

მარინა სეხნიაშვილი

ბიოლოგია

XI კლასი

მასწავლებლის წიგნი



მარინა სეხნიაშვილი

ბიოლოგია

XI კლასი, მასწავლებლის ნიგნი

რეცენზენტი:

ნანა კობახიძე – მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრის ბიოლოგიის ექსპერტი, კერძო სკოლა – „აიბი – მთიები“ – ბიოლოგიის მასწავლებელი: მასწავლებლის ნიგნის გამოყენება ძალიან კომფორტული იქნება მასწავლებლებისთვის, რადგან მასში მოცემულია ყველა ის რესურსი, რომელიც აუცილებელია მესამე თობის ეროვნული სასწავლო გეგმის დანერგვისა და ზოგადი განათლების რეფორმის მოთხოვნების განხორციელებისთვის: სამიზნე ცოდნა, კონტექსტ-მაგალითები, კომპლექსური დავალებები, თემატური მატრიცები, განმსაზღვრელი და განმავითარებელი შეფასების რუბრიკები, კურიკულუმის ნიმუში; თემატური მატრიცებში შეთავაზებულია რეკომენდაციები როგორც სახელმძღვანელოში მოცემული რესურსების (ტექსტი, სურათი, სქემა, ცნობილი სამეცნიერო კვლევების ნიმუშები), ისე ელექტრონული რესურსების (ანიმაციები, ვირტუალური ლაბორატორია) ინტერაქტიული გამოყენებისთვის.

ვფიქრობ, მასწავლებლის ნიგნი დიდ დახმარებას გაუწევს მასწავლებლებს სასწავლო პროცესის თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისად დაგეგმვასა და წარმართვაში.

კომპიუტერული უზრუნველყოფა

მანანა კვერნაძე

© გამომცემლობა „კლიო“, (2023)

© მარინა სეხნიაშვილი, (2023)

ყველა უფლება და ცულია

ISBN 978-9941-496-58-5

პირველი გამოცემა (2023)



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

ტელ.: (+995 32) 234 04 30

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

სარჩევი

მოსწავლის წიგნის კონცეფცია	4
მოსწავლის წიგნში გამოყენებული რუბრიკები	5
ბიოლოგიის საშუალო საფეხურის სტანდარტი. გრძელვადიანი მიზნები.....	6
XI კლასის სტანდარტი	10
სამიზნე ცოდნა (საკითხს, ქვესაკითხებს, ქვეცნებებსა და ცნებებს შორის კავშირი).....	12
შუალედური სასწავლო მიზნების ჩამოყალიბება.....	21
მოსწავლის წიგნის შესატყვისობა სტანდარტით განსაზღვრულ სავალდებულო თემების შინაარსსა და სამიზნე ცნებებთან	24
თემა 1-ის შუალედური მიზნები	27
სამიზნე ცოდნის სტრუქტურა, რომელიც მოსწავლემ უნდა შეიძინოს თემის - გენეტიკა - ფარგლებში	28
შუალედური მიზანი 1 (თემატური მატრიცა).....	34
შუალედური მიზანი 2 (თემატური მატრიცა).....	47
შუალედური მიზანი 3 (თემატური მატრიცა).....	58
თემა 1-ის კომპლექსური დავალების ბარათები	70
თემა 2-ის შუალედური მიზნები	76
სამიზნე ცოდნის სტრუქტურა, რომელიც მოსწავლემ უნდა შეიძინოს თემის - ევოლუცია - ფარგლებში	77
შუალედური მიზანი 1 (თემატური მატრიცა).....	80
შუალედური მიზანი 2 (თემატური მატრიცა).....	90
თემა 2-ის კომპლექსური დავალების ბარათები	98
შეფასების სისტემა	100
განმსაზღვრელი შეფასების რუბრიკები	101
განმავითარებელი შეფასების რუბრიკები.....	105
მეთოდოლოგიური ორიენტირები.....	112
პასუხები დავალებებზე	120
დანართი 1. ელექტრონული სასწავლო რესურსები	150
დანართი 2. კურიკულუმი (ნიმუში)	152
გამოყენებული ლიტერატურა	162

მოსწავლის წიგნის კონცეფცია

XI კლასის ბიოლოგიის მოსწავლის წიგნი მოიცავს ორ თემას (გენეტიკა და ევოლუცია) და 27 პარაგრაფს. იგი თავისი შინაარსით შეესაბამება ეროვნული სასწავლო გეგმით გათვალისწინებულ საგნის სწავლების მიზნებსა და საგნობრივ სტანდარტს. სახელმძღვანელოს შინაარსი ფარავს ეროვნული სასწავლო გეგმით გათვალისწინებულ მისაღწევ შედეგებს.

თემა სახელმძღვანელოში გაშუქებულია სხვადასხვა საკითხის მაგალითზე, რომელთაგანაც ზოგიერთი საკმაოდ ღრმადია განხილული. მასწავლებელს თავისი შეხედულებისამებრ შეუძლია გადაწყვიტოს, თემაში კომპლექსურ დავალებებს რომელი საკითხების ღრმად შესწავლისკენ მიმართავს.

მოსწავლის წიგნში მოცემულია საშუალო საფეხურის სამიზნე ცნებებისა და მათთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენების შესაბამისი კომპლექსური დავალებები, რომლებიც მოსწავლისგან მოითხოვს სხვადასხვა სახის პროდუქტის შექმნას, მაგალითად, კოგნიტური სქემის, ბიოლოგიური სისტემებისა და პროცესების ამსახველი მოდელების, გენეტიკური ამოცანების, კვლევის ჩატარებასა და კვლევის ანგარიშის, სამეცნიერო მოხსენებისა და სხვ. მომზადებას. თემის ფარგლებში კომპლექსური დავალებები მოიცავს ყველა სამიზნე ცნებას. ზოგიერთ საკითხთან მიმართებით შემოთავაზებულია 2-3 სხვადასხვა ტიპის კომპლექსური დავალება (განსხვავდება დავალების პირობითა და შემოქმედებითი პროდუქტით), რაც მასწავლებელს აძლევს არჩევანის საშუალებას, რომ შეარჩიოს ის კომპლექსური დავალება, რომელიც ყველაზე მეტად შეესაბამება მისი მოსწავლეების შესაძლებლობებსა და ინტერესებს. ყველა კომპლექსურ დავალებას ახლავს კონტექსტ-მაგალითი/ქეისი, რომელიც მოითხოვს სურათზე, ანიმაციურ ფილმში და/ან კვლევაში, სამეცნიერო ტექსტში მოცემული ინფორმაციის ანალიზს, დისკუსიას და ვარაუდების გამოთქმას.

მოსწავლის წიგნი აგებულია კონსტრუქტივიზმის ძირითადი პრინციპების გათვალისწინებით: ყოველი მომდევნო საკითხისა და პარაგრაფის შინაარსი ეყრდნობა წინა თემისა და პარაგრაფის შინაარსს; გათვალისწინებულია მოსწავლის წინარე ცოდნა და გამოცდილება, ამას ემსახურება რუბრიკა: „გაიხსენე, იმსჯელე“; ამ რუბრიკაში მოცემულია როგორც წინარე ცოდნის გააქტიურებისკენ მიმართული კითხვები, ასევე, სადისკუსიო თემა და კითხვა/კითხვები, ქეისები; პარაგრაფში მოცემული დავალებები იძლევა საგაკვეთილო პროცესში მოსწავლის აქტიური ჩართვის საშუალებას; ისეთი ტიპის დავალებებია, რომ მოსწავლეს აძლევს საშუალებას, თვითონ „აღმოაჩინოს კანონზომიერება“, „დაადგინოს მიზეზშედეგობრივი კავშირი“, ხელს უწყობს ცოდნათა ურთიერთდაკავშირებასა და ორგანიზებას; ყოველ პარაგრაფსა და საკითხის შეჯამებაში მოცემული მრავალფეროვანი დავალება უზრუნველყოფს მოსწავლეების მიერ სამივე კატეგორიის – დეკლარატიული, პროცედურული და პირობისეული – ცოდნის დაუფლებას. დავალებები გათვლილია როგორც დამოუკიდებელი, ისე ჯგუფური მუშაობისთვის, რაც ხელს უწყობს მოსწავლეებში ახალი ცოდნისა და გამოცდილების მიღებას სოციალური გზით.

მოსწავლის წიგნში გამოყენებული რუბრიკები



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



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



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



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



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



ამოცანებისა და სავარჯიშოების ამოხსნის მაგალითები.



შეჯამება – პარაგრაფის ძირითადი იდეები.

ბიოლოგიის

საშუალო საფეხურის სტანდარტი

შესავალი

საშუალო საფეხურის ბიოლოგიის სტანდარტი შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან:

- ა) საგნის სწავლა-სწავლების მიზნები;
- ბ) სტანდარტის შედეგები და შინაარსი;
- გ) მეთოდოლოგიური ორიენტირები;
- დ) შეფასება.

„ბიოლოგიის“ სწავლა-სწავლება გულისხმობს ცოცხალი სისტემების (უჯრედიდან ეკოსისტემის ჩათვლით) შესწავლას, გარემოს დაცვისა და ჯანმრთელობის შენარჩუნების მნიშვნელობის გააზრებას. სასწავლო კურსის განმავლობაში მოსწავლე გაცნობა სიცოცხლის ორგანიზაციის სხვადასხვა დონეზე ბიოლოგიური სისტემების სტრუქტურასა და ფუნქციებს, ორგანიზმის სხვადასხვა ჯგუფს, აგრეთვე, ზოგიერთ ევოლუციურ, ეკოლოგიურ და გენეტიკურ კანონზომიერებას.

საგნის სწავლა-სწავლებისას მოსწავლე ჩართული იქნება აქტივობებში, რომლებიც მას მოვლენების არსის გაგებაში, ახალი ცოდნის შექმნასა და ამ ცოდნის პრაქტიკაში გამოყენებაში დაეხმარება.

ა) საგნის სწავლა-სწავლების მიზნები

ბიოლოგიის სწავლა-სწავლება მიზნად ისახავს:

- მოსწავლეს გაუჩნდეს ინტერესი ცოცხალი სამყაროს შესწავლის მიმართ;
- მოსწავლემ შეძლოს ბიოლოგიური კანონზომიერებების გაანალიზება;
- მოსწავლემ შეძლოს სხვადასხვა დონეზე ბიოლოგიური სისტემების სტრუქტურისა და ფუნქციების ურთიერთშესაბამისობის დადგენა;
- მოსწავლემ შეძლოს ორგანიზმისა და გარემოში მიმდინარე ბიოლოგიური პროცესების ურთიერთდაკავშირება;
- მოსწავლეს გამოუმუშავდეს კვლევითი უნარ-ჩვევები;
- მოსწავლეს ჩამოუყალიბდეს გარე სამყაროს მიმართ მზრუნველი დამოკიდებულება;
- მოსწავლემ გააანალიზოს ჯანმრთელობისა და ჯანსაღი ცხოვრების წესის მნიშვნელობა;
- მოსწავლეს შესძინოს დარგობრივი ენით ოპერირების უნარი.

ამ მიზნებზე მუშაობით ბიოლოგია თავის წვლილს შეიტანს ეროვნული სასწავლო გეგმისა და განათლების რეფორმის მიზნების მიღწევაში.

განათლების რეფორმა მიზნად ისახავს სწავლა-სწავლების ხარისხის გაუმჯობესებას და სკოლაში კარგი პიროვნებისა და მოქალაქის აღზრდისთვის ხელსაყრელი პირობების ჩამოყალიბებას.

ეროვნული სასწავლო გეგმა არის მთავარი ინსტრუმენტი განათლების რეფორმის მიზნების მისაღწევად. დოკუმენტი განსაზღვრავს სავალდებულო მოთხოვნებს სასკოლო საზოგადოებისადმი სამი მიმართულებით:

1. სწავლა-სწავლების პროცესის ორიენტირება მოსწავლის პიროვნულ განვითარებაზე;
2. სასწავლო პროცესის დაფუძნება კონსტრუქტივისტულ საგანმანათლებლო პრინციპებზე;
3. ზრუნვასა და მხარდაჭერაზე ორიენტირებული სასკოლო კულტურის ჩამოყალიბება.

ეროვნულ სასწავლო გეგმაში ეს მიმართულებები შემთხვევით არ არის არჩეული; თითოეული

მათგანის უკან დგას განათლების მეცნიერებისთვის აქტუალური საკითხები: **პირველი მიმართულება** ამთლიანებს დისკუსიას ზოგადი განათლების მიზნებთან დაკავშირებით. სწავლა-სწავლების პროცესში მასწავლებელი მკაფიოდ უნდა ხედავდეს, თუ რა წვლილი შეაქვს ამა თუ იმ საგნობრივ საკითხზე მუშაობას მოსწავლის ჰოლისტურ (ფიზიკურ, კოგნიტურ, სოციო-ემოციურ) განვითარებაში; **მეორე მიმართულება** გულისხმობს დისკუსიას იმასთან დაკავშირებით, თუ როგორ დაინერგოს სწავლა-სწავლების მოსწავლეზე ორიენტირებული მიდგომა, რომლის თანახმადაც მოსწავლე სასწავლო პროცესის სუბიექტი და საკუთარი სწავლის პროცესის წარმმართველია. აქ გათვალისწინებულია კოგნიტური ფსიქოლოგიისა და განათლების ფსიქოლოგიის მიღწევები, რომლებიც სწავლის კონსტრუქტივისტული ფილოსოფიის ჩამოყალიბების საფუძველს ქმნის; **მესამე მიმართულებას** კი საფუძვლად უდევს მეცნიერული თეორიები და კვლევები იმის შესახებ, თუ რა როლი აქვს სასწავლო გარემოს მოსწავლის პიროვნული ზრდისა და ცოდნის კონსტრუირების პროცესში; თუ როგორ ყალიბდება სკოლის „ფარული კურიკულუმი“; როგორი უნდა იყოს მართვის ეფექტური მოდელები სკოლაში; აქცენტი კეთდება დემოკრატიული სასკოლო კულტურის ჩამოყალიბებაზე, რაც ხელს უწყობს მოსწავლის აკადემიურ წინსვლასა და პიროვნულ განვითარებას.

ბიოლოგიის სტანდარტი შედგენილია მესამე თავის ეროვნული სასწავლო გეგმის მოთხოვნების შესაბამისად.

1. მოსწავლის პიროვნულ განვითარებაზე ორიენტირება უზრუნველყოფილია მაშინ, როცა სასწავლო პროცესი ეფუძნება ეროვნული სასწავლო გეგმის გრძელვადიან მიზნებსა და მეთოდოლოგიურ ორიენტირებს.

ეროვნულ სასწავლო გეგმაში გრძელვადიანი მიზნები ჩამოყალიბებულია 1) საფეხურის შედეგების, 2) საგნობრივი სამიზნე ცნებებისა და მათთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენების, 3) საფეხურებრივი საკვანძო შეკითხვების სახით.

1. საფეხურის შედეგი – საფეხურის შედეგები (ცხრილი 1) არის ზოგადი ორიენტირები, რომლებიც სასკოლო საზოგადოებისთვის საგნის სწავლების მიზნებს განსაზღვრავს. პასუხს სცემს შეკითხვას: რა უნდა შეეძლოს მოსწავლეს საფეხურის (და არა კონკრეტული სასწავლო წლის) ბოლოს? თითოეული სკოლა ვალდებულია მათზე დაფუძნებით შექმნას სასკოლო კურიკულუმი/სასკოლო სასწავლო გეგმა, რომელშიც აჩვენებს, თუ როგორ მიიღწევა საფეხურის შედეგები სკოლის საჭიროებებისა და შესაძლებლობების გათვალისწინებით.

სტანდარტის შედეგების ინდექსების განმარტება

მაგ., ბიოლ.საშ.1.:

„**ბიოლ.**“ – მიუთითებს საგანს „ბიოლოგია“;

„**საშ.**“ – მიუთითებს საშუალო საფეხურს

„**1**“ – მიუთითებს სტანდარტის შედეგის ნომერს.

ცხრილი 1

ბიოლოგიის სტანდარტის შედეგები (საშუალო საფეხური)		
შედეგების ინდექსები	მოსწავლემ უნდა შეძლოს:	სამიზნე ცნებები
ბიოლ.საშ. 1.	მეცნიერების მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენებით ცოცხალი სისტემის სტრუქტურისა და ფუნქციის აღწერა შედარებითი დახასიათებისათვის.	სტრუქტურა, ფუნქცია (ბიოლ.საშ. 1) სასიცოცხლო თვისება (ბიოლ.საშ. 2,3) ბიომრავალ-ფეროვნება (ბიოლ.საშ. 4) ჯანმრთელობა და დაავადება (ბიოლ.საშ. 5)
ბიოლ.საშ. 2.	მეცნიერების მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენებით სიცოცხლის ორგანიზაციის სხვადასხვა დონის ცოცხალი სისტემის თვისებების აღწერა შედარებითი დახასიათებისათვის.	
ბიოლ.საშ. 3.	მეცნიერების მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენებით ცოცხალ სისტემებში ენერგიის გარდაქმნისა და ნივთიერებების მიმოცვლის აღწერა მათ შორის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების დასადგენად.	
ბიოლ.საშ.4.	მეცნიერების მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენებით ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნის კანონზომიერებების ახსნა, გარემოს დაცვის კუთხით მისი შენარჩუნების მნიშვნელობის გასაანალიზებლად.	
ბიოლ.საშ.5	მეცნიერების მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენებით ადამიანის ჯანმრთელობაზე გარემო ფაქტორების ზემოქმედების შესწავლა ჯანსაღი ცხოვრების წესის მნიშვნელობის გასააზრებლად.	

შედეგი მოიცავს როგორც უნარებსა და ფაქტობრივ მასალას, ისე მიზანს/დანიშნულებას, რისთვისაც მოსწავლეს შეძენილი ცოდნა სჭირდება:

უნარები + სამიზნე ცოდნა + რისთვის სჭირდება მოსწავლეს შეძენილი ცოდნა

2. ეროვნული სასწავლო გეგმის თითოეული შედეგი უკავშირდება საგნობრივ სამიზნე ცნებას. ეროვნულ სასწავლო გეგმაში ყველა საგნისთვის განსაზღვრულია რამდენიმე სამიზნე ცნება. საფეხურის დონეზე მათი დაუფლება, შედეგებთან ერთად, საგნის სწავლა-სწავლების გრძელვადიან მიზანს წარმოადგენს. ქვემოთ ჩამოთვლილია სამიზნე ცნებები ბიოლოგიისთვის. თითოეული ცნების გვერდით ფრჩხილებში წერია, თუ რომელ შედეგებს უკავშირდება:

სტრუქტურა და ფუნქცია (შედეგი: 1)

სასიცოცხლო თვისებები (შედეგი: 2,3)

ბიომრავალფეროვნება (შედეგი: 4)

ჯანმრთელობა და დაავადება (შედეგი: 5)

გრძელვადიან მიზნებს (შედეგებსა და სამიზნე ცნებებს) აზუსტებს და უფრო მკაფიოს ხდის ცნებასთან დაკავშირებული **მკვიდრი წარმოდგენები და ქვეცნებები**. თუ ცნებების სახით განსაზღვრულია ის ცოდნა, რომელსაც მოსწავლე საგნის ფარგლებში უნდა დაეუფლოს, **მკვიდრი წარმოდგენები** შემოსაზღვრავს ცნების მოცულობას და აზუსტებს, რა უნდა ჰქონდეს გაცნობიერებული მოსწავლეს ამ ცნებასთან მიმართებით საფეხურის ბოლოს (ცხრილი 2).

ცხრილი 2

სამიზნე ცნება	სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ
სტრუქტურა, ფუნქცია (ბიოლ.საშ. 1)	1. ბიოლოგიური სისტემა ორგანიზაციის ყოველ დონეზე შედგება სხვადასხვა სტრუქტურისგან და თითოეული სტრუქტურა შეესაბამება მის ფუნქციას; სხვადასხვა ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებს შორის

	შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავება; ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურები ერთმანეთთან დაკავშირებულია, რაც განაპირობებს სისტემის მთლიანობას. 2. ბიოლოგიური სისტემები ადაპტირებულია გარემოსთან; მისმა ცვლილებამ შეიძლება გავლენა იქონიოს ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებზე. 3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხელს უწყობს ბიოლოგიური სისტემების სტრუქტურებსა და ფუნქციებთან დაკავშირებული კანონ-ზომიერებების აღმოჩენა/გაზრდას.
სასიცოცხლო თვისება (ბიოლ.საშ. 2,3)	1. ყველა ორგანიზმისთვის დამახასიათებელია სასიცოცხლო თვისებების ერთობლიობა; სასიცოცხლო თვისებები ურთიერთდაკავშირებულია და თითოეულის ცვლილებამ/დარღვევამ, შეიძლება გამოიწვიოს სხვა თვისების ცვლილება/დარღვევა. 2. სასიცოცხლო თვისებები ადაპტირებულია გარემო პირობებთან; სხვადასხვა ორგანიზმის სასიცოცხლო თვისებებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავებაც. 3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხსნის/ასაბუთებს ცოცხალ სისტემებში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლისა და ენერგიის გარდაქმნის პროცესებს და ასაბუთებს ორგანული სამყაროს მთლიანობას; მეცნიერული კვლევები ხსნის/ასაბუთებს მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს.
ბიომრავალფეროვნება (ბიოლ.საშ. 4)	1. ორგანიზმები დაჯგუფებულია მსგავსი ნიშან-თვისებების მიხედვით და ქმნიან სისტემატიკურ ჯგუფებს; 2. შეგუებულია გარემო პირობებთან ხელს უწყობს ორგანიზმის გადარჩენას/სახეობის მდგრადობას; 3. სახეობათა მრავალფეროვნება წარმოიქმნება მემკვიდრეობითობის, ცვალებადობისა და ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად; 4. მეცნიერული კვლევები ხსნის და/ან ასაბუთებს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისა და მისი შენარჩუნების მნიშვნელობას.
ჯანმრთელობა და დაავადება (ბიოლ.საშ. 5)	1. ჯანმრთელობა არის ადამიანის ორგანიზმის მდგომარეობა, რომლის დროსაც შენარჩუნებულია ჰომეოსტაზი და შრომისუნარიანობა, მათი დარღვევა კი განაპირობებს ავადობას; 2. სხვადასხვა დაავადებას აქვს განსხვავებული გამომწვევი მიზეზები, სიმპტომები და პრევენციის გზები. 3. გარემოს დაცვითი ღონისძიებები და ჯანსაღი ცხოვრების წესის დაცვა მნიშვნელოვანია ადამიანის იმუნიტეტის გაძლიერებისა და ავადობის პრევენციისათვის. 4. ტექნოლოგიები და მეცნიერული მიღწევები ხელს უწყობს დაავადებათა პრევენციას, ჯანმრთელობის შენარჩუნებასა და სიცოცხლის გახანგრძლივებას.

3. საფეხურებრივი საკვანძო შეკითხვები სტანდარტის ცნებებს აკავშირებს შედეგებთან.

საფეხურებრივი საკვანძო შეკითხვები:

- რა დასკვნების გამოტანაში გვეხმარება ცოცხალი სისტემის აგებულებისა და სასიცოცხლო თვისებების შედარებითი დახასიათება?
- როგორ ხდება ენერგიის ცვლა და ნივთიერებების გარდაქმნა ცოცხალ სისტემებში?
- რა მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმების მემკვიდრეობითობასა და ცვალებადობას ორგანული სამყაროს მრავალფეროვნების თვალსაზრისით?
- რატომ არის მნიშვნელოვანი ორგანიზმების მრავალფეროვნების შენარჩუნებაზე და გარემოს დაცვაზე ზრუნვა?
- რა როლს ასრულებს მიზანმიმართული კვლევები თანამედროვე ტექნოლოგიების მიღწევებში?
- რა უპირატესობა აქვს ჯანსაღ ცხოვრების წესს და როგორ მოქმედებს მანვე ჩვევები ადამიანის ორგანიზმზე?

XI კლასის სტანდარტი

II. შედეგები ჩამოყალიბებულია იმგვარად, რომ ისინი აქტუალურია საგნის სტანდარტით ან სასკოლო სასწავლო გეგმით განსაზღვრულ ნებისმიერ თემასთან მიმართებით. სამიზნე ცნებები შედეგებთან ერთად უნდა დამუშავდეს მოსწავლისთვის ნაცნობ კონტექსტებში. ეს კონტექსტები **სავალდებულო თემების** სახითაა წარმოდგენილი. **ეროვნული სასწავლო გეგმით საშუალო საფეხურზე სავალდებულო თემების** გასაშლელად **საჭირო საკითხები სავალდებულო სახით არის განსაზღვრული.**

სასწავლო თემები
XI კლასი
თემა 1. გენეტიკა
თემა 2. ევოლუცია

III. თითოეულ თემას ახლავს შეფასების ინდიკატორები. ისინი განსაზღვრავს, თუ რა უნდა შეფასდეს სწავლა-სწავლების პროცესში თითოეულ თემასთან მიმართებით (ცხრილი 3).

ცხრილი 3

თემა: გენეტიკა თემის ფარგლებში განიხილება: მენდელისეული მემკვიდრეობა (მონოჰიბრიდული, დიჰიბრიდული შეჯვარება), ალელურ და არაალელურ გენთა ურთიერთქმედება; შეჭიდული მემკვიდრეობა; სქესის გენეტიკა; ადამიანის გენეტიკა (კარიოტიპი, საგვარტომო ნუსხა, გენეტიკური დაავადებები); ცვალებადობა და ცვალებადობის ფორმები; თანამედროვე ტექნოლოგიები გენეტიკაში, მათი გამოყენების ეთიკური მხარე.
თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები – მოსწავლემ უნდა შეძლოს: სტრუქტურა და ფუნქცია • მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის განმაპირობებელი სტრუქტურული ელემენტების დაკავშირება მათ ფუნქციებთან; • გენეტიკასთან დაკავშირებული ცნობილი ექსპერიმენტების მაგალითების განხილვა/გაანალიზება. სასიცოცხლო თვისებები • მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის დახასიათება და ამ სასიცოცხლო თვისებების გენეტიკურ საფუძვლებზე მსჯელობა. ბიომრავალფეროვნება • ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნაში მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის მნიშვნელობაზე მსჯელობა; • მენდელისეული მემკვიდრეობის (მონო და დიჰიბრიდული შეჯვარების), ალელურ და არაალელურ გენთა ურთიერთქმედების კანონზომიერებებზე მსჯელობა, მისი დაკავშირება ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნასთან; • შეჭიდული მემკვიდრეობისა და სქესის გენეტიკის მექანიზმების კვლევების გაანალიზება, დაკავშირება ორგანიზმთა მრავალფეროვნებასთან; • ცვალებადობის ფორმების დახასიათება და ცვალებადობის მნიშვნელობის დასაბუთება ბიომრავალფეროვნებისთვის. ჯანმრთელობა და დაავადება • ადამიანის გენეტიკის (ადამიანის კარიოტიპი, საგვარტომო ნუსხა, გენეტიკური დაავადებები) დაკავშირება ჯანმრთელობის შენარჩუნებასთან და პრევენციულ ღონისძიებებზე მსჯელობა; • გენეტიკაში თანამედროვე ტექნოლოგიების როლსა და მათი გამოყენების ეთიკურ მხარეზე მსჯელობა.

თემა: ევოლუცია თემის ფარგლებში განიხილება: ორგანული სამყაროს კლასიფიკაცია; ევოლუციის მამოძრავებელი ფაქტორები; პოპულაცია, როგორც ევოლუციის ერთეული; მიკროევოლუციის შედეგები (შეგუებულობა, შეგუებულობის ფორმები, სახეობათწარმოქმნა); ბუნებრივი გადარჩევის ფორმები (მასტაბილიზებული, მამოძრავებელი, დიზრუპტული, სქესობრივი); ევოლუციის დამამტკიცებელი საბუთები (პალეონტოლოგია, შედარებითი ანატომია).
თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები – მოსწავლემ უნდა შეძლოს: სტრუქტურა და ფუნქცია • სახეობის დახასიათება და მის კრიტერიუმებზე მსჯელობა; • პოპულაციაზე, როგორც ევოლუციის ერთეულზე მსჯელობა; • ევოლუციის დამამტკიცებელ საბუთებზე (პალეონტოლოგია, შედარებითი ანატომია) მსჯელობა; სასიცოცხლო თვისებები • ბუნებრივი გადარჩევის წინა პირობების (გამრავლების ინტენსივობა, გენეტიკური ნაირგვარობა, არსებობისათვის ბრძოლა) დასაბუთება;
ბიომრავალფეროვნება • მიკროევოლუციის შედეგების (მგ., სახეობათწარმოქმნა) დასაბუთება; • ევოლუციის მამოძრავებელი ფაქტორების (ბუნებრივი გადარჩევა, მუტაციური პროცესი) შესახებ მსჯელობა; • ბუნებრივი გადარჩევის ფორმების (მასტაბილიზებული, მამოძრავებელი) დახასიათება; • ევოლუციის ძირითად კანონზომიერებებზე (მაგ., დივერგენცია, კონვერგენცია) მსჯელობა; ჯანმრთელობა და დაავადება • ინფექციური დაავადებების გამომწვევების ევოლუციაზე მსჯელობა; • ევოლუციის მიმდინარეობაზე თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და მედიცინის განვითარების გავლენაზე მსჯელობა.

ნებისმიერი საკითხის შესწავლისას საჭიროა აქცენტის გაკეთება ქვესაკითხებზე. ქვესაკითხი, ქვეცნებები და სამიზნე ცნება იერარქიულ კავშირშია ერთმანეთთან. მათ შორის მიმართებების დანახვა საკითხის ღრმად გააზრების წინაპირობაა; ქვესაკითხი, ერთი მხრივ, ძირითად საკითხს უკავშირდება, მეორე მხრივ კი – სამიზნე ცნებასა და ქვეცნებებს. სასკოლო კურიკულუმში უნდა აისახოს იერარქიული კავშირი საკითხს, ქვესაკითხს, ქვეცნებებსა და ცნებებს შორის (ცხრილი 4), რომ ნათელი იყოს სამიზნე ცოდნა. ქვეცნებები გამომდინარეობს სამიზნე ცნებიდან. მათი საშუალებით სასკოლო კურიკულუმში განისაზღვრება კონკრეტული საკითხები და ქვესაკითხები.

სამიზნე ცოდნა

ძირითადი საკითხი → ქვესაკითხი → ქვეცნება (კერძო) → ქვეცნება (ზოგადი) → სამიზნე ცნება

საკითხს, ქვესაკითხებს, ქვეცნებებსა და ცნებებს შორის იერარქიული კავშირი – სამიმნე ცოდნა

თემა	საკითხი	საკითხთა კლასტერი	ქვესაკითხი	ქვეცნებები		სამიმნე ცნება
				კერძო	ზოგადი	
თემა 1 – გენეტიკა	I. ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებები	1. გრ. მენდელის მიერ დადგენილი მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებები	მონოჰიბრიდული შეჯვარება – ერთი წყვილი ალტერნატიული ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის ორგანიზმები;	ერთგვაროვნების წესი, დათიშვის კანონი	მემკვიდრეობითობა	სასიცოცხლო თვისება (ბიოლ.საშ.2,3)
			დიჰიბრიდული შეჯვარება – ორი წყვილი ალტერნატიული ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის ორგანიზმები.	გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონი		
			გამრავლება – თაობიდან თაობაზე მემკვიდრული ნიშან-თვისებების გადაცემის მექანიზმი	უსქესო გამრავლება, სქესობრივი გამრავლება	გამრავლება	
			მეიოზი – გამეტებში ალელური გენებისა და არაჰომოლოგიური ქრომოსომების განაწილების საფუძველი	უჯრედების მეიოზური გამრავლება		
			გენებისა და ქრომოსომების რეკომბინაცია და განაყოფიერების შედეგად	გენებისა და ქრომოსომების რეკომბინაცია	ცვალებადობა	
			მემკვიდრეობითობის ქრომოსომული თეორია	ქრომოსომის სტრუქტურა და ფუნქციები – გენი, ლოკუსი, ალელური და არაალელური გენები; გენოტიპი – ჰომოზიგოტური და ჰეტეროზიგოტური;	უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის სტრუქტურა და ფუნქციები	

		ქრომოსომების ნაკრების (კარიოტიპის) სტრუქტურა - ჰომოლოგიური და არაჰომოლოგიური ქრომოსომები; ქრომოსომების ჰაბლოიდური და დიპლოიდური კომპლექტი			
		სასქესო უჯრედების/ გამეტების (კვერცხუჯრედი, სპერმატოზოიდი/ სპერმია) სტრუქტურა და ფუნქციები	უჯრედის სტრუქტურა და ფუნქციები		
	დათიშვის კანონის ციტოლოგიური საფუძველი გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონის ციტოლოგიური საფუძველი	დიჰიბრიდული შეჯერების მე-2 თაობაში მიღებული ახალი ფენოტიპები	გენებისა და ქრომოსომების ახალი კომბინაცია - ბიომრავალფეროვნების საფუძველი	გენეტიკური მრავალფეროვნება	ბიომრავალფეროვნება (ბიოლ.საშ. 4)
	2. თ. მორგანის მიერ დადგენილი მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომი- ერებები	გენთა შეჭიდულობა	შეჭიდული მემკვიდრეობა	მემკვიდრეობითობა	
		გენთა შეჭიდულობის დარღვევა	კროსინგოვერი - კროსოვერული გამეტებისა და ჰიბრიდების მიღება	ცვალებადობა	სასიცოცხლო თვისება (ბიოლ.საშ. 2,3)
		შეჭიდულობის კანონის ციტოლოგიური საფუძველი	ჰომოლოგიური ქრომოსომების სტრუქტურა და ფუნქცია შეჭიდულ გენთა ჯგუფები ალელური და არაალელური გენები	უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის სტრუქტურა და ფუნქციები	სტრუქტურა და ფუნქცია (ბიოლ.საშ.1)

			კროსინგოვერის როლი ბიომრავალფეროვნებაში	კროსინგოვერი - ბიომრავალფეროვნების საფუძველი	გენეტიკური მრავალფეროვნება	ბიომრავალფეროვნება (ბიოლ.საშ.4)
			სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმი	სქესობრივი გამრავლება მეოზი განაყოფიერება	გამრავლება	სასიცოცხლო თვისება (ბიოლ.საშ. 2,3)
			სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეობა	სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეობა	მემკვიდრეობითობა	
			სახეობისათვის დამახასიათებელი ქრომოსომული ნაკრები	ქრომოსომების ნაკრების (კარიოტიპის) სტრუქტურა და ფუნქციები - აუტოსომები და სასქესო ქრომოსომები	უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის სტრუქტურა და ფუნქციები	სტრუქტურა და ფუნქცია (ბიოლ.საშ.1)
			სქესის განმსაზღვრელი ორგანიზმი	ჰომოგამეტური და ჰეტეროგამეტური	ორგანიზმის კარიოტიპის სტრუქტურა და ფუნქცია	
			სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეული დაავადებები	გენეტიკური დაავადება - ჰემოფილია	დაავადება	ჯანმრთელობა და დაავადება (ბიოლ.საშ. 5)
				ჰემოფილიის სიმპტომები	დაავადების სიმპტომები	
				ჰემოფილიის გამომწვევი მიზეზები	დაავადების გამომწვევი მიზეზები	
			ალელური გენების ურთიერთქმედება	სრული დომინირება, არასრული დომინირება, კოდომინირება	მემკვიდრეობითობა	სასიცოცხლო თვისებები (ბიოლ.საშ.2,3)
			არაალელური გენების ურთიერთქმედება	კომპლემენტარობა, ეპისტაზი, პოლიმერია		
			ალელური და არაალელური გენების ურთიერთქმედება - ბიომრავალფეროვნების წყარო	ალელური და არაალელური გენების ურთიერთქმედება - ბიომრავალფეროვნების წყარო	გენეტიკური მრავალფეროვნება	ბიომრავალფეროვნება (ბიოლ.საშ.4)

		გენერტიკური დარღვევები და გენეტიკური დაავადებები	მუტაციებით გამოწვეული დაავადებები	დაავადება, დაავადების გამოწვევი მიზეზები, დაავადების სიმბტომები	ჯანმრთელობა და დაავადება (ბიოლ.საშ. 5)
3. თანამედროვე ტექნოლოგიები გენეტიკაში	1. გენური ინჟინერია. ტრანსგენური ორგანიზმები	გენურ ინჟინერიაში მონაწილე ბიოლოგიური სტრუქტურები	ბაქტერიის სტრუქტურა და სტრუქტურული კომპონენტების ფუნქციები	ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქციები	სტრუქტურა და ფუნქცია (ბიოლ.საშ.1)
			ბლამშიდას სტრუქტურა და ფუნქციები	უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის სტრუქტურა და ფუნქცია	
			დნმ-ის სტრუქტურა და ფუნქციები, რეკომბინანტული დნმ-ის სტრუქტურა და ფუნქციები	ნვითიერების სტრუქტურა და ფუნქციები	
			ფერმენტების - რესტრიქტაზები, პოლიმერაზები და ლიგაზები - სტრუქტურა და ფუნქციები	ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქციები	
			გენმოდულირებული ორგანიზმები (გმო)	ბლასტიკური ცვლა	
		რეკომბინანტული დნმ-ისა და გმო-ს მიღების მექანიზმი	ფაგის საშუალებით ბაქტერიებში მემკვიდრული ინფორმაციის გადაზნის საშუალება - ტრანსდუქცია	მემკვიდრეობითობა	სასიცოცხლო თვისებები (ბიოლ.საშ. 2,3)

		გმო-ს გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე	გმო-ს გავლენა პოპულაციის გენეტიკურ მრავალფეროვნებაზე	გენეტიკური მრავალფეროვნება	ბიომრავალფეროვნება (ბიოლ.საშ. 4)
		გმო-ს გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე	გმო-ს გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე	ინფექციური დაავადება	ჯანმრთელობა და დაავადება (ბიოლ.საშ. 5)
			გმო პროდუქტების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე	ალერგია	
	2. კლონირება	კლონის არსი	გენეტიკურად იდენტური ორგანიზმების ასლები	ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქცია	სტრუქტურა და ფუნქცია (ბიოლ.საშ.1)
			გენეტიკურად იდენტური უჯრედების ასლები	უჯრედის სტრუქტურა და ფუნქცია	
			გენეტიკურად იდენტური დნმ-ისა და გენის ასლები	ნივთიერების სტრუქტურა და ფუნქცია	
		კლონირება	უსქესო გამრავლება		სასიცოცხლო თვისებები (ბიოლ.საშ. 2,3)
			მიტოზი	გამრავლება	
			უჯრედებისა და ქსოვილების კულტივირება		
			დნმ-ის რეპლიკაცია		
		კლონირების გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე	გადაშენებული სახეობის კლონის მიღება	სახეობათა მრავალფეროვნება	ბიომრავალფეროვნება (ბიოლ.საშ. 4)
			კლონირება და პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნება	გენეტიკური მრავალფეროვნება	
		ადამიანის გენეტიკა	ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობა ადამიანში	მემკვიდრეობითობა	სასიცოცხლო თვისება (ბიოლ.საშ.2,3)
	3. ადამიანის გენეტიკის კვლევის მეთოდები. სამედიცინო ბიოტექნოლოგია		გენეტიკური დაავადებები ადამიანში	დაავადება, დაავადების გამომწვევი მიზეზები, დაავადების სიმპტომები	ჯანმრთელობა და დაავადება (ბიოლ.საშ.5)

			სამედიცინო ბიოტექნოლოგია	გენეტიკური დაავადებების დიაგნოსტიკის მეთოდები „მოდელური ცხოველები“; „ნოკაუტირებული“ ცხოველები გენური თერაპია ქსენოტრანსპლანტაცია ნანომედიცინა	გენეტიკური დაავადებების დიაგნოსტიკის მეთოდები აღამიანის დაავადებათა მოდელირება მკურნალობის მეთოდი	
თემა	საკითხი/საკითხთა კლასტერი	ქვესაკითხი	კერძო	ქვეცნებები	ზოგადი	სამიმნე ცნება
თემა 2 ევოლუცია	1. ევოლუციური თეორია	სახეობის სტრუქტურა	პოპულაცია - სახეობის არსებობის ფორმა	ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურა და ფუნქცია		სტრუქტურა და ფუნქცია (ბიოლ.საშ.1)
		ორგანული სამყაროს სისტემატიკა	სახეობა, გვარი, ოჯახი, რიგი, კლასი, ტიპი, სამეფო, დომენი	სისტემატიკის/კლასიფიკაციის ერთეულები		ბიომრავალფეროვნება (ბიოლ.საშ.4)
		მეცნიერული თეორიები დედამიწაზე ორგანიზმთა მრავალფეროვნების მიზეზების შესახებ	ევოლუციური თეორიები სახეობათა მრავალფეროვნების შესახებ	სახეობათა მრავალფეროვნება		სასიცოცხლო თვისებები (ბიოლ.საშ.2,3)
		ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობები	გამრავლების ინტენსივობა	გამრავლება		
			მემკვიდრული ცვალებადობა	ცვალებადობა		
	2. მიკროევოლუციის მამოძრავებელი ფაქტორები და მისი შედეგები	პოპულაცია - ევოლუციის ერთეული	პოპულაციის სტრუქტურა, გენოფონდი	უკეთ შეგუბულთა გადარჩენა	ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურა და ფუნქცია	სტრუქტურა და ფუნქცია (ბიოლ.საშ.1)

	მიკროეკოლოგიის ფაქტორები	მემკვიდრული ცვალებადობა	ბუნებრივი გადაჩრევა - მამოძრავებელი, მასტაბილიზებელი, დიზრუპტული, სექსობრივი გადაჩრევა	პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნება	ბიომრავალფეროვნება (ბიოლ.საშ.4)
		გენთა ნაკადი			
		გენთა დრეიფი			
		იზოლაცია			
	მიკროეკოლოგიის შედეგი - სახეობათწარმოქმნა	მიკროეკოლოგიის შედეგი - სახეობათწარმოქმნის გზები - ალოპატრიული, სიმპატრიული	სახეობათა მრავალფეროვნება		სასიცოცხლო თვისება (ბიოლ.საშ.2,3)
	მიკროეკოლოგიის შედეგი - შევსება/ ადაპტაცია	მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური და ქიმიური ადაპტაციები	ადაპტაცია		
	ეკოლოგიაზე ტემპოლოგიისა და მედიცინის განვითარების გავლენა	ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიები	დაავადების გამომწვევი ბაქტერიების ეკოლოგია		ჯანმრთელობა და დაავადება (ბიოლ.საშ.5)
	3. ეკოლოგიის კანონზომიერებები და დამამტკიცებელი საბუთები	ეკოლოგიის ძირითადი კანონზომიერებები	კონვერგენცია, დივერგენცია	სახეობათა მრავალფეროვნება	ბიომრავალფეროვნება (ბიოლ.საშ.4)
		ეკოლოგიის ძირითადი მიმართულებები	აროგენები, ალოგენები, კატაგენები		

ეგოლოგიის დამამტკიცებელი საბუთები	მოლეკულური ბიოლოგიის არგუმენტები – უჯრედების ქიმიური შედგენილობა და ფუნქციები	უჯრედის სტრუქტურა და ფუნქცია	სტრუქტურა და ფუნქცია (ბიოლ.საშ.1)
	ციტოლოგიური არგუმენტი – სხვადასხვა სისტემური ჯგუფის ორგანიზმის უჯრედების მსგავსება, ენდოსიმბიოტური ჰიპოთეზა	ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქცია	სტრუქტურა და ფუნქცია
	შედარებითი ემბრიოლოგია – სხვადასხვა ორგანიზმის ჩანასახების მსგავსება	ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქცია	სტრუქტურა და ფუნქცია
	შედარებითი ანატომია – სხვადასხვა სისტემური ჯგუფის ორგანიზმის ორგანოების შედარება – ჰომოლოგიური და ანალოგიური ორგანოები, რუდიმენტული ორგანოები, ატავიზმი, გარდამავალი ფორმები	ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქცია	სტრუქტურა და ფუნქცია
	პალეონტოლოგიური არგუმენტები – ნამარხი ფორმები, ფილოგენეზური რიგები	ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქცია	სტრუქტურა და ფუნქცია

ცხრილი 4

IV. გრძელვადიანი მიზნების საფუძველზე შუალედური სასწავლო მიზნების ჩამოყალიბება.

გრძელვადიანი მიზნების მისაღწევად საჭიროა სასწავლო პროცესი დაიყოს შუალედურ სასწავლო მიზნებად. განსხვავებით გრძელვადიანი მიზნებისგან (რომლებიც უკვე განსაზღვრულია ეროვნული სასწავლო გეგმით), შუალედურ სასწავლო მიზნებს სკოლა განსაზღვრავს საკუთარი საჭიროებებისა და შესაძლებლობებიდან გამომდინარე.

გრძელვადიანი მიზნების საფუძველზე შუალედური მიზნების გამოსაყოფად, უპირველეს ყოვლისა, აუცილებელია სასწავლო **თემის**, როგორც სტრუქტურული ერთეულის, მნიშვნელობის გააზრება. ეროვნული სასწავლო გეგმის მოთხოვნების მიხედვით, თემა წარმოადგენს კონტექსტს, რომლის ფარგლებშიც უნდა დამუშავდეს ეროვნული სასწავლო გეგმის ყველა შედეგი და სამიზნე ცნება. მნიშვნელოვანია მასწავლებელმა სწორად დაინახოს, თუ თემის ფარგლებში რა კონკრეტულ სახეს მიიღებს ეროვნული სასწავლო გეგმის გრძელვადიანი მიზნები (შედეგები და სამიზნე ცნებები). ამის გააზრებაში მას დაეხმარება:

- **შედეგების მიღწევის ინდიკატორები** – ინდიკატორები აკავშირებს თემას საფეხურის შედეგებთან.
- **თემატური მკვიდრი წარმოდგენები** – აკავშირებს თემას სამიზნე ცნების მკვიდრ წარმოდგენებთან.

მესამე თაობის ეროვნული სასწავლო გეგმის მოთხოვნების მიხედვით, შუალედური მიზანი, რომელიც თემის ფარგლებში გამოიყოფა, გულისხმობს სამ აუცილებელ კომპონენტს:

(1) **პროდუქტი**, რომელსაც ქმნის მოსწავლე (მაგ. ბიოლოგიაში შეიძლება შეიქმნას შემდეგი პროდუქტები: კვლევის ანგარიში, პოსტერი, ბუკლეტი, მოდელი, კოგნიტური სქემა და სხვა);

(2) **ძირითადი საკითხი**, რომელსაც შეეხება კომპლექსური დავალება;

(3) **შეფასების კრიტერიუმები**, რომლებიც მიემართება სამიზნე ცნების მკვიდრ წარმოდგენებს.

შუალედური სასწავლო მიზნის სტატუსი კომპლექსურ დავალებას აქვს მინიჭებული. ქვემოთ ახსნილია, თუ რა არის კომპლექსური დავალება და რატომ ასრულებს ის შუალედური სასწავლო მიზნის როლს.

მასწავლებელი სასწავლო პროცესის დაგეგმვისას უნდა ითვალისწინებდეს შემდეგს: 1) **რისთვის ვასწავლი?** – სამიზნე ცნება და მკვიდრი წარმოდგენები; 2) **რას ვასწავლი?** – საგნობრივი საკითხი, 3) **როგორ ვასწავლი?** – კომპლექსური დავალება.

რა არის კომპლექსური დავალება? რით განსხვავდება კომპლექსური დავალება სხვა ე.წ. „ჩვეულებრივი“ დავალებებისგან? რატომ არის მნიშვნელოვანი შეფასების კომპლექსურ დავალებებზე დაფუძნება?

კომპლექსური დავალების შესრულება მოსწავლისგან მოითხოვს შემოქმედებითი პროდუქტის (მაგალითად, კომიქსის, მოთხრობის, ვიდეორგოლის, პლაკატის, კვლევის ანგარიშის, კვლევის გეგმის, მოდელის, საინფორმაციო ბუკლეტის და სხვ.) შექმნას, რომლის საშუალებითაც საკუთარ ცოდნას ადასტურებს საგნობრივ საკითხებთან/შესასწავლ მასალასთან მიმართებით (მაგალითად, ადასტურებს, თუ როგორ გაიგო ტექსტის შინაარსი, ამა თუ იმ ბუნებრივი მოვლენის არსი და სხვა). პროცედურებსა და დამახსოვრებაზე ორიენტირებული დავალებებისგან (მაგალითად, არჩევითპასუხიანი ტესტებისგან) განსხვავებით, კომპლექსური დავალების პირობა იმგვარადაა ჩამოყალიბებული, რომ მოსწავლისგან ახლად შესწავლილი/გასამეორებელი მასალის რეალურ ცხოვრებასთან და სხვა საგნობრივ საკითხებთან დაკავშირებას მოითხოვს (მაგალითად, არ არის საკმარისი მოსწავლემ ზოგადი დებულებები ჩამოაყალიბოს ცვალებადობასთან დაკავშირებით; საჭიროა, რომ მან ყოველდღიურ ცხოვრებაში ცვალებადობის მაგალითი/მაგალითები აღმოაჩინოს და ის თანაკლასელების/მასწავლებლის წინაშე კომპლექსური დავალების საშუალებით წარმოადგინოს და გააანალიზოს). სწავლა-სწავლებისა და შეფასების დაფუძნება კომპლექსურ დავალებებზე ხელს უწყობს სასწავლო პროცესის მიმართვას სასწავლო მასალის სიღრმისეული გააზრებისკენ და არა საგნობრივი საკითხების მედაპირული დასწავლისაკენ.

რა არის საჭირო იმისთვის, რომ კომპლექსურმა დავალებამ შუალედური სასწავლო მიზნის როლი შეასრულოს?

რათა კომპლექსურმა დავალებამ შუალედური სასწავლო მიზნის როლი შეასრულოს, საჭიროა რიგი ნიუანსების გათვალისწინება:

1. მკაფიოდ უნდა იყოს განსაზღვრული, **თუ კომპლექსური დავალება რომელ სამიზნე ცნებას/ ცნებებს შეესაბამება** (საბუნებისმეტყველო საგნების სპეციფიკისგან გამომდინარე – თემები და საკითხები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ლოგიკური კავშირებით, ამიტომ კომპლექსური დავალებები, უფრო ხშირად, ერთზე მეტ სამიზნე ცნებაზე გადის);

2. **მკაფიოდ უნდა იყოს განსაზღვრული კონკრეტული (და არა ზოგადი) საკითხი**, რომლის შესწავლასაც კომპლექსური დავალება ემსახურება – ანუ განსაზღვრული უნდა იყოს საკითხი, რომლის ღრმად შესწავლასაც ემსახურება კომპლექსური დავალება, მაგრამ ეს არ ნიშნავს იმას, რომ თემასთან დაკავშირებულ სხვა საკითხებს ყურადღება არ ექცევა; კომპლექსური დავალება ისეთი უნდა იყოს, რომ მის შესრულებამდე რამდენიმე გაკვეთილის განმავლობაში მოსწავლემ უნდა შეასრულოს აქტივობები, რომლებიც ხელს შეუწყობს კომპლექსური დავალების დამოუკიდებლად შესრულებისათვის საჭირო ცოდნისა და უნარების შეძენას; **ანუ სწავლა-სწავლების პროცესში ყველა აქტივობა მიმართულია იმისკენ, რომ მოსწავლეებს კომპლექსური დავალების შესრულებაში დაეხმაროს** – განხორციელებული აქტივობები უნდა წარმოადგენდეს მასწავლებლის პასუხს შეკითხვაზე – რას ვაკეთებ სწავლა-სწავლების პროცესში იმისთვის, რათა ჩემმა მოსწავლეებმა კომპლექსური დავალება შეასრულონ;

3. **მითითებული უნდა იყოს თემა**, რომლის ფარგლებშიც მუშავდება ეს კომპლექსური დავალება (ერთი თემის ფარგლებში ისეთი შინაარსისა და იმდენი კომპლექსური დავალება უნდა შეიქმნას, რომ ყველა სამიზნე ცნებას მოიცავდეს);

4. **მკაფიოდ უნდა იყოს განსაზღვრული შემოქმედებითი პროდუქტი**, რომელიც მოსწავლემ კომპლექსური დავალების ფარგლებში უნდა შექმნას – პროდუქტი, რომელიც ისეთი ფორმის უნდა იყოს შეთავაზებული, რომ მოსწავლისათვის ნაცნობი და გასაგები იყოს; თუ მსგავსი ტიპის პროდუქტი ჯერ მოსწავლეს არ შეუქმნია, მასწავლებელმა უნდა გააცნოს და აუხსნას, თუ რას გულისხმობს ეს პროდუქტი და როგორ უნდა შექმნას;

5. **კომპლექსურ დავალებას უნდა ახლდეს შეფასების კრიტერიუმები**, რომლებიც მას სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენებისკენ (ანუ გრძელვადიანი მიზნობრივი ორიენტირებისკენ) მიმართავს, ამავე დროს, შეფასების კრიტერიუმებში უნდა ჩანდეს კავშირი შესასწავლ საკითხთან.

6. **კომპლექსური დავალების პირობა მოსწავლეებისთვის ცნობილი უნდა იყოს საგნობრივი საკითხის დაანონსებისთანავე** – მასწავლებელი წინდაწინვე უნდა დარწმუნდეს, რომ ყველა მოსწავლემ იცის, თუ რისთვის/რა კომპლექსური დავალების შესასრულებლად სჭირდება მას საგნობრივი საკითხის/ საკითხების შესწავლა;

7. **კომპლექსური დავალება უნდა შეასრულოს კლასში ყველა მოსწავლემ** – ყველა ბავშვი დარწმუნებული უნდა იყოს, რომ მასწავლებელი მას შესრულებული კომპლექსური დავალების შესახებ ჰკითხავს და მიაწვდის სათანადო უკუკავშირს;

8. **კომპლექსურ დავალებას მოსწავლე წარადგენს ინდივიდუალურად** – კომპლექსური დავალება ინდივიდუალურადაც შეიძლება შესრულდეს, წყვილებში და ჯგუფურადაც; მასზე მუშაობა საკლასო ოთახშიც შეიძლება მიმდინარეობდეს და დამოუკიდებლადც, თუმცა დასრულებული ნაშრომის პრეზენტაცია ყველა მოსწავლემ ინდივიდუალურად უნდა განახორციელოს;

9. **სასურველია მოხდეს კომპლექსური დავალების პირობის ადაპტირება მოსწავლეების ინტერესებისა და შესაძლებლობების შესაბამისად** – კლასში მოსწავლეებმა შეიძლება იმუშაონ სხვადასხვა კომპლექსურ დავალებაზე ან ერთი და იმავე დავალების სხვადასხვაგვარად ადაპტირებულ ვარიანტზე, თუმცა ყველა მათგანი ერთსა და იმავე საკითხს უნდა ეხებოდეს.

კომპლექსური დავალება მოსწავლეს უნდა შევთავაზოთ **კომპლექსური დავალების ბარათის** სახით. ამ ნიუანსების ასახვნელად გამოვიყენებთ ცხრილს (ცხრილი 5), რომელსაც შევსებული სახით ქვემოთ წარმოგიდგენთ (გვ. 70).

ცხრილი 5

სამიზნე ცნება –
თემა – საკითხი – ქვესაკითხები –
კომპლექსური დავალების პირობა:

**მოსწავლის წიგნის შესატყვისობა სტანდარტით განსაზღვრული სავალდებულო
თემების შინაარსსა და სამიზნე ცნებებთან**

თემა და თემის შესაბამისი საკითხები	სამიზნე ცნებები			
თემა 1 – გენეტიკა	სტრუქტურა და ფუნქცია (შედეგი: 1,2,3,4,5)	სასიცოცხლო თვისებები (შედეგი: 1,2,3,4,5)	ბიომრავალფეროვნება (შედეგი: 1,2,3,4)	ჯანმრთელობა და დაავადება (შედეგი: 1,2,3,5)
1.1. მენდელის კვლევის მეთოდები				
1.2. მონოჰიბრიდული შეჯვარება				
1.3. მენდელის კანონების სტატისტიკური ხასიათი				
1.4. დათიშვის კანონის ციტოგენეტიკური მექანიზმი				
1.5. ალელურ გენთა ურთიერთქმედება				
1.6. დიჰიბრიდული შეჯვარება				
1.7. გამანაღიბებელი შეჯვარება				
1.8. გენთა შეჭიდული მემკვიდრეობა				
1.9. სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმი				
1.10. სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეობა				
1.11. გენების მრავლობითი მოქმედება და ურთიერთქმედება				
1.12. ცვალებადობა. მოდულირებადი ცვალებადობა				
1.13. მემკვიდრული ცვალებადობა				

თემა და თემის შესაბამისი საკითხები	სამიზნე ცნებები			
თემა 1 – გენეტიკა	სტრუქტურა და ფუნქცია (შედეგი: 1,2,3,4,5)	სასიცოცხლო თვისებები (შედეგი: 1,2,3,4,5)	ბიომრავალფეროვნება (შედეგი: 1,2,3,4)	ჯანმრთელობა და დაავადება (შედეგი: 1,2,3,5)
1.14. ქრომოსომული და გენომური მუტაციები				
1.15. ბიოტექნოლოგია და მისი ძირითადი მიმართულებები				
1.16. გენური ინჟინერია. ტრანსგენური ორგანიზმები				
1.17. კლონირება				
1.18. ადამიანის გენეტიკის კვლევის მეთოდები				
1.19. სამედიცინო ბიოტექნოლოგია				

თემა და თემის შესაბამისი საკითხები	სამიზნე ცნებები			
თემა 2 – ევოლუცია	სტრუქტურა და ფუნქცია (შედეგი: 1,2,3,4,5)	სასიცოცხლო თვისებები (შედეგი: 1,2,3,4,5)	ბიომრავალფეროვნება (შედეგი: 1,2,3,4)	ჯანმრთელობა და დაავადება (შედეგი: 1,2,3,5)
2.1. ორგანული სამყაროს კლასიფიკაცია				
2.2. პირველი ევოლუციური იდეები				
2.3. მიკროეოლოგია და მისი მამოძრავებელი ფაქტორები				
2.4. არსებობისათვის ბრძოლა				
2.5. ბუნებრივი გადარჩევა				

2.6. შეგუებულობა					
2.7. სახეობათწარმოქმნა					
2.8. ევოლუციის კანონზომიერებები და დამამტკიცებელი საბუთები					

თემა 1-ის შუალედური მიზნები

თემა 1- გენეტიკა		სავარაუდო საათების რაოდენობა 30 (+5)
შუალედური მიზანი	საკითხი და ქვესაკითხები	კომპლექსური დავალების იდეა
1.	საკითხი: მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებები ქვესაკითხები: • ერთგვაროვნების წესი. დათიშვის კანონი; • გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონი; • ალელურ გენთა ურთიერთქმედება; • შეჭიდულობის კანონი; • სქესის გენეტიკა და სქესთან შეჭიდულობა	მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებების შესახებ გენეტიკური ამოცანების შედგენა და მისი წარმოდგენა პოსტერის საშუალებით.
2.	საკითხი: ცვალებადობა ქვესაკითხები: • მოდიფიკაციური ცვალებადობა; • კომბინაციური ცვალებადობა; • გენური მუტაციები; • ქრომოსომული და გენომური მუტაციები	კომბინაციური და მუტაციური (გენური, ქრომოსომული და გენომური) ცვალებადობის შესახებ კოგნიტური მოდელების შექმნა.
3.	საკითხი: თანამედროვე ტექნოლოგიები გენეტიკაში ქვესაკითხები: • გენური ინჟინერია. ტრანსგენური ორგანიზმები; • კლონირება; • ადამიანის გენეტიკის კვლევის თანამედროვე მეთოდები; • სამედიცინო ბიოტექნოლოგია.	1. სამეცნიერო მოხსენება ბიოტექნოლოგიის თანამედროვე მიმართულებებისა და მიღწევების შესახებ; 2. სოციოლოგიური კვლევა გმო-ს მიმართ საზოგადოების ცნობიერების შესახებ; 3. საინფორმაციო ბუკლეტი დნმ-ის ანაბეჭდებისა და რეკომბინანტული დნმ-ის გამოყენების სფეროების შესახებ.

სამიზნე ცოდნის სტრუქტურა, რომელიც მოსწავლემ უნდა შეიძინოს თემის - გენეტიკა - ფარგლებში

საათების საგარეულო რაოდენობა - 30 (+5)				
თემა 1 - გენეტიკა				
სამიზნე ცოდნა / ცოდნის სტრუქტურა, რომელიც მოსწავლემ უნდა შეიძინოს	ქვესაკითხები	ქვესაკითხები	ტრანსფერის არეალი/ განზოგადება	თემასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები (განზოგადებები თემის ფარგლებში)
სასიცოცხლო თვისება (ბიოლ.საშ. 2.3)	მემკვიდრეობითობა - ერთგვაროვნების წესი, დათიშვის კანონი	მონოჰიბრიდული შეჯვარება - ერთი წყვილი ალტერნატიული ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობა ორგანიზმებში.	ადამინი მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის შესახებ ცოდნას მრავალი მიმართულებით იყენებს, მაგალითად: გენეტიკის განვითარებას, განვითარებას, რომელიც სახავს ამ დავადების დაგნოსტირებისა და მკურნალობის საშუალებებს;	• ყველა ორგანიზმისთვის დამახასიათებელია მემკვიდრეობითობა და ცვალებადობა;
	მემკვიდრეობითობა - გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონი	დიჰიბრიდული შეჯვარება - ორი წყვილი ალტერნატიული ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობა ორგანიზმებში.	ხელი შეუწყო სამედიცინო გენეტიკის განვითარებას, რომელიც სახავს ამ დავადების დაგნოსტირებისა და მკურნალობის საშუალებებს;	• გენეტიკა შეისწავლის მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებებს;
	გამრავლება - უსქესო გამრავლება, სქესობრივი გამრავლება	გამრავლება - თაობიდან თაობაზე მემკვიდრული ნიშან-თვისებების გადაცემის მექანიზმი	მოდიფიკაციური ცვალებადობის კანონზომიერებებს ითვალისწინებენ მედიცინაში და სოფლის მეურნეობაში;	• დომინანტური ალელი ფენოტიპურად გამოქვავდება როგორც ჰომოზიგოტურ, ისე ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში;
	გამრავლება - უჯრედების მეოთხური გამრავლება	მეოზი - გამეტებში ალელური გენებისა და არაჰომოლოგიური ქრომოსომების განაწილების საფუძველი	ხელი შეუწყო სელექციის განვითარებას: გამოჰყავთ მაღალპროდუქტიული ცხოველებისა და უხვმოსავლიანი მცენარეების ახალი ჯიშები	• ჰომოზიგოტური გენოტიპის ინდივიდი მხოლოდ ერთი ტიპის გამეტებს წარმოქმნის, ხოლო ჰეტეროზიგოტური - განსხვავებული ტიპის გამეტებს;
	ცვალებადობა - გენებისა და ქრომოსომების რეკომბინაცია	გენებისა და ქრომოსომების რეკომბინაცია მეიოზისა და განაყოფიერების შედეგად	მოდიფიკაციური ცვალებადობის კანონზომიერებებს ითვალისწინებენ მედიცინაში და სოფლის მეურნეობაში;	• ჰომოზიგოტური გენოტიპის ინდივიდების შეჯვარება პირველ თაობაში გამოიქვავდება ერთგვაროვნების წესი;
	მემკვიდრეობითობა - სრული და არასრული დომინირება, კოდომინირება	ალელური გენების ურთიერთქმედება	ხელი შეუწყო სელექციის განვითარებას: გამოჰყავთ მაღალპროდუქტიული ცხოველებისა და უხვმოსავლიანი მცენარეების ახალი ჯიშები	• ჰეტეროზიგოტური ინდივიდების შეჯვარებით მიიღება ფენოტიპურად განსხვავებული ინდივიდები და ამ მოვლენას დათიშვა ეწოდება;
	მემკვიდრეობითობა - კომპლემენტარული ურთიერთქმედება, პოლიმერია, ეპისტაზი	არაალელური გენების ურთიერთქმედება	ხელი შეუწყო სელექციის განვითარებას: გამოჰყავთ მაღალპროდუქტიული ცხოველებისა და უხვმოსავლიანი მცენარეების ახალი ჯიშები	• გენების დამოუკიდებელი განაწილების საფუძველი არის მეიოზის პროცესში ქრომოსომების თავისუფალი განაწილება გამეტებში;
	მემკვიდრეობითობა - გენთა შტეტილი მემკვიდრეობა	გენთა შეტედილი მემკვიდრეობის გენეტიკური საფუძველები	ხელი შეუწყო სელექციის განვითარებას: გამოჰყავთ მაღალპროდუქტიული ცხოველებისა და უხვმოსავლიანი მცენარეების ახალი ჯიშები	• ერთ ქრომოსომში ლოკალიზებული გენები შეტედილად მემკვიდრეობს;

	ცვალებადობა - კროსინგოვერი: კროსოვერული გაშეშებისა და ჰიბრიდების მიღება	გენთა შეჭიდულობის დარღვევა		• ადამიანში ზოგიერთი ნიშან-თვისების მემკვიდრეობს "ემორჩილებს" მენდელის გენეტიკურ კანონმდებრებს; • ფენოტიპი ყალიბდება გენოტიპისა და გარემო ფაქტორების ურთიერთქმედების შედეგად; • ერთი და იმავე ფაქტორის ინტენსივობის ცვლილებაზე სხვადასხვა სახეობის ორგანიზმი განსხვავებულად რეაგირებს; • მოდიფიკაციური ცვალებადობა ორგანიზმში ეხმარება გარემოს ცვლად პირობებთან შეგუებაში; • მეცნიერული კვლევებით დადგინდა გენოტიპური ცვალებადობის სხვადასხვა ფორმა; • მემკვიდრული ცვალებადობის კანონმდებრებს ეყრდნობა თანამედროვე მედიცინა და სელექცია.
	გამრავლება - სქესობრივი გამრავლება, მეიოზი, განაყოფიერება	სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმი		
	მემკვიდრეობითობა - სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეობა	სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეობა		
	ცვალებადობა - მოდიფიკაციური ცვალებადობა /ფენოტიპური ცვალებადობა	მოდიფიკაციური ცვალებადობა და მისი ბიოლოგიური როლი		
	ცვალებადობა - გენების რეკომბინაცია - კომბინაციური ცვალებადობა	კომბინაციური ცვალებადობის საფუძველი		
	ცვალებადობა - გენური მუტაცია - სტრუქტურული გენის ცვლილება (წერტილოვანი მუტაცია, ტრიპლეტის ათვლის ჩარჩოს წანაცვლება)	გენური მუტაცია - სტრუქტურული გენის ცვლილება		
	ცვალებადობა - ქრომოსომული მუტაცია (დელეცია, დუბლიკაცია, ინვერსია, ტრანსლოკაცია)	ქრომოსომული მუტაცია - ქრომოსომის სტრუქტურის ცვლილება		
	ცვალებადობა - გენომური მუტაციები (მონოსომია, ტრისომია, ტეტრასომია, მონოპლოიდია, პოლიპლოიდია)	გენომური მუტაციები - ქრომოსომების რიცხვის ცვლილება		
	პლასტიკური ცვლა - დნმ-ის რეპლიკაცია, პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქცია	რეკომბინანტული დნმ-ისა და გმო-ს მიღების მექანიზმი		
	მემკვიდრეობითობა - ფაგის საშუალებით ბაქტერიებში მემკვიდრული ინფორმაციის გადატანის საშუალება - ტრანსდუქცია	კლონირება		
	გამრავლება - უსქესო გამრავლება, მიტოზი, უჯრედებისა და ქსოვილების პუულტივირება, დნმ-ის რეპლიკაცია			
	მემკვიდრეობითობა - ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობა ადამიანში	ადამიანის გენეტიკა		

სტრუქტურა და ფუნქცია (ბიოლ.საშ. 1)	უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის სტრუქტურა და ფუნქციები - ქრომოსომის სტრუქტურა და ფუნქციები: ქრომოსომა, გენი, ლოკუსი, ალელური და არაალელური გენები; გენოტიპი - ჰომოზიგოტური და ჰეტეროზიგოტური	მემკვიდრეობითობის ქრომოსომული თეორია	ქრომოსომების სტრუქტურისა და მისი სტრუქტურული კომპონენტების ფუნქციის შესწავლამ ახსნა ისეთი სასიცოცხლო თვისებების მოლეკულური საფუძვლები, როგორებიცაა მემკვიდრეობითობა და გამრავლება, ცვალებადობა; სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმი, რომლის დადგენას ორგანიზმის განვითარების ადრეულ ეტაპზე დიდი სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს; რეკომბინაციული დნმ-ს ხელოვნურად იღებენ, რომელსაც წარმატებით იყენებენ გენურ ინჟინერიაში, გენურ თერაპიაში	• ეუკარიოტული უჯრედის ბირთვშია განთავსებული მემკვიდრეობითი ნიშან-თვისებების მატარებელი ქრომოსომები; • ალელი გენის არსებობის ფორმაა; • ერთი გენის ალელები ჰომოლოგიური ქრომოსომების წყვილის სხვადასხვა ქრომოსომში ერთსა და იმავე ლოკუსშია ლოკალიზებული; • ყოველ ქრომოსომში ლოკალიზებულია მრავალი გენი; სხვადასხვა ალტერნატიული ნიშნის განმსაზღვრელი ალელური გენები ლოკალიზებულია ქრომოსომების სხვადასხვა ჰომოლოგიურ წყვილში; • შეჭიდულ გენთა ჯგუფების რაოდენობა ქრომოსომების ჰაპლოიდური რიცხვის ტოლია; • მენდელის გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონი მოქმედებს იმ შემთხვევაში, როდესაც სხვადასხვა გენი ლოკალიზებულია არაჰომოლოგიურ ქრომოსომებში; • მორგანის შეჭიდულობის კანონი მოქმედებს იმ შემთხვევაში, როდესაც სხვადასხვა გენი ჰომოლოგიური წყვილის ერთ ქრომოსომშია ლოკალიზებული; • სქესს განსაზღვრავს სასქესო ქრომოსომები; • ვექტორი არის სტრუქტურა, რომელსაც ერთი ორგანიზმის გენი გადააქვს მეორე ორგანიზმში; ვექტორის როლს ასრულებს პლაზმიდები და ვირუსები.
	უჯრედის სტრუქტურა და ფუნქციები - სასქესო უჯრედების/გამეტების - კვერცხუჯრედი, სპერმატოზოდი/სპერმა - სტრუქტურა და ფუნქციები; უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის სტრუქტურა და ფუნქციები - ქრომოსომების ნაკრების (კარიოტიპის) სტრუქტურა - ჰომოლოგიური და არაჰომოლოგიური ქრომოსომები; ქრომოსომების ჰაპლოიდური და დიპლოიდური კომბლექტი	დათიშვის კანონის ციტოლოგიური საფუძველი; გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონის ციტოლოგიური საფუძველი		
	უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის სტრუქტურა და ფუნქციები - ჰომოლოგიური ქრომოსომების სტრუქტურა და ფუნქცია, შეჭიდულ გენთა ჯგუფები, ალელური და არაალელური გენები	შეჭიდულობის კანონის ციტოლოგიური საფუძველი		
	უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის სტრუქტურა და ფუნქციები - ქრომოსომების ნაკრების (კარიოტიპის) სტრუქტურა და ფუნქციები - აუტოსომები და სასქესო ქრომოსომები	სახეობისათვის დამახასიათებელი ქრომოსომული ნაკრები		
	ორგანიზმი - ჰომოგამეტური და ჰეტეროგამეტური	სქესის განმსაზღვრელი ორგანიზმი		
	უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის სტრუქტურა და ფუნქციები - სასქესო ქრომოსომების სტრუქტურა და ფუნქციები, აუტოსომების სტრუქტურა და ფუნქცია	სქესთან შეჭიდული მუტაცია, აუტოსომასთან შეჭიდული მუტაცია		

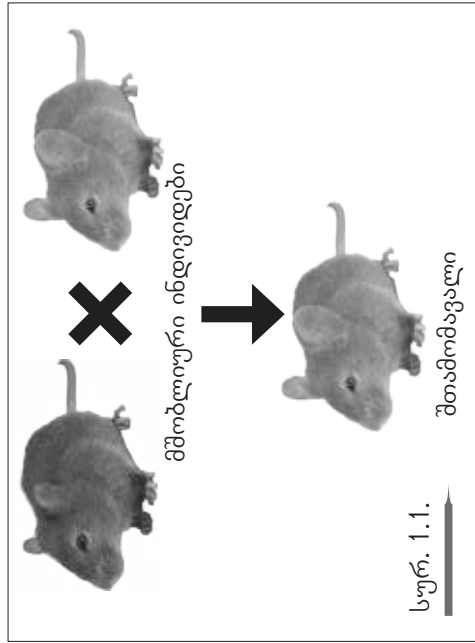
ბიომრავალფეროვნება (ბიოლ.საშ. 4)	ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქციები - ბაქტერიის სტრუქტურა და სტრუქტურული კომპონენტების ფუნქციები; უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის სტრუქტურა და ფუნქცია - პლაზმიდას სტრუქტურა და ფუნქციები; ნივთიერების სტრუქტურა და ფუნქციები - დნმ-ის სტრუქტურა და ფუნქციები, რეკომბინატული დნმ-ის სტრუქტურა და ფუნქციები, ფერმენტების (რესტრიქტაზები, პოლიმერაზები და ლიგაზები) სტრუქტურა და ფუნქციები	გენურ ინჟინერიაში მონაწილე ბიოლოგიური სტრუქტურები	• 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;
	ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქციები - ტრანსგენური ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქციები	გენმოდიფიცირებული ორგანიზმები (გმო)	
	ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქცია - გენეტიკურად იდენტური ორგანიზმების ასლები; უჯრედის სტრუქტურა და ფუნქცია - გენეტიკურად იდენტური უჯრედების ასლები; ნივთიერების სტრუქტურა და ფუნქცია - გენეტიკურად იდენტური დნმ-ისა და გენის ასლები	კლონის არსი	
	გენეტიკური მრავალფეროვნება - გენებისა და ქრომოსომების ახალი კომბინაცია - ბიომრავალფეროვნების საფუძველი	დიზიბრიდული შეჯვარების მე-2 თაობაში მიღებული ახალი ფენოტიპები	
		გენეტიკური მრავალფეროვნება განაპირობებს ბიომრავალფეროვნებას; კლონირების გამოყენება გადაშენების პირას მყოფი სახეობის გადასარჩენად, გენური ინჟინერიით გადაშენებული სახეობების აღდგენის იდეა.	

	გენეტიკური მრავალფეროვნება - კროსინგოვერი	კროსინგოვერის როლი ბიომრავალფეროვნებაში		- გენმოდულირებას ორგანიზმებსა შეიძლება უარყოფითი გავლენა მოახდინოს ბიომრავალფეროვნებაზე; - ველური სახეობების კლონირებამ შეიძლება პოპულაციის გენეტიკური ერთგვაროვნება გამოიწვიოს.
	გენეტიკური მრავალფეროვნება - ალელური და არაალელური გენების ურთიერთქმედება - გენების ურთიერთქმედება - ბიომრავალფეროვნების წყარო	ალელური და არაალელური გენების ურთიერთქმედება - ბიომრავალფეროვნების წყარო		
	გენეტიკური მრავალფეროვნება - კომბინაციური და მუტაციური ცვალებადობა - ბიომრავალფეროვნების წყარო	მემკვიდრული ცვალებადობის როლი ბიომრავალფეროვნებაში		
	გენეტიკური მრავალფეროვნება - გმო-ს გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე	გმო-ს გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე		
	სახეობათა მრავალფეროვნება - გადაშენებული სახეობის კლონის მიღება;	კლონირების გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე		
ჯანმრთელობა და დაავადება (ბიოლ.საშ. 5)	გენეტიკური მრავალფეროვნება - კლონირება და პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნება	გენეტიკური მრავალფეროვნება - კლონირება და პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნება	ბევრი მემკვიდრული დაავადება დაკავშირებულია მუტაციებთან; განვითარდა მედიცინის ახალი დარგი - გენური თერაპია, რომელითაც დაკავშირებულია გენების დონეზე ჩატარებული მანიპულაციები	- მემკვიდრული კვლევების შედეგად დადგინდა ბიოლოგიური სისტემების სტრუქტურისა და ფუნქციების, მათში მიმდინარე ბიოლოგიური პროცესების კანონზომიერებების გააზრებამ ხელი შეუწყო სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის განვითარებას; - გენეტიკის განვითარებამ ხელი შეუწყო სამედიცინო გენეტიკისა და გენური თერაპიის განვითარებას; - მუტაციებმა შეიძლება გამოიწვიოს გენეტიკური დარღვევები და დაავადებები; - განვითარდა თანამედროვე ტექნოლოგიები გენეტიკური დაავადების დიაგნოსტიკისთვის;
	დაავადება - გენეტიკური დაავადება: ჰემოფილია;	სქესთან შეჭიდული მემკვიდრული დაავადება		
	დაავადების სიმპტომები - ჰემოფილიის სიმპტომები;	გენეტიკური დარღვევები და გენეტიკური დაავადებები		
	გამომწვევი მიზეზები - ჰემოფილიის გამომწვევი მიზეზები	გმო-ს გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე		
	დაავადება, დაავადების გამოწვევი მიზეზები, დაავადების სიმპტომები - მუტაციებით გამოწვეული დაავადებები	გმო-ს გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე		
	ინფექციური დაავადება - გმ მიკროორგანიზმების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე;	დაავადება - გმო პროდუქტების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე		
	ალერგია - გმო პროდუქტების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე	ალერგია - გმო პროდუქტების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე		
	დაავადება, დაავადების გამოწვევი მიზეზები, დაავადების სიმპტომები - გენეტიკური დაავადებები ადამიანში	დაავადების გენეტიკური დაავადებები		

	დიაგნოსტიკა – გენეტიკური დაავადებების დიაგნოსტიკის მეთოდები; ადამიანის დაავადებათა მოდელირება – „მოდელირებული“ ცხოველები; „ნოკაუტრებული“ ცხოველები; მკურნალობის მეთოდი – გენური თერაპია, ქსენოტრანსპლანტაცია, ნაწომედიცინა	სამედიცინო ბიოტექნოლოგია		• გენმოდულირება მიკროორგანიზმებისაგან ლაბორატორიულ პირობებში იღებენ სამკურნალო პრეპარატებს; • მოდელურ ცხოველებს იყენებენ ადამიანის დაავადების მიმდინარეობის გამოსაკვლევად და სამკურნალო საშუალებების გამოსაცდელად; • გენური თერაპიის მიზანია დეფექტური გენის ნორმალური/თერაპიული გენით ჩანაცვლება; • გენური თერაპია ეყრდნობა გენური ინჟინერიის მიღწევებს; • გენმოდულირებას საკვებ პროდუქტებში შეიძლება ადამიანის ჯანმრთელობას პრობლემა შეუქმნას.
--	--	--------------------------	--	--

შუალედური მიმანი 1.

კონტექსტ-მაგალითი/ქეისი (მოსწავლის წიგნი, გვ. 10)



- რა სასიცოცხლო თვისებების გამოვლენას ასახავს სურათი 1.1?
- დაახასიათე მშობლიური ინდივიდები და შთამომავალი გარეგანი ნიშან-თვისებების მიხედვით.
- დაასახელე ის ნიშან-თვისებები, რომლებიც შთამომავალმა მიიღო თითოეული მშობლიური ინდივიდისგან. რა სასიცოცხლო თვისება გამოვლინდა ამ შემთხვევაში?
- რა სასიცოცხლო თვისებამ უზრუნველყო მშობლებისგან შთამომავალზე ნიშან-თვისებების გადაცემა?
- შთამომავალი არის რომელიმე მშობლიური ინდივიდის ზუსტი ასლი? რატომ? რა სასიცოცხლო თვისება გამოვლინდა ამ შემთხვევაში?

შუალედური მიზნის სტრუქტურა

ძირითადი საკითხი	პრობლემა	განსახილველი შემთხვევა/მაგალითი	საკვანძო შეკითხვა	სახელმძღვანელო/დამხმარე რესურსები
მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებები	„გენეტიკური ამოცანების შექმნა და პოსტერის საშუალებით წარმოდგენა.“	ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის კანონზომიერებები	როგორ შევქმნა და გამოვიყენო გენეტიკური ამოცანები ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის კანონზომიერებების სადემონსტრაციოდ?	სახელმძღვანელო - § 1.1 – მენდელის კვლევის მეთოდები; § 1.2 – მონოჰიბრიდული შეჯვარება (ერთგვაროვნების წესი, დათიშვის კანონი); § 1.3 – მენდელის კანონების სტატისტიკური ხასიათი; § 1.4 – დათიშვის კანონის ციტოგენეტიკური მექანიზმი; § 1.5 – ალელურ გენთა ურთიერთქმედება; § 1.6 – დიჰიბრიდული შეჯვარება (გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონი); § 1.8 – გენთა შეჭიდული მემკვიდრეობა; § 1.9 -10 – სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმი და სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეობა
სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს რომ:	სასიცოცხლო თვისება - (შედგები: 2,3) 1. ყველა ორგანიზმისთვის დამახასიათებელია სასიცოცხლო თვისებების ერთობლიობა; სასიცოცხლო თვისებები ურთიერთდაკავშირებულია და თითოეულის ცვლილებამ/დარღვევამ, შეიძლება გამოიწვიოს სხვა თვისების ცვლილება/დარღვევა. 2. სასიცოცხლო თვისებები ადაპტირებულია გარემო პირობებთან; სხვადასხვა ორგანიზმის სასიცოცხლო თვისებებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავებაც. 3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხსნის/ასაბუთებს ცოცხალ სისტემებში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლისა და ენერგიის გარდაქმნის პროცესებს და ასაბუთებს ორგანული სამყაროს მთლიანობას; ხსნის და ასაბუთებს მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს.	შეფასების კრიტერიუმები მოსწავლეს შეუძლია		კომპლექსურ დაგალებასთან მიმართებით დაკონკრეტებული ნაშრომში/ნაშრომის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:
- რა არის მემკვიდრეობითობა და ცვალებადობა, როგორც სასიცოცხლო თვისებები? (მ.წ. 1.) - რაში მდგომარეობს მენდელის მიერ კვლევებით დადგენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებების - დათიშვისა და გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონების - არსი? (მ.წ. 3.) - რაში მდგომარეობს მორგანის მიერ კვლევებით დადგენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებების - გენთა შეჭიდულობის კანონისა და სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმის - არსი? (მ.წ. 3.) - რა კავშირია უჯრედთა მეოთხეურობის გამრავლებასა და მემკვიდრეობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს შორის? (მ.წ. 1)				

სტრუქტურა და ფუნქცია - (შედეგები: 1) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ: 1. ბიოლოგიური სისტემა ორგანიზაციის ყოველ დონეზე შედგება სხვადასხვა სტრუქტურისგან და თითოეული სტრუქტურა შეესაბამება მის ფუნქციას; სხვადასხვა ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავება; ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურები ერთმანეთთან დაკავშირებულია, რაც განაპირობებს სისტემის მთლიანობას. 2. ბიოლოგიური სისტემები ადაპტირებულია გარემოსთან; მისმა ცვლილებამ შეიძლება გავლენა იქონიოს ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებზე. 3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხელს უწყობს ბიოლოგიური სისტემების სტრუქტურებსა და ფუნქციებთან დაკავშირებული კანონზომიერებების აღმოჩენა/გამოვლას.	• მემკვიდრეობითობის დაკავშირება უჯრედის ისეთ სტრუქტურებთან, როგორებიცაა ქრომოსომა, დნმ, გენი (მ.წ. 1); • სხვადასხვა სქესის კარიოტიპს შორის მსგავსება-განსხვავების დადგენა (მ.წ. 1)	• მემკვიდრეობითობა უჯრედის რა სტრუქტურებს უკავშირდება? (მ.წ. 1) • რა მსგავსება-განსხვავებაა ერთი სახეობის სხვადასხვა სქესის ინდივიდის კარიოტიპს შორის? (მ.წ. 1)
ბიომრავალფეროვნება (შედეგი: 4) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ 1. ორგანიზმები დაჯგუფებულია მსგავსი ნიშან-თვისებების მიხედვით და ქმნიან სისტემატიკურ ჯგუფებს; 2. შეგუბულობები გარემო პირობებთან ხელს უწყობს ორგანიზმის გადარჩენას/სახეობის მდგრადობას; 3. სახეობათა მრავალფეროვნება წარმოიქმნება მემკვიდრეობითობის, ცვალებადობისა და ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად; 4. მეცნიერული კვლევები ხსნის და/ან ასახულებს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისა და მისი შენარჩუნების მნიშვნელობას.	• კვლევების შედეგად დადგენილი გენეტიკური კანონზომიერებების საფუძველზე მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის როლის ახსნა ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნასა და მის შენარჩუნებაში (მ.წ. 4)	• როგორ ხსნის კვლევების შედეგად დადგენილი გენეტიკური კანონზომიერებები მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის როლს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნასა და მის შენარჩუნებაში? (მ.წ. 4)

კომპლექსური დავალების პირობა: (მოსწავლის წიგნი, გვ. 63): მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებების აღქმა ადვილდება შესაბამისი ამოცანების განხილვითა და ამოხსნით. შეადგინე თითო ამოცანა საკითხებზე: 1) დათიშვის კანონი; 2) ალელური გენთა ურთიერთქმედება; 3) გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონი; 4) გენთა შეჭიდულობა; 5) სქესთან შეჭიდულობა. ამოხსენი შენ მიერ შედგენილი ამოცანები გენეტიკური სიმბოლოებით და მსჯელობით ისე, რომ სხვებისთვისაც გასაგები იყოს. ამოცანები, თავისი ამონახსნით, დაიტანე პოსტერზე, რომელიც შეგიძლია წარმოადგინო ფლიპჩარტზე ან ელექტრონული ვერსიის სახით. პოსტერის პრეზენტაციისას თვალსაჩინოდ წარმოაჩინე: • რა არის მემკვიდრეობითობა და ცვალებადობა, როგორც სასიცოცხლო თვისებები? (სასიც. თვ.მ.წ. 1.) • რაში მდგომარეობს მენდელის მიერ კვლევებით დადგენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერების - დათიშვის კანონის - არსი? (სასიც. თვ. მ.წ. 3.) • რაში მდგომარეობს მენდელის მიერ კვლევებით დადგენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერების - გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონის - არსი? (სასიც. თვ. მ.წ. 3.) • რაში მდგომარეობს მორგანის მიერ კვლევებით დადგენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერების - გენთა შეჭიდულობის კანონისა და სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმის - არსი? (სასიც. თვ. მ.წ. 3.) • რა კავშირია უჯრედების მეიოზურ გამრავლებასა და მემკვიდრეობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს შორის? (სასიც. თვ. მ.წ. 1) • მემკვიდრეობითობა უჯრედის რა სტრუქტურებს უკავშირდება? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 1) • რა მსგავსება-განსხვავებაა ერთი სახეობის სხვადასხვა სქესის ინდივიდის კარიოტიპს შორის? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 1) • როგორ ხსნის კვლევების შედეგად დადგენილი გენეტიკური კანონზომიერებები მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის როლს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნასა და მის შენარჩუნებაში? (ბიომრ. მ.წ. 4)	კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები) ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაგნობა რესურსები/განსახილველი ქეისები: რესურსი 1. კონტექსტ-მაგალითი / ქეისი (მოსწავლის წიგნი, გვ. 10) აქტივობა1. სურათზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე თანდართულ კითხვებზე პასუხის გაცემა რესურსი 1. კომპლექსური დავალება – სახელმძღვანელო, გვ. 63 აქტივობა 1. კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა
--	---

კომპლექსური დაგავლების პირობის გაანგებებაზე ორიენტირებული შეკითხვები: • შენი სიტყვებით ჩამოაყალიბე, რას შეეხება დღეს განხილული დავალება, რომელზეც რამდენიმე გაკვეთილის განმავლობაში უნდა იმუშავო? • რა შემოქმედებითი პროდუქტის საშუალებით უნდა დაადასტურო, რა ისწავლე ამ საკითხთან დაკავშირებით? • რა ტიპის ამოცანებზე გიმუშავია ბიოლოგიაში? • როგორ დაგეხმარა ამოცანები საკითხის უკეთ გაგებაში? • შეგიდგენია ბიოლოგიაში ამოცანები ბიოლოგიურ პროცესებზე? თუ კი, რა საკითხებზე? • აშკარად დავალება რა საკითხებზე მოითხოვს ამოცანების შედგენას? • რა სახის ცოდნა დაგჭირდება ამოცანების შესაღწევად და ამოსახსნელად? • რა ტიპის გენტიკური სიმბოლოები დაგჭირდება ამოცანების ამოსახსნელად? • როგორ უნდა წარმოადგინო შენ მიერ შედგენილი ამოცანები?	
ეტაპი II – კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობა სამიზნე ცნება – სასიცოცხლო თვისებები, ქვესაკითხები – მენდელისა და მორგანის შრომები ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის შესახებ; ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის კანონზომიერებები – ერთგვაროვნების წესი, დათიშვის კანონი, გენთა შეჭიდულობის კანონი, სქესის გენეტიკა სამიზნე ცნება – სტრუქტურა და ფუნქციები, ქვესაკითხები – მენდელის კანონების სტატისტიკური ხასიათი, დათიშვისა და გენთა შეჭიდულების კანონების ციტოლოგიური საფუძველი, გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონის ციტოლოგიური საფუძველი, სხვადასხვა სქესის ქრომოსომული ნაჯრები – კარიოტიპი სამიზნე ცნება – ბიომრავალფეროვნება, ქვესაკითხები – მეიოზის პროცესის როლი გენთა რეკომბინაციაში, ალელურ გენთა ურთიერთქმედება, კროსინგოვერი	
ნაბიჯი 1	
სასიცოცხლო თვისებები	(მკვ. წ.1, 3)
• რა არის მემკვიდრეობითობა და ცვალებადობა, როგორც სასიცოცხლო თვისებები? (მ.წ. 1.) • რაში მდგომარეობს მენდელის მიერ კვლევებით დადგენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერების – დათიშვის კანონის არსი? (მ.წ. 3.) • რა კავშირია უჯრედთა მეიოზურ გამრავლებასა და მემკვიდრეობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს შორის? (სასიც. თვ. მ.წ. 1)	
სტრუქტურა და ფუნქცია	(მკვ. წ.1)
• მემკვიდრეობითობა უჯრედის რა სტრუქტურებს უკავშირდება? (სატრ. და ფუნქ. მ.წ. 1)	
რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: მენდელის კვლევის მეთოდები (§ 1.1)	
აქტივობა 1. ტექსტის გაანგებებული კითხვა: პარაგრაფის ტექსტსა (გვ. 10-13) და სურათ 1.4-ზე მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე პარაგრაფის კითხვებზე (?1-7) პასუხის მომზადება.	
რესურსი 2. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: მონოჰიბრიდული შეჯვარება (§ 1.2), რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“ – მოცემული კითხვები.	
აქტივობა 2. რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“ მოცემულ კითხვებზე (გვ.14) პასუხის გაცემა.	

რესურსი 3. სურ. 1.5.

აქტივობა 3. სურათზე მოცემული ინფორმაციის მიხედვით დომინანტური და რეცესიული ნიშნების ამოცნობა.

რესურსი 4. ცხრილი 1.1, დავალება 92.

აქტივობა 4. ცხრილში მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე მოსწავლეები ადარებენ ერთმანეთს ტერმინების შინაარსს: ალელი და ლოკუსი, გენოტიპი და ფენოტიპი, ჰომომიგოტური და ჰეტერომიგოტური.

რესურსი 5. დავალება 93.

აქტივობა 5. ჰომომიგოტური და ჰეტერომიგოტური გენოტიპების ამოცნობა.

რესურსი 6. სურ. 1.9, დავალება 95.

აქტივობა 6. სურათზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი: მეორე თაობაში მიღებული შედეგების ანალიზი და დასკვნის გამოტანა 95-ში მოცემული კითხვების მიხედვით.

რესურსი 7. დავალება 91.

აქტივობა 7. პენეტის ცხრილის საშუალებით შშობლებისა და ჰიბრიდების გენოტიპების განსაზღვრა.

რესურსი 8. რუბრიკაში - „პრაქტიკული დავალებები“ - მოცემული - „ზოგიერთი მენდელისეული ნიშან-თვისების მემკვიდრეობის შესწავლა ადამიანში“ - ინსტრუქცია (გვ. 19).

აქტივობა 8. მოსწავლეები იკვლევენ კლასში რეცესიული და დომინანტური ნიშნების გამოვლენას, აგროვებენ მონაცემებს, აანალიზებენ და გამოაქვთ დასკვნა.

რესურსი 9. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: მენდელის კანონების სტატისტიკური ხასიათი (§ 1.3), რუბრიკაში - „პრაქტიკული დავალებები“ მოცემული კვლევის - „მემკვიდრეობაში შემთხვევითობის მოდელის შექმნა“ - ინსტრუქცია (გვ. 22).

აქტივობა 9. მემკვიდრეობაში შემთხვევითობის მოდელის შექმნა, მონაცემების შეგროვება, ანალიზი და დასკვნის გამოტანა: რატომ აქვს დათიშვის კანონის სტატისტიკური ხასიათი.

რესურსი 10. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: დათიშვის კანონის ციტოგენეტიკური მექანიზმი (§ 1.4), სურ. 1.12 და 1.13.

აქტივობა 10. სურათებზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი და კითხვებზე პასუხის გაცემა: რას ეწოდება ჰომოლოგიური ქრომოსომების წყვილი? რას ნიშნავს ალელი და არაალელი გენები? რა კავშირია გენს, ალელსა და ლოკუსს შორის?

რესურსი 11. სურ. 1.14 და 1.15.

აქტივობა 12. სურათებზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი და კითხვებზე პასუხის გაცემა: როგორ შეიძლება მონოჰიბრიდული შეჯვარების შედეგების ახსნა უჯრედების მეიოზური გამრავლების საფუძველზე?

რესურსი 13. რუბრიკა - „ამოცანებისა და საგარჯიშოების ამოხსნის მაგალითები“ (გვ.28).

აქტივობა 13. მასწავლებლის ახსნა გენეტიკური ამოცანების ამოხსნის მექანიზმის შესახებ.

რესურსი 14. ცირტულური ლაბორატორია - „Mendel's Law of Heredity“ („მენდელის კანონომიერებები“) - <https://bit.ly/3X8GQIK>,

აქტივობა 14. მუშაობა ვირტუალურ ლაბორატორიაში: მოსწავლეები სურვილის მიხედვით ცვლიან შესავარებული ინდივიდების ფენოტიპსა და გენოტიპს, აკვირდებიან მათ შთამომავლობაში გენოტიპური და ფენოტიპური დათიშვის თანაფარდობის ცვლილებას.

რესურსი 15. დავალება 97-15: გენეტიკური ამოცანები

აქტივობა 15. გენეტიკური ამოცანების ამოხსნა: მოსწავლეები დამოუკიდებლად ხსნიან გენეტიკურ ამოცანებს მონოჰიბრიდულ შეჯვარებაზე.

სამიზნე ცოდნის კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები • რას ეწოდება მემკვიდრეობითობა? ცვალებადობა? • რას შეისწავლის გენეტიკა? • რას ეწოდება გენოტიპი? ფენოტიპი? • რა შემთხვევაში გამოიყენება დომინანტური ალელი ფენოტიპურად? რა შემთხვევაში გამოიყენება რეცესიული ალელი ფენოტიპურად? • რის მიხედვით დაადგინე გენოტიპების მსგავსებითიდან რომელი იყო ჰომომიგოტური და რომელი - ჰეტერომიგოტური? • როგორ განსაზღვრე გენოტიპების მიხედვით გამეტების ტიპები? • როგორ ახსნა შენდელმა თაობიდან თაობაზე მემკვიდრული ნიშან-თვისებების გადაცემის მექანიზმი? • ჩამოაყალიბე პირველი თაობის ერთგვაროვნების წესი. • რაში მდგომარეობს დათიშვის კანონის არსი? • რამდენად მნიშვნელოვანია, რომ შენდელმა ექსპერიმენტი დაიწყო წმინდა ხაზის მცენარეების შეჯვარებით? • როგორ ფიქრობ, შენდელი რატომ ატარებდა ცდებს მრავალ ინდივიდზე? • რატომ ვერ შეაფასეს სათანადოდ შენდელის აღმოჩენები მისი ეპოქის მეცნიერებმა? • რომელი სასიცოცხლო პროცესი უზრუნველყოფს მემკვიდრეობითი ნიშან-თვისებების გადაცემას თაობიდან თაობაზე? • რა კავშირია მეიოზსა და დათიშვის კანონს შორის? • როგორ დაგეხმარა გენეტიკურ ამოცანებზე მუშაობა საკითხის უკეთ გაგებაში? • როგორ დაგეხმარა ვირტუალური ლაბორატორია გენეტიკური ამოცანების ამოხსნაში?	ნაბიჯი 2 ბიომრავალფეროვნება (მკვ. წ. 4) • როგორ ხსნის კვლევების შედეგად დადგენილი გენეტიკური კანონზომიერებები მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის როლს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნასა და მის შენარჩუნებაში? (ბიომრ. მ.წ. 4) რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: ალელურ გენთა ურთიერთქმედება (§ 1.5), ქეისი: სურ. 1.16, რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“ - მოცემული კითხვები. აქტივობა 1. სურათზე მოცემული ორი სხვადასხვა მონოჰიბრიდული შეჯვარების შედეგების შედარება რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“- მოცემული კითხვების მიხედვით. აქტივობა 2. მასწავლებლის ინტერაქტიული მინილექცია ალელურ გენთა ურთიერთქმედების შესახებ. რესურსი 3. სურ. 1.19, ვირტუალური ლაბორატორია „სისხლის ABO ჯგუფები“ (https://bit.ly/3I7Ufuv), დავალება ?1. აქტივობა 3. კითხვებზე პასუხის გაცემა: რესურსების გამოყენების საფუძველზე პასუხს სცემენ დავალება 1-ში მოცემულ კითხვებს. რესურსი 4. რუბრიკა - „ამოცანებისა და სავარჯიშოების ამოხსნის მაგალითები“ (გვ. 34)
--	---

აქტივობა 4. მასწავლებლის ახსნა ალელური გენების ურთიერთქმედების შესახებ გენეტიკური ამოცანების ამოხსნის ხერხებზე.	
რესურსი 5. დავალება 9-10 გენეტიკური ამოცანები.	
აქტივობა 5. გენეტიკური ამოცანების ამოხსნა: მოსწავლეები დამოუკიდებლად ხსნიან გენეტიკურ ამოცანებს ალელური გენების ურთიერთქმედების შესახებ.	
სამიმნე ცოდნის კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები	
• განაყოფიერებაში ორი სხვადასხვა გამეტის მონაწილეობისას როგორ ხდება მათი ნიშან-თვისებების კომბინირება? • გამრავლების რომელი ფორმა და როგორ უზრუნველყოფს შთამომავლობაში გენეტიკურ მრავალფეროვნებას? • ალელურ გენთა ურთიერთქმედების რა ფორმებს არჩევენ? • როგორია სრული და არასრული დომინირების შემთხვევებში მე-2 თაობაში გენოტიპური დათიშვის თანაფარდობა? • რა მნიშვნელობა აქვს ალელურ გენთა ურთიერთქმედებას ბიომრავალფეროვნებისთვის?	
ნაბიჯი 3	
სასიცოცხლო თვისებები	(მკგ. წ. 1, 3)
• რაში მდგომარეობს მეჩხელების მიერ კვლევებით დადგენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერების - გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონის - არსი? (სასიც. თგ. მ.წ. 3.) • რა კავშირია უჯრედთა მეიოზურ გამრავლებასა და მემკვიდრეობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს შორის? (სასიც. თგ. მ.წ. 1)	
სტრუქტურა და ფუნქცია	(მკგ. წ. 1)
• მემკვიდრეობითობა უჯრედის რა სტრუქტურებს უკავშირდება? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 1)	
ბიომრავალფეროვნება	(მკგ. წ. 4)
• როგორ ხსნის კვლევების შედეგად დადგენილი გენეტიკური კანონზომიერებები მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის როლს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნასა და მის შენარჩუნებაში? (ბიომრ. მ.წ. 4)	
რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: დიჰიბრიდული შეჯვარება (§ 1.6), ქეისი: სურ. 1.20, რუბრიკაში – „გაიხსენე, იმსჯელე“ – მოცემული კითხვები.	
აქტივობა 1. სურათზე მოცემული შეჯვარების გენეტიკური სქემის ანალიზი რუბრიკაში – „გაიხსენე, იმსჯელე“ – მოცემული კითხვების მიხედვით, კერძოდ, მოსწავლეები განსაზღვრავენ შეჯვარების ტიპს, დომინანტურ და რეცესიულ ნიშნებს.	
რესურსი 2. სურ. 1.21, დავალება 9!	
აქტივობა 2. სურათზე დიჰიბრიდული შეჯვარების სქემამე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი დავალება 1-ში მოცემული კითხვების მიხედვით.	
რესურსი 3. ვირტუალური ლაბორატორია – „Dihybrid cross“ („დიჰიბრიდული შეჯვარება“) – https://bit.ly/3JFoiwC	
აქტივობა 3. მეშაობა ვირტუალურ ლაბორატორიაში: მოსწავლეები სურვილის მიხედვით ცვლიან შესაჯვარებელი ინდივიდების ფენოტიპსა და გენოტიპს, აკვირდებიან დიჰიბრიდული შეჯვარების დროს შთამომავლობაში გენოტიპური და ფენოტიპური დათიშვის თანაფარდობის ცვლილებას.	

რესურსი 4. დავალება 9,2,3. აქტივობა 4. დასკვნის გამოტანა: მოსწავლეები მსჯელობენ მე-2 თაობაში გენოტიპურ და ფენოტიპურ მრავალფეროვნებასა და მის მიზეზებზე. რესურსი 5. სურ. 1.22. აქტივობა 5. სურათზე გამოსახული მეიოზის პროცესის ანალიზი. რესურსი 6. რუბრიკა - „ამოცანებისა და სავარჯიშოების ამოხსნის მაგალითები“ (გვ. 39-40) აქტივობა 6. მასწავლებლის ახსნა დიჰიბრიდული შეჯვარების შესახებ გენეტიკური ამოცანების ამოხსნის ხერხების შესახებ. რესურსი 7. დავალება 99-21: გენეტიკური ამოცანები. აქტივობა 7. გენეტიკური ამოცანების ამოხსნა: მოსწავლეები დამოუკიდებლად ხსნიან გენეტიკურ ამოცანებს დიჰიბრიდული შეჯვარების შესახებ.	
სამიზნე ცოდნის კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები • რას ნიშნავს გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონი? • გენების დამოუკიდებელი განაწილების კანონი როგორაა დაკავშირებული უჯრედის ისეთ სტრუქტურებთან, როგორებიცაა არაჰომოლოგიური ქრომოსომები და არაალელური გენები? • ასევე, რა კავშირია უჯრედების მეიოზურ გამრავლებასა და გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონს შორის. • დიჰიბრიდული შეჯვარების მე-2 თაობის გენოტიპური და ფენოტიპური მრავალფეროვნება როგორ უკავშირდება ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნას?	
ნაბიჯი 4	
სასიცოცხლო თვისებები (მკვ. წ. 1, 3)	
• რაში მდგომარეობს მორგანის მიერ კვლევებით დადგენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერების – გენთა შეჭიდულობის კანონისა და სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმის – არსი? (სასიც. თვ. მწ. 3.) • რა კავშირია უჯრედთა მეიოზურ გამრავლებასა და მემკვიდრეობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს შორის? (სასიც. თვ. მწ. 1)	
სტრუქტურა და ფუნქცია (მკვ. წ. 1)	
• რა მსგავსება-განსხვავებაა ერთი სახეობის სხვადასხვა სქესის ინდივიდის კარიოტიპს შორის? (სტრ. და ფუნქ. მწ. 1)	
ბიომრავალფეროვნება (მკვ. წ. 4)	
• როგორ ხსნის კვლევების შედეგად დადგენილი გენეტიკური კანონზომიერებები მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის როლს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნასა და მის შენარჩუნებაში? (ბიომრ. მწ. 4)	
რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: გენთა შეჭიდულობის კანონი (§ 1.8), ქეისი: სურ. 1.25, რუბრიკაში - „დაიხსენე. იმჯელო“ – მოცემული კითხვები.	

აქტივობა 1.	სურათზე მოცემული შეჯვარების გენეტიკური სქემის ანალიზი რუბრიკაში --„გაიხსენე, იმსჯელე“ - მოცემული კითხვების მიხედვით, კერძოდ, მოსწავლეები განსაზღვრავენ შეჯვარების ტიპს, დომინანტურ და რეცესიულ ნიშნებს.
რესურსი 2.	სურ. 1.26-1.29.
აქტივობა 2.	მასწავლებლის ინტერაქტიული მინილექცია თემაზე: გენთა შეჭიდულობის კანონი.
რესურსი 3.	სურ. 1.29 და 1.30, დავალება ?2,3.
აქტივობა 3.	სურათებზე მოცემული გამაანალიზებელი ორი სხვადასხვა შემთხვევის შედარება დავალებაში მოცემული კითხვების მიხედვით;
რესურსი 4.	რუბრიკაში - „პრაქტიკული სამუშაოები“ - მოცემული დავალების: „კროსინგოვერის მოდელის შექმნა“ - ინსტრუქცია (გვ. 52-53).
აქტივობა 4.	კროსინგოვერის მოდელის შექმნა: მოსწავლეები ქმნიან მოდელს, აგროვებენ მონაცემებს, აანალიზებენ და გამოაქვთ დასკვნა.
რესურსი 5.	დავალება ?4
აქტივობა 5.	შეჯვარების გენეტიკური სქემების შედგენა: მოსწავლეები ადგენენ გენთა დამოუკიდებლად და შეჭიდულად მემკვიდრეობის სქემებს.
რესურსი 6.	რუბრიკა - „ამოცანებისა და სავარჯიშოების ამოხსნის მაგალითები“ (გვ. 53)
აქტივობა 6.	მასწავლებლის ასსნა გენთა შეჭიდულობის კანონის შესახებ გენეტიკური ამოცანების ამოხსნის ხერხებზე.
რესურსი 7.	დავალება ?9-17: გენეტიკური ამოცანები.
აქტივობა 7.	გენეტიკური ამოცანების ამოხსნა: მოსწავლეები დამოუკიდებლად ხსნიან გენეტიკურ ამოცანებს გენთა შეჭიდულობის შესახებ.
რესურსი 8.	პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმი (§ 1.9), ქეისი: სურ. 1.33, რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“ - მოცემული კითხვები.
აქტივობა 8.	სურათზე მოცემული მდედრი და მამრი დროშოფილების ქრომოსომების კარიოტიპის - შედარება რუბრიკაში --„გაიხსენე, იმსჯელე“ - მოცემული კითხვების მიხედვით.
რესურსი 9.	სურ. 1.34 და 1.35.
აქტივობა 9.	მასწავლებლის ინტერაქტიული მინილექცია სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმის შესახებ.
რესურსი 10.	სურ. 1.37, დავალება ?1.
აქტივობა 10.	სურათზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი, კერძოდ, მოსწავლეები ადარებენ ერთმანეთთან ძუძუმწოვრებსა და ფრინველებში სქესის განსაზღვრის მექანიზმს.
რესურსი 11.	დავალება ?2,3,4
აქტივობა 11.	სქემების შედგენა: მოსწავლეები ადგენენ სქესის ფორმირების სქემებს კალიისთვის, თუთის აბრეშუმგვეიასა და ადამიანისთვის.
რესურსი 12.	რუბრიკა - „მეცნიერება პრაქტიკაში“ (გვ. 57-58), დავალება ?5
აქტივობა 12.	ტექსტის გაამრებული კითხვა: მოსწავლეები კითხულობენ რუბრიკაში მოცემულ ტექსტს და ამზადებენ დავალება ?5-ში მოცემულ კითხვებზე პასუხს.
რესურსი 13.	პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეობა (§ 1.10), ქეისი: სურ. 1.38, რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“ - მოცემული კითხვები.
აქტივობა 13.	სურათზე მოცემული შეჯვარების გენეტიკური სქემის ანალიზი რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“ - მოცემული კითხვების მიხედვით, კერძოდ, გამოთქვამენ ვარაუდს, თუ მე-2 თაობაში თეთრი თვალი რატომ მჟღავნდება მხოლოდ მამრ დროშოფილში.
აქტივობა 14.	მასწავლებლის ინტერაქტიული მინილექცია სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეობის შესახებ.
რესურსი 14.	სურ. 1.39
აქტივობა 15.	მოსწავლეები ადარებენ ერთმანეთთან გამაანალიზებელი შეჯვარების ორ შემთხვევას.

რესურსი 15. რუბრიკა - „ამოცანებისა და საგარჯიშოების ამოხსნის მაგალითები“ (გვ. 62).

აქტივობა 16. მასწავლებლის ახსნა სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეობის შესახებ გენეტიკური ამოცანების ამოხსნის ხერხებზე.

რესურსი 16. დავალები 91-7: გენეტიკური ამოცანები.

აქტივობა 17. გენეტიკური ამოცანების ამოხსნა: მოსწავლეები დამოუკიდებლად ხსნიან გენეტიკურ ამოცანებს სქესთან შეჭიდულობის მემკვიდრეობის შესახებ.

სამიწე ცოდნის კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები

- რას უდრის შეჭიდული გენების ჯგუფის რიცხვი?
- როდის მოქმედებს გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონი და როდის – გენთა შეჭიდულობის კანონი? როგორ არის გენთა შეჭიდულობის კანონი დაკავშირებული ქრომოსომებთან?
- ასენი, კროსინგოვერი როგორ ზრდის გენეტიკურ მრავალფეროვნებას?
- რაზეა დამოკიდებული გენთა შეჭიდულობის ხარისხი?
- გენთა შეჭიდულობის რუკები როგორაა დაკავშირებული კროსინგოვერთან?
- რაში მდგომარეობს სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმის არსი?
- რით განსხვავდება მდედრობითი და მამრობითი სქესის ინდივიდების კარიოტიპი?
- რა განსხვავებაა სხვადასხვა ორგანიზმის სქესის განსაზღვრის ქრომოსომულ მექანიზმს შორის?
- რა სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს აბრეშუმხვევიაში სქესის დადგენას განვითარების ადრეულ ეტაპზე?
- როგორ მემკვიდრეობს სასქესო ქრომოსომებში ლოკალიზებული გენები?
- რატომ მჟღავნდება ფენოტიპურად ჰემოფილია უფრო ხშირად მამაკაცებში, ვიდრე ქალებში?
- რომელი სქესის წარმომადგენელი შეიძლება იყოს ჰემოფილიის ალელის მატარებელი? რატომ?
- რა განსხვავებაა აუტოსომებთან შეჭიდულ და სქესთან შეჭიდულ მემკვიდრეობას შორის?
- როგორ დაგეგმარა გენეტიკური ამოცანების ამოხსნა საკითხის უკეთ გაგებაში?

კომპლექსური დავალების შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობის საწარმოებლად	აღწერე, როგორ მიმდინარეობს წარიმართა დავალებზე მუშაობის პროცესი; - როგორ გემაგვრებოდა კომპლექსურ დავალებზე მუშაობის პროცესი? რას ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას? - დაგეგმვრა თუ არა პირველადი გეგმა მუშაობის პროცესში? - რა დეტალებზე აკეთებდი აქცენტს გენტიკური ამოცანების შესაძენად? - წარიმართა თუ არა კომპლექსურ დავალებზე მუშაობის პროცესი დაგეგმილის შესაბამისად? - გახდა თუ არა საჭირო თავდაპირველად შემუშავებულ გეგმებში ცვლილებების შეტანა? - რატომ არის საჭირო დავალების პირველადი ვერსიის შექმნა? - რით განსხვავდება შესრულებული დავალების პირველადი ვერსია საბოლოოსგან? - რა ფაქტორებმა გამოიწვია/შეუძლია გამოიწვიოს პირველადი დასკვნების გადასინჯვა? - რა პროდუქტი შექმნი კომპლექსური დავალების სახით? ახსენი, რატომ შექმნი გენტიკური ამოცანები? რა საკითხის შესახებ გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით? - რატომ განახორციელე კომპლექსური დავალება? - რა გრძელვადიან და მოკლევადიან მიზნებს ისახავდი კომპლექსურ დავალებზე მუშაობის პროცესში? - ვისთვის და რატომ არის ეს პროდუქტი სასარგებლო და საინტერესო? - რა იცოდი შესასწავლი საკითხის შესახებ? რა გაიგე ახალი? დამატებით რის გაგებას ისურვებდი? - რა დასკვნებამდე მიხვედი კომპლექსურ დავალებზე მუშაობის პროცესში? რითი დასტურდება შენ მიერ გაკეთებული დასკვნების მართებულობა/თანმიმდევრულობა? (მაგ.: როგორ წარმოადგინე გენტიკური ამოცანებით ნიშან-თვისებების შემკვიდრების გენეტიკური კანონზომიერებები?); - რა ხერხები გამოიყენე სასწავლო მასალის უკეთ გასაზრებლად? / კომპლექსური დავალების უკეთ შესასრულებლად? რა დაბრკოლებებს წააწიდი დავალებზე მუშაობის პროცესში? რა დაგეგმვრათ კომპლექსურ დავალებზე მუშაობის პროცესში? - ვის წინაშე იყავი ანგარიშგადებული სამუშაო პროცესში (მასწავლებლის, თანაკლასელების, სამეზობლო თემის)? - რა საერთო მიზანი გქონდათ შენ და შენს მასწავლებელს კომპლექსურ დავალებზე მუშაობის პროცესში? - გქონდა თუ არა საერთო მიზნები თანაკლასელებთან ერთად? იყო თუ არა საინტერესო და სასიამოვნო თქვენთვის კომპლექსურ დავალებზე მუშაობის პროცესი? - რა გააკეთე დამოუკიდებლად კომპლექსურ დავალებზე მუშაობის პროცესში? - რა გამოგვიდა კარგად კომპლექსურ დავალებზე მუშაობის პროცესში? - ვინ და როგორ დაგეგმვრა კომპლექსურ დავალებზე მუშაობის პროცესში? ვისთან ითანამშრომლე კომპლექსურ დავალებზე მუშაობის პროცესში? (რა დახმარება გაუწიე თანაკლასელებს/მასწავლებელს; რა მხარდაჭერა მიიღე მათგან);
--	--

• წააწყდი თუ არა კონფლიქტურ სიტუაციებს კომპლექსურ დავალებამე მუშაობის პროცესში? როგორ შეძელი კონფლიქტის დარეგულირება? • წააწყდი თუ არა გაურკვევლობებს კომპლექსურ დავალებამე მუშაობის პროცესში? როგორ გაერკვიე ბუნდოვანებით მოცულ საკითხებში? • შეხვდი თუ არა განსხვავებულ მოსაზრებებს კომპლექსურ დავალებამე მუშაობის პროცესში? რამდენად შეძელი თანამშრომლობა განსხვავებული შეხედულებების ადამიანებთან? რა დავებმარება, რომ უკეთ გაიგო თანაკლასელების, მასწავლებლის სათქმელი? • გაანალიზე რა წესებს/კანონებს იცავდით და რატომ კომპლექსურ დავალებამე მუშაობის პროცესში? (მაგალითად, რამდენად მოახერხეთ ამრთა სხვადასხვაობის ვითარებაში <i>ორიერთრებული ყოფილიყავით პრობლემამე და არა კომუნიკაციამე ჩართულ ადამიანებმე? რით და როგორ გამოხატავდი ადამიანების მიმართ პატივისცემის კომპლექსურ დავალებამე მუშაობის პროცესში?</i>) • რით დაგეხმარა მასწავლებელთან, სხვა მოსწავლეებთან დიალოგი კომპლექსური დავალების შესრულებამე? • რით შეიძლება დახმარება გაუწიოს თქვენმა შეკითხვებმა თანაკლასელებს სათქმელის უკეთ ჩამოყალიბებამე? • რა ფაქტორები გაითვალისწინე/უნდა გაითვალისწინოთ საიმისოდ, რომ თქვენი კომპლექსური დავალების პრეგენტაცია მსმენელისთვის გასაგები და მისაღები ყოფილიყო (მაგ.: ფუნქციური სამეტყველო ქმედების (თხრობა, აღწერა, მსჯელობა) სწორად შეჩვენა, სენსიტიური ნიუანსების წინ წამოწევა; ჟესტიკულაციის, მიმიკის, არაგერბალური სიგნალების გამოყენება) • გამოიყენე თუ არა ტექნოლოგიები კომპლექსურ დავალებამე მუშაობის პროცესში? რამე დაგეხმარათ ტექნოლოგიების გამოყენება? • რას გააკეთებდი სხვაგვარად ახლა რომ იწყებდე დავალებამე მუშაობას? • შენი ამრით, რით ჰგავს და რით განსხვავდება შენი დავალება შენი თანაკლასელების ნაშრომებისგან? როგორ წარმოაჩენ ამ განსხვავებებს შეკითხვების სახით? • შეაფასე, რამდენად გამოიყენა ის, რაც მასწავლებლისგან გქონდა დავალებული?	
--	--

შუალედური მიზანი 2.

კონტექსტ-მაგალითი/ქეისი (მოსწავლის წიგნი, გვ. 74)



კვლევის მონაცემების ანალიზი



ყარაყუმისებრი ზოცვერი



ალბინოსი ზოცვერი

ყარაყუმისებრი ზოცვერის სხეულის რომელიმე ადგილას პარსავდნენ ბეწვს, ამ ადგილს უქმნიდნენ სხვადასხვა ტემპერატურას და აკვირდებოდნენ, თუ ამოსული ბეწვის შეფერილობა როგორ იცვლებოდა გარემოს ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით.

ექსპერიმენტის შედეგები:

- მოპარსეს თეთრი ბეწვი ზურგზე (ან გვერდზე); ცხოველი ამყოფეს 20°C-ზე მაღალ ტემპერატურაზე, ამ ადგილზე კვლავ თეთრი ბეწვი ამოვიდა.
 - მეორე შემთხვევაში იმავე ადგილზე მოპარსეს ბეწვი და ცხოველი ამყოფეს 20°C-ზე დაბალ ტემპერატურაზე. მოპარსული თეთრი ბეწვის ადგილზე ამოვიდა შავი ბეწვი;
 - ბეწვი მოპარსეს ყურზე, მაშინ ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე კვლავ შავი ბეწვი ამოვიდა;
 - ყურზე მოპარსული ადგილი 30°C-მდე კომპრესორით გაათბეს. ამ შემთხვევაში ამოვიდა თეთრი ბეწვი.
- ყურადღებით გაცანი კვლევის ეტაპებსა და მის შედეგებს; შედეგები გააანალიზე და უპასუხე კითხვებს:
- რა არის ექსპერიმენტის საკვლევი კითხვა?
 - რა არის ამ ექსპერიმენტში დამოუკიდებელი ცვლადი და რა დამოკიდებული?
 - როგორ იცვლება ექსპერიმენტის სხვადასხვა ეტაპზე ყარაყუმისებრი ზოცვერის ბეწვის შეფერილობა?
 - გარემოს რომელი ფაქტორია ამ ცვლილების გამომწვევი?
 - როგორ ფიქრობ, ამ შემთხვევაში ნიშნის ფუნქციური ცვლილება დაკავშირებულია თუ არა გენოტიპის ცვლილებასთან?
 - ყარაყუმისებრი ზოცვერები სრულიად თეთრები იბადებიან, შემდეგ კი სხეულის ზოგიერთ ადგილას შავი ბეწვი ამოსდით. როგორ გამოიყენებ ამ ფაქტის ასახსნელად ექსპერიმენტის შედეგებს?
 - როგორ ფიქრობ, თუ ასეთივე ექსპერიმენტს ალბინოს ზოცვერზე ჩატარებდნენ, იმავე შედეგებს მიიღებდნენ? რატომ?

ძირითადი საკითხი	პროდუქტი	განსახილველი შემთხვევა/ მაგალითი	საკვანძო შეკითხვა	სახელმძღვანელო/დამხმარე რესურსები
საკითხი: ცვალებადობა	კომბინაციური და მუტაციური (გენური, ქრომოსომული და გენომური) ცვალებადობის ამსახველი კოგნიტური მოდელების შექმნა.	ცვალებადობის ფორმები	როგორ წარმოვადგინო მემკვიდრული ცვალებადობის სხვადასხვა ფორმა კოგნიტური მოდელების საშუალებით?	სახელმძღვანელო – § 1.12 – ცვალებადობა. მოდიფიკაციური ცვალებადობა; § 1.13 – მემკვიდრული ცვალებადობა (კომბინაციური ცვალებადობა და გენური მუტაციები); § 1.14 – ქრომოსომული და გენომური მუტაციები.
სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს რომ:		შეფასების კრიტერიუმები მოსწავლეს შეუძლია		კომპლექსურ დავალებასთან მიმართებით დავალებები ნაშრომი/ნაშრომის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:
სასიცოცხლო თვისება – (შედეგები: 2,3) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:	1. ყველა ორგანიზმისთვის დამახასიათებელია სასიცოცხლო თვისებების ერთობლიობა; სასიცოცხლო თვისებები ურთიერთდაკავშირებულია და თითოეულის ცვლილებამ(დარღვევამ, შეიძლება გამოიწვიოს სხვა თვისების ცვლილება)(დარღვევა. 2. სასიცოცხლო თვისებები ადაპტირებულია გარემო პირობებთან; სხვადასხვა ორგანიზმის სასიცოცხლო თვისებებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავებაც. 3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხსნის/ასაბუთებს ცოცხალ სისტემებში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლისა და ენერგიის გარდაქმნის პროცესებს და ასაბუთებს ორგანიზმის სამყაროს მთლიანობას; ხსნის და ასაბუთებს მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს.	• ცვალებადობის ფორმების, მემკვიდრული ცვალებადობის ფორმების დახასიათება (მ.წ. 1); • ნიშან-თვისების ფენოტიპზე გარემო ფაქტორების გავლენისა და მისი გარემო პირობებთან ადაპტირებული მნიშვნელობის ახსნა (მ.წ. 2); • უჯრედების მეიოზური გამრავლების პროცესის როლის ახსნა გენების რეკომბინაციაში (მ.წ. 1); • გენური მუტაციის არსისა და მისი ფორმების აღწერა (მ.წ. 1); • უჯრედების მეიოზური გამრავლების პროცესის დარღვევის დაკავშირება ქრომოსომულ და გენომურ მუტაციებთან (მ.წ. 1).	• ცვალებადობის რა ფორმებს არჩევენ? (მ.წ. 1) • რა არის მოდიფიკაციური ცვალებადობის მიზეზი და რაში გამოიხატება გარემო პირობებთან მისი ადაპტიური მნიშვნელობა? (მ.წ. 2) • როგორ მონაწილეობს მეიოზის პროცესი კომბინაციური ცვალებადობის წარმოქმნაში? (მ.წ. 3) • რა არის გენური მუტაცია და გენური მუტაციის რა ფორმებს არჩევენ? (მ.წ. 3) • რა კავშირია მეიოზის პროცესის დარღვევასა და ქრომოსომულ და გენომურ მუტაციებს შორის? (მ.წ. 1)	

სტრუქტურა და ფუნქცია - (შედეგები: 1) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ: 1. ბიოლოგიური სისტემა ორგანიზაციის ყოველ დონეზე შედგება სხვადასხვა სტრუქტურისგან და თითოეული სტრუქტურა შეესაბამება მის ფუნქციას; სხვადასხვა ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავება; ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურები ერთმანეთთან დაკავშირებულია, რაც განაპირობებს სისტემის მთლიანობას. 2. ბიოლოგიური სისტემები ადაპტირებულია გარემოსთან; მისმა ცვლილებამ შეიძლება გავლენა იქონიოს ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებზე. 3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხელს უწყობს ბიოლოგიური სისტემების სტრუქტურებსა და ფუნქციებთან დაკავშირებული კანონზომიერებების აღმოჩენას/გამარჯვებას.	• მეცნიერული ცვალებადობის ფორმები როგორ უკავშირდება უჯრედის სტრუქტურულ ელემენტებს? (მ.წ. 1) • რა არის მუტაციები და რა როლს ასრულებენ ისინი მუტაციის წარმოქმნაში? (მ.წ. 2)	• მეცნიერული ცვალებადობის ფორმებსა და უჯრედის სტრუქტურულ კომპონენტებს შორის კავშირის ახსნა (მ.წ. 1); • გარემო ფაქტორების როლის ახსნა მუტაციების წარმოქმნაში (მ.წ. 2);
ბიომრავალფეროვნება - (შედეგი: 4) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ: 1. ორგანიზმები დაჯგუფებულია მსგავსი ნიშან-თვისებების მიხედვით და ქმნიან სისტემატიკურ ჯგუფებს; 2. შეგუბულობები გარემო პირობებთან ხელს უწყობს ორგანიზმის გადარჩენას/სახეობის მდგრადობას; 3. სახეობათა მრავალფეროვნება წარმოიქმნება მეცნიერებების მიერ, ცვალებადობისა და ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად; 4. მეცნიერული კვლევები ხსნის და/ან ასახულებს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისა და მისი შენარჩუნების მნიშვნელობას.	• ცვალებადობის მნიშვნელობის ახსნა ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნაში (მ.წ. 3).	• რა მნიშვნელობა აქვს ცვალებადობას ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისთვის? (მ.წ. 3)

ჯანმრთელობა და დაავადება - (შედეგი: 5) 1. ჯანმრთელობა არის ადამიანის მდგომარეობა, როდის დროსაც შენარჩუნებულია ჰომეოსტაზი და შრომისუნარიანობა, მათი დარღვევა კი განაპირობებს ავადობას; 2. სხვადასხვა დაავადებას აქვს განსხვავებული გამოწვევი მიზეზები, სიმპტომები და პრევენციის გზები; 3. გარემოს დაცვითი ღონისძიებები და ჯანსაღი ცხოვრების წესის დაცვა მნიშვნელოვანია ადამიანის იმუნიტეტის გაძლიერებისა და ავადობის პრევენციისათვის; 4. ტექნოლოგიები და მეცნიერული მიღწევები ხელს უწყობს დაავადებათა პრევენციას, ჯანმრთელობის შენარჩუნებასა და სიცოცხლის გახანგრძლივებას.	• მემკვიდრული ცვალებადობით გამოწვეული გენეტიკური დარღვევებისა და დაავადებების შესახებ მსჯელობა (მ.წ. 2); • გენეტიკური დარღვევის პრევენციისთვის გარემოს დაცვითი ღონისძიებების მნიშვნელობის აღწერა (მ.წ. 3).	• მემკვიდრულმა ცვალებადობამ რა ტიპის გენეტიკური დარღვევები და დაავადებები შეიძლება გამოიწვიოს? (მ.წ. 2) • რა მნიშვნელობა აქვს გარემოს დაცვით ღონისძიებებს გენეტიკური დარღვევების პრევენციისთვის? (მ.წ. 3)
კომპლექსური დაავადების პირობა (მოსწავლის წიგნი, გვ. 92-93): შემენი კომბინაციური და მუტაციური ცვალებადობის (გენური, ქრომოსომული, გენომური) კოფინტური მოდელები და მოამზადე პოსტერი წარმოადგინე ფლიჰარტზე ან ელექტრონული ფორმატით. შენი ნაშრომის პრეზენტაციისას საზგასმით წარმოაჩინე: • ცვალებადობის რა ფორმებს არჩევენ? (სასიგ. თგ. მ.წ. 1.) • რა არის მოდიფიკაციური ცვალებადობის მიზეზი და რაში გამოიხატება გარემო პირობებთან მისი ადაპტური მნიშვნელობა? (სასიგ. თგ. მ.წ. 2) • როგორ მონაწილეობს მეიოზის პროცესი კომბინაციური ცვალებადობის წარმოქმნაში? (სასიგ. თგ. მ.წ. 3) • რა არის გენური მუტაცია და გენური მუტაციის რა ფორმებს არჩევენ? (სასიგ. თგ. მ.წ. 3) • რა კავშირია მეიოზის პროცესის დარღვევასა და ქრომოსომულ და გენომურ მუტაციებს შორის? (სასიგ. თგ. მ.წ. 1) • მემკვიდრული ცვალებადობის ფორმები როგორ უკავშირდება უჯრედის სტრუქტურულ ელემენტებს? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 1) • რა არის მუტაგენები და რა როლს ასრულებენ ისინი მუტაციის წარმოქმნაში? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 2)		

• რა მნიშვნელობა აქვს ცვალებადობას ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისთვის? (ბიომრ. მ.წ. 3) • მემკვიდრულმა ცვალებადობამ რა ტიპის გენეტიკური დარღვევები და დაავადებები შეიძლება გამოიწვიოს? (ჯანმრთ. და დაავ. მ.წ. 2) • რა მნიშვნელობა აქვს გარემოს დაცვით ღონისძიებებს გენეტიკური დარღვევების პრევენციისთვის? (ჯანმრთ. და დაავ. მ.წ. 3)	
კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)	
ეტაპი I — კომპლექსური დავალების პირობის გაგნობა	
რესურსები/განსახილველი ქეისები: რესურსი 1. კონტექსტ-მაგალითი/ქეისი (მოსწავლის წიგნი, გვ.74) აქტივობა1. კვლევის მონაცემების ანალიზი და ანალიზის საფუძველზე დასკვნის გამოტანა რესურსი 1. კომპლექსური დავალება - სახელმძღვანელო, გვ. 93 აქტივობა 1. კომპლექსური დავალების პირობის გაგნობა	
კომპლექსური დავალების პირობის გამარბაზე ორიენტირებული შეკითხვები	
• შენი სიტყვებით ჩამოაყალიბე, რას შეეხება დღეს განხილული დავალება, რომელზეც რამდენიმე გაკვეთილის განმავლობაში უნდა იმუშაო? • რა შემოქმედებითი პროდუქტის საშუალებით უნდა დაადასტურო, რა ისწავლე ამ საკითხთან დაკავშირებით? • რა ტიპის კოგნიტურ მოდელებზე გიმუშავია ბიოლოგიაში? • როგორ დაგეხმარა კოგნიტური მოდელები საკითხის უკეთ გაგებაში? • შეგიქმნია ბიოლოგიაში კოგნიტური მოდელები ბიოლოგიურ პროცესებზე? თუ კი, რა საკითხებზე? • ამჯერად დავალება რა საკითხებზე მოითხოვს კოგნიტური მოდელების შექმნას? • რა სახის ცოდნა დაგჭირდება კოგნიტური მოდელების შესაქმნელად? • რა ტიპის ბიოლოგიური სიმბოლოები დაგჭირდება მემკვიდრული ცვალებადობის მოდელების შესაქმნელად? • როგორ უნდა წარმოადგინო შენ მიერ შედგენილი კოგნიტური მოდელები?	
ეტაპი II — კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობა	
სამიზნე ცნება – სასიცოცხლო თვისებები, ქვესაკითხები – მოდიფიკაციური ცვალებადობა; კომბინაციური ცვალებადობა; გენური მუტაციები; ქრომოსომული და გენომური მუტაციები	

სამიზნე ცნება – სტრუქტურა და ფუნქციები, ქვესაკითხები – გენის სტრუქტურის ცვლილება, ქრომოსომის სტრუქტურის ცვლილება, ქრომოსომების რიცხვის ცვლილება სამიზნე ცნება – ბიომრავალფეროვნება, ქვესაკითხები – ცვალებადობის როლი ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნაში სამიზნე ცნება – ჯანმრთელობა და დაავადება, ქვესაკითხები – გენეტიკური დარღვევები და დაავადებები, დაბინძურებული გარემოს გავლენა მემკვიდრეობაზე	
ნაბიჯი 1	
სასიცოცხლო თვისებები	(მკვ. წ.1, 2)
• ცვალებადობის რა ფორმებს არჩევენ? (სასიც. თვ. მ.წ. 1.) • რა არის მოდიფიკაციური ცვალებადობის მიზეზი და რაში გამოიხატება გარემო პირობებთან მისი ადაპტური მნიშვნელობა? (სასიც. თვ. მ.წ. 2) რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: ცვალებადობა. მოდიფიკაციური ცვალებადობა (§ 1.12), დავალება 91-7 აქტივობა 1. ტექსტის გააზრებული კითხვა: პარაგრაფის ტექსტში (გვ. 74-78) მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე პარაგრაფის კითხვებზე (91-7) – მაგ., როგორ შეიძლება გენებისა და გარემო ფაქტორების ურთიერთქმედებამ გავლენა მოახდინოს ფენოტიპზე? რაზეა დამოკიდებული მოდიფიკაციური ცვალებადობის ფარგლები? რა ნიშნებით ხასიათდება მოდიფიკაციური ცვალებადობა? – პასუხების მომზადება. რესურსი 2. რუბრიკაში – „პრაქტიკული დავალებები“ – მოცემული ექსპერიმენტის დაგეგმვის ინსტრუქცია (გვ. 78). აქტივობა 2. რუბრიკაში – „პრაქტიკული დავალებები“ – მოცემული ექსპერიმენტის დაგეგმვის ინსტრუქციის მიხედვით ექსპერიმენტის დაგეგმვა: გარემო პირობებმა რა გავლენა შეიძლება მოახდინოს მენარის ნიშან-თვისებების ფენოტიპურ გამოვლენაზე? რესურსი 3. რუბრიკაში – „პრაქტიკული დავალებები“ – მოცემული კვლევის ინსტრუქცია (გვ. 78) აქტივობა 3. რუბრიკაში – „პრაქტიკული დავალებები“ – მოცემული კვლევის ინსტრუქციის მიხედვით მოსწავლეები ახორციელებენ კვლევას და წარმოდგენენ კვლევის ანგარიშს. რესურსი 4. რუბრიკაში – „მეცნიერება პრაქტიკაში“ – მოცემული ინფორმაცია (გვ. 77) აქტივობა 4. რუბრიკაში – „მეცნიერება პრაქტიკაში“ – მოცემული ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე მოსწავლეები მსჯელობენ მოდიფიკაციური ცვალებადობის პრაქტიკაში გამოყენების მნიშვნელობის შესახებ. რესურსი 5. დავალება 99 აქტივობა 5. პრობლემატური საკითხზე მსჯელობა, კერძოდ, მოსწავლეები მსჯელობენ, რა მოხდება ბუნებაში, თუ ორგანიზმებისთვის დამახასიათებელი იქნებოდა მხოლოდ 1) მემკვიდრეობითობა? 2) მოდიფიკაციური ცვალებადობა?	
სამიზნე ცოდნის კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები • რას ეწოდება მემკვიდრეობითობა? ცვალებადობა? • რას ეწოდება გენოტიპი? ფენოტიპი? • როგორ შეიძლება გენებისა და გარემო ფაქტორების ურთიერთქმედებამ გავლენა მოახდინოს ფენოტიპზე? • რაზეა დამოკიდებული მოდიფიკაციური ცვალებადობის ფარგლები? • რა ნიშნებით ხასიათდება მოდიფიკაციური ცვალებადობა?	

- როგორ იცვლება ადამიანში კანის შეფერილობა მზის სხივების ინტენსიური მოქმედების საპასუხოდ და რა მნიშვნელობა აქვს მას? - შეცვლილ გარემო პირობებთან რა ადაპტური მნიშვნელობა აქვს მოდიფიკაციურ ცვალებადობას? (მოიცვანე შესაბამისი მაგალითები) - რა მოხდებოდა ბუნებაში, თუ ორგანიზმებისთვის დამახასიათებელი იქნებოდა მხოლოდ 1) მემკვიდრეობითობა? 2) მოდიფიკაციური ცვალებადობა?	
ნაბიჯი 2	
სასიცოცხლო თვისებები	(მკვ. წ. 1, 3)
- როგორ მონაწილეობს მეიოზის პროცესი კომბინაციური ცვალებადობის წარმოქმნაში? (სასიც. თვ. მ.წ. 3) - რა არის გენური მუტაცია და გენური მუტაციის რა ფორმებს არჩევნ? (სასიც. თვ. მ.წ. 3)	
სტრუქტურა და ფუნქციები	(მკვ. წ. 1)
მემკვიდრული ცვალებადობის ფორმები როგორ უკავშირდება უჯრედის სტრუქტურულ ელემენტებს? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 1)	
ბიომრავალფეროვნება	(მკვ. წ. 3)
რა მნიშვნელობა აქვს ცვალებადობას ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისთვის? (ბიომრ. მ.წ. 3)	
ჯანმრთელობა და დაავადება	(მკვ. წ. 2)
მემკვიდრულმა ცვალებადობამ რა ტიპის გენტიკური დარღვევები და დაავადებები შეიძლება გამოიწვიოს? (ჯანმრთ. და დაავ. მ.წ. 2)	
რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: მემკვიდრული ცვალებადობა (გ. 1.13), ქეისი: სურ. 1.56, რუბრიკაში – „გაისხენე, იმსჯელე“ – მოცემული კითხვები. აქტივობა 1. სურათზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი რუბრიკაში – „გაისხენე, იმსჯელე“ – მოცემული კითხვების მიხედვით, კერძოდ, მოსწავლეები მსჯელობენ და გამოთქვამენ თავიანთ მოსაზრებას მე-2 თაობაში ფენოტიპურად მშობლიური ფორმისგან განსხვავებული ჰიბრიდების წარმოქმნის მიზეზებზე. აქტივობა 2. მასწავლებლის ინტერაქტიული მინილექცია კომბინაციური ცვალებადობის შესახებ. რესურსი 3. სახელმძღვანელოს პარაგრაფის ტექსტი (გვ. 79-80) აქტივობა 3. ტექსტის გააზრებული კითხვა: მოსწავლეები კითხულობენ ტექსტს და აშვადებენ პასუხს მასწავლებლის მიერ წინასწარ მიცემულ კითხვებზე: 1) რა არის კომბინაციური ცვალებადობის გენეტიკური საფუძველი? 2) რა არის ეუკარიოტებში გენების რეკომბინაციის წყარო? რესურსი 4. რუბრიკა – „მეცნიერება პრაქტიკაში“ (გვ. 80) აქტივობა 4. ტექსტის გააზრებული კითხვა: მოსწავლეები ეცნობიან რუბრიკაში – „მეცნიერება პრაქტიკაში“ – მოცემულ ინფორმაციას და მსჯელობენ, როგორ ითვალისწინებენ კომბინაციური ცვალებადობის შედეგებს სელექციაში. რესურსი 5. სურ. 1.57 და 1.58, დავალება ?2-6 აქტივობა 5. სურათებზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი, კერძოდ, მოსწავლეები ეცნობიან სურათებზე მოცემულ გენური მუტაციის სახეებს და პასუხობენ დავალების ?2-6-ის კითხვებს. რესურსი 6. პარაგრაფის ტექსტი (გვ. 83-84) აქტივობა 6. ტექსტის გააზრებული კითხვა: მოსწავლეები ეცნობიან ტექსტის შინაარსს და ასახელებენ დომინანტურ და რეცესიულ, აუტოსომურ და სექსთან შეჭიდული გენური მუტაციების მაგალითებს, მსჯელობენ, თუ ზოგიერთი მუტაცია ჯანმრთელობის რა ტიპის დარღვევებს იწვევს ადამიანში.	

რესურსი 7. დავალებები 9-10 აქტივობა 7. პრობლემის გადაჭრა: მოსწავლეები გენეტიკური კოდის ცხრილის გამოყენებით პროგნოზირებენ ტრიპლეტის ცვლილებით გამოწვეულ შედეგებს. რესურსი 8. ვირტუალური ლაბორატორია - გენური მუტაციების სიმულაცია - https://bit.ly/3DBeHTV (ექსპერიმენტი 4). აქტივობა 8. გენური მუტაციების სიმულაცია ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენებით: მოსწავლეები სამუშაოს ასრულებენ ინსტრუქციის მიხედვით და კვლევის ანგარიშს წარუდგენენ მასწავლებელს.	სამიზნე ცოდნის კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები - რა განსხვავებაა მოდიფიკაციურ და მემკვიდრულ/გენოტიპურ ცვალებადობას შორის? - რა არის კომბინაციური ცვალებადობის გენეტიკური საფუძველი? - რა არის ეუკარიოტებში გენების რეკომბინაციის წყარო? - როგორ ითვალისწინებენ კომბინაციური ცვალებადობის შედეგებს სელექციაში? - რა არის გენური მუტაცია? უკრედილო სტრუქტურის რომელ ელემენტს ეხება იგი? - რა განსხვავებაა გენურ და კომბინაციურ ცვალებადობას შორის? - რომელ გენურ მუტაციას შეიძლება ჰქონდეს უფრო მეტი ეფექტი - წერტილოვან მუტაციას თუ ტრიპლეტის ათვლის ჩარჩოს წანაცვლებას? რატომ ფიქრობ ასე? - ასხენი, როგორ შეიძლება მუტანტი გენის მიხედვით დასინთეზირდეს უფრო მოკლე პოლიპეპტიდური ჯაჭვი ნორმალური გენის მიხედვით დასინთეზირებულ პოლიპეპტიდურ ჯაჭვთან შედარებით? - როგორ ფიქრობ, დნმ-ის მოლეკულაში ნუკლეოტიდის შეცვლა ყოველთვის გამოიწვევს გენურ მუტაციას? რატომ ფიქრობ ასე? - რა არის გენეტიკური მრავალფეროვნების და, შესაბამისად, ბიომრავალფეროვნების ძირითადი წყარო?
ნაბიჯი 3	
სასიცოცხლო თვისებები	(მკგ. წ. 1)
რა კავშირია მეიოზის პროცესის დარღვევასა და ქრომოსომულ და გენომურ მუტაციებს შორის? (სასიც. თვ. მ.წ. 1)	
სტრუქტურა და ფუნქცია	(მკგ. წ.1,2)
- მემკვიდრული ცვალებადობის ფორმები როგორ უკავშირდება უჯრედის სტრუქტურულ ელემენტებს? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 1) - რა არის მუტაგენები და რა როლს ასრულებენ ისინი მუტაციის წარმოქმნაში? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 2)	

ბიომრავალფეროვნება (მკვ. წ. 3)	
რა მნიშვნელობა აქვს ცვალებადობას ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისთვის? (ბიომრ. მ.წ. 3)	
ჯანმრთელობა და დაავადება (მკვ. წ. 2,3)	
- მეიკვიდრულმა ცვალებადობამ რა ტიპის გენეტიკური დარღვევები და დაავადებები შეიძლება გამოიწვიოს? (ჯანმრთ. და დაავ. მ.წ. 2) - რა მნიშვნელობა აქვს გარემოს დაცვით ღონისძიებებს გენეტიკური დარღვევების პრევენციისთვის? (ჯანმრთ. და დაავ. მ.წ. 3)	
რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: ქრომოსომული და გენომური მუტაციები (§ 1.14), ქეისი: სურ. 1.64, ანიმაციური ფილმი - „ქრომოსომული მუტაციები - https://bit.ly/3wZ6jth“ - რობერტო კაპი - „გაიხსენე, იმჯელე“ - მოცემული კითხვები. აქტივობა 1. სურათზე მოცემული შეჯვარების გენეტიკური სქემის და/ან ანიმაციური ფილმის ანალიზი რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმჯელე“ - მოცემული კითხვების მიხედვით. რესურსი 2. სურ. 1.64, დავალება 1. აქტივობა 2. სურათის მიხედვით ქრომოსომული მუტაციების თითოეული სახის აღწერა და დავალება 1-ის კითხვებზე პასუხის გაცემა, მაგ., მოსწავლეები ხსნიან, თუ მეიოზის პროცესის რა ტიპის დარღვევამ შეიძლება გამოიწვიოს ქრომოსომული მუტაციები. რესურსი 3. სურ. 1.65, დავალება 2. აქტივობა 3. სურათზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი და დავალება 2-ის კითხვებზე პასუხის გაცემა. რესურსი 4. სურ. 1.66 და 1.67, დავალება 3-5. აქტივობა 4. სურათებზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი და დავალება 3-5-ის კითხვებზე პასუხის გაცემა, მაგ., მოსწავლეები ხსნიან, თუ მეიოზის პროცესის რა ტიპის დარღვევამ შეიძლება გამოიწვიოს გენომური მუტაციები. რესურსი 5. სახელმძღვანელოს პარაგრაფის ტექსტი (გვ. 88-90) აქტივობა 5. ტექსტის გაზრებული კითხვა: მოსწავლეები ეცნობიან ტექსტის შინაარსს და მსჯელობენ ქრომოსომული და გენომური მუტაციებით გამოწვეულ გენეტიკურ დარღვევებსა და დაავადებებზე. რესურსი 6. დავალება 96. აქტივობა 6. სიტუაციური ამოცანაში მოცემულ პრობლემურ კითხვებზე მუშაობა. რესურსი 7. რუბრიკა - „მეცნიერება პრაქტიკაში“ (გვ. 91). აქტივობა 7. ტექსტის გააზრებული კითხვა: მოსწავლეები ეცნობიან რუბრიკაში - „მეცნიერება პრაქტიკაში“- მოცემულ ინფორმაციას სელექციაში ხელოვნურად გამოწვეული მუტაციების მნიშვნელობის შესახებ. რესურსი 8. სახელმძღვანელოს ტექსტი (გვ. 92 - რამ შეიძლება გამოიწვიოს მუტაციები). აქტივობა 8. ტექსტის გააზრებული კითხვა: ეცნობიან ტექსტის შინაარსს, ასახელებენ მუტაციებს, და მსჯელობენ გარემოს დაცვითი ღონისძიებების მნიშვნელობაზე გენეტიკური დარღვევების პრევენციისთვის.	
სამიმე ცოდნის კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები - ქრომოსომული მუტაციები უჯრედის რომელ სტრუქტურულ კომპონენტს ეხება და რაში გამოიხატება ეს? - ქრომოსომული მუტაციების რა სახეებს არჩევენ?	

- მეიოზის პროცესის რა ტიპის დარღვევებამ შეიძლება გამოიწვიოს ქრომოსომული მუტაციები?
- ქრომოსომული მუტაციები რა სახის გენეტიკურ დარღვევებსა და დაავადებებს იწვევს ადამიანში?
- რით არის გამოწვეული გენომური მუტაციები?
- რა სახის გენომური მუტაციებს არჩევენ?
- მეიოზის პროცესის რა ტიპის დარღვევებამ შეიძლება გამოიწვიოს გენომური მუტაციები?
- გენომური მუტაციები რა სახის გენეტიკურ დარღვევებსა და დაავადებებს იწვევს ადამიანში?
- რა მნიშვნელობა აქვს გარემოს დაცვით ღონისძიებებს გენეტიკური დარღვევების პრევენციისთვის?
- რა მნიშვნელობა აქვს ქრომოსომულ და გენომურ მუტაციებს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისთვის?

კომპლექსური დავალების შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობის საწარმოებლად

აღწერე, როგორ მიმდინარეობს/წარიმართა დავალებამდე მუშაობის პროცესი;

- როგორ გვემძავე/დაგვემძავე კომპლექსურ დავალებამდე მუშაობის პროცესი? რას ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას?
- დაგეგმვარა თუ არა პირველადი გეგმა მუშაობის პროცესში?
- რა დეტალებზე აკეთებდი აქცენტს კოგნიტური მოდელების შესადგენად?
- წარიმართა თუ არა კომპლექსურ დავალებამდე მუშაობის პროცესი დაგეგმილის შესაბამისად?
- გახდა თუ არა საჭირო თავდაპირველად შემუშავებულ გეგმებში ცვლილებების შეტანა?
- რატომ არის საჭირო დავალების პირველადი ვერსიის შექმნა?
- რით განსხვავდება შესრულებული დავალების პირველადი ვერსია საბოლოოსგან?
- რა ფაქტორებმა გამოიწვია/შეუძლია გამოიწვიოს პირველადი დასკვნების გადასინჯვა?
- რა პრობლემები შექმნენ კომპლექსური დავალების სახით?

ახსენი, რატომ შექმენი კოგნიტური მოდელები? რა საკითხის შესახებ გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით?

- რატომ განახორციელე კომპლექსური დავალება?
- რა გრძელვადიან და მოკლევადიან მიზნებს ისახავდი კომპლექსურ დავალებამდე მუშაობის პროცესში?
- ვისთვის და რატომ არის ეს პრობლემები სასარგებლო და საინტერესო?
- რა იყო შესასწავლი საკითხის შესახებ? რა გაიგე ახალი? დამატებით რის გაგებას ისურვებდი?

- რა დასკვნებამდე მიხვედი კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? რითი დასტურდება შენ მიერ გაკეთებული დასკვნების მართებულობა/თანმიმდევრულობა? (მაგ.: როგორ წარმოადგინე კონფლიქტური მოდელების საშუალებით შემკვიდრული ცვალებადობის ფორმები?);
- რა ხერხები გამოიყენე სასწავლო მასალის უკეთ გასაზრებლად? / კომპლექსური დავალების უკეთ შესასრულებლად?

რა დაბრკოლებებს წააწყდი დავალებებზე მუშაობის პროცესში? რა დაგეხმარათ კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში?

- ვის წინაშე იყავი ანგარიშვალდებული სამუშაო პროცესში (მასწავლებლის, თანაკლასელების, სამემობლო თემის)?
- რა საერთო მიზანი გქონდათ შენ და შენს მასწავლებელს კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში?
- გქონდა თუ არა საერთო მიზნები თანაკლასელებთან ერთად? იყო თუ არა საინტერესო და სასიამოვნო თქვენთვის კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესი?
- რა გააკეთე დამოუკიდებლად კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში?
- რა გამოგივიდა კარგად კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში?
- ვინ და როგორ დაგეხმარა კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? ვისთან ითანამშრომლე კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? (რა დახმარება გაუწიე თანაკლასელების/მასწავლებელს; რა მხარდაჭერა მიიღე მათგან);
- წააწყდი თუ არა კონფლიქტურ სიტუაციებს კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? როგორ შეძელი კონფლიქტის დარეგულირება?
- წააწყდი თუ არა გაურკვევლობებს კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? როგორ გაერკვიე ბუნდოვანებით მოცულ საკითხებში?
- შეხვედი თუ არა განსხვავებულ მოსაზრებებს კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? რამდენად შეძელი თანამშრომლობა განსხვავებული შეხედულებების ადამიანებთან? რა დაგეხმარება, რომ უკეთ გაიგო თანაკლასელების, მასწავლებლის სათქმელი?
- გაანალიზე რა წესებს/კანონებს იცავდით და რატომ კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? (მაგალითად, რამდენად მოახერხეთ ამრთა სხვადასხვაობის ვითარებაში ორიენტირებული ყოფილიყავით პრობლემებზე და არა კომუნიკაციაში ჩართულ ადამიანებზე? რით და როგორ გამოხატავდი ადამიანების მიმართ პატივისცემას კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში)?
- რით დაგეხმარა მასწავლებელთან, სხვა მოსწავლეებთან დიალოგი კომპლექსური დავალების შესრულებებში?
- რით შეიძლება დახმარება გაუწიოს თქვენმა შეკითხვებმა თანაკლასელებს სათქმელის უკეთ ჩამოყალიბებაში?
- რა ფაქტორები გაითვალისწინე/უნდა გაითვალისწინოთ საიმისოდ, რომ თქვენი კომპლექსური დავალების პრემენტაცია მსმენელისთვის გასაგები და მისაღები ყოფილიყო (მაგ.: ფუნქციური სამეტყველო ქმედების (თხრობა, აღწერა, მსჯელობა) სწორად შეჩვენა, სენსიტიური ნიუანსების წინ წამოწევა; ჟესტიკულაციის, მიმიკის, არაგერბალური სიგნალების გამოყენება)
- გამოიყენე თუ არა ტექნოლოგიები კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? რაში დაგეხმარათ ტექნოლოგიების გამოყენება?
- რას გააკეთებდი სხვაგვარად ახლა რომ იწყებდე დავალებებზე მუშაობას?
- შენი აზრით, რით ჰგავს და რით განსხვავდება შენი თანაკლასელების ნაშრომებისგან? როგორ წარმოაჩენ ამ განსხვავებებს შეკითხვების სახით?
- შეაფასე, რამდენად გამოგივიდათ ის, რაც მასწავლებლისგან გქონდათ დავალებული?

შუალედური მიზანი 3. კონტექსტ-მაგალითი/ქეისი



ბოლო წლებში მოლექულურ ბიოლოგიაში მიღწეულმა წარმატებებმა განაპირობა ის, რომ ზოგიერთმა მეცნიერმა **XXI** საუკუნეს ბიოტექნოლოგიის საუკუნე უწოდა. ბიოტექნოლოგიის ერთ-ერთი ყველაზე განვითარებადი მიმართულებაა სამედიცინო ბიოტექნოლოგია. იგი იჭრება არა მარტო პრევენციულ მედიცინასა და დიაგნოსტიკურებაში, არამედ ადამიანის სხვადასხვა დაავადების მკურნალობის სფეროშიც. სამედიცინო ბიოტექნოლოგიაში დაავადების მიმდინარეობის შესწავლისა და სამკურნალო საშუალებების გამოსაცდელად ფართოდ იყენებენ ე.წ. მოდელურ ცხოველებს. მეცნიერები აშუამდ იკვლევენ „ნოკაუტირებულ“ ცხოველებს. ნოკაუტირების შემთხვევაში გენური ინჟინერიის გზით იღებენ ისეთ ცხოველს, რომელსაც „დანგრეული/გამორთული“ აქვს რომელიმე სპეციფიკური გენი. ანუ აქტიური გენი ჩანაცვლებულია დნმ-ის ისეთი უბნით, რომელსაც არ აქვს ფუნქციური ინფორმაცია. ცხოველში გენის ნოკაუტირების შემდეგ ცხოველი ამ გენის შესაბამის ნიშანს კარგავს. მეცნიერებმა პირველად შექმნეს ნოკაუტირებული თაგვები, თუმცა ნოკაუტირებული მაიმუნების შექმნაზეც მუშაობენ. მაიმუნებს შორის პირველად შექმნეს ნოკაუტირებული შიმპანზე „ენდი“ (**ANDI**). მეცნიერები ფიქრობენ, რომ ნოკაუტირებული უმაღლესი მაიმუნები უკეთესი ცხოველური მოდელები იქნებიან ადამიანთა დაავადებათა შესასწავლად და მკურნალობის საშუალებათა შესამუშავლად, მაგ., ძუძუს კბოს, ადამიანის იმუნოდეფიციტის ვირუსის (აივ) და სხვა დაავადებების კვლევის საქმეში.

მაგრამ ზოგიერთი არ ეთანხმება სამეცნიერო კვლევებში პრიმატების გამოყენებას. ერთ-ერთ მიზეზად ასახელებენ ასეთ საფრთხეს: საცდელი მაიმუნიდან შეიძლება „გამოძვრეს“ ინფექციის გამომწვევი მიკროორგანიზმი და გავრცელდეს ადამიანთა პოპულაციაში. ამის მაგალითად მათ მოჰყავთ აივ, რომელიც სწორედ შეიძლება მაიმუნებიდან გავრცელდეს ადამიანებში. შენ რას ფიქრობ? უნდა გაგრძელდეს თუ არა მეცნიერთა მუშაობა ნოკაუტირებული მაიმუნების შექმნაზე, და საერთოდ, მოდელური ცხოველების შექმნაზე? რატომ ფიქრობ ასე? არგუმენტირებული მსჯელობით დაასაბუთე შენი მოსაზრება.

შუალედური მიზნის სტრუქტურა

ძირითადი საკითხი	პროდუქტი	განსახილველი შემთხვევა/მაგალითი	საკვანძო შეკითხვა	სახელმძღვანელო/დამხმარე რესურსები
საკითხი: თანამედროვე ტექნოლოგიები გენეტიკაში	1.1. სამეცნიერო მოხსენება ბიოტექნოლოგიის თანამედროვე მიმართულებებისა და მიღწევების შესახებ; 1.2. კვლევის ანგარიში გმო-სა და გმ საკვები პროდუქტების მიმართ საზოგადოების დამოკიდებულების კვლევის შესახებ; 1.3. საინფორმაციო ბუკლეტი დნმ-ის ანაბეჭდებისა და რეკომბინანტული დნმ-ის გამოყენების სფეროების შესახებ.	თანამედროვე ბიოტექნოლოგიის მიმართულებები	როგორ წარმოვადგინო თანამედროვე ბიოტექნოლოგიის მიმართულებები სამეცნიერო მოხსენების, კვლევის ანგარიშის ან საინფორმაციო ბუკლეტის სამუშაოებით	სახელმძღვანელო - § 1.15 ბიოტექნოლოგია და მისი ძირითადი მიმართულებები; § 1.16 - გენური ინჟინერია. ტრანსგენური ორგანიზმები; § 1.17 - კლონირება; § 1.18 - ადამიანის გენეტიკის კვლევის მეთოდები; § 1.19 - სამედიცინო ბიოტექნოლოგია.
სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს რომ:		შეფასების კრიტერიუმები მოსწავლეს შეუძლია		კომპლექსურ დავალებასთან მიმართებით დაკონკრეტებული ნაშრომში/ნაშრომის პრეზენტაციისას საზგასმით წარმოადგინეთ:
სტრუქტურა და ფუნქცია - (შედეგები: 1) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:	1. ბიოლოგიური სისტემა ორგანიზმის ყოველ დონეზე შედგება სხვადასხვა სტრუქტურისგან და თითოეული სტრუქტურა შეესაბამება მის ფუნქციას; სხვადასხვა ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავება; ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურები ერთმანეთთან დაკავშირებულია, რაც განაპირობებს სისტემის მთლიანობას. 2. ბიოლოგიური სისტემები ადაპტირებულია გარემოსთან; მისმა ცვლილებამ შეიძლება გავლენა იქონიოს ბიოლოგიური სტრუქტურებსა და ფუნქციებზე. 3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხელს უწყობს ბიოლოგიური სისტემების სტრუქტურებსა და ფუნქციებთან დაკავშირებული კანონზომიერებების აღმოჩენა/გააზრებას.	• უჯრედის იმ სტრუქტურების დასახელება და მათი ფუნქციების აღწერა, რომლებსაც ეყრდნობა ბიოტექნოლოგია (მ.წ. 3); • მოლეკულური ბიოლოგიის იმ კომპონენტების დასახელება და მათი ფუნქციების აღწერა, რომლებსაც იყენებს ბიოტექნოლოგია (მ.წ. 3).	• უჯრედის რომელ სტრუქტურებსა და მათ ფუნქციებთან დაკავშირებულ აღმოჩენებს იყენებენ ბიოტექნოლოგიაში? (მ.წ. 3) • მოლეკულური ბიოლოგიის რომელ კომპონენტებსა და მათ ფუნქციებთან დაკავშირებულ აღმოჩენებს იყენებენ ბიოტექნოლოგიაში? (მ.წ. 3)	

ბიომრავალფეროვნება (შედეგი: 4) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ 1. ორგანიზმები დაჯგუფებულია მსგავსი ნიშან-თვისებების მიხედვით და ემზიან სისტემატიკურ ჯგუფებს; 2. შეგუბულობები გარემო პირობებთან ხელს უწყობს ორგანიზმის გადარჩენას/სახეობის მდგრადობას; 3. სახეობათა მრავალფეროვნება წარმოიქმნება მემკვიდრეობითობის, ცვლადობისა და ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად; 4. მეცნიერული კვლევები ხსნის და/ან ასაბუთებს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისა და მისი შენარჩუნების მნიშვნელობას.	• დადებითი მხარისა და საფრთხის აღწერა, რომელიც შეიძლება შეუქმნას ბიომრავალფეროვნებას ტრანსგენურმა ორგანიზმებმა (მ.წ. 4); • საფრთხის აღწერა, რომელიც შეიძლება შეუქმნას ბიომრავალფეროვნებას ველური სახეობების კლონირებას (მ.წ. 4).	• რა საფრთხე შეიძლება შეუქმნას ბიომრავალფეროვნებას ტრანსგენურმა ორგანიზმებმა? (მ.წ. 4) • რა დადებითი მნიშვნელობა აქვს ველური სახეობების კლონირებას გადაშენების პირას მყოფი სახეობისთვის და რა საფრთხე შეიძლება შეუქმნას მან ბიომრავალფეროვნებას? (მ.წ. 4)
სასიცოცხლო თვისება - (შედეგები: 2,3) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ: 1. ყველა ორგანიზმისთვის დამახასიათებელია სასიცოცხლო თვისებების ერთობლიობა; სასიცოცხლო თვისებები ურთიერთდაკავშირებულია და თითოეულის ცვლილებამ/დარღვევამ, შეიძლება გამოიწვიოს სხვა თვისების ცვლილება/დარღვევა. 2. სასიცოცხლო თვისებები ადაპტირებულია გარემო პირობებთან; სხვადასხვა ორგანიზმის სასიცოცხლო თვისებებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავება. 3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხსნის/ასაბუთებს ცოცხალ სისტემებში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლისა და ენერგიის გარდაქმნის პროცესებს და ასაბუთებს ორგანული სამყაროს მთლიანობას; ხსნის და ასაბუთებს მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს.	• უსქესო გამრავლების დაკავშირება ბუნებრივ კლონირებასთან (მ.წ. 1); • აღწერა იმისა, თუ ტექნოლოგიების განვითარებამ როგორ შეუწყო ხელი ხელოვნური კლონირების მეთოდების შემუშავებას (მ.წ. 3).	• გამრავლების როშიელი ფორმა იძლევა ბუნებრივი კლონირების მაგალითებს? (მ.წ. 1) • რა მეთოდები შეიმუშავეს ხელოვნურად ორგანიზმების კლონების მისაღებად? (მ.წ. 3)

ჯანმრთელობა და დაავადება (შედეგი: 5) 1. ჯანმრთელობა არის ადამიანის მდგომარეობა, რომლის დროსაც შენარჩუნებულია ჰომეოსტაზი და შრომისუნარიანობა, მათი დარღვევა კი განაპირობებს ავადობას; 2. სხვადასხვა დაავადებას აქვს განსხვავებული გამოწვევი მიზეზები, სიმპტომები და პრევენციის გზები; 3. გარემოს დაცვითი ღონისძიებები და ჯანსაღი ცხოვრების წესის დაცვა მნიშვნელოვანია ადამიანის იმუნიტეტის გაძლიერებისა და ავადობის პრევენციისთვის; 4. ტექნოლოგიები და მეცნიერული მიღწევები ხელს უწყობს დაავადებათა პრევენციას, ჯანმრთელობის შენარჩუნებასა და სიცოცხლის გახანგრძლივებას.	• მსჯელობა იმის შესახებ, თუ რა გავლენა შეიძლება მოახდინოს გმ საკვებმა სკვებმა პროდუქტებმა ადამიანის ჯანმრთელობაზე (მ.წ. 4); • სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის ძირითადი მიმართულებების განვითარების შეფასება ადამიანის ჯანმრთელობის სფეროში (მ.წ. 4); • გენური თერაპიის დადებითი და უარყოფითი გავლენა შეიძლება იქონიოს ადამიანის ჯანმრთელობაზე (მ.წ. 4).	• რა გავლენა შეიძლება მოახდინოს გმ საკვებმა პროდუქტებმა ადამიანის ჯანმრთელობაზე? (მ.წ. 4) • რა არის სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის ძირითადი მიმართულებები და რა მნიშვნელობა აქვს მის განვითარებას ადამიანის ჯანმრთელობის სფეროში? (მ.წ. 4) • გენურმა თერაპიამ რა დადებითი და უარყოფითი გავლენა შეიძლება იქონიოს ადამიანის ჯანმრთელობაზე (მ.წ. 4).
კომპლექსური დავალების პირობა (მოსწავლის წიგნი, გვ. 123-124): ქვემოთ მოცემული დავალების სამი პირობიდან მოსწავლეებს ეძლევათ საშუალება შეარჩიონ ერთ-ერთი და შეასრულონ. დავალების პირობა 1.1. დღეს მენდელს რომ წაეკითხა ნებისმიერი ქვეყნის გაზეთები და პოპულარული სამეცნიერო ჟურნალები, მოესმინა ტელედაცემები გენეტიკაში მიღწეული სახელების შესახებ, ის, ალბათ, ძალიან გაოცებული დარჩებოდა. ტერმინი გენი ერთ-ერთ ყველაზე გავრცელებულ სიტყვად გადაიქცა. თითქმის ყოველდღიურად მოწმენი ვართ ბიოტექნოლოგიაში მიღწეული ახალ-ახალი წარმატებისა. მოიძიე ქართულ და უცხოურ პრესაში და/ან ინტერნეტში განთავსებული სტატიები, რომელთა სათაურში არის სიტყვები: „ბიოტექნოლოგია“, „კლონირება“, „ტრანსგენური ორგანიზმები“, „ადამიანის გენომის პროექტი“ და/ან „გენური ინჟინერია“. მოამზადე სამეცნიერო მოხსენება, რომელშიც მოკლედ მიმოიხილავ ბიოტექნოლოგიის ძირითად მიმართულებებსა და თანამედროვე მიღწევებს. დავალების პირობა 1.2. ბოლო წლებში დიდი აღზავლობით ვითარდება ტრანსგენური/გენმოდულირებული ორგანიზმების (გმო) შექმნის ტექნოლოგია. გმო-ს ქმნიან როგორც მათგან გმ საკვები პროდუქტების მისაღებად, ასევე, ფართოდ იყენებენ მედიცინაში. სამოგადოების აზრი გმო და გმ საკვებ პროდუქტების მიღების შესახებ განსხვავებულია. აწარმოე სოციოლოგიური კვლევა. შეადგინე გამოკითხვის კითხვარი, შეარჩიე სამოგადოებიდან რესპონდენტები, აწარმოე გამოკითხვა და შემდეგ გამოკითხულის შედეგების ანალიზი. კითხვარი ისე შეადგინე, რომ დაადგინო რესპონდენტების აზრი: რაში იყენებენ გმო-ს? მეცნიერებმა უნდა გააგრძელონ თუ არა გმო-ს შექმნა? იყენებენ ან მომავალში გამოიყენებენ თუ არა გმ საკვებ პროდუქტებს? რამდენად უსაფრთხოოდ მიაჩნიათ გმ საკვები პრო-დუქტები? რამდენად საჭიროა, გმ ორგანიზმებიდან მიღებული საკვები ეტიკეტზე მითითებული იყოს: „გმ საკვები პროდუქტი“? მოამზადე ჩატარებული კვლევის ანგარიში და წარუდგინე მასწავლებელს.		

დავალების პირობა 1.3. მას შემდეგ, რაც ბიოტექნოლოგია ისე განვითარდა, რომ შესაძლებელია მეტეორიული მასალაზე – დნმ-ზე – სხვადასხვა მანიპულაციის წარმოება, მაგალითად, დნმ-ის ანაბეჭდებისა და რეკომბინანტული დნმ-ის დამზადება, გენეტიკური ტესტირება, სამოგადოებაში არაერთგვაროვანი დამოკიდებულება გაჩნდა ამ სფეროს შემდეგი განვითარების მიმართ. დაუშვით, შენ მუშაობ ბიოტექნოლოგიის ლაბორატორიაში, რომელიც სპეციალიზებულია დნმ-ზე სხვადასხვა მანიპულაციის ჩატარებაზე. შექმენი საინფორმაციო ბუკლეტი და მასში პოპულარული სამეცნიერო ენით აღწერე დნმ-ის ანაბეჭდებისა და რეკომბინანტული დნმ-ის გამოყენების სფეროები. ახსენი, რატომაა გენეტიკური ტესტირება სანდო და ზოგჯერ აუცილებელიც კი. შენი ნაშრომის პრეზენტაციისას საზგასმით წამოაჩინე: • უჯრედის რომელ სტრუქტურებსა და მათ ფუნქციებთან დაკავშირებულ აღმოჩენებს იყენებენ ბიოტექნოლოგიაში? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 3) • მოლეკულური ბიოლოგიის რომელ კომპონენტებსა და მათ ფუნქციებთან დაკავშირებულ აღმოჩენებს იყენებენ ბიოტექნოლოგიაში? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 3) • რა საფრთხე შეიძლება შეუქმნას ბიომრავალფეროვნებას ტრანსგენურმა ორგანიზმებმა? (ბიომრ. მ.წ. 4) • რა დადებითი მნიშვნელობა აქვს ველური სახეობების კლონირებას გადაშენების პირას მყოფი სახეობისთვის და რა საფრთხე შეიძლება შეუქმნას მან ბიომრავალფეროვნებას? (ბიომრ. მ.წ. 4) • გამრავლების რომელი ფორმა იძლევა ბუნებრივი კლონირების მაგალითებს? (სახიგ. თგ. მ.წ. 1) • რა მეთოდები შეიმუშავეს ხელოვნურად ორგანიზმების კლონების მისაღებად? (სახიგ. თგ. მ.წ. 3) • რა გავლენა შეიძლება მოახდინოს გმ საკვებმა პროდუქტებმა ადამიანის ჯანმრთელობაზე? (ჯანმრთ. და დაავ. მ.წ. 4) • რა არის სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის ძირითადი მიმართულებები და რა მნიშვნელობა აქვს მის განვითარებას ადამიანის ჯანმრთელობის სფეროში? (ჯანმრთ. და დაავ. მ.წ. 4) • რა მეთოდებით ხდება გენეტიკური დარღვევებისა და დაავადებების დიაგნოსტიკა? (ჯანმრთ. და დაავ. მ.წ. 4) • გენურმა თერაპიამ რა დადებითი და უარყოფითი გავლენა შეიძლება იქონიოს ადამიანის ჯანმრთელობაზე (ჯანმრთ. და დაავ. მ.წ. 4).	კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები) ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაგნობა რესურსები/განსახილველი ქვსებები: რესურსი 1. კონტექსტ-მაგალითი/ქვისი (მ.წ. გვ. 58) აქტივობა 1. ქვისის ტექსტის შინაარსის გაგნობა, სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის ერთ-ერთ მიმდინარეობაზე – ე.წ. მოდელური ცხოველების სამედიცინო სფეროში გამოყენების შესახებ, გამოთქვამენ თავიანთ მოსაზრებებს ბიოთიკის საკამათო საკითხებზე, რომლებსაც იწვევს ცხოველების საცდელად გამოყენება. რესურსი 2. კომპლექსური დავალება – სახელმძღვანელო, გვ. 123-124 აქტივობა 2. კომპლექსური დავალების პირობის გაგნობა (მასწავლებელი მოსწავლეებს სთავაზობს კომპლექსური დავალების სამ ვარიანტს და აძლევს არჩევის საშუალებას). რესურსი 3. „სამეცნიერო მოხსენება“ – https://bit.ly/3lipvJe, „კვლევის ანგარიში“ – https://bit.ly/3lpMPMd, „გამოკითხვა“ – https://bit.ly/3HWI17u (კომპლექსურ დავალების პროდუქტთან დაკავშირებით).
--	--

კომპლექსური დაფალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები • შენი სიტყვებით ჩამოაყალიბე, რას შეიძლება დღეს განხილული დავალება, რომელზეც რამდენიმე გაკვეთილის განმავლობაში უნდა იმუშაო? • რა შემოქმედებითი პროდუქტის საშუალებით უნდა დაადასტურო, რა ისწავლე ამ საკითხთან დაკავშირებით? • რა თემაზე მოგიმზადებია სამეცნიერო მოხსენება/კვლევის ანგარიში/საინფორმაციო ბუკლეტი ბიოლოგიაში? • როგორ დაგეხმარა ეს პროდუქტები საკითხის უკეთ გაგებაში? • აშკარად დავალება რა საკითხებზე მოითხოვს სამეცნიერო მოხსენების/კვლევის ანგარიშის/საინფორმაციო ბუკლეტის შექმნას? • რა სახის ცოდნა დაგჭირდება სამეცნიერო მოხსენების/კვლევის ანგარიშის/საინფორმაციო ბუკლეტის მოსამზადებლად? • როგორ უნდა წარმოადგინო შენ მიერ შექმნილი დავალების პროდუქტი?	ეტაპი II – კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობა სამომხმადებელი ცნება – სტრუქტურა და ფუნქციები, ქვესაკითხები – რეკომენდებული დნმ-ის მიღება, გენური ინჟინერია და გენმოდულირებადი ორგანიზმები (გმო) სამომხმადებელი ცნება – ბიომრავალფეროვნება, ქვესაკითხები – გმო-ს გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე, გადაშენების პირას მყოფი სახეობების კლონირება სამომხმადებელი ცნება – ჯანმრთელობა და დავალება, ქვესაკითხები – გენეტიკური დავალებების დიაგნოსტიკის მეთოდები, სამედიცინო ბიოტექნოლოგია	ნაბიჯი 1 სტრუქტურა და ფუნქციები (მკვ. წ. 3)	• უკრედიდ რომელ სტრუქტურებსა და მათ ფუნქციებთან დაკავშირებულ აღმოჩენებს იყენებენ ბიოტექნოლოგიაში? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 3) • მოლეკულური ბიოლოგიის რომელ კომპონენტებსა და მათ ფუნქციებთან დაკავშირებულ აღმოჩენებს იყენებენ ბიოტექნოლოგიაში? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 3) რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: ბიოტექნოლოგია და მისი ძირითადი მიმართულებები (§ 1.15), რუბრიკაში – „გაიხსენე, იმსჯელე“ – მოცემული კითხვები. აქტივობა 1. რუბრიკაში – „გაიხსენე, იმსჯელე“ – მოცემულ კითხვებზე პასუხის გაცემა. აქტივობა 2. მასწავლებლის ინტერაქტიული მინილექცია ბიოტექნოლოგიის ძირითადი მიმართულებებისა და უკრედიდ სტრუქტურების (პლანმიდები, ფერმენტები – რესტრიქტაზები, დნმ-პოლიმერაზები და ლიგაზები) შესახებ. რესურსი 2. სურ. 1.74, დავალება ?2 აქტივობა 3. სურათზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი და დავალება ?2-ის კითხვებზე პასუხის გაცემა. რესურსი 3. სურ. 1.75 დავალება ?3, 4 აქტივობა 4. სურათზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი და დავალება ?3, 4-ის კითხვებზე პასუხის გაცემა, კერძოდ, საუბრობენ რესტრიქტაზების თავისებურებასა და მათ როლზე ბიოტექნოლოგიაში. რესურსი 4. რუბრიკა – „მეცნიერება პრაქტიკაში“, დავალება ?7, 8 აქტივობა 5. ტექსტის გააზრებული კითხვა: ეცნობიან რუბრიკაში – „მეცნიერება პრაქტიკაში“ მოცემულ ინფორმაციას და პასუხობენ დავალება ?7, 8-ის კითხვებს.
---	---	---	--

სამიზნე ცოდნის კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები	
• როგორ იყენებენ პლამმიდას რეკომბინანტული დნმ-ის მისაღებად? • როგორ იყენებენ რესტრიქტაზებს რესტრიქციული რუკებისა და დნმ-ის ანაბეჭდების დასამზადებლად? • რა კავშირია რესტრიქციის საიტებსა და დნმ-ის ანაბეჭდებს შორის? • რა პრაქტიკული გამოყენება აქვს დნმ-ის ანაბეჭდებს? • რა მსგავსება-განსხვავებაა რეპლიკაციისა და პოლიმერაზულ ჯატვურ რეაქციებს შორის? • რატომ გამოიყენა მეცნიერმა მაღისმა თავის ექსპერიმენტში მაღალი ტემპერატურა? • რატომ ჩაანაცვლა მაღისმა ნაწლავის ჰზირის დნმ-პოლიმერაზა ბუნებრივად მაღალ ტემპერატურაზე მცხოვრები ბაქტერიების დნმ-პოლიმერაზით? • მაღალ ტემპერატურაზე რატომ სცილდება დნმ-ის ჯატვები ერთმანეთს? • ბევრ ორგანიზმში მაღალ ტემპერატურაზე რატომ ხდება დნმ-პოლიმერაზა არააქტიური?	
ნაბიჯი 2	
• უჯრედის რომელ სტრუქტურებსა და მათ ფუნქციებთან დაკავშირებულ აღმოჩენებს იყენებენ ბიოტექნოლოგიაში? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 3) • მოლეკულური ბიოლოგიის რომელ კომპონენტებსა და მათ ფუნქციებთან დაკავშირებულ აღმოჩენებს იყენებენ ბიოტექნოლოგიაში? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 3)	
ბიომრავალფეროვნება	
• რა საფრთხე შეიძლება შეუქმნას ბიომრავალფეროვნებას ტრანსგენურმა ორგანიზმებმა? (ბიომრ. მ.წ. 4)	
ჯანმრთელობა და დაავადება	
• რა გავლენა შეიძლება მოახდინოს გმ საკვებმა პროდუქტებმა ადამიანის ჯანმრთელობაზე? (ჯანმრთ. და დაავ. მ.წ. 4)	
რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: გენური ინჟინერია. ტრანსგენური ორგანიზმები (§ 1.16), ქეისი: სურ. 1.78, რუბრიკაში – „გაიხსენე, იმსჯელე“ – მოცემული კითხვები.	
აქტივობა 1. სურათზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი რუბრიკაში – „გაიხსენე, იმსჯელე“ – მოცემული კითხვების მიხედვით, კერძოდ, მოსწავლეები გამოთქვამენ თავიანთ მოსაზრებას, თუ როგორ შეიძლება მანათობელი მედუმას გენის ჩართვა მანათობელი თავის გენომში.	
რესურსი 2. სურ. 1.80, ანიმაცია: რეკომბინანტული დნმ-ის მიღება – https://bit.ly/3wUo9xl	
აქტივობა 3. სურათსა და/ან ანიმაციაში მოცემული ინფორმაციის მიხედვით რეკომბინანტული პლამმიდას მიღების მექანიზმის აღწერა.	
რესურსი 4. რუბრიკაში – „პრაქტიკული დავალებები“ – რეკომბინანტული დნმ-ის მოლეკულის მოდელის შექმნის ინსტრუქცია	
აქტივობა 4. რუბრიკაში – „პრაქტიკული დავალებები“ – რეკომბინანტული დნმ-ის მოლეკულის მოდელის შექმნის ინსტრუქციის მიხედვით რეკომბინანტული დნმ-ის მოდელის შექმნა.	
რესურსი 5. სახელმძღვანელოს ტექსტი (გვ. 101-102)	
აქტივობა 5. მასწავლებლის ინტერაქტიული მინილექცია გენური ინჟინერიისა და ტრანსგენური/გენმოდიფიცირებული ორგანიზმების (გმო) მიღების შესახებ.	
რესურსი 6. ანიმაციური ფილმი: „გენური ინჟინერია“ – https://bit.ly/3JGwtZR , დავალება 96	

აქტივობა 6. ანიმაციურ ფილმში მოცემული ინფორმაციის ანალიზი დავალება 9ნ-ის კითხვების მიხედვით. რესურსი 7. დავალება 9? აქტივობა 7. პროცესის ეტაპების თანმიმდევრობის დადგენა: მოსწავლეები ადგენენ ტრანსგენური ბაქტერიის მიღების პროცესის ეტაპების თანმიმდევრობას. რესურსი 8. ცხრილი 1.3: გმო-სა და გმ საკვები პროდუქტების უპირატესობა და შესაძლო პრობლემები, დავალება 9მ აქტივობა 8. ცხრილში მოცემული ინფორმაციის ანალიზი და დისკუსია გმო-სა და მისი პროდუქტების დადებით მხარესა და რისკების შესახებ. სამიზნე ცოდნის კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები • გენური ინჟინერიის ტექნოლოგს რატომ ადარებენ ფილმის რედაქტორს, რომელიც ჭრის კინოფირს და აწებებს კინოფირის ფრაგმენტებს, რომ მიიღოს სასურველი შინაარსის ფილმი? • რა არის რეკომბინანტული დნმ? რომელი ფერმენტები მონაწილეობენ მის მიღებაში? • რატომ არის მნიშვნელოვანი დნმ-ის წებვადი ბოლოები რეკომბინანტული დნმ-ის მისაღებად? • მეცნიერები რატომ იყენებენ სხვადასხვა რესტრიქტაზას, როდესაც სურთ დნმ-დან სხვადასხვა გენის ამოჭრა? • მეცნიერები რატომ იყენებენ ერთსა და იმავე რესტრიქტაზას პლაზმიდას გასახსნიელად და დონორის დნმ-დან გენის ამოსაჭრელად? • რა არის გენური ინჟინერია? გენური ინჟინერიაში უჯრედის რა სტრუქტურებსა და მოლეკულური ბიოლოგიის რა კომპონენტებს იყენებენ? • რას ნიშნავს ტრანსგენური ორგანიზმები? • რა ტიპის ეკოლოგიური პრობლემები შეიძლება შექმნას გმო-მ? • ჯანმრთელობის რა ტიპის პრობლემები შეიძლება შეუქმნას ადამიანს გმ საკვებმა პროდუქტებმა?	
ნაბიჯი 3	
სასიცოცხლო თვისებები	(მკვ. წ. 1, 3)
• გამრავლების რომელი ფორმა იძლევა ბუნებრივი კლონირების მაგალითებს? (სასიც. თვ. მ.წ. 1) • რა მეთოდები შეიმუშავეს ხელოვნურად ორგანიზმების კლონების მისაღებად? (სასიც. თვ. მ.წ. 3)	
ბიომრავალფეროვნება	(მკვ. წ. 4)
• რა დადებითი მნიშვნელობა აქვს გენური სახეობების კლონირებას გადაშენების პირას მყოფი სახეობისთვის და რა საფრთხე შეიძლება შეუქმნას მან ბიომრავალფეროვნებას? (ბიომრ.მ.წ. 4)	
რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: კლონირება (§ 1.17), სურ. 1.83, რუბრიკაში – „გაიხსენე, იმსჯელე“ – მოცემული კითხვები. აქტივობა 1. მოსწავლეები იხსენებენ იდენტური ტყუპის ცნებას, მოჰყავთ ნაცნობი იდენტური ტყუპების მაგალითები (ასეთის არსებობის შემთხვევაში) და ახასიათებენ მათ.	

რესურსი 2. სახელმძღვანელოს ტექსტი (გვ. 105–106), დავალება 1–7 აქტივობა 2. ტექსტის გაზრებული კითხვა: მოსწავლეები ეცნობიან ტექსტის შინაარსს და ამზადებენ პასუხს 1–7 კითხვებზე. რესურსი 3. სურ. 1.86 აქტივობა 3. სურათზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი და ძუძუმწოვარა ცხოველების კლონირების მეთოდების აღწერა. რესურსი 4. ანიმაციური ფილმი „დოლის კლონირება“ (https://bit.ly/3DGHtcc), დავალება 98 აქტივობა 4. უყურებენ ანიმაციურ ფილმს და დავალება 8–ში არეულად მოცემულ დოლის კლონირების ეტაპებს ალაგებენ თანმიმდევრობით. რესურსი 5. დავალება 99 აქტივობა 5. მოსწავლეები მსჯელობენ გადაშენების პირას მყოფი სახეობების კლონირების დადებით და უარყოფით შედეგებზე ბიომრავალფეროვნებისთვის. რესურსი 6. დავალება 100 აქტივობა 6. მოსწავლეები მსჯელობენ შინაური ცხოველების კლონირების ეთიკურ პრობლემებზე.	
სამიზნე ცოდნის კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები • რა განსხვავებაა კლონსა და კლონირებას შორის? • ბუნება კლონირების რა მაგალითებს გვთავაზობს? • უსქესო გამრავლებით მიღებული შთამომავლობა რატომ ითვლება მშობლისა და ერთმანეთის კლონებად? • რატომაა ადვილი მცენარეების კლონირება ცხოველებთან შედარებით? • ძუძუმწოვრების კლონირება რატომაა რთული, ვიდრე თევზებისა და ამფიბიების? • როგორ ფიქრობ, კლონი ფენოტიპურად გამოვლენილი ნიშნებითაც იქნება დონორი ორგანიზმის იდენტური? რატომ ფიქრობ ასე? • როგორ ფიქრობ, კარგი იდეაა გადაშენებული სახეობების კლონის შექმნა? რატომ ფიქრობ ასე? • შენთვის რამდენად მისაღებია შინაური ცხოველების კლონირება?	
ნაბიჯი 4	
ჯანმრთელობა და დავალება (მკვ. 7. 4)	
• რა მეთოდებით ხდება გენეტიკური დარღვევებისა და დავადებების დიაგნოსტიკა? (ჯანმრთ. და დავაგ. მ.წ. 4) • რა არის სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის ძირითადი მიმართულებები და რა მნიშვნელობა აქვს მის განვითარებას ადამიანის ჯანმრთელობის სფეროში? (ჯანმრთ. და დავაგ. მ.წ. 4) • რა მეთოდებით ხდება გენეტიკური დარღვევებისა და დავადებების დიაგნოსტიკა? (ჯანმრთ. და დავაგ. მ.წ. 4) • გენურმა თერაპიამ რა დადებითი და უარყოფითი გავლენა შეიძლება იქონიოს ადამიანის ჯანმრთელობაზე (ჯანმრთ. და დავაგ. მ.წ. 4).	

რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: ადამიანის გენეტიკის კვლევის მეთოდები (§ 1.18), რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“ - მოცემული კითხვები. აქტივობა 1. მოსწავლეები იხსენებენ მენდელისა და მორგანის კვლევის მეთოდებს, მსჯელობენ, შეიძლება თუ არა იმავე მეთოდების გამოყენება ადამიანის გენეტიკის კვლევის მიზნით. რესურსი 2. ცხრილი 1.4: ადამიანის გენეტიკის კვლევის მეთოდები. აქტივობა 2. მოსწავლეები ასახელებენ ადამიანის გენეტიკის კვლევის თანამედროვე მეთოდებს და აღწერენ მათ. რესურსი 3. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: სამედიცინო ბიოტექნოლოგია (§ 1.19), კონტექსტ-მცავლით/ქუისი: სურ. 1.97, რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“ - მოცემული კითხვებზე. აქტივობა 3. რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“ - მოცემულ კითხვებზე პასუხის გაცემა. რესურსი 4. სახელმძღვანელოს ტექსტი (გვ. 119-121) აქტივობა 4. მოსწავლეების ინტერაქტიული მინილექცია სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის ძირითადი მიმართულებებისა და სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის მიღწევების შესახებ. რესურსი 5. სურ. 1.100 და 1.101 აქტივობა 5. მოსწავლეები აანალიზებენ სურათებზე მოცემულ ინფორმაციას და აღწერენ გენური თერაპიის მეთოდებს, მსჯელობენ გენური თერაპიის დადებით შედეგებსა და რისკებზე.	სამიზნე ცოდნის კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები - რა თანამედროვე მეთოდებით შეიძლება ადამიანში გენეტიკური დარღვევებისა და დაავადებების დიაგნოსტიკა? - რა არის სამედიცინო ბიოტექნოლოგია და რა როლს ასრულებს მის განვითარებაში გენეტიკა? - სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის რა მიღწევებს იყენებენ დაავადებების მკურნალობისთვის? - რა არის გენური თერაპია? - რა პრობლემები შეიძლება ახლდეს გენურ თერაპიას?
კომპლექსური დავალების შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მოსწავლეების მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობის საწარმოებლად	
აღწერე, როგორ მიმდინარეობს/წარიმართა დავალებამე მუშაობის პროცესი; - როგორ გეგმავ(დაგეგმე) კომპლექსურ დავალებამე მუშაობის პროცესი? რას ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას? - დაგეხმარა თუ არა პირველადი გეგმა მუშაობის პროცესში? - რა დეტალებზე აკეთებდი აქცენტს სამეცნიერო მოხსენების/სოცოლოგიური კვლევის ანგარიშში/საინფორმაციო ბუკლეტის მომზადებისას? - წარიმართა თუ არა კომპლექსურ დავალებამე მუშაობის პროცესი დაგეგმილის შესაბამისად?	

- გახდა თუ არა საჭირო თავდაპირველად შემუშავებულ გეგმებში ცვლილებების შეტანა?
- რატომ არის საჭირო დავალების პირველადი ვერსიის შექმნა?
- რით განსხვავდება შესრულებული დავალების პირველადი ვერსია საბოლოოსგან?
- რა ფაქტორებმა გამოიწვია/შეუძლია გამოიწვიოს პირველადი დავალების გადასინჯვა?
- რა პრობლემები შექმნი კომპლექსური დავალების სახით?

ახსენი, რატომ შექმნი სამეცნიერო მოხსენება/კვლევის ანგარიში/საინფორმაციო ბუკლეტი? რა საკითხის შესახებ გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით?

- რატომ განახორციელე კომპლექსური დავალება?
- რა გრძელვადიან და მოკლევადიან მიზნებს ისახავდი კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- ვისთვის და რატომ არის ეს პროდუქტი სასარგებლო და საინტერესო?
- რა იყოდი შესასწავლი საკითხის შესახებ? რა გაიგე ახალი? დამატებით რის გაგებას ისურვედი?
- რა დასკვნებამდე მიხვედი კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რითი დასტურდება შენ მიერ გაკეთებული დასკვნების მართებულობა/თანმიმდევრულობა? *(მაგ.: როგორ წარმოადგინე სამეცნიერო მოხსენების/კვლევის ანგარიშის/საინფორმაციო ბუკლეტის საშუალებით ბიოტექნოლოგიის თანამედროვე მიმართულებები და მიღწევები?);*
- რა ხერხები გამოიყენე სასწავლო მასალის უკეთ გასაზრებლად? / კომპლექსური დავალების უკეთ შესასრულებლად?

რა დაბრკოლებებს წააწყდი დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რა დაგეხმარათ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?

- ვის წინაშე იყავი ანგარიშვალდებული სამუშაო პროცესში (მასწავლებლის, თანაკლასელების, სამეცნიერო თემის)?
- რა საერთო მიზანი გქონდათ შენ და შენს მასწავლებელს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- გქონდა თუ არა საერთო მიზნები თანაკლასელებთან ერთად? იყო თუ არა საინტერესო და სასიამოვნო თქვენთვის კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი?
- რა გააკეთე დამოუკიდებლად კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- რა გამოგივიდა კარგად კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- ვინ და როგორ დაგეხმარა კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? ვისთან ითანამშრომლე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? (რა დახმარება გაუწიე თანაკლასელებს/მასწავლებელს; რა მხარდაჭერა მიიღე მათგან);
- წააწყდი თუ არა კონფლიქტურ სიტუაციებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? როგორ შეძელი კონფლიქტის დარეგულირება?
- წააწყდი თუ არა გაურკვევლობებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? როგორ გაერკვიე ბუნდოვანებით მოცულ საკითხებში?
- შეხვედი თუ არა განსხვავებულ მოსაზრებებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რამდენად შეძენად შეძელი თანამშრომლობა განსხვავებული შეხედულებების ადამიანებთან? რა დაგეხმარება, რომ უკეთ გაიგო თანაკლასელების, მასწავლებლის სათქმელი?
- გააანალიზე რა წესებს/კანონებს იცავდით და რატომ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? (მაგალითად, რამდენად მოახერხეთ ამრთა სხვადასხვაობის ვითარებაში ორიენტირებული ყოფილიყავით პრობლემაზე და არა კომუნიკაიაში ჩართულ ადამიანებზე? რით და როგორ გამოხატავდი ადამიანების მიმართ პატივისცემას კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში)?

- რით დაგეხმარა მასწავლებელთან, სხვა მოსწავლეებთან დიალოგი კომპლექსური დავალების შესრულებაში?
- რით შეიძლება დახმარება გაუწიოს თქვენმა შეკითხვებმა თანაკლასელებს სათქმელის უკეთ ჩამოყალიბებაში?
- რა ფაქტორები გაითვალისწინე/უნდა გაითვალისწინოთ საიმისოდ, რომ თქვენი კომპლექსური დავალების პრეზენტაცია მსმენელისთვის გასაგები და მისაღები ყოფილიყო (მაგ.: ფუნქციური სამეტყველო ქმედების (თხრობა, აღწერა, მსჯელობა) სწორად შერჩევა, სენსიტიური ნიუანსების წინ წამოწევა; პესტიკუალაციის, მიმოკის, არაგერბალური სიგნალების გამოყენება)
- გამოიყენე თუ არა ტექნოლოგიები კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რაში დაგეხმარათ ტექნოლოგიების გამოყენება?
- **რას გააკეთებდი სხვაგვარად ახლა რომ იწებდე დავალებაზე მუშაობას?**
- შენი ამრით, რით ჰგავს და რით განსხვავდება შენი დავალება შენი თანაკლასელების ნაშრომებისგან? როგორ წარმოაჩენ ამ განსხვავებებს შეკითხვების სახით?
- შეაფასე, რამდენად გამოგივიდათ ის, რაც მასწავლებლისგან გქონდათ დავალებული?

თემა 1-ის კომპლექსური დავალების ბარათები

კომპლექსური დავალება: „გენეტიკური ამოცანები ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის კანონზომიერებების სადემონსტრაციოდ“ (მოსწავლის წიგნი, გვ. 63):

სამიზნე ცნებები:

- სასიცოცხლო თვისებები

ქვეცნებები: მემკვიდრეობითობა - ერთგვაროვნების წესი, დათიშვის კანონი, გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონი, შეჭიდული მემკვიდრეობა, სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმი, სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეობა; გამრავლება - მეიოზი - ალელური გენების სხვადასხვა გამეტაში განაწილების საფუძველი; ცვალებადობა - ცვალებადობის გენეტიკური საფუძვლები.

- სტრუქტურა და ფუნქცია

ქვეცნებები: უჯრედის სტრუქტურა და ფუნქციები - გამეტების სტრუქტურა და ფუნქციები; უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის აგებულება და ფუნქციები - ქრომოსომის სტრუქტურა და ფუნქციები (გენი, ლოკუსი, ალელური და არალელური გენები), გენოტიპი (ჰომოზიგოტური, ჰეტეროზიგოტური), ქრომოსომული კომპლექტის/კარიოტიპის სტრუქტურა და ფუნქციები - აუტოსომები და სასქესო ქრომოსომები, ქრომოსომული რუკები (გენებს შორის მანძილი).

- ბიომრავალფეროვნება

ქვეცნებები: გენეტიკური მრავალფეროვნება - გენეტიკური და ბიომრავალფეროვნების საფუძველი - კროსინგოვერი, არაჰომოლოგიური ქრომოსომების თავისუფალი და შემთხვევითი განაწილება, გამეტების თავისუფალი და შემთხვევითი შერწყმა.

თემა: გენეტიკა

საკითხი: მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებები

ქვესაკითხები:

- ერთგვაროვნების წესი. დათიშვის კანონი;
- გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონი;
- ალელურ გენთა ურთიერთქმედება;
- გენთა შეჭიდულობის კანონი;
- სქესის გენეტიკა და სქესთან შეჭიდულობა.

კომპლექსური დავალების პირობა:

მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებების აღქმა ადვილდება შესაბამისი ამოცანების განხილვითა და ამოხსნით. **შეადგინე თითო ამოცანა** საკითხებზე: 1) დათიშვის კანონი; 2) ალელურ გენთა ურთიერთქმედება; 3) გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონი; 4) გენთა შეჭიდულობა; 5) სქესთან შეჭიდულობა. ამოხსენი შენ მიერ შედგენილი ამოცანები გენეტიკური სიმბოლოების გამოყენებითა და მსჯელობით ისე, რომ სხვებისთვისაც გასაგები იყოს. ამოცანები, თავისი ამონახსნით, დაიტანე პოსტერზე, რომელიც შეგიძლია წარმოადგინო ფლიპჩარტზე ან ელექტრონული ვერსიის სახით.

პოსტერის პრეზენტაციისას თვალსაჩინოდ წარმოაჩინე:

- რა არის მემკვიდრეობითობა და ცვალებადობა, როგორც სასიცოცხლო თვისებები?
- რაში მდგომარეობს მენდელის მიერ კვლევებით დადგენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერების - დათიშვის განაწილების კანონის - არსი?
- რაში მდგომარეობს მენდელის მიერ კვლევებით დადგენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერების - გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონის - არსი?
- რაში მდგომარეობს მორგანის მიერ კვლევებით დადგენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებების - გენთა შეჭიდულობის კანონისა და სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმის - არსი?
- რა კავშირია უჯრედთა მეიოზურ გამრავლებასა და მემკვიდრეობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს შორის?
- მემკვიდრეობითობა უჯრედის რა სტრუქტურებს უკავშირდება?
- რა მსგავსება-განსხვავებაა ერთი სახეობის სხვადასხვა სქესის ინდივიდის კარიოტიპს შორის?

- როგორ ხსნის კვლევების შედეგად დადგენილი გენეტიკური კანონზომიერებები მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის როლს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნასა და მის შენარჩუნებაში?

კომპლექსური დავალება: კოგნიტური მოდელების შექმნა კომბინაციური და მუტაციური (გენური, ქრომოსომული და გენომური) ცვალებადობის სადემონსტრაციოდ (მოსწავლის წიგნი, გვ. 93)

სამიზნე ცნებები:

- **სასიცოცხლო თვისებები**

ქვეცნებები: ცვალებადობა - მემკვიდრული ცვალებადობა (კომბინაციური ცვალებადობა, გენური, ქრომოსომული და გენომური მუტაციები); კომბინაციური ცვალებადობის წყაროები (კროსინგოვერი, ქრომოსომების რეკომბინაცია, გამეტების თავისუფალი შერწყმა)

- **სტრუქტურა და ფუნქცია**

ქვეცნებები: მემკვიდრულ ცვალებადობასთან დაკავშირებული უჯრედის სტრუქტურები - გენების რეკომბინაცია, გენისა და ქრომოსომის სტრუქტურის, ქრომოსომების რიცხვის ცვლილება.

- **ბიომრავალფეროვნება**

ქვეცნებები: გენეტიკური მრავალფეროვნება - კომბინაციური ცვალებადობისა და მუტაციების როლი გენეტიკური და ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნაში.

- **ჯანმრთელობა და დაავადება**

ქვეცნებები: გენეტიკური დარღვევები და დაავადებები (მონოსომია, ტრისომია), სიმპტომები, გამომწვევი მიზეზები.

თემა: გენეტიკა

საკითხი: ცვალებადობის ფორმები

ქვესაკითხები:

- მოდიფიკაციური ცვალებადობა;
- კომბინაციური ცვალებადობა;
- გენური მუტაციები;
- გენომური მუტაციები

კომპლექსური დავალების პირობა:

შექმენი კომბინაციური და მუტაციური ცვალებადობის (გენური, ქრომოსომული, გენომური) კოგნიტური მოდელები და მოამზადე პოსტერი. პოსტერი წარმოადგინე ფლიპჩარტზე ან ელექტრონული ფორმატით

შენი ნაშრომის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინე:

- ცვალებადობის რა ფორმებს არჩევენ?
- რა არის მოდიფიკაციური ცვალებადობის მიზეზი და რაში გამოიხატება გარემო პირობებთან მისი ადაპტური მნიშვნელობა?
- როგორ მონაწილეობს მეიოზის პროცესი კომბინაციური ცვალებადობის წარმოქმნაში?
- რა არის გენური მუტაცია და გენური მუტაციის რა ფორმებს არჩევენ?
- რა კავშირია მეიოზის პროცესის დარღვევასა და ქრომოსომულ და გენომურ მუტაციებს შორის?
- მემკვიდრული ცვალებადობის ფორმები როგორ უკავშირდება უჯრედის სტრუქტურულ ელემენტებს?
- რა არის მუტაგენები და რა როლს ასრულებენ ისინი მუტაციის წარმოქმნაში?
- რა მნიშვნელობა აქვს ცვალებადობას ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისთვის?
- მემკვიდრულმა ცვალებადობამ რა ტიპის გენეტიკური დარღვევები და დაავადებები შეიძლება გამოიწვიოს?
- რა მნიშვნელობა აქვს გარემოს დაცვით ღონისძიებებს გენეტიკური დარღვევების პრევენციისთვის?

კომპლექსური დავალება: სამეცნიერო მოხსენება ბიოტექნოლოგიის ძირითადი მიმართულებებისა და მიღწევების შესახებ (მოსწავლის წიგნი, გვ. 123-124)

სამიზნე ცნებები: სტრუქტურა და ფუნქცია ქვეცნებები: გენურ ინჟინერიაში მონაწილე ბიოლოგიური სისტემები: უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის აგებულება და ფუნქცია - პლაზმიდას სტრუქტურა და ფუნქციები; ნივთიერების სტრუქტურა და ფუნქციები - დნმ-ის სტრუქტურა და ფუნქციები, რეკომბინანტული დნმ-ის სტრუქტურა და ფუნქციები; ფერმენტების - რესტრიქტაზები, პოლიმერაზები და ლიგაზები - სტრუქტურა და ფუნქციები; ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქციები - ტრანსგენური ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქციები, გენეტიკურად იდენტური ორგანიზმების ასლები; უჯრედის სტრუქტურა და ფუნქცია - გენეტიკურად იდენტური უჯრედების ასლები; ნივთიერების სტრუქტურა და ფუნქცია - გენეტიკურად იდენტური დნმ-ისა და გენის ასლები. სასიცოცხლო თვისებები ქვეცნებები: გამრავლება - რეპლიკაცია, მიტოზი, უსქესო გამრავლება, კულტივირება, კლონირება; მემკვიდრეობითობა - ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობა ადამიანში. ბიომრავალფეროვნება ქვეცნებები: სახეობათა მრავალფეროვნება - კლონირების გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე; გენეტიკური მრავალფეროვნება - პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნება. ჯანმრთელობა და დაავადება ქვეცნებები: დაავადება, დაავადების გამომწვევი მიზეზები, დაავადების სიმპტომები, დიაგნოსტიკა - ადამიანის გენეტიკის კვლევის მეთოდები; გენეტიკური დაავადებები ადამიანში; გენეტიკური დაავადებების დიაგნოსტიკის მეთოდები; სამედიცინო ბიოტექნოლოგია; ადამიანის დაავადებათა მოდელირება (მოდელური ცხოველური ორგანიზმები, „ნოკაუტირებული“ ცხოველები), გენური თერაპია, ქსენოტრანსპლანტაცია, ნანობიოტექნოლოგია.
თემა: გენეტიკა საკითხი: თანამედროვე ტექნოლოგიები გენეტიკაში ქვესაკითხები: - გენური ინჟინერია. ტრანსგენური ორგანიზმები; - კლონირება; - ადამიანის გენეტიკის კვლევის თანამედროვე მეთოდები; - სამედიცინო ბიოტექნოლოგია.
კომპლექსური დავალების პირობა: დღეს მენდელს რომ წაეკითხა ნებისმიერი ქვეყნის გაზეთები და პოპულარული სამეცნიერო ჟურნალები, მოესმინა ტელეგადამცემები გენეტიკაში მიღწეული სიახლეების შესახებ, ის, ალბათ, ძალიან გაოცებული დარჩებოდა. ტერმინი გენი ერთ-ერთ ყველაზე გავრცელებულ სიტყვად გადაიქცა. თითქმის ყოველდღიურად მოწმენი ვართ ბიოტექნოლოგიაში მიღწეული ახალ-ახალი წარმატებისა. მოიძიე ქართულ და უცხოურ პრესაში და/ან ინტერნეტში განთავსებული სტატიები, რომელთა სათაურში არის სიტყვები: „ბიოტექნოლოგია“, „კლონირება“, „ტრანსგენური ორგანიზმები“, „ადამიანის გენომის პროექტი“ და/ან „გენური ინჟინერია“. მოამზადე სამეცნიერო მოხსენება, რომელშიც მოკლედ მიმოიხილავ ბიოტექნოლოგიის ძირითად მიმართულებებსა და თანამედროვე მიღწევებს. შენი ნაშრომის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინე: - უჯრედის რომელ სტრუქტურებსა და მათ ფუნქციებთან დაკავშირებულ აღმოჩენებს იყენებენ ბიოტექნოლოგიაში? - მოლეკულური ბიოლოგიის რომელ კომპონენტებსა და მათ ფუნქციებთან დაკავშირებულ აღმოჩენებს იყენებენ ბიოტექნოლოგიაში? - რა საფრთხე შეიძლება შეუქმნას ბიომრავალფეროვნებას ტრანსგენურმა ორგანიზმებმა? - რა საფრთხე შეიძლება შეუქმნას ბიომრავალფეროვნებას ველური სახეობების კლონირებამ? - რა გავლენა შეიძლება მოახდინოს გმ საკვებმა პროდუქტებმა ადამიანის ჯანმრთელობაზე? - რა არის სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის ძირითადი მიმართულებები და რა მნიშვნელობა აქვს მის განვითარებას ადამიანის ჯანმრთელობის სფეროში? - გენურმა თერაპიამ რა დადებითი და უარყოფითი გავლენა შეიძლება იქონიოს ადამიანის ჯანმრთელობაზე?

კომპლექსური დავალება: სოციოლოგიური კვლევის ანგარიში ბიოტექნოლოგიის თანამედროვე მიმართულებების შესახებ (მოსწავლის წიგნი, გვ. 123-124)

სამიზნე ცნებები: • სტრუქტურა და ფუნქცია ქვეცნებები: გენურ ინჟინერიაში მონაწილე ბიოლოგიური სისტემები: უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის აგებულება და ფუნქცია – პლაზმიდას სტრუქტურა და ფუნქციები; ნივთიერების სტრუქტურა და ფუნქციები – დნმ-ის სტრუქტურა და ფუნქციები, რეკომბინანტული დნმ-ის სტრუქტურა და ფუნქციები; ფერმენტების – რესტრიქტაზები, პოლიმერაზები და ლიგაზები – სტრუქტურა და ფუნქციები; ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქციები – ტრანსგენური ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქციები, გენეტიკურად იდენტური ორგანიზმების ასლები; უჯრედის სტრუქტურა და ფუნქცია – გენეტიკურად იდენტური უჯრედების ასლები; ნივთიერების სტრუქტურა და ფუნქცია – გენეტიკურად იდენტური დნმ-ისა და გენის ასლები. • სასიცოცხლო თვისებები ქვეცნებები: გამრავლება – რეპლიკაცია, მიტოზი, უსქესო გამრავლება, კულტივირება, კლონირება; მემკვიდრეობითობა – ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობა ადამიანში. • ბიომრავალფეროვნება ქვეცნებები: სახეობათა მრავალფეროვნება – კლონირების გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე; გენეტიკური მრავალფეროვნება – პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნება. • ჯანმრთელობა და დაავადება ქვეცნებები: დაავადება, დაავადების გამომწვევი მიზეზები, დაავადების სიმპტომები, დიაგნოსტიკა –ადამიანის გენეტიკის კვლევის მეთოდები; გენეტიკური დაავადებები ადამიანში; გენეტიკური დაავადებების დიაგნოსტიკის მეთოდები; სამედიცინო ბიოტექნოლოგია; ადამიანის დაავადებათა მოდელირება (მოდელური ცხოველური ორგანიზმები, „ნოკაუტირებული“ ცხოველები), გენური თერაპია, ქსენოტრანსპლანტაცია, ნანობიოტექნოლოგია.
თემა: გენეტიკა საკითხი: თანამედროვე ტექნოლოგიები გენეტიკაში ქვესაკითხები: • გენური ინჟინერია. ტრანსგენური ორგანიზმები; • კლონირება; • ადამიანის გენეტიკის კვლევის თანამედროვე მეთოდები; • სამედიცინო ბიოტექნოლოგია.
კომპლექსური დავალების პირობა: ბოლო წლებში დიდი აღმავლობით ვითარდება ტრანსგენური/გენმოდიფიცირებული ორგანიზმების (გმო) შექმნის ტექნოლოგია. გმო-ს ქმნიან როგორც მათგან გმ საკვები პროდუქტების მისაღებად, ასევე, ფართოდ იყენებენ მედიცინაში. საზოგადოების აზრი გმო და გმ საკვები პროდუქტების მიღების შესახებ განსხვავებულია. აწარმოე სოციოლოგიური კვლევა. შეადგინე გამოკითხვის კითხვარი, შეარჩიე საზოგადოებიდან რესპონდენტები, აწარმოე გამოკითხვა და შემდეგ გამოკითხულის შედეგების ანალიზი. კითხვარი ისე შეადგინე, რომ დაადგინო რესპონდენტების აზრი: რაში იყენებენ გმო-ს? მეცნიერებმა უნდა გააგრძელონ თუ არა გმო-ს შექმნა? იყენებენ ან მომავალში გამოიყენებენ თუ არა გმ საკვებ პროდუქტებს? რამდენად უსაფრთხოდ მიაჩნიათ გმ პროდუქტები? რამდენად საჭიროა, გმ ორგანიზმებიდან მიღებული საკვები პროდუქტის ეტიკეტზე მითითებული იყოს: „გმ საკვები პროდუქტი“? მოამზადე ჩატარებული კვლევის ანგარიში და წარუდგინე მასწავლებელს შენი ნაშრომის პრეზენტაციისას საზგასმით წარმოაჩინე: • უჯრედის რომელ სტრუქტურებსა და მათ ფუნქციებთან დაკავშირებულ აღმოჩენებს იყენებენ ბიო-ტექნოლოგიაში? • მოლეკულური ბიოლოგიის რომელ კომპონენტებსა და მათ ფუნქციებთან დაკავშირებულ აღმოჩენებს იყენებენ ბიოტექნოლოგიაში? • რა საფრთხე შეიძლება შეუქმნას ბიომრავალფეროვნებას ტრანსგენურმა ორგანიზმებმა? • რა საფრთხე შეიძლება შეუქმნას ბიომრავალფეროვნებას ველური სახეობების კლონირებამ? • რა გავლენა შეიძლება მოახდინოს გმ საკვებმა პროდუქტებმა ადამიანის ჯანმრთელობაზე?

- რა არის სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის ძირითადი მიმართულებები და რა მნიშვნელობა აქვს მის განვითარებას ადამიანის ჯანმრთელობის სფეროში?
- გენურმა თერაპიამ რა დადებითი და უარყოფითი გავლენა შეიძლება იქონიოს ადამიანის ჯანმრთელობაზე?

კომპლექსური დავალება: საინფორმაციო ბუკლეტი ბიოტექნოლოგიის თანამედროვე მიმართულებების წარმოსადგენად (მოსწავლის წიგნი, გვ. 123-124)

სამიზნე ცნებები:

- **სტრუქტურა და ფუნქცია**

ქვეცნებები: გენურ ინჟინერიაში მონაწილე ბიოლოგიური სისტემები: უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის აგებულება და ფუნქცია - პლაზმიდას სტრუქტურა და ფუნქციები; ნივთიერების სტრუქტურა და ფუნქციები - დნმ-ის სტრუქტურა და ფუნქციები, რეკომბინანტული დნმ-ის სტრუქტურა და ფუნქციები; ფერმენტების - რესტრიქტაზები, პოლიმერაზები და ლიგაზები - სტრუქტურა და ფუნქციები; ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქციები - ტრანსგენური ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქციები, გენეტიკურად იდენტური ორგანიზმების ასლები; უჯრედის სტრუქტურა და ფუნქცია - გენეტიკურად იდენტური უჯრედების ასლები; ნივთიერების სტრუქტურა და ფუნქცია - გენეტიკურად იდენტური დნმ-ისა და გენის ასლები.

- **სასიცოცხლო თვისებები**

ქვეცნებები: გამრავლება - რეპლიკაცია, მიტოზი, უსქესო გამრავლება, კულტივირება, კლონირება; მემკვიდრეობითობა - ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობა ადამიანში.

- **ბიომრავალფეროვნება**

ქვეცნებები: სახეობათა მრავალფეროვნება - კლონირების გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე; გენეტიკური მრავალფეროვნება - პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნება.

- **ჯანმრთელობა და დაავადება**

ქვეცნებები: დაავადება, დაავადების გამომწვევი მიზეზები, დაავადების სიმპტომები, დიაგნოსტიკა - ადამიანის გენეტიკის კვლევის მეთოდები; გენეტიკური დაავადებები ადამიანში; გენეტიკური დაავადებების დიაგნოსტიკის მეთოდები; სამედიცინო ბიოტექნოლოგია; ადამიანის დაავადებათა მოდელირება (მოდელური ცხოველური ორგანიზმები, „ნოკაუტირებული“ ცხოველები), გენური თერაპია, ქსენოტრანსპლანტაცია, ნანობიოტექნოლოგია.

თემა: გენეტიკა

საკითხი: თანამედროვე ტექნოლოგიები გენეტიკაში

ქვესაკითხები:

- გენური ინჟინერია. ტრანსგენური ორგანიზმები;
- კლონირება;
- ადამიანის გენეტიკის კვლევის თანამედროვე მეთოდები;
- სამედიცინო ბიოტექნოლოგია.

კომპლექსური დავალების პირობა:

მას შემდეგ, რაც ბიოტექნოლოგია ისე განვითარდა, რომ შესაძლებელია მემკვიდრეობით მატერიალურ მასალაზე — დნმ-ზე — სხვადასხვა მანიპულაციის წარმოება, მაგალითად, დნმ-ის ანაბეჭდებისა და რეკომბინანტული დნმ-ის დამზადება, გენეტიკური ტესტირება, საზოგადოებაში არაერთგვაროვანი დამოკიდებულება გაჩნდა ამ სფეროს შემდეგი განვითარების მიმართ. დავუშვათ, შენ მუშაობ ბიოტექნოლოგიის ლაბორატორიაში, რომელიც სპეციალიზებულია დნმ-ზე სხვადასხვა მანიპულაციის ჩატარებაზე. შექმენი **საინფორმაციო ბუკლეტი** და მასში პოპულარული სამეცნიერო ენით აღწერე დნმ-ის ანაბეჭდებისა და რეკომბინანტული დნმ-ის გამოყენების სფეროები. ახსენი, რატომაა გენეტიკური ტესტირება სახლო და ზოგჯერ აუცილებელიც კი.

შენი ნაშრომის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინე:

- უჯრედის რომელ სტრუქტურებსა და მათ ფუნქციებთან დაკავშირებულ აღმოჩენებს იყენებენ ბიოტექნოლოგიაში?
- მოლეკულური ბიოლოგიის რომელ კომპონენტებსა და მათ ფუნქციებთან დაკავშირებულ აღმოჩენებს იყენებენ ბიოტექნოლოგიაში?

- რა საფრთხე შეიძლება შეუქმნას ბიომრავალფეროვნებას ტრანსგენურმა ორგანიზმებმა?
- რა საფრთხე შეიძლება შეუქმნას ბიომრავალფეროვნებას ველური სახეობების კლონირებამ?
- რა გავლენა შეიძლება მოახდინოს გმ საკვებმა პროდუქტებმა ადამიანის ჯანმრთელობაზე?
- რა არის სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის ძირითადი მიმართულებები და რა მნიშვნელობა აქვს მის განვითარებას ადამიანის ჯანმრთელობის სფეროში?
- გენურმა თერაპიამ რა დადებითი და უარყოფითი გავლენა შეიძლება იქონიოს ადამიანის ჯანმრთელობაზე?

თემა 2-ის შუალედური მიზნები

თემა 2- ევოლუცია		სავარაუდო საათების რაოდენობა 15 (+5)
შუალედური მიზანი	საკითხი და ქვესაკითხები	კომპლექსური დავალების იდეა
1.	საკითხი: ევოლუციური და გენეტიკური ფაქტორების როლი სახეობათა მრავალფეროვნებაში ქვესაკითხები: • სახეობის სტრუქტურა; • დარვინის ევოლუციური მოძღვრება; • მიკროევოლუცია და მისი მამოძრავებელი ფაქტორები; • არსებობისათვის ბრძოლა; • ბუნებრივი გადარჩევა.	სახეობათა მრავალფეროვნების წარმოქმნაში ევოლუციური და გენეტიკური ფაქტორების მნიშვნელობის შესახებ მეცნიერული კვლევის შედეგების წარმოდგენა კვლევის ანგარიშის საშუალებით.
2.	საკითხი: სახეობათწარმოქმნის პროცესის ეტაპები ქვესაკითხები: • შეგუებულობა • სახეობათწარმოქმნა	შეგუებულობისა და სახეობათწარმოქმნის პროცესის ეტაპობრივი მიმდინარეობის წარმოდგენა კოგნიტური სქემის საშუალებით.

სამიზნე ცოდნის სტრუქტურა, რომელიც მოსწავლეებ უნდა შეიძინოს თემის - ევოლუცია - ფარგლებში

თემა 2 - ევოლუცია					სათემის საგარეუდო რაოდენობა - 15 (+5)	
სამიზნე ცოდნა / ცოდნის სტრუქტურა, რომელიც მოსწავლეებ თემის ფარგლებში უნდა შეიძინოს						
სამიზნე ცნება	ქვეცნება	ქვესაკითხები	ტრანსფერის არეალ/ განზოგადება	თემისთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები (განზოგადებები თემის ფარგლებში)		
სტრუქტურა და ფუნქცია (ბიოლ. საშ. 1)	ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურა და ფუნქცია - პოპულაცია - სახეობის არსებობის ფორმა	სახეობის სტრუქტურა	ენდოსიმბიოტური ჰიპოთეზა, შედარებითი ანატომია და ემბრიოლოგია, პალეონტოლოგია	• სახეობის არსებობის ფორმა პოპულაციაა; • ერთი სახეობის პოპულაციები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან: დაკავებული ტერიტორიით, ინდივიდების რიცხოვნობითა და ნიშან-თვისებების გენეტიკური მრავალფეროვნებით/გენოფონდით; • პოპულაცია არის ევოლუციის ერთეული; • პოპულაციის მრავალფეროვნება ზრდის მისი შეგუების შესაძლებლობას ცვლად საარსებო პირობებთან, ხელს უწყობს ახალი პოპულაციებისა და სახეობების წარმოქმნას; • გენთა ნაკადი და გენთა დრეიფი ცვლის პოპულაციის გენოფონდს; • პოპულაციებს შორის გენთა ნაკადის შეწყვეტა ახალი სახეობის წარმოქმნის წინაპირობაა; • ენდოსიმბიოტურ ჰიპოთეზას იყენებენ, როგორც ევოლუციური პროცესის ერთ-ერთ დამამტკიცებელ საბუთს;		
	ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურა და ფუნქცია - პოპულაციის სტრუქტურა, გენოფონდი	პოპულაცია - ევოლუციის ერთეული	ასახავს ევოლუციის პროცესის მიმართულულებასა და მის კანონზომიერებებს, ევოლუციური პროცესის შედეგებს.			
	მოლეკულური ბიოლოგიის არგუმენტები - უჯრედების ქიმიური შედგენილობა და მეტაბოლიზმი;	ევოლუციის დამამტკიცებელი საბუთები				
	ციტოლოგიური არგუმენტი - სხვადასხვა სისტემატიკური ჯგუფის ორგანიზმის უჯრედების მსგავსება, ენდოსიმბიოტური ჰიპოთეზა; შედარებითი ემბრიოლოგია - სხვადასხვა ორგანიზმის ჩანასახების მსგავსება; შედარებითი ანატომია - სხვადასხვა ორგანიზმის ორგანოების შედარება - ჰომოლოგიური და ანალოგიური ორგანოები, რუდიმენტული ორგანოები, ატავიზმი, გარდამავალი ფორმები; პა-ლეონტოლოგიური არგუმენტები -					

სასიცოცხლო თვისება (ბიოლ. საშ. 2.3)	ნამარხი ფორმები, ფილოგენეზური რიგები	ბუნებრივი გადარჩევის წინაპრობები	ორგანიზმთა მაღალი რეპროდუქციული უნარი, მუტაციები და არსებობისათვის ბრძოლა არის ბუნებრივი გადარჩევის წინაპრობები	• ჰომოლოგიური ორგანოები, ცოცხალი და ნამარხი გარდამავალი ფორმები ამტკიცებს სხვადასხვა სისტემატიკურ ჯგუფს შორის ნათესაურ კავშირს. • ევოლუციის მასალას ქმნის მემკვიდრული ცვალებადობა; • ევოლუციის მთავარი მამოძრავებელი ფაქტორია ბუნებრივი გადარჩევა; • არსებობისათვის ბრძოლის მიზეზია ორგანიზმებში მაღალი რეპროდუქციის უნარი, რომელიც შეუსაბამობას ქმნის ინდივიდების რიცხვსა და საარსებო პირობებს შორის; • არსებობისათვის ბრძოლა ბუნებრივი გადარჩევის წინაპრობაა.
	გამრავლება - გამრავლების ინტენსივობა; ცვალებადობა - მემკვიდრული ცვალებადობა; უკეთ შეგუბულთა გადარჩენა - არსებობისათვის ბრძოლა	ადაპტაცია - მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური და ქიმიური ადაპტაციები	მიკროევოლუციის შედეგი - შეგუბულობა	
ბიომრავალფეროვნება (ბიოლ. საშ. 4)	სისტემატიკა - ორგანიზმთა დაჯგუფება; სისტემატიკის/კლასიფიკაციის ერთეულები - სახეობა, გვარი, ოჯახი, რიგი, კლასი, ტიპი, სამეფო, დომენი	ორგანული სამყაროს სისტემატიკა	ევოლუციის აქვს მკვეთრად გამოხატული კანონზომიერებები: ბუნებრივი გადარჩევის მიმართულებითი ხასიათი, დივერგენცია, კონვერგენცია, გადაშენება.	• სისტემატიკის უმცირესი ერთეული სახეობაა; • სახეობის დამსახსილებელ ნიშან-თვისებებს სახეობის კრიტერიუმები ეწოდება; • ევოლუცია თანდათანობით მიმდინარე ხანგრძლივი პროცესია; • ბუნებრივი გადარჩევა ამჟღავნებს საარსებო პირობებთან სახეობის შეგუბულობას; • შეგუბულობა, ანუ ადაპტაცია არის ორგანიზმების მორფოლოგიურ, ფიზიოლოგიურ, ქიმიურ თვისებურებათა ერთობლიობა, რომელიც ხელს უწყობს კონკრეტულ საარსებო გარემოში სახეობის არსებობას; • სექსობრივი გადარჩევის პროცესში წარმატებული ორგანიზმების გენები ბუნებრივი გადარჩევის გზით ძლიერდება - მრავლდება პოპულაციაში;
	სახეობათა მრავალფეროვნება - ევოლუციური თეორიები სახეობათა მრავალფეროვნების შესახებ	მეცნიერული თეორიები დედამიწაზე ორგანიზმთა მრავალფეროვნების მიზეზების შესახებ		
	პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნება - მემკვიდრული ცვალებადობა, გენთა ნაკადი, გენთა დრეიფი, იზოლაცია; სახეობათა მრავალფეროვნება - ბუნებრივი გადარჩევა (მამოძრავებელი, მასტაბილიზმები, დიზრუბტული), სექსობრივი გადარჩევა	მიკროევოლუციის ფაქტორები		

	სახეობათა მრავალფეროვნება – სახეობათა წარმოქმნის გზები – ალლობატორიული, სიმბატორიული	მიკროევოლუციის შედეგი – სახეობათა წარმოქმნა		• შევსებულია ყალიბდება არსებობისათვის ბრძოლის საფუძველზე მიმდინარე ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით; • სახეობათა წარმოქმნა იწყება პოპულაციების ერთმანეთისგან იზოლაციით და მთავრდება რეპროდუქციული იზოლაციით; • შევსებულია და სახეობათა წარმოქმნა არის მიკროევოლუციის შედეგები.
	სახეობათა მრავალფეროვნება – ევოლუციის ძირითადი კანონზომიერებები (კონვერგენცია, დივერგენცია), ევოლუციის ძირითადი მიმართულებები (აროგენეზი, ალოგენეზი, კატაგენეზი)	ევოლუციის კანონზომიერებები და დამატებითი სახეობები		• ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების ახალ-ახალი სახეობების წარმოქმნა საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას.
ჯანმრთელობა და დაავადება (ბიოლ. საშ. 5)	დაავადების გამოწვევი ბაქტერიების ევოლუცია – ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიები	ევოლუციაზე ტექნოლოგიისა და მედიცინის განვითარების გავლენა	ადამიანის საქმიანობა გავლენას ახდენს ევოლუციის მიმდინარეობაზე, ანტიბიოტიკების გადაჭარბებულად გამოყენებამ გამოიწვია ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების ბევრი სახეობის წარმოქმნა	

კონტექსტ-მაგალითი/ქეისი (მოსწავლის წიგნი, გვ. 137)

ეს უცნაური ძუძუმწოვარა ცხოველი ვარსკვლავცხვირაა, რომელიც ჩრდილოეთ ამერიკაში ცხოვრობს. მას აქვს ვარდისფერი გრძელი დინგი, რომელიც ბოლოვდება ვარსკვლავის ფორმის კანის 24 გამონაზარდით. დინგის ასეთი აგებულების გამო მას შეუძლია ერთდროულად სხვადასხვა მიმართულებით გარემოსთან შეხებით მიიღოს ინფორმაცია. ვარსკვლავცხვირას სუსტი მხედველობა, მაგრამ ძალიან კარგად განვითარებული სმენა და ყნოსვა აქვს. სხეული ხშირი და გრძელი ბეწვითაა დაფარული. მისი საკვებია წყლისა და ხმელეთის მცირე ზომის უხერხემლო ცხოველები. კარგად ცურავს, ხმელეთზე კი გვირაბებს თხრის.

დააკვირდი ვარსკვლავცხვირას სურათს, ტექსტში გაეცანი მის შესახებ მოწოდებულ მცირე ინფორმაციას და უპასუხე კითხვებს:

- როგორ ფიქრობ, როგორია მისი საცხოვრებელი გარემო? შეძლებისდაგვარად აღწერე იგი.
- რა შეგუბულობიდან აქვს ასეთ გარემოში ცხოვრებასთან?
- რა ეხმარება საკვების მოპოებაში?
- რატომ არსებობენ ისეთი უცნაური ცხოველები, როგორც ვარსკვლავცხვირაა?
- როგორ ფიქრობ, რა როლი შეიძლება შეესრულებინა ევოლუციას ამ ცხოველის გარეგნობისა და ქცევების ჩამოყალიბებაში?



შუალედური მიზნის სტრუქტურა

ძირითადი საკითხი	პროდუქტი	განსახილველი შემთხვევა/ მაგალითი	საკანძო შეკითხვა	სახელმძღვანელო/დამხმარე რესურსები
ევოლუციური და გენეტიკური ფაქტორების როლი სახეობათა მრავალფეროვნებაში	„აკლევის ანგარიში“	ევოლუციურ და გენეტიკურ ფაქტორებს შორის კავშირი	როგორ შევძლოთ კვლევის ანგარიშსა და მისი პრეგნეტაციისას ავსახო ევოლუციური და გენეტიკური ფაქტორების მნიშვნელობა სახეობათა მრავალფეროვნების წარმოქმნაში?	სახელმძღვანელო – § 2.1 – ორგანული სამყაროს კლასიფიკაცია; § 2.2 – პირველი ეოლუციური იდეები; § 2.3 – მიკროეოვლუცია და მისი მამოძრავებელი ფაქტორები; § 2.4 – არსებობისათვის ბრძოლა; § 2.5 – ბუნებრივი გადაჩრევა.
სამიმნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები	სამიმნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები	შეფასების კრიტერიუმები	შეფასების კრიტერიუმები	კომპლექსურ დავალებასთან მიმართებით დაკონკრეტებული
მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს რომ:	მოსწავლეს შეუძლია	მოსწავლეს შეუძლია	მოსწავლეს შეუძლია	ნაშრომში/ნაშრომის პრეგნეტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:
სტრუქტურა და ფუნქცია - (შედეგები: 1) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:	სტრუქტურა და ფუნქცია - (შედეგები: 1) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:	სტრუქტურა და ფუნქცია - (შედეგები: 1) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:	სტრუქტურა და ფუნქცია - (შედეგები: 1) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:	კომპლექსურ დავალებასთან მიმართებით დაკონკრეტებული
1. ბიოლოგიური სისტემა ორგანიზაციის ყოველ დონეზე შედგება სხვადასხვა სტრუქტურისგან და თითოეული სტრუქტურა შეესაბამება მის ფუნქციას; სხვადასხვა ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავება; ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურები ერთმანეთთან დაკავშირებულია, რაც განაპირობებს სისტემის მთლიანობას.	1. ბიოლოგიური სისტემა ორგანიზაციის ყოველ დონეზე შედგება სხვადასხვა სტრუქტურისგან და თითოეული სტრუქტურა შეესაბამება მის ფუნქციას; სხვადასხვა ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავება; ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურები ერთმანეთთან დაკავშირებულია, რაც განაპირობებს სისტემის მთლიანობას.	1. ბიოლოგიური სისტემა ორგანიზაციის ყოველ დონეზე შედგება სხვადასხვა სტრუქტურისგან და თითოეული სტრუქტურა შეესაბამება მის ფუნქციას; სხვადასხვა ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავება; ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურები ერთმანეთთან დაკავშირებულია, რაც განაპირობებს სისტემის მთლიანობას.	1. ბიოლოგიური სისტემა ორგანიზაციის ყოველ დონეზე შედგება სხვადასხვა სტრუქტურისგან და თითოეული სტრუქტურა შეესაბამება მის ფუნქციას; სხვადასხვა ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავება; ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურები ერთმანეთთან დაკავშირებულია, რაც განაპირობებს სისტემის მთლიანობას.	კომპლექსურ დავალებასთან მიმართებით დაკონკრეტებული
2. ბიოლოგიური სისტემები ადაპტირებულია გარემოსთან; მისმა ცვლილებამ შეიძლება გავლენა იქონიოს ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებზე.	2. ბიოლოგიური სისტემები ადაპტირებულია გარემოსთან; მისმა ცვლილებამ შეიძლება გავლენა იქონიოს ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებზე.	2. ბიოლოგიური სისტემები ადაპტირებულია გარემოსთან; მისმა ცვლილებამ შეიძლება გავლენა იქონიოს ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებზე.	2. ბიოლოგიური სისტემები ადაპტირებულია გარემოსთან; მისმა ცვლილებამ შეიძლება გავლენა იქონიოს ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებზე.	კომპლექსურ დავალებასთან მიმართებით დაკონკრეტებული
3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხელს უწყობს ბიოლოგიური სისტემების სტრუქტურებსა და ფუნქციებთან დაკავშირებული კანონზომიერებების აღმოჩენა/გააზრებას.	3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხელს უწყობს ბიოლოგიური სისტემების სტრუქტურებსა და ფუნქციებთან დაკავშირებული კანონზომიერებების აღმოჩენა/გააზრებას.	3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხელს უწყობს ბიოლოგიური სისტემების სტრუქტურებსა და ფუნქციებთან დაკავშირებული კანონზომიერებების აღმოჩენა/გააზრებას.	3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხელს უწყობს ბიოლოგიური სისტემების სტრუქტურებსა და ფუნქციებზე.	კომპლექსურ დავალებასთან მიმართებით დაკონკრეტებული

სასიცოცხლო თვისება – (შედეგები: 2,3) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ: - ყველა ორგანიზმისთვის დამახასიათებელია სასიცოცხლო თვისებების ერთობლიობა; სასიცოცხლო თვისებები ურთიერთდაკავშირებულია და თითოეულიც ცვლილებამ/დარღვევამ, შეიძლება გამოიწვიოს სხვა თვისების ცვლილება/დარღვევა. - სასიცოცხლო თვისებები ადაპტირებულია გარემო პირობებთან; სხვადასხვა ორგანიზმის სასიცოცხლო თვისებებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავებაც. - ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხსნის/ასახულებს ცოცხალ სისტემებში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლისა და ენერგიის გარდაქმნის პროცესებს და ასახულებს ორგანული სამყაროს მთლიანობას; ხსნის და ასახულებს მეცნიერებებისა და ცვალებადობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს; ხსნის მეცნიერული ცვალებადობის მნიშვნელობას ევოლუციისთვის.	- ასხნა იმისა, თუ დარგინმა მეცნიერული კვლევებისა და დაკვირვების საფუძველზე რატომ მიიჩნია ორგანიზმთა რეპროდუქციის მაღალი დონე და არსებობისათვის ბრძოლა ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობად (მ.წ. 3); - ასხნა იმისა, თუ დარგინმა მეცნიერული კვლევებისა და დაკვირვების საფუძველზე რატომ მიიჩნია მეცნიერული მასალა ბუნებრივი გადარჩევის საფუძველად (მ.წ. 3).	- დარგინმა მეცნიერული კვლევებისა და დაკვირვების საფუძველზე რატომ მიიჩნია ორგანიზმთა რეპროდუქციის მაღალი დონე და არსებობისათვის ბრძოლა ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობად? (მ.წ. 3) - დარგინმა მეცნიერული კვლევებისა და დაკვირვების საფუძველზე რატომ მიიჩნია მეცნიერული მასალა ბუნებრივი გადარჩევის საფუძველად? (მ.წ. 3)
ბიომრავალფეროვნება – (შედეგი: 4) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ - ორგანიზმები დაკავშირებულია მსგავსი ნიშნ-თვისებების მიხედვით და ქმნიან სისტემატიკურ ჯგუფებს; - შეგუებულობები გარემო პირობებთან ხელს უწყობს ორგანიზმის გადარჩენას/სახეობის მდგრადობას; - სახეობათა მრავალფეროვნება წარმოიქმნება მეცნიერებების, ცვალებადობისა და ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად; - მეცნიერული კვლევები ხსნის და/ან ასახულებს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისა და მისი შენარჩუნების მნიშვნელობას.	- მსჯელობა ორგანიზმთა სისტემატიკას მნიშვნელობის შესახებ (მ.წ. 1); - მსჯელობა მიკროევილუციის მამოძრავებელი ფაქტორების შესახებ (მ.წ. 3); - მსჯელობა სახეობათა მრავალფეროვნებაში ბუნებრივი გადარჩევის როლის შესახებ (მ.წ. 3); - ექსპედიციის მონაცემების საფუძველზე გენეტიკური და ევოლუციური ფაქტორების ერთმანეთთან დაკავშირება (მ.წ. 4); - ექსპედიციის მონაცემების ანალიზის საფუძველზე ბუნებაში სქესობრივი გადარჩევის მიმდინარეობის შეფასება (მ.წ. 4).	- რა მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმთა სისტემატიკას მეცნიერებისთვის? (მ.წ. 1) - რა არის მიკროევილუციის მამოძრავებელი ფაქტორები? (მ.წ. 3) - რა მნიშვნელობა აქვს ბუნებრივ გადარჩევას სახეობათა მრავალფეროვნების წარმოქმნაში? (მ.წ. 3) - ექსპედიციის მონაცემების ანალიზის საფუძველზე როგორ დააკავშირებ ერთმანეთთან გენეტიკური და ევოლუციური ფაქტორების როლს ევოლუციის პროცესში? (მ.წ. 4) - ჩატარებული ექსპედიციის შედეგები რამდენად ასახულებს ბუნებაში სქესობრივი გადარჩევის მიმდინარეობას? (მ.წ. 4)

კომპლექსური დავალების პირობა (მოსწავლის წიგნი, გვ. 167):

წარმოიდგინე, რომ შენ ხარ სამეცნიერო ჯგუფის წევრი. თქვენი მიზანია კვლევის შედეგად ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების დასაბუთება. რომ გაგერკვიათ მდებარი გუბები უპირატესობას ანიჭებდნენ თუ არა მამრებს კუდის ფარფლის ზომის მიხედვით, თქვენ ჩაატარეთ სამი ექსპერიმენტი გუბებზე. ყოველ ექსპერიმენტში მდებარე გუბებს აძლევი კუდის ფარფლის სიგრძის მიხედვით ორი ტიპის მამრებს შორის არჩევანის საშუალებას: I. გრძელი კუდის ფარფლიანები და მოკლე კუდის ფარფლიანები, II. გრძელი კუდის ფარფლიანები და საშუალო ზომის კუდის ფარფლიანები, III. საშუალო ზომის კუდის ფარფლიანები და მოკლე კუდის ფარფლიანები.

თითოეული ექსპერიმენტისთვის თქვენ გამოთვალეთ მდებარის არჩევანის პროცენტები და ასეთი შედეგი მიიღეთ: I. 80%/20%, II. 65%/35%, III. 60%/40%.

ზემოთ აღწერილი ექსპერიმენტის შედეგების მიხედვით მოამზადე **კვლევის ანგარიში**, რომელშიც უნდა წარმოადგინო ექსპერიმენტის კვლევის მონაცემების საფუძველზე შექმნილი სვეტოვანი დიაგრამა და კვლევის შედეგების ანალიზი: 1) დაასახელე დამოუკიდებელი და დამოკიდებული ცვლადები; 2) თეზისებს შორის არსებობისათვის ბრძოლის რომელი ფორმა მიმდინარეობს? 3) ცვლადობის რომელი ფორმა განაპირობებს კუდის ფარფლის სიგრძის ცვლილებას? ევოლუციის პროცესისათვის რა მნიშვნელობა აქვს ცვლადობას ამ ფორმას? 4) რა ნიშნ-თვისების მატარებელი ინდივიდები მოიპოვებენ უპირატესობას? შენი პასუხი დაასაბუთე ექსპერიმენტის შედეგად მოპოვებული მონაცემების საფუძველზე. 5) გამოიტანე დასკვნა: რა კავშირია მამრების კუდის ფარფლის სიგრძესა და მდებარეების მიერ გაკეთებულ არჩევანს შორის? რატომ არის მდებარეების არჩევანის პროცენტების თანაფარდობა უფრო დიდი I ექსპერიმენტში II ექსპერიმენტთან შედარებით?

კვლევის ანგარიშის პრეზენტაციისას საზგასმით წარმოაჩინე:

- როგორია სახეობის სტრუქტურა? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 1);
- რატომ არის ევოლუციის ელემენტარული ერთეული პოპულაცია და არა ინდივიდი? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 2)
- დარგინმა მეცნიერული კვლევებისა და დაკვირვების საფუძველზე რატომ მიიჩნია ორგანიზმთა რეპროდუქციის მაღალი დონე და არსებობისათვის ბრძოლა ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობად? (სახიფ. თვ. მ.წ. 3)
- დარგინმა მეცნიერული კვლევებისა და დაკვირვების საფუძველზე რატომ მიიჩნია მემკვიდრული მასალა ბუნებრივი გადარჩევის საფუძველად? (სახიფ. თვ. მ.წ. 3)
- რა არის მიკროევოლუციის მამოძრავებელი ფაქტორები? (ბიომრ. მ.წ. 3)
- რა მნიშვნელობა აქვს ბუნებრივ გადარჩევის სახეობათა მრავალფეროვნების წარმოქმნაში? (ბიომრ. მ.წ. 3)
- ექსპერიმენტის მონაცემების ანალიზის საფუძველზე როგორ დააკავშირებ ერთმანეთთან გენეტიკური და ევოლუციური ფაქტორების როლს ევოლუციის პროცესში? (ბიომრ. მ.წ. 4)
- ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგები რამდენად ასაბუთებს ბუნებაში სექსობრივი გადარჩევის მიმდინარეობას? (ბიომრ. მ.წ. 4)

კომპლექსური დაგავლების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)	
ეტაპი I – კომპლექსური დაგავლების პირობის გაცნობა	
რესურსი/აქტივობა/დამხმარე კითხვები:	
რესურსები/განსახილველი ქეისები:	
რესურსი 1. კონტექსტ-მაგალითი/ქეისი (მოსწავლის წიგნი, გვ. 137)	
აქტივობა 1. ქეისში მოცემულ პრობლემურ კითხვებზე მსჯელობა.	
რესურსი 2. კომპლექსური დაგავლება – სახელმძღვანელო, გვ. 167	
აქტივობა 2. მოსწავლეებისთვის კომპლექსური დაგავლების პირობის გაცნობა.	
რესურსი 3. კვლევის გეგმისა და ანგარიშის ნიმუშები – https://bit.ly/3hC7KYC	
აქტივობა 3. კვლევის ანგარიშისა და კვლევის გეგმის განხილვა-შედარება	
კომპლექსური დაგავლების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:	
- რა შემთხვევებითი პრობლემების საშუალებით უნდა დაადასტურო, რა ისწავლე ამ საკითხთან დაკავშირებით? - რა არის კვლევა? - რისთვის არის მნიშვნელოვანი კვლევის ჩატარება? - დაგიწერია კვლევის ანგარიში? - რა განსხვავებაა კვლევის გეგმასა და ანგარიშს შორის? - რა უნდა აისახოს კვლევის ანგარიშში? - რატომ წერენ მეცნიერები კვლევის ანგარიშს? - რა ნაბიჯები უნდა გადადგა კვლევის ანგარიშის შესაქმნელად? - როგორ უნდა გამოკვეთო ანგარიშის ძირითადი ნაწილები?	
ეტაპი II – კომპლექსურ დაგავლებაზე მუშაობა	
ნაბიჯი 1	
სტრუქტურა და ფუნქცია	(მკვ. წ. 1)
როგორია სახეობის სტრუქტურა? (სტრ. და ფუნქც. მ.წ. 1);	(მკვ. წ. 3)
სასიცოცხლო თვისებები	
დარეგნვა მეცნიერული კვლევებისა და დაკვირვების საფუძველზე რატომ მიიღწია ორგანიზმთა რეპროდუქციის მაღალი დონე და არსებობსათვის ბრძოლა ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობად? (სახიც. თგ. მ.წ. 3)	

• დარგინმა მეცნიერული კვლევებისა და დაკვირვების საფუძველზე რატომ მიიჩნია მემკვიდრული მასალა ბუნებრივი გადარჩევის საფუძველად? (სახიფთაში, გვ. 3)	რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: ორგანული სამყაროს კლასიფიკაცია, § 2.1, რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“- მოცემული კითხვები. აქტივობა 1. რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“ - მოცემულ კითხვებზე პასუხი. რესურსი 2. სახელმძღვანელოს ტექსტი (გვ. 139-140), დავალება ? 4-6. აქტივობა 2. ტექსტის გააზრებული კითხვა: მოსწავლეები ეცნობიან ტექსტის შინაარსს და ამზადებენ პასუხებს ? 4, 5.6 კითხვებზე. რესურსი 3. სურ. 2.5, დავალება ? 7 აქტივობა 3. სურათზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი დავალება ?7-ის კითხვების მიხედვით. რესურსი 4. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: პირველი ევოლუციური იდეები, § 2.2, რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“- მოცემული ქეისი. აქტივობა 4. მოსწავლეები მსჯელობენ ქეისში მოცემული ლამარკის იდეის - ორგანიზმებში წარმოიქმნება მხოლოდ მემკვიდრული და სასარგებლო ცვლილებები - მართებულიობის შესახებ. რესურსი 5. სურ. 2.10, დავალება ? 4 აქტივობა 5. მსჯელობა: მოსწავლეები მსჯელობენ, თუ რატომ შეისწავლა დარვინმა ჯიშების გამოყვანის მექანიზმი და როგორ გამოიყენა ეს თავისი ევოლუციური თეორიის ჩამოსაყალიბებლად. რესურსი 6. სურ. 2.11, დავალება ?5, 6, 7 აქტივობა 6. სურათზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი და კითხვებზე პასუხის მომზადება: მოსწავლეები სურათის მიხედვით აღწერენ პოპულაციის ცვლილების მექანიზმს, ხსნიან, თუ რატომ მოქმედებს ბუნებრივი გადარჩევა მემკვიდრული ცვალებადობის საფუძველზე. რესურსი 7. დავალება ?8 აქტივობა 7: იდეების შედარება: მოსწავლეები ერთმანეთს ადარებენ ლამარკისა და დარვინის ევოლუციურ თეორიებს. რესურსი 8. დავალება ?9 აქტივობა 8. პროცესების შედარება: მოსწავლეები ადარებენ ხელოვნურ და ბუნებრივ გადარჩევას.
კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები: • რა არის ორგანული სამყაროს სისტემატიკის ერთეული? • რა კრიტერიუმებით ხასიათდება სახეობა? • რატომ არ არის საკმარისი სახეობის განსაზღვრისთვის მხოლოდ ერთი კრიტერიუმი? • რა არის სახეობის არსებობის ფორმა? • რა ნიშნებით შეიძლება პოპულაციის დახასიათება? • რა განაპირობებს პოპულაციის მთლიანობას? • რა განაპირობებს სახეობის მთლიანობას? • რატომ შეისწავლა დარვინმა ჯიშების გამოყვანის მექანიზმი და როგორ გამოიყენა ეს თავისი ევოლუციური თეორიის ჩამოსაყალიბებლად? • რატომ მოქმედებს ბუნებრივი გადარჩევა მემკვიდრული ცვალებადობის საფუძველზე? • როგორ მივიდა დარვინი ბუნებაში არსებობისათვის ბრძოლის პროცესის მიმდინარეობის შესახებ?	

- რა განსხვავებაა ლამარკისა და დარვინის ევოლუციურ თეორიებს შორის? - რა მსგავსება-განსხვავებაა ხელოვნურ და ბუნებრივ გადარჩევის შორის?	
ნაბიჯი 2	
ბიომრავალფეროვნება	(მ.წ.3)
რა არის მიკროეოლოგიის მამოძრავებელი ფაქტორები? (ბიომრ. მ.წ. 3)	
სტრუქტურა და ფუნქცია	(მ.წ.2)
რატომ არის ევოლუციის ელემენტარული ერთეული პოპულაცია და არა ინდივიდი? (სტრ. და ფუნქ. მ.წ. 2) რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: მიკროეოლოგია და მისი მამოძრავებელი ფაქტორები, § 2.3, რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“ - მოცემული კითხვები. აქტივობა 1. რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“ - მოცემულ კითხვებზე პასუხი. აქტივობა 2. მასწავლებლის მინილექცია პოპულაციაზე, როგორც ევოლუციის ერთეულზე. რესურსი 2. სურ. 2.13, დავალება ?2-5 აქტივობა 3. სურათზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი, ? 2-5 კითხვებზე პასუხის გაცემა. რესურსი 3. სახელმძღვანელოს ტექსტი, სურ. 2.14-2.18 აქტივობა 4. მასწავლებლის ინტერაქტიული მინილექცია მიკროეოლოგიის მამოძრავებელი ფაქტორების შესახებ. რესურსი 4. რუბრიკაში - „პრაქტიკული დავალებები“ - მოცემული მოდელების შექმნის შესახებ ინსტრუქცია აქტივობა 5. პრაქტიკული სამუშაო: მოსწავლეები რუბრიკაში - „პრაქტიკული დავალებები“ - მოცემული ინსტრუქციის მიხედვით ემნიან გენთა დრეიფის მოდელებს. რესურსი 5. დავალება ?10 აქტივობა 6. მათემატიკური გამოთვლა: მოსწავლეები აწარმოებენ მათემატიკურ გამოთვლას და განსაზღვრავენ, თუ ალელის სიხშირე რა გავლენას ახდენს მცირერიცხოვან პოპულაციაზე. რესურსი 6. დავალება ?11. აქტივობა 7. მათემატიკური გამოთვლა: მოსწავლეები სურათზე მოცემული ინფორმაციის მიხედვით გამოთვლიან ალელების სიხშირეს და აკეთებენ პროგნოზს მომავალში ამ პოპულაციის გენოფონდის ცვლილების შესახებ.	
კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები: - რატომ თვლიან პოპულაციას და არა ინდივიდს ევოლუციის ელემენტარულ ერთეულად? - რა განსხვავებაა გენოფონდსა და ალელების სიხშირეს შორის? - რა არის მიკროეოლოგია? - რა არის მიკროეოლოგიის მამოძრავებელი ფაქტორები? - გენეტიკური ცვალებადობა რატომ ზრდის პოპულაციაში ზოგიერთი ინდივიდის გადარჩენის ალბათობას?	

• აღწერე გენეტიკური ცვლადობის ორი ძირითადი წყარო. • გენთა ნაკადი რა გავლენას ახდენს მემკობელ პოპულაციაზე? • რა როლს ასრულებს გენთა დრეიფი ევოლუციაში?									
ნაბიჯი 3									
სასიცოცხლო თვისებები	(მკვ. წ. 3)								
• დარგინმა მეცნიერული კვლევებისა და დაკვირვების საფუძველზე რატომ მიიჩნია ორგანიზმთა რეპროდუქციის მაღალი დონე და არსებობისათვის ბრძოლა ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობად? (სასიც. თვ. მწ. 3)									
ბიომრავალფეროვნება	(მწ. 3-4)								
• რა მნიშვნელობა აქვს ბუნებრივ გადარჩევის სახეობათა მრავალფეროვნების წარმოქმნაში? (ბიომრ. მწ. 3) • ექსპედიციის მონაცემების ანალიზის საფუძველზე როგორ დააკვირებ ერთმანეთთან გენეტიკური და ეკოლოგიური ფაქტორების როლს ევოლუციის პროცესში? (ბიომრ. მწ. 4) • ჩატარებული ექსპედიციის შედეგები რამდენად ასაბუთებს ბუნებაში სქესობრივი გადარჩევის მიმდინარეობას? (ბიომრ. მწ. 4) რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: არსებობისათვის ბრძოლა § 2.4, ქეისი: სურ. 2.20, რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“- მოცემული კითხვები. აქტივობა 1. სურათზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“- მოცემული კითხვების მიხედვით. რესურსი 2. სახელმძღვანელოს ტექსტი (გვ. 158-159), სურათები 2.21-2.26). აქტივობა 2. ტექსტის გააზრებული კითხვა და არსებობისათვის ბრძოლის ფორმების შესახებ ინფორმაციის ორგანიზება სქემაში:									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>არსებობისათვის ბრძოლის ფორმა</th><th>მაგალითი/მაგალითები</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	არსებობისათვის ბრძოლის ფორმა	მაგალითი/მაგალითები							
არსებობისათვის ბრძოლის ფორმა	მაგალითი/მაგალითები								
რესურსი 3. დავალება 96									
აქტივობა 3. შესაბამისობის დადგენა არსებობისათვის ბრძოლის მაგალითებსა და არსებობისათვის ბრძოლის ფორმებს შორის.									
რესურსი 3. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: ბუნებრივი გადარჩევა, § 2.5, სურ. ქეისი: 2.27, რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“- მოცემული კითხვები.									
აქტივობა 3. სურათზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“- მოცემული კითხვების მიხედვით.									
რესურსი 4. სურ. 2.28, დავალება 91									
აქტივობა 4. შესაბამისობის დადგენა ბუნებრივი გადარჩევის მაგალითებსა და ბუნებრივი გადარჩევის ფორმებს შორის.									
რესურსი 5. რუბრიკაში - „პრაქტიკული დავალებები“- მოცემული კვლევის მონაცემების ანალიზის ინსტრუქცია									
აქტივობა 5. კვლევის მონაცემების ანალიზი: მოსწავლეები აანალიზებენ კვლევის მონაცემებს, რომელიც ეხება ბუნებაში სქესობრივი გადარჩევის მოქმედებას.									
კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:									
• არსებობისათვის ბრძოლის რა ფორმებს არჩევენ?									

- არსებობსათვის ბრძოლის რომელი ფორმა მიმდინარეობს უფრო მსაფრად და რატომ?
- რატომ ითვლება არსებობისათვის ბრძოლა ბუნებრივი გადარჩევის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან წინაპირობად?
- რამეა დამოკიდებული ორგანიზმების რეპროდუქციული წარმატება?
- ბუნებრივი გადარჩევის რა ფორმებს არჩევენ?
- რა პირობებში მოქმედებს ბუნებრივი გადარჩევის თითოეული ფორმა და რა მნიშვნელობა აქვს ევოლუციის პროცესში?
- რატომ მოქმედებს ბუნებრივი გადარჩევა უშუალოდ ფენოტიპზე და არა გენოტიპზე?
- რა შედეგით მთავრდება ბუნებრივი გადარჩევა პოპულაციაში?
- შეიძლება ორგანიზმის სიკვდილის ყველა შემთხვევა ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად ჩაითვალოს?
- რა არის სქესობრივი გადარჩევა და რა როლს ასრულებს იგი ევოლუციაში?
- დაასახელე უპირატესობა და ნაკლი, რომელიც, შენი შეხედულებით, ცხოველებში „თავის მოწონების“ მექანიზმებს/საშუალებებს აქვს.

კომპლექსური დაგალობის შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობის საწარმოებლად

აღწერე, როგორ მიმდინარეობს წარმართა დავალებზე მუშაობის პროცესი;

- როგორ გეგმავენ/დაგეგმე კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესი? რას ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას?
- დაგეხმარა თუ არა პირველადი გეგმა მუშაობის პროცესში?
- რა დეტალებზე აკეთებდი აქცენტს კვლევის ანგარიშის მოსამზადებლად?
- წარმართა თუ არა კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესი დაგეგმილის შესაბამისად?
- გახდა თუ არა საჭირო თავდაპირველად შემუშავებულ გეგმებში ცვლილებების შეტანა?
- რატომ არის საჭირო დავალების პირველადი ვერსიის შექმნა?
- რით განსხვავდება შესრულებული დავალების პირველადი ვერსია საბოლოოსგან?
- რა ფაქტორებმა გამოიწვია/შეუძლია გამოიწვიოს პირველადი დასკვნების გადასინჯვა?
- რა პროდუქტი შექმენი კომპლექსური დავალების სახით?

ახსენი, რატომ შექმენი კვლევის ანგარიში? რა საკითხის შესახებ გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით?

- რატომ განახორციელე კომპლექსური დავალება?
- რა გრძელვადიან და მოკლევადიან მიზნებს ისახავდი კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში?
- ვისთვის და რატომ არის ეს პროდუქტი სასარგებლო და საინტერესო?
- რა იცოდი შესასწავლი საკითხის შესახებ? რა გაიგე ახალი? დამატებით რის გაგებას ისურვებდი?
- რა დასკვნებამდე მიხვედი კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? რითი დასტურდება შენ მიერ გაკეთებული დასკვნების მართებულობა/თანმიმდევრულობა? (მაგ.: როგორ დაადასტურე კვლევის ანგარიშის საშუალებით ბუნებაში სქესობრივი გადარჩევის მოქმედება?);
- რა ხერხები გამოიყენე სასწავლო მასალის უკეთ გასაამრებლად? / კომპლექსური დავალების უკეთ შესასრულებლად?

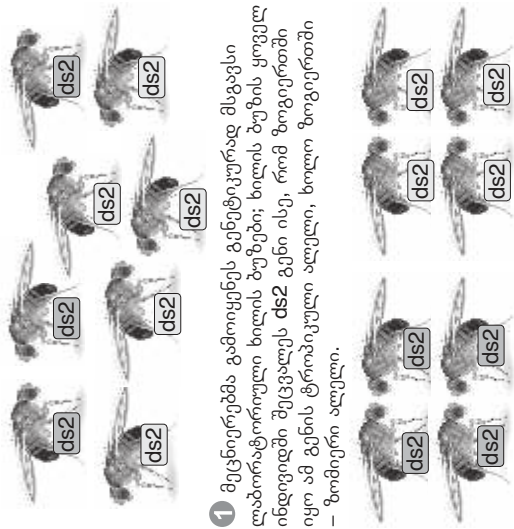
რა დაბრკოლებებს წააწყდი დაგალებებზე მუშაობის პროცესში? რა დაგეხმარათ კომპლექსურ დაგალებებზე მუშაობის პროცესში?

- ვის წინაშე იყავი ანგარიშვალდებული სამუშაო პროცესში (მასწავლებლის, თანაკლასელების, სამემობლო თემის)?
- რა საერთო მიზანი გქონდათ შენ და შენს მასწავლებელს კომპლექსურ დაგალებებზე მუშაობის პროცესში?
- გქონდა თუ არა საერთო მიზნები თანაკლასელებთან ერთად? იყო თუ არა საინტერესო და სასიამოვნო თქვენთვის კომპლექსურ დაგალებებზე მუშაობის პროცესი?
- რა გააკეთე დამოუკიდებლად კომპლექსურ დაგალებებზე მუშაობის პროცესში?
- რა გამოგივიდა კარგად კომპლექსურ დაგალებებზე მუშაობის პროცესში?
- ვინ და როგორ დაგეხმარა კომპლექსურ დაგალებებზე მუშაობის პროცესში? ვისთან ითანამშრომლე კომპლექსურ დაგალებებზე მუშაობის პროცესში? (რა დახმარება გაუწიე თანაკლასელებს/მასწავლებელს; რა მხარდაჭერა მიიღე მათგან);
- წააწყდი თუ არა კონფლიქტურ სიტუაციებს კომპლექსურ დაგალებებზე მუშაობის პროცესში? როგორ შეძელი კონფლიქტის დარეგულირება?
- წააწყდი თუ არა გაურკვევლობებს კომპლექსურ დაგალებებზე მუშაობის პროცესში? როგორ გაერკვიე ბუნდოვანებით მოცულ საკითხებში?
- შეხვდი თუ არა განსხვავებულ მოსაზრებებს კომპლექსურ დაგალებებზე მუშაობის პროცესში? რამდენად შეძელი თანამშრომლობა განსხვავებული შეხედულებების ადამიანებთან? რა დაგეხმარება, რომ უკეთ გაიგო თანაკლასელების, მასწავლებლის სათქმელი?
- გაანალიზე რა წესებს/კანონებს იცავდით და რატომ კომპლექსურ დაგალებებზე მუშაობის პროცესში? *(მსგავსად, რამდენად მოახერხეთ ამრთა სხვადასხვაობის ვითარებაში ორიენტირებული ყოფილყვით პრობლემებზე და არა კოიუნქციით ჩართული ადამიანებზე? რით და როგორ გამოხატავდი ადამიანების მიმართ პატივისცემას კომპლექსურ დაგალებებზე მუშაობის პროცესში)?*
- რით დაგეხმარა მასწავლებელთან, სხვა მოსწავლეებთან დიალოგი კომპლექსური დაგალების შესრულებაში?
- რით შეიძლება დახმარება გაუწიოს თქვენმა შეკითხვებმა თანაკლასელებს სათქმელის უკეთ ჩამოყალიბებაში?
- რა ფაქტორები გათვალისწინებდა გათვალისწინოთ საიმისოდ, რომ თქვენი კომპლექსური დაგალების პრეზენტაცია მსმენელისთვის გასაგები და მისაღები ყოფილიყო (მგ.: ფუნქციური სამტყვილო ქმედების (თხრობა, აღწერა, მსჯელობა) სწორად შეჩვენა, სენსიტიური ნოუანსების წინ წამოწევა; ჟესტიკულაციის, მიმიკის, არაგერბალური სიგნალების გამოყენება)
- გამოიყენე თუ არა ტექნოლოგიები კომპლექსურ დაგალებებზე მუშაობის პროცესში? რაში დაგეხმარა ტექნოლოგიების გამოყენება?
- რას გააკეთებდი სხვაგვარად ახლა რომ იწყებდი დაგალებებზე მუშაობას?
- შენი ამრთ, რით ჭგავს და რით განსხვავდება შენი დაგალება შენი თანაკლასელების ნაშრომებისგან? როგორ წარმოგიჩენ ამ განსხვავებებს შეკითხვების სახით?
- შეაფასე, რამდენად გამოგივიდათ ის, რაც მასწავლებლისგან გქონდათ დაგალებული?



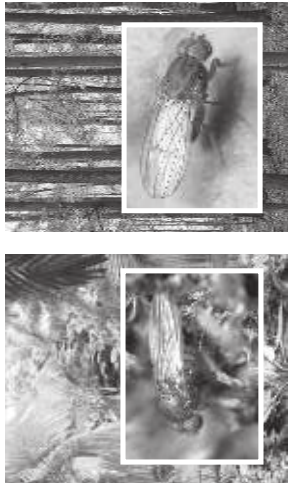
კვლევის მონაცემების ანალიზი

მეცნიერებმა შეისწავლეს ხილის ბუშის **ds2** გენი. ეს გენი განაპირობებს ბუშების შეგუებას გარემოს ტემპერატურასთან. ხილის ბუშებს, რომლებიც ბინადრობენ ტროპიკულ რეგიონებში, აქვთ ამ გენის ე.წ. ტროპიკული ალელი. იგი ხელს უწყობს მათ არსებობას მაღალ ტემპერატურაზე. ხილის ბუშებს, რომლებიც ბინადრობენ უფრო გრილ რეგიონებში, აქვთ ამ გენის ე.წ. ზომიერი ალელი. იგი ხელს უწყობს მათ არსებობას დაბალ ტემპერატურაზე. აღმოჩნდა, რომ **ds2** გენი, ასევე, აკონტროლებს ფერომონების წარმოქმნას. ფერომონი არის სუნიანი ქიმიური ნივთიერება, რომელიც ხილის ბუშებში იზიდავს სექსუალურ პარტნიორს (ექსპერიმენტი აღწერილია სურათზე).



1 მეცნიერებმა გამოიყენეს გენეტიკურად მსგავსი ლაბორატორიული ხილის ბუშები; ხილის ბუშის ყოველ ინდივიდში შეცვალეს **ds2** გენი ისე, რომ ზოგიერთში იყო ამ გენის ტროპიკული ალელი, ხოლო ზოგიერთში – ზომიერი ალელი.

2 მამრები, რომლებმაც მიიღეს ტროპიკული ალელი, იზიდავდნენ და უწყვილდებოდნენ მხოლოდ იმ მდედრებს, რომელთაც ასევე მიიღეს ტროპიკული ალელი; მამრები, რომლებმაც მიიღეს ზომიერი ალელი, იზიდავდნენ და უწყვილდებოდნენ, ასევე, მხოლოდ ამ ალელის მატარებელ მდედრებს.



ხილის ბუშს აქვს **ds2** გენის ზომიერი ალელი

ხილის ბუშს აქვს **ds2** გენის ტროპიკული ალელი

ეს ექსპერიმენტი უჩვენებს, თუ როგორ შეიძლება წარმოიქმნას ასალი სახეობა ხილის ბუშის ბუნებრივ პოპულაციებში. ხილის ბუშები, რომლებიც სამხრეთიდან, სადაც უფრო მაღალი ტემპერატურაა, გავრცელდნენ ჩრდილოეთში, სადაც უფრო დაბალი ტემპერატურაა. **ds2** გენში შეიძლება მოხდა მუტაცია, რომელმაც

გამოიწვია ზომიერი ალელის წარმოქმნა. ამ ალელმა განაპირობა ხილის ბუშების დაბალ ტემპერატურასთან შეგუება. რადგანაც ds2 გენი ასევე გავლენას ახდენს ფერომენების წარმოქმნაზე, მათში გამრავლებასთან დაკავშირებული ქცევებიც შეიცვალა. ზომიერი ალელის მატარებელი ბუშები და ტროპიკული ალელის მატარებელი ბუშები სულ უფრო იშვიათად გვხვართბოდნენ ერთმანეთს. საბოლოოდ ეს პოპულაციები რეპროდუქციულად იზოლირებულნი გახდნენ. გაცნაი ექსპერიმენტის შინაარსს და უპასუხე კითხვებს: • რა არის ექსპერიმენტის მიზანი? • გენი, რომელსაც იკვლევდნენ მეცნიერები, რამდენ ნიშან-თვისებას აკონტროლებს? რა ეწოდება გენის ასეთ მოქმედებას? • ds2 გენის შეტაცია მუტაციების რომელი სახეობის მაგალითია? ახსენი შენი პასუხი. • ds2 გენი გარემოს რომელ ფაქტორთან შეგუებას განაპირობებს? • ფერომენები გადარჩევის რომელი ფორმის მოქმედებას უკავშირდება? • რა არის ახალი სახეობის წარმოქმნის პროცესის საწყისი ეტაპი? • რა არის ახალი სახეობის წარმოქმნის პროცესის ბოლო ეტაპი? • ახსენი ახალი სახეობის წარმოქმნის პროცესში მიკროეკოლოგიის ფაქტორების როლი.

შუალედური მიზნის სტრუქტურა

ძირითადი საკითხი	პროდუქტი	განსახილველი შემთხვევა/ მაგალითი	საკვანძო შეკითხვა	სახელმძღვანელო/დამხმარე რესურსები
სახეობათწარმოქმნის პროცესის ეტაპები	„კოგნიტური სქემა“	რეზისტენტული ბაქტერიების სახეობების წარმოქმნა	როგორ შევძლო კოგნიტური სქემის საშუალებით ავსახო სახეობათწარმოქმნის ეტაპები?	სახელმძღვანელო - § 2.5 - ბუნებრივი გადარჩევა (მიკროორგანიზმების ევოლუცია); § 2.6 - შეგუებულობა; § 2.7 - სახეობათწარმოქმნა.
სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს რომ:	სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს რომ:	შეფასების კრიტერიუმები მოსწავლეს შეუძლია		კომპლექსურ დავალებასთან მიმართებით დაკონკრეტებული ნაშრომში/ნაშრომის პრეზენტაციისას საზგასმით წარმოაჩინეთ:
ბიომრავალფეროვნება (შედეგი: 4) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ	ბიომრავალფეროვნება (შედეგი: 4) მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ	• შეგუებულობის ტიპის აღწერა და მისი მნიშვნელობის ახსნა სახეობის მდგრადობის შენარჩუნებაში (მ.წ. 2); • კონკრეტულ მაგალითზე ბუნებრივი გადარჩევის ფორმის ამოცნობა და მისი დახასიათება (მ.წ.3);	• შეგუებულობის რა ფორმა ჩამოუყალიბდა ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტულ ბაქტერიებს და რა მნიშვნელობა აქვს მას სახეობის მდგრადობის შენარჩუნებაში? (მ.წ. 2) • ბუნებრივი გადარჩევის რომელი ფორმის მოქმედების შედეგია ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების სახეობების წარმოქმნა და რით განსხვავდება ბუნებრივი გადარჩევის სხვა ფორმებისგან? (მ.წ.3);	
1. ორგანიზმები დაჯგუფებულია მსგავსი ნიშან-თვისებების მიხედვით და ქმნიან სისტემატიკურ ჯგუფებს;				
2. შეგუებულობები გარემო პირობებთან ხელს უწყობს ორგანიზმის გადარჩენას/სახეობის მდგრადობას;				

3. სახეობათა მრავალფეროვნება წარმოიქმნება მეტეოკლიმატური ფაქტორების, ცვალებადობისა და ბუნებრივი გადაარჩენის შედეგად; 4. მეტეოკლიმატური კვლევები ხსნის და/ან ასახელებს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისა და მისი შენარჩუნების მნიშვნელობას.	• კონკრეტულ მაგალითზე სახეობათა წარმოქმნის ფორმის ამოცნობა (მ.წ. 2); • სახეობათა წარმოქმნის ეტაპების თანმიმდევრულად აღწერა (მ.წ. 3).	• ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების სახეობების წარმოქმნა სახეობათა წარმოქმნის რომელი ფორმის მაგალითია? (მ.წ. 2); • სახეობათა წარმოქმნის რა ეტაპებს გაივლის ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების სახეობის წარმოქმნის პროცესი? (მ.წ. 3).
ჯანმრთელობა და დაავადება (შედეგი: 5) 1. ჯანმრთელობა არის ადამიანის მდგომარეობა, რომლის დროსაც შენარჩუნებულია ჰომეოსტაზი და შრომისუნარიანობა, მათი დარღვევა კი განაპირობებს ავადობას; 2. სხვადასხვა დაავადებას აქვს განსხვავებული გამომწვევი მიზეზები, სიმპტომები და პრევენციის მეთოდი; 3. გარემოს დაცვითი ღონისძიებები და ჯანსაღი ცხოვრების წესის დაცვა მნიშვნელოვნად ადამიანის იმუნიტეტის გაძლიერებისა და ავადობის პრევენციისათვის; 4. ტექნოლოგიები და მეცნიერული მიღწევები ხელს უწყობს დაავადებათა პრევენციას, ჯანმრთელობის შენარჩუნებასა და სიცოცხლის გახანგრძლივებას.	• თანამედროვე ტექნოლოგიების, კერძოდ, ფარმაკოლოგიისა და ინჟინერიის დაავადებების სამკურნალოდ ანტიბიოტიკების ფართოდ გამოყენება რა გავლენას ახდენს მიკროორგანიზმების ევოლუციაზე? (მ.წ. 4); • ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიები რა საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას? (მ.წ. 4). • ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიები რა საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას? (მ.წ. 4).	• თანამედროვე ტექნოლოგიები, კერძოდ, ფარმაკოლოგია და ინჟინერიის დაავადებების სამკურნალოდ ანტიბიოტიკების ფართოდ გამოყენება რა გავლენას ახდენს მიკროორგანიზმების ევოლუციაზე? (მ.წ. 4); • ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიები რა საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას? (მ.წ. 4).
კომპლექსური დავალების პირობა (მოსწავლის წიგნი, გვ. 180): ბუნებაში ზოგიერთი ახალი სახეობის წარმოქმნა ადამიანის საქმიანობასთან არის დაკავშირებული. მაგალითად, მრავალი თაობის განმავლობაში მწერების ზოგიერთი სახეობა უფრო და უფრო მდგრადი/რეზისტენტული გახდა პესტიციდებისადმი. ასეთივე მაგალითია ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების სახეობების წარმოქმნა. ასეთი ბაქტერიები უფრო გავრცელებულია საავადმყოფოებში და დიდ საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას. შხამქიმიკატებისადმი რეზისტენტული მწერების სახეობების პარალელურად, ადამიანი მავნე მწერების საწინააღმდეგოდ ქმნის ახალ-ახალ შხამქიმიკატებს, რომლებმაც შეიძლება ადამიანის ჯანმრთელობასა და ბიომრავალფეროვნებაზე იმოქმედოს. ასევე, ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების გამრავლების გამო, ფარმაკოლოგიები ბაქტერიული ინფექციების სამკურნალოდ ქმნიან ახალ-ახალ პრეპარატებს. შექმენი კონკრეტული სქემა, რომლის საშუალებით წარმოადგენ ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიის წარმოქმნის პროცესის ეტაპებს, ასევე, ახსნი მიზეზშედეგობრივ კავშირს ბაქტერიების პოპულაციის გენეტიკურ მრავალფეროვნებას, არსებობისათვის ბრძოლას, ბუნებრივი გადაარჩენის მოქმედების მიმართულებასა და გარემო ფაქტორთან შეგუების წარმოქმნას შორის.		

კოგნიტური სქემის პრეგნენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინე:

- შეგუებულობის რა ფორმა ჩამოუყალიბდა ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტულ ბაქტერიებს და რა მნიშვნელობა აქვს მას სახეობის მდგრადობის შენარჩუნებაში? **(ბიომრ. მ.წ. 2)**
- ბუნებრივი გადარჩევის რომელი ფორმის მოქმედების შედეგია ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების სახეობების წარმოქმნა და რით განსხვავდება ბუნებრივი გადარჩევის სხვა ფორმებისგან? **(ბიომრ. მ.წ.3);**
- ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების სახეობების წარმოქმნა სახეობათწარმოქმნის რომელი ფორმის მაგალითია? **(ბიომრ. მ.წ.2);**
- სახეობათწარმოქმნის რა ეტაპებს გაივლის ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების სახეობის წარმოქმნის პროცესი? **(ბიომრ. მ.წ. 3).**
- თანამედროვე ტექნოლოგიები, კერძოდ, ფარმაკოლოგია და ინჟექციური დაავადებების სამკურნალოდ ანტიბიოტიკების ფართოდ გამოყენება რა გავლენას ახდენს მიკროორგანიზმების ევოლუციაზე? **(ჯანმრ. და დაავ. მ.წ. 4);**
- ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიები რა საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას? **(ჯანმრ. და დაავ. მ.წ. 4).**

კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)

ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

რესურსი/აქტივობა/დამხმარე კითხვები:

რესურსები/განსახილველი ქეისები:

რესურსი 1. ქეისი (მისწავლის წიგნი, გვ.175)

აქტივობა1. კვლევის მონაცემების ანალიზი და ანალიზის საფუძველზე დასკვნის გამოტანა

რესურსი 1. კომპლექსური დავალება - სახელმძღვანელო, გვ. 180

აქტივობა 1. კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები

- შენი სიტყვებით ჩამოაყალიბე, რას შეეხება დღეს განხილული დავალება, რომელმაც რამდენიმე გაკვეთილის განმავლობაში უნდა იმუშაო?
- რა შემოქმედებითი პროდუქტის საშუალებით უნდა დაადასტურო, რა ისწავლე ამ საკითხთან დაკავშირებით?
- რა ტიპის კოგნიტურ სქემებზე გიმუშავია ბიოლოგიაში?
- როგორ დაგხმარა კოგნიტური სქემები საკითხის უკეთ გაგებაში?
- შეგიქმნია ბიოლოგიაში კოგნიტური სქემები ბიოლოგიურ პროცესებზე? თუ კი, რა საკითხებზე?
- ამჯერად დავალება რა საკითხებზე მოითხოვს კოგნიტური სქემის შექმნას?
- რა სახის ცოდნა დაგჭირდება კოგნიტური სქემის შესაქმნელად?
- როგორ უნდა წარმოადგინო შენ მიერ შედგენილი კოგნიტური სქემა?

ეტაპი II – კომპლექსურ დავალებამდე მუშაობა									
ნაბიჯი 1									
ბიომრავალფეროვნება (მკვ. წ. 1, 2)									
• შეგუებულობის რა ფორმა ჩამოუყალიბდა ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტულ ბაქტერიებს და რა მნიშვნელობა აქვს მას სახეობის მდგრადობის შენარჩუნებაში? (ბიომრ. მ.წ. 2) • ბუნებრივი გადარჩევის რომელი ფორმის მოქმედების შედეგია ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების სახეობების წარმოქმნა და რით განსხვავდება ბუნებრივი გადარჩევის სხვა ფორმებისგან? (ბიომრ. მ.წ.3); რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: შეგუებულობა, გ 2.6, ქეისი: სურ. 2.36, რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“- მოცემული კითხვები. აქტივობა 1. სურათზე მოცემული ინფორმაციის ანალიზი რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“ - მოცემული კითხვების მიხედვით. რესურსი 2. სახელმძღვანელოს ტექსტი (გვ. 168-170), სურ. 2.37-41 აქტივობა 2. ტექსტის გააზრებული კითხვა და მონაცემების ორგანიზება სქემაში: <table><tr><th>შეგუებულობის ფორმა</th><th>მაგალითი/მაგალითები</th></tr><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></table> რესურსი 3. დავალება ? 1 აქტივობა 3. მცენარეებსა და ცხოველებში გვალვასთან ადაპტაციების მაგალითებში შეგუებულობის სხვადასხვა ფორმის ამოცნობა. რესურსი 4. დავალება ? 2 აქტივობა 4. ჰიპოთეზის წამოყენება: მოსწავლეები გამოთქვამენ ვარაუდს კრაზანასებრ ბუშში მიმკრიის წარმოქმნის შესახებ. რესურსი 5. დავალება ? 6 აქტივობა 5. კოგნიტური სქემის შექმნა: მოსწავლეები ქმნიან ხოჭოებში გამაფრთხილებელი შეგუების წარმოქმნის ევოლუციური მექანიზმის ამსახველ კოგნიტურ სქემას. რესურსი 6. რუბრიკაში - „პრაქტიკული დავალებები“- მოცემული დავალება: კვლევის მონაცემების ანალიზი (გვ. 173). აქტივობა 6. კვლევის მონაცემების ანალიზი რუბრიკაში - „პრაქტიკული დავალებები“ - მოცემული კითხვების მიხედვით. რესურსი 7. რუბრიკაში - „პრაქტიკული დავალებები“- მოცემული დავალება: ტექსტის გააზრებული კითხვა (გვ. 173). აქტივობა 7: ტექსტის გააზრებული კითხვა: მოსწავლეები ამოიცნობენ აქლემის უდაბნოში ცხოვრებასთან შეგუებულობის ფორმებს და მონაცემებს სქემის სახით წარმოადგენენ.		შეგუებულობის ფორმა	მაგალითი/მაგალითები						
შეგუებულობის ფორმა	მაგალითი/მაგალითები								

კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები: • შეგუბულობის რა ფორმებს არჩევენ? • რა მნიშვნელობა აქვს შეგუბულობას სახეობის მდგრადობისთვის? • შეგუბულობის რომელი ფორმის მგაღლითია ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტულობის განვითარება? • როგორია შეგუბულობის წარმოქმნის ევოლუციური მექანიზმი?	
ნაბიჯი 2	
ბიომრავალფეროვნება (მ.წ.3)	
• ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების სახეობების წარმოქმნა სახეობათწარმოქმნის რომელი ფორმის მგაღლითია? (ბიომრ. მ.წ.2); • სახეობათწარმოქმნის რა ეტაპებს გაივლის ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების წარმოქმნის პროცესი? (ბიომრ. მ.წ. 3).	
ჯანმრთელობა და დავადება (მ.წ.2)	
• თანამედროვე ტექნოლოგიები, კერძოდ, ფარმაკოლოგია და ინფექციური დავადებების სამკურნალოდ ანტიბიოტიკების ფართოდ გამოყენება რა გავლენას ახდენს მიკროორგანიზმების ევოლუციაზე? (ჯანმრ. და დაავ. მ.წ. 4); • ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიები რა საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას? (ჯანმრ. და დაავ. მ.წ. 4).	
რესურსი 1. პარაგრაფი სახელმძღვანელოდან: სახეობათწარმოქმნა, § 2.7, რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“- მოცემული კითხვები. აქტივობა 1. რუბრიკაში - „გაიხსენე, იმსჯელე“ - მოცემულ კითხვებზე პასუხი. რესურსი 2. სახელმძღვანელოს ტექსტი (გვ. 176-178), სურ. 2.44-2.45 აქტივობა 2. მასწავლებლის მინილექცია სახეობათწარმოქმნის გზებისა და სახეობათწარმოქმნის პროცესის ეტაპების შესახებ. რესურსი 3. დავალება ?2 აქტივობა 3. პროცესების, კერძოდ, სახეობათწარმოქმნის გზების შედარება და შედარების მონაცემების სქემის სახით წარმოდგენა. რესურსი 4. რუბრიკაში - „პრაქტიკული დავალებები“ - მოცემული დავალება: ტექსტის გააზრებული კითხვა. აქტივობა 4: ტექსტის გააზრებული კითხვა: მოსწავლეები ამოიცნობენ მწერის ახალი სახეობის წარმოქმნის ეტაპებს (გვ. 178). რესურსი 5. დავალება ?5 აქტივობა 5. პროცესის, კერძოდ, სახეობათწარმოქმნის სტადიების თანმიმდევრული დალაგება. რესურსი 6. დავალება ?10 (გვ. 107). აქტივობა 6. პრობლემის გადაჭრა: ანტიბიოტიკების მოხმარების შესახებ ფლემინგის რჩევის არსის/მიზნის ახსნა.	
კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები: • რას ნიშნავს სახეობათწარმოქმნა? • სახეობათწარმოქმნის რა გზებს არჩევენ და რა მსგავსება-განსხვავებაა მათ შორის? • პოპულაციებს შორის გენთა ნაკადის შეწყვეტამ რატომ შეიძლება გამოიწვიოს სახეობათწარმოქმნა? • რატომ იწყება სახეობათწარმოქმნა პოპულაციების იზოლაციით?	

• რამ შეიძლება გამოიწვიოს პოპულაციების იზოლაცია? • რატომ თვლიან პოპულაციებს შორის რეპროდუქციულ იზოლაციას სახეობათწარმოქმნის პროცესის ბოლო სტადიად? • რა არის მიკროველუციის შედეგები?	
კომპლექსური დავალების შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობის საწარმოებლად	
აღწერე, როგორ მიმდინარეობს/წარიმართა დავალებამდე მუშაობის პროცესი; • როგორ გეგმავ/დაგეგმე კომპლექსურ დავალებამდე მუშაობის პროცესი? რას ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას? • დაგეხმარა თუ არა პირველადი გეგმა მუშაობის პროცესში? • რა დეტალებზე აკეთებდი აქცენტს კოგნიტური სქემის მოსამზადებლად? • წარიმართა თუ არა კომპლექსურ დავალებამდე მუშაობის პროცესი დაგეგმილის შესაბამისად? • გახდა თუ არა საჭირო თავდაპირველად შემუშავებულ გეგმებში ცვლილებების შეტანა? • რატომ არის საჭირო დავალების პირველადი ვერსიის შექმნა? • რით განსხვავდება შესრულებული დავალების პირველადი ვერსია საბოლოოსგან? • რა ფაქტორებმა გამოიწვია/შეუძლია გამოიწვიოს პირველადი დასკვნების გადასინჯვა? • რა პროდუქტი შექმენი კომპლექსური დავალების სახით?	
ახსენი, რატომ შექმენი კოგნიტური სქემა? რა საკითხის შესახებ გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით? • რატომ განახორციელე კომპლექსური დავალება? • რა გრძელვადიან და მოკლევადიან მიზნებს ისახავდი კომპლექსურ დავალებამდე მუშაობის პროცესში? • ვისთვის და რატომ არის ეს პროდუქტი სასარგებლო და საინტერესო? • რა იცოდი შესასწავლი საკითხის შესახებ? რა გაიგე ახალი? დამატებით რის გაგებას ისურვებდი? • რა დასკვნებამდე მიხვედი კომპლექსურ დავალებამდე მუშაობის პროცესში? რითი დასტურდება შენ მიერ გაკეთებული დასკვნების მართებულობა/თანმიმდევრულობა? (მაგ.: როგორ წარმოადგინე კოგნიტური სქემის საშუალებით სახეობათწარმოქმნის პროცესის ეტაპები?); • რა ხერხები გამოიყენე სასწავლო მასალის უკეთ გასაანბრებლად? / კომპლექსური დავალების უკეთ შესასრულებლად?	
რა დაბრკოლებებს წააწყდი დავალებამდე მუშაობის პროცესში? რა დაგეხმარათ კომპლექსურ დავალებამდე მუშაობის პროცესში? • ვის წინაშე იყავი ანგარიშგადებული სამუშაო პროცესში (მასწავლებლის, თანაკლასელების, სამეზობლო თემის)? • რა საერთო მიზანი გქონდათ შენ და შენს მასწავლებელს კომპლექსურ დავალებამდე მუშაობის პროცესში? • გქონდა თუ არა საერთო მიზნები თანაკლასელებთან ერთად? იყო თუ არა საინტერესო და სასიამოვნო თქვენთვის კომპლექსურ დავალებამდე მუშაობის პროცესი? • რა გააკეთე დამოუკიდებლად კომპლექსურ დავალებამდე მუშაობის პროცესში?	

- რა გამოგივიდა კარგად კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში?
- ვინ და როგორ დაგეხმარა კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? ვისთან ითანამშრომლე კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? (რა დახმარება გაუწიე თანაკლასელებს/მასწავლებელს; რა მხარდაჭერა მიიღე მათგან);
- წააწყდი თუ არა კონფლიქტურ სიტუაციებს კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? როგორ შეძელი კონფლიქტის დარეგულირება?
- წააწყდი თუ არა გაურკვევლობებს კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? როგორ გაერკვიე ბუნდოვანებით მოცულ საკითხებში?
- შეხვდი თუ არა განსხვავებულ მოსაზრებებს კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? რამდენად შეძელი თანამშრომლობა განსხვავებული შეხედულებების ადამიანებთან? რა დაგეხმარება, რომ უკეთ გაიგო თანაკლასელების, მასწავლებლის სათქმელი?
- გააანალიზე რა წესებს/კანონებს იცავდით და რატომ კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? *(მაგალითად, რამდენად მოახერხეთ ამრთა სხვადასხვაობის ვითარებაში ორიენტირებული ყოფილიყავით პრობლემებზე და არა კომუნიკაციაში ჩართულ ადამიანებზე? რით და როგორ გამოხატავდი ადამიანების მიმართ პატივისცემას კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში)?*
- რით დაგეხმარა მასწავლებლებთან, სხვა მოსწავლეებთან დიალოგი კომპლექსური დავალების შესრულებაში?
- რით შეიძლება დახმარება გაუწიოს თქვენმა შეკითხვებმა თანაკლასელებს სათქმელის უკეთ ჩამოყალიბებაში?
- რა ფაქტორები გაითვალისწინე/უნდა გაითვალისწინოთ საიმისოდ, რომ თქვენი კომპლექსური დავალების პრეზენტაცია მსმენელისთვის გასაგები და მისაღები ყოფილიყო (მაგ.: ფუნქციური სამეტყველო ქმედების (თხრობა, აღწერა, მსჯელობა) სწორად შერჩევა, სენსიტიური ნიუანსების წინ წამოწევა; ჟესტიკულაციის, მიმიკის, არაგერბალური სიგნალების გამოყენება)
- გამოიყენე თუ არა ტექნოლოგიები კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესში? რაში დაგეხმარათ ტექნოლოგიების გამოყენება?
- რას გააკეთებდი სხვაგვარად ახლა რომ იწყებდე დავალებებზე მუშაობას?
- შენი აზრით, რით ზღაპს და რით განსხვავდება შენი დავალება შენი თანაკლასელების ნაშრომებისგან? როგორ წარმოაჩენ ამ განსხვავებებს შეკითხვების სახით?
- შეეფასე, რამდენად გამოგივიდათ ის, რაც მასწავლებლისგან გქონდათ დავალებული?

თემა 2-ის კომპლექსური დავალების ბარათები

კომპლექსური დავალება: „სახეობათა მრავალფეროვნების წარმოქმნაში ევოლუციური და გენეტიკური ფაქტორების მნიშვნელობის შესახებ მეცნიერული კვლევის შედეგების წარმოდგენა კვლევის ანგარიშის საშუალებით“ (მოსწავლის წიგნი, გვ. 167)

სამიზნე ცნებები: - სტრუქტურა და ფუნქცია ქვეცნებები: ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურა და ფუნქცია - პოპულაციის სტრუქტურა, პოპულაცია - სახეობის არსებობის ფორმა. - სასიცოცხლო თვისებები ქვეცნებები: ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობები - გამრავლების ინტენსივობა, მემკვიდრული ცვალებადობა, არსებობისათვის ბრძოლა. - ბიომრავალფეროვნება ქვეცნებები: სახეობათა მრავალფეროვნება - მეცნიერული თეორიები დედამიწაზე სახეობათა მრავალფეროვნების მიზეზების შესახებ (ლამარკისა და დარვინის ევოლუციური თეორია, პოპულაციური ევოლუცია).
თემა: ევოლუცია საკითხი: ევოლუციური და გენეტიკური ფაქტორების როლი სახეობათა მრავალფეროვნებაში ქვესაკითხები: - სახეობის სტრუქტურა; - დარვინის ევოლუციური მოძღვრება.
კომპლექსური დავალების პირობა: წარმოიდგინე, რომ შენ ხარ სამეცნიერო ჯგუფის წევრი. თქვენი მიზანია კვლევის შედეგად სქესობრივი გადარჩევის მოქმედების დასაბუთება. რომ გაგერკვიათ მდედრი გუპიები უპირატესობას ანიჭებდნენ თუ არა მამრებს კუდის ფარფლის ზომის მიხედვით, თქვენ ჩაატარეთ სამი ექსპერიმენტი გუპიებზე. ყოველ ექსპერიმენტში მდედრი გუპიებს აძლევდით კუდის ფარფლის სიგრძის მიხედვით ორი ტიპის მამრებს შორის არჩევანის საშუალებას: I. გრძელი კუდის ფარფლიანები და მოკლე კუდის ფარფლიანები, II. გრძელი კუდის ფარფლიანები და საშუალო ზომის კუდის ფარფლიანები, III. საშუალო ზომის კუდის ფარფლიანები და მოკლე კუდის ფარფლიანები. თითოეული ექსპერიმენტისთვის თქვენ გამოთვალეთ მდედრის არჩევანის პროცენტი და ასეთი შედეგი მიიღეთ: I. 80%/20%, II. 65%/30%, III. 60%/40%. ზემოთ აღწერილი ექსპერიმენტის შედეგების მიხედვით მოამზადე კვლევის ანგარიში, რომელშიც უნდა წარმოადგინო ექსპერიმენტის კვლევის მონაცემების საფუძველზე შექმნილი სვეტოვანი დიაგრამა და კვლევის შედეგების ანალიზი: 1) დაასახელე დამოუკიდებელი და დამოკიდებული ცვლადები; 2) თევზებს შორის არსებობისათვის ბრძოლის რომელი ფორმა მიმდინარეობს? 3) ცვალებადობის რომელი ფორმა განაპირობებს კუდის ფარფლის სიგრძის ცვლილებას? ევოლუციის პროცესისათვის რა მნიშვნელობა აქვს ცვალებადობის ამ ფორმას? 4) რა ნიშან-თვისების მატარებელი ინდივიდები მოიპოვებენ უპირატესობას? შენი პასუხი დაასაბუთე ექსპერიმენტის შედეგად მოპოვებული მონაცემების საფუძველზე. 5) გამოიტანე დასკვნა: რა კავშირია მამრების კუდის ფარფლის სიგრძესა და მდედრების მიერ გაკეთებულ არჩევანს შორის? რატომ არის მდედრების არჩევანის პროცენტების თანაფარდობა უფრო დიდი I ექსპერიმენტში II ექსპერიმენტთან შედარებით? კვლევის ანგარიშის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინე: - როგორია სახეობის სტრუქტურა? - რატომ არის ევოლუციის ელემენტარული ერთეული პოპულაცია და არა ინდივიდი? - დარვინმა მეცნიერული კვლევებისა და დაკვირვების საფუძველზე რატომ მიიჩნია ორგანიზმთა რეპროდუქციის მაღალი დონე და არსებობისათვის ბრძოლა ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობად? - დარვინმა მეცნიერული კვლევებისა და დაკვირვების საფუძველზე რატომ მიიჩნია მემკვიდრული მასალა ბუნებრივი გადარჩევის საფუძველად? - რა არის მიკროევოლუციის მამოძრავებელი ფაქტორები? - რა მნიშვნელობა აქვს ბუნებრივ გადარჩევას სახეობათა მრავალფეროვნების წარმოქმნაში? - ექსპერიმენტის მონაცემების ანალიზის საფუძველზე როგორ დააკავშირებ ერთმანეთთან გენეტიკური და ევოლუციური ფაქტორების როლს ევოლუციის პროცესში? - ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგები რამდენად ასაბუთებს ბუნებაში სქესობრივი გადარჩევის მიმდინარეობას?

კომპლექსური დავალება: „შეგუებულობისა და სახეობათწარმოქმნის პროცესის ეტაპობრივი მიმდინარეობის წარმოდგენა კოგნიტური სქემის საშუალებით“ (მოსწავლის წიგნი, გვ. 180)

სამიზნე ცნებები: • სტრუქტურა და ფუნქცია ქვეცნებები: ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურა და ფუნქცია - პოპულაციის სტრუქტურა, გენოფონდი. • სასიცოცხლო თვისებები ქვეცნებები: ადაპტაცია - მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური და ქვევითი ადაპტაციები. • ბიომრავალფეროვნება ქვეცნებები: პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნება - მიკროვეოლუციის ფაქტორები (მემკვიდრული ცვალებადობა, გენთა ნაკადი, გენთა დრეიფი, იზოლაცია, ბუნებრივი გადარჩევა; სახეობათა მრავალფეროვნება - სახეობათწარმოქმნის გზები - ალოპატრიული, სიმპატრიული. • ჯანმრთელობა და დაავადება ქვეცნებები: დაავადების გამომწვევი ბაქტერიების ევოლუცია - ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების წარმოქმნა.
თემა: ევოლუცია საკითხი: სახეობათწარმოქმნის პროცესის ეტაპები ქვესაკითხები: • შეგუებულობა • სახეობათწარმოქმნა
კომპლექსური დავალების პირობა: ბუნებაში ზოგიერთი ახალი სახეობის წარმოქმნა ადამიანის საქმიანობასთან არის დაკავშირებული. მაგალითად, მრავალი თაობის განმავლობაში მწერების ზოგიერთი სახეობა უფრო და უფრო მდგრადი/რეზისტენტული გახდა პესტიციდებისადმი. ასეთივე მაგალითია ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების სახეობების წარმოქმნა. ასეთი ბაქტერიები უფრო გავრცელებულია საავადმყოფოებში და დიდ საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას. შხამქიმიკატებისადმი რეზისტენტული მწერების სახეობების პარალელურად, ადამიანი მავნე მწერების საწინააღმდეგოდ ქმნის ახალ-ახალ შხამქიმიკატებს, რომლებმაც შეიძლება ადამიანის ჯანმრთელობასა და ბიომრავალფეროვნებაზე იმოქმედოს. ასევე, ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების გამრავლების გამო, ფარმაცოლოგები ბაქტერიული ინფექციების სამკურნალოდ ქმნიან ახალ-ახალ პრეპარატებს. შექმენი კოგნიტური სქემა, რომლის საშუალებით წარმოადგენ ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიის სახეობის წარმოქმნის პროცესის ეტაპებს, ასევე, ახსნი მიზეზშედეგობრივ კავშირს ბაქტერიების პოპულაციის გენეტიკურ მრავალფეროვნებას, არსებობისათვის ბრძოლას, ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების მიმართულებასა და გარემო ფაქტორთან შეგუების წარმოქმნას შორის. კოგნიტური სქემის პრეზენტაციისას საზგასმით წარმოაჩინე: • შეგუებულობის რა ფორმა ჩამოუყალიბდა ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტულ ბაქტერიებს და რა მნიშვნელობა აქვს მას სახეობის მდგრადობის შენარჩუნებაში? • ბუნებრივი გადარჩევის რომელი ფორმის მოქმედების შედეგია ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების სახეობების წარმოქმნა და რით განსხვავდება ბუნებრივი გადარჩევის სხვა ფორმებისგან? • ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების სახეობების წარმოქმნა სახეობათწარმოქმნის რომელი ფორმის მაგალითია? • სახეობათწარმოქმნის რა ეტაპებს გაივლის ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების სახეობის წარმოქმნის პროცესი? • თანამედროვე ტექნოლოგიები, კერძოდ, ფარმაცოლოგია და ინფექციური დაავადებების სამკურნალოდ ანტიბიოტიკების ფართოდ გამოყენება რა გავლენას ახდენს მიკროორგანიზმების ევოლუციაზე? • ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიები რა საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას?

შეფასების სისტემა

სწავლა-სწავლების პროცესის გრძელვადიან მიზნებზე ორიენტირებასთან უშუალოდ არის დაკავშირებული სწავლა-სწავლების პროცესის შეფასება. სწავლება და შეფასება ერთი მედლის ორი მხარეა და არ წარმოადგენს ერთმანეთისგან იზოლირებულ ორ კომპონენტს. **შეფასება არის სასწავლო პროცესის მნიშვნელოვანი და განუყოფელი ნაწილი.**

რა ფასდება სწავლა/სწავლების პროცესში? 1. მოსწავლის ცოდნისა და უნარების შეფასება (შეფასების საშუალებები: ა) განმავითარებელი შეფასება, ბ) განმსაზღვრელი შეფასება, გ) სადიაგნოსტიკო შეფასება, დ) მოსწავლის თვითშეფასება/ურთიერთშეფასება). 2. მასწავლებლის საქმიანობის შეფასება (შეფასების საშუალება: თვითშეფასება).

რა მიზანს ისახავს სწავლა-სწავლების პროცესის შეფასება? 1. სწავლის პროცესში მოსწავლის სუსტი და ძლიერი მხარეების დადგენა მოსწავლის სწავლის ხელშესაწყობად; 2. სწავლების ეფექტიანი მეთოდების/ სტრატეგიების/ საკითხების შერჩევა მოსწავლის სწავლის ხელშესაწყობად. ეროვნულ სასწავლო გეგმის მიხედვით სასწავლო პროცესის შეფასებისთვის გამოიყენება ორი ტიპის შეფასება: განმსაზღვრელი და განმავითარებელი. **განმსაზღვრელი შეფასება** აკონტროლებს სწავლის ხარისხს, ადგენს მოსწავლის მიღწევის დონეს ეროვნული სასწავლო გეგმით განსაზღვრულ მიზნებთან/მისაღწევ შედეგებთან მიმართებით. განმსაზღვრელ შეფასებაში იწერება ქულა. **განმავითარებელი შეფასება** აკონტროლებს თითოეული მოსწავლის განვითარების დინამიკას და ხელს უწყობს სწავლის ხარისხის გაუმჯობესებას (ესგ, თავი VII, მუხლი 29).

განმსაზღვრელი შეფასება. ეროვნული სასწავლო გეგმა სკოლებს სთავაზობს განმსაზღვრელი შეფასების ორ ვარიანტს/მოდელს:

- I მოდელი (სამ კომპონენტიანი შეფასება): განმსაზღვრელი შეფასება/ქულა იწერება – 1. მიმდინარე საკლასო დავალებაში, 2. მიმდინარე საშინაო დავალებაში და 3. შემაჯამებელ დავალებაში.
- II მოდელი: შემაჯამებელი შეფასება.

განმსაზღვრელი შეფასების მოდელი	მოდელებს შორის მსგავსება	მოდელებს შორის განსხვავება
I მოდელი (სამ კომპონენტიანი შეფასება)	ორივე მოდელის შემთხვევაში ქულა იწერება საგნობრივი სასწავლო გეგმის შედეგებთან მიმართებაში ინდიკატორებზე დაყრდნობით	I მოდელის ფარგლებში ნიშანი იწერება მიმდინარე აქტიუობაში, შესრულებული საშინაო დავალებაში, თემის დასრულებისას შემაჯამებელ დავალებაში და სემესტრული ნიშანი მათი საშუალო არითმეტიკულით გამოიყვანება
II მოდელი: შემაჯამებელი შეფასება.		II მოდელის ფარგლებში ფასდება მოსწავლის მთელი მოღვაწეობა ერთი კომპლექსური დავალებიდან მეორე კომპლექსურ დავალებამდე პერიოდში

შემაჯამებელი შეფასების რაოდენობას თავად სკოლა განსაზღვრავს სასკოლო სასწავლო გეგმის პრიორიტეტებიდან გამომდინარე. მე-2 მოდელის გამოყენების შემთხვევაში, ერთი თემის ფარგლებში, მინიმუმ ორი კომპლექსური დავალების შესრულების პროცესში მასწავლებელი თითოეული მოსწავლის სამიცნე ცნებების ფლობის ხარისხს აკვირდება/ინიშნავს, შეუძლია მოსწავლეების ნამუშევრების პორტფოლიოები გაანალიზოს და თემის დასრულების შემდეგ სტანდარტის ინდიკატორებზე დაყრდნობით ანიჭებს ქულას.

როგორ უნდა შეიქმნას განმსაზღვრელი შეფასების რუბრიკა? შეფასების კრიტერიუმების შესაქმნელად გამოიყენება შეფასების ინდიკატორები, რომლებიც საგნობრივ სტანდარტში განსაზღვრულია თითოეული სავალდებულო თემისთვის და დაჯგუფებულია სამიზნე ცნებების მიხედვით. ინდიკატორების შეფასების

კრიტერიუმად გარდაქმნისთვის საჭიროა:

- მათი დაკონკრეტება საკითხებთან და ქვესაკითხებთან მიმართებით;
- თითოეული მათგანისთვის გარკვეული ქულობრივი წონის (მაგ, 1 ქულა, 0, 5 ქულა და სხვა) მინიჭება;
- შეფასების კრიტერიუმი უნდა წარმოაჩენდეს დადებით ქულებს (5,6,7,8,9,10) დაწერის ლოგიკას. არადამაკმაყოფილებელი ქულები (4, 3, 2, 1) შეფასების კრიტერიუმებით არ აღიწერება;
- შეფასების რუბრიკა შესაძლოა მოიცავდეს ყველა სამიზნე ცნებას, ან ორიენტირდებოდეს მხოლოდ რამდენიმე მათგანზე;
- სასურველია განმსაზღვრელი შეფასების რუბრიკას ახლდეს გრაფა კომენტარებისთვის, რომლის საშუალებითაც მასწავლებელი ახსნის, თუ რატომ შეაფასა მოსწავლე ამა თუ იმ ქულით.

ოთხი სამიზნე ცნების შეფასების შემთხვევაში თითოეული ინდიკატორის მაქსიმალური შეფასებაა 1,5 ქულა (ჯამში 6 ქულა), სამი სამიზნე ცნების შეფასების შემთხვევაში თითოეული ინდიკატორის მაქსიმალური შეფასება იქნება 2 ქულა (ჯამში 6 ქულა), ხოლო ორი სამიზნე ცნების შეფასებისას – თითოეული ინდიკატორის მაქსიმალური შეფასება იქნება 3 ქულა (ჯამში 6 ქულა).

მაგალითად, თუ რომელიმე მოსწავლეს ყველა ინდიკატორის მიხედვით აქვს მაქსიმალური ქულა, 10 ქულა ($4+6=10$) ეწერება; თუ მოსწავლეს მხოლოდ ერთ ინდიკატორში აქვს 1 ქულა ($4+1=5$) 5 ქულა ეწერება. მამასადამე, ინდიკატორის შესაბამის ქულას ვამატებთ 4–ს, რადგან 4,3,2,1 უარყოფითი შეფასებაა.

ქვემოთ გთავაზობთ განმსაზღვრელი შეფასების რუბრიკების ნიმუშებს ორივე თემის ძირითადი საკითხების შეფასებისთვის.

განმსაზღვრელი შეფასების რუბრიკები

კლასი – XI თემა 1 – გენეტიკა ძირითადი საკითხი – ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებები მოსწავლე –		
შეფასების კრიტერიუმი	მაქსიმალური ქულა	კომენტარი
სტრუქტურა და ფუნქცია – მოსწავლემ უნდა შეძლოს: • მემკვიდრეობითობისა და ცვალებდობის განმარტობები სტრუქტურული ელემენტების დაკავშირება მათ ფუნქციებთან.	1,0	
სასიცოცხლო თვისებები – მოსწავლემ უნდა შეძლოს: • მენდელისეული მემკვიდრეობის (მონო და დიჰიბრიდული შეჯვარების), ალელურ და არაალელურ გენთა ურთიერთქმედების კანონზომიერებებზე მსჯელობა; • შეჭიდული მემკვიდრეობისა და სქესის განსაზღვრის გენეტიკური მექანიზმების შესახებ მორგანის კვლევების გაანალიზება.	2,0	
ბიომრავალფეროვნება – მოსწავლემ უნდა შეძლოს: • მენდელისეული მემკვიდრეობის, ალელურ და არაალელურ გენთა ურთიერთქმედების კანონზომიერებების დაკავშირება ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნასთან; • შეჭიდული მემკვიდრეობისა და სქესის გენეტიკის მექანიზმების დაკავშირება ორგანიზმთა მრავალფეროვნებასთან.	2,0	
ჯანმრთელობა და დაავადება – მოსწავლემ უნდა შეძლოს: • აუტოსომური და სქესთან შეჭიდული მემკვიდრული დაავადებების აღწერა.	1,0	

კლასი - XI თემა 1 - გენეტიკა ძირითადი საკითხი - ცვალებადობა მოსწავლე -		
შეფასების კრიტერიუმი	მაქსიმალური ქულა	კომენტარი
სტრუქტურა და ფუნქცია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: ცვალებადობის განმარტებული სტრუქტურული ელემენტების დაკავშირება მათ ფუნქციებთან.	1,5	
სასიცოცხლო თვისებები - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: ცვალებადობის ფორმების დახასიათება და ამ სასიცოცხლო თვისების გენეტიკურ საფუძვლებზე მსჯელობა.	1,5	
ბიომრავალფეროვნება - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: ცვალებადობის ფორმების მნიშვნელობის დასაბუთება ბიომრავალფეროვნებისთვის.	1,5	
ჯანმრთელობა და დაავადება - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: გენეტიკური დარღვევებით გამოწვეულ მემკვიდრეულ დაავადებებზე მსჯელობა.	1,5	

კლასი - XI თემა 1 - გენეტიკა ძირითადი საკითხი - თანამედროვე ტექნოლოგიები გენეტიკაში მოსწავლე -		
შეფასების კრიტერიუმი	მაქსიმალური ქულა	კომენტარი
სტრუქტურა და ფუნქცია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: გენურ ინჟინერიაში მონაწილე უჯრედის სტრუქტურების ფუნქციებზე მსჯელობა.	1,5	
სასიცოცხლო თვისებები - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: რეკომბინანტული დნმ-ის მიღების მექანიზმისა და ტრანსგენური ორგანიზმების გამოყენებაში მისი მნიშვნელობის აღწერა.	1,5	
ბიომრავალფეროვნება - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: გმო-სა და ხელოვნურად მიღებული კლონების ბიომრავალფეროვნებაზე გავლენის აღწერა.	1,5	
ჯანმრთელობა და დაავადება - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: - ადამიანის გენეტიკის (ადამიანის კარიოტიპი, საგვარტომო ნუსხა, გენეტიკური დაავადებები) დაკავშირება ჯანმრთელობის შენარჩუნებასთან და პრევენციულ ღონისძიებებზე მსჯელობა; - გენეტიკაში თანამედროვე ტექნოლოგიების როლსა და მათი გამოყენების ეთიკურ მხარეზე მსჯელობა.	1,5	

კლასი - XI თემა 2 - ევოლუცია ძირითადი საკითხი - ევოლუციური თეორია მოსწავლე -		
შეფასების კრიტერიუმი	მაქსიმალური ქულა	კომენტარი
სტრუქტურა და ფუნქცია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: სახეობის სტრუქტურის დახასიათება და მის კრიტერიუმებზე მსჯელობა.	2,0	
სასიცოცხლო თვისებები - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობებზე (გამრავლების ინტენსივობა, მემკვიდრული ცვალებადობა, არსებობისათვის ბრძოლა) მსჯელობა.	2,0	
ბიომრავალფეროვნება - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნაში ბუნებრივი გადარჩევის მნიშვნელობის აღწერა.	2,0	

კლასი - XI თემა 2 - ევოლუცია ძირითადი საკითხი - მიკროევოლუციის მამოძრავებელი ფაქტორები და მისი შედეგები მოსწავლე -		
შეფასების კრიტერიუმი	მაქსიმალური ქულა	კომენტარი
სტრუქტურა და ფუნქცია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: პოპულაციაზე, როგორც ევოლუციის ერთეულზე მსჯელობა.	1,0	
სასიცოცხლო თვისებები - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: შეგუებულობის, როგორც მიკროევოლუციის ერთ-ერთი შედეგის, სახეების დახასიათება.	1,0	
ბიომრავალფეროვნება - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: - მიკროევოლუციის ერთ-ერთი შედეგის - სახეობათწარმოქმნის - დასაბუთება; - ბუნებრივი გადარჩევის ფორმების დახასიათება.	2,0	
ჯანმრთელობა და დაავადება - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: - ინფექციური დაავადებების გამომწვევების ევოლუციაზე მსჯელობა; - ევოლუციის მიმდინარეობაზე თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და მედიცინის განვითარების გავლენის შესახებ მსჯელობა.	2,0	

კლასი - XI თემა 2 - ევოლუცია ძირითადი საკითხი - ევოლუციის კანონზომიერებები და დამამტკიცებელი საბუთები მოსწავლე -		
შეფასების კრიტერიუმი	მაქსიმალური ქულა	კომენტარი
სტრუქტურა და ფუნქცია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: ევოლუციის დამამტკიცებელ საბუთებზე (მოლეკულური ბიოლოგია, ციტოლოგიური, პალეონტოლოგია, შედარებითი ანატომია და ემბრიოლოგია) მსჯელობა.	3,0	

ბიომრავალფეროვნება – მოსწავლემ უნდა შეძლოს: • ევოლუციის ძირითად კანონზომიერებებსა (დივერგენცია, კონვერგენცია) და მიმართულებებზე (აროგენეზი, ალოგენეზი, კატაგენეზი) მსჯელობა.	3,0	
---	-----	--

რა შემთხვევაში მიიჩნევა ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგები მიღწეულად?

ამ შეკითხვაზე პასუხის გაცემაში გვეხმარება, ერთი მხრივ, ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის ტაქსონომია, რომელიც ხუთ დონეს გულისხმობს: პრესტრუქტურულს, უნისტრუქტურულს, მულტისტრუქტურულს, მიმართებით და აბსტრაქტულ დონეებს, მეორე მხრივ კი – ფუნქციურ-კოგნიტურ უნარებზე (კრიტიკული აზროვნება, შემოქმედებითობა, კოლაბორაცია, კომუნიკაცია, მოქალაქეობა, ხასიათი/ნებელობა) დაფუძნებული განმავითარებელი შეფასების რუბრიკები. მათი საშუალებით აღიწერება მოსწავლის ემოციურ-სოციალური და კოგნიტური განვითარება.

ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის ტაქსონომია – მისი თითოეული საფეხური წარმოაჩენს სამიზნე ცნების ფლობის დონეს / სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული საკითხის/საკითხების გააზრების ხარისხს. პირველ სამ დონეზე სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული საკითხების გააზრების ხარისხი არ არის დამაკმაყოფილებელი. **ცნების დაუფლება/შედეგის მიღწევა იგივეა მიმართებით და აბსტრაქტულ დონეებთან.**

პრესტრუქტურული დონე მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.
უნისტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.
მულტისტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ რამდენიმე, ერთმანეთთან დაუკავშირებელი, უსისტემო ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.
მიმართებითი დონე მოსწავლეს შეუძლია: • სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული ფაქტებისა და მოვლენების კრიტიკულად და ურთიერთ-დაკავშირებულად გააზრება და გაანალიზება; • სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენების ურთიერთდაკავშირებულად გაანალიზება; • კონკრეტულ სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული ინფორმაციის კონტექსტუალიზება (საგნის სხვა სამიზნე ცნებებთან დაკავშირება). • მიმართებით დონეზე საკითხის/სამიზნე ცნების გააზრება ნიშნავს ეროვნული სასწავლო გეგმით განსაზღვრული შედეგის მიღწევას. თუმცა, შესაძლებელია მოსწავლე უფრო შორსაც წავიდეს, ანუ იმ განზოგადებებისკენ, რომლებიც აბსტრაქტული დონისთვისაა განსაზღვრული.
აბსტრაქტული დონე მოსწავლეს შეუძლია სამიზნე ცნებაზე მუშაობის პროცესში შეძენილი ცოდნისა და გამოცდილების ეროვნული სასწავლო გეგმის ზესაგნობრივ (მაკრო) ცნებებთან დაკავშირება.

განმავითარებელი შეფასება. რას გულისხმობს განმავითარებელი შეფასება?

სწავლის ხარისხის გაუმჯობესების ხელშესაწყობად უპირატესობა უნდა მიენიჭოს განმავითარებელ შეფასებას, რომელიც აფასებს მოსწავლეს თავის წინარე შედეგებთან მიმართებით, ზომავს ინდივიდუალურ წინსვლას და, ამდენად, აძლევს მოსწავლეს ცოდნის ეტაპობრივი კონსტრუირების საშუალებას. იგი გულისხმობს:

- გრძელვადიან სასწავლო მიზნებთან (საფეხურის შედეგი, სამიზნე ცნება) მიმართებით მოსწავლეების მიღწევების დიაგნოსტიკებას;
- განმავითარებელ კომენტარს შემდგომი პროგრესის ხელშესაწყობად;

- მოსწავლის თვითშეფასებას;
- სასწავლო პროცესში მასწავლებლის მიერ გამოყენებული სწავლების სტრატეგიების/მეთოდების/აქტივობების ეფექტურობის შეფასებას.

განმავითარებელი შეფასების გაკეთების დროს გასათვალისწინებელია 5 ფაქტორი:

- რომელ მიზანზეა (გრძელვადიანი/შუალედური) ორიენტირებული განმავითარებელი შეფასება.
- რამდენად აძლევს სასწავლო პროცესში შესრულებული დავალებები მოსწავლეს ცოდნის/საკუთარი შესაძლებლობების წარმოჩენის საშუალებას და რამდენად შეუწყო ხელი კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში მოსწავლის ფუნქციური უნარების განვითარებას?
- რამდენად ეფექტიანად გამოიყენება განმავითარებელი უკუკავშირი მოსწავლის წინსვლისა და განვითარების ხელშესაწყობად?
- რამდენად იყენებენ მოსწავლეები ურთიერთშეფასების სტრატეგიებს?
- რამდენად აქცევს მოსწავლე ყურადღებას მეტაკოგნიტურ ასპექტებს?

განმავითარებელი შეფასება სასწავლო პროცესის განუყოფელი ნაწილია. მისი საშუალებით მასწავლებელი სწავლა-სწავლებას წარმართავს მოსწავლის პიროვნულ განვითარებასა და სასწავლო მიზნებზე ორიენტირებით. ამაში პედაგოგს, უპირველეს ყოვლისა, სამიზნე ცნებები და მათთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები ეხმარება.

კომპლექსური დავალება გამოიყენება როგორც ცოდნის კონსტრუირებისთვის, ისე მოსწავლის მიღწევების შესაფასებლად. **თითოეული მოსწავლის კომპლექსური დავალების პრეზენტაცია უნდა შეფასდეს განმავითარებელი შეფასებით, რომელიც გულისხმობს განმავითარებელი კომენტარის გაკეთებას. განმავითარებელი შეფასების რუბრიკები იქმნება ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის ტექსტის მიხედვით მიმართებითი და აბსტრაქტული დონეების შესაბამისად.**

განმავითარებელი შეფასების რუბრიკები

თემა 1: გენეტიკა ძირითადი საკითხი: მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებები შუალედური მიზანი 1: „გენეტიკური ამოცანების შექმნა და პოსტერის საშუალებით წარმოდგენა“		
სამიზნე ცნება ქვესაკითხი	სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები	მოლოდინები მოსწავლეს შეუძლია:
სტრუქტურა და ფუნქცია (შედეგები: 1) მემკვიდრეობითობის ციტოლოგიური საფუძვლები	1. ბიოლოგიური სისტემა ორგანიზაციის ყოველ დონეზე შედგება სხვადასხვა სტრუქტურისგან და თითოეული სტრუქტურა შეესაბამება მის ფუნქციას; სხვადასხვა ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავება; ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურები ერთმანეთთან დაკავშირებულია, რაც განაპირობებს სისტემის მთლიანობას.	• მემკვიდრეობითობის დაკავშირება უჯრედის ისეთ სტრუქტურებთან, როგორიცაა ქრომოსომა, დნმ, გენი; • ერთი სახეობის სხვადასხვა სქესის ინდივიდის კარიოტიპს შორის მსგავსება-განსხვავების აღწერა, ამ ფაქტის სქესის განსაზღვრის ქრომოსომულ მექანიზმთან დაკავშირება.
	2. ბიოლოგიური სისტემები ადაპტირებულია გარემოსთან; მისმა ცვლილებამ შეიძლება გავლენა იქონიოს ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებზე.	მემკვიდრეობაში ჩართულ უჯრედის სტრუქტურებზე გარემოს ცვლილების გავლენის აღწერა.
	3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხელს უწყობს ბიოლოგიური სისტემების სტრუქტურებსა და ფუნქციებთან დაკავშირებული კანონზომიერებების აღმოჩენა/გააზრებას;	მემკვიდრეობასთან დაკავშირებული უჯრედის სტრუქტურებისა და მათი ფუნქციების აღმოჩენაზე ტექნოლოგიების განვითარების გავლენის აღწერა.

სასიცოცხლო თვისებები (შედეგები:2,3) მემკვიდრეობის მენდელის გენეტიკური კანონზომიერებები. მემკვიდრეობის მორგანის გენეტიკური კანონზომიერებები.	1. ყველა ორგანიზმისთვის დამახასიათებელია სასიცოცხლო თვისებების ერთობლიობა; სასიცოცხლო თვისებები ურთიერთდაკავშირებულია და თითოეულის ცვლილებამ/დარღვევამ, შეიძლება გამოიწვიოს სხვა თვისების ცვლილება/დარღვევა.	- ყველა ორგანიზმისთვის დამახასიათებელი სასიცოცხლო თვისებების – მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის განმარტება; - სასიცოცხლო თვისებების – მემკვიდრეობითობისა და გამრავლების – ერთმანეთთან დაკავშირება, ანუ მემკვიდრული ნიშნების გადაცემის დაკავშირება გამრავლებასთან; - გენეტიკური კანონზომიერებების დაკავშირება მეიოზის პროცესისა და სქესობრივი გამრავლების თავისებურებასთან; - ჰიპოთეზის გამოთქმა მეიოზის პროცესის დარღვევით გამოწვეული მოსალოდნელი შედეგების შესახებ.
	2. სასიცოცხლო თვისებები ადაპტირებულია გარემო პირობებთან; სხვადასხვა ორგანიზმის სასიცოცხლო თვისებებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავებაც.	სხვადასხვა სახეობის ორგანიზმებში სქესის განსაზღვრის ქრომოსომულ მექანიზმს შორის მსგავსება-განსხვავების აღწერა.
	3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხსნის/ასაბუთებს ცოცხალ სისტემებში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლისა და ენერგიის გარდაქმნის პროცესებს და ასაბუთებს ორგანული სამყაროს მთლიანობას; ხსნის და ასაბუთებს მემკვიდრეობითობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს; ხსნის მემკვიდრული ცვალებადობის მნიშვნელობას ევოლუციისთვის.	- მენდელის მიერ კვლევებით დადგენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებების – დათიშვისა და გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონების ახსნა; - მორგანის მიერ კვლევებით დადგენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებების – გენთა შეჭიდულობის კანონისა და სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმის ახსნა.
ბიომრავალფეროვნება (შედეგები: 4) მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის როლი ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნაში	1. ორგანიზმები დაჯგუფებულია მსგავსი ნიშან-თვისებების მიხედვით და ქმნიან სისტემატიკურ ჯგუფებს;	მსჯელობა სხვადასხვა სახეობის კარიოტიპებს შორის მსგავსება-განსხვავების შესახებ.
	2. შეგუებულობები გარემო პირობებთან ხელს უწყობს ორგანიზმის გადარჩენას/სახეობის მდგრადობას;	
	3. სახეობათა მრავალფეროვნება წარმოიქმნება მემკვიდრეობითობის, ცვალებადობისა და ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად;	
	4. მეცნიერული კვლევები ხსნის და/ან ასაბუთებს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისა და მისი შენარჩუნების მნიშვნელობას.	- მსჯელობა იმის შესახებ, თუ კვლევების შედეგად დადგენილი გენეტიკური კანონზომიერებები როგორ ხსნის მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის როლს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნასა და მის შენარჩუნებაში; - გენეტიკური მრავალფეროვნების განხილვა ახალი სახეობის წარმოქმნის წინაპირობად.

თემა 1: გენეტიკა ძირითადი საკითხი: ცვალებადობა შუალედური მიზანი 2: კომბინაციური და მუტაციური (გენური, ქრომოსომული და გენომური) ცვალებადობის ამსახველი კოგნიტური მოდელების შექმნა.		
სამიზნე ცნება ქვესაკითხი	სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები	მოლოდინები მოსწავლეს შეუძლია:
სტრუქტურა და ფუნქცია (შედეგები: 1) გენისა და ქრომოსომის სტრუქტურის, ქრომოსომების რიცხვის ცვლილებასა და მემკვიდრულ ცვალებადობას შორის კავშირი	1. ბიოლოგიური სისტემა ორგანიზაციის ყოველ დონეზე შედგება სხვადასხვა სტრუქტურისგან და თითოეულის სტრუქტურა შეესაბამება მის ფუნქციას; სხვადასხვა ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავება; ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურები ერთმანეთთან დაკავშირებულია, რაც განაპირობებს სისტემის მთლიანობას.	მემკვიდრული ცვალებადობის ფორმებსა და უჯრედის სტრუქტურულ კომპონენტებს შორის კავშირის ახსნა.
	2. ბიოლოგიური სისტემები ადაპტირებულია გარემოსთან; მისმა ცვლილებამ შეიძლება გავლენა იქონიოს ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებზე.	გარემო ფაქტორების როლის ახსნა მუტაციების წარმოქმნაში.
	3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხელს უწყობს ბიოლოგიური სისტემების სტრუქტურებსა და ფუნქციებთან დაკავშირებული კანონზომიერებების აღმოჩენა/გააზრებას.	მსჯელობა გენეტიკური ცვალებადობის დადგენაში ტექნოლოგიების მნიშვნელობის შესახებ.
სასიცოცხლო თვისებები (შედეგები: 2,3) მემკვიდრული ცვალებადობა	1. ყველა ორგანიზმისთვის დამახასიათებელია სასიცოცხლო თვისებების ერთობლიობა; სასიცოცხლო თვისებები ურთიერთდაკავშირებულია და თითოეულის ცვლილებამ/დარღვევამ, შეიძლება გამოიწვიოს სხვა თვისების ცვლილება/დარღვევა.	• მემკვიდრული ცვალებადობის ფორმების დახასიათება; • უჯრედების მეიოზური გამრავლების პროცესის როლის ახსნა გენების რეკომბინაციაში; • გენური მუტაციის არსისა და მისი ფორმების აღწერა; • უჯრედების მეიოზური გამრავლების პროცესის დარღვევის დაკავშირება ქრომოსომულ და გენომურ მუტაციებთან.
	2. სასიცოცხლო თვისებები ადაპტირებულია გარემო პირობებთან; სხვადასხვა ორგანიზმის სასიცოცხლო თვისებებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავება.	ნიშან-თვისების ფენოტიპზე გარემო ფაქტორების გავლენისა და მისი გარემო პირობებთან ადაპტირებული მნიშვნელობის ახსნა.
	3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხსნის/ასაბუთებს ცოცხალ სისტემებში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლისა და ენერგიის გარდაქმნის პროცესებს და ასაბუთებს ორგანული სამყაროს მთლიანობას; ხსნის და ასაბუთებს მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს.	მსჯელობა ცვალებადობის გენეტიკური კანონზომიერებების დადგენაში მეცნიერული კვლევების მნიშვნელობის შესახებ.
	1. ორგანიზმები დაჯგუფებულია მსგავსი ნიშან-თვისებების მიხედვით და ქმნიან სისტემატიკურ ჯგუფებს;	
	2. შეგუებულობები გარემო პირობებთან ხელს უწყობს ორგანიზმის გადარჩენას/სახეობის მდგრადობას.	

	3. სახეობათა მრავალფეროვნება წარმოიქმნება მემკვიდრეობითობის, ცვალებადობისა და ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად.	
	4. მეცნიერული კვლევები ხსნის და/ან ასაბუთებს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისა და მისი შენარჩუნების მნიშვნელობას.	ევოლუციისთვის მემკვიდრული ცვალებადობის მნიშვნელობის ახსნა.
ჯანმრთელობა და დაავადება (შედეგი: 5) გენეტიკური დარღვევები და გენეტიკური დაავადებები	1. ჯანმრთელობა არის ადამიანის ორგანიზმის მდგომარეობა, რომლის დროსაც შენარჩუნებულია ჰომეოსტაზი და შრომისუნარიანობა, მათი დარღვევა კი განაპირობებს ავადობას.	
	2. სხვადასხვა დაავადებას აქვს განსხვავებული გამოშვები მიზეზები, სიმპტომები და პრევენციის გზები.	მსჯელობა იმის შესახებ, რომ მემკვიდრულმა ცვალებადობამ შეიძლება გამოიწვიოს გენეტიკური დარღვევები და დაავადებები.
	3. გარემოს დაცვითი ღონისძიებები და ჯანსაღი ცხოვრების წესის დაცვა მნიშვნელოვანია ადამიანის იმუნიტეტის გაძლიერებასა და ავადობის პრევენციისათვის.	გარემოს დაცვითი ღონისძიებების მნიშვნელობის ახსნა გენეტიკური დარღვევების პრევენციისთვის.
	4. ტექნოლოგიები და მეცნიერული მიღწევები ხელს უწყობს დაავადებათა პრევენციას, ჯანმრთელობის შენარჩუნებასა და სიცოცხლის გახანგრძლივებას; ინფექციური დაავადებების გამომწვევების ევოლუციაზე თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და მედიცინის განვითარების გავლენა.	

თემა 1: გენეტიკა ძირითადი საკითხი: თანამედროვე ტექნოლოგიები გენეტიკაში შუალედური მიზანი 3: სამეცნიერო მოხსენება ბიოტექნოლოგიის თანამედროვე მიმართულებებისა და მიღწევების შესახებ		
სამიზნე ცნება ქვესაკითხი	სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები	მოლოდინები მოსწავლეს შეუძლია:
სტრუქტურა და ფუნქცია (შედეგები: 1) ბიოტექნოლოგიაში მონაწილე უჯრედის სტრუქტურები და მათი ფუნქციები	1. ბიოლოგიური სისტემა ორგანიზაციის ყოველ დონეზე შედგება სხვადასხვა სტრუქტურისგან და თითოეულის სტრუქტურა შეესაბამება მის ფუნქციას; სხვადასხვა ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავება; ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურები ერთმანეთთან დაკავშირებულია, რაც განაპირობებს სისტემის მთლიანობას.	
	2. ბიოლოგიური სისტემები ადაპტირებულია გარემოსთან; მისმა ცვლილებამ შეიძლება გავლენა იქონიოს ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებზე.	
	3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხელს უწყობს ბიოლოგიური სისტემების სტრუქტურებსა და ფუნქციებთან დაკავშირებული კანონზომიერებების აღმოჩენა/გააზრებას;	• უჯრედის იმ სტრუქტურების დასახელება და მათი ფუნქციების აღწერა, რომელსაც ეყრდნობა ბიოტექნოლოგია; • მოლეკულური ბიოლოგიის იმ კომპონენტების დასახელება და მათი ფუნქციების აღწერა, რომელსაც იყენებს ბიოტექნოლოგია.

სასიცოცხლო თვისებები (შედეგები: 2,3) ბიოტექნოლოგიაში მონაწილე სასიცოცხლო თვისებები	1. ყველა ორგანიზმისთვის დამახასიათებელია სასიცოცხლო თვისებების ერთობლიობა; სასიცოცხლო თვისებები ურთიერთდაკავშირებულია და თითოეულის ცვლილებამ/დარღვევამ, შეიძლება გამოიწვიოს სხვა თვისების ცვლილება/დარღვევა.	დნმ-ის რეპლიკაციის, მიტოზისა და უსქესო გამრავლების დაკავშირება ბუნებრივ კლონირებასთან.
	2. სასიცოცხლო თვისებები ადაპტირებულია გარემო პირობებთან; სხვადასხვა ორგანიზმის სასიცოცხლო თვისებებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავება.	
	3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხსნის/ასაბუთებს ცოცხალ სისტემებში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლისა და ენერგიის გარდაქმნის პროცესებს და ასაბუთებს ორგანული სამყაროს მთლიანობას; ხსნის და ასაბუთებს მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს.	მსჯელობა იმის შესახებ, თუ ტექნოლოგიების განვითარებამ როგორ შეუწყო ხელი ხელოვნური კლონირებისა და გმო-ს მიღების მეთოდების შემუშავებას.
ბიომრავალფეროვნება (შედეგები: 4) ბიოტექნოლოგიის განვითარების გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე	1. ორგანიზმები დაჯგუფებულია მსგავსი ნიშან-თვისებების მიხედვით და ქმნიან სისტემატიკურ ჯგუფებს.	
	2. შეგუებულობები გარემო პირობებთან ხელს უწყობს ორგანიზმის გადარჩენას/ სახეობის მდგრადობას.	
	3. სახეობათა მრავალფეროვნება წარმოიქმნება მემკვიდრეობითობის, ცვალებადობისა და ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად.	
	4. მეცნიერული კვლევები ხსნის და/ ან ასაბუთებს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისა და მისი შენარჩუნების მნიშვნელობას.	- დადებითი მხარისა და საფრთხის აღწერა, რომელიც შეიძლება შეუქმნას ბიომრავალფეროვნებას ტრანსგენურმა ორგანიზმებმა; - როგორც დადებითი ეფექტის, ასევე, იმ საფრთხის აღწერა, რომელიც შეიძლება შეუქმნას ბიომრავალფეროვნებას ველური სახეობების კლონირებამ.
ჯანმრთელობა და დაავადება (შედეგი: 5) ბიოტექნოლოგიისა და გენეტიკის დარგის განვითარების გავლენა მედიცინის სფეროში	1. ჯანმრთელობა არის ადამიანის ორგანიზმის მდგომარეობა, რომლის დროსაც შენარჩუნებულია ჰომეოსტაზი და შრომისუნარიანობა, მათი დარღვევა კი განაპირობებს ავადობას.	
	2. სხვადასხვა დაავადებას აქვს განსხვავებული გამომწვევი მიზეზები, სიმპტომები და პრევენციის გზები.	
	3. გარემოს დაცვითი ღონისძიებები და ჯანსაღი ცხოვრების წესის დაცვა მნიშვნელოვანია ადამიანის იმუნიტეტის გაძლიერებასა და ავადობის პრევენციისათვის.	
	4. ტექნოლოგიები და მეცნიერული მიღწევები ხელს უწყობს დაავადებათა პრევენციას, ჯანმრთელობის შენარჩუნებასა და სიცოცხლის გახანგრძლივებას; ინფექციური დაავადებების გამომწვევების ევოლუციაზე თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და მედიცინის	- ახსნა, თუ რა გავლენა შეიძლება მოახდინოს გმ საკვებმა პროდუქტებმა ადამიანის ჯანმრთელობაზე; - სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის ძირითადი მიმართულებების განვითარების შეფასება ადამიანის ჯანმრთელობის სფეროში;

	განვითარების გავლენა.	• ადამიანის ჯანმრთელობაზე გენური თერაპიის დადებითი და უარყოფითი გავლენის შესახებ მსჯელობა.
--	-----------------------	--

თემა 2: ევოლუცია ძირითადი საკითხი: ევოლუციური და გენეტიკური ფაქტორების როლი სახეობათა მრავალფეროვნებაში შუალედური მიზანი 1: სახეობათა მრავალფეროვნების წარმოქმნაში ევოლუციური და გენეტიკური ფაქტორების მნიშვნელობის შესახებ მეცნიერული კვლევის შედეგების წარმოდგენა კვლევის ანგარიშის საშუალებით.		
სამიზნე ცნება ქვესაკითხი	სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები	მოლოდინები მოსწავლეს შეუძლია:
სტრუქტურა და ფუნქცია (შედეგები: 1) სახეობის სტრუქტურა. ევოლუციის ელემენტარული ერთეული	1. ბიოლოგიური სისტემა ორგანიზაციის ყოველ დონეზე შედგება სხვადასხვა სტრუქტურისგან და თითოეულის სტრუქტურა შეესაბამება მის ფუნქციას; სხვადასხვა ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავება; ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურები ერთმანეთთან დაკავშირებულია, რაც განაპირობებს სისტემის მთლიანობას.	• სახეობის სტრუქტურის დახასიათება; • სახეობასა და პოპულაციას შორის კავშირის ახსნა.
	2. ბიოლოგიური სისტემები ადაპტირებულია გარემოსთან; მისმა ცვლილებამ შეიძლება გავლენა იქონიოს ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურებსა და ფუნქციებზე.	ახსნა იმისა, თუ გარემოს ცვლილება რა გავლენას ახდენს პოპულაციის გენეტიკურ სტრუქტურაზე - გენოფონდზე.
	3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხელს უწყობს ბიოლოგიური სისტემების სტრუქტურებსა და ფუნქციებთან დაკავშირებული კანონზომიერებების აღმოჩენა/გააზრებას; ხსნის და ასაბუთებს მემკვიდრეობითობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს.	
სასიცოცხლო თვისებები (შედეგები: 2,3) ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობები	1. ყველა ორგანიზმისთვის დამახასიათებელია სასიცოცხლო თვისებების ერთობლიობა; სასიცოცხლო თვისებები ურთიერთდაკავშირებულია და თითოეულის ცვლილებამ/დარღვევამ, შეიძლება გამოიწვიოს სხვა თვისების ცვლილება/დარღვევა.	ახსნა იმისა, თუ დარღწიმა მეცნიერული კვლევებისა და დაკვირვების საფუძველზე რატომ მიიჩნია ორგანიზმა რეპროდუქციის მაღალი დონე და არსებობისათვის ბრძოლა ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობად.
	2. სასიცოცხლო თვისებები ადაპტირებულია გარემო პირობებთან; სხვადასხვა ორგანიზმის სასიცოცხლო თვისებებს შორის შეიძლება იყოს როგორც მსგავსება, ასევე განსხვავებაც.	
	3. ტექნოლოგიები და მეცნიერული კვლევები ხსნის/ასაბუთებს ცოცხალ სისტემებში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლისა და ენერგიის გარდაქმნის პროცესებს და ასაბუთებს ორგანული სამყაროს მთლიანობას; ხსნის და ასაბუთებს მემკვიდრეობითობის გენეტიკურ კანონზომიერებებს; ხსნის მემკვიდრული ცვალებადობის მნიშვნელობას ევოლუციისთვის.	ახსნა იმისა, თუ დარღწიმა მეცნიერული კვლევებისა და დაკვირვების საფუძველზე რატომ მიიჩნია მემკვიდრული მასალა ბუნებრივი გადარჩევის საფუძველად.

ბიომრავალფეროვნება (შედეგები: 4) მიკროეკოლოგიის მამოძრავებელი ფაქტორები და შედეგები	1. ორგანიზმები დაჯგუფებულია მსგავსი ნიშან-თვისებების მიხედვით და ქმნიან სისტემატიკურ ჯგუფებს;	
	2. შეგუებულობები გარემო პირობებთან ხელს უწყობს ორგანიზმის გადარჩენას/სახეობის მდგრადობას;	• შეგუებულობების ფორმების დახასიათება; • სახეობის მდგრადობისთვის შეგუებულობის წარმოქმნის მნიშვნელობის შესახებ მსჯელობა.
	3. სახეობათა მრავალფეროვნება წარმოიქმნება მემკვიდრეობითობის, ცვალებადობისა და ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად;	• მსჯელობა მიკროეკოლოგიის მამოძრავებელი ფაქტორების შესახებ; • მსჯელობა სახეობათა მრავალფეროვნებაში ბუნებრივი გადარჩევის როლის შესახებ.
	4. მეცნიერული კვლევები ხსნის და/ან ასაბუთებს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისა და მისი შენარჩუნების მნიშვნელობას.	• მეცნიერული კვლევის მონაცემების საფუძველზე გენეტიკური და ევოლუციური ფაქტორების ერთმანეთთან დაკავშირება; • მეცნიერული კვლევის მონაცემების ანალიზის საფუძველზე ბუნებაში სქესობრივი გადარჩევის მიმდინარეობის შეფასება.

თემა 2: ევოლუცია ძირითადი საკითხი: სახეობათწარმოქმნის პროცესის ეტაპები შუალედური მიზანი 2: შეგუებულობისა და სახეობათწარმოქმნის პროცესის ეტაპობრივი მიმდინარეობის წარმოდგენა კოგნიტური სქემის საშუალებით.		
სამიზნე ცნება ქვესაკითხი	სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები	მოლოდინები მოსწავლეს შეუძლია:
ბიომრავალფეროვნება (შედეგები: 4) სახეობათწარმოქმნის გზები	1. ორგანიზმები დაჯგუფებულია მსგავსი ნიშან-თვისებების მიხედვით და ქმნიან სისტემატიკურ ჯგუფებს.	
	2. შეგუებულობები გარემო პირობებთან ხელს უწყობს ორგანიზმის გადარჩენას/სახეობის მდგრადობას.	კონკრეტულ მაგალითზე შეგუებულობის ტიპის ამოცნობა, მისი აღწერა და მნიშვნელობის ახსნა სახეობის მდგრადობის შენარჩუნებაში.
	3. სახეობათა მრავალფეროვნება წარმოიქმნება მემკვიდრეობითობის, ცვალებადობისა და ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად.	კონკრეტულ მაგალითზე ბუნებრივი გადარჩევის ფორმის ამოცნობა და მისი დახასიათება.
	4. მეცნიერული კვლევები ხსნის და/ან ასაბუთებს ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნისა და მისი შენარჩუნების მნიშვნელობას.	• კონკრეტულ მაგალითზე სახეობათწარმოქმნის ფორმის ამოცნობა; • სახეობათწარმოქმნის ეტაპების თანმიმდევრულად აღწერა.
ჯანმრთელობა და დაავადება (შედეგი: 5) ევოლუციის მიმდინარეობაზე თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და მედიცინის განვითარების გავლენა	1. ჯანმრთელობა არის ადამიანის ორგანიზმის მდგომარეობა, რომლის დროსაც შენარჩუნებულია ჰომეოსტაზი და შრომისუნარიანობა, მათი დარღვევა კი განაპირობებს ავადობას;	

	2. სხვადასხვა დაავადებას აქვს განსხვავებული გამომწვევი მიზეზები, სიმპტომები და პრევენციის გზები.	
	3. გარემოს დაცვითი ღონისძიებები და ჯანსაღი ცხოვრების წესის დაცვა მნიშვნელოვანია ადამიანის იმუნიტეტის გაძლიერებასა და ავადოპის პრევენციისათვის.	
	4. ტექნოლოგიები და მეცნიერული მიღწევები ხელს უწყობს დაავადებათა პრევენციას, ჯანმრთელობის შენარჩუნებასა და სიცოცხლის გახანგრძლივებას; ინფექციური დაავადებების გამომწვევების ევოლუციაზე თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და მედიცინის განვითარების გავლენა.	• თანამედროვე ტექნოლოგიების, კერძოდ, ფარმაცოლოგიის განვითარებისა და ინფექციური დაავადებების სამკურნალოდ ანტიბიოტიკების ფართოდ გამოყენების მიკროორგანიზმების ევოლუციაზე გავლენის აღწერა; • ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების ადამიანის ჯანმრთელობაზე გავლენის ახსნა.

მეთოდოლოგიური ორიენტირები

ეროვნული სასწავლო გეგმის მეთოდოლოგიური ნაწილი ორიენტირდება შემდეგ საკითხებზე:

- პრინციპები, რომლებსაც უნდა ეფუძნებოდეს სწავლა-სწავლების პროცესი; (ხარისხიანი განათლება);
- ინკლუზიური განათლება (განათლების თანაბარი ხელმისაწვდომობა);
- მეტაკოგნიცია და ფუნქციურ-კომპონენტური უნარები;
- საგანთა შორის ინტეგრაცია და პრიორიტეტული თემები;
- ტექნოლოგიების გამოყენება სასწავლო პროცესში.

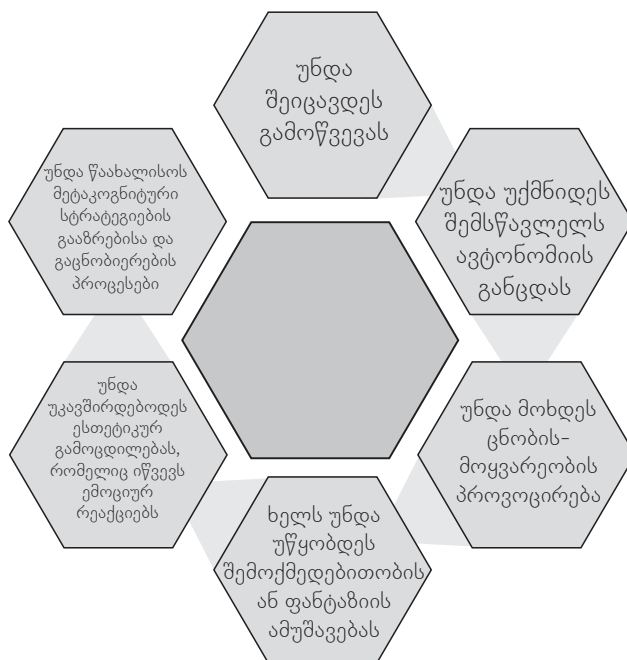
გარდა გრძელვადიანი მიზნებისა ეროვნული სასწავლო გეგმა განსაზღვრავს მეთოდოლოგიურ ორიენტირებს.

პრინციპები, რომლებსაც უნდა ეფუძნებოდეს სწავლა-სწავლების პროცესი:

ეროვნულ სასწავლო გეგმაში მოთხოვნები მეთოდოლოგიურ ორიენტირებთან დაკავშირებით ჩამოყალიბებულია 5 საგანმანათლებლო პრინციპის სახით:

- 1) სწავლა-სწავლება ხელს უწყობდეს მოსწავლეთა შინაგანი ძალების გააქტიურებას;
- 2) სწავლა-სწავლება ხელს უწყობდეს ცოდნის ეტაპობრივად კონსტრუირებას წინარე ცოდნაზე დაფუძნებით;
- 3) სწავლა-სწავლება ხელს უწყობდეს ცოდნათა ურთიერთდაკავშირებასა და ორგანიზებას;
- 4) სწავლა-სწავლება უნდა უზრუნველყოფდეს სწავლის სტრატეგიების დაუფლებას (სწავლის სწავლას);
- 5) სწავლა-სწავლება უნდა მოიცავდეს ცოდნის სამივე კატეგორიას: დეკლარატიულს, პროცედურულსა და პირობისეულს.

ამ პრინციპების სასწავლო პროცესში რეალიზებისთვის გამოყენებულ უნდა იქნეს კომპლექსური (პროექტული, ავთენტური კონტექსტის, კვლევაზე ან/და პრობლემაზე დაფუძნებული) დავალებები, რომლებიც ხასიათდება შემდეგი თვისებებით:



ინკლუზიური განათლება

ეროვნული სასწავლო გეგმის ხუთი საგანმანათლებლო პრინციპის რეალიზება უნდა მოხდეს ინკლუზიურ გარემოში, რაც თანაბრად ხელმისაწვდომს ხდის ხარისხიან განათლებას ყველა მოსწავლისთვის.

ინკლუზიური განათლების პრაქტიკაში რეალიზებას ხელს უწყობს:

- **სამიზნე ცნება და შედეგის ბუნება** – თითოეული საგნის შედეგები და სამიზნე ცნებები განსაზღვრულია საფეხურის და არა კონკრეტული წლის ან თემის ფარგლებში. შედეგებზე განგრძობითად, მთელი საფეხურის განმავლობაში, მიმდინარეობს მუშაობა; ის არ წარმოადგენს მოკლევადიან ნიშნულს, რომელიც აუცილებელი წინაპირობაა მომდევნო შედეგზე გადასასვლელად. მაგ.: **მისაღწევ შედეგზე – მოსწავლემ უნდა შეძლოს მეცნიერების მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენებით სიცოცხლის ორგანიზაციის სხვადასხვა დონის ცოცხალი სისტემის თვისებების აღწერა შედარებითი დახასიათებისათვის** – მუშაობა მთელი სასწავლო კურსის განმავლობაში მიმდინარეობს. მასწავლებლის ამოცანაა, ამ კომპეტენციასთან მიმართებით მოსწავლის წინსვლის უზრუნველყოფა და არა მკაცრად განსაზღვრული ნიშნულების „გადაღახვა“.
- **ფუნქციური კონტექსტი** – ეროვნულ სასწავლო გეგმაში თემები წარმოადგენს გამამთლიანებელ კონტექსტს, რომლის ფარგლებშიც უნდა მოხდეს შედეგის გააზრება. ეს კურიკულუმს აახლოებს ცხოვრებისეულ სიტუაციებთან და ხელს უწყობს ფუნქციური უნარების განვითარებას;
- **კომპლექსური დავალება, როგორც შუალედური სასწავლო მიზნის მიღწევის აუცილებელი ინსტრუმენტი** – მასწავლებელს შეუძლია საკუთარი კლასის მოსწავლეებს მათი ინტერესებისა და შესაძლებლობების შესაბამისი დავალება შესთავაზოს, ცალკეული მოსწავლეებისთვის კი ამ დავალების ადაპტირებული ვერსია მოამზადოს (იგულისხმება არა მხოლოდ სსსმ, არამედ კლასის ნებისმიერი მოსწავლე).

მეტაკოგნიცია და ფუნქციური/კომპონენტური უნარები

ეროვნული სასწავლო გეგმა გამოკვეთს 6 ფუნქციურ უნარს და მათთან დაკავშირებულ კოგნიტურ ოპერაციებს, რომლებზე სპეციალური ყურადღების გამახვილების გარეშე ვერ მოხერხდება სამიზნე ცნებების განვითარება. ამ უნარებზე მუშაობა ყველა საგნის მასწავლებელს მოეთხოვება ყველა საფეხურზე, თითოეულ სამიზნე ცნებასთან მიმართებით. ყველა კომპლექსური დავალება გულისხმობს საკვანძო

შეკითხვის განსაზღვრასაც, რომელზე ფიქრიც ლაიტმოტივად გასდევს კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობის პროცესს. მაგ.: ზემოთ განხილულ კომპლექსურ დავალებასთან მიმართებით (რომელიც უკრედიის მიტოვრ გამრავლებას ეხება) საკვანძო შეკითხვა:

- როგორ წარმოვადგინო სათავგადასავლო მოთხრობის საშუალებით ქრომოსომების ცვლილება მიტოვური გამრავლების პროცესში?

პირველ შეკითხვაში მნიშვნელოვანია იმის განსაზღვრა, თუ რას შეიმეცნებს მოსწავლე, მეორეში კი – როგორ შეძლებს დასახული ამოცანის განხორციელებას (ზოგჯერ ეს ორი კომპონენტი შესაძლოა ერთ შეკითხვაშიც იყოს გაერთიანებული). მეორე შეკითხვაზე აქცენტირებისას სწავლა-სწავლების პროცესში შემოდის ფუნქციურ-კომპონენტური უნარები.

ქვემოთ მოცემულია ცხრილები თითოეულ ფუნქციურ-კომპონენტურ უნარებთან დაკავშირებით: ისინი მასწავლებელს განმავითარებელი შეფასების წარმოებაში დაეხმარება.

ფუნქციურ-კომპონენტური უნარები - კრიტიკული აზროვნება	კოგნიტური ოპერაციები / კომპონენტები
დაკვირვება	გახსენება
	ამოცნობა
კანონზომიერების აღმოჩენა და განზოგადება	შედარება და დაპირისპირება (კონტრასტი)
	კლასიფიცირება
	რელევანტური და არარელევანტური ინფორმაციის იდენტიფიცირება
დასკვნების ჩამოყალიბება კანონზომიერებების საფუძველზე	პირველადი დასკვნა
	ვარაუდის გამოთქმა
დასკვნების შეფასება დაკვირვების საფუძველზე	თანმიმდევრულობის შემოწმება
	ტენდენციურობის, სტერეოტიპების, კლიშეებისა და პროპაგანდის იდენტიფიცირება
	უსაფუძვლო დაშვებების იდენტიფიცირება
	გადამეტებული განზოგადების ან მცირედ განზოგადების ამოცნობა
	დასკვნების ფაქტებით დადასტურება

ფუნქციური უნარი - შემოქმედებითობა	კოგნიტური ოპერაციები/კომპონენტები
თავისუფლად აზროვნება	კითხვების დასმა
	იდეების გენერირება; პრობლემის გადაჭრის გზების დასახელება; ალტერნატიული პასუხების ძიება და პრობლემის გადაჭრის გზების შემოთავაზება
ფლექსიურობა	პრობლემის დანახვა და შეფასება სხვადასხვა პერსპექტივიდან
	მიდგომების მრავალფეროვნება (approach)
ორიგინალობა	უნიკალური და ახალი იდეის გენერირება
	სხვადასხვა ელემენტისგან უნიკალური კომბინაციების შექმნა
დეტალებზე ყურადღების გამახვილება	იდეების განვითარება და გამდიდრება დეტალიზაციის ხარჯზე

ფუნქციური უნარი - კომუნიკაცია	კოგნიტური ოპერაციები/კომპონენტები
ინფორმაციის ნათლად და შინაარსიანად გამოხატვა	მიზნობრიობა (ინფორმირება, ინსტრუქტირება, მოტივირება, დარწმუნება)
	მეტყველების ტიპის შერჩევა - აღწერა, თხრობა, მსჯელობა
	აქტიური მოსმენა (კავშირის დამყარება, ნდობის მოპოვება, დიალოგში გაყოლა (ანუ მონიტორინგი), მიზნობრივი ფრაგმენტულობა)
	კონტექსტუალიზება (საკომუნიკაციო სიტუაციის გაანალიზება და გამოხატვის რელევანტური საშუალების შერჩევა (სათანადო ფუნქციური სამეტყველო ქმედების გამოყენება)
	არავერბალური სიგნალები (სხეულის ენა, მიმიკა, ჟესტიკულაცია და ა.შ.)
თავდაჯერებულობა	ღიაობა
	კეთილგანწყობა
ემპათია (სხვისი თვალთ დანახვა)	თვითრეფლექსია/უკუკავშირი
	ურთიერთობის მონიტორინგი
აღიარება	თანასწორობა პასუხისმგებლობა ტოლერანტობა (განსხვავებულის მიმდებლობა) ორიენტაცია პრობლემაზე და არა კომუნიკაციაში ჩართულ სუბიექტზე

ფუნქციური უნარი - თანამშრომლობა	კოგნიტური ოპერაციები/კომპონენტები
ერთად მუშაობა	პირისპირ და ტექნოლოგიების გამოყენებით იდეებისა და რესურსების გაზიარების გზით
საერთო პასუხისმგებლობა	საერთო მიზანი
	ანგარიშვალდებულება შედეგთან მიმართებით
არსებითი გადაწყვეტილებები (შინაარსი, პროცესი, პროდუქტი)	წინარე ცოდნის გამოყენება გადაწყვეტილებების მიღების მიზნით
	როლები და პასუხისმგებლობების განაწილება
	პროდუქტის დიზაინი, ბუნება და გამოყენებითობა
	ურთიერთდამოკიდებულობა (ანგარიშვალდებულების ორი დონე - ინდივიდუალური და ჯგუფური)

ფუნქციური უნარი - მოქალაქეობა	კოგნიტური ოპერაციები/კომპონენტები
უმენაესი ეთიკის პრინციპები	ადამიანის ღირსება
	გაურკვევლობებისადმი შემწყნარებლური დამოკიდებულება
ანგარიშვალდებულება საზოგადოებისადმი და თანაშემოქმედებითობა	პასუხისმგებლობა
	კონფლიქტების მართვა
	კანონის უმენაესობის დაფასება
თემის პრიორიტეტების გააზრება	ლოკალური თემისთვის აქტუალური პრობლემები
	ქვეყნისთვის აქტუალური პრობლემები;
	მსოფლიოს ცოდნა და შემეცნება

ფუნქციური/კომპონენტური უნარი - ხასიათი ნებისყოფა/ნებელობა	კოგნიტური ოპერაციები/კომპონენტები
იდენტობა	საკუთარი შესაძლებლობებისა და ინტერესების გაცნობიერება (ვინ ვარ მე)
	გადაწყვეტილების მიღება თვითრეალიზაციისთვის (რასთან ვაფილირდები)
თვითრეგულაცია	მიზნების დასახვა
	დაგეგმვა
	თვითეფექტურობის განცდა
	სწავლის სტრატეგიები
	მონიტორინგი და შეფასება
	დახმარებისთვის სხვებისთვის მიმართვა
თვითაქტუალიზაცია	ენტუზიაზმი ყველა საქმის მიმართ
	ავტონომიურობა
	საკუთარი თავის პოზიტიური შეფასება
	ადამიანებისა და სამყაროს მიმართ კეთილგანწყობა
	პროცესზე ორიენტირებულობა

ფუნქციურ უნარებზე მუშაობა არ ხდება იზოლირებულად. მოსწავლეს თითოეულ კომპლექსურ დავალებამ მუშაობის პროცესში უწევს მათი სინერგიული გამოყენება. ფუნქციურ-კომპონენტური უნარები საკითხის ღრმად გააზრების საშუალებას წარმოადგენს, თუმცა, მეორე მხრივ, საკითხი თავად წარმოადგენს მათი განვითარების საშუალებას.

აქვე ყურადღება უნდა გამახვილდეს მეტაკოგნიციაზე. **მეტაკოგნიცია** არის ამოცანების პროცესების მონიტორინგი და მართვა (კონტროლი). იმისათვის, რომ მოსწავლემ წარმატებით მართოს ამოცანების პროცესები, მან უნდა შეძლოს დამოკიდებულებისა (ყოფაქცევის) და გრძნობების მართვაც - ამ პროცესს თვითრეგულირება ჰქვია. მისი ვიზუალიზაცია შემდეგი გზითაა შესაძლებელი:

	კოგნიტური პროცესები/ ამოცანა	ყოფაქცევა	გრძნობები
მონიტორინგი	მეტაკოგნიცია	თვითრეგულაცია	
კონტროლი/ გამოყენება			

როგორც ზემოთ ცხრილში ჩანს, მეტაკოგნიცია და თვითრეგულაცია ერთმანეთთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული, რაც იმას ნიშნავს, რომ მეტაკოგნიტური სტრატეგიების ეფექტურად გამოყენებისთვის აუცილებელია მოსწავლემ ერთობლივად შეძლოს საკუთარი გრძნობებისა და ყოფაქცევის კონტროლი და მართვა. ამ ერთობლივ პროცესს კი თვითრეგულირებული სწავლა ეწოდება.

მეტაკოგნიციის უნარების განვითარებისთვის მასწავლებელმა პერიოდულად სამი ტიპის აქტივობა უნდა ჩაატაროს. ეს აქტივობებია:

- **სტრატეგიების მოდელირება** - მასწავლებელი მოსწავლეებთან ერთად ასრულებს დავალებას და მისი შესრულებისას „ხმამაღლა ფიქრობს“ იმაზე, თუ როგორ შეასრულოს ეს აქტივობა (მაგ., კარგად გავეცნოთ პირობას და დავაკვირდეთ, რას მოითხოვს იგი; აქვს თუ არა პირობას თანხმდები მასალა, მაგ., სურათები? სანამ ტექსტს წავიკითხავთ, ხომ არ სჯობს, ჯერ სურათებს გავეცნოთ და ვნახოთ, რა ინფორმაციის შემცველია ეს სურათები? და მისთ).
- **წინმსწრები მეტაკოგნიტური პაუზა, ანუ დავალების შესრულებამდე დაფიქრება და მსჯელობა გადასადგმელ ნაბიჯებზე** - მას შემდეგ, რაც მოსწავლეები გაეცნობიან დავალების პირობას,

შევასრულებინებთ მეტაკოგნიტური ხასიათის ამგვარ აქტივობას: მათ ჯგუფურად უნდა განსაზღვრონ ის გზა, რომლითაც დავალებას შეასრულებენ, სახელდობრ: დეტალურად აღწერონ დავალების შესრულების ეტაპები (რას შეასრულებენ რის შემდეგ და სხვ.) და სტრატეგიები, რომლებსაც გამოიყენებენ თითოეულ ეტაპზე. ჯგუფებმა უნდა წარმოადგინონ თავიანთი ნამუშევრები და იმსჯელონ შერჩეული გზებისა თუ სტრატეგიების მიზანშეწონილობაზე.

- **შემდგომი მეტაკოგნიტური პაუზა, ანუ დავალების შესრულების შემდეგ დაფიქრება და მსჯელობა გადამდგმულ ნაბიჯებზე** – მას შემდეგ, რაც მოსწავლეები შეასრულებენ კონკრეტულ დავალებას, მათ უნდა გაიხსენონ და აღწერონ განვლილი გზა: რა გააკეთეს რის შემდეგ? რა ხერხები გამოიყენეს მუშაობისას? რა გაუჭირდათ ან რა გაუადვილდათ? შესრულებული მოქმედებების აღწერის შედეგად მოსწავლეები გააცნობიერებენ იმ ფაქტს, რომ მიზნის მისაღწევად არსებობს სხვადასხვა გზა და ხერხი, რომლებზეც დავალების შესრულებამდე უნდა დაფიქრდნენ (ოპტიმალური გადაწყვეტილების მისაღებად). მეტაკოგნიტური პაუზა მოსწავლეებს განუვითარებს სწავლის უნარებსა და ქმედებაუნარიანობას.

სამიზნე ცნებებზე მუშაობის პროცესში საჭიროა, ასევე, ზრუნვა **თვითრეგულირების** უნარების განვითარებაზე, რისთვისაც მოსწავლემ პერიოდულად შემდეგი კითხვები უნდა დაუსვას საკუთარ თავს:

სტრატეგია: ოდესმე თუ გამომიყენებია ეს სტრატეგია წარმატებულად? რატომ გამოდგა ეს სტრატეგია წარმატებული? როგორ დავრწმუნდე, რომ ამჯერადაც წარმატებულად გამოვიყენებ ამა თუ იმ სტრატეგიას?

კომპლექსური დავალების დროს: როგორ ვართმევ დავალებას თავს? ზოგადად, ამგვარ დავალებებში რა შეცდომები მომდის? როგორ ავარიდო თავი ამ შეცდომებს? ამ კომპლექსურ დავალებაში რა მიჭირს ყველაზე მეტად? რა არის ყველაზე რთული? რატომ? რა გამომდის კარგად და რატომ?

მოტივაცია: კომპლექსური დავალების შესრულების დროს როგორ ვგრძნობ თავს? ვარ მოტივირებული, რომ შევასრულო დავალება მაღალ ხარისხზე? რა შემიძლია მოვიმოქმედო ახლა მოტივაციის ასამაღლებლად? დავალების შესრულების შემდგომ: როგორ ვიყო უფრო მოტივირებული შემდგომი კომპლექსური დავალებისთვის?

თვითრეგულირებული სწავლისთვის საჭიროა მოსწავლემ მოახდინოს რეფლექსია შემდეგ კითხვებზე:

- რა ვისწავლე დღეს/ამ კვირაში/ამ სემესტრში?
- რა გრძნობა მეუფლება, როდესაც ვიცი, რომ რაღაც ახალი შევიმეცნე?
- რა დრო დამჭირდა გარკვეული საკითხის სასწავლად? დამჭირდა თუ არა უფრო მეტი, ვიდრე თავიდან მეგონა?
- რა სხვაობაა სწავლასა და დამახსოვრებას შორის?
- რა სტრატეგიების გამოყენება შემიძლია, რომ უკეთ დავიმახსოვრო ფაქტები?

საგანთა შორის ინტეგრირება და პრიორიტეტული თემები

გარდა ინკლუზიური განათლებისა და სწავლა-სწავლების ხუთი პრინციპისა, ეროვნული სასწავლო გეგმის მეთოდოლოგიური ნაწილის მოთხოვნაა ყურადღების გამახვილება ისეთ კატეგორიებზე, როგორებიცაა:

- საგანთა შორის ინტეგრაცია;
- პრიორიტეტული თემები;
- ტექნოლოგიების მიზნობრივი გამოყენება.

საგანთა შორის ინტეგრაცია

ინტეგრირება დიდად ეხმარება მოსწავლეს საკითხის ღრმად და მრავალმხრივად გააზრებაში. ეროვნული სასწავლო გეგმის მიხედვით, ინტეგრირება სამი სხვადასხვა გზით შეიძლება:

1. **სასწავლო მასალის დაკავშირება თემის ერთიან კონტექსტთან** – განზოგადებების გაკეთება რამდენიმე საგნისთვის ერთ საერთო კონტექსტთან მიმართებით (მაგალითად, თემა „ჩვენი

სამყაროს“ (საშუალო საფეხური) ფარგლებში შეიძლება ფიზიკის, ქიმიისა და ბიოლოგიის ინტეგრირება);

2. ერთ საკითხთან მიმართებით სხვადასხვა საგნის ინტეგრირების არეალის გამოკვეთა - ერთი საგნობრივი საკითხის გამოყენება რამდენიმე საგნის სამიზნე ცნებაზე ორიენტირებისთვის (მაგალითად, საკითხი პლასტიკური ცვლა გულისხმობს ცოდნას ბიოლოგიიდან - „უჯრედული სუნთქვის“, ქიმიიდან - ორგანული ნივთიერებებისა და ფიზიკიდან - ენერგიის გარდაქმნებისა);

3. ინტეგრირება კომპლექსური დავალების პირობაზე დაყრდნობით - ერთი კომპლექსური დავალების კონტექსტის გამოყენება ორი სხვადასხვა საგნის საკითხების ურთიერთდაკავშირებულად დასამუშავებლად (მაგალითად, ადამიანის სუნთქვის სისტემასთან დაკავშირებული კომპლექსური დავალება, რომელიც პროდუქტის სახით მოდელის შექმნას გულისხმობს, შეიძლება შეიცავდეს შეფასების კრიტერიუმებს როგორც ბიოლოგიის, ასევე ფიზიკისა და ქიმიის სამიზნე ცნებებთან მიმართებით).

ეროვნული სასწავლო გეგმა არ აწესებს მკაცრ მოთხოვნებს ინტეგრირებასთან დაკავშირებით. ეს არის პროცესი, რომელიც ყველა სკოლამ უნდა განავითაროს საკუთარი პრიორიტეტებიდან და შესაძლებლობებიდან გამომდინარე.

ინტეგრირების ზემოხსენებული მექანიზმები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ეროვნული სასწავლო გეგმის პრიორიტეტული თემების ფორმალურ განათლებაში შემოსაყვანად.

პრიორიტეტული თემები

ზოგადი განათლების ეროვნული მიზნებიდან გამომდინარე, ეროვნული სასწავლო გეგმა გამოყოფს პრიორიტეტულ თემებს, რომელთაც დიდი მნიშვნელობა აქვს მოსწავლის სამოქალაქო ცნობიერების ჩამოსაყალიბებლად:

- ა) კულტურული მემკვიდრეობის დაცვა;
- ბ) გარემოს დაცვა;
- გ) ჯანსაღი ცხოვრება;
- დ) სამოქალაქო უსაფრთხოება;
- ე) კონფლიქტების მართვა;
- ვ) ფინანსური წიგნიერება;
- ზ) კულტურული მრავალფეროვნება;
- თ) ადამიანის უფლებები.

პრიორიტეტულ სასწავლო თემებზე აქცენტირებული მუშაობა უნდა მიმდინარეობდეს სასკოლო პროექტების განხორციელებით. სასკოლო პროექტების განსახორციელებლად სკოლები სწავლობენ საკუთარ საჭიროებებს და გეგმავენ აქტივობებს გამოკვეთილი პრობლემების გადასაჭრელად/სკოლის განსავითარებლად; ეს აქტივობები ხელს უწყობს, ერთი მხრივ, მოსწავლეთა ცნობიერების ამაღლებას პრიორიტეტულ თემებთან მიმართებით და, მეორე მხრივ კი - სკოლის საორგანიზაციო კულტურის განვითარებას.

სასკოლო პროექტებზე მუშაობისას სკოლებმა უნდა გაითვალისწინონ შემდეგი კრიტერიუმები:

- რამდენად ორიენტირებულია სასკოლო პროექტი დემოკრატიული კულტურის კომპეტენციების განვითარებაზე;
- რამდენად ორიენტირებულია პროექტი ეროვნული სასწავლო გეგმის სამიზნე ცნებასა/ცნებებსა და მკვიდრ წარმოდგენებზე;
- უწყობს თუ არა პროექტი ხელს ეროვნული სასწავლო გეგმის პრიორიტეტულ თემაზე/თემებზე მოსწავლეთა ცნობიერების ამაღლებას;

- რამდენად გამოკვეთს პროექტი ინტერდისციპლინურ კავშირებს, ასევე კლასებს/საფეხურებს შორის კავშირებს;
- რამდენად ითვალისწინებს პროექტი სკოლის სტრუქტურულ ერთეულებთან (კათედრები, სამეურვეო საბჭო, პედაგოგიური საბჭო, მოსწავლეთა თვითმმართველობა და სხვა) თანამშრომლობას და სასკოლო საზოგადოების/თემის ჩართულობას;
- რამდენად ავითარებს პროექტი თემთან/გარე ორგანიზაციებთან თანამშრომლობის შესაძლებლობებს;
- რამდენად ითვალისწინებს სასკოლო პროექტი ფორმალური და არაფორმალური განათლების კომპონენტს;
- რამდენად აქვს ყველა მოსწავლეს თანაბრად ჩართვის შესაძლებლობა;
- რამდენად მოიაზრებს პროექტის იდეა და შედეგები კავშირს სკოლის განვითარებასთან.

ტექნოლოგიების მიზნობრივი გამოყენება

ტექნოლოგიები სწავლა-სწავლების პროცესში ორ ფუნქციას ასრულებს:

1. მათი საშუალებით სასწავლო პროცესი უფრო საინტერესო ხდება მოსწავლისთვის;
2. მათი საშუალებით უფრო ეფექტურად მიმდინარეობს კომუნიკაცია სასკოლო საზოგადოების წევრებს შორის.

ეროვნული სასწავლო გეგმის დანერგვის პროცესში მასწავლებლებმა ციფრული ტექნოლოგიები შეიძლება გამოიყენონ კომპლექსური დავალებებისა და თემატური მატრიცების შესაქმნელად.

პასუხები დავალებებზე

თემა 1 - გენეტიკა

§1.1.

1. მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებებს.
2. მენდელის კვლევის ძირითადი მეთოდი: ჰიბრიდოლოგიური მეთოდი.
3. ექსპერიმენტებისათვის შერჩეული ობიექტი, მემკვიდრეობითობის შესწავლის დაწყება ერთი ალტერნატიული წყვილი ნიშნის მემკვიდრეობის კვლევით, ჰიბრიდიზაციისთვის საწყის ობიექტებად წმინდა ხაზების/ჯიშების შერჩევა.
4. თვითდამტვერვა არის ერთი ყვავილის მტვრის მარცვლის მოხვედრა იმავე ყვავილის ბუტკოს დინგზე, ხოლო ერთი ყვავილიდან მტვრის მარცვლის მოხვედრა სხვა ყვავილის ბუტკოზე კი - ჯვარედინი დამტვერვა.
5. ბარდა თვითმტვერია მცენარეა და რომ არ მომხდარიყო თვითდამტვერვა.
6. რომ თავიდან აეცილებინა შემთხვევითი ჯვარედინი დამტვერვა.

§1.2.

1. დომინანტური ნიშანია ყვავილის მეწამული შეფერილობა, ხოლო რეცესიული - ყვავილის თეთრი შეფერილობა.
2. 1) ალელი არის კონკრეტული გენის ალტერნატიული ფორმა, ხოლო ლოკუსი არის ქრომოსომაში გენის ლოკალიზაციის კონკრეტული ადგილი; 2) გენოტიპი არის ორგანიზმისათვის დამახასიათებელი ყველა გენის ერთობლიობა, ხოლო ფენოტიპი - ორგანიზმის ყველა ნიშან-თვისების ერთობლიობა, რომელიც ფორმირდება გენოტიპისა და გარემო ფაქტორების ურთიერთქმედებით; 3) ჰომოზიგოტა ერთი გენის იდენტურ ალელებს შეიცავს და ერთი ტიპის გამეტებს წარმოქმნის; 4) ჰეტეროზიგოტა ერთი გენის სხვადასხვა ალელს შეიცავს და სხვადასხვა ტიპის გამეტებს წარმოქმნის.
3. ჰომოზიგოტურია: **AA, BB, CC**; ჰეტეროზიგოტურია: **Cc, Aa, Bb**.
4. რომ ყვავილის თეთრი შეფერილობის განმსაზღვრელი „მემკვიდრული ელემენტი“ (ალელური გენი) პირველი თაობის ინდივიდებშიც იყო, რომელიც დომინანტურმა „მემკვიდრულმა ელემენტმა“ დათრგუნა. აქედან დაასკვნა, რომ „მემკვიდრული ელემენტები“ თაობათა განმავლობაში შენარჩუნდებიან და ერთმანეთს არ ერევიან.
5. 1) ორი ტიპის; 2) $3/4 : 1/4$; 3) **1AA, 2Aa, 1aa**; 4) მეწამულყვავილიანს **AA** და **Aa**, თეთრყვავილიანს მხოლოდ **aa**. დასკვნა: დომინანტური ალელი ფენოტიპურად გამოვლინდება როგორც ჰომოზიგოტურ, ისე ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში, ხოლო რეცესიული - მხოლოდ ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში.
6. დარწმუნებული იყო, რომ შთამომავლობაში გამომჟღავნებული ცვლილება მხოლოდ ჰიბრიდიზაციის შედეგი იქნებოდა.
7. მეცნიერული დაკვირვების შედეგად შეგროვებული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე მეცნიერები ადგენენ/აღმოაჩენენ მნიშვნელოვან კანონებსა და კანონზომიერებებს, მეცნიერულ მიგნებებს. კერძოდ, მენდელმა დაკვირვების საფუძველზე დაადგინა: 1) მის მიერ შერჩეული საკვლევი ნიშნები მემკვიდრული იყო, 2) მემკვიდრეობა დაკავშირებული იყო მემკვიდრულ მატერიალურ მასალასთან, რომელიც შთამომავლობას გამეტების საშუალებით გადაეცემა, 3) დაადგინა დომინანტური და რეცესიული ნიშნები, 4) თითოეულ ნიშანს განსაზღვრავს მემკვიდრულ ელემენტთა წყვილები.

8. რადგან რეცესიული ალელი მხოლოდ ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში გამოიხატება ფენოტიპურად.
9. მხოლოდ **cc**.
10. 1) **A**, 2) **B** და **b**, 3) **C** და **c**.
11. 1) **Aa** და **aa**, 2) **Aa** და **aa**, 3) გენოტიპური დათიშვა: $1/2Aa : 1/2aa$, ფენოტიპური დათიშვა: $1/2$ მეწამულ-ყვავილიანი : $1/2$ თეთრყვავილიანი.
12. ინდივიდისა და პოპულაციისთვის სასარგებლო შეიძლება იყოს როგორც დომინანტური, ისე რეცესიული ალელი. ამ შემთხვევაში რეცესიული ალელი არის სასარგებლო.
13. 1) გვირგვინის ფურცლების გლუვი ფორმა არის დომინანტური ნიშანი; 2) ჰეტეროზიგოტური, რადგან შთამომავლობაში ფენოტიპური დათიშვა მოხდა $3 : 1$.
14. 1) **Cc**, რადგან ჰეტეროზიგოტური ინდივიდების შთამომავლობაში გენოტიპური დათიშვა არის: **1CC : 2Cc : 1cc**; 2) მწვანე ნაყოფიანი მცენარეები.

§1.3.

1. $1,2,84 : 1$; $2,96 : 1$; $3,01 : 1$; $2,95 : 1$; $2,82 : 1$; $3,14 : 1$; $3,15 : 1$.
2. ვერა, რადგან ამ შემთხვევაში ყველა ტიპის გამეტის წარმოქმნისა და ყველა ტიპის გამეტას განაყოფიერებაში მონაწილეობის მიღების თანაბარი შესაძლებლობა არ ექნებოდა.
3. რადგან იმისთვის, რომ ყველა ტიპის გამეტა წარმოიქმნას და ყველას ჰქონდეს განაყოფიერებაში მონაწილეობის მიღების თანაბარი შესაძლებლობა, მათი რიცხვი დიდი უნდა იყოს.
4. შევარებაში მონაწილე ინდივიდებისა და/ან მათი შთამომავლობის მცირე რიცხვი.
5. **P AA x aa**

F₁ Aa

F₂ 1AA : 2Aa : 1aa

6. შეესაბამება: დაწვრილებით გეგმავდა ექსპერიმენტებს, ირჩევდა კვლევის ობიექტს, არჩევდა გამოსაკვლევ ალტერნატიული ნიშნების წყვილს, ატარებდა ექსპერიმენტებს, აგროვებდა მონაცემებს, მონაცემებს აანალიზებდა და მის საფუძველზე გამოჰქონდა დასკვნები.

§1.4.

1. გენს აქვს ქრომოსომაში გარკვეული ადგილი - ლოკუსი, ალელი არის გენის არსებობის ფორმა. ერთი გენის ალელები ლოკალიზებულია ჰომოლოგიურ ქრომოსომებში ერთსა და იმავე ლოკუსში.
2. ამ გენის ადგილმდებარეობას განსაზღვრავს სიტყვა ლოკუსი; სხვა ხილის ბუზშიც ამ გენის პოვნა შეიძლება მე-2 ქრომოსომის დნმ-ში.
3. ჰომოზიგოტური ორგანიზმის ჰომოლოგიურ ქრომოსომებში ერთსა და იმავე ლოკუსში აქვთ ერთი გენის იდენტური ალელები, ხოლო ჰეტეროზიგოტურს - ჰომოლოგიური ქრომოსომების ერთსა და იმავე ლოკუსში აქვს ერთი გენის სხვადასხვა ალელი.
4. რადგან გამეტების მომწიფება ხდება მეიოზური გაყოფით, რომლის დროსაც განახევრდება ქრომოსომების რიცხვი და მასთან ერთად დნმ, რომლის სახეობისათვის დამახასიათებელი რაოდენობა აღდგება

მდედრობითი და მამრობითი გამეტების შერწყმის დროს.

5. პირველი თაობის ჰიბრიდები ჰეტერომიგოტურები არიან, ჰომოლოგიური ქრომოსომების წყვილიდან ერთში ლოკალიზებულია ყვავილის მეწამული შეფერილობის ალელი, ხოლო მეორეში - თეთრი შეფერილობის ალელი, რომლებიც ერთმანეთს სცილდებიან მეიოზის პროცესში. ეს იმით, რომ მეიოზის პროცესის შედეგად თითოეულ გამეტში ხვდება ჰომოლოგიური წყვილიდან თითო ქრომოსომა და მათთან ერთად გენის თითო ალელი.
6. მენდელმა დათიშვა ახსნა გამეტების სიწმინდის ჰიპოთეზით, რომლის მიხედვითაც წყვილი ალელიდან გამეტში ხვდება თითო ალელი და განაყოფიერების დროს ალელულების წყვილადობა აღდგება. ციტოლოგიური მექანიზმი ასე ხსნის დათიშვას: ერთი გენის ალელები ლოკალიზებულია ჰომოლოგიურ ქრომოსომებში, მეიოზის დროს ჰომოლოგიური ქრომოსომები ერთმანეთს სცილდებიან და ქრომოსომების რიცხვი განახევრდება, ჰომოლოგიური ქრომოსომების დაცილების დროს სცილდებიან ერთმანეთს ალელებიც და ამიტომ ერთი გენის ალელები სხვადასხვა გამეტში აღმოჩნდება, განაყოფიერების დროს აღდგება ქრომოსომების წყვილადობა და მათთან ერთად ალელულების წყვილადობაც; ამრიგად, დათიშვის მენდელისეული ახსნა შემდგომში დამტკიცდა ციტოლოგიური მექანიზმით.
7. 1) დომინანტურია ბუმბულის შავი შეფერილობა, რადგან პირველ თაობაში ყველა ჰიბრიდი შავბუმბულიანია; 2) ერთგვაროვნების წესი; 3) P გენოტიპი AA და aa ; F_1 გენოტიპი Aa ; F_2 გენოტიპი $1AA:2Aa:1aa$.
8. ქალის გენოტიპია - bb , ხოლო მამაკაცის - Bb .
9. ხვეული ბეწვი - A , სწორი ბეწვი - a ; რადგან ფენოტიპური დათიშვა მოხდა $3:1$, ეს იმას ნიშნავს მშობლიური ფორმები არიან ჰეტერომიგოტურები - $P Aa$, ჰიბრიდების გენოტიპები - AA, Aa, aa .
10. 1) თავგებში დომინირებს მუქი შეფერილობა; 2) P -ს გენოტიპია $AA \times aa$, ხოლო F_1 -ის Aa ; 3) $F_2 - 1AA$ (მუქი) : $2Aa$ (მუქი) : $1aa$ (თეთრი);
11. 1) მშობლიური ინდივიდების გენოტიპებია: Aa და Aa ; 2) ამ შემთხვევაში დათიშვის კანონი არ დაირღვა, რადგან შთამომავლობის მცირე რიცხვის შემთხვევაში ყველა ტიპის გამეტის თანაბარი შეხვედრის ნაკლები ალბათობაა.
12. ბეწვის რუხი ფერი - A , თეთრი ფერი - a ; ♂ aa ; I ♀ AA , II ♀ Aa , III ♀ Aa .
13. 1) მშობლიური მცენარეების გენოტიპებია $Aa \times aa$; 2) მცენარეებს შორის 250 ჰეტერომიგოტაა.
14. მამრი ნორმალური სიგრძის ბეწვიანია, მისი გენოტიპია Aa .
15. 50% ალბათობით შეიძლება ჰყავდეთ ღია ფერის თმიანი ბავშვი.

§1.5.

1. 1) IV ანუ AB ჯგუფი, რადგან მას განსაზღვრავს ერთი გენის სხვადასხვა დომინანტური A და B ალელი; 2) A და B ჯგუფებისთვის; 3) O ჯგუფისთვის, რადგან მას განსაზღვრავს რეცესიული O ალელი, რეცესიული ალელი კი ფენოტიპურად მხოლოდ ჰომომიგოტურ მდგომარეობაში გამოიხატება.

2.

ალელურ გენთა ურთიერთქმედების ფორმა	P -ს გენოტიპები	F_1 -ის გენოტიპი	F_1 -ის ფენოტიპი	გენოტიპური დათიშვა F_2 -ში	ფენოტიპური დათიშვა F_2 -ში
სრული დომინირება	$AA \times aa$	Aa	იისფერი	$1AA:2Aa:1aa$	$3:1$
არასრული დომინირება	$BB \times bb$	Bb	ვარდისფერი	$1BB:2Bb:1bb$	$1:2:1$

3. 1) საქმე გვაქვს არასრულ დომინირებასთან;
- 2) მშობლიურ ფორმებს – **AA** და **aa**, ხოლო პირველი თაობის ჰიბრიდებს – **Aa**;
- 3) ფენოტიპური დათიშვა – 1 წითელნაყოფიანი : 2 ვარდისფერნაყოფიანი : 1 თეთრნაყოფიანი, გენოტიპური – **1AA: 2Aa :1aa**.
4. **Aa** ვარდისფერი X **aa** თეთრი.
5. 1) 50% ტრელი : 50% შავი 2) 50% ტრელი : 50% თეთრი.
6. ამ ქორწინებით შესაძლებელია **AB** ჯგუფის სისხლის მქონე ბავშვის დაბადება.
7. **P AO x BO**
F AB, AO, BO, OO.
8. 1) არასრული დომინირებით,
- 2) **P AA x aa, F₁ Aa**
- 3) გენოტიპური დათიშვის თანაფარდობა: **1AA : 2Aa : 1aa**, ფენოტიპური დათიშვა: 1 : 2 : 1.
9. მსგავსება: ორივე შემთხვევაში პირველი თაობა ფენოტიპურად არცერთი მშობლის მსგავსი არ არის, განსხვავება: არასრული დომინირების დროს გენოტიპი შედგება ერთი გენის დომინანტური და რეცესიული ალელებისგან, ხოლო კოდომინირების დროს გენოტიპი შედგება ერთი გენის ორი სხვადასხვა დომინანტური ალელისგან.
10. 1) არასრული დომინირებით,
- 2) **P BB x bb, F₁ Bb**

§1.6.

1. 1) თითოეული მათგანი წარმოქმნის ერთი ტიპის გამეტას, რადგან შესაჯვარებელი მშობლიური ინდივიდების გენოტიპი ჰომოზიგოტურია და თითო წყვილი ალელიდან გამეტაში ხვდება თითო-თითო;
- 2) პირველი თაობა ფენოტიპურად ყვითელი გლუვთესლიანია, გენოტიპურად – **AaBb**;
- მონოჰიბრიდული შეჯვარების მსგავსად აქაც გამოიშლავნდა ერთგვაროვნების წესი;
- 3) თითოეული ინდივიდი წარმოქმნის 4 ტიპის გამეტას.
- 4) 9 ტიპის გენოტიპი: **AABB, AaBB, AABb, AaBb** (ყვითელი გლუვთესლიანი), **AAbb, Aabb** (ყვითელი ნაოჭთესლიანი), **aaBB, aaBb** (მწვანე გლუვთესლიანი), **aabb** (მწვანე ნაოჭთესლიანი).
- 5) 4 ტიპის ფენოტიპი – 9 ყვითელი გლუვთესლიანი : 3 ყვითელი დანაოჭებულთესლიანი : 3 მწვანე გლუვთესლიანი : 1 მწვანე დანაოჭებულთესლიანი.
- 6) 12 ყვითელი თესლი: 4 მწვანე თესლი, ე.ი 3:1, როგორც მონოჰიბრიდული შეჯვარების შედეგად; 12 გლუვი თესლი: 4 დანაოჭებული თესლი, ე.ი 3:1, როგორც მონოჰიბრიდული შეჯვარების დროს.
2. გენოტიპურად.
3. თუ ორივე ნიშნის მიხედვით მოხდებოდა არასრული დომინირება, გენოტიპური და ფენოტიპური დათიშვა ერთნაირი იქნებოდა.

4. 1) პირველი თაობის ჰიბრიდები წარმოქმნიან 4 ტიპის გამეტას: **AB, Ab, aB, ab**;

2)

♀ \ ♂	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB შავი ხვეულბეწვიანი	AABb შავი ხვეულბეწვიანი	AaBB შავი ხვეულბეწვიანი	AaBb შავი ხვეულბეწვიანი
Ab	AABb შავი ხვეულბეწვიანი	AAbb შავი სწორბეწვიანი	AaBb შავი ხვეულბეწვიანი	Aabb შავი სწორბეწვიანი
aB	AaBB შავი ხვეულბეწვიანი	AaBb შავი ხვეულბეწვიანი	aaBB თეთრი ხვეულბეწვიანი	aaBb თეთრი ხვეულბეწვიანი
ab	AaBb შავი ხვეულბეწვიანი	Aabb შავი სწორბეწვიანი	aaBb თეთრი ხვეულბეწვიანი	aabb თეთრი სწორბეწვიანი

3) 9 შავი ხვეულბეწვიანი : 3 შავი გრძელბეწვიანი : 3 თეთრი ხვეულბეწვიანი : 1 თეთრი გრძელბეწვიანი ;

4) 12 შავი : 4 თეთრი, ანუ 3:1, 12 ხვეულბეწვიანი : 4 გრძელბეწვიანი, ე. ი. 3:1; რადგან თითოეული ნიშნის მიხედვით დათიშვა მოხდა 3:1-თან, ეს ნიშნები მემკვიდრეობს ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად.

5. მხოლოდ 3).

6. მხოლოდ 3).

7. 1) **AB**; 2) **AB, aB**; 3) **aB**; 4) **AB, Ab**; 5) **Ab**; 6) **AB, Ab, aB, ab**.

8. 25% წითელი მრგვალი : 25% წითელი მსხლისებრი : 25% ყვითელი მრგვალი : 25% ყვითელი მსხლისებრი.

9. **P AABb X aaBb.**

F AaBB, AaBb, Aabb

10. 50% შავთვალა მემარჯვენე : 50% შავთვალა მემარცხენე.

11. მშობლების გენოტიპია **AaBb X AaBb**.

12. 1) თავვებში დომინირებს გრძელი ყურები და შავი შეფერილობა;

2) **P ♀ aaBB (1) X ♂ AAbb (2); F₁ – AaBb (3); F₂ – A-bb (4); aaB- (5) , A-B- (6), aabb (7) , F₃ - aaB- (8), A-B- (9).**

13. დედლისა და მამლის გენოტიპია **BbCc X BbCc**.

14. კანის პიგმენტაციის მქონე და ჭორფლიანი; ალბინოსი და ჭორფლიანი; კანის პიგმენტაციის მქონე და უჭორფლო; ალბინოსი და უჭორფლო; ალბინოსი და ჭორფლიანი.

15. 1) დომინირებს თეთრი შეფერილობა და დისკოსებური ფორმა;

2) **P - AAbb (1) X aaBB (2); F₁ - AaBb(3) ; F₂ - A-B- (4), A-bb (5), aaB- (6), aabb (7);**

3) 9 თეთრი დისკოსებრი : 3 თეთრი წაგრძელებული : 3 ყვითელი დისკოსებური : 1 ყვითელი წაგრძელებული.

16. დომინირებს ნაცოფის წითელი შეფერილობა და მრგვალი ფორმა;

P - Aabb (1) X aaBB (2); F₁ - AaBb(3), AaBb (4), aaBb (5), aaBb (6), F₂ aaBB(7), aaBb (8), aaBb (9), aabb (10).

17. ქალის მამა **AAbb** ან **Aabb**, ქალის დედა **aabb**, ქალი **Aabb**, მამაკაცის მამა **aaBB** ან **aaBb**, მამაკაცის

დედა **aabb**, მამაკაცი **aaBb**. 1/4 ალბათობით შეიძლება დაიბადოს შავთვალა შავთმიანი ბავშვი, შავთვალა ღია ფერის თმით, ცისფერთვალა შავთმიანი ბავშვი, ცისფერთვალა ღია ფერის თმით.

18. თანაბარი ალბათობით, თითოეული 25% შავთვალა ჭორფლიანი, შავთვალა უჭორფლო, ცისფერთვალა ჭორფლიანი, ცისფერთვალა უჭორფლო.
19. ამ ოჯახში სმენის მქონე ბავშვის დაბადება 1/4 ალბათობითაა მოსალოდნელი.
20. წითელი მრგვალნაყოფიანი იქნება 90 მცენარე.

21. P ♂ **AaBb** x ♀ **aaBb**

§1.7.

1. გ) 1 : 1 : 1 : 1.
2. 1) 1 : 1 ; 2) 1 : 1 : 1 : 1 ; 3) 1 : 1 ; 4) 1 : 1.
3. უნდა ჩატარდეს გამაანალიზებელი შეჯვარება, ანუ უნდა შეჯვარდეს ყვითელ ორბუდიან ჯუჯა მცენარესთან. თუ დათიშვა არ მოხდა, მცენარე ჰომოზიგოტური ყოფილა.
4. შესავჯარებლად უნდა შეირჩეს ყავისფერი გრძელბეწვიანი პარტნიორი.
5. **P aaBb X aabb ; F₁ 1aaBb** (მწვანე გლუვი) : **1aabb** (მწვანე ნაოჭიანი).
6. **P AaBB x aabb.**

7.

გენოტიპი	გამაანალიზებელი შეჯვარების სქემა
AABBCC	P AABBCC x aabbcc; F AaBbCc
AaBBCC	P AaBBCC x aabbcc; F AaBbCc, aaBbCc
AABbCC	P AABbCC x aabbcc; F AaBbCc, AabbCc
AaBbCC	P AaBbCC x aabbcc; F AaBbCc, AabbCc, aaBbCc, aabbCc

8. 1. **P AABB x aabb; F AaBb**
2. **P AaBB x aabb; F AaBb, aaBb**
3. **P AABb x aabb; F AaBb, Aabb**
4. **P AaBb x aabb; F AaBb, Aabb, aaBb, aabb.**

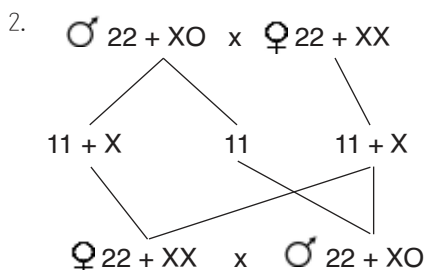
§1.8.

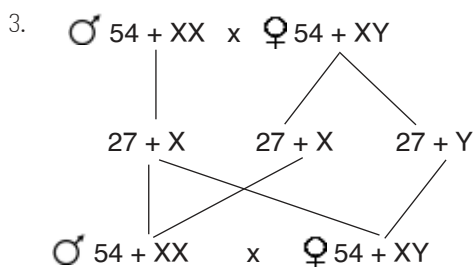
1. ქალში 23 და მამაკაცში 24, რადგან მამაკაცში სასქესო ქრომოსომები ჰომოლოგიურ წყვილს ვერ წარმოქმნიან.
2. მეორე შემთხვევაში, პირველისაგან განსხვავებით, არ მიიღეს ახალი კომბინაციები, რადგან მამრი არის ჰეტეროზიგოტური და მდედრი რეცესიული ჰომოზიგოტური, მამრში კი არ ხდება კროსინგოვერი.
3. როდესაც გენები ლოკალიზებულია სხვადასხვა ჰომოლოგიურ ქრომოსომაში, მოქმედებს მენდელის გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონი, ხოლო როდესაც გენები ლოკალიზებულია ერთ ქრომოსომაში, მოქმედებს მორგანის შეჭიდულობის კანონი.

4. 1) **D/d K/k; 2) DK/dk**
5. კროსინგოვერის დროს ჰომოლოგიური ქრომოსომების ქრომატიდები ერთმანეთს მონაკვეთებს უცვლიან, რაც გენების ახალი კომბინაციის წარმოქმნას უწყობს ხელს.
6. თუ სხვადასხვა გენი ძალიან ხშირად შეჭიდულად მემკვიდრეობს, ეს იმას ნიშნავს, რომ ისინი ერთ ქრომოსომაშია ლოკალიზებული, ხოლო თუ სხვადასხვა გენი არასოდეს მემკვიდრეობს შეჭიდულად, ისინი არაჰომოლოგიურ ქრომოსომებშია ლოკალიზებული.
7. გენთა შორის კროსინგოვერის სიხშირე გენთა შორის მანძილის პირდაპირპროპორციულია, ანუ რაც უფრო ხშირად ხდება კროსინგოვერი ორ კონკრეტულ გენს შორის, მით უფრო ქრომოსომაში ეს გენები ერთმანეთისგან შორსაა განლაგებული.
8. ადამიანში 23, მტრედში 40, კატაში 19, ბაყაყში 13, ძაღლში 39, ასკარიდაში 2, შიმპანზეში 24, ძროხაში 30 (თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ჰეტეროგამეტურ ორგანიზმებს).
9. 1) არასრული შეჭიდულობა; 2) სრული შეჭიდულობა; 3) გენების დამოუკიდებელი მემკვიდრეობა; 4) არასრული შეჭიდულობა.
10. 1) **BC/BC; 2) bc/bc; 3) BC/ bc ან Bc/ bC.**
11. თუ ინდივიდის გენოტიპია **AB/ab**, მაშინ 50% **AB** და 50% **ab**; თუ გენოტიპია **Ab/aB**, მაშინ 50% **Ab** და 50 % **aB**.
12. 1) კროსოვერული **Cb, cB** და არაკროსოვერული **CB, cb**; 2) კროსოვერული **cB, cb** და არაკროსოვერული **cB, cb**.
13. 12 მორგანიდი.
14. 20% (თითოეული) : **ABC, aBC, Abc, abc** და 5% (თითოეული) კროსოვერული გამეტა **ABc, aBc, AbC, abC**.
15. 1) **A** და **B, C** და **G, D** და **E**; 2) დიახ, ქრომოსომების ყველა მონაკვეთში ხდება გადაჯვარედინება, რასაც შეიძლება კროსინგოვერი მოჰყვეს; 3) **A** და **E** შორის, რადგან ერთმანეთისაგან ყველაზე შორს არიან განლაგებულნი.
16. კროსოვერული შთამომავლობაა **AabbDd, Aabbdd, aaBbDd, aaBbdd**; არაკროსოვერული შთამომავლობაა **AaBbDd, AaBbdd, aabbdd, aabbDd**.
17. გენებს შორის მანძილი, დაახლოებით, 2.8 მორგანიდია.

§1.9.

1. 1) ძუძუმწოვრებში: **P ♂ XY x ♀ XX**; ფრინველებში: **P ♀ XY x ♂ XX**; 2) ფრინველებში სქესის განმსაზღვრელი არის მდედრი, რადგან იგი არის ჰეტეროგამეტური, ხოლო ძუძუმწოვრებში ჰეტეროგამეტური მამრი; 3) ყველა ინდივიდს ეძლევა შესაძლებლობა, დატოვოს შთამომავლობა.





4. 1) ადამიანისათვის დამახასიათებელია 22 წყვილი აუტოსომა;

2) P ♀ 44 + XX x ♂ 44 + XY
 ♀ 22 + X x ♂ 22 + x, 22 + y
 F ♀ 44 + XX ♂ 44 + XY

5. 1) რადგან მდედრი ჰეტეროგამეტურია და Y-ქრომოსომაზეა მიბმული ქრომოსომის მონაკვეთი, რომელიც კვერცხების შავ შეფერილობას განსაზღვრავს; 2) 50%-ს. 3) მამრი ტუპრი 30%-ით მეტ აბრეშუმს წარმოქმნის, ამიტომ ამ მეთოდით წინასწარ განსაზღვრავენ, თუ რომელი კვერცხიდან განვითარდება მამრი, ასეთ კვერცხებს ცალკე გადაარჩევენ და უფრო მეტად გამოკვებავენ მათგან განვითარებულ მამრ მატლებს.

§1.10.

1. მამრობითი.

2. 1/4 ანუ 25%.

3. 1) I შემთხვევაში F_1 -ის ყველა ჰიბრიდი რუხია, II შემთხვევაში – 1 რუხი მამალი : 1 შავი დედალი;

2) მოცემულ შემთხვევაში ვლინდება სქესთან შეჭიდულობა;

3) I შემთხვევა – P ♂ $X^A X^A$ x ♀ $X^a Y$; F_1 ♂ $X^A X^a$, ♀ $X^A Y$

II შემთხვევა – P ♂ $X^a X^a$ x ♀ $X^A Y$; F_1 ♂ $X^A X^a$, ♀ $X^a Y$

4) I შემთხვევა – F_1 1 რუხი მამალი : 1 რუხი დედალი; F_2 2რუხი მამალი : 1 რუხი დედალი : 1 შავი დედალი

II შემთხვევა – F_1 1 რუხი მამალი : 1 შავი დედალი; F_2 1რუხი მამალი : 1 შავი მამალი : 1 რუხი დედალი : 1 შავი დედალი.

4. რადგან ჰემოფილიას იწვევს X-ქრომოსომასთან შეჭიდული რეცესიული ალელი, ამიტომ საკმარისია მამრობითი სქესის შთამომავალმა რეცესიული ალელი მიიღოს დედისგან, რომ მაშინვე ფენოტიპურად გამოემუღავნდება.

5. მხოლოდ ქალი, რადგან მას ორი X-ქრომოსომა აქვს.

6. 1) 1/4 ალბათობით; 2) 1/2 ალბათობით.

7. 1) 50% ალბათობით; 2) 100% ალბათობით.

§1.11

1. გენოტიპური დათიშვა: 1AABB : 2 AABb : 2AaBB : 1Aabb : 2Aabb : 1aaBB : 2aaBb : 4AaBb : 1aabb.

ფენოტიპური დათიშვა: 9 წითელყვავილიანი (A-B-) : 7 თეთრყვავილიანი (A-bb, aaB-, aabb).

2. რუხი ბოცვრის შესაძლო გენოტიპები: AaBB, AABb, AaBb; AABB.

3. 1) შავი – AABB, AaBB, AABb, AaBb; წაბლისფერი – AAbb, Aabb; წითური – aaBB, aaBb; ღია ყვითელი – aabb. 2) გენოტიპური დათიშვის თანაფარდობა: 1AABB : 2 AABb : 2AaBB : 1AAbb : 2Aabb : 1aaBB : 2aaBb : 4AaBb : 1aabb; ფენოტიპური დათიშვის თანაფარდობა: 9 შავი : 3 წაბლისფერი : 3 წითური : 1 ღია ყვითელი.

4. 1) AaBb x AaBb

♀ \ ♂	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB დისკოსებური	AABb დისკოსებური	AaBB დისკოსებური	AaBb დისკოსებური
Ab	AABb დისკოსებური	AAbb სფეროსებური	AaBb დისკოსებური	Aabb სფეროსებური
aB	AaBB დისკოსებური	AaBb დისკოსებური	aaBB სფეროსებური	aaBb სფეროსებური
ab	AaBb დისკოსებური	Aabb სფეროსებური	aaBb სფეროსებური	aabb მსხლისებური

2) AaBb x aabb

♀ \ ♂	AB	Ab	aB	ab
ab	AaBb დისკოსებური	Aabb სფეროსებური	aaBb სფეროსებური	aabb მსხლისებური

5. P Aa x aa

F Aa, aa - 1/2 ქოჩირიანი, 1/2 უქოჩირო.

6. 2/3 რუხი : 1/3 შავი, რადგან ჩანასახშივე ილუპება რუხი დომინანტური ჰომოზიგოტურები.

7. პლატინისფერი და ვერცხლისფერი მედიების, რადგან ასეთი შეჯვარებისას პრაქტიკულად გამორიცხულია დომინანტური ჰომოზიგოტური ჩანასახების წარმოქმნა.

8. 1) AB, Ab, aB, ab და aB;

2) AaBB, AaBb, aaBB, aaBb;

3) გენოტიპური დათიშვა: 1AaBB : 1AaBb : 1aaBB : 1aaBb; ფენოტიპური დათიშვა: 1/2 წითელყვავილიანი : 1/2 თეთრყვავილიანი.

9. 1) არაალელურ გენთა კომპლემენტარულ ურთიერთქმედებას;

2) F₁ - RrPp; F₂ - კაკლისებრი: RRPP, RrPP, RRPp, RrPp; ვარდისებრი: RRpp, Rrpp; ბარდისებრი: rrPP, rrPp; მარტივი: rrpp.

3) 1/2 კაკლისებრიბილოიანი და 1/2 ვარდისებრიბილოიანი.

10. სქესთა თანაფარდობა იქნება 2მდედრი : 1 მამრი, რადგან ლეტალური ალელის მქონე მამრობითი სქესის ჩანასახი ილუპება.

11. 2/3 ვერცხლისფერი წაულები : 1/3 ყავისფერი წაულები, რადგან ჰომოზიგოტური ვერცხლისფერი წაულები ჩანასახის სტადიაზე ილუპებიან.

12. მშობლების გენოტიპები: **DDee** და **ddEe**; შვილების: **DdEe**.

13. **P AaBb x aabb**; **F AaBb, Aabb, aaBb, aabb**.

14. არაალელური გენები კომპლემენტარული ურთიერთქმედების შედეგია მიღებული ფენოტიპური დათიშვის თანაფარდობა. **P AAbb x aaBB**; **F₁: მწვანე - AaBb**; **F₂: მწვანე - A-B-**, მეწამული - **A-bb**, ყვითელი - **aaB-**, თეთრი - **aabb**.

15. 1) დიახ, მაგ., **P A₁a₁A₂A₂ x A₁A₁A₂a₂**; **F - A₁a₁A₂a₂**; 2) **A₁a₁A₂A₂**; 3)

♀ \ ♂	A ₁ A ₂	A ₁ a ₂	a ₁ A ₂	a ₁ a ₂
A ₁ A ₂	A ₁ A ₁ A ₂ A ₂	A ₁ A ₁ A ₂ a ₂	A ₁ a ₁ A ₂ A ₂	A ₁ a ₁ A ₂ a ₂
A ₁ a ₂	A ₁ A ₁ A ₂ a ₂	A ₁ A ₁ a ₂ a ₂	A ₁ a ₁ A ₂ a ₂	A ₁ a ₁ a ₂ a ₂
a ₁ A ₂	A ₁ a ₁ A ₂ A ₂	A ₁ a ₁ A ₂ a ₂	a ₁ a ₁ A ₂ A ₂	a ₁ a ₁ A ₂ a ₂
a ₁ a ₂	A ₁ a ₁ A ₂ a ₂	A ₁ a ₁ a ₂ a ₂	a ₁ a ₁ A ₂ a ₂	a ₁ a ₁ a ₂ a ₂

16. 1) ეპისტაზი; 2) **F₁: BbIi**; **F₂: თეთრი - BBII, BbII, BBii, Bbii, bbII, bbii**; შავი - **BBii, Bbii**; წითელი - **bbii**.

§1.12.

- გარემო ფაქტორების გავლენით იცვლება გენებისა და ფერმენტების აქტივობა, შესაბამისად, იცვლება ამ კომპონენტებთან დაკავშირებული ფენოტიპი.
- დიახ, რადგან გარკვეული დროის შემდეგ, თუ შეწყდა მზის სხივების ინტენსიური ზემოქმედება, ამ ადამიანს თმების ბუნებრივი ფერი დაუბრუნდება (თმის ცვლის საფუძველზე).
- დამცველობითი მნიშვნელობა, მფარველობითი შეგუებაა, ასეთი შეფერილობის გამო ნაკლებ შესამჩნევია მტრისათვის.
- რაც უფრო ინტენსიურია კანზე მზის სხივების მოქმედება, მით უფრო კანში წარმოიქმნება ბევრი მელანინი, რომელიც კანს იცავს ულტრაიისფერი სხივების დამაზიანებელი მოქმედებისგან.
- დიახ, შექცევადია.
- მოდიფიკაციური ცვალებადობის ფარგლები დამოკიდებულია გენოტიპზე და გარემო ფაქტორების მრავალფეროვნებაზე.
- მოდიფიკაციური ცვალებადობის დახასიათება:
 - მოდიფიკაციის მიმართულებითი ხასიათი, ანუ კონკრეტული გარემო ფაქტორის შესაბამისი - ადეკვატური ცვლილების წარმოქმნა (მაგალითად, ყველა ჯანმრთელ ადამიანში, რომელთაც ღია კანის ფერი აქვთ, მზის სხივები იწვევენ კანის გარუჯვას);
 - მოდიფიკაციური ცვალებადობის ინტენსივობა გარკვეული ხარისხით პროპორციულია ორგანიზმზე მოქმედი ფაქტორის ძალისა და ხანგრძლივობისა. მაგალითად, ადამიანში მუსკულატურის განვითარების ხარისხი დამოკიდებულია ვარჯიშის სიხშირესა და ინტენსივობაზე, ადამიანში ჭორფლიანობას იწვევს დომინანტური გენი, მაგრამ მისი გამოვლენის ხარისხი მზიან გარემოში ადამიანის ყოფნის ხანგრძლივობაზე დამოკიდებულია;
 - უმრავლეს შემთხვევაში მოდიფიკაციები ორგანიზმებისათვის სასარგებლო შედეგებულობაა, განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, როდესაც ორგანიზმებზე საკმაოდ რეგულარულად მოქმედებს ესა თუ ის ფაქტორი;

- უფრო ხშირად ცვლილება შექცევადია, საწყის პირობებში დაბრუნებისას ინდივიდები იბრუნებენ პირვანდელ ფენოტიპს (მაგალითად, ავიტამინოზის ნაკლებობით გამოწვეული დარღვევები ორგანიზმში აღდგება ვიტამინებით მდიდარი საკვების მიღების შემდეგ).

- გენი არ იცვლება, არამედ სუსტდება ამ გენის ფენოტიპური გამოვლენა.
- 1) გარემოში მომხდარ უმნიშვნელო ცვლილებებსაც კი ვერ შეეგუებოდა ორგანიზმი და იგი დაიღუპებოდა; 2) ამ შემთხვევაში რეალურად სახეობა ვერ იარსებებდა, ორგანიზმი ვერ გადასცემდა შთამომავლობას სასარგებლო ცვლილებებს.

§1.13

- გვეტატიურ გამრავლებას უჯრედების მიტოზური გაყოფა უდევს საფუძვლად, მიტოზი კი უზრუნველყოფს მშობლიური მემკვიდრეობითი ინფორმაციის ზუსტ გადაცემას.
- ტრიპლეტის ათვლის ჩარჩოს წანაცვლებას, რადგან ამ დროს ბევრი ტრიპლეტის ნუკლეოტიდური შემადგენლობა იცვლება, შეიძლება შესაბამისი ცილა უფრო მკვეთრად შეიცვალოს.
- ჰემოფილია არის რეცესიული სქესთან შეჭიდული მუტაცია, რადგან მისი გამომწვევი რეცესიული ალელი ლოკალიზებულია **X**-ქრომოსომაში.
- 1) **I** – ტრიპლეტში **T** ნუკლეოტიდმა განიცადა მუტაცია და იგი შეიცვალა **C** ნუკლეოტიდით; **II** – მეორე ტრიპლეტში ჩაემატა ნუკლეოტიდი **C**; **III** – მეორე ტრიპლეტიდან ამოვარდა ნუკლეოტიდი **T**. 2) **II** და **III** შემთხვევაში. 3) **I** – წერტილოვან მუტაციას, **II** და **III** – ტრიპლეტების ათვლის ჩარჩოს წანაცვლებას.
- არა, რადგან დნმ-ის კოდის ერთ-ერთი თვისება არის გადაგვარებულობა/სიმახინჯე, რაც იმას ნიშნავს, რომ ტრიპლეტში ნუკლეოტიდის ყოველი ცვლილება არ ცვლის დასაკოდირებელ ამინომჟავას, რადგან ერთსა და იმავე ამინომჟავას რამდენიმე განსხვავებული ტრიპლეტი აკოდირებს.
- გენეტიკური ინფორმაციის სიჭარბის გამო, ტრიპლეტში ნუკლეოტიდის ყოველი შეცვლა არ იწვევს დასაკოდირებელი ამინომჟავას შეცვლას. რეპარაცია კი უზრუნველყოფს დნმ-ის ზოგიერთი დაზიანებული უბნის აღდგენას.
- კიბოს მიზეზი არის ორგანიზმში გენეტიკურად შეცვლილი უჯრედების გამრავლება, რასაც ზოგჯერ იმუნური სისტემა შეიცნობს, როგორც უცხო უჯრედს და ანადგურებს მას. ამიტომ იმუნოლოგების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა კიბოს უჯრედების განადგურებაში იმუნური სისტემის მნიშვნელობის კვლევა.
- მხოლოდ ერთ ხელზე გამოხატული ექვსთითიანობა. ლათინურად ექვსი არის „სიქსთ“, რადგან მას ხელზე ჰქონდა ექვსი თითი, აქედან წარმოდგება მისი სახელი.
- 1) არა, რადგან **GUA** და **GUU** აკოდირებს ერთსა და იმავე ამინომჟავას – ვალინს; 2) მაგალითად, თუ ტრიპლეტი **GUA** შეიცვალა ტრიპლეტით **GCU** ან **AUA**.
- 1) თუ გენის შუა ნაწილში ტრიპლეტში მოხდა ისეთი ცვლილება, რომლის შედეგადაც შეცვლილი ტრიპლეტი ამინომჟავას არ აკოდირებს, ანუ შეესაბამება რომელიმე სტოპ-კოდონს.
2) როდესაც ტრიპლეტში მე-2 ნუკლეოტიდი **U** შეიცვლება ნუკლეოტიდ **C**-თი ან **A**-თი.

§1.14

- 1) ყველა ქრომოსომულს, რადგან იცვლება ქრომოსომის სტრუქტურა და არა გენი ან ქრომოსომების რიცხვი; 2) კროსინგოვერის დარღვევამ.
- 1) **II** – ჰომოლოგიური ქრომოსომების ერთ-ერთ წყვილში აკლია ქრომოსომა, **III** – ერთ-ერთ წყვილში

დამატებულია ერთი ქრომოსომა, **IV** – ერთ-ერთ წყვილში დამატებულია ორი ქრომოსომა, **V** – ყველა წყვილი წარმოდგენილია ერთი ქრომოსომით, **VI** – ყველა წყვილში დამატებულია თითო ქრომოსომა, **VII** – ყველა წყვილში დამატებულია ორ-ორი ქრომოსომა; 2) მეიოზის პროცესში ჰომოლოგიური ქრომოსომების ან ქრომატიდების ერთმანეთისგან დაცილების დარღვევა.

3. თუ მეიოზის პროცესის პირველ ეტაპზე ერთმანეთს არ დასცილდა ჰომოლოგიური ქრომოსომები, ან მეორე ეტაპზე არ დასცილდა ქრომატიდები, შედეგად, ნაწილ გამეტებში იქნება ერთი ქრომოსომით მეტი და ნაწილში ერთი ქრომოსომით ნაკლები. 1) თუ განაყოფიერებაში მონაწილეობა მიიღო ნორმალურმა გამეტამ და გამეტამ, რომელსაც ქრომოსომულ ნაკრებში აკლია ერთი ქრომოსომა; 2) თუ განაყოფიერებაში მონაწილეობა მიიღო ნორმალურმა გამეტამ და გამეტამ, რომელსაც ქრომოსომულ ნაკრებში ზედმეტი აქვს ერთი ქრომოსომა.
4. დიპლოიდური და ჰაპლოიდური გამეტების შერწყმით მიიღება ტრიპლოიდური ნაკრების, ხოლო ორი დიპლოიდური გამეტის შერწყმით – ტეტრაპლოიდური ნაკრების მქონე ინდივიდი.
5. ანეუპლოიდიის დროს ქრომოსომების ნორმალურ ნაკრებს აკლია ერთი ან მეტი ქრომოსომა, ან დამატებული აქვს ერთი ან მეტი ქრომოსომა. ანეუპლოიდიის სახეებია: მონოსომია, ტრისომია, ტეტრასომია.
6. 1) ბ; 2) ნ ანუ 3 წყვილი; 3) ა – მონოსომია, გ – ტრისომია; 4) ჩანასახის ეტაპზე, კერძოდ, ქსოვილების დიფერენცირების ეტაპზე უჯრედების მიტოზური გაყოფის პროცესში; მიტოზური გაყოფის პროცესის ანაფაზაში დაირღვა ქრომატიდების დაცილება – ერთ-ერთი ქრომოსომის ქრომატიდები არ დასცილდა ერთმანეთს, შედეგად, წარმოქმნილ ერთ-ერთ უჯრედში ერთი ქრომოსომით მეტი აღმოჩნდა, ხოლო მეორეში – ერთით ნაკლები; 5) არა, რადგან ეს მუტაცია მოხდა ჩანასახის სომატურ უჯრედებში, მწერები კი მხოლოდ სქესობრივად მრავლდებიან.
7. 1) ერთ-ერთი მიზანი არის შორეული ჰიბრიდიზაციით გამოწვეული უნაყოფობის დაძლევა; 2) რადგან ბირთვში იზრდება ქრომოსომების რიცხვი, ბირთვი მოცულობაში იზრდება. საჭიროა ბირთვსა და ციტოპლაზმის მოცულობას შორის სათანადო თანაფარდობის შენარჩუნება, ამიტომ იზრდება ციტოპლაზმის მოცულობა და, შესაბამისად, უჯრედების მოცულობა და ორგანოების ზომა; 3) სხვადასხვა სახეობისთვის დამახასიათებელია განსხვავებული კარიოტიპი – განსხვავებული ფორმის, ზომისა და რიცხვის ქრომოსომების ნაკრები, ამიტომ სხვადასხვა სახეობის ქრომოსომები ვერ წარმოქმნიან ჰომოლოგიურ წყვილებს, შედეგად, მეიოზის პროცესი ირღვევა და სახეობათშორისი ჰიბრიდი უნაყოფოა; 4) ჰიბრიდებში მეიოზის პროცესში ხელოვნურად იწვევენ პოპლიპლოიდიას – დიპლოიდური გამეტების წარმოქმნას, რომელთა შერწყმით ტეტრაპლოიდური ზიგოტა მიიღება, წარმოიქმნება ჰომოლოგიური ქრომოსომების წყვილები და მეიოზის პროცესიც შესაბამისად წარიმართება.
8. მუტაგენი არის გარემოს ფაქტორი, რომელიც მოქმედებს დნმ-ზე, ზრდის რეპლიკაციის შეცდომების სიხშირეს.
9. გარემოს ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერებით დაბინძურება, მაგ., პესტიციდებითა და ჰერბიციდებით, რომლებმაც შეიძლება ორგანიზმებზე როგორც მუტაგენებმა, ისე იმოქმედოს.

§1.15.

1. ბიოტექნოლოგიას უწოდებენ ყველაზე უფრო სრულყოფილ ბიოლოგიურ პროცესებზე დამყარებულ წარმოებას. ბიოტექნოლოგიის მიმართულებებია: სამედიცინო ბიოტექნოლოგია, კვების ტექნოლოგია, ბიოლოგიური მეთოდების გამოყენება გარემოს დაბინძურების საწინააღმდეგოდ, ტრანსგენური/გენმოდიფიცირებული ორგანიზმების მიღება.
2. 1) განსხვავებული; 2) განსხვავებული; 3) დნმ-ის გარკვეული უბნის ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობა, რომელსაც კონკრეტული სახეობის რესტრიქტაზა ამოიცნობს; დნმ-ის ამ უბანს რესტრიქციის საიტი ეწოდება.
3. რესტრიქტაზები ამოიცნობენ დნმ-ში შესაბამის უბნებს და დნმ-ს ჭრიან ფრაგმენტებად; დნმ-ის ფრაგმენტები არის სხვადასხვა სიგრძის, მათ დაიტანენ ელექტროფორეზის გელში, მასში დენს გაატარებენ

და დნმ-ის ორჯაჭვიანი ფრაგმენტები სიგრძის მიხედვით განლაგდებიან გელზე, შემდეგ ორჯაჭვიან დნმ-ის ფრაგმენტებში გამოაცალკეებენ თითოეულ ჯაჭვს, გადააქვთ ნეილონის ფირფიტაზე, რომელზედაც ამაგრებენ რენტგენის ფირფიტას, რენტგენის ფირფიტას დასხივების შემდეგ უღებენ სურათს, რაზედაც თვალსაჩინოდ ჩანს დნმ-ის ანაბეჭდები.

4. რესტრიქტაზები უკავშირდებიან რესტრიქციის საიტებს და დნმ-ს ჭრიან ფრაგმენტებად. ფრაგმენტების რაოდენობა და სიგრძე დამოკიდებულია იმაზე, თუ დნმ-ში რამდენია და რა სიხშირით გვხვდება ასეთი რესტრიქციის საიტი.
5. პიროვნების იდენტიფიკაციისთვის, ნათესაური კავშირის დასადგენად, კრიმინალისტიკაში, მედიცინაში.
6. ორივე შემთხვევაში მონაწილეობს დნმ-ის საწყისი მოლეკულა და დნმ-პოლიმერაზები; ბუნებრივი რეპლიკაციის დროს რეპლიცირდება დნმ-ის მთელი მოლეკულა, ხოლო პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქციის დროს შეიძლება მხოლოდ დნმ-ის ცალკეული ფრაგმენტის ასლების მიღება სწრაფად და დიდი რაოდენობით.
7. 1) რადგან მას არ ჰქონდა ფერმენტი ჰელიკაზა, რომელიც დნმ-ის მოლეკულის ჯაჭვებს დააცილებდა ერთმანეთს; 2) მაღალ ტემპერატურაზე დენატურირდა ნაწლავის ჩხირის დნმ-პოლიმერაზა, მაღალ ტემპერატურაზე მცხოვრები ბაქტერიების დნმ-პოლიმერაზა კი მაღალ ტემპერატურაზე არ დენატურირდებოდა.
8. როგორც ვიცით, დნმ-ის ორი ჯაჭვი ერთმანეთს უკავშირდება აზოტოვან ფუძეებს შორის წარმოქმნილი წყალბადური ბმებით; წყალბადური ბმები სუსტია და მაღალ ტემპერატურაზე ადვილად წყდება. ასევე, ცილებიც მაღალ ტემპერატურაზე დენატურირდება, იშლება მათი აქტიური ცენტრი და ფერმენტულ აქტივობას კარგავს.

§1.16

1. რადგან გენური ინჟინერიის ტექნოლოგიც ერთი ორგანიზმის გენომიდან „ჭრის“ სასურველ გენს და „აწებებს“ სხვა ორგანიზმის გენომთან, რომ მიიღოს სასურველი ნიშან-თვისებების ორგანიზმი.
2. დნმ, რომელიც შეიცავს მისთვის უცხო გენს. რეკომბინანტული დნმ-ის მიღებაში მონაწილეობენ რესტრიქტაზები და ლიგაზები.
3. რადგან წებვადი ბოლოებით დონორის გენი და რეციპიენტის დნმ კომპლემენტარობის პრინციპით დაუკავშირდნენ ერთმანეთს.
4. რადგან სხვადასხვა რესტრიქტაზას აქვს თავისი შესაბამისი რესტრიქციის საიტი, სხვადასხვა გენი კი განსხვავდება ნუკლეოტიდური შემადგენლობითა და თანმიმდევრობით.
5. რომ მიიღონ დონორის გენისა და პლაზმიდას ერთმანეთის კომპლემენტარული წებვადი ბოლოები.
6. 1) გენური ინჟინერია არის ბიოტექნოლოგიის დარგი, რომლის მიზანია, ორგანიზმებს შესძინონ ახალი ნიშან-თვისებები მათ გენომში უცხო/სხვა სახეობის ორგანიზმის გენის ჩართვით; 2) გენური ინჟინერია ემყარება რეკომბინანტული დნმ-ის მიღებასა და მის ორგანიზმის გენომში ჩართვას; 3) პლაზმიდა და ფაგები; 4) ორგანიზმს, რომელმაც შეიძინა ახალი ნიშან-თვისებები მის გენომში უცხო გენის ჩართვით; 5) მათგან იღებენ საკვებ პროდუქტებს, მედიკამენტებს, ფერმენტებს, ჰორმონებს, იყენებენ, როგორც სამოდელო ცხოველებს ადამიანის სხვადასხვა დაავადების გამოკვლევისა და მისი მკურნალობის საშუალებების გამოსაცდელად და ა.შ.

7.

პროცესის ეტაპები	ეტაპის ნომერი
ბაქტერიის პლაზმიდას გახლეჩა რესტრიქტაზით	3
ადამიანის დნმ-ის გახსნა რესტრიქტაზით და X-ჰორმონის გენის გამოყოფა	2
ადამიანის გენის იდენტიფიკაცია, რომელიც X-ჰორმონს აკოდირებს	1
რეკომბინანტული პლაზმიდას (რომელშიც ადამიანის გენია ჩაშენებული) მრავალი ასლის წარმოქმნა ბაქტერიის უჯრედში	7
ადამიანის X-ჰორმონის გენის ჩაშენება პლაზმიდაში	4
გენმოდიფიცირებული ბაქტერიებიდან ლაბორატორიულ პირობებში იღებენ ადამიანის X-ჰორმონს	8
რეკომბინანტული პლაზმიდა, როგორც კლონირებად-ვექტორი, შეჰყავთ ბაქტერიაში	5
მიიღება ტრანსგენური/გენმოდიფიცირებული ბაქტერია	6

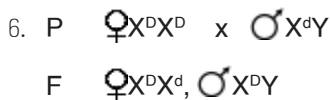
§1.17.

- რეპლიკაცია – ორი იდენტური დნმ-ის მოლეკულის მიღება, უჯრედის მიტოზური გამრავლება – გენეტიკურად იდენტური ორი უჯრედის მიღება, ბაქტერიების ბინალური გაყოფა, მცენარეებისა და ზოგიერთი ცხოველის უსქესო გამრავლებით მიღებული შთამომავლობა, იდენტური ტყუპი.
- რადგან ახალი თაობა ერთი მშობლიური ინდივიდიდან ვითარდება, რომელსაც საფუძვლად უდევს უჯრედების მიტოზური გამრავლება.
- რადგან მცენარეების ქსოვილები შეიცავენ ღეროვან უჯრედებს, რომლებისგანაც შეიძლება განვითარდეს სხვადასხვა ტიპის უჯრედები და ქსოვილები.
- მათ მხოლოდ სქესობრივი გამრავლება ახასიათებთ და ქსოვილებში არ აქვთ ისეთი ღეროვანი უჯრედები, რომლებისგანაც ყველა ტიპის უჯრედი და ქსოვილი განვითარდებოდა.
- რადგან ძუძუმწოვრებს შინაგანი განაყოფიერება ახასიათებთ, ხოლო თევზებსა და ამფიბიებს გარეგანი განაყოფიერება და ადვილია მათი კერცხუჯრედების მოპოვება, განაყოფიერება.
- მაგ., სამეურნეო მიზნით, სამედიცინო და ბუნებაში ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების მიზნით.
- შესაძლებელია არ იყოს იდენტური, რადგან შეიძლება კლონი დონორისგან განსხვავებულ პირობებში განვითარდეს და ცხოვრობდეს, რამაც გენების ექსპრესიაზე იმოქმედოს.
- 5-3-2-6-1-4.
- სავარაუდო პასუხი: არა, რადგან გადაშენებული ორგანიზმები შეიძლება ვერ შეეგუონ თანამედროვე გარემოს განსხვავებული კლიმატური ფაქტორების გამო, შესაძლებელია ბუნებაში არ არსებობდეს მათი შესაბამისი საკვები, თავშესაფარი; შეიძლება მათ კონკურენცია გაუწიონ თანამედროვე სახეობებს და შეავიწროონ, ან მხოლოდ ერთფეროვანი საკვებით იკვებონ და ამ სახეობის გადაშენება გამოიწვიოს.

§1.18.

- გენეალოგიურ სქემაში მოცემულია კონკრეტული ნიშან-თვისების ფენოტიპის მემკვიდრეობა რამდენიმე თაობის განმავლობაში, პენეტის ცხრილში კი მოცემულია კონკრეტული ნიშნის მემკვიდრეობა თავისი გენოტიპითა და ფენოტიპით ერთ თაობაში.
- ზოგიერთი ნიშან-თვისების მემკვიდრეობა ადამიანშიც ეფუძნება მენდელის მიერ დადგენილ გენეტიკურ კანონზომიერებებს: ერთგვაროვნების წესს, დათიშვისა და გენთა დამოუკიდებლად განაწილების კანონებს.

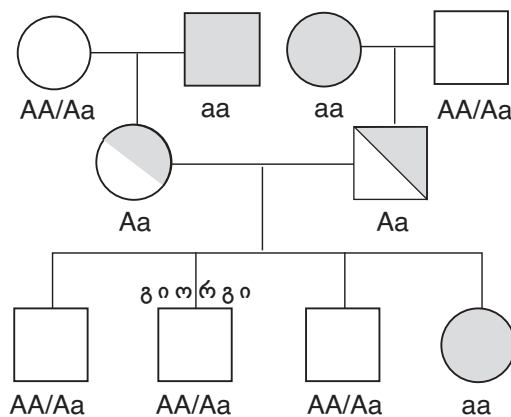
3. როდესაც დომინანტური ნიშნის გენოტიპი შეიძლება იყოს როგორც ჰომოზიგოტური, ისე ჰეტეროზიგოტური.
4. არა, რადგან რეცესიული ნიშანი მხოლოდ ამ გენის რეცესიული ალელების ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში მჟღავნდება.
5. კარიოტიპი არის თითოეული სახეობისათვის დამახასიათებელი გარკვეული რიცხვისა და ფორმის ქრომოსომული ნაკრები. ციტოგენეტიკური გამოკვლევის შედეგად შეიძლება ქრომოსომული და გენომური მუტაციების აღმოჩენა ნორმალურ კარიოტიპთან შედარების საფუძველზე.



ამ ოჯახში არ არის მოსალოდნელი დალტონიზმის მქონე შვილის დაბადება.

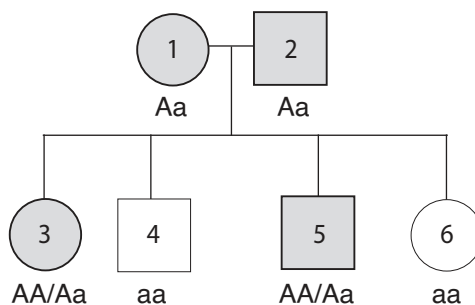
7. მსგავსება: ორივეში დომინანტური ალელით განსაზღვრული ნიშანი ფენოტიპურად გამოვლინდება მხოლოდ ფენოტიპურად დომინანტური ნიშნის მშობლის შთამომავლობაში. განსხვავება: აუტოსომური ნიშანი თითქმის თანაბრად ვლინდება ორივე სქესის შთამომავალში, ხოლო სქესთან შეჭიდული ნიშანი უპირატესად მჟღავნდება ერთი სქესის შთამომავალში.
8. თუ მშობლები ამ ნიშნის მიხედვით ჰეტეროზიგოტურები არიან, ანუ ისინი არიან რეცესიული ნიშნის მატარებელნი.

9.



10. 1) დომინანტური, რადგან ორივე მშობელში ეს ნიშანი ფენოტიპურად გამოვლენილია და მათ ჰყავთ შვილები (4 და 6), რომლებშიც ეს ნიშანი ფენოტიპურად არ გამოვლინდა.

2)



11. ა.

12. 1) 1/2 ალბათობით; 2) 3/4 ალბათობით.

13. დალტონიზმის ალელი აღვნიშნოთ **d** ასოთი, ხოლო ფერითი მხედელობა – **D**.

ერთ-ერთი ვაჟის გენოტიპია $X^{hd}Y$, მეორის – $X^{hD}Y$, მესამის – $X^{HD}Y$. ეს იმას ნიშნავს, რომ თითოეულმა მათგანმა დედისგან მიიღო სამი განსხვავებული ტიპის ქრომოსომა – X^{hd} , X^{hD} , X^{HD} . ეს შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, როდესაც დედის **X**-ქრომოსომებს შორის ხდება კროსინგოვერი. დედის გენოტიპი შეიძლება იყოს $X^{HD}X^{hd}$ და მაშინ წარმოიქმნება ოთხი ტიპის გამეტა : არაკროსოვერული – X^{HD} და X^{hd} , კროსოვერული – X^{Hd} და X^{hD} .

14. 1/2 (50%) ალბათობით.

15. 1) თქვენ შეგეძინათ არაიდენტური ტყუპი, რომელთაც განსხვავებული გენოტიპი აქვთ, ამიტომ ტყუპიდან ერთ-ერთში გამომჟღავნდა ალბინიზმი; ალბინიზმს იწვევს რეცესიული ალელი და თქვენ ხართ ამ ალელის მატარებელი, ანუ ამ ნიშნის მიხედვით ჰეტეროზიგოტური; თქვენს ოჯახში კვლავ ალბინოსი ბავშვის დაბადების ალბათობაა 1/2 (50%).

2) 1/4 ალბათობით მოსალოდნელია მუკოვისციდოზის მქონე ბავშვის დაბადება, 1/2 ალბათობით – მუკოვისციდოზის ალელის მატარებელი ბავშვის დაბადება.

16. ახლო ნათესავებს აქვთ მსგავსი გენოტიპი; შესაძლებელია ისინი იყვნენ რომელიმე რეცესიული გენეტიკური დაავადების მატარებელი, ქორწინების შემთხვევაში 1/4 ალბათობით მოსალოდნელია რეცესიული ალელის ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში გადასვლა და შესაბამისი დაავადების ფენოტიპური გამოვლენა.

§1.19.

1. გენეალოგიური, ციტოგენეტიკური, ბიოქიმიური, გენური ზონდებისა და ბიოჩიპების გამოყენებით, პაციენტის დნმ-ის ანაბეჭდის შედარება ჯანმრთელი ადამიანის დნმ-ის ანაბეჭდებთან.

2. სამედიცინო ბიოტექნოლოგია სამედიცინო მიმართულებაა, რომლის მიზანია დაავადებების დიაგნოსტიკა, პრევენციული ღონისძიებების დასახვა და მკურნალობა. სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის უახლესი მიმართულებები: გმო-ს გამოყენება ვიტამინების, ფერმენტების, ჰორმონების მისაღებად; მოდელური ცხოველების გამოყენება დაავადების მიმდინარეობის კვლევისა და სამკურნალო პრეპარატების გამოსაცდელად, ლეროვანი უჯრედების გამოყენება დაზიანებული ქსოვილებისა და ორგანოების რეგენერაციისთვის, ქსენოტრანსპლანტაცია, გენური თერაპია და ნანომედიცინა.

3. რესტრიქციული ფერმენტებით დონორიდან გამოყოფენ ნორმალურ ე.წ. თერაპიულ გენს, რომელსაც ჩააშენებენ ვექტორის დნმ-ში და იღებენ რეკომბინანტულ დნმ-ს, ვექტორის საშუალებით თერაპიული გენი ხვდება პაციენტის ორგანიზმში.

4. მსგავსება: საჭიროა რეკომბინანტული დნმ-ის შექმნა, რეკომბინანტული დნმ-ის შექმნაში მონაწილეობს რესტრიქტაზები და ლიგაზები, რეკომბინანტული დნმ-ის ორგანიზმში შეყვანაში მონაწილეობს ვექტორი; განსხვავება: გმო-ს გამოყვანის დროს ორგანიზმში შეჰყავთ უცხო გენი იმ მიზნით, რომ ორგანიზმმა შეიძინოს ახალი ნიშან-თვისება, ხოლო გენური თერაპიის მიზანია დეფექტური გენის ნორმალური/თერაპიული გენით ჩანაცვლება და გენეტიკური დაავადებისგან განკურნება.

5. გენეტიკური ტესტირებით დგინდება, თუ რით არის გამოწვეული დაავადება, დეფექტური გენის მდებარეობა, გენის ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობა.

6. 1) რადგან ხრტილოვანი ქსოვილის უჯრედები აღებული იყო ძროხიდან, იგი ადამიანისთვის შეუთავსებელი იქნებოდა და ამოქმედდებოდა იმუნური სისტემა; 2) ის მოუგვარებდა ესთეტიკურ პრობლემას: თუ ადამიანს დაზიანებული ჰქონდა ტრავმის შედეგად ყურის ნიჟარა; ვერ მოავგარებდა ისეთ პრობლემას, რომელიც დაკავშირებული იქნებოდა შუა ან შიგნითა ყურის სტრუქტურების ან სმენის ნერვის დაზიანებასთან.

თემა 1-ის შეჯამება

ტესტური დავალებები

	1	2	3	4	5	6	7	8				9	10	11	12	13
								1)	2)	3)	4)					
ა	X					X					X				X	
ბ		X			X				X	X						X
გ				X								X				
დ			X				X	X					X			
ე														X		
ვ															X	
ზ															X	
თ															X	

	14		15		16						17	18		19		20	
	1)	2)	1)	2)	1)	2)	3)	4)	5)	6)		1)	2)	1)	2)	1)	2)
ა			X	X					X	X							X
ბ					X							X		X	X	X	
გ	X	X					X	X			X						
დ						X					X		X				
ე											X						

სწორია თუ მცდარი

- ბუტკოს ღინგზე სხვა მცენარის მტვრის მარცვლის მოხვედრას ჯვარედინი დამტკვერვა ეწოდება.
- დომინანტური ალელის ეფექტი ჩანს ჰეტეროზიგოტურ ორგანიზმში.
- სწორია
- თეორიულად მოსალოდნელი დათიშვა ხდება მხოლოდ მრავალრიცხოვან შთამომავლობაში.
- განაყოფიერების დროს სპერმატოზოიდი და კვერცხუჯრედი ერწყმის ერთმანეთს და მივლტა წარმოიქმნება.
- ადამიანი, რომელსაც აქვს გენოტიპი **Rh⁺Rh⁺**, რეზუსდადებულიანია.
- მენდელის გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონი მოქმედებს იმ შემთხვევაში, როდესაც სხვადასხვა გენი ლოკალიზებულია არაჰომოლოგიურ ქრომოსომებში.
- მორგანის გენების შეჭიდულობის კანონი მოქმედებს იმ შემთხვევაში, როდესაც სხვადასხვა გენი ჰომოლოგიურ ქრომოსომებშია ლოკალიზებული.
- სწორია
- სწორია.
- გენური მუტაციები გამოწვეულია გენის სტრუქტურის ცვლილებით.
- გენომური მუტაციები გამოწვეულია ქრომოსომების რიცხვის ცვლილებით.
- სწორია.
- დაუნის სინდრომის მქონე ადამიანს დამატებითი ქრომოსომა აქვს ქრომოსომების 21-ე წყვილში.

15. ტყუპების მეთოდს იყენებენ გენის ექსპრესიაზე გარემოს გავლენის გამოსაკვლევად.

დავალებები კრიტიკული და შემოქმედებითი აზროვნებისთვის

- 1) ნებისმიერ შემთხვევაში 6-დან 12-ის ჩათვლით, რადგან ეს არის ამ ჯიშის რეაქციის/მოდიფიკაციური ცვალებადობის ფარგლები; 2) მოდიფიკაციური ცვალებადობა.
- 2) 1) მასში გამომუშავდება ცილა, რომელიც კლავს მწერებს და გაიზარდა მოსავლიანობა, ფერმერისთვის უფრო იაფია ასეთი გმ მცენარეების მოყვანა, რადგან აღარ სჭირდებათ მწერების წინააღმდეგ ქიმიური პესტიციდების გამოყენება; 2) შეიძლება გმ მცენარემ მცენარეების დამტვერავი მწერებიც მოკლას; შესაძლებელია, გაჩნდეს პესტიციდებისადმი მდგრადი მავნე მწერების ახალი პოპულაციები და სახეობები; 3) მავნე მწერების პოპულაციის ინდივიდების დიდი რიცხვი შეიძლება მეზობელ ნაკვეთის მცენარეებს შეესიოს და მთლიანად გაანადგუროს მოსავალი.
- 3) 1) შესაძლებელია შემცირდეს, რამაც, შესაბამისად, შეამციროს იმ ორგანიზმების პოპულაციების რიცხვი, რომელთა საკვებსაც წარმოადგენდა ეს მცენარე; შესაძლებელია გაჩნდეს გმო მიერ გამომუშავებული ბუნებრივი პესტიციდებისადმი მდგრადი სარეველა მცენარეების სახეობები; 2) სარეველა მცენარეები ფართოდ გავრცელდეს მეზობელ ნაკვეთზე და შეავიწროოს კულტურული მცენარეები, რომელთაც არ აქვთ ბუნებრივი პესტიციდების გამომუშავების უნარი.

მონაცემების განსჯა (ანალიზი და დასკვნა)

1. ჰეტეროზიგოტური.
2. ჰიბრიდის გენოტიპი: **AABb**, ფენოტიპი: მაღალი გლუვთესლიანი; უცნობი მცენარის გენოტიპი: **aabb**, ფენოტიპი: დაბალი დანაოჭებულთესლიანი.
3. ყველა ჯგუფის.



5. 1/4 ალბათობით.

ვიზუალური მასალის განსჯა

- 1) **P AA x aa**; 2) **Aa**; 3) გენოტიპური დათიშვა: **1AA : 2Aa : 1aa**, ფენოტიპური დათიშვა: 3 : 1.
- 2) 1) მამრი **X^AX^a**, მდედრი **X^AY**; 2) 1 შავი მამრი : 1 ცისფერი მამრი : 1 შავი მდედრი : 1 თეთრი მდედრი; 3) 1 ♂ **X^AX^A** : 1 ♂ **X^AX^a** : 1 ♀ **X^AY** : 1 ♀ **X^aY**.
- 3) 1) **AAbb, Aabb**; 2) **AABB, AaBB, AABb, AaBb**; 3) **aabb**; 4) **aaBB, aaBb**.
- 4) 1) **Aa** და **Bb**, **Cc** და **Dd**; 2) **AB** და **ab**, **CD** და **cd**; 3) **Aa**, **Bb** და **Cc**, **Dd**.
- 5) 1) **AB** და **ab**; 2) **Ab** და **aB**.

6.

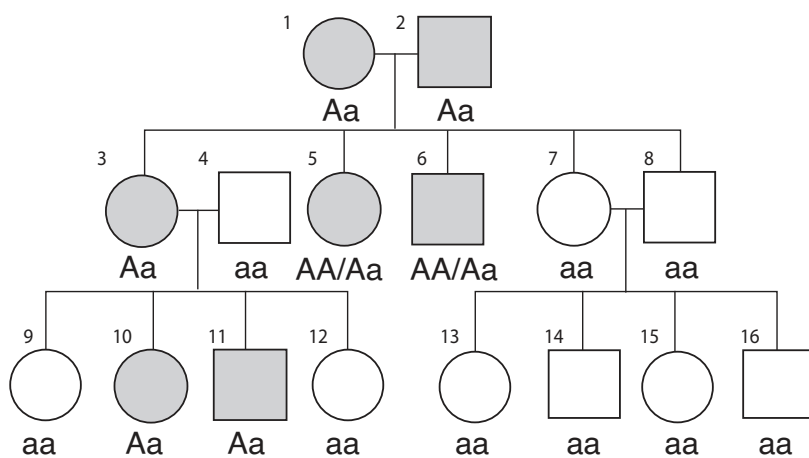
	ა	ბ	გ	დ	ე	ვ
1			X	X		
2	X					
3		X				
4					X	X

7.

	ბ	გ	დ	ე	ვ
1	X				
2			X		
3					X
4				X	
5		X			

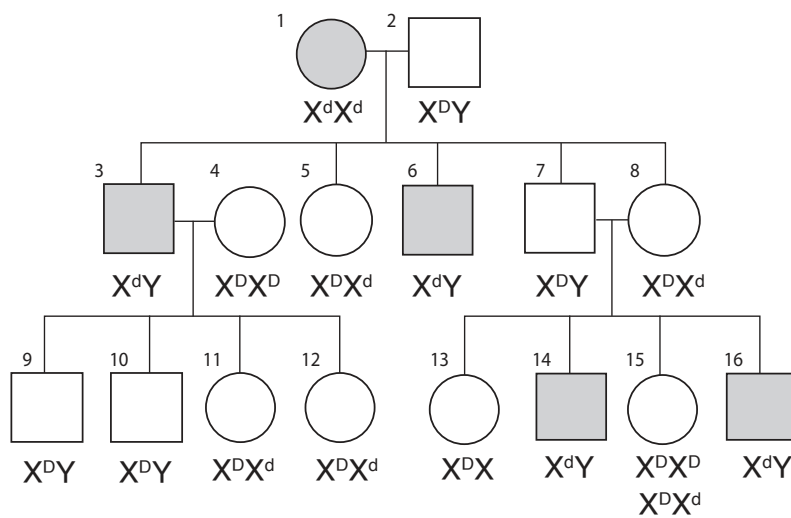
8. 1) აუტოსომური; 2) დომინანტური;

3)



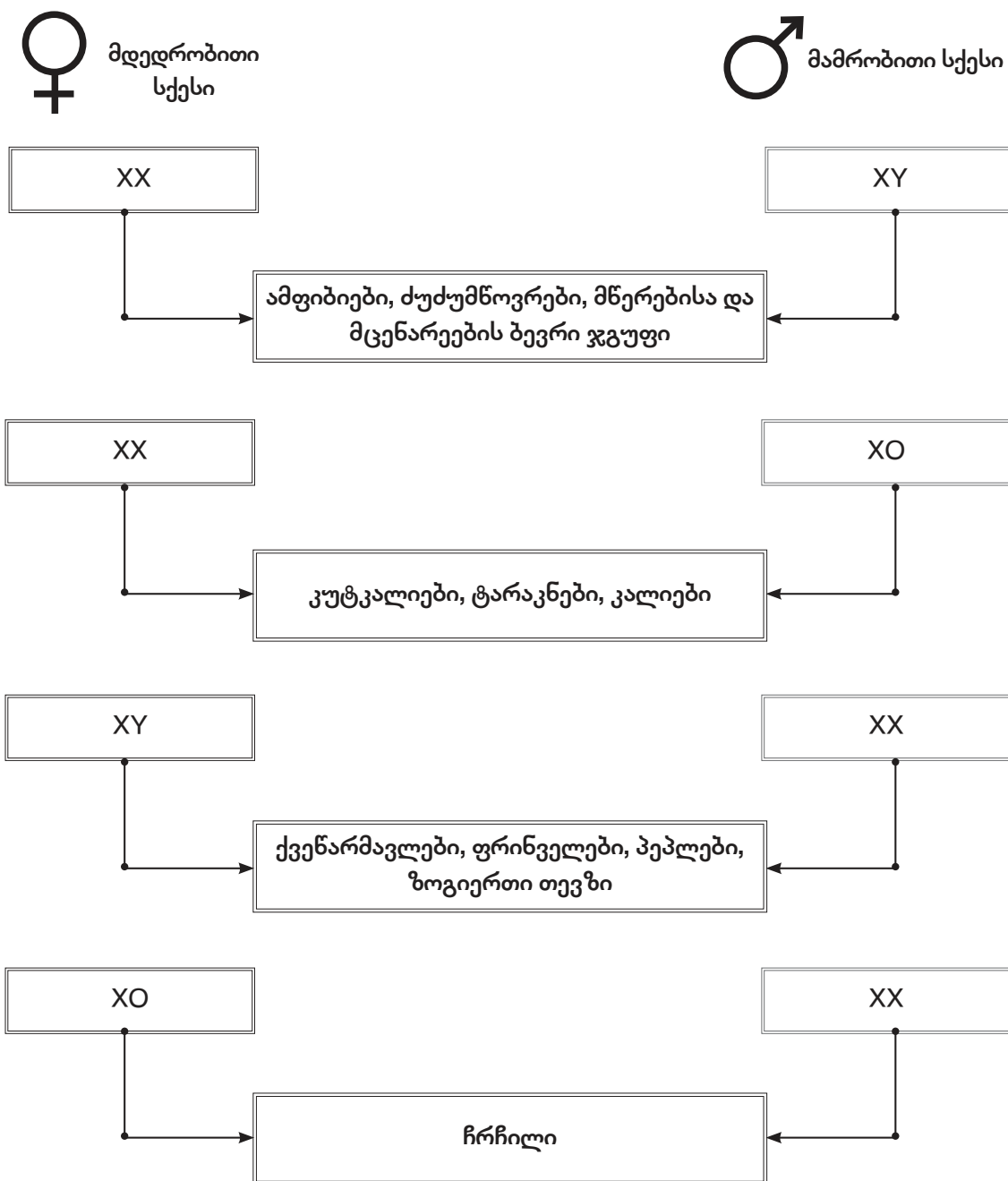
9. 1) სქესთან შეჭიდული; 2) რეცესიული;

3)

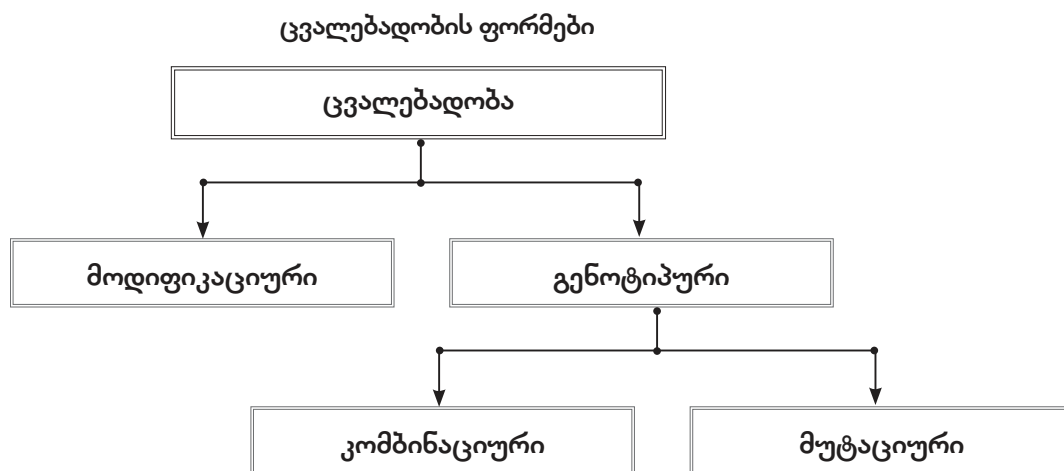


1.

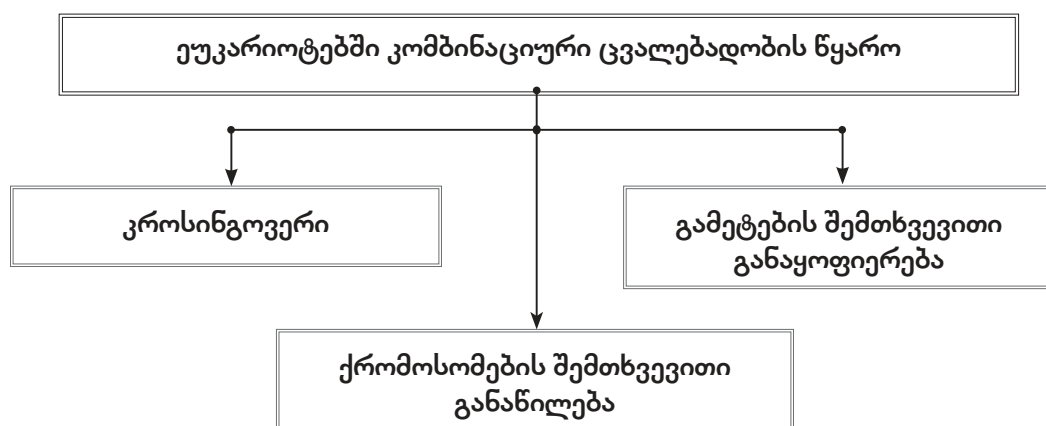
სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმი



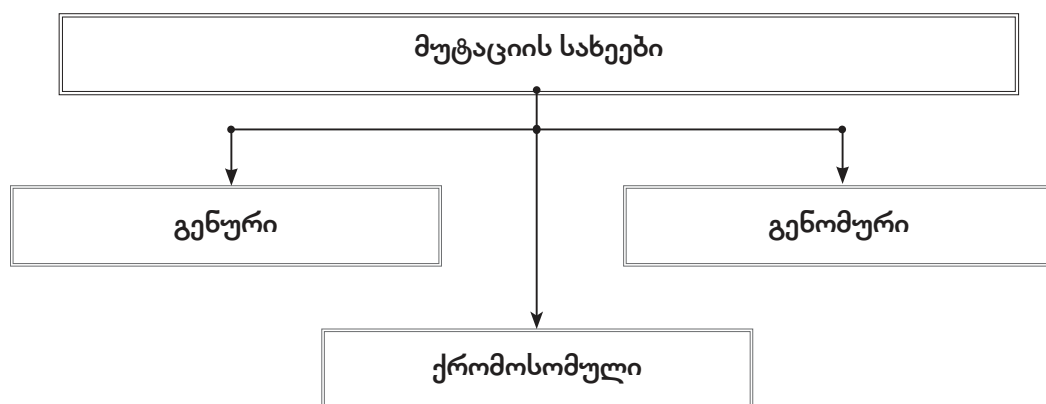
2.



3.



4.



თემა 2 – ეკოლუსია

§2.1.

1. „სისტემატიკა/კლასიფიკაცია“ – დაჯგუფება, „სისტემატიკური ერთეული“ – სისტემატიკური ჯგუფი.
2. მსგავსი სისტემატიკური ერთეულები: სახეობა, გვარი, რიგი, კლასი; განსხვავებული სისტემატიკური ერთეულები: ოჯახი, ტიპი, სამეფო, დომენი.
3. გვარი სახეობაზე ზემდგომი კლასიფიკაციის ერთეულია, ერთ გვარში რამდენიმე სახეობაა გაერთიანებული.
4. სახეობას ახასიათებენ მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური, ბიოქიმიური, გენეტიკური, ეკოლოგიური და გეოგრაფიული კრიტერიუმებით.
5. რადგან ერთი კრიტერიუმით შეიძლება სხვადასხვა სახეობას მსგავსება ახასიათებდეს. მაგ., მორფოლოგიური კრიტერიუმით არ არის საკმარისი, რადგან სახეობა-ორეულები არსებობენ.
6. სახეობა არსებობს პოპულაციების სახით.
7. 1) სამი; 2) დიდ ტერიტორიას 1, მცირე ტერიტორიას – 3; 3) 1; 4) 1.
8. ბიოლოგიურ მეცნიერებაში კვლევების საფუძველზე, ახალ-ახალი აღმოჩენების საფუძველზე, კლასიფიკაციაც განიცდის პროგრესს.

9.

დომენის დასახელება	დომენში შემავალი სამეფოები
არქეები	არქეები
ბაქტერიები	ბაქტერიები
ეუკარიოტები	მცენარეები, ცხოველები, სოკოები, პროტისტები

10. ერთ დომენში არიან განაწილებულნი, რადგან ყველა სამეფოს წარმომადგენელს აქვს ეუკარიოტული უჯრედი. ეს სამეფოები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან უჯრედების რაოდენობითა და დიფერენცირებით, ისეთი სასიცოცხლო თვისებებით, როგორებიცაა კვება, სუნთქვა, გამრავლება, მოძრაობა, გაღიზიანება-დობა და სხვ.
11. მაგ., მკვეთრად განსხვავდება მათი უჯრედები სტრუქტურული კომპონენტებითა და მეტაბოლიზმით; მცენარეები ფოტოავტოტროფები არიან და მიმაგრებულ ცხოვრებას ეწევიან, არ აქვთ სუნთქვის სპეციალური ორგანოები და ა.შ. ცხოველები კი ჰეტეროტროფები არიან და მათი უდიდესი ნაწილი გარემოში აქტიურად გადაადგილდება, გააჩნიათ სუნთქვისა და გამოყოფის სპეციალური ორგანოები, კარგად აქვთ განვითარებული შეგრძნების ორგანოები და ნერვული სისტემა და ა.შ.
12. სოკოები მცენარეებისგან განსხვავებით ჰეტეროტროფები არიან, უჯრედში სამარაგოდ, სახამებლის ნაცვლად, გლიკოგენს იგროვებენ და ა.შ.
13. რადგან: მღიერები ორი სხვადასხვა ჯგუფის ორგანიზმის – წყალმცენარისა და სოკოს – სიმბიოზური თანაცხოვრების მაგალითია; მწერიჭამია მცენარეს მიქსოტროფული კვება ახასიათებს – ფოტოსინთეზსაც აწარმოებს და ჰეტეროტროფულადაც იკვებება; ვირუსებს არაუჯრედული აგებულება აქვს, თუ გავითვალისწინებთ უჯრედულ თეორიას, რომ უჯრედი არის ყველა ორგანიზმის სტრუქტურული და ფუნქციური ერთეული, მაშინ რთულია ვირუსებს ადგილი მოუძებნო ბიოლოგიურ სისტემატიკაში.

§2.2.

- ყველა აღიარებდა სახეობის ცვლილებას დროთა განმავლობაში და ახალი სახეობების წარმოქმნის შესაძლებლობას.
- გუმბათოვან კუს აქვს მოკლე კისერი და ფეხები, რომლებითაც შეგუებულია დაბალბალახოვან ადგილებში ცხოვრებას; უნაგირისებურ კუს აქვს გრძელი კისერი, რომლითაც შეგუებულია მაღალბალახოვან ადგილებში ცხოვრებას; გალაპაგოსის მთიულების სახეობები განსხვავდებიან ნისკარტის ფორმით, რაც განსხვავებული საკვებით კვებასთან შეგუებით არის გამოწვეული.
- მან მიაქცია ყურადღება, რომ ახალი ჯიშების გამოყვანის დროს სელექციონერი შესაჯვარებლად გადაარჩევს მისთვის საინტერესო მემკვიდრული ნიშან-თვისებების ინდივიდებს. ხელოვნური გადარჩევის ამ კონცეფციამ დარვინი მიიყვანა ბუნებაში ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების აღიარებამდე, რომელიც წარმოქმნის საარსებო გარემოსთან უკეთ შეგუებულ ორგანიზმებს.
- ლამარკის მიხედვით ევოლუციის მამოძრავებელი ფაქტორებია: ორგანიზმის შინაგანი სწრაფვა სრულყოფილებისაკენ და გარემო ფაქტორების ზემოქმედება ორგანიზმებზე. ორგანიზმთა რეაქცია გარემოს ზემოქმედებაზე გარემოს ცვლილების ადეკვატურია და გადაეცემა შთამომავლობას. დარვინის მიხედვით არსებობისთვის ბრძოლა და ბუნებრივი გადარჩევა მემკვიდრეობითი ცვალებადობის საფუძველზე განაპირობებს გარემოსთან ორგანიზმების შეგუებულობების წარმოქმნას.
- რადგან მემკვიდრული ცვალებადობა იძლევა მასალას ბუნებრივი გადარჩევისთვის.
- ლამარკი ჟირაფის გრძელ კისერს ხსნის კისრის გავარჯიშებით, როდესაც ცხოველები ცდილობდნენ მაღალი ხემცენარეების ფოთლებს მისწვდომოდნენ, ეს ცვლილება მათ გარემოს ზემოქმედებით შეიძინეს და მემკვიდრეობით გადაეცემა. დარვინის ახსნა: მემკვიდრული ცვალებადობა ყოველთვის ხდება, მაგალითად, პოპულაციაში ზოგიერთ ინდივიდს გრძელი კისერი აქვს და ზოგიერთს – მოკლე. როდესაც გარემო ისე შეიცვალა, რომ მხოლოდ მაღალი ხემცენარეები დარჩა, შეცვლილ გარემო პირობებში უპირატესობა მოიპოვეს იმ ინდივიდებმა, რომლებსაც გრძელი კისერი ჰქონდათ, ისინი გადარჩნენ არსებობისათვის ბრძოლის პროცესში, ხოლო მოკლეკისრიანი ცხოველები ვერ მისწვდნენ მაღალ ხეზე ფოთლებს და შიმშილით დაიხოცნენ.

კრიტერიუმი შესადარებლად	ბუნებრივი გადარჩევა	ხელოვნური გადარჩევა
წარმმართველი ძალა	ბუნება	ადამიანი
პროცესის საფუძველი	მემკვიდრული ცვალებადობა	მემკვიდრული ცვალებადობა
გადარჩეული ნიშან-თვისებები სასარგებლოა . . .	პოპულაციისა და სახეობისთვის	ადამიანისთვის
პროცესის შედეგი – შეგუებულობა	საარსებო პირობებთან შეუებულობის ამალგება	ადამიანის ინტერესებთან
პროცესის შედეგი – ახალი ჯგუფები	სახეობა	ჯიში
მოქმედების ისტორია	ორგანული სამყაროს მთელი ისტორიის განმავლობაში	იმ დროიდან, როდესაც ადამიანმა დაიწყო მიწათმოქმედება და ცხოველების მოშინაურება

§2.3.

- მიზეზები: ერთი ინდივიდის სიცოცხლის ხანგრძლივობა პოპულაციასთან შედარებით ძალიან ხანმოკლეა იმისთვის, რომ მან განიცადოს ევოლუციური ცვლილება; ევოლუციას განიცდის ორგანიზმთა ჯგუფი, რადგან მემკვიდრული ცვალებადობა, რომელიც წარმოიქმნება ცალკეულ ინდივიდებში, პოპულაციის ინდი-

ვიდეებს შორის თავისუფალი შეჯვარების შედეგად პოპულაციაში ვრცელდება.

2. გენოფონდი არის პოპულაციისთვის დამახასიათებელი ყველა ალელური გენის ერთობლიობა, ხოლო ალელის სიხშირე გვიჩვენებს ერთი კონკრეტული ალელის პოპულაციაში გავრცელების დონეს.
3. გენეტიკურად მრავალფეროვან პოპულაციაში მეტი შანსია, იყოს ისეთი მემკვიდრული ნიშან-თვისებების ინდივიდები, რომლებიც შეცვლილ გარემო პირობებს შეეგუებიან და გადარჩებიან.
4. მუტაციები და კომბინაციური ცვალებადობა.
5. **A** ალელის სიხშირე გაიზრდება.
6. გენთა ნაკადის შედეგად, შეიძლება ერთი პოპულაციიდან მეორეში შევიდეს გენის ახალი ალელი და გაიზარდოს მისი გენეტიკური მრავალფეროვნება, ან პოპულაციიდან მიგრირებულმა ორგანიზმებმა შეიძლება შეამციროს პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნება.
7. გენთა დრეიფს პოპულაციაში იწვევს შემთხვევითი მოვლენები, შესაბამისად, იგი ზრდის ან ამცირებს მასალას ევოლუციური პროცესისთვის.
8. შემთხვევითი პროცესების შედეგად, მაგალითად, ხანძრის, წყალდიდობის, უკონტროლო ნადირობის, მტაცებლის მოქმედებით და ა.შ. შესაძლებელია საერთოდ გაქრეს პოპულაციიდან რომელიმე ალელი; გენთა დრეიფის მაგალითია, ასევე, როდესაც პოპულაციას გამოეყოფა მცირე ჯგუფი და ახალ ტერიტორიაზე შექმნის პოპულაციას.
9. რომელიც 10 ინდივიდისგან შედგება, რადგან ასეთი პოპულაცია გენეტიკური მრავალფეროვნებით არ ხასიათდება, ამიტომ შეცვლილ გარემო პირობებს ასეთი პოპულაცია უფრო ნაკლებად შეეგუება.
10. 1) პირველ პოპულაციაში ეს ალელი ექნება 10000 ინდივიდს, ხოლო მეორე პოპულაციაში - 1 ინდივიდს;
2) მეორე პოპულაციას, რადგან მხოლოდ ერთი ინდივიდი ამ ალელის მატარებელი და შემთხვევითი მოვლენის შედეგად მისი სიკვდილი (თუ ვერ მოასწრო შთამომავლობის დატოვება) პოპულაციიდან ამ ალელის გაქრობას გამოიწვევს.
11. 1) **M** განსაზღვრავს მწვანე შეფერილობას, **m** - ყავისფერს. პოპულაციაში არის **M** ალელი 10, ხოლო **m** - 8. კანის შეფერილობის განმსაზღვრელი გენის ალელების საერთო რაოდენობა არის 18.
M ალელის სიხშირე = $10/18=0,555$, ანუ 55,5%.
m ალელის სიხშირე = $8/18=0,444$, ანუ 44,4%.
2) პოპულაციაში გაიზრდება **m** ალელის სიხშირე.

§2.4.

1. შიდასახეობრივი, სახეობათშორისი და არაცოცხალი ბუნების არახელსაყრელ პირობებთან ბრძოლა. ყველაზე მძაფრად მიმდინარეობს შიდასახეობრივი, რადგან ერთი სახეობის ინდივიდებს საარსებო პირობებისადმი ერთნაირი მოთხოვნილება აქვთ.
2. სახეობა გაცილებით მრავალრიცხოვან შთამომავლობას წარმოქმნის, ვიდრე შესაძლოა, რომ მოცემულ ტერიტორიაზე გადარჩეს და ზრდასრულ ფორმას მიაღწიოს. არსებობისთვის ბრძოლაში იმარჯვებენ ის ინდივიდები, რომლებსაც გარემოს გარკვეულ პირობებში აქვთ სასარგებლო მემკვიდრეობითი ცვლილებები. ასეთი ორგანიზმები უმთავრესად გადარჩებიან და თავის შემდეგ დატოვებენ ნაყოფიერ შთამომავლობას.
3. არსებობისთვის ბრძოლა შესაძლოა საზიანო იყოს ცალკეული ინდივიდისთვის, მაგრამ სასარგებლოა მთლიანად პოპულაციისთვის, რადგან უმთავრესად გადარჩებიან და თავის შემდეგ ნაყოფიერ შთამომავლობას დატოვებენ გარემოსთან უკეთ შეგუებული ორგანიზმები.

4. ერთი სახეობის ინდივიდები ერთობლივად ზრუნავენ თავშესაფარზე, შთამომავლობის დაცვაზე, საკვების მოპოვებასა და მტრისგან თავდაცვაზე; ურთიერთობა მცენარეებსა და მათ დამმტვერავეებს შორის, მღიერებში სოკოსა და წყალმცენარეს შორის, ლიანებსა და ხემცენარეებს შორის და ა.შ.

5.

არსებობისათვის ბრძოლის ფორმა	მაგალითის ნომერი
შიდასახეობრივი	6, 14
სახეობათშორისი	2, 4, 5, 7, 11, 12, 13, 15
არაცოცხალი ბუნების არახელსაყრელ პირობებთან ბრძოლა	1, 3, 8, 9, 10

§2.5.

1.

	1	2	3
ა		X	
ბ	X		
გ			X

2. ის ინდივიდები, რომელთაც აქვთ მოცემულ პირობებში სასარგებლო ნიშან-თვისებები და უკეთესად არიან შეგუებული, უფრო მეტ შთამომავლობას ტოვებენ.
3. შეგუებულობის ამაღლებითა და ახალი სახეობის წარმოქმნით.

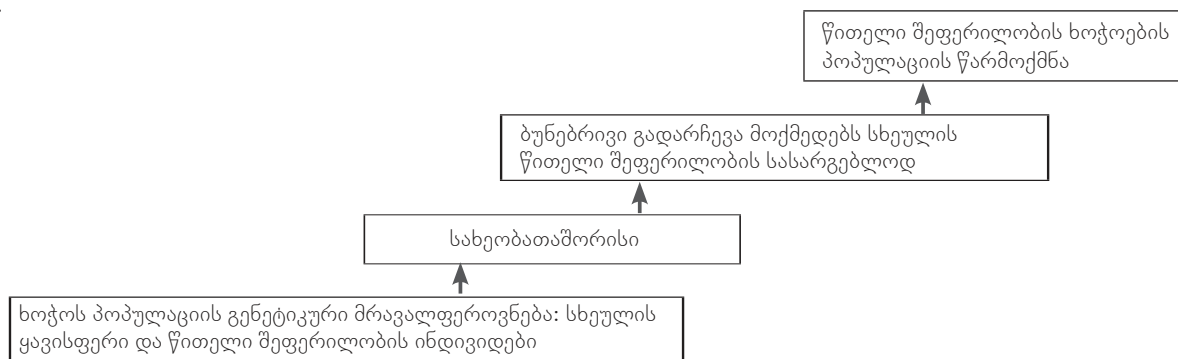
4.

	1	2	3
ა		X	
ბ	X		
გ			X

5. ა - მასტაბილიზებული, რადგან ბუნებრივი გადარჩევა ზეწოლას ახდენს კიდურა ფენოტიპებზე და გადარჩევა შუალედური ფენოტიპი; ბ - მამოძრავებელი, რადგან ბუნებრივი გადარჩევა ზეწოლას ახდენს შუალედურ ფენოტიპზე და გადარჩევა კიდურა ფენოტიპის ინდივიდები; გ - დიზრუპტული, რადგან ბუნებრივი გადარჩევა ზეწოლას ახდენს შუალედურ ფენოტიპზე და გადაარჩევს ორივე კიდურა ფენოტიპის ინდივიდებს.
6. მამრების კაშკაშა შეფერილობა, ან რქები, გრძელი საჭის ბუმბული/გრძელი კუდის ფარფლი და სხვა გარეგნულად მკვეთრად გამოხატული მეორეული სასქესო ნიშნები შესამჩნევს ხდის და იზიდავს მდედრებს, მაგრამ, ამავე დროს, ასეთი ნიშნებით ისინი ადვილად შესამჩნევია მტრისთვის ან გრძელმა რქებმა შეიძლება ხელი შეუშალოს მტრისაგან გაქცევაში და ა.შ.
7. დამმტვერავ ორგანიზმებზე, რადგან მათი პირის აპარატის შეცვლა არც მათთვის იქნება სასარგებლო ყვავილიდან ნექტრის მოპოვების დროს, რადგან მათი პირის აპარატი ფორმით შესაბამეა ყვავილების ფორმას.
8. გენოტიპი განსაზღვრავს ფენოტიპს, მაგრამ რომელი ნიშან-თვისებები გამოიხატება, დამოკიდებულია გენოტიპის ალელურ შემადგენლობასა და მათზე გარემო ფაქტორების ზემოქმედებაზე.
9. ხანგრძლივად მცირე დოზით ანტიბიოტიკის გამოყენებამ ბაქტერიებში შეიძლება გამოიწვიოს ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტულობა.

§2.6.

1. ფიზიოლოგიური შეგუებულობის მაგალითი: 2), 3), 4), 6), 9); სტრუქტურული შეგუებულობის მაგალითი: 1), 8); ქცევითი შეგუებულობის მაგალითი: 5), 7).
2. სავარაუდო პასუხი: კრაზანებს აქვთ თავდაცვის საშუალება - შხამიანი ჯირკვლები და ნესტარი, ამიტომ მათ გამოუმუშავდათ სხეულის კაშკაშა შეფერილობა - გამაფრთხილებელი შეფერილობა და დამახასიათებელი ბზუილის უნარი. ბუზებს არ აქვთ ასეთი თავდაცვის საშუალება. მუტაციის შედეგად ზოგიერთ ბუზს განუვითარდა კრაზანას მსგავსი სხეულის შეფერილობა და კრაზანასნაირი ბზუილის უნარი, ამიტომ ასეთ ბუზებს ფრინველები ნაკლებად ეტანებოდნენ და არსებობისათვის ბრძოლის პროცესში უპირატესად გადარჩებოდნენ ასეთი ინდივიდები. თაობათა მანძილზე ბუნებრივი გადარჩევის ასეთი მიმართულებით გემოქმედების შედეგად წარმოიქმნა კრაზანასნაირი ბუზის სახეობა.
3. ფიზიოლოგიური.
4. რადგან მკვახე ნაყოფში თესლი მოუმწიფებელია/ჩანასახი განუვითარებელია და მცენარისთვის არ იქნება მომგებიანი მისი გავრცელება, მწიფე ნაყოფში თესლი მომწიფებულია და მცენარისთვის მომგებიანია თესლის გავრცელება.
6. 1) შიდასახეობრივი; 2) ფიზიოლოგიური; 3) ფრინველის მიერ დადებული კვერცხების რაოდენობა განისაზღვრება კონკრეტული ალელური გენით და ევოლუციური პროცესები იმ ალელური გენის სასარგებლოდ მოქმედებს, რომელიც უზრუნველყოფს შოშიას მიერ ბარტყების გამოკვებასა და მათ გადარჩენას.
- 7.



§2.7.

1. გენოფონდის ცვლილება მრავალი თაობის განმავლობაში გროვდება და ხდება ნიშან-თვისებათა დაცემა - დივერგენცია.

სახეობათწარმოქმნის ალოპატრიული გზა	საერთო მახასიათებლები	სახეობის წარმოქმნის სიმპატრიული გზა
გეოგრაფიული არეალის გაფართოება ან არეალის გეოგრაფიული ზღუდით დანაწევრება; სივრცობრივად იზოლირებული პოპულაციების სახეობებად ჩამოყალიბება	პოპულაციების იზოლაცია, მიკროევილუციის ფაქტორების ზემოქმედებით ნიშან-თვისებათა დივერგენცია, რომელიც იწვევს რეპროდუქციულ იზოლაციას	საწყისი სახეობიდან გავრცელების გეოგრაფიული არეალის ფარგლებში პოპულაციების იზოლაცია სხვადასხვა მიზეზით და სახეობებად ჩამოყალიბება

3. ალოპატრიული გზით სახეობათწარმოქმნის მაგალითები: გალაპაგოსის მთიულები, ლარიქსი. სიმპატრიული გზით სახეობათწარმოქმნის მაგალითები: ციქლიდიების სახეობები, მცენარე ხრიალას სახეობები, სა-

ხეობათშორისი ჰიბრიდიზაციით წარმოქმნილი ახალი სახეობები და სხვ.

4. მათი წინაპრები სამხრეთ ამერიკის კონტინენტიდან გავრცელდნენ ვულკანური წარმოშობის გალაპაგოსის კუნძულებზე, ახალ საარსებო პირობებში ჩამოუყალიბდათ განსხვავებული ნიშან-თვისებები.
5. 3 – 4- 1-2.
6. სახეობის მთლიანობას განაპირობებს კონტაქტის შემთხვევაში სხვადასხვა პოპულაციის ინდივიდებს შორის შეჯვარება და ნაყოფიერი შთამომავლობის დატოვება, რეპროდუქციული იზოლაცია ნიშნავს, რომ ისინი უკვე ერთმანეთისგან დამოუკიდებელი სახეობები არიან.
7. 1) პოპულაციებს შორის გენთა ნაკადი განაპირობებს სახეობის მდგრადობას, მისი შეწყვეტის დროს კი პოპულაციებს შორის აღარ იცვლება ერთმანეთში მუტაციების შედეგად წარმოქმნილი ახალი გენები და თითოეულ პოპულაციაზე დიფერენცირებულად/სხვადასხვა მიმართულებით მოქმედებს ბუნებრივი გადარჩევა, რაც იწვევს დივერგენციას; 2) მაგ., გეოგრაფიული ბარიერი და გენთა ნაკადის შეწყვეტა, გამრავლების ორგანოებსა და კარიოტიპში მომხდარი ცვლილება, გამრავლებასთან დაკავშირებული ქცევებისა და გამრავლების პერიოდის ცვლილება.
8. სავარაუდო პასუხი: სიმპატრიული – შესაძლებელია თავდაპირველი სახეობა შეგუებული იყო ტუტე ნიადაგში არსებობასთან, შემდეგ მოხდა პოპულაციის ზოგიერთ ინდივიდში ისეთი მემკვიდრული ცვლილება, რომ მათ შეეძლოთ არსებობა მუავა ნიადაგში, თანდათან გაღრმავდა პოპულაციებს შორის გენეტიკური ცვლილება, რასაც მოჰყვა რეპროდუქციული ცვლილება და ახალი სახეობის ჩამოყალიბება. შესაძლებელია ალოპატრიული გზაც: პოპულაციის ინდივიდებმა დაიკავეს ახალი გეოგრაფიული არეალი, სადაც იყო მუავა ნიადაგები. მუტაციები ყოველთვის ხდება და ახალ საარსებო გარემოში გადარჩნენ ის ინდივიდები, რომელთაც შეეძლოთ მუავა ნიადაგში ცხოვრება.
9. შეგუებულობა და ახალი სახეობების წარმოქმნა.

§2.8.

1. მუტაციები შემთხვევითი/სპონტანური მოვლენაა, მოცემულ პირობებში ორგანიზმისთვის შეიძლება იყოს სასარგებლო, საზიანო ან ნეიტრალური, ამიტომ იგი ქმნის მხოლოდ მასალას ბუნებრივი გადარჩევისთვის; გენთა დრეიფტ შემთხვევითი მოვლენების გამო ზრდის ან ამცირებს მასალას ბუნებრივი გადარჩევისთვის.
2. ბუნებრივი გადარჩევა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მოქმედებს პოპულაციაზე და ძირითადად გადაარჩევს სასარგებლო ნიშან-თვისებების მქონე ინდივიდებს, რის გამოც პოპულაციის შეგუებულობა საარსებო პირობებთან მაღლდება.
3. 1) ასეთი შეგუებულობის გამო ორივე ორგანიზმს დიდხანს შეუძლია წყლის სიღრმეში ყოფნა; 2) კონვერგენციის; 3) ფიზიოლოგიური.
4. აროგენები: 2, 4, 6, 7, 9, 11; ალოგენები: 1, 3, 8, 10; კატაგენები: 5, 12.
5. 1) დივერგენციის; 2) არეალის ფარგლებში განსხვავებული საცხოვრებელი ადგილითა და საკვებით; 3) ალოგენების; 4) სტრუქტურული და ქცევითი.
6. კონვერგენციის.
7. დივერგენციის.
8. 1) ანალოგიური; 2) ანალოგიური.
9. ორგანიზმების ნათესაურ კავშირსა და საერთო წარმოშობაზე.

10. მსგავს საარსებო გარემოში ბუნებრივი გადარჩევის ერთი მიმართულების მოქმედების, ანუ კონვერგენციის შედეგი.
11. კონვერგენციის, რადგან ეს ცხოველები სრულიად განსხვავებული ტიპების წარმომადგენლები არიან და მათ ეს შეეუება ხმელეთზე ცხოვრებასთან დაკავშირებით გამოუმუშავდათ.
12. მსგავს საარსებო გარემოში მცხოვრებ ორგანიზმებზე ბუნებრივი გადარჩევა ერთი მიმართულებით მოქმედებს, ხოლო როდესაც ორგანიზმები ხვდებიან განსხვავებულ გარემო პირობებში, იგი განსხვავებულ ნიშან-თვისებებს გადაარჩევს, რაც იწვევს ნიშან-თვისებათა დაცილებას.
13. 1) მაგ., ყველა ხერხემლიანს ჩანასახის ადრეულ ეტაპზე აქვს სალაცუჩე ხვრელები და გრძელი კუდი; 2) ეს მეტყველებს მათ საერთო წარმოშობაზე.
14. მათ საერთო წარმოშობაზე.
15. 1) ციტოლოგიურს; 2) 2-აერობული ეუკარიოტი, 3-ფოტოავტოტროფული ეუკარიოტი; 3) ენდოსიმბიოტურს; 4) მიტოქონდრიებსა და ქლოროპლასტებში პროკარიოტებისათვის დამახასიათებელი ფორმის დნმ-ისა და რიბოსომების არსებობა, თვითგაორმაგების უნარი.
16. იძლევა სახეობის ისტორიული განვითარების მთლიან სურათს.
17. რამდენიმე მიზეზი შეიძლება იყოს, მაგ. ჯერ არ აღმოუჩენიათ, შეიძლება ვერც აღმოაჩინონ, რადგან შესაძლებელია ნაშთები მთლიანად დაიშალა.
18. ქვეწარმავლის ნიშნები: გრძელი კუდი, ყბებზე კბილები, უტროპო მკერდის ძვალი; ფრინველის ნიშნები: ფრთები, ბუმბული.

თემა 2-ის შეჯამება

ტესტური დავალებები

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ა	X				X			X			X	X	
ბ			X						X	X			X
გ				X						X			
დ		X					X			X			
ე						X							
ვ										X			

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ა	X							X	X			X
ბ		X	X	X	X		X					
გ						X				X		
დ											X	
ე												
ვ												

სწორია თუ მცდარი

1. ლამარკი თვლიდა, რომ ორგანიზმზე შეცვლილი გარემო პირობების ხანგრძლივი ზემოქმედება ყოველთვის იწვევს სასარგებლო მემკვიდრულ ცვლილებებს.
2. უოლესმა და ჩ. დარვინმა ჩამოაყალიბეს ევოლუციური თეორია, რომლის მიხედვით ევოლუციის მთავარი მამოძრავებელი ფაქტორი არის ბუნებრივი გადარჩევა.
3. გენოფონდი არის პოპულაციის ყველაწევრის ალელური გენების ერთობლიობა.
4. პოპულაციაში შემთხვევითი პროცესებით გამოწვეულ ალელთა სიხშირის ცვლილებას გენთა დრეიფი ეწოდება.
5. სწორია.
6. კონვერგენციამ გამოიწვია თანამედროვე ორგანიზმებში ბევრი ანალოგიური ორგანოს არსებობა.
7. სწორია.
8. ერთი სახეობის პოპულაციათა შორის გენების მიმოცვლას გენთა ნაკადი ეწოდება.
9. სწორია.
10. როდესაც ხეების ქერქი გამუქდა ფაბრიკა-ქარხნების გამონაბოლქვით გარემოს დაბინძურების გამო, პოპულაციაში უფრო მოიმატა სხეულის მუქი შეფერილობის მწერებმა. ეს არის მამოძრავებელი ბუნებრივი გადარჩევის მაგალითი.

დავალებები კრიტიკული და შემოქმედებითი აზროვნებისთვის

1. სავარაუდო პასუხი: 1) მათ არ აქვთ კარგი ფრენის უნარი და სწრაფად გახდება მტაცებლის მსხვერპლი, მოითხოვს უხვ და ნოყიერ საკვებს, რის მოპოვებასაც ბუნებაში თვითონ ვერ შეძლებს, შესაძლებელია მდედრებსაც ჰქონდეთ კაშაშა შეფერილობა, რაც თვით მდედრსაც და შთამომავლობასაც მტაცებლისგან შეუქმნის საფრთხეს და ა.შ. 2) მაგ., რომელსაც კარგად განვითარებული მკერდის კუნთები აქვს და, შესაბამისად, ფრენის კარგი უნარი; საკვებისადმი ნაკლები მოთხოვნილება; მდედრების შეუმჩნეველი შეფერილობა და ა.შ.
2. სავარაუდო პასუხი: არა, რადგან ვფიქრობ, რომ სახეობის ეს მდგომარეობა შეიძლება ადამიანის საქმიანობით იყოს გამოწვეული. თუმცა შესაძლებელია ადამიანის ჩარევამ გამოიწვიოს მათი პოპულაციის გენეტიკური ერთფეროვნება, მაშინ ამ კუთხით იქნება ადამიანის ჩარევა ბუნებრივი გადარჩევის პროცესში.
3. შესაძლებელია მვეთრად შემცირდეს ბამბუკის პოპულაციები, რაც გამოიწვევს პანდების შემცირებასაც.
4. შეცვლილ გარემო პირობებთან სახეობას შეგუება გაუჭირდება, რადგან გენეტიკური მრავალფეროვნების შემთხვევაში ერთეულ ინდივიდებს მაინც შეიძლება აღმოაჩნდეს სასარგებლო მემკვიდრული ცვლილებები და გადარჩენის მეტი შანსი.
5. რადგან ბუნებაში მოქმედებს ბევრი შემთხვევითი მოვლენა, რომლებმაც შესაძლოა „მაღალი ბიოლოგიური ღირებულების“ ინდივიდიც კი გაანადგუროს.
6. მათი საარსებო გარემო მკვეთრად არ შეცვლილა, ამიტომ მათზე მოქმედებს მასტაბილიზებული ბუნებრივი გადარჩევა.
7. ისეთი მუტაცია, რომელმაც რეზისტენტულობა შესძინა ამ ინდივიდს ჰერბიციდებისადმი.
8. 1) სქესობრივი გადარჩევის მოქმედების შედეგად; 2) თაობათა განმავლობაში მდედრები უწყვილდებოდნენ მამრებს, რომელთაც დიდი ზომის რქები ჰქონდათ.
9. ჰომოლოგიურის, რაც მათი ნათესაური კავშირიდან გამომდინარეობს.

მონაცემების განსჯა (ანალიზი და დასკვნა)

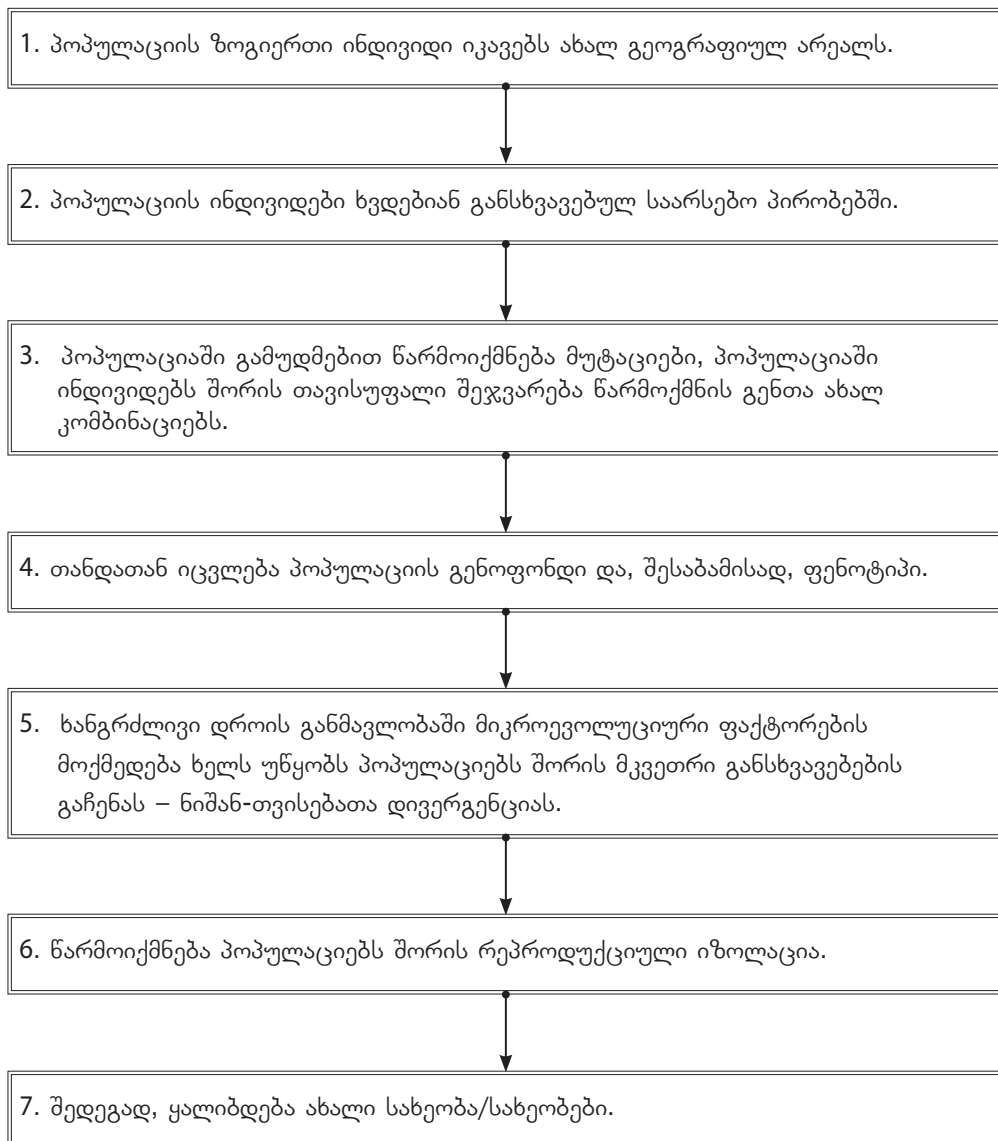
1) დიზრუპტული ბუნებრივი გადარჩევის; 2) კიდურა ფენოტიპები.

ვიზუალური მასალის განსჯა

- 1) მფარველობითი შეფერილობის; 2) ვერ უზრუნველყოფს ცხოველის აბსოლუტურ დაცულობას, რადგან იგი მკვეთრად ჩანს ბუჩქების მუქ ფონზე.
1. გენთა ნაკადი, რომელიც, ერთი მხრივ, პოპულაციის გენეტიკური ცვალებადობის წყაროა, მეორე მხრივ, უზრუნველყოფს სახეობის მდგრადობას; 2. გენთა დრეიფს, რომელმაც შეიძლება შეამციროს ან გაზარდოს მასალა ევოლუციური პროცესისთვის.
- მასტაბილიზებელ ბუნებრივ გადარჩევას, რომელიც მოქმედებს შედარებით სტაბილურ პირობებში და უზრუნველყოფს სახეობის ნიშან-თვისებების შენარჩუნებას.

მონაცემების ორგანიზება სქემებში

1.



დანართი 1. ელექტრონული სასწავლო რესურსები

ვირტუალური ლაბორატორია:

„მენდელის მემკვიდრეობის კანონზომიერებები“
(„Mendel's Law of Heredity“) –



<https://bit.ly/3X8GQIK>

„სისხლის ABO ჯგუფები“ –



<https://bit.ly/3I7Utuv>

„დიჰიბრიდული შეჯვარება“ („Dhybrid cross“) –



<https://bit.ly/3JFoiwC>

გენური მუტაციების სიმულაცია (ექსპერიმენტი 4) –



<https://bit.ly/3DBeHTV>

ბიოლოგიური პროცესების ამსახველი ანიმაციური ფილმები:

„ქრომოსომული მუტაციები –



<https://bit.ly/3wZ6jtH>

რეკომბინანტული დნმ-ის მიღება –



<https://bit.ly/3wUo9xl>

„გენური ინჟინერია“ –



<https://bit.ly/3JGwtZR>

„დოლის კლონირება“ –



<https://bit.ly/3DGHTcc>

დამხმარე მასალა:

კვლევის გეგმისა და ანგარიშის ნიმუშები –



<https://bit.ly/3hC7KYC>

„სამეცნიერო მოხსენება“ –



<https://bit.ly/3lipvJe>

„კვლევის ანგარიში“ –



<https://bit.ly/3lpMPMd>

„გამოკითხვა“ –



<https://bit.ly/3HWII7u>

დანართი 2. კურიკულუმი (ნიმუში)

სკოლა საგანი - ბიოლოგია კლასი - XI						
თემა	საკითხი/საკითხთა კლასტერი		ძირითადი კონტენტ-მაგალითი	კომპლექსური დაგეგმვის იდეა	მაგალითები შედარებისთვის	სასწავლო რესურსები კომპლექსურ დაგეგმვაზე მუშაობისთვის
თემა 1 გენეტიკა	სამიზნე ცნება და ქვეცნებები		საკითხი 1 _ ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებები	სურ 1.1 და შესაბამისი კითხვები (გვ. 10)	მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებების შესახებ გენეტიკური ამოცანების შედგენა და მისი წარმოდგენა პოსტერის საშუალებით (გვ. 63)	სახელმძღვანელო - გვ. 10-30; გვ. 36-47 მონოჰიბრიდული შეჯვარება - https://bit.ly/3nWK6Lw მემკვიდრეობის ქრომოსომული თეორია - https://bit.ly/3moNYVi ვირტუალური ლაბორატორია - „Mendel's Law of Heredity“ („მენდელის მემკვიდრეობის კანონზომიერებები“) - https://bit.ly/3X8GQIK ვირტუალური ლაბორატორია - „Dhybrid cross“ („დიჰიბრიდული შეჯვარება“) - https://bit.ly/3JFoiwC
	სტრუქტურა და ფუნქცია ქვეცნებები: უჯრედის სტრუქტურა და ფუნქციები - გამეტების სტრუქტურა და ფუნქციები; უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის აგებულება და ფუნქციები - ქრომოსომის სტრუქტურა და ფუნქციები (გენი, ლოკუსი, ალელური და არალელური გენები); გენოტიპი (ჰომოზიგოტური, ჰეტეროზიგოტური) სასიცოცხლო თვისებები ქვეცნებები: მემკვიდრეობითობა - ერთგვაროვნების წესი, დათიშვის კანონი, გენების დამოუკიდებლად განაწილების კანონი; გამრავლება - მიოზი - ალელური გენების სხვადასხვა გამეტაში განაწილების საფუძველი; ცვალებადობა - ცვალებადობის გენეტიკური საფუძვლები					

	ბიომრავალფეროვნება ქვეყნები: გენეტიკური მრავალფეროვნება და ბიომრავალფეროვნება სასიცოცხლო თვისებები ქვეყნები: მემკვიდრეობითობა – შეჭიდული მემკვიდრეობა, სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმი, სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეობა სტრუქტურა და ფუნქცია ქვეყნები: უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის აგებულება და ფუნქციები – ქრომოსომული კომპლექტის/კარიოტიპის სტრუქტურა და ფუნქციები (აუტოსომები და სასქესო ქრომოსომები, არაალელური გენები, ქრომოსომული რუკები – გენებს შორის მანძილი) ბიომრავალფეროვნება ქვეყნები: გენეტიკური მრავალფეროვნება – გენეტიკური და ბიომრავალფეროვნების საფუძველი – კროსინგოვერი, არაჰომოლოგიური ქრომოსომების თავისუფალი და შემთხვევითი განაწილება, გამეტების თავისუფალი და შემთხვევითი შერწყმა ჯანმრთელობა და დაავადება ქვეყნები: გენეტიკური დაავადება – ჰემოფილია, სიმბტომები, გამომწვევი მიზეზები	2. თ. მორგანის მიერ კვლევებით დადგენილი მემკვიდრეობის გენეტიკური კანონზომიერებები			სახელმძღვანელო - გვ. 48-63 მორგანის ექსპერიმენტი - სქესთან შეჭიდულობა - https://bit.ly/3MrB6bz
--	--	--	--	--	---

	სასიცოცხლო თვისებები ქვეცნებები: მემკვიდრეობითობა – ალელური გენების ურთიერთქმედება (სრული და არასრული დომინირება, კოდომინირება), არაალელური გენების ურთიერთქმედება (კომპლემენტარობა, ეპისტაზი, პოლიმერია) ბიომრავალფეროვნება ქვეცნებები: გენეტიკური მრავალფეროვნება – ალელური და არაალელური გენთა ურთიერთქმედება არის გენეტიკური და ბიომრავალფეროვნების საფუძველი	3. ალელური და არაალელური გენთა ურთიერთქმედება				სახელმძღვანელო – გვ. 31-35; გვ. 64-73 ვირტუალური ლაბორატორია „სისხლის ABO ჯგუფები“ – https://bit.ly/317Utuw
	სამიზნე ცნება და ქვეცნებები	საკითხი/საკითხთა კლასტერი	ძირითადი კონტექსტ-მაგალითი	კომპლექსური დავალების იდეა	მაგალითები შედარებისთვის	სასწავლო რესურსები კომპლექსურ დავალებამე მუშაობისთვის
		საკითხი 2 – ცვალებადობა 1. არამემკვიდრული ცვალებადობა/მოდულირება/მოდიფიკაციური ცვალებადობა				
	სასიცოცხლო თვისებები ქვეცნებები: ცვალებადობა – მოდიფიკაციური ცვალებადობა (გარემო ფაქტორების გავლენა გენების ექსპრესიამ); ადაპტაცია – გარემოს ცვლად პირობებთან შეგუება	1. არამემკვიდრული ცვალებადობა/მოდულირება/მოდიფიკაციური ცვალებადობა 2. მემკვიდრული/გენოტიპური ცვალებადობა	გვლევის მონაცემების ანალიზი (გვ. 74)	კომბინაციური და მუტაციური (გენური, ქრომოსომული და გენომური) ცვალებადობის კოგნიტური მოდელების შექმნა (გვ. 92-93)	მაგალითი 1 არამემკვიდრული და მემკვიდრული ცვალებადობის შედარება (გვ. 75) მაგალითი 2 კომბინაციური და მუტაციური ცვალებადობის შედარება (გვ. 81) მაგალითი 3 გენური მუტაციების სხვადასხვა ფორმის შედარება (გვ. 83)	სახელმძღვანელო – გვ. 74-78 სახელმძღვანელო – გვ. 79-81 სახელმძღვანელო – გვ. 81-93 ვირტუალური ლაბორატორია – გენური მუტაციების სიმულაცია –

	ცვალებადობის წყაროები (კროსინგვერი, ქრომოსომების რეკომბინაცია, გამეტების თავისუფალი შერწყმა) სტრუქტურა და ფუნქცია ქვეცნებები: მემკვიდრულ ცვალებადობასთან დაკავშირებული უჯრედის სტრუქტურები - გენების რეკომბინაცია, გენისა და ქრომოსომის სტრუქტურის, ქრომოსომების რიცხვის ცვლილება, ბიომრავალფეროვნება ქვეცნებები: გენეტიკური მრავალფეროვნება – კომბინაციური ცვალებადობისა და მუტაციების როლი გენეტიკური და ბიომრავალფეროვნების წარმოქმნაში ჯანმრთელობა და დაავადება ქვეცნებები: გენეტიკური დარღვევები და დაავადებები (მონოსომია, ტრისომია), სიმპტომები, გამომწვევი მიზეზები					მაგალითი 4 ქრომოსომული მუტაციების სხვადასხვა ფორმის შედარება (გვ. 87) მაგალითი 5 გენომური მუტაციების სხვადასხვა ფორმის შედარება (გვ. 87)	https://bit.ly/3DBeHTV ანიმაციური ფილმი - „ქრომოსომული მუტაციები - https://bit.ly/3wZ6jtH
--	---	--	--	--	--	--	--

სამიზნე ცნება და ქვეცნებები	საკითხი საკითხთა კლასტერი	ძირითადი კონტექსტ- მაგალითი	კომპლექსური დაგალების იდეა	მაგალითები შედარებისთვის	სასწავლო რესურსები კომპლექსურ დაგალებზე მუშაობისთვის
	საკითხი 3 – თანამედროვე ტექნოლოგიები გენეტიკაში				
სტრუქტურა და ფუნქცია ქვეცნებები: გენურ ინჟინერიაში მონაწილე ბიოლოგიური სისტემები: უჯრედის სტრუქტურული კომპონენტის აგებულება და ფუნქცია – პლაზმიდას სტრუქტურა და ფუნქციები; ნივთიერების სტრუქტურა და ფუნქციები – რეკომბინანტული დნმ-ის სტრუქტურა და ფუნქციები; ფერმენტების – რესტრიქტაზები, პოლიმერაზები და ლიგაზები – სტრუქტურა და ფუნქციები; ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქციები – ტრანსგენური ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქციები. სასიცოცხლო თვისებები ქვეცნებები: გამრავლება – რეკომბინანტული დნმ-ისა (რეპლიკაცია) და გმო-ს მიღების მექანიზმი ბიომრავალფეროვნება ქვეცნებები: გენეტიკური მრავალფეროვნება – გენმოდულირებადი ორგანიზმების გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე	1. გენური ინჟინერია. ტრანსგენური ორგანიზმები	„ნოკაუ-ტირებულის“ ცხოველები“ (მასწავლებელი, გვ. 58)	სამეცნიერო მოხსენება ბიოტექნოლოგიის თანამედროვე მიმართულებებისა და მიღწევების შესახებ (გვ. 123-124)	მაგალითი 1 სხვადასხვა ფერმენტის – რესტრიქტაზების, პოლიმერაზების და ლიგაზების – ფუნქციების შედარება (გვ. 100-101) მაგალითი 2 მცენარეების და ცხოველების კლონირების შედარება (გვ. 105) მაგალითი 3 კლონისა და ორიგინალის ორგანიზმის შედარება (გვ. 105, 108) მაგალითი 4 აუტოსომური და სქესთან შეჭიდული გენეტიკური დაავადებების შედარება (გვ. 113-114) მაგალითი 5 გენეტიკური დაავადებების	სახელმძღვანელო – გვ. 94-104 მანათლებლო თავი – https://bit.ly/3mIN0ZP ანიმაცია: რეკომბინანტული დნმ-ის მიღება – https://bit.ly/3wUo9xl ანიმაციური ფილმი: „გენური ინჟინერია“ – https://bit.ly/3JGwtZR

	ჯანმრთელობა და დაავადება ქვეყნები: ინფექციური დაავადება - გვ მიკროორგანიზმების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე; ალერგია - გმო პროდუქტების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე				სადიაგნოსტიკო მეთოდების შედარება (გვ. 116) მაგალითი ნ თერაპიული გენის ორგანიზმში შეყვანის მეთოდების შედარება (გვ. 121)	
	სტრუქტურა და ფუნქცია ქვეყნები: ორგანიზმის სტრუქტურა და ფუნქცია - გენეტიკურად იდენტური ორგანიზმების ასლები; უჯრედის სტრუქტურა და ფუნქცია - გენეტიკურად იდენტური უჯრედების ასლები; ნივთიერების სტრუქტურა და ფუნქცია - გენეტიკურად იდენტური დნმ-ისა და გენის ასლები სასიცოცხლო თვისებები ქვეყნები: გამრავლება - რეპლიკაცია, მითოზი, უსქესო გამრავლება, კულტივირება, კლონირება ბიომრავალფეროვნება ქვეყნები: სახეობათა მრავალფეროვნება - კლონირების გავლენა ბიომრავალფეროვნებაზე; გენეტიკური მრავალფეროვნება - პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნება	2. კლონირება				სახელმძღვანელო - გვ. 105-108 ანიმაციური ფილმი "დოლის კლონირება" - https://bit.ly/3DGHToC

	სასიცოცხლო თვისებები ქვემცნებები: მემკვიდრეობითობა – ნიშნ-თვისებების მემკვიდრეობა ადამიანში ჯანმრთელობა და დაავადება ქვემცნებები: დაავადება, დაავადების გამოიწვევი მიზეზები, დაავადების სიმპტომები, დიაგნოსტიკა - ადამიანის გენეტიკის კვლევის მეთოდები; გენეტიკური დაავადებები ადამიანში; გენეტიკური დაავადებების დიაგნოსტიკის მეთოდები; სამედიცინო ბიოტექნოლოგია; ადამიანის დაავადებათა მოდელირება (მოდელური ცხოველური ორგანიზმები, „ნოკაუტირებული“ ცხოველები); მკურნალობის მეთოდები – გენური თერაპია, ქსენოტრანსპლანტაცია, ნაზოტექნოლოგია	3. ადამიანის გენეტიკის კვლევის მეთოდები. სამედიცინო ბიოტექნოლოგია				სახელმძღვანელო - გვ. 109-125
--	---	---	--	--	--	------------------------------

თემა	სამიზნე ცნება და ქვეცნებები	საკითხთა კლასტერი	ძირითადი კონტექსტ-მაგალითი	კომპლექსური დაგეგმვის იდეა	მაგალითები შედარებისთვის	სასწავლო რესურსები კომპლექსურ დაგეგმვაზე მუშაობისთვის
თემა 2 ევოლუცია	სტრუქტურა და ფუნქცია ქვეცნებები: სისტემატიკის/კლასიფიკაციის ერთეულები – სახეობა, გვარი, ოჯახი, რიგი, კლასი, ტიპი, სამეფო, დომენი; ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურა და ფუნქცია – პოპულაციის სტრუქტურა, პოპულაცია – სახეობის არსებობის ფორმა სასიცოცხლო თვისებები ქვეცნებები: ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობები – გამრავლების ინტენსივობა, მემკვიდრული ცვალებადობა, არსებობისათვის ბრძოლა ბიომრავალფეროვნება ქვეცნებები: სახეობათა მრავალფეროვნება – მეცნიერული თეორიები დედამიწაზე სახეობათა მრავალფეროვნების მიზეზების შესახებ (ლამარკისა და დარვინის ევოლუციური თეორია, პოპულაციური ევოლუცია) სტრუქტურა და ფუნქცია ქვეცნებები: ბიოლოგიური სისტემის სტრუქტურა და ფუნქცია – პოპულაციის სტრუქტურა, გენოფონდი	1. ევოლუციური თეორია	შესავალი: ვარსკვლავ-ცხირას შეგუებული-ბანი საარსებო გარემოსთან (გვ.137)	1. სახეობათა მრავალ-ფეროვნების წარმოქმნაში ევოლუციური და გენეტიკური ფაქტორების მნიშვნელობის შესახებ მეცნიერული კვლევის შედეგების წარმოდგენა კვლევის ანგარიშის საშუალებით.	მაგალითი 1 ლამარკისა და დარვინის ევოლუციური იდეების შედარება (გვ. 148) მაგალითი 2 დარვინის ევოლუციური თეორიისა და თანამედროვე ევოლუციური თეორიის შედარება (გვ. 149) მაგალითი 3 არსებობისათვის ბრძოლის სხვადასხვა ფორმის შედარება (გვ. 159)	სახელმძღვანელო – გვ. 138–148
		2. მიკრო-ევოლუციის მამოძრავებელი ფაქტორები და მისი შედეგები	კვლევის მონაცემების ანალიზი (გვ. 175)	შეგუებულობისა და სახეობათწარმოქმნის პროცესის ეტაპობრივი მიმდინარეობის წარმოდგენა	მაგალითი 1 გენთა ნაკადისა და გენთა დრეიფის შედარება (გვ. 151–152)	სახელმძღვანელო – გვ. 149–174

	სასიცოცხლო თვისებები ქვეცნებები: ადაპტაცია – მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური და ქვევითი ადაპტაციები ბიომრავალფეროვნება ქვეცნებები: პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნება – მიკროევოლუციის ფაქტორები (მემკვიდრული ცვალებადობა, გენთა ნაკადი, გენთა დრეიფი, იზოლაცია, ბუნებრივი გადარჩევა; სახეობათა მრავალფეროვნება – სახეობთწარმოქმნის გზები – ალოპატრიული, სიმპატრიული ჯანმრთელობა და დაავადება ქვეცნებები: დაავადების გამომწვევი ფაქტორების ევოლუცია – ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტული ბაქტერიების წარმოქმნა			კოგნიტური სქემის საშუალებით.	მაგალითი 2 ბუნებრივი გადარჩევის სხვადასხვა ფორმის შედარება (გვ. 166) მაგალითი 3 ადაპტაციის სხვადასხვა ფორმის შედარება (გვ.171, 173-174) მაგალითი 4 სახეობათწარმოქმნის სხვადასხვა გზის შედარება (გვ. 179)	
	სტრუქტურა და ფუნქცია ქვეცნებები: ევოლუციის დამატკიცებელი საბუთები (მოლეკულური ბიოლოგია, ციტოლოგია, შედარებითი ანატომია და ემბრიოლოგია, პალეონტოლოგია) ბიომრავალფეროვნება ქვეცნებები: სახეობათა მრავალფეროვნება – ევოლუციის ძირითადი კანონზომიერებები (დივერგენცია, კონვერგენცია); ევოლუციის ძირითადი მიმართულებები (აროგენეზი, ალოგენეზი, კატაგენეზი)	3. ევოლუციის კანონზომიერებები და დამატკიცებელი საბუთები				სახელმძღვანელო - გვ. 181-189

გამოყენებული ლიტერატურა

1. საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს სკოლამდელი და ზოგადი განათლების დეპარტამენტი – გზამკვლევი მესამე თაობის ეროვნული სასწავლო გეგმის მიხედვით (საგანი ბიოლოგია), 2022;
2. საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს სკოლამდელი და ზოგადი განათლების დეპარტამენტი – სწავლა-სწავლების პროცესის დაგეგმვა და წარმართვა მესამე თაობის ეროვნული სასწავლო გეგმის მიხედვით, 2020;
3. სსიპ მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრი – მონაწილის სამუშაო მასალა (მოდული: „სასკოლო ლაბორატორიის გამოყენება ბიოლოგიის სწავლებაში“), 2018;
4. მარიანა ხუნძაყიშვილი, სარა ბივერი – განმავითარებელი შეფასება და დიფერენცირებული სწავლება, სსიპ მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრი, 2018;
5. სსიპ მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრი – საკითხავი მასალა (მოდული: „აქტიური სწავლება ბიოლოგიაში“), 2017;
6. მაიკლ პალადინო, უილიამ თიმენი – ბიოტექნოლოგიის შესავალი, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისი სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 2015;
7. ეროვნული სასწავლო გეგმების დეპარტამენტი – ეროვნული სასწავლო გეგმის გზამკვლევი ბიოლოგიაში (X-XI კლასები), 2013;
8. ია კუტალაძე (რედ.) – ეფექტიანი სწავლება, გამოცდების ეროვნული ცენტრი, კვლევის ლაბორატორია, 2010;
9. საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს ეროვნული სასწავლო გეგმებისა და შეფასების დეპარტამენტი – პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლება, 2007;
10. Stephen Nowicki – Biology, Holt Mifflin Harcourt, 2015;
11. Метт Ридли – Геном, Династия, 2015.