

მარინა სენიაშვილი

ბიოლოგია



მოსწავლის წიგნი

მეორე ნაწილი





საქართველოს სახელმწიფო ჰიმნი

თავისუფლება

ტექსტი დავით მაღრაძის
მუსიკის ავტორი ზაქარია ფალიაშვილი
ჰიმნად დაამუშავა იოსებ კეჭაყმაძემ

ჩემი ხატია სამშობლო,
სახატე მთელი ქვეყანა,
განათებული მთა-ბარი,
წილნაყარია ღმერთთანა.
თავისუფლება დღეს ჩვენი
მომავალს უმღერს დიდებას,
ცისკრის ვარსკვლავი ამოდის
ამოდის და ორ ზღვას შუა ბრწყინდება,
დიდება თავისუფლებას,
თავისუფლებას დიდება!

მარინა სეხნიაშვილი

ბიოლოგია

IX კლასი

მოსწავლის წიგნი

მეორე ნაწილი

გრიფინიჭებულია საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების
სამინისტროს მიერ 2021 წელს



მარინა სეხნიაშვილი

ბიოლოგია

IX კლასი, მოსწავლის წიგნი

სამეცნიერო რედაქტორი **მალხაზ მაყაშვილი**
მეცნიერებათა დოქტორი

ტექსტის რედაქტორი **ნელი ელიზბარაშვილი**

კომპიუტერული უზრუნველყოფა

მანანა კვერნაძე

© გამომცემლობა „კლიო“, 2021

© გამომცემლობა „მერიდიანი“, 2021

© მარინა სეხნიაშვილი, 2021

ყველა უფლება დაცულია

ISBN 978-9941-496-13-4 (ორივე ნაწილის)

ISBN 978-9941-496-16-5 (მეორე ნაწილის)

პირველი გამოცემა (2021)



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

ტელ.: (+995 32) 234 04 30

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



შპს გამომცემლობა „მერიდიანი“

აღ. ყაზბეგის №47, თბილისი

ტელ.: (+995 32) 239 15 22

E-mail: meridiani777@gmail.com

სარჩევი

შესავალი	6
თემა 4. უჯრედული მეტაბოლიზმი	10
4.1. უჯრედების მრავალფეროვნება.....	11
4.2. უჯრედის არაორგანული ნივთიერებები	13
4.3. ნახშირწყლები.....	18
4.4. ლიპიდები.....	21
4.5. ცილები.....	23
4.6. ნუკლეინის მჟავები	27
4.7. უჯრედული მეტაბოლიზმი. ენერგეტიკული ცვლა.....	31
4.8. პლასტიკური ცვლა.....	34
4.9. ფოტოსინთეზი.....	37
4.10. მიტოზი	41
4.11. მეიოზი	44
თემა 4-ის შეჯამება	47
თემა 5. სახეობა, პოპულაცია	53
5.1. სახეობა და პოპულაცია	54
5.2. მემკვიდრეობითობა და ცვალებადობა	57
5.3. ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობა თაობათა განმავლობაში.....	60
5.4. მენდელის შრომები ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის შესახებ	64
5.5. ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობა ადამიანში	67
5.6. ცვალებადობის ფორმები.....	72
5.7. ეკოსისტემის კომპონენტები.....	79
5.8. ეკოლოგიური ფაქტორები	83
5.9. აბიოტური ფაქტორები	86
5.10. ბიოტური ფაქტორები.....	92

5.11. კვებითი ჯაჭვი და კვებითი ქსელი	99
5.12. ანთროპოგენური ფაქტორები.....	104
5.13. ცოცხალი სამყარო ცვალებადია.....	110
5.14. დარვინის ევოლუციური მოძღვრება	113
5.15. არსებობისათვის ბრძოლის ფორმები	115
5.16. ადაპტაცია – ბუნებრივი გადარჩევის შედეგი	122

თემა 5-ის შეჯამება	129
---------------------------------	------------

სწავლის პროცესის ანალიზისთვის	138
დანართი 1	139
დანართი 2.....	140
დანართი 3.....	144
დანართი 4.....	145
დანართი 5.....	146
დანართი 6.....	147
განმარტებითი ლექსიკონი.....	148

მოსწავლის წიგნში გამოყენებული პირობითი ნიშნები



სამიზნე ცნებები, ქვეცნებები, სამეცნიერო ტერმინები და მათთან დაკავშირებული საკითხები.



გაიხსენე – ბიოლოგიაში ან სხვა საგნებში მიღებული ცოდნის გახსენება.



პრაქტიკული დავალებები – კვლევითი სამუშაო: დაკვირვება, ექსპერიმენტი, სოციოლოგიური კვლევა კითხვარების, ინტერვიუს საშუალებით, ჩატარებული კვლევის მონაცემების ანალიზი, დასკვნა, კვლევის ანგარიშის მომზადება; საკვლევი კითხვის დასმა; მოდელის შექმნა და გამოყენება; პროექტის განხორციელება.



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 მისი შეფასება, გავლენა ტექნოლოგიების განვითარებაზე, საზოგადოებასა და გარემოზე.



შეჯამება – პარაგრაფის ძირითადი იდეები.

შეისწავლი



რას შეისწავლი ამ სახელმძღვანელოს გამოყენებით?

ამ წიგნით გაეცნობი ადამიანის მარეგულირებელ, შეგრძნებისა და რეპროდუქციულ სისტემებს. იმსჯელებ ამ ორგანოთა სისტემების სტრუქტურის, მოქმედების მექანიზმის, ბიოლოგიური როლისა და მათ დაავადებათა პრევენციის გზებზე. ასევე, შეისწავლი უჯრედში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის პროცესებს, რომლებიც განაპირობებს სასიცოცხლო თვისებების გამოვლენას. ისაუბრებ სახეობების/პოპულაციების მრავალფეროვნების ევოლუციურ, გენეტიკურ და ეკოლოგიურ საფუძვლებზე.

ყოველი თემა სახელმძღვანელოში გაშუქებულია სხვადასხვა საკითხის მაგალითზე, რომელთაგანაც ზოგიერთი საკმაოდ ღრმადაა განხილული. მასწავლებელთან ერთად შეგიძლია გადაწყვიტო, თემაში რომელ საკითხს შეისწავლი ღრმად და პრაქტიკული ხასიათის რომელ დავალებას შეასრულებ.

როგორ უნდა ისარგებლო სახელმძღვანელოთი?

ყოველ ადამიანს აქვს სწავლის თავისი ხერხი, მაგრამ ქვემოთ მოცემული რჩევები, ვფიქრობთ, მაქსიმალურად დაგეხმარება სახელმძღვანელოს ეფექტურად გამოყენებაში.

- ყურადღებით გაეცანი სახელმძღვანელოში მოცემული რუბრიკების აღწერილობას;

- გაეცანი თემის შესავალ ნაწილს, რომელიც წარმოდგენას შეგიქმნის მისი შინაარსისა და ძირითადი იდეების შესახებ;

- პარაგრაფის შინაარსის გაცნობამდე გაეცანი რუბრიკას „ძირითადი ცნებები, ქვეცნებები, მეცნიერული ტერმინები და მათთან დაკავშირებული საკითხები“; სახელმძღვანელოში მოცემული რუბრიკა „გაიხსენე“ დაგეხმარება ბიოლოგიასა და სხვა საგნებში ადრე მიღებული ცოდნის გააქტიურებაში, ახალი საკითხების გააზრებულად და ღრმად შესწავლაში; გაეცანი პარაგრაფის შინაარსს, ტექსტის გარდა, ისარგებლე ილუსტრაციებითა და მათზე მოცემული ტექსტური ინფორმაციით; პარაგრაფის წაკითხვის შემდეგ ახსენი ან განმარტე ცნებები, ტერმინები და მათთან დაკავშირებული საკითხები. ამაში დაგეხმარება პარაგრაფში მოცემულ დავალებებზე მუშაობა (ტექსტში „*“-ით აღნიშნული სიტყვების განმარტება იხილე განმარტებით ლექსიკონში);

- ყურადღებით გაეცანი და კარგად დაიმახსოვრე პარაგრაფის ბოლოს „შეჯამებაში“ მოცემული ძირითადი იდეები;

- თეორიულ მასალასთან დაკავშირებულ საინტერესო ისტორიებს, ამ საკითხების ტექნოლოგიებთან და ცხოვრებისეულ პრაქტიკასთან კავშირის შესახებ შეიტყობ რუბრიკაში – „მეცნიერება პრაქტიკაში“;

- ყოველი თემის დასრულების შემდეგ მოცემულია თემის შეჯამება, რომელშიც თავმოყრილია მთავარი იდეები, მრავალფეროვანი დავალებები თვითშეფასებისთვის. დავალებების შესრულება დაგეხმარება თემის ფარგლებში შესწავლილ ძირითად ცნებებს, ქვეცნებებსა და სამეცნიერო ტერმინებს შორის კავშირის დადგენაში.

რა აქტივობებს შეასრულებ?

შენ გელის ძალიან საინტერესო და მრავალფეროვანი აქტივობები, რომლებსაც გთავაზობთ სახელმძღვანელოში, მაგალითად, კვლევის ანგარიშის მომზადება, საპრეზენტაციო მასალის წარმოდგენა პოსტერების ან ელექტრონულ ფორმატში, საინფორმაციო ბუკლეტების მომზადება და საზოგადოებაში გავრცელება, ბიოლოგიური პროცესების, მოვლენების, კანონზომიერებების ამსახველი სქემების შედგენა და წარდგენა კლასის წინაშე, არგუმენტირებული მსჯელობა და სხვ. ამ აქტივობების შესრულება დაგეხმარება თეორიული საკითხების ცხოვრებისეულ პრაქტიკასა და/ან ყოველდღიურ ცხოვრებასთან დაკავშირებაში.

როგორც წინა კლასების ბიოლოგიის კურსში, ახლაც დიდი ყურადღება ექცევა სამეცნიერო კვლევების ორგანიზებას. მოგიწევს ექსპერიმენტის, ცდების დაგეგმვა და განხორციელება. კვლევითი სამუშაოს განხორციელებისას დაგჭირდება მონაცემების შეგროვება სხვადასხვა ხერხით.

უფრო ხშირად მონაცემები შეაქვთ ცხრილში, რომლის შევსებასაც თავისი წესი აქვს. მონაცემთა ცხრილი ორგანიზებულია დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადებით. ჩვეულებრივ, დამოუკიდებელი ცვლადი მოცემულია ცხრილის მარცხენა სვეტში, ხოლო მარჯვენა სვეტში – დამოკიდებული ცვლადი. ზოგჯერ საჭიროა ფრჩხილებში მითითებული იყოს ცვლადის საზომი ერთეული. ყველა ცხრილს უნდა ჰქონდეს ნომერი და დასახელება. შეგახსენებთ, რომ ექსპერიმენტის ჩატარების დროს გაინტერესებს არის თუ არა დაკვირვების ობიექტი დამოკიდებული რომელიმე კონკრეტულ ფაქტორზე და როგორ იცვლება დაკვირვების ობიექტი ამ ფაქტორზე დამოკიდებულებით. ამგვარად, დაკვირვების ობიექტი დამოკიდებული ცვლადია, ხოლო ფაქტორი – დამოუკიდებელი ცვლადი.

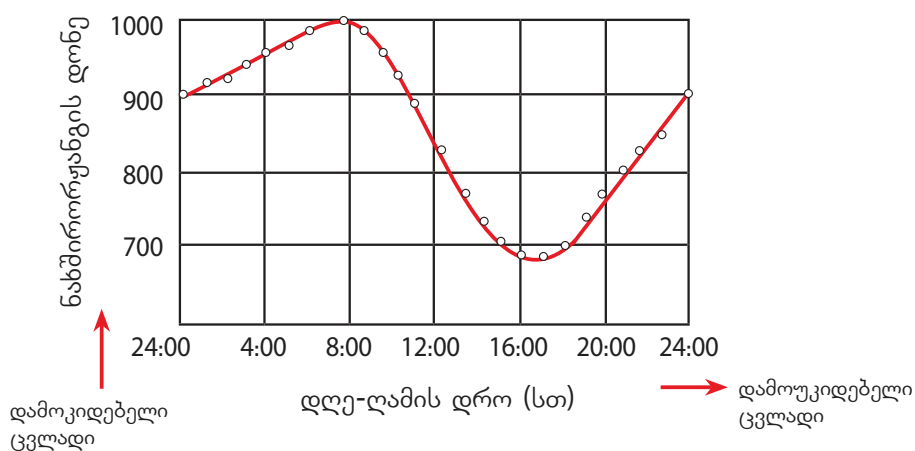
განვიხილოთ მონაცემთა ცხრილის კონკრეტული მაგალითი. მეცნიერი შეისწავლის,

თუ როგორ იცვლება ორგანიზმის მიერ დახარჯული ენერგია სირბილის ხანგრძლივობის მიხედვით. ადამიანები დარბოდნენ სხვადასხვა დროის განმავლობაში: 10, 20 და 30 წუთი. ყველა შემთხვევაში ზომავდნენ დახარჯული ენერგიის რაოდენობას კალორიებში და შედეგებს აღრიცხავდნენ მონაცემთა ცხრილში. რა არის ამ შემთხვევაში დამოკიდებული და რა დამოუკიდებელი ცვლადი? დამოკიდებული ცვლადია დახარჯული ენერგია, რომელიც იცვლება სირბილის ხანგრძლივობის მიხედვით. შესაბამისად, სირბილზე დახარჯული დრო არის დამოუკიდებელი ცვლადი.

ცხრილი1. სირბილის ხანგრძლივობა და დახარჯული კალორიები			
დამოუკიდებელი ცვლადი	სირბილის ხანგრძლივობა (წთ.)	დახარჯული ენერგიის რაოდენობა (კალ)	დამოკიდებული ცვლადი
	10	80	
	20	170	
	30	260	

მას შემდეგ, რაც მეცნიერები მონაცემებს ჩაწერენ ცხრილში, ისინი ამ მონაცემების მიხედვით ზოგჯერ გრაფიკს ადგენენ, რათა უფრო თვალსაჩინო გახადონ ექსპერიმენტის შედეგები. ამიტომ მეცნიერები თავიანთი ექსპერიმენტების შედეგებს ერთმანეთს ხშირად ცხრილებისა და გრაფიკების სახით უზიარებენ. გრაფიკი ორ ცვლადს შორის კავშირს აჩვენებს. ეს მეცნიერებს ეხმარება მიღებული მონაცემებიდან დასკვნის გამოტანაში. გრაფიკზე დამოუკიდებელი ცვლადი, ჩვეულებრივ, დატანილია X ღერძზე, დამოკიდებული ცვლადი კი – Y ღერძზე. ორივე ღერძი დასათაურებულია ცვლადის სახელით და საზომი ერთეულით. გრაფიკის აგებამდე ასევე მნიშვნელოვანია გრაფიკის ღერძებზე ზუსტი მასშტაბის განსაზღვრა, რათა ყველა მონაცემთა წერტილი სრულფასოვნად იქნეს დატანილი. ქვემოთ გთავაზობთ ხაზოვანი გრაფიკის ნიმუშს.

გრაფიკი №. ატმოსფეროში CO_2 -ის დონის ცვლილება დღე-ღამის განმავლობაში

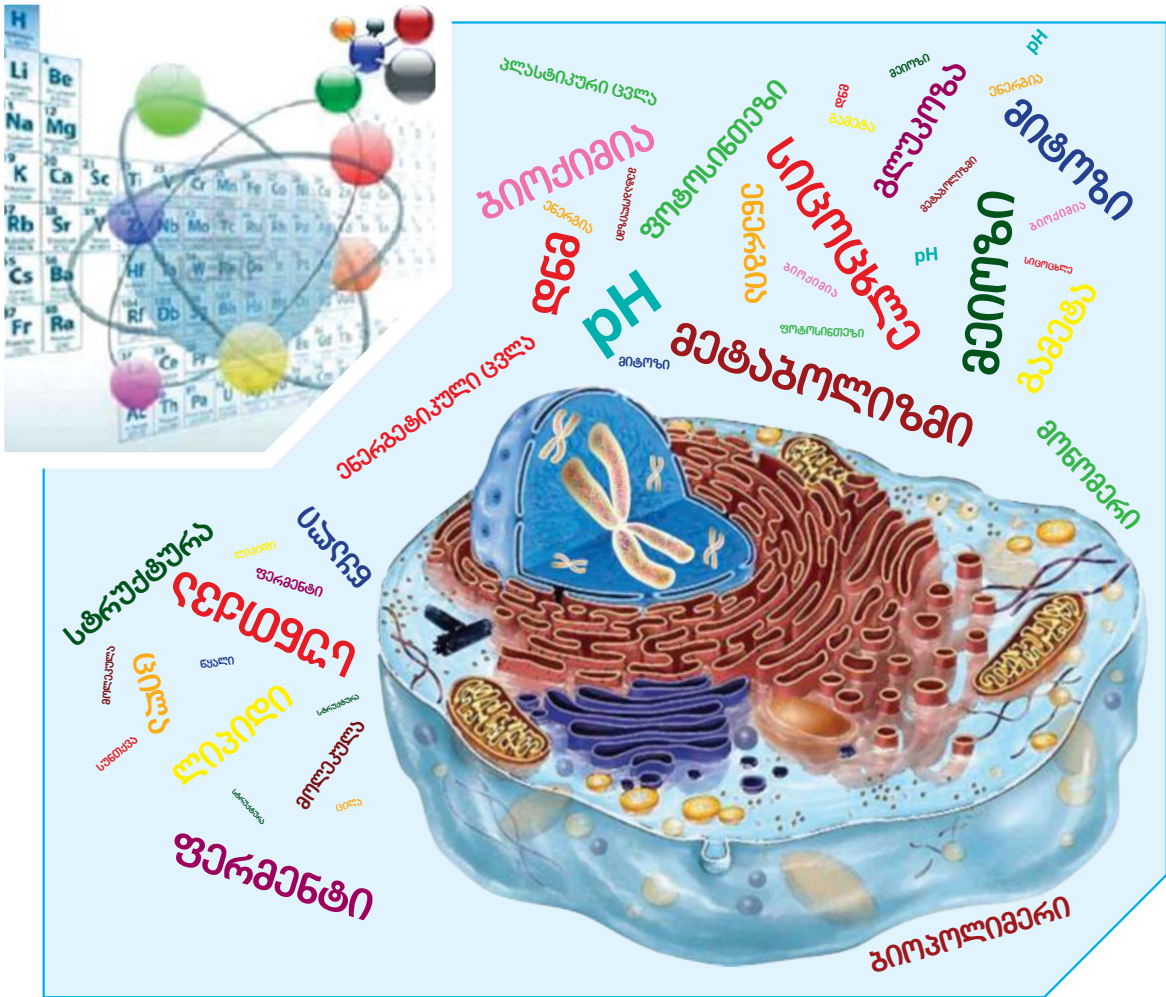


როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მოგიწევს ჩატარებული კვლევის მიხედვით ანგარიშის დანერგა და წარდგენა. გთავაზობთ კვლევის ანგარიშის ნიმუშს.

საკვლევი კითხვა	როგორ იცვლება ფოტოსინთეზის სიჩქარე ზაფხულსა და შემოდგომაზე?		
ჰიპოთეზა	ქლოროპლასტები შეიცავენ პიგმენტ ქლოროფილს და მათ შეუძლიათ ფოტოსინთეზის წარმოება. ფოტოსინთეზის სიჩქარე დამოკიდებული იქნება უჯრედში ქლოროპლასტების რიცხვზე: რაც მეტი იქნება ფოთლის უჯრედებში ქლოროპლასტი, მით სწრაფად წარიმართება მათში ფოტოსინთეზი. ვფიქრობ, ზაფხულში მეტი ქლოროპლასტი იქნება ფოთლებში და ფოტოსინთეზიც უფრო სწრაფად წარიმართება.		
ცვლადები:	დამოუკიდებელი - ზაფხულსა და შემოდგომაზე შეგროვებული სხვადასხვა სახეობის ხის ფოთლები, დამოკიდებული - ქლოროპლასტების რაოდენობა ფოთოლში, საკონტროლო ცვლადები - 1. ერთსა და იმავე ტერიტორიაზე აღებული ფოთლის ნიმუშები, 2. ერთი სახეობის ხის ნიმუშები		
კვლევის ეტაპების აღწერა	ზაფხულსა და შემოდგომაზე მოვარგოვე სხვადასხვა სახეობის ხის ფოთლები და მათში ქლოროპლასტების რაოდენობა განვსაზღვრე მიკროსკოპის საშუალებით, მონაცემები აღვრიცხე მონაცემთა ცხრილში:		
	ხის ფოთლები	ქლოროპლასტების საშუალო რაოდენობა ფოთლებში (რიცხვი/უჯრედი)	
		ზაფხულში შეგროვებული	შემოდგომაზე შეგროვებული
	არყი	192	44
	ცაცხვი	182	32
	ნეკერჩხალი	183	28
	ტირიფი	177	35
მონაცემთა ანალიზი	ზაფხულში შეგროვებული ყველა სახეობის ხის ფოთლის ნიმუშების უჯრედებში გაცილებით დიდი რაოდენობით აღმოვაჩინეთ ქლოროპლასტები, ვიდრე შემოდგომაზე შეგროვებულ ფოთლის ნიმუშებში		
დასკვნა	რადგან ზაფხულში შეგროვებულ ფოთლებში აღმოჩნდა ქლოროპლასტების დიდი რაოდენობა, ფოტოსინთეზი კი ქლოროპლასტებში მიმდინარეობს, შესაბამისად, რაც მეტი ქლოროპლასტი იქნება ფოთოლში, მით სწრაფად წარიმართება ფოტოსინთეზი. ამრიგად, ფოტოსინთეზის პროცესის სიჩქარე მაღალია ზაფხულში, შემოდგომაზე კი მცირდება.		

ვიმედოვნებთ, რომ მოგეწონება ამ წიგნით მუშაობა!
გისურვებთ წარმატებებს!

თემა 4. უჯრედული მეტაბოლიზმი



როგორც ყველა ცოცხალი სხეული, ჩვენი სხეულიც უფრედებისგან შედგება. კანის ყოველ 1 სმ²-ზე, დაახლოებით, 155 000 უჯრედი გვაქვს, დაახლოებით, 30 მილიარდი უჯრედი თავის ტვინში და 20 ტრილიონი ერითროციტი სისხლში. მიუხედავად ჩვენი ორგანიზმის სირთულისა, განვითარებას ერთი უჯრედიდან – ზიგოტიდან – ვინწყებთ. ამრიგად, უჯრედი არის ცოცხალი არსებების ყველაზე მცირე ერთეული, რომელშიც სიცოცხლისათვის საჭირო ყველა პროცესი მიმდინარეობს.

ყველა კითხვაზე, რომლებიც სიცოცხლეს ეხება, პასუხი უნდა გაეცეს უჯრედის დონეზე. უჯრედი არის ბიოლოგიის გასაღები, რადგან ზუსტად უჯრედის დონეზე წყლის, მინერალებისა და მაკრომოლეკულების შემცველობაზე და მათ შორის მიმდინარე ბიოქიმიურ პროცესებზეა დამოკიდებული სასიცოცხლო პროცესების გამოხატვა.

ამ თემის შესწავლისას გაცემ პასუხს ისეთ კითხვებზე, როგორებიცაა:

- რისგან შედგება ცოცხალი უჯრედი?
- არის განსაკუთრებული ნივთიერებები, რომლებიც მხოლოდ ცოცხალისათვის არის დამახასიათებელი?
- მიმდინარეობს თუ არა ცოცხალ უჯრედში ისეთი ფიზიკური და ქიმიური პროცესები, რომელთა საფუძველზეც შეიძლება სასიცოცხლო პროცესების აღწერასა და ახსნას.

4.1.

უჯრედების მრავალფეროვნება



რაში გამოიხატება უჯრედების მრავალფეროვნება?



• ბიომრავალფეროვნება:

უჯრედების მრავალფეროვნება სტრუქტურის, ფორმის, ზომის მიხედვით;

- **სტრუქტურა და ფუნქცია:** უჯრედი – ეუკარიოტული, პროკარიოტული, უჯრედის ორგანოიდები და მათი ფუნქციები.

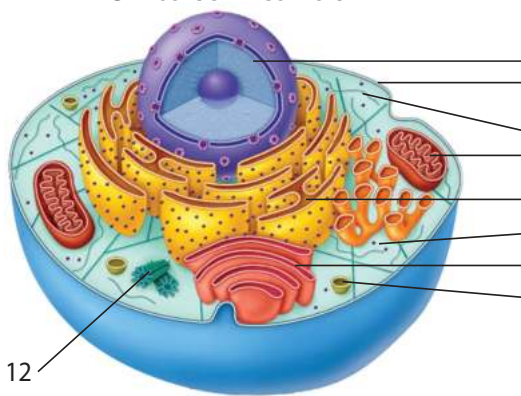


- რაში მდგომარეობს უჯრედული თეორიის არსი?

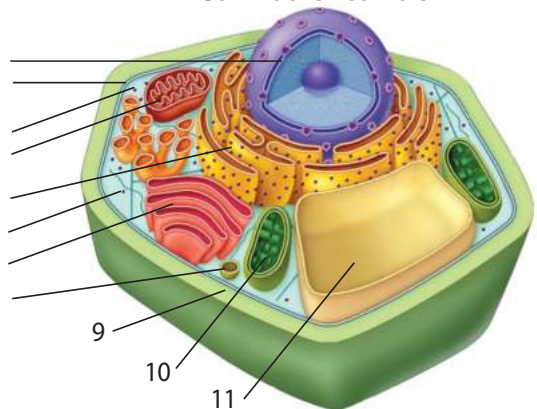
- როგორ ორგანიზმებს უწოდებენ ერთუჯრედიანებს? მრავალუჯრედიანებს? პროკარიოტ და ეუკარიოტ ორგანიზმებს?

ცოცხალი სხეული, როგორც უკვე იცით, შედგება სამშენებლო ერთეულისგან – უჯრედებისგან. უჯრედი ორგანიზმების ყველაზე მცირე სტრუქტურული ერთეულია, რომელშიც სიცოცხლისათვის საჭირო ყველა პროცესი მიმდინარეობს. უჯრედები უზრუნველყოფენ ორგანიზმის ზრდას, გამრავლებას, დაზიანებული ორგანოებისა და ქსოვილების აღდგენას და სხვა სახის ფუნქციებს. მიუხედავად იმისა, რომ უჯრედებს შეუძლიათ ძალიან სპეციფიკური ფუნქციის შესრულება და ამიტომ ისინი ერთმანეთისგან განსხვავდებიან აგებულებით, ფორმით, ზომით და სხვა ნიშნებით. სხვადასხვა ტიპის უჯრედს აქვს საერთო ნიშან-თვისებებიც, მაგალითად, მსგავსი სტრუქტურები, რომლებიც მცენარეული და ცხოველური უჯრედების მაგალითზე სურათზეა ნაჩვენები (სურ. 4.1).

ცხოველური უჯრედი



მცენარეული უჯრედი



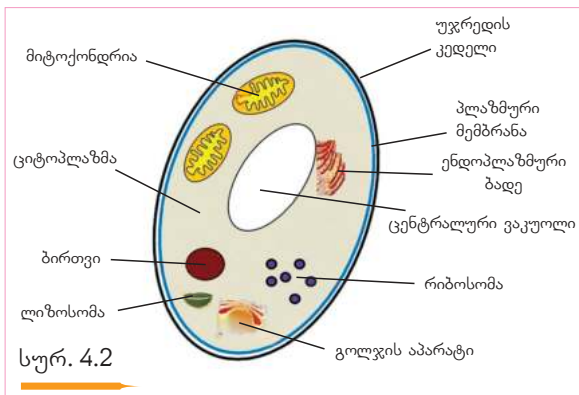
1. **ბირთვი** – უჯრედში მიმდინარე პროცესების კონტროლი; 2. **პლაზმური მემბრანა** – უჯრედის შიგთავსის გარემოსგან გამიჯვნა და უჯრედსა და გარემოს შორის ნივთიერებათა მიმოცვლის კონტროლი; 3. **ციტოპლაზმა** – უჯრედის შიდა გარემო, რომელშიც უჯრედის სასიცოცხლო პროცესები მიმდინარეობს; 4. **მიტოქონდრია** – ორგანული ნივთიერების დაჟანგვა და უჯრედის ენერგიით უზრუნველყოფა; 5. **ენდოპლაზმური ბადე** – რთული ორგანული ნივთიერებების წარმოქმნა; 6. **რიბოსომა** – ცილების წარმოქმნა; 7. **გოლჯის აპარატი** – ორგანული ნივთიერებების სახეცვლილება (მაგ., ცილებისა და ნახშირწყლების დაკავშირება), დაგროვება და ტრანსპორტი; 8. **ლიზოსომა** – უჯრედის დაზიანებული სტრუქტურებისა და რთული ორგანული ნივთიერებების მონელება; 9. **უჯრედის კედელი** – უჯრედის საყრდენი და დამცველობითი ფუნქცია; 10. **ქლოროპლასტი** – ფოტოსინთეზი; 11. **ცენტრალური ვაკუოლი** – ამოვსებულია უჯრედის წვენი და უჯრედის მოცულობას განაპირობებს; 12. **უჯრედის ცენტრი** – მონაწილეობა უჯრედის გაყოფაში.

სურ. 4.1



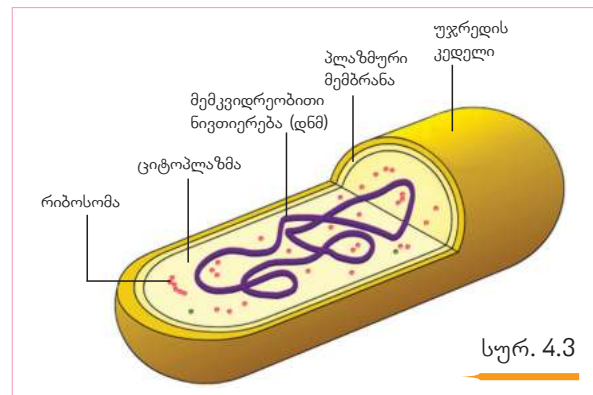
1. გაეცანი სურათ 4.1-ზე მოცემულ ინფორმაციას და უპასუხე კითხვებს: 1) დაასახელე ცხოველური და მცენარეული უჯრედებისათვის საერთო სტრუქტურები და აღწერე მათი ფუნქციები; 2) დაასახელე სტრუქტურები, რომლებიც შენთვის აქამდე უცნობი იყო. 3) დაასახელე სტრუქტურები, რომლებიც მხოლოდ მცენარეული უჯრედისთვის არის დამახასიათებელი და აღწერე მათი ფუნქციები. 4) რა სტრუქტურაა მხოლოდ ცხოველური უჯრედისთვის დამახასიათებელი?

შეგახსენებთ, რომ ცხოველურ და მცენარეულ უჯრედებს ეუკარიოტულ უჯრედებს მიაკუთვნებენ, რადგან ბირთვი აქვთ. ეუკარიოტული უჯრედებია სოკოს უჯრე-



უჯრედების რაოდენობის მიხედვით, არიან ერთუჯრედიანი და მრავალუჯრედიანი ორგანიზმები. ეუკარიოტული უჯრედები გააჩნია ზოგიერთ ერთუჯრედიან ორგანიზმსაც, მაგალითად, წყალმცენარეებს, პროტისტებს (მაგ., ამებას). ყველა ეუკარიოტულ უჯრედს, ბირთვის გარდა, აქვს ისეთი ორგანოიდები, როგორებიცაა ენდოპლაზმური ბადე, გოლჯის აპარატი, ლიზოსომა და სხვ. ეუკარიოტული უჯრედები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან ბირთვის რაოდენობითაც: არის ერთბირთვიანი, ორბირთვიანი (მაგ., ინფუზორია-ქალამანი), მრავალბირთვიანი (ჩონჩხისა და გულის

დებიც (სურ.4.2). თუ სურათს დააკვირდები, შენიშნავ, რომ სოკოს უჯრედები აგებულია ცხოველურ უჯრედსა და მცენარეულსა.



განივზოლიანი ბოჭკოები), უბირთვო (ერიტროციტი, საცრისებური მილების უჯრედები).

პროკარიოტული უჯრედი ბაქტერიებისთვის არის დამახასიათებელი (სურ. 4.3). პროკარიოტულ უჯრედს ბირთვის გარდა არ აქვს ეუკარიოტული უჯრედისთვის დამახასიათებელი მთელი რიგი სტრუქტურები.

უჯრედები ერთმანეთისგან განსხვავდება მოძრაობის უნარითაც: ზოგიერთ უჯრედს შოლტები აქვს (მაგ., სპერმატოზოიდი, ევგლენა, ქლამიდომონადა, ბაქტერიის ზოგიერთი სახეობა), ზოგსაც – წამწამები (მაგ. ინფუზორიები).



2. შეადარე სოკოს უჯრედის აგებულება მცენარეულ უჯრედს. აღნიშნე, რა სტრუქტურები აქვთ საერთო და რით განსხვავდებიან. მონაცემები წარმოადგინე ვენის დიაგრამის ან შენთვის სასურველი სქემის სახით.
3. მიუხედავად იმისა, რომ ზრდასრულ ერიტროციტს ბირთვი არ აქვს, ის ეუკარიოტული უჯრედი. ახსენი, რატომ?
4. შეადარე ბაქტერიისა და ცხოველური უჯრედის აგებულება; მონაცემები წარმოადგინე შენთვის მოსახერხებელი სქემის სახით. ბირთვის გარდა, რა სტრუქტურები არ აქვს ბაქტერიულ უჯრედს ეუკარიოტული უჯრედისგან განსხვავებით?
5. უჯრედის აგებულება განაპირობებს მის სასიცოცხლო თვისებებს, მაგალითად, კვების თავისებურებას. კვების როგორი ტიპია დამახასიათებელი ცხოველური და სოკოს უჯრედისთვის? რატომ?



- უჯრედი წარმოადგენს ცოცხალი სისტემის სტრუქტურულ, ფუნქციურ და განვითარების ერთეულს;
- ფუნქციის შესაბამისად, უჯრედები განსხვავდებიან ფორმითა და ზომით, აგრეთვე, შემადგენელი კომპონენტებით;
- უჯრედის თითოეული კომპონენტი ასრულებს გარკვეულ ფუნქციას.



რა მნიშვნელობა აქვს უჯრედის არაორგანულ ნივთიერებებს?



• სტრუქტურა და ფუნქცია:

უჯრედის არაორგანული ნივთიერებები – წყლის მოლეკულის სტრუქტურა, მისი ბიოლოგიური როლი; ბიოქიმია, ბიოქიმიური რეაქციები.

• **კვლევა:** მონაცემების შეგროვება, ანალიზი და დასკვნა.



• დაასახელე მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების ორგანიზაციული დონეები;

• დაასახელე ქიმიური ბმების სახეები და აღწერე მისი არსი;

• რა სახით გვხვდება ბუნებაში წყალი?

• აღწერე წყლის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები.

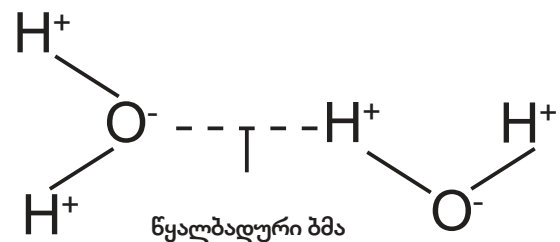
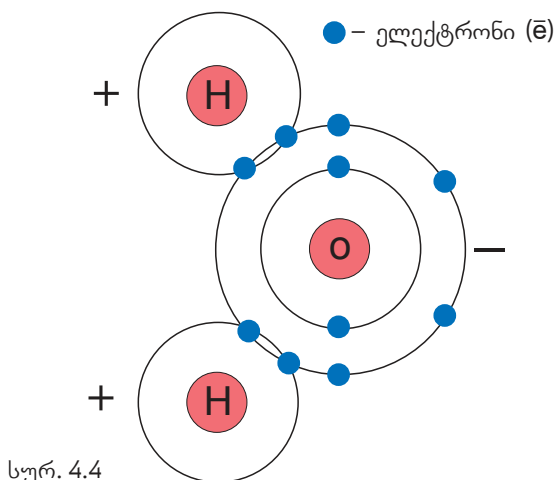
სხვადასხვა ტიპის უჯრედები არა მარტო სტრუქტურული აგებულებითაა მსგავსი, არამედ ქიმიური შედგენილობითაც. უჯრედების შემადგენლობაში შემავალი ნივთიერებების შემსწავლელ მეცნიერებას **ბიოქიმია** ეწოდება. ყველა ორგანიზმის ცხოველქმედება დამოკიდებულია უჯრედში მიმდინარე ქიმიურ რეაქციებზე. უჯრედში მიმდინარე ქიმიურ რეაქციებს **ბიოქიმიურ რეაქციებს** უწოდებენ.

ცოცხალი ბუნების შემადგენლობაში 80 ქიმიურ ელემენტზე მეტია აღმოჩენილი, რომლებიც არა ცოცხალ ბუნებაშიც გვხვდება.

ორგანიზმებში პროცენტული შემცველობის მიხედვით ყველაზე დიდი რაოდენობითაა შემდეგი ელემენტების ატომები: ჟანგბადის, ნახშირბადის, წყალბადისა და აზოტის.

ატომურ დონეზე განსხვავება ცოცხალ და არაცოცხალ ბუნებაში არ არის, მოლეკულურ დონეზე კი განსხვავებულია მათი შედგენილობა. არის ნივთიერებები, რომლებიც მხოლოდ ცოცხალი ბუნებისთვისაა დამახასიათებელი, ეს ორგანული ნივთიერებებია. ორგანული ნაერთები (ნავთობის, ქვანახშირისა და ბუნებრივი აირის სახით), რომლებიც დედამიწაზე ოდესღაც არსებული ორგანიზმების ნაშთებისგან არის წარმოქმნილი, დედამიწის ფენებშიც მოიპოვება. არაორგანული ნივთიერებები კი არის როგორც არაცოცხალ, ისე ცოცხალ ბუნებაში. ორგანიზმები არაორგანული ნივთიერებებიდან შეიცავენ წყალს და ზოგიერთ მინერალურ მარილსა და მათ იონებს.

დედამიწაზე ყველაზე გავრცელებულია წყალი. თითქმის ყველა ცოცხალი არსება ძირითადად წყლისგან შედგება. ადამიანის სხვადასხვა ორგანოსა და ქსოვილში წყლის შემცველობა მერყეობს 20%-დან (ძვლოვან ქსოვილებში) 85%-მდე (თავის ტვინის უჯრედებში). ადამიანის მასის 2/3-ს წყალი შეადგენს. უჯრედში რაც უფრო აქტიურად მიმდინარეობს სასიცოცხლო პროცესები, მით მეტია მასში წყლის შემცველობა.



წყალს ბევრი უნიკალური თვისება აქვს. ეს თვისებები იმდენად მნიშვნელოვანია ცოცხალი ორგანიზმებისათვის, რომ სიცოცხლე წარმოუდგენელია წყალბადისა და ჟანგბადის ამ ნაერთის – H_2O -ს გარეშე. შეგახსენებთ, რომ წყლის უნიკალურ თვისებებს მისი მოლეკულის სტრუქტურა განაპირობებს. წყლის მოლეკულაში ჟანგბადის ერთი ატომი კოვალენტური ბმით წყალბადის ორ ატომთანაა დაკავშირებული. **წყლის მოლეკულა პოლარულია (დიპოლია).** წყლის მოლეკულის

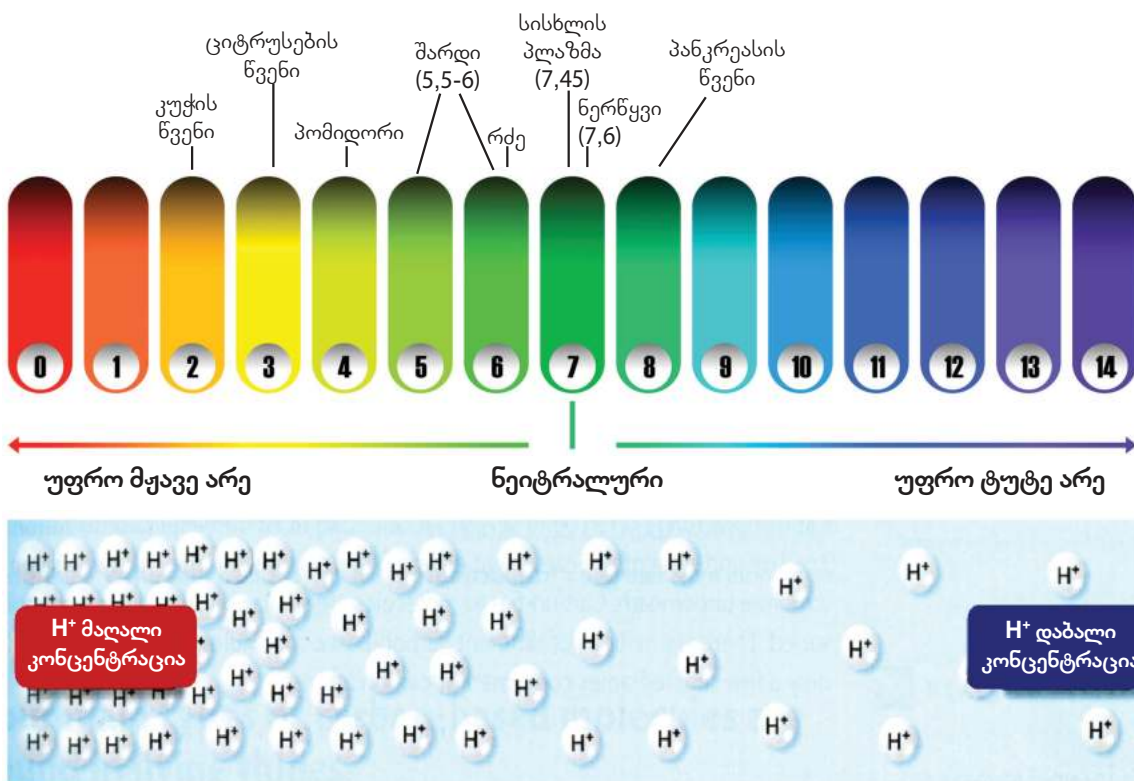
ერთი ბოლო დადებითად არის დამუხტული, ხოლო მეორე – უარყოფითად, რადგან ჟანგბადის ატომი თავისკენ ნაწილობრივ მიიზიდავს წყალბადის ატომთან საზიარო ელექტრონულ წყვილს (სურ. 4.4). წყლის მოლეკულის პოლარობის გამო წყლის მოლეკულები ერთმანეთს უკავშირდება წყალბადური ბმებით (სურ. 4.5).

წყლის ბიოლოგიური როლი მის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებთან არის დაკავშირებული, რომლებიც წარმოდგენილია ცხრილში.

წყლის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები	წყლის ბიოლოგიური როლი
წყლის მოლეკულა პოლარულია (დიპოლია), რაც მის კარგი გამხსნელის ბუნებას განაპირობებს	1) სატრანსპორტო ფუნქცია: წყალხსნარების სახით მოძრაობს ნივთიერებები გარემოდან უჯრედში, ორგანიზმში (მცენარეებში გამტარ ქსოვილებში, ცხოველურ ორგანიზმებში – სისხლის საშუალებით), ასევე ცვლის პროდუქტების ტრანსპორტი ქსოვილებიდან გამოყოფი ორგანოებისკენ. 2) უჯრედში ბიოქიმიური რეაქციები, ძირითადად, წყალში ხსნად ნივთიერებებს შორის მიმდინარეობს.
წყლის მოლეკულებს შორის სუსტი წყალბადური ბმებია , რომლებიც ადვილად წყდება და წარმოიქმნება გარემოს ტემპერატურის შესაბამისად: მაღალ ტემპერატურაზე წყდება, რაზედაც ენერგია იხარჯება, ხოლო დაბალ ტემპერატურაზე წარმოიქმნება და გარემოში ენერგია გამოიყოფა; წყლიან გარემოში ტემპერატურა ნაკლებად მერყეობს.	მონაწილეობს უჯრედისა და ორგანიზმის თბორეგულაციაში : წყლის 50-90%-ის შემცველობისას, ორგანიზმი არეგულირებს საკუთარი სხეულის/უჯრედის ტემპერატურას გარკვეულ დონეზე (მაგალითად, ტრანსპირაცია – ფოთლების მიერ წყლის აორთქლება და ოფლის აორთქლება ორგანიზმს იცავს გადახურებისგან); წყალი ზოგიერთი ორგანიზმისთვის საცხოვრებელი და გამრავლების კარგი გარემოა .
წყალი აქტიურად შედის რეაქციებში სხვადასხვა ნივთიერებასთან	უშუალოდ მონაწილეობს ბიოქიმიურ რეაქციებში . მაგალითად, საჭმლის მომნელებელ არხში რთული ორგანული ნივთიერების მონელება წყლის მონაწილეობით მიმდინარეობს, რასაც ჰიდროლიზის რეაქციები ეწოდება. ასევე, წყალი ფოტოსინთეზის პროცესის აუცილებელი კომპონენტია.
წყალი არ იკუმშება	უჯრედის სტრუქტურებისთვის საყრდენ ფუნქციას ასრულებს, განაპირობებს უჯრედის ფიზიკურ თვისებებს : სიმკვრივესა და მოცულობას.
წყლის სიმკვრივე მყარ მდგომარეობაში უფრო ნაკლებია , ვიდრე თხევად მდგომარეობაში, ამიტომ ყინული წყალზე მსუბუქია.	ზამთარში წყალი ფსკერიდან არ იყინება და ყინულის საფარის ქვეშ სიცოცხლე გრძელდება

წყლის გარდა, არაორგანული ნივთიერებებიდან უჯრედი შეიცავს მჟავებს, მარილებს, ფუძეებსა და მათ იონებს. შენ უკვე იცნობ ზოგიერთი მინერალური ნივთიერებისა და მათი იონების ფუნქციებს (მაგალითად, K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^-). ბიოქიმიური პროცესების მიმდინარეობა დიდად არის დამოკიდებული უჯრედში H^+ -იონების კონცენტრაციაზე. მეცნიერები ამისთვის იყენებენ pH-ის სკალას, რომელიც განისაზღვრება 1-დან 14-ის ნიშნულით. ამ სკალის მიხედვით, რაც

pH-ის მნიშვნელობა მცირეა, მით ხსნარში H^+ -ის დიდი რაოდენობაა და მაღალია მჟავიანობა და პირიქით – pH-ის მნიშვნელობის გაზრდით იზრდება ხსნარის ტუტეობა. ზოგიერთი მნიშვნელოვანი ბიოლოგიური ხსნარის pH ნაჩვენებია სურათზე (სურ. 4.6). ფერმენტების აქტივობა დიდად არის დამოკიდებული pH-ზე. მაგალითად, უჯრედის შიგთავსს აქვს სუსტი ტუტე ან ნეიტრალური pH და ეს არის ციტოპლაზმის ფერმენტებისთვის რეაქციის ოპტიმალური არე.



სურ. 4.6



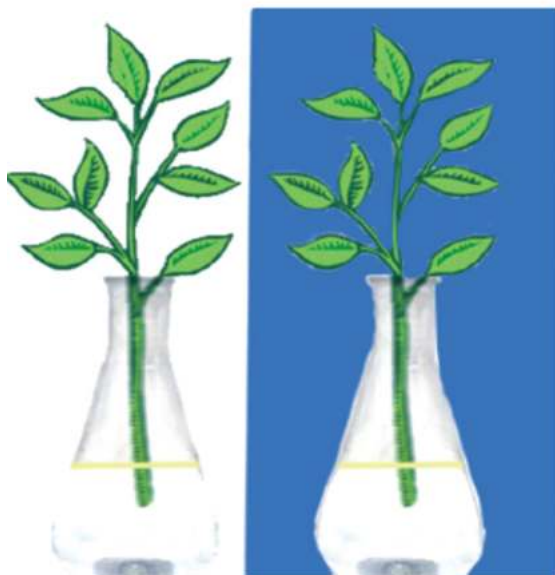
1. რა სძენს წყალს განსაკუთრებულ თვისებებს?
2. როგორ მონაწილეობს წყალი საჭმლის მონელებისა და ფოტოსინთეზის პროცესებში?
3. გაეცანი ცხრილში (გვ. 14) მოცემულ ინფორმაციას და უპასუხე კითხვებს: 1) რაში გამოიხატება წყლის სატრანსპორტო ფუნქცია უჯრედსა და ორგანიზმში? 2) წყლის მოლეკულებს შორის წყალბადური ბმები მის რა ბიოლოგიურ როლს განაპირობებს? 3) ივარაუდე ის ბიოლოგიური შედეგი, რაც შეიძლება მოჰყვეს წყალსატენის ფსკერიდან გაყინვას.
4. გაეცანი სურათ 4.6-ზე მოცემულ ინფორმაციას და უპასუხე კითხვებს: 1) რომელი საჭმლის მომნელებელი წვენის ფერმენტი მოქმედებს სუსტ ტუტე გარემოში? 2) რომელი საჭმლის მომნელებელი წვენის ფერმენტი მოქმედებს ტუტე გარემოში? 3) რომელი საჭმლის მომნელებელი წვენის ფერმენტი მოქმედებს მჟავე გარემოში?



საშინაო ექსპერიმენტი

კვლევის მიზანი: ფოტოსინთეზის პროცესში წყლის მონაწილეობის დადგენა.

საჭირო მასალა: ორი კოლბა ან ბოთლი, ერთი და იმავე მცენარის ორი ფოთლიანი ყლორტი, წყალი, მზესუმზირის ზეთი, სანტიმეტრი.



1	თარიღი	ნიშნული (სმ)
	×	×
	×	×
	×	×

2	თარიღი	ნიშნული (სმ)
	×	×
	×	×
	×	×

პროცედურა:

- მონაცემების ცხრილები გადაიტანე სამუშაო რვეულში;
- აიღე ორი ბოთლი, ჩაასხი წყალი. თითოეულში ჩადე ყლორტი და ჩაამატე ბოთლებში საჭმელი ზეთი ისე, რომ წყლის ზედაპირი ზეთის თხელი ფენით დაიფაროს;
- მონიშნე თითოეულ ბოთლზე ცდის დასაწყისისთვის მასში არსებული წყლის დონე და ჩაიწერე გაზომვის მონაცემები დაკვირვებათა ცხრილში;
- 5-10 დღის განმავლობაში შეისწავლე მცენარის მიერ დახარჯული წყლის რაოდენობა სიბნელეში და სინათლეზე. შეიტანე ცხრილში მიღებული მონაცემები.

შენიშვნა: გაითვალისწინე, რომ ტემპერატურა ორივე მცენარისთვის ერთნაირი უნდა იყოს.

ანალიზი:

- შენი აზრით, რატომ იყო საჭირო ზეთის გამოყენება?
- სამუშაო რვეულში ააგე გრაფიკები, რომლებიც ასახავს ბოთლში წყლის დონის ცვლილებას დროზე დამოკიდებულებით. შეადარე ერთმანეთს ორივე ექსპერიმენტის მონაცემები.
- რომელი იყო ექსპერიმენტში დამოუკიდებელი ცვლადი? რომელი იყო დამოკიდებული? რომელი საკონტროლო?

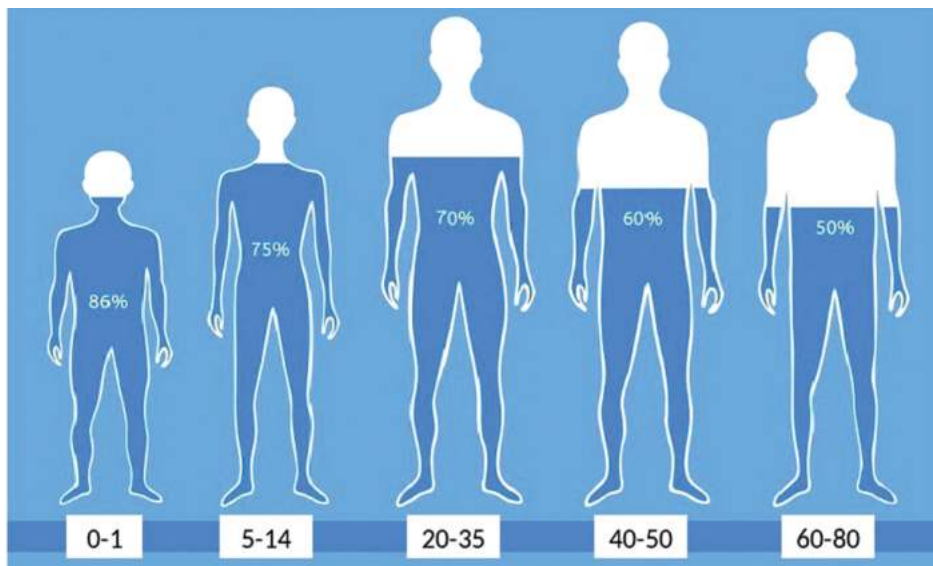
დასკვნა:

- ჩატარებული ცდის მონაცემებზე დაყრდნობით გამოიტანე შესაბამისი დასკვნები წყლის დონის შეცვლის გამომწვევი ორი მიზეზის თაობაზე;
- ახსენი, მიღებული შედეგი რამდენად ადასტურებს წყლის მონაწილეობას ფოტოსინთეზის პროცესში.

ჩატარებული კვლევის შესახებ დაწერე ანგარიში, რომელიც შეგიძლია წარმოადგინო პოსტერის სახით.



წყლის შემცველობა ადამიანის ორგანიზმში განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე



5. სურათის მიხედვით განსაზღვრე, განვითარების რა ეტაპზე შეიცავს ადამიანის ორგანიზმი ყველაზე მეტი რაოდენობით წყალს? როგორ ფიქრობ, რატომ?
6. ადამიანის რომელი ქსოვილის უჯრედებში იქნება წყლის დიდი შემცველობა? ახსენი, შენი მოსაზრება.



- სხვადასხვა ტიპის უჯრედი მსგავსია ქიმიური შედგენილობით;
- ყველა ორგანიზმი, ძირითადად, წყლისგან შედგება;
- ბიოლოგიური რეაქციები ყოველთვის წყლიან გარემოში მიმდინარეობს;
- წყლის ბიოლოგიური როლი მის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებთანაა დაკავშირებული.

4.3.

ნახშირწყლები

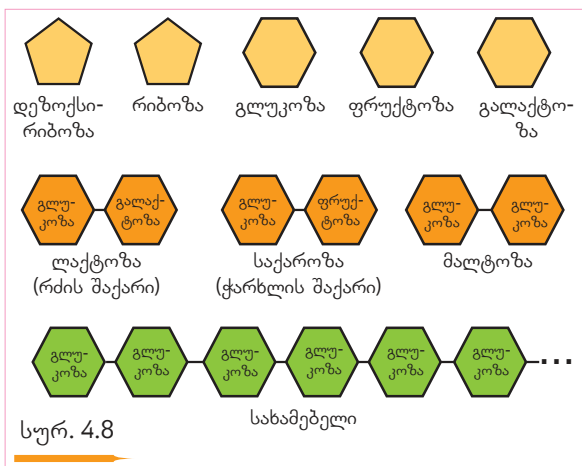
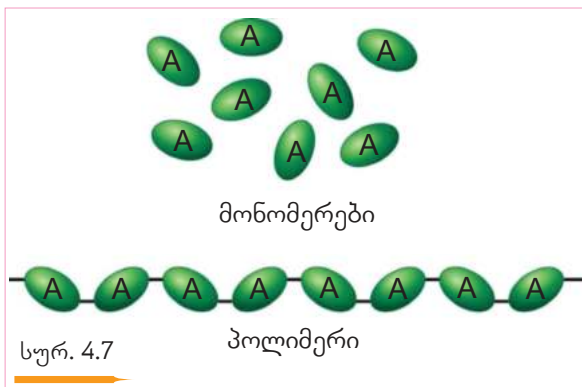


რა ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს ნახშირწყლებს?



- **სტრუქტურა და ფუნქცია:** ორგანული ნივთიერებები – მოსაქარიდები, დისაქარიდები, პოლიმერი, პოლისაქარიდები; მათი შემცველობა უჯრედში და ბიოლოგიური ფუნქციები.

უჯრედის შემადგენლობაში შედის სხვადასხვა სახის ორგანული ნივთიერება, რომელთაც ბიოლოგიურ მოლეკულებსაც უწოდებენ, რადგან ბუნებრივად მხოლოდ ცოცხალ უჯრედებში წარმოიქმნება. ბიოქიმიკოსებმა აღმოაჩინეს, რომ ყველა ამ მოლეკულის შემადგენლობაში ნახშირბადის ატომები შედის. ნახშირბადის ატომები მტკიც-



ცედ უკავშირდებიან ერთმანეთს სხვადასხვა კომბინაციით, ამიტომ მიიღება ორგანული ნივთიერებების დიდი მრავალფეროვნება. არსებობს ორგანული ნივთიერებების ოთხი ძირითადი ჯგუფი: ნახშირწყლები, ლიპიდები, ცილები და ნუკლეინის მჟავები. ესა თუ ის ორგანული ნივთიერება სხვადასხვა უჯრედში განსხვავებული როლს ასრულებს. მაგრამ ორგანული ნივთიერებების ყოველი ჯგუფი ნებისმიერი ტიპის უჯრედის შემადგენლობაში შედის და მსგავს ფუნქციებს ასრულებს.

ორგანული ნივთიერება ხშირად განმეორებადი ერთეულების (მარტივი მოლეკულების) — **მონომერებისგან** აგებული ჯაჭვია. ასეთ ორგანულ ნივთიერებას **ბიოპოლიმერი** ეწოდება. თუ რომელიმე მონომერის ტიპს A ასოთი აღვნიშნავთ, მაშინ პოლიმერი შეიძლება მონომერების გრძელი ჯაჭვის სახით ასე წარმოვიდგინოთ: A-A-A-A-A-A —... (სურ. 4.7).

ყველა ცოცხალი ორგანიზმის უჯრედების შემადგენლობაში შედის ნახშირწყლები. **ნახშირწყლები** ორგანულ ნაერთთა დიდი ჯგუფია, რომელთა შედგენილობაში შედის ნახშირბადის (C), წყალბადის (H) და ჟანგბადის (O) ატომები.

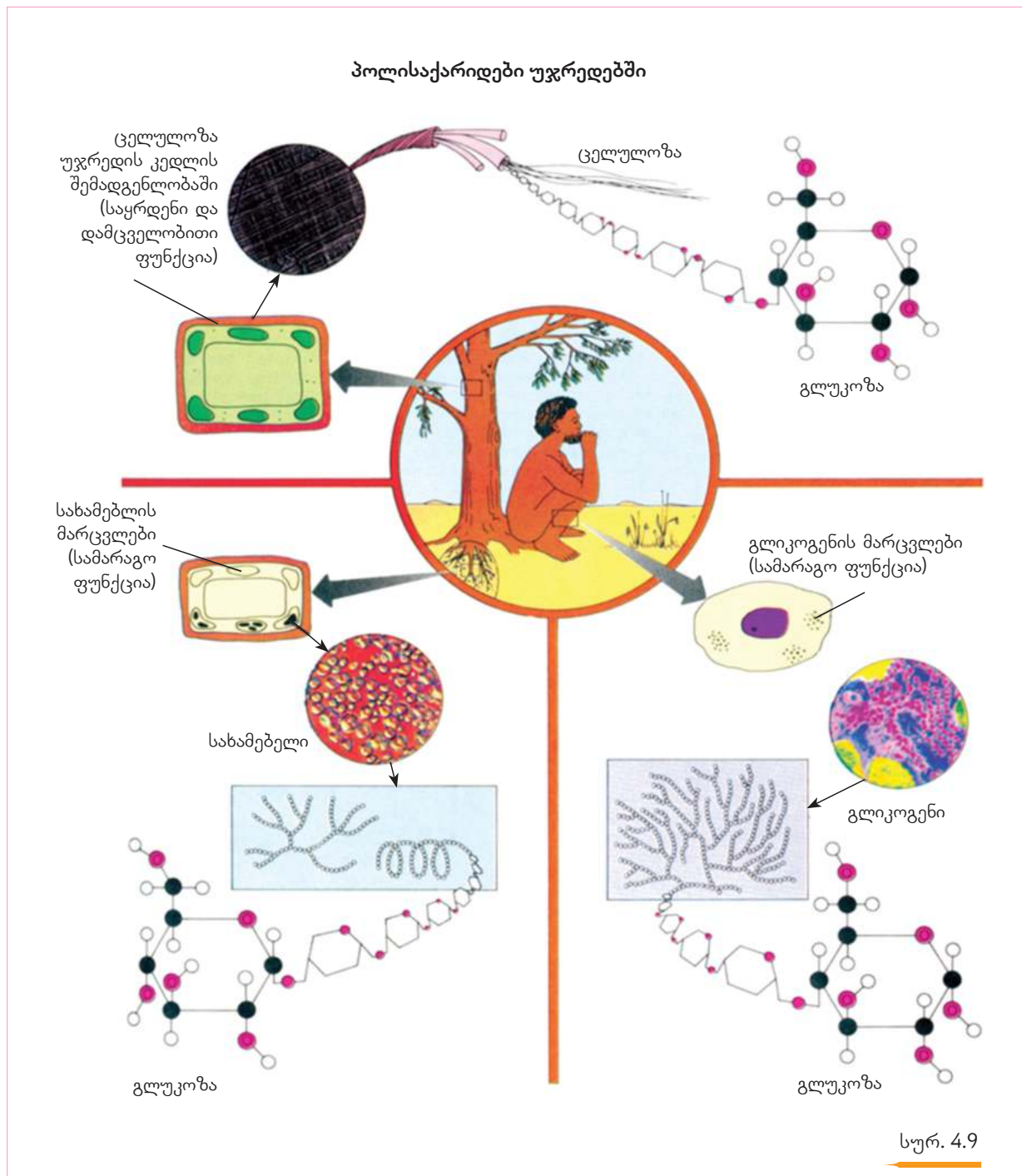
ერთ-ერთი გავრცელებული ნახშირწყალია გლუკოზა — $C_6H_{12}O_6$. გლუკოზა **მარტივი ნახშირწყალი** — **მონოსაქარიდია**. რამდენიმე მარტივი ნახშირწყლის შეერთებით **რთული ნახშირწყალი** — **პოლისაქარიდი** მიიღება (სურ. 4.8). ორი მონოსაქარიდის შეერთებით დისაქარიდი მიიღება, სამის — ტრისაქარიდი და ა.შ. მონოსაქარიდები და დისაქარიდები წყალში იხსნება და ტკბილი გემო აქვს. რაც უფრო იზრდება მონოსაქარიდების რიცხვი ნახშირწყალში, მით უფრო კარგავს ტკბილ გემოს და მცირდება წყალში ხსნადობა.



1. დააკვირდი სურათ 4.8-ზე წარმოდგენილ ნახშირწყლებს და უპასუხე კითხვებს: 1) რომელი მათგანია მონოსაქარიდი, დისაქარიდი და პოლისაქარიდი? 2) საკვებად გამოყენებული შაქარი რომელ ნახშირწყალს მიეკუთვნება? 3) რომელი ნახშირწყალი წარმოადგენს ბიოპოლიმერს? დაასაბუთე შენი პასუხი; 4) რომელი მონოსაქარიდი წარმოქმნის პოლისაქარიდს?

სახამებლის გარდა, პოლისაქარიდებს მიეკუთვნება ცელულოზა, გლიკოგენი (სურ.

4.9), კიტინი (აზოტის შემცველი ნახშირწყალი).



2. სურათ 4.9-ზე მოცემული ინფორმაციის მიხედვით უპასუხე კითხვებს: 1) რა აქვს საერთო და განსხვავებული სხვადასხვა პოლისაქარიდს (სახამებელს, ცელულოზასა და გლიკოგენს) სტრუქტურაში? 2) განსაზღვრე, რომელი პოლისაქარიდი რა ტიპის უჯრედისთვის არის დამახასიათებელი. 3) სქემის მიხედვით დაახასიათე თითოეული პოლისაქარიდის ბიოლოგიური როლი.

ნახშირწყლები ორგანიზმში მრავალფეროვან ფუნქციას ასრულებენ:

- **ენერგეტიკული** – უჯრედში ენერგიის ძირითადი წყაროს როლს გლუკოზა ასრულებს: 1 გ გლუკოზის დაჟანგვის შედეგად გამოთავისუფლდება 17,1 კჯ ენერგია. გლუკოზა რადგან წყალში ხსნადია, იგი ადვილად ტრანსპორტირდება ორგანიზმში.

- **სტრუქტურული** (სამშენებლო) – პოლისაქარიდები წყალში უხსნადია, ამიტომ შეუძლიათ შექმნან სხვადასხვა ბიოლოგიური სისტემის მნიშვნელოვანი სტრუქტურები. მაგალითად, ცელულოზა შედის მცენარეული უჯრედის კედლის შემადგენლობაში, ხოლო ქიტინი – სოკოს უჯრედის კედლისა და ზოგიერთი ცხოველის (მაგ., ფეხსახსრი-

ანების) გარეგანი ჩონჩხის შემადგენლობაში.

- ცელულოზასთან და ქიტინთან **დამცველობითი** ფუნქციაა დაკავშირებული, რადგან უჯრედის კედელი უჯრედს, ხოლო გარეგანი ჩონჩხი ფეხსახსრიანების სხეულს იცავს სხვადასხვა არახელსაყრელი ფაქტორისაგან.

- **სამარაგო** საკვები ნივთიერებების სახით უჯრედებში გროვდება – გლუკოზა და ფრუქტოზა ხილში, ლაქტოზა რძეში, საქაროზა შაქრის ჭარხალში, სახამებელი მცენარეებში, გლიკოგენი ცხოველებსა (ღვიძლსა და ჩონჩხის კუნთებში) და სოკოებში. სახამებელი და გლიკოგენი საჭიროების შემთხვევაში ადვილად გარდაიქმნება მონოსაქარიდებად.

3. ქვემოთ მოცემული ცხრილი სამუშაო რვეულში გადაიტანე. გამოიყენე ამ პარაგრაფით მიღებული ცოდნა და შეავსე:

ნახშირწყლის სახეობა	მონოსაქარიდი/ დისაქარიდი/ პოლისაქარიდი	წყალში ხსნადობა	სად გვხვდება	ფუნქცია
გლუკოზა	×	×	×	×
საქაროზა	×	×	×	×
ცელულოზა	×	×	×	×
სახამებელი	×	×	×	×
გლიკოგენი	×	×	×	×
ქიტინი	×	×	×	×



- უჯრედებში, არაორგანულ ნივთიერებებთან ერთად, გვხვდება მხოლოდ ცოცხალისათვის დამახასიათებელი ნივთიერებები და მათ ბიოლოგიურ მოლეკულებს უწოდებენ;
- ზოგიერთი რთული ორგანული ნივთიერების მოლეკულა შედგება უფრო მარტივი სტრუქტურებისგან/მოლეკულებისგან, რომელთაც მონომერები ეწოდება, ხოლო მონომერებისგან შედგენილ მოლეკულას – ბიოპოლიმერი;
- უჯრედის ორგანული ნივთიერებებიდან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია ნახშირწყლები, რომლებიც უჯრედში შეიძლება წარმოდგენილი იყოს მონოსაქარიდების, დისაქარიდებისა და პოლისაქარიდების სახით;
- ნახშირწყლები ორგანიზმში ასრულებენ ენერგეტიკულ, სტრუქტურულ, დამცველობით და სამარაგო ფუნქციებს.



რა ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს ლიპიდებს?



- **სტრუქტურა და ფუნქცია:** ორგანული ნივთიერება – ლიპიდები: ცხიმები, ქოლესტერინი, ცვილი; ცხიმის სტრუქტურა: ცხიმოვანი მჟავა და გლიცერინი; ლიპიდების ბიოლოგიური ფუნქციები;
- **კვლევა:** საკვლევი კითხვა, ჰიპოთეზა, ცვლადები, მონაცემების შეგროვება (ცხიმების მნიშვნელობის დასაბუთება).



- რა ფუნქციას ასრულებს კანქვეშა ცხიმოვანი ქსოვილი?
- რა ფუნქციას ასრულებს D ვიტამინი?

ლიპიდები სტრუქტურის მიხედვით მრავალფეროვანია. მაგრამ ყველასათვის საერთო თვისებებია დამახასიათებელი: წყალში უხსნადი – ჰიდროფობური – ნივთიერებებია და წყალზე მსუბუქია. ლიპიდებს მიეკუთვნება ცხიმები და ცხიმის მსგავსი ნივთიერებები (ქოლესტერინი, ცვილი, ფოსფოლიპიდი და სხვ.). ლიპიდები, ნახშირწყლების მსგავსად, შედგება ნახშირბადის, წყალბადისა და ჟანგბადის ატომებისგან.

ყველაზე გავრცელებული ლიპიდია ცხიმები. უმეტეს შემთხვევაში ცხიმების შემცვე-

ლობა უჯრედში 5-15%-ს არ აღემატება, მაგრამ ცხიმოვანი ქსოვილის უჯრედები, ზოგიერთი მცენარის თესლები და ნაყოფები 90%-მდე ცხიმს შეიცავენ.

ცხიმი შედგება გლიცერინისა და ცხიმოვანი მჟავებისაგან (სურ.4.10). მცენარეული ცხიმები თხევადია და ზეთებს უწოდებენ. ცხოველური ცხიმები კი უფრო მყარია და ქონს უწოდებენ. არის გამონაკლისიც: ქოქოსის ცხიმი მყარია, თევზის ქონი – თხევადი.

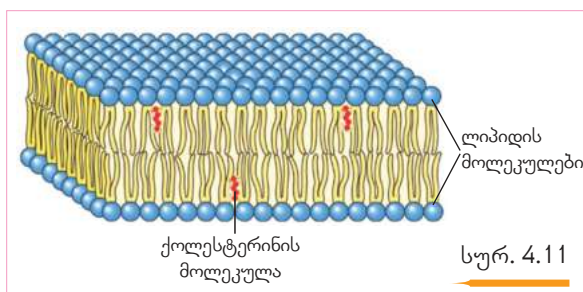
ცვილს ორგანიზმები იყენებენ, როგორც საპოხ და წყლისაგან დამცავ საშუალებას. ფუტკრები და სხვა მწერები ცვილისგან აგებენ ფიჭის უჯრედებს, რომლებშიც კვერცხებს დებენ და საკვების მარაგს ინახავენ.

ლიპიდებს მიეკუთვნება ქოლესტერინიც. იგი წყალში უხსნადი კრისტალური ნივთიერებაა. ქოლესტერინი ორგანიზმში მნიშვნელოვან ფუნქციებს ასრულებს. მისგან წარმოიქმნება ნალვლის მჟავა, სასქესო ჰორმონები და D ვიტამინი, იგი ელასტიურობას ანიჭებს უჯრედის მემბრანებს. მაგრამ ქოლესტერინის სიჭარბემ შეიძლება ნალვლის კენჭების წარმოქმნა და გულ-სისხლძარღვთა დაავადებები გამოიწვიოს.

ლიპიდები ორგანიზმში მრავალფეროვან ფუნქციას ასრულებენ:

- **სტრუქტურული** – ფოსფოლიპიდები და ქოლესტერინი უჯრედული მემბრანების შენებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ (სურ. 4.11). ფოსფოლიპიდების მოლეკულები თავიანთი ჰიდროფობური ბუნების გამო ბარიერს წარმოქმნიან წყლიან გარემოსა და უჯრედს შორის (პლაზმური მემბრანის სტრუქტურის შესახებ დამატებით ინფორმაციას შემდეგ პარაგრაფში შეიტყობ).

- **ენერგეტიკული** – უჯრედში ცხიმების დაჟანგვით დიდი რაოდენობის ენერგია გამოთავისუფლდება, რაც უჯრედის ცხოველმოქმედებას ხმარდება. 1 გ ცხიმის დაჟანგვის შედეგად 38.9 კჯ ენერგია გამოთავისუფლდება, იგი თითქმის 2-ჯერ მეტია, ვიდრე ნახშირწყლებისა და ცილების დაჟანგვის დროს გამოთავისუფლებული ენერგია.



- **სამარაგო** საკვები ნივთიერებების სახით უჯრედებში გროვდება ცხიმის წვეთები. ცხიმის დაჟანგვის შედეგად არა მარტო დიდი რაოდენობით ენერგია გამოთავისუფლდება, არამედ წყალიც გამოიყოფა (100გ ცხიმის დაჟანგვისას 107 მლ წყალი გამოიყოფა). ამიტომ ზოგიერთ ცხოველში დაგროვებული ცხიმი საკვების მარაგის როლსაც ასრულებს და, უპირველეს ყოვლისა, სამარაგო წყლის როლს.

- **თბორეგულაცია** – ცივ კლიმატურ პირობებში მცხოვრებ ზოგიერთ ცხოველს კანქვეშ წარმოექმნება ცხიმოვანი შრის სქელი ფენა, რომელიც სითბოს არ ატარებს და ცხოველებს გაციებისგან იცავს.

- **ორგანიზმის ფიზიოლოგიური პროცესების რეგულაცია** – ზოგიერთი ჰორმონი (სასქესო ჰორმონები), ვიტამინი (D ვიტამინი) ქიმიური ბუნებით ლიპიდია.



სურ. 4.12



ექსპერიმენტის დაგეგმვა

დაგეგმე ექსპერიმენტი, რომლითაც დაადგენ ცხიმოვანი შრის თერმოიზოლაციურ ფუნქციას. ექსპერიმენტის გეგმაში წარმოჩენილი უნდა იყოს: საკვლევი კითხვა, ჰიპოთეზა, დამოკიდებული, დამოუკიდებელი და საკონტროლო ცვლადები, საჭირო მასალა/რესურსები, კვლევის ეტაპები (იხ. დანართი 3).



1. ნახშირწყლებისა და ლიპიდების ფუნქციები შეადარე ერთმანეთს და მონაცემები შეიტანე ქვემოთ მოცემულ ცხრილში:

საერთო ფუნქციები	განსხვავებული ფუნქციები
×	×

2. აქლემში ცხიმი გროვდება კუბში, ხოლო სელაპში – კანქვეშ ცხიმოვან ქსოვილში (სურ. 4.12). გაითვალისწინე ამ ცხოველების საბინადრო გარემოს პირობები და დაასახელე ცხიმების საერთო ფუნქცია ორივე ცხოველისთვის და განსხვავებული ფუნქციები თითოეული ცხოველისათვის. პასუხი დაასაბუთე.



- ლიპიდების მრავალფეროვნების მიუხედავად, მათთვის დამახასიათებელია საერთო თვისებები: ყველა ლიპიდი წყალში უხსნადია და წყალზე მსუბუქია;
- ლიპიდების ფუნქციებია: სტრუქტურული, ენერგეტიკული, სამარაგო, თბორეგულაცია და ორგანიზმის ფიზიოლოგიური ფუნქციების რეგულაცია.

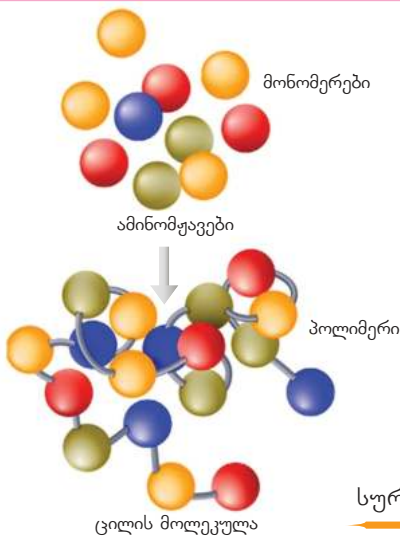
როგორი სტრუქტურა და რა ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს ცილებს?



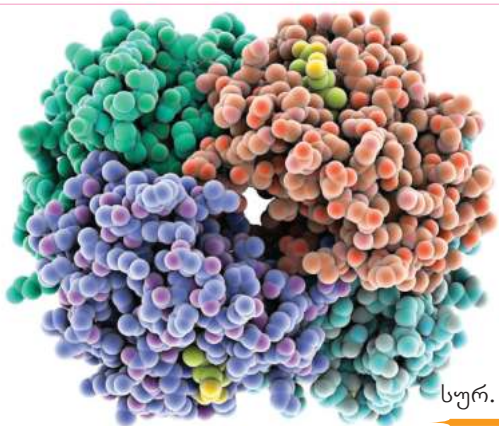
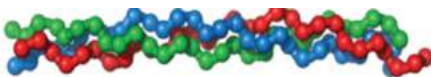
- **სტრუქტურა და ფუნქცია:** ორგანული ნივთიერება – ცილის პოლიმერი, მონომერები – ამინომჟავები, ძაფნაირი და სფერული ფორმის ცილები; ცილების ბიოლოგიური ფუნქციები.
- **სასიცოცხლო თვისებები:** უჯრედში მიმდინარე ფერმენტული პროცესები;
- **კვლევა:** საკვლევი კითხვა, დაგეგმვა, ცვლადები, მონაცემების შეგროვება, ანალიზი და დასკვნა.



- როგორ ნაერთს ეწოდება პოლიმერი?
- რა არის ყველა პოლიმერის სტრუქტურული ერთეული?



სურ. 4.14



უჯრედის ორგანული ნაერთებიდან რაოდენობრივად და სახეობრივი მრავალფეროვნების მიხედვით გამოირჩევა ცილები. მათ შემადგენლობაში შედის ნახშირბადის, წყალბადის, ჟანგბადის, აზოტის ატომები, ზოგიერთ ცილაში კი – გოგირდის, რკინის, მაგნიუმის ატომებიც. **ცილა პოლიმერული ნაერთია** და მასში **მონომერების როლს ამინომჟავები** ასრულებენ (სურ. 4.13). ამინომჟავების უმრავლესობა წყალში ხსნადია და მცირე ზომისაა, ამიტომ ისინი ადვილად ტრანსპორტირდება და მონაწილეობენ უჯრედის ბიოქიმიურ რეაქციებში.

ზოგიერთი ცილის მოლეკულა ასობით და ათასობით ამინომჟავისგან შედგება. ბუნებაში მრავალფეროვანი ამინომჟავა არსებობს, მაგრამ ცილის შენებაში 20 სახის ამინომჟავა მონაწილეობს. მიუხედავად იმისა, რომ ცილის მოლეკულის შენებაში მონაწილეობს მხოლოდ 20 სახის ამინომჟავა, ცილის მოლეკულების მრავალფეროვნება უსაზღვროა. შესაძარებლად გაიხსენე ქართული ანბანი — 33 ასოს სხვადასხვა კომბინაციით უამრავი სიტყვა მიიღება. სიტყვები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან ასოთა შემადგენლობით, თანმიმდევრობითა და რაოდენობით. რომელიმე მათგანის შეცვლა იწვევს სიტყვის შინაარსის ცვლილებას. მაგალითად, სიტყვა „ასი“ ნიშნავს რიცხვს, თუ შევცვლით ასოების თანმიმდევრობას: „სია“, იცვლება სიტყვის შინაარსი (სია – რალაცის ჩამონათვალი); ასევე, თუ მხოლოდ ერთი ასო ჩანაცვლდება მეორით, მაგალითად, „სია“ – „სიო“, მაშინაც იცვლება სიტყვის შინაარსი. თითოეული სახეობის ცილისათვისაც დამახასიათებელია თავისი განსაკუთრებული **ამინომჟავური შემადგენლობა, თანმიმდევრობა და რაოდენობა**. რომელიმე მათგანის ცვლილება იწვევს ცილის რაობის, შესაბამისად, მისი თვისებებისა და ფუნქციების ცვლილებას.

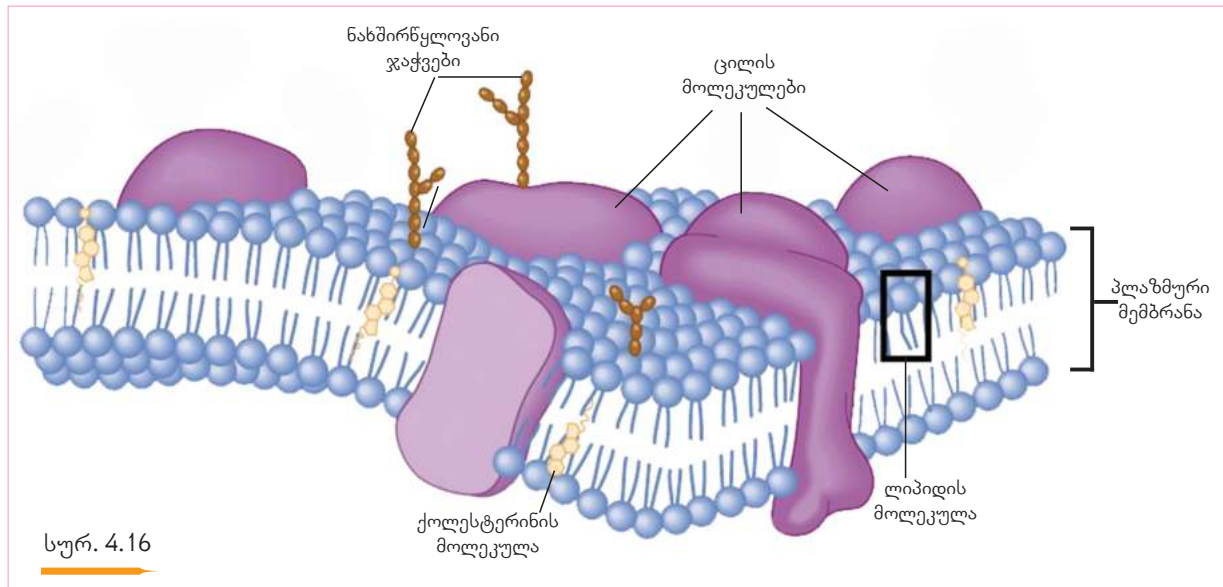
ამინომჟავების თანმიმდევრობა განაპირობებს ცილის მოლეკულის გეომეტრიულ-სივრცულ ფორმას – ზოგიერთი გრძელი და წვრილია, მაგალითად, თმისა და ფრჩხი-

ლების კომპონენტი ცილა კერატინი (სურ. 4.14), მყესების, ძვლების, ხრტილების კომპონენტი კოლაგენი, კუნთოვან ბოჭკოებში შემავალი ცილა მიოზინი; სხვა ცილა უფრო სფეროსებური ფორმისაა, მაგალითად, ჰემოგლობინი (სურ. 4.15), ფერმენტები, ანტისხეულები.

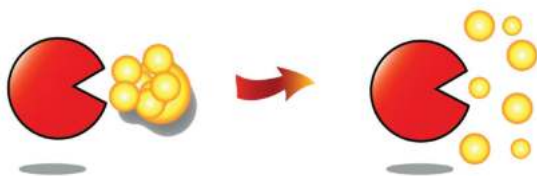
ცილის მრავალფეროვნება (როგორც სტრუქტურის, ისე ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების მიხედვით) განაპირობებს მის **მრავალ**

ბიოლოგიურ ფუნქციას:

- ცილების ფუნქციებიდან ერთ-ერთი არის **სამშენებლო, ანუ სტრუქტურული ფუნქცია**. მაგალითად, სტრუქტურულ ფუნქციას ასრულებენ: ცილები, რომლებიც შედიან პლაზმური მემბრანის შემადგენლობაში (სურ. 4.16), კოლაგენი (ძვლების, მყესების, ხრტილების კომპონენტი), კერატინი (თმის, ბუნვის, ფრჩხილების, რქების კომპონენტი) და სხვ.



ფერმენტების მოქმედების მექანიზმი



ფერმენტი რთულ ნივთიერებას შლის მარტივ ნივთიერებებად



ფერმენტი მარტივ ნივთიერებას რთულ ნივთიერებად გარდაქმნის

სურ. 4.17

- აღსანიშნავია ცილების **სატრანსპორტო ფუნქცია**. მაგალითად, ხერხემლიანებში O_2 -ისა და CO_2 -ის ტრანსპორტირება ხდება ერითროციტებში არსებული ცილა — ჰემოგლობინის საშუალებით.

- ცილების ფუნქციებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია **კატალიზური ფუნქცია**. მიუხედავად იმისა, რომ უჯრედში მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაცია და ტემპერატურა დაბალია, უჯრედში ბიოქიმიური რეაქციები ძალიან სწრაფად მიმდინარეობს, ზოგიერთ ცილას აქვს ბიოქიმიური რეაქციების სიჩქარის გაზრდის უნარი. ასეთ ცილებს **ფერმენტებს (ენზიმებს)** უწოდებენ. ყოველ უჯრედში ასობით სხვადასხვა ფერმენტი. მათი დახმარებით ხორციელდება მრავალრიცხოვანი ქიმიური რეაქცია (სურ.4.17). მაგალითად, შენთვის უკვე ცნობილია საჭმლის მომნელებელი ფერმენტების მოქმედების მექანიზმი.

- ცილები ასრულებენ **მამოძრავებელ**

ფუნქციასაც: კუმშვადი ცილები განაპირობებენ კუნთების შეკუმშვას, ერთუჯრედიანებში წამნამების, შოლტების მოძრაობას.

- ზოგიერთი ჰორმონი ქიმიური ბუნებით ცილაა. მაგალითად, ინსულინი, გლუკაგონი, ზრდის ჰორმონი და სხვ. ჰორმონები **არეგულირებენ** ორგანიზმში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესებს.

- დიდი მნიშვნელობა აქვს ცილების **დამცველობით ფუნქციას**. მაგალითად, ანტისხეულები ცილებია. ასევე ცილებია ფიბრინოგენი და თრომბინი, რომლებიც სისხლის შედედებას განაპირობებენ.

- **ენერგეტიკული** — 1 გ ცილის დაჟანგვის შედეგად გამოიყოფა 17,6 კჯ ენერგია.



უზრადში ცილების მნიშვნელობის დასაბუთება

კატალაზა წარმოადგენს ფერმენტს, რომელიც მოიპოვება მრავალი ცხოველისა და მცენარის უჯრედებში. კატალაზა მოქმედებს წყალბადის ზეჟანგზე (H_2O_2), რომელიც უჯრედისათვის ძლიერ ტოქსიკური ნივთიერებაა. კატალაზას შეუძლია გააუვნებლოს უჯრედებში ამ ნივთიერების მოქმედება, ვინაიდან მისი ფერმენტული აქტივობის შედეგად H_2O_2 იშლება და იძლევა ჟანგბადსა და წყალს: $2H_2O_2 \xrightarrow{\text{კატალაზა}} 2H_2O + O_2$

კვლევის მიზანი: უჯრედებში ფერმენტების მოქმედების დასაბუთება.

საჭირო მასალა: H_2O_2 - ის 3% -იანი ხსნარი, უმი და მოხარშული კარტოფილის კანგაცლილი ნაჭრები, სინჯარა - 2, სინჯარების მარკერი, სინჯარების სადგამი, პიპეტი, მინის წკირი, 2 საჭრელი დაფა კარტოფილის დასაქუცმაცებლად, სასწორი.

ექსპერიმენტის არსი: კატალაზას წყარო ექსპერიმენტში არის კარტოფილის გორგლის უჯრედები, რომლებიც შეიცავენ ამ ფერმენტს. კატალაზას მოქმედების შედეგად H_2O_2 იშლება და მისი ერთ-ერთი პროდუქტი, O_2 , ინტენსიურად გამოიყოფა გარემოში აირის ბუშტუკების სახით.

პროცედურა:

1. მონიშნე ორი სინჯარა წარწერებით: „უმი“ და „მოხარშული“;
2. ცალ-ცალკე აწონე უმი და მოხარშული კარტოფილის 2 გ მასის ნაჭრები;
3. თითოეული დაქუცმაცე თანაბარი ზომის ნაჭრებზე სხვადასხვა დაფაზე, დაქუცმაცებული ნაჭრები ჩაყარე შესაბამისი წარწერის სინჯარაში;
4. დატკეპნე სინჯარებში კარტოფილი მინის წკირებით (თითოეული სინჯარისთვის გამოიყენე სხვადასხვა მინის წკირი);
5. დაამატე თითოეულ სინჯარას H_2O_2 -ის 3%-იანი ხსნარი 3-3 მლ და დაელოდე რეაქციის შედეგს 1 წუთის განმავლობაში;
6. ჩაინიშნე, რომელი სინჯარიდან გამოიყო ჟანგბადის ბუშტუკები.

ანალიზი: რაზე მიუთითებს სინჯარიდან გამოყოფილი ბუშტუკები?

დასკვნა: რამდენად ასაბუთებს ექსპერიმენტის შედეგები ცოცხალ უჯრედებში ფერმენტების არსებობას და მათ მოქმედებას?

მინიშნება: ცილები ზოგიერთი ფაქტორის ზემოქმედებით (მაგალითად, ძალიან მაღალი ან დაბალი ტემპერატურა, მექანიკური ზემოქმედება, დასხივება და სხვ.) განიცდის დენატურაციას – მისი სტრუქტურის რღვევას.



ექსპერიმენტის დაგეგმვა

ფერმენტების აქტივობაზე მოქმედი ფაქტორების კვლევა

დავალების პირობა: ფერმენტების აქტივობა დამოკიდებულია ბევრ ფაქტორზე: ტემპერატურაზე, pH-ზე, გარდასაქმნელი ნივთიერებებისა და ფერმენტის კონცენტრაციაზე. დაგეგმე ექსპერიმენტი, რომლითაც დაადგენ ფერმენტ კატალაზას აქტივობის დამოკიდებულებას ტემპერატურაზე. ექსპერიმენტის გეგმაში ასახული უნდა იყოს: საკვლევი კითხვა, საჭირო მასალა, ცვლადები (დამოუკიდებელი, დამოკიდებული, საკონტროლო), ექსპერიმენტის ეტაპები (იხ. დანართი 3).

ექსპერიმენტის გეგმის პრეზენტაციისას საზგასმით წარმოაჩინე:

- რაში გამოიხატება უჯრედის ქიმიური შედგენილობის თავისებურება?
- რაში გამოიხატება ცილის სტრუქტურისა და მისი ფუნქციების თავისებურება?
- რა გავლენას ახდენს გარემო პირობები ფერმენტების აქტივობაზე?
- რა აქტივობებს მოიაზრებს შენი ექსპერიმენტის გეგმის თითოეული ეტაპი?
- რატომ არის მნიშვნელოვანი კვლევის დროს უსაფრთხოების ნორმების დაცვა?



1. როგორი ნაერთია ცილა?
2. რა ასრულებს მონომერების როლს ცილის მოლეკულაში?
3. რით განსხვავდება ცილის მოლეკულა პოლისაქარიდებისგან?
4. რით განსხვავდება ერთმანეთისგან სხვადასხვა ცილის მოლეკულა?
5. რაში გამოიხატება ცილის კატალიზური ფუნქცია?
6. pH-ის რა მნიშვნელობა იქნება ყველაზე ხელსაყრელი ადამიანის უჯრედებში ფერმენტ კატალაზას აქტივობისთვის? დაასაბუთე შენი პასუხი.



- უჯრედის ბიოლოგიური კომპონენტებისგან რაოდენობითა და მრავალფეროვნებით გამოირჩევა ცილები;
- ცილები პოლიმერული ნაერთია, რომლის მონომერები ამინომჟავებია;
- ცილების რაობა და თვისებები დამოკიდებულია მის ამინომჟავურ შემადგენლობაზე, თანმიმდევრობასა და რაოდენობაზე;
- ცილების მრავალფეროვნება განაპირობებს მათ მრავალფეროვან ფუნქციას;
- უჯრედში ყოველი ტიპის ბიოქიმიური რეაქცია სპეციფიკური ფერმენტის მონაწილეობით მიმდინარეობს;
- ფერმენტის დენატურაციის შედეგად უჯრედში წყდება შესაბამისი ბიოქიმიური რეაქცია.

4.6.

ნუკლეინის მჟავები

როგორია ნუკლეინის მჟავების სტრუქტურა და ფუნქციები?



- **სტრუქტურა და ფუნქცია:** ორგანული ნივთიერება – ნუკლეინის მჟავები (ბიოპოლიმერები, მონომერები, ნუკლეოტიდები); ნუკლეინის მჟავების ბიოლოგიური ფუნქციები (გენი);
- **სასიცოცხლო თვისებები:** მემკვიდრეობითობა;
- **კვლევა:** ნუკლეინის მჟავების აღმოჩენის ისტორია და მისი მნიშვნელობა ბიოლოგიისა და მედიცინისათვის, დნმ-ის ანაბეჭდები და მისი პრაქტიკული გამოყენება



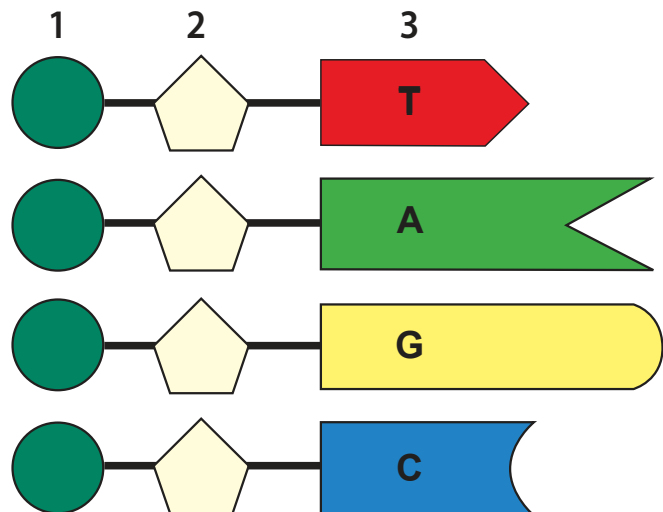
- რა არის პოლისაქარიდების მონომერი? ცილების?

უჯრედში ნუკლეინის მჟავები წარმოდგენილია **დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავას (დნმ) და რიბონუკლეინის მჟავას (რნმ)** სახით. დნმ ეუკარიოტ ორგანიზმებში უჯრედის ბირთვშია მოთავსებული, პროკარიოტებში კი ციტოპლაზმაშია განთავსებული.

დნმ-ის მოლეკულა პოლიმერული ნაერთია, რომლის მონომერები **ნუკლეოტიდებია**. ნუკლეოტიდი ოთხი სახისაა. დნმ-ის მოლეკულა ერთმანეთის მიმართ სპირალურად დახვეული ორი პოლინუკლეოტიდური ჯაჭვისაგან შედგება (სურ. 4.18).



სურ. 4.18



სურ. 4.19

თითოეული ნუკლეოტიდი შედგება (სურ. 4.19): 1 — ფოსფატური ჯგუფის (ფოსფორმჟავას ნაშთი), 2 — მონოსაქარიდის — დეზოქსირიბოზა, 3 — აზოტოვანი ფუძისგან. სხვადასხვა ნუკლეოტიდი ერთმანეთისგან მხოლოდ აზოტოვანი ფუძეებით განსხვავდება (თიმინი — T, ადენინი — A, გუანინი — G და ციტოზინი — C) და აქედან წარმოდგება მათი სახელწოდებებიც. ნუკლეინის მჟავების შემადგენლობაში შედის ნახშირბადის, წყალბადის, ჟანგბადის, აზოტისა და ფოსფორის ატომები. რიბონუკლეინის მჟავაც (რნმ) პოლიმერია და მის მონომერების როლსაც ოთხი სახის ნუკლეოტიდი ასრულებს (რნმ-ის ერთ-

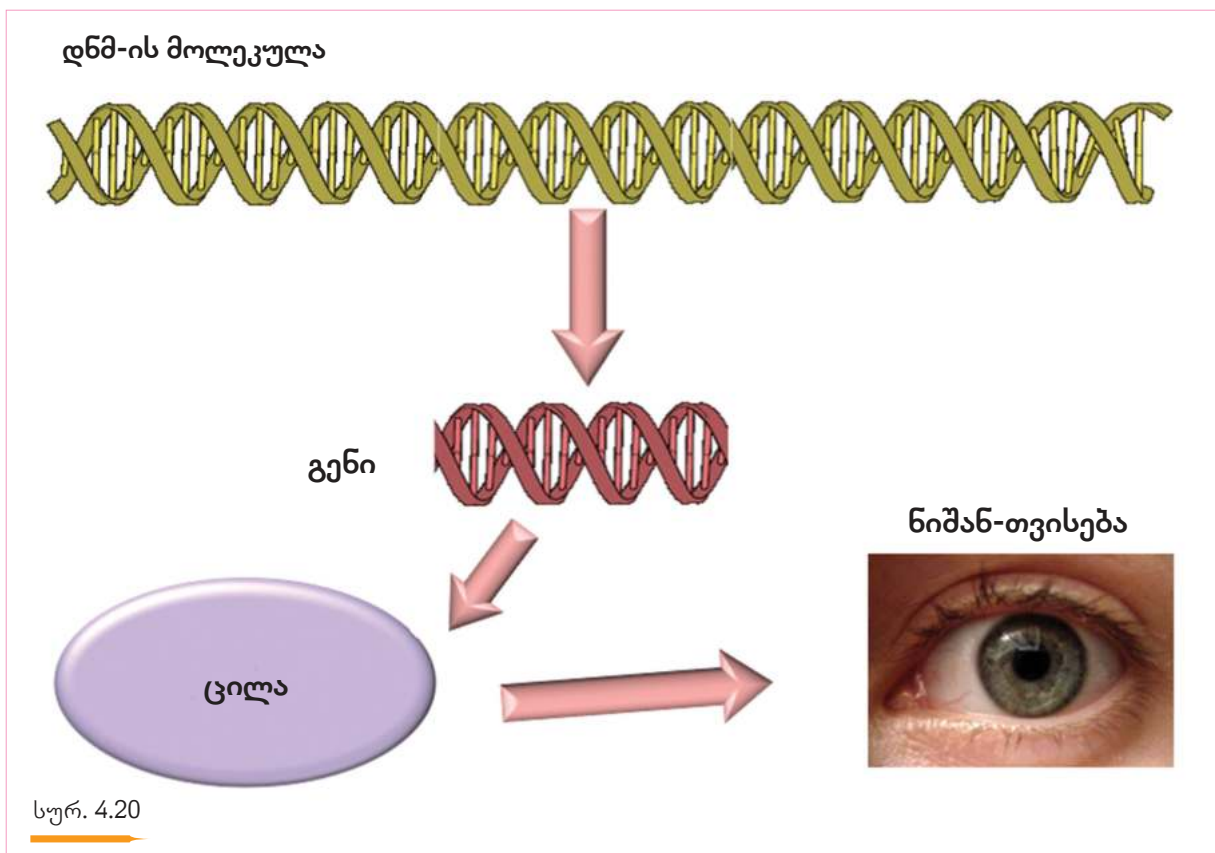
ერთ ფუნქციას პარაგრაფ 4.8-ში გაეცნობი).

დნმ-ის სხვადასხვა მოლეკულა ერთმანეთისგან განსხვავდება ნუკლეოტიდების თანმიმდევრობითა და რაოდენობით. ნუკლეოტიდების თანმიმდევრობა ქმნის ერთგვარ კოდს, რომელიც მემკვიდრეობითი ინფორმაციის მატარებელია. ეს კოდი გადაეცემა ერთი თაობიდან მეორეს და განსაზღვრული ამოცანის შესრულების ინსტრუქციას გადასცემს უჯრედს ან ორგანიზმს. ამრიგად, დნმ-თან დაკავშირებულია მემკვიდრეობითი ინფორმაციის შენახვა და გადაცემა. **მემკვიდრეობითობა** არის ცოცხალ სისტემათა უნივერსალური თვისება, შეინარჩუნოს და

გადასცეს შთამომავლობას ნიშან-თვისებები და განვითარების თავისებურებანი.

მემკვიდრული ნიშან-თვისების გამოვლენა გარკვეული ტიპის ცილასთან არის დაკავშირებული, ხოლო ცილის ამინომჟავური შედგენილობისა და თანმიმდევრობის შესახებ ინფორმაცია დნმ-ის მოლეკულაშია ჩანერილი. დნმ-ის მონაკვეთს, რომელიც შეიცავს ინფორმაციას რომელიმე კონკრეტული ცილის სტრუქტურის შესახებ, **გენი** ეწოდება.

ერთი დნმ-ის მოლეკულა უამრავ გენს შეიცავს. ამრიგად, გენი განსაზღვრავს ცილის ამინომჟავურ შედგენილობასა და თანმიმდევრობას, ხოლო ცილა – ნიშან-თვისებას. მაგალითად, თვალის შეფერილობა დამოკიდებულია ფერად გარსში პიგმენტის რაოდენობაზე, ხოლო იმისათვის, რომ ეს პიგმენტი წარმოიქმნას, შესაბამისი ფერმენტი საჭირო, როგორც იცი, ფერმენტი კი ცილაა (სურ. 4.20).



კოგნიტური სქემის შექმნა

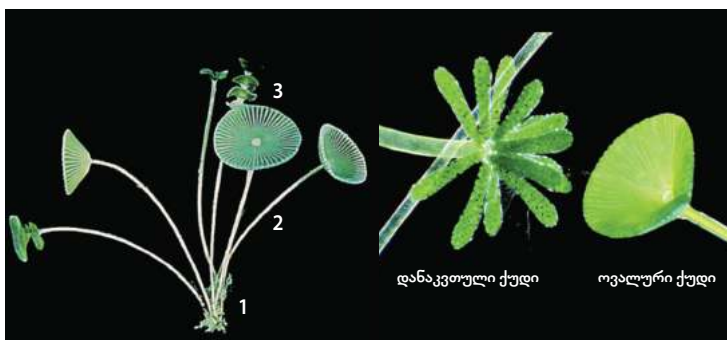
როგორც უკვე გაეცანი, ცოცხალ უჯრედში გვხვდება სხვადასხვა ტიპის ბიოპოლიმერი: პოლისაქარიდები, ცილები და ნუკლეინის მჟავები. შეადარე ერთმანეთს სხვადასხვა ბიოპოლიმერი ატომური შედგენილობის, მონომერისა და ფუნქციების მიხედვით. მონაცემები წარმოადგინე **კოგნიტური სქემის** სახით.

სქემის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინე:

- რაში გამოიხატება თითოეული ბიოპოლიმერის სტრუქტურული თავისებურება?
- რა მსგავსება-განსხვავებაა სხვადასხვა ბიოპოლიმერს შორის?
- რა ფუნქციებია დაკავშირებული თითოეულ ბიოპოლიმერთან?
- რატომ არის მოსახერხებელი მონაცემების ორგანიზება კოგნიტურ სქემებში?

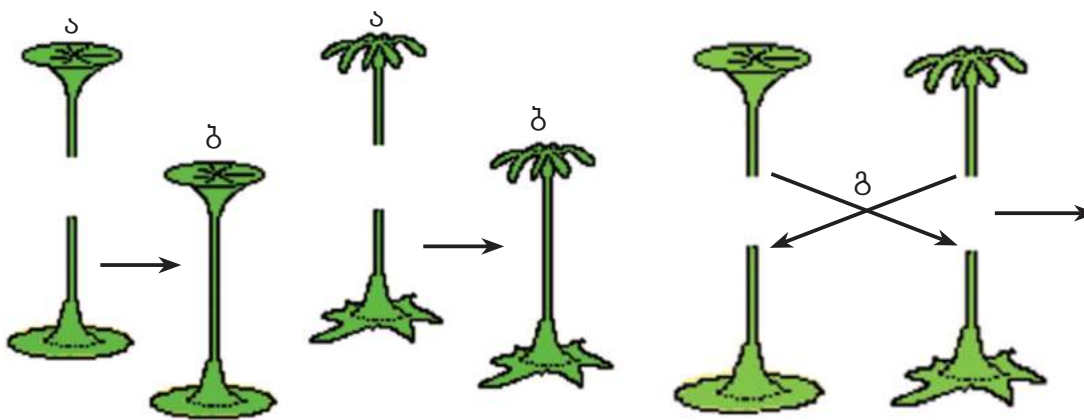


დავალების პირობა: 1930 წელს მეცნიერი იოაჰიმ ჰემერლინგი ექსპერიმენტს ატარებდა ერთ-უჯრედოვანი წყალმცენარე აცეტაბულარიაზე, რომელსაც აქვს „ფეხი“ (1), „ღერო“ (2) და ქუდი (3). სხვადასხვა სახეობას განსხვავებული ფორმის ქუდი აქვს (იხ. სურათზე). აცეტაბულარია არის ეუკარიოტი ორგანიზმი, მას ბირთვი აქვს და ეუკარიოტული უჯრედისათვის დამახასიათებელი ყველა სტრუქტურა. იმ პერიოდისათვის ჯერ კიდევ არ იყო ცნობილი, ეუკარიოტულ უჯრედებში ძირითადი მემკვიდრეობითი ინფორმაციის მატარებელი ბირთვი იყო თუ ციტოპლაზმა, ანუ უჯრედის რომელი სტრუქტურა იყო პასუხისმგებელი უჯრედის სასიცოცხლო პროცესებზე. ქვემოთ წარმოგიდგენთ ჰემერლინგის ექსპერიმენტის ეტაპებსა და შედეგებს.



1. თავიდან ჰემერლინგმა ფეხი დატოვა და „ღერო“ ქუდითურთ მოაჭრა ორივე სახეობის აცეტაბულარიას (ა). რამდენიმე ხანში ორივე აცეტაბულარიას „ღერო“ და ქუდი დაჰქნა, ხოლო ფეხიდან განვითარდა ახალი, მაგრამ ფორმით ისეთივე „ღერო“ და ქუდი, როგორიც ადრე იყო (ბ). მოხდა „ღეროს“ და ქუდის რეგენერაცია (აცეტაბულარიას ახასიათებს რეგენერაციის მაღალი უნარი).

2. ჰემერლინგმა კვლავ გამოყო ფეხისგან „ღერო“ ქუდითურთ ორივე სახეობის აცეტაბულარიაში, მაგრამ ამჯერად ოვალურქუდიანი „ღერო“ მიუერთა დანაკვეთლქუდიანი აცეტაბულარიას ფეხს, და პირიქით, დანაკვეთლქუდიანის „ღერო“ და ქუდი მიუერთა ოვალურქუდიანის ფეხს (გ). „ღერო“ და ქუდი არ დაჰქნა (დ). გარკვეული დროის გავლის შემდეგ აცეტაბულარიებმა სახე იცვალეს.



ჰემერლინგის ექსპერიმენტის პირველი ნაწილი

ჰემერლინგის ექსპერიმენტის მეორე ნაწილი

ჰემერლინგის ორივე ექსპერიმენტისა და მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე – **ფლიპ-ჩარტზე შექმნი ნახატი**, რომელიც ასახავს მე-2 ექსპერიმენტის მოსალოდნელ შედეგს.

ფლიპ-ჩარტზე შექმნილი შენი ნახატის პრეზენტაციისას საზგასმით წარმოაჩინე:

- ამ ექსპერიმენტის საკვლევი კითხვა/კვლევის მიზანი;
- შენი ნახატის მიხედვით მე-2 ექსპერიმენტის მოსალოდნელი შედეგის ახსნა;
- დასკვნა: აცეტაბულარიას ფეხში, „ღეროში“ თუ ქუდშია მოთავსებული მემკვიდრეობითი ინფორმაცია? ცდის რომელი შედეგის საფუძველზე გააკეთე ეს დასკვნა?
- ექსპერიმენტის შედეგის მიხედვით შეძლებ დამტკიცო, რომ მემკვიდრეობითი ინფორმაცია აცეტაბულარიას ბირთვშია მოთავსებული? როგორ ფიქრობ, ჰემერლინგი რა მეთოდს აირჩევდა იმისათვის, რომ ეს პრობლემა გადაეჭრა?



შვეიცარიელმა ექიმმა იოჰან ფრიდრიხ მიშერმა 1869 წელს ადამიანის ლეიკოციტების ბირთვში აღმოაჩინა ნუკლეინის მჟავები. მოგვიანებით, ექსპერიმენტებით მეცნიერებმა დაასაბუთეს, რომ იგი არის მემკვიდრეობითობაზე პასუხისმგებელი.

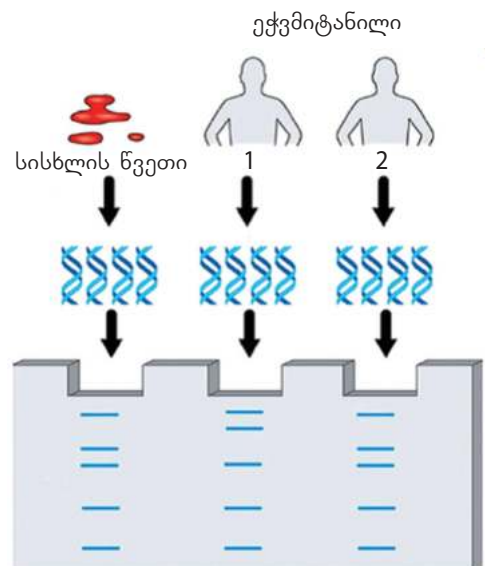
1953 წელს ამერიკელმა ბიოლოგმა ჯ. უოტსონმა და ინგლისელმა ფიზიკოსმა ფ. კრიკმა შექმნეს დნმ-ის მოლეკულის ორჯაჭვიანი სივრცული მოდელი, რისთვისაც ნობელის პრემია მიიღეს.

ნუკლეინის მჟავების სტრუქტურისა და ფუნქციების დადგენამ დიდი გავლენა მოახდინა ბიოლოგიისა და მედიცინის განვითარებაზე. გაჩნდა ახალი დარგები: მოლეკულური გენეტიკა, სამედიცინო გენეტიკა. ცოდნას დნმ-ის სტრუქტურისა და ფუნქციის შესახებ სხვა მიზნითაც იყენებენ. არა მარტო სხვადასხვა სახეობის ორგანიზმის დნმ-ის მოლეკულები განსხვავდება ერთმანეთისგან ნუკლეოტიდური შემადგენლობითა და თანმიმდევრობით, არამედ ერთი სახეობის ინდივიდებიც (მაგალითად, სხვადასხვა ადამიანის დნმ განსხვავებულია).

სპეციალური ტექნოლოგიების გამოყენებით ამზადებენ გამოსაკვლევი ინდივიდის/ინდივიდების დნმ-ის ანაბეჭდებს (დნმ-ის მოლეკულები ფრაგმენტებად იჭრება, სხვადასხვა ინდივიდისათვის ამ ფრაგმენტების სიგრძე და განლაგება ძალიან სპეციფიკურია). დნმ-ის ანაბეჭდებს იყენებენ პიროვნების იდენტიფიცირებისათვის, ნათესაური კავშირის დასადგენად ადამიანებს შორის, პალეონტოლოგიაში* კი – ნამარხ ფორმებსა და თანამედროვე სახეობებს შორის, რადგან ნათესაურ კავშირში მყოფ ინდივიდებს დნმ-ის მსგავსი ანაბეჭდები აქვთ. ასევე, დნმ-ის ანაბეჭდებს იყენებენ კრიმინალისტიკაში დამნაშავის დასადგენად.



1. სურათ 4.20-ის მიხედვით ახსენი შემდეგი სქემის არსი:
გენი $\longrightarrow$ ცილა $\longrightarrow$ ნიშან-თვისება.
2. არის განსაკუთრებული ნივთიერებები, რომლებიც მხოლოდ ცოცხალისათვის არის დამახასიათებელი?
3. დაუშვათ, რომ დანაშაულში ეჭვმიტანილია ორი ადამიანი და არსებობს დანაშაულის ადგილზე დარჩენილი სისხლის წვეთიდან გამოყოფილი დნმ. დნმ-ის ანაბეჭდის გაკეთებისას ფრაგმენტები განაწილდა ისე, როგორც სურათზეა ნაჩვენები. ეჭვმიტანილების დნმ-ის ანაბეჭდების მიხედვით, რომელს ეკუთვნის სისხლის წვეთი?
4. ზოგიერთი მეცნიერი იტყოდა, რომ ნუკლეინის მჟავები ყველაზე მნიშვნელოვანი მოლეკულებია ცოცხალ უჯრედებში; სხვებმა შეიძლება ივარაუდონ, რომ ცილებია ყველაზე მნიშვნელოვანი და ზოგიერთმა მეცნიერმა კი იგივე შეიძლება თქვას ნახშირწყლებზე. სათანადო მსჯელობის საფუძველზე დაიცავი თითოეული მეცნიერის მოსაზრება.



- ნუკლეინის მჟავები ბიოპოლიმერია, რომლის მონომერი ნუკლეოტიდია;
- ნუკლეინის მჟავების სტრუქტურის შექმნაში ოთხი სახის ნუკლეოტიდი მონაწილეობს;
- სხვადასხვა დნმ-ის მოლეკულა ერთმანეთისგან განსხვავდება ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობით;
- დნმ-თან დაკავშირებულია მემკვიდრეობითობა.

4.7.

უჯრედული მეტაბოლიზმი. ენერგეტიკული ცვლა

რა არის ენერგეტიკული ცვლა და რა მნიშვნელობა აქვს უჯრედისთვის?



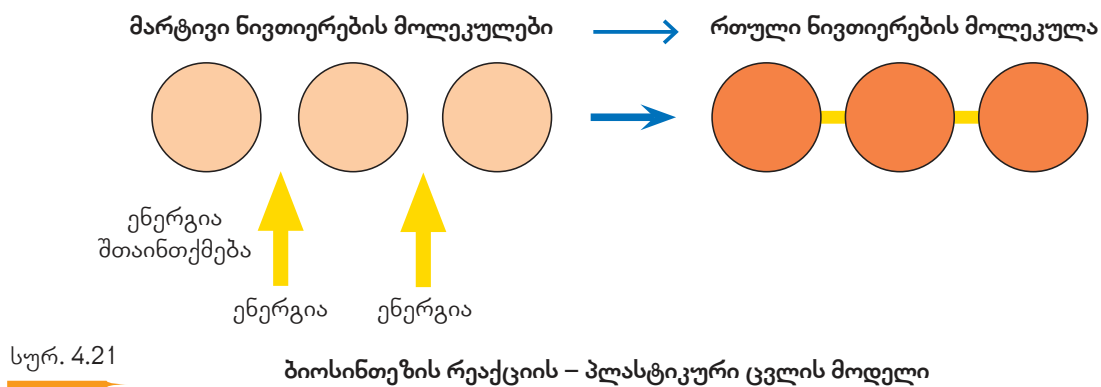
• **სასიცოცხლო თვისებები:** მეტაბოლიზმი, ენერგიის გარდაქმნა უჯრედში, ენერგეტიკული ცვლა, პლასტიკური ცვლა.



• რა ფუნქციებს ასრულებს ორგანიზმში საკვები ნივთიერებები?

უჯრედში მიმდინარეობს უამრავი სახის ბიოქიმიური რეაქცია, რომელზეც დამოკიდებულია უჯრედის ფუნქციონირება. ეს

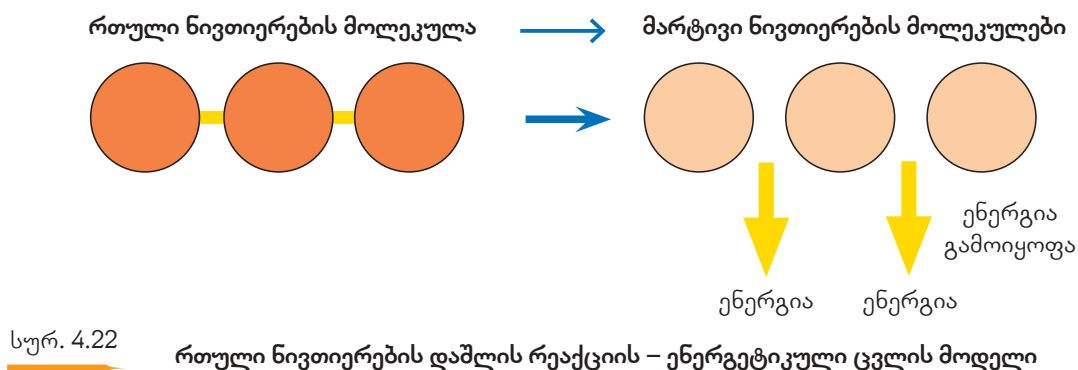
ბიოქიმიური რეაქციები შეიძლება ორ ჯგუფად დაიყოს: 1) **ბიოსინთეზის რეაქციები**, რომელთა დროსაც მარტივი ნივთიერებებისგან უფრო რთული ნივთიერებების წარმოქმნა, ანუ სინთეზი ხდება. ამ ტიპის ბიოქიმიურ რეაქციებზე ენერგია იხარჯება; იგი უჯრედს უზრუნველყოფს საშენი მასალით, რომელსაც უჯრედი იყენებს უჯრედული სტრუქტურების განახლებისა და აღდგენისათვის, ახალი უჯრედების წარმოქმნისა და ზრდისთვის. ამიტომაც ბიოსინთეზის რეაქციებს **პლასტიკურ ცვლასაც** უწოდებენ (სურ. 4.21).



2) დაშლის რეაქციები, რომელთა დროსაც რთული ორგანული ნივთიერებები იშლება მარტივ ნივთიერებებად და ენერგია გამოიყოფა. ამიტომ რთული ორგანული ნივთიერების დაშლის რეაქციებს **ენერგეტიკულ ცვლას** უწოდებენ (სურ.4.22).

ამრიგად, ამ ტიპის ბიოქიმიური რეაქციები უჯრედს უზრუნველყოფს ენერგიით, რომელ-

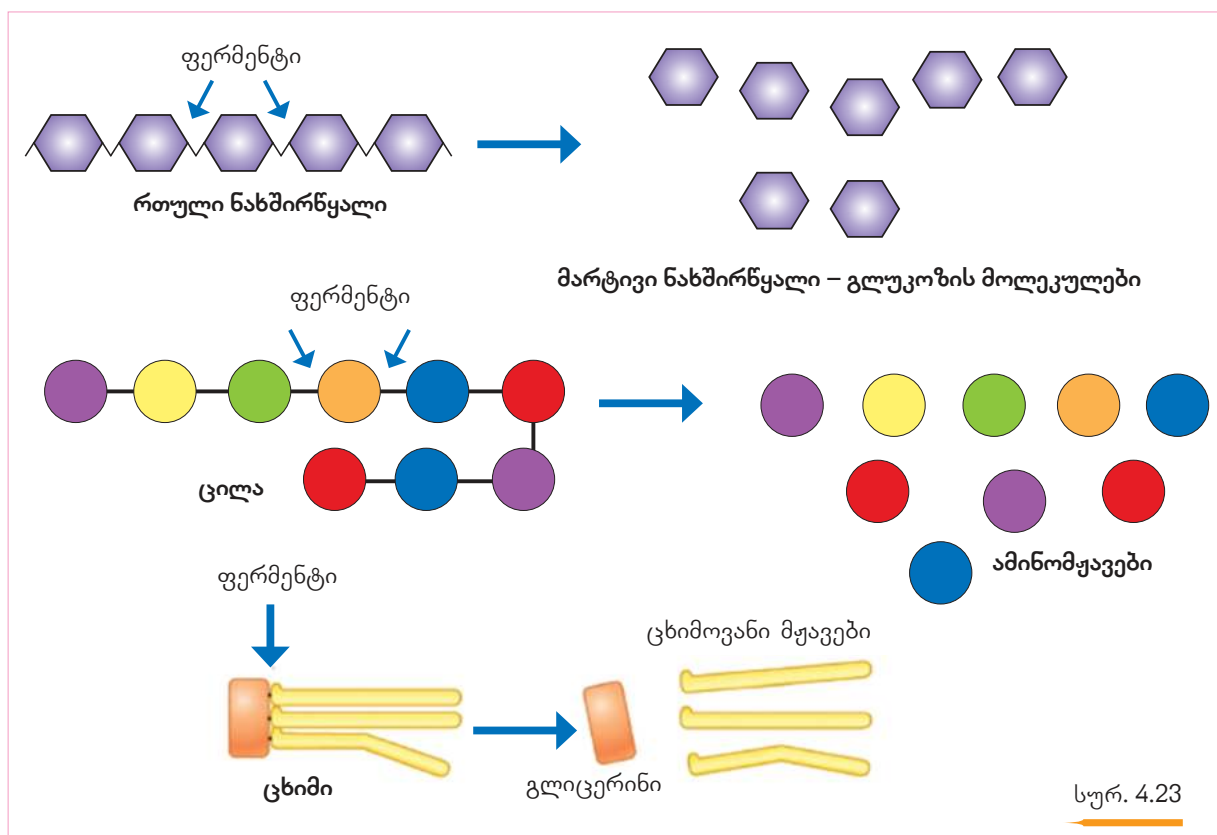
საც იგი სხვადასხვა სასიცოცხლო ფუნქციის განსახორციელებლად იყენებს. მაგალითად, კუნთის ბოჭკოებში ეს ენერგია მექანიკურ ენერგიად გარდაიქმნება, ნერვულ უჯრედებში – ელექტრულ ენერგიად, ციცინათელას ზოგიერთ უჯრედში – სინათლის ენერგიად და ყოველთვის ენერგიის ნაწილი სითბური ენერგიის სახით იფანტება.



პლასტიკური და ენერგეტიკული ცვლის პროცესების ერთობლიობას **მეტაბოლიზმი** ეწოდება. პლასტიკური და ენერგეტიკული ცვლები ურთიერთსაწინააღმდეგო პროცესებია, მაგრამ ერთმანეთთან დაკავშირებულია და ერთმანეთს განაპირობებენ: ენერგეტიკული ცვლის დროს გამოთავისუფლებული ენერგია პლასტიკურ ცვლაზე იხარჯება, ხოლო პლასტიკური ცვლის პროცესში სინთეზირებული რთული ორგანული ნივთიერებები იშლება ენერგეტიკული ცვლის პროცესში.

ენერგეტიკული ცვლის მაგალითია რთული ორგანული ნივთიერებების დაშლა უფრო მარტივ ორგანულ ნივთიერებებად, მაგალითად, პოლიმერების დაშლა მონომერებად.

ეს პროცესი შენთვის ნაცნობია, როგორც საჭმლის მონელების პროცესი (სურ. 4.23). ცხოველურ ორგანიზმებში ეს პროცესი მიმდინარეობს საჭმლის მომნელებელ არხში საჭმლის მომნელებელი ფერმენტების მოქმედებით. სოკოები და მწერიჭამია მცენარეები კი ორგანიზმის გარეთ გამოყოფენ საჭმლის მომნელებელ ფერმენტებს და შემდეგ შეიწოვენ მონელებულ მარტივ ორგანულ ნივთიერებებს (მაგალითად, გლუკოზას, ამინომჟავებს). უჯრედულ დონეზეც მიმდინარეობს ეს პროცესი ლიზოსომაში, რომელიც საჭმლის მომნელებელ ფერმენტებს შეიცავს. ამ პროცესების შედეგად გამოთავისუფლებული ენერგია სითბოს სახით იფანტება.



უჯრედის დონეზე მიმდინარე ენერგეტიკული ცვლის ერთ-ერთ ეტაპზე მონაწილეობს ჟანგბადი. ეს ეტაპი ეუკარიოტულ უჯრედებში აუცილებლად მიმდინარეობს მიტოქონდ-

რიებში და დაშლის საბოლოო პროდუქტები არაორგანული ნივთიერებებია (სურ. 4.24). როგორც უკვე იცი, უჯრედის ენერგიის ძირითადი წყარო გლუკოზაა.



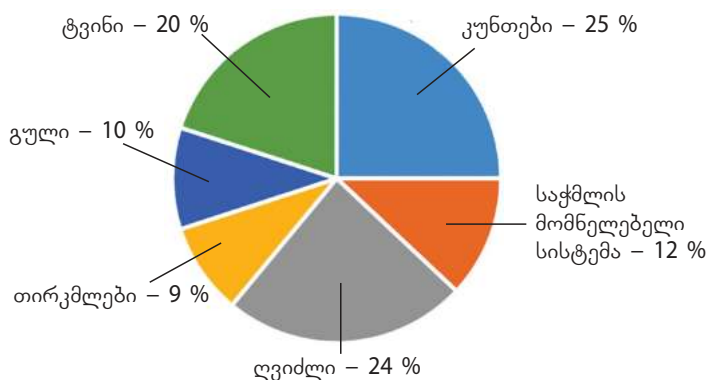
უჯრედული სუნთქვა



ნახშირწყლების გარდა, ენერგიის მისაღებად უჯრედი ცხიმებსაც იყენებს. რაც შეეხება უჯრედში არსებული ცილების დაშლას ენერგიის მისაღებად, ეს მხოლოდ მაშინ ხდება, როდესაც უჯრედში ნახშირწყლებისა და ცხიმების დეფიციტია. ცხიმების დაშლის საბოლოო პროდუქტები, როგორც გლუკოზის, ნახშირორჟანგი და წყალი, ხოლო ცილების – ნახშირორჟანგი, წყალი და ამიაკია.



1. რა არის მეტაბოლიზმი?
2. შეადარე ენერგეტიკული და პლასტიკური ცვლები ერთმანეთს. აღწერე მათ შორის განსხვავება.
3. ახსენი, რა კავშირი არსებობს ენერგეტიკულ და პლასტიკურ ცვლებს შორის.
4. ესაჭიროება თუ არა ენერგეტიკულ და პლასტიკურ ცვლებს ფერმენტები? თუ ესაჭიროება, ერთი და იგივე ფერმენტი მიიღებს მონაწილეობას თუ სხვადასხვა? პასუხი დაასაბუთე.
5. მოკლე პერიოდში ნახშირწყლების შემცველი საკვების მიღების შეწყვეტა არ გამოიწვევს „ნახშირწყლოვან შიმშილს“ – უჯრედებს მაინც მიეწოდება გლუკოზი. განმარტე, რა იქნება გლუკოზის წყარო ადამიანში, სოკოსა და მცენარეში?



ორგანიზმის ენერგეტიკული დანახარჯი სხვადასხვა ორგანოში

6. შეისწავლე დიაგრამაზე მოცემული ინფორმაცია და უპასუხე კითხვებს: 1) რომელია ყველაზე მაღალი ენერგეტიკული დანახარჯის ორგანოები? 2) უჯრედის რომელი ორგანოიდის რიცხვი იქნება ამ ორგანოებში შედარებით დიდი რაოდენობით? 3) რა ეწოდება მეტაბოლიზმის პროცესს, რომელიც უზრუნველყოფს დახარჯული ენერგიის აღდგენას?



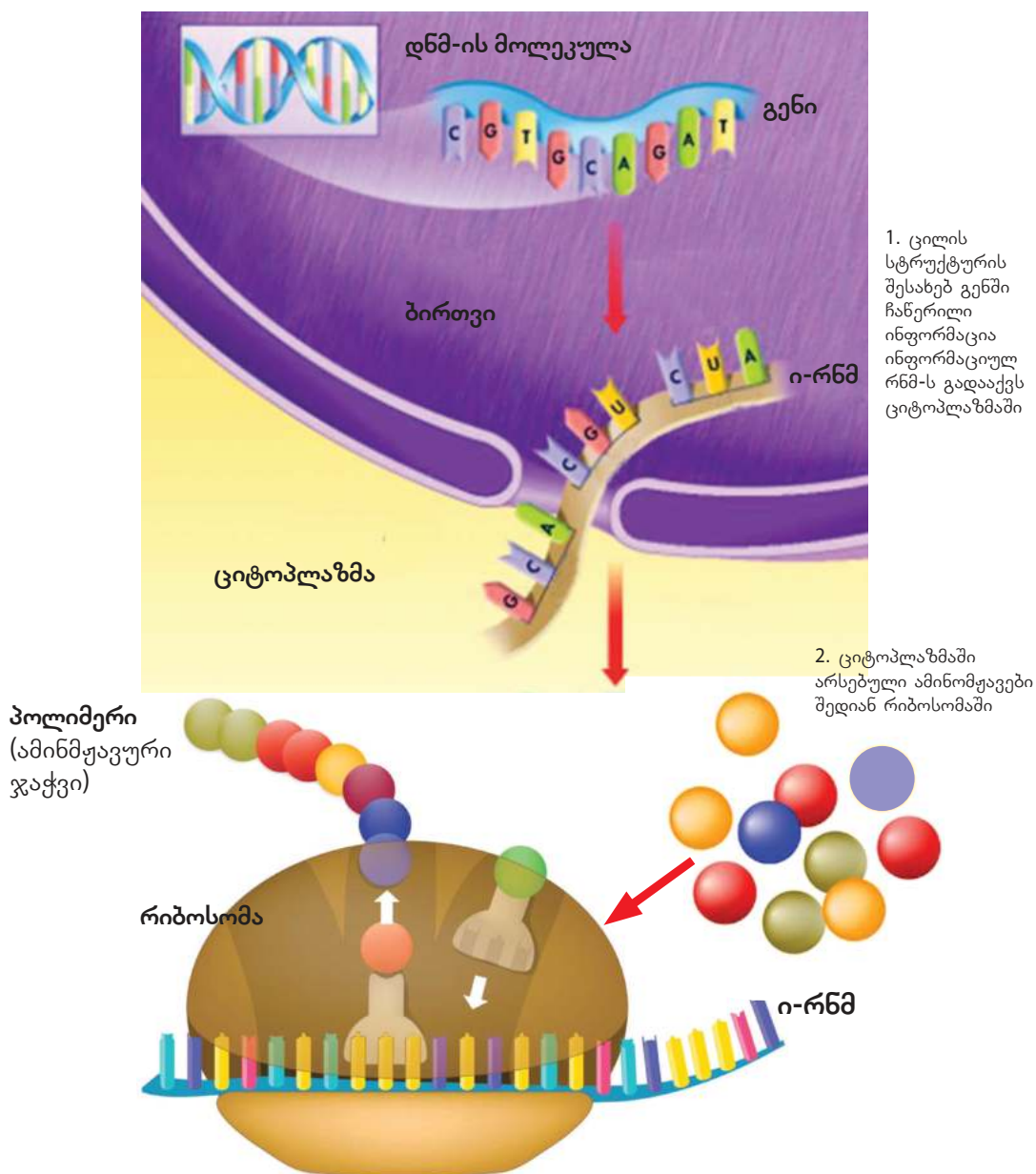
- უჯრედში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების ერთობლიობას მეტაბოლიზმი ეწოდება;
- მეტაბოლიზმს ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო პროცესი – ენერგეტიკული და პლასტიკური ცვლა ქმნის;
- ენერგეტიკული ცვლა ენერგიით უზრუნველყოფს უჯრედს, პლასტიკური ცვლა კი – საშენი მასალით.

რა ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს პლასტიკურ ცვლას?



- **სასიცოცხლო თვისებები:** მეტაბოლიზმი – პლასტიკური ცვლა, ბიოსინთეზი;
- **ჯანმრთელობა და დაავადება:** უჯრედის მეტაბოლიზმზე მავნე ნივთიერებების გავლენა.

უჯრედს სიცოცხლისათვის ესაჭიროება რთული ორგანული ნივთიერებები: ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები, ნუკლეინის მჟავები. რთული ორგანული ნივთიერების მოლეკულებს ორგანიზმი ასინთეზირებს მარტივი ორგანული ნივთიერებებისგან პლასტიკური ცვლის პროცესში.



სურ. 4.25

პლასტიკური ცვლის მაგალითებია: გლუკოზის მონომერებიდან სახამებლის პოლიმერის სინთეზი; პლასტიკური ცვლის შედეგად ცხოველური და სოკოს უჯრედები გლუკოზისაგან წარმოქმნიან ცხოველურ ნახშირწყალს — პოლიმერ გლიკოგენს; ამინომჟავებისგან წარმოიქმნება ცილა, ნუკლეოტიდებისაგან იგება დნმ-ის და რნმ-ის პოლიმერები.

პლასტიკური ცვლის პროცესში წარმოქმნილი ბიოპოლიმერებიდან ზოგიერთი მსგავსია სხვადასხვა სახეობის ცოცხალ ორგანიზმებში. მაგალითად, მცენარეების მიერ წარმოქმნილი სახამებელი ერთნაირია სხვადასხვა სახეობის მცენარეში. სხვანაირად არის საქმე ცილების სინთეზის შემთხვევაში. ცილის ბიოპოლიმერი იქმნება 20 სახის ამინომჟავისაგან. ეს ამინომჟავები სხვადასხვა კომბინაციით მრავალჯერაა განმეორებული პოლიმერში.

ცილის სინთეზი ხორციელდება რიბოსომებზე (სურ. 4.25). რიბოსომაში ამინომჟავები უკავშირდებიან და წარმოიქმნება ცილის პოლიმერი. რადგან ცილები განსხვავდებიან ამინომჟავების რაოდენობით და პოლიმერში

განლაგების თანმიმდევრობით, რიბოსომაში ყოველი კონკრეტული ცილის სინთეზის დროს უნდა „შეარჩიოს“ ზუსტად ის და იმდენი ამინომჟავა, რაც ამ პოლიმერს გამოარჩევს სხვა ცილებისგან. რიბოსომა ამ პროცესში ხელმძღვანელობს ინფორმაციით, რომელიც წარმოდგენილია დნმ-ში. როგორც უკვე იცით, ცილის ყოველი კონკრეტული მოლეკულის შესახებ ინფორმაცია შესაბამის გენშია ჩანერილი. დნმ-ის მოლეკულა ბირთვშია, ცილის სინთეზი კი ციტოპლაზმაში განთავსებულ რიბოსომებში ხდება, ამიტომ გენის მიხედვით სინთეზირდება სპეციალური რნმ – ინფორმაციული რნმ (ი-რნმ), რომელსაც ცილის სტრუქტურის შესახებ ინფორმაცია ციტოპლაზმაში გადააქვს. რადგან მემკვიდრეობითი ნივთიერება – დნმ – ბირთვშია, ამიტომ ბირთვი აკონტროლებს უჯრედში მიმდინარე ყველა პროცესს.

ცილების სინთეზის პრინციპი ყველა ეუკარიოტ ორგანიზმში ერთნაირია. რასაკვირველია, ცილების სინთეზის პროცესში ამინომჟავების ერთმანეთთან დაკავშირებაზე ენერგეტიკული ცვლის დროს გამოთავისუფლებული ენერგია იხარჯება.



მონაცემების კომპიუტერი სქემის სახით წარმოდგენა

დავალების პირობა: მავნე ნივთიერებები (მაგალითად, ნარკოტიკები) უარყოფით გავლენას ახდენენ უჯრედის მეტაბოლიზმზე. ქვემოთ შეგახსენებთ, თუ ალკოჰოლი და ნიკოტინი, ზოგადად, რა გავლენას ახდენს ორგანიზმზე, შენ კი ახსენი, ამ ფაქტებმა როგორი გავლენა შეიძლება იქონიოს უჯრედის მეტაბოლიზმზე. ამისთვის დაასრულე ქვემოთ მოცემული ცხრილი:

ორგანიზმში ალკოჰოლისა და ნიკოტინის გავლენის მაგალითი	გავლენა უჯრედის მეტაბოლიზმზე
ალკოჰოლის ჭარბი მოხმარება აზიანებს ღვიძლს (მინიშნება: ღვიძლი მონაწილეობს ორგანულ ნივთიერებათა ურთიერთგარდაქმნაში)	✗
ალკოჰოლი აზიანებს კუჭს და ფერხდება მასში საჭმლის მონელების პროცესები (მინიშნება: კუჭში საკვები ცილების ძირითადი წაწილი მოინელება)	✗
ალკოჰოლმა შეიძლება პანკრეასის ანთებაც გამოიწვიოს (მინიშნება: პანკრეასი ასრულებს გარე და შიდა სეკრეციის ჯირკვლის ფუნქციას)	✗
ნიკოტინის დიდი დოზა აზიანებს ფილტვებს, მწველებში მცირდება ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა	✗
სიგარეტის ბოლში შემავალი CO – ნახშირჟანგი მტკიცე ნაერთს წარმოქმნის ჰემოგლობინთან	✗
ნიკოტინი ავიწროებს სისხლძარღვებს	✗

სქემის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინე:

- რა არის უჯრედის მეტაბოლიზმი?
- რა კავშირია ენერგეტიკულ და პლასტიკურ ცვლებს შორის?
- რით განსხვავდება ცილის ბიოსინთეზის პროცესი ნახშირწყლების სინთეზის პროცესისგან?
- რატომ წარმართავს უჯრედის სასიცოცხლო პროცესებს ბირთვი?
- რა გავლენას ახდენს უჯრედის მეტაბოლიზმზე მავნე ნივთიერებები?
- მეტაბოლიზმის დარღვევა რა გავლენას მოახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე?



1. დაასახელე ცილის სინთეზში მონაწილე სტრუქტურები და აღწერე თითოეულის ფუნქცია.
2. მოიყვანე პლასტიკური ცვლის მაგალითები და ახსენი მათი მნიშვნელობა უჯრედისა და ორგანიზმისთვის.



- პლასტიკური ცვლა ნიშნავს მარტივი ორგანული ნივთიერებებისგან რთული ორგანული ნივთიერებების სინთეზს;
- პლასტიკური ცვლისთვის საჭიროა ენერგია;
- ცილის ბიოსინთეზი განსხვავებული პროცესია პოლისაქარიდების სინთეზის პროცესისგან, რადგან ცილა 20 სახის მონომერის განსხვავებული კომბინაციით, თანმიმდევრობისა და რაოდენობის შეერთების საფუძველზე წარმოიქმნება;
- ცილის სინთეზი ხდება ციტოპლაზმაში, ორგანოიდ რიბოსომაში.

4.9.

ფოტოსინთეზი

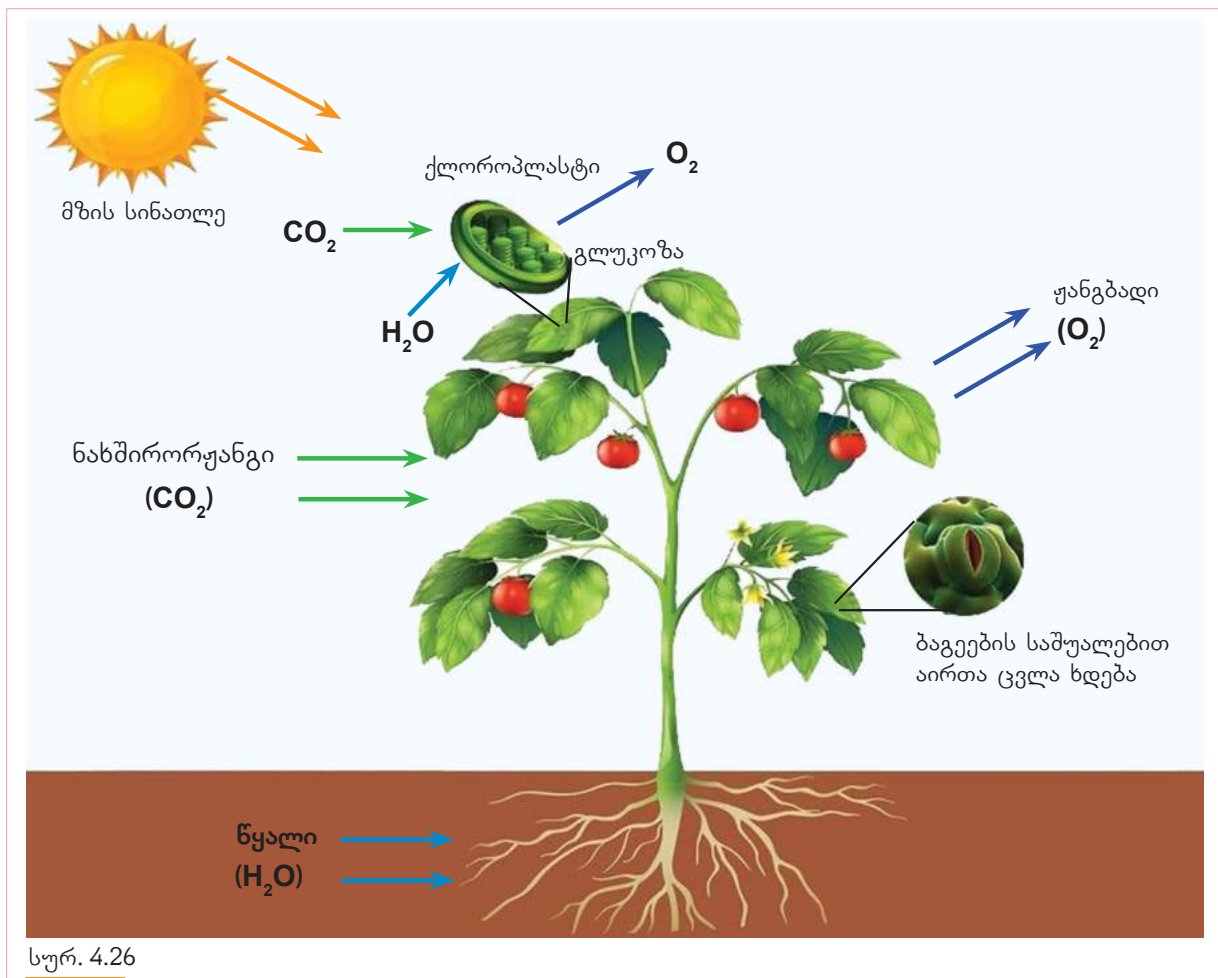
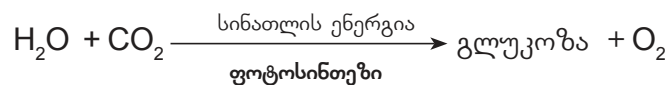
რა თავისებურება ახასიათებს პლასტიკურ ცვლას მცენარეებში?

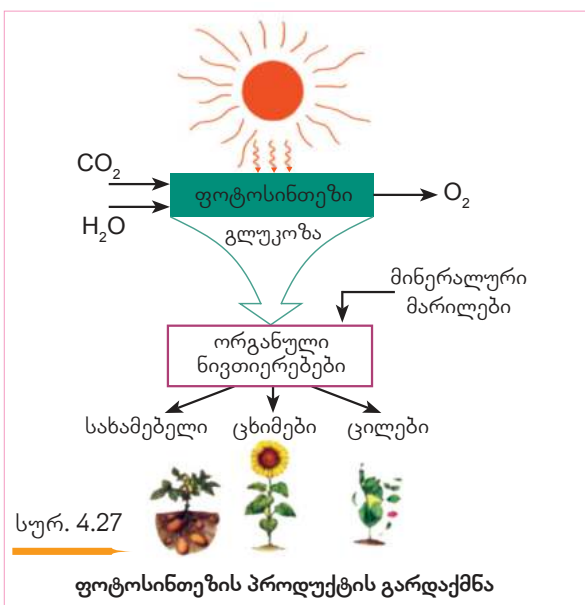


- **სასიცოცხლო თვისებები:** მეტაბოლიზმი – კვება, სუნთქვა, ფოტოსინთეზი – პლასტიკური ცვლის თავისებურება მცენარეებში, კავშირი სუნთქვასა და ფოტოსინთეზს შორის;
- **ბიომრავალფეროვნება:** უჯრედების მრავალფეროვნება და მათთან დაკავშირებული მეტაბოლიზმის თავისებურება;
- **კვლევა:** სხვადასხვა უჯრედის მოდელის შექმნა და მათი გამოყენება, ექსპერიმენტის დაგეგმვა.

მცენარეებს ახასიათებს პლასტიკური ცვლის განსაკუთრებული სახე – **ფოტოსინთეზი**: სინათლის ენერგიის ხარჯზე ნახშირ-

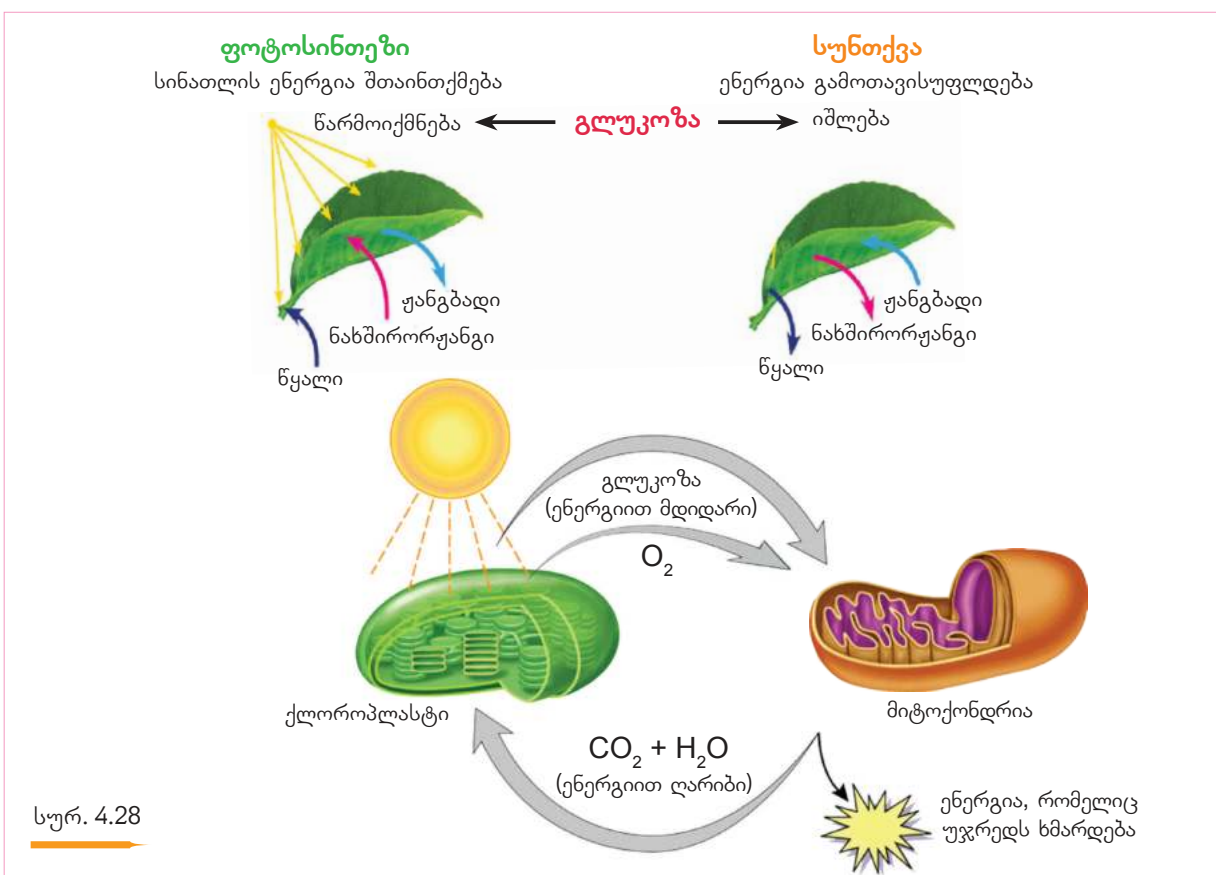
ორჟანგისა და წყლისაგან ორგანული ნივთიერების სინთეზის პროცესი. მარტივად ფოტოსინთეზის პროცესი წარმოდგენილია სურათზე (სურ.4.26). ფოტოსინთეზი არის იმ რეაქციების საერთო სახელწოდება, რომლებიც ქლოროპლასტებში მიმდინარეობს. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ფოტოსინთეზი არის ქლოროპლასტებში მზის ენერგიის ხარჯზე ენერგიით ღარიბი არაორგანული ნივთიერებებისგან (H_2O -სა CO_2 -სგან) ჟანგბადისა და ენერგიით მდიდარი გლუკოზის წარმოქმნის პროცესების ერთობლიობა. ამგვარად, მცენარე ავტოტროფია: მას შეუძლია არა-ორგანულიდან ორგანული ნივთიერებების სინთეზი.





ფოტოსინთეზის შედეგად წარმოქმნილი გლუკოზა არის ძირითადი ნივთიერება მცენარეთა უჯრედებში სხვა ორგანული ნივთიერებების წარმოსაქმნელად. ბიოქიმიური რეაქციებით იგი გარდაიქმნება პოლისაქარიდებად, ცხიმებად, ამინომჟებად და სხვა ორგანულ ნივთიერებებად. ნახშირწყლებისაგან განსხვავებით, ცილების სინთეზისათვის აზოტი, გოგირდი და სხვა ელემენტებია საჭირო, რომლებსაც მცენარე ნიადაგიდან იღებს მინერალური მარილების სახით (სურ.4.27).

ფოტოსინთეზი და სუნთქვა ერთმანეთის საწინააღმდეგო პროცესებია, მაგრამ ერთმანეთთან არის დაკავშირებული (სურ. 4.28).

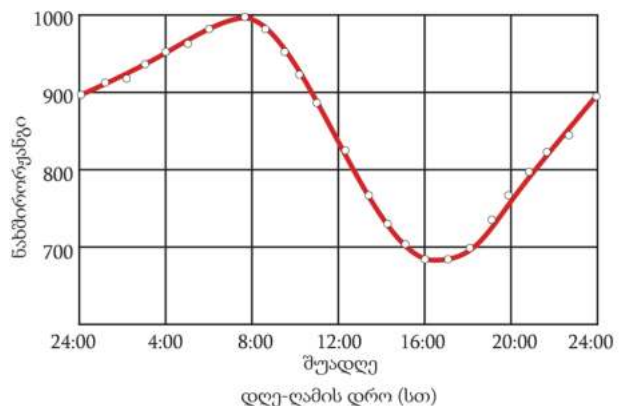


1. გაეცანი სურათ 4.26-ზე მოცემულ ინფორმაციას და უპასუხე კითხვებს: 1) ჩამოთვალე ფოტოსინთეზის აგებულების ის თავისებურებანი, რომელთა წყალობითაც წარმატებით ასრულებს ძირითადი მაფოტოსინთეზირებელი ორგანოს ფუნქციას. 2) ჩამოთვალე პირობები, რომლებიც აუცილებელია ფოტოსინთეზის პროცესის წარმართვისთვის. 3) ფოტოსინთეზის რეაქციის ტოლობიდან გამომდინარე, რომელი საწყისი ნივთიერება და პროდუქტი შეიძლება გამოვიყენოთ ამ პროცესის სიჩქარის/ინტენსივობის განსასაზღვრავად?



კვლევის ანგარიშის მომზადება

დავალების პირობა: წარმოიდგინე, რომ ხარ გარემოს დაცვის ეროვნული სააგენტოს თანამშრომელი და დაგეგვალა დღე-ღამის სხვადასხვა მონაკვეთში ჰაერში ნახშირორჟანგის რაოდენობის განსაზღვრა. ერთი თვის განმავლობაში აგროვებდი მონაცემებს და საშუალო მაჩვენებლის მიხედვით ააგე გრაფიკი. გრაფიკზე მოცემული მონაცემების მიხედვით მოამზადე კვლევის ანგარიში.



კვლევის ანგარიშში ხაზგასმით წარმოაჩინე:

- საკვლევი კითხვა;
- დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადები;
- როგორი ურთიერთკავშირია დღე-ღამის სხვადასხვა მონაკვეთსა და ჰაერში ნახშირორჟანგის რაოდენობას შორის?
- გამოიყენე ფოტოსინთეზის პროცესის შესახებ ცოდნა და ახსენი მიღებული შედეგები;
- კიდევ რა პროცესებმა შეიძლება მოახდინოს გავლენა ჰაერში ნახშირორჟანგის რაოდენობაზე?



მოდელის შექმნა

დავალების პირობა: შექმენი სხვადასხვა **უჯრედის მოდელი:** მცენარეული, ცხოველური, სოკოს და ბაქტერიის (იხ. დანართი 5). მოდელი გამოიყენე უჯრედების ბიომრავალფეროვნებისა და მათში მიმდინარე უჯრედული მეტაბოლიზმის თავისებურებების წარმოსაჩენად.

უჯრედების მოდელების პრეზენტაციის დროს ხაზგასმით წარმოაჩინე:

- უჯრედთა მრავალფეროვნება, აგებულების, ფორმისა და ფუნქციების მიხედვით, როგორ უკავშირდება ორგანიზმთა სხვადასხვა სისტემატიკურ ჯგუფს?
- როგორ უკავშირდება თითოეული უჯრედის სტრუქტურული აგებულება მის მეტაბოლიზმის თავისებურებას?
- რა მსგავსება-განსხვავებაა სხვადასხვა ტიპი უჯრედის მეტაბოლიზმს შორის?
- რა შეზღუდვები აქვს შენ მიერ შექმნილ მოდელებს?
- რატომ არის მოსახერხებელი თვალთშეუპყრობი ბიოლოგიური სტრუქტურების მოდელების სახით წარმოდგენა?

რეკომენდაცია: მოდელის შესაქმნელად შეგიძლია გამოიყენო ფერადი პლასტილინი და ქაღალდები, თიხა.



2. როგორ შეიძლება გამოვიყენოთ ცოდნა ფოტოსინთეზის შესახებ მისი ეფექტურობის გასაზრდელად?
3. სურათ 4.28-ზე მოცემული ინფორმაციის გაანალიზების საფუძველზე: 1) შეადარე ფოტოსინთეზისა და სუნთქვის პროცესები ერთმანეთს – შეარჩიე კრიტერიუმები შედარებისთვის და მონაცემები ცხრილის სახით წარმოადგინე; 2) აღწერე კავშირი ფოტოსინთეზსა და სუნთქვას შორის.



ექსპერიმენტის დაგეგმვა

დავალების პირობა: თანამედროვე ლაბორატორიებში არსებობს მრავალნაირი ხელსაწყო, რომლებიც ორგანიზმში მიმდინარე პროცესებზე საფუძვლიანი დაკვირვების საშუალებას იძლევა. ხელსაწყოები მეტად მგრძნობიარეა და შეუძლიათ აღრიცხონ უჯრედში (ორგანიზმში) მიმდინარე თვალთ უხილავი რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლილებები (მაგალითად, სენსორი, რომელიც ჟანგბადის კონცენტრაციის ცვლილებას აღრიცხავს). ხელსაწყოებს აქვს მონაცემების დამუშავების კომპიუტერული პროგრამებიც, რომლებიც უადვილებს მკვლევარს მიღებული მონაცემების ანალიზს.

წარმოიდგინე, რომ შენი სკოლის საბუნებისმეტყველო ლაბორატორია აღჭურვილია შემდეგი რე-სურსით: ნახშირორჟანგისა და ჟანგბადის სენსორები, კომპიუტერი სათანადო პროგრამით სენსორებიდან მიღებული ინფორმაციის დასამუშავებლად, ქილა, წყალი, პეტრის ჯამზე მოთავსებული წყლის მცენარე ელოდება, პინცეტი, მაგიდის სანათი, სხვადასხვა სიმძლავრის ნათურა (60, 100, 150 W).



ამ აღჭურვილობის გამოყენებით დაგეგმე ექსპერიმენტი (იხ. დანართი 3), რომელმაც პასუხი უნდა გასცეს კითხვას: როგორ მოქმედებს განათების ინტენსივობა ფოტოსინთეზის სიჩქარეზე (გეძლევა არჩევანის უფლება, ფოტოსინთეზის პროცესის ინტენსივობის გამოსაკვლევად ფოტოსინთეზის რეაქციის სიჩქარის ნივთიერებას შეარჩევ თუ საბოლოო პროდუქტს).

ექსპერიმენტის გეგმის პრეზენტაციისას საზგასმით წარმოაჩინე:

- რა თავისებურებით ხასიათდება მცენარეებში პლასტიკური ცვლა?
- რა კავშირია სუნთქვასა და ფოტოსინთეზს შორის?
- რა არის ექსპერიმენტის საკვლევი კითხვა?
- სინათლის ინტენსივობის ცვლილება როგორ იმოქმედებს შენ მიერ შერჩეული საკვლევი ნივთიერების კონცენტრაციაზე? (ვარაუდი/ჰიპოთეზა)
- რა არის დამოკიდებული, დამოუკიდებელი და საკონტროლო ცვლადები? (მიუთითე შენი არჩევანის შესაბამისი სენსორი)
- რა ეტაპებისგან შედგება შენი ექსპერიმენტის გეგმა?
- რა მნიშვნელობა აქვს კვლევის ეტაპების დაგეგმვასა და მის თანმიმდევრულად განხორციელებას?



- მცენარეულ ორგანიზმებში პლასტიკური ცვლა ცხოველური უჯრედებისგან განსხვავებულად მიმდინარეობს;
- ფოტოსინთეზი მიმდინარეობს ქლოროპლასტებში;
- ფოტოსინთეზში სინათლის ენერგია გარდაიქმნება ქიმიურ ენერგიად, რომელიც გლუკოზაში გროვდება;
- ყველა ორგანიზმის არსებობა ფოტოსინთეზის პროცესზეა დამოკიდებული.

4.10. მიტოზი

რა რის მიტოზი და რა ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს მას?



- **სასიცოცხლო თვისებები:** გამრავლება – უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი (ინტერფაზა, მიტოზი, ციტოკინეზი);
- **სტრუქტურა და ფუნქცია:** უჯრედი (სომატური უჯრედი, გამეტა, ქრომოსომა, ქრომატიდი)



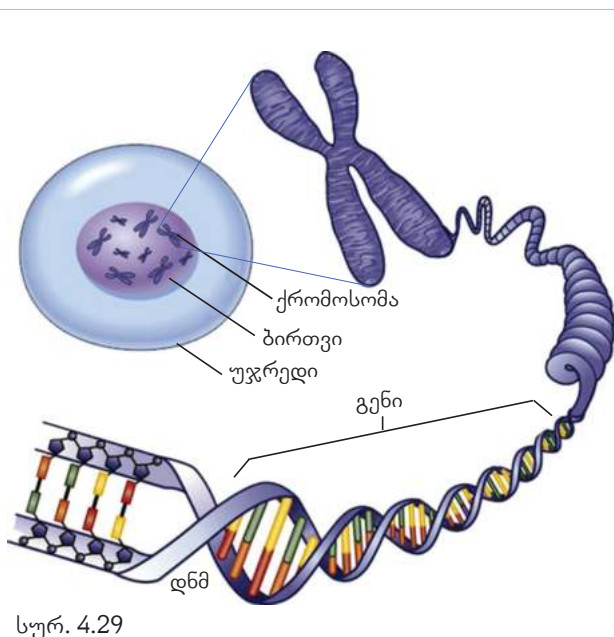
- რა ბიოლოგიურ როლს ასრულებს დნმ უჯრედში?
- რა არის გენი?
- გამრავლების რა და რა ფორმა გვხვდება ორგანიზმებში?
- რა თავისებურებით ხასიათდება უსქესო გამრავლება?

ამჯერად სასიცოცხლო ციკლის იმ სტადიაზე ხარ, რომელსაც გარდამავალი ასაკი ეწოდება. ეს აქტიური ზრდისა და განვითარების პერიოდია. შენ მუდმივად იცვლები. დღეს ის არ ხარ, რაც ერთი წლის ან თუნდაც რამდენიმე საათის წინათ იყავი. ამ მომენტში, როცა ამ გვერდს კითხულობ, შენი სხეულის უჯრედები იზრდება, იყოფა და კვდება. მუდმივად მიმდინარეობს შენი კანის მკვდარი, აქერცლილი უჯრედების ახლით ჩანაცვლება. შენს ძვლებში სისხლის წითელი უჯრედები

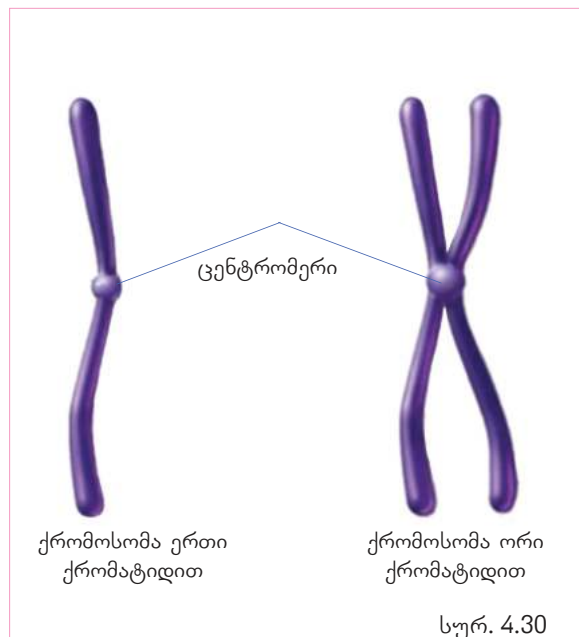
წამში 10-15 მილიონი სიჩქარით წარმოიქმნება, რომ დაბერებული უჯრედები შეიცვალოს. მსგავს პროცესებს სხვა ორგანიზმებიც გადიან.

როცა უჯრედი იყოფა, ამაში მნიშვნელოვან როლს ბირთვის ქრომოსომები ასრულებენ. **ქრომოსომები** ბირთვში განლაგებული სტრუქტურებია, რომლებიც მემკვიდრულ მასალას შეიცავენ (სურ. 4.29). დნმ-ის მოლეკულას ქრომოსომაში შვილეული ქრომოსომა, ანუ **ქრომატიდი** ეწოდება. დნმ-ს აქვს გაორმაგების უნარი (ერთი დნმ-ის მოლეკულისგან ორი იდენტური დნმ-ის მოლეკულა წარმოიქმნება) და უჯრედის განვითარების ერთ-ერთ სტადიაზე ქრომოსომა შედგება ორი ქრომატიდისგან, რომლებიც ერთმანეთს ცენტრომერით უკავშირდება (სურ. 4.30). დნმ-ის გაორმაგებასთან ერთად მასში ლოკალიზებული გენებიც ორმაგდება.

მრავალუჯრედიან ორგანიზმებში ორი ტიპის უჯრედებს არჩევენ: **არასასქესო**, ანუ **სომატურ უჯრედებს** და **სასქესო უჯრედებს – გამეტებს**. ყოველ სახეობაში სომატური უჯრედებისთვის დამახასიათებელია მუდმივი ქრომოსომული კომპლექტი. სხვადასხვა



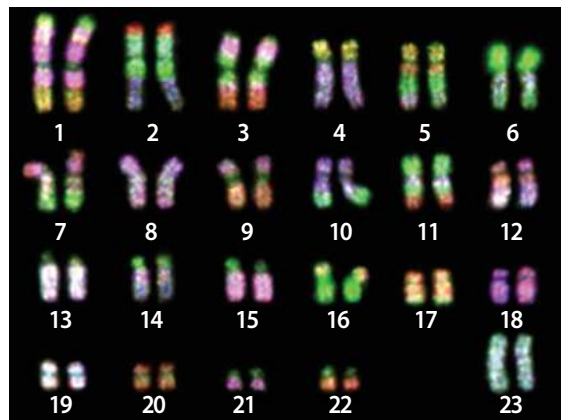
სურ. 4.29



სურ. 4.30

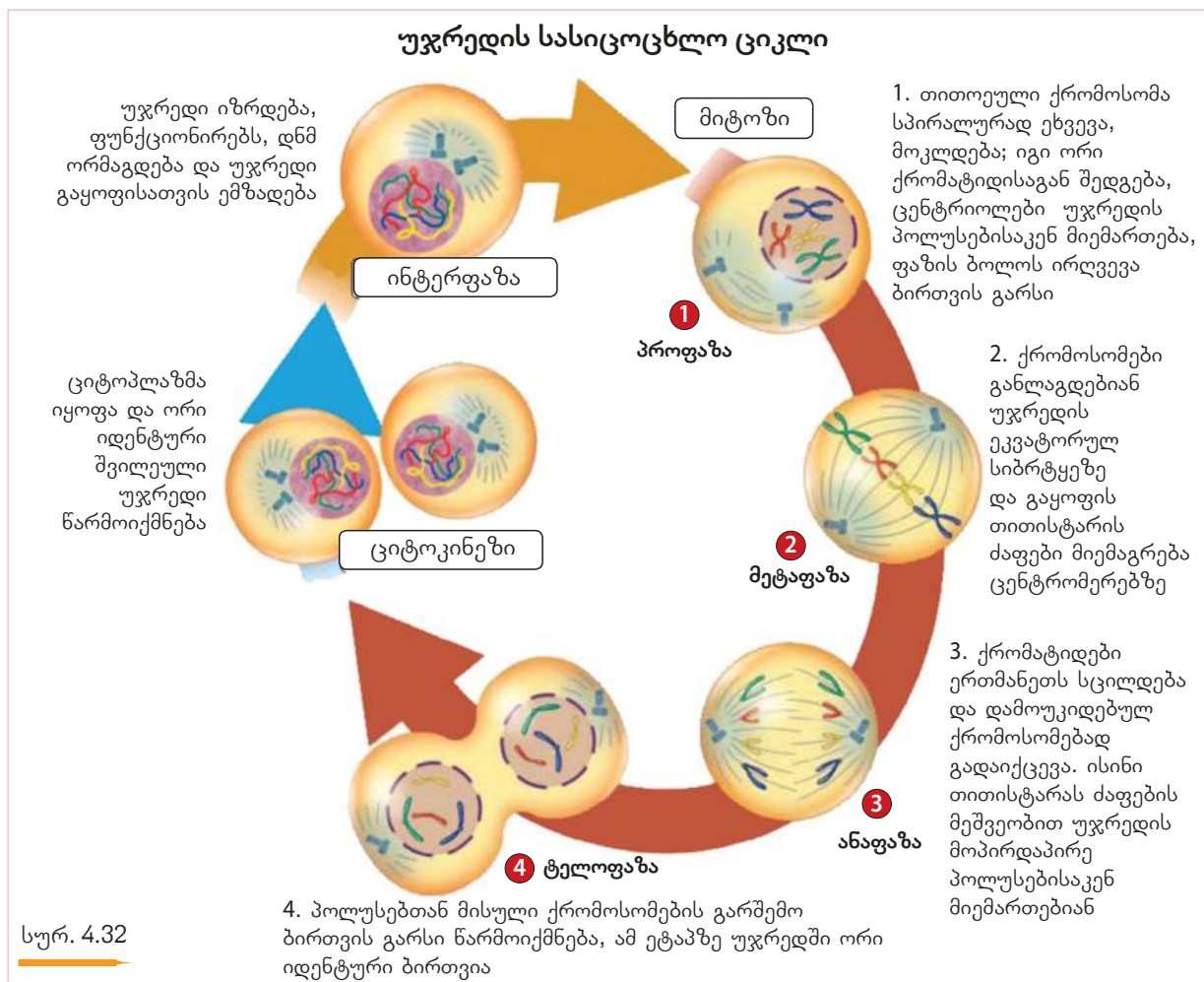
სახეობის ქრომოსომული კომპლექტი განსხვავდება ერთმანეთისგან, მაგალითად, რიცხვით. ადამიანის სوماتურ უჯრედებში 46 ქრომოსომაა (სურ. 4. 31). თუ სურათზე დააკვირდები, შეამჩნევ, რომ თითოეულ ქრომოსომას აქვს თავისი იდენტური მენყვილე. ორ ერთნაირ ქრომოსომას **ჰომოლოგიური** ეწოდება. ე.ი. ადამიანის სوماتური უჯრედებისთვის 23 წყვილი ქრომოსომაა დამახასიათებელი. ქრომოსომების ასეთ კომპლექტს **დიპლოიდურს** უწოდებენ და $2n$ -ით აღინიშნება.

უჯრედსაც აქვს სასიცოცხლო ციკლი. ნებისმიერი ეუკარიოტული უჯრედის სიცოცხლის უმეტესი ნაწილი ზრდასა და განვითარებაში მიმდინარეობს, რასაც **ინტერფაზა** ეწოდება. ინტერფაზის განმავლობაში უჯრედი იზრდება, ქმნის მემკვიდრეობითი მასალის ასლს (დნმ ორმაგდება) და გაყოფისთვის ემზადება. ეუკარიოტული უჯრედების გამრავლების გავრცელებული სახეა **მიტოზური გაყოფა**.



სურ. 4.31

ფა. უჯრედის მიტოზური გაყოფისას ბირთვი იყოფა და შემდეგ ციტოპლაზმაც იყოფა ორი ახალი უჯრედის წარმოსაქმნელად. უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი, როგორც ეს ნაჩვენებია სურათ 4.32-ზე, მოვლენების სერიაა, რომლებიც უჯრედში ერთი დაყოფიდან მეორემდე ხდება. ამრიგად, უჯრედის სასიცოცხლო



ციკლი სამი ეტაპისგან შედგება: ინტერფაზა, მიტოზი, ციტოკინეზი. მიტოზს აღწერენ ფაზების მიხედვით. ამ ფაზებს ეწოდება: პროფაზა, მეტაფაზა, ანაფაზა და ტელოფაზა.

მიტოზი ცოცხალ ორგანიზმებში მნიშვნელოვან ბიოლოგიურ როლს ასრულებს:

- მიტოზის შედეგად მიიღება ორი უჯრედი, რომელთაც აქვთ ქრომოსომების იგივე რაოდენობა, რომელიც დედისეულ უჯრედს ჰქონდა. ამის მიზეზი არის ინტერფაზაში დნმ-ის გაორმაგება. მისი გაორმაგებით ორმაგდება მემკვიდრეობითი ინფორმაცია, რომელიც მიტოზის შედეგად თანაბრად ნაწილდება შვილეულ უჯრედებს შორის. შვილეული უჯრედები იმავე მემკვიდრეობით ინფორმაციას იღებს, რაც დედისეულ უჯრედს ჰქონდა.

- მიტოზის შედეგად უჯრედების რიცხვი იზრდება, ამიტომ იგი მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების ზრდა-განვითარების საფუძველია. ზიგოტა მიტოზურად იყოფა, ამიტომ მრავალუჯრედიანი ერთი ორგანიზმის ყველა სوماتური უჯრედი ერთნაირ მემკვიდრეობით ინფორმაციას შეიცავს.

- მრავალუჯრედიან ორგანიზმებში მიტოზის შედეგად ხდება რეგენერაცია: მაგალითად, სისხლის, ძვლოვანი და კანის უჯრედების ცვლა-განახლება, სხეულის დაზიანებული და დაკარგული ნაწილების აღდგენა.

- მიტოზური გაყოფა არის უსქესო გამრავლების საფუძველი. ამიტომ უსქესო გამრავლებით მიღებული შთამომავლობა მშობლიური ინდივიდის იდენტურია.



1. გაეცანი სურათ 4.32-ზე მოცემულ უჯრედის სასიცოცხლო ციკლის ეტაპებს და უბასუხე კითხვებს: 1) რამდენი და რა და რა ეტაპისგან შედგება უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი? 2) რამდენი და რა და რა ფაზისგან შედგება მიტოზი? 3) აღწერე, როგორ განაწილდება ქრომოსომები შვილეულ უჯრედებს შორის: რამდენი ქრომოსომა და ქრომატიდი აქვს სანყის უჯრედს პროფაზაში? რამდენი ქრომოსომა და ქრომატიდი არის ტელოფაზაში თითოეულ ბირთვში? 4) გამოტოვებულ ადგილებში ჩაწერე მიტოზის შესაბამისი ფაზის სახელწოდება: ა) -----ბირთვის მემბრანა ისევ ფორმირდება; ბ) ----- ქრომოსომები უჯრედის ეკვატორზე განლაგდებიან; გ) ----- ჩნდება თითისტარას ბოჭკოები; დ) ----- ქრომოსომები უჯრედის მოპირდაპირე პოლუსებისკენ მოძრაობენ.
2. თუ ერთი უჯრედი მიტოზს ყოველ ხუთ წუთში ერთხელ გადის, რამდენ უჯრედს მივიღებთ ერთი უჯრედიდან 1 საათის განმავლობაში? გამოთვალეთ პასუხი და ჩაინიშნე შენს სამუშაო რეგულში.
3. დაასახელე უსქესო გამრავლების ორი მაგალითი და ახსენი, უსქესო გამრავლებით მიღებული შთამომავლობა რატომ არის ერთმანეთისა და მშობლიური ინდივიდის იდენტური?
4. რატომ არის მნიშვნელოვანი მიტოზის დროს ბირთვის მემბრანის დაშლა?
5. მიტოზის პროცესის შესასწავლად ამზადებენ ფესვის წვეროსა და ემბრიონის უჯრედების მიკროპრეპარატებს. ახსენი, რატომ?
6. ხილის ბუზ დროზოფილას ყველა სوماتურ უჯრედში 8 ქრომოსომაა. გამოთვალე, რამდენი ქრომოსომა და ქრომატიდი ექნება სანყის უჯრედს პროფაზაში? რამდენი ქრომოსომა და ქრომატიდი ექნება შვილეულ უჯრედებს?



- მიტოზური გაყოფა უჯრედების გამრავლების ერთ-ერთი საშუალებაა;
- მიტოზი მხოლოდ ეუკარიოტული უჯრედებისთვის არის დამახასიათებელი;
- მიტოზი დამახასიათებელია როგორც მრავალუჯრედიანი, ისე ერთუჯრედიანი ეუკარიოტი ორგანიზმებისთვის;
- მიტოზური გაყოფის შედეგად მიიღება ერთმანეთისა და მშობლიური/სანყის უჯრედის იდენტური ორი უჯრედი, რადგან ქრომოსომების იმავე რაოდენობას შეიცავენ შვილეული უჯრედები, რაც სანყის უჯრედისთვის იყო დამახასიათებელი;
- მიტოზური გაყოფა ორგანიზმებში მნიშვნელოვან ბიოლოგიურ როლს ასრულებს.

4.11. მეიოზი

რა არის მეიოზი და რა ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს მას?



- **სასიცოცხლო თვისებები:** გამრავლება – მეიოზი, მეიოზის პროცესში ქრომოსომების განაწილება, ქრომოსომების ჰაპლოიდური ნაკრები, მეიოზის ბიოლოგიური როლი;
- **კვლევა:** მიტოზისა და მეიოზის მოდელების შექმნა, მათი გამოყენება ამ პროცესების ასახსნელად და ერთმანეთთან შესადარებლად.



- რა არის ქრომოსომა?
- როგორ განაწილება ქრომოსომები შვილეულ უჯრედებში მიტოზის პროცესში?
- რა თავისებურებებით ხასიათდება ორგანიზმთა სქესობრივი გამრავლება უსქესო გამრავლებასთან შედარებით?
- სად წარმოიქმნება გამეტები ცხოველებში? ყვავილოვან მცენარეებში?

სქესობრივ გამრავლებაში მონაწილეობს სასქესო უჯრედები — გამეტები. ამიტომ სქესობრივი გამრავლება ყოველთვის დაკავშირებულია გამეტების წარმოქმნასა და განაყოფიერებასთან. განაყოფიერების შედეგად წარმოიქმნება ზიგოტა.

გამეტები ე. წ. **ნინასასქესო უჯრედების**

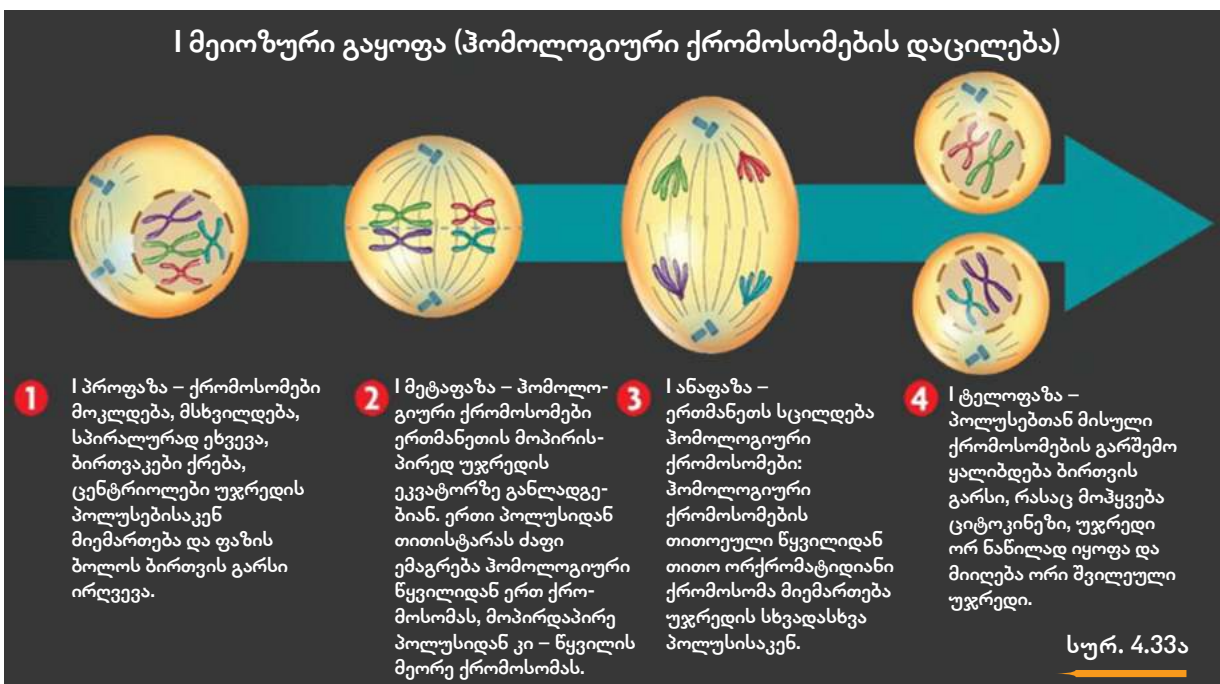
მეიოზური გაყოფის შედეგად ყალიბდება. ნინასასქესო უჯრედს ქრომოსომების დიპლოიდური კომპლექტი (2n) აქვს. მეიოზური გაყოფის შედეგად გამეტებში ქრომოსომათა რაოდენობა ნახევრდება — **ჰაპლოიდური (n)** ხდება.

მეიოზი შედგება ორი თანმიმდევრული გაყოფისაგან. პირველი გაყოფის დროს დედისეული უჯრედი იყოფა და წარმოქმნის ორ შვილეულ უჯრედს. მეორე გაყოფისას იყოფა უკვე ეს ორი უჯრედი და მიიღება ოთხი უჯრედი, რომლებიც ყალიბდება გამეტებად — სპერმატოზოიდად ან კვერცხუჯრედად.

როგორც პირველი, ისე მეორე მეიოზური გაყოფის დროს არჩევენ ოთხ ფაზას: პროფაზა, მეტაფაზა, ანაფაზა და ტელოფაზა. მეიოზის დაწყებამდე, ინტერფაზაში არის ქრომოსომათა დიპლოიდური რაოდენობა. სქემაზე პირობითად ნაჩვენებია უჯრედი, რომელსაც დიპლოიდურ კომპლექტში აქვს ქრომოსომათა მხოლოდ ორი წყვილი, ანუ 4 ქრომოსომა. ინტერფაზაში დნმ ორმაგდება. თითოეული ქრომოსომა შედგება ორი ქრომატიდისაგან (სურ. 4.33ა).

პირველი მეიოზური გაყოფის მთავარი შე-

I მეიოზური გაყოფა (ჰომოლოგიური ქრომოსომების დაცილება)



დეგი არის ის, რომ ჰომოლოგიური ქრომოსომები სხვადასხვა უჯრედში აღმოჩნდება, ანუ უჯრედებში ქრომოსომების რიცხვი განახევრდება. ამრიგად, **ქრომოსომების რიცხვი განახევრდება პირველ მეიოზურ გაყოფაში.**

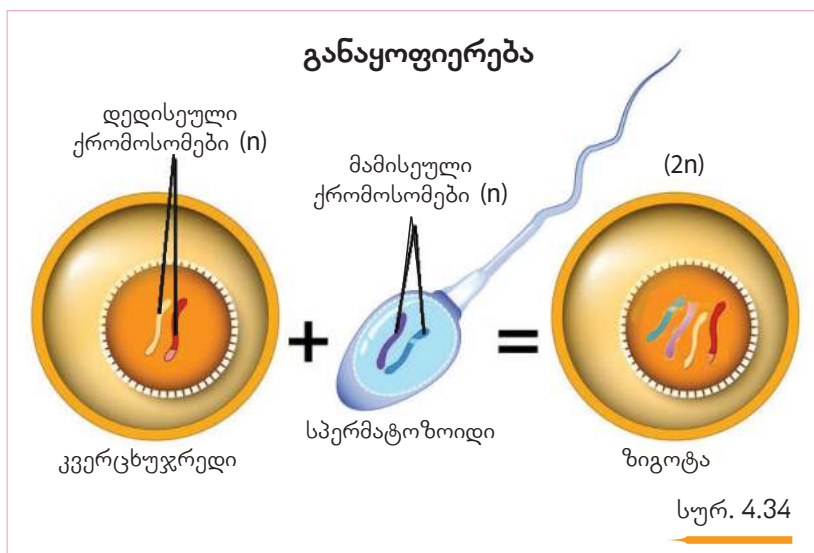
შვილეული უჯრედების წარმოქმნის შემდეგ მეიოზი გრძელდება. თითოეული უჯრედი კვლავ იყოფა. გაყოფას წინ უძღვის ინტერფაზა. მნიშვნელოვანია, რომ ამ დროს არ ხდება დნმ-ის რეპლიკაცია, რადგანაც თითოეული ქრომოსომა ორი ქრომატიდისაგან შედგება. მეორე მეიოზური გაყოფის პროცესში უჯრედების გაყოფა ზუსტად ისე მიმდინარეობს, როგორც მიტოზის დროს (სურ. 4.33 ბ)

მეიოზის ბიოლოგიური როლი შემდეგში გამოიხატება:

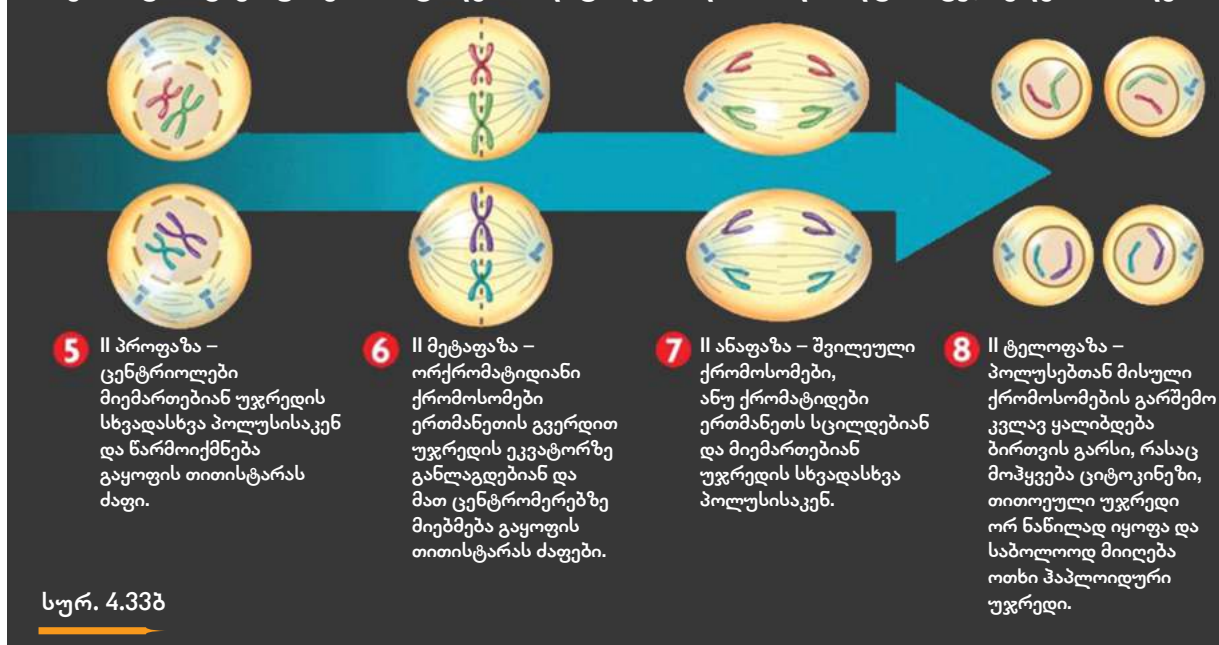
- სქესობრივი გამრავლების დროს, როგორც იცი, ხდება ორი სასქესო უჯრედის (გამეტის) შერწყმა, მაგრამ ახალ ინდივიდს მაინც აქვს მისი სახეობისათვის დამახასიათებელი ქრომოსომული რიცხვი. ამ პროცესის საფუძველი არის მეიოზი. რადგან მეიოზის დროს ქრომოსომების რიცხვი განახევრ-

დება — ჰაპლოიდური უჯრედები მიიღება, ჰაპლოიდური გამეტების შერწყმის შედეგად ზიგოტაში კვლავ აღდგება სახეობისათვის დამახასიათებელი ქრომოსომათა დიპლოიდური რიცხვი.

- მეიოზი, ასევე, იძლევა ზიგოტაში გენების ახალი კომბინაციის წარმოქმნის შესაძლებლობას (სურ. 4.34), რადგან ზიგოტა წარმოიქმნება განსხვავებული გენეტიკური ინფორმაციის მატარებელი ორი გამეტის შერწყმის შედეგად (ამ საკითხზე უფრო ფართოდ შემდეგ კლასებში შეიტყობ).



II მეიოზური გაყოფა (ქრომატიდების დაცილება და ჰაპლოიდური უჯრედების მიღება)





მოდელის შექმნა

დავლების პირობა: ყველა ორგანიზმისათვის დამახასიათებელია მემკვიდრეობითობა, რომელიც გამრავლებაში ვლინდება, გამრავლება კი უჯრედების გაყოფასთან არის დაკავშირებული. ეუკარიოტ ორგანიზმებში უჯრედების გამრავლების ორი ფორმა გვხვდება: მიტოზური და მეიოზური. შექმენი მიტოზისა და მეიოზის მოდელები (იხ. დანართი 5). მოდელები გამოიყენე ამ პროცესების მიმდინარეობის სადემონსტრაციოდ და მათ შესადაარებლად.

მოდელების პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინე:

- როგორია შვილეულ უჯრედებს შორის ქრომოსომების განაწილების კანონზომიერება მიტოზსა და მეიოზში?
- როგორ უკავშირდება მემკვიდრეობითობა და ცვალებადობა უჯრედების გამრავლების ფორმებს – მიტოზსა და მეიოზს?
- რა განსხვავებაა მიტოზისა და მეიოზის პროცესების მიმდინარეობას შორის?
- როგორ ახსნი მოდელის გამოყენებით მიტოზისა და მეიოზის ბიოლოგიურ როლს?
- რა ტიპის შეზღუდვები აქვს შენ მიერ შექმნილ მიტოზისა და მეიოზის მოდელებს?
- რატომ არის მოსახერხებელი თვალთ უხილავი ბიოლოგიური სტრუქტურებისა და პროცესების მოდელების სახით წარმოდგენა?

რეკომენდაცია:

- სიმარტივისათვის ორივე პროცესის მოდელი შექმენი 4 ქრომოსომისთვის;
- მოდელისთვის შეგიძლია გამოიყენო: ფერადი პლასტილინი, თიხა, სხვადასხვა ფერის კოქტეილის ჩხირები ან ფერადი ძაფები და სხვ.;
- გაითვალისწინე, რომ ჰომოლოგიურ ქრომოსომებს ერთნაირი ზომა და ფორმა უნდა ჰქონდეს.



1. შეისწავლე სურათ 4.33-ზე მოცემული ინფორმაცია და უპასუხე კითხვებს: 1) რამდენი ქრომოსომა და ქრომატიდია პირველი მეიოზური გაყოფის პროფაზაში? 2) რამდენი ქრომოსომა და ქრომატიდია პირველი მეიოზური გაყოფის მეტაფაზაში? 3) რამდენი ქრომოსომა და ქრომატიდია მეორე მეიოზური გაყოფის მეტაფაზაში? 4) რამდენი ქრომოსომა და ქრომატიდია მეორე მეიოზური გაყოფის ანაფაზაში?
2. აღწერე, სქესობრივი გამრავლების დროს როგორ ინარჩუნებს ორგანიზმი მისი სახეობისათვის დამახასიათებელ ქრომოსომულ რიცხვს?
3. შეადარე ერთმანეთს მიტოზისა და მეიოზის პროცესები და მონაცემები წარმოადგინე ცხრილის სახით.
4. ადამიანის სომატურ უჯრედებში 46 ქრომოსომაა. რამდენი ქრომოსომა და ქრომატიდი იქნება ადამიანის გამეტებში?



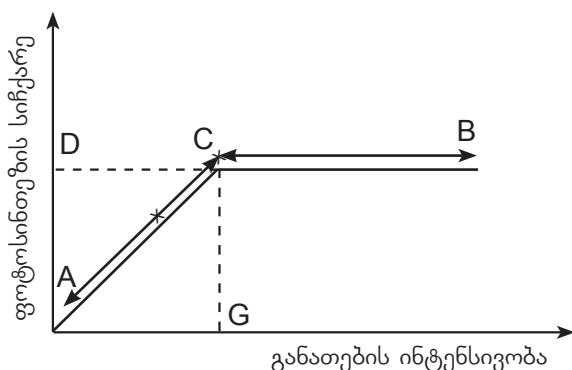
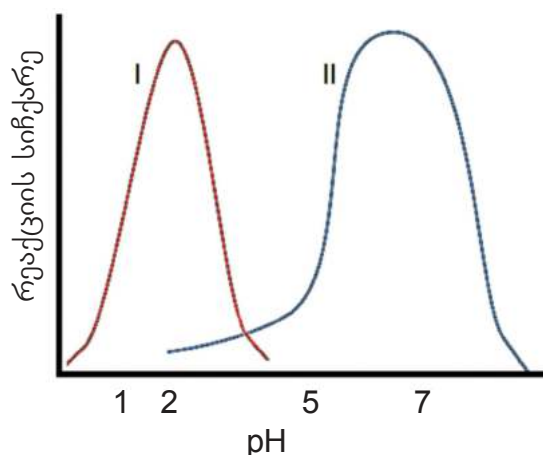
- გამეტები მეიოზური გაყოფით ყალიბდება;
- მეიოზი მხოლოდ დიპლოიდური უჯრედებისთვის არის დამახასიათებელი;
- ერთი წინასასქესო დიპლოიდური უჯრედის მეიოზური გაყოფით მიიღება ოთხი ჰაპლოიდური უჯრედი;
- სქესობრივი გამრავლების დროს მეიოზი უზრუნველყოფს სახეობისათვის დამახასიათებელი ქრომოსომების რიცხვის შენარჩუნებას.

დავალეები კრიტიკული და შემოქმედებითი აზროვნებისთვის

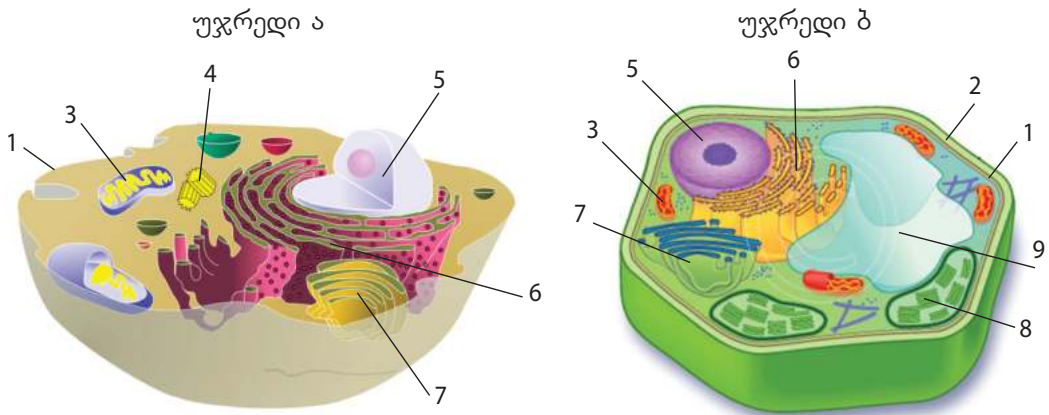
1. ზუსტად ამ მომენტში შენს ორგანიზმში მიმდინარეობს მიტოზი? პასუხი დაასაბუთე.
2. აღწერე მოვლენების თანმიმდევრობა, რომლებიც მიმდინარეობს წინასასქესო უჯრედის ინტერფაზიდან ზიგოტის ფორმირებამდე. დაადგინე, დიპლოიდურია თუ ჰაპლოიდური ყოველ სტადიაზე უჯრედებში ქრომოსომების რაოდენობა.
3. აქლემი კუბში იგროვებს ცხიმს და არა ცილებს ან ნახშირწყლებს. ახსენი, რატომ?
4. ზოგიერთი მეცნიერი ფიქრობს, რომ დინოზავრების გადაშენების მიზეზი იყო ასტეროიდი, რომელიც დედამიწას დაეჯახა და დიდი რაოდენობით მტვერი დატოვა ატმოსფეროში. მტვერი ატმოსფეროში დიდი ხნის განმავლობაში დარჩა. ახსენი, თუ ამ მოვლენას როგორ შეეძლო გამოეწვია დინოზავრების გადაშენება.
5. წარმოიდგინე, რომ ხარ ნახშირბადის ატომი და ცოცხალი ორგანიზმებიდან ატმოსფეროში დაბრუნდი ნახშირორჟანგის შემადგენლობაში. მაგრამ შენ გაქვს საშუალება, კვლავ მოხვდე ცოცხალ ორგანიზმში და შემდეგ კი – ატმოსფეროში. შექმენი სქემა, რომელიც ასახავს შენს ქიმიურ მოგზაურობას ატმოსფეროდან ცოცხალ ორგანიზმში და შემდეგ კვლავ ატმოსფეროში. სქემაში უნდა ჩანდეს: 1) რომელი ნივთიერების შემადგენლობაში მოხვდები უჯრედში, 2) რომელი ელემენტის ატომებს დაუკავშირდი; 3) შენი მოგზაურობის გზაზე რომელი ნივთიერებების მოლეკულები შეგხვდნენ და რა როლი შეასრულეს მათ შენს მოგზაურობაში? 4) უჯრედის კომპონენტები, რომლებიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ შენს მოგზაურობაში.

მონაცემების განსჯა (ანალიზი და დასკვნა)

1. დიაგრამაზე ნაჩვენებია ორი ფერმენტის (I და II) აქტიურობის დამოკიდებულება pH-ზე. აქედან ერთი ციტოპლაზმის ფერმენტია, ხოლო მეორე – საჭმლის მომნელებელი წვენის. განსაზღვრე: 1) თითოეული ფერმენტისათვის pH-ის მნიშვნელობა, რომელზედაც ყველაზე მაღალია ფერმენტის აქტივობა; 2) რომელი ფერმენტია ციტოპლაზმის და რომელი – საჭმლის მომნელებელი წვენის. დაასაბუთე შენი პასუხი არგუმენტირებული მსჯელობით.

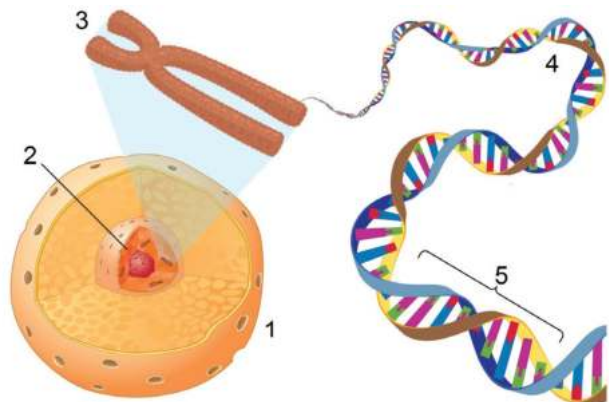


2. დააკვირდი გრაფიკს და განსაზღვრე, რას აღნიშნავს ამ მრუდზე: 1) AC უბანი? 2) CB უბანი? 3) G წერტილი? 4) D წერტილი?

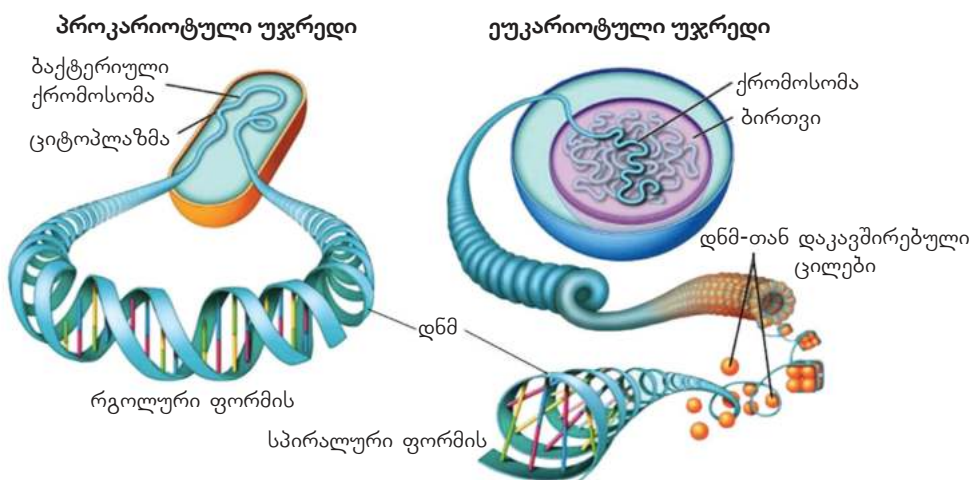


- 1) სურათებზე ამოიცანი მცენარეული და ცხოველური უჯრედი; 2) სამუშაო რვეულში ამოიწერე მცენარეულ უჯრედზე მითითებული ის რიცხვები, რომლებიც დაგეხმარა მის ამოცნობაში და მიუწერე დასახელება; 3) ამოიწერე სამუშაო რვეულში ცხოველურ უჯრედზე მითითებული ის რიცხვი, რომელიც მხოლოდ მისთვის არის დამახასიათებელი; 4) დაასახელე მცენარეული უჯრედის სტრუქტურა, რომელიც განაპირობებს მასში პლასტიკური ცვლის თავისებურებას.

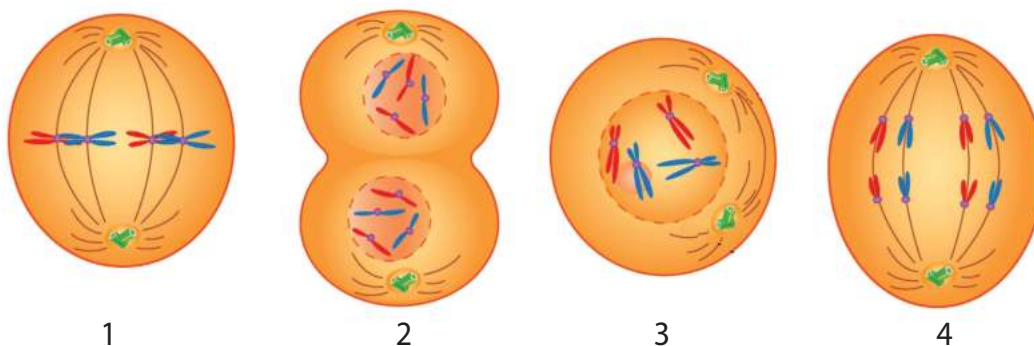
2. ამოიცანი სურათზე რიცხვებით აღნიშნული უჯრედის სტრუქტურები. 1) სამუშაო რვეულში ამოიწერე რიცხვები და გვერდზე მიუწერე შესაბამისი ტერმინები; 2) აღწერე კავშირი ამ სტრუქტურებს შორის.



3. სურათზე მოცემული ინფორმაციის მიხედვით შეადარე ერთმანეთს პროკარიოტული და ეუკარიოტული უჯრედები, დაადგინე მათ შორის მსგავსება-განსხვავება და მონაცემები სამუშაო რვეულში წარმოადგინე სქემის სახით.



4. სურათზე ამოიცანი მიტოზის ფაზები და სამუშაო რვეულში სურათზე მითითებული რიცხვები ამოიწერე ისეთი თანმიმდევრობით, რომელიც სწორად ასახავს მიტოზის პროცესის მიმდინარეობას.



ტერმინებსა და ცნებებს შორის კავშირის დადგენა

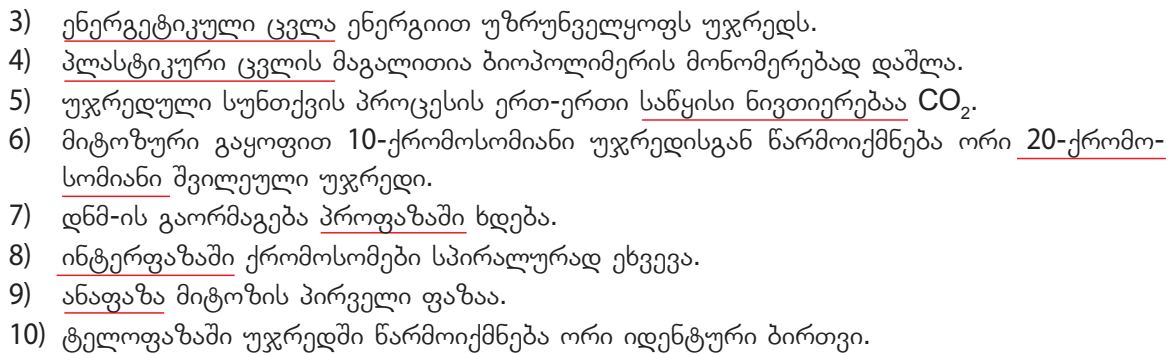
ტერმინებს შორის დამოკიდებულება

- ქვემოთ მოცემულ ტერმინების ყოველ ნაკრებში სამი ერთმანეთთანაა დაკავშირებული, ერთი კი არ მიეკუთვნება მათ. განსაზღვრე: 1) რა აქვს საერთო სამ ტერმინს. 2) ტერმინი, რომელსაც მათთან კავშირი არ აქვს.
 - გენი, ლიპიდები, ცილა, ნიშან-თვისება
 - მიტოქონდრია, ენერგია, გლუკოზა, რიბოსომა
 - პლასტიკური ცვლა, სინათლის ენერგია, პლაზმური მემბრანა, ქლოროპლასტი
 - ბირთვი, პოლისაქარიდი, ქრომოსომა, გენები
 - ანაფაზა, ინტერფაზა, მეტაფაზა, ტელოფაზა
 - ქრომატიდი, ცენტრომერი, ქრომოსომა, ციტოპლაზმა
 - ინტერფაზა, პროფაზა, მიტოზი, ციტოკინეზი
- ქვემოთ მოცემული ტერმინების ყოველი წყვილისთვის დაწერე წინადადება, რომელიც ასახავს ამ ორ ტერმინს შორის კავშირს. მაგალითად, ჩასუნთქვის დროს გულმკერდის ღრუ ფართოვდება, ხოლო ამოსუნთქვისას – ვიწროვდება.
 - სინათლის სხივი, ქლოროპლასტი
 - მიტოქონდრია, ენერგია
 - ბირთვი, მემკვიდრეობითი ინფორმაცია
 - ცხიმების სინთეზი, პლასტიკური ცვლა
 - მეიოზი, გამეტები

სწორია თუ მცდარი?

განსაზღვრე ყოველი დებულება/მტკიცებულება სწორია თუ მცდარი. თუ სწორია, დაწერე „სწორია“, თუ მცდარია, გახაზული სიტყვა შეცვალე ისეთი სიტყვით ან სიტყვებით, რომ მტკიცებულება სწორი იყოს!

- მეტაბოლიზმი ეწოდება ბიოსინთეზის რეაქციების ერთობლიობას.
- ფოტოსინთეზი მიმდინარეობს სინათლეზე და სიბნელეშიც.



თემა 5. სახეობა, პოპულაცია გენეტიკის საფუძვლები



ალბათ, შეუძლებელია, არ აღფრთოვანდე ამ ცხენის შესანიშნავი გარეგნობით. მასში შერწყმულია მემკვიდრეობით მიღებული საუკეთესო ნიშან-თვისებები: წვრილი, გრძელი და ღონიერი ფეხები, მოხდენილი სხეული, სისწრაფე და ამტანობა.

მემკვიდრეობითობა – ეს სიტყვა ყველასთვის ნაცნობია, ყველა ჩვენგანს გვაქვს ბიოლოგიური მემკვიდრეობა. შეიძლება ბავშვობაში თქვენთვის უთქვამთ: რომ დედისგან „მემკვიდრეობით მიიღე“ თვალები, შემოქმედებითი ნიჭი კი – მამისგან და სხვა ამის მსგავსი. ყოველდღიური გამოცდილება ცხადყოფს, რომ შთამომავლობა მშობლების მსგავსია, მაგრამ არ არის მისი იდენტური.

რატომ განსხვავდებიან ერთი სახეობის ორგანიზმები ერთმანეთისგან? რატომ და როგორ ვიღებთ მემკვიდრეობით ნიშან-თვისებებს მშობლებისგან? რა მექანიზმები უზრუნველყოფს მშობლებსა და შვილებს შორის მსგავსებასა და განსხვავებას? რატომ მოელიან ბევრს იმ კვიცისგან, რომლის მამაც საერთაშორისო სხვადასხვა შეჯიბრის ჩემპიონია? ამ და სხვა კითხვებს უპასუხებ ამ თემის შესწავლით.

5.1.

სახეობა და პოპულაცია



რა ნიშნებით შეიძლება სახეობისა და პოპულაციის დახასიათება?



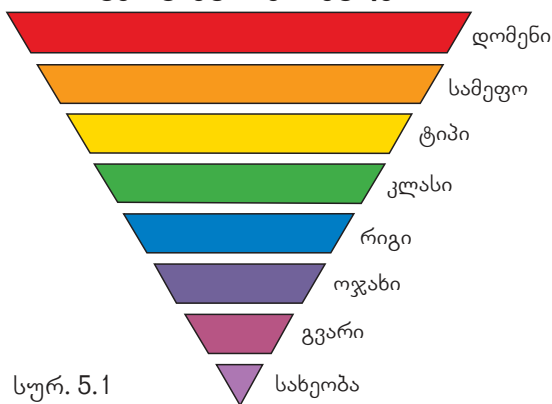
• სტრუქტურა და ფუნქცია:

სახეობა, პოპულაცია, მათთვის დამახასიათებელი ნიშნები.



- რა არის სისტემატიკა/კლასიფიკაცია?
- დაასახელე ორგანიზმების თანამედროვე სისტემატიკის ერთეულები.

სისტემატიკური ერთეულები



დედამიწაზე სიცოცხლის უამრავი ფორმა არსებობს. იმისთვის, რომ გაადვილდეს ცოცხალი ორგანიზმების შესწავლა, მეცნიერები ცოცხალი ორგანიზმების დაჯგუფებას, ანუ მათ კლასიფიკაციას ახდენენ. გარკვეული ნიშან-თვისებების მიხედვით ორგანიზმებს აჯგუფებენ და ანაწილებენ შესაბამის ჯგუფებში – სისტემატიკურ ერთეულებში: სახეობა, გვარი, ოჯახი, რიგი, კლასი, სამეფო და დომენი (სურ. 5.1).

თანამედროვე სისტემატიკის უმაღლესი ერთეულია დომენი (მაგალითად, დომენი პროკარიოტები და დომენი ეუკარიოტები), დომენი კი სამეფოებს აერთიანებს. შენ მე-7 კლასში 5 სამეფოს გაეცანი (სურ. 5.2-ზე ზოგიერთი ნიშნის მიხედვით ორგანიზმები დაჯგუფებულია სამეფოებად).

სისტემატიკის უმცირესი ერთეული სახეობაა. სახეობის დახასიათება შეიძლება შემდეგი კრიტერიუმებით: 1. **მორფოლოგიური** – ერთი სახეობის ინდივიდებს აქვთ გარეგანი და შინაგანი აგებულების მსგავსება; 2. **ფიზიოლოგიური** – ერთი სახეობის ინდი-

1. ამ ორგანიზმს აქვს ბირთვიანი უჯრედი?

დიახ

არა

2. ამ ორგანიზმს აქვს მრავალი დიფერენცირებული უჯრედი?

არა

დიახ

ეს **ერთუჯრედიანი ეუკარიოტი ორგანიზმია**

3. ამ ორგანიზმის უჯრედებს აქვს უჯრედის კედელი?

დიახ

არა

4. ამ ორგანიზმისთვის დამახასიათებელია ფოტოსინთეზი?

ეს არის **ცხოველი**

დიახ

არა

ეს არის **მცენარე**

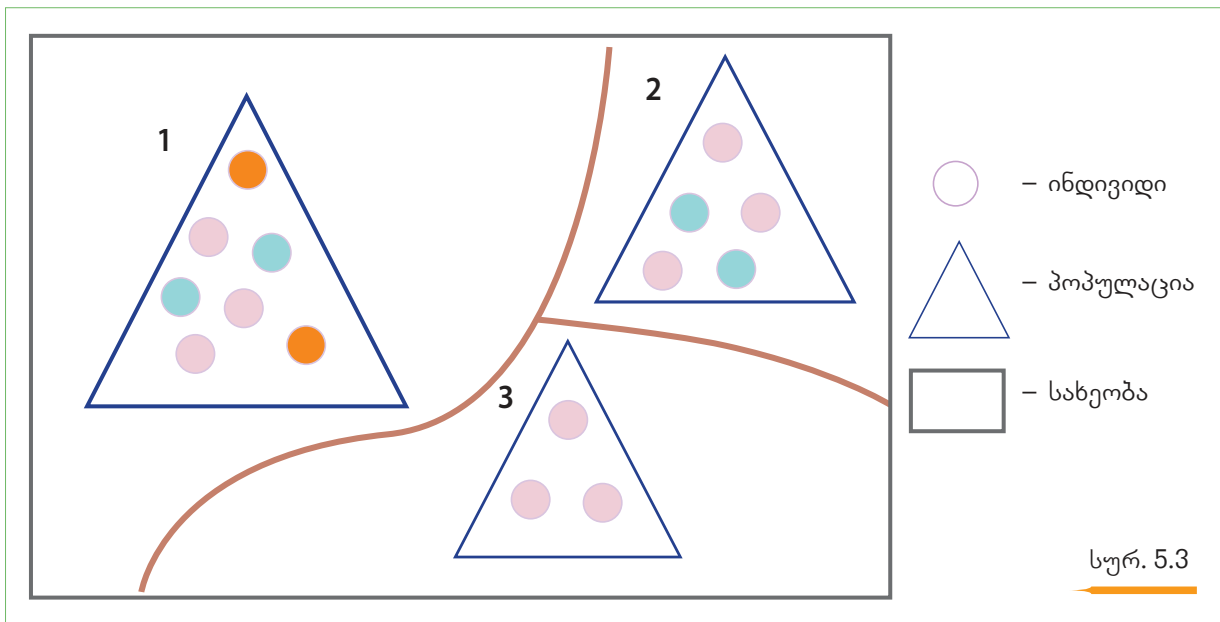
ეს არის **სოკო**

სურ. 5.2

ვიდეო სასიცოცხლო პროცესებით მსგავსია, უპირველეს ყოვლისა, გამრავლებით. სხვადასხვა სახეობის ორგანიზმები არ ეჯვარებიან ერთმანეთს ან ეჯვარებიან, მაგრამ უნაყოფო შთამომავლობას იძლევიან; 3. **ბიოქიმიური** – მსგავსი დნმ-ის მოლეკულები და მსგავსი ცილების სინთეზის უნარი აქვთ; 4. **გენეტიკური** – ერთი სახეობის ყველა ინდივიდისათვის ერთნაირი ქრომოსომული კომპლექტია დამახასიათებელი; 5. **ეკოლოგიური** – ბუნებაში სახეობა იკავებს იმ არეალს, რომელშიც მისი არსებობისათვის საჭირო გარემო პირობებია: საკვები, თავშესაფარი, ტემპერატურა, ტენიანობა და სხვ. ყველა ამ კრიტერიუმის გათვალისწინებით რომელიმე ინდივიდს მიაკუთვნებენ ამა თუ იმ სახეობას. ამრიგად, **სახეობას** უწოდებენ ინდივიდთა ერთობლიობას, რომლებიც ერთმანეთს ჰგვანან მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური ნიშან-თვისებებით, თავისუფლად ეჯვარებიან ერთმანეთს და იძლევიან ნაყოფიერ შთამომავლობას, შეგუებულნი

არიან გარემოს განსაზღვრულ პირობებთან და ბუნებაში გარკვეულ არეალს იკავებენ.

ყოველ სახეობას ბუნებაში გარკვეული არეალი უკავია, სადაც სახეობის ინდივიდები არათანაბრად არიან განაწილებულნი და ცალკეულ დაჯგუფებებს წარმოქმნიან. გავრცელების არეალში სახეობის ინდივიდების არათანაბარი განაწილება დაკავშირებულია იმასთან, რომ არეალის ფარგლებში სახეობის არსებობისათვის საჭირო პირობები განსხვავებულია: ზოგან პირობების უმრავლესობა ხელსაყრელია, ზოგან ნაწილობრივ და ზოგანაც არახელსაყრელი. ერთი სახეობის თავისუფლად შეჯვარებად ინდივიდთა ერთობლიობას/დაჯგუფებას, რომელიც ხანგრძლივად არსებობს გარკვეულ ტერიტორიაზე და შედარებით გამოცალკევებულია ამავე სახეობის სხვა დაჯგუფებისაგან, **პოპულაცია** ეწოდება. ამრიგად, სახეობა შედგება პოპულაციებისგან. სხვანაირად რომ ვთქვათ, **პოპულაცია სახეობის არსებობის ფორმა** (სურ. 5.3.).



თუ დააკვირდები სურათ 5.3-ზე მოცემულ პოპულაციებს, შეამჩნევ, რომ ისინი ერთმანეთისგან განსხვავდებიან: 1. **დაკავებული ტერიტორიითა და მისი ფართობით**, 2. **ინდივიდების რიცხვით**, 3. **პოპულაციის ინდივიდები განსხვავდებიან გარკვეული ნიშან-თვისებებით**.

მთავარი ფაქტორი, რაც განაპირობებს პოპულაციის ერთიანობას, არის ინდივიდების თავისუფალი შეჯვარება. სახეობის ერთიანობას კი განაპირობებს ის, რომ **ერთი სახეობის სხვადასხვა პოპულაციის ინდივიდები კონტაქტის შემთხვევაში ეჯვარებიან ერთმანეთს და ნაყოფიერ შთამომავლობას წარმოქმნიან.**



1. სურათ 5.1-ის მიხედვით, გამოტოვებულ ადგილებში ჩანერგ შესაბამისი სისტემატიკური ერთეულები:
დომენი აერთიანებს სამეფოებს;
სამეფო აერთიანებს -----;
----- აერთიანებს -----;
----- აერთიანებს -----;
----- აერთიანებს -----;
----- აერთიანებს -----;
2. სურათ 5.2-ის მიხედვით, დაასახელე სამეფოები. როგორც უკვე იცი, კლასიფიკაციისას მეცნიერები ითვალისწინებენ მთელ რიგ ნიშან-თვისებებს. დაასახელე, კვების ტიპის გარდა, კიდევ რა ნიშან-თვისებების მიხედვით განათავსებენ მცენარეებსა და ცხოველებს სხვადასხვა სამეფოში.
3. ქვემოთ მოცემული მცენარეებიდან ორი ერთი ოჯახის წარმომადგენელია, ერთი კი – სხვა ოჯახის. რომელ მცენარეებს მიაკუთვნებ ერთ ოჯახს? რატომ?



4. შეისწავლე სურათ 5.3-ზე მოცემული ინფორმაცია და უპასუხე კითხვებს: 1) სახეობა რამდენი პოპულაციისგან შედგება? 2) რომელი პოპულაცია იკავებს ყველაზე დიდ ტერიტორიას? ყველაზე მცირე ტერიტორიას? 3) რომელი პოპულაცია გამოირჩევა ინდივიდების ყველაზე დიდი რიცხვით? 4) რომელი პოპულაცია გამოირჩევა ინდივიდების მრავალფეროვნებით?



- სისტემატიკის ყველაზე უმცირესი ერთეული სახეობაა;
- სხვადასხვა სახეობა ერთმანეთისგან მთელი რიგი ნიშან-თვისებებით განსხვავდება: მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური, ბიოქიმიური, გენეტიკური და ეკოლოგიური;
- სახეობის არსებობის ფორმა პოპულაციაა;
- ერთი სახეობის პოპულაციები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან: დაკავებული ტერიტორიით, ინდივიდების რიცხოვნობითა და ნიშან-თვისებების მრავალფეროვნებით;
- ერთი სახეობის სხვადასხვა პოპულაციის ინდივიდები კონტაქტის ადგილას ერთმანეთს ეჯვარებიან და ნაყოფიერ შთამომავლობას წარმოქმნიან, რაც სახეობის ერთიანობას განაპირობებს.

➔ რატომ განსხვავდებიან ერთი პოპულაციის ინდივიდები ერთმანეთისგან?



• სასიცოცხლო თვისებები:

მემკვიდრეობითობა, ცვალებადობა, გამრავლება;

- **სტრუქტურა და ფუნქცია:** უჯრედის სტრუქტურა – გამეტა, ქრომოსომა, გენი, გენოტიპი, ფენოტიპი.



- რა არის პოპულაცია?
- რა ნიშნებით შეიძლება პოპულაციის დახასიათება?
- რა არის ქრომოსომა? გენი?

ორგანიზმები, მათ შორის ერთი და იმავე სახეობის ინდივიდებიც კი ერთმანეთისგან განსხვავდებიან მთელი რიგი ნიშან-თვისებებით. ყველა ადამიანს აქვს სხეულის მსგავსი ფორმა და ერთნაირი ორგანოების ნაკრები, მაგრამ ზოგიერთი თავისებურებით ერთი ადამიანი განსხვავდება მეორისგან (სურ.

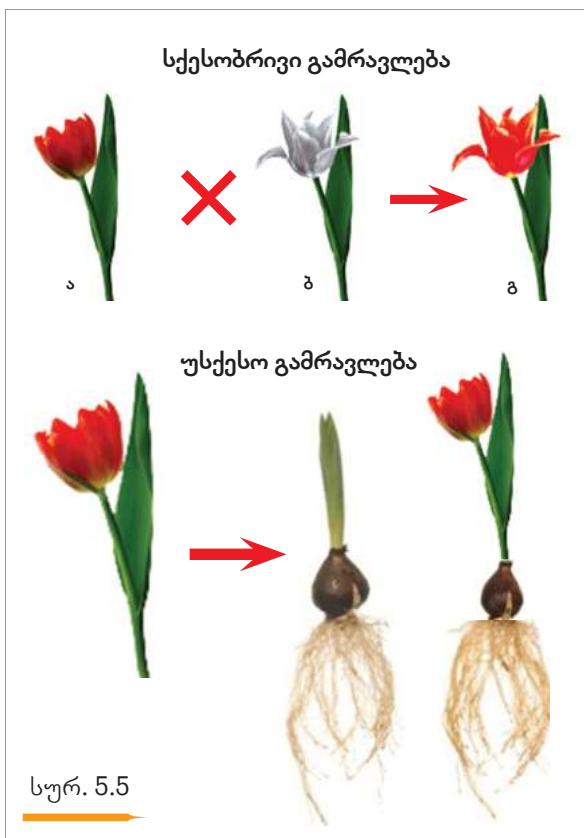
5.4), მაგალითად, სიმაღლით, სხეულის მასით, თვალისა და თმის ფერით, ცხვირის ფორმით, ცოდნითა და გამოცდილებით.

ამ ნიშან-თვისებებიდან ზოგიერთი მემკვიდრეობით მშობლებისგან აქვთ მიღებული, ზოგიერთი ნიშან-თვისება კი სიცოცხლის განმავლობაში აქვთ შეძენილი. მეცნიერები, რომლებიც ცვალებადობას შეისწავლიან, ინტერესდებიან შემდეგი კითხვებით: 1) ყველა ცვალებადობა ერთი ტიპისაა? 2) როგორ წარმოიქმნება ცვალებადობა? 3) როგორ გადაეცემა ნიშან-თვისებები მემკვიდრეობით მშობლებიდან შთამომავლობას? 4) რამდენად მნიშვნელოვანია ცვალებადობა?

ყველა ორგანიზმს ახასიათებს ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო თვისება: მემკვიდრეობითობა და ცვალებადობა. **ცვალებადობა** არის ყველა ორგანიზმისათვის დამახასიათებელი ზოგადი თვისება, ინდივიდუალური განვითარების პროცესში შეიძინოს ახალი ნიშან-



სურ. 5.4

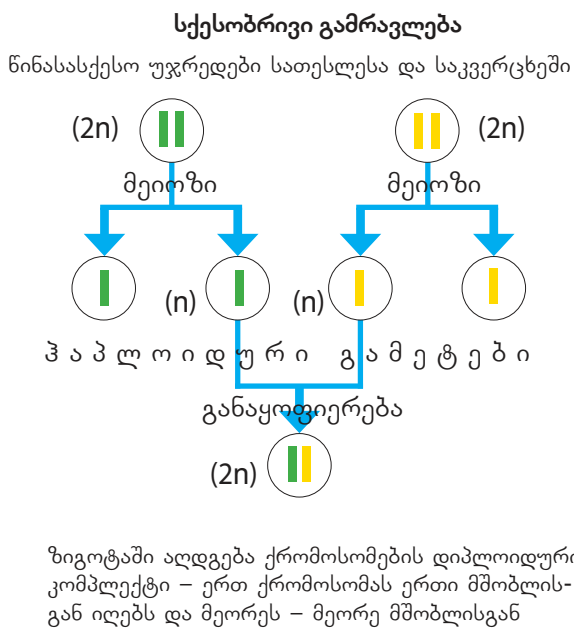
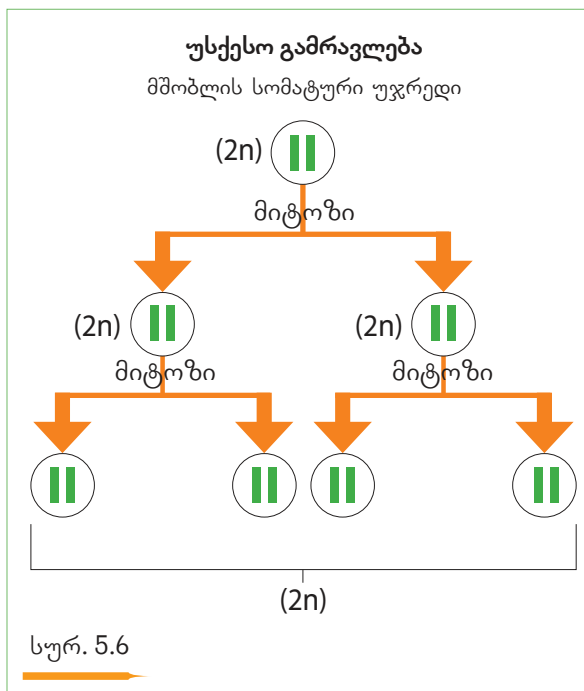


თვისებები. ხოლო მემკვიდრეობითობის განმარტებას შეგახსენებთ: **მემკვიდრეობითობა** არის ყველა ცოცხალის თვისება, შეინარჩუნოს მშობლებისგან მიღებული ნიშან-თვისებები და გადასცეს იგი შთამომავლობას. მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებებს

რებებს შეისწავლის მეცნიერების დარგი, რომელსაც **გენეტიკა** ეწოდება. ადამიანთა ცოდნა გენეტიკის სფეროში სწრაფად იზრდება, რაც დამოკიდებულია დნმ-ის მოლეკულის შესახებ ახალ-ახალი ცოდნის დადგენაზე. როგორც უკვე იცით, დნმ ბირთვში ქრომოსომების შემადგენლობაში შედის და ყოველი სახეობისთვის დამახასიათებელია ქრომოსომების განსაზღვრული ნაკრები.

ორგანიზმისთვის დამახასიათებელი გენების ნაკრებს **გენოტიპი** ეწოდება, ხოლო გარეგანი და შინაგანი ნიშან-თვისებების ერთობლიობას კი – **ფენოტიპი**. ფენოტიპს გენოტიპი განსაზღვრავს. ორგანიზმებს თავიანთი ნიშან-თვისებების გადაცემა შემდეგი თაობისთვის შეუძლიათ ორი გზით: უსქესო და სქესობრივი გამრავლებით, რომლის მაგალითები სურათ 5.5-ზეა გამოსახული. როგორც სურათზე ჩანს, სქესობრივი გამრავლების შედეგად მიღებული შთამომავალი ფენოტიპურად განსხვავდება მშობლებისგან – ა მშობლისგან მემკვიდრეობით მიიღო ყვავილის შეფერილობა, ხოლო ბ მშობლისგან – ყვავილის ფორმა. უსქესო გამრავლებით მიღებული შთამომავალი კი მშობლის იდენტურია.

რატომ მოხდა ასე? ამისთვის შეგახსენებთ სქესობრივი და უსქესო გამრავლების თავისებურებებს (სურ. 5.6): სქესობრივი გამრავლებისას – 1) უმრავლეს შემთხვევაში



მონაწილეობს ორი მშობლიური ინდივიდი; 2) მშობლიური ინდივიდები/ინდივიდი მეიოზური გაყოფით წარმოქმნიან ჰაპლოიდურ სასქესო უჯრედებს (გამეტებს); 3) სქესობრივი გამრავლება ყოველთვის გულსხმობს გამეტების შერწყმას – განაყოფიერებას; 4) შთამომავლობა ყოველი მშობლისგან იღებს გარკვეულ გენებს და წარმოიქმნება მათი ახალი კომბინაცია. სქესობრივი გამრავლების დროს გენების რეკომბინაცია* შთამომავლობაში იწვევს მემკვიდრულ ცვალებადობას. ეს იწვევს პო-

პულაციაში ახალი ჯგუფებისა და ახალი სახეობის წარმოქმნასაც კი, რაზედაც შემდეგ პარაგრაფებში მეტს შეიტყობ.

უსქესო გამრავლებით მიღებული შთამომავალი კი მშობლის იდენტურია, რადგან: 1) მონაწილეობს მხოლოდ ერთი მშობლიური ორგანიზმი; 2) ახალი ორგანიზმი მშობლის სომატური უჯრედების მიტოზური გაყოფის შედეგად მიიღება, ამიტომ ერთი მშობლის ყველა ნიშან-თვისება გადაეცემა ყველა შთამომავალს.



1. დააკვირდი სურათ 5.4-ზე მოცემულ ადამიანთა პოპულაციას. სამუშაო რვეულში ჩამოწერე ის ნიშნები, რომლებითაც სურათზე წარმოდგენილი ადამიანები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან. შემდეგ ეს ნიშნები ორ ჯგუფში გაანალიზე: 1) ნიშნები, რომლებიც მიგაჩნია, რომ ინდივიდებს მემკვიდრეობით აქვთ მიღებული მშობლებისგან და 2) ნიშნები, რომლებიც მიგაჩნია, რომ ინდივიდებს შეძენილი აქვთ ცხოვრების განმავლობაში.
2. დააკვირდი შენს კლასელებს. აღმოაჩენ, რომ ისინი განსხვავდებიან ერთმანეთისგან სხვადასხვა ნიშან-თვისებით. შემოგვთავაზე თითო ვარიანტი იმ ნიშან-თვისებისა, რომელიც მიგაჩნია, რომ მემკვიდრეობითა და რომელიც შეძენილია.
3. რა პროცესით გადაეცემა მემკვიდრეობითი ნიშან-თვისებები თაობიდან თაობას?
4. გამრავლების რომელი ფორმა უზრუნველყოფს მშობლისგან შთამომავლისთვის იმავე მემკვიდრეობითი ინფორმაციის გადაცემას? ახსენი შენი პასუხი.
5. განაყოფიერებაში ორი სხვადასხვა გამეტის მონაწილეობისას როგორ ხდება მათი ნიშან-თვისებების კომბინირება?
6. რა განაპირობებს პოპულაციაში განსხვავებული ნიშან-თვისებების მქონე ინდივიდების არსებობას?
7. გაიხსენე სისტემატიკური ჯგუფების კატეგორიები. როგორ ფიქრობ, რომელი სისტემატიკური ჯგუფის წარმომადგენელ ორგანიზმებს შორის იქნება უფრო დიდი განსხვავება? ახსენი შენი პასუხი.
8. მოიძიე პრესაში და/ან ინტერნეტში განთავსებული სამი სტატია, რომლის სათაურიც შეიცავს სიტყვა „გენს“, „გენეტიკურს“ ან „მემკვიდრეობას“. სამ-ოთხ წინადადებაში გადმოეცი სტატიის ძირითადი არსი.



- ყველა ორგანიზმისთვის დამახასიათებელია მემკვიდრეობითობა და ცვალებადობა;
- ორგანიზმები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან ნიშან-თვისებებით, მათ შორის, ერთი სახეობის პოპულაციის ინდივიდები;
- ზოგიერთი ნიშან-თვისება ორგანიზმს მშობლებისგან აქვს მემკვიდრეობით მიღებული, ზოგიერთი კი – ცხოვრების განმავლობაში შეძენილი;
- ბირთვში განთავსებული ქრომოსომები არიან მემკვიდრეობითი ნიშან-თვისებების მატარებელი;
- გენეტიკა შეისწავლის მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებებს.

5.3.

ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობა თაობათა განმავლობაში

როგორ გადაეცემა ნიშან-თვისებები ერთი თაობიდან მეორე თაობას?



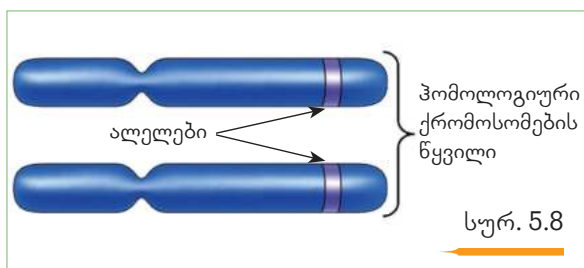
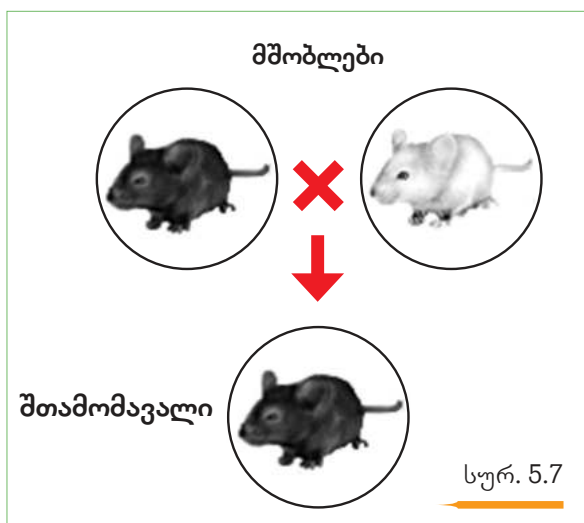
● **სტრუქტურა და ფუნქცია:** ნივთიერება – გენი და ალელი, დომინანტური ალელი და რეცესიული ალელი; უჯრედი – ჰომოზიგოტური, ჰეტეროზიგოტური.

● **სასიცოცხლო თვისებები:** მემკვიდრეობითობა, ცვალებადობა.



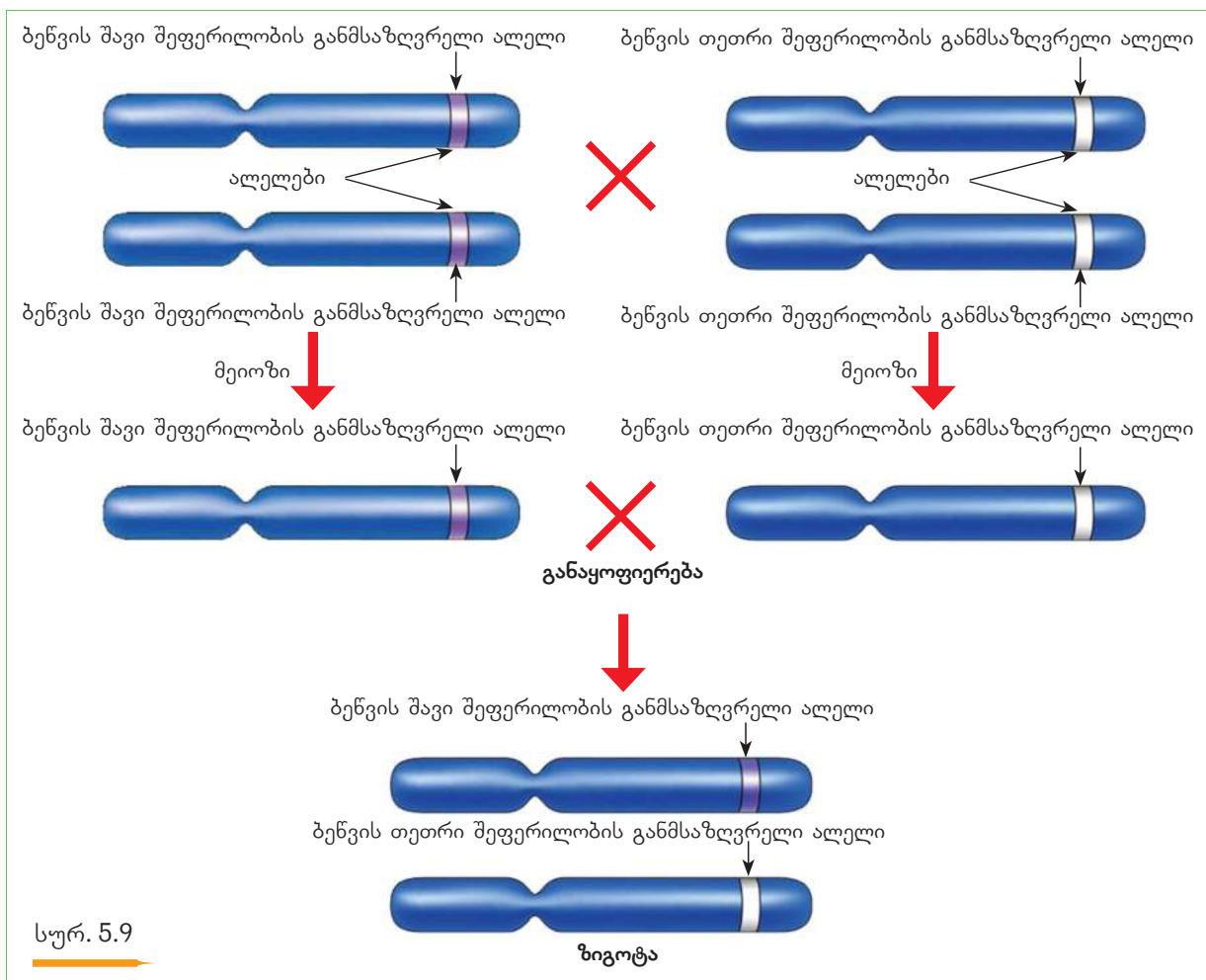
- რა არის გენოტიპი? ფენოტიპი?
- რა არის ცვალებადობა? მემკვიდრეობითობა?

სქესობრივი გამრავლებისას გენების ნაკრები მშობლებისგან გადაეცემა შთამომავლობას. თაობიდან თაობაზე გენების გადაცემა არ არის შემთხვევითი და არსებობს განსაზღვრული წესი, რომელიც ხსნის, როგორ გადაეცემა და მათგან რომელი გამომჟღავნდება შთამომავალში. ამ მიზნით,



განვიხილოთ ცხოველებში სქესობრივი გამრავლების მაგალითი (სურ. 5.7). როგორც უკვე იცით, ქრომოსომები გენეტიკური ინფორმაციის მატარებელია და დიპლოიდური ორგანიზმის ბირთვში ყოველ ქრომოსომას აქვს პარტნიორი ქრომოსომა, რომლებიც ჰომოლოგიურ წყვილებს წარმოქმნიან. სურათზე ჩანს, რომ მშობლიური ინდივიდები ერთმანეთისგან ბენვის ფერით განსხვავდებიან – ფენოტიპურად ერთი მშობელი შავია და მეორე – თეთრი შეფერილობის. ე.ი. თავის ბენვის შეფერილობის განმსაზღვრელი გენი ორი ალტერნატიული (ურთიერთგამომრიცხავი) ნიშან-თვისების განმსაზღვრელი ფორმით არსებობს, რასაც ალელს უწოდებენ. **ალელი**, ანუ **ალელური გენი** არის გენის არსებობის ფორმა. ერთი გენის ალელები ჰომოლოგიური წყვილის სხვადასხვა ქრომოსომაში ერთსა და იმავე ადგილას მდებარეობს (სურ. 5.8).

სიმარტივისათვის დავუშვათ, რომ თავგებს აქვთ ჰომოლოგიური ქრომოსომების ერთი წყვილი, რომელშიც ლოკალიზებულია ბენვის შეფერილობის განმსაზღვრელი გენის ალელები (სურ. 5.9). ცხადია, მეიოზური გაყოფის შედეგად წარმოქმნილ თითო გამეტაში ალელური წყვილებიდან თითო მოხვდება, რადგან ჰომოლოგიური ქრომოსომები სცილდება ერთმანეთს და ჰაპლოიდური გამეტები მიიღება. გამეტები ერწყმიან ერთმანეთს განაყოფიერების დროს, მიიღება ზიგოტა ალელების სხვადასხვა კომბინაციით, ანუ ზიგოტაში არის როგორც შავი შეფერილობის განმსაზღვრელი ალელი, ისე თეთრი შეფერილობის. საინტერესოა, ფენოტიპურად როგორი შეფერილობის იქნება შთამომავალი – შავი თუ თეთრი. ეს დამოკიდებულია იმაზე, თუ რომელი ალელია დომინანტური, ხოლო რომელი – რეცესიული. **დომინანტური** (გაბატონებული) ალელია ის, რომელიც გამოვლინდება ფენოტიპურად ამ ზიგოტიდან განვითარებულ შთამომავალში, ხოლო **რეცესიული** (დაფარული, დათრგუნული) ის ალელი, რომელიც ფენოტიპურად არ გამომჟღავნდება.



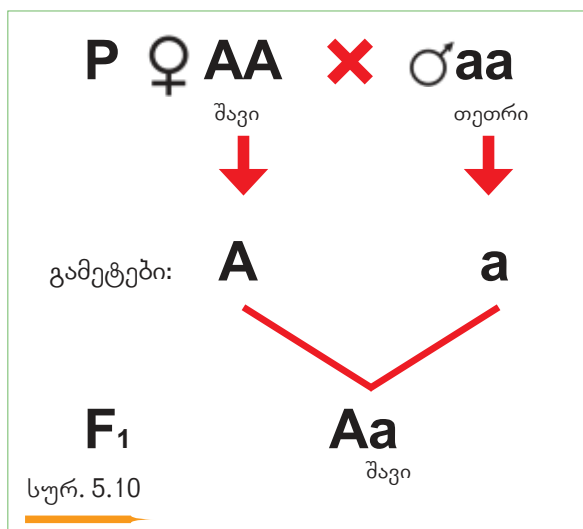
სურ. 5.9

განხილული მაგალითის შემთხვევაში შთამომავალი შავია. ე.ი. ბენვის შავი შეფერილობის ალელი დომინანტურია, ხოლო ბენვის თეთრი შეფერილობის განმსაზღვრელი ალელი – რეცესიული. ალელებს ლათინური ასოებით აღნიშნავენ: დომინანტურს დიდი ასოთი

და რეცესიულს – პატარით. მაგალითად, ბენვის შავი შეფერილობის განმსაზღვრელი ალელი – A , ხოლო თეთრი შეფერილობის ალელი – a .

შემოვიტანოთ გენეტიკური სიმბოლოები: P – მშობლები, ♀ – მდედრობითი სქესის სიმბოლო, ♂ – მამრობითი სქესის სიმბოლო, X – შეჯვარების/ქორწინების სიმბოლო, F_1 – პირველი თაობა, F_2 – მეორე თაობა, დომინანტური ალელი (როგორც უკვე იცო) აღინიშნება ლათინური რომელიმე დიდი ასოთი (A, B, C, D და ა.შ.), ხოლო რეცესიული – შესაბამისი ლათინური პატარა ასოთი (a, b, c, d და ა.შ.). ახლა უკვე შევძლებთ ზემოთ განხილული მაგალითი გენეტიკური სიმბოლოების გამოყენებით წარმოვადგინოთ, ანუ **შეჯვარების გენეტიკური სქემის** სახით. (სურ. 5.10).

თუ ნიშან-თვისების განმსაზღვრელი ერთი გენის ორი ალელი განსხვავებულია კონკრეტული ორგანიზმის უჯრედების ბირთვში, მაშინ ორგანიზმი **ჰეტეროზიგოტურია** ამ

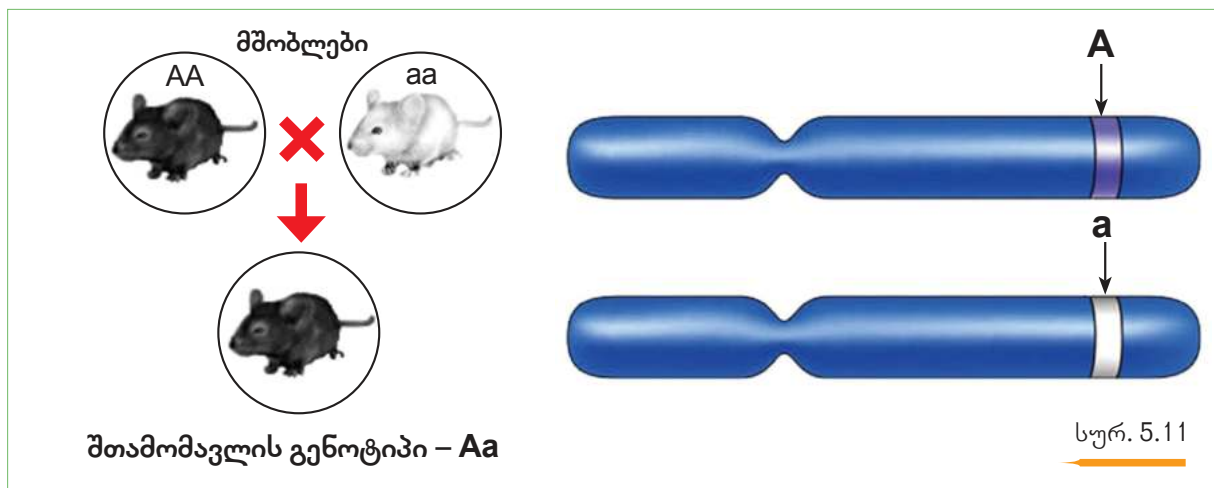


სურ. 5.10

ნიშან-თვისების მიხედვით (მაგალითად, Aa). მეორე მხრივ, თუ უჯრედების ბირთვში ერთი გენის ალელები ერთნაირია, მაშინ ორგანიზმი **ჰომოზიგოტურია** ამ ნიშნის მიხედვით (მაგალითად, AA ან aa). ზემოთ განხილულ მაგალითზე შეიძლება დაენეროთ მშობლიური ინდივიდებისა და შთამომავლის გენოტიპები: შავი შეფერილობის მშობლის გენოტიპი იქნება AA , ხოლო თეთრის – aa , შთამომავლის – Aa . შთამომავლის ფენოტიპი დომინანტური

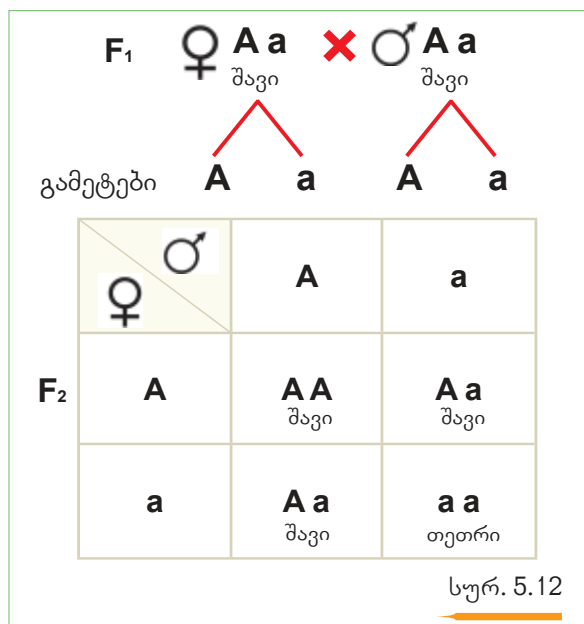
ნიშნისაა, რადგან შავი შეფერილობის განმსაზღვრელმა დომინანტურმა ალელმა დათრგუნა თეთრი შეფერილობის განმსაზღვრელი რეცესიული ალელის ფენოტიპური გამოვლენა.

ამრიგად, დომინანტური ალელი ფენოტიპურად გამოვლინდება როგორც ჰომოზიგოტურ (AA), ისე ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში (Aa), ხოლო რეცესიული ალელი – მხოლოდ ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში (aa) (სურ. 5.11).



იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ, როგორ გადაეცემა/მემკვიდრეობს ნიშან-თვისებები შემდეგ თაობაში, გამოვიყენოთ ე.წ. პენეტის ცხრილი. ინგლისელმა გენეტიკოსმა რეჯინალდ პენეტმა სხვადასხვა ტიპის გამეტების შერწყმით მიღებულ კომბინაციათა გაანგარიშებისათვის შემოიღო მარტივი მეთოდი, რომელიც სამეცნიერო ლიტერატურაში **პენეტის ცხრილის** სახელწოდებითაა ცნობილი. ცხრილის მარცხენა პირველ ვერტიკალურ უჯრედში იწერება მდედრობითი გამეტები, ხოლო ზემო ჰორიზონტალურ უჯრედში – მამრობითი. ურთიერთგადამკვეთ უჯრედში იწერება შესაბამისი გამეტების შერწყმით მიღებული ინდივიდის გენოტიპი და ფენოტიპი. პენეტის ცხრილის საშუალებით განვსაზღვროთ, თუ როგორი ნიშან-თვისებების ინდივიდებია მოსალოდნელი პირველი თაობის ჰეტეროზიგოტური ინდივიდების შეჯვარებით (სურ. 5.12). ჩვენ ვამბობთ: „მოსალოდნელი“, ან „შეიძლება იყოს“, რადგან განაყოფიერება სრულიად შემთხვევითია – ნებისმიერი მამრობითი გამეტა ნებისმიერ მდედრობით გამეტას ერწყმის. გამეტების

შესაძლო შეხვედრისა და ზიგოტების კომბინაციები განსაზღვრავს შთამომავლების გენოტიპსა და ფენოტიპს. როგორც პენეტის ცხრილიდან ჩანს, F_2 -ში მოსალოდნელია სამი ტიპის გენოტიპის მიღება: AA , Aa და aa , ხოლო ფენოტიპი – ორი ტიპის: შავი და თეთრი შეფერილობის.





1. განსაზღვრე ტერმინები: ჰომოლოგიური ქრომოსომები, ჰეტეროზიგოტური და ჰომოზიგოტური გენოტიპი.
2. რა განსხვავებაა გენსა და ალელს შორის?
3. რას ნიშნავს დომინანტური ალელი? რეცესიული ალელი?
4. მოცემულია შემდეგი ტიპის გენოტიპები: AA, BB, Cc, Aa, CC, Bb. რომელია მათ შორის ჰომოზიგოტური? ჰეტეროზიგოტური? დაასაბუთე შენი პასუხი.
5. როგორი ტიპის გამეტები წარმოიქმნება შემდეგი გენოტიპის ინდივიდებში: 1) AA, 2) Bb, 3) Cc
6. გაანალიზე პენეტის ცხრილის სტრუქტურა: 1) რა ინერება პენეტის ცხრილის პირველ ვერტიკალურ და ზემო ჰორიზონტალურ უჯრებში? 2) რა ინერება ურთიერთგადამკვეთ უჯრებში? 3) აღწერე, შენთვის რამდენად მოსახერხებელი იქნება პენეტის ცხრილის გამოყენებით ივარაუდო შეჯვარების შედეგად მიღებული ჰიბრიდების გენოტიპები და ფენოტიპები.
7. გაეცანი ქვემოთ წარმოდგენილი პენეტის ცხრილის ოთხ ვარიანტს და თითოეულის თავისუფალ უჯრებში ჩაწერე გენოტიპები, შემდეგ კი უპასუხე კითხვებს: რომელი ვარიანტის მიხედვით წარმოიქმნება ფენოტიპურად – 1) მხოლოდ დომინანტური შთამომავლობა? 2) მხოლოდ რეცესიული შთამომავლობა? 3) როგორც დომინანტური, ისე რეცესიული შთამომავლობა?

♀ \ ♂	A	A
A	×	×
A	×	×

ა

♀ \ ♂	a	a
a	×	×
a	×	×

ბ

♀ \ ♂	A	a
a	×	×
a	×	×

გ

♀ \ ♂	A	a
A	×	×
A	×	×

დ



- ალელი გენის არსებობის ფორმაა;
- ერთი გენის სხვადასხვა ალელი განსაზღვრავს ურთიერთგამომრიცხავ/ალტერნატიულ ნიშან-თვისებას;
- ერთი გენის ალელები ჰომოლოგიური ქრომოსომების წყვილის სხვადასხვა ქრომოსომაშია ლოკალიზებული;
- ერთ ქრომოსომაში მრავალი გენია ლოკალიზებული;
- დომინანტური ალელი ფენოტიპურად გამომჟღავნდება როგორც ჰომოზიგოტურ, ისე ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში, ხოლო რეცესიული – მხოლოდ ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში;
- ჰომოზიგოტური გენოტიპის ინდივიდი მხოლოდ ერთი ტიპის გამეტებს წარმოქმნის, ხოლო ჰეტეროზიგოტური – განსხვავებული ტიპის გამეტებს.

5.4.

მენდელის შრომები ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის შესახებ



რაში მდგომარეობს მენდელის მიერ დადგენილი გენეტიკური კანონზომიერების არსი?



● **სასიცოცხლო თვისებები:** გამრავლება – დამტვერვა, თვითდამტვერვა, ჯვარედინი დამტვერვა, ჰიბრიდიზაცია, ჰიბრიდი, დათიშვა;

● **კვლევა:** დაკვირვება, მონაცემების შეგროვება, ანალიზი, დასკვნა; მენდელის კვლევები და ჰიბრიდოლოგიური მეთოდი; კვლევის მონაცემების ანალიზი და შეჯვარების გენეტიკური სქემის მოდელის შექმნა.



● რას ნიშნავს დომინანტური ალელი? რეცესიული?

● რას ეწოდება ჰომოზიგოტა, ჰეტეროზიგოტა?

თაობების განმავლობაში მემკვიდრული ნიშნების გადაცემის საიდუმლოება ყოველთვის აღძრავდა ადამიანებში დიდ ინტერესს. რა არის მემკვიდრეობითობა? რაზეა ის დამოკიდებული? რატომ ჰგვანან შთამომავლები მშობლებს არა მარტო გარეგნულად, არამედ ხასიათით, ქცევით, ნიჭით? მაგრამ, რატომ არ არიან შვილები მშობლების იდენტური? რა გზით გადასცემს მცენარეთა და ცხოველთა ყოველი სახეობა მისთვის დამახასიათებელ თვისებურებებს შთამომავლებს? რა კანონზომიერებას ემორჩილება ეს პროცესი? ამ კითხვებზე პასუხის გასაცემად ბევრი

მეცნიერი მუშაობდა, მაგრამ ყველაზე ეფექტური აღმოჩნდა ავსტრიელი ბერის გრეგორ მენდელის კვლევები. მან ჩამოაყალიბა მემკვიდრეობის კანონზომიერებები, რომლებიც სათანადოდ შეაფასეს XX საუკუნის დასაწყისში და ამ დარგში მომუშავე მეცნიერებმა იგი გენეტიკის ფუძემდებლად აღიარეს.

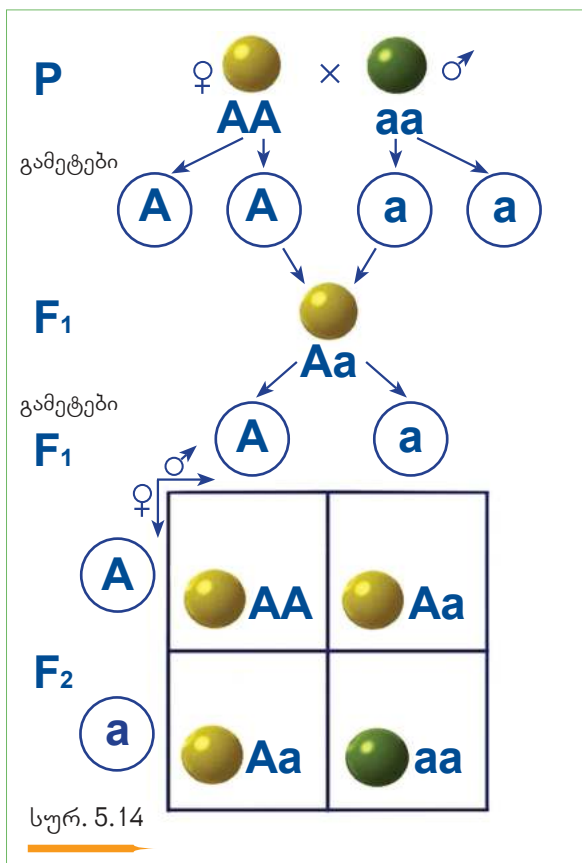
მენდელი დაინტერესდა მცენარეებში ნიშან-თვისებების დამემკვიდრების შესწავლით და გამოკვლევები დაიწყო 1856 წლის ზაფხულში. ცდის ობიექტად შეარჩია ბარდა, რომელსაც ახასიათებს შემდეგი თვისებები: ამ სახეობას აქვს მთელი რიგი გარეგანი ნიშან-თვისებებით მკვეთრად განსხვავებული მრავალი ჯიში; მცენარე ადვილად მრავლდება; თვითმტვერია მცენარეა, მაგრამ შეიძლება ხელოვნურად სხვადასხვა ჯიშის შეჯვარება და მიღებული შთამომავლობა ნაყოფიერია.

მენდელმა შეიმუშავა და გამოიყენა კვლევის **ჰიბრიდოლოგიური მეთოდი** – ნიშან-თვისებით განსხვავებული ინდივიდების შეჯვარება – **ჰიბრიდიზაცია**. ამ შეჯვარებით მიღებულ შთამომავლობას კი **ჰიბრიდი ეწოდება**. მენდელმა თავისი ექსპერიმენტები მონოჰიბრიდული შეჯვარებით დაიწყო. ერთი ნიშან-თვისებით განსხვავებული ინდივიდების შეჯვარებას **მონოჰიბრიდული შეჯვარება** ეწოდება. სინამდვილეში, ასეთი შეჯვარების შემთხვევაშიც შესაჯვარებელი ინდივიდები მრავალი ნიშნით განსხვავდებიან, მაგრამ მენდელი შეისწავლიდა მხოლოდ ერთი რომელიმე ნიშნის (მაგალითად, თესლის ფერი ან ფორმა) მემკვიდრეობას.

მენდელმა შეაჯვარა ერთმანეთს ყვითელ-თესლიანი და მწვანეთესლიანი ჯიშის ბარდები (სურ. 5.13) და დააკვირდა შთამომავლობაში ამ ნიშან-თვისების მემკვიდრეობას. პირველ თაობაში მიღებულ ყველა ჰიბრიდს ყვითელი შეფერილობის თესლი აღმოაჩნდა. ე. ი. ყველა ინდივიდი ამ ნიშან-თვისების მიხედვით იყო ერთგვაროვანი (სურ. 5.14). ამიტომ ამ მოვ-



სურ. 5.13



ლენას პირველი თაობის ერთგვაროვნების წესს (მენდელის I კანონს) უწოდებენ. ნიშან-თვისებას, რომელიც ჰიბრიდთა პირველ თაობაში ყველა მცენარეში გამომჟღავნდა, მენდელმა დომინანტური უწოდა.

პირველი თაობის მცენარეები თვითდამტევრვით გაამრავლა და ასე მიიღო ჰიბრიდების მეორე თაობა. მეორე თაობაში მენდელმა ყვითელი შეფერილობის თესლების

გარდა მწვანე შეფერილობის თესლებიც აღმოაჩინა, ანუ მოხდა ამ ნიშან-თვისების მიხედვით **დათიშვა**. მან ივარაუდა, რომ ეს ნიშან-თვისება პირველ თაობაშიც დაფარული სახით იყო, მაგრამ არ შეეძლო გამომჟღავნება. მენდელმა „დაფარულ“, დათრგუნულ ნიშან-თვისებას რეცესიული უწოდა.

სურათ 5.14-ზე პირველი თაობის — $Aa \times Aa$ შეჯვარების შედეგები წარმოდგენილია პენეტის ცხრილის სახით. F_2 -ში ფენოტიპური დათიშვა თესლის შეფერილობის მიხედვით მოხდა ასე — 3 ყვითელთესლიანი : 1 მწვანეთესლიანი. ე. ი. მთელი F_2 -თაობის $3/4$ ყვითელთესლიანია, $1/4$ კი — მწვანეთესლიანი. ეს მოვლენა ცნობილია დათიშვის კანონის (მენდელის II კანონის) სახელწოდებით.

დათიშვის კანონის თანახმად, მონოჰიბრიდული შეჯვარების დროს მიღებული პირველი თაობის ჰიბრიდების თვითდამტევრვის გზით ან ერთმანეთთან შეჯვარებით გამრავლებისას მეორე თაობაში გამოვლინდება როგორც დომინანტური, ისე რეცესიული ნიშან-თვისება თანაფარდობით 3:1.

თუ პენეტის ცხრილს დაუკვირდებით, ნახავთ, რომ გენოტიპური დათიშვის თანაფარდობა ფენოტიპური დათიშვის თანაფარდობისაგან განსხვავდება და იგი ასეთია: $1AA : 2Aa : 1aa$. ფენოტიპური დათიშვა 3:1-თან გამოწვეულია იმით, რომ, როგორც უკვე იცით, ფენოტიპურად დომინანტურ ნიშანს განსაზღვრავს ორი შესაძლო გენოტიპი: ჰომოზიგოტა — AA ან ჰეტეროზიგოტა — Aa .



მონაცემების ანალიზი და შეჯვარების გენეტიკური სქემის შექმნა

დავალების პირობა: მენდელს თავისი კვლევის შედეგების განზოგადება და მემკვიდრეობის კანონზომიერებები მხოლოდ ერთი ტიპის ჰიბრიდიზაციის მაგალითზე არ ჩამოუყალიბებია, არამედ მან ბარდაში შეარჩია 7 წყვილი ალტერნატიული ნიშან-თვისება და ცალ-ცალკე ატარებდა მათზე მონოჰიბრიდულ შეჯვარებას. ასეთი შეჯვარების პირველი თაობის შედეგები სურათზეა წარმოდგენილი (გვ. 66).

შეისწავლე სურათზე მოცემული მენდელის ცდების შედეგები და განსაზღვრე:

- თითოეული ნიშან-თვისების ალტერნატიული წყვილისთვის დომინანტური და რეცესიული ნიშნები (მათი აღნიშვნისთვის გამოიყენე ლათინური ასოები);
- თითოეული შეჯვარებისთვის მეორე თაობაში მოსალოდნელი დათიშვა როგორც გენოტიპის, ისე ფენოტიპის მიხედვით;
- შეარჩიე რომელიმე ნიშან-თვისების ერთი ალტერნატიული წყვილი (თესლის შეფერილობის გარდა) და შექმენი **შეჯვარების გენეტიკური სქემა** როგორც პირველი, ისე მეორე თაობისთვის. სქემა „ფლიპჩარტზე“ მოამზადე და წარადგინე კლასის წინაშე.

	ყვავილის ფერი	ყვავილის მდებარეობა	თესლის ფერი	თესლის ფორმა	ნაყოფის ფორმა	ნაყოფის ფერი	ლეროს ზომა
	მწვანე	გვერდითი	ყვითელი	გლუვი	ბრტყელი	მწვანე	მაღალი
P	 თეთრი	 კენწრული	 მწვანე	 დანაოჭებული	 დატიხრული	 ყვითელი	 დაბალი
F ₁							

შეჯვარების გენეტიკური სქემის პრეზენტაციისას საზგასმით წარმოაჩინე:

- უჯრედის რა სტრუქტურებთანაა დაკავშირებული მემკვიდრეობითობა?
- რომელი სასიცოცხლო თვისება განაპირობებს თაობიდან თაობაზე მემკვიდრეობითი ინფორმაციის გადაცემას?
- შენ მიერ შედგენილი შეჯვარების გენეტიკური სქემის მიხედვით ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის მენდელის რომელი კანონზომიერებები გამომჟღავნდა?
- უჯრედთა მეიოზური გაყოფის რა თავისებურება განაპირობებს F₂-ში ნიშან-თვისებებით განსხვავებული ინდივიდების მიღებას?



- ერთი ან რამდენიმე წყვილი ალტერნატიული ნიშნებით განსხვავებული ინდივიდების შეჯვარებას ჰიბრიდიზაცია ეწოდება, ხოლო მეთოდს – ჰიბრიდოლოგიური;
- ჰიბრიდიზაციის შედეგად მიღებულ შთამომავლობას ჰიბრიდი/ჰიბრიდები ეწოდება;
- ჰომოზიგოტური მშობლიური ინდივიდების შეჯვარების შედეგად პირველ თაობაში გამომჟღავნდება ერთგვაროვნების წესი;
- ჰეტეროზიგოტური ინდივიდების შეჯვარებით მიიღება ფენოტიპურად განსხვავებული ჰიბრიდები და ამ მოვლენას დათიშვა ეწოდება.



ვრცელდება თუ არა მენდელის კანონები ადამიანზე?



● **სასიცოცხლო თვისებები:** მემკვიდრეობითობა – ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობა ადამიანში, გენეალოგიური სქემა.

● **კვლევა:** მონაცემების შეგროვება, ანალიზი, დასკვნა



● შესაძლებელია ფენოტიპურად დომინანტური ნიშნის ინდივიდის გენოტიპის ზუსტი განსაზღვრა? ფენოტიპურად რეცესიული ნიშნის ინდივიდის? ახსენი შენი პასუხი.

როდესაც ჩვენ ვფიქრობთ იმაზე, თუ შვილები რამდენად ჰგვანან თავიანთ მშობლებს ან განსხვავდებიან მათგან, ვგულისხმობთ გარკვეულ ნიშან-თვისებებს, რომლებიც თაობიდან თაობას მემკვიდრეობით გადაეცემა. მაგალითად, თვალის, თმის, კანის შეფერილობა, ყურის, თმის, ცხვირის, თვალის ჭრილის ფორმა და სხვ.

მენდელის მიერ დადგენილი მემკვიდრეობის კანონზომიერებები ვრცელდება ყველა ცოცხალ ორგანიზმზე, მათ შორის ადამიანებზეც, თუმცა მენდელის კანონზომიერებები ვერ ხსნის ყველა ტიპის მემკვიდრეობას (ამ საკითხებს ზედა კლასებში გაეცნობი). ადამიანისთვის დამახასიათებელი ზოგიერთი ნიშანი დომინანტურია, ზოგიც – რეცესიული (იხ. დანართი 6, გვ. 147). მაგალითად, ჭორფლიანობა დომინანტური ნიშანია, უჭორფლობა კი – რეცესიული, დომინან-

ტური ალელი განსაზღვრავს კეხიან ცხვირს, რეცესიული კი – სწორ ცხვირს; მიჩნეულია, რომ თვალის მუქ შეფერილობას (მაგალითად, ყავისფერს) დომინანტური ალელი განსაზღვრავს, ღია შეფერილობა (ცისფერი) კი რეცესიული ალელითაა განპირობებული.

როგორ შეიძლება მშობლების გენოტიპის მიხედვით ვიმსჯელოთ შვილების მოსალოდნელი გენოტიპებისა და ფენოტიპების შესახებ? დავუშვათ, ორივე მშობელი ჭორფლიანია და ჰეტეროზიგოტური, ამ ნიშნის მიხედვით როგორი გენოტიპისა და ფენოტიპის შვილებია მოსალოდნელი ამ ოჯახში? ამისთვის, პირველ რიგში, შემოვიტანოთ ამ ნიშნის განმსაზღვრელი ალელების აღნიშვნები: რადგან ვიცით, რომ ჭორფლიანობას დომინანტური ალელი განსაზღვრავს, იგი აღვნიშნოთ, მაგალითად, B-თი, ხოლო უჭორფლობის ალელი – b-თი, მშობლები ამ ნიშნის მიხედვით ჰეტეროზიგოტურები არიან, ანუ მათი გენოტიპი იქნება Bb, ჰეტეროზიგოტური ინდივიდი კი ორი ტიპის გამეტას წარმოქმნის – B და b. ახლა შეგვიძლია შევადგინოთ პენეტის ცხრილი და განვსაზღვროთ შვილებში მოსალოდნელი გენოტიპი და ფენოტიპი (სურ. 5.15). მოსალოდნელია სამი ტიპის გენოტიპის გამოვლენა შემდეგი თანაფარდობით: 1 BB : 2 Bb : 1 bb, ხოლო ორი ტიპის ფენოტიპი ასეთი თანაფარდობით: 3 ჭორფლიანი : 1 უჭორფლო, ანუ ამ ოჯახში 75%-ით (3/4) მოსალოდნელია ჭორფლიანი ბავშვის დაბადება და 25%-ით (1/4) უჭორფლო – ბავშვის.

შესაძლებელია თუ არა ბავშვების ფენოტიპის მიხედვით მშობლების ფენოტიპისა და გენოტიპის განსაზღვრა? დავუშვათ, 50 %-ით მოსალოდნელია ოჯახში როგორც კეხიანი, ისე სწორცხვირიანი ბავშვის დაბადება, ეს შედეგი წარმოდგენილია პენეტის ცხრილში (სურ. 5.16 ა). უნდა განვსაზღვროთ მშობლების გენოტიპები და ფენოტიპები. ნაბიჯი 1: როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, კეხიან ცხვირს დომინანტური ალელი განსაზღვრავს (A), ხოლო სწორ ცხვირს – რეცესიული (a).

♀ \ ♂	B	b
B	BB ჭორფლიანი	Bb ჭორფლიანი
b	Bb ჭორფლიანი	bb უჭორფლო

სურ. 5.15

♀ \ ♂		
	კეხიანი ცხვირი	სწორი ცხვირი
	კეხიანი ცხვირი	სწორი ცხვირი

ა

♀ \ ♂		
	კეხიანი ცხვირი A-	სწორი ცხვირი aa
	კეხიანი ცხვირი A-	სწორი ცხვირი aa

ბ

♀ \ ♂	A	a
a	კეხიანი ცხვირი A-	სწორი ცხვირი aa
a	კეხიანი ცხვირი A-	სწორი ცხვირი aa

გ

♀ \ ♂	A	a
a	კეხიანი ცხვირი Aa	სწორი ცხვირი aa
a	კეხიანი ცხვირი Aa	სწორი ცხვირი aa

დ

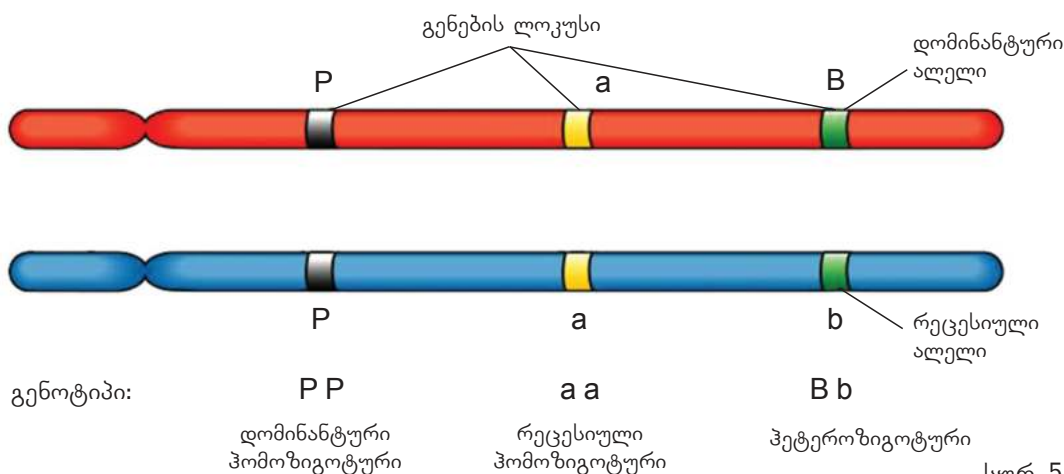
სურ. 5.16

ნაბიჯი 2: პენეტის ცხრილში (სურ.5.16ბ) ჩაწერეთ შვილების გენოტიპები (სწორცხვირიანის გენოტიპი ვიცით, იგი იქნება **aa**, ხოლო კეხიანი ცხვირის გენოტიპში ერთი ალელი აუცილებლად იქნება დომინანტური **A**, მეორე კი მსჯელობის შემდეგ განვსაზღვროთ. ნაბიჯი 3: პენეტის ცხრილში (სურ. 5.16გ) შესაბამის უჯრაში ჩაწერეთ გამეტები, რომლებიც რეცესიულ ალელს შეიცავენ, შემდეგ ეს მიგვანიშნებს, თუ სად უნდა ჩაწეროთ დომინანტური ალელის მატარებელი გამეტა.

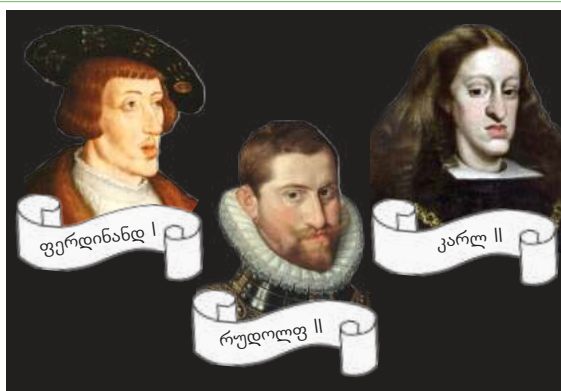
ნაბიჯი 4. უკვე შეგვიძლია კეხიანი ცხვირის გენოტიპის ჩაწერაც (სურ. 5.16 დ). ნაბიჯი 5: მშობლების გენოტიპი და ფენოტიპი იქნება: სწორცხვირიანი დედა – **aa** და კეხიანცხვირიანი მამა – **Aa**.

როგორც იცით, ადამიანს ყველა სომატური უჯრედის ბირთვში აქვს 46 ქრომოსომა, ანუ ჰომოლოგიური ქრომოსომების 23 წყვილი. როგორც სხვა ორგანიზმების, ისე ადამიანის ერთ ქრომოსომაში მრავალი გენია ლოკალიზებული (სურ. 5.17).

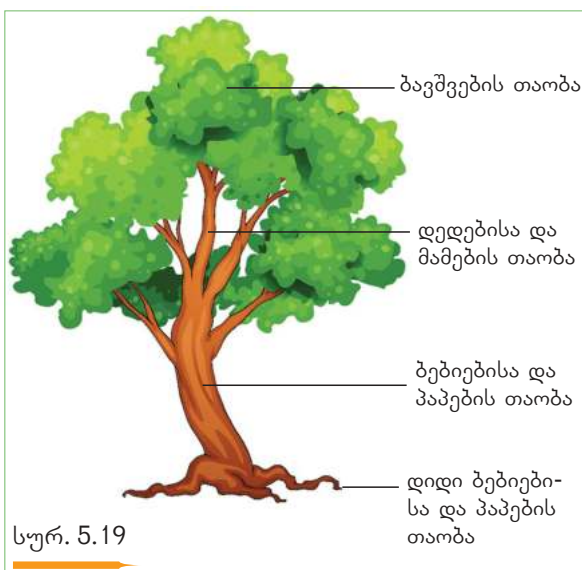
ჰომოლოგიური ქრომოსომების წყვილი



სურ. 5.17



სურ. 5.18



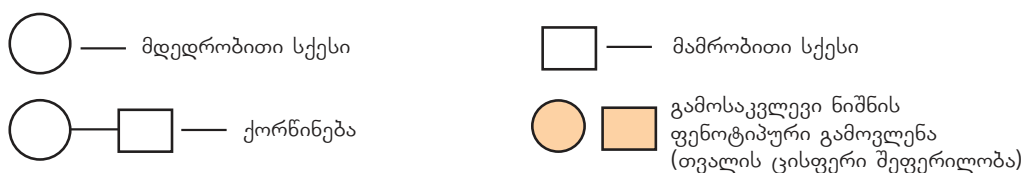
სურ. 5.19

ყველა ადამიანს აქვს გენების განსხვავებული ნაკრები, მათ შორის, შენც გაქვს უნიკალური გენების ნაკრები (თუ არ ხარ იდენტური ტყუპისცალი), რომელიც განაპირობებს ყველა შენს ნიშან-თვისებას. ამ ნიშან-თვისებებიდან ზოგიერთი გარეგნულად შესამჩნევია (მაგალითად, თვალის ფერი), მაგრამ ბევრი ნიშან-თვისება თვალისთვის შეუმჩნეველია (მაგალითად, სისხლის ჯგუფი). გარეგნულად მკვეთრად გამოხატული ზოგიერთი ნიშანი თაობებში გამომჟღავნდება და საგვარეულო ნიშნად იქცევა. მაგალითად, სურათზე (სურ. 5.18) გამოსახულნი არიან ავსტრიის სამეფო დინასტიის* – ჰაბსბურგების – წარმომადგენლები. მათ ყველას ჰქონდათ მსხვილი ქვედა ტუჩი და ვიწრო, წამოწეული ქვედა ყბა.

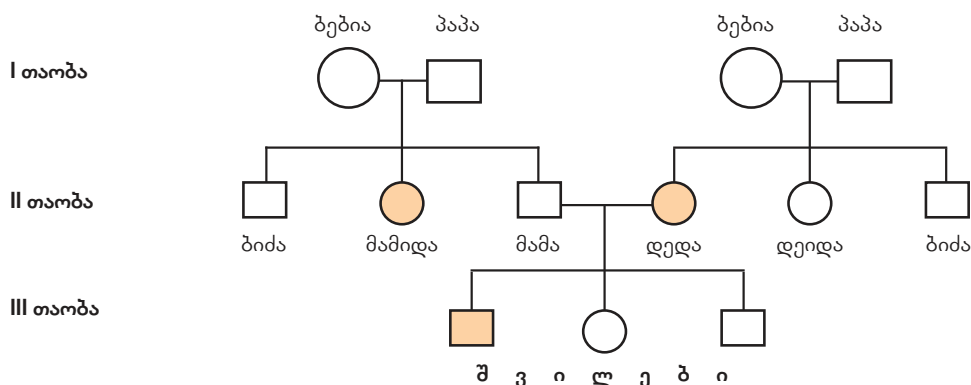
როგორ შეიძლება ჩვენი ოჯახისთვის, გვარისთვის დამახასიათებელი ნიშან-თვისებების გამოსახვა ისე, რომ ყველასთვის გასაგები იყოს? შეიძლება ამ სურვილის განხორციელებაში დაგვეხმაროს, მაგალითად, ე.წ. საგვარტომო ხე (სურ. 5.19)?

საგვარტომო ხეზე კარგად ჩანს, რა ადგილი უკავია თაობებს შორის დიდ ბებიებსა და პაპებს, ბებიებსა და პაპებს, მშობლებს და ა.შ. მაგრამ სად დავწეროთ ოჯახის წევრების სახელები, როგორ და სად აღვნიშნოთ

გენეალოგიური (წარმომავლობითი) სქემის სიმბოლოები



გენეალოგიური სქემის ნიმუში



სურ. 5.20

გამოსაკვლევი ნიშან-თვისება რომელ წევრში გამომჟღავნდება? ამ პრობლემების გადაჭრაში დაგვეხმარება გენეალოგიური სქემა (სურ. 5.20).

ავხსნათ, რა ინფორმაციას გვაძლევს გენეალოგიური სქემა ამ ოჯახში საკვლევი ნიშნის – თვალის შეფერილობის – დამემკვიდრების შესახებ. დავწეროთ ყველა თაობის სავარაუდო გენოტიპი. მსგავსი პრობლემის გადაჭრა ყოველთვის უნდა დავიწყოთ ფენოტიპურად რეცესიული ინდივიდით, რადგან მისი გენოტიპი ცნობილია: რეცესიული ალელი ფენოტიპურად მხოლოდ ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში გამომჟღავნდება. I თაობის გენოტიპები: რადგან ბებია-პაპების ორივე წყვილს ჰყავთ

ფენოტიპურად რეცესიული ნიშნის – ცისფერთვალა (aa) – შვილები, თვითონ კი ყავისფერი თვალები აქვთ. გამოდის, რომ ისინი რეცესიული ალელების მატარებლები არიან, ანუ ჰეტეროზიგოტურები – Aa. შესაბამისად, II თაობის გენოტიპები იქნება: ბიძის (მამის მხრიდან) AA/Aa, მამიდის – aa, მამის – Aa (რადგან მის ერთ შვილს ცისფერი თვალები აქვს, თვითონ რეცესიული ალელის მატარებელი იქნება), დედის – aa, (ცისფერთვალაა), დეიდის – AA/Aa, ბიძის (დედის მხრიდან) – AA/Aa. III თაობის გენოტიპები იქნება: უფროსი ბიჭის – aa, (ცისფერთვალაა), გოგონასი და უმცროსი ბიჭის – Aa (რადგან დედისგან აუცილებლად მიიღებდნენ რეცესიულ ალელს).



გენეალოგიური სქემის შედგენა

დავალების პირობა: რატომ ემსგავსებიან შვილები მშობლებს? იმავდროულად, ერთი და იმავე მშობლების შვილები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან.

შეაგროვე ინფორმაცია შენს ოჯახში ერთი რომელიმე ნიშან-თვისების (მაგ., თვალის ფერის, თვალის ჭრილის, თმის ფერის, ცხვირის ფორმის და ა.შ.) დამემკვიდრების შესახებ მინიმუმ სამ თაობაში (ბებია-პაპა, დედა-მამა, შვილები). დავალების შესასრულებლად ისარგებლე სახელმძღვანელოში მოცემული დანართით (იხ. დანართი 6), გენეალოგიური სქემის სიმბოლოების ნიმუშით (სურ. 5.20) და შეადგინე შენი ოჯახის გენეალოგიური სქემა, სქემაზე აღნიშნე ოჯახის თითოეული წევრის გენოტიპი.

გენეალოგიური სქემის პრეზენტაციის დროს ხაზგასმით წარმოაჩინე:

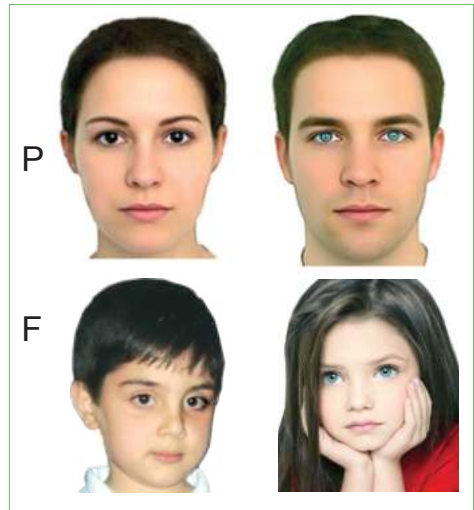
- რომელი სასიცოცხლო თვისება უზრუნველყოფს თაობიდან თაობაზე მემკვიდრეობითი ნიშან-თვისებების გადაცემას?
- რაზეა დამოკიდებული გამოსაკვლევი მემკვიდრეობითი ნიშან-თვისების ფენოტიპური გამოვლენა?
- ექვემდებარება თუ არა ადამიანში ნიშან-თვისებების მემკვიდრული გადაცემა მენდელის მიერ დადგენილ კანონზომიერებებს?

რეკომენდაცია: გენეალოგიური სქემა შესაძლოა წარმოადგინო ფლიპჩარტზე ან ელექტრონულად.



1. როგორი ფენოტიპი უნდა ჰქონდეს ადამიანს, რომ ზუსტად დაასახელო მისი გენოტიპი. მოიყვანე მაგალითი და დაწერე შესაბამისი გენოტიპური ფორმულა.
2. რეზუსდადებითიანი სისხლის მშობლებს შეეძინათ რეზუსუარყოფითიანი ბავშვი. განსაზღვრე მშობლებისა და ბავშვის გენოტიპები.
3. ღია ფერის თმიანი ახალგაზრდა ვაჟი დაქორწინდა მუქთმიან ქალიშვილზე, რომლის მამას ღია ფერის თმა აქვს. მათ შეეძინათ მუქთმიანი ბავშვი. შესაძლებელია თუ არა მათ შეეძინოთ ღია ფერის თმიანი ბავშვი?
4. ადამიანში ექვსთითიანობა დომინირებს მტევნის ნორმალურ აგებულებაზე. განსაზღვრე ნორმალური მტევნის მქონე ბავშვის დაბადების ალბათობა, თუ ორივე მშობელი ჰეტეროზიგოტურია.

5. ალბინიზმი რეცესიული ნიშანია. ოჯახში, სადაც ერთი მშობელი ალბინოსია, ხოლო მეორეს კანის ნორმალური პიგმენტაცია აქვს, დაიბადნენ ტყუპები, რომელთაგანაც ერთი ალბინოსია. როგორია ამ ოჯახში კვლავ ალბინოსი ბავშვის დაბადების ალბათობა?
6. ადამიანში მარჯვენა ხელის უპირატესად ხმარება დომინანტური ნიშანია, მარცხენას ხმარება (ცაცია) კი რეცესიულია. ცაცია მამაკაცი დაქორწინდა ამ ნიშნის მიხედვით ჰეტეროზიგოტურ ქალზე. როგორია ამ ოჯახში ცაცია ბავშვის დაბადების ალბათობა?
7. როგორია მშობლებისა და მათი შვილების გენოტიპები, თუ შავთვალა მამასა და დედას ჰყავს ხუთი შვილი, რომელთაგან ორი ცისფერთვალაა.
8. სურათზე მოცემული ინფორმაციის მიხედვით:
- 1) განსაზღვრე, თვალის შეფერილობის მიხედვით, ალელური გენების როგორი ნაკრები შეიძლება ჰქონდეს ამ ოჯახის ყოველ წევრს?
 - 2) შეადგინე შეჯვარების გენეტიკური სქემა.



- ადამიანში ზოგიერთი ნიშან-თვისების მემკვიდრეობა თაობებში „ემორჩილება“ მენდელის გენეტიკურ კანონზომიერებებს;
- ადამიანთა ოჯახში თაობათა განმავლობაში გარკვეული ნიშან-თვისების მემკვიდრეობის ვიზუალური ასახვა შეიძლება გენეალოგიური სქემით.



რა არის პოპულაციის მრავალფეროვნების მიზეზი და რა მნიშვნელობა აქვს მას?



- **სასიცოცხლო თვისებები:** ცვალებადობა – მემკვიდრული ცვალებადობა (მუტაციები), მოდიფიკაციური ცვალებადობა;
- **ჯანმრთელობა და დაავადება:** გენეტიკური დაავადებები, მათი გამომწვევი მიზეზები და სიმპტომები;
- **ბიომრავალფეროვნება:** ადამიანთა პოპულაციის მრავალფეროვნება;
- **კვლევა:** სტატისტიკური მონაცემების შეგროვება, ანალიზი, დასკვნა; საქმიანობის სფერო – სოფლის მეურნეობა, მედიცინა.

ნებისმიერი პოპულაციის ინდივიდები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან. ანუ ცვალებადობა ცოცხალი სისტემის ზოგადი თვისებაა, რომელიც მემკვიდრეობითობის საპირისპიროა. ინდივიდთა ცვალებადობაზე ვმსჯელობთ მისი ფენოტიპის ცვლილების მიხედვით, ფენოტიპის ცვლილება კი ნიშან-თვისების ცვლილებაში აისახება.

პოპულაციის მრავალფეროვნების ერთ-ერთი მიზეზი, რომელსაც წინა პარაგრაფებში უკვე გაეცანი, სქესობრივი გამრავლებაა, რადგან იგი განაპირობებს გენეტიკური მასალის სხვადასხვა კომბინაციას (ქმნის ახალ გენოტიპებს და იგი, შესაბამისად, იწვევს ფენოტიპურ ცვალებადობას).

წარმოიდგინე, რომ ხელთ გაქვს ნაბეჭდი ტექსტის ორი ფურცელი. ერთი ტექსტი

იდეალურად, უმეცდომოდ არის დაბეჭდილი. მეორე ზუსტად იმავე ტექსტით, მაგრამ ბეჭდური ხარვეზებით – ზოგიერთ სიტყვაში უხეში შეცდომაა და ზოგან კი მთელი ფრაზაა გამოტოვებული. ასეთ სიტუაციაში ასეთ ტექსტს შეიძლება მუტანტური ვუნოდოთ (ლათ. *mutatio* – შეცვლა, გარდაქმნა). ასეთივე სიტუაცია შეიძლება მოხდეს გენებთან მიმართებით. შეცვლილ გენს გენეტიკოსები მუტანტს – მუტაციაცანცდილს უწოდებენ, ხოლო გენის ცვლილების პროცესს – მუტაციას. ამრიგად, გენოტიპის ცვლილება შეიძლება მუტაციებმა გამოიწვიოს. **მუტაცია** არის გენოტიპის შემთხვევითი ცვლილება, რომელიც გამომწვეულია ქრომოსომის რიცხვის, მისი რომელიმე უბნის ან ცალკეული გენის სტრუქტურის ცვლილებით.

მუტაციები შემთხვევითი და სპონტანურია. მუტაციის გამომწვევი ფაქტორებიდან ყველა ორგანიზმისათვის უდიდეს გენეტიკურ საფრთხეს წარმოადგენს რადიაციური გამოსხივება: ულტრაიისფერი და რენტგენის სხივები. ასევე, ადამიანში მუტაციას იწვევს ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერება.

ბუნებაში გავრცელებულია **გენური მუტაციები**. მუტაცია შეიძლება ნებისმიერ დროს ნებისმიერი ნიშან-თვისების განმსაზღვრელმა გენმა განიცადოს. გენური მუტაციის ფენოტიპური გამოვლენა და მისი მემკვიდრეობის ტიპი დამოკიდებულია იმაზე, რეცესიულია მუტაცია თუ დომინანტური.

გენური მუტაციების უმრავლესობა რეცესიულია. მაგალითად, ალბინიზმი რეცესიული ალელური გენითაა გამოწვეული. ამ დროს მუტაცია განიცადა გენმა, რომელიც განაპირობებს პიგმენტ მელანინის სინთეზს კანში, თმებსა (ბუმბულში, ბენვში) და თვალებში. ალბინიზმი გვხვდება ადამიანებში და ცხოველებშიც ფართოდ გავრცელებული მუტაციაა (სურ. 5.21).



სურ. 5.21

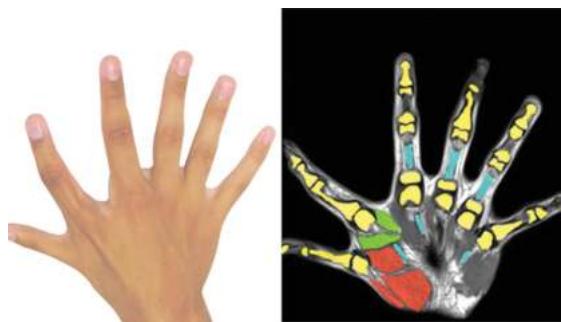
დომინანტური მუტაციითაა გამოწვეული აქონდროპლაზია. ამ მუტაციის ადამიანები დაბლები არიან (კიდურები დამოკლებულია) და აქვთ არაპროპორციული სხეული, გვხვდება როგორც მამაკაცებში, ისე ქალებში (სურ. 5.22). დომინანტური მუტაციითა, აგრეთვე, გამოწვეული ექვსთითიანობა. ამ ნიშნის ფენოტიპური გამოვლენის ხარისხი სხვადასხვანაირია: ექვსი თითი შეიძლება ჰქონდეს ადამიანს ყველა კიდურზე ან ერთზე, ორზე, სამზე (სურ. 5.23).

ზოგიერთი გენური მუტაცია მძიმე გენეტიკურ დაავადებას იწვევს. მაგალითად, ჰანტიგტონის დაავადება (დომინანტური ალელი იწვევს), რომელიც დაკავშირებულია ნერვული სისტემის მოქმედების დარღვევასთან: მოძრაობის კოორდინაციისა და მეტყველების დარღვევა, ყურადღებისა და აზროვნების დასუსტება, უფრო გვიან სტადიაზე, ადამიანმა შესაძლოა, სრულიად დაკარგოს ლაპარაკისა და გადაადგილების უნარი. დაავადება, ჩვეულებრივ, თავს იჩენს 35-40 წლის ასაკში.

მუტაცია გულისხმობს არა მარტო ცვლილებას გენში, არამედ ცვლილებას ქრომოსომათა რაოდენობაშიც. ამ დროს ქრომოსომულ ნაკრებს, ნორმალურთან შედარებით, აკლია ერთი ან მეტი ქრომოსომა, ანდა ერთი ან მეტი ქრომოსომაა დამატებული. ასეთი მუტაციის მიზეზია მეიოზის პროცესის დარღვევა (სურ. 5.24). ზედმეტ ქრომოსომას ორგანიზმი მშობლისაგან იღებს. თუ განაყოფიერების დროს, ვთქვათ, სპერმატოზოიდი, შეხვდა მეო-

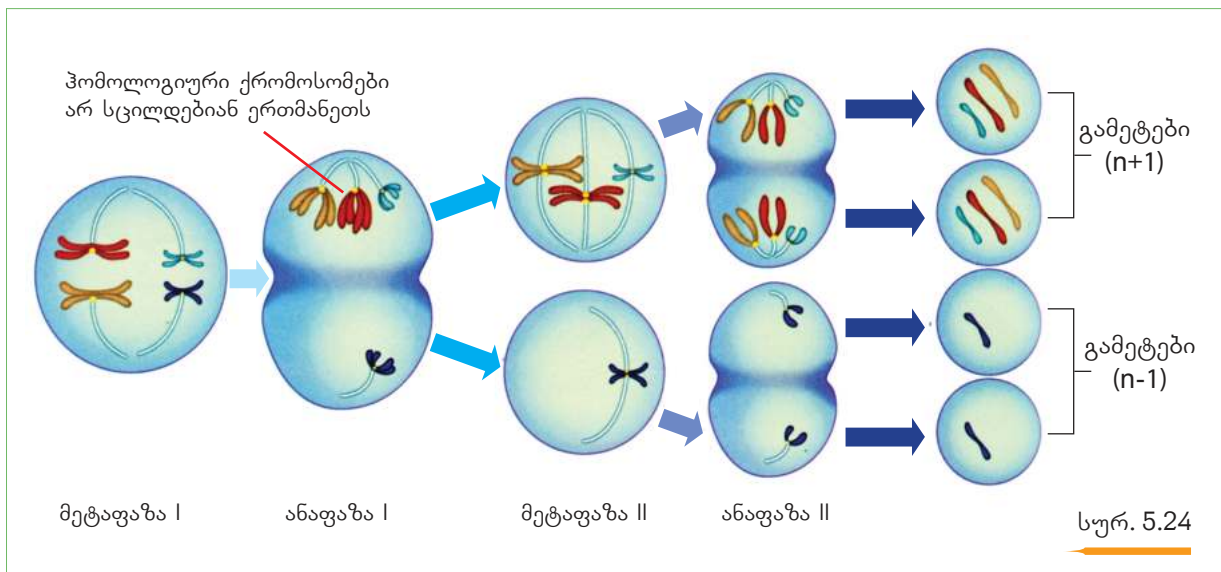


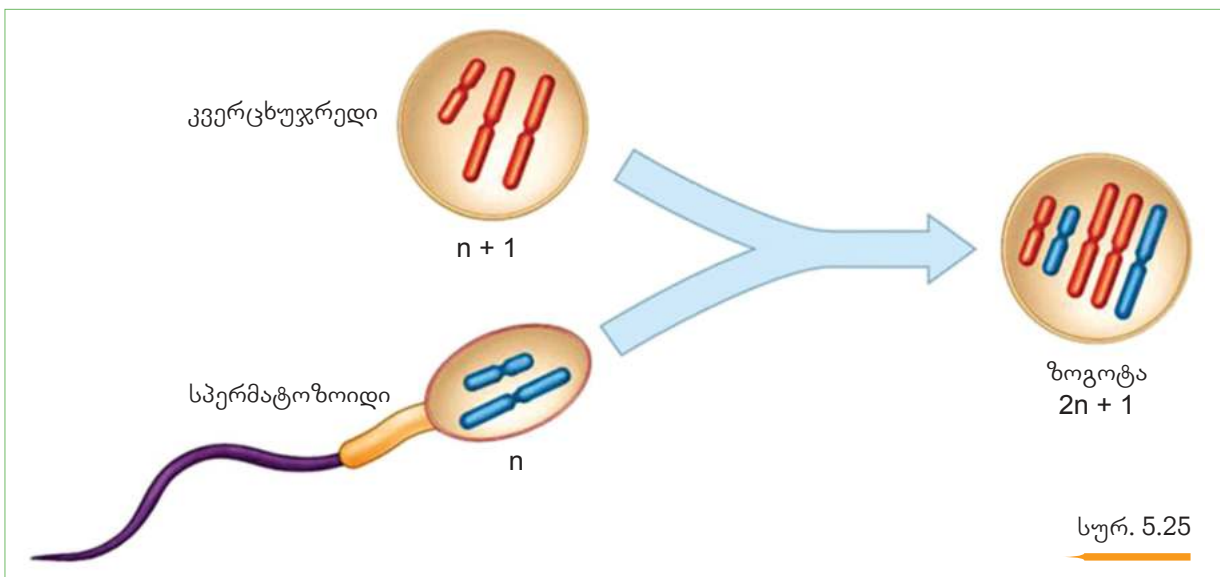
სურ. 5.22



სურ. 5.23

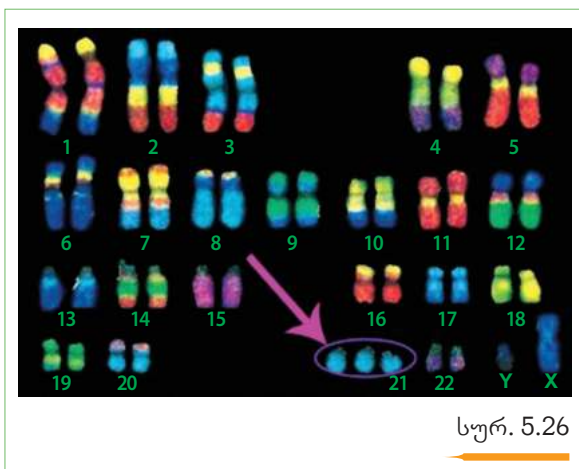
რე მშობლის კვერცხუჯრედს ზედმეტი ქრომოსომით, რომელიმე ქრომოსომულ წყვილში დამატებული იქნება ქრომოსომა ($2n + 1$) (სურ. 5.25).





ქრომოსომების ნორმალური ნაკრებიდან მკვეთრი გადახრა პირველად აღმოაჩინეს **დაუნის სინდრომის** შემთხვევაში. ამ დროს ადამიანს 46 ქრომოსომის ნაცვლად 47 ქრომოსომა აქვს – ერთი ქრომოსომა ქრომოსომების 21-ე წყვილშია დამატებული (სურ. 5.26). ამ სინდრომის სიმპტომებია: დაბალი სიმაღლე, მოკლე ხელ-ფეხი, თვალების დამახასიათებელი ჭრილი, სახის სპეციფიკური გამომეტყველება (სურ.

5.27). დაუნის სინდრომის მქონე ადამიანთა უმეტესობას აქვს მსუბუქიდან საშუალო ხარისხის ინტელექტუალური განვითარების შეფერხება, რაც განაპირობებს სწავლის ნელ ტემპს, თუმცა არ გამოიწვევს განვითარების, ახალი უნარების შეძენის, დამოუკიდებელი ცხოვრებისა და ფუნქციონირების შესაძლებლობებს. ბავშვები ასეთი სინდრომით საკმაოდ ხშირად იზადებიან — 800-1000 ახალშობილზე ერთია.



ყველა მუტაცია არ არის საზიანო. ბევრ მათგანს სარგებლობა მოაქვს ორგანიზმისთვის და ხელს უწყობს მის შეგუებულობას საარსებო გარემოსთან. ზოგიერთი მუტაცია საზიანოა ორგანიზმისთვის ერთ გარემოში, მაგრამ სასარგებლოა სხვა გარემოში. ზოგიერთი მუტაცია ხელს უწყობს პოპულაციაში ინდივიდების რაოდენობის ზრდას, პოპულაცი-

ის მიერ ახალი ტერიტორიის დაკავებასა და ახალი სახეობის წარმოქმნასაც კი.

დიდფოთოლა ჰორტენზია ფართოდ გავრცელებული ბუჩქოვანი დეკორატიული მცენარეა. მისი ყვავილების შეფერილობის განმსაზღვრელი გენის ფენოტიპური გამოვლენა დამოკიდებულია ნიადაგის მჟავიანობაზე, რის გამოც გვხვდება ვარდისფერი,



სურ. 5.28

მოლურჯო ცისფერი და თეთრი შეფერილობის ჰორტენზიის ყვავილები (სურ. 5.28). სუსტ ტუტე pH-ზე ყვავილები ვარდისფერია, ხოლო სუსტ მჟავე pH-ზე – ცისფერი ან ლურჯი შეფერილობის. თუ უნდათ, ერთ ბუჩქზე სხვადასხვა ფერის ყვავილები განვითარდეს, ადრე გაზაფხულიდან ორ კვირაში ერთხელ ბუჩქის ერთ მხარეს ნიადაგში რკინის მარილები ან ლიმონის მჟავა, ან მჟავე მინერალური სასუქები – ამონიუმის სულფატი, კალიუმის სულფატი) – შეაქეთ.

ამრიგად, პოპულაციის მრავალფეროვნებას, გენეტიკური საფუძვლების გარდა, სხვა მიზეზიც აქვს. ზოგიერთი ნიშანი არის როგორც გენების, ისე გარემოს ზემოქმედების შედეგი. მაგ., ლობიოს აღმონაცენს აქვს გენები, რომლებიც განაპირობებს ქლოროფილის არსებობას და აღმონაცენს აძლევს მწვანე ფერს, მაგრამ ეს არ მოხდება, თუ მათზე არ იმოქმედებს გარკვეული ინტენსივობის განათება. ახალგაზრდა ძუძუმწოვარს აქვს გენები, რომლებიც აუცილებელია მყარი ჩონჩხის განვითარებისათვის, მაგრამ მყარი ჩონჩხი არ განვითარდება, თუ მის საკვებ რაციონში არ იქნება კალციუმი. ამ შემთხვევაში ორგანიზმის ფენოტიპური ცვლილება გენოტიპის შეცვლით არ არის გამოწვეული, ეს არის შეძენილი ნიშან-თვისება, შესაბამისად, მემკვიდრეობით არ გადაეცემა. გენოტიპის შეცვლის გარეშე ფენოტიპების მრავალფეროვნებას, რომელიც წარმოიქმნება ორგანიზმებში გარემო პირობების გავლენით, **მოდIFIკაციურ ცვალებადობას** უწოდებენ. ამრიგად, **ნიშან-თვისებები ვითარდება გენოტიპისა და გარემო პირობების ურთიერთქმედებით.**

მოდIFIკაციური ცვალებადობა ადამიანთა პოპულაციების მრავალფეროვნებას კიდევ

უფრო მეტად ზრდის. მაგალითად, სხეულის მასა იცვლება კვებაზე დამოკიდებულებით, ჭორფლიანობას იწვევს დომინანტური ალელური გენი, მაგრამ მისი გამოვლენის ხარისხი მზიან გარემოში ადამიანის ყოფნის ხანგრძლივობაზეა დამოკიდებული და ა.შ. ზოგიერთი ნიშანი კი არ იცვლება გარემოს ზემოქმედების შედეგად, მაგალითად, სისხლის ჯგუფი – ადამიანს შეიძლება ჰქონდეს A, B, AB ან O ჯგუფის სისხლი გარემოს ნებისმიერ პირობებში.

უფრო ხშირად მოდიფიკაციური ცვალებადობა შექცევადია, როდესაც გამომწვევი ფაქტორი აღარ მოქმედებს, ცვლილება თანდათან ქრება. მაგალითად, ავიტამინოზით გამოწვეული დაავადების სიმპტომები ქრება შესაბამისი ვიტამინების მიღების შედეგად, რუჯი ქრება, როდესაც კანზე მზის კაშკაშა სხივები აღარ მოქმედებს.

მოდIFIკაციური ცვალებადობა შეიძლება იყოს შეგუებითი ხასიათის. მაგალითად,



1. დააკვირდი სურათზე წყლის მცენარე ისარას სხვადასხვა ფორმის ფოთლების განლაგებას. როგორ ფიქრობ, გარემოს რომელი ფაქტორი არის ფოთლის ამ ვარიაციების გამომწვევი? ამ ფაქტორის ინტენსივობის ცვლილება როგორ მოქმედებს ფოთლის ფორმის ცვლილებაზე?





სურ. 5.29

ყარყუმი ზაფხულში



ყარყუმი ზამთარში

გნოლი, ყარყუმი, ყარსარი ზამთარში თეთრია, ზაფხულში კი – არა (სურ. 5.29). ზოგიერთ მწერს, თევზს, ამფიბიას, ქვეწარმავლს გარემოს ფონის შესაბამისად ეცვლება სხეულის

შეფერილობა. მოდიფიკაციური ცვალებადობის შეგუებულობითი მნიშვნელობის შესახებ უფრო მეტს შეიტყობ ეკოლოგიასთან დაკავშირებული საკითხების შესწავლის დროს.



ადამიანთა პოპულაციის მრავალფეროვნების კვლევა

დავლების პირობა: პოპულაცია არის მრავალფეროვანი – ერთი სახეობის/პოპულაციის ინდივიდები მრავალი ნიშან-თვისებით განსხვავდებიან ერთმანეთისგან, მათგან ზოგიერთი ნიშან-თვისება მემკვიდრეობითა და ზოგიც – ორგანიზმს ცხოვრების განმავლობაში აქვს შეძენილი. გაცანი დანართ 6-ში მოცემულ ადამიანის ზოგიერთი ნიშან-თვისების ფენოტიპური გამოვლენის ბუნებას, მათგან შეარჩიე 4-5 ნიშანი, რომლებიც გარეგნულად ყველაზე მკვეთრად გამოიხატება და გამოიკვლიე სკოლის მოსწავლეებს შორის/შენი უბნის მოსახლეობაში ამ ნიშან-თვისებების ფენოტიპური გამოვლენა.

წარმოადგინე **კვლევის ანგარიში**, რომელშიც იქნება მონაცემების ცხრილი, დიაგრამა (სვეტოვანი ან წრიული), რომელიც ასახავს გამოკვლეული თითოეული ნიშან-თვისების ფენოტიპური გამოვლენის პროცენტს, კვლევის შედეგების ანალიზი: 1) როგორი პროცენტული მაჩვენებლითაა წარმოდგენილი თითოეული ნიშან-თვისების ფენოტიპური გამოვლენა? 2) გამოკვლეული ნიშან-თვისებებიდან რომელი ვლინდება ფენოტიპურად უფრო ხშირად შენ მიერ გამოკვლეულ პოპულაციაში? იშვიათად? 3) დომინანტური ნიშან-თვისებები უფრო ხშირად მჟღავნდება თუ რეცესიული? ახსენი, რატომ?

კვლევის ანგარიშის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინე:

- რაში გამოიხატება ერთი სახეობის პოპულაციის მრავალფეროვნება?
- რა კავშირია სასიცოცხლო თვისებებს - მემკვიდრეობითობასა და გამრავლებას შორის?
- რა არის პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნების მიზეზი?
- რა მნიშვნელობა აქვს პოპულაციის გენეტიკურ მრავალფეროვნებას?
- კვლევის ეტაპები რა თანმიმდევრობით განახორციელე და რა მნიშვნელობა ჰქონდა ამ თანმიმდევრობას?
- რაში გამოიხატება შენ მიერ გამოკვლეული ადამიანთა პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნება?

რეკომენდაცია: გამოიყენეთ ქვემოთ მოცემული მონაცემების ცხრილი

ნიშან-თვისება		მოსწავლეების რაოდენობა, რომელთაც აქვთ დომინანტური ფენოტიპი	მოსწავლეების რაოდენობა, რომელთაც აქვთ რეცესიული ფენოტიპი	დომინანტური ფენოტიპის % - ული მაჩვენებელი	რეცესიული ფენოტიპის % - ული მაჩვენებელი
დომინანტური	რეცესიული				
მუქი თმები (A)	ღია ფერის თმები (a)	×	×	×	×
მუქი თვალები (B)	ღია ფერის თვალები (b)	×	×	×	×
თავისუფალი ყურის ბიბილო (E)	შეზრდილი ბიბილო (e)	×	×	×	×
ღრმული ლოყებზე (D)	არ არის ღრმული (d)	×	×	×	×
ჭორფლი (C)	უჭორფლო (c)	×	×	×	×



გენეტიკის განვითარებამ ხელი შეუწყო სამედიცინო გენეტიკის განვითარებას. **სამედიცინო გენეტიკა** შეისწავლის ადამიანის გენეტიკურ დაავადებებს, მათ მემკვიდრეობასა და წარმოშობის საკითხებს, სახავს ამ დაავადებათა დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის საშუალებებს. **გენური თერაპია** თანამედროვე მედიცინის ყველაზე იმედის მომცემი დარგია გენეტიკური დაავადებების სამკურნალოდ. მას საფუძვლად უდევს თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით გენების დონეზე ჩატარებული მანიპულაციები (მაგალითად, დაავადების გამომწვევი ალელის ნორმალური ალელით ჩანაცვლება).

მოდიფიკაციური ცვალებადობის შესწავლას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. მოდიფიკაციური ცვალებადობის კანონზომიერებების ცოდნა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სოფლის მეურნეობისთვის. კულტურულ მცენარეებსა და შინაურ ცხოველებში პროდუქტიულობის გაზრდა შესაძლებელია მათი საარსებო პირობების გაუმჯობესებით. მოდიფიკაციური ცვალებადობის კანონზომიერებებს ითვალისწინებენ მედიცინაშიც. ჯანმრთელი ადამიანის ალზჰეიმერის საჭიროა კვების, ფიზიკური ვარჯიშის სწორი რეჟიმისა და ჰიგიენური მოთხოვნილებების დაცვა, ანუ ჯანსაღი ცხოვრების წესის დაცვა.



- რა არის გენური მუტაცია? მოიყვანეთ გენური მუტაციის მაგალითები.
- სქესობრივი გამრავლება რატომ იწვევს პოპულაციაში ინდივიდებს შორის განსხვავებას?
- როგორ ფიქრობ, ქრომოსომების 21-ე წყვილის ნაცვლად სხვა წყვილში თუ დაემატებოდა 1 ქრომოსომა, იმავე სიმპტომებს გამოიწვევდა? შენი პასუხი დაასაბუთე არგუმენტირებული მსჯელობით.
- 21 მარტი აღინიშნება დაუნის სინდრომის საერთაშორისო დღედ. ჩვენი სახელმწიფო, არასამთავრობო ორგანიზაციები, ექიმები და უფროსკლასელი მოსწავლეებიც ამ დღეს სხვადასხვა აქტივობით ეხმიანებიან. 1) როგორ ფიქრობ, რა არის დაუნის სინდრომის დღისადმი მიძღვნილი კამპანიის მიზანი? 2) აღწერე, შენ ამ კამპანიაში რა აქტივობით ჩაერთვებოდი?
- წარმოიდგინე, რომ პოპულაციაში მუტაციის შედეგად გაჩნდა ძალიან მძიმე დაავადების გამომწვევი დომინანტური ალელი. ახსენი, შეიძლება ძალიან სწრაფად გაქრეს ეს ალელი პოპულაციიდან? პასუხი დაასაბუთე არგუმენტირებული მსჯელობით.
- ზოგჯერ სიტყვა „დომინანტური“ გაგებულება ისე, რომ დომინანტური ალელი აუცილებლად რეცესიულ ალელზე სასარგებლოა ორგანიზმისთვის და რომ პოპულაციაში ხშირად გვხვდება. ეთანხმები თუ არა ასეთ მოსაზრებას? რატომ?
- რა მნიშვნელობა აქვს პოპულაციის გენეტიკურ მრავალფეროვნებას?



- პოპულაციის მრავალფეროვნებას განაპირობებს გენეტიკური და მოდიფიკაციური ცვალებადობა;
- პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნების მიზეზია სქესობრივი გამრავლების შედეგად წარმოქმნილი გენების ახალი კომბინაცია და მუტაციები;
- პოპულაციის მრავალფეროვნება ზრდის მისი შეგუების შესაძლებლობას ცვლად საარსებო პირობებთან, ხელს უწყობს ახალი პოპულაციებისა და სახეობების წარმოქმნას;
- ფენოტიპი ყალიბდება გენოტიპისა და გარემო ფაქტორების ურთიერთქმედების შედეგად;
- ორგანიზმის საერთო გარეგნობა არის მშობლებისგან მემკვიდრეობით მიღებული ნიშან-თვისებებისა და გარემოს ზემოქმედების შედეგად შექმნილი ნიშან-თვისებების ერთობლიობის შედეგი.

ეკოლოგიის საფუძვლები



როდესაც პირველი კოსმონავტები გაფრინდნენ კოსმოსში და გადმოიხედეს, რომ დაენახათ თავიანთი მშობლიური პლანეტა, ისინი გაოცდნენ მისი სილამაზით: კოსმოსის ბნელ ფონზე ჩანდა უზარმაზარი მწვანე კონტინენტები და მოციმციმე ფირუზისფერი ოკეანეები. სხვა პლანეტებთან შედარებით, დედამიწა საოცარი სანახაობა იყო.

მაგრამ არა მარტო სილამაზე ანიჭებს ჩვენს პლანეტას განსაკუთრებულობას, არამედ სხვა პლანეტებიდან გამოირჩევა მასზე სიცოცხლის არსებობით. მთელ პლანეტაზე ცოცხალი გადაკრულია ქსელივით, საიდანაც გამოდის უამრავი ერთმანეთში გადახლართული ძაფი. ცოცხალი არსებები მუდმივად ზემოქმედებენ ერთმანეთზე და გარემომცველ გარემოზე. ამ ურთიერთქმედებაზეა დამოკიდებული მათი სიცოცხლე და მთელ დედამიწაზეც ახდენს გავლენას.

ამ თემაში შენ გაეცნობი და გამოიკვლეო ურთიერთქმედებებს, რომლებიც მნიშვნელოვანია როგორც ორგანიზმების სიცოცხლისათვის, ისე მთელი პლანეტისთვის; გასცემ პასუხს კითხვებზე: რატომ არის მნიშვნელოვანი ორგანიზმების მრავალფეროვნების შენარჩუნება? რატომ არის მნიშვნელოვანი გარემოს დაცვა და რით უკავშირდება იგი მდგრადი განვითარების* პრინციპებს?

5.7.

ეკოსისტემის კომპონენტები

რა სტრუქტურული კომპონენტებისაგან შედგება ეკოსისტემა?



- **სტრუქტურა და ფუნქცია:** ბიოლოგიური სისტემები – ორგანიზმი, პოპულაცია, ბიოცენოზი, ეკოსისტემა, ბიოსფერო.
- **კვლევა:** მონაცემების ანალიზი, მათემატიკური გამოთვლები.

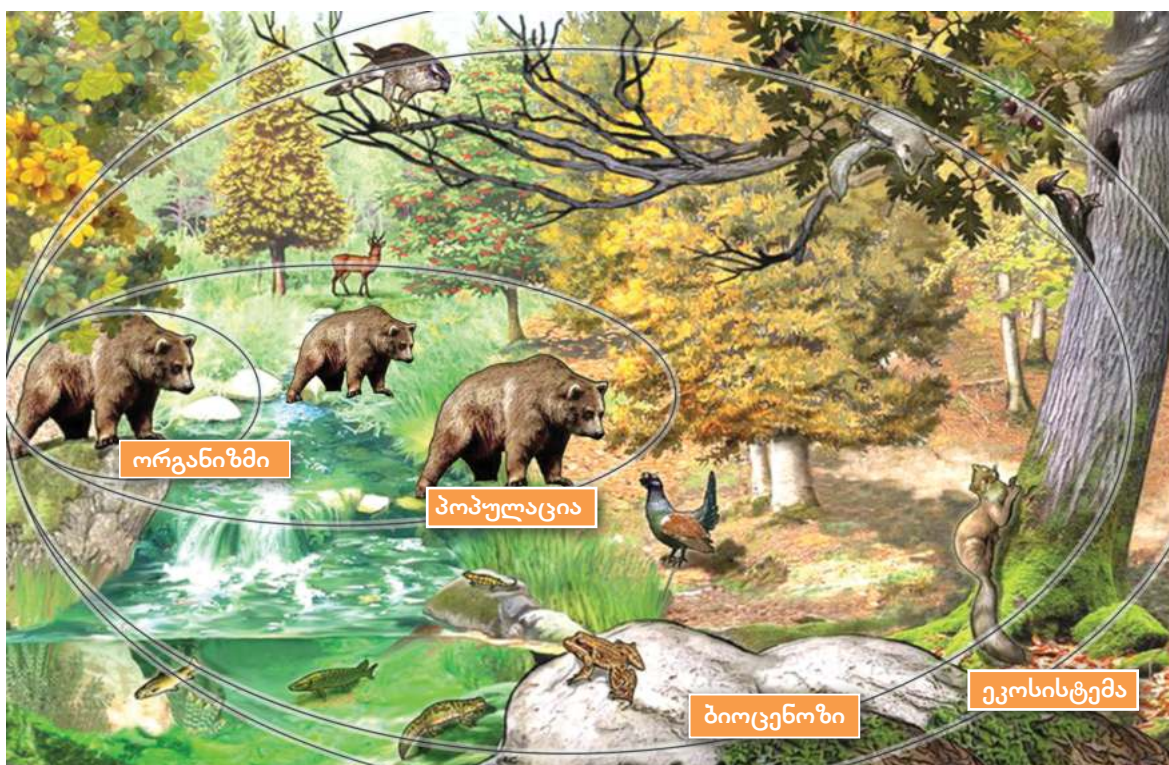


- რა არის სახეობა და რა – პოპულაცია? რა განსხვავებაა მათ შორის?
- რა ნიშნებით შეიძლება პოპულაციის დახასიათება?

ტერმინი **ეკოლოგია** (ბერძ. „oikos“ – სახლი, „ლოგოს“ – მეცნიერება) 1866 წელს შემოიტანა გერმანელმა მეცნიერმა ჰეკელმა. ამ ტერმინის წარმომავლობას აქვს ის აზრი, რომ თუ შენ დედამიწაზე ფიქრობ, როგორც სახლზე, მაშინ აქ მცხოვრები ყველა ორგანიზმი ამ სახლის წევრია.

ეკოლოგია არის ბიოლოგიის დარგი, რომელიც შეისწავლის ურთიერთქმედებას ორგანიზმებს შორის, ორგანიზმებსა და საარსებო გარემოს შორის. ეკოლოგიური თვალსაზრისით, გარემო წარმოადგენს საარსებო პირობების კომპლექსს, რომელიც ამა თუ იმ ხარისხით მოქმედებს ორგანიზმების ცხოველქმედებაზე. საარსებო გარემოს მიეკუთვნება ის ელემენტები, რომლებთანაც მოცემული ორგანიზმი პირდაპირ ან არაპირდაპირ ურთიერთქმედებს. გარემოს პირობების ერთობლიობას, რომელიც ორგანიზმს უზრუნველყოფს საკვებით, თავშესაფრითა და გამრავლებისთვის საჭირო ადგილით, **საარსებო გარემო ეწოდება**.

ყველა სახეობა გარემოში არსებულ გარკვეულ პირობებთან არის შეგუებული. მაგალითად, მურა დათვის პოპულაციისთვის საარსებო გარემოში – ტყეში – ძალიან მნიშვნელოვანია საკვები, საარსებო სივრცე, კონკურენტები, დაავადების გამომწვევები, კლიმატური პირობები და ა.შ. (სურ. 5.30).



სურ. 5.30



სურ. 5.31

ეკოლოგები ბუნებას შეისწავლიან ორგანიზაციის სხვადასხვა დონეზე, ორგანიზმიდან დაწყებული მთელი ბიოსფეროს ჩათვლით (სურ. 5.31). თითოეულ დონეზე რთული ურთიერთობებია ორგანიზმებს შორის, ცოცხალსა და არაცოცხალ ბუნებას შორის.

- **ორგანიზმი** – ცალკეული ცოცხალი არსება, მაგალითად, ლოსი.

- **პოპულაცია** – გარკვეულ არეალში ერთი სახეობის ყველა ინდივიდის ერთობლიობა (მაგალითად, ლოსის პოპულაცია).

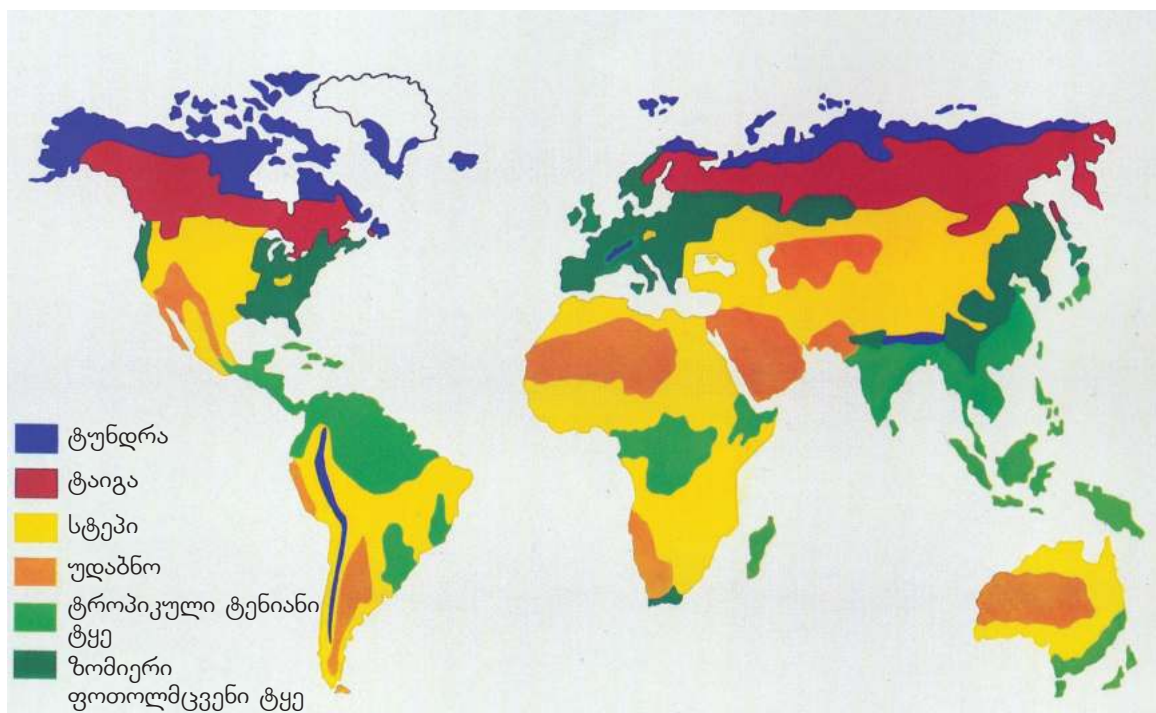
- **ბიოცენოზი, ანუ თანასაზოგადოება** – გარკვეულ ტერიტორიაზე ბინადარი ყველა პოპულაციის ერთობლიობა (მაგალითად, ლოსის, დათვის, კურდღლის, წიწვოვანი და ბალახოვანი მცენარეების, ხავსებისა და სხვა პოპულაციების) – ცოცხალი ორგანიზმების მიერ წარმოქმნილი თვითმარეგულირებელი ბიოლოგიური სისტემა. ყოველი ბიოცენოზი ხასიათდება განსხვავებულ სახეობათა შემადგენლობითა და მრავალფეროვნებით.

- **ეკოსისტემა** – ეს არის დედამიწის გარკვეულ ნაწილში არსებული ყველა პოპუ-

ლაციისა და არაცოცხალი ფაქტორების ერთობლიობა. **ამრიგად, ეკოსისტემა შედგება ცოცხალი (ბიოტური) და არაცოცხალი (აბიოტური) კომპონენტებისაგან.** სხვადასხვა ეკოსისტემა ერთმანეთისგან განსხვავდება აბიოტური ფაქტორებითა და, შესაბამისად, სახეობათა შემადგენლობით. მაგალითად, წიწვოვანი ტყის, ფართოფოთლოვანი ტყის, ჭაობის, უდაბნოს, ზღვისა და ოკეანის ეკოსისტემები ერთმანეთისგან განსხვავდება აბიოტური ფაქტორებითა და სახეობრივი შემადგენლობით.

- **ბიომი** – გაერთიანებებია, რომლებიც მოიცავენ მსგავსი კლიმატისა და ეკოსისტემების ფართო გეოგრაფიულ არეს. განასხვავებენ ხმელეთის ექვს ძირითად ბიომს: ტუნდრა, ტაიგა, ზომიერი ფოთოლმცვენი ტყეები, ტროპიკული ტენიანი ტყეები, სტეპები და უდაბნოები (სურ.5.32).

- **ბიოსფერო** – ცოცხალი ორგანიზმებით დასახლებული დედამიწის ნაწილი, ანუ ცოცხალი და არაცოცხალი ბუნების რთული ურთიერთქმედების შედეგად ჩამოყალიბებული სხვადასხვა ეკოსისტემის ერთობლიობა.



სურ. 5.32

ეკოლოგები ურთიერთობებს შეისწავლიან ორგანიზაციის ყველა დონეზე და ასევე, სხვადასხვა დონეს შორის. მაგალითად, მეცნიერები სწავლობენ არა მარტო მურა დათვის პოპულაციის ინდივიდებს შორის

დამოკიდებულებას, არამედ მურა დათვისა და მდინარის თევზებს, მურა დათვისა და ტყის ქათამს შორის ურთიერთობებს, მურა დათვისა და არაცოცხალ ბუნებას შორის (სურ. 5.30).



ეკოსისტემის კვლევა კვადრატის მეთოდით

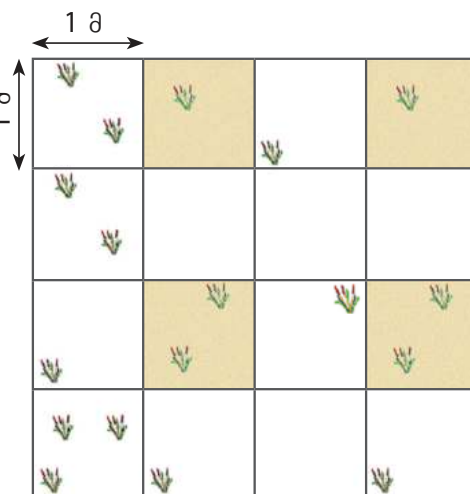
ბიოცენოზის მდგომარეობის შესწავლის მიზნით, ეკოლოგები იკვლევენ მასში შემავალ პოპულაციებს სხვადასხვა მახასიათებლით. მაგალითად, რიცხოვნობის, ასაკობრივი და სქესობრივი შემადგენლობის, დაკავებული ტერიტორიის ფართის მიხედვით. ბიოცენოზის გამოსაკვლევად ეკოლოგები სხვადასხვა მეთოდსა და ხელსაწყოებს იყენებენ. მათ შორის ერთ-ერთი კვადრატებად დაყოფის მეთოდია. დიდ ფართობზე ალალებდნენ/შემთხვევითობის პრინციპით, მოხაზავენ კვადრატებს და იღებენ სინჯებს. მაგალითად, დაითვლიან თითოეულ კვადრატში რამდენი სახეობის ცხოველი და მცენარეა; თითოეულ პოპულაციაში რამდენი ინდივიდია. სიზუსტისათვის რამდენიმე სინჯს იღებენ და გამოიანგარეშებენ საშუალო სიდიდეს.

აქ წარმოდგენილი მაგალითის შემთხვევაში, მეცნიერებმა კვადრატის მეთოდის გამოყენებით შეისწავლეს მინდორში ბუჩქოვანი მცენარის პოპულაცია. მარტივი ფორმულის გამოყენებით შეიძლება პოპულაციის რიცხოვნობის შეფასება: $T = NA$

T = მთელი პოპულაციის რიცხოვნობა

N = დათვლილი ინდივიდების საერთო რიცხვი/კვადრატების რიცხვი

A = საერთო ფართი/კვადრატის ფართობი



მაგალითად, სურათზე წარმოდგენილი ყოველი შეფერადებული უბანი წარმოადგენს კვადრატს. ოთხ კვადრატში დათვლილია ექვსი ბუჩქი, ყოველი კვადრატის ფართი არის 1 მ². გამოსაკვლევი მინდვრის ფართი არის 200 მ².

$$T = 6/4 \times 200\text{მ}^2/1\text{მ}^2 = 1,5 \times 200 = 300$$

T = 300 ინდივიდი = მინდორში ბუჩქის პოპულაციის რიცხოვნობა

პოპულაციის რიცხოვნობის განსაზღვრა:

ქვემოთ მოცემული თითოეული მაგალითისთვის გამოთვალე პოპულაციის რიცხოვნობა. გამოიყენე ფორმულა და აჩვენე გამოთვლა.

1. **გამოთვალე** – მეცნიერებმა გამოიყენეს 2 მ²-ის ფართის კვადრატი, რომ გამოეთვალათ მინდორში გვირილების პოპულაციის რიცხოვნობა. 15 კვადრატში დაითვალეს 173 ინდივიდი. მინდვრის საერთო ფართია 250 მ².

2. **გამოთვალე** – მეცნიერებმა გამოიყენეს 0,25 მ²-ის ფართის კვადრატი, რომ გამოეთვალათ მინდორში ბაბუნაწვერების პოპულაციის რიცხოვნობა 500 მ² ფართზე. 10 კვადრატში დაითვალეს 63 ბაბუნაწვერა.



სამუშაო კვლევა

ამოირჩიე ქვემოთ მოცემული შენთვის სასურველი კვლევის ვარიანტი და ჩაატარე სავსე კვლევა, დაწერე კვლევის ანგარიში და წარმოადგინე. ანგარიშში უნდა ჩანდეს შენი მათემატიკური გამოთვლები (სასურველია, ანგარიშს დაურთო ფოტოები).

1. შენი საცხოვრებელი რეგიონის ბუნებრივ პირობებში (ტყე, პარკი, მინდორი) კვადრატის მეთოდის გამოყენებით გამოიკვლიე ბალახოვანი მცენარეებისა და უხერხემლო ცხოველების სახეობრივი მრავალფეროვნება.

2. შენი საცხოვრებელი რეგიონის ბუნებრივ პირობებში (ტყე, პარკი, მინდორი) კვადრატის მეთოდის გამოყენებით გამოიკვლიე ბალახოვანი მცენარის ან უხერხემლო ცხოველის რომელიმე პოპულაციის რიცხოვნობა.

3. სკოლის ლაბორატორიაში შესაბამისი სენსორების არსებობის შემთხვევაში, შენი საცხოვრებელი რეგიონის ბუნებრივ პირობებში (ტყე, პარკი, მინდორი) კვადრატის მეთოდის გამოყენებით გამოიკვლიე განათების ინტენსივობის, ნიადაგის ტენიანობისა და pH-ის საშუალო მაჩვენებელი.



1. რას შეისწავლის ეკოლოგია?
2. ორგანიზაციის რომელ დონეებზე იკვლევენ ეკოლოგები ბუნებას?
3. რა კომპონენტებისგან შედგება ეკოსისტემა?
4. რა განსხვავებაა პოპულაციასა და თანასაზოგადოებას შორის? თანასაზოგადოებასა და ეკოსისტემას შორის?
5. რა მახასიათებლებით შეიძლება ბიოცენოზის დახასიათება?
6. რა ნიშნების მიხედვით იკვლევენ პოპულაციას?
7. როგორ ფიქრობ, რაზე შეიძლება მიუთითებდეს პოპულაციაში რიცხოვნობის შემცირება? პოპულაციაში ასაკოვანი ინდივიდების სიჭარბე?
8. როგორ იმოქმედებს პოპულაციის შემდგომ განვითარებაზე სქესობრივი შემადგენლობის დარღვევა?



- ეკოლოგია, როგორც მეცნიერება, შეისწავლის: 1) ეკოსისტემების განვითარების კანონზომიერებებს, 2) ეკოსისტემაში ორგანიზმებისა და არაცოცხალი ბუნების ურთიერთქმედებას, 3) თანასაზოგადოებისა და ბიოსფეროს განვითარებას;
- სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის პერიოდში იგი არის ბუნების დაცვისა და ეკოსისტემების მართვის საფუძველი.



რა გავლენას ახდენს ეკოლოგიური ფაქტორის ინტენსივობა პოპულაციაზე?



- **სასიცოცხლო თვისებები:** ადაპტაცია — მოდიფიკაციური ცვალებადობა და ეკოლოგიური ფაქტორები (აბიოტური, ბიოტური, ანთროპოგენური), ოპტიმუმი, გამძლეობის ზედა და ქვედა ზღვარი;
- **კვლევა:** მონაცემების ანალიზი, დასკვნა



- დაასახელე ცვალებადობის ფორმები;
- რა მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმისთვის მოდიფიკაციურ ცვალებადობას?

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

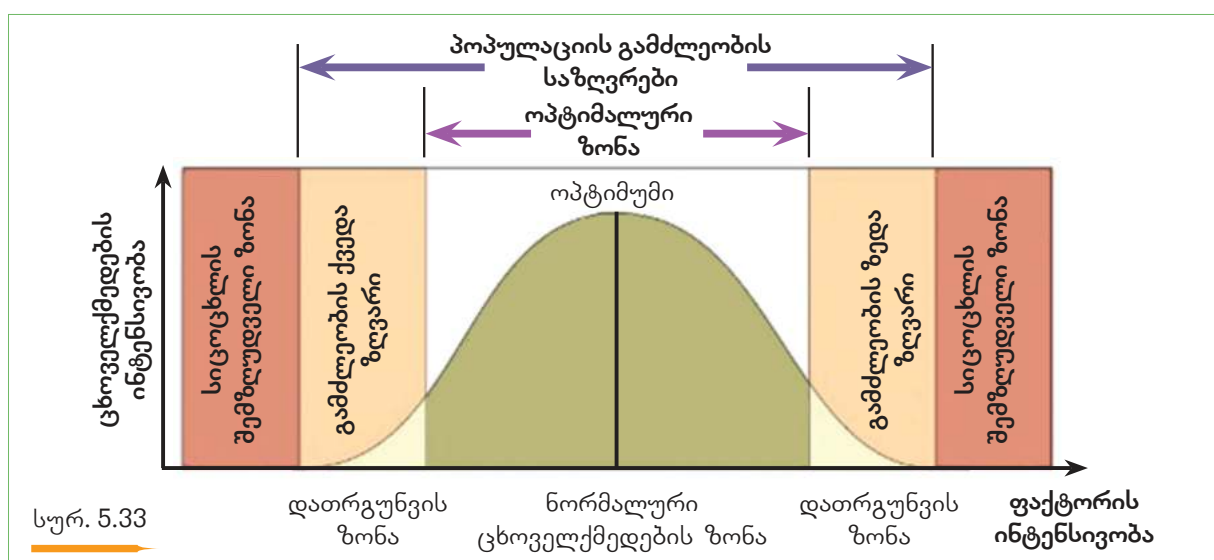
აბიოტური ფაქტორებია არაცოცხალი ბუნების ყველა ის კომპონენტი, რომლებიც გავლენას ახდენს ორგანიზმებზე: კლიმატური ფაქტორები (ტემპერატურა, სინათლე, ტენიანობა, ჰაერის მასების მოძრაობა (ქარი), წნევა, ნალექები), ნიადაგის, ატმოსფეროს, წყლის ქიმიური შედგენილობა და ა.შ.

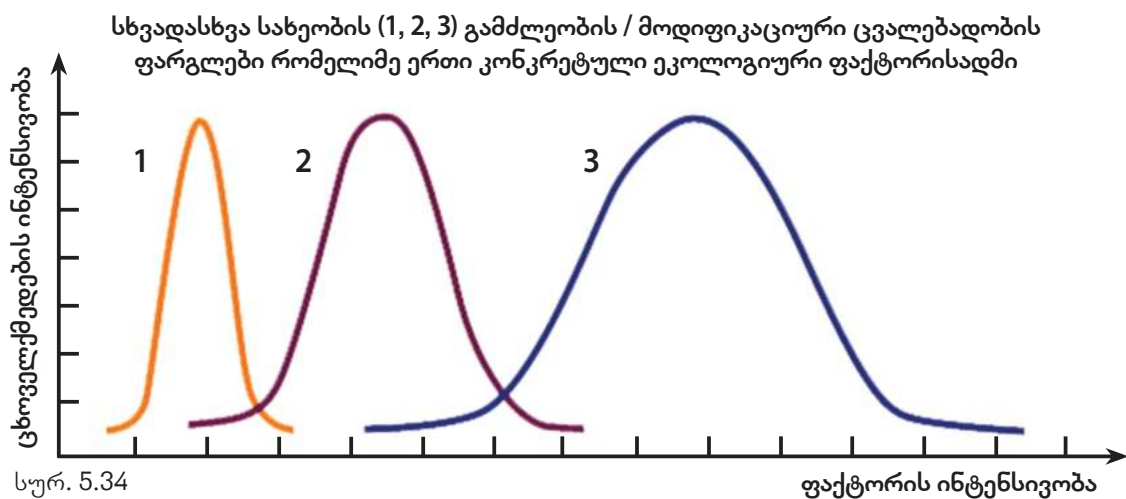
ბიოტური ფაქტორებია ცოცხალი ორგანიზმების ურთიერთქმედებისა და ერთმანეთ-

ზე ზეგავლენის ერთობლიობა. 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. 5.33). 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.

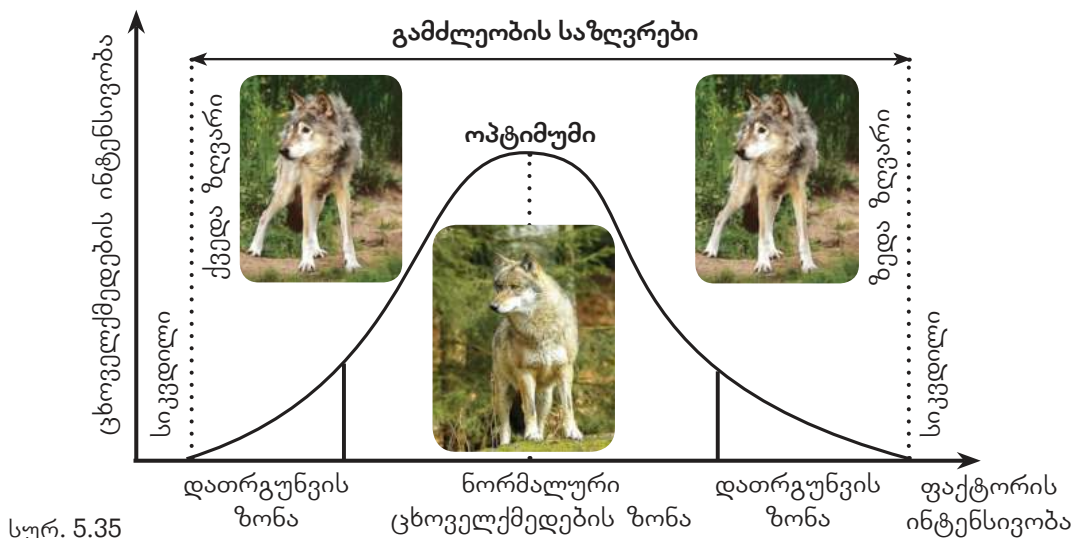




რაც უფრო ფართოა მოდიფიკაციური ცვალებადობის ფარგლები, ორგანიზმი მით უფრო ადვილად ეგუება შეცვლილ გარემო პირობებს. ერთი და იმავე სახეობის გამძლეობის საზღვრები/მოდიფიკაციური ცვალებადობის ფარგლები სხვადასხვა ეკოლოგიური ფაქტორისადმი და, ამავე დროს, სხვადასხვა სახეობის გამძლეობის ფარგლები კონკრეტული ფაქტორისადმი განსხვავებულია (სურ. 5.34).

ორგანიზმზე ყოველთვის მოქმედებს გარემოს ფაქტორების კომპლექსი. სხვადასხვა ეკოლოგიური ფაქტორები ურთიერთქმედებენ, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ 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.**





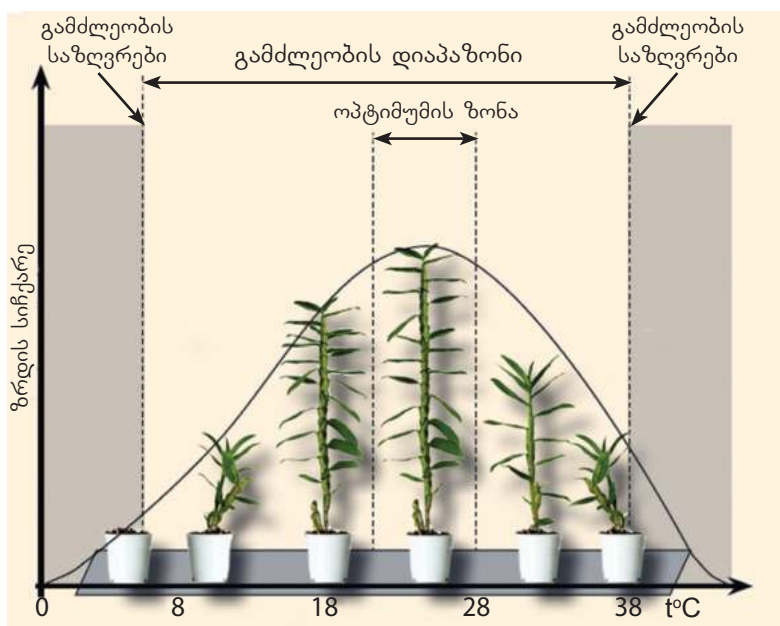
1. როგორ შეიძლება ეკოლოგიური ფაქტორების დაჯგუფება?
2. შეიძლება თუ არა, რომ ატმოსფერული ჟანგბადი აბიოტურ ფაქტორად ჩავთვალოთ? რატომ? ნახშირორჟანგი? რატომ?
3. სურათ 5.34-ის მიხედვით განსაზღვრე, რომელი სახეობა შეეგუება ადვილად მოცემული ფაქტორის ინტენსივობის ცვლილებას და რომელი სახეობა იქნება ნაკლებად მდგრადი. დაასაბუთე შენი პასუხი.
4. სურათ 5.35-ის მიხედვით უპასუხე კითხვებზე: 1) რა ცვლილებას ამჩნევ ცხოველში ფაქტორის ინტენსივობის ცვლილების შესაბამისად? 2) ცვალებადობის რომელი ფორმა აღწერე? დაასაბუთე შენი პასუხი. 3) რა ფაქტორები მოქმედებს მგლის პოპულაციაზე? 4) რომელი ფაქტორი შეიძლება იქცეს სიცოცხლის შემზღუდველად? 5) რა მოხდება, თუ ყველა ფაქტორი იქნება ოპტიმალური და მხოლოდ ერთი რომელიმე ფაქტორი გასცდება გამძლეობის საზღვრებს?



მონაცემების ანალიზი

შეისწავლე სურათზე მოცემული კვლევის შედეგები 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 განსხვავებულად?



- ეკოლოგიურ ფაქტორებს აჯგუფებენ აბიოტურ, ბიოტურ და ანთროპოგენურ ფაქტორებად;
- ერთი და იმავე ფაქტორის ინტენსივობის ცვლილებაზე სხვადასხვა სახეობის ორგანიზმი განსხვავებულად რეაგირებს;
- სახეობას რაც უფრო ფართო მოდიფიკაციური ცვალებადობის ფარგლები (გამძლეობის საზღვრები) ახასიათებს, მით უფრო მეტ მდგრადობას ამჟღავნებს გარემო ფაქტორების ცვლილებისადმი.



რა მნიშვნელობა აქვს აბიოტური ფაქტორებისადმი შეგუებულობის გამომუშავებას სახეობის მდგრადობისთვის?

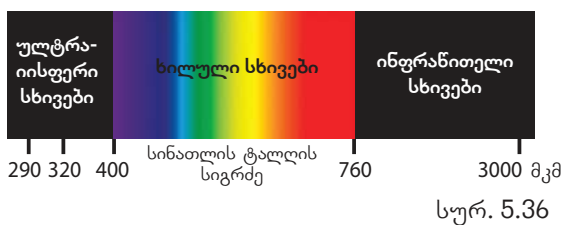


● **სასიცოცხლო თვისებები:** ადაპტაცია – აბიოტური ფაქტორების გავლენა სასიცოცხლო პროცესებზე, ადაპტაციები.

● **კვლევა:** მონაცემები, ანალიზი, დასკვნა, კვლევის ანგარიში



- რა აბიოტური ფაქტორებია აუცილებელი ფოტოსინთეზის პროცესის წარმართვისთვის?
- რას ნიშნავს თბილისისხლიანობა? ცივისსხლიანობა?
- დაასახელე თბილისისხლიანი ცხოველები;
- რომელი ორგანიზმები მონაწილეობენ სხეულის ტემპერატურის რეგულაციაში?
- რა არის ორგანიზმში სითბოს წყარო?



აბიოტური ფაქტორებიდან მნიშვნელოვანია კლიმატური ფაქტორები: **სინათლე, ტემპერატურა, ტენიანობა.**

კლიმატი პირველ რიგში დამოკიდებულია დედამიწაზე მზის ენერგიის შემოსვლასთან. იგი არის ენერგიის ძირითადი წყარო ყველა იმ პროცესისათვის, რომლებიც დედამიწაზე მიმდინარეობს. მზის სინათლის ბიოლოგიუ-

რი ზემოქმედება დამოკიდებულია მის ინტენსივობაზე, სპექტრის შემადგენლობაზე, სეზონურ და დღელამურ პერიოდულობაზე. მასთან დაკავშირებით ორგანიზმებს გამოუმუშავდათ სხვადასხვა შეგუებულობა: სეზონური, დღელამური და სხვ.

მზის გამოსხივების სპექტრში გამოყოფენ ბიოლოგიური მოქმედებით განსხვავებულ სამ არეს: ულტრაიისფერს, ხილულსა და ინფრანითელს (სურ. 5.36). მოკლე ულტრაიისფერი სხივები (0,290 მკმ) დამლუშველია ყველა ცოცხალისათვის. მათ ძირითად ნაწილს აკავენ 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. ცხოველურ ორგანიზმებში ხილული სხივები მნიშვნელოვანი ფაქტორია, რომელიც განაპირობებს მათი აქტივობის ხარისხს, მათ სივრცეში ორიენტაციას. ამასთან დაკავშირებით ცხოველებში განვითარდა მხედველობის ორგანოები, მწერიმტვერია მცენარეებში კი — მკვეთრად შეფერილი ყვავილები მწერების მისაზიდად (სურ. 5.37). ტყის თანასაზოგადოებაში მცენარეები განათების ინტენსივობისადმი მოთხოვნილების მიხედვით იარუსებად არიან განლაგებული (სურ. 5.38).



სურ. 5.37



სურ. 5.38



ტიტა დღისით



ტიტა ღამით

სურ. 5.39

დედამიწის ბრუნვასთან დაკავშირებით, განათების რეჟიმს აქვს დღელამური და სეზონური პერიოდულობა. ორგანიზმის რეაქციას დღის ხანგრძლივობაზე **ფოტოპერიოდიზმი** ეწოდება. დღელამური რიტმი გაჩნდა მცენარეებში (სურ. 5.39 – დღელამური რიტმი ტიტაში), ცხოველებში, შეგუებულია დღისა და ღამის ცხოვრებისადმი.

სეზონური რიტმი – ორგანიზმის რეაქცია წლის სეზონურ ცვლილებებზე ფოტოპერიოდიზმით რეგულირდება. მაგალი-

თად, როგორც კი დადგება შემოდგომის მოკლე დღე, მცენარეებს ფოთლები სცვივა და ემზადებიან ზამთრის სვენებისათვის (სურ. 5.40). 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.



სურ. 5.40



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 არამუდმივი ტემ-

პერატურის გამო, აქტივობა, მეტაბოლიზმის ინტენსივობა გარემოს ტემპერატურაზე მკვეთრადაა დამოკიდებული. ტემპერატურის მომატებით ჩქარდება მათი განვითარების სტადიებიც.

თბილსისხლიანი ცხოველები (ფრინველები და ძუძუმწოვრები), სხეულის მუდმივი ტემპერატურისა და სრულყოფილი თერმორეგულაციის უნარის გამო, უფრო ნაკლებად არიან დამოკიდებულნი გარემოს ტემპერატურაზე.



სურ. 5.41

სპეციალური შეგუებულობა გამოუმუშავდათ ძალიან ცივ და ცხელ პირობებში მცხოვრებ ცხოველებს. მაგალითად, ცივ კლიმატურ პირობებში მცხოვრები სახეობების ორგანიზმები უფრო დიდი ზომისაა (სურ.5.41), ვიდრე თბილ პირობებში მობინადრე სახეობების. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ რაც უფრო დიდია სხეულის მოცულობა, მით უფრო იზრდება იმ ქსოვილების მოცულობა, რომლებშიც სითბო გამომუშავდება. გაცემული სითბოს რაოდენობა კი დამოკიდებულია სხეულის ზედაპირის ფართობისა და მოცულობის თანა-

ფარდობაზე. რაც მეტია ეს თანაფარდობა, მით მეტ სითბოს გასცემს სხეული (უფრო მეტს ამ საკითხზე კვლევით დავალებაში შეიტყობ, გვ. 88).

ცივ კლიმატურ პირობებში მცხოვრები სახეობების ორგანიზმებს სხეულის წანაზარდების (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, რაც ზრდის ორგანიზმის მიერ სითბოს გაცემას (სურ. 5.42).



სურ. 5.42

უდაბნოს კურდღელი

არქტიკის კურდღელი

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 ორგანიზმთა გავრცელების შეზღუდვის მიზეზი.

როგორც მცენარეებს, ისე ცხოველებს, წყლის მოპოვებისა და შენარჩუნების სპეციალური შეგუებულობა განუვითარდათ. უდაბნოს მცენარეებს მშრალ პირობებში ცხოვრებასთან დაკავშირებით განუვითარდათ ეკლები, ქაცვები, გრძელი ფესვები, ხორცოვანი ღეროები და ფოთლები, წყალს ეკონომიურად ხარჯავენ (სურ. 5.43). უდაბნოში მცხოვრებ ცხოველებს შეუძლიათ გაძლონ

წყლის გარეშე დიდი ხნის განმავლობაში (მაგალითად, აქლემი, სურ. 5.44), ზოგი ენველაამის 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.

იმ მცენარეებსა და ცხოველებს, რომლებიც ბინადრობენ პერიოდული სიმშრალის პირობებში, ტენიანობის მკვეთრი შემცირების დროს ახასიათებთ სასიცოცხლო აქტივობის შემცირება, ფიზიოლოგიური სვენების მდგომარეობაში გადასვლა. მშრალ ცხელ ზაფხულში მცენარეებს ფოთლები სცივია, ზოგჯერ მთლიანად კვდება მისი მიწისზედა ნაწილები. ზოგიერთი ცხოველი ცხელ და მშრალ/გვალვთან პერიოდში ზაფხულის ძილს ეძლევა.



სურ. 5.43



სურ. 5.44



გაცანი პარაგრაფის ტექტსა და ილუსტრაციებზე მოცემულ ინფორმაციას აბიოტური ფაქტორების შესახებ და მონაცემები წარმოადგინე ქვემოთ მოცემული სქემის სახით:

კლიმატური ფაქტორი	ფაქტორის ბიოლოგიური მნიშვნელობა	ორგანიზმის შვებუების მაგალითი/ მაგალითები
×	×	×
×	×	×
×	×	×

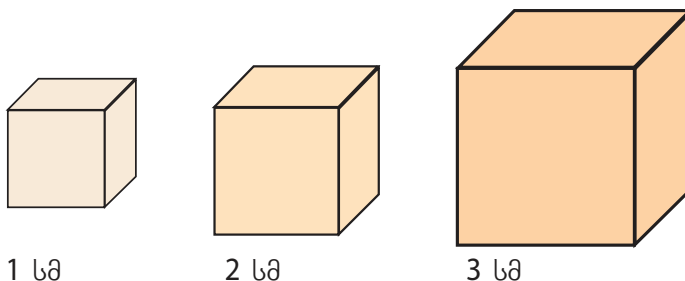


პრობლემის გადაჭრა მათემატიკური გამოთვლების საფუძველზე

დავალების პირობა: ყველაზე მცირე ზომის მღრღნელის მიერ დღის განმავლობაში მიღებული საკვები 2-4-ჯერ აღემატება მისი სხეულის მასას. ვეფხვი კი, რომლის სხეულის მასა 250-300 კილოგრამია, დღე-ღამეში მხოლოდ 10-12 კგ ხორციტ კმაყოფილდება.

როგორ ახსნი იმ ფაქტს, რომ მცირე ზომის ცხოველებს ესაჭიროებათ საკვების მეტი რაოდენობა?

ამოცანის ამოსახსნელად გამოიყენე შემდეგი მათემატიკური მოდელი და გაანგარიშება: გვაქვს 1 სმ, 2 სმ და 3 სმ წიბოს სიგრძის მქონე სამი კუბი.



გააკეთე მათემატიკური გამოთვლები:

- 1) თითოეული წახნაგის ფართობი: $s_1 = ?$ $s_2 = ?$ $s_3 = ?$
- 2) თითოეული კუბის ჯამური ფართობი: $s_1 = ?$ $s_2 = ?$ $s_3 = ?$
- 3) თითოეული კუბის მოცულობა: $V_1 = ?$ $V_2 = ?$ $V_3 = ?$
- 4) თითოეულის ფართობის შეფარდება მოცულობასთან: $s_1 / V_1 = ?$ $s_2 / V_2 = ?$ $s_3 / V_3 = ?$

წარმოიდგინე, რომ თითოეული კუბი ასახავს სხვადასხვა ზომის ცხოველის სხეულს, გაანალიზე მათემატიკური გამოთვლები და უპასუხე ამოცანაში დასმულ კითხვას.

ანალიზი: რომელი „ცხოველის“ შემთხვევაში მიიღე კუბის ფართობისა და მოცულობის თანაფარდობის ყველაზე დიდი მნიშვნელობა?

დასკვნა:

1. რომელი „ცხოველის“ სხეული გასცემს მეტ სითბოს?
2. რატომ ესაჭიროება მცირე ზომის ცხოველს მეტი რაოდენობის საკვები?
3. რატომ აქვთ ცივ კლიმატურ პირობებში მცხოვრებ ცხოველებს სხეულის დიდი ზომა?



პვლემის ანგარიშის მომზადება

ექსპერიმენტის აღწერა: მოსწავლეს სურდა, გამოეკვლია ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ზემოქმედება უჯრედების გამრავლებაზე. სიმსივნის განვითარების მიზეზებისა და შედეგების შესახებ მასალის გაცნობის შემდეგ მან იფარაუდა, რომ უჯრედები, რომლებიც დაექვემდებარება გამოსხივებას, შესაძლოა, დაზიანდეს და დაკარგოს გაყოფის კონტროლის უნარი ან, საერთოდ, გაყოფის უნარი. მოსწავლემ დააღბო 300 თესლი წყალში (ოთხი საათის განმავლობაში მოათავსა წყალში). დაღბობის შემდეგ მან დაასხივა 100 თესლი მიკროტალღოვან ღუმელში 6 წთ-ის განმავლობაში, მეორე 100 თესლი – 3 წთ-ის განმავლობაში, ხოლო ბოლო 100 თესლი მან დატოვა ზემოქმედების გარეშე. შემდეგ ეტაპზე მოსწავლემ დათესა სამასივე თესლი ისე, რომ შეუქმნა ერთი და იგივე პირობები ნიადაგისა და წყლის მიწოდების მხრივ. ორი კვირის განმავლობაში თესლები მოთავსებული იყო 25°C-ის პირობებში. ამ პერიოდის შემდეგ მოსწავლემ დაითვალა გაღვივებული თესლების რაოდენობა, ანუ იმ თესლების რაოდენობა, რომელთაც ჰქონდათ ფესვი და ფოთლები. მიღებული მონაცემები წარმოდგენილია მონაცემთა ცხრილში:

ელექტრომაგნიტური გამოსხივება (6 წთ)	ელექტრომაგნიტური გამოსხივება (3 წთ)	ელექტრომაგნიტური გამოსხივების გარეშე
გაღვიდა 23 თესლი	გაღვიდა 67 თესლი	გაღვიდა 89 თესლი

გაეცანი ზემოთ აღწერილ ექსპერიმენტს, გაანალიზე და ტექსტის გათვალისწინებით/გამოყენებით დაწერე **ექსპერიმენტის ანგარიში**, რომელშიც უნდა წარმოადგინო: კვლევის მიზანი/საკვლევი კითხვა, ჰიპოთეზა, დამოკიდებული, დამოუკიდებელი და საკონტროლო ცვლადები, საჭირო რესურსი, კვლევის ეტაპები, მონაცემები, მონაცემების ანალიზი, დასკვნა.

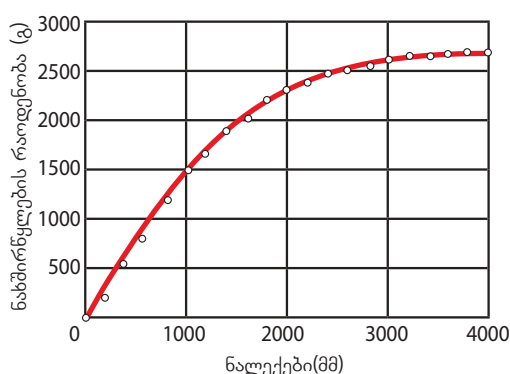
კვლევის ანგარიშის წარდგენისას საზგასმით წარმოაჩინე:

- ექსპერიმენტში რომელ ფაქტორებზეა საუბარი – აბიოტურზე თუ ბიოტურზე?
- აღწერე ექსპერიმენტში დასახელებული თითოეული ეკოლოგიური ფაქტორის მნიშვნელობა თესლის აღმოცენებისთვის;
- ექსპერიმენტის მიხედვით, ზოგიერთი თესლის ჩანასახისთვის რომელი ფაქტორი იქცა სიცოცხლისათვის შემზღუდველ ფაქტორად?
- რომელი ფაქტორები იყო თესლის აღმოცენებისათვის ოპტიმალური?



კვლევის ანგარიშის მომზადება

დავლების პირობა: წარმოიდგინე, რომ ხარ იმ სამეცნიერო ექსპედიციის წევრი, რომელიც ფართოფოტოლოვან ტყეში იკვლევდა მცენარეებში ნახშირწყლების სინთეზის ინტენსივობის დამოკიდებულებას ნალექების რაოდენობაზე. წევრებმა გამოთვალეს ერთი წლის განმავლობაში 1მ²-ზე მცენარეში წარმოქმნილი ნახშირწყლების რაოდენობა. შენ დაგეგმა სამეცნიერო საბჭოზე წარსადგენად ექსპედიციის კვლევის ანგარიშის მომზადება და წარდგენა. მონაცემების გაანალიზების გაადვილების მიზნით, შედეგები გრაფიკზე გამოსახე. გრაფიკზე მოცემული მონაცემების მიხედვით, მოამზადე **კვლევის ანგარიში**, რომელშიც ასახული უნდა იყოს შემდეგი:



- საკვლევი კითხვა;
- დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადები;
- როგორ იცვლება ნახშირწყლების პროდუქტიულობა ნალექების მატებასთან ერთად? ნალექების რა რაოდენობაა ოპტიმალური?
- როგორ გამოიყენებ კვლევის შედეგად მიღებულ ცოდნას პრაქტიკაში?

კვლევის ანგარიშის პრეზენტაციისას საზგასმით წარმოაჩინე:

- რა კომპონენტებისგან შედგება ეკოსისტემა და რა კავშირია მათ შორის?
- რა გავლენას ახდენს სხვადასხვა აბიოტური ფაქტორი ფოტოსინთეზის პროცესის ინტენსივობაზე?
- როგორ დაადგინე ექსპერიმენტის ცვლადები, რის საფუძველზე გამოიტანე დასკვნები?
- როგორ დაუკავშირებ სოფლის მეურნეობას კვლევის საფუძველზე მიღებულ ცოდნას?



- აბიოტური ეკოლოგიური ფაქტორებიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმებისთვის კლიმატურ ფაქტორებს: განათებას, ტემპერატურასა და ტენიანობას.
- თითოეულ ფაქტორთან დაკავშირებით, სხვადასხვა სახეობის ორგანიზმს გამოუმუშავდა განსხვავებული შეგუებულობა, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს სახეობის გადარჩენისთვის.

5.10. ბიოტური ფაქტორები



რა ტიპის ბიოტური ურთიერთობებია ერთი ბიოცენოზის ორგანიზმებს შორის?



- **სასიცოცხლო თვისებები:** ადაპტაცია – ბიოტური ურთიერთობების ფორმები (ნეიტრალიზმი, კონკურენცია, სიმბიოზი, პარაზიტიზმი);

- **კვლევა:** მონაცემების ანალიზი, დასკვნა.

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

ურთიერთობები (ფაქტორები) მუდამდება ერთი ბიოცენოზის ორგანიზმებს შორის და მრავალფეროვანი ხასიათი აქვს.

ნეიტრალიზმი — ურთიერთობის ისეთი ფორმაა, როდესაც ერთ ტერიტორიაზე ბინადარი სხვადასხვა სახეობის ინდივიდები უშუალოდ არ მოქმედებენ ერთმანეთზე (ურთიერთობის პირობითი აღნიშვნა: „O O“). მაგალითად, შველი და ზღარბი ერთად ცხოვრობენ ტყეში, მაგრამ ერთმანეთთან კონტაქტში არ შედიან, თუმცა ტყის აბიოტურ ფაქტორთა ცვლილება სხვადასხვა ხარისხით ახდენს გავლენას ორივეზე (სურ. 5.45).



სურ. 5.45

კონკურენცია — ურთიერთობის ტიპი ერთი სახეობის ან სხვადასხვა სახეობის ინდივიდებს შორის, რომელთაც მსგავსი მოთხოვნილებები აქვთ. 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. ამ შემთხვევაში ერთი სახეობის პო-

პულაცია მეორე სახეობის პოპულაციისგან განიცდის ზენოლას/დაჩაგვრას, რაც უარყოფითად აისახება კონკურენციაში მყოფ ორივე სახეობის პოპულაციაზე (კონკურენტული ურთიერთობის პირობითი აღნიშვნა: „- -“). შეიძლება, რომელიმე სახეობის პოპულაცია ბიოცენოზიდან საერთოდ გაქრეს და გადარჩეს უფრო უკეთესად შეგუებული. მაგალითად, ტყეში კონკურენცია ერთ მინდორში მცხოვრებ სხვადასხვა სახეობის მღრღნელებს შორის, ტყის მტაცებლებს შორის და ა.შ. (სურ. 5.46).

კონკურენცია



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

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



კონკურენცია ცხოველებში – სხვადასხვა სახეობის ცხოველები ერთმანეთს კონკურენციას უწევენ საკვებისთვის.

სურ. 5.46

მტაცებლობა — ორ სახეობას შორის ურთიერთობის ფორმა, რომლის დროსაც ერთ-ერთი მათგანი მეორისგან განიცდის უარყოფით ზემოქმედებას: მტაცებლები ანადგურებენ თავიანთ მსხვერპლს (მტაცებელ-მსხვერპლის ურთიერთობის პირობითი

აღნიშვნა: „+ –“). მტაცებლები მსხვერპლის პოპულაციის რიცხოვნობის ბუნებრივი რეგულატორის როლს ასრულებენ: მტაცებლების რიცხოვნობის გაზრდა იწვევს მსხვერპლის პოპულაციის შემცირებას. თავის მხრივ, მსხვერპლის რიცხოვნობის შემცირება იწვევს

მტაცებლების რიცხვის შემცირებას, რადგან საკვები აღარ ჰყოფნით. ასე არეგულირებენ ბიოცენოზში ერთმანეთის რაოდენობას. 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 (სურ. 5.47).

მტაცებლობა



მტაცებელი
მცენარე

მტაცებელი
ხოჭო



მტაცებელი
ძუძუმწოვარი

სურ. 5.47

პარაზიტიზმი — სახეობათაშორისი ურთიერთობა, რომლის დროსაც ერთი სახეობა მეორის ხარჯზე ცხოვრობს, რამდენადაც იყენებს მას საკვების წყაროდ და საცხოვრებელ ადგილად. ეს ისეთი ურთიერთობაა, რომელიც ერთი სახეობისათვის — პარაზიტისთვის — სასარგებლოა, ხოლო მეორისთვის — მასპინძლისთვის — საზიანო (პარაზიტ-მსხვერ-

პლის ურთიერთობის პირობითი აღნიშვნა: „+ —“). პარაზიტები გვხვდება ყველა სამეფოს წარმომადგენლებში: ბევრი ბაქტერია, სოკო, უმარტივესები, ჭიები, ზოგიერთი მცენარე. პარაზიტი, მტაცებლისაგან განსხვავებით, არ კლავს თავის მსხვერპლს — მასპინძელს, მას ხანგრძლივი დროის განმავლობაში იყენებს (სურ. 5.48).

პარაზიტიზმი



პარაზიტი ყვავილოვანი მცენარე აბრეშუმა — მას არ აქვს ფესვი და ფოთლები, სამაგიეროდ განვითარებული აქვს მისანოვრები, რომლებითაც მასპინძელი მცენარისგან იწოვს მზა ორგანულ ნივთიერებებს.

ცხოველური ორგანიზმებისა და მცენარეების პარაზიტი მწერები — მათ განვითარებული აქვთ მწუნწავ-მჩხვლეტავი პირის აპარატი, რომლითაც მასპინძლისგან იღებენ მზა ორგანულ ნივთიერებებს.



პარაზიტი სოკოები — აბედა სოკოს მიცელიუმი იჭრება მცენარის ღეროში და იკვებება მისი მზა ორგანული ნივთიერებით.

სურ. 5.48

სიმბიოზი სახეობათაშორის ურთიერთობის კიდევ ერთი ფორმაა, რომელიც შეიძლება იყოს ორივე სახეობისთვის სასარგებლო ან ცალმხრივ სასარგებლო. **ურთიერთსასარგებლო სახეობათაშორისი ურთიერთობის** (პირობითი აღნიშვნა: „+ +“) მაგალითია კოჟრის ბაქტერიებისა და პარკოსანი მცენარეების ურთიერთობა, მღიერებში წყალმცენარეებისა

და სოკოების. ცხოველებში ორმხრივ სასარგებლო ურთიერთობის მაგალითია კიბო-განდეგილისა და ნაწლავლურიანი ცხოველის აქტინიას თანაარსებობა (სურ. 5.49).

ცალმხრივ სასარგებლო სახეობათაშორისი ურთიერთობა (პირობითი აღნიშვნა: „+ 0“), როდესაც ერთი სახეობა მეორისგან იღებს სარგებლობას, ხოლო უკანასკნელისთვის

სხვადასხვა სახეობას შორის ურთიერთსასარგებლო დამოკიდებულება

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



ლამურა იკვებება კაქტუსის ყვავილის ნექტრით (ეს ყვავილი ღამით იშლება) და ხელს უწყობს კაქტუსის ჯვარედინ დამტვერვას.

კიბო – განდეგილისა და ნაწლავლურიანი ცხოველის აქტინიას თანაარსებობა. აქტინია მიმაგრებულია იმ ნიჟარაზე, რომელსაც კიბო-განდეგილი 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-განდეგელს მტრებისაგან.

სურ. 5.49

აქტინია



კიბო-განდეგილი

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 ფოტოსინთეზით იკვებებიან. ეპიფიტებს წარმოადგენენ ხავსები, მლიერები, ზოგიერთი ყვავილოვანი მცენარე, მაგ., ორქიდეა (სურ. 5.50)

ცალმხრივ სასარგებლო სახეობათაშორის ურთიერთობა

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



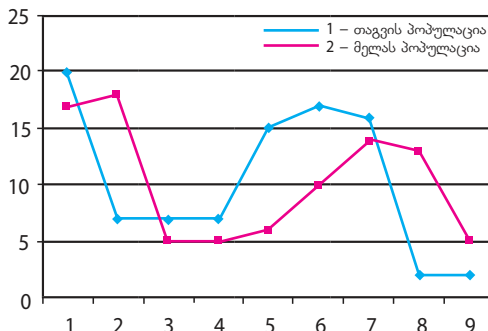
სურ. 5.50

პოლარული მელა შორიდან უყურებს და ელოდება, თეთრი დათვი როდის დაამთავრებს ტრაპეზს, რომ მისი მონადირეული მსხვერპლის ნარჩენები მიირთვას; დათვისთვის მნიშვნელობა არ აქვს, მისი საკვების ნარჩენებს რა შეჭამს.



მონაცემების ანალიზი:

დიაგრამაზე მოცემულია თავგების (1) და მელას პოპულაციის (2) ზომის ცვლილებების დინამიკა პოპულაციებზე დაკვირვების 9 წლის განმავლობაში. ვერტიკალურ ღერძზე – პოპულაციის ზომა, ჰორიზონტალურ ღერძზე – დაკვირვების წლები.



გაანალიზე დიაგრამა და გამოიტანე დასკვნა:

ანალიზი:

- როგორია თავისი პოპულაციის ზომის ცვლილების დინამიკა დაკვირვების 9 წლის განმავლობაში?
- როგორია მელას პოპულაციის ზომის ცვლილების დინამიკა დაკვირვების 9 წლის განმავლობაში?

დასკვნა:

- დიაგრამის მონაცემიდან გამომდინარე, განმარტე, რა კავშირია თავისა და მელას პოპულაციის ზომის ცვლილებებს შორის;
- 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.



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. როგორ, ფიქრობ, მტაცებლებისგან განსხვავებით, პარაზიტი სწრაფად რატომ არ კლავს თავის მასპინძელს?

3. ადამიანის ორგანიზმში მცხოვრები ნაწლავის ჩხირის ბაქტერიები: ა. თრგუნავენ პათოლოგიური მიკროორგანიზმების გავრცელებას; ბ. ასინთეზირებენ ადამიანის ორგანიზმისთვის საჭირო ზოგიერთ ვიტამინს. ურთიერთდამოკიდებულების რომელი ფორმაა: 1) ადამიანსა და ნაწლავის ჩხირის ბაქტერიებს შორის? 2) ადამიანსა და პათოლოგიურ მიკროორგანიზმებს შორის? 3) ნაწლავის ჩხირის ბაქტერიებსა და პათოლოგიურ მიკროორგანიზმებს შორის?

4. დააკვირდი სურათს: რისთვის უნევენ ბარტყები ერთმანეთს კონკურენციას?

5. ფრინველები იკვებებიან ანტილოპას კანზე არსებული პარაზიტი მწერებით, ასევე მათი უეცარი აფრენა ცხოველისათვის მოსალოდნელი საშიშროების სიგნალიცაა. ამ კავშირს ურთიერთობის რა ფორმას მიაკუთვნებ? დაასაბუთე შენი პასუხი.



ამრიგად, ბიოცენოზში შეიმჩნევა ორგანიზმებს შორის მრავალფეროვანი და რთული ურთიერთქმედება, რომელიც არეგულირებს პოპულაციის რიცხოვნობას და განსაზღვრავს თანასაზოგადოების მდგრადობას.



რა მნიშვნელობა აქვს ეკოსისტემის სახეობათა მრავალფეროვნებას მისი მდგრადობისთვის?



- **სასიცოცხლო თვისებები:** კვება – (კვებითი კავშირები ბიოცენოზში) კვებითი ჯაჭვი, კვებითი რგოლები, კვებითი ქსელი;
- **ბიომრავალფეროვნება:** სახეობათა მრავალფეროვნება და ეკოსისტემის მდგრადობა;
- **კვლევა:** ბიოლოგიური სისტემის მოდელი – ეკოსისტემის მოდელი.

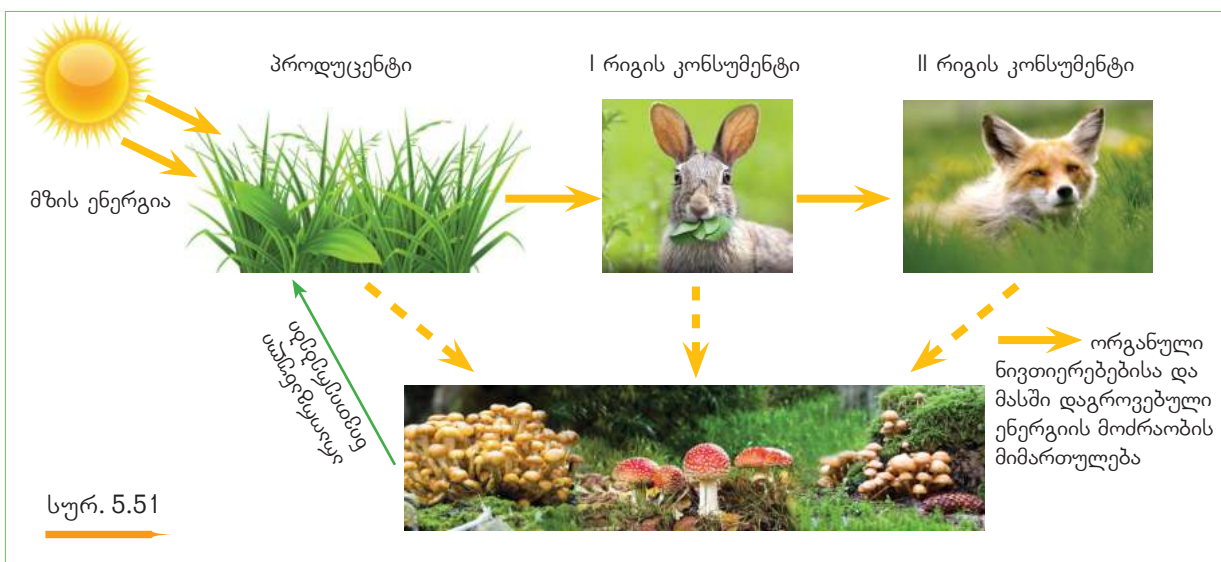


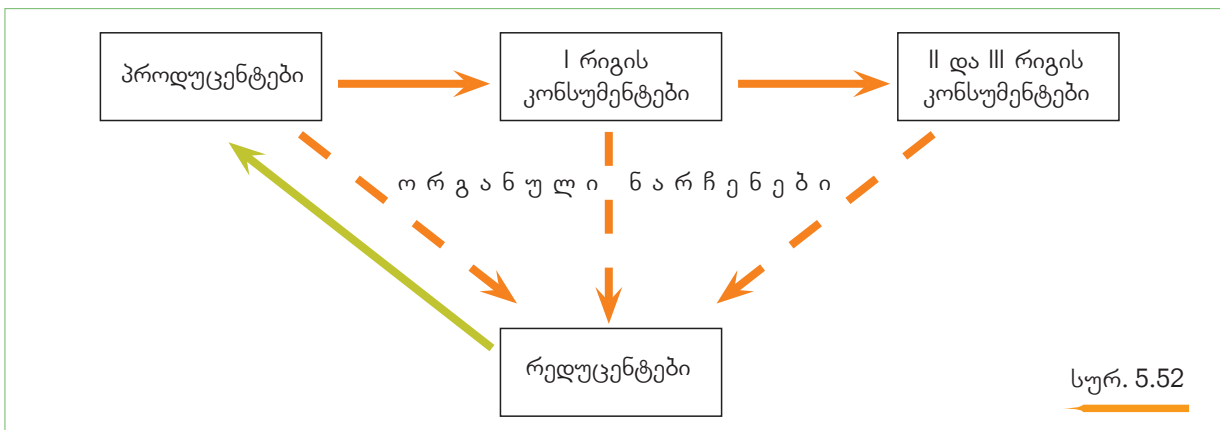
- რა ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს კვებას ორგანიზმისთვის?
- დასახელებული კვების ტიპები და განმარტე თითოეული.
- რით განსხვავდება საპროფიტული კვება პარაზიტული ან მტაცებლური კვებისგან?
- მოიყვანე საპროფიტო ორგანიზმების მაგალითები. ახსენი მათი როლი ბუნებაში.

ბუნებაში ყველა ორგანიზმი შედის რომელიმე თანასაზოგადოებაში/ბიოცენოზში. ბიოცენოზის შემადგენლობა განპირობებულია განსაზღვრული აბიოტური და ბიოტური ფაქტორების ერთობლიობით. თანასაზოგადოების ორგანიზმებს შორის კავშირს უზრუნველყოფს კვება, თავდაცვა, გამრავლება.

ეკოსისტემაში სხვადასხვა ორგანიზმის ურთიერთობის ყველაზე ნათელი მაგალითია კვებითი ურთიერთობა. კვების დროს ერთი ორგანიზმი მეორე ორგანიზმისგან საკვების სახით იღებს ენერგიას და საშენ მასალას. ერთი ორგანიზმი ჭამს მეორეს, მაგრამ შეიძლება თვითონ გახდეს მესამე სახეობის მსხვერპლი. ეკოსისტემაში სხვადასხვა ორგანიზმს შორის კვებითი კავშირები შეიძლება იყოს ნაჩვენები კვებითი ჯაჭვის საშუალებით, როგორც ქვემოთაა მოცემული (სურ. 5.51). კვებითი ჯაჭვი გვიჩვენებს რა რას ჭამს ამა თუ იმ ეკოსისტემაში.

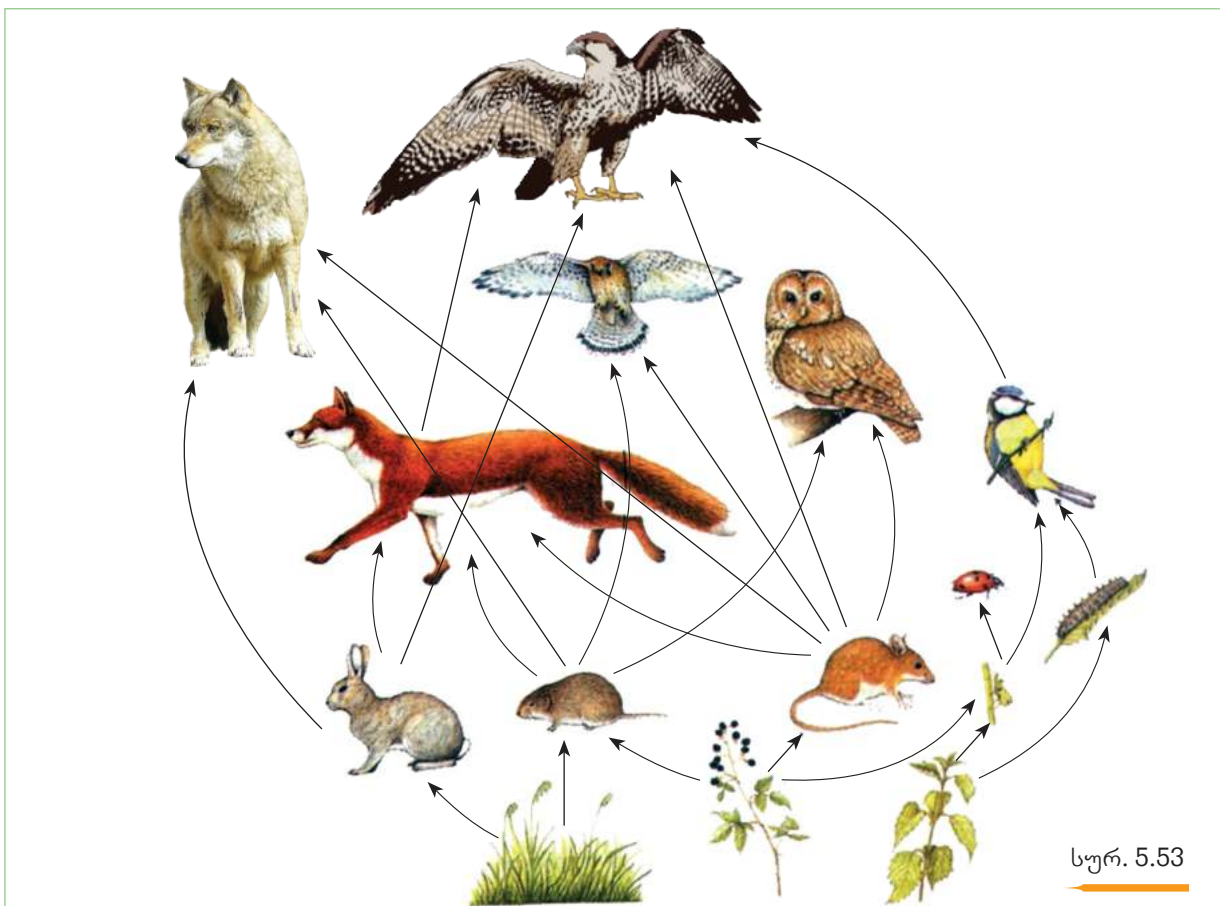
ყველა ბიოცენოზს მსგავსი სტრუქტურა აქვს. მათ საფუძველს წარმოადგენს მცენარეული თანასაზოგადოება — **პროდუცენტები** (მწარმოებელი), რომელიც ფოტოსინთეზის პროცესში წარმოქმნის ორგანულ ნივთიერებებს. ბიოცენოზის სხვა ნაწილს წარმოადგენს **კონსუმენტები** (**მომხმარებელი**) — პეტეროტროფი ორგანიზმები, რომლებიც მზა ორგანულ ნივთიერებებს და მათში დაგროვილ ენერგიას მოიხმარენ. 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 ნივთიერებად გარდაქმნიან. ამიტომ რედუცენტები უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებენ ბუნებაში ნივთიერებათა მიმოქცევაში. ამრიგად, ეკოლოგიურ სისტემებში ყველა მრავალფეროვანი ორგანიზმი კვების მიხედვით შეიძლება დავაჯგუფოთ სამ ფუნქციონალურ ჯგუფად: პროდუცენტები,

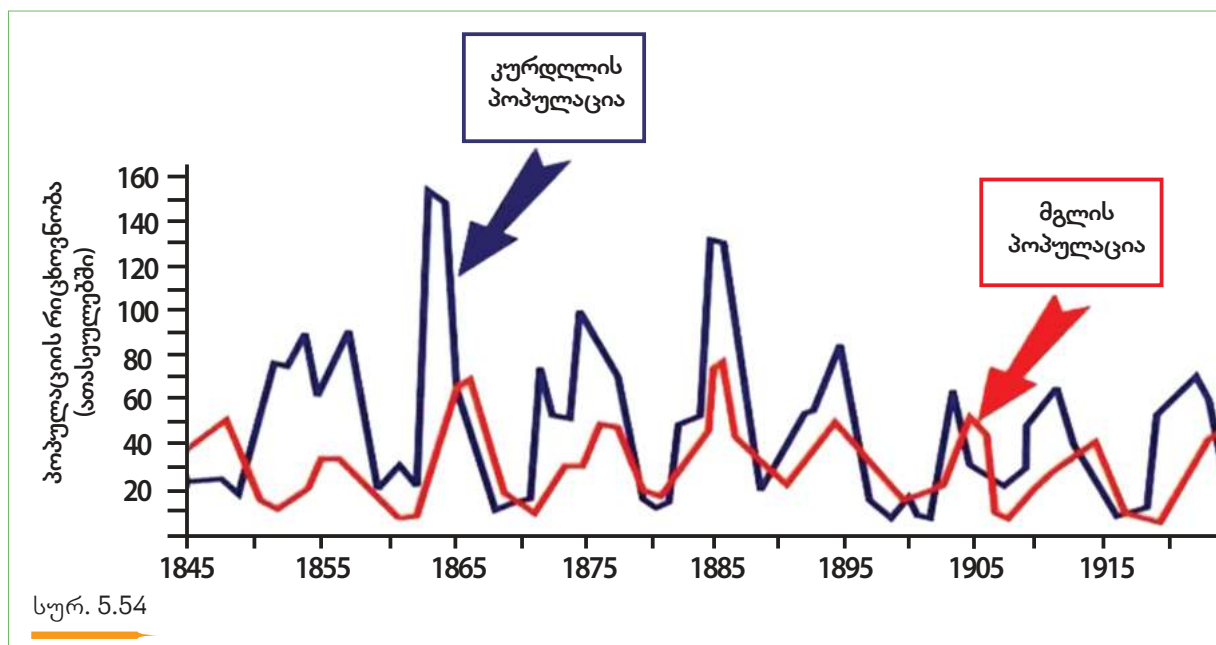
კონსუმენტები და რედუცენტები (სურ. 5.52). კურდღელი ბალახისმჭამელია, მაგრამ მხოლოდ იგი როდი ჭამს ბალახს. ბევრი სხვა ორგანიზმიც ბალახით იკვებება. კურდღელი კი მელიის მსხვერპლი ხდება, თუმცა მას სხვა მტაცებლებიც მოინადირებენ, მელიაც შეიძლება მსხვერპლი გახდეს. ასე იქმნება **კვებითი ქსელი**. ბუნებაში კვებით ქსელს ურთიერთდამოკიდებული და დაკავშირებული რთული კვებითი ჯაჭვები ქმნიან (სურ. 5.53).



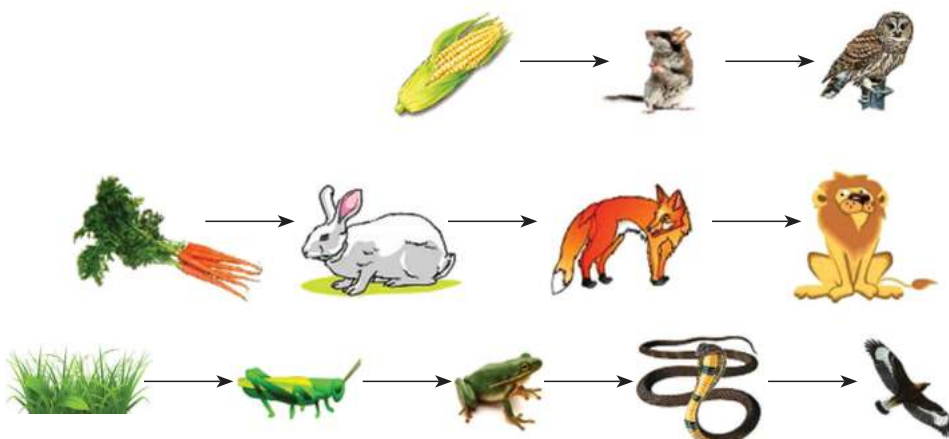
ეკოსისტემა რაც უფრო სახეობრივად მრავალფეროვანია, მით უფრო რთული კვებითი ქსელები იქმნება და ეკოსისტემაც მდგრადია. თუ რაღაც მიზეზით კვებითი ჯაჭვის ქვედა კვებითი დონის სახეობა ქრება, მაშინ ზედა რგოლის სახეობები სხვა საკვების გამოყენებას იწყებენ.

სახეობის მასობრივი გამრავლება ეკოსისტემაში პირდაპირი და უკუკავშირებით რეგულირდება. როდესაც მკვეთრად იზრდება მცენარეულობის რაოდენობა, იზრდება ბალახისმჭამელთა 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 კურდღლებისა და მგლის პოპულაციებს შორის დამოკიდებულება (სურ. 5.54). დიაგრამაზე მოცემულია კურდღლებისა და მგლის პოპულაციის ზომის ცვლილებების დინამიკა პოპულაციებზე დაკვირვების მრავალი წლის განმავლობაში.



1. სურათ 5.51-ზე მოცემული კვებითი ჯაჭვის მიხედვით აღწერე კვებით რგოლებში ორგანული ნივთიერებებისა და მასში დაგროვებული ენერგიის მოძრაობის მიმართულება.
2. რა სხვაობა არსებობს კვებით ჯაჭვსა და კვებით ქსელს შორის?
3. შეისწავლე სურათ 5.53-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.



4. აქ წარმოდგენილი თითოეული ჯაჭვისთვის იმსჯელე, რა მოხდება ეკოსისტემაში, თუ ამოვარდება ყველა მტაცებელი და კვებითი ჯაჭვი დამოკლდება?
5. ახსენი, ურთიერთობა – „მტაცებელი – მსხვერპლი“ და „პარაზიტი – მასპინძელი“ – როგორ განაპირობებს ეკოსისტემის მდგრადობას



ეკოსისტემის მოდელის შექმნა

დავალების პირობა: მთელ მსოფლიოშია ცნობილი ბრიტანელი მოყვარული მეზალის, პროფესიით ინჟინრის, დევიდ ლატიმერის „საოცარი ბაღი“. მან 1960 წელს გადაწყვიტა, რომ შეექმნა ბაღი ბოთლში. მისი „ბაღის“ ორიგინალობა გამოიხატება იმაში, რომ მისი ბოთლი ჰერმეტიკულად იყო დახურული და არასოდეს არ იხსნებოდა. ამბობენ, რომ მისმა ბაღმა 40 წელზე მეტი იარსება.



ინტერნეტში ჩანერე საძიებო სიტყვა „მინიატიურული ეკოსისტემა“, მოძიებული ინფორმაციისა და ქვემოთ აღწერილი პროცედურის გამოყენებით შენც ცადე ბოთლში/მინის ქილაში ხმელეთის/წყლის საკუთარი მინიატიურული ეკოსისტემის მოდელის შექმნა. 15 დღის განმავლობაში 2-3 დღის ინტერვალით აწარმოე დაკვირვება ეკოსისტემის მოდელზე, გადაუღე სურათები და დაკვირვების შედეგები აღწერე დაკვირვების დღიურში. 15 დღის შემდეგ შენი მინიატიურული ეკოსისტემის მოდელი და დაკვირვების შედეგები წარადგინე კლასის წინაშე (იხ. დანართი 5).

პროცედურა:

- შენი მინიატიურული ეკოსისტემისთვის (სურვილის მიხედვით ხმელეთის ან წყლის) შეარჩიე კონტეინერი – გამჭვირვალე ბოთლი ან ქილა).

- შეარჩიე მცენარეები, მცირე ზომის ცხოველები, რომლებსაც მოათავსებ შეარჩიულ კონტეინერში (შენი საბოლოო არჩევანი ცოცხალი ორგანიზმების შესახებ შეათანხმე მასწავლებელთან;
- როდესაც დაამთავრებ კონტეინერში ეკოსისტემის კომპონენტების (ბიოტური და აბიოტური) მოათავსებას, იგი ჰერმეტიკულად დახურე, რის შემდეგაც აღარ გექნება მისი გახსნისა და რაიმეს დამატების საშუალება;
- კონტეინერზე გააკეთე პატარა ბარათი, სადაც მიუთითებ შენი ეკოსისტემის კომპონენტებს და ჰერმეტიკულად დახურვის დროს: რიცხვს, თვესა და წელს;
- შენი ეკოსისტემის კონტეინერი მოათავსე ფანჯრის რაფაზე ისე, რომ მას მზის პირდაპირი სხივები არ ხვდებოდეს;
- გამოთქვი ვარაუდი/ჰიპოთეზა, როგორ განვითარდება შენი ეკოსისტემა;
- აწარმოე დაკვირვება 2-3 კვირის განმავლობაში ყოველი 3 დღის ინტერვალით და მასში შემჩნეული ცვლილებების შესახებ მონაცემები აღრიცხე, გადაუღე ფოტოები.

მინიატიურული ეკოსისტემის მოდელის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინე:

- რა კომპონენტებისგან (ბიოტური, აბიოტური) შედგება შენი ეკოსისტემის მოდელი?
- რა ფუნქციას ასრულებს შენი ეკოსისტემის მოდელის თითოეული კომპონენტი?
- რა მნიშვნელობა აქვს ეკოსისტემის მდგრადობისთვის სახეობათა მრავალფეროვნებას?
- დაკვირვების დღეების განმავლობაში რა ცვლილებები შეამჩნიე და რა არის ამ ცვლილებების მიზეზები? რამდენად მდგრადი იყო შენი ეკოსისტემა და რატომ?
- რა ტიპის შეზღუდვები ახასიათებს შენი ეკოსისტემის მოდელს?
- ეკოსისტემის მოდელზე დაკვირვების შედეგების მიხედვით გამოტანილ დასკვნას როგორ დაუკავშირებ გარემოს დაცვითი ღონისძიებების მნიშვნელობას?

ანალიზი და დასკვნა:

- დაკვირვების შედეგები შეადარე შენს ჰიპოთეზას;
- ახსენი შემჩნეული ცვლილებების მიზეზები;
- შენ მიერ შექმნილ ეკოსისტემას ჩათვლი თუ არა მდგრად ეკოსისტემად? რამდენად კარგად ურთიერთობდნენ მცენარეები და ცხოველები, შეინარჩუნეს თუ არა მათ სიცოცხლე?
- როგორ შეცვლიდი შენს ეკოსისტემას, თავიდან რომ ქმნიდე? რატომ?

შენიშვნა: დაკვირვების დამთავრების შემდეგ ცოცხალი ორგანიზმები ბუნებაში დააბრუნე.



- კვებითი ჯაჭვები ურთიერთკავშირის საფუძველია ცოცხალ ბუნებაში, მაგრამ იგი არ არის ორგანიზმებს შორის ურთიერთობის ერთადერთი სახე;
- ერთი სახეობა შეიძლება მონაწილეობდეს მეორის გავრცელებაში, გამრავლებაში, განსახლებაში, შექმნას მისი სიცოცხლისათვის აუცილებელი პირობები;
- ცოცხალი ორგანიზმების ერთმანეთთან და გარემო პირობებთან მრავალფეროვანი ურთიერთობები უზრუნველყოფს მდგრადი, თვითმარეგულირებადი ეკოსისტემის არსებობას.



რა გავლენას ახდენს ადამიანი თავისი საქმიანობით ეკოსისტემაზე?



- **ჯანმრთელობა და დაავადება:** სახეობათა მრავალფეროვნება და ადამიანის ჯანმრთელობა;
- **ბიომრავალფეროვნება:** სახეობათა მრავალფეროვნება და ეკოსისტემის მდგრადობა;
- **კვლევა:** ადამიანის გავლენა ბუნებაზე, საქმიანობის სფერო: ბუნების დაცვა, სელექცია, სოფლის მეურნეობა.

ბუნებრივი გარემოს ცვლილება ხშირად ადამიანის ზემოქმედებითაა გამოწვეული. ამ ცვლილებების შედეგები შეიძლება შეუქცევადი იყოს. ჩვენ, ადამიანები, ვიყენებთ და ვცვლით ბუნებრივ ეკოსისტემებს აგრარული, ტყის გაჩეხვის, გართობისა და დასვენების, ინდუსტრიული მიზნებით. ვაბინძურებთ ჰაერს, წყალსა და ნიადაგს, ვარღვევთ ნივთიერებათა წრებრუნვას, არაეკონომიურად ვიყენებთ ბუნებრივ რესურსებს, ხელს ვუწყობთ სახეობათა გადაშენებას და საფრთხის წინაშე ვაყენებთ ბიომრავალფეროვნებას. რაც მთავარია, გარემოზე ჩვენი მავნე ზემოქმედება ყველაზე დრამატულად თვითონ ადამიანების ჯანმრთელობაზე აისახება. გლობალური დათბობა, ოზონის შრის შემცირება და ტყის საფარის განადგურება იმ პრობლემების მხოლოდ ნაწილია, რომელთა პირისპირაც დედამიწა და კაცობრიობა უკვე

100 წელზე მეტია დგას. განვიხილოთ ზოგიერთი მოვლენა, რომელიც ადამიანის საქმიანობასა და ცივილიზაციის პროგრესს მოჰყვა.

რა აბინძურებს ატმოსფეროს? მავნე ნივთიერებები ატმოსფეროში სხვადასხვა გზით აღწევს. ქვანახშირის, ნავთობის, ბენზინისა და სხვ. გამოყენება ჰაერის დაბინძურების უდიდესი წყაროა. გამონაბოლქვი შეიცავს ჭვარტლის მყარ ნაწილაკებსა და აირებს – ნახშირორჟანგს, ნახშირჟანგს, აზოტისა და გოგირდის ოქსიდებსა და გოგირდწყალბადს. ისინი წარმოქმნიან კვამლის საბურველს — **სმოგს**, რომელიც ამჟამად მრავალი დიდი ქალაქის თავზე მუდმივად არის ჩამონოლილი (სურ.5.55). გამონაბოლქვი პირდაპირ ზემოქმედებს ორგანიზმებზე. ინვესტის ისეთ დაავადებებს, როგორებიცაა სასუნთქი გზების სიმსივნე, ალერგიული დაავადებები (ბრონქული ასთმა, ჭინჭრის ციება სხვ.). განსაკუთრებით საგანგაშოა ატმოსფეროს დაბინძურება გოგირდოვანი აირით, რაც მჟავა წვიმების გაჩენას უწყობს ხელს. მჟავა წვიმები ტბებს, მდინარეებს უსიცოცხლო წყალსატევებად გარდაქმნის, ანადგურებს მცენარეთა და ცხოველთა თანასაზოგადოებებს (სურ.5.56). ჰაერის ნაკადით დამაბინძურებელი ნივთიერებები ვრცელდება მთელ დედამიწაზე და საფრთხეს უქმნის ადამიანთა ჯანმრთელობას და ყველა ქვეყნის ბუნებრივ რესურსებს.



სურ. 5.55



სურ. 5.56



სურ. 5.57

დედამიწაზე შემოჭრილი მზის ენერგიის ნაწილი აირეკლება მისი ზედაპირიდან. ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის ზრდა ჰაერში აბრკოლებს არეკლილი ინფრანითელი ენერ-

გიის ატმოსფეროს გარეთ გაფანტვას და ხელს უწყობს დედამიწაზე ჭარბი რაოდენობით სითბოს დაგროვებას, საშუალო წლიური ტემპერატურის მატებას. ამ მოვლენას, რომელსაც **გლობალური დათბობის** სახელით მოიხსენიებენ, მრავალი უარყოფითი შედეგი მოსდევს. გლობალურმა დათბობამ შესაძლოა გამოიწვიოს არქტიკული ყინულის სწრაფი დნობა, ქარიშხლები, წყალდიდობები, გვალვა, მსოფლიო ოკეანის დონის მატება და დასახლებული სანაპირო ზოლის დიდი ფართობის დატბორვა (სურ. 5.57.). მაგალითად, ზღვის დონის 1 მ-ით აწევა დიდ საშიშროებას უქმნის ამერიკის, ინდოეთის, ჩინეთის და სხვა ქვეყნების სანაპირო ქალაქებს.

ადამიანის საქმიანობის კიდევ ერთი შედეგი, სშირად ნიადაგისა და წყლის დაბინძურებაა. პესტიციდები*, საყოფაცხოვრებო ნაგავი, საწარმოო და ატომური სადგურების ნარჩენები, მათ შორის, რადიოაქტიური ნივთიერებები, საღებავები და სარეცხი საშუალებები, ტოქსიკურია (სურ.5.58). ისინი აბინძურებენ წყალსა და ნიადაგს. წყალსა და ნიადაგს ჰაერში გაშვებული ტოქსიკური ნივთიერებებიც აბინძურებს. წვიმებს ჩამოაქვს მავნე



სურ. 5.58

ნივთიერებები, რომლებიც ნიადაგში, მდინარეებსა და ტბებში ჩაედინება. ეს საზიანო როგორც ადამიანისთვის, ასევე, ზღვისა და ოკეანეების ორგანიზმებისთვის. ზღვებისა და ოკეანეებისთვის უდიდეს პრობლემას ქმნის ნავთობმზიდი ტანკერებიდან ნავთობის გაჟონვა და მათი კატასტროფები. ამ მიზეზით უამრავი თევზი, ზღვის ფრინველი და სხვა ორგანიზმი იღუპება, ნადგურდება მიმდებარე ჭაობისა და შენაკადების ეკოსისტემებიც (სურ.5.59).



სურ. 5.59

1992 წელს გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის ეგიდით რიო-დე-ჟანეიროში ჩატარდა კონფერენცია „გარემო და განვითარება“, სადაც პირველად ცივილიზაციის ისტორიაში განიხილეს ადამიანთა სამეურნეო მოღვაწეობის შედეგები ჩვენს პლანეტაზე. ითქვა, რომ პლანეტა მოიცვა გლობალურმა ეკოლოგიურმა კრიზისმა, რომელიც აუცილებლად საჭიროებს პრობლემების გადაწყვეტის გზების ძიებას. დღეს ქვეყნების უმრავლესობა აქტიურად ცდილობს ეკოლოგიური პრობლე-

მების მოგვარებას.

ბიოსფეროს შენარჩუნებისთვის აუცილებელია:

- ბუნებრივი რესურსების გონივრული გამოყენება და მისი დაცვა;
- უნარჩენო ტექნოლოგიებზე გადასვლა;
- ენერგიის ალტერნატიული წყაროების (მზის, წყლის, ქარის ენერგიის) გამოყენება;
- ნაკრძალების, დაცული ტერიტორიების, ეროვნული პარკების, ალკვეთილების შექმნა.



ადამიანი მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის შესახებ ცოდნას მრავალი მიმართულებით იყენებს. მემკვიდრეობითობის მართვამ ხელი შეუწყო სელექციის განვითარებას: ადამიანს საშუალებას აძლევს მიიღოს ცხოველთა მალალპროდუქტიული და უხვმოსავლიანი მცენარეების ჯიშები. მაგალითად, სელექციისა და ეკოლოგიური განათლების საფუძველზე მიღებულია მალალპროდუქტიული, სწრაფმზარდი, მაღალი საგემოვნო თვისებების მქონე თევზების ჯიშები. თევზების ხელოვნურად გამრავლებისთვის წყალსატევებში, ბიოტური კავშირების გათვალისწინებით, ქმნიან პირობებს თევზებისთვის საჭირო საკვები ორგანიზმების გამრავლებისთვის. ტყის ხელოვნურად გაშენებისას ითვალისწინებენ მცენარეების დამოკიდებულებას ნიადაგთან, წყალთან, მავნებლებთან და ა. შ.



მოკვლეული ინფორმაციის ორგანიზება სქემაში

შეარჩიე ქვემოთ ჩამოთვლილი ეკოლოგიური პრობლემებიდან ერთ-ერთი, გამოიყენე სახელმძღვანელოში მოცემული ტექსტი და სურათები, დამატებით მოიპოვე საჭირო ინფორმაცია და მონაცემები წარმოადგინე სქემის სახით.

ეკოლოგიური პრობლემების ჩამონათვალი: 1. ჰაერის დაბინძურება, 2. ნიადაგის დაბინძურება, 3. წყლის დაბინძურება, 4. გლობალური დათბობა, 5. ტყის მასივების შემცირება.

ეკოლოგიური პრობლემა	გამომწვევი მიზეზები	მოსალოდნელი შედეგები	პრობლემის გადაჭრის გზები
×	×	×	×

სქემის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინე:

- რა გავლენას ახდენს ადამიანის საქმიანობა ბიომრავალფეროვნებასა და ეკოსისტემებზე?
- როგორ უწყობს ხელს გარემოს დაცვითი ღონისძიებები ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებას?
- რა კავშირია ეკოლოგიურ პრობლემასა და სხვადასხვა დაავადების განვითარებას შორის?
- რა მნიშვნელობა აქვს გარემოს დაცვით ღონისძიებებს ადამიანის ჯანმრთელობისთვის?



ბექსტის გააზრებული კითხვა:

XX საუკუნის 60-იან წლებში კანადელი მონადირეები ამბობდნენ, რომ მგლების საშინელი ხროვები ათასობით კარიბუს (ჩრდილოეთის ირემი) ანადგურებენ, რამაც მათი გადაშენება შეიძლება გამოიწვიოს. ამიტომ საზოგადოება მოითხოვდა ტყეში მგლის განადგურებას. კანადელი ბიოლოგი, ფარლი მოუეტი დაიქირავა კანადის გარეული ცხოველების დაცვის სამსახურმა: მას უნდა გამოეკვლია მგლები, რომ ქვეყანაში მგლის პოპულაციის მზარდი პრობლემის გადანყვეტა მოხერხებულიყო.

ფარლი მოუეტმა თავისი ერთწლიანი ექსპედიციის შესახებ დაწერა „**ნუ იყვირებ: მგელი, მგელი!**“ (ნიგნის მიხედვით 1983 წელს ფილმიც გადაიღეს; ეს ნიგნი ქართულადაც არის ნათარგმნი). უკანასკნელ წლებში მსოფლიოში გამოვიდა მრავალი ნიგნი, მიძღვნილი გარემოს დაცვისა და გარეულ ცხოველთა განადგურებისგან გადარჩენის საკითხებისადმი. ფარლი მოუეტის ნაწარმოებები ერთ-ერთი ყველაზე თავგამოდებული და მგზნებარე მონოდებაა მათ შორის.

ეს ნიგნი მეტია, ვიდრე უბრალოდ სათავგადასავლო ისტორია. ის გასაოცარი სამეცნიერო აღმოჩენის ანგარიშს წარმოადგენს. მას მოუხდა ჩრდილოეთი კანადის ცივ ტუნდრაში თავის გადარჩენის სწავლა, როცა მან ბანაკი გაშალა მგლებთან სიახლოვეს. ნიგნში ხატოვნადაა აღწერილი ავტორის ცხოვრება მგლების ოჯახის გვერდით და მათზე მეცნიერული დაკვირვების დროს თავს გადახდენილი ამბები. მოუეტის ექსპედიციის აღმოჩენა: სასტიკი მკვლელების ნაცვლად, მოუეტმა აღმოაჩინა, რომ მგლები წყნარი, დახვეწილი მონადირეები და თავიანთი პატარების თავგანწირული დამცველები არიან. მოუეტმა უარყო იდეა, რომ კარიბუს პოპულაციის შემცირებას მგლები იწვევენ. მან აჩვენა, რომ მგლების პოპულაცია ზაფხულის თბილი თვეების განმავლობაში, როცა თავგების პოპულაციის რაოდენობა მკვეთრად იზრდება, თითქმის მთლიანად თავგებით იკვებება.

მოუეტის გმირულმა ძალისხმევამ, რომ გამოეველინა მგლების ბუნებაში დღემდე უცნობი ქცევები, საერთაშორისო ყურადღება მიაქცია მგლებისკენ, რომლებიც ჩრდილოეთ ამერიკაში და სხვა ადგილებშიც გადაშენებამდე მივიდნენ. ცნობილი ფაქტია, რომ კანადის ზოგიერთ რაიონში, მგლის სულადობის სრული მოსპობის გამო, ირმებში იფეთქა ეპიდემიამ და მათი რიცხვი საგრძნობლად შემცირდა.

გაეცანი ზემოთ მოცემულ ტექსტს და უპასუხე კითხვებს:

- მოუეტის ექსპედიცია კანადის რა ეკოლოგიური პრობლემის გადაჭრას ისახავდა მიზნად?
- მოუეტი თავის ნიგნში ბიოტური ურთიერთობის რომელ ფორმას აღწერს?
- როგორ ასაბუთებს, რომ ირმების შემცირება მგლებით არ იყო გამოწვეული?
- რა ცვლილებას გამოიწვევდა ეკოსისტემაში, თუ მგლები ზაფხულში თავგებით არ გამოიკვებებოდნენ?
- რა შედეგი გამოიღო კანადის ზოგიერთ რაიონში მგლების სრულმა მოსპობამ? ახსენი, რატომ?
- შეაფასე, როგორ შეიძლება ისეთი ნიგნებისა და ფილმების გამოყენება, როგორიცაა „ნუ იყვირებ: მგელი, მგელი!“ ადამიანებს რომელიმე ობიექტზე, მოვლენაზე მოსაზრების/შეხედულების შესაცვლელად?
- შენ რა აქტივობა/ლონისძიება მიგაჩნია მნიშვნელოვნად საზოგადოების ეკოლოგიურ პრობლემებზე ყურადღების მისაქცევად?

რეკომენდაცია: სასურველი იქნება, თვითონ წაიკითხო ეს ნიგნი, და/ან უყურო ფილმს.



1. სმოგმა, მჟავე წვიმებმა რა გავლენა შეიძლება მოახდინოს: 1) ფოტოსინთეზზე, 2) ეკოსისტემაზე?
2. რატომაა საშიში ნიადაგში დიდი რაოდენობით აზოტოვანი სასუქების შეტანა? როგორ ხვდება აზოტი ადამიანის ორგანიზმში? შექმენი სქემა, რომელიც ასახავს ამ გზას.
3. რატომაა არასასურველი (საშიშიც კი) სოკოების შეგროვება იმ ტყის ზოლში, რომელიც საავტომობილო გზის პირასაა?



ანთროპოგენური ფაქტორის გარემოზე ზემოქმედების კვლევა

დავალების პირობა:

შეარჩიე შენი რეგიონისათვის/ლოკალური გარემოსთვის დამახასიათებელი რომელიმე კონკრეტული ანთროპოგენური ფაქტორი და გამოიკვლიე მისი გავლენა გარემოზე. ამ მიზნით:

- ადგილობრივი მოსახლეობისგან შეარჩიე ასაკოვანი ადამიანები რესპონდენტებად და გამოიკითხე, თუ რა შეიცვალა ლოკალურ გარემოში უკანასკნელი 15-20 წლის განმავლობაში (იხ. დანართი 2);
- შეაგროვე ბუნების ამსახველი ძველი ფოტოები, ვიდეომასალა, გადაიღე ფოტოები და/ან ვიდეოები გარემოს დღევანდელი მდგომარეობის შესახებ;
- მოამზადე ანგარიშის ელექტრონული ვერსია, დაურთე შენ მიერ მოპოვებული და გადაღებული ფოტო და ვიდეომასალა და წარადგინე კლასის წინაშე.

ანგარიშის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინე:

- მოპოვებული ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე რა ტიპის ეკოლოგიური პრობლემა გამოვლინდა და რა არის მისი გამომწვევი მიზეზი/მიზეზები?
- სავარაუდოდ, რა შედეგებია მოსალოდნელი ამ პრობლემის მოუგვარებლობის შემთხვევაში?
- პრობლემის გადაჭრის გზების შემოთავაზება.
- როგორია გარემოს დაცვის ღონისძიებების მნიშვნელობა სახეობრივი მრავალფეროვნების შენარჩუნებასა და მდგრადი განვითარებისათვის?



- ადამიანი თავისი საქმიანობით, ხშირად, გამოუსწორებელ უარყოფით გავლენას ახდენს ეკოსისტემაზე;
- დაბინძურებული გარემო არღვევს ეკოსისტემას, ამცირებს მის ბიომრავალფეროვნებას;
- დაბინძურებული გარემო და ბიომრავალფეროვნების შემცირება უარყოფით გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე;
- ადამიანები ყოველთვის ზიანს არ აყენებენ გარემოს – სულ უფრო იზრდება ბუნების დამცველების რიცხვი, რომლებიც ცდილობენ დააბალანსონ ადამიანის მოთხოვნილება და ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებისათვის აუცილებელი ბუნებრივი პირობები.

ეკოლუციის საფუძვლები



ეკოლუციური მოძღვრება წარმოადგენს თეორიას დედამიწაზე სიცოცხლის განვითარების კანონზომიერებების შესახებ. იგი გვაძლევს საშუალებას, დავინახოთ ორგანული სამყაროს ერთიანობა და ავხსნათ მისი განსაცვიფრებელი მრავალფეროვნების მიზეზები, აღმოვაჩინოთ ისტორიული კავშირები სიცოცხლის სხვადასხვა ფორმას შორის და განვსაზღვროთ მათი განვითარება მომავალში. ეკოლუციური მოძღვრება განაზოგადებს მრავალი მეცნიერების (პალეონტოლოგიის, ეკოლოგიის, მოლეკულური ბიოლოგიის, გენეტიკის და სხვ.) მიერ დაგროვებულ ფაქტებს და ამ ცოდნის პრაქტიკაში გამოყენების საშუალებას იძლევა. მეცნიერებამ უამრავი ფაქტი დააგროვა იმის დასამტკიცებლად, რომ თანამედროვე სახეობები, ხანგრძლივი ისტორიული განვითარების პროცესში, ოდესღაც არსებული ცოცხალი ორგანიზმებისგან წარმოიქმნა.

თემის შესწავლის პროცესში მოგიწევს ისეთ საკვანძო კითხვაზე პასუხის გაცემა, როგორიცაა: რა მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმების მემკვიდრეობითობასა და ცვალებადობას ეკოლუციის თვალსაზრისით?



რის მიხედვით მსჯელობენ მეცნიერები ცოცხალი სამყაროს ცვალებადობის შესახებ?



- **სასიცოცხლო თვისებები:** ცვალებადობა (ცოცხალი სამყაროს ცვალებადობა და მისი დამამტკიცებელი საბუთები);
- **კვლევა:** მონაცემების ანალიზი, დასკვნა, მოდელი; მეცნიერების დარგი – პალეონტოლოგია.

დედამიწაზე ცოცხალი სამყარო მეტად მრავალფეროვანია. საინტერესოა, ასეთი იყო ის ყოველთვის თუ არსებობდნენ ისეთი ცოცხალი ორგანიზმები, რომლებიც დღეს აღარ არიან? ამ კითხვაზე ალბათ ნებისმიერ მოსწავლეს გაახსენდება გიგანტური ქვეწარმავლები, რომლებიც ერთ დროს სახლობდნენ დედამიწაზე, დღეს კი გადაშენებული არიან. მათ შესახებ ბევრი წიგნი დაწერილა და ფილმიც გადაღებულა. მაგრამ რას ეფუძნება წიგნები და ფილმის სცენარი, საიდან ვიცით, რომ გიგანტური ქვეწარმავლები ნამდვილად სახლობდნენ დედამიწაზე?

მათი არსებობის დამამტკიცებელი საბუთების ნაწილი მიწის სიღრმეშია მოძიებული, ზოგიერთი კი ისევ იქ იმყოფება და ელოდება **პალეონტოლოგებს** — მეცნიერებს, რომლებიც სწავლობენ დედამიწის შორეულ წარსულში მცხოვრებ ორგანიზმებს: იკვლევენ

ორგანიზმების ნამარხ ნაშთებს. განამარხებული ორგანიზმების მიხედვით, პალეონტოლოგები ვარაუდობენ, თუ როგორი იყო დედამიწის წარსულში მცხოვრებ არსებათა აგებულება.

როგორ იქმნება ნამარხი? როდესაც ორგანიზმი კვდება, მას თანდათანობით ფარავს მტვერი, ქვიშა და ტალახი. იქ არსებული მინერალები დროთა განმავლობაში ავსებს ორგანიზმის ქსოვილებს და იმდენად ამყარებს მათ, რომ ისინი მილიონობით წელი ინახება მიწის ქვეშ. ძირითადად, ინახება ძვლები, რადგან ძვლოვანი ქსოვილი ისედაც მტკიცეა სხვა ქსოვილებთან შედარებით. ხანდახან პალეონტოლოგები მეტად უჩვეულო და უაღრესად საინტერესო ნამარხებსაც აწყდებიან. სურათ 5.60-ზე ჩანს ორი გიგანტური ქვეწარმავლის ჩონჩხი. ერთის ბრჭყალი მეორის სხეულშია ჩასული: სავარაუდოდ, ეს ორი ცხოველი ერთმანეთს ებრძოდა, როდესაც უეცარმა კატასტროფამ მოუხსნო. პალეონტოლოგები ფიქრობენ, რომ ისინი სწრაფად ჩამოშლილმა ქვიშის მთამ ჩაიტანა.

შეიძლება თესლები, სპორები, ორგანიზმის სხეული გაუხრწნელად იყოს შენახული ქარვაში (სურ.5.61 – მწერი ქარვაში), ტორფის ჭაობში. ქარვაში, ტორფის ჭაობში დაცულ



სურ. 5.60



სურ. 5.61



დინოზავრის ნაკვალევის ანაბეჭდი



უხერხემლო ცხოველის ანაბეჭდი



ხერხემლიანი ცხოველის ანაბეჭდი



ფოთლის ანაბეჭდი

სურ. 5.62

ნაშთებს კიდევ უფრო მეტი ინფორმაციის მოცემა შეუძლია, რადგან, ხშირ შემთხვევაში, დაცულია დიდი რაოდენობით რბილი ქსოვილი. აქ საქმეში გენეტიკოსები ერთვებიან. ისინი ქსოვილიდან გამოყოფენ ნუკლეინის მჟავებს და სწავლობენ ამ ორგანიზმის გენეტიკურ თავისებურებებს, რითაც ავლენენ ნათესაურ კავშირებს თანამედროვე ორგანიზმებსა და მათ შორეულ წინაპრებს შორის. ნამარხი ფორმა ქანებზე ანაბეჭდის სახითაც არის ნაპოვნი (სურ. 5.62).

პალეონტოლოგიური კვლევა არ გულისხმობს მხოლოდ ნამარხი ფორმების მოძიება-

სა და დათვალიერებას. პალეონტოლოგების შრომა გაცილებით უფრო რთულია. ისინი იშვიათად აღმოაჩენენ ხოლმე სრულად დაცულ განამარხებულ ჩონჩხს. უფრო ხშირად პოულობენ გაბნეულ ნაწილებს, რომელთა გამოყენებით აღადგენენ მთელ ჩონჩხს — მოახდენენ ჩონჩხის რეკონსტრუქციას (სურ. 5.63). მაგრამ საქმე ამით არ მთავრდება — მეცნიერებმა ჩონჩხის მიხედვით უნდა მოახდინონ ცხოველის მთელი სხეულის რეკონსტრუქცია. რეკონსტრუქციული სხეულის მიხედვით მეცნიერები ვარაუდობენ, როგორ გამოიყურებოდა ეს ორგანიზმი, როგორი



სურ. 5.63



იყო მისი ცხოვრების ნირი, ადარებენ მას თანამედროვე ორგანიზმებს და მსჯელობენ ცოცხალი სამყაროს ისტორიულ განვითარებაზე, ვარაუდობენ ცოცხალი ორგანიზმების

წარსული ფორმებისგან ახალი ორგანიზმების ჩამოყალიბებას. ნამარხის ასაკს კი ადგენენ იმ ქანის ასაკის მიხედვით, რომელშიც იპოვეს ეს ფორმა.



პალეონტოლოგიის სამუშაო

კვლევა 1

საჭირო მასალა: თაბაშირი, წყალი, მუყაოს ფირფიტები.

პროცედურა:

1. წყალში მოზილე თაბაშირი, თხელ ფენად დადე მუყაოს ფირფიტაზე;
2. ოჯახის სხვადასხვა ასაკის წევრისგან (მცირეწლოვანისა და ზრდასრული ადამიანის) აილე ცერა და ნეკა თითების ანაბეჭდები; ამისთვის თითების ბალიში თანმიმდევრობით დააჭირე თაბაშირს და სწრაფად მოაცილე;
3. ნამუშევარი მიიტანე სკოლაში; მცირე ჯგუფში ჩაატარეთ პალეონტოლოგიური კვლევა: ერთმანეთის მიერ მოტანილ ანაბეჭდებზე ამოიცანით ცერისა და ნეკის ანაბეჭდი, ანაბეჭდის „პატრონის“ ასაკი.

რეკომენდაცია: ჯობს, გქონდეს თაბაშირის ცალ-ცალკე ნიმუში თითოეული ასაკობრივი ჯგუფისთვის; თაბაშირი სწრაფად მაგრდება და ეს პროცედურა სწრაფად უნდა შეასრულო.

კვლევა 2

დააკვირდი პალეონტოლოგიის მიერ აღმოჩენილ ადამიანის ჩონჩხის ნაშთებს. შეადარე ისინი ადამიანის ჩონჩხს (სკოლაში არსებულ ჩონჩხის მოდელს, ან/და პლაკატს, სახელმძღვანელოში მოცემულ სურათს) და დაადგინე, რომელი ძვლები აღმოაჩინა პალეონტოლოგმა.



კვლევა 3

შეეცადე, ამ განამარხებული ჩონჩხის რეკონსტრუქციის მიხედვით იმსჯელო ცხოველის ცხოვრების ნირზე, კერძოდ, კვების როგორი ტიპი იყო მისთვის დამახასიათებელი. დაასაბუთე შენი პასუხი.

კვლევა 4

მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ თანამედროვე ფრინველების შორეული წინაპარი იყო ქვეწარმავლების წარმომადგენელი. ეს მოსაზრება ეყრდნობა იმ ფაქტს, რომ არქეოპტერიქსში (პირველფრინველი) აღმოაჩინეს ქვეწარმავლებისა და ფრინველებისათვის დამახასიათებელი ნიშნები. დააკვირდი სურათს და რვეულში ამოიწერე არქეოპტერიქსისათვის დამახასიათებელი ქვეწარმავლისა და ფრინველის ნიშნები.

არქეოპტერიქსის
ანაბეჭდი





რა მნიშვნელობა აქვს მემკვიდრულ ცვალებადობას სელექციისა და ევოლუციის პროცესში?



- **სასიცოცხლო თვისებები:** მემკვიდრული ცვალებადობა და მისი ევოლუციური მნიშვნელობა;
- **ბიომრავალფეროვნება:** ხელოვნური გადარჩევა, ჯიში, სელექცია, სახეობა, პოპულაცია, ბუნებრივი გადარჩევა, არსებობისათვის ბრძოლა
- **კვლევა:** მონაცემების ანალიზი, დასკვნა, ჰიპოთეზა.

ამგვარად, პალეონტოლოგიური მასალა გვიჩვენებს, რომ ცოცხალი სამყარო ცვალებადია – ცოცხალი ორგანიზმები განიცდიდნენ ცვლილებებს და განვითარებას დედამიწის ისტორიის განმავლობაში. ნამარხი ნაშთების კვლევა მეცნიერებს უჩვენებს, რომ საარსებო პირობების ცვლილების შესაბამისად, ზოგიერთი სახეობა გადაშენდებოდა, წარმოიქმნებოდა ახალი შეგუებულობები და სახეობები,

თანდათან რთულდებოდა ორგანიზმთა ორგანიზაციის დონე, ანუ მიმდინარეობდა ევოლუცია.

ბიოლოგიური ევოლუცია არის ცოცხალი ბუნების შეუქცევადი და მიმართული ისტორიული განვითარება, რომელსაც თან ახლავს პოპულაციის გენეტიკური შედგენილობის ცვლილება, შეგუებულობების ჩამოყალიბება, ახალ სახეობათა წარმოქმნა და სხვადასხვა სახეობის გადამენება, ბიოცენოზებისა და მთლიანად ბიოსფეროს გარდაქმნა. პირველი ევოლუციური თეორია შექმნა ფრანგმა ბიოლოგმა ჟან ბატისტ ლამარკმა. განამარხებული ფორმების შესწავლაზე დაყრდნობით, ლამარკმა XVIII საუკუნეში ივარაუდა, რომ დედამიწაზე არსებული ცოცხალი ორგანიზმები წარმოიშვნენ მათი მსგავსი წინაპარი ორგანიზმებისაგან. ინგლისელმა მეცნიერმა ჩარლზ დარვინმა XIX საუკუნეში განავრცო ლამარკის ევოლუციური იდეა.

ჩარლზ დარვინმა გემ „ბიგლით“ დედამიწის გარშემო მოგზაურობის (1831-1836 წწ.) შედეგად ბევრი მონაცემი შეაგროვა ორგანიზმთა ცვალებადობის შესახებ. მოგროვებულმა ფაქტებმა დაარწმუნა იმაში, რომ სახეობების უცვლელად მიჩნევა არ შეიძლება. დარვინი აკვირდებოდა ფულკანური წარმოშობის გალაპაგოსის კუნძულებზე ქვეწარმავლებისა და ფრინველების საოცარ სახეობებს. მათ შორის განსაკუთრებული ყურადღება მიიპყრო მთიულების მრავალგვარობამ (სურ. 5.64). ეს ფრინველები სხვაგან არსად გვხვდება, მაგრამ ისინი ემსგავსებიან მთიულების იმ სახეობებს, რომლებიც სამხრეთ ამერიკის კონტინენტზე ბინადრობენ. დარვინის აზრით, ისინი

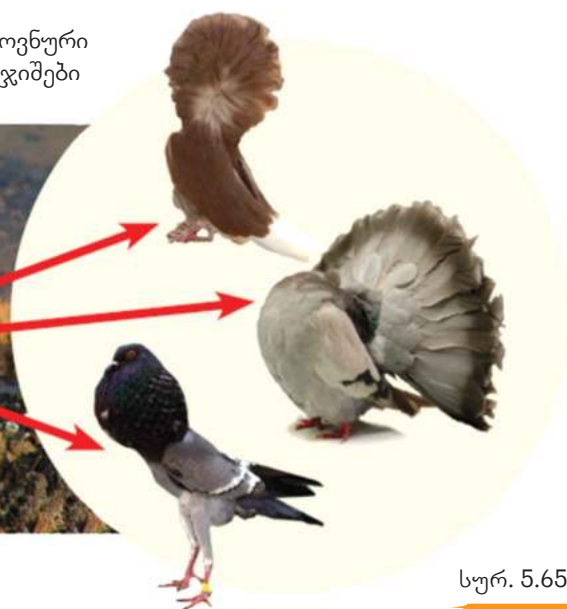


სურ. 5.64

სხვადასხვა მიმართულებით წარმოებული ხელოვნური
გადარჩევის შედეგად გამოყვანილი მტრედის ჯიშები



გარეული (კლდის) მტრედი



სურ. 5.65

კუნძულებზე მოხვდნენ სამხრეთ ამერიკის კონტინენტიდან, განსახლდნენ სხვადასხვა კუნძულზე, ამათ გამოიწვია პოპულაციათა იზოლაცია და განსხვავებულ საკვებთან დაკავშირებით წარმოიშვა ნისკარტის ფორმით განსხვავებული ფრინველთა სახეობები.

მოგზაურობის დროს იგი ხშირად ფიქრობდა ცხოველთა თანამედროვე სახეობების ნამარხ ფორმებთან მსგავსების მიზეზების შესახებ. იგი იმ აზრამდე მივიდა, რომ მათ შორის იყო ნათესაური კავშირი. ინგლისში დაბრუნების შემდეგ დაინტერესდა მტრედებისა და სხვა შინაური ცხოველების ჯიშების გამოყვანით, რამაც იგი **ხელოვნური გადარჩევის კონცეფციამდე** მიიყვანა: კულტურულ მცენარეთა და შინაურ ცხოველთა ჯიშები ადამიანმა გამოიყვანა მემკვიდრულ ნიშან-თვისებათა სხვადასხვა მიმართულებით გადარჩევის შედეგად. გამოყვანილი ჯიშების ნიშან-თვისებები შეგუებულია ადამიანის ინტერესებთან (სურ. 5.65).

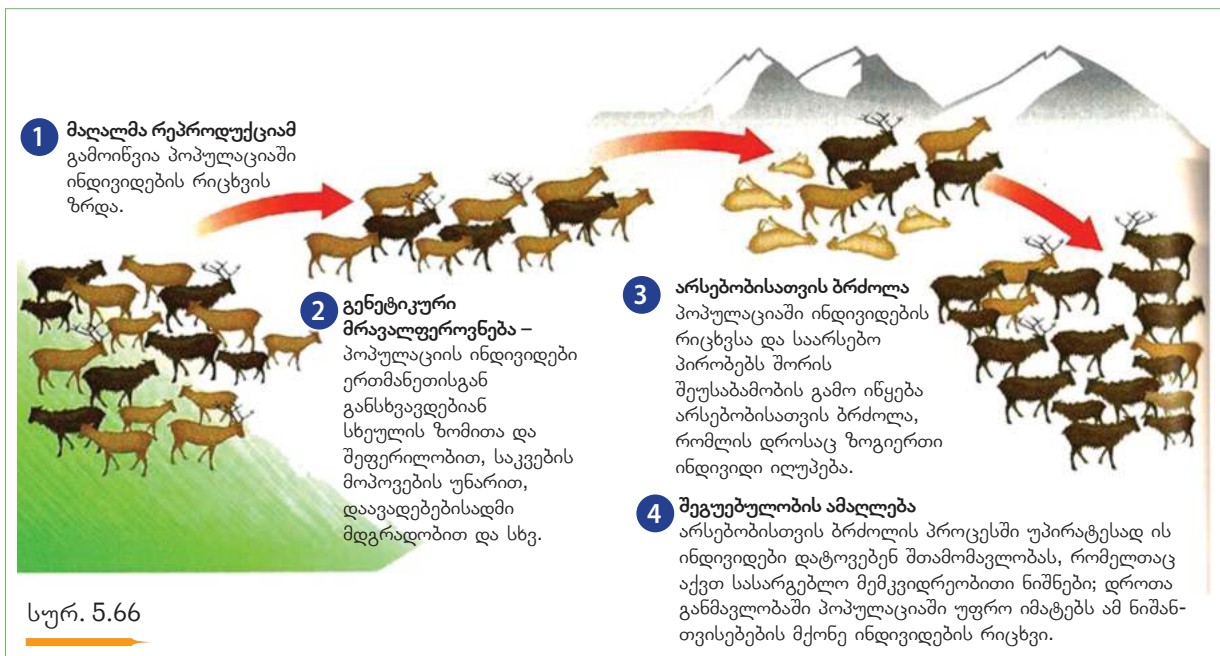
დარვინმა დააყენა საკითხი — ბუნებაში ხომ არ არსებობს გადარჩევის პროცესი, რომელიც წარმოქმნის გარემო პირობებთან შეგუებულ ორგანიზმებს? მან ყურადღება მიაქცია ასეთ ფაქტს: მიუხედავად იმისა, რომ სახეობათა უმრავლესობას ახასიათებს მაღალი რეპროდუქციული (გამრავლების) უნარი (დიდი რაოდენობით წარმოქმნას შთამომავლობა), მათ პოპულაციებში ინდივიდების

რიცხვი შეფარდებით მუდმივი რჩება. პოპულაციებში ყოველი მომდევნო თაობის ყველა ინდივიდი რომ გადარჩეს და გამრავლდეს, მაშინ სახეობა დაიკავებდა დედამიწაზე მისთვის ხელსაყრელ ყველა ადგილს. მაგრამ ასე არ ხდება. რატომ?

პოპულაციაში იქმნება შეუსაბამობა ინდივიდთა რიცხვსა და მათ საარსებო საშუალებათა შორის. ყველა პოპულაციის რიცხოვნობას ზღუდავს ან აკონტროლებს სხვადასხვა ეკოლოგიური ფაქტორი, როგორიცაა, მაგალითად, საკვები რესურსები, საცხოვრებელი ტერიტორია, განათება და სხვ. პოპულაციის ინდივიდებს შორის განუწყვეტელი კონკურენცია გარემოს ფაქტორებისათვის იწვევს „არსებობისათვის ბრძოლას“. ბევრი ინდივიდი ვერ გადარჩება და ვერ ახერხებს შთამომავლობის დატოვებას.

ყველა პოპულაციაში ხდება მემკვიდრული ცვლილებები. უამრავი მონაცემის შეჯერების შედეგად დარვინი მიხვდა, რამდენადაც პოპულაციის ყველა ინდივიდი განიცდის ნიშან-თვისებების ცვალებადობას და ყველა მათგანი ჩართულია არსებობისათვის ბრძოლაში, გადარჩება და შთამომავლობას დატოვებენ ის ინდივიდები, რომელთაც აქვთ ისეთი მემკვიდრული ნიშან-თვისებები, რომლებითაც უკეთ შეეგუებიან გარემო პირობებს (სურ. 5.66).

ნებისმიერი, თუნდაც უმნიშვნელო მორ-



ფოლოგიური, ფიზიოლოგიური ან ქცევითი მემკვიდრეობითი ცვლილება, რომელიც მოცემულ ორგანიზმს უპირატესობას აძლევს არსებობისათვის ბრძოლის პროცესში, ანიჭებს მას გადარჩენის მეტ შესაძლებლობას.

არსებობისათვის ბრძოლა არის ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობა. დარვინმა ბუნებრივი გადარჩევა უწოდა „ხელსაყრელ ინდივიდუალურ განსხვავებათა შენარჩუნებასა და საზიანოთა მოსპობას.“

დარვინის ევოლუციური თეორიის მიხედვით, ბუნებრივი გადარჩევა მემკვიდრული ცვალებადობის საფუძველზე წარმოადგენს ცოცხალი სამყაროს ევოლუციის მთავარ მამოძრავებელ ძალას (ფაქტორს).

ევოლუციის ერთეული არის პოპულაცია და არა ორგანიზმი. ცალკეული ორგანიზ-

მი არ შეიძლება იყოს ევოლუციის ერთეული, რადგან ერთი ინდივიდის სიცოცხლის ხანგრძლივობა ძალიან ხანმოკლეა პოპულაციასთან შედარებით. ამიტომ ევოლუციას განიცდის ორგანიზმთა ჯგუფი. პოპულაციაში გამუდმებით წარმოიშობა მუტაციები, პოპულაციის ინდივიდების თავისუფალი შეჯვარების გამო ის ვრცელდება პოპულაციაში, შედეგად იგი გენეტიკურად არაერთგვაროვანი ხდება. პოპულაციაში მიმდინარეობს ბრძოლა არსებობისთვის და ბუნებრივი გადარჩევა, რის გამოც გადარჩებიან და უპირატესად შთამომავლობას ტოვებენ ის ინდივიდები, რომელთაც მოცემულ პირობებში სასარგებლო ცვლილებები აღმოაჩნდებათ. ამრიგად, პოპულაცია ევოლუციის ელემენტარული ერთეულია.



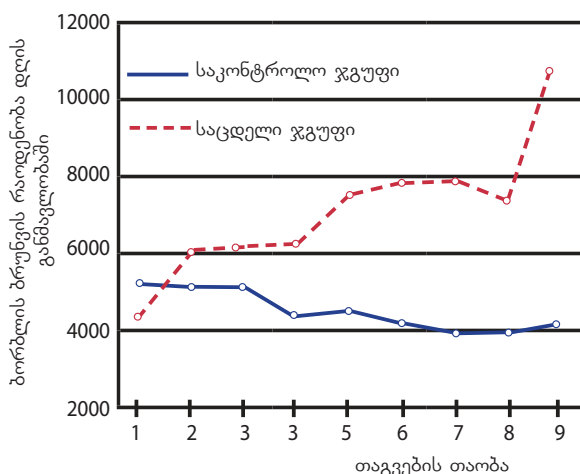
1. რა არის ჯიშთა მრავალფეროვნების მიზეზი?
2. რა არის სახეობათა მრავალფეროვნების მიზეზი, ანუ ორგანული სამყაროს ევოლუციის მთავარი მამოძრავებელი ძალები დარვინის ევოლუციური თეორიის მიხედვით?
3. რა არის ევოლუციის ელემენტარული ერთეული? რატომ?
4. არსებობისათვის ბრძოლის პროცესში რა არის გადამწყვეტი ფაქტორი?
5. შეადარე ერთმანეთს ხელოვნური და ბუნებრივი გადარჩევა, დაადგინე მათ შორის საერთო და განსხვავება? მონაცემები წარმოადგინე სქემის სახით.



მონაცემების ანალიზი

მეცნიერებმა თავგები გამოიყენეს, რათა დაედგინათ, ცხოველის მიერ სავარჯიშოს შესრულების უნარი გაუმჯობესდებოდა თუ არა რამდენიმე თაობის განმავლობაში. ამ ექსპერიმენტში ხელოვნურად არჩევდნენ თავგების იმ ინდივიდებს, რომელთაც ბორბლის ტრიალის კარგი უნარი ჰქონდათ. შემდეგი თაობის დასატოვებლად შეარჩიეს ის თავგები, რომელთაც ბორბალზე სირბილის ყველაზე მეტი შესაძლებლობა ჰქონდათ. საკონტროლო ჯგუფად აიღეს შემთხვევითი გამრავლების შედეგად მიღებული თავგების თაობა.

- X-ლერძი გვიჩვენებს თავგების სხვადასხვა თაობას 1-დან 9-მდე;
- Y-ლერძი გვიჩვენებს თავგების მიერ შესრულებულ ბორბლის ბრუნვის რაოდენობას 1 დღის განმავლობაში;
- ლურჯი უწყვეტი ხაზი უჩვენებს თავგების საკონტროლო ჯგუფის შედეგებს;
- ნარინჯისფერი წყვეტილი ხაზი უჩვენებს თავგების საცდელი ჯგუფის (იმ თავგების თაობა, რომლებსაც იღებდნენ ბორბალზე სირბილის კარგი უნარის მქონე თავგების ხელოვნურად შერჩეული ინდივიდების გამრავლებით) შედეგებს.



ანალიზი: რა განსხვავებაა თავგების საკონტროლო და საცდელი ჯგუფების შედეგებს შორის?

დასკვნა:

1. ბორბლის ტრიალის უნარი თავგებში არის თუ არა მემკვიდრული ნიშანი?
2. ეს ექსპერიმენტი გადარჩევის რომელი ფორმის მოქმედების დასასაბუთებლად გამოდგება? დაასაბუთე შენი მოსაზრება არგუმენტირებული მსჯელობით;
3. გამოიყენე გრაფიკზე მოცემული მონაცემები და განსაზღვრე ბორბლის ბრუნვის რაოდენობა საცდელი ჯგუფის მე-10 თაობაში.



- დარვინის ღვაწლი მდგომარეობს არა ევოლუციის არსებობის დამტკიცებაში, არამედ იმაში, რომ მან ახსნა როგორ მიმდინარეობდა იგი – ევოლუციის მამოძრავებელი ძალები: არსებობისათვის ბრძოლა და ბუნებრივი გადარჩევა მემკვიდრული ცვალებადობის საფუძველზე;
- დარვინი არ ცდილობდა დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობის ახსნას; მას აინტერესებდა, როგორ შეიძლებოდა არსებული სახეობებიდან ახალი სახეობების წარმოქმნა.



რატომ ითვლება არსებობისათვის ბრძოლა ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობად?



- **ბიომრავალფეროვნება:** არსებობისათვის ბრძოლა, სახეობის პოპულაციის მრავალფეროვნება და ევოლუციური, გენეტიკური და ეკოლოგიური საფუძვლები;
- **კვლევა:** მონაცემების შეგროვება, ანალიზი, დასკვნა, მსჯელობა არსებობისათვის ბრძოლის სახეებსა და მის მნიშვნელობაზე.



- რა არის ეკოლოგიური ფაქტორი? დაასახელე ეკოლოგიური ფაქტორების ჯგუფები;
- ბიოცენოზის ორგანიზმებს შორის რა ტიპის ბიოტური ურთიერთობები არსებობს?

სახეობათა მრავალფეროვნების მთავარი მამოძრავებელი ძალა ბუნებრივი გადარჩევაა. ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობებია:

- პოპულაციის გენეტიკური ნაირგვარობა;
- გამრავლების პროგრესი;
- ბრძოლა არსებობისათვის.

შენ უკვე იცი, რომ პოპულაცია გენეტიკურად მრავალფეროვანია სქესობრივი გამრავლების დროს გენების ახალი კომბინაციის წარმოქმნისა და მუტაციური პროცესის გამო;

ისიც იცი, რომ სახეობათა უმრავლესობისთვის დამახასიათებელია გამრავლების დიდი უნარი, რაც პოპულაციაში ინდივიდების რიცხვსა და საარსებო პირობებს შორის ქმნის შეუსაბამობას; ეს კი არსებობისათვის ბრძოლას იწვევს, რომლის დროსაც უპირატესად გადარჩებიან სასარგებლო მემკვიდრული ნიშან-თვისების მქონე ინდივიდები. ამრიგად, ბუნებრივი გადარჩევა წარმოებს არსებობისათვის ბრძოლის საფუძველზე.

არსებობისათვის ბრძოლა არის რთული და მრავალფეროვანი ურთიერთდამოკიდებულება ინდივიდებისა სახეობის შიგნით, სხვადასხვა სახეობას შორის და ბუნების არაცოცხალ ფაქტორებთან. ამავე დროს, ამ პროცესში იგულისხმება არა მარტო ერთი ინდივიდის სიცოცხლე, არამედ ისიც, თუ რამდენად უზრუნველყოფს იგი თავის თავს შთამომავლობით. დარვინი არსებობისათვის ბრძოლის სამ ფორმას არჩევდა: შიდასახეობრივ, სახეობათშორისა და ბრძოლას არაორგანული ბუნების არახელსაყრელ პირობებთან, ანუ აბიოტურ ეკოლოგიურ ფაქტორებთან.

არსებობისათვის შიდასახეობრივი ბრძოლა გულისხმობს ერთი სახეობის ინდივიდებს შორის მრავალფეროვან ურთიერთობებს.



სურ. 5.67



სურ. 5.68



სურ. 5.69

თუ გაიხსენებ ბიოტური ურთიერთობიდან კონკურენციას, მიხვდები, რომ არსებობისათვის ბრძოლის ეს ფორმა განსაკუთრებული სიმძაფრით ხასიათდება, რადგან ერთი სახეობის ინდივიდებს მსგავსი ინტერესები აქვთ. კონკურენციაა ტერიტორიისთვის, განათებისთვის, ტენიანობისთვის, მდედრისთვის, საკვებისთვის. კონკურენციის ნაცვლად, ზოგჯერ ინდივიდები ერთმანეთთან პირდაპირ ბრძოლაში ებმებიან (სურ. 5.67). მეთოვლიები, საკვების ნაკლებობის შემთხვევაში, სპობენ ზოგიერთ მართვეს, ნინკანები საფენის ქვეშ ჭყლეტენ ერთ ან ორ ბარტყს, რათა დანარჩენები გამოკვებონ. ეს მაგალითები მოწმობს, რომ არსებობისთვის ბრძოლა შესაძლოა, საზიანო იყოს ცალკეული ინდივიდისთვის, მაგრამ სასარგებლოა მთლიანად პოპულაციისთვის. მაგრამ ერთი სახეობის ინდივიდებს შორის არსებობს არა მარტო კონკურენცია და ბრძოლა, არამედ ეხმარებიან კიდევ ერთმანეთს: ერთობლივად

ზრუნავენ შთამომავლობაზე, ერთად იცავენ თავს მტრისგან ან ერთად მოიპოვებენ საკვებს (სურ. 5.68 და 5.69).

სახეობათაშორისი არსებობისათვის ბრძოლა მიმდინარეობს სხვადასხვა სახეობის ინდივიდებს შორის. იგი, ძირითადად, პირდაპირ ხასიათს ატარებს. სახეობათაშორისი ბრძოლის მაგალითია ისეთი ბიოტური ურთიერთობა, როგორიცაა პარაზიტისა და მასპინძელს, მტაცებელსა და მსხვერპლს შორის (სურ. 5.70). ზოგჯერ ეს ბრძოლა არაპირდაპირი ხასიათისაა, რაც კონკურენციის სახით ვლინდება. ტყეში სინათლის მოყვარული სახეობების — ფიჭვის, არყისა და ვერხვის ტოტების ქვეშ კარგად ვითარდება ნაძვის აღმონაცენი, რომელიც გაშლილ ადგილზე დაილუპებოდა. შემდეგ კი, ნორჩი ნაძვების ვარჯის შემჭიდროების გამო, სინათლის მოყვარული მცენარეების აღმონაცენები ილუპება.

ფართო გაგებით, არსებობისთვის ბრძოლის მაგალითია აგრეთვე ისიც, როდესაც



პარაზიტიზმი (ტკიპი ადამიანის კანზე)



მტაცებლობა

სურ. 5.70



სურ. 5.71



ერთი სახეობა საკუთარი თავის დაუზიანებლად, ხელს უწყობს მეორეს (მაგ., ფრინველებისა და ძუძუმწოვრების მიერ თესლებისა და ნაყოფების გავრცელება), ან როდესაც სხვადასხვა სახეობის ინდივიდებს შორის ურთიერთსასარგებლო დამოკიდებულებაა (მაგ., ყვავილოვანი მცენარეები და მათი დამმტვერავეები, ფრინველი იკვებება ნიანგის საკვების ნარჩენებით – სურ.5.71).

ბრძოლა გარემოს არახელსაყრელ აბიოტურ ფაქტორებთან (დაბალი ან მაღალი ტემპერატურა, ნიადაგის მარილიანობა, გვალვა და ა.შ.) გამოიხატება თავდაცვითი შეგუებულობის წარმოქმნაში. მაგ., უდაბნოს მცენარე კაქტუსს ფოთლები ეკლებად აქვს გადაქცეული, რათა შეამციროს წყლის აორთქლება, ტროპიკული მცენარეების ფოთლები კი დიდი ზომისაა დიდი რაოდენობის ბაგეებით, რათა ინტესიურად აორთქლდეს წყალი. იმ ცხოველების უმრავლესობას, რომლებსაც დაბალი ტემპერატურის პირობებში უხდებათ ცხოვრება, ხშირი ბენვი აქვთ, კანქვეშ ცხიმის სქელი ფენა უვითარდებათ და/ან სხეულის

მცირე წანაზარდები აქვთ, რაც იცავს მათ სითბოს დაკარგვისაგან. ცხელ კლიმატურ გარემოში მცხოვრებ ცხოველებს კი თხელი ბენვი და სხეულის დიდი წანაზარდები აქვთ, რაც ზრდის სხეულის მიერ სითბოს გაცემას (სურ. 5.72 – პოლარული მელა და უდაბნოს მელა).

ბრძოლის ამ ფორმასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ევოლუციისათვის, რადგან იგი ამძაფრებს შიდასახეობრივ ბრძოლას. მაგალითად, ტენის ნაკლებობის დროს მცენარის პოპულაციაში მძაფრდება კონკურენცია ამ ფაქტორისადმი და გამარჯვებულნი გამოდიან ის ინდივიდები, რომელთაც ექნებათ ისეთი მემკვიდრეობითი ცვლილებები, რომლებიც განაპირობებს წყლის უკეთ შენოვასა და შენარჩუნებას. ეს, საბოლოო ჯამში, სახეობის საარსებო პირობებთან შეგუების ამაღლებას გამოიწვევს, რადგან **არსებობისათვის ბრძოლის პროცესში უპირატესად გადარჩებიან ის ინდივიდები, რომელთაც მოცემულ საარსებო პირობებში სასარგებლო მემკვიდრეობითი ცვლილებები აქვთ.**



სურ. 5.72





ექსპერიმენტის დაგეგმვა და განხორციელება

აღმონაცენის განვითარება ბევრ ფაქტორზეა დამოკიდებული: ტემპერატურაზე, ტენიანობაზე, განათებასა და, მათ შორის, აღმონაცენის სიმჭიდროვეზე – ფართობის ერთეულზე ინდივიდების რაოდენობაზე.

დაგეგმე და განახორციელე საშინაო ექსპერიმენტი, რომლითაც დაადგენ აღმონაცენის განვითარებაზე სიმჭიდროვის გავლენას. წარმოადგინე ჩატარებული ექსპერიმენტის ანგარიში, რომელშიც უნდა ასახო: საკვლევი კითხვა, პროგნოზი, დამოუკიდებელი, დამოკიდებული და საკონტროლო ცვლადები, ჩატარებული კვლევის აღწერა, კვლევის შედეგები და მისი ანალიზი, დასკვნა, რომელიც უპასუხებს საკვლევ კითხვას (იხ. დანართი 3).

კვლევის ანგარიშის პრეზენტაციისას საზგასმით წარმოაჩინე:

- რა როლს ასრულებს არსებობისათვის ბრძოლა ევოლუციის პროცესში?
- არსებობისათვის ბრძოლის რა ფორმები მიმდინარეობს ბუნებაში და როგორ უკავშირდება ეკოლოგიური ურთიერთობის ფორმებს?
- შენი ექსპერიმენტი არსებობისათვის ბრძოლისა და ეკოლოგიური ურთიერთობის რომელ ფორმას ასახავდა?
- შენი ექსპერიმენტის მიხედვით, როგორ იმოქმედა მაღალმა სიმჭიდროვემ აღმონაცენის განვითარებაზე?
- მაღალმა სიმჭიდროვემ რომელი აბიოტური ფაქტორებისადმი გამოიწვია ინდივიდებს შორის კონკურენცია?
- როგორ დაუკავშირებ კვლევის შედეგად მიღებულ ცოდნას სოფლის მეურნეობას?



1. სურათ 5.71-ზე მოცემული არსებობისათვის სახეობათაშორისი ბრძოლის მაგალითების მიხედვით ასხენი: 1) რაში გამოიხატება ურთიერთსასარგებლო დამოკიდებულება მცენარესა და მის დამტევრავ მწერს შორის? რა შეგუებულობის განვითარებას შეუწყო ხელი ამ ურთიერთობამ? 2) რაში გამოიხატება ურთიერთსასარგებლო დამოკიდებულება ნიანგსა და ფრინველს შორის?

2. გაეცანი ორგანიზმებსა და გარემოს შორის ურთიერთობის მაგალითებს, თითოეული მაგალითი შეუსაბამე არსებობისათვის ბრძოლისა და ეკოლოგიური ურთიერთობის ფორმებს, მონაცემები შეიტანე ცხრილებში.

მაგალითები: 1. ტროპიკული მცენარეების დიდი ფოთოლი და ბაგეების დიდი რიცხვი; 2. ფრინველთა სეზონური მიგრაცია; 3. აბედა სოკო ცხოვრობს ხემცენარეზე; 4. ზამთარში კურდღლის თეთრი შეფერილობა; 5. მღიერი სოკოსა და ხემცენარის თანაცხოვრების შედეგი; 6. მშიერი მგელი მისდევს ირმებს; 7. ირმები ეჯიბრებიან ერთმანეთს, რომელი გაასწრებს მტერს; 8. ავსტრალიაში ჩაყვანილმა ფუტკარმა ადგილობრივი ფუტკარი განდევნა; 9. უდაბნოს მცენარეებს ეკლევი და გრძელი ფესვი აქვთ; 10. თეთრი დათვის ზამთრის ძილი; 11. უდაბნოს ცხოველების ზაფხულის გვალიან პერიოდში მიგრაცია; 12. რწყილი ცხოვრობს ძაღლის კანზე; 13. ტროპიკულ ტყეებში ლიანები საყრდენად იყენებენ ხემცენარეებს; 14. მწერები მონაწილეობენ მცენარეების დამტევრავში; 15. წიწკანები საფენის ქვეშ ჭყლეტენ ერთ ან ორ ბარტყს; 16. ორქიდეა ემაგრება ხემცენარის ღეროს.

არსებობისათვის ბრძოლის ფორმა	მაგალითის ნომერი
შიდასახეობრივი	×
სახეობათაშორისი	×
არაცოცხალი გარემოს არახელსაყრელ პირობებთან ბრძოლა	×

ეკოლოგიური ურთიერთობის ფორმა	მაგალიტის ნომერი
ორგანიზმებსა და აბიოტურ ფაქტორებს შორის	×
კონკურენცია	×
მტაცებლობა	×
პარაზიტიზმი	×
ურთიერთსასარგებლო დამოკიდებულება	×
ცალმხრივ სასარგებლო დამოკიდებულება	×



- ბუნებრივი გადარჩევის ერთ-ერთი წინაპირობა არის არსებობისათვის ბრძოლა, რომლის პროცესშიც უპირატესად გადარჩებიან სასარგებლო მემკვიდრული ცვალებადობის მქონე ინდივიდები;
- არსებობისათვის ბრძოლის საფუძველი არის ეკოლოგიური ურთიერთობები;
- ბუნებრივი გადარჩევა ამაღლებს საარსებო პირობებთან სახეობის შეგუებულობას.



რაში მდგომარეობს ადაპტაციის წარმოქმნის ევოლუციური მექანიზმი?



- **ბიომრავალფეროვნება:** ბუნებრივი გადარჩევა და მისი შედეგები;
- **სასიცოცხლო თვისებები:** ადაპტაცია და მისი ფორმები (სტრუქტურული, ფიზიოლოგიური და ქცევით ადაპტაციები);
- **კვლევა:** საკვლევი კითხვა, მონაცემები, ანალიზი, დასკვნა (ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების დადასტურება).

ბუნებრივი გადარჩევის ერთ-ერთი შედეგია შეგუებულობების (ადაპტაციების) წარმოქმნა. ევოლუციის პროცესში ორგანიზმები იძენენ სხვადასხვა თვისებას, რაც საშუალებას აძლევთ მათ უფრო წარმატებით შეეგუონ საარსებო პირობებს. მაგალითად, ჩრდილოეთის ცხოველების ბენგს (პოლარული მელიების, დათვების) აქვს თეთრი შეფერილობა, რომელიც მათ შეუმჩნეველს ხდის თოვლის ფონზე. ნექტრით მკვებავი მწერები კვების ასეთ თავისებურებას შეგუებულნი არიან პირის აპარატის აგებულებით. სელაპების სხეულის ფორმა და ფეხ-ფარფლები ხელს უწყობს მათ წყალში გადაადგილებას. ჟირაფები ცხოვრობენ სავანებში და იკვებებიან მაღალი ხეების ფოთლებით, რაშიც მათ ეხმარება გრძელი კისერი.

ასეთი მაგალითების მოყვანა ბევრი შეიძლება, რადგანაც ყოველ ცოცხალ არსებას აქვს უამრავი ნიშან-თვისება, რომლებიც მათ გამოუმუშავდათ საარსებო პირობებთან შეგუებულობის ჩამოყალიბების პროცესში.

შეგუებულობა ზრდის ორგანიზმების გადარჩენისა და შთამომავლობის დატოვების შესაძლებლობას.

შეგუებულობა ეხება ორგანიზმების გარეგან და შინაგან ნიშან-თვისებებს, გამრავლებისა და ქცევების თავისებურებებს, რაც განაპირობებს გარემოსთან ორგანიზმთა შეგუებულობის სხვადასხვა ფორმას: ფიზიოლოგიურ, ქცევით და მორფოლოგიურ, ანუ სტრუქტურულ ადაპტაციებს.

ფიზიოლოგიური ადაპტაციები მნიშვნელოვანია შეცვლილ გარემო პირობებში ორგანიზმის სიცოცხლისათვის. ფიზიოლოგიური ადაპტაციის მაგალითია ჰომეოსტაზი — ორგანიზმის უნარი, შეინარჩუნოს შინაგანი გარემოს სტაბილურობა მუდმივად ცვალებად გარემო პირობებში (სხეულის ტემპერატურა, წყლის შემცველობა, pH და სხვ.). მაგალითად, აქლემი უდაბნოში ტენის ნაკლებობასთან დაკავშირებით, მცირე რაოდენობის შარდს გამოყოფს, არ ოფლიანობს, კუჭში იგროვებს 110-120კგ-მდე ცხიმს, წყლის გარეშე 45 დღე ძლებს, მას ერთბაშად 50 ლ-მდე წყლის დალევა შეუძლია და ა.შ. ზღვის პირას მცხოვრები ცხოველები შეგუებულნი არიან ზღვის მიქცევასა და მოქცევას. ზღვის შროშანებს შხამიანი საცეცები აქვთ, რითაც წყლის ქვეშ საკვებს მოიპოვებენ. წყლის მიქცევისას ბურთივით მრგვალდებიან და საცეცებს მაღავენ, ვიდრე ხელახალი მოქცევა არ დაიწყება. ამით ისინი გამოშრობისგან იცავენ თავს (სურ. 5.73).



სურ. 5.73

ზღვის შროშანი წყალში



ზღვის შროშანი უწყლოდ

ქცევითი ადაპტაციები



ბრძოლა მდედრისთვის



საქორწინო ცეკვა



ზრუნვა შთამომავლობაზე



დღის ცხელ დღეს სოროებში
იმალეობიან

სურ. 5.74



ფრინველების სამემოდგომო
მიგრაცია



სიცივეში ერთად იკრიბებიან
და კვერცხებს ფეხებზე
იდებენ

ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების შედეგია **ქცევითი ადაპტაციები**. ქცევითი ადაპტაციები ძალიან მრავალფეროვანია: საკვების მოპოვების ხერხები, შიშისა და აგრესიის გამოხატვა, ცხოველთა მიგრაციები, გამრავლე-

ბასთან დაკავშირებული საქორწინო რიტუალები (იგი ძალიან რთულია და მკვეთრად გამოხატული ფრინველებში, ძუძუმწოვრებში), ორთაბრძოლა მდედრისთვის, ზრუნვა შთამომავლობაზე და ა.შ. (სურ. 5.74).

სტრუქტურული ადაპტაციები



სურ. 5.75



მორფოლოგიური (სტრუქტურული) ადაპტაციები (სურ. 5.75) — ეს შეგუებულობანი დაკავშირებულია სხეულის აგებულების თავისებურებებთან. მაგალითად, კოდალა ტყეში ხეზე ცხოვრებას არის შეგუებული: დიდი თავი და წვეტიანი ნისკარტი ეხმარება ხის ქერქიდან მატლების ამოყვანაში, თითების განლაგება და ძლიერი საჭის ბუმბული ეხმარება ხეზე ვერტიკალურად ჯდომაში, თევზებს წყალში ცხოვრებასთან

დაკავშირებით აქვთ სხეულის თითისტარისებური ფორმა, ლაყურები, ფარფლები და სხვ. ხმელეთზე ცხოვრებასთან დაკავშირებით ქვეწარმავლების კანი რქოვანი ქერცლებით დაიფარა, ფილტვები კარგად აქვთ განვითარებული, კვერცხი კირიანი ნაჭუჭითაა დაფარული და ა.შ.

მცენარეებშიც უამრავი სტრუქტურული ადაპტაცია აღინიშნება. ყვავილოვან მცენარეებში ყვავილის წარმოქმნამ ხმელეთზე

მათ ფართო გავრცელებას შეუწყო ხელი, წარმოექმნათ დამტვერვის სხვადასხვა საშუალება. მწერიმტვერია მცენარეები სურნელოვანი, მკაფიოდ შეფერილი დიდი

ყვავილით ან ყვავილედით გამოირჩევიან, ყვავილები მდიდარია სანექტრეებით, რაც იზიდავს დამმტვერავ მწერებსა და სხვა ცხოველებს.

მფარველობითი შეფერილობა



სურ. 5.76

მფარველობითი შეფერილობა (სურ. 5.76) — ასეთი შეფერილობა ცხოველებს ნაკლებ შესაძლებლობას აძლევს დაწვდნის და წარმატებით იცავს მტრებისგან, ანდა მტაცებელ ცხოველს შეუმჩნევლად ხდის მსხვერპლისათვის. მწვანე გარემოში მცხოვრები ცხოველების უმეტესობა მწვანეა. მაგალითად, კუტკალია, მწვანე ბაყაყი, ვასაკა, მწვანე ხელიკი და სხვ. უდაბნოს ცხო-

ველები მოყვითალო ან მურა-ყვითელია, პოლარულ მხარეში ცხოველები თეთრად არიან შეფერილნი (თეთრი დათვი, თეთრი მელა, თეთრი ბუ და სხვ.). ზოგ ცხოველს შეფერილობა გარემოს ფონის მიხედვით ეცვლება (ქამელეონი). ჩრდილოეთის ცხოველებს ახასიათებთ შეფერილობის სეზონური ცვლილება (სიასამური, კურდღელი, გნოლი და სხვ.).

გამაფრთხილებელი შეფერილობა



სურ. 5.77

გამაფრთხილებელი შეფერილობის (სურ. 5.77) შემთხვევაში ცხოველს აქვს მკვეთრი, თვალშისაცემი შეფერილობა. მკვეთრად შეფერილი სხეულით ორგანიზმი თითქოს აფრთხილებს სხვებს, არ მომეკაროთო. ასეთი შეფერილობის ორგანიზმებს აქვთ მსუსხავი უჯრედები (აქტინიები), შხამიანი ჯირკვლები (გველები) და ეკლები (ზოგიერთი თევზი), შხამიანი სხეული (მაგ., შხამიანი ბაყაყები), არასასიამოვნო სუნის ან მწველი სითხის გამოყოფის უნარი (ჭიამია,

ზოგიერთი პეპელა).

მიმიკრია (მიმბაძველობა) (სურ. 5.78) — თავდაცვის უუნარო სახეობის ორგანიზმები გარეგნულად ემსგავსებიან კარგად თავდაცული სახეობის ორგანიზმებს, ან ორგანიზმი სხეულის ფორმითა და შეფერილობით ემსგავსება არაცოცხალი ბუნების საგნებს. მიმიკრიის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ევოლუციის პროცესში უწყინარი ცხოველები იძენენ მსგავსებას საშიშ (მაგ., შხამიან) ცხოველებთან. ამით ისინი თავიდან იცილებენ

მიმიკრია



სურ. 5.78



მტაცებლებისაგან თავდასხმას. მაგალითად, ბუზების ზოგიერთი სახეობები ემსგავსებიან კრაზანებს; სამხრეთაფრიკული ქვის ყვავილი მიწისზედა ნაწილებით ნამდვილ ქვებს ჰგავს, ამიტომ ცხოველები მას გარს უვლიან და არ ჭამენ.

ადაპტაციის წარმოქმნის მექანიზმი. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ბუნებრივი გადარჩევის შედეგი, სახეობის მრავალფეროვნების გარდა, არის შეგუებულობა. ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედება სწრაფად მჟღავნდება გარემო პირობების მოულოდნელი და მკვეთრი ცვლილებების დროს ან როცა პოპულაციის წევრები ახალ, განსხვავებულ არეალს იკავებენ. მაგალითად, განვიხილოთ მფარველობითი შეფერილობის წარმოქმნის მექანიზმი (სურ. 5.79). მისი

კლასიკური მაგალითია **ინდუსტრიული მელანიზმის** მოვლენა. არყის ხის ქერქზე სახლობს მწერი – არყის ხის მზომელა. როგორც ყველა პოპულაციის ევოლუციის პროცესში, ამ პოპულაციაშიც ხდება მუტაციები და მიიღება სხეულის შეფერილობით მუქი და ღია ფერის მწერები. არყის ხის ქერქი ბუნებრივად მოთეთრო ფერისაა. ამიტომ ფრინველები ადვილად პოულობდნენ და ჭამდნენ მუქი შეფერილობის მწერებს, ღია ფერის არყის ხის მზომელა კი ფრინველებისთვის ნაკლებად შესამჩნევ იყო, ამიტომ მათი დიდი ნაწილი გადარჩებოდა და ტოვებდა შთამომავლობას. XIX საუკუნის დასაწყისში ინგლისში მრეწველობა განვითარდა. ჰაერის გაჭუჭყიანების გამო სამრეწველო მტვერი ილექებოდა ხის ქერქზე და იგი თანდათან გამუქდა. თეთრი პეპლები ადვილად შესამჩნევ გახდა ფრინველებისთვის. გადარჩებოდნენ მხოლოდ ის პეპლები, რომლებსაც ფრთების მუქი შეფერილობა ჰქონდათ. შთამომავლობასაც ისინი ტოვებდნენ და ასე გრძელდებოდა წლების განმავლობაში. რაც უფრო მუქდებოდა მტვრისგან ხის ქერქი, მით უფრო მუქი პეპლებისგან შედგებოდა პოპულაცია. ამჟამად ევროპაში პეპლების 80-ზე მეტ სახეობას ფერი შეეცვალა.

ინდუსტრიული მელანიზმი იმის მაგალითიც არის, თუ ადამიანის საქმიანობამ როგორ შეიძლება შეცვალოს სახეობის ევოლუციური განვითარება. ამის მაგალითია, ასევე, ანტიბიოტიკებისადმი მდგრადი (რეზისტენტული) ბაქტერიების, პესტიციდებისადმი მდგრადი მწერებისა და მღრღნელების სახეობების ჩამოყალიბება და ა.შ.



სურ. 5.79



თექსტის გააზრებული კითხვა

ტექსტი 1

გაეცანი ტექსტის შინაარსს, ამოიცანი თეთრი დათვის სტრუქტურული, ფიზიოლოგიური, ქცევითი ადაპტაციები და განათავსე ქვემოთ მოცემულ ცხრილში.

არქტიკა დედამიწის ჩრდილოეთ პოლარული მხარეა, სადაც მზე არასოდეს არ არის ჰორიზონტზე მაღლა, ამიტომ მზე დედამიწას ძალიან ცოტა სითბოს აძლევს. არა მარტო ოკეანე, არამედ კუნძულებიც და მატერიკის ნაწილებიც დაფარულია სქელი ყინულოვანი ფენით. მხოლოდ ზოგიერთ ადგილას არ არის ყინული, მაგრამ ხმელეთი გაყინულია მრავალი მეტრის სიღრმეზე. ზამთარში არქტიკაში პოლარული ღამეა. რამდენიმე თვე მზე საერთოდ არ ჩანს – სიბნელეა. ძალიან მკაცრია ბუნება ამ დროს: არის ძლიერი ქარები, ტემპერატურა -60° -მდეც კი ეცემა.

არქტიკა არ გამოირჩევა სახეობების მრავალფეროვნებით. არქტიკის ცხოველებიდან აღსანიშნავია თეთრი დათვი. იგი შეგუებულია ყინულიან სივრცეში ცხოვრებას. ისინი ყველაზე დიდი ზომის მტაცებლები არიან. ზრდასრული მამრის წონა 800-1000 კგ-მდე აღწევს, სიმაღლე კი უკანა თათებზე დადგომის დროს – 3,5მ-ს. სხეულის ასეთი დიდი ზომა სითბოს შენარჩუნებაში უწყობს ხელს. ასევე მას აქვს თეთრი ხშირი გრძელი ბენვი, რომელიც წყალში არ სველდება. ბენვის თეთრი შეფერილობა მას შეუმჩნეველს ხდის მსხვერპლისათვის. განიერი ტერფიც ბენვით აქვს დაფარული, რაც არა მარტო უთბობს კიდურებს, არამედ ხელს უშლის ყინულზე დასრიალებაში. მძლავრი ბრჭყალები ეხმარება ყინულზე მოჭიდებაში. კანის ქვეშ აქვს ცხიმის სქელი ფენა. ცხიმოვანი შრე გაციებისგანაც იცავს და საკვების მარაგიცაა. თეთრ დათვს ერთი თვე შეუძლია საკვების გარეშე გაძლება. ამ დროს მას სძინავს. სიცოცხლის დიდ ნაწილს დათვები მოდრეიფე ყინულებზე ატარებენ. აქვთ კარგი მხედველობა (2კმ-ზე ხედავენ ყინულზე მწოლიარე სელაპებს) და ყნოსვა (6-7 კმ-ზე გრძნობენ სელაპების სუნს). არიან კარგი მოცურავეები და მყვინთავები.

სტრუქტურული ადაპტაცია	ფიზიოლოგიური ადაპტაცია	ქცევითი ადაპტაცია
×	×	×

ტექსტი 2

გაეცანი ტექსტის შინაარსს და უპასუხე ქვემოთ მოცემულ კითხვებს.

ქვემოთ აღწერილია დარვინის ერთ-ერთი დაკვირვება:

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

კითხვები:

- რა შეგუებულობა აქვს წითელ სამყურას გასამრავლებლად?
- არსებობისათვის ბრძოლის რომელი ფორმებია მოხსენიებული ტექსტში?
- ეკოლოგიური ურთიერთობის რომელი ფორმებია მოხსენიებული ტექსტში?
- არსებობისათვის ბრძოლის როგორი ფორმა შეიძლება არსებობდეს წითელი სამყურას ერთ რომელიმე პოპულაციაში, ცალკეულ ინდივიდებს შორის კრაზანების მოსაზიდად? არსებობისათვის ბრძოლის ეს ფორმა დააკავშირე ბიოტური ურთიერთობის ერთ-ერთ ფორმასთან.
- რატომ ფიქრობდა დარვინი, რომ კატების მომრავლება ამ ტერიტორიაზე ხელს შეუწყობდა წითელი სამყურას გამრავლებას?



ჩარღვ დარგინმა გამოყო ბუნებრივი გადარჩევის ერთ-ერთი ფორმა – სქესობრივი გადარჩევა. სქესობრივი გადარჩევა გულისხმობს, რომ შეჯვარების დროს პოპულაციის წარმომადგენლები უპირატესობას ანიჭებენ სანინალმდეგო სქესის რომელიმე წარმომადგენელს და ამგვარად, შეჯვარება შემთხვევითი კი არ არის, არამედ შერჩევის საფუძველზე ხდება. მაგალითად, ლომების პოპულაციაში მდედრები უპირატესობას ანიჭებენ მამრებს უკეთ განვითარებული ფაფრით. რაც მეტია მამრის ორგანიზმში მამრობითი ჰორმონების რაოდენობა, მით უფრო კარგად ვითარდება არა მარტო კუნთოვანი სისტემა, არამედ ფაფარიც. ამგვარად, ფაფრის ზომების მიხედვით სქესობრივი გადარჩევა ფიზიკურად ძლიერი შთამომავლობის დატოვების საწინდარია. სქესობრივი გადარჩევის პროცესში წარმატებული ორგანიზმების გენები ბუნებრივი გადარჩევის გზით ძლიერდება - მრავლდება პოპულაციაში.

დავლების პირობა: წარმოიდგინე, რომ შენ ხარ სამეცნიერო ექსპედიციის წევრი. ექსპედიციის მიზანია კვლევის შედეგად ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების დასაბუთება. ექსპედიცია ფრინველების გამრავლების პერიოდში გაემგზავრა დაცული ტერიტორიის ფართოფოთლოვან ტყეში. ექსპედიციის წევრები ცდილობდით, ფრინველების ერთ-ერთ სახეობაში გაგესაზღვრათ კავშირი მამრის საჭის ბუმბულის სიგრძესა და მის რეპროდუქციულ წარმატებას შორის. რეპროდუქციული წარმატების საზომად გამოიყენეთ ბუდეების საშუალო რიცხვი, რომელიც განსაზღვრეთ მამრ ფრინველთა ოთხი ჯგუფისათვის: I ჯგუფი: მამრებს ხელოვნურად დაუმოკლეთ საჭის ბუმბული უფრო მეტად, ვიდრე ბუნებრივად ჰქონდა მოკლე საჭის ბუმბულიან ფრინველს, II ჯგუფი: მამრებს ხელოვნურად დაუგრძელეთ საჭის ბუმბული იმაზე მეტად, ვიდრე ბუნებრივად ჰქონდა გრძელ საჭის ბუმბულიან ფრინველს, III ჯგუფი: ბუნებრივად მოკლე საჭის ბუმბულიანი, IV ჯგუფი: ბუნებრივად გრძელი საჭის ბუმბულიანი.

ბუდეების რაოდენობის მიხედვით კვლევის ასეთი შედეგი იქნა მიღებული: I ჯგუფის მამრებთან შეჯვარებით შეიქმნა 10 ბუდე (ანუ მათ შეეჯვარა 10 მდედრი); II ჯგუფის მამრებთან – 40 ბუდე; III ჯგუფის მამრებთან – 15 ბუდე; IV ჯგუფის მამრებთან – 20.

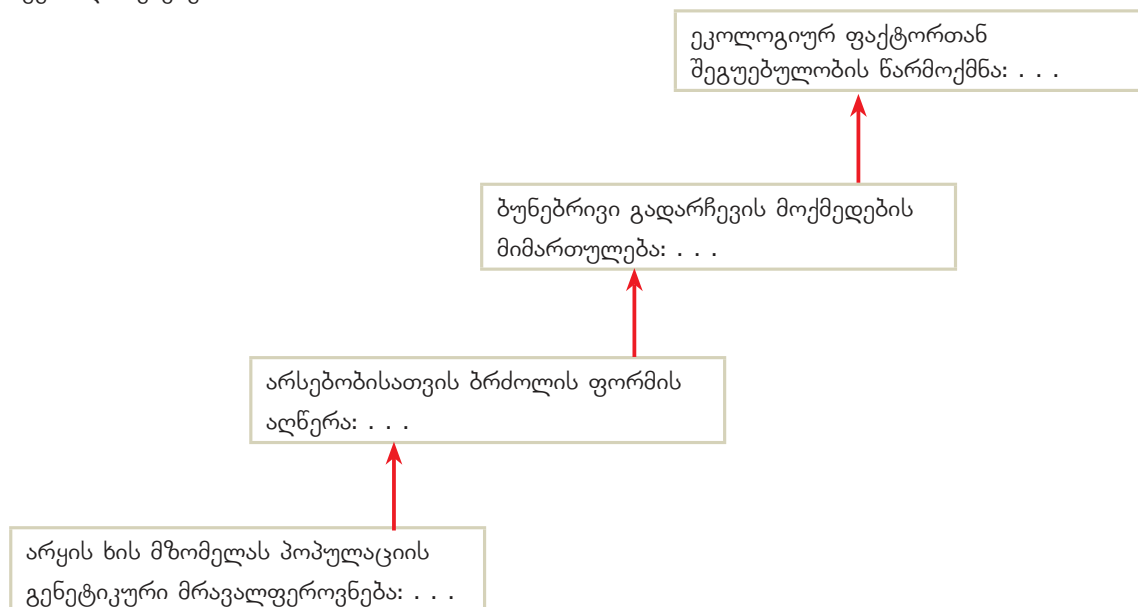
ზემოთ აღწერილი ექსპედიციის შედეგების მიხედვით მოამზადე **კვლევის ანგარიში**, რომელშიც უნდა წარმოადგინო ექსპედიციის კვლევის მონაცემების საფუძველზე შექმნილი სვეტოვანი დიაგრამა და კვლევის შედეგების ანალიზი: 1) დაასახელე დამოუკიდებელი და დამოკიდებული ცვლადები; 2) ფრინველთა რომელ ჯგუფს ჩათვლი საკონტროლო ჯგუფად? ახსენი, რატომ? 3) ეკოლოგიური ურთიერთობის რა ფორმაა მამრ ფრინველებს შორის? 4) ფრინველებს შორის არსებობისათვის ბრძოლის რომელი ფორმა მიმდინარეობს? 5) ცვალებადობის რომელი ფორმა განაპირობებს საჭის ბუმბულის სიგრძის ცვლილებას? ევოლუციის პროცესისათვის ცვალებადობის ამ ფორმას რა მნიშვნელობა აქვს? 6) რა ნიშან-თვისების მატარებელი ინდივიდები მოიპოვებენ უპირატესობას? შენი პასუხი დაასაბუთე ექსპედიციის შედეგად მოპოვებული მონაცემების საფუძველზე. 7) შეგუებულობის რომელი ფორმის მაგალითია საჭის ბუმბულის სიგრძეში ცვლილება? რატომ ფიქრობ ასე?

კვლევის ანგარიშის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინე:

- ევოლუციის პროცესისათვის რა მნიშვნელობა აქვს მემკვიდრულ ცვალებადობას?
- ექსპედიციის მონაცემების ანალიზის საფუძველზე როგორ დააკავშირებ ერთმანეთთან ეკოლოგიური, გენეტიკური და ევოლუციური ფაქტორების როლს ევოლუციის პროცესში?
- ჩატარებული ექსპედიციის შედეგები რამდენად ასაბუთებს ბუნებაში ბუნებრივი გადარჩევის მიმდინარეობას?
- რა მათემატიკური მოდელის საშუალებით წარმოაჩინე შენ მიერ შესწავლილი მოვლენა?



1. ყურადღებით გაეცანი მფარველობითი შეფერილობის წარმოქმნის მექანიზმს ინდუსტრიული მელანიზმის მაგალითზე (გვ. 243), რვეულში გადაიტანე ქვემოთ მოცემული მიზეზ-შედეგობრივი სქემა და შეავსე:



2. რომელი პროცესები უწყობს ხელს ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებას?

3. შეაფასე სახეობების/პოპულაციების მრავალფეროვნების წარმოქმნაში გენეტიკური, ეკოლოგიური და ევოლუციური ფაქტორების მნიშვნელობა.

სწავლის პროცესის ანალიზისთვის: ახსენი, რომელი აქტივობა დაგეხმარა ყველაზე მეტად ამ თემის აღქმა-გააზრებაში? რატომ?



- შეგუებულობა, ანუ ადაპტაცია არის ორგანიზმების მორფოლოგიურ, ფიზიოლოგიურ, ქცევით თავისებურებათა ერთობლიობა, რომელიც ხელს უწყობს კონკრეტულ საარსებო გარემოში სახეობის არსებობას;
- შეგუებულობა ყალიბდება არსებობისათვის ბრძოლის საფუძველზე მიმდინარე ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით;
- მთავარი მოქმედი ძალა არის ბუნებრივი გადარჩევა, რადგან მისი ზემოქმედების შედეგად სუსტი და საარსებო პირობებს ცუდად შეგუებული ორგანიზმები ილუპებიან. ძირითადად სიცოცხლეს ინარჩუნებენ და შთამომავლობას ტოვებენ მოცემულ საარსებო პირობებში სასარგებლო მემკვიდრული ნიშან-თვისებების მქონე ინდივიდები;
- იმისათვის, რომ პოპულაციის შიგნით იმოქმედოს ბუნებრივმა გადარჩევამ, აუცილებელია წარმოიქმნას სხვადასხვა ხასიათის მემკვიდრული ცვლილებები.

თემა 5-ის შეჯამება

თემის მიმოხილვა

მთავარი იდეები

- ორგანიზმის სასქესო უჯრედებში, მისი სხვა დანარჩენი უჯრედებისგან განსხვავებით, ქრომოსომების განახევრებული რაოდენობაა;
- ზიგოტაში წყვილი ალელური გენიდან ერთი მამრისაა/მამის, ხოლო მეორე – მდედრის/დედის;
- ნიშან-თვისება განისაზღვრება წყვილი ალელური გენით (დომინანტური, რეცესიული);
- ცვალებადობა შეიძლება იყოს განპირობებული როგორც ქრომოსომებში სხვადასხვა სახის ცვლილებით (მუტაცია), ასევე გარემო ფაქტორების (მოდულირებადი ცვალებადობა) მოქმედებით;
- ადამიანის გენეტიკურ აპარატზე უარყოფითად მოქმედებს მავნე ნივთიერებები (მაგ., ალკოჰოლი და სხვა ნარკოტიკი);
- ეკოსისტემებში მოქმედებს აბიოტური, ბიოტური, ანთროპოგენური ფაქტორები;
- ორგანიზმები ეკოსისტემებში ქმნიან კვებით ჯაჭვებსა და კვებით ქსელებს;
- კვების დონის მიხედვით ეკოსისტემაში, როგორც წესი, გვხვდება პროდუცენტები, კონსუმენტები, რედუცენტები;
- ეკოსისტემაში ორგანიზმებს შორის ურთიერთდამოკიდებულების ფორმებია: ნეიტრალიზმი, სიმბიოზი, კონკურენცია, პარაზიტიზმი, მტაცებლობა;
- ეკოსისტემაში მუდმივად მიმდინარეობს ნივთიერებების წრებრუნვა და ენერგიის გარდაქმნა;
- ბუნებრივი კატაკლიზმები, ნადირობა, ტყის გაჩეხა და სხვ. არღვევს ეკოსისტემის სტაბილურობას და ამცირებს სახეობათა მრავალფეროვნებას.
- ევოლუცია ცოცხალი სამყაროს განვითარების ისტორიული პროცესია;
- ბუნებაში ორგანიზმები ერთმანეთს უწევენ კონკურენციას საარსებო გარემოსა და საკვებისთვის;
- არსებობისათვის ბრძოლაში იმარჯვებენ ისეთი ორგანიზმები, რომლებსაც კონკრეტულ პირობებში გადარჩენისათვის აქვთ სასარგებლო მემკვიდრული ნიშან-თვისებები, ანუ ხდება ეკოლოგიურ ფაქტორებთან საუკეთესოდ შეგუებული ორგანიზმების ბუნებრივი გადარჩევა;
- მემკვიდრული ცვალებადობა ზრდის მასალას ბუნებრივი გადარჩევისთვის;
- ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად წარმოიქმნება ახალი სახეობები და ორგანიზმთა შეგუებულობები;
- ადამიანი აწარმოებს მისთვის საჭირო/სასარგებლო ნიშან-თვისებების მქონე ინდივიდების გადარჩევას (ხელოვნური გადარჩევა), მათ გამრავლებას და შედეგად იღებს მცენარეებისა და ცხოველების ახალ ჯიშებს.

დავალბები თვითშეფასებისთვის

ტესტური დავალებები

1. რეცესიული ნიშანი:
 - ა. გამომჟღავნდება მხოლოდ ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში;
 - ბ. გამომჟღავნდება ნებისმიერ თაობაში;

- გ. გამომჟღავნდება მხოლოდ ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში;
 დ. პირველ თაობაში შენიღბულია.
2. დომინანტური ნიშანი ნიშნავს:
 ა. იყოს ერთადერთი; გ. თრგუნავს სხვა ნიშან-თვისებას/იყოს გაბატონებული;
 ბ. იყოს უფრო შესამჩნევი; დ. ითრგუნება სხვა ნიშან-თვისებით.
3. რომელი დებულებაა მართებული?
 ა. ალელური გენები ერთსა და იმავე ქრომოსომაშია ლოკალიზებული.
 ბ. ალელური გენები ქრომოსომათა ჰომოლოგიურ წყვილშია ლოკალიზებული.
 გ. ალელური გენები არაჰომოლოგიურ ქრომოსომებშია ლოკალიზებული.
4. მოცემული ნიშნის მიხედვით ჰომოზიგოტური ენოდებათ ორგანიზმებს, რომლებიც:
 ა. ატარებენ ამ ნიშნის განმსაზღვრელ მხოლოდ დომინანტურ ან მხოლოდ რეცესიულ ალელურ გენებს;
 ბ. წარმოქმნიან მხოლოდ ერთი ტიპის გამეტებს მოცემული გენის მიხედვით;
 გ. თავისივე მსგავს ინდივიდებთან შეჯვარების დროს არ ითიშებიან;
 დ. ყველა პასუხი სწორია.
5. რამდენი ტიპის გამეტას წარმოქმნის Aa ჰეტეროზიგოტური ორგანიზმი (მოცემული გენის მიხედვით):
 ა. 2; ბ. 4; გ. 8; დ. 16.
6. შავი მამრი კატა შეაჯვარეს თეთრ მდედრთან. მიიღეს სამი შავი და ოთხი თეთრი კნუტი. შავი შეფერილობა დომინანტურია. მშობლების გენოტიპები იქნება:
 ა. მამრი — Aa, მდედრი — Aa; გ. მამრი — aa, მდედრი — Aa;
 ბ. მამრი — Aa, მდედრი — aa; დ. მამრი — aa, მდედრი — AA.
7. განსაზღვრეთ გენოტიპური დათიშვის თანაფარდობა F_1 თაობის ჰიბრიდებში რუხი (Aa) და თეთრი (aa) ბოცვრების შეჯვარებისას.
 ა. 25% Aa : 75% aa; გ. 50% Aa : 50% aa;
 ბ. 25% aa : 75% Aa; დ. 25% AA : 50% Aa : 25% aa.
8. ადამიანში მუქი თმების განმსაზღვრელი (A) ალელური გენი დომინირებს ქერაზე (a). როგორი გენოტიპების მქონე მშობლების შეუღლებისას შეიძლება მივიღოთ 50% მუქ-თმებიანი და 50% ქერათმებიანი შთამომავლობა?
 ა. AA x Aa; ბ. Aa x Aa; გ. AA x aa; დ. Aa x aa.
9. ადამიანში თაფლისფერი თვალები (B) დომინირებს ცისფერზე (b). ჰეტეროზიგოტური თაფლისფერთვალება ქალის და ასეთივე მამაკაცის ქორწინების შედეგად დაბადებულ ბავშვებს თვალები შეიძლება ჰქონდეთ:
 ა. მხოლოდ თაფლისფერი; გ. თაფლისფერი ან ცისფერი;
 ბ. მხოლოდ ცისფერი; დ. მხოლოდ ცისფერი.
10. ნორმალური სმენის გენი (A) დომინირებს სიყრუის (a) გენზე. ყრუ ქალისა და ნორმალური სმენის მქონე მამაკაცის ქორწინების შედეგად დაიბადა ყრუ-მუნჯი ბავშვი. მშობლების გენოტიპებია:
 ა. AA x aa; ბ. Aa x aa; გ. Aa x Aa; დ. ყველა პასუხი მცდარია.
11. აბიოტური ფაქტორებია:
 ა. სინათლე; ბ. ტენიანობა; გ. ტემპერატურა; დ. ყველა პასუხი სწორია.
12. ბიოტური ფაქტორებია:
 ა. ჰაერის ქიმიური შედგენილობა; გ. ტემპერატურა;
 ბ. ნიადაგის მჟავიანობა; დ. მცენარეჭამია ცხოველები.
13. საარსებო გარემო არის:
 ა. ყველაფერი, რაც ორგანიზმის გარშემოა;

- ბ. ყველაფერი, რაზედაც ორგანიზმს შეუძლია რეაგირება;
 გ. ადგილი, სადაც ორგანიზმი ბინადრობს;
 დ. ბუნების ნაწილი, სადაც ორგანიზმი ბინადრობს.
14. აბიოტური ფაქტორი არ არის:
 ა. წყალი; ბ. ბაქტერიები; გ. ჰაერი; დ. სინათლე.
15. ბიოტური ფაქტორია:
 ა. წყალი; ბ. ტემპერატურა; გ. სოკოები; დ. ჰაერი.
16. 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:

×	×
---	---

17. ეკოსისტემაში თვითრეგულაციის შედეგად –
 ა. არც ერთი სახეობა მთლიანად არ ანადგურებს სხვა სახეობას;
 ბ. პოპულაციაში გამუდმებით მცირდება რიცხოვნობა;
 გ. მიმდინარეობს ნივთიერებათა ცვლა;
 დ. ორგანიზმები მრავლდებიან.
18. დაადგინეთ შესაბამისობა ორგანიზმების დახასიათებასა და იმ ფუნქციონალურ ჯგუფს შორის, რომელსაც ეს ორგანიზმი მიეკუთვნება.

ორგანიზმების დახასიათება

- ა. კვებით ჯაჭვში პირველ დონეს ქმნიან;
 ბ. არაორგანულიდან ორგანულ ნივთიერებებს ასინთეზირებენ;
 გ. იყენებენ მზის ენერგიას;
 დ. მინერალურ ნივთიერებებს აბრუნებენ ეკოსისტემაში;
 ე. ორგანულ ნივთიერებებს შლიან მინერალუბამდე.

ფუნქციონალური ჯგუფი

- 1) პროდუცენტები
 2) რედუცენტები

პასუხი:

ა	ბ	გ	დ	ე
×	×	×	×	×

19. პირველი რიგის კონსუმენტები:
 ა. არაორგანულიდან ორგანულ ნივთიერებებს ასინთეზირებენ;
 ბ. შლიან ცხოველებისა და მცენარეების მკვდარ ნაწილებს;
 გ. იკვებებიან მხოლოდ ცოცხალი მცენარეებით;
 დ. საკვებად იყენებენ მხოლოდ ცხოველებს.

20. მეორე რიგის კონსუმენტები:
 - ა. არაორგანულიდან ორგანულ ნივთიერებებს ასინთეზებენ;
 - ბ. შლიან ცხოველებისა და მცენარეების მკვდარ ნაწილებს;
 - გ. იკვებებიან მხოლოდ ცოცხალი მცენარეებით;
 - დ. საკვებად იყენებენ მხოლოდ ცხოველებს.
21. ევოლუციის ერთეული არის:
 - ა. ცალკეული ინდივიდი;
 - ბ. პოპულაცია;
 - გ. ორგანიზმების სახეობა;
 - დ. ორგანიზმის გენოტიპი.
22. იპოვეთ შეცდომა:
 - ა. პოპულაცია წარმოადგენს სხვადასხვა სახეობის ინდივიდების ერთობლიობას, რომლებიც დიდი ხნის განმავლობაში არსებობენ საერთო ტერიტორიაზე.
 - ბ. ერთი და იმავე სახეობის პოპულაციები შეფარდებით იზოლირებულნი არიან ერთმანეთისგან.
 - გ. პოპულაცია სახეობის სტრუქტურული ერთეულია.
 - დ. პოპულაცია ევოლუციის ერთეულია.
23. პოპულაციაში ინდივიდების გენეტიკურ მრავალფეროვნებას აძლიერებს:
 - ა. მუტაციური ცვალებადობა;
 - ბ. გეოგრაფიული იზოლაცია;
 - გ. ბრძოლა არსებობისათვის;
 - დ. ხელოვნური გადარჩევა.
24. მცენარეთა და ცხოველთა ჯიშები წარმოიშვნენ:
 - ა. ბუნებრივი გადარჩევის გზით;
 - ბ. ხელოვნური გადარჩევის გზით;
 - გ. გარემო პირობების გაუმჯობესების შედეგად.
25. სახეობა წარმოიქმნება:
 - ა. ბუნებრივი გადარჩევის გზით;
 - ბ. ხელოვნური გადარჩევის გზით;
 - გ. განვითარებისაკენ ორგანიზმთა შინაგანი სწრაფვის შედეგად.
26. ევოლუციის თეორიის მიხედვით, არსებობისათვის ბრძოლა უფრო მძაფრი იქნება, თუ ერთ ტერიტორიაზე ცხოვრობენ ორგანიზმები:
 - ა. მრავალი სხვადასხვა სახეობის;
 - ბ. ორი ახლონათესაური სახეობის;
 - გ. ორი სხვადასხვა სახეობის;
 - დ. მხოლოდ ერთი სახეობის.
27. რთულ და მრავალფეროვან ურთიერთობას ინდივიდებისას სახეობის შიგნით, სახეობებს შორის და გარემო პირობებთან დარვინმა უწოდა:
 - ა. არსებობისათვის ბრძოლა;
 - ბ. ბუნებრივი გადარჩევა;
 - გ. ადაპტაცია;
 - დ. დივერგენცია.
28. ზოგიერთი ბუზი გარეგნულად კრაზანის მსგავსია. ეს არის:
 - ა. გამაფრთხილებელი შეფერილობა;
 - ბ. მიმიკრია;
 - გ. მფარველობითი შეფერილობა;
 - დ. ქცევითი ადაპტაცია.

29. ლამურების, ბუსა და დელფინების ექოლოგაციის უნარი არის შეგუებულია:
ა. ქცევითი; ბ. ფიზიოლოგიური; გ. სტრუქტურული; დ. მიმიკრია.
30. სახეობათაშორის არსებობისათვის ბრძოლას ასახავს:
ა. ავსტრალიაში ევროპიდან ჩაყვანილი ფუტკრის მიერ ადგილობრივი უნესტრო ფუტკრის გაძევება;
ბ. უდაბნოში მცენარეების „ბრძოლა“ გვალვის მიმართ;
გ. მეთოვლიების მიერ მართვეების ნაწილის მოსპობა, როცა შთამომავლობაში ინდივიდების დიდი რაოდენობაა;
დ. მეტოქეობა მდედრისათვის.
31. იპოვეთ მცდარი დებულება – ტბის ბაყაყის მწვანე შეფერილობის განვითარება აიხსნება შემდეგი ფაქტორებით:
ა. მოდიფიკაციური ცვალებადობით; გ. მუტაციებით;
ბ. არსებობისათვის ბრძოლით; დ. ბუნებრივი გადარჩევით.

1. მენდელმა მონოჰიბრიდული შეჯვარებისთვის ბარდაში შეარჩია 7 წყვილი ალტერნატიული (ურთიერთგამომრიცხავი) ნიშან-თვისება. როგორ ფიქრობ, მენდელი თუ გამოიკვლევდა მხოლოდ ერთ ნიშან-თვისებას, ის დაადგენდა დამემკვიდრების კანონზომიერებას? ახსენი შენი პასუხი.
2. მენდელი აჯვარებდა გამოსაკვლევ ჯიშთა წყვილების მრავალ მცენარეს და აგროვებდა დიდი რაოდენობის მონაცემებს და მათი ანალიზის საფუძველზე აკეთებდა დასკვნებს. მენდელს რომ ექსპერიმენტი მხოლოდ ორ მცენარეზე ჩაეტარებინა, როგორ ფიქრობ, აღმოაჩენდა დათიშვის კანონს? პასუხი დაასაბუთე არგუმენტირებული მსჯელობით.
3. მენდელმა არაფერი იცოდა დნმ-ის, როგორც გენეტიკური მასალის, შესახებ. მაგრამ მან სწორად იწინასწარმეტყველა თაობიდან თაობაზე ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობით გადაცემის შესახებ. ახსენი, მენდელის შრომები რამდენად ადასტურებენ მეცნიერულ კვლევაში დაკვირვების დიდ მნიშვნელობას?
4. ახსენი, რატომაა, რომ ორგანიზმი შეიძლება იყოს დომინანტური ჰომოზიგოტური, რეცესიული ჰომოზიგოტური, ჰეტეროზიგოტური დომინანტური, მაგრამ არასოდეს არ იქნება რეცესიული ჰეტეროზიგოტური?
5. თუ პოპულაციაში რეცესიული ალელი ეხმარება გამრავლებაში, ხოლო დომინანტური ალელი ხელს უშლის, მაშინ პოპულაციაში უფრო რომელი ალელი იქნება გავრცელებული?
6. მუკოვისციდოზი არის ადამიანის სიცოცხლისთვის საშიში რეცესიული დაავადება. როგორი გენოტიპი ექნება მუკოვისციდოზით დაავადებულ ადამიანს: CC, Cc თუ cc? ახსენი შენი პასუხი.
7. ახსენი, რა არის სახეობის გადარჩენისთვის უფრო მნიშვნელოვანი: ფრინველი – ა. დებს 10 კვერცხს და ზრდასრულ ფორმას 2 ინდივიდი აღწევს; ბ. დებს 3 კვერცხს და ზრდასრულ ფორმას 3 აღწევს.
8. ერთ-ერთი ტელესერიალის სიუჟეტი აგებული იყო დროში მოგზაურობაზე: ყოველ სერიაში სტუმრობდნენ რომელიმე ცნობილ ისტორიულ პიროვნებას და იღებდნენ მისგან ინტერვიუს, რათა შეექმნათ წარმოდგენა პიროვნების ეპოქისა და მისი მოღვაწეობის შესახებ. წარმოიდგინე, რომ შენ ხარ ამ ტელესერიალის სცენარისტი, ერთ-ერთი სერიალი კი ეძღვნება გრეგორ მენდელს. დაწერე კითხვები, რომლებსაც დაუსვამდი გრეგორ მენდელს.

მონაცემების განსჯა (ანალიზი და დასკვნა)

- ნარმოიდგინე, რომ მუშაობ დეკორატიული მცენარეების თესლების გაყიდვების კომპანიაში. შენ იკვლევ მცენარის ჯიშს, რომლის დომინანტური ფენოტიპი არის ვარდისფერი ყვავილები (PP ან Pp), რეცესიული ფენოტიპის მცენარებს კი თეთრი ყვავილები აქვთ (pp). მომხმარებლები უფრო მეტად ითხოვენ ვარდისფერყვავილიანი მცენარეების თესლებს. ეს მოთხოვნილება რომ დაკმაყოფილდეს, შენ უნდა განსაზღვრო ზოგიერთი მცენარის გენოტიპი.

გადასაჭრელი პრობლემა: როგორი გენოტიპი აქვს ყოველი ფენოტიპის მცენარეს?

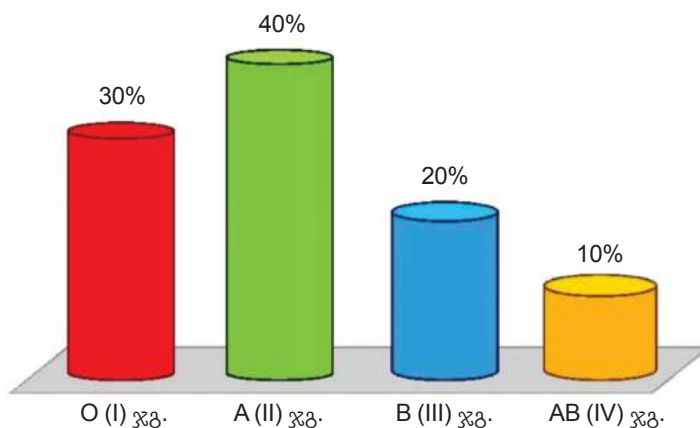
პროცედურა:

- 1) ნარმოიდგინე, რომ ამ ჯიშის A მცენარეს, რომელსაც შენ იკვლევ, აქვს ვარდისფერი ყვავილები და გინდა მისი გენოტიპის გარკვევა;
- 2) A მცენარე შეაჯვარე B მცენარეს, რომელსაც თეთრი ყვავილები აქვს pp გენოტიპით.
- 3) შეჯვარების შედეგად მიიღე 6 ვარდისფერყვავილიანი და 6 თეთრყვავილიანი მცენარე. გამოიყენე პენეტის კვადრატი A მცენარის გენოტიპის განსაზღვრის მიზნით.

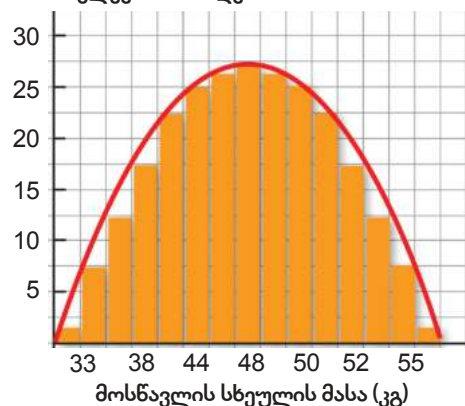
მონაცემების ანალიზი და დასკვნა:

- 1) როგორი გენოტიპი აქვს A მცენარეს? ახსენი, როგორ მიხვედი ამ პასუხამდე.
 - 2) როგორი იქნება შთამომავლობის შესაძლო ფენოტიპი და გენოტიპი, თუ A მცენარეს შეაჯვარებენ PP გენოტიპის მცენარეს?
 - 3) გამოთვალე: როგორი იქნება დომინანტური და რეცესიული ფენოტიპების თანაფარდობა, თუ A მცენარეს შეაჯვარებდი Pp გენოტიპის მცენარეს?
 - 4) შეაფასე: A მცენარის გენოტიპი არის თუ არა საუკეთესო ვარიანტი, რათა დააკმაყოფილოს შენმა კომპანიამ მომხმარებლების მოთხოვნილება ვარდისფერყვავილიანი მცენარის თესლების მოთხოვნილებაზე? დაასაბუთე შენი პასუხი. როგორი გენოტიპის მცენარესთან იქნება მუშაობა ყველაზე კარგი ვარიანტი მომხმარებლის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად? რატომ ფიქრობ ასე?
2. დიაგრამებზე წარმოდგენილი მონაცემების მიხედვით განსაზღვრე: 1) რომელი ნიშან-თვისება განისაზღვრება გენოტიპისა და გარემო ფაქტორების ურთიერთქმედებით და რომელი – მხოლოდ გენოტიპით. ახსენი შენი პასუხი.

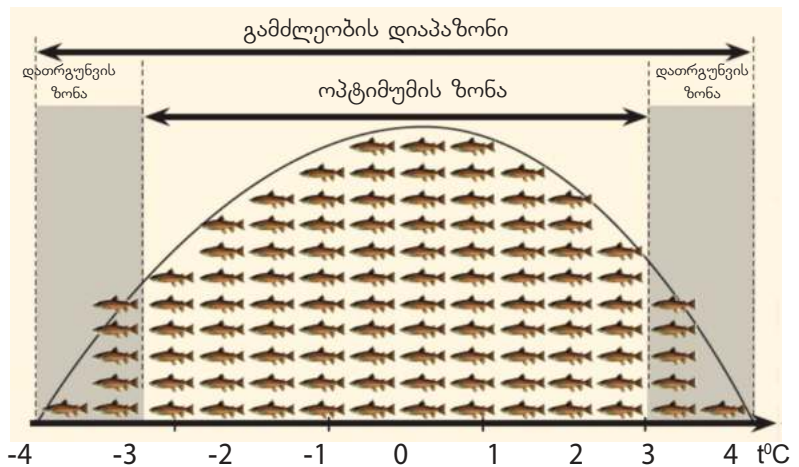
სისხლის ჯგუფების გავრცელება ადამიანთა ერთ-ერთ პოპულაციაში



მოსწავლეების რაოდენობა



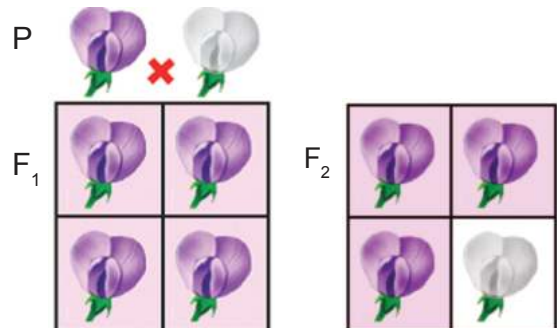
3. გრაფიკზე მოცემულია ერთ-ერთი ანტარქტიკული თევზის სახეობის გავრცელების დამოკიდებულება ტემპერატურაზე. გაანალიზე მოცემული ინფორმაცია და უპასუხე კითხვებს:



- რა ფარგლებში მერყეობს ამ სახეობისათვის ყველაზე ხელსაყრელი ტემპერატურა?
- როგორ იცვლება ინდივიდთა რაოდენობა -4°C -დან -3°C -მდე და $+3^{\circ}\text{C}$ -დან $+4^{\circ}\text{C}$ -მდე?
- რას დაარქმევდი -4°C -დან -3°C -მდე და $+3^{\circ}\text{C}$ -დან $+4^{\circ}\text{C}$ -მდე ტემპერატურის საზღვრებს?
- ცვალებადობის რომელ ფორმას ასახავს? რას უწოდებ გამძლეობის საზღვრებს? რა მნიშვნელობა აქვს ცვალებადობის ამ ფორმას პოპულაციისთვის?

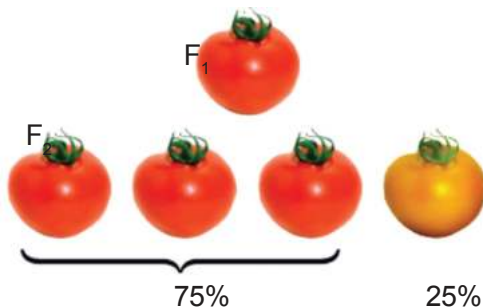
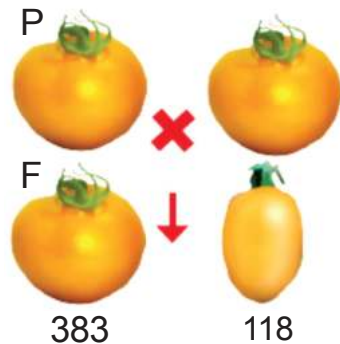
ვიზუალური მასალის განსჯა

1. მენდელმა შეაჯვარა იისფერყვავილიანი და თეთრყვავილიანი ინდივიდები. F_1 -ში მხოლოდ იისფერყვავილებიანი ჰიბრიდები მიიღო, მაგრამ მეორე თაობაში მიიღო როგორც იისფერყვავილიანი, ისე თეთრყვავილიანი ჰიბრიდებიც. განსაზღვრე:



- დომინანტური და რეცესიული ნიშნები;
- მშობლებისა და F_1 -ის გენოტიპები;
- F_2 -ში გენოტიპური და ფენოტიპური დათიშვის თანაფარდობა.

2. პომიდორში ნაყოფის მრგვალი ფორმა დომინირებს მსხლისებურზე. ილუსტრაციაზე მოცემული ინფორმაციის მიხედვით განსაზღვრე:



3. სურათზე მოცემული მეორე თაობაში მიღებული შედეგების გამოყენებით განსაზღვრე პომიდორში: 1) მშობლების გენოტიპები; 2) პირველი თაობის გენოტიპი; 3) მეორე თაობის გენოტიპური დათიშვის თანაფარდობა.

4. სურათი ცვალებადობის რომელ ფორმას ასახავს? დაასაბუთე შენი პასუხი.



ფურუსულა ოთახის
პირობებში



ფურუსულა 30-35°C-ზე
და ტენიან პირობებში

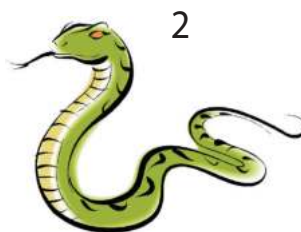
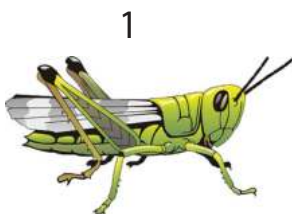
5. ცვალებადობის რომელ ფორმას ასახავს სურათი და რა როლს ასრულებს იგი ევოლუციის პროცესში?



6. შეგუებულობის რომელ ფორმას ასახავს სურათები და რა მნიშვნელობა აქვს მას სახეობისთვის?



7. სურათზე წარმოდგენილი ორგანიზმებისგან შექმენი კვებითი ჯაჭვი, ისრებით მიუთითე კვებით ჯაჭვში ნივთიერებებისა და ენერგიის გადაცემის მიმართულება, განსაზღვრე, მათგან რომელია პროდუცენტი, I რიგის კონსუმენტი, II რიგის კონსუმენტი, III რიგის კონსუმენტი და რედუცენტი.



საკვანძო სამეცნიერო ტერმინების გამოყენება

1. ნაიკითხე ტექსტი და გამოტოვებულ ადგილზე ჩასვი შესაბამისი სიტყვები: 1. გენოტიპი, 2. მემკვიდრული ცვალებადობა, 3. მოდიფიკაციური ცვალებადობა, 4. გარემო ფაქტორები, 5. ფენოტიპი

შეავსე გამოტოვებული ადგილები: არსებობს ცვალებადობის ორი ფორმა ----- და ----- . გენების ერთობლიობას, რომელსაც შეიცავს ორგანიზმი, ეწოდება -----, ხოლო ყველა ნიშან-თვისების ერთობლიობას ----- . ფენოტიპი ყალიბდება ----- და ----- ურთიერთქმედებით

2. ნაიკითხე ტექსტი და გამოტოვებულ ადგილზე ჩასვი შესაბამისი სიტყვები: 1. ალელები, 2. ჰომოლოგიური წყვილი, 3. ჰომოზიგოტური, 4. ჰეტეროზიგოტური.

ქრომოსომები გენეტიკური ინფორმაციის მატარებელია, რადგან მათში ლოკალიზებულია გენები, მაგალითად, თვალის შეფერილობის გენი, ყურის ბიბილოს ფორმის გენი და თმის ფორმის განმსაზღვრელი გენი. დიპლოიდური ორგანიზმის ბირთვში ყოველ ქრომოსომას აქვს პარტნიორი ქრომოსომა, რომელიც იმავე გენებს შეიცავს. ქრომოსომების ასეთ წყვილს ----- ეწოდება. წყვილის ყოველი ქრომოსომა შეიცავს ერთი და იმავე გენის ალტერნატიულ ფორმას. ამ ალტერნატიულ ფორმებს ----- უწოდებენ. მაგალითად, თვალის ფერის განმსაზღვრელი გენის ერთი ფორმა განსაზღვრავს თვალის ცისფერ, ხოლო მეორე – ყავისფერ შეფერილობას. თუ გენის ორივე ფორმა არსებობს კონკრეტული ორგანიზმის უჯრედების ბირთვში, მაშინ ორგანიზმი ----- ამ ნიშან-თვისების მიხედვით. მეორე მხრივ, თუ გენის არსებობის ორივე ფორმა ერთნაირია, მაშინ ორგანიზმი ----- ამ ნიშნის მიხედვით.

სწავლის პროცესის ანალიზისთვის

მიღწევების შეფასების მიზნით, შეავსე ქვემოთ წარმოდგენილი ცხრილი:

შეფასების კრიტერიუმი	ყოველთვის	ხშირად	იშვიათად
სახელმძღვანელოში სწრაფად ვპოულობ საჭირო ინფორმაციას	×	×	×
აქტიურად ვარ ჩართული საგაკვეთილო პროცესში	×	×	×
დამოუკიდებლად შემიძლია საჭირო ინფორმაციის მოპოვება და დამუშავება	×	×	×
არ მეშინია ჩემი შეცდომის აღიარების	×	×	×
მზად ვარ რჩევები მივიღო ჩემი თანაკლასელებისგან	×	×	×
საჭიროების შემთხვევაში, რჩევებს ვაძლევ ჩემს კლასელებს	×	×	×
გაკვეთილზე თავისუფლად გამოვთქვამ ჩემს მოსაზრებას და ვასაბუთებ არგუმენტირებული მსჯელობით	×	×	×
ვსვამ კითხვებს გაკვეთილის თემასთან დაკავშირებით	×	×	×
შემიძლია ექსპერიმენტის დაგეგმვა	×	×	×
შემიძლია ექსპერიმენტის დაგეგმვა და განხორციელება	×	×	×
ვწერ კვლევის ანგარიშს და წარვადგენ კლასის წინაშე	×	×	×
შემიძლია გრაფიკებსა და სურათებზე მოცემული მონაცემების მტკიცებულებად გამოყენება და დასკვნის გამოტანა	×	×	×
ვადარებ სხვადასხვა ბიოლოგიურ სისტემას ერთმანეთთან, ვადგენ მათ შორის მსგავსებასა და განსხვავებას	×	×	×
ვადგენ სქემებს, რომლებიც ასახავს მიზეზშედეგობრივ კავშირებს, მოვლენების თანმიმდევრობას და/ან ბიოლოგიური სისტემის კომპონენტებს შორის კავშირსა და მსგავსება-განსხვავებას	×	×	×
ვაკეთებ ჩემი ნამუშევრის პრეზენტაციას კლასის წინაშე	×	×	×

სტაციონალური პაციენტის ავადმყოფობის ისტორიის
სამედიცინო ბარათი

1. სტაციონალური პაციენტის სამედიცინო ბარათი არის სამედიცინო დოკუმენტი იმ პაციენტის, რომელიც სამედიცინო დაწესებულებაში იმყოფება დღე-ღამის განმავლობაში და მკურნალობას იტარებს ექიმის მეთაურობით.
2. სამედიცინო ბარათი ივსება ყველა პაციენტისთვის ინდივიდუალურად. სამედიცინო ბარათს რიგითი ნომერი ენიჭება საავადმყოფოს პაციენტთა მიღებისა და გაწერის რეგისტრაციის ჟურნალში დაფიქსირებული რიგითი ნომრის მიხედვით.
3. მიმღები განყოფილების თანამშრომლები პაციენტის საავადმყოფოში/სტაციონარში შემოსვლისთანავე ავსებენ პერსონალურ მონაცემებს პირადობის მოწმობის ან პასპორტის მიხედვით ბარათის სატიტულო გვერდზე.
4. მონაცემებს სისხლის ჯგუფის, რეზუს-ფაქტორისა და მედიკამენტებზე ალერგიული რეაქციების შესახებ ავსებს მიმღები (მორიგე, მკურნალი) ექიმი პირველი გასინჯვის დროს გარდა იმ შემთხვევებისა, როდესაც ინფორმაციის მიღება შეუძლებელია პაციენტის მდგომარეობიდან გამომდინარე.
5. მკურნალი ექიმის მიერ პაციენტის ჩივილები და ავადმყოფობის ანამნეზი იწერება მოკლედ, პათოლოგიური ცვლილებებისა და დაავადებასთან დაკავშირებული მონაცემების მითითებით.
6. კლინიკური დიაგნოზი იწერება პაციენტის ბარათის სატიტულო ფურცელზე პაციენტის სტაციონარში შესვლიდან სამი სამუშაო დღის განმავლობაში. დასკვნითი დიაგნოზი იწერება პაციენტის სტაციონარიდან გაწერისას.
7. დოკუმენტში აისახება პაციენტის დაავადების მკურნალობასთან დაკავშირებული მონაცემები.

ბამოკითხვა

გამოკითხვა არის პირველადი მონაცემების შეგროვების მეთოდი ადამიანთა პოპულაციის ინდივიდებთან (რესპონდენტებთან) კომუნიკაციის შედეგად.

რატომ აწარმოებენ გამოკითხვას? გამოკითხვით მკვლევარი მოიპოვებს მნიშვნელოვან ინფორმაციას მისთვის საინტერესო საკითხზე.

როგორი უნდა იყოს გამოკითხვა?

- რესპონდენტების რაოდენობა უნდა იყოს საკმარისად დიდი, რათა მივიღოთ შედეგების სიზუსტის სასურველი დონე;
- რესპონდენტების შერჩევა საზოგადოების სხვადასხვა ჯგუფიდან უნდა იყოს შემთხვევითი;
- გამოსაკითხი საკითხის შინაარსზე დამოკიდებულებით, შესაძლებელია გათვალისწინებული იყოს შემდეგი: ქალაქისა და სოფლის მოსახლეობა; სქესი, ასაკი.

კლასიფიკაცია

- გამოკითხულთა მასშტაბების მიხედვით (ქვეყნის, თემის, სკოლის და ა.შ.);
- შეგროვებული მონაცემების ტიპის მიხედვით (რაოდენობრივი ან ხარისხობრივი).

კლასიფიკაცია კომუნიკაციის მეთოდის მიხედვით

- ვიზუალური (ინტერნეტი);
- სმენითი (სატელეფონო);
- ყველა ფორმა (ინტერვიუება).

გამოკითხვის ჩატარებასთან დაკავშირებული აქტივობები

- გამოკითხვის მიზნების და ამოცანების ჩამოყალიბება;
- სამიზნე/გამოსაკითხი პოპულაციის/ჯგუფის განსაზღვრა;
- განსაზღვრა იმისა, თუ რა სახის ინფორმაციის (მონაცემების) შეგროვებაა საჭირო;
- გამოკითხვის ინსტრუმენტის/კითხვარის შემუშავება;
- რესპონდენტების შერჩევა;
- მონაცემების შეგროვება;
- შეგროვილი მონაცემების ანალიზი და დასკვნის ჩამოყალიბება.

რა არის კითხვარი?

- ინსტრუმენტი (ფორმა), რომლის მეშვეობითაც ხდება პირველადი მონაცემების (ინფორმაციის) შეგროვება;
- შეკითხვების რაციონალურად განსაზღვრული თანმიმდევრობა.

კითხვარის დადებითი მხარეები

- შესაძლებელია დიდი რაოდენობით ადამიანების გამოკითხვა;
- გვანჯდის თვლად მონაცემებს;
- ადვილია მონაცემების ანალიზი;
- რესპონდენტის გულწრფელობის ხარისხი უფრო მაღალია;
- რესპონდენტი კითხვარს ავსებს მისთვის ხელსაყრელ დროს;
- ინტერვიუერი (პირი, რომელიც ატარებს გამოკითხვას) ვერ ახდენს გავლენას რესპონდენტზე.

კითხვარის ნაკლოვანი მხარეები

- წინასწარ განსაზღვრული შეკითხვები და პასუხები;
- არასწორად დასმული შეკითხვა;
- შეკითხვის არასწორად აღქმა/ინტერპრეტაცია.

როგორი უნდა იყოს კითხვარი?

- პირველ გვერდზე კვლევის სათაური (გამოკვეთილად);
- კითხვარის შევსების ნათელი და გარკვეული ინსტრუქცია;
- ვიზუალურად კარგად გამოიყურებოდეს;
- თვალისთვის ადვილად აღსაქმელი;
- ადვილად კითხვადი (ფონტის სტილი, ფერი, ზომა);
- შეკითხვები იმგვარად უნდა იყოს ფორმულირებული, რომ რესპონდენტმა ზუსტად გასცეს პასუხი;
- ადეკვატური ადგილი პასუხებისთვის;
- კითხვები შეძლებისდაგვარად მოკლე და მარტივი;
- დანომრილი შეკითხვები;
- კითხვები უნდა შეესაბამებოდეს საკვლევ საკითხს;
- კითხვები უნდა იყოს არადამამცირებელი, არაშეურაცმყოფელი;
- კითხვარი უნდა იწყებოდეს მარტივი კითხვებით;
- ყველაზე მნიშვნელოვანი შეკითხვები არ უნდა განთავსდეს კითხვარის ბოლოს.

ეთიკის ნორმების დაცვა

- კონფიდენციალობის დაცვის უზრუნველყოფა/არ უნდა მოხდეს კვლევის შედეგების გამოქვეყნების დროს გამოკითხულის პიროვნების იდენტიფიცირება;
- კვლევაში მონაწილეობა არის ნებაყოფლობითი და მონაწილეს შეუძლია ნებისმიერ დროს თქვას უარი კვლევაში მონაწილეობაზე.

შეკითხვების მაგალითები კითხვარისთვის

დააზუსტეთ კითხვა

დაუზუსტებელი კითხვა

ხშირად დადიხართ სალონში წვერის გასაპარსად?

დიახ

არა

უფრო მეტად დაზუსტებული კითხვა

რამდენჯერ იყავით სალონში წვერის გასაპარსად ბოლო 1 თვის განმავლობაში?

ერთხელ

ორჯერ

სამჯერ

სამჯერ და და მეტჯერ

საერთოდ არ ვყოფილვარ

არ ვიცი/არ არმახსოვს

კითხვა დასვით კორექტულად

არაკორექტულია!

ალკოჰოლიკი ხართ?

დიახ

არა

კორექტულია!

რამდენჯერ მოიხმარეთ ალკოჰოლი ბოლო 3 თვის განმავლობაში?

ყოველდღიურად

2-6 ჯერ კვირაში

კვირაში ერთხელ

არ ვიცი/არ მახსოვს

კითხვა დასვით მარტივი ფორმულირებით

კითხვა რთულადაა დასმული

მოწიეთ თუ არა დღეში საშუალოდ 2 კოლოფი სიგარეტი 2010 წლიდან დღემდე?

დიახ

არა

კითხვა მარტივად დასმული

საშუალოდ რამდენ კოლოფ სიგარეტს ეწევით ბოლო 3 წლის განმავლობაში?

< 1

1 – 2

> 2

შეკითხვების ფორმატი

დახურული ფორმატის – არჩევითპასუხებიანი

დიახ	ყოველთვის
არა	იშვიათად
არ იცო	არასოდეს

ღია ფორმატის – თავისუფალი ტექსტი

თქენი აზრით, რა ფაქტორებმა შეიძლება გამოიწვიოს ადამიანში ...?

სამეცნიერო კვლევის გეგმის ეტაპების ნიმუში

კვლევის გეგმის კომპონენტები	კითხვები, რაზე პასუხსაც გულისხმობს კვლევის ყოველი კომპონენტი?
საკვლევი კითხვა	რატომ ვატარებ ცდას/ექსპერიმენტს/დაკვირვებას? რისი შესწავლა მინდა? რა ვიცი ამ საკითხის შესახებ? კიდევ რა ინფორმაცია მჭირდება?
ჰიპოთეზა	რას მოველი კვლევის შედეგად?
ცვლადები/კვლევის ობიექტი	რა არის ჩემი კვლევის საგანი/ობიექტი/მოვლენა/პროცესი და რაზე დამოკიდებულებით ვიკვლევ?
რესურსები	რა დამჭირდება კვლევის ჩასატარებლად?
კვლევის ეტაპების/პროცედურის აღწერა	რას ვაკეთებ და რა თანმიმდევრობით ვატარებ ცდას/ექსპერიმენტს/დაკვირვებას? პროცედურის რომელიმე ეტაპის გამეორება არის თუ არა საჭირო? თუ საჭიროა, რამდენჯერ ვიმეორებ?
უსაფრთხოების წესები	რამდენად უსაფრთხოა ცდა/ექსპერიმენტი/დაკვირვება? საჭიროების შემთხვევაში როგორ ვიცავ ეთიკურ ნორმებს?
მონაცემთა აღრიცხვა	რა მივიღე, რა დავინახე ცდის/დაკვირვების/ექსპერიმენტის შედეგად? როგორ დავაფიქსირო/აღვრიცხო მიღებული შედეგები? რა გამოვიყენო ამისთვის – ჩანაწერები, დაკვირვების დღიური, მონაცემების ცხრილი, ჩანახატები, თუ ფოტო და ვიდეომასალა გადავიღე?
მონაცემთა ანალიზი	რას ნიშნავს/რაზე მიუთითებს მიღებული შედეგები/მონაცემები? ამ მიზნით დამჭირდება თუ არა გრაფიკების/დიაგრამების აგება და ამისთვის კომპიუტერით სარგებლობა?
დასკვნა	რას მიჩენებს ცდის/დაკვირვების/ექსპერიმენტის შედეგების ანალიზი? მიღებული მონაცემები მაძლევს თუ არა საშუალებას გავაკეთო საკვლევი კითხვის შესაბამისი დასკვნა? ჩემი დასკვნა დაემთხვა თუ არა ჩემს ჰიპოთეზას?
კვლევის შედეგებისა და დასკვნის გაზიარება	როგორ გავუზიარო ჩემი კვლევის შედეგები ჩემს თანაკლასელებს/მასწავლებელს? კვლევის ანგარიში პოსტერზე წარმოვადგინო თუ ვორდის ფაილში მოვამზადო? პოსტერი ფლიზ-ჩარტზე თუ ელექტრონული ვერსიის სახით წარმოვადგინო?

საჯარო ლექცია

საზოგადოებასთან ურთიერთობის ფორმებს დიდი ხნის ისტორია აქვს და მუდმივად განიცდის ცვლილებებს. საზოგადოებასთან ურთიერთობის ერთ-ერთი ფორმაა საჯარო ლექცია. საზოგადოებასთან ურთიერთობის სპეციფიკა, მათ შორის საჯარო ლექციის ფორმატით, დაგეგმვის გარეშე არ არსებობს. დაგეგმვა ამ დარგში სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია, რადგან დაგეგმილი ლექცია იძლევა მხოლოდ ხელშესახებ შედეგს. საჯარო ლექციის დაგეგმვისას მნიშვნელოვანია შემდეგი ასპექტების გათვალისწინება:

1. პირველ რიგში უნდა განისაზღვროს საჯარო ლექციის თემა და მიზანი. ლექციის თემა უნდა იყოს მოცემული მომენტისთვის საზოგადოებისთვის აქტუალური, საინტერესო და მნიშვნელოვანი.
2. ინფორმაცია იმ შემთხვევაში არის აქტუალური, როდესაც იგი ასახავს საზოგადოებაში მიმდინარე ვითარებას და/ან ეს ინფორმაცია მიღების შემდეგ დროულად გამოსადეგია.
3. ინფორმაცია რამდენად სრული და სანდოა, რამდენად მორგებულია საზოგადოების საჭიროებებთან.
4. ინფორმაციის **ვიზუალიზაცია** — ვიზუალიზაცია გამოიყენება ტექნიკური მნიშვნელობით და ზეპირი კომუნიკაციის ვიზუალური საშუალებებით გამდიდრებას ნიშნავს. ადამიანი ინფორმაციის უმეტეს ნაწილს მხედველობის დახმარებით, ვიზუალურად ღებულობს. მომხსენებელი ინფორმაციის გადაცემისას აქტიურად უნდა იყენებდეს ვიზუალიზაციის საშუალებებს სქემების, ფოტოებისა და/ან ვიდეომასალის სახით. ვიზუალიზაცია უნდა გრძელდებოდეს მთელი ლექციის განმავლობაში.
5. საჭიროა აუდიტორიის, მსმენელების თავისებურებების გათვალისწინება. ამასთან დაკავშირებული რეკომენდაციები:
 - თუ მსმენელი თავს არაკომფორტულად ან დაძაბულად გრძნობს, მას უჭირს ინფორმაციის აღქმა და დამახსოვრება. ამიტომ, იზრუნეთ იმაზე, რომ საუბრის დასაწყისშივე მოუხსნათ მსმენელს დაძაბულობა;
 - ძირითადად, მსმენელს ყველაზე კარგად ტექსტის დასაწყისი და ბოლო ამახსოვრდება, ამიტომ კარგად განსაზღვრეთ რას იტყვით ლექციის დასაწყისსა და ბოლოში;
 - თქვენ მნიშვნელოვნად შეამსუბუქებთ მსმენელის ამოცანას, თუ თქვენი ტექსტი კარგად სტრუქტურირებული იქნება;
 - ტექსტის გაგებასა და დამახსოვრებას ხელს უწყობს მისი მაგალითებით გამდიდრება;
 - შეეცადეთ, მოერიდოთ ზოგად გამონათქვამებს. ისაუბრეთ რაც შეიძლება მეტად კონკრეტულად;
 - შეეცადეთ ამომწურავად ილაპარაკოთ, რომ საუბრის დასრულების შემდეგ მოსაუბრეს არ სჭირდებოდეს დამატებითი დასკვნების გაკეთება.

მოდელი და მოდელირება

მოდელი (ფრანგ. *modèle*, ლათ. *modulus*-დან – „ანალოგი, ნიმუში“) – სისტემა, რომლის გამოკვლევებიც ემსახურება სხვა სისტემის შესახებ ინფორმაციის მიღებას, ეს არის გამარტივებული წარმოდგენა რეალური მოწყობილობის/სისტემის და/ან მასში მიმდინარე პროცესებისა და მოვლენების შესახებ. მოდელების აგება და გამოკვლევა, ანუ **მოდელირება**, ამარტივებს რეალურ სისტემაში (პროცესში...) არსებული თვისებებისა და კანონზომიერებების გამოკვლევას.

ადამიანი თავის სამეცნიერო, საგანმანათლებლო, ტექნოლოგიურ და მხატვრულ საქმიანობაში მუდმივად ქმნის და იყენებს გარემომცველი სამყაროს მოდელებს. მოდელები საშუალებას გვაძლევს, თვალსაჩინოდ წარმოვიდგინოთ ობიექტების ფორმები და პროცესები, განსაკუთრებით კი ისინი, რომელთა უშუალოდ დანახვა და წარმოდგენა შეუძლებელია (ძალიან დიდი ან ძალიან პატარა ობიექტები, ძალიან სწრაფად ან ძალიან ნელა მიმდინარე პროცესები და სხვ.). მოდელირების ობიექტი შეიძლება იყოს საგანი, მოვლენა და პროცესი.

მოდელი შეიძლება იყოს ფიზიკური (მაგ., მულაჟი, მაკეტი), კოგნიტურ-ვიზუალური (მაგ., სქემა, დიაგრამა, აპლიკაცია), ან კომპიუტერული (მაგ. სიმულაცია).

საჭიროა, რომ სწორად შეაფასო ამა თუ იმ მოდელის ღირსებები ან მისი შეზღუდვები შესაბამის ობიექტთან, მოვლენასთან, მოქმედების მექანიზმთან მიმართებით, შეძლო მისი სხვა მოდელთან შედარება.

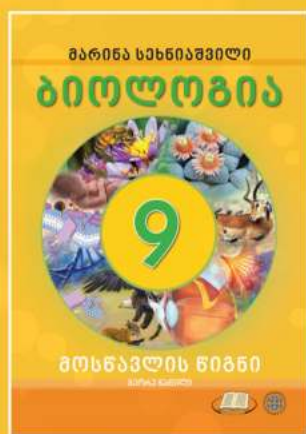
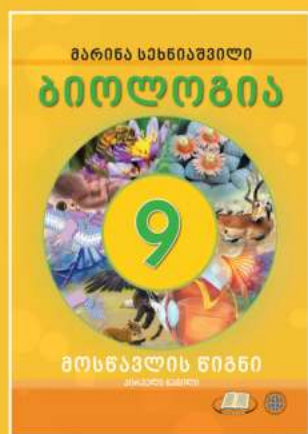
ზოგიერთი ნიშნის მემკვიდრეობა ალამიანში

ნიშნები	დამემკვიდრების ტიპი	
	დომინანტური	რეცესიული
თვალის ფერი	ყავისფერი (თაფლისფერი)	ცისფერი
თვალის ზომა	დიდი	პატარა
თვალის ტიპი	მონგოლოიდური	ჩვეულებრივი
ცხვირის ზომა	დიდი	საშუალო ან პატარა
ცხვირის ფორმა	კეხიანი („რომაული“)	სწორი
ნესტოები	ფართო	ვინრო
ყურის სიგანე	ფართო	ვინრო
ყურის სიგრძე	გრძელი	მოკლე
ყურის ბიბილო	თავისუფალი	შეზრდილი
ლოყის ღრმულები	არის	არ არის
თმის ფორმა	პატარა კულულებით	სწორი
თმის ფერი	მუქი ფერის	ღია ფერის
სიმელოტე	მამაკაცებში	ქალებში
თმის გათეთრება	25 წლის ასაკში	40 წლის შემდეგ
თეთრი თმის კულული შუბლთან	არის	არ არის
სახის ფორმა	მრგვალი	ოვალური
ქვედა ტუჩი	მსხვილი	ნორმალური
სისხლი	რეზუსდადებითიანი	რეზუსუარყოფითიანი
მტევანი	სინდაქტილია (თითების შეზრდა)	ნორმალური მტევანი
პიგმენტ-მელანინის სინთეზის უნარი	არის	არ არის (ვითარდება ალბინიზმი)
კანის პიგმენტაცია	ჭორფლიანობა	უჭორფლობა

ISBN 978-9941-496-09-7



9 789941 496097



დაფინანსებულია „მოსწავლეებისა და მასწავლებლების სახელმძღვანელოებით
უზრუნველყოფის პროგრამის“ ფარგლებში

ამ სახელმძღვანელოს გაყიდვის ფაქტის აღმოჩენის შემთხვევაში,
გთხოვთ, დაგვიკავშირდეთ ცხელ ხაზზე (+995 32) 2 200 220

დამატებითი ინფორმაცია სახელმძღვანელოს/სერიის შესახებ
იხილეთ ვებ-გვერდზე: www.klio.ge და/ან <https://biologiiswigni.blogspot.com/>

ბანმართებითი ლექსიკონი

აბრევიატურა – სიტყვა, რომელიც წარმოადგენს ორი ან რამდენიმე სიტყვის შემოკლებას.

ავადმყოფობის ისტორია – ექიმის მოკლე ჩანაწერები ავადმყოფის სიმპტომებისა და მკურნალობის მიმდინარეობის შესახებ.

ანამნეზი – ავადმყოფობის განვითარების ისტორია, რომელსაც ექიმი მოიპოვებს ავადმყოფის ან მისი ახლობლების მონათხრობის მიხედვით.

ანდროლოგი – მეცნიერი, რომელიც შეისწავლის მამაკაცთა ორგანიზმის ფიზიოლოგიასა და პათოლოგიას, ასევე მამაკაცთა სასქესო ორგანოების დაავადებებს, მათ დიაგნოსტიკასა და მკურნალობას.

ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერება – რომელიც სულ მცირე დოზითაც ახდენს სათანადო ეფექტს.

დიაგნოზი – ავადმყოფის მრავალმხრივ გამოკვლევაზე დაფუძნებული საექიმო დასკვნა.

დინასტია – ერთი და იმავე გვარის მეფეები, რომლებიც თანამიმდევრობით ცვლიან ერთმანეთს ტახტზე ნათესაობის და მემკვიდრეობის უფლების საფუძველზე.

ენდოკრინოლოგია – მედიცინის დარგი, რომელიც შეისწავლის შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების მიერ სისხლში გამოყოფილი ჰორმონების (აქტიური ნივთიერებები) ორგანიზმზე ზემოქმედებას.

ერექცია – მამაკაცის სასქესო ასოს გაბერვა და გამაგრება სქესობრივი აღგზნების დროს.

ვენეროლოგი – ექიმი, რომელიც მკურნალობს სქესობრივი გზით გადამდებ ინფექციებს.

ექსტრიმი – ანუ გადაჭარბებული, არაორდინალური, ექსტრემალური მოქმედებები რომლებიც სიცოცხლისთვისაა სახიფათო.

იმპოტენცია – მამაკაცში სქესობრივი კავშირის დამყარების უუნარობა.

in vitro – არის მეთოდი, რომლის მეშვეობით ქალის კვერცხუჯრედის და მამაკაცის სპერმატოზოიდების შერწყმა ხდება ადამიანის ორგანიზმის გარეთ.

კათეტერი – სამედიცინო ხელსაწყო – მილი,

რომელიც შეჰყავთ სხეულის არხებსა და ღრუებში.

კამპანია – მუშაობა, რომელიც ტარდება გარკვეულ პერიოდში რაიმე მნიშვნელოვანი საზოგადოებრივ-პოლიტიკური ან სამეურნეო ამოცანის შესასრულებლად.

კოგნიტური სქემა – ინფორმაციის, მონაცემების ორგანიზება სხვადასხვა ტიპის სქემებში.

მდგრადი განვითარება – ბიოლოგიური რესურსების ისეთი გზით და სისწრაფით გამოყენება, რომელიც მომავალში არ გამოიწვევს სახეობათა მრავალფეროვნების შემცირებას და მას მომავალი თაობები საჭიროებების გათვალისწინებით შეინარჩუნებს.

მეან-გინეკოლოგი – ექიმი, რომელიც იკვლევს ქალის რეპროდუქციული ორგანოების დაავადებებს, ახდენს მათ დიაგნოსტიკასა და მკურნალობას.

მისტიკური – ზებუნებრივი.

პარანოია – ფსიქიკური დაავადება, რომელსაც ახასიათებს აფექტური ბოღვითი იდეები.

პალეონტოლოგია – მეცნიერება გადაშენებულ ცხოველთა და მცენარეთა შესახებ; სწავლობს მათ განამარხებული ნაშთების მიხედვით.

პესტიციდი – ქიმიური ნივთიერებები, რომლებიც გამოიყენება მავნებლების წინააღმდეგ.

რეკომბინაცია – ამ შემთხვევაში ზიგოტაში გენების ახალი შეთანწყობის – ახალი კომბინაციის – წარმოქმნა.

სლოგანი – მოკლედ ფორმულირებული ლოზუნგი, დევიზი, მონოდება.

ტრანსი – ცნობიერების ფხიზელი მდგომარეობის დროებითი შეცვლა, რომელიც მოიცავს ყურადღებისა და შთაგონებადობის მომატებას.

ფრიგიდობა – როდესაც ქალი გულგრილია სქესობრივი კავშირის მიმართ და უგრძნობია ინტიმური ურთიერთობის დროს.

ჰალუცინაცია – მცდარი აღქმა, როცა ინდივიდს ესმის ან ხედავს იმას, რაც ანეიმოში ობიექტურად არ არის მოცემული.