობასა და გავრცელებას ხელი შეუწყო, დაახლოებით, 410-დან 360 მილიონი წლის წინ დედამიწაზე თბილი და ტენიანი კლიმატის ცხელი და მშრალი კლიმატით შეცვლამ. ევოლუციური თვალსაზრისით, თესლოვან მცენარეებს, სპოროვან მცენარეებთან შედარებით, აქვთ რამდენიმე უპირატესობა.

- თესლოვან მცენარეებისთვის კარგად განვითარებული გამტარი სისტემაა დამახასიათებელი, რომელიც ჭურჭლებისა და საცრისებური მილებისგან შედგება.
- თესლოვან მცენარეებს აქვთ კარგად განვითარებული ფესვთა სისტემა, ღერო და ფოთლები. **ფესვის სახეობა:** მთავარი ფესვი (ჩანასახოვანი ფესვიდან ვითარდება), დამატებითი ფესვები (ღეროსა და ფოთლიდან ვითარდება), გვერდითი ფესვები (მთავარ და დამატებით ფესვებზე ვითარდება). ფესვების ერთობლიობას **ფესვთა სისტემა** ეწოდება. ფესვის ფუნქციებია: მცენარის ნიადაგში დამაგრება და ნიადაგიდან წყლისა და მინერალური მარილების შეწოვა. ზოგიერთი მცენარისთვის დამახასიათებელია ფესვის სახეცვლილებები (ფესვგორგალი, ძირხვენა), რომელიც საკვები ნივთიერებების სამარაგო და ვეგეტატიური გამრავლების ფუნქციებს ასრუ-

ლებს. **ღერო** შეიცავს გამტარ ქსოვილებს, რომელშიც ნივთიერებები მოძრაობს და ერთმანეთთან აკავშირებს მცენარის სხვადასხვა ორგანოს. ღეროზე მიმაგრებულია ფოთლები და მცენარის სხვა ორგანოები და მათთვის საყრდენ ფუნქციას ასრულებს. ღეროს სახეცვლილებები (ფესურა, გორგლი, ბოლქვი) საკვები ნივთიერებების სამარაგო და ვეგეტატიური გამრავლების ფუნქციებს ასრულებს. **ფოთოლი** მკვრივი კუტიკულითაა დაფარული, რომელიც ხელს უშლის ფოთლიდან წყლის აორთქლებას და მცენარეს იცავს გამომშრობისგან, ხოლო ბაგეები არეგულირებენ წყლის აორთქლებას. ფოთოლი არის ძირითადი მაფოტოსინთეზებელი ორგანო, რომელიც მცენარეს ზრდა-განვითარებისთვის საჭირო ორგანული ნივთიერებებით უზრუნველყოფს. ფოთლის სახეცვლილება ეკალი მცენარეს იცავს ცხოველებისგან (მაგ., კონახურის ეკლები) და წყლის აორთქლებისგან (მაგ., კაქტუსის ეკლები), ხოლო ულვაში (მაგ. პარკოსან მცენარეებში) ეხვევა საყრდენს და მცენარისთვის საყრდენ ფუნქციას ასრულებს.

- თესლოვან მცენარეებს სქესობრივი გამრავლება შეუძლიათ წყლის გარეშე. მათში მამრობითი გამეტების – სპერმიების (რომელთაც შოლტი არ აქვთ) – კვერცხუჯრედისკენ გადაადგილება და განაყოფიერება წყალზე დამოკიდებული აღარაა. თესლოვანი მცენარეები წარმოქმნიან მტვრის მარცვლებს, რომლებიც მამრობითი გამეტებს შეიცავენ. მტვერი შეიძლება გავრცელდეს ქარის ან ცხოველების საშუალებით. დამტვერვა ხდება მაშინ, როდესაც მტვერი ხვდება იმავე სახეობის მცენარის მდედრობით რეპროდუქციულ ნაწილებზე. წყლის გარეშე გამრავლების უნარი საშუალებას აძლევს ბევრ თეს-

ლოვან მცენარეს ფართოდ გავრცელდეს უფრო მშრალ კლიმატურ პირობებში.

- თესლი არის მრავალუჯრედიანი, რომელიც შეიცავს ჩანასახსა და საკვებ ნივთიერებებს. თესლი იცავს და კვებავს ჩანასახს. თესლს შეუძლია მრავალი თვე ან თუნდაც წლები გაძლოს სვენების მდგომარეობაში. ამ დროის განმავლობაში, თესლს შეუძლია გაუძლოს მკაცრ პირობებს, როგორცაა გვალვა ან სიცივე. რო-

დესაც პირობები ხელსაყრელია, ემბრიონი ვითარდება თესლის საკვები ნივთიერებების ხარჯზე.

- თესლი სხვადასხვა საშუალებით (ქარით, წყლით, ცხოველებით) ვრცელდება მშობლიური მცენარისგან შორს და იკავებს ახალ ადგილებს. თესლის გავრცელებისთვის ბევრ თესლოვან მცენარეს განუვითარდა სხვადასხვა ადაპტაცია.

შიშველთესლოვნები

შიშველთესლოვანი მცენარეების უმრავლესობა ივითარებს გირჩებს და მარადმწვანეა. გირჩი ბევრი შიშველთესლოვანი მცენარის რეპროდუქციული სტრუქტურაა. გირჩი შედგება გარქოვანებული ქერქლებისგან. მამრობითი გირჩის ქერქლებზე ვითარდება მამრობითი გამეტების – სპერმიების

შემცველი მტვრის მარცვლები, ხოლო მდედრობით გირჩის თითოეულ ქერქლზე ვითარდება კვერცხუჯრედის შემცველი ორ-ორი თესლკვირტი.

დღეს დედამიწაზე არსებობს შიშველთესლოვანი მცენარეების სამი ჯგუფი: საგოვნიკები, წიწვოვნები, გინკგო.

- **საგოვნიკები** გამოიყურებიან პალმებივით, რომელთაც დიდი გირჩები აქვთ (სურ. 2.1.39). 248-დან 65 მილიონი წლის წინ იყო საგოვნიკების უზარმაზარი ტყეები. საგოვნიკებით დინოზავრები იკვებებოდნენ. დღეს ეს მცენარეები გვხვდება ამერიკის, აზიის, აფრიკისა და ავსტრალიის ტროპიკულ რეგიონებში. საგოვნიკების ბევრ სახეობას გადაშენება ემუქრება.
- **გინკგო** საგოვნიკების მსგავსად, დინოზავრების დროს იყო გავრცელებული. დედამიწაზე დღეს მხოლოდ ერთი სახეობა არსებობს – გინკგო ბილობა (სურ. 2.1.40). მას აქვს მარაოს ფორმის ფართო ფოთლები. ამ სახეობის სამშობლო ჩინეთია. ბუდისტური მონაზოები 1100 წლიდან ამრავლებდნენ და მათი დამსახურებით შემორჩა იგი. რამდენადაც გინკგო ბილობა ძალიან ჰგავს თავის ნამარხ წინაპრებს, დარწმუნა მას ცოცხალი ნამარხი უწოდა. ფაქტიურად, გინკგო დღეს არსებულ თესლოვან მცენარეებს შორის ყველაზე ხნიერია. დღეს მას მთელ მსოფლიოში ამრავლებენ და ბაღებისა და ქალაქების ლანდშაფტის გასალამაზებლად იყენებენ.



სურ. 2.1.39.



სურ. 2.1.40.

წიწვოვანი მცენარეები შიშველთესლოვან მცენარეებს შორის ყველაზე მრავალფეროვანია. მათ აქვთ ნემსისებრი წიწვები. წიწვები სქელი კუტიკულითაა დაფარული, რომელიც მცენარეს წყლის დაკარგვისგან იცავს. წიწვოვნებს მიეკუთვნება ფიჭვი, ნაძვი, სექვოია, კედარი, ღვია და სხვ.

წიწვოვნების დიდი ნაწილი მარადმწვანეა. ყოველწლიურად წიწვები ერთიანად სცივია ლარიქსს, მარადმწვანე მცენარეების წიწვების ცვლა კი ხდება ეტაპობრივად და მთლიანად არასოდეს შიშვლდება. ისინი კარგად ეგუებიან დიდ სიმაღლეებზე, დაბალ ტემპერატურასა და საკვები ნივთიერებებით ლარიბ ნიადაგზე ცხოვრებას. წიწვოვანი მცენარეებისთვის დამახასიათებელია სიმაღლეში ზრდა და ხანგრძლივი სიცოცხლე. რეკორდი ეკუთვნის კალიფორნიის ფიჭვს – 4700 წელი და

სექვოიას, რომლის მასა 1,2 მილიონ კგ-მდეა.

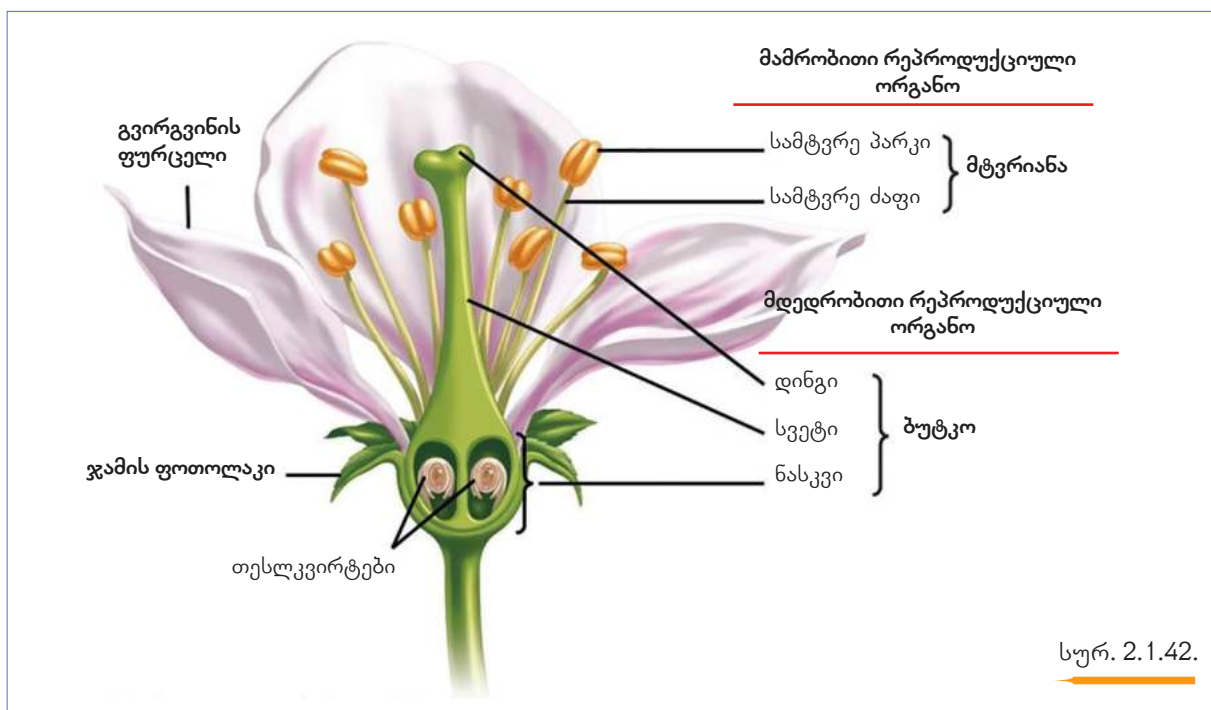
შიშველთესლოვნების ტიპური წარმომადგენელია ფიჭვი (სურ. 2.1. 41). ფიჭვს აქვს მამრობითი და მდედრობითი გირჩები. მამრობითი გირჩის ქერქლებზე წარმოიქმნება მამრობითი გამეტების შემცველი მტვრის მარცვლები. მტვრის მარცვლებს სპეციალური საჰაერო პარკები აქვთ და ქარით მდედრობით გირჩებზე ადვილად გადაიტანება. მდედრობითი გირჩის ქერქლებზე შიშვლად არსებულ თესლკვირტებში კვერცხუჯრედები მწიფდება. დამტვერვისა და განაყოფიერების შემდეგ ზიგოტა მრავალჯერ იყოფა და მდედრობით გირჩებზე თესლები ვითარდება. ისინი შიშვლად სხედან ქერქლებზე, თუმცა მომწიფებულ თესლს აქვს სქელი და მკვრივი საფარველი, რომელიც ჩანასახს გარემოს არახელსაყრელი პირობებისგან საიმედოდ იცავს.



ყვავილოვანი მცენარეები

დღეს დედამიწაზე ყველაზე მრავალფეროვანი და ფართოდ გავრცელებულია ყვავილოვანი მცენარეები. ცნობილია ყვავილოვანი მცენარეების მინიმუმ 250 000 სახეობა. ყვავილოვანი მცენარეების დომინანტური მდგომარეობა დაკავშირებულია ყვავილის, როგორც რეპროდუქციული ორგანოს განვითარებასთან. ყვავილის აგებულება წარმოდგენილია სურათ 2.1.42-ზე. უმრავლესობა მცენარეებს აქვთ ორსქესიანი ყვავილები ანუ ყვავილში არის როგორც მტვრიანები, ისე ბუტკოები. ზოგიერთ მცენარეს კი აქვს ცალსქესიანი ყვავილები – ყვავილში მხოლოდ მდედრობითი ან მამრობითი სტრუქტურაა. თუ ორივე ტიპის ცალსქესიანი ყვავილები ერთ ინდივიდ-

ზეა განლაგებული, ასეთ მცენარეს ერთსახლიანი ეწოდება (მაგ., სიმინდი, კიტრი), ხოლო თუ ერთ ინდივიდზე მხოლოდ მამრობითი ყვავილებია და მეორეზე მდედრობითი, ასეთ მცენარეს ორსახლიანი ეწოდება (მაგ., ვერხვი, ტირიფი). შიშელთესლოვნებისგან განსხვავებით, თესლკვირტი ნასკვშია მოთავსებული და უფრო დაცულია სხვადასხვა არახელსაყრელი ფაქტორების ზემოქმედებისგან. დამტვერვისა და განაყოფიერების შემდეგ თესლკვირტიდან თესლი ვითარდება, ხოლო ნასკვიდან ნაყოფი (უფრო დაწვრილებით ეს საკითხი იხ. გვ. 139). ამრიგად, თესლი ნაყოფითაა დაფარული და ამიტომ უწოდებენ ყვავილოვან მცენარეებს ფარულთესლოვნებასაც.



ყვავილოვანი მცენარეების კლასიფიკაციას ახდენენ ლეროსა და თესლის ტიპის, ასევე, სიცოცხლის ხანგრძლივობის მიხედვით. ლეროს მიხედვით აჯგუფებენ მერქნიან და ბალახოვან მცენარეებად, ხოლო მერქნიან მცენარეებს – ხემცენარეებად და ბუჩქოვან მცენარეებად. თესლის აგებულების მიხედვით აჯგუფებენ ორლებნიან და ერთლებნიან მცენარეებად. ორლებნიანი და ერთლებნიანი მცენარეები, თესლის აგებულების გარდა, სხვა

ნიშნებითაც განსხვავდებიან (სურ. 2.1.43), თუმცა არსებობს გამონაკლისებიც (მაგ., მრავალძარღვა ორლებნიანია, მაგრამ მისთვის ფოთლის რკალური დაძარღვაა დამახასიათებელი, ხოლო ერთლებნიანი ხარისთვალას ფოთლები ბადისებრ დაძარღვულია). ბუნებაში უფრო გავრცელებული და მრავალფეროვანია ორლებნიანი მცენარეები. ორლებნიან მცენარეებს შორის გვხვდება ხემცენარეები, ბუჩქოვანი და ბალახოვანი მცენარეებიც,

ერთლებნიანებში კი, ძირითადად, ბალახოვანი მცენარეები (მაგ., მარცვლოვნები, ლილეები, ორქიდეა და სხვ.). სიცოცხლის ხანგრ-

ძლივობის მიხედვით მცენარეებს აჯგუფებენ ერთნლოვან, ორნლოვან და მრავალნლოვან მცენარეებად.

	თესლი	ფესვი	ლერო	ფოთოლი	ყვავილი
ერთლებნიანი	 ერთი ლებანი	 ფუნჯა ფესვთა სისტემა	 გამტარი ქსოვილების კონები გაბნეულია ლეროში	 პარალელური ან რკალისებრი დაძარღვა	 გვირგვინის ფურცლების რაოდენობა 3 ან 3-ის ჯერადი
ორლებნიანი	 ორი ლებანი	 მთავარლერძიანი ფესვთა სისტემა	 გამტარი ქსოვილების კონები წრიულადაა განლაგებული	 ბადისებრი დაძარღვა	 გვირგვინის ფურცლების რაოდენობა 5 ან 5-ის ჯერადი

სურ. 2.1.43.

რამ განაპირობა ყვავილოვანი მცენარეების დომინირება?

ყვავილი უზრუნველყოფს ყვავილოვანი მცენარის უფრო ეფექტურ დამტვერვას, ვიდრე შიშველთესლოვნებში მხოლოდ ქარით დამტვერვა. ყვავილოვანი მცენარეების ჯვარედინი დამტვერვა, ქარის გარდა, ცხოველებითაც ხდება (სურ. 2.1.44). დამტვერავი ცხოველები იკვებებიან პროტეინის მაღალი შემცველობის მტვრით ან ნახშირწყლით მდიდარი ნექტრით. მცენარეები თავიანთ

დამმტვერავებს იზიდავენ ყვავილების კაშკაშა შეფერილობითა და მკვეთრი სუნით, ქარით-მტვერია მცენარეებს კი უფერული ყვავილები აქვთ და არც სანექტრეები უვითარდებათ. მტვრის მარცვლები, რომლებიც ცხოველის (მაგ., მწერის) მიერ გადაიტანება, დიდი ზომისაა, ბუსუსებიანი და ნებოვანია. ამიტომ იგი ცხოველს სხეულზე ადვილად ეკრობა და ერთი მცენარიდან მეორეზე გადააქვს. ქარით-

სურ. 2.1.44.

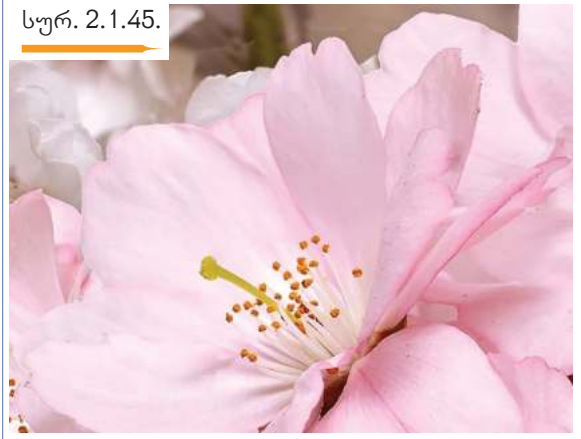
ჯვარედინი დამტვერვა ცხოველებით



მტვერია მცენარეების მტვრის მარცვლები კი მცირე ზომისა და მსუბუქია. ქარით მტვერია მცენარეები ტყეში ხეების შეფოთვლამდე ყვავილობს, რათა ქარმა ადვილად გადაიტანოს მტვერი. ცხოველებით დამტვერვა უფრო ეფექტურია, ვიდრე ქარით – ამ დროს ბევრი მტვერი უნაყოფოდ იკარგება, ამიტომ ქართიმტვერია მცენარეები გაცილებით დიდი რაოდენობის მტვერს წარმოქმნის, რაზედაც ორგანიზმის დიდი ენერგია იკარგება.

არის თვითმტვერია მცენარეებიც, მაგრამ ბუნებაში მეტად გავრცელებულია ჯვარედინმტვერია მცენარეები. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ ამ გზით მიღებული შთამომავლობა გენეტიკურად უფრო მრავალფეროვანია – იგი მშობლების გენების ახალი კომბინაციის მატარებელია. შესაბამისად, შეცვლილ გარემო პირობებში ასეთ შთამომავლობას გადარჩენის მეტი შესაძლებლობა აქვს; მაგალითად, მშობლებისაგან განსხვავებით, ახალი თაობა შეიძლება უფრო მდგრადი იყოს რაიმე კონკრეტული დაავადების მიმართ. ორსქესიან ჯვარედინმტვერია მცენარეებს თვითდამტვერვისგან თავის დასაცავად ასეთი შეგუებულობა აქვთ: ყვავილში მტვრიანები უფრო

სურ. 2.1.45.



მოკლეა, ვიდრე ბუტკო (სურ. 2.1.45), ასევე, მტვრის მარცვლები და კვერცხუჯრედი სხვადასხვა დროს მნიფდება, ხოლო თვითმტვერია მცენარეებში დამტვერვა ყვავილის გახსნამდე ხდება.

ნაყოფი თესლს იცავს არამარტო გამოშრობისა და სხვა ტიპის დაზიანებისგან, არამედ ხელს უწყობს თესლის გავრცელებას მშობლიური მცენარიდან უფრო შორს, ამასთან დაკავშირებით ყვავილოვან მცენარეებს სხვადასხვა სახის ადაპტაციები გამოუმუშავდა (სურ. 2.1.46).

ნაყოფისა და თესლის გავრცელების საშუალებები



სურ. 2.1.46.

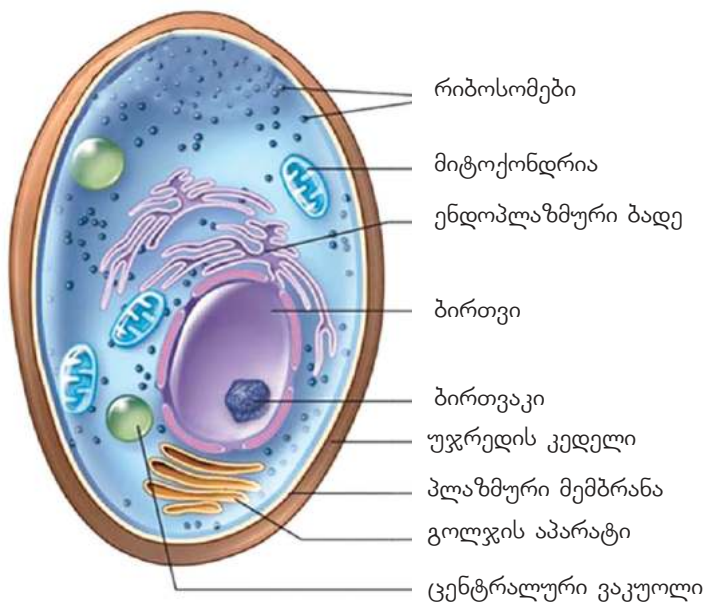


1. ევოლუციის პროცესში რა ფაქტორებმა შეუწყო ხელი თესლოვანი მცენარეების წარმოშობასა და მათ წარმატებით გავრცელებას?
2. რა ადაპტაციები განუვითარდათ თესლოვან მცენარეებს, გვიმრანაირებისგან განსხვავებით, ხმელეთზე ცხოვრებასთან დაკავშირებით?
3. რატომ არ არის საჭირო თესლოვანი მცენარეების სექსობრივი გამრავლებისთვის წყალი?
4. რა უპირატესობა აქვს თესლით გამრავლებას სპორებით გამრავლებასთან შედარებით?
5. რა ნიშნების მიხედვით ახდენენ ყვავილოვანი მცენარეების კლასიფიკაციას?
6. რა ადაპტაციებმა განაპირობა დედამიწაზე ყვავილოვანი მცენარეების ფართოდ გავრცელება?
7. რა განსხვავებაა შიშველთესლოვანი და ფარულთესლოვანი მცენარეების რეპროდუქციულ ორგანოებს შორის?
8. რით განსხვავდება შიშველთესლოვნების დამტვერვა ყვავილოვანი მცენარეების დამტვერვისგან?
9. რატომ არის ცხოველებით დამტვერვა უფრო ეფექტური, ვიდრე ქარით დამტვერვა?
10. რა ადაპტაციები აქვთ ცხოველებით დამტვერვავ ყვავილოვან მცენარეებს?
11. რა უპირატესობა აქვს ჯვარედინ დამტვერვას თვითდამტვერასთან შედარებით?
12. ევოლუციის რომელი მიმართულების მაგალითია თესლის განვითარება? დაასაბუთე შენი პასუხი.
13. ევოლუციის რომელი მიმართულების მაგალითია ყვავილის განვითარება? დაასაბუთე შენი პასუხი.
14. ევოლუციის რომელი მიმართულების მაგალითია ყვავილოვან მცენარეებში დამტვერვის სხვადასხვა ადაპტაციების წარმოქმნა? დაასაბუთე შენი პასუხი.
15. ევოლუციის რომელი მიმართულების მაგალითია ყვავილოვან მცენარეებში ნაყოფისა და თესლის გავრცელების სხვადასხვა ადაპტაციების წარმოქმნა? დაასაბუთე შენი პასუხი.
16. ქვემოთ მოცემულ ცხრილში „X“-ით მონიშნე სწორი პასუხები.

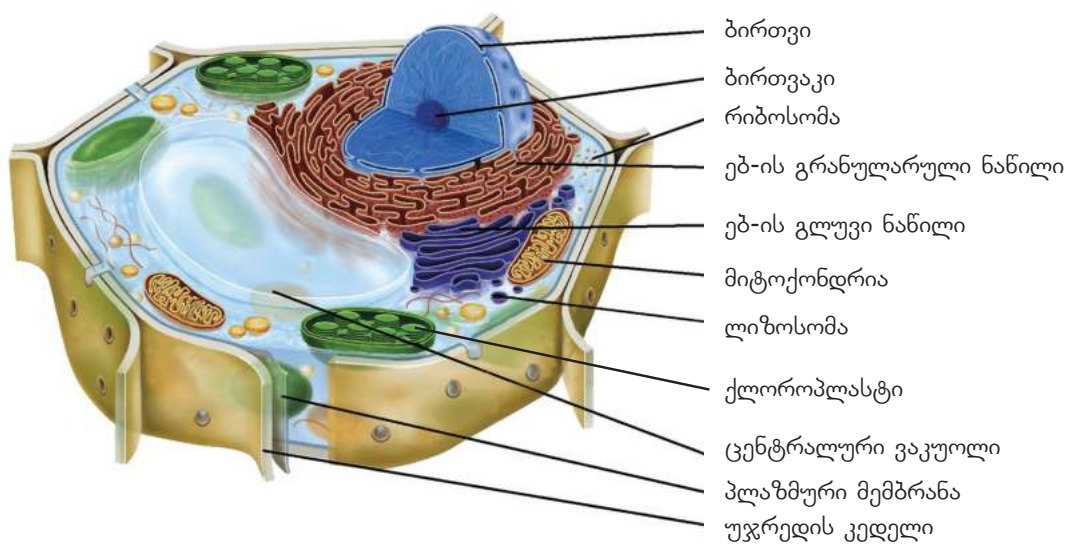
მახასიათებლები	მცენარეთა სისტემატიკური ჯგუფები			
	ხავსები	გვიმრები	შიშველ-თესლოვნები	ფარულ-თესლოვნები
საარსებო გარემო				
წყალი	X	X	X	X
ხმელეთი – ტენიანი გარემო	X	X	X	X
ხმელეთი	X	X	X	X
აგებულება				
რიზოიდები	X	X	X	X
ფესვი	X	X	X	X
ლერო	X	X	X	X
ფოთოლი	X	X	X	X
ყვავილი	X	X	X	X
თესლი ნაყოფი	X	X	X	X
გამტარი სისტემა	X	X	X	X
გამრავლება				
მრავლდება სპორებით	X	X	X	X
მრავლდება თესლით	X	X	X	X
გამრავლებისთვის აუცილებელია წყალი	X	X	X	X

17. 1) შეადარე ერთმანეთს სოკოსა და მცენარის უჯრედები, დაადგინე მათ შორის მსგავსება-განსხვავება და მონაცემები წარმოადგინე ვენის დიაგრამის საშუალებით. 2) მათი უჯრედების აგებულების თავისებურება როგორაა დაკავშირებული სოკოებისა და მცენარეების კვების ტიპთან? 3) რა განსხვავებაა მათი უჯრედის კედლის ქიმიურ შედგენილობას შორის?

სოკოს უჯრედი



მცენარეული უჯრედი



2.1.6.3.

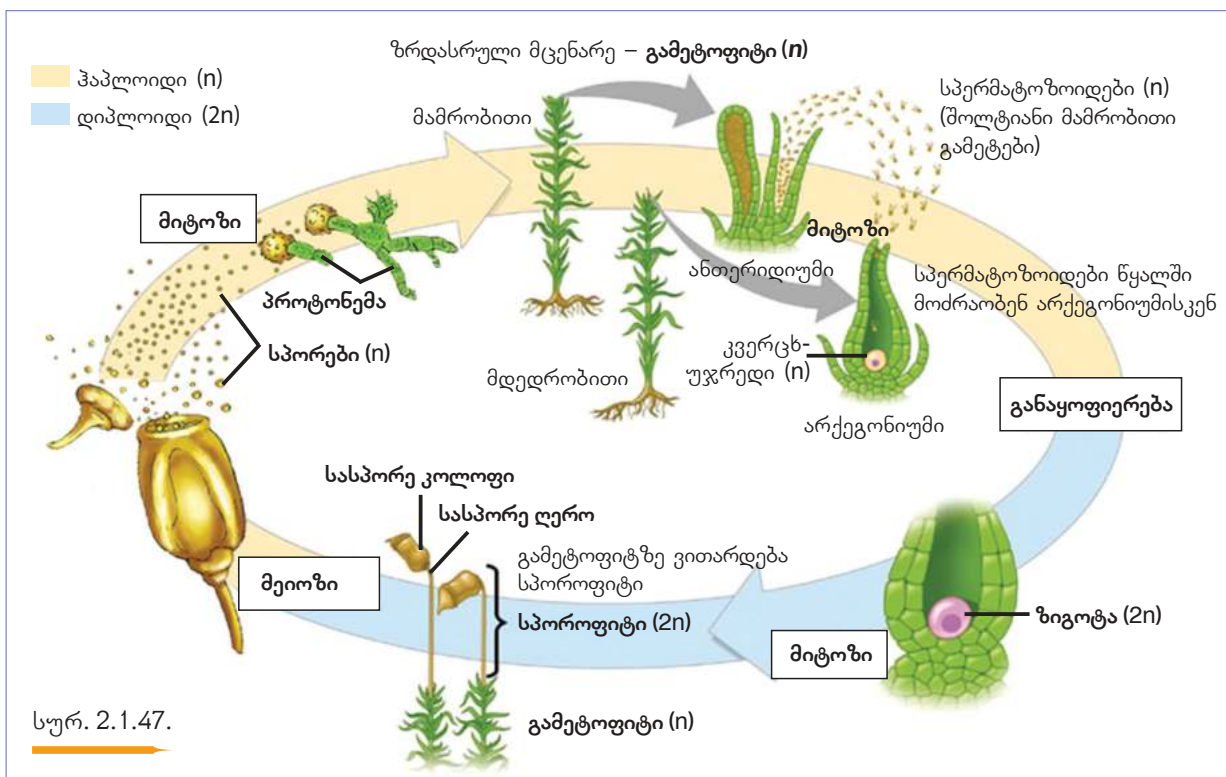
მცენარეთა სასიცოცხლო ციკლი



- რა განსხვავებაა სპოროვანი და თესლოვანი მცენარეების ახალ ტერიტორიებზე განსახლების საშუალებებს შორის? რომელს აქვს უპირატესობა ამ კუთხით და რატომ?
- რატომაა მნიშვნელოვანი მშობლიური მცენარიდან მოცილებით ახალ ტერიტორიაზე გავრცელება?
- რატომაა საჭირო წყალი სპოროვანი მცენარეების სქესობრივი გამრავლებისთვის?
- რატომ არ სჭირდებათ წყალი თესლოვან მცენარეებს სქესობრივი გამრავლებისთვის?

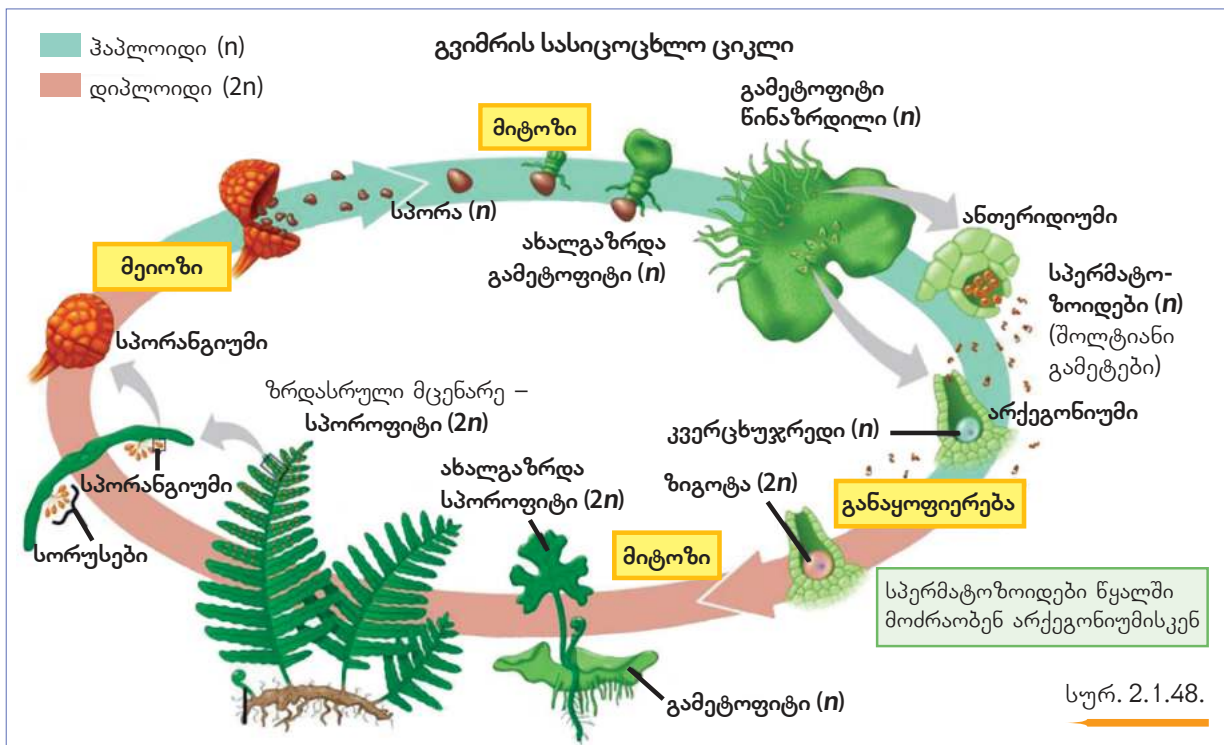
ყოველი სახეობის წარმომადგენელი განვითარების გარკვეულ ფაზებს გადის. განვითარების ფაზათა ერთობლიობას, რომლის განმავლობაშიც ორგანიზმი ვითარდება, ზრდასრულ ფორმას აღწევს და მრავლდება, **სასიცოცხლო ციკლი** ეწოდება. სხვადასხვა სახეობის ორგანიზმში სასიცოცხლო ციკლის სირთულე განსხვავებულია. ზოგიერთ ორგანიზმში შეიმჩნევა უსქესო და სქესობრივი გამრავლების მონაცვლეობა, რომელიც **თაობათა**

მონაცვლეობის სახელწოდებითაა ცნობილი. მაგალითად, მცენარეებში კარგად შეიმჩნევა უსქესო თაობის – სპოროფიტისა და სქესიანი თაობის – გამეტოფიტის მონაცვლეობა. **სპოროფიტი** (უსქესო თაობა) არის დიპლოიდური თაობა ($2n$), რომელიც სპორებს წარმოქმნის. **გამეტოფიტი** (სქესიანი თაობა) არის ჰაპლოიდური თაობა (n), რომელიც გამეტებს წარმოქმნის.



სურათ 2.1.47-ზე წარმოდგენილია ხავსის სასიცოცხლო ციკლი. სპორების წარმოქმნას წინ უსწრებს გამეტების შერწყმა – სქესობრივი გამრავლება. გამეტები ღეროფოთლოვანი ხავსის წვეროში განვითარებულ სასქესო ორგანოებში (ანთერიდიუმსა და არქეგონიუმ-

ში) მიტოზური გაყოფით წარმოიქმნება. ტენიან გარემოში მოხვედრილი სპორიდან ჯერ მწვანე ძაფნაირი წყალმცენარის მსგავსი პროტონემა და შემდეგ მასზე ღეროფოთლოვანი მცენარე ვითარდება.



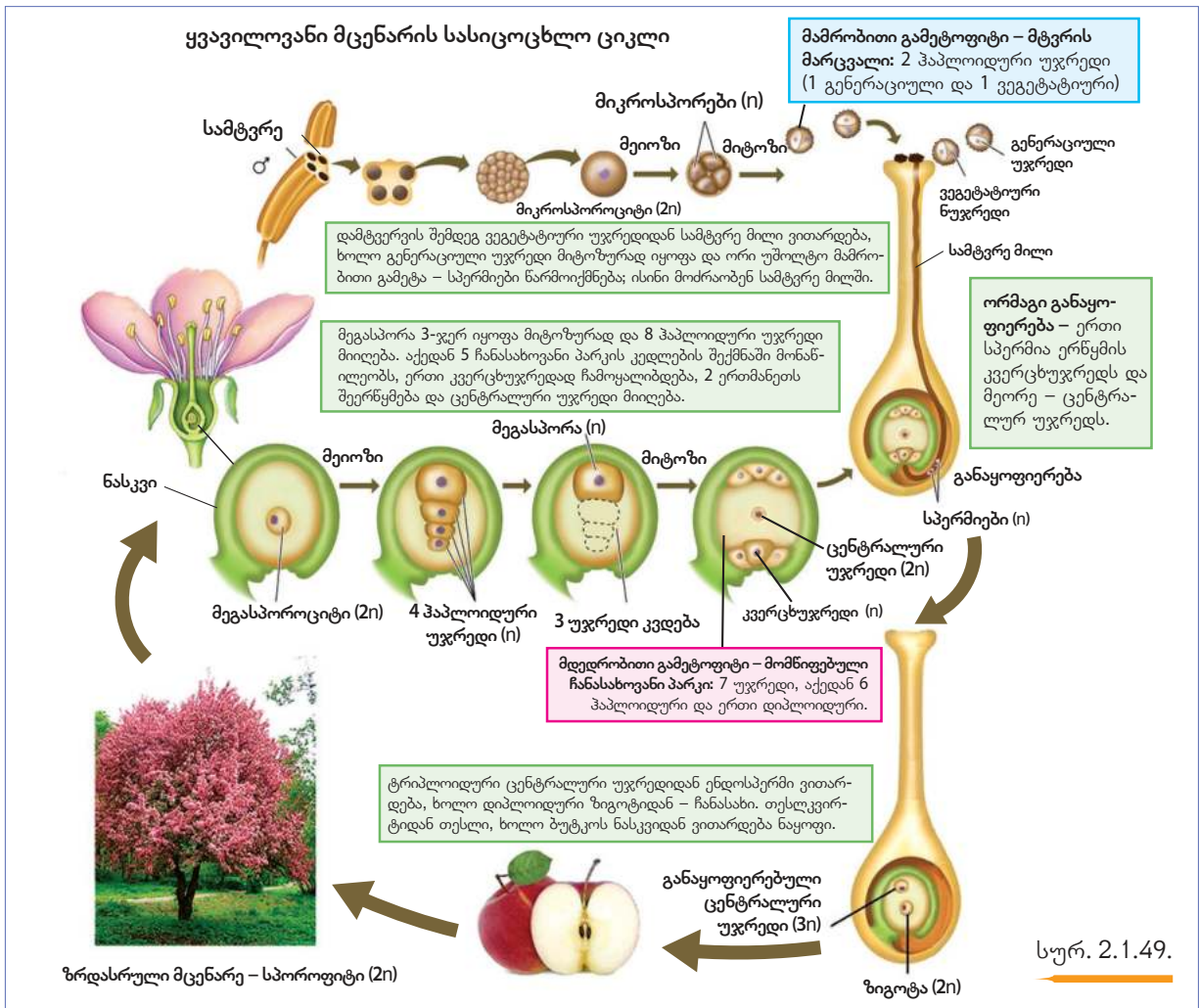
სურათი 2.1.48 ასახავს გვიმრის სასიცოცხლო ციკლს. გვიმრაშიც სპორები მეიოზური გაყოფით მიიღება. ტენიან გარემოში მოხვედრილი სპორიდან წარმოიქმნება ფოთლის ფირფიტის მსგავსი წინაზრდილი, რომელზედაც სასქესო ორგანოები (ანთერიდიუმი და არქეგონიუმი) ვითარდება, მათში კი გამეტები მწიფდება.

ყვავილოვანი მცენარეების სასიცოცხლო ციკლშიც შენარჩუნებულია უსქესო და სქე-

სობრივი თაობის მონაცვლეობა (სურ. 2.1.49). თუმცა ყვავილოვან მცენარეებში გამეტოფიტი ძალიან შემცირებულია და, ხავსებისა და გვიმრებისაგან განსხვავებით, არ არის წარმოდგენილი დამოუკიდებელი ინდივიდის სახით. ყვავილოვანი მცენარეების გამეტოფიტის სიცოცხლე მთლიანად სპოროფიტ მცენარეზეა დამოკიდებული, რადგან მასზე ვითარდება და მისგან იღებს საკვებ ნივთიერებებს.



- სურათ 2.1.47-ზე დააკვირდი ხავსების სასიცოცხლო ციკლს და უპასუხე კითხვებს: 1) დაასახელე სქესიანი (გამეტოფიტი) და უსქესო (სპოროფიტი) თაობა; 2). გაყოფის რომელი გზით წარმოიქმნება გამეტები და რატომ? 3). გაყოფის რომელი გზით წარმოიქმნება სპორები? 4) როდის ხდება ინდივიდების რიცხვის ზრდა – უსქესო თუ სქესობრივი გამრავლების დროს? 5) ხავსებში რომელი თაობა სჭარბობს მოცულობით – გამეტოფიტი თუ სპოროფიტი? 6) რომელი თაობაა დამოუკიდებელი – გამეტოფიტი თუ სპოროფიტი? პასუხი დაასაბუთე.
- სურათ 2.1.48-ზე დააკვირდი ხავსების სასიცოცხლო ციკლს და უპასუხე კითხვებს: 1) დაასახელე გამეტოფიტი და სპოროფიტი; 2) გაყოფის რომელი გზით წარმოიქმნება გამეტები და რატომ? 3) გაყოფის რომელი გზით წარმოიქმნება სპორები? 4) გვიმრებში რომელი თაობა სჭარბობს მოცულობით – გამეტოფიტი თუ სპოროფიტი? 5) შეადარე გვიმრის სპოროფიტის მოცულობა ხავსის სპოროფიტის მოცულობას; რა განსხვავებაა მათ შორის? გააკეთე დასკვნა. 6) როგორია გვიმრების სპოროფიტი – დამოკიდებული თუ დამოუკიდებელი? პასუხი დაასაბუთე.
- გაანალიზე 2.1.49-ზე მოცემული ყვავილოვანი მცენარეების სასიცოცხლო ციკლის სქემა და უპასუხე კითხვებს: 1) დაასახელე გამეტოფიტი და სპოროფიტი; 2) გაყოფის რომელი გზით წარმოიქმნება გამეტები? 3) გაყოფის რომელი გზით წარმოიქმნება მიკროსპორა და მეგასპორა? 4) ყვავილოვან მცენარეებში როგორია გამეტოფიტის მოცულობა? 5) რა როლს ასრულებს ვეგეტატიური უჯრედი? 6) თესლკვირტში რამდენი უჯრედის განაყოფიერება ხდება ერთდროულად? 7) ყვავილის რა ნაწილიდან ვითარდება თესლი? ნაყოფი?



ყვავილი – რეპროდუქციული ორგანო – სპოროფიტის ნაწილია, ფარულთესლოვან მცენარეებში გამეტოფიტი იმდენად მცირე ზომისაა, რომ ყვავილის ნაწილებში ვითარდება (სამტკრეში მამრობითი გამეტოფიტი – მტკრის მარცვალი, ხოლო ნასკვში მდედრობითი გამეტოფიტი – ჩანასახოვანი პარკი). დღეს დედამიწაზე გაბატონებული მდგომარეობა

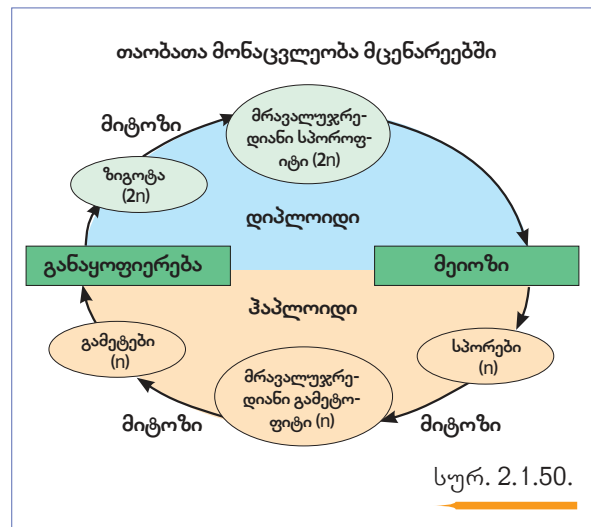
თესლოვან, განსაკუთრებით კი ყვავილოვან მცენარეებს უკავია, რაც ყვავილისა და თესლის განვითარებასთან არის დაკავშირებული. თესლით გამრავლება დიდ უპირატესობას აძლევს თესლოვან მცენარეებს სპოროვან მცენარეებთან შედარებით, მაგრამ თესლით გამრავლებას აქვს როგორც უპირატესობა, ისევე ნაკლი (იხ. ცხრ. 2.1.4).

ცხრილი 2.1.4.

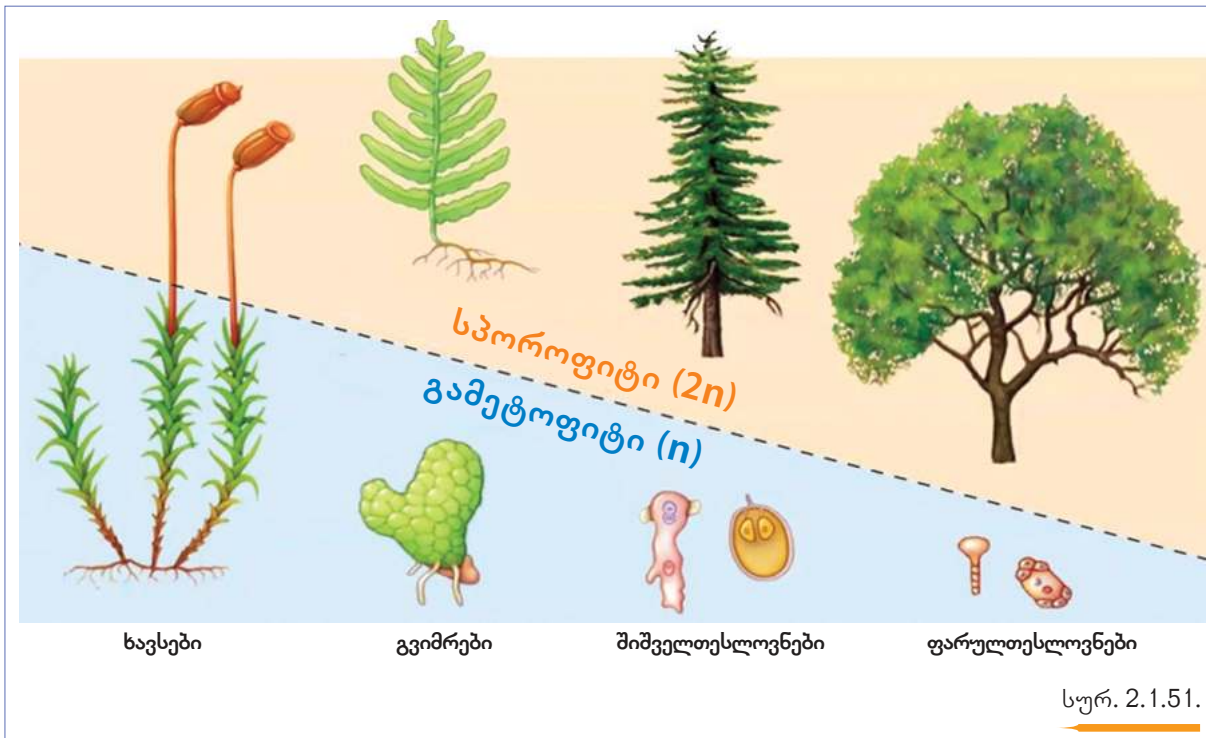
თესლით გამრავლების უპირატესობა და ნაკლი

უპირატესობა	ნაკლი
- შეიცავს მრავალუჯრედიან ჩანასახს; - თესლი ჩანასახისათვის საჭირო საკვებ ნივთიერებებს შეიცავს და იცავს მას არახელსაყრელი ფაქტორებისგან; - თესლს გავრცელებისათვის სხვადასხვა შეგუებული ბანი აქვს; - თესლს არახელსაყრელ პირობებში შეუძლია დიდხანს იყოს მოსვენების მდგომარეობაში; - თესლი სქესობრივი გამრავლების შედეგად წარმოიქმნება, ამიტომ სახეობას უზრუნველყოფს გენეტიკური რეკომბინაცია.	- თესლს დიდი ზომა აქვს სპორასთან შედარებით, რაც აფერხებს მის გავრცელებას; - თესლი მრავალი ცხოველის საკვებს წარმოადგენს, რადგან იგი საკვებ ნივთიერებებს შეიცავს; - დამტკერვა ხშირად დამოკიდებულია გარეგან ფაქტორებზე (ქარზე, მწერებზე); ამიტომ დამტკერვა და შესაბამისად, განაყოფიერება ყოველთვის არ ხდება; - თესლების დანაკარგი დიდია, ამიტომ მშობლიური სპოროფიტი წარმატების მისაღწევად დიდ ენერგიასა და ბევრ საკვებ ნივთიერებებს ხარჯავს თესლების წარმოქმნაზე.

სურათ 2.1.50-ზე მოცემულია მცენარეების სასიცოცხლო ციკლის განზოგადებული სქემა, რომელიც აჩვენებს, რომ მცენარეებში - 1) მეიოზური გაყოფით მნიშვნელოვან სპორები, სპორიდან კი ვითარდება ჰაპლოიდური გამეტოფიტი; 2) გამეტები მიტოზური გაყოფით წარმოიქმნება, განაყოფიერების შედეგად კი - დიპლოიდური სპოროფიტი. სურათი 2.1.51 აღწერს მცენარეთა სასიცოცხლო ციკლის ევოლუციურ ტენდენციას. ხავსებში, სპოროფიტთან შედარებით, ყველაზე დიდი მოცულობისაა გამეტოფიტი, შესაბამისად, ყველაზე მეტ ენერგიას მცენარეების ეს ჯგუფი ხარჯავს გამეტოფიტის ფორმირებაზე. მცენარეთა ჯგუფები, რომლებიც შეგუებული არიან მშრალ საარსებო გარემოში არსებობასთან, ყველაზე მეტ ენერგიას დებენ სპოროფიტის ფორმირებაზე; რადგან სპო-



როფიტი მცენარეს შინაგანი გარემოს სტაბილურობას უნარჩუნებს, კვებავს და იცავს ჩანასახს არახელსაყრელი პირობებისგან.



- რაზე მიუთითებს ხავსების პროტონემის ფორმის მსგავსება წყალმცენარეებთან?
- რა არის ორმაგი განაყოფიერება და რა მნიშვნელობა აქვს მას?
- სურათ 2.1.51-ის მიხედვით აღწერე ხავსებიდან ფარულთესლოვნებამდე როგორი ტენდენცია აქვს - 1) გამეტოფიტის მოცულობის ცვლილებას? 2) სპოროფიტის მოცულობის ცვლილებას? 3) ახსენი, ევოლუციის პროცესში რატომ ჩამოყალიბდა ასეთი ტენდენცია?

7. შეავსე ქვემოთ მოცემული სქემა:

თაობათა მონაცვლეობა მცენარეებში			
კრიტერიუმები შედარებისთვის	ხავსები	გვიმრები	ყვავილოვანი მცენარეები
გამეტოფიტი – დიპლოიდი/ჰაპლოიდი	×	×	×
სპოროფიტის ქრომოსომული ნაკრები – $n/2n$	×	×	×
გამეტოფიტი (დასახელება)	×	×	×
სპოროფიტი (დასახელება)	×	×	×
დომინანტური თაობა მცენარის სასიცოცხლო ციკლში – გამეტოფიტი/სპოროფიტი	×	×	×
გამეტოფიტი/სპოროფიტის სიცოცხლის უნარიანობა და ურთიერთდამოკიდებულება	×	×	×
სპორების მომწიფების ხერხი – მიტოზი/მეიოზი	×	×	×
გამეტების მომწიფების ხერხი – მიტოზი/მეიოზი	×	×	×
სპორების განვითარების ადგილი	×	×	×
გამეტების განვითარების ადგილი	×	×	×
მამრობითი გამეტა – შოლტიანი/უშოლტო	×	×	×
წყალი მამრობითი გამეტების მოძრაობისთვის – აუცილებელია/არ არის აუცილებელი	×	×	×



რეფერატის მომზადება

მომზადე რეფერატი ბუნებასა და ადამიანის საქმიანობაში მცენარეების როლისა და მათი ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების მნიშვნელობის შესახებ.

რეფერატის პრეზენტაციის დროს საზგასმით წარმოაჩინე:

- რა არსებითი განსხვავებაა მცენარეების სხვადასხვა სისტემატიკური ჯგუფის წარმომადგენლების აგებულებაში?
- რა მსგავსებაა ხავსებისა და გვიმრების გამრავლებაში?
- რა განსხვავებაა სპოროვანი და თესლოვანი მცენარეების გამრავლებას შორის?
- რა მსგავსება-განსხვავებაა შიშველთესლოვანი და ფარულთესლოვანი მცენარეების რეპროდუქციულ ორგანოებს შორის?
- რატომ არის საჭირო სიფრთხილის გამოჩენა მცენარეებთან ურთიერთობის დროს?
- რა მნიშვნელობა აქვს მცენარეების ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებას ეკოსისტემის მდგარდობისა და ადამიანის ჯანმრთელობისთვის?
- რა უქმნის საფრთხეს მცენარეთა ბიომრავალფეროვნებას?
- მცენარეთა ბიომრავალფეროვნების დაცვის რა ღონისძიებებს მიმართავს სახელმწიფო?



საგელა კვლევა – ბიოტური კომპონენტის კვლევა

პროექტი

თემა – ვირუსიდან ადამიანამდე

საკითხი: მცენარეები

ქვესაკითხები:

- მცენარეების ბიომრავალფეროვნება და მისი დაცვის მნიშვნელობა.

პროექტის სახელწოდება	ბიოტური კომპონენტის კვლევა								
პროექტის ეტაპები									
პრობლემის ანალიზი/რატომ გადაწყვიტე ამ საკითხზე პროექტის განხორციელება?									
პროექტის მიზანი	ლოკალური გარემოს ბალახოვან მცენარეთა ბიომრავალფეროვნების კვლევა								
პროექტის ამოცანები	- ლოკალურ გარემოში კვადრატის მეთოდის გამოყენებით ბალახოვან მცენარეთა ბიომრავალფეროვნების რიცხოვნობის კვლევა; - კვლევის ანგარიშის მომზადება.								
აქტივობები	- კვლევის ჩასატარებლად ლოკალურ გარემოში გარკვეული ტერიტორიის შერჩევა (ტყე, პარკი, მინდორი) და მისი ფართობის გამოთვლა; - კვადრატის ჩარჩოს დამზადება; - მონაცემების ცხრილის შექმნა; - კვადრატის ჩარჩოს საშუალებით საკვლევი ტერიტორიიდან ნიმუშების აღება – თითოეულ ნიმუშში ბალახოვანი მცენარეების სახეობების რიცხვის დათვლა და მონაცემების ცხრილში ჩანიშვნა; - ფოტოების გადაღება; - ფორმულის – $T = NA$-ს საშუალებით შერჩეულ მონაკვეთზე ბალახოვანი მცენარეების სახეობების საერთო რიცხვის გამოთვლა; - პასუხების მომზადება კითხვებზე: 1) რა ჯგუფები შედის მცენარეთა სამეფოში? 2) რა არსებითი განსხვავებაა მცენარეთა სხვადასხვა ჯგუფის ტიპური წარმომადგენლების სტრუქტურასა და სტრუქტურული კომპონენტების ფუნქციებში? 3) რა არსებითი განსხვავებაა მცენარეთა სხვადასხვა ჯგუფის ტიპური წარმომადგენლების გამრავლების ხერხებს შორის? 4) რა მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებას ეკოსისტემის მდგრადობისთვის? 5) რა მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებას ადამიანის ჯანმრთელობისთვის? - კვლევის ანგარიშის მომზადება; კვლევის ანგარიშის მასწავლებლისა და კლასის წინაშე წარდგენა.								
საჭირო რესურსები	ხე ან რბილი მავთული კვადრატის დასამზადებლად, კომპიუტერი, თაბახის ფურცლები, მობილური ტელეფონი და/ან ფოტო და ვიდეოკამერა.								
სამოქმედო გეგმა	<table><tr><th>აქტივობა</th><th>აქტივობისათვის საჭირო დრო</th><th>პასუხისმგებელი პირი</th></tr><tr><td>✗</td><td>✗</td><td>✗</td></tr></table>			აქტივობა	აქტივობისათვის საჭირო დრო	პასუხისმგებელი პირი	✗	✗	✗
აქტივობა	აქტივობისათვის საჭირო დრო	პასუხისმგებელი პირი							
✗	✗	✗							