

## ამოცანა 1.

ქათმების ერთი ჯიშისგამორჩევა მოკლე ფეხებით (დომინანტური ნიშანი). ეს გენიგავლენას ახდენს ნისკარტისსიგრძეზე. ჰომოზიგოტური დომინანტური გენის მატარებელ წიწილებს ისეთი მოკლე ნისკარტი აქვთ, რომ ვერახერხებენკვერცხის გამოტეხვას და ილუპებიან. ინკუბატორში, სადაც მხოლოდ მოკლეფეხება ქათმები გამოჰყავთ, მიიღეს 3000 წიწილა. რამდენი მათგანი იქნება მოკლეფეხება?

ამოხსნა:

ამოცანის პირობიდან გამომდინარე, ინკუბატორში მყოფი ყველა ქათამი ჰეტეროზიგოტურია –  $Aa$  (რადგანჰომოზიგოტური მოკლეფეხება გამოჩეკვამდე ილუპება).

ჰეტეროზიგოტური ( $Aa$ ) ინდივიდების შეჯვარებისას ვიღებთ ასეთ შთამომავლობას:

- 25% იქნებადომინანტური ჰომოზიგოტი  $AA$  – ძალიანპატარა ნისკარტი (დაილუპება გამოჩეკვამდე);
- 50% – დომინანტური ჰეტეროზიგოტი  $Aa$  – ფენოტიპურად მოკლეფეხება;
- 25% – რეცესიული ჰომოზიგოტი  $aa$  – ფენოტიპურად გრძელფეხება.

ყოველივე ამის გათვალისწინებით ვასკვნით, რომ მოკლეფეხება ინდივიდები შეადგენს მთელი თაობის  $2/3$ -ს, ე.ი. დაახლოებით 2000 წიწილას.

## ამოცანა 2.

შავი თაგვების ერთმანეთთან შეჯვარებით ყოველთვის მიიღება შავი შთამომავლობა, ყვითელი თაგვების ერთმანეთთან შეჯვარებისას კი თაგვების ერთი მესამედი შავია, ხოლო დანარჩენი – ყვითელი. როგორ შეიძლება ავხსნათ ეს მოვლენა?

ამოხსნა:

- შავი თაგვები არიან ჰომოზიგოტურები, რადგან მთელი შთამომავლობა ერთგვაროვანია.
- ყვითელი თაგვები არიან ჰეტეროზიგოტურები, რადგან შთამომავლობაში ხდება დათიშვა. ვინაიდან ჰეტეროზიგოტური ინდივიდები ატარებენ დომინანტურ ნიშანს, ე.ი. ყვითელი შეფერილობა დომინანტურია.

- ყვითელი თაგვების ერთმანეთთან შეჯვარებით არასოდეს მიიღება ერთგვაროვანი თაობა, თანაც დათიშვის კანონზომიერება არ ემთხვევა მენდელისეულს. ეს გვადლევს საფუძველს, ვივარაუდოთ, რომ დომინანტური ნიშნით ჰომოზიგოტური ინდივიდები არასიცოცხლისუნარიანები არიან. ეს შეგვიძლია დავადასტუროთ შეჯვარების სქემითაც:

<i>P</i>	<i>Aa</i>	<i>X</i>	<i>Aa</i>
გამეტები	<i>A; a;</i>		<i>A; a;</i>
<i>F1</i>	<i>AA</i> ილუპება	<i>2Aa</i> ყვითელი 66%	<i>aa</i> შავი 33%

### ამოცანა 3.

დავუშვათ, ორგანიზმში წარმოიშვა მუტაცია, რომლის შედეგად ილუპებიან მხოლოდ ჰეტეროზიგოტური ინდივიდები, ხოლო ჰომოზიგოტურები სიცოცხლისუნარიანები არიან. ივარაუდეთ, რა შეიძლება მოჰყვეს ამ ფაქტს.

*პასუხი:*

დომინანტური ან რეცესიული ნიშნით ჰომოზიგოტური ინდივიდები დაკარგავენ ურთიერთშეჯვარების უნარს და მათი ევოლუცია წავა სხვადასხვა გზით, რამაც შემდგომ შესაძლოა ორი ახალი სახეობის ჩამოყალიბება გამოიწვიოს.

### ამოცანა 4.

თაგვებში მოკლეკუდიანობის გენი დომინანტურ მდგომარეობაში ლეტალურია და იწვევს ჩანასახის დაღუპვას განვითარების ადრეულ ეტაპზე. ჰეტეროზიგოტურ ინდივიდებს კუდი უფრო მოკლე აქვთ, ვიდრე ნორმალურებს. განსაზღვრეთ გრძელკუდიანი და მოკლეკუდიანი თაგვების შეჯვარების შედეგად მიღებული შთამომავლობის გენოტიპი და ფენოტიპი.

*ამოხსნა:*

ინდივიდების 50%-ს ექნება გრძელი კუდი და მათი გენოტიპი იქნება *AA*, ხოლო ინდივიდების 50%-ს ექნება მოკლე კუდი და მათი გენოტიპი იქნება *Aa*.

ამოცანა # 5.

სარკისებური კობრის ერთმანეთთან შეჯვარებისას პირველსავე თაობაში შეინიშნებოდა დათიშვა: მიღებული ინდივიდებიდან 152 სარკისებური იყო, ხოლო 78-ს ჰქონდა ნორმალური ქერცლი. ა) როგორ შეიძლება ავხსნათ ეს შედეგი? ბ) როგორ შთამომავლობას უნდა ველოდოთ ჩვეულებრივქერცლიანი კობრის სარკისებურთან შეჯვარებით?

*პასუხი:*

*ა) ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს დამემკვიდრების ისეთ ფორმასთან, როცა დომინანტური გენის ჰომოზიგოტური ინდივიდები იღუპებიან.*

*ბ) ჩვეულებრივქერცლიანი კობრის სარკისებურთან შეჯვარებით მიღებული ინდივიდების 50% სარკისებური (Aa) იქნება, 50% – ჩვეულებრივქერცლიანი (aa).*

*ლეტალური გენების მოქმედება დიჰიბრიდული შეჯვარებისას*

*დიჰიბრიდული შეჯვარებისას, ისევე როგორც მონოჰიბრიდულის შემთხვევაში, ლეტალური გენების არსებობა ცვლის შთამომავლობაში სხვადასხვა ფენოტიპის თანაფარდობას.*

### **აქტივობა 15: ალბათობის თეორია გენეტიკაში**

**მიზანი:** თეორიული ცოდნის პრაქტიკაში გამოყენების უნარ-ჩვევებს; მენდელის კანონების სტატისტიკური ხასიათის გაანალიზება; ვლევითი უნარების განვითარება. საგანთაშორის კავშირების დადგენა.

**რესურსები:** 2 მწვანე და 2 ყვითელი მარკერი, პლასტმასის ჭიქა თითოეული ჯგუფისათვის

1. მასწავლებელი სვავს კითხვებს:

- რაში მდგომარეობს მონოჰიბრიდული შეჯვარების არსი და დათიშვის კანონი? (ამ კანონის თანახმად, მონოჰიბრიდული შეჯვარების დროს მიღებული პირველი თაობის ჰიბრიდების თვითდამტვერვის გზით ან ერთმანეთთან შეჯვარებით გამრავლებისას მეორე თაობაში გამოვლინდება რიგორც დომინანტური, ისე რეცესიული ნიშან-თვისება თანაფარდობით 3:1.);
- რა კავშირია მენდელის კანონებსა და ალბათობის თეორიას შორის? (მენდელის კანონებს სტატისტიკური ხასიათი აქვს).

2. მასწავლებელი ყოფს კლას ჯგუფებათ და ურიგებს ინსტრუქციას ექსპერიმენტისათვის:

ა) ცალკე ფურცელზე ან რვეულში მოამზადეთ ცხრილი მონაცემების აღრიცხვისთვის;

ბ) ბარდაში თესლის ყვითელი შეფერილობა (A) დომინირებს მწვანეზე (ა). გამოიყენეთ პენეტის ცხრილი და განსაზღვრეთ იმ ჰიბრიდების მოსალოდნელი გენოტიპი და ფენოტიპი, რომელთა მშობლებიც არიან ჰეტეროზიგოტურები (Aa) თესლის შეფერილობის მიხედვით;

გ) ოთხივე მარკერი (ყვითელი და მწვანე) მოათავსეთ ჭიქაში. თითოეული მარკერი ასახავს ალელებს ჰეტეროზიგოტურ მცენარეებში;

დ) ჭიქა შეანჯღრით და თვალდახუჭულმა ამოიღეთ რომელიმე 2 მარკერი. 2 მარკერი ასახავს ალელების კომბინაციას კვერცხუჯრედისა და სპერმის შერწყმის დროს. ეს პროცედურა გაიმეორეთ 10-ჯერ და მარკერების – “ალელების” – კომბინაცია ჩაინიშნეთ მონაცემთა ცხრილში (ყოველი პროცედურის შემდეგ მარკერები ჭიქაში დააბრუნეთ). ეს პროცედურა ნაბიჯი გაიმეორეთ ჯერ 50-ჯერ, შემდეგ – 100-ჯერ;

ე) დათვალეთ თითოეული ტიპის გენოტიპი ყველა სერიისთვის. მონაცემების გამოყენებით თითოეული სერიისათვის (10, 50 და 100) განსაზღვრეთ ყვითელი ფენოტიპების რაოდენობა;

გ) მონაცემების გამოყენებით თითოეული სერიისათვის (10, 50 და 100) განსაზღვრეთ გენოტიპური და ფენოტიპური დათიშვის თანაფარდობა; დათიშვის თანაფარდობის გამოსათვლელად თითოეული გენოტიპის/ფენოტიპის რაოდენობის განმსაზღვრელი რიცხვი უნდა გავყოთ უმცირეს რიცხვზე და დავამრგვალოთ უახლოეს მთელ რიცხვამდე. მაგალითად, დავუშვათ, სერიისათვის 100, მიღებული გაქვთ ასეთი შედეგი: 23AA, 51Aa და 26aa; ამ შემთხვევისათვის გენოტიპური დათიშვის თანაფარდობა ასე იანგარიშება:  $23/23=1$ ,  $51/23=2,2$ ,  $26/23=1,1$ . ე.ი. გენოტიპური დათიშვა ასეთია: 1AA: 2Aa: 1aa.

3. სამუშაოს დამთავრების შემდეგ სტუდენტების თითოეული ჯგუფი პასუხობს შემდეგ კითხვებს:

1. რომელი გენოტიპი მიიღეთ ყველაზე ხშირად?

2. როგორ გენოტიპურ და ფენოტიპურ დათიშვას მოელოდით?
  3. როგორ გენოტიპურ და ფენოტიპურ დათიშვას მოელოდით 10-იან, 50-იან და 100-იან სერიაში?
  4. როგორ შეესაბამება ექსპერიმენტში მიღებული დათიშვის თანაფარდობა თეორიულად მოსალოდნელ დათიშვას?
  5. რომელი სერიის დათიშვის მონაცემებია ყველაზე ახლოს თეორიულად მოსალოდნელ დათიშვის თანაფარდობასთან? ახსენით შედეგი.
  6. როგორ აისახება ალბათობა თქვენი ექსპერიმენტის შედეგში?
4. სტუდენტებს მონაცემთა ცხრილში შეაქვთ თავიანთი ჯგუფის ჯამური შედეგები და პრეზენტაციის დროს თითოეული ჯგუფი თავის შედეგებს დააფიქსირებს მასწავლებლის მიერ შედგენილ მონაცემთა ცხრილში. ამის შემდეგ კლასის ჯამური შედეგების განხილვა გაადვილდება.
5. მასწავლებელი სვავს კითხვებს:
1. თქვენი ჯგუფის ჯამური შედეგები შეადარეთ კლასის ჯამურ შედეგებს. რომელ შემთხვევაშია გენოტიპებისა და ფენოტიპების რეალური თანაფარდობა უფრო ახლოს თეორიულად მოსალოდნელ თანაფარდობასთან? რატომ?
  2. გამოთქვით ჰიპოთეზა, როგორ უნდა მიაღწიოთ, რომ რეალური შედეგი უფრო ახლოს იყოს თეორიულად მოსალოდნელ შედეგთან.
  3. გამოიტანეთ დასკვნა, რატომ ატარებდა მენდელი ექსპერიმენტებს მრავალ ინდივიდზე და რატომ აგროვებდა დიდი რაოდენობის მონაცემებს.

### თემა: ევოლუცია

#### საკითხები:

1. ევოლუციის მამოძრავებელი ძალები და შედეგები;
2. სისტემატიკური ჯგუფები;
3. ევოლუციის მიმართულებები;
4. ევოლუციის დამამტკიცებელი საბუთები.

სამიზნე ცნებები და მკვიდრი წარმოდგენები;	შედეგი	საკვანძო შეკითხვა	შეფასების კრიტერიუმი	კომლექსური დავალება <i>რეკომენდირებული ა-სწავლა სწავლების მე-III წელს</i>
<p><b>ბიომრავალფეროვნება</b> ; <b>ცვალებადობა;</b> <b>მდგრადობა;</b> <b>შეგუებულობა;</b> <b>მემკვიდრეობითობა.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ევოლუციის შედეგად წარმოიქმნება ახალი სახეობები;</li> <li>• მსგავსი ორგანიზმების დაჯგუფების შედეგად მოხდა სისტემატიკური ჯგუფების გამოყოფა;</li> <li>• არსებობს ორგანული სამყაროს ევოლუციის დამამტკიცებელი</li> </ul>	<p>ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებისა და მისი ცვლილების მნიშვნელობის გააზრებას;</p> <p>მეცნიერული კვლევების გამოყენებას ბიოლოგიური პროცესების ასახსნელად;</p> <p>ბიოლოგიის მეცნიერების მიღწევების და ტექნოლოგიების შეფასებას.</p>	<p>როგორ განაპირობებს ევოლუციის მამოძრავებელი ძალები ორგანიზმთა შეგუებულობებს?</p> <p>როგორ არის დაკავშირებული ევოლუციის მამოძრავებელი ძალები ორგანული სამყაროს მრავალფეროვნებასთან ?</p> <p>რა ფაქტების მოყვანით შეიძლება ვიმსჯელოთ ორგანული სამყაროს განვითარებაზე?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ევოლუციის მამოძრავებელი ძალების დაკავშირება მის შედეგებთან;</li> <li>• ბიომრავალფეროვნების დაკავშირება ევოლუციის მიმართულეებებთან;</li> <li>• ევოლუციის დამამტკიცებელ საბუთებზე არგუმენტირებული მსჯელობა;</li> <li>• ორგანიზმთა შეგუებულობების ახსნა ევოლუციის თეორიების გამოყენებით.</li> </ul>	<p>1. შეგუებულობა;</p> <p>2. ევოლუციის საკვანძო საკითხები;</p> <p>3. ნამგლისებრი ანემია.</p>

<p>მოლეკულური, ციტოლოგიური და სხვა საბუთები;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ორგანული სამყაროს ევოლუციური გარდაქმნა სამი მიმართულებით მიმდინარეობს: აროგენეზი (ორგანიზმთა ორგანიზაციის დონის ამაღლება), ალოგენეზი (მცირე ევოლუციური ცვლილებები) და კატაგენეზი (ორგანიზაციის დონის გამარტივება);</li> <li>• ორგანული სამყაროს განვითარების ერთ-ერთ შედეგს წარმოადგენს ორგანიზმთა შეგუებულობა;</li> </ul>				
--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

**სწავლა სწავლების მესამე წელი**

აქტივობები და რესურსები	კომპლექსური დავალებები
<p><b>ეტაპი 1.</b> როგორ განაპირობებს ევოლუციის მამოძრავებელი ძალები ორგანიზმთა შეგუებულობებს?</p> <p><b>ეტაპი 2.</b> როგორ არის დაკავშირებული ევოლუციის მამოძრავებელი ძალები ორგანული სამყაროს მრავალფეროვნებასთან?</p> <p><b>ეტაპი 3.</b> რა ფაქტების მოყვანით შეიძლება ვიმსჯელოთ ორგანული სამყაროს განვითარებაზე?</p>	<p>1. შეგუებულობასთან დაკავშირებული ექსპერიმენტის გაანალიზება;</p> <p>2. ტექსის „ნამგლისებრი ანემია“ გაანალიზება და ბუნებრივი გადარჩევის მამოძრავებელი ძალების, ფორმების დადგენა.</p> <p>3. ევოლუციის საკვანძო საკითხებს შორის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების დადგენა და სქემატურად გამოხატვა.</p>



## სარეკომენდაციო შემაჯამებელი დავალებები

### აქტივობა 1. შეგუებულობა

**მიზანი:** მოსწავლემ იმსჯელოს ევოლუციის ძირითადი ფაქტორების შესახებ, იმსჯელოს შეგუებულობაზე, როგორც ევოლუციის შედეგზე.

**რესურსები:** ექსპერიმენტის აღწერილობითი ტექსტი და ცხრილი ექსპერიმენტის მონაცემებით ამობეჭდილი სახით, მცირე ტექსტი ალპური მცენარეულობის შესახებ ამობეჭდილი სახით ან ელ.ფორმატში.

### მსვლელობა:

1. მასწავლებელი სთხოვს ბავშვებს ჩამოთვალონ შეგუებულობების მაგალითები.  
შემდეგ სვამს კითხვას:

1. გაიხსენეთ ინდუსტრიული რაიონების პეკლებისთვის დამახასიათებელი ე.წ. „ინდუსტრიული მელანიზმის“ მოვლენა. რა შეგუებულობები განვითარდა ევოლუციის პროცესში ამ მწერებში და რამ გამოიწვია მისი განვითარება? *(ინდუსტრიული რაიონების ტერიტორიაზე პეკლებში განვითარდა მუქი შეფერილობა, ხეების გამუქებული ღეროების ფონზე შესანიშნავად).*
2. ზოგიერთი ყვავილი მხოლოდ ერთი სახეობის მწერით იმტვერება. მოიფიქრე, რა მოხდება, თუ მწერი, რომელიც ასეთ ყვავილს მტვერავს, მასობრივად განადგურდება? *(ასეთ შემთხვევაში ყვავილი ვეღარ დაიმტვერება და შესაბამისად, მცენარე ვერ გამრავლდება. შესაძლებელია სახეობის არსებობას საფრთხე შეექმნას).*
3. რომელი შეგუებულობაა მომგებიანი სახეობისათვის ევოლუციის თვალსაზრისით, ვიწრო თუ ფართო? რატომ? *(მომგებიანია ფართო შეგუებულობა, ვინაიდან ის აძლევს სახეობას გადარჩენისა და უფრო ფართოდ განსახლების საშუალებას).*

4. თქვენი აზრით, რას გულისხმობს გამოთქმა „შეგუებულობის შეფარდებითი ხასიათი“?  
*(ესა თუ ის შეგუებულობა ვერ იძლევა გადარჩენის აბსოლუტურ გარანტიას ყველა საარსებო პირობებში).*

2. მასწავლებელი ურიგებს კლასს ერთ–ერთი ექსპერიმენტის აღწერას ორნითოლოგიის სფეროდან და ცხრილს, რომელშიც მოცემულია ექსპერიმენტის მონაცემები; სთხოვს მოსწავლეებს გაანალიზონ ტექსტსა და ცხრილში მოცემული ინფორმაცია წყვილებში და უპასუხონ თანდართულ კითხვებს.

### *ექსპერიმენტის აღწერა*

ორნითოლოგების ჯგუფი სწავლობდა ტყის ფრინველების გამრავლების თავისებურებებს ფართოფოთლოვანი ტყის 300 მ<sup>2</sup> ფართობზე, სადაც ხელოვნურად იქნა შეყვანილი რამდენიმე სახეობის ფრინველი. ფრინველებმა სხვადასხვა ფერის კვერცხები დადეს. ბუდეში საშუალოდ 4-5 კვერცხი იყო. კვერცხებს ბევრი მტერი გამოუჩნდა, რადგან ის გემრიელი საკვები აღმოჩნდა მსხვილი მტაცებელი ფრინველებისა და ცხოველებისათვის. ამიტომ ორნითოლოგებს ბევრი ბუდე დახვდათ დანგრეული, კვერცხების ნაცვლად კი – მხოლოდ ნაჭუჭები. მკვლევარებმა დათვალეს სხვადასხვა ფერის მქონე მთელი და გატეხილი კვერცხების რაოდენობა და მონაცემები შეიტანეს შემდეგ ცხრილში:

	თეთრი	კრემის-ფერი	ჭრელი	კვერცხების საერთო რაოდენობა	სხვადასხვა ფერის კვერცხის პროცენტული რაოდენობა (%)		
					თეთრი	კრემის ფერი	ჭრელი
მთელი კვერცხების რაოდენობა	21	29	46	96			
გატეხილი კვერცხების რაოდენობა	14	17	22	53			

შეავსე ცხრილის ცარიელი გრაფები, გაანალიზე მიღებული მონაცემები და უპასუხე კითხვებს:

1. რა ფერის კვერცხები დადეს უფრო მეტი რაოდენობით ხელოვნურად შეყვანილმა ფრინველებმა? (ჭრელი).
2. რა ფერის კვერცხები აღმოჩნდა უფრო მეტად დაცული მტაცებლებისაგან? რატომ? (უფრო მეტად დაცული აღმოჩნდა ჭრელი შეფერილობის კვერცხები. სავარაუდოდ, მათი შეფერილობა უფრო კარგად იყო მორგებული გარემოს ფონს და ნაკლებად შესამჩნევი იყო მტაცებლებისათვის).
3. ივარაუდე, რა მიმართულებით გააგრძელებს მოქმედებას ბუნებრივი გადარჩევა ფრინველებზე, თუ გარემო პირობები მოცემულ არეალში არ შეიცვალა? (ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად უფრო მეტად გადარჩებიან ჭრელი კვერცხის მდებელი ფრინველები. მათ შთამომავლობაში ბუნებრივი გადარჩევა გააგრძელებს მოქმედებას კვერცხის შეფერილობაზე. შესაბამისად, ჭრელი კვერცხების მდებელი ფრინველების რაოდენობა მოიმატებს, ხოლო თეთრისა და კრემისფერის კი – შემცირდება).
4. რა შეგუებულობის განვითარებაა მოსალოდნელი მომავალში? (მომავალში მოსალოდნელია შეგუებულობა წარმართოს ჭრელნაჭუჭიანი კვერცხების დადების მიმართულებით).
5. გამოიყენე ცხრილის მონაცემები იმის დასამტკიცებლად, რომ თეთრი და კრემისფერი კვერცხები უფრო მეტად განადგურდნენ, ვიდრე ჭრელი კვერცხები. (თეთრი და კრემისფერი შეფერილობის შემთხვევაში გატეხილი კვერცხების პროცენტული რაოდენობა (26,4 და 32,1) უფრო მეტია, ვიდრე დაუზიანებელი კვერცხების პროცენტულ რაოდენობა (21,9 და 30,2). ჭრელი კვერცხების შემთხვევაში კი პირიქით, დაუზიანებელი კვერცხების რაოდენობა (47,7) აღემატება გატეხილს (41,6)).

	თეთრი	კრემის-ფერი	ჭრელი	კვერცხების საერთო რაოდენობა	სხვადასხვა ფერის კვერცხის პროცენტული რაოდენობა (%)		
					თეთრი	კრემის ფერი	ჭრელი
დაუზიანებელი კვერცხების რაოდენობა	21	29	46	96	21,9	30,2	47,7
გატეხილი კვერცხების რაოდენობა	14	17	22	53	26,4	32,1	41,6

3. წყვილები მუშაობენ და წარადგენენ პრეზენტაციებს.
4. დასასრულს მასწავლებელი ურიგებს კლასს მცირე ტექსტს ალპური მცენარეულობის

შესახებ და სთხოვს მათ განმარტონ თითოეული შეგუებულობის მნიშვნელობა სახეობის გადარჩენის მიზნით.

### **აღპური მცენარეულობა**

აღპურ მცენარეულობას გააჩნია რამოდენიმე დამახასიათებელი თავისებურება: ძლიერ მოკლე ღეროები, კაშკაშა შეფერილობის ყვავილები და მარადმწვანე ფოთლები. ახსენი ამ შეგუებულობანის წარმოშობა ევოლუციური თეორიის თვალთახედვით.

#### **სავარაუდო პასუხი:**

*მოკლე ღეროები აღპურ მცენარეულობას იცავს ძლიერი და ცივი ქარისაგან, ასევე აძლევს საშუალებას ზამთარი გაატაროს თოვლის საფარქვეშ, რაც მათთვის გაყინვისაგან დაცვის ერთ-ერთი ხერხია.*

*კაშკაშა ყვავილები მცენარეებს სჭირდებათ მწერების მოსაზიდად ძლიერ ხანმოკლე ზაფხულის პირობებში, როდესაც არსებობს დამტვერვის გარეშე დარჩენის საშიშროება.*

*მარადმწვანე ფოთლები კი წარმოადგენს შეგუებულობას, რომლის შედეგად მცენარეს შეუძლია დაიწყოს ფოტოსინთეზი დაუყოვნებლივ, როცა მკაცრი კლიმატური პირობები ამის საშუალებას მისცემს.*

*თაობიდან თაობაში ხდებოდა იმ მცენარეების ბუნებრივი გადარჩევა, რომელთაც ჰქონდათ უფრო დაბალი ღერო, კაშკაშა ყვავილები და მარადმწვანე ფოთლები, რადგან ეს ნიშნები იძლეოდნენ კლიმატისადმი უკეთ შეგუების საშუალებას. ბუნებრივი გადარჩევის ხანგრძლივი მოქმედების შედეგად ჩამოყალიბდნენ სახეობები, რომელთაც ეს ნიშნები მტკიცედ აქვთ განვითარებული.*

## სასარგებლო ინტერნეტლინკები:

საინტერესო ადაპტაციები – ვიდეო მასალა

<http://www.youtube.com/watch?v=ciu9xFTvELQ>

[http://www.youtube.com/watch?v=LwGi5y\\_QphY](http://www.youtube.com/watch?v=LwGi5y_QphY)

<http://www.youtube.com/watch?v=wEDxThDINgQ>

<http://www.youtube.com/watch?v=HYM6LqDJLiM>

<http://www.youtube.com/watch?v=PNGKJt5DdM4>

<http://www.youtube.com/watch?v=MaxIX40N6Ao&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=hGCg5bhV1X4&feature=fvwrel>

## აქტივობა 2. ევოლუციის საკვანძო საკითხები

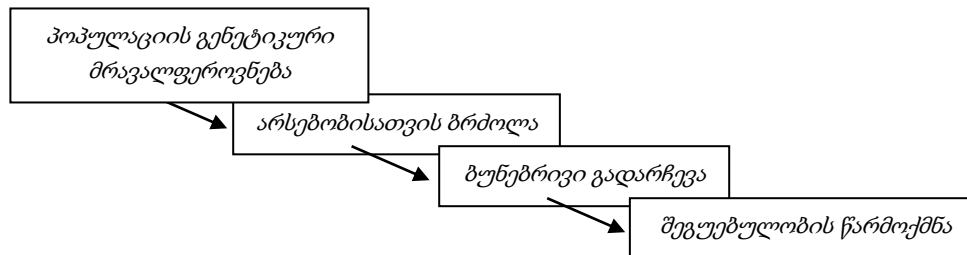
**მიზანი:** მოსწავლემ მოიპოვოს და გაანალიზოს ინფორმაცია ტექსტიდან, იმსჯელოს ევოლუციის თეორიის საკვანძო საკითხების შესახებ, ადეკვატურად გამოიყენოს ტერმინები ევოლუციის საბაზისო საკითხებზე მსჯელობის დროს.

**რესურსები:** საინფორმაციო ტექსტი დარვინის დაკვირვების შესახებ თანდართული კითხვებით; ტექსტი „ფარშევანგების ისტორია“ ამობეჭდილი სახით. ან ელ. ფორმატში.

**მსვლელობა:**

1. მასწავლებელი წერს დაფაზე ტერმინებს:

*პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნება; არსებობისათვის ბრძოლა; ბუნებრივი გადარჩევა; შეგუებულობის წარმოქმნა; აძლევს კლასს 2–3 წთ და სთხოვს მოსწავლეებს შეადგინონ მიზეზ–შედეგობრივი სქემა მათი გამოყენებით.*



2. მასწავლებელი ურიგებს სტუდენტებს მცირე საინფორმაციო ტექსტს; სთხოვს გაეცნონ მას წყვილებში და შეასრულონ თანდართული დავალება;

### *საინფორმაციო ტექსტი*

ქვემოთ აღწერილია დარვინის ერთ–ერთი დაკვირვება:

სამყურას ზოგიერთი სახეობა, მაგალითად, წითელი სამყურა, მრავლდება მხოლოდ კრაზანების საშუალებით, რომელსაც გადააქვს მცენარის მტვერი. კრაზანების რაოდენობა სეზონიდან სეზონამდე ძლიერ ცვალებადობს. ადრეული ზამთარი და საკვების უკმარისობა მათზე გამანადგურებლად მოქმედებს. გარდა ამისა კრაზანების ბუდეს ხშირად არბევენ თაგვებიც, ხოლო თაგვებს ემტერებიან კატები. დარვინის აზრით კატების მომრავლება ამ ტერიტორიაზე, ხელს შეუწყობდა წითელი სამყურას გამრავლებას.

ტექსტის მიხედვით აღწერე:

1. რა შეგუებულობა გააჩნია წითელ სამყურას გასამრავლებლად? (დამტვერვა კრაზანების საშუალებით).

2. ვიწროა თუ ფართო აღნიშნული შეგუებულობა? (*შეგუებულობა ვიწროა – წითელი სამყურა მრავლდება მხოლოდ კრაზანების საშუალებით*).
  3. არსებობისათვის ბრძოლის რომელი ფორმებია მოხსენიებული ტექსტში? (*სახეობათშორისი ბრძოლა, რომელიც მიმდინარეობს კრაზანებსა და თავგებს შორის, კატებსა და თავგებს შორის, ასევე წითელ სამყურასა და მისი დამტვერავი მწერები, კრაზანები; ბრძოლა გარემოს არახელსაყრელი პირობების მიმართ რომელიც ვლინდება კრაზანების რაოდენობის ცვლილებით სეზონიდან სეზონამდე*).
  4. ტექსტში საუბარია კრაზანების მკვეთრ რაოდენობრივ ცვლილებებზე სეზონების მიხედვით. რა ტერმინით არის შესაძლებელი ამ მოვლენის აღწერა? (*პოპულაციური ტალღები*).
  5. ბუნებრივი გადარჩევის რომელი ფორმა განაპირობებს წითელი სამყურას ყვავილების დამტვერვას მხოლოდ კრაზანებით? (*წითელი სამყურას ყვავილების დამტვერვას მხოლოდ კრაზანებით განაპირობებულია მასტაბილიზებული გადარჩევით, რადგან ეს უკანასკნელი უნარჩუნებს ყვავილს ფორმას, რომელიც შეესაბამება კრაზანის ხორთუმის ფორმას*).
  6. არსებობისათვის ბრძოლის როგორი ფორმა შეიძლება არსებობდეს წითელი სამყურას ერთ რომელიმე პოპულაციაში, ცალკეულ ინდივიდებს შორის, კრაზანების მოსაზიდად? (*შიდასახეობრივი ბრძოლა*).
3. წყვილები მუშაობენ და ამზადებენ კითხვებზე პასუხს. დასრულების შემდეგ ხდება პრეზენტაციების მოსმენა და განხილვა.
  4. დაასრულს მასწავლებელი სთავაზობს სტუდენტებს მცირე ბიოლოგიურ ტექსტს არასრული სახით და სთხოვს მათ ტექსტის დასრულებას სათანადო ტერმინებისა და არგუმენტების გამოყენებით. მუშაობის შემდეგ მასწავლებელს შეუძლია შეაგროვოს ნამუშევრები და შეაფასოს ისინი გაკვეთილის შემდეგ.

### **ისტორია ფარშევანგების შესახებ**

*ოდესღაც მამალ ფარშევანგებს არ ჰქონდათ ესოდენ შთამბეჭდავი კუდები. თუმცა მათ ყოველთვის სურდათ დედალი ფარშევანგების მიზიდვა. აღმოჩნდა, რომ რაც უფრო მკვეთრი შეფერილობის იქნებოდა მათი კუდის ბუმბული, მით მეტი იყო მეწყვილის პოვნის ალბათობა, რადგან დედალი ფარშევანგები თავად ირჩევენ სასურველ პარტნიორს. ....*

*დაასრულე ისტორია იმის შესახებ, თუ როგორ განუვითარდათ მამალ ფარშევანგებს საოცარი სილამაზის კუდები დედლების მოსაზიდად.*

### აქტივობა 3. ნამგლისებური ანემია

**მიზანი:** მოსწავლემ მოიპოვოს და გაანალიზოს ინფორმაცია ტექსტიდან, იმსჯელოს ევოლუციის მამოძრავებელი ფაქტორების შესახებ, ადეკვატურად გამოიყენოს ტერმინები ევოლუციის საბაზისო საკითხებზე მსჯელობის დროს.

**რესურსები:** საინფორმაციო ტექსტი ნამგლისებური ანემიის შესახებ ამოხედილი სახით, თანდართული კითხვებით.

#### მსვლელობა:

##### 1. მასწავლებლის კითხვები:

###### 1. რა ძირითადი ძალა უბიძგებს ევოლუციური პროცესის წინსვლას?

ახსენი, როგორ მოქმედებს ეს ძალა? *მთავარი მოქმედი ძალა არის ბუნებრივი გადარჩევა, რადგან მისი ზემოქმედების შედეგად სუსტი და საარსებო პირობებს ცუდად შეგუებული ორგანიზმები იღუპებიან. ძირითადად სიცოცხლეს ინარჩუნებენ და შთამომავლობას ტოვებენ მოცემულ საარსებო პირობებში სასარგებლო ნიშან-თვისებების მქონე ინდივიდები. იმისათვის რომ პოპულაციის შიგნით იმოქმედოს ბუნებრივმა გადარჩევამ, აუცილებელია წარმოიქმნას სხვადასხვა ხასიათის მემკვიდრული ცვლილებები.*

###### 2. რომელი პროცესები უწყობს ხელს ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებას? ხელშემწყობი ფაქტორებია პოპულაციის

*(ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების*



*გენეტიკური მრავალფეროვნება; გამრავლების მაღალი ინტენსივობა; არსებობისათვის ბრძოლა).*

3. გადარჩევის რომელი ფორმა იწვევს ახალი სახეობის წარმოქმნას? გადარჩევის რომელი ფორმა განაპირობებს სახეობის უცვლელად შენარჩუნებას მრავალი წლის მანძილზე? *ახალი სახეობის წარმოქმნას განაპირობებს მამოძრავებელი გადარჩევა, ხოლო სახეობის უცვლელად შენარჩუნებას – მასტაბილიზებელი გადარჩევა).*
4. ძუძუმწოვრების ნაშიერებს შორის ხშირად ილუპებიან ძალიან მცირე ან ძლიერ დიდი წონის ახალშობილები. გადარჩებიან ძირითადად, საშუალო წონის ინდივიდები. ბუნებრივი გადარჩევის რომელი ფორმა მოქმედებს ამ დროს? *(მასტაბილიზებელი გადარჩევა).*
5. მწერიმტკვერია ყვავილების ფორმა და ზომა უცვლელი რჩება თაობათა ხანგრძლივი რიგის მანძილზე. ახსენი ამ მოვლენის მიზეზი.

*(ყვავილების ერთი და იგივე ფორმა და ზომა მასტაბილიზებელი გადარჩევის შედეგია. როგორც ფორმა, ასევე ზომა ზუსტად უნდა შეესაბამებოდეს დამტვერავი მწერების სხეულის თავისებურებებს, ამიტომ ასეთი მცენარეებისათვის მომგებიანია უკვე არსებული, ნიშან-თვისებების საშუალო ნორმის შენარჩუნება. შესაბამისად, თაობიდან თაობაში სწორედ ეს ნიშნები მტკიცდება და რჩება).*

7. მასწავლებელი ყოფს კლასს ჯგუფებად და ურიგებს თითოეულს საინფორმაციო ტექსტს ნამგლისებური ანემიის შესახებ. ჯგუფებში უნდა მოხდეს ტექსტის დამუშავება და თანდართულ კითხვებზე პასუხის გაცემა.

### **ნამგლისებური ანემია**

*ნამგლისებურ-უჯრედოვანი ანემია წარმოადგენს მემკვიდრულ დაავადებას, რომლის დროსაც სისხლში ცირკულირებენ ნამგლისებური ფორმის ერთროციტები. ერთროციტის ფორმის შეცვლა გამოწვეულია რეცესიული გენის მუტაციით, რომლის შედეგად სინთეზირდება განსხვავებული თვისებების მქონე ჰემოგლობინი – HbS, ნაცვლად HbA ჰემოგლობინისა. ჩვეულებრივ, HbS/HbS ჰომოზიგოტები ილუპებიან ანემიის მძიმე ფორმით.*

*მალარიის გავრცელების არეალის შესწავლისას მეცნიერებმა საინტერესო ფაქტი აღმოაჩინეს: აფრიკის, პაკისტანის და ინდოეთის ზოგიერთ რეგიონში, სადაც მალარია ფართოდ არის გავრცელებული, HbS ალელი, მიუხედავად მისი ლეტალურობისა, ძლიერ მაღალი სიხშირით გვხვდება. მეცნიერებმა გამოიკვლიეს, რომ HbS ალელის მატარებელი ინდივიდები ნაკლებად ავადდებიან*

მაღარიით. შესაბამისად, ორგანიზმის მიერ მისი ფლობა წარმოადგენს შეგუებულობას დაავადების წინააღმდეგ. აღნიშნულ რეგიონებში HbA/HbA ინდივიდები ილუპებიან მაღარიით, HbS/HbS ინდივიდები – ნამგლისებურ-უჯრედოვანი ანემიით, მაგრამ ჰეტეროზიგოტები – HbA/HbS გადარჩებიან. მიზეზი ის არის, რომ HbS რეცესიული გენის თანაობის გამო ისინი მაღარიით არ ავადდებიან, ხოლო HbA დომინანტური გენის თანაობის გამო, რომელიც თრგუნავს HbS-ს, ნამგლისებური ანემიისადმი მდგრადი არიან.

მეცნიერებმა ჩაატარეს კიდევ ერთი კვლევა, სადაც სწავლობდნენ HbS-ალელის გავრცელების სიხშირეს ჩრდილოეთ და სამხრეთ ამერიკის ზანგების პოპულაციებში. აღმოჩნდა, რომ აშშ-სა და ბრაზილიის ზანგებში HbS-ის კონცენტრაცია შესამჩნევად დაქვეითებულია.

### განალიზეთ ტექსტი და უპასუხეთ კითხვებს:

1. რა შეგუებულობაზეა საუბარი ტექსტში? (საუბარია ლეტალური HbS ალელის მაღალი სიხშირით ფლობაზე აფრიკის, პაკისტანის და ინდოეთის ზოგიერთი რეგიონის მოსახლეობაში)
2. ახსენი, რატომ გადარჩებიან HbS/HbA ალელების მქონე ჰეტეროზიგოტები? (HbS ალელი იცავს მათ მაღარიისაგან, ხოლო HbA დომინანტური ალელი, რომელიც თრგუნავს HbS-ს, განაპირობებს ანემიისადმი მდგრადობას).
3. რამ განაპირობა აშშ-სა და ბრაზილიის ზანგებში HbS გენის კონცენტრაციის შემცირება აფრიკელ წინაპრებთან შედარებით. (აღნიშნულ პოპულაციებში ამ გენის არსებობამ გენოტიპში დაკარგა შეგუებითი მნიშვნელობა და ბუნებრივი გადფარჩევის მოქმედების შედეგად მისი კონცენტრაცია ნელ-ნელა შემცირდა აფრიკელი წინაპრების გენოტიპთან შედარებით).
4. ბუნებრივი გადარჩევის რომელი ფორმის შედეგია ტროპიკული რეგიონების მაცხოვრებლებში HbS ალელის მაღალი კონცენტრაცია შენარჩუნება? (მასტაბილიზებელი გადარჩევის).
5. ბუნებრივი გადარჩევის რომელი ფორმის შედეგია HbS-ის კონცენტრაციის შესამჩნევი დაქვეითება ამერიკელი და ბრაზილიელი ზანგების პოპულაციაში? (მამოძრავებელი გადარჩევის).
8. ჯგუფები მუშაობენ და ამზადებენ პრეზენტაციას. თითოეული ჯგუფი წარადგენს თავის ნამუშევარს. მსჯელობის შედეგად ხდება სწორი პასუხების შეჯერება.

### სასარგებლო ინტერნეტლინკები:

თეორიული მასალა ევოლუციის შესახებ, თანამედროვე შეხედულებები ევოლუციაზე

<http://www.pbs.org/wgbh/evolution/library/06/index.html>

თამაშები, ანიმაციები ევოლუციის თემაზე

<http://science.discovery.com/interactives/literacy/darwin/darwin.html>

ინტერაქტიული მასალები ევოლუციის შესახებ

<http://bio->

[alive.com/animations/evolution.htm](http://alive.com/animations/evolution.htm)

თემა: ეკოლოგია

საკითხები:				
1. ეკოლოგიური ფაქტორები; 2. ეკოლოგიური პირამიდები; 3. გარემოს დაცვა;				
სამიზნე ცნებები და მკვიდრი წარმოდგენები	შედეგი	საკვანძო შეკითხვა	შეფასების კრიტერიუმი	კომპლექსური დავალება (ეკომენდირებულია მე-2 და მე-3 წელს)
<p><b>მოდულიდან წამოვიღოთ (ილია) ნივთიერება და ენერგია; მდგრადობა; ცვალებადობა; სტრუქტურა და ფუნქცია; ბიომრავალფეროვნება.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ორგანიზმები მუდმივად ურთიერთობენ თავისი და სხვა სახეობის ინდივიდებთან, წარმოქმნიან ბიოცენოზს;</li> <li>• ეკოსისტემის მდგრადობას განაპირობებს კვებითი ქსელები;</li> </ul>	<p>ორგანიზაციის სხვადასხვა დონეზე მყოფი ცოცხალი სისტემის სტრუქტურისა და ფუნქციის დახასიათებას;</p> <p>ორგანიზმების საერთო სასიცოცხლო თვისებების დახასიათებას და მათში მიმდინარე ენერჯისა და ნივთიერებების გარდაქმნებზე არგუმენტირებული მსჯელობას;</p> <p>ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებისა და მისი ცვლილების მნიშვნელობის გააზრებას;</p>	<p>როგორ ხდება ნივთიერების და ენერჯის მოძრაობა ეკოლოგიურ სისტემებში?</p> <p>როგორ მოქმედებს ადამიანი გარემოზე?</p> <p>რა მნიშვნელობა აქვს ადამიანისათვის ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებას?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ეკოსისტემის დახასიათების მიზნით ენერჯის, ბიომასის და რიცხვთა ეკოლოგიურ პირამიდების დახასიათება და შეფასება;</li> <li>• ადამიანისათვის ბიომრავალფეროვნების, შენარჩუნების მნიშვნელობის შეფასება;</li> <li>• პრობლემური ამოცანების გადასაჭრელად გარემოს დაცვის შესახებ მიღებული ცოდნის გამოყენება;</li> <li>• პრობლემური</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ნივთიერებათა მიმოქცევა ბიოსფეროში;</li> <li>2. გარემოზე ადამიანის ზემოქმედება;</li> <li>3. ბიოტური ურთიერთობები;</li> <li>4. ხმაური - აბიოტური ფაქტორი;</li> <li>5. ეკოლოგიური პრობლემები.</li> </ol>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ეკოსისტემის კვებითი ურთიერთობის გამოსახვა შესაძლებელია რიცხვითი, ბიომასის და ენერჯის პირამიდის სახით;</li> <li>• ყველა ორგანიზმი ჩართულია ნივთიერებათა წრებრუნვაში, რომელიც ხელს უწყობს ეკოსისტემის მდგრადობას;</li> <li>• გარემოსთან შეგუებულობა შეიძლება იყოს მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური და ქცევითი;</li> <li>• გარემოზე ზემოქმედების დროს ადამიანებმა უნდა გაითვალისწინონ მდგრადი განვითარების პრინციპები.</li> </ul>	<p>ჯანსაღი ცხოვრების წესის მნიშვნელობის გაცნობიერებას და მისი დაცვას.</p> <p>მეცნიერული კვლევა-ძიების გამოყენებას ბიოლოგიური პროცესების ასახსნელად;</p> <p>ბიოლოგიის მეცნიერების მიღწევების და ტექნოლოგიების შეფასებას.</p>		<p>ამოცანების გადაჭრა გარემოსდაცვითი ღონისძიებების გატარება, მათ მნიშვნელობაზე დასაბუთებული მსჯელობა;</p>	
---	---	--	---	--

**სწავლა სწავლების მეორე წელი**

აქტივობები და რესურსები	კომპლექსური დავალებები
-------------------------	------------------------

<p><b>ეტაპი 1.</b> როგორ ხდება ნივთიერების და ენერგიის მოძრაობა ეკოლოგიურ სისტემებში?</p> <p><b>ეტაპი 2.</b> როგორ მოქმედებს ადამიანი გარემოზე?</p> <p><b>ეტაპი 3.</b> რა მნიშვნელობა აქვს ადამიანისათვის ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებას?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ბიოტური ურთიერთობები, კვებითი ქსელების შედგენა;</li> <li>2. პროექტი: „ხმაური, როგორც აბიოტური ფაქტორი“;</li> <li>3. პროექტი: „რეგიონალური ეკოლოგიური პრობლემები“;</li> <li>4. პროექტი: „მდგრადი განვითარების მნიშვნელობა“</li> </ol>
---	--

**სწავლა სწავლების მესამე წელი**

აქტივობები და რესურსები	კომპლექსური დავალებები
ეტაპი 1.	

<p>როგორ ხდება ნივთიერების და ენერჯის მოძრაობა ეკოლოგიურ სისტემებში?</p> <p><b>ეტაპი 2.</b></p> <p>როგორ მოქმედებს ადამიანი გარემოზე?</p> <p><b>ეტაპი 3.</b></p> <p>როგორ მოქმედებს ადამიანი გარემოზე?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ბიოსფეროში ნივთიერებების მიმოქცევის სქემების შედგენა;</li>   <li>2. კონკრეტულ ეკოლოგიურ სისტემაში ბიოგენური ატომების მოძრაობის სქემების შედგენა;</li>   <li>3. პროექტი: „ბიოსფეროზე ადამიანის მოქმედების შედეგები“</li> </ol>
---	---

**სარეკომენდაციო აქტივობები**

აქტივობა 1. ნივთიერებათა მიმოქცევა ბიოსფეროში

**მიზანი:** სტუდენტმა მოიპოვოს ინფორმაცია ტექსტიდან, იმსჯელოს ბიოსფეროში ბიოგენური ელემენტების მიმოქცევაზე და ასახოს მათი წრე-ბრუნვა სქემატურად.

**რესურსები:** საინფორმაციო ტექსტი ამობეჭდილი სახით, დავალება ჯგუფებში სამუშაოდ, ფერადი მარკერები და ფლიპჩარტები ჯგუფებში სამუშაოდ.

**მსვლელობა:**

1. მასწავლებელი სვავს კითხვებს:

1. რომელი ქიმიური ელემენტები გვხვდება ყველაზე დიდი რაოდენობით ცოცხალ ორგანიზმებში? *(ჟანგბადი, ნახშიროჟანგი, წყალბადი და აზოტი).*
2. რით არის განპირობებული ამ ელემენტების დიდი რაოდენობით არსებობა ცოცხალ ორგანიზმში? *(აღნიშნული ელემენტები შედის ორგანული ნივთიერებების – ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლებისა და ნუკლეინის მჟავების შემადგენლობაში).*
3. თქვენი აზრით ასრულებს თუ არა რაიმე როლს ადამიანი ენერჯის გადაცემასა და ნივთიერებების მიმოქცევაში? როგორ წარმოგიდგენიათ მისი მონაწილეობა ამ პროცესში? *(სავარაუდოდ, ბოლო კითხვებზე მასწავლებელი მრავალფეროვან პასუხებს მიიღებს).*

2. მასწავლებელი ურიგებს კლასს საინფორმაციო ტექსტს ბიოსფეროში ნახშირბადისა და აზოტის მიმოქცევის შესახებ და სთხოვს ბავშვებს, წაიკითხონ ინდივიდუალურად.

**საინფორმაციო ტექსტი**

**ნივთიერებათა მიმოქცევა ბიოსფეროში**

*ცოცხალ ორგანიზმებში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესები – კვება, სუნთქვა, გამოყოფა, ასევე სიკვდილის შემდგომ მათი გახრწნის პროცესი უზრუნველყოფს ქიმიური ელემენტების მუდმივ ცირკულაციას გარემოსა და ორგანიზმებს შორის. ქიმიური*



ელემენტების მიმოქცევას ბიოსფეროში (ბიოსფერო - დედამიწის ნაწილია, რომელიც დასახლებულია ცოცხალი ორგანიზმებით) წრიული ხასიათი აქვს. ისინი არ იკარგებიან და არც ქრებიან. მოლეკულები, რომლებიც ამჟამად ჩვენი სხეულის შემადგენლობაში შედიან, ოდესღაც სხვა ცოცხალი, ან არაცოცხალი სხეულების ნაწილი იყო. ორგანიზმებისათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ბიოგენური ელემენტების მიმოქცევა, რისგანაც ორგანული ნივთიერებებია აგებული.

### ნახშირბადის წრებრუნვა

ნახშირბადი ყველა ორგანული ნივთიერების შემადგენელი ელემენტია. ის შედის ნახშირწყლების, ცხიმების, ცილების, ვიტამინების, ნუკლეინის მჟავების შემადგენლობაში. ნახშირბადი ატმოსფეროში ნახშიროჟანგის სახით გვხვდება – ჰაერში მისი მოცულობითი წილი დაახლოებით 0,03%-ს შეადგენს.

ნახშირბადის წრებრუნვაში შემდეგი პროცესები მონაწილეობენ:

- ნახშირბადის ჩართვას ორგანული ნივთიერების შემადგენლობაში. ფოტოსინთეზი განაპირობებს
- საშუალებით ნახშირბადის მოლეკულა, რომელიც ორგანული ნივთიერებების შემადგენლობაშია, მცენარეებიდან ცხოველურ ორგანიზმებში ხვდება. ამ უკანასკნელთა სიკვდილის შემდეგ საპროფიტი ორგანიზმები შლიან მკვდარ ორგანულ ნარჩენებს და მინერალიზაციის პროცესის შედეგად ნახშირბადი კვლავ გარემოს უბრუნდება. კვებითი კავშირების
- გარემოში გამოყოფენ ნახშიროჟანგს სუნთქვის პროცესში ცოცხალი ორგანიზმები
- გამოიყოფა და წრებრუნვაში ერთვება წვის პროცესების შემდეგ. შესაბამისად, ნახშირბადის გარემოში დაგროვებას იწვევს საწვავის გამოყენება სატრანსპორტო, სამრეწველო, თუ საყოფაცხოვრებო მიზნებით. საწვავის შემადგენლობაში ნახშირბადი შეიძლება აღმოჩნდეს მაშინ, როდესაც დაშლის პროცესი ჟანგბადით ღარიბ ადგილებში (ჭაობებსა და ჭანჭრობებში) მიმდინარეობს, ამ დროს ნახშირბადი გეოლოგიური პროცესების საშუალებით წიაღისეული საწვავის – ქვანახშირის, ტორფის, ბუნებრივი აირის სახით გროვდება. ნახშიროჟანგი ატმოსფეროში

### აზოტის წრებრუნვა

ატმოსფერული აზოტი (N<sub>2</sub>) ჰაერის თითქმის 78%-ს შეადგენს. ცოცხალ ორგანიზმებში ის შედის ცილების, ნუკლეინის მჟავების,

ვიტამინების, ატფ-ს შემადგენლობაში. ცოცხალ ორგანიზმებს ატმოსფერული აზოტის ათვისება არ შეუძლიათ. გამონაკლისს წარმოადგენს ბაქტერიების მცირე ჯგუფი - აზოტფიქსატორი ბაქტერიები, რომელიც ახდენს ატმოსფერული აზოტის ფიქსაციას და მის გარდაქმნას მცენარისათვის ადვილად ასათვისებელ ნაერთებად. აღსანიშნავია, რომ ნახშირბადის ციკლისგან განსხვავებით ფოტოსინთეზისა და სუნთქვის პროცესები აზოტის მიმოცვლასშიარ მონაწილეობენ.

ბიოსფეროში აზოტის მიმოცვლას შემდეგი პროცესები გაპირობებენ:

- ცენარეებს არ გააჩნიათ უნარი, აითვისონ ატმოსფერული აზოტი. ამ პროცესის განხორციელება მხოლოდ აზოტფიქსაციის ბაქტერიებს შეუძლიათ. აზოტფიქსაციის ბაქტერიები პარკოსანი მცენარეების ფესვებზე წარმოქმნილ გამსხვილებებში, კოჟრებში ბინადრობენ. კოჟრის ბაქტერიები გარდაქმნიან ატმოსფეროში არსებულ მოლეკულურ აზოტს ამიაკად ( $NH_3$ ), რომელსაც მცენარეები ითვისებენ ნიადაგიდან.
- იტრიფიკაციის ბაქტერიების მოქმედებით ამიაკი იჟანგება ნიტრიტად ( $NO_2^-$ ) და შემდგომში, ნიტრატად ( $NO_3^-$ ). ეს ნაერთები მცენარეებისთვის ადვილად ასათვისებელია.
- ცენარეების მიერ ათვისებული აზოტი კვებითი კავშირების საშუალებით ხვდება ცხოველურ ორგანიზმებში. ასიმილაციის პროცესები კი განაპირობებენ აზოტის ჩართვას ორგანულ ნაერთებში.
- ოცხალი ორგანიზმების სიკვდილის შემდეგ, ხრწნისა და ლპობის პროცესში დენიტრიფიკაციის ბაქტერიები შლიან აზოტის ნაერთებს. დაშლის შედეგად მიღებული მოლეკულური აზოტი კვლავ ატმოსფეროში ბრუნდება.
- აზოტის წრებრუნვაში მონაწილეობას იღებს ელვა. ძლიერი ელექტრული განმუხტვის დროს ხდება აზოტის დაჟანგვა აზოტის დიოქსიდად, რომელიც წვიმის დროს ნიადაგს უბრუნდება, აქედან კი კვლავ ნიტრიფიკაციის ბაქტერიები ითვისებენ.

### ენერჯისა და ნივთიერებათა წრებრუნვა

ბიოსფეროს ცოცხალ და არაცოცხალ კომპონენტებს შორის მუდმივად ხორციელდება ენერჯისა და ნივთიერებათა წრებრუნვა. ნახშირბადისა და აზოტის გარდა, ბიოსფეროში ხდება წყლის, გოგირდის, ნატრიუმის, მაგნიუმის, კალციუმის, რკინის, ფოსფორის და სხვ. წრებრუნვა. რომ არა ნივთიერებათა მუდმივი ციკლური მიმოქცევა, ნებისმიერი ნივთიერების ყველაზე მდიდარი მარაგიც კი ამოიწურებოდა.

ნივთიერებათა წრებრუნვაში უმნიშვნელოვანესი ადგილი უჭირავს ორგანული ნარჩენების მინერალიზაციას. ყოველწლიურად

მცენარეთა მიწისზედა ნაწილების ბიომასის დაახლოებით 3-4 ტონა ბუნებრივად ცვივა, კვდება და მიწისქვეშა მკვდარ ნაწილებთან ერთად მათგან ნეშომპალა წარმოიქმნება. ნიადაგში ხვდება ცხოველური ნარჩენებიც. მათ ძალიან სწრაფად ანადგურებენ ხოჭო-ლეშიჭამიები, მძორის ბუზების მატლები და სხვა მწერები, აგრეთვე – ლაობის ბაქტერიები. უფრო ძნელად იხრწნება უჯრედისი (ცელულოზა) და სხვა მყარი ნივთიერებები, რომლებიც მცენარეული ჩამონაცვენის მნიშვნელოვან ნაწილს შეადგენს. ამ ნივთიერებებს საკვებად სპეციალური ფერმენტების შემცველი მიკროორგანიზმები იყენებენ. ისინი ახდენენ მცენარეულ ნარჩენებში შემავალი ცელულოზის ჰიდროლიზს და ადვილად შესათვისებელ შაქრებს წარმოქმნიან.

მრავალრიცხოვანი მწერებისა და სხვა ფეხსახსრიანების, ჭიაყელების, უმდაბლესი სოკოებისა და ბაქტერიების მოქმედება იწვევს ორგანული ნარჩენების თითქმის სრულ დაჟანგვას, შედეგად დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება ნახშიროჟანგი, წყალი და მინერალური ნივთიერებები, რომელიც ატმოსფეროსა და ნიადაგში გადადის.

3. მასწავლებელი ყოფს კლასს ოთხ ჯგუფად და სთხოვს წაკითხული ტექსტის საფუძველზე ააგონ ნახშირბადისა და აზოტის წრე-ბრუნვის ამსახველი სქემები (პირველ ორ ჯგუფს – ნახშირბადის, ხოლო მეორე ორ ჯგუფს – აზოტის წრე-ბრუნვა), გააფორმონ სქემები სათანადო წარწერებით და ნახატებით; მოამზადონ მასალები პრეზენტაციისათვის.
4. ჯგუფები მუშაობენ, ქმნიან სქემებს. დასრულების შემდეგ თითოეული ჯგუფი წარადგენს თავის ნამუშევარს. კლასში განიხილავენ ნამუშევრებს, ხდება საუკეთესოს შერჩევა.
5. დასასრულს რეფლექსიის მიზნით მასწავლებელი სვამს კითხვებს:
  1. რა პროცესები შეიძლება გამოიწვიოს ატმოსფეროში ნახშიროჟანგის რაოდენობის ზრდამ? (სმოგის წარმოქმნა, მყავური წვიმები, ეკოლოგიური ბალანსის მოშლა, გლობალური დათბობა, სხვადასხვა სახის დაავადებები და სხვ).
  2. ივარაუდებ, რა მოხდება, თუ ატმოსფეროში ნახშირბადის მარაგი ამოიწურება? (შწყდება ფოტოსინთეზი, არ მოხდება ორგანული ნივთიერებების სინთეზი, არ წარმოიქმნება ჟანგბადი. შესაბამისად, ცოცხალი ორგანიზმებისათვის შეიქმნება საკვების და ჟანგბადის სერიოზული დეფიციტი).
  3. რა შედეგები შეიძლება მოჰყვეს ეკოსისტემაში აზოტის მარაგის ამოწურვას? (ცოცხალი ორგანიზმები ვეღარ შეძლებენ ცილების, ნუკლეინის მჟავების, ვიტამინებისა და ატფ-ის წარმოქმნას; შესაბამისად მოიშლება ფუნდამენტური სასიცოცხლო პროცესები).
  4. როგორ ფიქრობ, რა მოხდება მინერალიზაციის პროცესის გარეშე? (მინერალიზაციის გარეშე დედამიწა მკვდარი ორგანული ნარჩენებით დაიფარება; შეწყდება ნახშირბადისა და აზოტის გამოყოფა ატმოსფეროში, რაც თავის მხრივ შეაჩერებს ორგანული ნივთიერებების სინთეზს მცენარის მიერ; მეორე მხრივ, ქიმიური ელემენტები (რკინა, ვოგირდი, ნატრიუმი, კალიუმი და სხვა) აღარ დაუბრუნდება ნიადაგს, შესაბამისად მათ ვეღარ აითვისებს მცენარე და შესაბამისად,

ვერც ცხოველური ორგანიზმი. არაორგანული ნაერთების გარეშე მცენარე ვერ განახორციელებს ფოტოსინთეზს და ვერ შეასრულებს პროდუცენტის როლს).

5. რომელი ორგანიზმის „დამსახურებაა“ ნეშომპალას წარმოქმნა? რომელ რგოლს წარმოადგენენ ეს ორგანიზმები კვებით ჯაჭვში?  
(ბუნებაში ნეშომპალას წარმოქმნას აწარმოებენ ძირითადად საპროფიტი ბაქტერიები და სოკოები. მათ რედუცენტები – დამშლელები ეწოდებათ და კვებითი ჯაჭვის ბოლო რგოლს წარმოადგენენ).
6. შეადარე ერთმანეთს ნივთიერებისა და ენერჯის მიმოქცევა. აქვს თუ არა ორივეს პროცესს ერთნაირი, ციკლური ხასიათი? (ნივთიერებათა მიმოქცევას ციკლური ხასიათი აქვს. ეს პროცესი იწყება მცენარეიდან, რომელიც წარმოქმნის ორგანულ ბიომასას და მინერალიზაციის შემდეგ, კვლავ მცენარესთან ბრუნდება. განსხვავებით ამისა, ენერჯის მიმოქცევა ციკლურ ხასიათს არ ატარებს. მზის ენერჯია მოიხმარება ცოცხალი ორგანიზმების მიერ, მაგრამ უკან აღარ ბრუნდება).
7. მოიფიქრე, რა როლს ასრულებს ადამიანი ენერჯის გადაცემასა და ნივთიერებების მიმოქცევაში? (ადამიანი, როგორც ჰეტეროტროფი იღებს და იღებს ორგანულ ნახშირბადას და აზოტს სხვა ცოცხალი ორგანიზმებიდან; სუნთქავს და გამოყოფს ნახშიროჟანგს ატმოსფეროში, ექვემდებარება მინერალიზაციის პროცესს. ანუ ადამიანი, როგორც ცოცხალი ორგანიზმი, ჩართულია ნივთიერებათა და ენერჯის მიმოქცევაში. გარდა ევოლუციურად ჩამოყალიბებული ამ როლისა, ადამიანი ხელოვნურადაც ერევა ნივთიერებათა წრებრუნვაში, რადგან მნიშვნელოვნად ზრდის ნახშიროჟანგის შემცველობას ატმოსფეროში ტრანსპორტის, სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ობიექტებისათვის საჭირო საწვავის წვის შედეგად).

### სასარგებლო ინტერნეტლინკები:

ეკოლოგია – ინფორმაციები, თამაშები, პრეზენტაციები, ანიმაციები  
გამოცანები თამაშები, ვიდეოები ეკოლოგიის თემაზე  
დედამიწა და გარემო – ინტერაქტიული თამაში  
რესურსები მასწავლებლებისათვის

[http://www.biologyjunction.com/unit9\\_ecology.htm](http://www.biologyjunction.com/unit9_ecology.htm)  
<http://www.nclark.net/Biology>  
<http://www.webearthonline.com/>  
<http://eduscapes.com/tap/topic86.htm>

## აქტივობა 2. გარემოზე ადამიანის ზემოქმედება (ინტეგრირება ქიმიასთან)

**მიზანი:** სტუდენტმა იმსჯელოს გარემოზე ანთროპოგენული ფაქტორის მნიშვნელობაზე. გააცნობიეროს გარემოს შეცვლის უარყოფითი მოქმედება ადამიანის ჯანმრთელობაზე. შეძლოს ვარაუდის გამოთქმა შემდგომში გარემოს ცვლილების შესახებ.

**რესურსები:** ფურცლები ჯგუფური მუშაობისთვის, მარკერები, კომპიუტერი.

### მსვლელობა:

1. მოტივაციის შექმნის მიზნით, მასწავლებელი სტუდენტებს აჩვენებს სლაიდებს ან ვიდეოფილმს, სადაც გამოსახულია გლობალური ეკოლოგიური პრობლემები: ოზონის ხვრელი, მჟავური წვიმები, გლობალური დათბობა, ევტროფიკაცია, ბოლნისლი და სხვა.
2. მასწავლებელი აცნობს სტუდენტებს დისკუსიის წესებს და სვამს სადისკუსიო კითხვას, რამ განაპირობა სლაიდებზე ნაჩვენები ეკოლოგიური პრობლემები?
3. დისკუსიის დამთავრების შემდეგ მასწავლებელი კლასს ყოფს ოთხ ჯგუფად და აძლევს ინსტრუქტაჟს, შესაბამისი დავალების მიხედვით, განსაზღვრონ:
  - ა) ეკოლოგიური პრობლემების წარმოქმნის მიზეზი.
  - ბ) როგორ მოქმედებს არსებული პრობლემა ადამიანის ჯანმრთელობაზე.
  - გ) პროგნოზი, ამ პრობლემის პროგრესირებამ რა შეიძლება გამოიწვიოს ასი წლის შემდეგ?

ჯგუფებს ეძლევათ შემდეგი დავალებები:

- I ჯგუფი——ოზონის ხვრელი
- II ჯგუფი——მჟავური წვიმები
- III ჯგუფი——გლობალური დათბობა
- IV ჯგუფი——სმოგი

4. ჯგუფები ახდენენ ნამუშევრების პრეზენტაციას.
5. გაკვეთილის შეჯამების მიზნით, მასწავლებელი ყველა ჯგუფს ურიგებს ბარათებს დავალებით:

1) მეცნიერები გამოყოფენ ადამიანის მოქმედებით გამოწვეულ ტყის გაჩანაგების ხუთ სტადიას. ისინი მოცემულია ცხრილში.

ა) ტყის გაჩანაგება





ბ) ეროზია

1	ადამიანის მოქმედებას ტყის თანასაზოგადოებებზე რაიმე მნიშვნელოვანი ცვლილებები არ გამოუწვევია
2	ადამიანის მოქმედებით ტყეში ბილიკები გაჩნდა. ქვედა საფარმა დაიწყო დაშლა.
3	ბილიკები თანდათანობით მატულობს. წარმოიქმნება ბილიკების ხშირი ქსელი.
4	ბილიკების ქსელი ძალიან გახშირდა. ახალგაზრდა აღმონაცენი თითქმის აღარ დარჩა. მწვანე საფარი მხოლოდ ხეების ირგვლივ არის დარჩენილი.
5	<p>მწვანე საფარი აღარ დარჩა. ხეების იშვიათ ეგზემპლარებს შორის სარეველა და ერთწლიანი ბალახებია. დაქანებულ უბნებში ჩანს ნიადაგის საფარის რღვევა–ეროზია.</p> <p>ეროზიის გამო მსუბუქ ქვიშიან ნიადაგზე, ზედა ნაყოფიერი ფენა მთლიანად ირეცხება.</p>

ა) ტყის განადგურების რომელ სტადიაზეა მოსალოდნელი ეროზია? ცხრილის მიხედვით მეხუთე სტადიაზე.



ბ)თქვენი აზრით, რა იცავს ნიადაგს ეროზიისგან? *ხის ფესვები.*

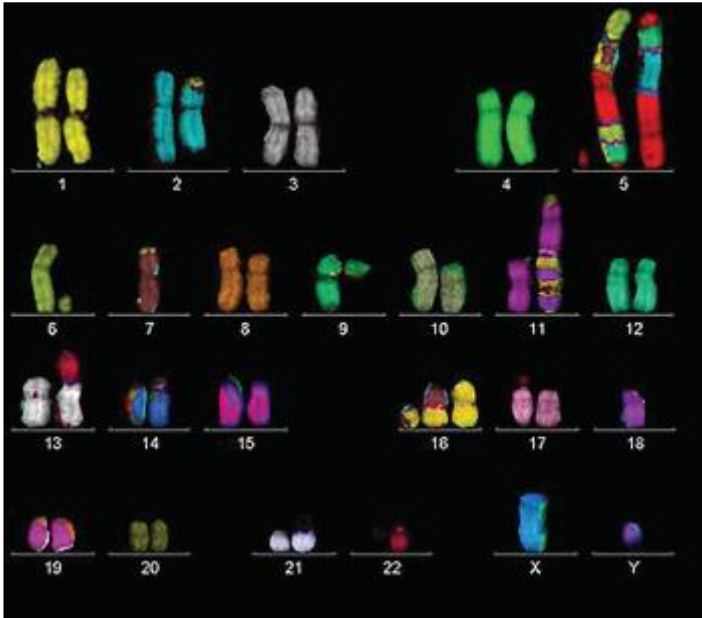
გ) სად არის მოსალოდნელი ეროზია. ხეებითა და ბუჩქებით დაფარულ ტერიტორიაზე, თუ ბალახით მდიდარ ფართობზე? *ბალახოვანი მცენარეებით დაფარულ ნიადაგზე.*

2) რას ხედავთ სურათზე და რა არის ამის მიზეზი?



სურათზე ნიადაგის ეროზიაა. იგი გამოწვეულია ხეების გაჩეხვით.

3. სურათზე ნაჩვენებია რადიაქტიული ნარჩენებით გამოწვეული ქრომოსომული მუტაციები. ადამიანის კარიოტიპში ქრომოსომები სხვადასხვა ფერადაა შეღებილი. ქრომოსომებზე გვხვდება მრავლობითი ანომალია. დააკვირდით და აღრიცხეთ.



სურათზე კარგად ჩანს ტრანსლოცირებული უბნები. ისინი განსაკუთრებით ბევრია ჰომოლოგიური ქრომოსომების მეხუთე წყვილზე.

მასწავლებელი უსმენს სტუდენტებს პასუხებს და წინასწარ მომზადებული ცხრილებით აკეთებს შეფასებას.

**ტიპური შეცდომები:**

მოსწავლეებს უჭირთ ბიოლოგიასთან ქიმიის დაკავშირება. შესაბამისად, ოზონის ხვრელის წარმოშობისა და მჟავე წვიმების წარმოქმნის ქიმიური საფუძვლების გააზრების დროს შეცდომებს უშვებენ.

სასარგებლო ინტერნეტლინკები:

სხვადასხვა სირთულის ექსპერიმენტების კოლექციები ბიოლოგიის სხვადასხვა დარგში

<http://www.scienceprojectlab.com/5th-grade-science-fair-project.html>

<http://web.mit.edu/star/genetics/?gclid=CMuy7aeb1q0CFUQm3god434Qmg>

<http://www.practicalbiology.org/area-index-pages/cells-to-systems/>

დიდი სამეცნიერო არქივი ბიოლოგიაში

<http://www.sciencemag.org/cgi/activate/basic>

ინფორმაცია ბიოლოგიის სხვადასხვა დარგიდან

<http://schools-wikipedia.org/wp/index/subject.htm>

### აქტივობა 3. ბიოტური ურთიერთობები

**მიზანი:** სტუდენტმა მოიპოვოს და გაანალიზოს ინფორმაცია გრაფიკიდან, იმსჯელოს ეკოსისტემაში ორგანიზმთა ბიოტური დამოკიდებულებების შესახებ.

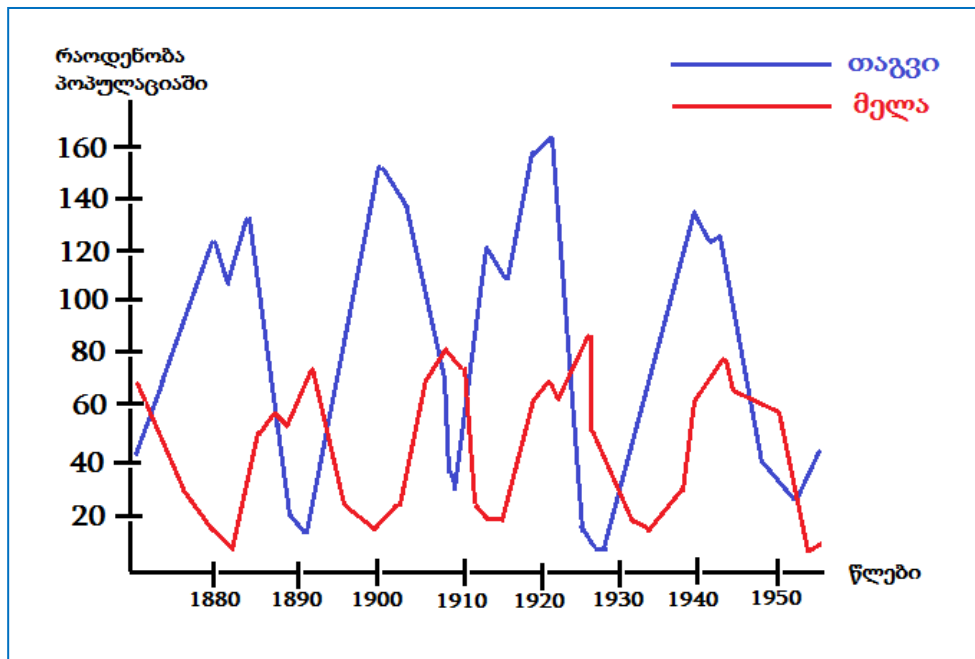
**რესურსები:** სამუშაო ფურცლები დავალებით, ან სლაიდი, რომელზეც მოცემულია სამუშაო გრაფიკი და კითხვები წყვილებში სამუშაოდ.

**მსვლელობა:**

1. მასწავლებელი სვამს კითხვებს:

1. ცოცხალ ორგანიზმთა ურთიერთდამოკიდებულების რა ფორმებს აქვს ადგილი ეკოსისტემის შიგნით? (*კონკურენცია, ნეიტრალიზმი, მტაცებლობა, პარაზიტოზი, სიმბიოზი*).  
მასწავლებელი სთხოვს კლასს განმარტონ თითოეული და ჩამოთვალონ შესაბამისი მაგალითები.
2. არსებობს თუ არა რაიმე დამოკიდებულება ეკოსისტემაში სხვადასხვა პოპულაციების რიცხოვნობას შორის? (*ზოგიერთ პოპულაციას შორის არსებობს*).

3. რომელ პოპულაციაშია მოსალოდნელი ასეთი ურთიერთდამოკიდებულების არსებობა? (პოპულაციებს შორის, რომლებიც არ იმყოფებიან ერთმანეთთან ნეიტრალურ ურთიერთდამოკიდებულებაში).
  4. რა ფაქტორები მოქმედებენ პოპულაციის რიცხოვნობაზე? (საკვების რაოდენობა, მტაცებლების რიცხვი, ინფექციური დაავადებები, კლიმატური ფაქტორების მკვეთრი ცვლილება).
2. მასწავლებელი ურიგებს კლასს სამუშაო ფურცლებს დავალებით, ან გამოაქვს ეკრანზე სლაიდი ქვემოთ მოცემული გრაფიკით. მასწავლებელი განმარტავს, რომ გრაფიკზე მოცემულია მელიებისა და თაგვების პოპულაციებში ცხოველების რაოდენობა, რომელიც აღირიცხებოდა წლების განმავლობაში, ევროპის ერთ-ერთი ტყის ეკოსისტემაში. მასწავლებელი სთხოვს ბავშვებს გაანალიზონ გრაფიკი წყვილებში, და უპასუხონ მოცემულ კითხვებს:



1. ეკოსისტემის ბიოტურ კომპონენტებს შორის რა სახის დამოკიდებულებას აღწერს გრაფიკი? *(დამოკიდებულებას მტაცებელსა და მსხვერპლს შორის).*
2. რომელი ცხოველის რაოდენობაა მეტი გრაფიკის მიხედვით კვლევის დასაწყისში, მელიის თუ თაგვის? *(მელიის).*
3. საშუალოდ რომელი ცხოველის რაოდენობა ჭარბობს ეკოსისტემაში მოცემული გრაფიკის მიხედვით? *(თაგვის).*
4. როგორ იცვლება მელიების რიცხვი, თაგვების რაოდენობის ზრდის პარალელურად, რა კანონზომიერებას ხედავ დროსთან მიმართებაში? *(თაგვის რაოდენობის მატებას გარკვეული დროის შემდეგ თან ახლავს მელიის რაოდენობის ზრდა).*
5. როგორც გრაფიკიდან ჩანს, მტაცებლის – მელიის რაოდენობის ზრდა იწვევს თაგვის – მსხვერპლის რაოდენობის შემცირებას. ახსენი, რა არის ამის მიზეზი? *(მომრავლებულ მტაცებელს მეტი საკვები, ანუ მსხვერპლი სჭირდება, რაც გამოიწვევს თაგვის რაოდენობის შემცირებას).*
6. 1900 წელს თაგვების რაოდენობა თითქმის მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს, მაშინ როდესაც მელიების პოპულაცია განადგურების ზღვარზეა. ახსენი, რატომ შემცირდა თაგვების პოპულაცია გამრავლების ნაცვლად, მაშინ როდესაც მთავარი მტერი მელა – აღარ ემუქრებოდა?  
*(პოპულაციის რიცხოვნობაზე მტაცებლების რაოდენობის გარდა მოქმედებს სხვა ფაქტორებიც: საკვების რაოდენობა, დაავადებები, პოპულაციის სიმჭიდროვე, ამ ფაქტორების მოქმედება უკუპროპორციულია პოპულაციის შიგნით ინდივიდების რიცხვის ზრდისა, გარდა ამისა მოქმედებს კლიმატური ფაქტორები და სხვ).*
7. არსებობისათვის ბრძოლის რომელი ფორმა მიმდინარეობს მოცემულ პოპულაციებს შორის? პოპულაციების შიგნით?  
*(პოპულაციებს შორის სახეობათშორისი არსებობისათვის ბრძოლა, პოპულაციების შიგნით – შიდასახეობრივი არსებობისათვის ბრძოლა).*
8. ცნობილია, რომ წარმატებული ნადირობის შედეგად დღის განმავლობაში მელას შეუძლია მინიმუმ 18– 22 თაგვი მოინადიროს. ახსენი, რატომ სჭირდება მელას ასეთი რაოდენობით საკვები? *(მტაცებლები იმყოფებიან რიცხვითი პირამიდის უფრო ზედა საფეხურზე, ვიდრე მათი მსხვერპლი. ვინაიდან კვებით ჯაჭვში ენერჯის გადაცემის კანონზომიერების თანახმად ყველა მომდევნო რგოლი იღებს იმაზე ნაკლებ ენერჯიას, ვიდრე აკუმულირებული იყო წინა რგოლში, შესაბამისად, საჭირო ენერჯიის მისაღებად მეტი რაოდენობისა და ბიომასის მქონე საკვებია საჭირო.).*
9. რა საერთო დასკვნის გაკეთება შეგიძლიათ ზემოთ მოცემული გრაფიკის საფუძველზე? *(მსხვერპლისა და მტაცებლის პოპულაციების რაოდენობა ურთიერთდაკავშირებულია. ერთი მხრივ მსხვერპლის რაოდენობის ზრდას თან ახლავს მტაცებლის რიცხვის ზრდა, მეორე მხრივ ყოველთვის, როდესაც იზრდება მტაცებლის რაოდენობა, მცირდება მსხვერპლი. მიუხედავად ამისა, საბოლოო ჯამში ადგილის აქვს მტაცებლის რაოდენობის შემცირებასაც, რადგან ეს უკანასკნელი საკვების გარეშე რჩება. შედეგად მსხვერპლის რაოდენობა კვლავ იზრდება და პროცესი იწყება თავიდან. გარდა ამისა, თუ მსხვერპლი ჩვეულებრივზე მეტად გამრავლდა, გარკვეული დროის შემდეგ მისი რიცხვი კვლავ მცირდება ბუნებრივი*

*მარეგულირებელი პროცესების შედეგად).*

10. ივარაუდებ, რა მოხდება, თუ რაიმე მიზეზის გამო მსხვერპლის რაოდენობა გაიზრდება?

*(გაზრდილი რაოდენობა დიდხანს ვერ შენარჩუნდება. იმოქმედებს პოპულაციის სიმჭიდროვის უარყოფითი ეფექტი, მოიმატებს კონკურენცია და გამძაფრდება შიდასახეობრივი ბრძოლა საარსებო რესურსებისათვის. შედეგად მსხვერპლის პოპულაციის რიცხოვნობა შემცირდება და ბუნებრივად დარეგულირდება).*

3. წყვილები მუშაობენ და დასრულების შემდეგ წარადგენენ პრეზენტაციებს. ხდება მათი განხილვა–შეფასება.

4. დასასრულს მასწავლებელი აძლევს კლასს საშინაო დავალებას:

სხვა ცოცხალი ორგანიზმების მსგავსად ადამიანის პოპულაციებიც განიცდიდნენ სხვადასხვა ეკოლოგიური ფაქტორის ზემოქმედებას და იცვლებოდნენ მათი ზეგავლენით. მაგრამ ცხადია, რომ ადამიანი ეკოლოგიურის გარდა სოციალური ფაქტორის გავლენასაც ექვემდებარებოდა, რაც ასევე იწვევდა მისი პოპულაციის რაოდენობისა და სტრუქტურის ცვლილებას კონკრეტულ ტერიტორიაზე და კონკრეტულ დროში.

- ჩაატარეთ კვლევა და მოიძიეთ ინფორმაცია ადამიანის პოპულაციის რაოდენობისა და სტრუქტურის ცვლილების შესახებ კონკრეტულ ტერიტორიაზე, ან მსოფლიო მასშტაბით (მაგალითად, პლანეტის მოსახლეობის ცვლილება XV-XX საუკუნეებში; ამერიკის, ავსტრალიისა და აფრიკის აბორიგენი მოსახლეობის პოპულაციების ცვლილება დროის განსაზღვრულ შუალედებში, საქართველოს მაღალმთიანი რეგიონების, ან ურბანული რაიონების პოპულაციების რაოდენობის ცვლილება IX-XX საუკუნეებში და სხვ).
- გაანალიზეთ ინფორმაცია, დაადგინეთ და აღწერეთ ცვლილების გამომწვევი ფაქტორები (ეკოლოგიური, სოციალური და სხვ).
- წარმოადგინეთ მონაცემები თქვენთვის სასურველი სახით: დიაგრამა, გრაფიკი, ცხრილი, ფოტომასალა.
- მოამზადეთ მასალები პრეზენტაციისათვის.

### **ტიპური შეცდომები:**

ეკოსისტემაში არსებული ბიოტური ურთიერთდამოკიდებულებების აღწერის დროს, ან შესაბამისი მაგალითების მოყვანის დროს სტუდენტები არ იყენებენ ადეკვატურ ტერმინოლოგიას, უჭირთ ეკოლოგიური ფაქტორის მოქმედების ამსახველი მრუდის

დახასიათება ან შედგენა.

#### აქტივობა 4. ხმაური – აბიოტური ფაქტორი

**მიზანი:** მოსწავლემ შეისწავლოს აბიოტური ფაქტორის (ხმაურის) გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე. მონაცემებზე დაყრდნობით გაანალიზოს მოვლენა, გამოიტანოს დასკვნა.

**რესურსი:** მანძილის საზომი, მაჯის საათი, მაგნიტოფონი (ან მუსიკის რაიმე სხვა წყარო), წამზომი.

#### მსვლელობა:

1. მასწავლებელი სვავს კითხვას:

- როგორ ფიქრობთ, მოქმედებს თუ არა ბგერის ძალა ჩვენს სმენაზე? შეიძლება თუ არა ბგერამ უარყოფითი გავლენა იქონიოს ჯანმრთელობაზე?  
მოსწავლეები აფიქსირებენ სხვადასხვა მოსაზრებებს.

მასწავლებელი სთავაზობს კლასს ცდის ჩატარებას და დასკვნის გამოტანას ექსპერიმენტის შედეგების მიხედვით.

#### ცდის მსვლელობა:

1. მასწავლებელი სთხოვს ერთ-ერთ სტუდენტს დახუჭოს თვალები და მის მარჯვენა ყურს თანდათან უახლოებს მაჯის საათს. ხდება დაფიქსირება იმ მანძილისა, რომელზეც ცდის პირი გაიგებს საათის ხმას (ნორმალურ მანძილად ითვლება 10 -15 სმ).

ანალოგიურ ცდას ატარებენ მარცხენა ყურთან მიმართებაში. შემდეგ 5 წუთის განმავლობაში ირთვება ძალიან ხმამაღალი (50-80 დეციბელი) მუსიკა, (ითვლება, რომ ქუჩის ხმაური დაახლოებით 80 დბ -ს ტოლია) და კვლავ მეორდება ზემოთ აღწერილი ცდა.

მასწავლებლის კითხვა:

- რა მონაცემები უნდა შევადაროთ ერთმანეთს, რომ გავარკვიოთ როგორ მოქმედებს დიდი ძალის ბგერა ჩვენს სმენაზე? *(მანძილი, რომელზეც ცდის პირი შეძლებს იგივე ხმის გაგებას ხმამაღალი მუსიკის ჩართვამდე და ჩართვის შემდეგ).*
2. ცდა მეორდება. ფიქსირდება მანძილი. სტუდენტები აკეთებენ შედარებას.
- რა შედეგი მივიღეთ? *(მანძილი, რომელზეც ყურმა აღიქვა მაჯის საათის ხმა მუსიკის ჩართვის შემდეგ – შემცირდება.)*
  - როგორ ახსნით თქვენ მიერ მიღებულ მონაცემებს? ხმაური იწვევს სმენის რეცეპტორების ცვლილებებს, რის გამოც ნორმალური სიხშირის ბგერების აღქმა ძნელდება.
  - რა დასკვნის გამოტანა შეიძლება ექსპერიმენტის შედეგად? *(ძლიერი ბგერა აქვეითებს სმენის ორგანოს მგრძნობელობას).*
3. მასწავლებელი ყოფს კლასს 2 ჯგუფად და აძლევს შემდეგ დავალებას:
- მოიფიქრეთ და ჩაატარეთ ცდა, რომელიც დაადასტურებს ან უარყოფს სმენის ორგანოს მგრძნობელობის დამოკიდებულებას პირველი ჯგუფი – ბგერის (ხმაურის) სიძლიერეზე; მეორე ჯგუფი – ძლიერი ბგერის მოქმედების ხანგრძლივობაზე.
4. ჯგუფებში მუშაობის შემდეგ ხდება შედეგების და დასკვნების წარდგენა, იმართება დისკუსია.
5. მასწავლებელი სთხოვს სტუდენტებს ჩამოაყალიბონ ერთიანი დასკვნა როგორც სადემონსტრაციო, ისე მათ მიერ ჩატარებული ცდის საფუძველზე.
- (დასკვნა: 50-80 დბ ინტენსივობის ხმაური იწვევს სმენის ორგანოს მგრძნობელობის დაქვეითებას, ამასთანავე, რაც უფრო ძლიერად და, აგრეთვე ხანგრძლივად მოქმედებს ძლიერი ბგერა (ხმაური), მით უფრო ძლიერია დაზიანება).*



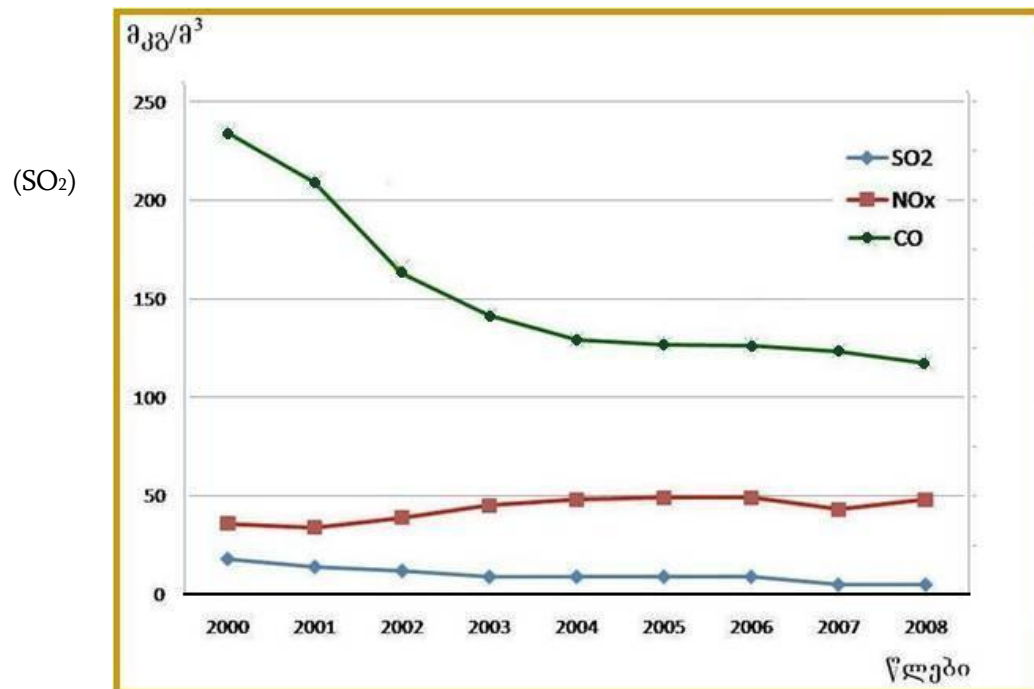
## აქტივობა 5. ეკოლოგიური პრობლემები

**მიზანი:** სტუდენტმა მოიპოვოს ინფორმაცია გრაფიკიდან, იმსჯელოს გარემოს დაბინძურების შედეგად წარმოქმნილი რისკების შესახებ და მოიყვანოს მაგალითები.

**რესურსები:** სამუშაო ფურცლები, რომელზეც გრაფიკული მრუდების სახით მოცემულია ნახშირჟანგის (CO), გოგირდის ოქსიდის (SO<sub>2</sub>) და აზოტის ოქსიდების (NO და NO<sub>2</sub>) შემცველობა ატმოსფეროში.

### მსვლელობა:

3. მასწავლებელი სთხოვს კლასს, დაასახელონ ყველა ის პროცესი, რომელიც რაიმე ფორმით იწვევს გარემოს დაბინძურებას.
  1. რა წვლილი შეაქვს ამ პროცესებში ადამიანს? სტიქიურ მოვლენებს? *(მასწავლებელს მიყავს მსჯელობა დასკვნამდე, რომ წარმოშობის მიხედვით გარემოს დამაბინძურებელი ფაქტორები შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად. ბუნებრივი პროცესების შედეგად წარმოქმნილი ეკოლოგიური კატასტროფები (მიწისძვრები, მასთან დაკავშირებული ცუნამი, წყალდიდობები, ვულკანის ამოფრქვევა და სხვ.) და ანთროპოგენული ზემოქმედების შედეგად გამოწვეული ეკოლოგიური პრობლემები).*



2. მასწავლებელი ურიგებს კლასს სამუშაო ფურცლებს, რომელზეც გრაფიკული მრუდების სახით მოცემულია ნახშირჟანგის (CO), გოგირდის ოქსიდის და აზოტის ოქსიდების (NO და NO<sub>2</sub>) შემცველობა ერთ-ერთი ინდუსტრიული ქალაქის ატმოსფეროში 2000–2008 წლებში; მასწავლებელი სთხოვს ბავშვებს, იმუშაონ წყვილებში; გაარჩიონ გრაფიკზე მოცემული ინფორმაცია და უპასუხონ მოცემულ კითხვებს:

1. რა დამოკიდებულებას ასახავს გრაფიკზე წარმოდგენილი ინფორმაცია?  
*(ზოგიერთი მომწამვლელი აირის შემცველობის ცვლილებას განსაზღვრული დროის ინტერვალში).*
2. რომელი აირის შემცველობამ განიცადა ზრდა ამ წლების განმავლობაში? *(აზოტის ოქსიდებმა).*
3. რომელ წელს იყო მინიმალური გოგირდის (IV) ოქსიდის რაოდენობა ატმოსფეროში? *(2007–2008 წლებში).*
4. რამდენს შეადგენდა აზოტის ოქსიდების შემცველობა ატმოსფეროში 2001–2006 წლებში? *(50 მკგ/მ<sup>3</sup>)*
5. რამდენი ერთეულით შეიცვალა ნახშირბადის (II) ოქსიდის რაოდენობა 2000–2004 წლებში? *(დაახლოებით 100 ერთეულით).*
6. რა პროცესების გამოწვევა შეუძლია ატმოსფეროში ამ აირების რაოდენობის ზრდას? *(გლობალური დათბობა, მყავლური წვიმები, ალერგიული და სიმსივნური დაავადებები).*
7. ახსენი მექანიზმი, რომლითაც მომწამვლელი აირების კონცენტრაციის ზრდა იწვევს გლობალურ დათბობას. *(ატმოსფეროში ნახშირბადის, აზოტის, გოგირდის ოქსიდების, გოგირდიწყალბადის, მეთანისა და ზოგიერთი სხვა აირის*

დაგროვება აკავებს დედამიწიდან არეკლილ სითბურ გამოსხივებას, შედეგად ატმოსფეროს ქვედა ფენები ზედმეტად თბება. აღწერილი მოვლენა **სათბურის ეფექტის** სახელწოდებით არის ცნობილი).

3. წყვილები მუშაობენ; დასრულების შემდეგ წარადგენენ პრეზენტაციებს. იმართება დისკუსია.
4. მასწავლებელი აძლევს კლასს საშინაო დავალებას: ინდივიდუალურად ან ჯგუფებში:
  - ა) შეისწავლონ თავიანთი ქალაქის, სოფლის, უბნის, ან რომელიმე ლოკალური ტერიტორიის ეკოლოგიური პრობლემა;
  - ბ) გააანალიზონ ამ პრობლემის წარმოშობის მიზეზები;
  - გ) მოიფიქრონ პრობლემის გადაჭრის გზები;
  - დ) წარმოადგინონ შესრულებული პროექტი ელექტრონული პრეზენტაციის სახით.

სასარგებლო ინტერნეტლინკები:

გლობალური დათბობა

<http://www.youtube.com/watch?v=TjQo4Yqvhxs>

<http://www.youtube.com/watch?v=oJAbATJCugs>

<http://www.youtube.com/watch?v=lHFd5kLAWNY>

<http://www.youtube.com/watch?v=xcVwLrAavyA>