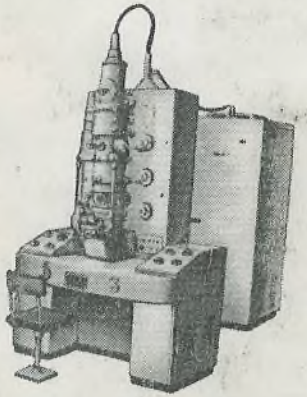
57(075.8)
ყ-853ენის

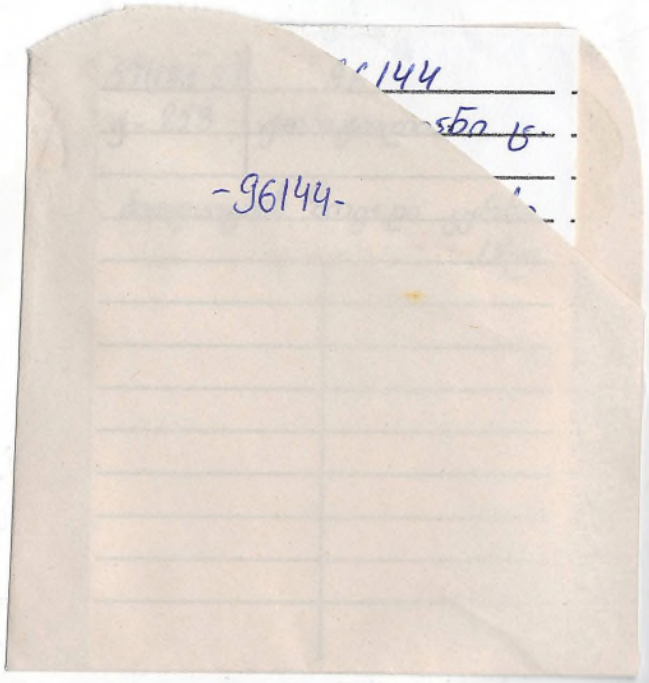
ციცინო შორშოლიანი
ემზარ გორდაძე

ბიოლოგიის ზოგადი კურსი





57(075.8)
ჟ-853


-96144-

ჟორჟოლიანი ცირა
გორდაძე ემზარი

ბიოლოგიის ზოგადი კურსი

(ზოგადი ბიოლოგია, ბოტანიკა, ზოოლოგია, ეკოლოგია)

ინტეგრირებული სწავლებისათვის

96144-



(მეორე შესწორებული გამოცემა)

ქუთაისი 2008

წინამდებარე სახელმძღვანელოში მოცემულია ზოგადი ბიოლოგიის, ბოტანიკის, ზოოლოგიის და ეკოლოგიის ძირითადი საკითხები. აღნიშნულ კურსში წარმოდგენილია თანამედროვე ბიოლოგიის ძირითადი მიღწევები, გათვალისწინებულია სამამულო და საზღვარგარეთის ქვეყნებში უკანასკნელ წლებში გამოცემული სახელმძღვანელოების წყობა და მოცულობა. სახელმძღვანელო ილუსტრირებულია სათანადო თვალსაჩინოებით, რომელიც უფრო გასაგებს ხდის წარმოდგენილ მასალას. ყოველი თემის ბოლოს მოცემულია კითხვარები და ტესტები. სახელმძღვანელოს თან ერთვის ლიტერატურა ქართულ და უცხოურ ენებზე, ასევე ვებ-გვერდების მისამართები, რომელთა საშუალებითაც სტუდენტებს შეეძლებათ გაიღრმავონ თავიანთი ცოდნა.

აღნიშნული სახელმძღვანელოს მიზანია შეასრულოს ელემენტარული კურსის ფუნქცია ინტეგრირებული სწავლების პირველი ეტაპისათვის საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტზე. სახელმძღვანელო მნიშვნელოვან დახმარებას გაუწევს ასევე ბიოლოგიის და სამედიცინო სპეციალობის სტუდენტებს, საშუალო სკოლის მოსწავლეებს, ასევე უმაღლესი და საშუალო სკოლის პედაგოგებს.

რედაქტორი: ელენე აბზიანიძე
თბილისის სამედიცინო უნივერსიტეტის
პროფესორი, ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი

რეცენზენტები: რევაზ გოსიძე,
პროფესორი, ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი
თემურ გოგებაშაძე,
პროფესორი, ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი

ISBN 978-99940-52-38-7

© აკაკი წერეთლის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა

წინასიტყვაობა

თანამედროვე ბიოლოგია მრავალდარგოვანი და სწრაფად განვითარებადი მეცნიერებაა. იგი განუწყვეტლივ განიცდის განვითარებას, რის გამოც მისი მნიშვნელობა დღითი დღე იზრდება. ბიოლოგია მეცნიერების ერთ-ერთი მოწინავე დარგია მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში. ეჭვგარეშეა, 21-ე საუკუნის საქართველოში იგი ერთ-ერთ პერსპექტიულ და განვითარებად მეცნიერებად უნდა გადაიქცეს, რადგანაც თანამედროვე ბიოლოგიურ მეცნიერებათა მიღწევის გარეშე შეუძლებელია სახალხო მეურნეობის მრავალი დარგის განვითარება, ადამიანთა მკურნალობისა და პროფილაქტიკის ახალი მოწინავე მეთოდების შემუშავება, ახალი ეფექტური სამკურნალო პრეპარატების წარმოება საკუთარი ნედლეულით, წარმატებები გენურ ინჟინერიასა და ბიოტექნოლოგიაში, ასევე გარემოს დაცვის ეფექტური ღონისძიებების და საშუალებების შემუშავება.

განათლების რეფორმის განხორციელებისათვის პირველ რიგში საჭიროა სათანადო დონის სახელმძღვანელოების შექმნა. ქართულ ენაზე დაწერილმა თანდათანობით გართულებულმა სახელმძღვანელოებმა ხელი უნდა შეუწყოს სტუდენტის დაინტერესებას ამ სპეციალობისადმი. საუნივერსიტეტო სწავლების პირველი ეტაპისათვის საჭიროა ბიოლოგიის საკითხების იმ დოზით და იმ მეთოდებით მიწოდება სტუდენტებისათვის, რაც მათ განაწყობს ამ საგნისადმი სიყვარულითა და ინტერესით, რომელიც საწინდარი იქნება იმისა, რომ ამ სტუდენტთა ნაწილმა მომავალ სპეციალობად და პროფესიად აირჩიონ მეცნიერების ეს დარგი.

ავტორებს კარგად ესმით ამ ამოცანის სირთულე, ამი-

ტომ სახელმძღვანელო, რომელიც განკუთვნილია საუნივერსიტეტო სწავლების დაწყებითი ეტაპისათვის. არ დაიტვირთა იმ მექანიზმითა და პროცესთა სირთულით, რომელიც ცოცხალ ორგანიზმებში მიმდინარეობს. წიგნის მიზანია, შედარებით მარტივად, მაგრამ ასე თუ ისე სრულყოფილად და საინტერესოდ გადმოგვცეს თანამედროვე ბიოლოგიის ზოგიერთი მიღწევა.

სახელმძღვანელოს წინაშე მდგარი ამოცანებიდან გამომდინარე, ბუნებრივია, ავტორები ალბათ ვერ ვიქნებით დაცული და დაზღვეული ზოგიერთი ნაკლოვანებისაგან. ჩვენ კვალიფიციური მკითხველის საქმიან შენიშვნებსა და წინადადებებს დიდი მადლიერებით მივიღებთ, რაც დაგვეხმარება მომავალში სახელმძღვანელოს შემდგომ სრულყოფასა და დახვეწაში. ავტორები მადლიერებას გამოთქვამენ რედაქტორის, რეცენზენტებისა და ყველა იმ პირის მიმართ, რომლებმაც ხელი შეუწყვეს სახელმძღვანელოს სრულყოფასა და ამ ფორმით ჩამოყალიბებას.

ავტორები

ზოგადი ბიოლოგია

ბიოლოგიის საგანი, მისი ამოცანები

ბიოლოგია ცოცხალი ბუნების, სიცოცხლის შესახებ მეცნიერებაა. იგი შეისწავლის ცოცხალ ორგანიზმებს, მათ აგებულებასა და ფუნქციებს, განვითარებას, მათ საბინაღრო გარემოსთან ურთიერთობას. ე.ი. ბიოლოგია არის მეცნიერება სიცოცხლის, მისი ფორმებისა და კანონზომიერებათა შესახებ. „ბიოლოგია“ ბერძნული სიტყვაა. იგი შედგება ორი სიტყვისაგან bios – ცოცხალი და logos – მოძღვრება. ე.ი. ბიოლოგია მოძღვრებაა, მეცნიერებაა სიცოცხლის შესახებ.

ეს ტერმინი პირველად მოხსენიებული აქვს ანატომ ტ. როიზეს (1797წ.) შემდგომ პროფ. კ. ბურხარდს. ხოლო 1802წ. ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად ეს ტერმინი შემოიღო გერმანელმა ბოტანიკოსმა გ. ტრევირანუსმა და ფრანგმა ევოლუციონისტმა ჟ. ბ. ლამარკმა.

ბიოლოგიური მეცნიერების ძირითადი ამოცანაა ცოცხალი ბუნების ნებისმიერი თვისების შესწავლა და ახსნა მეცნიერულად. ბიოლოგია მჭიდრო კავშირშია საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებთან: ფიზიკასთან, ქიმიასთან, ასტრონომიასთან, გეოგრაფიასთან, მათემატიკასთან. აღნიშნული დისციპლინები ეხმარებიან ამ მეცნიერებას მრავალი სასიცოცხლო მოვლენისა და პროცესის აღმოჩენასა და შესწავლაში.

დღეს დედამიწაზე ცხოვრობს 0,5 მილიონ მცენარეთა და 1,5 მილიონ ცხოველთა სახეობებია. დედამიწა ყოველთვის არ ყოფილა ცოცხალი ორგანიზმებით დასახლებული. მეცნიერთა ვარაუდით იგი ჩაისახა პირველად ოკეანეში 3-4 მილიარდი წლის წინათ, პირველი ცოცხალი ორგანიზმები განიცდიდნენ ევოლუციასა და სრულყოფას. ევოლუციის პროცესში სახეობები იცვლებოდნენ, ნაკლებად შეგუებულნი იღუპებოდნენ, გადარჩენილები კი ახალ თაობებს აძლევდნენ დასაბამს.

თანამედროვე ბიოლოგია რთული და მრავალდარგოვანი მეცნიერებაა. მისი ცალკეული დარგი წარმოიშვა კაცობრიობის განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე. ბიოლოგიური მეცნიერების ყოვე-

ლი განყოფილების შინაარსი და მეცნიერული პროგრამა ურთიერთკავშირშია ერთმანეთთან. ისინი ერთმანეთში იჭრებიან და ერთმანეთს ავსებენ. ბიოლოგიის დარგების სახელწოდება მოგვცერ შესასწავლი ობიექტიდან გამომდინარეობს. მაგ. ვირუსებს შეისწავლის **ვირუსოლოგია**; მიკროორგანიზმებს - **მიკრობიოლოგია**, პარაზიტებს - **პარაზიტოლოგია** და სხვ. ბიოლოგიურ დისციპლინათა შორის პირველად ჩამოყალიბდა მეცნიერება ცხოველების შესახებ - **ზოოლოგია** და მცენარეთა შემსწავლელი მეცნიერება - **ბოტანიკა**; აგრეთვე მედიცინის საფუძველი **ანატომია** - მეცნიერება ორგანიზმის და ცალკეული ორგანოების აგებულებისა და ფორმის შესახებ, მოგვიანებით **ფიზიოლოგია** - მეცნიერება მცენარეულ და ცხოველურ ორგანიზმებში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესების შესახებ.

მეცნიერება **ციტოლოგია** შეისწავლის ორგანიზმის აგებულების (სტრუქტურის) ერთეულს - უჯრედს („ციტოს" - უჯრედი: ლოგოს - მოძღვრება). **ემბრიოლოგია** - შეისწავლის ჩანასახის განვითარებას. **ინდივიდუალური განვითარების ბიოლოგია** - (ონტოგენეტიკა) შეისწავლის ორგანიზმის ინდივიდუალურ განვითარებას ჩასახვიდან სიკვდილამდე. **გენეტიკა** - მეცნიერებაა მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის შესახებ. **ეკოლოგია** - შეისწავლის ორგანიზმისა და გარემოს ურთიერთდამოკიდებულების საკითხებს.

სისტემატიკა - ცოცხალი ორგანიზმების კლასიფიკაციის შემსწავლელი მეცნიერებაა. **მორფოლოგია** - მეცნიერებაა მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმის აგებულების შესახებ. **პალეონტოლოგია** - მეცნიერება ნამარხი ნაშთების შესახებ.

თითოეულ მეცნიერებაში გამოყოფილია ცალკეული დარგები. მაგ. ბოტანიკაში **ალგოლოგია** - მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის წყალმცენარეებს; **მიკოლოგია** - სოკოებს, **ბრიოლოგია** - ხავსებს და ა.შ.

ზოოლოგიაში გამოყოფილია - **პროტოზოოლოგია**, შეისწავლის უმარტივესებს. ჰელმინთოლოგია - ჭიებს, **მალაკოლოგია** - მოლუსკებს, **ენტომოლოგია** - მწერებს, **იქთიოლოგია** - თევზებს, ამფიბიებს - **ბატრაქოლოგია**, **ჰერპეტოლოგია** - ქვეწარმავლებს, **ორნითოლოგია** - ფრინველებს, **მამალიოლოგია** - ძუძუმწორებს და ა.შ.

ბიოლოგიური მეცნიერებები მედიცინის თეორიულ საფუძველს წარმოადგენს. მორფოლოგიური მეცნიერებების საფუძველზე ვითარდება პათოლოგიური ანატომია, ფიზიოლოგიის საფუძველზე პათოლოგიური ფიზიოლოგია. გენეტიკის საფუძველზე

რადიაციული გენეტიკა, გენური ინჟინერია, ბიოტექნოლოგია და სხვ. მედიცინა ეფუძვნება ანატომიას და ფიზიოლოგიის მონაცემებს, მეანობა მჭიდრო კავშირშია ემბრიოლოგიასთან, ეპიდემიოლოგია ეყრდნობა პარაზიტოლოგიის, ბაქტერიოლოგიის, ვირუსულოგიისა და ეკოლოგიის მონაცემებს.

XX ს. ბიოლოგიისათვის დამახასიათებელია ის, რომ ერთიან მეცნიერებას გამოეყო ცალკეული დარგები. მაგ.: ფიზიოლოგიას ენდოკრინოლოგია, უმაღლესი ნერვული მოქმედების ფიზიოლოგია და სხვა. ამავე დროს გაჩნდა ბიოლოგიისა და სხვა მეცნიერებების დაახლოების ტენდენცია. წარმოიშვა ისეთი მეცნიერებები, როგორიცაა: ბიოქიმია; ბიოფიზიკა, ბიოგეოქიმია და სხვ.

მეცნიერების და ტექნიკის განვითარებასთან ერთად განვითარდა მოლეკულური ბიოლოგია (სუბუჯრედულ, მოლეკულურ დონეზე), რადიობიოლოგია, კოსმოსური ბიოლოგია და სხვ. დასახელებული ბიოლოგიური დისციპლინების არასრული ჩამონათვალიდანაც აშკარად ჩანს, რომ ბიოლოგია რთული, მრავალდარგოვანი და განვითარებადი მეცნიერებაა.

ბიოლოგიის შესწავლის მნიშვნელობა

თანამედროვე ბიოლოგია მრავალდარგოვანი და სწრაფად განვითარებადი დარგია. მის მიღწევებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მედიცინისთვის, აგრონომიის, მეცხოველეობის განვითარებისათვის. ძნელია მოიძებნოს სახალხო მეურნეობის ისეთი დარგი, სადაც ბიოლოგიის ცოდნა არ იყოს საჭირო. ამჟამად კაცობრიობის წინაშე მდგარი მოგიერთი პრობლემის გადაჭრა მხოლოდ ბიოლოგიური კვლევის საფუძველზეა შესაძლებელი. მათ შორის ადამიანის ჯანმრთელობის, ბუნების დაცვის, ბიოლოგიური რესურსების გონივრული გამოყენების და სხვ.

თანამედროვე ბიოლოგია მედიცინისა და ჯანმრთელობის დაცვის საფუძველია. ჯერ კიდევ ჩვენს წელთაღრიცხვამდე მე-4-3 საუკუნეში ბერძენი ექიმი ჰიპოკრატე ამბობდა, რომ „ყველა ექიმს აუცილებელია ესმოდეს ბუნება".

როგორც აღვნიშნეთ, ბიოლოგიური დისციპლინები ანატომია, ფიზიოლოგია, მედიცინის თეორიული საფუძველია. მედიცინის წარმატებები მნიშვნელოვნადაა დაკავშირებული ბიოლოგიურ გა-

მოკვლევებთან. ამიტომ მედიცინა ყოველთვის არის დაინტერესებული ბიოლოგიის მიღწევებით.

მედიცინის განვითარებაში უდიდესი წვლილი შეიტანა ფრანგმა მიკრობიოლოგმა ლ. პასტერმა. მისმა აღმოჩენამ იმის შესახებ, რომ დუღილისა და ლპობის პროცესი დაკავშირებულია მიკროორგანიზმებთან, საფუძვლად დაედო ქირურგიის განვითარებას. მისი მოძღვრების საფუძველზე შეიქმნა ანტისეპტიკა (ქიმიური ნივთიერებების საშუალებით ჭრილობების დაცვა ინფექციისაგან) და ასეპტიკა (სტერილიზაციის შედეგად სამედიცინო იარაღებისა და სახვევების დაცვა დაბინძურებისაგან), რომლებმაც უდიდესი როლი შეიტანა ქირურგიული ოპერაციების გართულებების თავიდან აცილებაში. ამ აღმოჩენამ ხელი შეუწყო, აგრეთვე ინფექციურ დაავადებათა გამომწვევების შესწავლას, მასთან ბრძოლას, პროფილაქტიკასა და მკურნალობას.

ი. მეჩნიკოვის მიერ ლეიკოციტების თვისების - ფაგოციტოზის აღმოჩენამ შესაძლებელი გახადა იმუნიტეტის - (სენშეუვალობის) პროცესის შესწავლას და მედიცინის დარგის **იმუნოლოგიის** (ორგანიზმის დაცვითი თვისებების შესწავლა) ჩამოყალიბებას.

უჯრედის, ორგანიზმის სტრუქტურული და ფუნქციური ერთეულის აღმოჩენამ და მისი მიკროსკოპული აგებულების შესწავლამ შესაძლებელი გახადა დაავადების გამომწვევი მიზეზები უკეთ შეგვესწავლა.

აღმოჩნდა, რომ მრავალი დაავადება მემკვიდრულია, მათი მკურნალობა და პროფილაქტიკა მოითხოვს გენეტიკის ცოდნას. ბევრი დაავადების გამომუღავნება გარემოს პირობებზეა დამოკიდებული, ამიტომ აუცილებელია გარემო პირობების გავლენის შესწავლა ორგანიზმზე, რომელსაც შეისწავლის მეცნიერება - **ეკოლოგია**.

ადამიანის მრავალი დაავადების გამომწვევია მცენარეები, ცხოველები, მიკროორგანიზმები, მათ წინააღმდეგ წარმატებული ბრძოლისათვის აუცილებელია ამ ორგანიზმების ბიოლოგიის ცოდნა.

ამჟამად ორგანიზმზე ნებისმიერი სამკურნალო საშუალების გემოქმედების შესწავლას ახდენენ ცხოველებზე მრავალჯერადი შემოწმების შემდეგ.

ავთვისებიანი სიმსივნეების, გულ-სისხლძარღვთა და ნერვული მოქმედების დარღვევები მსგავსად მიმდინარეობს ცხოველებსა და ადამიანებში, ამიტომ ამ პროცესების მიმდინარეობასა

და მკურნალობას შეიძლება დავაკვირდეთ ცხოველებზე და განვაზოგადოთ ადამიანებზე. უდიდესი მიღწევებია დღეს გენურ ინჟინერიასა და ბიოტექნოლოგიაში, მოლეკულარულ ბიოლოგიაში, მათ ფართო აღიარება ჰპოვეს მედიცინაშიც. ბიოლოგიის კურსში არის სხვა მრავალი საკითხი, რომელთა ცოდნას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მედიცინისათვის (მაგ. მემკვიდრეობა, ცვალებადობა, ონტოგენეზის კანონზომიერებანი, ტრანსპლანტაცია, რეგენერაცია, გარემო ფაქტორების გავლენა მემკვიდრული ნიშან-თვისებების გამოვლენაში, იმუნიტეტი და სხვ.). ინფექციურ დაავადებათა მკურნალობაში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ანტიბიოტიკების აღმოჩენას. ანტიბიოტიკების მაღალპროდუქტიული შტამები დღეს გამოყვანილია თანამედროვე გენეტიკური მეთოდებით. ამჟამად ბიოლოგები მონაწილეობენ გერონტოლოგიისა (დაბერების პროცესების შემსწავლელი მეცნიერება) და უჯრედის ავთვისებიანი ბრდის პრობლემის შესწავლაში.

ადამიანი ორგანიზმისათვის საჭირო ცილებს, ცხიმებს, ნახშირწყლებს, ვიტამინებს მცენარეული და ცხოველური პროდუქტებიდან იღებს. გენეტიკისა და სელექციის ცოდნით იგი სრულყოფს აგროტექნიკას და ზოოტექნიკას, გამოჰყავს მცენარეთა და ცხოველთა პროდუქტიული ჯიშები. ბიოგეოგრაფიული და ეკოლოგიურ კანონზომიერებათა ცოდნა აუცილებელია სამონადირეო, მეთევზეობის, სატყეო მეურნეობის რაციონალური წარმართვისათვის, სასარგებლო სახეობათა ინტროდუქციისა (შემოყვანა) და მავნებლებთან საბრძოლველად.

ბიოლოგიის განვითარების მოკლე ისტორიული მიმოხილვა

ბიოლოგიას, ისე როგორც სხვა მეცნიერებებს თავისი განვითარების ისტორია აქვს. მისი განვითარება დამოკიდებული იყო საზოგადოებრივ წყობაზე, მის სოციალურ-ეკონომიკურ მდგომარეობაზე, მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების დონეზე.

ბიოლოგიური ცოდნის საწყისს ვხვდებით ჯერ კიდევ უძველესი ცივილიზაციის ქვეყნების მოაზროვნეთა და მკურნალთა თხზულებებში, რომლებიც შეეცადნენ სისტემაში მოეყვანათ დაგროვილი ბიოლოგიური ცოდნა და შეხედულებები. ამ მხრივ აღსანიშნავია ბერძენი ექიმისა და ფილოსოფოსის ჰიპოკრატეს (460-

377 ჩვ. წ.აღ-მდე) შეხედულებები. მას ეკუთვნის ცნობები ცხოველებისა და ადამიანის აგებულების შესახებ. ჩვენამდე მოაღწია მისმა შრომებმა „დიეტა მწვავე დაავადების დროს“, „ეპიდემიები“, „მოტეხილობები“. მან შემოიღო ექიმის ქცევის მორალური კოდექსი, რომელიც ცნობილია „ჰიპოკრატეს ფიცის“ სახელწოდებით. ანტიკური ხანის მოაზროვნეთა შორის აღსანიშნავია არისტოტელეს (384–322ჩვ.წ.ა) შრომები, რომელთა შორის აღსანიშნავია „ცხოველთა ისტორია“, „ცხოველთა ნაწილების შესახებ“, „ცხოველთა წარმოშობის შესახებ“. მან შეისწავლა ცხოველთა მიგრაციები, აღწერა 500-ზე მეტი სახეობის ცხოველი და სცადა მათი სისტემაში მოყვანა. მცენარეთა შესახებ მონაცემები ეკუთვნის ბერძენ მეცნიერს თეოფრასტეს (372-207 ჩვ.წ.ა.).

აღსანიშნავია რომაელი ექიმის კლავდიუს გალენის (130-210) მოღვაწეობა ადამიანის ორგანიზმის აგებულებისა და ფუნქციების შესწავლის საქმეში, რომელმაც შეისწავლა ადამიანის ძვლების ძირითადი ფორმები, გამოჰყო ზურგის ტვინის ნერვები, შეისწავლა ზურგის ტვინის ფუნქციები და სხვ. მანვე დაამტკიცა, რომ გულის მარცხენა ნახევარში არტერიული სისხლია, მარჯვენაში - ვენური.

შუა საუკუნეებში, ისე როგორც სხვა მეცნიერებების, ასევე ბიოლოგიის განვითარებაც შეფერხდა, რაც განპირობებული იყო სახელმწიფოთა იზოლაციით, კარჩაკეტილობით, დაქუცმაცებულობით, ტექნიკის დაბალი დონით და სხვ. ამ პერიოდისთვის აღსანიშნავია აბუ ალი იბნ სინას (980-1037) ანუ ავიცენას მოღვაწეობა.. მან დაწერა წიგნები ანატომიაში, ფიზიოლოგიისა და ბიოლოგიის სხვა საკითხებზე. მისი „საექიმო ხელოვნების კანონები“ შეიცავდა აზრებს მედიცინის და ბიოლოგიის მრავალი საკითხის შესახებ. ადამიანის ჯანმრთელობისათვის ავიცენა დიდ მნიშვნელობას ანიჭებდა ეკოლოგიურ ფაქტორებს: ჰაერს, წყალს, საცხოვრებელ გარემოს, საკვებს და სხვ.

მნიშვნელოვანი ეტაპი ბიოლოგიის განვითარებაში აღორძინების ეპოქაში (XIV-XVII) მოხდა. ბიოლოგიური მეცნიერების სხვადასხვა სფეროში დაიწყო ექსპერიმენტების ჩატარება, რამაც შესაძლებელი გახადა ბუნების მრავალი კანონზომიერებათა ახსნა. ამ ეპოქაში მოღვაწეობდნენ ლეონარდო და ვინჩი, ანდრეას ვეზალი. ლეონარდო და ვინჩი უდიდეს მნიშვნელობას ანიჭებდა ცოდნას, რომელიც ექსპერიმენტს ეფუძვნებოდა. მისი აზრით მეცნიერულ წინასწარმეტყველებას საფუძვლად უნდა დაედოს ბუნების

კანონზომიერებათა ცოდნა. ბუნების კანონზომიერებათა ჩამოყალიბება შესაძლებელია მათემატიკური ფორმულებით; რადგანაც საფუძველთა საფუძველს მეცნიერებისა წარმოადგენს მათემატიკა და მექანიკა. ლეონარდო და ვინჩი ნაყოფიერად მუშაობდა ანატომიისა და ბოტანიკის სფეროში.

აღორძინების ხანაში მოღვაწეობდა ბელგიელი ანატომი ანდრეას ვეზალი, რომელმაც უდიდესი წვლილი შეიტანა დღევანდელ აღწერილობით ანატომიაში. იგი ანატომიურ აღნაგობას სწავლობდა ცხოველებზე და ფარულად ადამიანების გვამებზე. მან გამოსცა „ადამიანის სხეულის აღნაგობა შვიდ წიგნად. მისი შრომა „ადამიანის სხეულის ფაბრიკა“ ხელახლა გამოიცა 1950-1954წწ.

XVI-XVIII საუკუნეში დაგროვდა უამრავი აღწერილობითი ხასიათის მასალა, რომლის საფუძველზე განვითარებას განიცდიდა მეცნიერების ეს დარგი, რასაც ხელი შეუწყო მიკროსკოპის გამოგონებამაც, რომელშიც რობერტ ჰუკმა 1665წ. პირველად დაინახა უჯრედი, ხოლო 1673წ. ანტონ ლევენ ჰუკმა მიკროორგანიზმები. დიდძალი ფაქტობრივი მასალის არსებობის გამო საჭირო იყო ამ მასალის სისტემატიზაცია, მათი დაჯგუფება მსგავსება-განსხვავების მიხედვით, რომელიც პირველად მოახდინა შვედმა მეცნიერმა კ. ლინემ, მანვე დაამუშავა სახეობის ცნება და შემოიტანა მცენარეთა და ცხოველთა ორმაგი ლათინური სახელწოდება. (მაგ. Roza canina; Amoeba proteus, Euglena viridis და სხვ.). საიდანაც პირველი აღნიშნავდა გვარს, მეორე გვართან ერთად სახეობის დასახელებას; მცენარეთა და ცხოველთა აღნიშნული კლასიფიკაცია ხელოვნური იყო, რადგან იგი ეფუძნებოდა ნებისმიერად აღებულ ერთ ან ორ ნიშანს. მიუხედავად ამისა მას უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა ბოტანიკისა და ზოოლოგიის შემდგომი განვითარებისათვის.

ამ მეცნიერებათა გვერდით სრულყოფას და განვითარებას განაგრძობდა ანატომია. გამოჩენილმა მეცნიერმა ა. ვეზალმა და მ. სერვეტმა საფუძველი ჩაუყარა ცხოველთა სისხლის მიმოქცევის სისტემის შესწავლას, რომლის საფუძველზეც 1628წ. ინგლისელმა მეცნიერმა უილიამ ჰარვეიმ ჩამოაყალიბა მოძღვრება სისხლის მიმოქცევის შესახებ. მალპიგმა მიკროსკოპის საშუალებით აღმოაჩინა სისხლძარღვთა კაპილარები.

XVIII საუკუნის დასასრულს ა. ლავუაზიემ გამოარკვია ჟანგბადის როლი ცხოველების სუნთქვასა და მათ ორგანიზმში სითბოს წარმოშობაზე. ამავე წლებში იტალიელმა ფიზიკოსმა ლ. გალვანმა აღმო-

აჩინა „ელექტრობა“ ცხოველებში, რამაც საფუძველი ჩაუყარა ელექტროფიზიოლოგიის განვითარებას.

ამავე პერიოდში ჩამოყალიბდა მეცნიერება ნამარხი ნაშთების შესახებ პალეონტოლოგია. (ბერძნ. palaios - ძველი ontos - არსება, logos - მეცნიერება). ამ მეცნიერების ფუძემდებელი იყო ფრანგი მეცნიერი ეორქ კიუვე. ამ პერიოდში განვითარებას განიცდიდა ემბრიოლოგია (ბერძნ. embryon - ჩანასახი, logos - მეცნიერება). ამ მეცნიერებას საფუძველი ჩაუყარა უილიამ ჰარვეიმ. მოსაზრებამ XVII საუკუნეში იმის შესახებ, რომ „ყოველი ცოცხალი ვითარდება კვერცხიდან“ ემბრიოლოგია მეცნიერებად ჩამოაყალიბა XIX ს-ში, რაშიც გარკვეული წვლილი მიუძღვის კარლ ბერს, რომელმაც აღმოაჩინა განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი, საიდანაც ვითარდება ცოცხალი ორგანიზმები. ამ საუკუნეში მიუხედავად მნიშვნელოვანი მიღწევებისა, გაბატონებული იყო კრეაციონისტული შეხედულებები (ღმერთის მიერ ორგანიზმთა შექმნისა და მისი უცვლელობის შესახებ წარმოდგენა) თუმცა არსებობდა მეცნიერები, რომლებიც აღიარებდნენ განვითარებას, გარდაქმნას (ტრანსფორმიზმი). ამ მეცნიერთა შორის აღსანიშნავია ფრანგი ბუნებისმეტყველი ჟ.ლ.ლ. ბიუფონი. მისმა და სხვა მეცნიერთა მსოფლმხედველობამ ხელი შეუწყო კრეაციონიზმის დაძლევას, ტრანსფორმიზმის იდეის აღიარებასა და დამკვიდრებას. ჟ.ბ. ლამარკმა „ზოოლოგიის ფილოსოფიაში“ (1809) ჩამოაყალიბა ცოცხალი ბუნების ევოლუციის პირველი თეორია; თუმცა მან სწორად ვერ ახსნა ორგანიზმთა ისტორიული გავნითარება მარტივიდან რთულისაკენ.

ევოლუციონისტმა ჟოფრუა სენტ-ილერმა ჩამოაყალიბა მოძღვრება, რომლის თანახმად ორგანიზმთა მსგავსება მათი საერთო წარმოშობის შედეგია, განსხვავებები კი გარემოს ზემოქმედებითაა განპირობებული. მიუხედავად მრავალი პროგრესული შეხედულებისა, ტრანსფორმისტულმა შეხედულებებმა მაინც ვერ მოიპოვა საერთო აღიარება. 1828წ. ჟ. კიუვემ შექმნა „კატაკლიზმების (კატასტროფების) თეორია“. რომლის მიხედვით დედამიწის სხვადასხვა შრეებში განსხვავებული ორგანიზმების არსებობა აიხსნება დიდი გეოლოგიური კატასტროფებით, რის შემდეგაც ზებუნებრივი ძალები ახალ, დაღუპულთაგან განსხვავებულ ორგანიზმებს ქმნიდა. მომდევნო აღმოჩენები სულ უფრო და უფრო უწყობდა ხელს ტრანსფორმისტული შეხედულებების გავრცელებას.

განსაკუთრებით უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა (1838-39წლებში) უჯრედული აღნაგობის თეორიის შექმნას, გერმანელი მეცნიერების თ. შვანისა და მ. შლეიდენის მიერ. ამ აღმოჩენამ ხელი შეუწყო ცოცხალი ბუნების ერთიანობის იდეის დამკვიდრებას.

XIX ს. უდიდესი მეცნიერული მოვლენა იყო ევოლუციური თეორიის შექმნა ინგლისელი მეცნიერის ჩ. დარვინის მიერ; თავისი ევოლუციური შეხედულებები მან მეცნიერულად აღწერა წიგნში „სახეობათა წარმოშობა“ (1859წ.), რომელშიაც მატერიალისტურად დაასაბუთა ცოცხალი ბუნების ისტორიული განვითარება.

ევოლუციური თეორიის საფუძველზე გერმანელმა მეცნიერმა ფ. მიულერმა და ე. ჰეკელმა ჩამოაყალიბეს ბიოგენეტიკური კანონი, რომლის თანახმად ყოველი ცოცხალი ორგანიზმი ინდივიდუალური განვითარების პერიოდში (განსაკუთრებით ჩანასახის სტადიაში) მოკლედ იმეორებს წინაპართა ფორმების განვითარების ყველა უმთავრეს ეტაპს.

XIX ს. II ნახევრის ბიოლოგიურ აღმოჩენათა შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია ფრანგი მეცნიერის ლ. პასტერის გამოკვლევები, რომელმაც შეისწავლა სპირტული დუღილის არსი, მიკროორგანიზმების როლი ინფექციურ დაავადებათა განვითარებაში, შექმნა ცოფისა და ჯილეხის საწინააღმდეგო ვაქცინაციის მეთოდები, უკუაგდო მცდარი შეხედულებები სიცოცხლის თვითჩასახვის შესახებ. მისმა აღმოჩენებმა ხელი შეუწყო მედიცინის განვითარებას.

XIX საუკუნის დასასრულს ი. მეჩნიკოვმა აღმოაჩინა ფაგოციტოზის მოვლენა, რითაც საფუძველი ჩაუყარა სისხლის დამცველობითი ფუნქციის შესწავლას. ამავე პერიოდში დ. ივანოვსკის მიერ აღმოჩენილი იქნა - ვირუსები (1892წ.) სიცოცხლის არაუჯრედული ფორმები, რომლებიც მრავალი დაავადების გამომწვევია ცოცხალ ორგანიზმებში.

XIX საუკუნეში მრავალი მეცნიერის მიზანი იყო აეხსნა მემკვიდრული ნიშან-თვისებების მომდევნო თაობებზე გადაცემის კანონზომიერებანი, რომლის აღმოჩენა მხოლოდ ჩეხმა მეცნიერმა გრეგორ მენდელმა 1865წელს შეძლო, რითაც საფუძველი ჩაუყარა მეცნიერების მნიშვნელოვან დარგს - გენეტიკას (სახელწოდება მოწოდებული იქნა ვ. ბეტსონის მიერ).

XIX საუკუნის ბოლოს ფლემინგისა და სგრასბურგერის მიერ აღმოჩენილი იქნა მიტოზისა და მეიოზის (უჯრედის გაყოფის მექანიზმი) პროცესი. ამავე დროის უდიდეს აღმოჩენად ითვლება

შვეიცარიელი ექიმის ფ. მიშერის მიერ 1869წ. ნუკლეინის მჟავების აღმოჩენა, რომლებიც მემკვიდრული ინფორმაციის შენახვისა და გადაცემის ფუნქციას ასრულებენ.

XIX ს. ბოლოსა და XX ს. დასაწყისში ამერიკელმა მეცნიერმა ტ. მორგანმა და მისმა სკოლამ გამოიკვლიეს მემკვიდრეობის ციტოლოგიური საფუძველი და შექმნეს მემკვიდრეობის ქრომოსომული თეორია. ამავე პერიოდში დადგენილი იქნა მემკვიდრეობის მატერიალური საფუძვლის გენის არსებობა (ტერმინი შემოიტანა ვ. იოჰანსენმა). უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა ე. ფიშერის მიერ ცილის მოლეკულის აღნაგობის შესწავლას. ამ პერიოდში აღინიშნება ბიოლოგიის კვლევის მეთოდების სრულყოფა და დახვეწა, რამაც ხელი შეუწყო ინდივიდუალური განვითარების, მორფოგენეზური პროცესების, რეგენერაციის, ექსპერიმენტული ეკოლოგიისა და სხვ. საკითხების უკეთ შესწავლას. დიდი წარმატებები იქნა მოპოვებული ფიზიოლოგიაში, ბიოქიმიაში, მიკრობიოლოგიაში, იმუნოლოგიაში და სხვ.

ტექნიკის მიღწევების საფუძველზე შესაძლებელი გახდა ბიოლოგიური პროცესების შესწავლა და სუბუჯრედული და მოლეკულურ დონეზე. გაშიფრული იქნა ნუკლეინის მჟავების აგებულება და შეიქმნა მათი მოლეკულის სტრუქტურული მოდელი (ჯ. უოტსონი; ფ. კრიკი). უდიდესმა მიღწევებმა მათემატიკაში, ფიზიკაში, კიბერნეტიკაში, ქიმიაში განაპირობა მომიჯნავე დარგების ბიოფიზიკის, ბიოქიმიის, ბიოლოგიური სტატისტიკის, ბიოკიბერნეტიკის, ბიონიკის, ბიოორგანული ქიმიის ჩამოყალიბება. დიდი წარმატებებია მიღწეული ორგანიზმთა ბუნებრივი კომპლექსების (პოპულაციების, ბიოცენოზების, ბიოგეოცენოზების) შესწავლაში. განსაკუთრებით აღსანიშნავია კ. ვერნადსკის მიერ ბიოსფეროს შესახებ მოძღვრების ჩამოყალიბება. 1924წ. ა. ოპარინმა ჩამოაყალიბა დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობის ჰიპოთეზა, რომელმაც დიდი აღიარება ჰპოვა.

გენეტიკის, მოლეკულური ბიოლოგიის შემდგომმა განვითარებამ საფუძველი ჩაუყარა გენური ინჟინერიისა და ბიოტექნოლოგიის განვითარებას. საქართველოში ბიოლოგიის განვითარებაში დიდი როლი შეასრულა ი. ბერიტაშვილის, ლ. დავითაშვილის, ლ. გაბუნიას, გ. ყანჩაველის, ნ. კეცხოველის, ვ. გულისაშვილის, ლ. ყანჩაველის, ა. მაყაშვილის, ა. ჯანაშვილის, ს. ღურმიშიძის, ნ. იოსელიანის, გ. პაპალაშვილის, ა. ლექავას, ა. ნათიშვილის და სხვების შრომებმა.

ბიოლოგიის კვლევის ძირითადი მეთოდები

ბიოლოგია თავისი კელევებისათვის იყენებს მრავალრიცხოვან მეთოდებს. განვიხილოთ ზოგიერთი ძირითადი მეთოდი.

დაკვირვების მეთოდი – ეს მეთოდი უძველესია, მაგრამ დღესაც არ დაუკარგავს თავისი მნიშვნელობა. იგი წარმატებით გამოიყენება ბიოლოგიის მრავალ დარგში. მისი ძირითადი ამოცანაა მასალის სისტემატური შეგროვება და აღწერა. ამ მეთოდის საფუძველზე აღმოცენდა მორფოლოგიური მეცნიერებები.

ექსპერიმენტის მეთოდი. დაკვირვების მეთოდით ბიოლოგი გებულობს როგორია მოვლენის გარეგანი თუ შინაგანი არსი. ექსპერიმენტით შეიძლება გაირკვეს თუ როგორ და რატომ ხდება ესა თუ ის პროცესი. ამ მეთოდით სარგებლობისას დამკვირვებელი ხელოვნურად ქმნის ისეთ სიტუაციას სპეციალურად დაყენებული ცდებით, რომელიც საშუალებას აძლევს გამოავლინოს ბიოლოგიური ობიექტის ესა თუ ის თავისებურებანი. ექსპერიმენტის მიზანია გამოიკვლიოს ორგანიზმზე სხვადასხვა ფაქტორის ზემოქმედება, გამოავლინოს სასიცოცხლო პროცესების ცხოველმოქმედების კანონზომიერებანი. ეს მეთოდი საშუალებას გვაძლევს ესა თუ ის მოვლენა შევისწავლოთ იზოლირებულად და მრავალჯერ გამოვიწვიოთ, სანამ სასურველ შედეგს არ მივიღებთ. ექსპერიმენტი საშუალებას გვაძლევს არა მარტო ჩავწვდეთ მოვლენის არსს, არამედ უშუალოდ დავეუფლოთ და ვმართოთ იგი.

ბიოლოგია იყენებს როგორც აღწერილობით, ასევე ექსპერიმენტულ მეთოდებს. ექსპერიმენტის უმთავრეს ობიექტს ცხოველები, მცენარეები და მიკროორგანიზმები წარმოადგენენ. ექსპერიმენტის ჩატარება ადამიანებზე აკრძალულია. მაგრამ ფიზიკის, რადიოტექნიკის, ელექტრონიკისა და კიბერნეტიკის თანამედროვე მიღწევათა გამოყენებამ შესაძლებლობა მოგვცა ჯანმრთელ და ავადმყოფ ადამიანებზე ბიანის მიუყენებლად შეგვესწავლა მათ ორგანიზმში მიმდინარე მრავალი მოვლენა, მისი ორგანოების ნატიფი აგებულება და ფუნქციები. მაგ. გულის მუშაობას აკვირდებიან ელექტროკარდიოგრამით, ტვინის მოქმედებას – ენცეფალოგრამის, თირკმლისას – რენოგრამის საშუალებით და ა.შ.

ექსპერიმენტი საკმაოდ ძველი მეთოდია, მაგრამ მას დღესაც წარმატებით იყენებენ ბიოლოგიურ მოვლენათა შესასწავლად.

შედარების მეთოდი. ცოცხალი ბუნების ობიექტების ურთიერთშედარებით მეცნიერები აღგენენ მათ შორის მსგავსება-განსხვავების, ზოგად და კერძო კანონზომიერებებს. ამ მეთოდის საშუალებით შესაძლებელი გახდა უჯრედოვანი თეორიის ჩამოყალიბება.

ისტორიული მეთოდი. ამ მეთოდით შესაძლებელია დავაკვირდეთ, თუ როგორი იყო ორგანული სამყარო წარსულ გეოლოგიურ ერებსა და პერიოდებში, როგორი მიმართულებით ხდებოდა მისი განვითარება, სანამ თანამედროვე სახეს მიიღებდა. ე.ი. ისტორიული მეთოდით შესაძლებელი გახდა ორგანული სამყაროს წარმოშობისა და განვითარების კანონზომიერებების შესწავლა. ეს მეთოდი ბიოლოგიაში ჩ. დარვინის შრომების შედეგად დამკვიდრდა.

მოდელირების მეთოდი. ცოცხალი ბუნების უფრო სრულყოფილად და ღრმად შესწავლისათვის იყენებენ მოდელირებას (ლათ. modelus - ნიმუში). ამ მეთოდის საშუალებით ხდება ბიოლოგიური პროცესის ან მოვლენის იმიტირება. აღნიშნული მეთოდი ექსპერიმენტის უმაღლეს ფორმას წარმოადგენს. მოდელი გამარტივებულია და სრულიად არ შეესატყვისება რეალურ ობიექტს ან მოვლენას. მოდელირების გზით შეისწავლება ორგანიზმის ანატომიური აგებულება, ფიზიოლოგიური ფუნქციები. ევოლუციისა და ეკოლოგიის მთელი რიგი საკითხები (მაგ. აკვარიუმი, ბიოცენოზის უმარტივესი მოდელია).

აღნიშნული მეთოდები ერთმანეთს ავსებენ და ამდიდრებენ, რაც საშუალებას გვაძლევს სრულყოფილად შევისწავლოთ ბუნების მოვლენები და პროცესები. გარდა ამ მეთოდებისა, არსებობს სხვა მეთოდებიც. უკანასკნელ წლებში იყენებენ სხვადასხვა ტიპის ელექტრონულ გამოთვლით მოწყობილობებს, კომპიუტერულ ტექნიკასა და სხვ.

ცოცხალი სამყაროს ორგანიზაციის დონეები

მე-20 საუკუნის შუა წლებში ბიოლოგიაში ჩამოყალიბდა წარმოდგენა სიცოცხლის ორგანიზაციის დონეების შესახებ, რომელიც ცოცხლის ერთ-ერთ მთავარ თვისებას წარმოადგენს.

ცოცხალი წარმოდგენილია დისკრეტული (წყვეტილი, ცალკეული) ერთეულებისაგან - ორგანიზმების, ანუ ინდივიდებისაგან. თითოეული ორგანიზმი კი თავის მხრივ შედგება ორგანოების,

უჯრედებისა და მოლეკულებისაგან. ამავე დროს თვითონ ბიოლოგიურ მაკროსისტემებში (პოპულაციებში, ბიოგეოცენოზებში, ბიოსფეროში) შემავალ ერთეულს შეადგენს. სიცოცხლის არსებობა ყოველ დონეზე უდაბლესი სტრუქტურით მბადდება და განისაზღვრება; მაგ. უჯრედული დონე განისაზღვრება მოლეკულური დონით; ორგანიზმული დონე - უჯრედულით, ქსოვილურით; სახეობრივი - ორგანიზმულით და ა.შ.

მეცნიერები გამოყოფენ: მოლეკულურ, უჯრედულ, ორგანიზმულ (ონტოგენეზურ), პოპულაციურ-სახეობრივ, ბიოცენოზურ (ეკოსისტემურ) და ბიოსფერულ დონეს. ზოგიერთი მეცნიერი ზოგიერთ დონეს აერთიანებს და უფრო ნაკლებ დონეებს გამოყოფს.

1. **მოლეკულური დონე** - ყველაზე უკეთაა შესწავლილი - იგი სიცოცხლის უძველესი დონეა. ამ დონით გადის საზღვარი ცოცხალ და არაცოცხალ ორგანიზმებს შორის. მოლეკულურ დონეზე ყველა ცხოველის, მცენარის, ვირუსის ორგანიზმი ლიპიდების, პოლისაქარიდების, 20 სახის ამინომჟავისა და 5 სახის აზოტოვანი ფუძის (ადენინი, გუანინი, ციტოზინი, თიმინი, ურაცილი) - საგან შედგება. უკანასკნელები შედიან მათ სხეულში შემავალი ცილისა და ნუკლეინის მჟავას შემადგენლობაში. ყველა ცოცხალ ორგანიზმში მემკვიდრული ინფორმაცია მოთავსებულია დნმ- (დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავა) სახით (გამონაკლისია ვირუსები, რომლებშიაც მემკვიდრული ინფორმაცია დნმ-ში ან რნმ-შია მოთავსებული). სიცოცხლის ამ დონეზე ელემენტარულ (დისკრეტულ) ერთეულს წარმოადგენს დნმ, ხოლო ელემენტარული მოვლენაა - დნმ-ის გაორმაგება, (ანუ რედუპლიკაცია). ამ დონეს მოლეკულურ-გენეტიკურ დონესაც უწოდებენ.

2. **უჯრედული დონე** - მოლეკულურთან შედარებით უფრო მაღალი დონეა. უჯრედი ყველა ერთუჯრედიანი და მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების აგებულების ძირითადი (ელემენტარული, დისკრეტული) ერთეულია. უჯრედში მიმდინარეობს ყველა სასიცოცხლო პროცესები: ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა, ცილის ბიოსინთეზი, მემკვიდრული ინფორმაციის რეალიზაცია, (გამრავლება) და სხვ.

მიუხედავად იმისა, რომ უჯრედები მორფოფიზიოლოგიურად ნაირგვარია, მათ ახასიათებთ მსგავსი აღნაგობა (ორგანიზაცია) ყველა ისინი შედგება ბირთვის (ან ნუკლეოიდისაგან), ციტოპლაზმისა და ორგანოიდებისაგან, ჩანარჩებისა და გარედან შემოსაზ-

- 96144 -

ღვრული მემბრანისაგან. მსგავსია მათი გენეტიკური აპარატიც, მემკვიდრული ინფორმაციის გადაცემის მექანიზმიც. ერთუჯრედიან ორგანიზმებში უჯრედი ორგანიზმული დონეცაა. სიცოცხლე დედამიწაზე არქეულ ერაში უჯრედულ დონეზე არსებობდა.

3. **ორგანიზმული** (ანუ ონტოგენეზური) დონე – ორგანიზაციის უფრო მაღალი დონეა. ცალკეული ორგანიზმების გარეშე ბუნებაში სიცოცხლე არ არსებობს. თითოეული ორგანიზმი წარმოქმნილია უჯრედებისაგან, რომლებიც ქმნიან ქსოვილებს; ქსოვილები ორგანოებსა და ორგანოთა სისტემებს, ეს უკანასკნელი კი ორგანიზმს – ინდივიდს. **ინდივიდი არის ისეთი მორფოფიზიოლოგიური ერთეული, რომელიც ზიგოტიდან, სპორიდან ან სომატური უჯრედებიდანაა წარმოშობილი და ევოლუციის ფაქტორების ზემოქმედებას ექვემდებარება.** ამ დონეს ონტოგენეზურსაც უწოდებენ. ონტოგენეზურ დონეზე ელემენტარული ერთეული ინდივიდია. მისი წარმოშობიდან სიკვდილამდე (ონტოგენეზი – ინდივიდის განვითარების პროცესია ჩასახვიდან სიკვდილამდე). ზოგიერთ ინდივიდს მარტივი განვითარების ციკლი აქვს, ზოგს კი რთული (მაგ. ადამიანს).

4. **სახეობრივი** (ანუ სახეობრივ-პოპულაციური დონე) – სიცოცხლის ორგანიზაციის უფრო მაღალი დონეა. ერთი სახეობის ორგანიზმთა (ინდივიდთა) ერთობლიობას, რომლებიც გარკვეულ ტერიტორიაზეა დასახლებული და ერთმანეთს თავისუფლად ეჯვარებიან, პოპულაცია ეწოდება. დღეს დედამიწაზე 0,5 მილიონი სახის მცენარე და 1,5 მილიონი სახის ცხოველია. სახეობა გენეტიკურად ჩაკეტილი სისტემაა, რომლებიც პოპულაციებისაგან შედგება. სახეობა ბუნებაში პოპულაციების სახით არსებობს. იგი სახეობის ელემენტარული სტრუქტურაა. სახეობათა წარმოქმნის პროცესი პოპულაციაში იწყება.

5. **ბიოცენოზური დონე** – ცოცხალი ორგანიზმების ორგანიზაციის უმაღლესი საფეხურია. აქ გაერთიანებულია მცენარეების, ცხოველების და მიკროორგანიზმების ყველა სახეობა, რომლითაც დასახლებულია ესა თუ ის ტერიტორია. პოპულაციები ქმნიან რთულ თანასაზოგადოებებს – ბიოცენოზებს, სადაც მოწესრიგებულია ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა. მისი შემადგენელი ორგანიზმები დაკავშირებულია, როგორც ერთმანეთთან, ისე გარემოსთან, მის არაცოცხალ ნაწილთან. ბიოცენოზები ღია სისტემებია, იგი გარემოდან მუდმივად იღებს ენერგიას (მზე) და ნივთიერებებს, და გასცემს მათ გარემოში. ასევე იგი იღებს ორგანიზმებს და დევნის კიდეც მისგან. ბიოსფერო ანუ დედამიწის ცოცხალი გარსი აგებულია ბიოცენოზებისაგან. ისინი ბიოსფეროს ძირითადი ერთეულებია.

სიცოცხლის ორგანიზაციის დონეები ერთმანეთთანაა დაკავშირებული და იძლევიან სიცოცხლის ერთიან სურათს.

სიცოცხლისათვის დამახასიათებელი ნიშნები

მეცნიერები როდესაც მსჯელობენ გამიჯნონ ცოცხალი და არაცოცხალი ორგანიზმები ერთმანეთისაგან, უძნელდებათ მათ შორის მკვეთრი ზღვარის გავლება. თუმცა არსებობს თვისებები, რითაც ცოცხალი ორგანიზმები განსხვავდებიან არაცოცხალი ორგანიზმებისაგან. ეს თვისებებია:

სუნთქვა – ყველა ცოცხალი ორგანიზმის დამახასიათებელი თვისებაა, იგი ქიმიურ-ფიზიკური და ფიზიოლოგიურ პროცესთა ერთობლიობაა, რომლის შედეგადაც მოიხმარება ჟანგბადი და გამოიყოფა ნახშირორჟანგი. ჟანგბადის მიღების მიხედვით ორგანიზმები იყოფიან აერობულ და ანაერობულ ორგანიზმებად. აერობები სუნთქვის დროს გარემოდან იღებენ მათთვის საჭირო ჟანგბადს, ანაერობები ჟანგბადს იღებენ ჟანგბადშემცველი ორგანული ნაერთების დაშლით, რომელიც ხორციელდება ღუღილის პროცესის შედეგად. ანაერობულ სუნთქვას **ინტრამოლეკულურ** სუნთქვასაც უწოდებენ. სიცოცხლის განვითარების ადრეულ ეტაპზე პირველად ანაერობული სუნთქვა გაჩნდა.

კვება – ყველა ცოცხალი ორგანიზმისათვის აუცილებელი თვისებაა, რადგანაც მისი საშუალებით ორგანიზმი იღებს ენერგიასა და ნივთიერებებს, რომელიც საჭიროა ზრდა-განვითარებისათვის. არსებობს მცენარეული და ცხოველური კვება. მცენარეები კვებისას გარემოდან მიღებული არაორგანული ნივთიერებებიდან (წყალი, მინერალური მარილების და ნახშირორჟანგიდან) მზის ენერგიის ხარჯზე ახდენენ ორგანული ნივთიერებების წარმოქმნას (სინთეზს). ამ პროცესს **ფოტოსინთეზი** ეწოდება. ხოლო კვებას მცენარეული ანუ **აუტოტროფული**. ცხოველური ანუ **ჰეტეროტროფული** კვება დამახასიათებელია ცხოველური ორგანიზმებისათვის. მათ არ შეუძლიათ არაორგანული ნივთიერებებიდან ორგა-

ნული ნივთიერებების სინთეზი, ამიტომ ისინი მცენარეების მიერ დამზადებული მზა ორგანული ნივთიერებებით (ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები) იკვებებიან. ზოგიერთი მიკროორგანიზმებისათვის დამახასიათებელია ორგანული ნივთიერებების სინთეზი ქიმიური რეაქციების შედეგად გამოყოფილი ენერგიის ხარჯზე. ამ პროცესს **ქემოსინთეზი**, ხოლო ბაქტერიებს ქემოტროფები (ქემოსინთეზური) ეწოდება.

გაღიზიანებადობა. ცოცხალი ორგანიზმი რეაგირებს გარეგან და შინაგან გაღიზიანებაზე, რაც ხელს უწყობს მათ არსებობისათვის ბრძოლაში. მაგ. ძუძუმწოვართა სისხლძარღვები ტემპერატურის მომატებისას ფართოვდება და ზედმეტ სითბოს გასცემს, რაც უზრუნველყოფს ორგანიზმში ოპტიმალური ტემპერატურის შენარჩუნებას. მწვანე მცენარეები მოძრაობენ განათების მიმართულებით, რათა მიიღონ ფოტოსინთეზისათვის საჭირო სინათლე. ე.ი. გაღიზიანების უნარით ცოცხალი ორგანიზმები აქტიურად პასუხობენ გარემოს ზემოქმედებას გარკვეული რეაქციით. გაღიზიანება ხორციელდება ნერვული სისტემის მეშვეობით.

მოძრაობა. ცხოველები აქტიურად მოძრავი ორგანიზმებია. ისინი საკვებისათვის ახდენენ გადაადგილებას. მცენარეებს კი გადაადგილება არ ესაჭიროებათ, ისინი მიმაგრებულ ცხოვრებას ეწევიან, თუმცა მათ ცალკეულ ორგანოებს გააჩნიათ მოძრაობის უნარი. მაგ. ფესვები მოძრაობენ ნიადაგისაკენ მას **გეოტროპიზმი** ეწოდება. მზესუმზირას ყვავილებს ახასიათებს მზის მიმართულებით მოძრაობა – ჰელიოტროპიზმი (ტროპიზმები).

გამოყოფა – ფიზიოლოგიური პროცესია, რის შედეგადაც ორგანიზმი გარეთ გამოყოფს დისიმილაციის პროდუქტებს, რომელთა უმრავლესობა ტოქსიკურია, ამიტომ აუცილებელია ორგანიზმიდან მათი გამოდევნა. ისინი გარეთ გამოიდევნება ფილტვებით, კანით და თირკმლებით. ეს ნივთიერებებია ნახშირორჟანგი, ამიაკი, შარდოვანა. ორგანიზმიდან გამოიყოფა აგრეთვე მძიმე მეტალები, რადიაქტიული მტვერი, ალკოჰოლი და ჯანმრთელობისათვის მავნე სხვა ნივთიერებები.

ზრდა – ცოცხალი ორგანიზმების მნიშვნელოვანი თვისებაა. იგი ხორციელდება ავტოტროფული და ჰეტეროტროფული კვების შედეგად. ზრდა შეიძლება იყოს განსაზღვრული, როცა ორგანიზმი განსაზღვრულ ასაკამდე იზრდება და განუსაზღვრელი, როცა

ორგანიზმი მთელი სიცოცხლის მანძილზე მეტ-ნაკლები ზრდით ხასიათდება. არსებობს დადებითი ზრდა, როცა ასიმილაცია ჭარბობს დისიმილაციას და უარყოფითი ზრდა, როდესაც დისიმილაცია ჭარბობს ასიმილაციას. არის ასევე იზომეტრული ზრდა, როცა ზოგიერთ ორგანოთა ზრდის საშუალო სიჩქარე ისეთივეა, როგორც სხეულის სხვა ნაწილების და ალომეტრული, როცა სხვადასხვა ორგანოს სხვადასხვა სიჩქარით იზრდება და ორგანიზმის პროპორციები განსხვავებულია.

გამრავლება–რეპროდუქცია – ყველა ცოცხალი ორგანიზმის დამახასიათებელი თვისებაა. მისი საშუალებით ხდება თაობების ცვლა და სიცოცხლის უწყვეტობის შენარჩუნება. გამრავლება ორი სახისაა, უსქესო და სქესობრივი. ნუკლეინის მჟავებში კოდირებულია გენეტიკური ინფორმაცია, რომელიც გამრავლების გზით თაობიდან თაობას გადაეცემა.

თვითრეგულაცია – ცოცხალ არსებათა უნიკალური უნარია, რომლის საშუალებით ორგანიზმი ინარჩუნებს სასიცოცხლო პროცესების დინამიკურ წონასწორობას. თვითრეგულაცია ცოცხალს საშუალებას აძლევს შეინარჩუნოს ჰომეოსტაზი (შედგენილობის მუდმივობა) ბიოლოგიური ორგანიზაციის ყველა დონეზე, დაწყებული მოლეკულურიდან ბიოსფერულის ჩათვლით.

მემკვიდრულობა და ცვალებადობა – ცოცხალი ორგანიზმის მნიშვნელოვანი თვისებაა. მემკვიდრულობის საშუალებით მშობლებიდან შვილებს გადაეცემა მემკვიდრული ნიშან-თვისებები და განვითარების თავისებურებანი. მემკვიდრული ინფორმაციის შენახვა და გადაცემა ხორციელდება ქრომოსომებისა და მასში ლოკალიზებული გენების საშუალებით.

ცვალებადობა – ორგანიზმის ახალი ნიშან-თვისებების შეძენის უნარია. იგი მემკვდრეობის საპირისპირო თვისებაა. ცვალებადობის მეშვეობით ორგანიზმი იძენს ახალ თვისებებს, რის შედეგადაც იქნება ახალი ფორმები და სახეები. მემკვიდრული ცვალებადობა წინაპირობას ქმნის ევოლუციისათვის.

ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა. ცოცხალი ორგანიზმი ღია სისტემაა. მათში უწყვეტ ნაკადად შედის გარემოდან ნივთიერებები და ენერგია. ნივთიერებათა ცვლის საფუძველია ასიმილაცია – (ნივთიერებთა სინთეზის რეაქციები) და დისიმილაცია (სინთეზირებულ ნივთიერებთა დაშლის რეაქციები). ასიმილაცია და დისი-

მილაცია მჭიდრო კავშირშია ერთმანეთთან და გარემოსთან. გარემოდან ორგანიზმი ღებულობს სინთეზისათვის საჭირო ნივთიერებებს. დისიმილაციისას ხდება ამ ნივთიერებათა დაშლა და ენერგიის გათავისუფლება, რომელიც გამოიყენება ასიმილაციის დროს ნივთიერებათა სინთეზისათვის. დაშლის საბოლოო პროდუქტები კი გარემოში გამოიყოფა.

დისკრეტულობა და მთლიანობა. სიცოცხლე ერთდროულად მთლიანიცაა და დისკრეტულიც (წყვეტილი). ორგანული სამყარო მთლიანია, რადგან იგი ურთიერთდაკავშირებული ნაწილების სისტემას შეადგენს, მაგრამ ამავე დროს იგი დისკრეტულია, რადგანაც შედგება ერთეულებისაგან, ანუ ორგანიზმებისაგან. ცოცხალი ორგანიზმი დისკრეტულია, რადგან შედგება ორგანოებისაგან, ქსოვილებისაგან და უჯრედებისაგან. მაგრამ თითოეულ ორგანოს აქვს ავტონომიურობა და მოქმედებს როგორც მთელის ნაწილი. თითოეული უჯრედი შედგება ორგანოიდებისაგან, მაგრამ ფუნქციონირებს როგორც ერთი მთლიანი.

ე.ი. ცოცხალი ორგანიზმებისათვის დამახასიათებელია სუნთქვა, კვება, გაღიზიანებადობა, მოძრაობა, რეპროდუქცია, თვითრეგულაცია, მემკვიდრეობა და ცვალებადობა, ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა, დისკრეტულობა და მთლიანობა.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რას შეისწავლის ბიოლოგია?
2. ვის მიერ იქნა შემოტანილი ტერმინი ბიოლოგია და რას ნიშნავს?
3. ჩამოთვალეთ ბიოლოგიის დარგები და რას შეისწავლის თითოეული მათგანი?
4. რა მნიშვნელობა აქვს ბიოლოგიის შესწავლას?
5. ჩამოთვალეთ ის მეცნიერები, რომლებმაც მნიშვნელოვანი როლი შეასრულეს ბიოლოგიის ცალკეული დარგების ჩამოყალიბებასა და განვითარებაში.
6. ჩამოთვალეთ ბიოლოგიის კვლევის ძირითადი მეთოდები, რას გულისხმობს თითოეული მეთოდი?
7. ჩამოთვალეთ ცოცხალ სისტემათა ორგანიზაციის დონეები. რას გულისხმობს თითოეული დონე?
8. ჩამოთვალეთ სიცოცხლისათვის დამახასიათებელი სპეციფიკური

ნიშნები. დაახასიათეთ თითოეული მათგანი.

ტესტები

1. ბიოლოგია შეისწავლის:
   ა) მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროს;
   ბ) ადამიანისა და ცხოველების აგებულებასა და ცხოვრების ნირს;
   გ) გარემოსა და ცოცხალი ორგანიზმების ურთიერთდამოკიდებულებას;
   დ) ცოცხალი ორგანიზმების აგებულებას, ფუნქციებს, განვითარებასა და მათ ურთიერთობას საბინადრო გარემოსთან.
2. ვირუსოლოგია შეისწავლის:
   ა) ბაქტერიებს;
   ბ) მიკროორგანიზმების;
   გ) სიცოცხლის არაუჯრედულ ფორმებს;
   დ) პროკარიოტებს.
3. პარაზიტოლოგია შეისწავლის:
   ა) უმარტივესებს;
   ბ) დაავადების გამომწვევ ორგანიზმებს;
   გ) პარაზიტიზმის მოვლენას, პარაზიტების ბიოლოგიასა და ეკოლოგიას;
   დ) ორგანიზმებს შორის სასარგებლო დამოკიდებულებას.
4. გენეტიკა შეისწავლის:
   ა) გენის აგებულებას.
   ბ) გენოტიპის წარმოქმნას
   გ) მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებებს.
   დ) მემკვიდრეობისა და გამრავლების კანონზომიერებებს.
5. ციტოლოგია შეისწავლის
   ა) პროკარიოტების აგებულებას;
   ბ) სიცოცხლის არაუჯრედულ ფორმებს;
   გ) ეუკარიოტების აგებულებას;
   დ) უჯრედის აგებულებას.
6. სისტემატიკა შეისწავლის:
   ა) ცხოველთა დალაგებას მსგავსება-განსხვავების მიხედვით;
   ბ) მცენარეთა დალაგებას მსგავსება-განსხვავების მიხედვით;
   გ) ცოცხალი ორგანიზმების კლასიფიკაციას.
   დ) ცოცხალი ორგანიზმების განსახლებას.
7. ბიოლოგიის შესწავლას მნიშვნელობა აქვს:
   ა) მედიცინის განვითარებისათვის;

ბ) მრეწველობის განვითარებისათვის;
გ) მედიცინის, სოფლის მეურნეობის, აგროტექნიკის, სატყეო მეურნეობის, მეთევზეობისა და სხვა განვითარებისათვის;
დ) ცოცხალი ორგანიზმების დაჯგუფებისათვის.

8. ბიოლოგიის კვლევის ძირითადი მეთოდებია:
ა) დაკვირვების, ექსპერიმენტის, ჰიბრიდოლოგიური;
ბ) ექსპერიმენტის, მათემატიკური ანალიზის;
გ) შედარების, ბიო-ქიმიური;
დ) დაკვირვების, ექსპერიმენტის, შედარების, ისტორიული, მოდელირების.

9. ცოცხალ სისტემათა ორგანიზაციის დონეებია:
ა) მოლეკულური, ქსოვილური, პოპულაციური;
ბ) უჯრედული, ბიო-ქიმიური, ეკოსისტემური;
გ) მოლეკულური, ქსოვილური, პოპულაციურ-სტატისტიკური.
დ) მოლეკულური, უჯრედული, ორგანიზმული, სახეობრივი, ბიოცენოზური.

10. სიცოცხლისათვის დამახასიათებელი ნიშნებია:
ა) კვება, გამრავლება, დაბერება, სიკვდილი;
ბ) კვება, სუნთქვა, გაღიზიანება, რეგენერაცია;
გ) კვება, მოძრაობა, რეპროდუქცია, მეტამორფოზი, იდიოადაპტაცია;
დ) სუნთქვა, კვება, გაღიზიანებადობა, გამრავლება, თვითრეგულაცია, მემკვიდრეობითობა და ცვალებადობა ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა, დისკრეტულობა და მთლიანობა.

ლიტერატურა: 1, 2, 3, 5, 8, 11, 14, 20, 33, 40, 41, 65, 70.

თავი II

სიცოცხლის წარმოშობა და განვითარება დედამიწაზე. სიცოცხლის წარმოშობის თეორიები

საკითხი დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობის შესახებ ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი და სადაო საკითხია ბიოლოგიაში. მოძღვრება სიცოცხლის წარმოშობის შესახებ ისტორიულად იცვლებოდა დაწყებული ანტიკური ეპოქიდან დღემდე. არსებობს სხვადასხვა ჰიპოთეზები ამ საკითხის ასახსნელად. თითოეული ჰიპოთეზა შეიცავს გარკვეულ არგუმენტებს, რომლებიც თითქოს მოკლებული არ უნდა იყოს ჭეშმარიტებას, მაგრამ ვერ მოჰყავს ამ ჭეშმარიტების დამადასტურებელი არგუმენტები. სიცოცხლის წარმოშობის ჰიპოთეზათა შორის აღსანიშნავია კრეაციონისტული, თვითჩასახვის, სტაციონარული, პანსპერმიის და ბიოქიმიური თეორია.

კრეაციონისტული (ლათ. creatio – შექმნა) ჰიპოთეზის მიხედვით სიცოცხლე შეიქმნა გარკვეულ პერიოდში ზებუნებრივი ძალის (ღმერთის) ერთჯერადი შემოქმედებითი აქტის შედეგად. ამ თეორიას იზიარებს მონოთეისტური (ისლამი, ბუდიზმი, იუდაიზმი, ქრისტიანობა) რელიგიები. კრეაციონიზმი უარყოფს სახეთა ცვალებადობასა და ევოლუციას. დარვინამდელ პერიოდში ამ შეხედულებას ბევრი გამოჩენილი ბიოლოგი იზიარებდა. მაგ.: კ. ლინეს მიაჩნდა, რომ მცენარისა და ცხოველის ყველა სახეობა ღმერთმა შექმნა და დღემდე ასე უცვლელად მოაღწია. ჟ. კიუვეს აზრით დედამიწაზე დროდადრო ხდებოდა კატასტროფები (კატაკლიზმები), რომელთა შედეგად დაცარიელებულ ადგილებს იკავებდნენ შორეულ რაიონებში გადარჩენილი არსებანი. კიუვეს აზრით დედამიწაზე ასეთი კატასტროფები და ახალი ორგანიზმები გაჩნდნენ 27-ჯერ. კრეაციონიზმს ბოლო მოუღო ჩ. დარვინმა. მან დაამტკიცა, სახეობათა ცვალებადობა და შექმნა მწყობრი ევოლუციური თეორია. ნებისმიერი ფორმით გამოხატული კრეაციონიზმი მცდარი და მიუღებელია, რადგან ეწინააღმდეგება მეცნიერულ დებულებებს.

თვითჩასახვის (სპონტანური ჩასახვა) ჰიპოთეზა – ყალბი წარმოდგენა არაცოცხალიდან ცოცხალი არსების თვითნებური, ნახტომისებური წარმოქმნის შესახებ. ეს ჰიპოთეზა გავრცელებული იყო ძველ მსოფლიოში (ჩინეთი, ეგვიპტე, შუამდინარეთი, საბერძნეთი). ამ ჰიპოთეზის თანახმად სიცოცხლე მრავალჯერ წარმოიშვა თავისთავად არაცოცხალი ნივთიერებებისაგან. თალესის (624–547ძვ.წ.ა.) ფიქრობდა, რომ სიცოცხლე დამახასიათებელია მატერიისათვის და ცოცხალი არსების თვითჩასახვა ხდება შლამში, მიწაში და სხვ. ნივთიერებებში. არისტოტელეს (384–322 ძვ.წ.ა.) მიხედვით თვითსასახვა შეიძლება მოხდეს არაცოცხალი **მატერიისაგან**. მისი აზრით არაცოცხალს აქვს „აქტიური საწყისი“, რისი გავლენითაც ისინი ცოცხალ არსებებად გარდაიქმნებიან. შუა საუკუნეებში რელიგიური მსოფლმხედველობის ბატონობის პირობებში სიცოცხლის წარმოშობის შესახებ არსებობდა სხვადასხვა ბუნებრული შეხედულებები, რომელსაც არაფერი საერთო არ ჰქონდა მეცნიერულ მიდგომასთან. მე-17 საუკუნეში ფ. რედიმ ცდების საფუძველზე დაადგინა თვითჩასახვის შეუძლებლობა, მაგრამ მიკროორგანიზმების თვითჩასახვის იდეა განაგრძობდა ბატონობას. შოტლანდიელი ნატურალისტი და მღვდელი ტ. ნიდჰემი ფიქრობდა, რომ ყოველი მიკროსკოპული მატერიის სიცოცხლის ნაწილაკში დამალულია „სასიცოცხლო ძალა“, რომელსაც შეუძლია გააცოცხლოს ორგანული მატერია. ამ იდეის დასამტკიცებლად იგი უამრავ ცდებს აყენებდა. ამ ცდების წინააღმდეგ გამოვიდა იტალიელი აბატი ლ. სპალანცანი, რომლის აზრით მიკროორგანიზმები არსებობენ ჰაერში და იმ შემთხვევაში, თუ ჭურჭელში ჰაერს არ შეუშვებთ თვითჩასახვა შეუძლებელია.

წარმოდგენები თვითჩასახვის შესახებ ვერ ხსნიდა სიცოცხლის წარმოშობას, ამიტომ საფრანგეთის მეცნიერებათა აკადემიამ დააწესა ჯილდო იმათთვის, ვინც ამ საკითხს სწორად ახსნიდა. ჯილდო წილად ხვდა ფრანგ მეცნიერს ლუი პასტერს (1822–1892), რომელმაც 1862 წ. გამოაქვეყნა თავისი ცდების შედეგები. პასტერმა დაადგინა, რომ ჰაერში დიდი რაოდენობითაა მიკროორგანიზმები, რომლებსაც შეუძლიათ ჰაერთან ერთად მოხვდნენ ჭურჭელში და მოწამლონ საკვები ხსნარი, მაგრამ თუ ჰაერს გაუშვებთ გავარვარებული მილით ჭურჭელში, რომელშიც ღუღილის შედეგად მოსპობილი იყო ბაქტერიების ჩანასახები, ხსნარი არ განიცდის დუღილსა და ლპობის პროცესს. პასტერმა თავისი ცდებით დაამტკიცა, რომ შეუძლებელია მიკროორგანიზმების თვითჩასახვა. პასტერისგან დამოუკიდებლად ჯ. ტენდალმაც ცდების საშუალებით დაამტკიცა თვითჩასახვის გზით მიკროორგანიზმების წარმოშობის შეუძლებლობა.

თანამედროვე მეცნიერების მიერ უარყოფილია სიცოცხლის თვითჩასახვის შესაძლებლობა. მათ მიერ წამოყენებულია დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობის აბიოგენეზის თეორია.

სტაციონარული მდგომარეობის ანუ მარადისობის თეორია – ამ ჰიპოთეზის თანახმად დედამიწაზე ყოველთვის არსებობდა სიცოცხლისთვის აუცილებელი პირობები და მასზე დასახლებული სახეობები მუდმივად არსებობდნენ. ამ თეორიის მომხრეები უარყოფენ სახეობათა წარმოშობას, განვითარებას, და ამოწყდომას; ამ უკანასკნელის დამამტკიცებელ არგუმენტად მოჰყავთ უძველეს ერებსა და პერიოდებში არსებული სახეობების ჩვენამდე არსებობა (მტევანფარფლიანი თევზები, ბოგი მოლუსკი და სხვა).

პანსპერმიის ჰიპოთეზა – დედამიწაზე კოსმოსიდან მეტეორიტებით ან სხივების წნევის გავლენით ცოცხალ არსებათა შემოტანის ჰიპოთეზა. ეს ჰიპოთეზა შემოტანილი იყო რიხტერის (1865) მიერ. მას ემხრობოდნენ ჰ. ჰელმჰოლცი და ს. არენიუსი. ამ ჰიპოთეზის მიხედვით სიცოცხლე შეიძლება წარმოშობილიყო ერთხელ ან მრავალჯერ, სხვადასხვა დროსა და სივრცეში. პანსპერმიის თეორიის მომხრეთა თანახმად მიკროორგანიზმთა სპორები კოსმოსიდან მოხვდნენ სტერილურ დედამიწაზე და დასაბამი მისცეს სიცოცხლეს. ამჟამადაც ბევრია ამ შეხედულების მომხრე, დედამიწა და მისი გარემომცველი პლანეტები არასოდეს ყოფილან ერთმანეთისაგან მთლიანად იზოლირებული. მათ შორის მუდამ არსებობდა კავშირი. დედამიწაზე დღე-ღამეში საშუალოდ, დაახლოებით 1ტ. მეტეორიტული ნივთიერება და დაახლოებით 250ტ-მდე მეტეორიტული მტვერი ეცემა. მეტეორიტებსა და მტვერთან ერთად დედამიწაზე შეიძლება შემოეღწიათ ცოცხალ და სიცოცხლისუნარიან ორგანიზმებს: სპორებს, მიკროორგანიზმებს, ყვავილის მტვერს და სხვ. ამ ჰიპოთეზის საწინააღმდეგოდ ბევრი ფიქრობდა, რომ კოსმოსურ სივრცეში ორგანიზმების გადატანის დროს მათ დახოცავს კოსმოსური სივრცის დაბალი ტემპერატურა და ულტრაიისფერი სხივები. მაგრამ სი-

ცოცხლის უმცირეს ნაწილაკებს მეტეორიტების ღრმულებში შეეძლოთ გაეძლოთ კოსმოსში არსებული სიცოცხლისათვის არახელსაყრელი პირობებისთვის და დედამიწამდე ჩამოეღწიათ. ეს ჰიპოთეზა თითქოს არ არის დამაჯერებლობას მოკლებული, მაგრამ მეცნიერთა წინაშე დგება კითხვა: თუ როგორ წარმოიშვა სიცოცხლე იმ სხვა პლანეტაზე. ამიტომ ეს ჰიპოთეზა ბიოლოგთა შორის მხარდაჭერით არ სარგებლობს.

ბიოქიმიური ჰიპოთეზა – სიცოცხლის წარმოშობის თეორიათა შორის ყველაზე პოპულარობით ამჟამად აღნიშნული თეორია სარგებლობს. იგი 1924წ. მოგვცა აკ. ა. ოპარინმა თავის შრომაში „სიცოცხლის წარმოშობა“, რომელშიაც პირველად იყო ჩამოყალიბებული დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობის მეცნიერული კონცეფცია, რომლის თანახმადაც, სიცოცხლის წარმოშობა არის მატერიის ხანგრძლივი ევოლუციის შედეგი. როგორც ჯ. ბერნალი აღნიშნავს (1967), ეს თეორია საფუძვლად დაედო თითქმის ყველა თანამედროვე წარმოდგენას სიცოცხლის წარმოშობაზე ოპარინის თეორია შემდგომში განავითარა ინგლისელმა მეცნიერმა ჯ. ჰოლდეინმა (1929).

ამჟამად სიცოცხლის წარმოშობის პროცესს პირობითად ოთხ ეტაპად ყოფენ:

1. პირველადი ატმოსფეროს აირებიდან დაბალმოლეკულური ორგანული ნაერთების სინთეზი (აბიოგენური გზით).

2. ცილების და ნუკლეინის მჟავების შემადგენელი მონომერების პოლიმერიზაცია;

3. გარემოსაგან მემბრანებით გამიჯნული სისტემების ჩამოყალიბება;

4. მარტივი უჯრედის ჩამოყალიბება.

პირველი სამი ეტაპი ქიმიურ ევოლუციას მოიცავს, ხოლო მეოთხე – ბიოლოგიურს. ოპარინის მიხედვით დედამიწასა და სხვა პლანეტებზე მათი ხანგრძლივი ევოლუციის ერთ-ერთ ეტაპზე შეიქმნა პირობები, რომელთა დროსაც სიცოცხლის წარმოშობა არა მარტო შესაძლებელი, არამედ აუცილებელიც გახდა.

5 მილიარდი წლის წინათ კოსმოსში მოხეტიალე გიგანტური გაზოვან-მტვროვანი ღრუბლის ცენტრში წარმოიშვა ვარსკვლავი – მზე, რომლის შემადგენლობაში შევიდა გაზოვანი მტვრის მასის 0,99 ნაწილი. დარჩენილი ნაწილი კი მზეს უკავშირდებოდა

გრავიტაციული ძალებით. ის ბრუნავდა მზის გარშემო, მკვრივდებოდა, სქელდებოდა და დისკოს ფორმას ღებულობდა. გაზოვან-მტვროვანი დისკოს მზესთან მახლობელი ნაწილი ძლიერ ხურდებოდა, ამიტომ ამ ადგილებიდან ხდებოდა გაზების აორთქლება და წარმოიშობოდა პლანეტები (მერკური, ვენერა, დედამიწა და მარსი). ისინი ყალიბდებოდა სილიკატების, ლითონების, ლითონთა ჟანგეულების, სულფიდებისა და კარბიდებისაგან. უფრო შორეულ პლანეტებზე, რომლებიც მზისაგან მოშორებული იყო და სიცივე მეფობდა, მათში შენარჩუნებული იქნა გაზოვანი და მტვროვანი კომპონენტები.

დედამიწა თავდაპირველად ცივი იყო, მაგრამ მის შემადგენლობაში მყოფი რადიაქტიული ელემენტების დაშლის შედეგად დაიწყო გახურება. დედამიწის წიაღში ტემპერატურა 1000°C-ზე მეტს აღწევდა. რაც განაპირობებდა მკვრივი ქანების ლღობას და სიმკვრივის შესაბამისად დალაგებას: მძიმის – ქვემოთ, შედარებით მსუბუქის შუაში, ხოლო ყველაზე მსუბუქის ზედაპირზე.

განვითარების ამ სტადიაზე დედამიწის ნივთიერებები უერთდებოდნენ ერთმანეთს და მათ შორის წარმოიქმნებოდა ქიმიური რეაქციები. რეაქციების პროდუქტთა შორის იყო გაზებიც, რომლებიც იფრქვეოდნენ დედამიწის ზედაპირზე და ქმნიდნენ მის პირველად ატმოსფეროს. ა. ოპარინმა და ამერიკელმა მეცნიერმა ჰ. იურიმ პირველებმა გამოთქვეს აზრი, რომ დედამიწის პირველადი ატმოსფერო აიროვან წყალბადსა და წყლის ორთქლთან ერთად შეიცავდა მეთანს, ციანს (CN), გოგირდწყალბადს, ნახშირორჟანგს, ნახშირჟანგს, ამიაკის ნაერთებს.

სიცოცხლის პირველი ნიშნები 3–3,5 მლრდ. წლის წინათ ჩაისახა. ამ პერიოდს უწოდებენ ქიმიური ევოლუციის ხანას, რომლის დროსაც მრავალმხრივი ქიმიური გარდაქმნის შედეგად წარმოიქმნა რთული ორგანული ნაერთები, ამიტომ დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობის გზაზე პირველი ნაბიჯი იყო არაორგანული მოლეკულებისაგან ორგანული მოლეკულების არაბიოლოგიური (აბიოგენური) სინთეზი.

აბიოგენურ სინთეზზე პირველი გამოკვლევები ჰქონდა ამერიკელ მეცნიერს სტენლი მილერს (1953), რომელმაც პირველად ატმოსფეროს შემადგენელი კომპონენტებისაგან ელექტრული განმუხტვით მიიღო ამინომჟავები. რუსმა მეცნიერებმა ა. პასინსკიმ

და ტ. პაველოვსკაიამ (1956) დაასაბუთეს ამინომჟავების წარმოქმნის შესაძლებლობა (ფორმალდეჰიდისა და ამონიუმის მარილების აირნარევის ულტრაიისფერი სხივებით გამუქებისას). შემდგომში აბიოგენური გზით მიიღეს პურინები, პირიმიდინები, რიბოზა და დეზოქსირიბოზა, ნუკლეინის მჟავების კომპონენტები, აგრეთვე ადენოზინტრიფოსფორმჟავა. აღნიშნული მონაცემებით დამტკიცდა ორგანულ ნაერთა აბიოგენური წარმოქმნის შესაძლებლობა, სამყაროში თბური ენერგიის, მაიონიზებელი და ულტრაიისფერი გამოსხივებით და ელექტრული განმუხტვით.

ბიოლოგიური სისტემების ჩამოყალიბების საწყისი ეტაპების ასახსნელად მრავალი ვარაუდი იყო გამოთქმული. მათ შორის აღსანიშნავია ა. ოპარინის და ჯ. ჰოლდეინის კოაცერვატული ჰიპოთეზა. კოაცერვატები რთული შედგენილობის წვეთოვან წარმონაქმნებს - მიკროსფეროებს წარმოადგენენ, რომლებსაც შეეძლოთ შეეთვისებინათ მაღალი ენერგიის მქონე ნაერთები და მათ ხარჯზე გაზრდილიყვნენ. ამავე დროს ყოველი კოაცერვატი ამჟღავნებდა ინდივიდუალურ თვისებებს, ქიმიურ შემადგენლობას, გარკვეულ სივრცით ორგანიზაციას. ერთსა და იმავე ხსნარში ზოგი კოაცერვატი იზრდება, ხოლო ზოგი იშლება და წყვეტს არსებობას, რაც კოაცერვატების ბუნებრივი გადარჩევის შესაძლებლობაზე მიანიშნებს. ს. ფოქსმა და მისმა თანამშრომლებმა დაადასტურეს, რომ მიკროსფეროები წარმოიქმნება მათ მიერ აბიოგენურად მიღებული ცილის მაგვარ ნაერთთა კონდენსაციის გზით, რომ ამ ნაერთთა სინთეზის დროს ამინომჟავებიდან წარმოიქმნება გუანინი და ცხიმოვანი მჟავები. კოაცერვატები თავიანთი ფორმით და ზოგიერთი თვისებებით გარეგნულად ცოცხალ ობიექტებს მოგვაგონებს. მაგრამ კოაცერვატებს ჯერ კიდევ არა აქვთ ცოცხალი სისტემისათვის დამახასიათებელი უნარი - თვითწარმოქმნისა. კოაცერვატები საწყის ეტაპზე უსიცოცხლო, მაგრამ შემდგომში ცოცხალში გარდამავალ სისტემებს წარმოადგენდნენ (ოპარინი). შემდეგი და უკანასკნელი საფეხური სიცოცხლის წარმოქმნის გზაზე უნდა ყოფილიყო მოლეკულების თვითწარმოქმნის პროცესის აღმოცენება. ორგანიზმებში ცილებისა და ნუკლეინის მჟავების ფუნქციათა წარმოქმნა და სრულყოფა უნდა მომხდარიყო მათი ბუნებრივი გადარჩევის საფუძველზე, რაც ხორციელდებოდა განვითარებად სისტემებში - პრობიონტებში. ხანგრძლივი ევოლუციის მანძილზე პრობიონტები ცოცხალ ორგანიზმებად გადაიქცნენ. გამოკვლევებით დადგენილია, რომ დნმ-ს უმნიშვნელოვანესი როლი აქვს ცილის სინთეზში (რადგანაც ის შეიცავს ინფორმაციას ცილის პირველადი სტრუქტურის შესახებ), წამოყენებული იქნა შეხედულება, რომ თავდაპირველ თვითწარმომქმნელ მოლეკულებს ნუკლეინის მჟავები წარმოადგენს. თ. ჩეკის და ს. ალტმანის აზრით, თავდაპირველ ორგანიზებს უნდა ჰქონოდათ მარტივი აგებულების რნმ-ს მოლეკულები. მოგვიანებით ამგვარ ორგანიზმებს ჩამოუყალიბდა ცილებისა და ლიპიდების სინთეზის უნარი. მემბრანის საშუალებით ორგანიზმები გაემიჯნა გარე სამყაროს. ევოლუციის მომდევნო საფეხურზე ორსპირალიანი დნმ-ის მოლეკულებით ხდებოდა გენეტიკური ინფორმაციის გადაცემა, (მოლეკულების ევოლუციის შესაძლო მსელელობის დასაბუთება ლაბორატორიულ პირობებში განახორციელეს ჯ. შოსტაკმა და მისმა თანამშრომლებმა). რნმ-ს მოლეკულების წარმოშობას წინ უსწრებდა წინამორბედი ნაერთის - ამინო-ადენოზინ-ტრიაცილ ეთერის წარმოქმნა. იგი წააგავს ქიმიური ნივთიერებებით ცილებსაც და ნუკლეინის მჟავებსაც (მათ გარკვეულ არეში ავტორეპროდუქციის (თვითწარმოქმნის) უნარი აქვთ. (ჯ. რებეკა და მისი თანამშრომლები).

ორგანულ ნაერთთა სინთეზი კოაცერვატებში ძლიერდებოდა. ენერგიის წყაროს აბიოგენური გზით წარმოშობილი ატფ წარმოადგენდა. მოგვიანებით პრობიონტებს ატფ-ს სინთეზის უნარი ჩამოუყალიბდათ. მეტალთა იონებისა და ორგანულ ნივთიერებათა კომპლექსებმა წარმოშვა კოფერმენტები, საიდანაც ფერმენტები წარმოიქმნა. ისინი ორგანულ ნივთიერებათა ბიოგენურ სინთეზს ახდენდნენ. ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად გადარჩებოდნენ და მრავლდებოდნენ ის კოაცერვატები, რომლებიც უკეთ ასრულებდნენ ბიოლოგიურ ფუნქციებს. პრობიონტებმა ევოლუციის შედეგად საფუძველი ჩაუყარა პრიმიტიული ორგანიზმების ფორმირებას. ეს ინდივიდები, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, გარემოს გაემიჯნა მემბრანით. ზოგი მეცნიერის აზრით პრობიონტები უნდა წარმოშობილიყვნენ მცირე ზომის გუბურების ფსკერზე, ან თხელ, თბილ, ორგანული ნივთიერებებით მდიდარ ზღვებში. ულტრაიისფერი სხივებისგან მათ იცავდათ ატმოსფეროში არსებული მეთანი და ამიაკი.

პირველყოფილი ორგანიზმები თავისი კვების წესის მიხედ-

ვით ჰეტეროტროფები იყვნენ. ისინი იკვებებოდნენ მზა ორგანული ნივთიერებებით, რომლითაც მდიდარი იყო პირველადი ოკეანე, მაგრამ ორგანულ ნივთიერებათა მარაგი თანდათან ილეოდა, ხოლო ახლის სინთეზი ვერ აკმაყოფილებდა მოთხოვნილებას. დაიწყო საკვებისთვის ბრძოლა, გამარჯვებული გამოდიოდა ის, ვინც უფრო აქტიური, უფრო გამძლე და არსებულ პირობებთან შეგუებული იყო.

სიცოცხლის ევოლუციის გზაზე დიდი წინგადადგმული ნაბიჯი იყო ავტოტროფული კვების წარმოშობა. ზოგიერთ ორგანიზმს გაუჩნდა უნარი დამოუკიდებლად მოეხდინათ ორგანული ნაერთების სინთეზი გარემოს მარტივი არაორგანული ნივთიერებებიდან. ასეთი ჟანგვისა და აღდგენისათვის საჭირო ენერგია თავდაპირველად გამოთავისუფლდებოდა ქიმიური რეაქციების გზით (ქემოსინთეზი).

ევოლუციის მსვლელობაში პროგრესული მოვლენა იყო ფოტოსინთეზის წარმოშობა. სიცოცხლის ადრეულ საფეხურზე ზოგიერთ ორგანიზმებს წარმოექმნათ შეფერილი მოლეკულები - ქლოროფილის წინამორბედი, რომელსაც ორგანული ნივთიერების სინთეზის უნარი შესწავდა მზის ენერგიის ხარჯზე. ამ პროცესს თან ახლდა ჟანგბადის გამოყოფა, რომლის დაგროვების შედეგად ამ გაზის ნაწილი გარდაიქმნებოდა ოზონად, რომელსაც შეეძლო მთაენთქა ულტრაიისფერი და მაიონიზებელი გამოსხივება, რამაც შესაძლებელი გახადა წყლიდან სიცოცხლის გადმოსვლა ხმელეთზე.

ორგანული სამყაროს განვითარება დედამიწაზე

ცოცხალი ორგანიზმების განვითარება დედამიწაზე მიდიოდა ევოლუციის გზით. ცოცხალი და გადაშენებული სახეობების მრავალფეროვნება იმაზე მიგვანიშნებს, რომ მათ დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა ევოლუციისათვის და წარმოადგენდნენ საფუძველს უმაღლესი სისტემატიკური ჯგუფების შესაქმნელად. ორგანული სამყაროს ევოლუცია მიმდინარეობდა ისტორიულად ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, რის შედეგადაც არსებული სახეობები თანდათანობით რთულდებოდა და ორგანული სამყარო ადიოდა განვითარების უფრო მაღალ საფეხურზე. ევოლუციის

შედეგად დღეს ყოველი სახეობა შეგუებულია თავის საარსებო პირობებს. ევოლუციის პროცესში ზოგი ცხოველის ორგანიზაციული დონე არ ამაღლებულა და დარჩა განვითარების დაბალ საფეხურზე. მაგ. თავფეხიანი მოლუსკები - ნაუტილუსები. ისინი მრავალი ათეული მილიონი წლის მანძილზე თითქმის არ შეცვლილა. ასევე შეიძლება ითქვას მტევანფერფლიანი თევზების მიმართაც. ასეთ სახეობებს ევოლუციის ჩიხებს ეძახიან, რადგანაც ევოლუცია არ განუცდიათ და ვიწროდ არიან შეგუებული თავიანთ საარსებო პირობებს.

ორგანული სამყაროს ისტორიული განვითარების კანონზომიერებანი ახსნილი იქნა ინგლისელი ბუნებისმეტყველის ჩ. დარვინის მიერ, იგი ჩამოაყალიბა შრომაში „სახეობათა წარმოშობა“ (1859).

ჩ. დარვინის მიხედვით ევოლუციის პროცესში უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა მემკვიდრეობით ცვალებადობას, არსებობისათვის ბრძოლას და ბუნებრივ გადარჩევას.

მემკვიდრეობითი ცვალებადობა – დაკავშირებულია ორგანიზმის გენოტიპის - მემკვიდრული საფუძვლის ცვლილებასთან, რის შედეგადაც აღგილი აქვს მუტაციებს, რომლებიც გარემოს ზემოქმედების შედეგია. მუტაციები არის რამოდენიმე სახის, ლეტალური, განურჩეველი და სასარგებლო. თუ მუტაციები სასარგებლოა, იგი ხელს უწყობს სახეობის გადარჩენას და დამკვიდრებას გარემოს კონკრეტულ პირობებში. ისინი ბუნებრივი გადარჩევის კონტროლის ქვეშ ექცევიან მომდევნო თაობებს გადაეცემა და მკვიდრდება სახის დამახასიათებელ ნიშნად. მემკვიდრული ცვალებადობის ფორმებია: **1. კომბინაციური ცვალებადობა,** რომლის მიზეზია გენთა ახალი თანწყობა და კომბინაციების წარმოქმნა და **2. მუტაციური ცვალებადობა** - მიზეზია გენის, ქრომოსომის სტრუქტურის ან მათი რაოდენობის ცვლილება.

ევოლუციის პროცესისათვის არანაკლები მნიშვნელობა აქვს **არსებობისათვის ბრძოლას.** ორგანიზმის აქტივობას, მიმართულს სიცოცხლის შესანარჩუნებლად და შთამომავლობის არსებობის უზრუნველსაყოფად **არსებობისათვის ბრძოლა უწოდება.** იგი მიმდინარეობს როგორც ერთი სახის, ასევე სხვადასხვა სახის ინდივიდებსა და გარემოს არახელსაყრელ პირობებთან. დარვინმა შენიშნა, რომ სახეობები დედამიწაზე იმაზე მეტი რაოდენობით ჩნდებიან, ვიდრე მათი არსებობისათვის საჭირო პირობებია, ამი-

ტომ მათ შორის მიმდინარეობს ბრძოლა არსებობისათვის. ე.ი. სახეობები მრავლდებიან გეომეტრიული პროგრესიით, ხოლო მათი არსებობისათვის საჭირო რესურსები არითმეტიკული პროგრესიით. ორგანიზმებს ბრძოლა უხდებათ ყველა იმ ფაქტორებთან, რომლებიც ზღუდავენ მათ რიცხოვნობას. ასეთი ფაქტორები მრავალრიცხოვანია. დარვინი ანსხვავებდა არსებობისათვის ბრძოლის სამ სახეს. სახეობათა შორის, შიგა სახეობრივს და ბრძოლა გარემოს არახელსაყრელ პირობებთან.

სახეობათაშორისი ბრძოლა მიმდინარეობს სხვადასხვა სახის ინდივიდებს შორის. ბრძოლის ეს სახე უფრო მძაფრად მიმდინარეობს თუ კონკურენტი სახეობები მსგავს ადგილსამყოფელს იკავებენ და ერთ გვარს განეკუთვნებიან. მაგ; ავსტრალიაში ევროპულმა ფუტკარმა განდევნა ადგილობრივი უნესტრო ფუტკარი. ასევე ავსტრალიური კალმახი განდევნა ევროპულმა სახემ, შემდგომში ეს უკანასკნელი ამერიკულმა სახემ. ფიჭვის ქვეშ კარგად ვითარდება ნაძვის აღმონაცენები, მაგრამ ნაძვის ვარჯის ქვეშ იღუპება სინათლისმოყვარული მცენარეების აღმონაცენი.

არსებობისათვის შიდასახეობრივი ბრძოლა წარმოებს ნებისმიერი სახეობის ერთი პოპულაციის ინდივიდებს შორის. ბრძოლის ეს სახე მეტისმეტად დაძაბულია, რადგანაც ერთი სახეობის ინდივიდებს ესაჭიროებად ერთნაირი გარემოს პირობები, ერთნაირი საკვები, თავშესაფარი, ერთი და იგივე საფრთხე მოელით და სხვ. აქ მიმდინარეობს შეჯიბრი ნადავლისთვის, მდედრისათვის, საბინადრო ადგილისთვის და სხვ. ეს დამოკიდებულება მრავალფეროვანი, რთული და წინააღმდეგობრივია. მაგრამ ერთი პოპულაციის ინდივიდები ხშირად თავს არიდებენ ერთმანეთთან პირდაპირ შეჯახებას. ისინი თავიანთ ტერიტორიებს ნიშნავენ შარდით, სხვა სუნოვანი ნივთიერებებით (ფერომონები), ნაკაწრებით ხეზე (დათვი, ჯიქი), რაც უფრო ღრმაა ეს ნაკაწრი, იგი მიუთითებს ცხოველის სიძლიერეზე, სქესზე, ასაკზე, სქესობრივად აქტიურ მდგომარეობაზე და ა.შ. ფრინველები დაკავებული ტერიტორიის შესახებ ერთმანეთს ჭიკჭიკით ატყობინებენ და სხვ. თუმცა შეინიშნება ურთიერთდახმარებაც. ერთობლივად ნადავლის მოპოვება, და კვება, შთამომავლობის გაზრდა და დაცვა (მაგ. ჭიანჭველებში, ბოცვრებში, ლომების პრაიდში, მაიმუნების ჯოგში). ბრძოლის ამ სახეს ვხვდებით მცენარეებშიც.

მაგ. ფიჭვის ტყეში მცენარეები იბრძვიან სინათლისათის. ყველაზე მაღალი ხეები მაქსიმალურად იჭერენ მზის სხივებს, მათი ფესვთა სისტემაც ღრმად მიდის ნიადაგში და იწოვს წყალსა და მინერალურ მარილებს, რის გამოც გაბატონებული მდგომარეობა უჭირავთ ტყეში.

ბრძოლა გარემოს არახელსაყრელ პირობებთან ვხვდებით ყველგან, სადაც კი გარემოს არახელსაყრელი პირობებია. მაგ. მცენარეები, ცხოველები უდაბნოში ებრძვიან გვალვას; ქარიან ადგილებში - ქარს; ცივ ადგილებში - სიცივეს და ა.შ. იგი გარკვეულ გავლენას ახდენს მათ მორფოლოგიურ და ანატომიურ აგებულებაზე, რაც გამოიხატება გარკვეული ფიზიოლოგიური რეაქციებით. ფიზიოლოგიური რეაქციებიდან აღსანიშნავია ფრინველებში ღინღლის, ძუძუმწოვრებში ხშირი ბეწვის განვითარება, ზაფხულის გვალვებისას ძილქუში, ინცისტირება, ანაბიოზში გადასვლა და სხვ. ბრძოლის ამ ფორმის პროცესში იღუპებიან კონკრეტულ პირობებთან ნაკლებშეგუებული ფორმები, გადარჩებიან და შთამომავლობას ტოვებენ ამტანი ინდივიდები (ბრძოლის ამ სახეობას **კონსტიტუციური ბრძოლა** ეწოდება).

ბუნებრივ გადარჩევას დარვინმა უკეთ შეგუებულთა გადარჩენა უწოდა. ბუნებრივი გადარჩევა მთავარი და ერთადერთი ევოლუციური ფაქტორია, რომელიც გადამწყვეტ როლს ასრულებს ორგანული სამყაროს ისტორიულ განვითარებაში. ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად გადარჩებიან ის ფორმები, რომლებიც ყველაზე მეტად არიან შეგუებული გარემოს კონკრეტულ პირობებს. დარვინის მიხედვით, ბუნებრივი გადარჩევა არსებობისათვის ბრძოლის შედეგია. მუტაციური ცვალებადობა იძლევა მასალას ბუნებრივი გადარჩევისთვის.

ბუნებრივი გადარჩევის შედეგია შეგუებულობა. არსებობისათვის ბრძოლაში იმარჯვებს უფრო შეგუებული ინდივიდები, რომლებიც იძლევიან უფრო ძლიერ შთამომავლობას. ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებას თან ახლავს საზიანო თვისებების მქონე ინდივიდების ელიმინაცია (დაღუპვა). ჯ. ჰოლდეინის ხატოვანი გამოთქმით „საზღაური გადარჩენისათვის“. ბუნებრივი გადარჩევა ხშირად იწვევს ისეთი ნიშნების ჩამოყალიბებას და გამყარებას პოპულაციაში, რომელიც ცალკეული ინდივიდებისთვის საზიანოა, მაგრამ სარგებლობა მოაქვს პოპულაციისა და მთლიანად

სახეობისათვის.

ბუნებრივი გადარჩევის სამი ფორმას განიხილავენ: მასტაბილიზებელს, მამოძრავებელსა და დიზრუპტულს.

მასტაბილიზებელი (რ. ფიშერი 1930) გადარჩევა მიმართულია პოპულაციაში ნიშნის საშუალო, აღრე ჩამოყალიბებული მნიშვნელობის შენარჩუნებისა და მდგრადობის ამაღლებისაკენ. იგი იმ ინდივიდებს, რომლებსაც ნორმიდან გადახრილი რაღაც ნიშანი წარმოექმნებათ, გაცხრილავს (დაღუპავს).

მამოძრავებელი გადარჩევის (რ. ფიშერი (1930) დროს ახალ გარემოში გამოუსადეგარი ძველი ნიშან-თვისება ახლით იცვლება და ხდება მისი განმტკიცება. ის ინდივიდები, რომელთაც ახალ გარემოში უპირატესობა არა აქვთ, ელიმინირდება. პოპულაციის ინდივიდებში თანდათან ვრცელდება სასარგებლო გადახრა და ყალიბდება ახალ-ახალი ადაპტაციები (შეგუებანი).

დიზრუპტული გადარჩევა ბუნებრივი გადარჩევის ისეთი ფორმაა, რომელიც იწვევს თვისებრივად განსხვავებული რამოდენიმე ფორმის არსებობას და მოქმედებს შუალედური ნიშნის (საშუალო მნიშვნელობის) საწინააღმდეგოდ (ჯ. სიმპსონი, 1944). ბუნებრივი გადარჩევის ეს ფორმა გაცილებით უფრო იშვიათად გვხვდება, მაგრამ ევოლუციაში მნიშვნელოვანი როლის შესრულება შეუძლია. გარემო პირობების მერყეობა ხელს უწყობს პოპულაციაში რამდენიმე გარეგნულად განსხვავებული ფორმის არსებობას, რომელთაგანაც გარკვეულ მიზეზთა გამო დასაბამი ეძლევა ახალ სახეობებს. მაგ. ბაღის ლოკოკინას (Cepala nemoralis-ის) ინდივიდები ნიჟარის შეფერილობისა და ზოლების რაოდენობით განსხვავდებიან. გვხვდება ვარდისფერი, ყავისფერი და ყვითელნიჟარიანი მოლუსკები – დიზრუპტული გადარჩევის მოქმედებით ლოკოკინაში რამოდენიმე მორფოლოგიურად განსხვავებული კლასია ჩამოყალიბებული (ნიჟარის ნაირფერი შეფერილობა მფარველობითია, რაც იცავს მათ ფრინველებისაგან).

ბუნებრივი გადარჩევის ფორმაა **სქესობრივი გადარჩევა**. ბუნებრივი გადარჩევის იმ ფორმას, რომელიც ცალსქესიან ინდივიდებში მხოლოდ ერთი სქესის ინდივიდებს ეხება **სქესობრივი გადარჩევა** ეწოდება. ეს ბრძოლა მიმდინარეობს ერთი და იმავე სქესის ინდივიდთა, უპირატესად მამრებს შორის მეორე სქესის ინდივიდთა დაუფლებისათვის. ამის შედეგად წარუმატებელი მამრი

კი არ კვდება, არამედ ხდება მისი შთამომავლობის შეზღუდვა ან სრული შეწყვეტა. ბრძოლაში გამარჯვებულია ძლიერი, ჯანსაღი კარგად განვითარებული მამრი ამ თვისებებს გადასცემს შთამომავლობას. ამჟამად გადარჩევის ამ ფორმას **შიდა სქესობრივი გადარჩევა ეწოდება.** მამრებს მდედრებისთვის ბრძოლაში უმუშავდებათ ისეთი ნიშნები, რომლითაც იზიდავს მდედრებს: სიძლიერე, შეფერილობა, ხმა, რქები, ეშვები და სხვ.

როგორც აღვნიშნეთ, დარვინმა დაადგინა, რომ ახალი სახეობების წარმოქმნა ისტორიულად მიმდინარე პროცესია და ბუნებრივი გადარჩევის შედეგია. საწყისი სახეობიდან ერთი ან რამდენიმე ახალი სახეობის ჩამოყალიბების პროცესს **სახეობათა წარმოქმნა ეწოდება.** სახეობათა წარმოქმნა არის გენეტიკურად ღია სისტემის (პოპულაცია) დახშულ სისტემად გარდაქმნის პროცესი. სახეობათა წარმოშობაზე დაკვირვება ბუნებაში ძნელია, რადგანაც მისი ხანგრძლივობა დიდია. ახალი სახეობების წარმოქმნისას სახეობის შიგნით მიმდინარეობს ნიშან-თვისებათა დაცილების პროცესი – **დივერგენცია**. როდესაც ახალი სახეობის ფორმირება ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მიმდინარეობს, თანდათან დივერგენციის გარეშე ამ გზას **ფილეტური გზა** ეწოდება. ახალი სახეობა შეიძლება ჩამოყალიბდეს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში საწყისი სახეობიდან **დივერგირებით** და ამით რამდენიმე სახეობას ეძლევა დასაბამი, სახეობათა წარმოქმნის ამ გზას **დივერგენტული** ეწოდება, ზოგჯერ ახალი სახეობა წარმოიქმნება ორი აღრე ჩამოყალიბებული სახეობის ჰიბრიდიზაციით. შეჯვარებით სახეობათა ჩამოყალიბების ასეთ გზას **ჰიბრიდოგენული** ეწოდება. თუ ახალი სახეობის ფორმირება სხვადასხვა ტერიტორიაზე მიმდინარეობს, ამ გზას გეოგრაფიული, ანუ **ალოპატრიული** (ბერძ. allos – სხვა, patris – სამშობლო) ეწოდება. როცა ახალი სახეობა ყალიბდება საწყისი სახეობის არეალში, სახეობათა ასეთი წარმოქმნის გზას **სიმპატრიული** (syn – ერთად + partis – სამშობლო) ეწოდება.

არსებობს სახეობათა წარმოქმნის სხვა გზებიც (ე. მაირმა გამოყო სახეობათა წარმოქმნის 12 შესაძლო გზა). ორგანული სამყაროს ევოლუცია მიმდინარეობდა 3 გზით: არომორფოზი, იდიოადაპტაცია და დეგენერაცია.

არომორფოზი ისეთი ევოლუციური პროცესია, რომელიც იწ-

ვევს ცოცხალ არსებათა ორგანიზაციის დონის საერთო ამაღლებას, აძლიერებს ცხოველმოქმედების ინტენსივობას, მაგრამ არ წარმოადგენს არსებობის მკვეთრად განსაზღვრულ პირობებთან ვიწრო შეგუებულობას. არომორფოზი მნიშვნელოვან უპირატესობას აძლევს ორგანიზმს არსებობისათვის ბრძოლაში და ხელს უწყობს, რომ ინდივიდი გადავიდეს ახალ საბინადრო გარემოში. არომორფოზი იწვევს ცოცხალ ორგანიზმთა ორგანიზაციის დონის ამაღლებას, ინდივიდთა რიცხვის ზრდას, არეალის გაფართოებას, ახალი სახეობების წარმოშობას. არომორფოზებიდან აღსანიშნავია არქეულ ერაში: სქესობრივი პროცესის, ფოტოსინთეზის; მრავალუჯრედიანობის წარმოშობა. მნიშვნელოვანი არომორფოზი ასევე აღსანიშნავია: ორმხრივი სიმეტრიისა და სამშრიანობის წარმოშობა, გულ-სისხლძარღვთა, ნერვული სისტემის ევოლუცია; შინაგანი განაყოფიერების წარმოშობა და სხვ. არომორფოზის შედეგად ხდება დიდი სისტემატიკური ჯგუფების: ტიპებისა და კლასების წარმოშობა.

იდიოადაპტაცია – ისეთი ევოლუციური ცვლილებებია, რომელიც ხელს უწყობს ორგანიზმების განსაზღვრულ საბინადრო გარემო პირობებთან შეგუებას. ამ დროს არ ხდება ორგანიზაციის საერთო დონის ამაღლება. იდიოადაპტაციის მაგალითებია: ქარით, მწერებით, ფრინველებით ყვავილის ჯვარედინი დამტვერვის, ასევე ნაყოფებისა და თესლების გავრცელების მრავალნაირი შეგუებულობანი, ფსკერული თევზების (კამბალა, სკაროსი) შეგუება ფსკერის ზედაპირზე ბინადრობასთან (სხეულის გაბრტყელება, გრუნტისფრად შეფერვა) და სხვ. სახეობები, გვარები, ოჯახები ევოლუციის მსვლელობაში იდეოადაპტაციის გზით წარმოიშვება.

დეგენერაცია – ანუ მორფოფიზიოლოგიური რეგრესი, ისეთი ევოლუციური ცვლილებებია, რომლებიც ორგანიზმის ორგანიზაციის დონის გამარტივებას იწვევს. ამ პროცესს თან ახლავს იმ ორგანოების გაქრობა, რომლებმაც დაკარგეს ბიოლოგიური მნიშვნელობა.

დეგენერაცია დაკავშირებულია მჯდომარე ან პარაზიტულ სასიცოცხლო ნირზე გადასვლასთან. მაგ. ბრდასრულ ასციდიას მჯდომარე სასიცოცხლო ნირზე გადასვლასთან დაკავშირებით აღარ აქვთ სისხლძარღვთა სისტემა, ქორდა, ხოლო ნერვული სისტემა კვანძის სახითაა წარმოდგენილი.

პარაზიტულ ცხოვრებასთან დაკავშირებით პარაზიტულ ჭიებს

(ღორის სოლიტერი, განიერი სოლიტერი და სხვ.), არა აქვთ მომნელებელი სისტემა, დამოუკიდებელი მოძრაობის უნარი, სამაგიეროდ კარგად აქვთ განვითარებული საფიქსაციო ორგანოები, ხასიათდებიან დიდი ნაყოფიერებით და სხვ.

სიცოცხლის განვითარება დედამიწაზე ერებსა და პერიოდებში

თანამედროვე მეცნიერებას ორგანული სამყაროს ევოლუციის დამადასტურებელი მრავალი საბუთი აქვს, რომელსაც იყენებს პალეონტოლოგია ანთროპოლოგია, არქეოლოგია. დედამიწაზე არსებული ცოცხალი ორგანიზმების დაღუპვის შემდეგ სხეულის რბილი ნაწილები, უკვალოდ იხრწნება, მაგარი ნაწილები კი, ნელა იშლება და იცვლება კაჟმიწით. მათში შეღწეული მინერალური ხსნარებიდან წარმოიქმნება გაქვავებულობა. ზოგჯერ ქანში რჩება ღრუ, რომელიც მოცემული ორგანიზმის ფორმას შეესაბამება. დროთა განმავლობაში ღრუ ივსება შლამით ან სილით, მკვრივდება და წარმოიქმნება ორგანიზმით გაქვავებული ტვიფრი. ზოგჯერ ორგანიზმები ნელ-ნელა ნახშირდებიან და ქანზე სტამბურ ანაბეჭდს ტოვებენ. დედამიწის სხვადასხვა ფენებში შემორჩენილია ჩონჩხის ნაწილები, ქიტინი, ყბები, კბილები, ქერცლები, ნიქარები, ჯავშანი, ნაფეხურები, მცენარის ნაწილები და სხვ. ნამარხი ნაშთებით შესაძლებელი ხდება ორგანიზმის გარეგნული სახის აღდგენა. ქანების ასაკის დადგენით დგინდება ორგანიზმების ასაკი და ის პერიოდი, ან ერა, რომელშიც ისინი ცხოვრობდნენ.

დედამიწაზე სიცოცხლის ისტორიას ყოფენ ერებად (ანუ ხანა), პერიოდებად და ეპოქებად. ერებისა და პერიოდების ხანგრძლივობას არკვევენ ქანის სინჯში რადიაქტიული ელემენტების დაშლის პროდუქტების რაოდენობის მიხედვით. ეს დაშლა ყოველგვარ გარემო პირობებში მუდმივი სიჩქარით მიმდინარეობს. კერძოდ, ყოველ 100 მილიონ წელიწადში 1 კგ ურანიდან რჩება 985 გ. ურანი, 13 გ. ტყვია და 2 გ ჰელიუმი. ამ ნივთიერებათა რაოდენობის განსაზღვრით გებულობენ ქანის ასაკს. აქედან გამომდინარე, არსებობს ორი მეთოდი: ტყვიის და ჰელიუმის. უპირატესობა ენიჭება პირველს, ვინაიდან ჰელიუმი აქროლადია და გარკვეული რაოდენობა უეჭველად „გაიპარება“, რაც ასაკის გან-

საზღვრისას ცდომილებას მოგვცემს.

დედამიწის ისტორიაში განასხვავებენ შემდეგ ერებს: არქეულს, პროტეროზოულს, პალეოზოურს, მეზოზოურს და კაინოზოურს. ერების სახელწოდება წარმოდგება ბერძნული სიტყვებიდან. პერიოდებისა კი იმ ადგილის მიხედვით, სადაც პირველად იპოვეს მათი დამახასიათებელი ნამარხი ნაშთები.

ქანების დათარიღება პალეონტოლოგიური მეთოდით ხშირად ძნელდება ხოლმე იმის გამო, რომ ორგანიზმთა ნაშთები ჩვენამდე უმთავრესად არასრული სახით აღწევენ; ზოგჯერ მთელი კლასების ფრიად ხანგრძლივ ცხოველმყოფელობასაც კი ისე ჩაუვლია, რომ საერთოდ არავითარი კვალი არ დაუტოვებია.

დედამიწაზე ფლორისა და ფაუნის განვითარებასა და გავრცელებას ხშირად არღვევდა მთათაწარმოშობის პროცესები, ზღვების მოქცევისა და მიქცევის შედეგები. აღნიშნული პროცესების შედეგად ადგილის ფლორა და ფაუნა განიცდიდა ცვლილებას. ყველაზე უძველესი ფენები შეიცავს მხოლოდ უხერხემლოთა ტიპის წარმომადგენლებს. უფრო გვიანდელი ფენები - ქორდიანთა ტიპის წარმომადგენელთა ნიმუშებს. უფრო ახალი გეოლოგიური ფენები ცხოველთა და მცენარეთა ისეთი სახეობების ნაშთებს შეიცავს, რომლებიც თანამედროვე სახეობებს ჰგავს.

პალეონტოლოგიამ მოახერხა გარდამავალი ფორმებისა და ფილოგენეზური რიგების დადგენა. მაგ. გარდამავალი ფორმების - არქეოპტერიქსის, ფსილოფიტების და სხვ. ა.ი. კოვალევსკიმ შეისწავლა ცხენის ევოლუცია და აღმოაჩინა გარდამავალი რიგები მის უძველეს წინაპარსა და თანამედროვე ცხენს შორის.

არქეული ერა - (არქეოზოური) პირველი გეოლოგიური ერაა დედამიწის ისტორიაში. იგი უძველესი ერაა, რომლის ხანგრძლივობა 900 მილიონი წელია. ვარაუდობენ რომ ამ ერაში სიცოცხლე წარმოიშვა კოაცერვატების წვეთების სახით. არქეულში წარმოიქმნა არქეული ჯგუფის ქანები, რომლებიც წარმოდგენილია გრანიტული ინტრუზიებით და ძლიერ მეტაფორული გნაისებით, ფიქლებით, კვარციტებით. ამ ერამ თითქმის არ დატოვა ორგანული სიცოცხლის კვალი, რადგანაც ადრეული ასაკის დანალექი შრეები მაღალი ტემპერატურისა და წნევის მოქმედებით ძლიერ სახეშეცვლილია, მაგრამ ორგანული წარმოშობის ქანების - კირქვების, მარმარილოსა და ნახშირბადოვანი ნივთიერებების არსებობა იმის მაჩვენებელია, რომ არქეულში არსებობდნენ წინაბირთვული ფორმები (პროკარიოტები) ბაქტერიები და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები, რომლებიც გავრცელებული იყვნენ ზღვებში და გამოდიოდნენ ხმელეთზე. ამ ორგანიზმებმა დასაბამი ვერ მისცეს ახალ ჯგუფებს და ჩვენამდე მოაღწიეს განცალკევებულ ჯგუფებად. არქეულ ერაში ცოცხალი ორგანიზმების განვითარებაში მოხდა სამი დიდი ცვლილება, არომორფოზი: სქესობრივი პროცესის, ფოტოსინთეზის და მრავალუჯრედიანობის წარმოშობა.

პროტეროზოული ერა (ბერძნ. „პროტერ" უფროადრეული, ზოე-სიცოცხლე, სიცოცხლის ადრეული ერა. გამოჰყო ინგლისელმა გეოლოგმა სეჯუიკმა. ორგანული ნაშთები იშვიათი და მცირერიცხოვანია. მცენარეებიდან ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეების ბატონობას ცვლის უფრო მაღალგანვითარებული მწვანე წყალმცენარეების სიუხვე, რომელთა შორის არიან როგორც ერთუჯრედიანი, ისე მრავალუჯრედიანი ფორმები. მრავალუჯრედიანი წყალმცენარეების სხეული დიფერენცირებული იყო ფოთლების, ღეროსა და ფესვის მსგავს სხვადასხვა ნაწილებად, რაც აღიდებდა მათი სხეულის შეხების ზედაპირს გარემოსთან.

ცხოველთა სამყაროს ნაშთები იშვიათი და მცირერიცხოვანია, თუმცა ცნობილია უხერხემლო ცხოველთა თითქმის ყველა ტიპები: უმარტივესები, ღრუბელები, ნაწლავღრუიანები, ჭიები, კანეკლიანები, ფეხსახსრიანები; ვარაუდობენ, რომ ამ ერის ბოლოს გაჩნდა პირველი ქორდიანები - უთავისქალოთა ქვეტიპის წარმომადგენლები. არომორფოზებიდან ამ ტიპში აღსანიშნავია ორმხრივი სიმეტრიის გაჩენა, რამაც გამოიწვია სხეულის დაყოფა მუცლისა და ზურგის მხარედ, წინა და უკანა ბოლოდ. წინა მხარეზე ვითარდებოდა გრძნობათა ორგანოები, ნერვული კვანძი (შემდგომში თავის ტვინი); ზურგის მხარე ასრულებდა დამცველ ფუნქციას (აქ ვითარდებოდა ეკლები, ბეწვები, მფარველობითი შეფერილობა). მუცლის მხარე ემსახურებოდა მოძრაობას, საკვების მოპოვებას. ამ ერაში არსებულ ბაქტერიებს, ერთუჯრედიან წყალმცენარეებსა და უმარტივესებს შეეძლოთ ტენიან ადგილებში არსებობა და ნიადაგწარმოქმნის პროცესში მონაწილეობა. მთათა წარმოშობის შემდეგ, რომელმაც ფლორისა და ფაუნის წარმომადგენლების უმნიშვნელოვანესი ნაწილის განად-

გურება გამოიწვია, შეცვალა ჰავა.

პალეოზოური ერა – (ბერძნ. პალეო – ძველი; ზოე – სიცოცხლე), გრძელდებოდა 340-350 მლნ წელს. იგი გამოჰყო სეჯუიკმა მასში განარჩევენ: კემბრულ, ორდოვიქსულ (ორდოვიციული) სილურულ, დევონურს, კარბონულს (ანუ ქვანახშირის) და პერმულ პერიოდებს. ამ ერის დასაწყისში არსებობდა ბაქნური და გეოსინგლინური არეები, უნდა არსებულიყო უზარმაზარი კონტინენტი გონდვანა. ბაქნები იფარებოდა ზღვებით. ამ ერაში იყო ორგვარი დანაოჭება კალედონური და ჰერცინული.

კემბრიული პერიოდის სახელწოდება Cambria – დან ასე უწოდებენ ძველი რომაელები ინგლისის ერთერთ ოლქს – უელსს, სადაც პირველად იყო ნაპოვნი ამ პერიოდის დანალექები. პლანეტის დიდი ნაწილი დაფარული იყო ზღვით, კონტინენტის დიდი ნაწილი ჩაფლული იყო ზღვაში, ჰავა ზომიერებით ხასიათდებოდა. კემბრულ პერიოდში გარდა ბაქტერიებისა და ერთუჯრედიანი წყალმცენარეებისა, გავრცელდა დიდი ზომის მრავალუჯრედიანი წყალმცენარეები.

ორდოვიქსული პერიოდის სახელწოდება წარმოდგება კელტების ერთერთი ტომისაგან, რომელიც ოდესღაც ბინადრობდნენ ინგლისის იმ ნაწილში, სადაც აღმოაჩინეს ამ პერიოდის დანალექები. ჰავა ამ პერიოდში იყო თბილი.

ორდოვიქსული პერიოდის შესახებ წარმოდგენებს იძლევა ნამარხი ნაშთები, რომელთა მიხედვით ამ პერიოდში იყო ცხოველთა თითქმის ყველა ტიპი: კერძოდ, უმარტივესების, ნაწლავღრუიანების, ღრუბელების, ჭიების, კანეკლინების, მოლუსკების, ფეხსახსრიანების, ქორდიანების რიგი წარმომადგენლები.

სილურული პერიოდი – სახელწოდება კელტების ერთერთი ტომის Silures-იდან მიიღო. ჰავა გვალვიანი და ცივი იყო, ვიდრე ორდოვიქსულში – ამ დროს ხდება ხმელეთის ინტენსიური ამოწევა. კონტინენტებზე ჩნდება მთების ახალი ჯაჭვები. ამ პერიოდში ზღვებში არსებობდა ორსაგდულიანი მოლუსკების წარმომადგენელი მხარფეხიანები, რომლებიც 10სმ-მდე სიგრძის მჯდომარე ფორმებს წარმოადგენდნენ, რომელთა 200-მდე წარმომადგენელს ვხვდებით თანამედროვე ფაუნაში. ფეხსახსრიანებიდან კიბოსნაირების წარმომადგენლებს ტრილობიტებს (75 სმ სიდიდის ინდივიდებს). იკვებებოდნენ მცირე ზომის ტრილობიტებით

და მოლუსკებით, ისინი წარმოადგენენ მორიელების წინაპრებს. ასევე ეუპტერიდიები (2 მ-მდე სიდიდის) აღმოჩენილია უყბო ხერხემლიანების – ფარიანების წარმომადგენლების ნაშთები.

სილურიელი პერიოდის ბოლოს ადგილი ჰქონდა მთათწარმოქმნელ პროცესებს, რომლის შემდეგ ხმელეთის დიდი ტერიტორია განთავისუფლდა წყლისაგან. წყალმცენარეთა დიდი ნაწილი დარჩა უწყლოდ და დაიღუპა, ნაწილი კი შეეგუა ახალ გარემოს – ხმელეთს, რომელიც ხშირად იფარებოდა წყლით. ეს მცენარეები იყვნენ ფსილოფიტები, რომლებმაც განიცადეს მნიშვნელოვანი არომორფოზები: განუვითარდათ საფარი, მექანიკური, გამტარი სისტემები. ფსილოფიტების ხმელეთზე გავრცელებისათვის არსებობდა ოზონის შრე და პირველადი ნიადაგი, რომელიც წყალმცენარეების და უმარტივესების ცხოველმოქმედების შედეგად წარმოიქმნა. ნიადაგში ორგანული ნაშთების დაგროვებამ საფუძველი შეუქმნა სოკოების წარმოშობას.

დევონური პერიოდისათვის დამახასიათებელი შრეები აღმოჩენილი იქნა სამხ. ინგლისში (დევონშირში) ჰავა იყო ცივი და მკაცრი. ამ პერიოდის დასასრულს ფსილოფიტები გადაშენდა; მათ დასაბამი მისცეს ლიკოპოდიუმებს, გვიმრებსა და შვიტებს.

ქვანახშირის პერიოდში (350 მილიონი წლის წინ) ჰავა თბილი და ტენიანი იყო. მზე იშვიათად ანათებდა ღრუბლებიდან, ხშირი იყო წვიმები. ამ პერიოდის ტყეების ჰაერში დიდი რაოდენობით იყო ნახშირორჟანგი. გიგანტური გვიმრების ზომა 15-30მ აღწევდა. მათ ჰქონდათ კარგად განვითარებული ფესვთა და გამტარი სისტემები, ფოთლები, მაგრამ გამრავლებისთვის წყალს საჭიროებდნენ (როგორც თანამედროვე გვიმნაირებს). ქვანახშირის ტყეებმა დასაბამი მისცეს ქვანახშირის საბადოების წარმოქმნას.

ქვანახშირის პერიოდის (კარბონული) ჰავა დასაწყისში ცხელი და ტენიანია, შემდეგ მას ცვლის სიგრილე. იზრდებოდა თესლიანი გვიმრები – უძველესი შიშველთესლიანები, ასევე ლეპიდოდენდრონები, ხისებრი გვიმრები და შვიტები. თესლის განვითარებას უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა (არომორფოზი). თესლი განაყოფიერებისათვის წყალს არ საჭიროებდა. ჩანასახი დაცული იყო გარემოს არახელსაყრელი ფაქტორებისაგან. იგი შეიცავდა ჩანასახისთვის საჭირო საკვებს. ტენიანი ჰავა მშრალი ჰავით შეიცვალა. მასიურად ისპობოდა ხისებრი გვიმრები, ტენიან ად-

გილებში შემორჩა წერილი ფორმები, რომლებმაც ჩვენამდე მოაღწიეს. გადაშენდა თესლიანი გვიმრებიც, რომლებმაც დასაბამი მისცეს შიშველთესლიან მცენარეებს, რომლებიც აღნიშნულ პირობებში უფრო სიცოცხლისუნარიანნი აღმოჩნდნენ გვიმრნაირებთან შედარებით.

დევონური პერიოდის ბღვებში არსებულ ყბიან-ჯავშნიან თევზებს ჰქონდათ ძვლოვანი ყბები, რომლის საშუალებით შეეძლოთ აქტიური ნადირობა. მათში სრულყოფას განიცდიდა ნერვული სისტემა, გრძნობათა ორგანოები, ინსტინქტები, ქცევები. ამ თევზების შთამომავლებს დღევანდელ ფაუნაში წარმოადგენს ზვიგენები და სკაროსები. დევონურ ბღვებში იყო აგრეთვე ორგვარად მსუნთქავი თევზები. მათ შეეძლოთ საცურავი ბუშტით ატმოსფერული ჰაერით სუნთქვა და ფარფლებით ხოხვა ხმელეთზე.

ხმელეთზე გადავიდა მტევანფარფლიანი თევზებიც. ისინი სუნთქავდნენ ლაყუჩებით და დამატებით ფილტვებით (საცურავი ბუშტით). მტევანფარფლიან თევზებს ფარფლებით შეეძლო ცურვა წყალში და ხოხვა ხმელეთზე. მტევანფარფლიანები გვხვდებოდნენ მტკნარ წყლებში და ბღვებშიც. მტკნარი წყლის მტევანფარფლიანმა თევზებმა დასაბამი მისცა ხმელებით პირველ პრიმიგიულ ხერხემლიანებს - ამფიბიებს. მტკნარი წყლის მტევანფარფლიანი თევზების ფარფლები მემკვიდრეობითი ცვალებადობის საფუძველზე გადაიქცა ხმელეთის ტიპის კიდურებად, ხმელეთზე გადასვლას ხელს უწყობდა აგრეთვე ფილტვების ჩამოყალიბება, რომელიც საცურავი ბუშტისაგან წარმოიშვა. უძველესი ამფიბიები - სტეგოცეფალები ცხოვრობდნენ ქვანახშირის პერიოდის თბილი და ტენიანი ჰავის პირობებში, რაც ხელსაყრელი იყო მათი არსებობისათვის. სტეგოცეფალების ზომა ძლიერ განსხვავებული იყო (რამოდენიმე სმ-დან 4მ-მდე), მათ თავზე ჰქონდათ რქოვანი ფარები, მუცელზე კი პატარა ფარები.

პერმული პერიოდისთვის დამახასიათებელია გვალვიანობის და აციების მატება (სახელწოდება ამ პერიოდმა მიიღო რუსული ქალაქის პერმის საპატივცემულოდ, სადაც აღმოჩენილი იქნა მათი ნაშთები). ქვანახშირის პერიოდის ბოლოს დასაწყისში გვალვიანი პირობები არახელსაყრელი გამოდგა ამფიბიებისათვის. შიშველი კანი მათ სხეულს ვერ იცავდა გამოშრობისაგან, სასუნთქი და სისხლის მიმოქცევის სისტემა არ იყო სრულყოფილი, ამიტომ მსხვილი ამფიბიები გადაშენდა, მცირე ზომის ინდივიდები, რომლებსაც თავის შეფარება შეეძლო მცირე ზომის წყალსატევებისათვის, გადარჩნენ და ჩვენამდე მოაღწიეს.

ამფიბიების ერთმა ჯგუფმა განიცადა დიდი ცვლილებები, კერძოდ, წარმოექმნათ შინაგანი განაყოფიერება, კვერცხი დაიფარა მკვრივი გარსით, რომელიც ჩანასახს იცავდა გამოშრობისაგან, ჩანასახი ვითარდებოდა კვერცხში ხმელეთზე. ისინი გამრავლებისათვის წყალს არ საჭიროებდნენ. განუვითარდათ კანის რქოვანი საფარველი, რომელიც სხეულს იცავდა გამოშრობისაგან; ხმელეთზე გადასვლასთან დაკავშირებით ფილტვები უფრო სრულყოფილი გახდა. ჩამოყალიბდა ახალი კლასი ქვეწარმავლები. ისინი უმეტესად მცენარეებით იკვებებოდნენ. ბოგი მტაცებლური ნირითაც ხასიათდებოდა. ჩნდებიან პირველი ფარულთესლიანები. ამ ერის ბღვებში იყო ზვიგენები, მარჯნები, მხარფეხიანები, მოლუსკები, კანკლიანები; მცირდებოდა ტრილობიტების რაოდენობა.

მეზოზოური ერა - შუა სიცოცხლის ერა. ანუ ქვეწარმავალთა ერასაც უწოდებენ. გამოყოფილი იქნა ფილიპსის მიერ. გრძელდებოდა 163 მილიონ წელს, ამ ერას დედამიწის ისტორიის „შუა საუკუნეებს“ ეძახიან. პალეონთოლოგიისაგან მკვეთრად განირჩევა ორგანიზმთა შედარებით მდიდარი განვითარებით, ქანების პეტროგრაფიული შემადგენლობითა და აგრეთვე ვულკანურ გამოვლინებათა ხასიათით. კონტინენტებმა და ოკეანეებმა ძირითადად თანამედროვე სახე მიიღო. ეს ერა იყოფა ტრიასულ, იურულ და ცარცულ პერიოდებად. ამ ერისათვის დამახასიათებელია ის, რომ ცარცულ პერიოდში (ჰავა იყო ტენიანი, ხმელეთის დიდი სივრცეები ეჭირა ჭაობებს) განვითარებას განიცდიან დღეს განვითარების უმაღლეს საფეხურზე მდგარი ფარულთესლიანი მცენარეები. ცხოველთაგან მაღალ განვითარებას აღწევენ ქვეწარმავლები, რომელთა შორის გვხვდებიან დღეს უკვე არარსებული ფორმები. ქვეწარმავლებმა დაიკავეს წყალი, ხმელეთი და ჰაერი. იყო როგორც ბალახით მკვებავი, ისე მტაცებელი ფორმებიც. ისინი ზომებითაც განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისგან. იყო 17-20 ტონიანი გიგანტური ხვლიკები - დინოზავრები, ჰაერში მფრენი 7-8 მ-იანი ინდივიდები, თუმცა იყო მცირე ზომის ინდივიდებიც. ამ ერაში პირველად ჩნდებიან ძვლოვანი თევზები, ფრინველები და

ძუძუმწოვრები.

ამერიკელმა პალეონტოლოგმა ჯენსენმა, კოლორადოში - წარმოებული გათხრებისას აღმოაჩინა დინოზავრის დღემდე უცნობი, უმხვილესი წარმომადგენლის განამარხებული ძვლები, რომელთა გადაშენებულ მფლობელს მან „სუპერზავრი“ უწოდა. ამ გიგანტის ბეჭის ძვლის სიგრძე 2,5 მ აღწევდა, კისრის მალის - 1,5 მ. რეკონსტრუქციის მეთოდით დადგინდა, რომ ორფეხზე მოსიარულე ხვლიკის სიმაღლე 15 მ აღწევდა, წონა კი 100 ტონას, რაც 15-ჯერ მეტია თანამედროვე სპილოს წონაზე. დინოზავრები რომ კარგად იყვნენ შეგუებულნი იმდროინდელ გარემო პირობებს, ამას ადასტურებს ის, რომ ისინი 15 მილიონი წელი ბატონობდნენ დედამიწაზე.

მეზოზოურ ერის ტრიასულ პერიოდში ჰავა კონტინენტური იყო. ახალ პერიოდში ძლიერ განვითარდა შიშველთესლიანი მცენარეები, რომელთა თესლი ადვილად გადაჰქონდა ქარს. მათი ბატონობა გაგრძელდა შუა ცარცამდე. შუა ცარცში მოიმატა ჰავის სიმშრალემ, მზის სიკაშკაშემ, რის გამოც შიშველთესლიანებმა სწრაფად იწყეს გადაშენება. ეს პირობები ხელსაყრელი აღმოჩნდა მცენარეთა ახალი ჯგუფის - ფარულთესლიანებისათვის. ამ მცენარეებს განვითარებული ჰქონდათ თესლით გასამრავლებელი ორგანო - ყვავილი. გააჩნდათ დამტვერვის, ნაყოფებისა და თესლების გავრცელების სხვადასხვა საშუალებები. თესლი ჩამალული იყო ნასკვის კედლებში, რითაც დაცული იყო გარემოს არახელსაყრელი პირობებისაგან. ფარულთესლოვანებმა წარმოქმნეს უამრავი სასიცოცხლო ფორმები: ხეები, ბუჩქები, ბალახები (ერთწლიანი და მრავალწლიანი) ფარულთესლოვნების განვითარებას ხელი შეუწყო დამტვერავი მწერების მრავალფეროვნებამაც.

მეზოზოური ერა ხასიათდება ქვეწარმავლების გასაოცარი განვითარებით და შემდეგ მათი სწრაფი გადაშენებით. ქვეწარმავლების გადაშენების მიზეზები ბუნებრივი პირობების გლობალური ცვლილებაა. ზოგი მეცნიერის აზრით, ეს ცვლილებანი მთელ პლანეტაზე მომხდარ უეცარ აცხელებაში მდგომარეობდა, სხვათა აზრით კი აციებაში. ამ უკანასკნელი მოსაზრების მომხრეთა პოზიციები საგრძნობლად შეირყა. მას შემდეგ, რაც დინოზავრთა განამარხებული ნაშთები ალიასკის არქტიკულ სანაპიროებზეც იქნა ნახული.

მეცნიერთა ერთი ნაწილი თვლის, რომ დინოზავრთა უეცარი

გადაშენება უნდა მომხდარიყო ვულკანური აქტივობის გაძლიერების შედეგად ჰაერში ნახშირორჟანგის შემცველობის მკვეთრი მატებით. არსებობს ჰიპოთეზა, რომლის თანახმადაც დინოზავრთა გადაშენება უნდა გამოეწვია დედამიწაზე ერთ-ერთი მსხვილი (10–15კმ სიდიდის) ასტეროიდის დაცემას, რასაც საყოველთაო კატასტროფა უნდა მოჰყოლოდა.

ვერცერთი აქ მოყვანილი და კიდევ უამრავი სხვა თეორია სერიოზულ კრიტიკას ვერ უმკლავდება და დინოზავრთა გადაშენების საიდუმლო დღეს კვლავ უპასუხოდაა დარჩენილი.

მეზოზოური ერის ბოლოს მთლიანად გადაშენდნენ გიგანტური ქვეწარმავლები. პლეზიოზავრები, იქტიოზავრები, პტეროდაქტილიები, და სხვ. დინოზავრები ევოლუციის ყრუ შტოებია, რომლებსაც შთამომავლობა არ დაუტოვებიათ. შემორჩა ქვეწარმავლების შედარებით მცირე ზომის წარმომადგენლები, რომლებმაც ჩვენამდე მოაღწიეს. ტრიასულ პერიოდში წარმოიშვა უძველესი ძუძუმწოვრები. მათ გააჩნდათ გარემო პირობების შესაბამისი მთელი რიგი პროგრესული ნიშნები: ცოცხალშობადობა, ნაშიერის რძით კვება, სხეულის მუდმივი ტემპერატურა, ბალნის საფარის განვითარება, კბილების დიფერენცირება; სასუნთქი და გულსისხლძარღვთა სისტემის სრულყოფილი განვითარება. უძველესი ძუძუმწოვრები მცირე ზომის თანამედროვე ვირთაგვების, ბიგებისა და ზღარბების მსგავს არსებებს წარმოადგენდნენ.

იურულ პერიოდში წარმოიშვა პირველი კბილებიანი ფრინველები, მეზოზოური ერის დასაწყისში ამომწყდარი ხვლიკების ერთი ჯგუფისაგან, რომლებიც ცხოვრობდნენ ხეებზე. ისინი ხეებზე უკანა კიდურებით მოძრაობდნენ, სხეული დაფარული ჰქონდათ ქერცლებით; ამ ჯგუფმა დასაბამი მისცა მცოცავი ხვლიკების ჯგუფს, რომლებსაც ქერცლები შეეცვალათ ბუმბულით. განუვითარდათ ნერვული და სისხლძარღვოვანი სისტემები, გამოუმუშავდათ სხეულის მუდმივი ტემპერატურა, ფრენისადმი შეგუების ნიშნები და სხვ. ამ არომორფოზებმა განაპირობა ფრინველთა კლასის წარმოშობა. მეზოზოური ერის დასასრულს გაჩნდნენ პირველი ნამდვილი ფრინველები; მათ განდევნეს მფრინავი ხვლიკები, რომლებთანაც შედარებით გააჩნდათ მნიშვნელოვანი როგორც მორფოლოგიური, ისე ფიზიოლოგიური თავისებურებანი.

მეზოზოური ერის ბღვებში არსებობდნენ მოლუსკები, მათ

შორის ამონიტები (თავფეხიანი მოლუსკები), კანეკლიანები (თუმცა ამ უკანასკნელთა რაოდენობა თანდათან მცირდებოდა). განვითარდნენ ფესვფეხიანები, (რომელთა კიროვანმა ნიჟარებმა წარმოშვეს ცარცის უღიდესი საბადოები), ძვლოვანი თევზები და სხვ. მეზოზოური ერა მთავრდება მთათწარმოშობით, წარმოიქმნა ჰიმალაი, ალპები, ანდები და სხვა მთები.

კაინოზოური ერა (ანუ ახალი სიცოცხლის ერა) - გრძელდება 60-70მილიონ წელს. გამოყოფილი იქნა ფილიპსის მიერ. ეს ერა მოიცავს თანამედროვე ეპოქასაც. ამ ერაში ჩამოყალიბდა კონტინენტები და ზღვები თანამედროვე სახით. ეს ერა იყოფა სამ პერიოდად - პალეოგენად, ნეოგენად, ანთროპოგენად (მეოთხეულად), რომელიც ამჟამად გრძელდება (ზოგჯერ მას ყოფენ მესამეულ და მეოთხეულ პერიოდებად. მესამეული პერიოდი გამოირჩევა თბილი ჰავით. ვულკანური მოქმედების გააქტიურებით, მცენარეული სამყაროს ფართო გავრცელებით: მეოთხეული პერიოდი იყოფა პლეისტოცენად (მყინვარული პერიოდი) და ჰოლოცენად (თანამედროვე). პლეისტოცენის დროს მოხდა ოთხი გამყინვარება. ამ დროს გადაშენდა მცენარეთა ბევრი ძველი სახეობა, რომელიც იცვლებოდა თანამედროვეებით). ხანგრძლივობის მხრივ კაინოზოური ერა ყველა წინა ერაზე მცირეა. და, გარდა ამისა, გამოირჩევა მათგან როგორც გეოგრაფიულ პირობათა, აგრეთვე ორგანული სამყაროს შემადგენლობის მკვეთრი ცვლილებებით. კვლავ აქტიურდება ამ დროს ვულკანიზმი; ხშირი ამოფრქვევების შედეგად დედამიწის ზედაპირზე გროვდება ბაზალტების, ანდეზიტების, ტრაქტებისა და სხვათა უზარმაზარი მასები. კაინოზოური ასაკის დანალექ ქანებში ჭარბობს რბილი კირქვები, მერგელები, თიხები, კონგლომერატები, ფხვიერი ქვიშები. ფართე გავრცელებით ხასიათდებოდა თხელი ზღვის, სანაპირო ბოლის, ტბიური, მდინარული, ეოლური და მყინვარეული ნალექები.

პალეოგენში ფარულთესლიანი მცენარეები იკავებენ გაბატონებულ მდგომარეობას, ისინი დასახლდნენ ხმელეთზე, მთებზე, უდაბნოებში, მტკნარ წყლიან წყალსატევებში. თბილი ჰავის გამო უხვად განვითარდა ტროპიკული მცენარეები. ფართოდ გავრცელდა სუბტროპიკული ფლორაც. პალეოგენის დასასრულს დაიწყო მძლავრი მთათწარმოქმნის პროცესი. ჩამოყალიბდა ღღვანღელი მთათა სისტემები. აცივებასთან დაკავშირებით უკეთეს

მდგომარეობაში აღმოჩნდა ფოთოლმცვენი მცენარეები. ნეოგენის დასასრულს და ანთროპოგენის დასაწყისში სკანდინავიის მთებიდან დაცურებულმა ყინულებმა აღგავეს ყოველივე ცოცხალი თავის გზაზე. მყინვარის ძირში არსებობა შეეძლო მხოლოდ ქონდარა მცენარეებს, რომლებმაც დასაბამი მისცა არქტიკულ ფლორას. კაინოზოურ ერაში გაბატონებული მდგომარეობა დაიკავა უარულთესლიანმა მცენარეებმა.

ამ ერაში უხერხემლოებიდან ფართოდ გავრცელდა მუცელფეხიანი და ორსაგდულიანი მოლუსკები, ფეხსახსრიანები, განსაკუთრებით მწერები. ხერხემლიანებიდან გაბატონებულ მდგომარეობას მიაღწია ძუძუმწოვრებმა და ფრინველებმა, რომლებიდან გამოიყო გარკვეული რიგები, რომლებიც შეგუებული არიან გარემოს კონკრეტულ პირობებთან.

დაახლოებით 30 მილიონი წლის წინა ტროპიკულ ტყეებში ცხოვრობდნენ პარაპითეკები – კატისოლენა მაიმუნებთან ახლო მდგომი ცხოველები, რომლებიც ბინადრობდნენ ხეებზე და იკვებებოდნენ მცენარეებითა და მწერებით. ისინი კბილებით ჰგავდნენ ადამიანის მსგავს მაიმუნებს.

პარაპითეკებმა დასაბამი მისცა გიბონებს, ორანგუტანებსა და გადაშენებულ უძველეს მაიმუნებს - დრიოფითეკებს. დრიოპითეკებმა მოგვცა სამი შტო - შიმპანზე, გორილა და ადამიანი.

ადამიანის წარმოშობა

ადამიანი Homo Sapiens-სი დედამიწაზე არსებულ ცოცხალ ორგანიზმთა შორის ყველაზე სრულყოფილი არსებაა და გაბატონებული მდგომარეობა უკავია სამყაროში. ლინემ ადამიანი თავის კლასიფიკაციაში პრიმატთა ჯგუფში მოათავსა. ჟ.ბ. ლამარკმა პირველმა გამოთქვა აზრი, რომ ადამიანი წარმოიშვა მაიმუნისმაგვარი წინაპრებისაგან, რომლებმაც დედამიწაზე სიარული დაიწყეს, რამაც გამოიწვია სხეულის გამართვა, ხელის განთავისუფლება საყრდენისაგან და ტერფის ცვლილება. ჯოგური ცხოვრება ხელს უწყობდა მეტყველების განვითარებას.

ჩ. დარვინმა წიგნში „სახეობათა წარმოშობა“ (1811) დაამტკიცა, რომ ადამიანი უკანასკნელი და მაღალორგანიზებული რგოლია ცოცხალ არსებათა განვითარების ჯაჭვში და რომ ადა-

მიანსა და ადამიანის მსგავს მაიმუნს ჰყავს შორეული საერთო წინაპრები. სოციალური ფაქტორის როლი ადამიანის ევოლუციაში ახსნა ფ. ენგელსმა ნაშრომში „შრომის როლი მაიმუნის ადამიანად გარდაქმნის პროცესში“ (1896).

დარვინმა დაადგინა, რომ ორგანული სამყაროს ევოლუციის ძირითადი ფაქტორები, მემკვიდრეობითი ცვალებადობა, არსებობისათვის ბრძოლა და ბუნებრივი გადარჩევა მიესადაგება ადამიანის ევოლუციასაც, რის შედეგადაც ადამიანის წინაპრებმა განიცადეს მორფოფიზიოლოგიური ცვლილებები. ადამიანი და ადამიანის მსგავსი მაიმუნები ერთმანეთთან ნათესაურ კავშირში არიან, მაგრამ ისინი საერთო საგვარტომო ხის სხვადასხვა ტოტებია.

ჰავის აციების გამო დედამიწის ჩრდილოეთსა და სამხრეთ განედების ტყეები განდევნა ველებმა. ეკვატორულ ზონაში გაიზარდა ატმოსფერული ნალექები, რის გამოც უხვად განვითარდა ტყის მცენარეულობა, სადაც დღემდე ვხვდებით ადამიანის მსგავს მაიმუნებს.

ხიდან ჩამოსულ მაიმუნებს არსებობისათვის სასტიკი ბრძოლა მოუხდათ სხვა ცხოველებთან, რომლებიც უფრო ძლიერები იყვნენ. მაგრამ მაიმუნებს გააჩნდათ ტვინის დიდი მოცულობა, ორიენტაციის კარგი უნარი, კარგი სმენა, წინ მიმართული მხედველობა, მოქნილი წინა კიდურები და სხვ.

მარტო ბიოლოგიური კანონზომიერებანი საკმარისი არ იყო ადამიანის ევოლუციისათვის, ამისათვის საჭირო იყო სოციალური ფაქტორები: შრომა, საზოგადოებრივი ცხოვრება, ცნობიერება და მეტყველება. მაიმუნის მაგვარი წინაპრების მორფოფიზიოლოგიურ და სოციალურ გარდაქმნებს, რომელმაც განაპირობა ადამიანის წარმოშობა ანთროპომორფოზებს უწოდებენ. განსაკუთრებით უდიდესი მოვლენა იყო ბიპედია - ორ ფეხზე სიარული, რის შედეგადაც ხერხემალმა მიიღო S-ისებური ფორმა, მენჯი გახდა ფართო, განმტკიცდა გავის ძვალი. წარმოიქმნა თაღოვანი ტერფი. ვერტიკალური მდგომარეობის მიღებამ ხელი გაანთავისუფლა საყრდენი მოვალეობისაგან და შესაძლებელი გახადა მისი გამოყენება შრომისათვის. ამართულ სიარულზე გადასვლა ხანგრძლივი პროცესი იყო, რომელსაც მილიონობით წლები დასჭირდა.

ადამიანს ფორმირების პროცესში ხელი სუსტად ჰქონდა განვითარებული. ბუნებრივი გადარჩევა უპირატესობას აძლევდა იმ ინდივიდებს, რომლებსაც ზემო კიდურებში წარმოექმნებოდათ

შრომის ოპერაციის შესასრულებელი სასარგებლო მემკვიდრული ცვლილებები. ხელის ევოლუცია ხანგრძლივი პროცესის განმავლობაში მიმდინარეობდა. მაიმუნები თავიდანვე ჯოგებად ცხოვრობდენ - ისინი საზოგადოებრივი არსებები იყვნენ, შრომაც კოლექტიურ ხასიათს ატარებდა. შრომა ხელს უწყობდა საზოგადოების წევრების შემჭიდროვებას. ისინი კოლექტიურად იცავდნენ თავს მხეცებისაგან, ერთად ნადირობდნენ, ბრდიდნენ შვილებს. საზოგადოების უფროსი წევრები უმცროსებს ასწავლიდნენ ბუნებრივი მასალების მოპოვებას, იარაღის დამზადებას, ნადირობის წესებს, ცეცხლის შენახვას და სხვ. ურთიერთობისას ისინი სარგებლობდნენ ჟესტებით, მიმიკებით, დაუნაწევრებელი და დანაწევრებული ბგერებით. პირველი სიტყვები დაკავშირებული იყო შრომით ოპერაციებთან, საგნების სახელწოდებები მოგვიანებით გაჩნდა. მაიმუნის განუვითარებელი ხორხი და პირის აპარატი, რომელიც მემკვიდრეობითი ცვალებადობისა და ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად გადაიქცა ადამიანის დანაწევრებული მეტყველების ორგანოდ. მას განუვითარდა მეორე სასიგნალო სისტემა - მეტყველება, რომლის ჩამოყალიბებასაც ასევე ხანგრძლივი პერიოდი დასჭირდა. მეტყველების განვითარებამ გარკვეული გავლენა მოახდინა ტვინის განვითარებასა და აზროვნების პროცესზე.

დღეს ადამიანი დედამიწაზე არსებულ არსებათა შორის ყველაზე სრულყოფილ არსებად ითვლება. ჰომინიდთა კლასიფიკაცია მიუხედავად მრავალწლიანი ინტენსიური კვლევისა, არ შეიძლება ჩაითვალოს სრულყოფილად, იგი თანდათან იხვეწება, განსაკუთრებით დიდი წვლილი ამ საქმეში მოლეკულური ბიოლოგიის მეთოდებს შეაქვს.

როდესაც ადამიანის ევოლუციას ვიხილავთ, უნდა დავაზუსტოთ ორი ცნება „ჰომინიდის“ და „ადამიანის“. წინათ ორივე ტერმინი სინონიმად იხმარებოდა. დღეს „ძველ ჰომინიდად“ ითვლება ის ჰომინიდები, რომლებმაც მიაღწიეს Homo sapiens-ის ჩამოყალიბებამდე. ტერმინი „ადამიანი“ უნდა ვიხმაროთ მხოლოდ დღეს არსებულ ჰომინიდთა ერთ ქვესახეობაზე Homo sapiens sapiens-ის მიმართ. სხვადასხვა პერიოდში მოპოვებული ჩონჩხის ძვლების შედარებითი ანატომიის საფუძველზე პალეონტოლოგებმა ჰომინიდების ოჯახის ევოლუცია დაყვეს 4 ეტაპად: თანამედროვე

ადამიანების წინაპრებს სათავეში უდგას გვარი **რამაპითეკი**, რომლის ჩონჩხის ნაწილები ნაპოვნია ჩინეთში, ინდოეთში, კენიასა და საბერძნეთში. მათი ასაკი ვარაუდობენ რომ 14 მილიონი წელია. მეორე ეტაპია ავსტრალოპითეკები, რომელთა ნაშთები ნაპოვნია აფრიკაში და სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში. ტვინის განვითარებით მას გარდამავალი ადგილი უჭირავს ცხოველებსა და ადამიანს შორის. **ავსტრალოპითეკები** ცხოვრობდნენ 5 მილიონი წლის წინათ.

ადამიანის ევოლუციის მესამე ეტაპია **გვარი Homo,** მათი შემორჩენილი ძვლები 3 მილიონი წლით თარიღდება. მოპოვებული მასალების საფუძველზე შეიძლება დავადგინოთ, რომ ისინი აკეთებდნენ ქვის იარაღებს, იყენებდნენ ცეცხლს, ნადირობდნენ, ცხოვრობდნენ ჯგუფებად. გავრცელებული იყვნენ აზიაში, აფრიკაში და ევროპაში. ამ გვარის ერთი სახე - **Homo erectus**-სი ითვლება Homo sapiens sapiens-ის უშუალო წინაპრად ადამიანის ევოლუციის **მეოთხე ეტაპი** დაიწყო 60-100 ათასი წლის წინათ, რომელიც Homo sapiens sapiens-ის წარმოქმნით მთავრდება, რომლის ევოლუცია დღემდე გრძელდება.

ამ სისტემაში ვერ მოხვდა 20 წლის გოგონა „ლუსი“, რომლის ნაშთები ეთიოპიაში აფარის რაიონში (ი. კოპენსი; დ. ჯო-ჰარსენი) იპოვეს. დიდი დავის შემდეგ მისი ასაკი 3,7 მილიონი წლით დათარიღდა.

თანამედროვე ეტაპზე ადამიანის ევოლუციის შესწავლას მოლეკულური ბიოლოგიისა და მოლეკულური გენეტიკის სპეციალური მეთოდებით ახდენენ, რომლის საფუძველზე მოხერხდა სავარაუდო წინაპრების ძვლებიდან დნმ-ის გამოყოფა, სეკვენირება და მისი შედარება თანამედროვე ადამიანის დნმ-თან.

აღიარებულია ფაქტი, რომ აფრიკული შიმპანზე და გორილა ითვლება ადამიანის ახლო ნათესავად. მრავალი გამოკვლევების შედეგად, რომელიც ჩატარდა პრიმიტიულ ხალხთა მიტოქონდრიულ დნმ-ზე დადგინდა, რომ ადამიანის წინაპრები შეიძლება იყოს პიგმეების ერთ-ერთი ტომი (აკა). ანთროპოლოგების ცნობის მისედვით ჰიპოთეზურ ქალს „ევას“ უნდა ეცხოვრა 140-290 ათასი წლის წინათ (დათარიღება მოხდა მიტოქნდრიულ დნმ-ს მუტაციების ანალიზით) „ევას“ შემდეგ დღემდე უნდა ეცხოვრა 10 ათას თაობას. იმის შესახებ, თუ სად უნდა გაჩენილიყო „ევა“, არსებობს აფრიკული და აზიური ხაზი. ბერკლის უნივერსიტეტის მკვლევარების აზრით მას უნდა ეცხოვრა აფრიკაში, შემდეგ აფრიკიდან იწყეს მიგრაცია და განსახლდნენ სხვა კონტინენტებზე.

ემორის უნივერსიტეტის მკვლევარების აზრით ადამიანის საერთო ძირის პოვნა შეიძლება აზიაშიც (შეიძლება ჩინეთში).

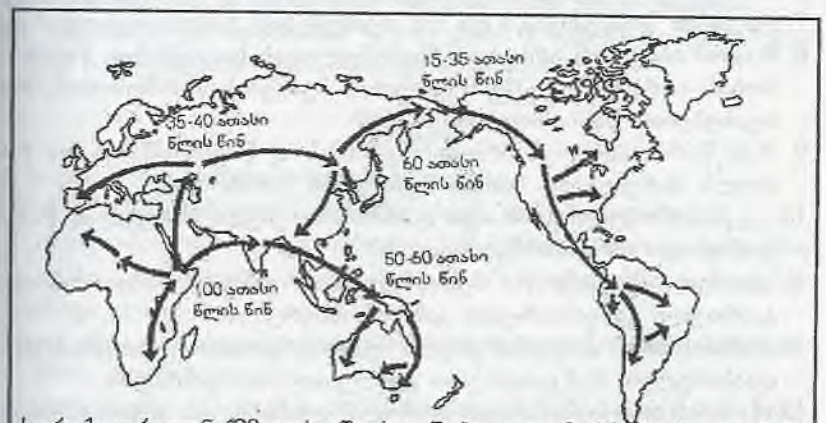
დღეს მიტოქნდრიული დნმ-ის ანალიზს დაემატა ბირთვული

დნმ-ის ანალიზის შედეგებიც. ასევე არსებითი მნიშვნელობა ენიჭება სპეციფიკური ფუნქციის ცილების ევოლუციის შესწავლას. მკვლევართა უმეტესობა უპირატესობას ადამიანის წარმოშობის აფრიკულ გზას ემხრობა. რადგანაც ამ მოსაზრებას აძლიერებს ის ფაქტიც, რომ თანამედროვე ადამიანის წინაპართა ფორმები ნაპოვნია აფრიკაში, მოლეკულური ბიოლოგიის მონაცემების საფუძველზე ანთროპოლოგთა მონაცემებით პირველ ადამიანს უნდა ეცხოვრა 200 ათასი წლის წინათ დღევანდელი ცენტრალური აფრიკის ტერიტორიაზე. (სურ. 1).

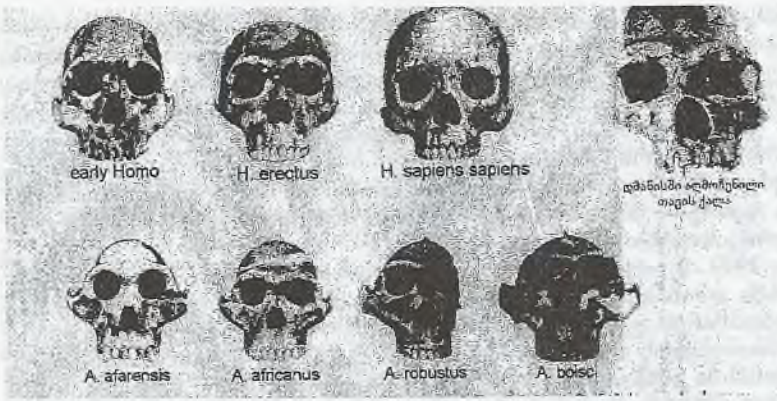
1999 წ. ივლისში ქართველმა და გერმანელმა არქეოლოგებმა დმანისის ნაქალაქარში ადამიანის წინაპრის თავის ქალა აღმოაჩინეს. ექსპერტ-მეცნიერთა მიერ ჩატარებული გამოკვლევებით ქალას ასაკი დაახლოებით 1,8 მლნ წლით თარიღდება. დმანისში აღმოჩენილი მასალით მტკიცდება, რომ ადამიანის წინაპარი წარმოშობის კერიდან - აფრიკიდან განსახლდა და კავკასია დაიკავა. ამ აღმოჩენით ორჯერ გაიზარდა ევროპაში ადამიანის არსებობის ისტორიის ხანგრძლივობა. (სურ 1).

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა:

1. ჩამოთვალეთ სიცოცხლის წარმოშობის ჰიპოთეზები:
2. რაში მდგომარეობს კრეაციონისტული, თვითჩასახვის, სტაციონარული მდგომარეობის და პანსპერმიის ჰიპოთეზების არსი?



სურ. 1. აფრიკიდან 120 ათასი წლის დაწყებული ადამიანის მიგრაციის გზები



სურ. 2. ადრეული ჰუმანოიდების და ანატომიურად თანამედროვე ადამიანების თავის ქალათა ფორმების შედარება.

3. ვინ ჩამოაყალიბა და რა არის ბიოქიმიური ჰიპოთეზის არსი?
4. ამ თეორიის მიხედვით რამდენ ეტაპად ყოფენ სიცოცხლის წარმოშობის პროცესს?
5. რა პროცესებმა განაპირობა პლანეტა დედამიწის ჩამოყალიბება?
6. რას ნიშნავს ორგანულ ნივთიერებათა წარმოშობის აბიოგენური გზა?
7. რა არის კოაცერვატი და რა თვისებებით ხასიათდებოდა?
8. რატომ ანიჭებენ არსებით მნიშვნელობას სიცოცხლის წარმოშობის ადრეულ ეტაპზე ნუკლეინის მჟავების წარმოშობას, რა თვისებებით ხასიათდებიან ისინი?
9. რას წარმოადგენენ პრობიონტები? სად წარმოიშვნენ და რა როლს ასრულებდა მათში მემბრანის წარმოშობა?
10. კვების რომელი ტიპი იყო დამახასიათებელი პირველად წარმოშობილი ორგანიზმებისათვის?
11. რომელი მეცნიერება შეისწავლის ორგანული სამყაროს ისტორიული განვითარების კანონზომიერებებს?
12. რასთან არის დაკავშირებული მემკვიდრეობითი ცვალებადობა? დაასახელეთ მემკვიდრული ცვალებადობის ფორმები.
13. რა არის არსებობისათვის ბრძოლა? დაასახელეთ არსებობისათვის ბრძოლის ფორმები. დაახასიათეთ თითოეული მათგანი.
14. რა არის ბუნებრივი გადარჩევა? დაახასიათეთ ბუნებრივი

გადარჩევის ფორმები.
15. რა არის სქესობრივი გადარჩევა და რა მნიშვნელობა აქვს მას?
16. ბუნებრივ გადარჩევის შედეგად რომელი სისტემატიკური კატეგორია წარმოიქმნება?
17. რას ეწოდება სახეობათა წარმოქმნა? რამდენი გზა არსებობს სახეობათა წარმოქმნის?
18. რა არის დივერგენცია?
19. რა არის არომორფოზი? იდიოადაპტაცია? დეგენერაცია? მოიყვანეთ სათანადო მაგალითები.
20. ჩამოთვალეთ დედამიწაზე სიცოცხლის განვითარების ერები თანმიმდევრობით.
21. ჩამოთვალეთ პალეოზოური ერის პერიოდები. დაახასიათეთ ამ პერიოდებში მომხდარი მნიშვნელოვანი პროცესები.
22. ჩამოთვალეთ მეზოზოური ერის პერიოდები. დაახასიათეთ ამ პერიოდებში მომხდარი მნიშვნელოვანი პროცესები.
23. ჩამოთვალეთ კაინოზოური ერის პერიოდები. დაახასიათეთ ამ პერიოდებში მომხდარი მნიშვნელოვანი პროცესები.
24. ჩამოთვალეთ ადამიანის ევოლუციის ძირითადი ფაქტორები.
25. ჩამოთვალეთ ის ანთროპომორფოზები, რამაც ადამიანის წარმოშობა განაპირობა.
26. გამიჯნეთ „ჰომინიდის“ და „ადამიანის“ ცნებები.
27. დაასახელეთ ჰომინიდების ოჯახის ევოლუციის ეტაპები.
28. დაასახელეთ ადამიანის ევოლუციის 2 გზა (ხაზი), რომელი გზა სარგებლობს უფრო პოპულარობით?

ტესტები

1. სიცოცხლის წარმოშობის ჰიპოთეზებია:
   ა) კრეაციონისტული, თვითჩასახვის, არომორფოზული;
   ბ) თვითჩასახვის, სტაციონარული, პანსპერმიის; იდიოადაპტაციური;
   გ) სტაციონარული, ბიოქიმიური, არომორფოზული, დეგენერაციული.
   ღ) კრეაციონისტული, თვითჩასახვის, სტაციონარული, პანსპერმიის, ბიოქიმიური.
2. ბიოქიმიური ჰიპოთეზის თანახმად დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობის პროცესს ყოფენ შემდეგ ეტაპებად: მონახეთ სწორი პასუხი.
   ა) დაბალმოლეკულური ორგანული ნივთიერების სინთეზი

ბიოგენური გზით; ცილებისა და ნუკლეინის მჟავების შემადგენელი მონომერების პოლიმერიზაცია; მარტივი უჯრედის ჩამოყალიბება;

ბ) დაბალმოლეკულური ორგანული ნივთიერების სინთეზი აბიოგენური გზით; კოაცერვატების წარმოქმნა; უჯრედის მემბრანის წარმოქმნა;

გ) დაბალმოლეკულური ორგანული ნივთიერების აბიოგენური სინთეზი; ცილებისა და ნუკლეინის მჟავების შემადგენელი მონომერების პოლიმერიზაცია (კოაცერვატივების წარმოქმნა); გარემოდან მემბნარით შემოსაზღვრული სისტემების ჩამოყალიბება. მარტივი უჯრების წარმოქმნა;

დ) ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზი; კოაცერვატების წარმოშობა; მარტივი უჯრედის წარმოქმნა.

3. ევოლუციის მამოძრავებელი ძალებია:

ა) მემკვიდრეობითი ცვალებადობა, კომბინაციური ცვალებადობა; მასტაბილიზებელი გადარჩევა.

ბ) მემკვიდრეობითი ცვალებადობა, არსებობისათვის ბრძოლა, ბუნებრივი გადარჩევა.

გ) არსებობისათვის ბრძოლა, სქესობრივი გადარჩევა; მამოძრავებელი გადარჩევა.

დ) ყველა პასუხი სწორია.

4. არომორფოზი – მორფოფიზიოლოგიური პროგრესია, მისთვის დამახასიათებელია:

ა) ცოცხალ არსებათა ორგანიზაციის დონის ამაღლება, ცხოველმოქმედების ინტენსივობის გაძლიერება; უპირატესობას აძლევს ორგანიზმს არსებობისათვის ბრძოლაში; იწვევს ორგანიზმთა ვიწროდ შეგუებულობას.

ბ) ორგანიზმთა ორგანიზაციის დონის ამაღლება, ინდივიდთა რიცხვის გაზრდა, არეალის გაფართოება, ახალი სახეობების წარმოშობა;

გ) ორგანიზმთა ორგანიზაციის დონის ამაღლება; ინდივიდთა რიცხვის გაზრდა; ორგანიზმების ვიწროდ შეგუებას გარემოს პირობებთან;

დ) ყველა პასუხი სწორია.

5. იდიოადაპტაცია – იწვევს ორგანიზმების შეგუებას გარემოს პირობებთან მისთვის დამახასიათებელია:

ა) ორგანიზმების შეგუებას საბინადრო გარემოსთან; ორგანიზმთა ორგანიზაციის დონის ამაღლება; დიდი სისტემატიკური ჯგუფების ტიპების წარმოშობა;

ბ) ორგანიზმთა ვიწროდ შეგუება გარემოს პირობებთან, არეალის გაფართოება;

გ) ორგანიზმთა შეგუება გარემოს პირობებთან, არ ხდება ორგანიზაციის საერთო დონის ამაღლება; სახეობების, გვარების ოჯახების წარმოქმნა;

დ) არეალის გაფართოება, ორგანიზმის ორგანიზაციის დონის ამაღლება; ინდივიდთა რიცხვის გაზრდა.

6. დეგენერაცია იწვევს:

ა) მორფოფიზიოლოგიურ რეგრესს, ორგანოების განვითარებას, გარემოს პირობებთან შეგუებას;

ბ) ორგანოების გაქრობას, ინდივიდთა რიცხვის გაზრდას, ახალი სახეობების წარმოშობას.

გ) მორფოფიზიოლოგიური რეგრესს; ორგანიზაციის დონის გამარტივებას, ორგანოების გაქრობა, რომლებმაც დაკარგეს ბიოლოგიური მნიშვნელობა.

დ. ყველა პასუხი სწორია.

7. დედამიწაზე სიცოცხლის განვითარებაში არჩევენ ხუთ ერას. მონახეთ სწორი პასუხი:

ა) არქეული, პროტეროზოული, ტრიასული, იურული, კაინოზოური.

ბ) არქეული, დევონური, პერმული, მეზოზოური, კაინოზოური

გ) არქეული, პროტოროზოული, პალეოზოური, მეზოზოური, კაინოზოური;

დ) არქეული, კემბრული, სილურული, მეზოზოური, კაინოზოური.

8. რომელი არომორფოზები განხორციელდა პალეოზოური ერის სილურულ და დევონურ პერიოდებში. მონახეთ სწორი პასუხები:

ა) ორმხრივი სიმეტრიის წარმოშობა.

ბ) ფილტვების განვითარება

გ) თესლის წარმოშობა

დ) ორმაგი სუნთქვის განვითარება.

9. გარდაქმნებს, რომელმაც განაპირობა გაადამიანების პროცესი მიეკუთვნება:

ა) ბიპედია; ხელის განთავისუფლება საყრდენისაგან,

მეტყველების წარმოშობა;
ბ) ფართო მენჯი, თაღოვანი ტერფი, S-ისებური ხერხემალი;
გ) საზოგადოებრივი ცხოვრების წესი;
დ) ყველა პასუხი სწორია.

10. ადამიანის რომელი თითის დაკარგვა შეზღუდავდა ყველაზე მეტად მრავალფეროვანი მოძრაობის შესრულებას
ა) ნეკა თითის
ბ) შუა და საჩვენებელის
გ) ცერა თითის
დ) საჩვენებელი თითის.

ლიტერატურა: 11, 21, 33, 41, 44.

თავი III

უჯრედი - სიცოცხლის ძირითადი ერთეული

უჯრედი სიცოცხლის ძირითადი ერთეულია. ცოცხალ არსებათა მნიშვნელოვანი თვისებები უჯრედოვან დონეზე ვლინდება, უჯრედი ელემენტარული ბიოლოგიური სისტემაა, რომელსაც თვითგანახლების, თვითწარმოქმნის და განვითარების უნარი აქვს. უჯრედი საფუძვლად უდევს მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმების აგებულებას. ბუნებაში არსებობს როგორც ერთუჯრედიანი (უმარტივესები, ერთუჯრედიანი სოკოები და წყალმცენარეები), ისე მრავალუჯრედიანი ორგანიზმები. მრავალუჯრედიან ორგანიზმებში უჯრედები ქმნიან ქსოვილებს, ეს უკანასკნელი ორგანოებსა და მათგან კი აიგება ორგანოთა სისტემები და მთელი ორგანიზმი.

ციტოლოგია - ბიოლოგიური მეცნიერების დარგია, რომელიც შეისწავლის უჯრედს (ბერძნ. **cytos** - უჯრედი, **logos** - მოძღვრება). უჯრედის აღმოჩენა და აგებულების შესწავლა დაკავშირებულია მიკროსკოპის გამოგონებასა და მიკროსკოპული ტექნიკის სრულყოფასთან. უჯრედი პირველად ფიზიკოსმა რობერტ ჰუკმა აღმოაჩინა. მან თავის მიერ გაკეთებულ მიკროსკოპში (1665წ.) კორპის ანათალზე შენიშნა, რომ იგი შედგებოდა ფუტკრის ფიჭის მსგავსი უჯრედებისგან, რომელსაც „ცელულა“ უწოდა (**Cellula** ლათ. - უჯრა, უჯრედი). ასეთივე აგებულება აღმოაჩნდა სხვა მცენარეებსაც (ანწლი, სტაფილო, ორავანდი, გვიმრა). თავისი გამოკვლევის შედეგები რ. ჰუკმა გააშუქა მონოგრაფიაში და 1677წ. (ნოემბერში) მოხსენებით წარსდგა სამეფო საზოგადოების სხდომაზე. შემდგომში მიკროსკოპული აღმოჩენები ეკუთვნის ნ. გრიუს, მ. მალპიგს, ი. სვამერდამსს და სხვებს.

უჯრედის კვლევის საქმეში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა მიკროსკოპული ტექნიკის შემდგომმა განვითარებამ და დახვეწამ. 1781წ. უჯრედის ბირთვი პირველად შენიშნული იქნა ფ. ფონტენის მიერ. იგი ხელახლა 1825წ. აღმოაჩინა ქათმის კვერცხუჯრედში ი. პურკინიემ. მანვე შეისწავლა ციტოპლაზმა. მცენარეულ უჯრედში კი იგი 1831-1832წწ აღმოაჩინა ფ. მირბელმა. ხოლო რობერტ ბროუნმა 1833წ. დაამტკიცა, რომ ბირთვი წარმოადგენს როგორც მცენარეების, ასევე ცხოველების უჯრე-

დების აუცილებელ შემადგენელ ნაწილს. უჯრედის შესწავლაში გარკვეული წვლილი მიუძღვის კ. ბერს, მან აღმოაჩინა განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი. XIX ს 30-ან წლებში უამრავი მასალა დაგროვდა ორგანიზმთა უჯრედოვანი აგებულების შესახებ. გერმანელმა მეცნიერმა მათეას შლეიდენმა გააკეთა დასკვნა მცენარეთა უჯრედოვანი აგებულების შესახებ. 1939წ. ასევე გერმანელმა მეცნიერმა თეოდორ შვანმა გამოაქვეყნა შრომა „მცენარეული და ცხოველური უჯრედების სტრუქტურისა და ზრდის მიკროსკოპული გამოკვლევები“, რომელშიც მოცემული იყო უჯრედოვანი აგებულების თეორიის საფუძვლები. თ. შვანმა ჩამოაყალიბა უჯრედოვანი თეორიის 2 ძირითადი დებულება: 1. უჯრედი ყველა ცოცხალი ორგანიზმის ძირითადი სტრუქტურული ერთეულია; 2. უჯრედთა არსებობა განსაზღვრავს მცენარეული და ცხოველური ქსოვილების ზრდას, განვითარებას და დიფერენცირებას. უჯრედოვანი აგებულების თეორიის განვითარებაში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა გერმანელი ექიმის რ. ვირხოვის (1821-1902) ნაშრომმა „ცელულარული პათოლოგია“. მან აჩვენა, რომ ორგანიზმის პათოლოგიური პროცესი დაკავშირებულია უჯრედის აგებულების მორფოლოგიური სტრუქტურების ცვლილებასთან. ამ გამოკვლევამ საფუძველი ჩაუყარა მეცნიერების – პათოლოგიის ჩამოყალიბებას, რომელიც თეორიული და კლინიკური მედიცინის საფუძველს წარმოადგენს. ვირხოვის დებულებებს: „თითოეული უჯრედი უჯრედისაგან“, რაც ნიშნავს ახალი უჯრედის წარმოქმნას დედისეული უჯრედისაგან და „უჯრედის გარეშე არ არის სიცოცხლე“ – ბიოლოგიის შემდგომი განვითარებით დადასტურებულია და დღესაც არ დაუკარგავთ მნიშვნელობა. თუმცა ვირხოვს ჰქონდა არასწორი შეხედულება პათოლოგიის პროცესზე. კერძოდ, პათოლოგიის პროცესი მას ცალკეულ უჯრედში ცხოველმოქმედების დარღვევათა ჯამად მიაჩნდა, რომელიც ლოკალურ ადგილობრივ პროცესად წარმოედგინა. ვირხოვის კონცეპციას აკრიტიკებდნენ ი. სეჩენოვი და ს. ბოტკინი. მიუხედავად ამისა, ვირხოვის „ცელულარული პათოლოგია“ მნიშვნელოვანი ნაშრომია ბიოლოგიასა და მედიცინის განვითარების ისტორიაში. მიკროსკოპული ტექნიკის შემდგომი სრულყოფისა და მეცნიერების თანდათანობითი განვითარების შედეგად უჯრედოვანი აგებულების თეორია გამდიდრდა მნიშვნელოვანი დებულებებით. უჯრედის აგებულების შესწავლის შემდგომი სრულყოფა მოწმობდა იმას, რომ უჯრედი აღარ წარმოადგენდა გარსით შემოსაღვრულ სივრცეს, როგორც ეს დაინახა რ. ჰუკმა და მისმა მიმდევრებმა. მიკროსკოპული ტექნიკის შემდგომმა მიღწევებმა დაადგინა უჯრედის რთული აღნაგობა, შეისწავლა მასში არსებული ორგანოიდების აგებულება და ფუნქციები.

უჯრედოვანი თეორიის განვითარებაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა ვ. ფლემინგისა და ე. სტრასბურგერის მიერ მიტოზისა და მეიოზის პროცესის შესწავლამ. ასევე ო. ჰერტვიგის მიერ განაყოფიერების მოვლენის აღმოჩენამ. ამჟამად, საყოველთაოდ არის აღიარებული, რომ უჯრედი ორგანიზმის ძირითადი სტრუქტურული და ფუნქციური ერთეულია. უჯრედოვანი აგებულების წყალობით ორგანიზმი მთლიანიცაა და დისკრეტულიც. უჯრედი უზრუნველყოფს ორგანიზმის მკვდარი ან პათოლოგიური ნაწილების თანდათან შეცვლას.

უჯრედი უზრუნველყოფს მემკვიდრული ინფორმაციის რეპროდუქციას და რეალიზაციას.

უჯრედოვანი აგებულების თეორია გამდიდრდა ახალი მონაცემებით და დებულებებით, რის გამოც თანამედროვე უჯრედული თეორიის ძირითადი დებულებებია: 1. უჯრედი ყველა ცოცხალი ორგანიზმის ძირითადი სტრუქტურული და განვითარების ერთეულია, 2. ერთუჯრედიანი და მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების უჯრედები აგებულებით, ქიმიური შედგენილობით, სიცოცხლისუნარიანობის ძირითადი გამოვლინებებით ერთმანეთის მსგავსია. 3. უჯრედების გამრავლება ხდება საწყისი უჯრედების გაყოფით; 4. მრავალუჯრედიან ორგანიზმებში უჯრედები განიცდიან სპეციალიზაციას მათ მიერ შესრულებული ფუნქციის მიხედვით. მსგავსი ფუნქციის უჯრედები წარმოქმნიან ქსოვილებს, ხოლო ქსოვილებისაგან შედგება ორგანოები.

უჯრედის შესწავლის მეთოდების მოკლე მიმოხილვა

უჯრედი წარმოადგენს რთულად აგებულ ბიოლოგიურ სისტემას, რომელშიაც მიმდინარეობს უმნიშვნელოვანესი სასიცოცხლო ფუნქციები. უჯრედის აგებულებისა და მასში მიმდინარე სასიცოცხლო ფუნქციების შესწავლაში უმნიშვნელოვანესი როლი შეასრულა უჯრედის კვლევის მეთოდებმა, რომლებიც მეცნიერების განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე წარმოიშობოდა და ვითარ-

დებოდა. ცოცხალი ან მკვდარი ბიოლოგიური ობიექტების შესწავლაში უდიდესი როლი შეასრულა მიკროსკოპმა. მიკროსკოპული ტექნიკის სრულყოფამ შესაძლებელი გახადა უჯრედის ულტრასტრუქტურულ დონეზე შესწავლა, რამაც საშუალება მოგვცა გავცნობოდით მის უმცირეს ერთეულებს - ორგანოიდებს, მათ აგებულებასა და ფუნქციებს. საუკეთესო სინათლის მიკროსკოპი შესაძლებლობას გვაძლევს დავინახოთ არანაკლებ 0,2მკმ-ის ზომის (1მკმ=10^{-6} მეტრს =10^{-3} მმ =10^{3} ნანომეტრს (ნმ) ობიექტები უფრო სრულყოფილი კონსტრუქციის სინათლის მიკროსკოპია - ბინოკულარი, რომლის დროსაც ობიექტის განხილვა ხდება ორივე თვალით (ფრანგ. binoculaire - მხედველობა ორივე თვალით), 1932წ. შეიქმნა ელექტრომიკროსკოპი, რომელიც საგანს 1 მილიონჯერ ადიდებს (გარჩევის უნარიანობა 200000-ჯერ უფრო დიდია, ვიდრე ადამიანის თვალის). ამ მიკროსკოპის შექმნამ ახალი ერის დაწყება განაპირობა ციტოლოგიაში, რადგანაც შესაძლებელი გახდა ორგანოიდების ნატიფი აღნაგობის შესწავლა.

XX ს. 50-იან წლებში შექმნილი იქნა **მასკანირებელი ელ. მიკროსკოპი**, აქ ელექტრონები, რომლებიც წარმოქმნიან გამოსახულებას, მიემართებიან საგნის ზედაპირიდან. მასკანირებელი ელ. მიკროსკოპით შესაძლებელია ობიექტის სამგანზომილებიანი გამოსახულების მიღება. გამოსახულების კონტრასტულობის გაზრდისათვის თითქმის ყველა ობიექტს ღებავენ. სინათლის მიკროსკოპში გამოიყენება სპეციალური საღებავები, ხოლო ტრანსმისიული ელ. მიკროსკოპისათვის პრეპარატის შეღებვის ნაცვლად იყენებენ ნივთიერებებს, რომლებიც ელექტრონებს შთანთქავენ (მაგ. ტყვიას). მასკანირებელი ელ. მიკროსკოპისათვის მასალა ხშირად გაყინულია.

XX ს. დასაწყისში შემუშავებული იქნა ქსოვილთა, შემდეგ კი ცალკეულ უჯრედთა **კულტივირების მეთოდი**. ამ მეთოდმა საშუალება მისცა მეცნიერებს თვალყური ედევნებიათ უჯრედთა გამრავლებაზე, ზრდაზე, დიფერენციაციაზე, ცხოველმოქმედების პროცესებზე. ამ მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ მცენარეთა და ცხოველთა უჯრედებს შეიძლება დავაკვირდეთ ორგანიზმის გარეთ სპეციალურად შექმნილ საკვებ არეში. ქსოვილთა და უჯრედთა ზრდას ცოცხალი ორგანიზმის გარეთ უწოდებენ in vitro-ს (ლათინურად), რაც ნიშნავს მინის ჭურჭელში (სინჯარაში), ხოლო in vivo (ლათინურად) ნიშნავს ცოცხალ ორგანიზმში.

in vitro პირობებისას მცენარის ან ცხოველის ნაწილებს სტერილურ პირობებში აქუცმაცებენ ფიზიოლოგიური ხსნარის თანაობისას და შემდეგ მას ათავსებენ მინის ჭურჭელში, რომელშიც საჭირო საკვებია მოთავსებული. მას ინახავენ თერმოსტატში 37-39°C-ზე. 3-4 დღის შემდეგ გადააქვთ ახალ საკვებ არეზე. ამ გარემოში უჯრედები და ქსოვილები შეიძლება 10-დან 20 წლამდე და მეტი ხნითაც შევინახოთ და ვაწარმოოთ მიკროსკოპული გამოკვლევები.

ქსოვილთა in vivo პირობებისას მათ ათავსებენ ფორებიანი მასალისგან დამზადებულ მცირე ზომის კამერებში და ნერგავენ ცხოველის სხეულის სხვადასხვა ნაწილში (კანქვეშ, თვალში და სხვ.).

მიკრომანიპულატორის - სპეციალური ქირურგიული ხელსაწყოების საშუალებით შესაძლებელი გახდა მიკროქირურგიული ოპერაციების ჩატარება. ამ მეთოდით შესაძლებელი გახდა უჯრედებში ორგანოიდთა ჩანერგვა, სხვადასხვა ნივთიერებების შეყვანა, ელექტრული აქტივობის განსაზღვრა და სხვ.

ლუმინესცენციური და ულტრაიისფერი მიკროსკოპიის მეთოდების საშუალებით შეიძლება ამ სხივებით ობიექტზე დაკვირვება და საშუალება გვეძლევა დავინახოთ ისეთი უწვრილესი სტრუქტურები, რომელიც სინათლის მიკროსკოპით არ ჩანს.

ავტორადიოგრაფიის მეთოდის საშუალებით შესაძლებელია უჯრედის სასიცოცხლო ციკლზე დაკვირვება. ამ მეთოდისას უჯრედში შეჰყავთ ნიშნული რადიაქტიული ატომები, რომლებსაც შემდეგ ამეღავნებენ ფოტოემულსიაზე.

ლიოფილიზაციის მეთოდით - ახდენენ ქსოვილების სწრაფად გაყინვას (თხევადი აზოტით). ეს პროცესი ხდება ძალიან სწრაფად, რის გამოც უჯრედი არ ზიანდება, შესაძლებელია მათ უნქციურ მდგომარეობაზე დაკვირვება.

შენელებული კინოგადაღების მეთოდი - ამ მეთოდმა შესაძლებელი გახადა სასიცოცხლო ციკლის ზოგიერთი პროცესის მაგ. მიტოზის, მეიოზის თვალნათლივ დანახვა. ამ მეთოდის გამოყენებისას შეიძლება მიკროფოტოგრაფირება და მიკროკინოგადაღება.

ჰისტოქიმიური მეთოდი – ამ მეთოდით ქიმიურ რეაქციათა გამოყენებით შესაძლებელია უჯრედთა, ქსოვილთა და ორგანოთა სტრუქტურებში სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერებების არსებობის გამოელენისა და განაწილების შესწავლა.

დიფერენცირებული ცენტრიფუგირების მეთოდი - გამოიყენება

უჯრედის ორგანოიდების დეტალური შესწავლისათვის. ცენტრიფუგის ბრუნვის სიხშირით შესაძლებელია უჯრედის კომპონენტების ერთმანეთისგან დაცილება და მიღებული ფრაქციების დეტალურად შესწავლა. ულტრაცენტრიფუგირების საშუალებით შესაძლებელია უჯრედის დაყოფა ორგანოიდებად, მათი ხვედრითი წონების შესაბამისად სხვადასხვა შრეებზე გამოლექვა, შემდეგ თითოეული მათგანის რენტგენოსტრუქტურული მეთოდით ხდება უჯრედის შემადგენლობაში შემავალი სტრუქტურების შესწავლა. მაგ. ცილის მოლეკულების, ნუკლეინის მჟავებისა და სხვ. ამ მეთოდით კეთდება მათი რენტგენოგრაფია და ფოტოგრაფირება.

თანამედროვე ციტოლოგია განვითარებადი მეცნიერებაა. იგი ფლობს კვლევის მრავალრიცხოვან მეთოდებს და მიისწრაფვის ახალი მეთოდების აღმოჩენისა და არსებული მეთოდების სრულყოფისაკენ.

სიცოცხლის ძირითადი ფორმები

ცოცხალ ორგანიზმთა მრავალფეროვნების მიუხედავად დედამიწაზე არსებობს ორი მკვეთრად განსხვავებული ჯგუფი: სიცოცხლის უჯრედული და არაუჯრედული ფორმები. ცოცხალ არსებათა უმრავლესობას შეადგენენ უჯრედული სტრუქტურის მქონე ორგანიზმები. ორგანული სამყაროს ევოლუციის პროცესში უჯრედი არის ერთადერთი ელემენტარული ბიოლოგიური სისტემა, რომელშიაც მიმდინარეობს სიცოცხლისათვის დამახასიათებელი ყველა ნიშან-თვისება. სიცოცხლის უჯრედულ ფორმებში გამოყოფენ ბირთვამდელ ანუ პროკარიოტულ (procariota) და ბირთვიან ანუ ეუკარიოტულ (Eucaryota) ფორმებს.

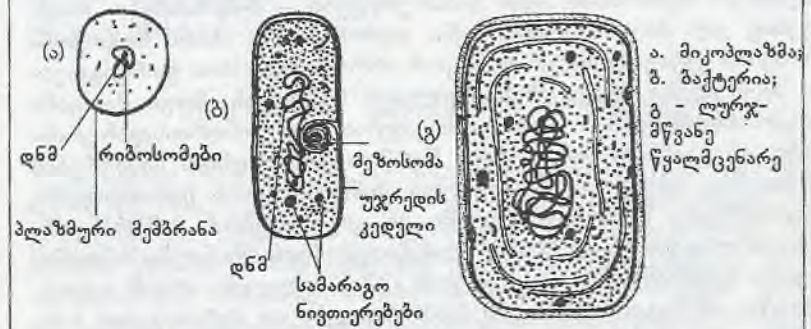
პროკარიოტები – ბირთვამდელი ორგანიზმებია, რომლებსაც არ გააჩნიათ ჩამოყალიბებული ბირთვი. (carion – ბერძ. ნიშნავს ბირთვს, პრო-მანამდე). პროკარიოტებს მიეკუთვნება ბაქტერიები და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები ანუ ციანობაქტერიები. მათთვის დამახასიათებელია უჯრედის მცირე ზომა (დიამეტრი არ აღემატება 0,5-5მკმ-ს) გენეტიკური (ანუ მემკვიდრული) ინფორმაცია წყვილჯაჭვიანი წრიული ფორმის დნმ-ით, რომელიც მოთავსებულია ერთადერთ ანუ „ბაქტერიულ ქრომოსომაში“, რომლის ზომა დაახლოებით 1მმ-ია. ქრომოსომა მოთავსებულია ციტოპლაზმაში – უჯრედის ცენტრში – ნუკლეოიდის ანუ გენოფორის სახით. დნმ არ არის დაკავშირებული ჰისტონურ ცილებთან და ამიტომ იგი „შიშველია“. პროკარიოტული უჯრედი გარშემორტყმულია უჯრედული კედლით. იგი ხისტია და ძირითადად შედგება პოლისაქარიდების (ნახშირწყლები) და ამინომჟავებისაგან. (უჯრედული კედლის ძირითადი კომპონენტია ჟელატინი ან მურეინი). პროკარიოტებს არ გააჩნიათ მიტოქონდრიები, ენდოპლაზმური ბადე, ქლოროპლასტები, ლიზოსომები, ცენტრიოლები და გოლჯის აპარატი. პროკარიოტებს უჯრედის კედლის ქვეშ მოთავსებული აქვთ პლაზმური მემბრანა, რომელიც ეუკარიოტული უჯრედის მემბრანისგან განსხვავებით არ შეიცავს ინტეგრალურ ცილებს, მის ნაცვლად აქვთ ელექტრონების გადამტანები და სუნთქვითი ჯაჭვის ფერმენტები (ჰიდროგენაზა) პლაზმურ მემბრანას აქვს ჩანაბურცვები – მეზოსომები, რომლებიც ელ. მიკროსკოპით იქნა აღმოჩენილი. ისინი მიტოქონდრიების ექვივალენტურ ფუნქციას ასრულებენ. მათ ფირფიტოვანი აგებულება აქვთ, ახორციელებენ სუნთქვას, ზოგი მათგანი ფოტოსინთეზსაც. (მეზოსომას განსხვავებით მიტოქონდრიისაგან კრისტები არ გააჩნია) მეზოსომები წარმოადგენენ დნმ-ს მიმაგრების ადგილსაც. ბაქტერიებში სუნთქვა მიმდინარეობს მეზოსომებში, ლურჯმწვანე წყალმცენარეებში კი ციტოპლაზმის მემბრანებში. პროკარიოტებს არ გააჩნიათ პლასტიდები (ფოტოსინთეზი მიმდინარეობს მემბრანებში). ისინი კვების ტიპის მიხედვით არიან ავტოტროფები ან ჰეტეროტორფები (საპროფიტები და პარაზიტები). ორგანოიდებიდან, პროკარიოტებისთვის დამახასიათებელია რიბოსომების არსებობა, რომლის ზომები უფრო მცირეა (სედიმენტაციის კოეფიციენტი 70 S) ვიდრე ეუკარიოტების (80S) ანალოგიური ორგანოიდი. მათში მიმდინარეობს ცილების სინთეზი, პროკარიოტებისათვის დამახასიათებელია მიკროფილანტების არსებობაც.

პროკარიოტების სამოძრაო ორგანოიდს წარმოადგენს შოლტი (სიგრძე 1-20 მკმ-მდე), რომელიც შედგება კუმშვადი ცილის – ფლაგელინისაგან (სურ.3ჭ) პროკარიოტების გამრავლება მიმდინარეობს უსქესოდ ამიტომ ურად – უჯრედის ორად გაყოფით (ბინალური).

პროკარიოტები თითქმის ყველგან არიან გავრცელებული. ისინი სწრაფად იზრდებიან და მრავლდებიან, ახასიათებთ დიდი ბიოქიმიური მრავალფეროვნება და გენეტიკური მოქნილობა, რასაც დიდი წარმატებით იყენებენ დღეს გენეტიკასა და ბიოქიმიის სხვადასხვა საკითხების კვლევის პროცესში.



სურ. 3. ბაქტერიის (მარცხნივ) ღურჯ-მწვანე წყალმცენარის (მარჯვნივ) აგებულება



სურ. 4. ბაქტერიის (მარცხნივ) ღურჯ-მწვანე წყალმცენარის (მარჯვნივ) აგებულება

ეუკარიოტები ბერძნული eu – ნიშნავს ნამდვილს, carion – ბირთვს. ე.ი. ისინი ნამდვილბირთვიანი უჯრედებია. ეუკარიოტული ორგანიზმები შეიძლება იყოს როგორც მრავალუჯრედიანი (მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმები), ასევე ერთუჯრედიანი ორგანიზმები (ამება, ევგლენა, ქალამინა და სხვ.). ეუკარიოტების გენეტიკური მასალა თავმოყრილია ქრომოსომებში, რომელიც რთული აღნაგობისაა. მათ გააჩნიათ როგორც ჰისტონური ისე არაჰისტონური ცილები. მათი დნმ ორჯაჭვიანი სპირალური მოლეკულაა, რომელიც ქრომოსომებშია ლოკალიზებული. ეს უკანასკნელები კი გარსით

შემოსაზღვრულ ბირთვში მდებარეობს. ეუკარიოტული უჯრედის დიამეტრი საშუალოდ 40მკმ-ია; ეუკარიოტების უჯრედი შემოსაზღვრულია პლაზმური მემბრანით, რომლის ზემოთ მოთავსებულია უჯრედული გარსი–კედელი – მცენარეებში ცელულოზოვანი, ცხოველურ უჯრედებში კი გლიკოკალიქსისგან შემდგარი. ეუკარიოტების უჯრედი რთული აგებულებისაა. მათში მოთავსებულია ციტოპლაზმის ორგანოიდები: ენდოპლაზმური ბადე, გოლჯის აპარატი, ლიზოსომები, პლასტიდები, რიბოსომები, უჯრედის ცენტრი; ასევე ბირთვი, მისი ორგანოიდები და ჩანართები. უჯრედის ორგანიზებულობა მისი მოცულობის კომპარტმენტაციითაა (განყოფილებებად დაყოფა) განპირობებული. კომპარტმენტაციის განხორციელებაში მნიშვნელოვან როლს ბიოლოგიური მემბრანა ასრულებს. ეუკარიოტებში გამრავლება მიმდინარეობს უჯრედის მიტოზური დაყოფით (იხ. სურ. 3, 4).

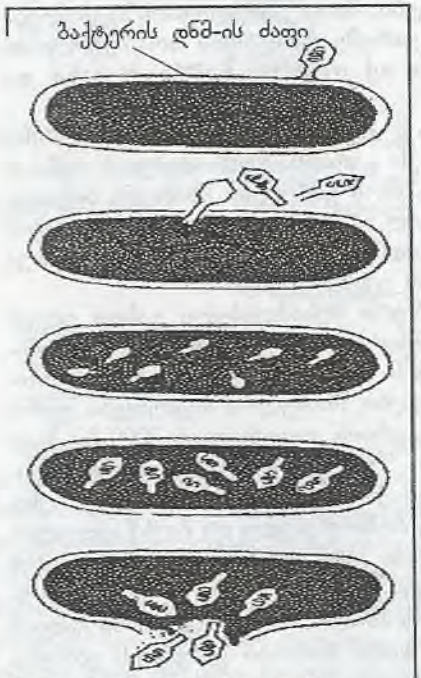
არაუჯრედული ფორმები. სიცოცხლის არაუჯრედულ ფორმებს მიეკუთვნება ვირუსები და ფაგები, მათ უჯრედოვანი აგებულება არა აქვთ, ამიტომ უჯრედის გარეშე არსებობა არ შეუძლიათ. ისინი იჭრებიან უჯრედში და აქ იწყებენ გამრავლებასა და ცხოველმყოფელობას.

ვირუსები აღმოჩენილი იქნა დ. ივანოვსკის მიერ 1892წ. ტერმინი „ვირუსი“ ნიშნავს „შხამს“. ეს ტერმინი მოწოდებული იქნა მ. ბეიერინკის მიერ. იგი თვლიდა, რომ ვირუსები შხამიანი ნივთიერებაა და არ მიეკუთვნება ცოცხალ არსებებს: ევროპაში ვირუსების აღმომჩენად მ. ბეიერნიკს თვლიდნენ, რომელმაც 6 წლის შემდეგ (1898წ.) გაიმეორა დ. ივანოვსკის ექსპერიმენტი.

ვირუსების დანახვა და აღწერა შესაძლებელი გახდა ელექტრონული მიკროსკოპის გამოგონების შემდეგ. ამერიკელმა მეცნიერმა უენდელ სტენლიმ თამბაქოს მოზაიკით დაავადებული ფოთლების ნაყენში აღმოაჩინა ვირუსები, რომელთა აგებულება უფრო მარტივი აღმოჩნდა, ვიდრე ბაქტერიის. დღეისათვის 3000-მე მეტი სახის უმაღლესი მცენარეების და 500-მდე თბილსისხლიანი ცხოველის ვირუსია აღმოჩენილი. მეცნიერთა აზრით მრავალი ვირუსი, რომელიც არსებობს, ჯერ კიდევ აღმოუჩენელი და შეუსწავლელია. ვირუსები ბინადრობენ ადამიანის, ცხოველების და მცენარეების უჯრედებში. ვირუსებს აღნიშნავენ ლათინური ასოებითა და ციფრებით. ვირუსების ზომა მერყეობს 20-დან 2000მმ-მდე. ისინი გადიან ნებისმიერ ფილტრში. ყველაზე დიდი ზომისაა ყვავილის ვირუსი, ყველაზე მცირე ზომის ენცეფალიტისა და პოლიმიელიტის. ვირუსების ფორმა განსხვავებულია. შეიძლება იყოს სფეროსებრი, ოვალუ-



სურ. 5. ა. თამბაქოს მოზაიკური ვირუსის აგებულება
ბ. ბაქტერიოფაგის აგებულება



სურ. 6. ბაქტერიოფაგის გამრავლება

რი, გრძელი, ცილინდრული, თავკომბალას ფორმის და სხვა. ვირუსები გამოირჩევიან დიდი მდგრადობით. ისინი უძლებენ როგორც მაღალ, ისე დაბალ ტემპერატურას. (+55-60°C; ზოგი +90°C გრადუსსაც). მრავალი ვირუსი მდგრადია ქიმიური ნივთიერებების მიმართ. ბევრი ვირუსი ვერ უძლებს მზის ულტრაიისფერ სხივებს. ვირუსები იწვევენ ადამიანებში მრავალგვარ დაავადებებს: გრიპს, ყვავილს, პოლიომიელიტს, ცოფს, ენცეფალიტს, წითელას, ყბაყურას, ინფექციურ ჰეპატიტს, შიდსს, ავთვისებიან სიმსივნეებს და სხვ.

ვირუსები დიდ ზარალს აყენებს სოფლის მეურნეობას. ცხოველთა მასიურ დაღუპვას იწვევს: თურქულს, ღორისა და ფრინველების შავი ჭირს, ფრინველების გრიპს, ცხენის ინფექციური სისხლნაკლებობას და სხვ. მემცენარეობას დიდ ზარალს აყენებს თამბაქოს, პომიდორის, კიტრის მოზაიკური დაავადება. ასევე მოსავლის დიდ დანაკარგს იწვევს კარტოფილისა და ხორბლის ვირუსები. ვირუსები მიეკუთვნებიან „ვირას“ ჯგუფს. ისინი გარედან დაფარულია ცილოვანი გარსით – კაფსიდით. გენეტიკური მასალა თავმოყრილია ვიროსპორებში დნმ-ის ან რნმ-ის სახით (სურ. 5). ვიროსპორის სტადიაზე ვირუსებს სიცოცხლის ნიშან-წყალი არ ეტყობათ, მაგრამ უჯრედში შეჭრისას სიცოცხლის თვისებებს ავლენენ. ვირუსები წარმოადგენენ ცოცხლისა და არაცოცხლის დიალექტიკურ ერთიანობას. იგი ერთდროულად ცოცხალიც არის და არაცოცხალიც. ვიროსპორა მისი არსებობის ერთ-ერთი სტადიაა. ვირუსის გამრავლება ხდება მაშინ, როდესაც მოხვდება ცოცხალ უჯრედში. გამრავლება რთული პროცესია, რომელიც რამოდენიმე ეტაპისაგან შედგება: ა) ვირუსის მიმაგრება ცოცხალი უჯრედის კედელზე. ერთ უჯრედზე შეიძლება რამოდენიმე ათეული ან ასეული ვირუსი მიემაგროს. ამ პროცესში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მასპინძლის უჯრედის ვირუსის რეცეპტორები. ბ) უჯრედი შეიტანებს ვირუსს (ფაგოციტოზის გზით). ამ დროს ფერმენტები – ლიზინები უჯრედის გარსს ხვრეტენ. როგორც კი ვირუსი თავის ნუკლეინის მჟავას შეუშვებს უჯრედში, ეს უჯრედი განწირულია სასიკვდილოდ. გ) ვირუსის ნუკლეინის მჟავები ჩაერთვებიან უჯრედის ნივთიერებათა ცვლაში და ამ დროს იწყება ვირუსისათვის დამახასიათებელი ცილების სინთეზი; დ) მიმდინარეობს ვირუსული ნუკლეინის მჟავებისა და ვირუსული ცილების სინთეზი ე) ადგილი აქვს ახალი ვირუსების წარმოქმნას ვ) გამრავლებული ვირუსები ტოვებენ პატრონის უჯრედს და გარეთ გამოდიან, რასაც მოსდევს უჯრედის სწრაფი დაშლა. ზოგიერთი ვირუსის გარმავლება ხდება მასპინძლის ციტოპლაზმაში, ზოგიერთისა კი ბირთვში. არიან ისეთი ვირუსები, რომლებსაც გამრავლება ციტოპლაზმაშიც და ბირთვშიც შეუძლიათ. გენეტიკური მასალის შემცველობის მიხედვით ვირუსები იყოფა დნმ-ის ან რნმ-ის შემცველ ვირუსებად. დნმ შემცველ ვირუსებში გენეტიკური მასალა წრფივი ან რგოლური, ერთ ან ორჯაჭვიანი დნმ-ს მოლეკულითაა წარმოდგენილი. მათ დეზოქსირიბოვირუსებს ეძახიან. დნმ-შემცველი ვირუსების 5 ოჯახს გამოყოფენ. ესენია:

1) **პოლიომავირუსები** – რომელსაც მიეკუთვნება: მაიმუნის 40 (SV40), თაგვის პოლიომის ვირუსი და ადამიანის ადენოვირუსები.

2. **პაპილომა ვირუსები**: ადამიანის პაპილომის 16 ვირუსი;

3. **ადენოვირუსები** (Ad): ადამიანის 37 ვირუსი;

4. **ჰერპესვირუსები**: ადამიანის მარტივი ჰერპესის I და II ტიპის ვირუსები; ადამიანის ციტომეგალოვირუსი (HCMV), ერშტეინ-ბარის ვირუსი (EBV);

5. **B ჰეპატიტის მსგავსი ვირუსები**: ადამიანის B ჰეპატიტის ვირუსები (HBV).

რნმ-შემცველი ვირუსები – მათ რიბოვირუსებს ეძახიან. ამ ვირუსებისათვის დამახასიათებელია ის, რომ მათი გენეტიკური ინფორმაცია მოთავსებულია რნმ-ში. იგი შეიძლება იყოს ერთ ან ორჯაჭვიანი. ისინი შეიძლება დასახლდნენ როგორც პროკარიოტულ, ისე ეუკარიოტულ უჯრედზე. ერთჯაჭვიანი რნმ-ის შემცველი ვირუსები ორი ტიპისაა: „პლუს" ჯაჭვისა და „მინუს" ჯაჭვის შემცველი. ცხოველებში გვხვდება ორივე ტიპის, ხოლო მცენარეებში „პლუს" ტიპის ვირუსები. „პლუს" ერთჯაჭვიანი რნმ-ის შემცველი ვირუსებიდან აღსანიშნავია **რეტროვირუსები**, რომლებიც აინფიცირებენ მხოლოდ ცხოველურ უჯრედს. რნმ-ის შემცველ ვირუსებს ეკუთვნის აგრეთვე გრიპის ვირუსი ლეიკოზის, შიდსის, თამბაქოს მოზაიკური ვირუსი და სხვ.

პირველად რეტროვირუსები 1908წ. აღწერა ვ. ელერმანმა და ო. ბანგმა. ლეიკოზით დაავადებულ ქათმებში. 1911წ. პ. რაუსმა წიწილებში აღმოაჩინა სარკომის გამომწვევი ვირუსი. ადამიანებში პირველი რეტროვირუსი გამოყოფილი იქნა 1978წ. რ. ჰალოს და მისი თანამშრომლების მიერ. იგი ადამიანებში იწვევს ლეიკოზს, ისინი იწვევენ T ლიმფოციტების არაკონტროლირებად გამრავლებას. 1982წ. რ. ჰალოს მიერვე იქნა აღმოჩენილი ადამიანის მეორე რეტროვირუსი, რომელიც ასევე ლეიკოზს იწვევს.

1983–1984 წლებში აღმოჩენილი იქნა ამ ვირუსების მონათესავე ვირუსი, რომელიც ადამიანში იწვევს შეძენილი იმუნური დეფიციტის სინდრომსს – შიდსს – AIDS. იგი ლეიკოზის ვირუსისაგან განსხვავებით იწვევს T-ლიმფოციტების დაღუპვას, რის შედეგადაც ითრგუნება ორგანიზმის იმუნური სისტემა. რეტროვირუსები სამ ქვეოჯახად იყოფა: ონკოვირუსები (oncos-სიმსივნე) ლენტივირუსები (Lente-შენელება, ნელი) და სპუმავირუსები (Spuma-ქაფი).

ვირუსების წარმოშობის შესახებ არსებობს რამდენიმე ჰიპოთეზა: 1. ზოგ მათგანს მიაჩნია, რომ ისინი სიცოცხლის საწყის

ეტაპზე წარმოშობილი პრიმიტიული ორგანიზმებია; 2) ზოგის აზრით, ისინი მაღალი ორგანიზაციის ორგანიზმები იყვნენ, მაგრამ პარაზიტული ცხოვრების გამო გამარტივდნენ; ე.ი. განიცადეს დეგენერაცია; 3) ზოგის აზრით ვირუსები გენების ჯგუფი ან უჯრედული სტრუქტურის ფრაგმენტებია, რომლებმაც დამოუკიდებლობა მოიპოვეს.

სიცოცხლის არაუჯრედულ ფორმებს ეკუთვნის ვირუსების გარდა **ფაგები**. ისინი ბაქტერიის პარაზიტებია, ამიტომ მათ **ბაქტერიოფაგებს** უწოდებენ. ფაგების უმრავლესობას თავკომბალას ფორმა აქვს და შედგება თავისა და კუდისაგან. ფაგები იჭრებიან ბაქტერიის უჯრედში და იწვევენ მის დაშლას – „ლიზისს". ზოგი ფაგი არ იწვევს ბაქტერიის დაღუპვას და ამიტომ მათ **ზომიერ ფაგებს** უწოდებენ. 1952 წ. ალფრედ ჰერშიმ და მარტა ჩეიზმიმ უჩვენეს, რომ ფაგების გენეტიკურ მასალას წარმოადგენს წრიული დნმ, რომელიც თავშია მოთავსებული, გარედან სხეული დაფარულია ცილოვანი გარსით (სურ. 5,6) მათ შეუძლიათ თავისი დნმ დაუკავშირონ ბაქტერიის დნმ-ს და გარდაქმნან იგი პროფაგად. ასეთ მდგომარეობაში ფაგები არ მრავლდებიან.

ბაქტერიოფაგები რადგანაც შლიან ბაქტერიულ უჯრედებს, მათი გამოყენება შეიძლება ისეთი ბაქტერიული დაავადებების სამკურნალოდ, როგორიცაა დიზენტერია, მუცლის ტიფი, ქოლერა და სხვ. ბაქტერიოფაგები ანტიბიოტიკების ალტერნატივაა.

სასარგებლო ბაქტერიოფაგების გასამრავლებლად არსებობს სპეციალური ინდუსტრია, სადაც ხდება მათი ხელოვნური გამრავლება სამკურნალო მიზნებისათვის. ასეთი ბაქტერიოფაგი თბილისშიც არსებობს. საქართველოში პირველად ბაქტერიოფაგი დააარსა დიურერმა და ელიავამ. უახლოეს მომავალში თბილისის ბაქტერიოფაგის ქარხანა ფაგოთერაპიის ერთ-ერთი ცენტრი გახდება.

ეუკარიოტული უჯრედის ზოგადი დახასიათება

ეუკარიოტული უჯრედები მემბრანით შემოსაზღვრული ნამდვილბირთვიანი ორგანიზმებია. ისინი მონაწილეობენ მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმების წარმოქმნაში. ეუკარიოტული უჯრედები ძლიერ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, მაგრამ აქვთ საერთო ნიშნებიც: კერძოდ, უჯრედის მემბრანის არსებობა,

რომელიც გამოყოფს მას გარემოსაგან; უჯრედის ბირთვი, რომელშიც ლოკალიზებულია მემკვიდრული ინფორმაცია და ციტოპლაზმა, რომელიც შედგება მინერალური და ორგანული ნივთიერებებისაგან, ორგანოიდებისა და ჩანართებისაგან. ეუკარიოტული უჯრედები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფორმით და ზომით. ეუკარიოტული უჯრედები ზომით პატარები არიან. მათი ზომა საშუალოდ 10-დან 100მკმ-ია. ყველაზე მცირე ცხოველური უჯრედის დიამეტრი 4მკმ-ია (1მკმ=10^{-6}მ). ადამიანის უჯრედის უმრავლესობის დიამეტრი 200-15000მკმ-ია, თუმცა არის უჯრედები, რომლის დანახვა შეუიარაღებელი თვალითაც შეიძლება. ზოგჯერ ზომა განისაზღვრება შესასრულებელი ფუნქციით. მაგ. კვერცხუჯრედში მოთავსებულია სამარაგო საკვები ნივთიერებანი, რომელიც ჩანასახისათვის არის საჭირო, ამიტომ იგი საკმაოდ დიდი ზომისაა (განსაკუთრებით ფრინველებში, ქვეწარმავლებში, ზოგიერთ ამფიბიასა და თევზში). ზოგიერთი ნერვული უჯრედი თავისი მორჩებით რამოდენიმე სმ-ს აღწევს, ისინი იღებენ და ატარებენ აგზნებას. უჯრედის ზომა დამოკიდებული არ არის ორგანიზმის ზომაზე. მაგ. თაგვისა და ცხენის ღვიძლის უჯრედები თითქმის ერთნაირი სიდიდისაა. ცხოველთა და მცენარეთა ორგანოებისა და მთლიანად ორგანიზმის სიდიდე და ზომები დამოკიდებულია უჯრედების რიცხვზე.

ორგანიზმის შემადგენელი უჯრედების რიცხვი სხვადასხვა ორგანიზმსა და ცალკეულ ორგანოებში განსხვავებულია. მაგ. უმარტივესების ორგანიზმი ერთი უჯრედისაგან შედგება. მრავალ ჭიაში მათი რიცხვი შედარებით მეტია, მაგრამ არის მრავალუჯრედიანი ორგანიზმები, რომელთა სხეული მილიარდობით უჯრედისაგან შედგება.

ეუკარიოტული უჯრედები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფორმითაც. უჯრედის ფორმა ძირითადად დამოკიდებულია შესასრულებელ ფუნქციებზე, მაგრამ არსებობს ისეთი უჯრედები, რომელთაც მუდმივი ფორმა არ გააჩნიათ, მაგ. ამება, ლეიკოციტები (თუმცა ეს ფორმა შესასრულებელ ფუნქციას შეესაბამება). ფორმის მიხედვით უჯრედები შეიძლება იყოს სფერული - მაგ. კვერცხუჯრედი; დისკოიდური - ერითროციტები; კუბური, ცილინდრული, კონუსური ან მრავალწახნაგა (სხვადასხვა ეპითელური ქსოვილის უჯრედები); ვარსკვლავისებური - საკუთრივ შემაერთებელი ქსოვილის უჯრედები; მორჩებიანი - ნერვული უჯრედები; ბრტყელი - კანის ეპითელის უჯრედები და სხვ.

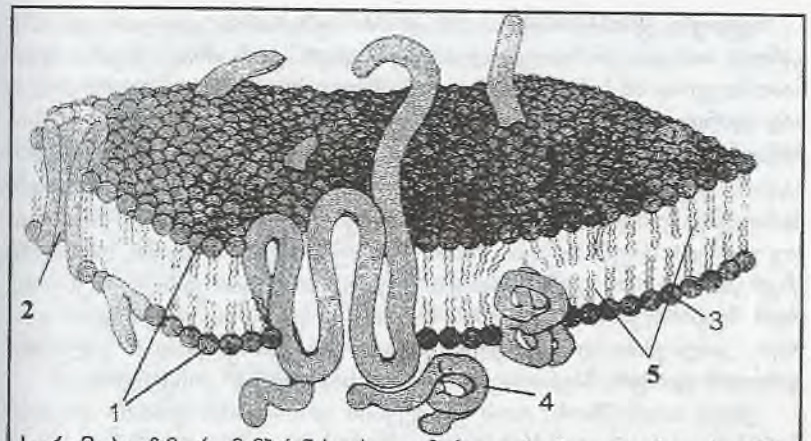


სურ. 7. ეუკარიოტული უჯრედის აღნაგობა. ა,გ - ცხოველური უჯრედი; გ. - მცენარეული უჯრედი

უჯრედის მემბრანა

ყოველი ცოცხალი უჯრედი წარმოადგენს სიცოცხლის დამოუკიდებელ ერთეულს და გარედან იგი დაფარულია პლაზმური მემბრანით (პლაზმოლემა) ანუ უბრალოდ მემბრანით (ლათ. membrana - აპკი, კანი). მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმების უჯრედის მემბრანა ერთმანეთის მსგავსია, მაგრამ იმდენად თხელია, რომ ჩვეულებრივ სინათლის მიკროსკოპში არ ჩანს, ამიტომ მას შეისწავლიან ელექტრონული მიკროსკოპით. ის წარმოადგენს უთხელეს - 7-10ნმ-ის (1ნმ=10^{-9}მ). სისქის მტკიცე ფირფიტას, რომელიც შედგება ცილების და ლიპიდების მოლეკულებისაგან. გარე მემბრანის ზოგიერთ ცილასთან დაკავშირებულია ნახშირწყალი გლიკოკალიქსი, ასეთ მემბრანულ ცილებს გლიკოპროტეინებს უწოდებენ.

1972წ. სინგერმა და ნიკოლსონმა შეისწავლეს უჯრედის მემბრანა და წამოაყენეს მემბრანის აღნაგობის თხევად-მოზაიკური მოდელი, რომლის თანახმად ბილიპიდურ შრეში მცურავი ცილის მოლეკულები ქმნიან თავისებურ მოზაიკას. ამ მოდელის თანახმად ცილის მოლეკულები ცურავენ ლიპიდურ „ზღვაში“, როგორც „კუნძულები“. ლიპიდური შრის ბილიპიდურობა (დამტკიცებული იქნა ე. გორტერისა და ფ. გრენდელის მიერ 1925წ. ერითროციტების მემბრანის შესწავლით) გამოწვეულია იმით, რომ იგი შედება ფოსფოლიპიდებისაგან, რომელიც შედგება თავებისა და კუდებისაგან, ისინი ორი შრის შთაბეჭდილებას ქმნიან (სურ. 8) თავები ჰიდროფილურია (წყალში სსნადი), კუდები ჰიდროფობული (წყალში უხსნადი). ლიპიდური შრე მოძრავია. ცილის მოლეკულები, რომლებიც ბილიპიდურ შრეშია 3 სახისაა: 1) პერიფერიული, რომელიც მემბრანის ზედაპირზეა; 2) ინტეგრალური, რომელიც ჩაფლულია მემბრანაში 3) ტრანსმემბრანული, რომელიც მემბრანას განსჭოლავს მთლიანად. მემბრანის ფუნქციები ძირითადად ცილებითაა განპირობებული. ზოგიერთი ცილა სტრუქტურულ ფუნქციას ასრულებს, ზოგიერთი ე.წ. „გადამტანების“ როლს. მემბრანაში არის ფერმენტული ცილები, რომლებიც მონაწილეობენ ფოტოსინთეზსა და სუნთქვაში. მემბრანაში არის გლიკოპროტეინები, რომლებიც „ანტენებს“ მოგვაგონებენ. მათი ფუნქციაა გარე სიგნალების გამოცნობა. მემბრანას ახასიათებს დენადობა, ძვრადობა, ასიმეტრიულობა.



სურ. 8. პლაზმური მემბრანის თხევად-მოზაიკური მოდელი. 1. ლიპიდების ბიშრე; 2. ტრანსმემბრანული ცილები; 3. ლიპიდების პოლარული თავები; 4. პერიფერული ცილა; 5. კუდები.

ცხოველური უჯრედის მემბრანა გარედან დაფარულია გლიკოკალიქსით, (პოლისაქარიდი), ხოლო მცენარეული უჯრედის მემბრანა - ცელულოზით; პლაზმური მემბრანისთვის დამახასიათებელია შემდეგი ფუნქციები:

1) **ბარიერული** - იგი უჯრედის შიგთავსს გამოჰყოფს გარემოდან;

2) **ტრანსპორტული** - მემბრანას აქვს შერჩევითი განვლადობის უნარი; ზოგიერთი ნივთიერებანი ადვილად გადადის მემბრანაში, სხვები უფრო ძნელად, ზოგიერთი საერთოდ ვერ გადის მასში. ტრანსპორტი მემბრანაში ხორციელდება: დიფუზიით, გაიოლებული დიფუზიით, ოსმოსით, აქტიური ტრანსპორტით, ენდოციტოზითა და ეგზოციტოზით.

დიფუზის დროს მოლეკულები ბროუნის მოძრაობით მაღალი კონცენტრაციიდან მემბრანის გავლით გადადიან დაბალი კონცენტრაციისაკენ.

გაიოლებული დიფუზიისას - მოლეკულები მაღალი კონცენტრაციიდან გადაადგილდებიან დაბალისაკენ მემბრანაში არსებული ცილაგადამტანების საშუალებით. ეს მოძრაობა ერთმიმართულებიანია.

ოსმოსი - მემბრანაში წყლის გადაადგილების პროცესია (განზავებულიდან კონცენტრულში).

აქტიური ტრანსპორტი – ამ დროს მემბრანის გავლით გადაიტანება იონები (ან მოლეკულები) კონცენტრაციის გრადიენტის საწინააღმდეგოდ. ამ სისტემიდან აღსანიშნავია Na-K-ის ტუმბო, რომელსაც უჯრედიდან გამოაქვს Na და უჯრედში შეაქვს K. ეს პროცესი მიმდინარეობს ფერმენტის მონაწილეობით. ამ დროს გამოიყენება ატფ-ის ენერგია (ენერგიით მდიდარი ნივთიერება). უჯრედში რომ მართლაც ფუნქციონირებს Na-K-ის ტუმბო, ამაში დავრწმუნდებით თუ უჯრედს მოვწამლავთ, მაშინ შეწყდება ატფ-ს სინთეზი, რომლის ენერგია საჭიროა ტუმბოსათვის. ასეთი უჯრედები კარგავენ უნარს, რომ შეინარჩუნონ ნატრიუმის მაღალი კოცენტრაცია უჯრედის გარეთ, კალიუმის კი უჯრედის შიგნით. ამ უჯრედებიდან კალიუმი გამოდის გარეთ, შიგნით კი იბრდება ნატრიუმის კონცენტრაცია.

უნდა აღინიშნოს, რომ გასუქების ერთ-ერთი ფორმა დაკავშირებულია უჯრედების მემბრანებში არსებული ნატრიუმის ტუმბოს შესუსტებასთან. რადგანაც ამ დროს აქტიური ტრანსპორტის სისტემა ნაკლებ ენერგიას ხარჯავს, ამიტომ საკვებიც ნაკლები იხარჯება და ეს ნამატი ცხიმად გადაიქცევა.

ენდოციტოზი – ნივთიერებები გარედან ტრანსპორტირდება უჯრედის შიგნით. ამ დროს პლაზმური მემბრანა წარმოქმნის ჩაღრმავებებს ან გამონაზარდებს, რომლებიც შემდგომ წყლებიან, გარდაიქმნებიან ბუშტუკებად ან ვაკუოლებად და გადაადგილდებიან ციტოპლაზმაში.

არსებობს ენდოციტოზის ორი სახე: ფაგოციტოზი და პინოციტოზი.

ფაგოციტოზი – არის მყარი ნაწილაკების შთანთქმა, ფაგოციტოზის უნარი აქვს ლეიკოციტებს. ამ დროს უჯრედებში მოხვედრილი ბაქტერიები, ვირუსები და სხვა იშლება ვაკუოლებში.

პინოციტოზი – ამ მექანიზმით უჯრედში ხვდება თხევადი ნივთიერებები, ცილები და სხვა მაკრომოლეკულები. იგი დამახასიათებელია ღვიძლის, თირკმლის, ლეიკოციტებისა და სხვ ზოგიერთი უჯრედისათვის.

ეგზოციტოზი – ენდოციტოზის საწინააღმდეგო მოვლენაა. ამ დროს უჯრედიდან გამოდის სხვა ნივთიერებანი. მაგ.: საჭმლის მომნელებელი ვაკუოლიდან იღევნება დარჩენილი მოუნელებელი მკვრივი ნაწილაკები, ჯირკვლოვანი უჯრედებიდან კი იღევნება მათი სეკრეტები.

3) მემბრანას ახასიათებს **კონტაქტური** ფუნქცია, რომელიც

უზრუნველყოფს უჯრედებს შორის კონტაქტს. მცენარეული უჯრედები ერთმანეთს პლაზმოდესმებით, ხოლო ცხოველური უჯრედები კი დესმოსომებით უკავშირდება.

4) უჯრედის მემბრანებს გააჩნიათ გამონაზარდები, რომლებიც ბრდიან უჯრედის ბედაპირს. მაგ. ნაწლავის ეპითელს აქვს ხაოები, რომლებიც ბრდიან შემწოვ ზედაპირს.

5) მემბრანის საშუალებით სორციელდება ნივთიერებათა ცვლა უჯრედსა და გარემოს შორის.

6) მემბრანა უჯრედს ჰყოფს კომპარტმენტებად.

7) მემბრანაზე მიმდინარეობს მთელი რიგი ბიოქიმიური რეაქციები (ფოტოსინთეზი, ჟანგვითი ფოსფოლირება).

8) პლაზმური მემბრანის რეცეპტორული უბნებით უჯრედები შეიცნობენ ერთმანეთს.

9) მემბრანა უჯრედს ანიჭებს სიმტკიცესა და ელასტიურობას.

10) მემბრანა მონაწილეობს უჯრედის შინაგანი გარემოს მუდმივობის შენარჩუნებაში.

ციტოპლაზმა – ეუკარიოტული უჯრედის მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია. ციტოპლაზმა უჯრედის ძირითად მასას წარმოადგენს. იგი სინათლის მიკროსკოპში გამჭვირვალე, ბლანტი, უფერო, ჰომოგენური სისტემაა. ციტოპლაზმა მოთავსებულია პლაზმური მემბრანის ქვეშ და ავსებს უჯრედის შიგთავსს. ციტოპლაზმა მოწესრიგებული მრავალფაზიანი კოლოიდური სისტემაა. იგი ტიქსოტროპული გელია, რაიმე გემოქმედების შედეგად გადადის ზოლში, იქიდან კი პირიქით, რაც დამოკიდებულია უჯრედის წვენის მჟავიანობისა და იონების კონცენტრაციის ცვლილებაზე.

ციტოპლაზმაში არჩევენ **ჰიალოპლაზმას – ციტოზოლს და მატრიქსს.** ჰიალოპლაზმა რთული, უფერული კოლოიდური სისტემაა. ჰიალოპლაზმასთან არის დაკავშირებული ციტოპლაზმის კოლოიდური თვისებები, მისი სიბლანტე, ელასტიურობა, კუმშვადობა, შინაგანი მოძრაობა.

ჰიალოპლაზმის ძირითადი ნაწილი – 80% წყალია; 10% – ცილა, დანარჩენი ლიპიდები, ნახშირწყლები, ნუკლეინის მჟავები, მინერალური მარილები. ჰიალოპლაზმაში მიმდინარეობს მნიშვნელოვანი მეტაბოლური პროცესები; ასევე ცილის და ცხიმოვანი მჟავების სინთეზი, ორგანულ ნივთიერებათა დაშლა, არაორგანული ნივთიერების, იონების და ატფ-ის ტრანსპორტირება.

ჰიალოპლაზმა უშუალო კონტაქტშია ორგანოიდების მემბრანებთან.

ციტოპლაზმაში არის ერთმემბრანიანი, ორმემბრანიანი, უმემბრანო ორგანოიდები და ჩანართები.

ციტოპლაზმის ერთმემბრანიანი ორგანოიდებია: ენდოპლაზმური ბადე, გოლჯის აპარატი, ლიზოსომები, პეროქსისომები. (სურ. 7 ა, ბ, გ).

ენდოპლაზმური ბადე – (ენდოპლაზმური რეტიკულუმი). ყველა ეუკარიოტული უჯრედის მნიშვნელოვანი ორგანოიდია. იგი მემბრანით შემოსაზღვრული არხებისა და ცისტერნების სისტემაა, რომელიც 1945წ. აღმოაჩინა კ. პორტერმა. ენდოპლაზმური ბადის არხების სიგრძე 8 ნმ, დიამეტრი – 20-25ნმ. არხები ამოვსებულია უსტრუქტურო ნივთიერებით. ენდოპლაზმური ბადე არ გვხვდება ერითროციტებში, ემბრიონის არადიფერენცირებულ უჯრედებში და სპერმატოზოიდებში. ენდოპლაზმური ბადე ორი სახისაა: **ხორკლიანი** – გრანულარული, რომელზეც მოთავსებულია რიბოსომები და მათზე ხდება ცილების სინთეზი. იგი კარგადაა განვითარებული სანერწყვე ჯირკვლების, ასევე კუჭქვეშა ჯირკვლების უჯრედებში. გრანულარული ენდოპლაზმური ბადე კავშირშია ბირთვთან, რადგანაც იქედან ხდება რიბოსომების გადმოსვლა ენდოპლაზმურ ბადეზე, რაც განაპირობებს მის ხორკლიანობას და მასზე ცილის სინთეზს.

მეორე სახის ენდოპლაზმური ბადე **გლუვია**, რადგანაც მისი არხები მოკლებულია რიბოსომებს. მისი ფუნქციაა ლიპიდების სინთეზი (მაგ. ქოლესტერინის) (გარდა ცხიმოვანი მჟავებისა); და ლიპიდური წვეთების დაგროვება. 2) მონაწილეობს ნახშირწყლების (კერძოდ, გლიკოგენის) ცვლაში; 3) ახდენს შხამიანი ნივთიერებების გაუვნებელყოფას, და სტეროიდული ჰორმონების სინთეზს. 4) კუნთოვან უჯრედებში წარმოქმნის სარკოპლაზმატურ რეტიკულუმს. 5) მონაწილეობს პლაზმური მემბრანის წარმოქმნასა და რეგენერაციაში. გლუვი ენდოპლაზმური ბადე ბირთვისაგან მოშორებით მდებარეობს (სურ. 7ა, ბ; სურ. 9).

გოლჯის აპარატი – ეს ორგანოიდი მისი აღმომჩენის სახელს ატარებს (1898წ.) მას შეიცავს ყველა სახის მცენარეული და ცხოველური უჯრედი. იგი მოთავსებულია გრანულარულ ენდოპლაზმურ ბადესა და პლაზმურ მემბრანას შორის. ცხოველურ უჯრედში ეს ორგანოიდი წარმოდგენილია დიქტიოსომების (ბერძნ. diktyen – ბადე, some – სხეული) სახით. დიქტიოსომა ბრტყელი



სურ. 9. ხორკლიანი (გრანულარული) ენდოპლაზმური ბადე

ცისტერნების გროვაა (დიამეტრი 1მკმ, სიგრძე 20-25ნმ (1ნმ=10⁻⁹მ); თითოეულ დიქტიოსომაში 5-7 ცისტერნაა, რომელთა ბოლოებზე განლაგებულია სხვადასხვა ზომის ბუშტუკები (გოლჯის ბუშტუკები), რომელიც გარედან მემბრანითაა დაფარული. გოლჯის კომპლექტი ენდოპლაზმური ბადიდან წარმოიქმნება. გოლჯის კომპლექსის ფუნქციებია: 1) ნივთიერებათა ტრანსპორტირება საჭიროების ადგილზე; 2) ცილების გარდაქმნა (მოდიფიკაცია) 3) გლიკოკალიქსის განახლება; 3) მონაწილეობს სარძევე ჯირკვლებში რძის ცილების, ღვიძლში – ნაღვლის, თვალში – რქოვანას, ასევე კოლაგენური ქსოვილის, კბილის მინანქრის, ასევე სანერწყვე ჯირკვლებში ამილაზას წარმოქმნაში. 4) მონაწილეობს პროინსულინის – ინსულინად გარდაქმნაში (კუჭქვეშა ჯირკვლის უჯრედებში); 5) ხდება ლიზოსომების წარმოშობა. ზოგიერთ უჯრედებში გოლჯის აპარატს უჯრედის თითქმის ნახევარი უჭირავს, იგი ასინთეზირებს ნაწლავის ლორწოს (სურ. 10).

5) **ლიზოსომები** – აღმოჩენილი იქნა 1955 წ. დე დიუვიეს მიერ. იგი ოვალური 0,5 -2 მკმ სიდიდის სხეულაკია; შემოსაზღვრულია



სურ. 10. გოლჯის აპარატის აგებულების სქემა

პლაზმური მემბრანით. ლიზოსომები ჰიდროლიზური ფერმენტების შემცველი ორგანოიდია. მის შემადგენლობაში 40-მდე ფერმენტი შედის. ისინი შლიან ცილებს, პოლისაქარიდებს, ლიპიდებს, ნუკლეინის მჟავებს. ნივთიერებათა დაშლას ფერმენტებით „ლიზისი" ეწოდება (lisis - ლათ. - დაშლა). ლიზოსომების ფუნქციაა საკვების უჯრედშიდა მონელება; მათში ხდება ასევე ფუნქციადაკარგული, დაბერებული უჯრედების და ორგანოიდების მონელება. არსებობს **პირველადი** და მეორადი ლიზოსომები. პირველადი ლიზოსომები წარმოიქმნება გოლჯის აპარატში, მასში შემავალი ფერმენტები არააქტიურია; **მეორადი** ლიზოსომები მიიღება პირველადი ლიზოსომების ენდომიტოზურ ბუშტუკებთან შეერთებით, რომლის დროსაც ფერმენტები გადადიან აქტიურ მდგომარეობაში. მათ საკვების მომნელებელ ვაკუოლებსაც უწოდებენ. ლიზოსომები მონაწილეობენ ფარისებური ჯირკვლის ჰორმონის თიროქსინის წარმოქმნაში. ლიზოსომების საშუალებით (ეგზოციტოზით) ხდება მოუნელებელი ნივთიერებების გამოყოფა. ლიზოსომებს ახასიათებს ავტოფაგიის (თვითშთანქმა) მოვლენა, როდესაც უჯრედი მისთვის არასაჭირო სტრუქტურებს ანადგურებს. ასევე ავტოლიზი - თვითდაშლა - თვისება, რომელიც ლიზოსომების ფერმენტების საშუალებით ხორციელდება. უჯრედის ან მისი ორგანოიდების თვითდაშლის პროცესი (თავკომბალას კუდისა და დაღუპული უჯრედების თვითდაშლა).

პეროქსისომებიც - ერთმემბრანიანი ორგანოიდებია, მათ მიკროსხეულებსაც უწოდებენ. ისინი შეიცავენ ფერმენტ კატალაზას, რომელიც უჯრედებისათვის ძლიერ მხამიან ნივთიერებას - წყალბადის ზეჟანგს შლის H_2O. და O_2. პეროქსისომებით მდიდარია ღვიძლის უჯრედები. მცენარეებში პეროქსისომები მონაწილეობენ ფოტოსუნთქვაში. მცენარეულ უჯრედიდან დიდი რაოდენობით გვხვდება ფოთლების უჯრედებში, სადაც ისინი მჭიდროდაა დაკავშირებული ქლოროპლასტებთან.

გლიოქსისომები - სპეციალიზებული პეროქსისომებია. ისინი შლიან ცხიმოვან მჟავას გარკვეულ დონემდე.

ორმემბრანიანი ორგანოიდები - მათ მიეკუთვნება მიტოქონდრიები და მცენარეული უჯრედების პლასტიდები. მათთვის დამახასიათებელია ორმაგი პლაზმური მემბრანის არსებობა.

მიტოქონდრიები (ბერძნ. mitos - ძაფი, chondrion - მარცვალი). იგი სახის კუნთის უჯრედებში შენიშნა კელიკერმა (1950წ.), 1898 წ. მისი ფუნქციები შეისწავლა მიხაილისმა. ისინი მომრგვალო ან ჩხირისებური ფორმის სტრუქტურებია (2-დან 7 მკმ-მდე სიგრძის). მათი სტრუქტურა და ფორმა ცვალებადია. შიმშილი, კვება, სამკურნალო ნივთიერებები გავლენას ახდენენ მის ფორმაზე, ზომასა და სტრუქტურაზე. მიტოქონდრიების რაოდენობა სხვადასხვა უჯრედში განსხვავებულია; მაგ. სპერმატოზოიდი რამდენიმე მსხვილი მიტოქონდრიისაგან შედგება; ქათმის კვერცხი რამოდენიმე ათასისაგან, ღვიძლის 1 უჯრედი 2500 მიტოქონდრიისაგან და ა.შ. მიტოქონდრიები დიდი რაოდენობით გვხვდება გულის კუნთში, ჩოჩნხის კუნთებში, თირკმლებში და სხვ.

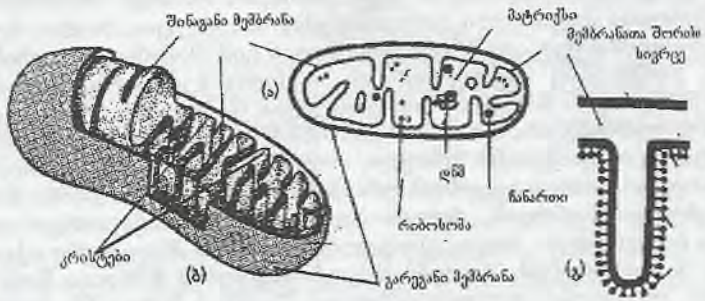
მიტოქონდრიები, როგორც აღვნიშნეთ, ორმაგი პლაზმური მემბრანითაა დაფარული. გარეთა მემბრანა გლუვია, ხოლო შიგნითა მემბრანა შეიცავს მრავალრიცხოვან გამონაზარდებს - **კრისტებს**, რომლებიც მიტოქონდრიის შიგნითა შედაპირს მრდიან. მიტოქონდრიები შიგნიდან ამოვსებულია მატრიქსით, რომელიც შეიცავს ფერმენტებს, რიბოსომებს, რნმ-ს მიტოქონდრიულ დნმ-ს (რომელიც ორჯაჭვიანი წრიული მოლეკულაა). მიტოქონდრიებს ახასიათებთ ცილის ავტონომიური სინთეზი. უჯრედში ისინი მოთავსებულია ბირთვის, ქლოროპლასტების ან სხვა ორგანოიდების მახლობლად, სადაც ცხოველმოქმედების პროცესები აქტიურად მიმდინარეობს. ცილები მიტოქონდრიების მშრალი წონის 65-70%, ლიპიდები (ფოსფოლიპიდები) 25-30%-ს შეადგენს. მიტოქონდრიების შემადგენლობაში შედის A, B_{12}, B_6, K, F ვიტამინები.

მიტოქონდრიების ფუნქციაა უჯრედის მომარაგება ენერგიით, ამიტომ მათ „ძალურ სადგურებსაც“ ეძახიან. აქ მიმდინარეობს ფერმენტების საშუალებით ორგანულ ნივთიერებათა დაჟანგვა, რომლის დროსაც დიდი რაოდენობით გამოიყოფა ენერგია, რომელიც გამოიყენება ატფ-ის სინთეზისათვის. ეს უკანასკნელი კი ენერგიის წყაროა უჯრედისათვის. ატფ-ის სინთეზი მიმდინარეობს მიტოქონდრიის კრისტებზე, რომელზედაც მოთავსებულია ამ სინთეზისათვის საჭირო ფერმენტები. კრისტების რიცხვი უჯრედის ფუნქციურ მდგომარეობაზეა დამოკიდებული. მიტოქონდრიების გამრავლება ხდება მათი გაყოფის გზით (სურ. 11). მიტოქონდრული დნმ დედისეული გენეტიკური ინფორმაციის მატარებელია, ამიტომ მიტოქონდრული დნმ-ის შესწავლით შესაძლებელია ინდივიდის წინაპრის დადგენა დედის ხაზით.

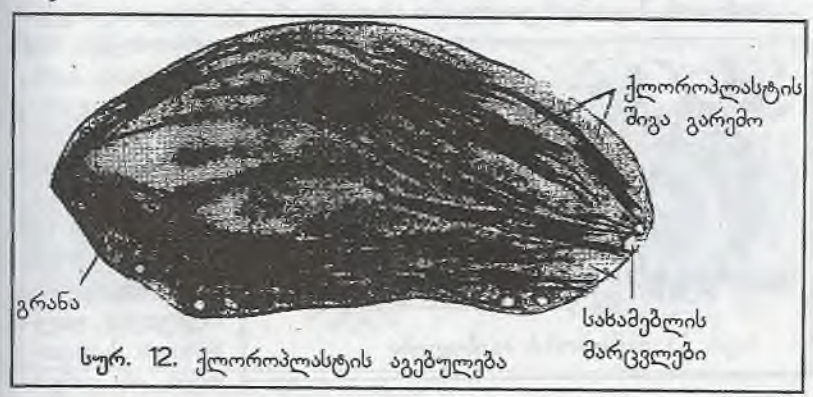
პლასტიდები – მცენარეული უჯრედისათვის დამახასიათებელი ორმემბრანიანი ორგანოიდებია. პლასტიდები არა აქვთ სოკოებს, ბაქტერიებს, ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებს. პლასტიდები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან შეფერილობით. განასხვავებენ უფერო პლასტიდებს – ლეიკოპლასტებს, მწვანეს – ქლოროპლასტებს; მოყვითალო, მოწითალოს – ქრომოპლასტებს. პლასტიდებს შეუძლიათ ერთმანეთში გადასვლა. მაგ. ქლოროპლასტების ქრომოპლასტებში, ნაყოფების დამწიფებისას, შემოდგომაზე ფოთლების ფერის შეცვლისას ასევე ლეიკოპლასტების – ქლოროპლასტებში. მაგ. კარტოფილის გორგლის გამწვანებისას.

პლასტიდებს შორის მნიშვნელოვანია მწვანე პლასტიდები – ქლოროპლასტები, რომელიც მწვანე მცენარეებისთვის დამახასიათებელი ორგანოიდებია. მათი სიგრძე 5-10მკმ, ხოლო დიამეტრი 2-4 მკმ-ია. ფორმით მომრგვალო, ან ორმხრივ ამოზნექილი ლინზის მსგავსია და შედგება ორმაგი მემბრანისაგან. გარეთა მემბრანა გლუვია, შიგნითა ნაკეცოვანი, რომლებიც წარმოქმნიან გაბრტყელებულ პარკებს – ტილაკოიდებს. ერთმანეთის პარალელურად განლაგებული **ტილაკოიდებისაგან** წარმოიქმნება **გრანები.** ტილაკოიდების მემბრანაში ჩაშენებულია ქლოროფილისა და კაროტინოიდების პიგმენტები. ქლოროპლასტებში მიმდინარეობს ფოტოსინთეზი. ქლოროპლასტების მშრალი წონის 40-55% ცილებია; 15-30% ლიპიდები, ნახშირწყლები – 10%. ქლოროპლასტები შეიცავენ რიბოსომებს, რნმ-ს, დნმ-ს (რგოლური მოლეკულა), ასევე შეიცავენ E, K, D და B ჯგუფის ვიტამინებს, Mg^{2+}, K^{+}, Ca^{2+}-ის იონებს, ასევე Na და Fe-ის მარილებს. ქლოროპლასტების გამრავლება ხდება გაყოფით. მიტოქონდრიები და პლასტიდები უჯრედის ნახევრადავტონომიური სტრუქტურებია, რადგანაც მათ გააჩნიათ საკუთარი გენეტიკური აპარატი რგოლური დნმ-ის სახით (სურ. 12).

უმემბრანო ორგანოიდები. რიბოსომები – არამემბრანული, უჯრედის ნუკლეოპროტეიდული კომპონენტებია. ისინი მცირე ზომის (დიამეტრი 20 ნმ) ორგანოიდებია, რომელთა ფორმა მომრგვალოა. მათი რიცხვი უჯრედში დიდია, პროკარიოტულ უჯრედში 10 ათასამდე, ეუკარიოტულში რამდენჯერმე მეტი. ეუკარიოტული უჯრედის რიბოსომის სედიმენტაციის კოეფიციენტი 80S-ია; პროკარიოტულისა კი მცირე – 70S. რიბოსომა 2 სუბერთეულისაგან შედგება: დიდი (60S) და მცირე (40S). რიბოსომის შემადგენლობაში შედის ცილა და რნმ. მისი ფუნქციაა ცილის სინთეზი. ენდოპლაზმურ ბადეზე მოთავსებული რიბოსომები ქმნიან პოლისომას (პოლირიბოსომას), რომელზედაც მიმდინარეობს ცილის აწყობის პროცესი. რიბოსომის სუბერთეულები წარმოიქმნება



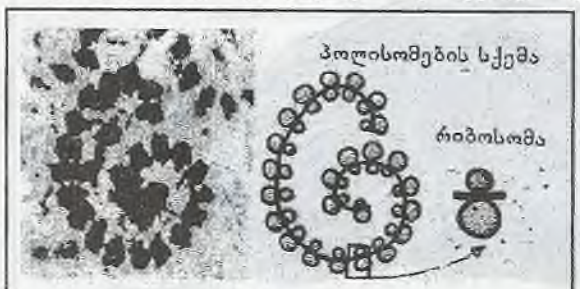
სურ. 11. მიტოქონდრიის აგებულება.



სურ. 12. ქლოროპლასტის აგებულება

ბირთვში (ბირთვაკებში). რიბოსომების სუბერთეულების დაკავშირებისათვის საჭიროა Mg^{2+} იონები და ი-რნმ. ბირთვაკებში არსებული დნმ განაპირობებს რიბოსომული რნმ-ს წინამორბედის სინთეზს, რომლებიც იფარებიან ციტოპლაზმიდან შემოსული რიბოსომული ცილებით და მონაწილეობენ რიბოსომული სუბერთეულების ფორმირებაში. ამის შემდეგ ეს სუბერთეულები ბირთვიდან გამოდიან ციტოპლაზმაში და ი-რნმ-ს მიერ რიბოსომებად იკერებიან. ამ პროცესში Mg^{2+}-ის იონებიც მონაწილეობს. ეს კავშირი მყარია და წყდება ცილის მოლეკულის აწყობის შემდეგ. რიბოსომები ეუკარიოტულ უჯრედში მოთავსებულია გრანულარულ ენდოპლაზმურ ბადეზე, მიტოქონდრიებსა და ქლოროპლასტებში. ციტოპლაზმაში თავისუფლად არსებული რიბოსომები მონაწილეობენ საკუთრივ უჯრედის ცილების სინთეზში. (მაგ. ერითროციტების ჰემოგლობინის სინთეზი) (სურ. 13).

უჯრედის ცენტრი (ცენტროსომა). ბირთვთან ახლოს მდებარე ორგანოიდია. იგი თითქმის ყველა ცხოველური უჯრედისა და ზოგიერთი უმდაბლესი მცენარეული უჯრედის შემადგენელი ორგანოიდია. უჯრედის ცენტრი შედგება 2 ცილინდრული ფორმის ერთმანეთის მიმართ მართი კუთხით განლაგებული ცენტრიოლისაგან: ცენტრიოლები 27 მიკრომილაკისაგან შედგება, რომელიც 9 ტრიპლეტადაა დაჯგუფებული (ცენტრიოლების მიკრომილაკების წარმოქმნაში მონაწილეობს ცილა ტუბულინი). ცენტრიოლებს უჯრედის გაყოფის წინ ახასიათებთ გაორმაგების უნარი; შემდეგ ისინი მიემართებიან უჯრედის მოპირდაპირე პოლუსებისაკენ, ქმნიან გაყოფის თითისტარას და მონაწილეობენ უჯრედის მიტოზურ გაყოფაში. ცხოველური უჯრედებიდან ცენტრიოლები არ გვხვდება ნერვულ უჯრედებში, ამიტომ ისინი მოკლებულია მიტოზური გამრავლების უნარს. (ამ ორგანოიდის აღმოჩენა დაკავშირებულია ფლემინგის სახელთან). ეს ორგანოიდი გვხვდება ასევე უმდაბლეს მცენარეთა გაყოფის უნარის მქონე უჯრედებში (სურ. 14).



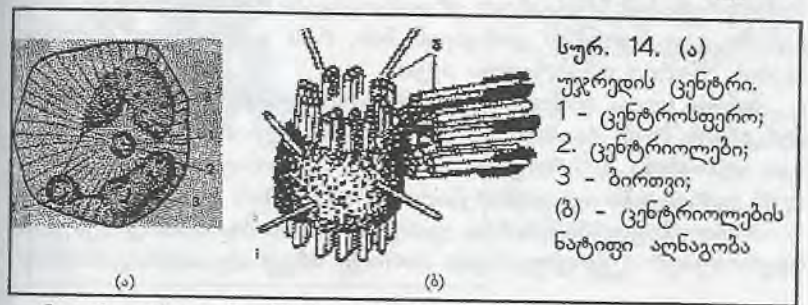
სურ. 13. რიბოსომის აგებულება

ვაკუოლები. წყლის შემცველი დიდი ზომის ბუშტუკია. ისინი ცხოველურ უჯრედში უფრო მცირე ზომისაა, ვიდრე მცენარეულში. მასში მოთავსებულია უჯრედის წვენი. იგი განაპირობებს უჯრედის ტურგორს, მცენარის ნაწილების შეღებვას და აქვს ლიზოსომის მსგავსი მოქმედება.

ჩანართები. ისინი უჯრედის არამუდმივი კომპონენტებია, რომლებიც წარმოიქმნებიან და ქრებიან ცხოველმოქმედების სხვადასხვა ეტაპზე. ჩანართებში შეიძლება იყოს სამარაგო საკვები ნივთიერებები ცილების, ლიპიდების, ნახშირწყლების მოლეკულები, მარცვლების ან წვეთების სახით, რომელსაც ორგანიზმი იყენებს ფუნქციონირების პროცესში. ჩანართები შეიძლება წარმოადგენდეს სპეციალურ უჯრედებში ლოკალიზებულ პიგმენტებსაც (მაგ. ჰემოგლობინი, კაროტინი, მელანინი და სხვ.).

ციტოჩონჩხი (ციტოსკელეტი) უწვრილესი ცილოვანი ძაფისებური სტრუქტურებია, რომლებიც ეუკარიოტებში უჯრედების საყრდენ-მამოძრავებელ სისტემას ქმნიან (ინგლ. sceleten - ჩოჩნხი, კარკასი). ციტოჩონჩხი ხელს უწყობს უჯრედის ფორმის შენარჩუნებას, თრგუნავს მასში ნაწილაკების (ბროუნის მოძრაობა) გადაადგილებას, მაგრამ უზრუნველყოფს უჯრედისა და მისი ორგანოიდების გარკვეულ გადაადგილებას. ციტოჩონჩხი შედგება 3 კომპონენტისაგან: მიკრომილაკების, მიკროფილამენტების და შუალედური ანუ ჩართული ფილამენტებისაგან.

მიკროფილამენტები – უწვრილესი ცილოვანი ძაფებია, რომლებიც უშუალოდ დევს პლაზმური მემბრანის ქვეშ და ერთმანეთში იხლართება. იგი შედგება ცილა აქტინისა და მიოზინისაგან. აქტინი პოლიმერია, რომლის მონომერებს წარმოადგენს G

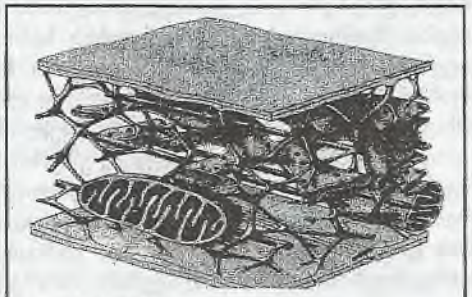


სურ. 14. (ა) უჯრედის ცენტრი. 1 - ცენტროსფერო; 2. ცენტრიოლები; 3 - ბირთვი; (ბ) - ცენტრიოლების ნატიფი აღნაგობა

და F აქტინი. მიოზინი შედგება 2 მძიმე და 2 მსუბუქი ჯაჭვისაგან, რომლის მოლეკულაში გაირჩევა „თავი“ და „კუდი“. მიოზინი წარმოქმნის ბოჭკოს (მაგ. კუნთებში მიოფიბრილები მიოზინისგან შედგება); მიოზინს უნარი აქვს დაუკავშირდეს აქტინს და წარმოქმნას აქტინომიოზინის კომპლექტი.

მიკრომილაკები - უჯრედს უნარჩუნებს ფორმას, მონაწილეობს უჯრედის გაყოფაში. მისი დიამეტრი 28 ნმ-ია, სიგრძე რამოდენიმე მკმ-დან რამოდენიმე სმ-დე.

შუალედური ფილამენტები - დიამეტრი 10ნმ. ფილამენტები დაკავშირებულია უჯრედის სხვადასხვა სტრუქტურებთან. ფილამენტებს, რომლებიც მოთავსებულია ნეირონებში ნეიროფილამენტები ეწოდება; ეპითელურ უჯრედებში მოთავსებულს კერატინული ფილამენტები, კუნთოვან უჯრედში მოთავსებულს - სკელეტინი (სურ. 15).



სურ. 15. ციტოჩონჩხი

ბირთვი და მისი ორგანოიდები

ბირთვი ეუკარიოტული უჯრედის მნიშვნელოვანი ორგანოიდია. ჩამოყალიბებული ბირთვი არ გააჩნია სიცოცხლის არაუჯრედულ ფორმებს და პროკარიოტებს. იგი არ გააჩნია აგრეთვე ძუძუმწოვრების ბრდასრულ ერითროციტებს (სისხლძარღვთა სისტემაში გადასვლისას კარგავენ მას, რის გამოც მათ გამრავლების უნარიც დაკარგული აქვთ).

ბირთვი (ლათ. nucleus; ბერძნ. (Karyon) აღმოჩენილი იქნა 1825 წ. პურკინიეს მიერ ქათმის კვერცხუჯრედში; მცენარეულ უჯრედებში იგი აღმოაჩინა ტ. ბროუნმა (1831-33წ.), პურკინიეს შემდეგ ცხოველურ უჯრედებში იგი აღმოჩენილი იქნა ტ. შვანის მიერ (1838-39 წწ.).

ბირთვის ფორმა ხშირად უჯრედის ფორმაზეა დამოკიდებული. სფეროსებურ კვერცხუჯრედს ბირთვი მრგვალი აქვს; განივზოლიანი კუნთოვანი ბოჭკოს უჯრედს - წაგრძელებული; ცილინდრულ უჯრედებს ოვალური; მაღალი ფიზიოლოგიური აქტივობის უჯრედებში ბირთვის ფორმა რთულია. უმეტესწილად შეიძლება ითქვას, რომ ბირთვი სფერული ფორმისაა.

ბირთვის რაოდენობა სხვადასხვა უჯრედისათვის სხვადასხვაა. არსებობს ერთბირთვიანი (უჯრედთა უმრავლესობა), ასევე მრავალბირთვიანი უჯრედები (მაგ. ჩოჩხის განივზოლიანი კუნთების ბოჭკოების უჯრედები).

ახალგაზრდა უჯრედებში ბირთვი მოთავსებულია ცენტრში, ხოლო ბრდასრულში ადგილს იცვლის. ბირთვის დიამეტრი 5-20მკმ-ია, თუმცა ვხედებით უფრო მცირე, ან უფრო დიდი ზომის ბირთვებსაც.

ბირთვი ორმაგი პლაზმური მემბრანით შემოსაზღვრული ორგანოიდია, რომელშიც მემკვიდრული ინფორმაციაა მოთავსებული. იგი მემკვიდრული ინფორმაციის ცენტრია. ბირთვისა და ციტოპლაზმის მოცულობათა თანაფარდობას **ბირთვულ-ციტოპლაზმური** თანაფარდობა ეწოდება. ბირთვში არჩევენ: ბირთვის გარსს, ბირთვის წვენს, ბირთვაკებსა და ქრომოსომებს (სურ. 7 ა, ბ, გ; სურ. 16).

ბირთვის ფუნქციებია მემკვიდრული ინფორმაციის შენახვა, ინფორმაციის გადაცემა ციტოპლაზმასა და შვილეულ უჯრედებში.

ბირთვის გარსი - კარიოლემა, შედგება ორი: შიგნითა და გარეთა მემბრანისაგან. თითოეულის სისქე 6-8 ნმ-ია, რომელთა შორის პერინუკლეალური (10-40ნმ სიგანის) სივრცეა მოთავსებული. კარიოლემა ენდოპლაზმურ ბადესთანაა დაკავშირებული და მის ნაწილს შეადგენს. იგი წარმოიქმნება ენდოპლაზმური ბადის ცისტერნებიდან. ბირთვს აქვს ფორები: 30-100 ნმ დიამეტრის. ბირთვის ფორების საშუალებით ციტოპლაზმასა და ბირთვს შორის მიმდინა-



(ა) (ბ) (გ)

სურ. 16. ბირთვის აგებულება:
(ა) ბირთვის გარსი ფორებით
(ბ) ბირთვის წვენი (გ)

რეობს ნივთიერებათა ცვლა. ბირთვის ფორმებით ციტოპლაზმაში (მატრიცული) ინფორმაციული რნმ და რიბოსომული სუბნაწილაკები გადადის, ხოლო ციტოპლაზმიდან ბირთვში ცილები, ნუკლეოტიდები, დნმ-ს აქტივობის მარეგულირებელი ნივთიერებები და სხვ. შედის. ფორების რაოდენობა უჯრედის ფუნქციურ მდგომარეობაზეა დამოკიდებული. ფორებს შეუძლია გაფართოება, შევიწროება და დახურვაც.

ბირთვის წვენი ანუ კარიოლიმფა (ნუკლეოპლაზმა) ნახევრად თხევადი მასაა, რომელიც შედგება ცილების, ნუკლეინის მჟავების, ნახშირწყლების და მინერალური მარილების კოლოიდური ხსნარისაგან. იგი ბირთვის შინაგანი გარემოა და მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მემკვიდრული მასალის ნორმალურ ფუნქციონირებაში.

ნუკლეოპლაზმაში მოთავსებულია ბირთვაკები და ქრომოსომები.

ბირთვაკები – ნუკლეოლუსი (Nucleolus) იგი მკვრივი, მომრგვალო 1 მკმ-მე ნაკლები დიამეტრის სხეულაკებია. მისი რაოდენობა ბირთვში შეიძლება იყოს 1,2 ან რამოდენიმე. სპერმატოციტები კი მას სულაც არ შეიცავს. ბირთვაკები ახდენენ რიბოსომული რნმ-ის სინთეზს. ბირთვაკების ფორმირება ხდება ქრომოსომების განსაზღვრულ ადგილებში (ლოკუსებში) – ბირთულ ორგანიზატორებში, სადაც მოთავსებულია რიბოსომული რნმ-ს მაკოდირებელი უბნები. ბირთვაკში არის **ფიბრილარული** 5-10 ნმ-ის სისქის და 10-20 ნმ დიამეტრის **გრანულარული** ზონა. ამ ზონებში ხდება რიბოსომის მცირე და დიდი სუბერთეულების ჩამოყალიბება. რომელთა აწყობაში მონაწილეობს ი-რნმ და Mg^{2+} იონები. რიბოსომების სრული ჩამოყალიბება ციტოპლაზმაში ხდება. ბირთვაკები ბირთვის არამუდმივი კომპონენტებია, ისინი უჯრედის გაყოფის დასაწყისში ქრებიან და გაყოფის ბოლოს კვლავ წარმოიქმნებიან.

ქრომოსომები

ქრომოსომები ბირთვის მნიშვნელოვანი შემადგენელი ორგანოიდებია, რადგანაც მათში მოთავსებულია მემკვიდრული ინფორმაცია. ქრომოსომების ფუნქციაა მემკვიდრული ინფორმაციის შენახვა, თვითგაორმაგება და მისი გადაცემა შვილეულ უჯრედებზე. (ქრომოსომები აღმოაჩინა 1882 წ. ფლემინგმა, ტერმინი შემოიღო ვალდეირმა 1888 წ.).

ქრომოსომა შედგება დნმ-საგან და ცილებისაგან, ამ უკანასკნელზე ქრომოსომის სტრუქტურის მასის 65% მოდის. აქ არსებული

ცილები ორი სახისაა: ჰისტონური (ფუძე ცილები) და არაჰისტონური (მჟავე) ცილები. გარდა ამისა, ქრომოსომის შემადგენლობაში შედის რნმ, ლიპიდები, პოლისაქარიდები, მეტალთა იონები. დნმ-ის მოლეკულაში მოთავსებულია მემკვიდრული ინფორმაცია, ამიტომ ისინი ქრომოსომის უმნიშვნელოვანესი კომპონენტებია.

ჰისტონური ცილები, რომელიც ქრომოსომაში შედის, წარმოდგენილია 5 კლასით: H_1, რომელიც მდიდარია ამინომჟავა ლიზინით, H_2A და H_2B, რომელიც საშუალო რაოდენობით შეიცავს ლიზინს; H_3 და H_4, რომელიც შეიცავს ამინომჟავა არგირინს. ჰისტონური ცილები დადებითად არიან დამუხტული და ასრულებენ სტრუქტურულ და რეგულატორულ ფუნქციებს: ეს ცილები მტკიცედ უკავშირდებიან დნმ-ს, რის გამოც ხელს უშლიან ბიოლოგიური ინფორმაციის წაკითხვას. არაჰისტონური ცილების 100-ზე მეტი ფრაქციაა ცნობილი. არაჰისტონური ცილებიც სტრუქტურულ და რეგულატორულ ფუნქციებს ასრულებენ.

განასხვავებენ ქრომოსომათა სტრუქტურული ორგანიზაციის მიტოზურ და ინტერფაზურ ფორმებს, რომლებიც მიტოზურ ციკლში ურთიერთგარდამავალია. მიტოზისათვის დამახასიათებელია ის, რომ ქრომოსომები მიკროსკოპში ჩანს ცალკეული ინტენსიურად შეფერილი მკვრივი სხეულაკების სახით. ინტერფაზაში ქრომოსომები წარმოადგენს მეტნაკლებად უაშარად განლაგებულ ძაფნაირ წარმონაქმნებს. ქრომოსომაში როგორც აღვნიშნეთ, ძირითადია დნმ და ცილა. დნმ-ს მონაკვეთს, რომელიც ცილასთან არაა შეერთებული, **ლინკერული მონაკვეთი** ეწოდება. დნმ-ს და ცილის ნაერთს **ქრომატინი**, ანუ **ნუკლეოპროტეინული კომპლექსი** ეწოდება. ქრომატინი შეღებვის უნარის მქონე ბირთვული სტრუქტურაა, იგი ქრომოსომების დესპირალიზებული მდგომარეობაა (ინტერფაზაში). მიტოზში გადასვლისას ისინი იძენენ ინსენსიური შეღებვის უნარის მქონე ცალკეული სხეულების – ქრომოსომების სახეს. ამ დროს ქრომოსომა სპირალიზებულია. 200 ნუკლეოტიდურ წყვილიანი დნმ-ს ორმაგი სპირალი, ცილოვან სხეულთან ერთად წარმოქმნის ნუკლეოსომას. იგი მძივის მსგავსი ნაწილაკია, რომლის ზედაპირზე ძევს დნმ, ხოლო ცილოვანი კომპონენტი ამ ნაწილაკის შიგნითაა. გამოყოფენ ქრომატინის სპირალიზაციის რამდენიმე დონეს:

1. **ნუკლეოსომური ძაფი**. ქრომატინის ორგანიზაციის ამ დონეს უზრუნველყოფს H_2A, H_2B, H_3, H_4 კლასის ჰისტონები. ამ სტრუქტურას საფუძვლად უდევს ძაფი, რომელიც განმეორებად ერთეულებს – ნუკლეოსომებს შეიცავს, რის შედეგადაც მიიღება ნუკლეოსომებისაგან შემდგარი ძეწკვი, 2ნმ სიგრძის და 10ნმ დიამეტ-

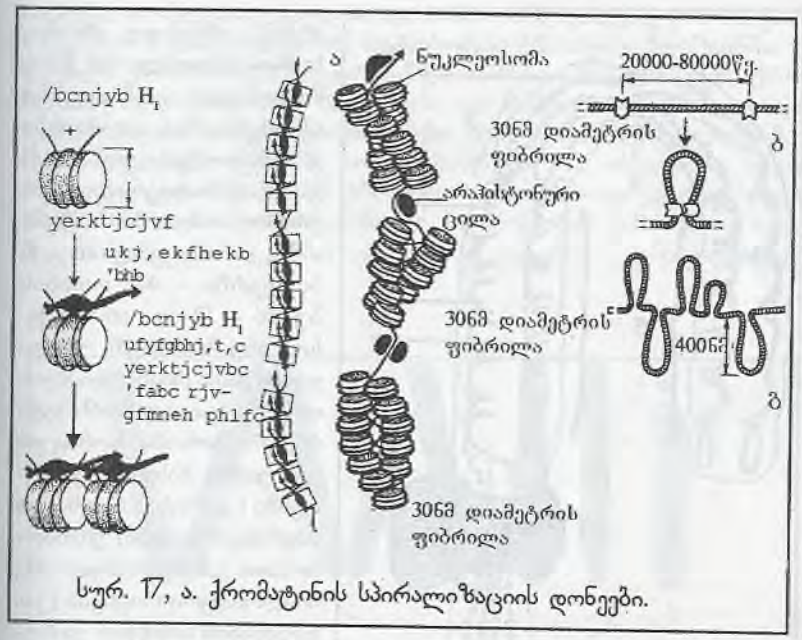
რის ორმაგი სპირალი.

2. **ქრომატინული ფიბრილა.** ნუკლეოსომური ძაფი განიცდის შემდგომ კომპაქტიზაციას, რომელშიც მონაწილეობს H_1 ჰისტონი; იგი უკავშირდება ლინკერულ დნმ-ს და მასთან მდებარე ორ ცილოვან სხეულს აახლოებს ერთმანეთთან, რის შედეგადაც წარმოიქმნება უფრო კომპაქტური სტრუქტურა, ქრომატინული ფიბრილა (ელემენტარული) მისი დიამეტრი 20-30ნმ-ია, სიგრძე 1-2მმ.

3. **ინტერფაზული ქრომონემა.** გენეტიკური მასალის სტრუქტურული ორგანიზაციის შემდგომი დონეა. ქრომატინული ფიბრილა ამ დროს წარმოშობს მარყუჟებს, რომელშიაც მონაწილეობს არაჰისტონური ცილები, რომლებსაც უნარი აქვთ ამოიცნონ ერთმანეთისაგან ათასი ნუკლეოტიდური წყვილით დაშორებული დნმ-ს სპეციფიკური ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობები. ეს ცილები აღნიშნულ მონაკვეთებს აახლოებს ერთმანეთთან, რის შედეგადაც ქრომატინული ფიბრილის ფრაგმენტები წარმოქმნიან მარყუჟებს. ქრომატინული ფიბრილის ასეთი ჩახვევის შედეგად მიიღება 100-200 ნმ დიამეტრის მქონე სტრუქტურა, რომელსაც ინტერფაზული ქრომონემა ეწოდება.

ინტერფაზული ქრომონემის ცალკეული მონაკვეთები ექვემდებარება შემდგომ კომპაქტიზაციას და წარმოიქმნება სტრუქტურული ბლოკები, რომლებიც ერთნაირი ორგანიზაციის მქონე მეზობელ მარყუჟებს აერთებენ. ისინი ინტერფაზულ ბირთვში ქრომატინის გროვებს წარმოქმნიან.

4. **მეტაფაზური ქრომოსომა** – უკრედის ინტერფაზიდან მიტოზში გადასვლას თან სდევს ქრომატინის სუპერსპირალიზაცია, რის გამოც შესაძლებელი ხდება ცალკეული ქრომოსომის გარჩევა (სურ. 17ა). ეს პროცესი იწყება პროფაზაში და მაქსიმალურ გამოვლენას მიტოზის მეტაფაზაში აღწევს. ამიტომ ქრომოსომის აგებულებას სწავლობენ მეტაფაზაში. თითოეული ქრომოსომა შეიცავს ორმაგ, ზუსტად ერთნაირ სტრუქტურებს - **ქრომატიდებს**. ქრომოსომის ნაკლებად სპირალიზებულ უბანს - მის მექანიკურ ცენტრს, რომელიც ქრომოსომას ორად ჰყოფს (და აერთებს ქრომატიდებს) **ცენტრომერა**, ანუ **პირველადი სარტყელი** ეწოდება ცენტრომერას ორივე მხარეზე არსებობს ქრომოსომის **მხრები**, ქრომოსომის ბოლოებს **ტელომერები** ეწოდება. ქრომოსომა ჰეტერო და ეუქრომატინულ უბნებადაა დიფერენცირებული. ჰეტეროქრომატინული უბნები ქრომოსომის ბოლოებშია და პირველად სარტყელთან არის მოთავსებული. ჰეტეროქრომატინული უბნები ქრომოსომაში ინტერფაზისას სპირალიზებულია, რის გამოც ისინი გენეტიკურად ინერტულია. მათში თითქმის არ არის გენები. თუმცა ვარაუდობენ,



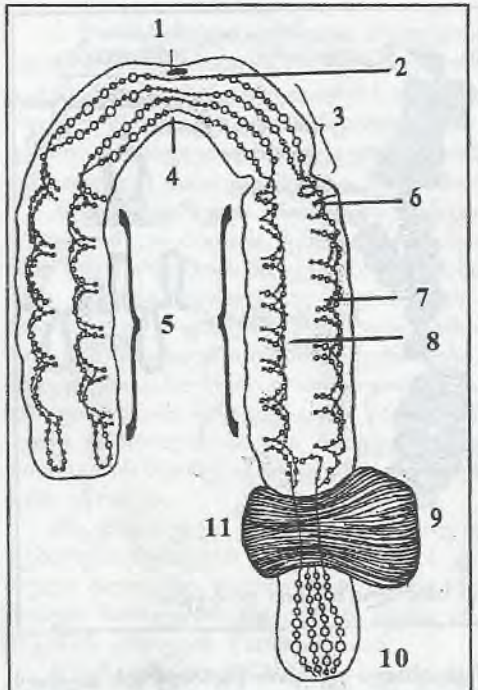
სურ. 17, ა. ქრომატინის სპირალიზაციის დონეები.

რომ ეს უბნები წარმოადგენენ ახალი გენების წარმოქმნის ადგილს. ეუქრომატინული უბნები ინტერფაზაში დესპირალიზებულია. გენები, რომლებიც ორგანიზმის ძირითად ნიშან-თვისებებს განსაზღვრავენ ეუქრომატინულ უბნებშია განლაგებული.

მეტაცენტრული, ანუ თანაბარმხრიანი, როცა ცენტრომერა ქრომოსომის შუაშია და ორივე მხარე ტოლია (სურ. 17,ბ).

სუბმეტაცენტრული, როცა ცენტრომერა ერთი ბოლოსაკენაა გადაწეული და ქრომოსომა არათანაბარმხრიანია.

აკროცენტრული და სუბაკროცენტრული, როდესაც ცენტრომერა ქრომოსომის ერთ ბოლოზეა. მას ჩხირისებურსაც ეძახიან (სურ. 17, გ). შეიძლება ქრომოსომას ერთი მხარე არ ჰქონდეს, რომელიც ტელოცენტრულია, იგი ნორმალური ქრომოსომისათვის არაა დამახასიათებელი. ეხვდებით წერტილოვან ქრომოსომებს, რომელიც ძალიან მცირე ზომისაა და ფორმა ძნელი გასარჩევია. ზოგიერთ ქრომოსომას აქვს მეორადი სარტყელიც, სადაც ბირთვაკული ორგანიზატორებია მოთავსებული. ეუკარიოტულ უკრე-

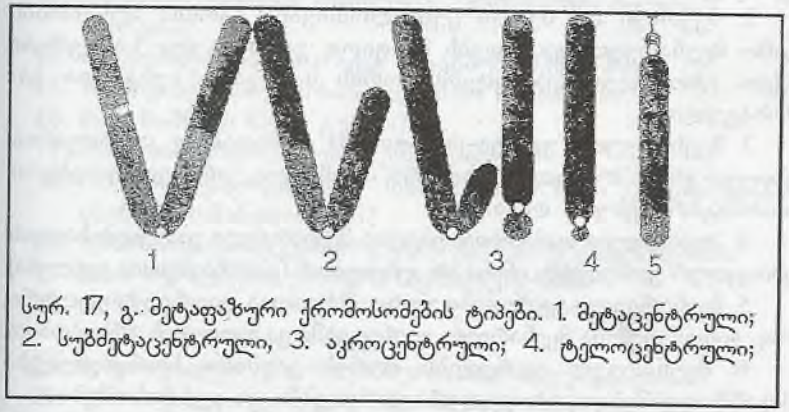


სურ. 17, ბ. მეტაფაზური ქრომოსომის აგებულება.
1. თითისტარას მიმაგრების ადგილი; 2. ცენტრომერა; 3.ჰეტეროქრომატული რაიონი; 4. კინეტოქორი (პირველადი ჭიმი); 5. ეუქრომატული რაიონები; 6.ქრომატიდა; 7. ქრომონემა; 8. მატრიქსი; 9.ირთვაკი; 10.თანამგზავრი; 11.მეორადი სარტყელი.

დებში არსებულ ქრომოსომათა ერთობლიობას **ქრომოსომული კომპლექტი** ეწოდება. მაგ. ადამიანში ქრომოსომული კომპლექტი წარმოდგენილია 46 ქრომოსომით; შიმპანზეში - 48, დროზოფილაში - 8; ბოცვერში - 44; ოთახის ბუზში - 12-ით; არასასქესო, ანუ სომატურ უჯრედებში მათი რიცხვი დიპლოიდურია (ე.ი. ადამიანს აქვს 46 ქრომოსომა სომატურ უჯრედში); სასქესო უჯრედებში (კვერცხუჯრედსა და სპერმატოზოიდში) ქრომოსომათა განახევრებული ანუ ჰაპლოიდური რიცხვია (ე.ი. ადამიანის სასქესო უჯრედებში ქრომოსომათა რიცხვი - 23-ია). მოცემული სახეობის ორგანიზმის სომატური უჯრედების ქრომოსომათა რიცხვს (დიპლოიდურს), რომელიც სახეობის სპეციფიკურ ნიშანს წარმოადგენს, (ქრომოსომათა განსაზღვრული რიცხვით, ფორმითა და ზომით) **კარიოტიპი** ეწოდება. ეს ცნება შემოგანილი იქნა ლევიტსკის მიერ. ქრომოსომის გრაფიკულ გამოსახვას იდეოგრამას უწოდებენ.

ადამიანის 46 ქროსომა გაერთიანებულია 7 ჯგუფში, რომელიც აღინიშნება ლათინური ანბანით A, B, C, D, E, F, G.. ქრომო-

სომებს, რომლითაც მდედრი და მამრი ინდივიდები ერთმანეთისაგან არ განსხვავდებიან, **აუტოსომები** ეწოდება. ადამიანში 22 წყვილი ქრომოსომა მდედრსაც და მამრსაც მსგავსი აქვს; ქრომოსომებს, რომლითაც მდედრები და მამრები ერთმანეთისგან განსხვავდება, **სასქესო ქრომოსომები** ეწოდება. 23-ე წყვილი ქრმოსომა მდედრებს აქვს 2X, ხოლო მამრებს XY, რადგანაც მდედრებს აქვთ კარიოტიპში 2X ქრომოსომა, იგი ჰომოგამეტურია; ხოლო რადგან მამრების კარიოტიპში XY ქრომოსომაა, მამრობითი სქესი ჰეტეროგამეტურია. („ჰომო"-ერთნაირი-„ჰეტერო" - განსხვავებული).



სურ. 17, გ. მეტაფაზური ქრომოსომების ტიპები. 1. მეტაცენტრული; 2. სუბმეტაცენტრული, 3. აკროცენტრული; 4. ტელოცენტრული;

განსხვავება მცენარეულ და ცხოველურ უჯრედებს შორის

არისტოტელეს დროიდან ბუნებისმეტყველები დედამიწაზე მცხოვრებ ცოცხალ ორგანიზმებს ყოფდნენ ორ სამყაროდ: მცენარეებად და ცხოველებად. თანამედროვე გაგებით მცენარეები და ცხოველთა სახეობები წარმოადგენენ ცოცხალ არსებათა ერთ მთლიან სამყაროს. ისინი მთელი რიგი ნიშნებით ემსგავსებიან ერთმანეთს და ასევე განსხვავდებიან კიდეც. მსგავსება ის არის, რომ როგორც მცენარის, ასევე ცხოველის ორგანიზმი შედგება უჯრედებისაგან, რომლებიც მათ ძირითად სტრუქტურულ ერთე-

ულს წარმოადგენს. ორივე მათგანისათვის დამახასიათებელია ბირთვის, ციტოპლაზმისა და მათი ორგანოიდების არსებობა. შეიცავენ ერთი და იგივე ქიმიურ ელემენტებს, ორივე მათგანი შეიცავს ერთიდაიგივე ქიმიურ ნივთიერებებს: ცილებს, ლიპიდებს, ნახშირწყლებს, ნუკლეინის მჟავებს, ატფ-ს. ორივე მათგანში მიმდინარეობს მრავალი ერთნაირი სასიცოცხლო პროცესები. მიუხედავად დიდი მსგავსებისა მცენარეულ და ცხოველურ უჯრედებს შორის არსებობს ზოგიერთი განსხვავებანიც: კერძოდ;

1. მცენარეული უჯრედი გარედან დაფარულია პლაზმური მემბრანით და ცელულოზისაგან შემდგარი გარსით. ცხოველური უჯრედების პლაზმურ მემბრანას გარს აკრავს გლიკოკალიქსი;

2. მკვრივი და სქელი ცელულოზოვანი გარსის არსებობის გამო მცენარეულ უჯრედებს მკაფიოდ გამოხატული საზღვრები აქვთ. ცხოველურ უჯრედებს შორის საზღვარი სუსტადაა გამოხატული;

3. მცენარეული უჯრედების ფორმა ძირითადად კუთხოვანია; ცხოველურის: მრგვალი, ოვალური, პრიზმული, ვარსკვლავისებური, თითისტარისებური და ა.შ.

4. პლასტიდები დამახასიათებელია მცენარეული უჯრედებისათვის. ცხოველურ უჯრედებში ისინი არ გვხვდებიან (გამონაკლისია ევგლენა).

5. მცენარეული უჯრედები უფრო მსხვილია, ვიდრე ცხოველური, რაც გამოწვეულია მცენარეულ უჯრედებში ვაკუოლების არსებობით.

6. მცენარეულ უჯრედებს შორის კავშირი ხორციელდება პლაზმოდესმებით, ცხოველურ უჯრედებში კი დესმოსომებით.

7. ცხოველურ უჯრედთა გაყოფაში მონაწილეობს ცენტრიოლები, ხოლო მცენარეული უჯრედის გაყოფა ხდება მათ გარეშე. (სურ. 7. ა,ბ,გ).

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა:

1. რა არის უჯრედი?
2. ვინ, როდის და რომელ ობიექტზე აღმოაჩინა უჯრედი?
3. რას შეისწავლის ციტოლოგია?
4. როდის და ვინ ჩამოაყალიბა უჯრედოვანი აგებულების თეორია? რა არის მისი არსი?
5. რომელმა მეცნიერებმა განავითარეს უჯრედოვანი აგებულების თეორია?
6. ჩამოთვალეთ უჯრედოვანი აგებულების თეორიის ძირითადი დებულებები.
7. ჩამოთვალეთ უჯრედის შესწავლის მეთოდები და მოკლედ დაახასიათეთ თითოეული მეთოდის მნიშვნელობა.
8. როგორი აღნაგობა აქვს პროკარიოტულ უჯრედს?
9. როგორი აღნაგობა აქვს ეუკარიოტულ უჯრედს?
10. დაასახელეთ სიცოცხლის არაუჯრედული ფორმები.
11. დაახასიათეთ ვირუსების აგებულება და თვისებები.
12. როგორი აღნაგობა აქვთ ფაგებს?
13. როგორი ფორმის შეიძლება იყოს ეუკარიოტული უჯრედი?
14. როგორი აღნაგობა აქვს პლაზმურ მემბრანას?
15. რა თვისებები გააჩნია პლაზმურ მემბრანას?
16. რას ნიშნავს K-Na ტუმბო?
17. რა არის ენდოციტოზი? ეგზოციტოზი?
18. რა არის ფაგოციტოზი? პინოციტოზი? რით განსხვავდება ისინი ერთმანეთისაგან?
19. დაახასიათეთ ეუკარიოტული უჯრედის ციტოპლაზმა. მისი თვისებები, ქიმიური შემადგენლობა.
20. დაასახელეთ ერთმემბრანიანი, ორმემბრანიანი და უმემბრანო ორგანოიდები.
21. ჩამოთვალეთ ენდოპლაზმური ბადის ფუნქციები.
22. ჩამოთვალეთ გოლჯის აპარატის ფუნქციები.
23. დაახასიათეთ ლიზოსომები და ჩამოთვალეთ მისი ფუნქციები.
24. რა ფუნქციას ასრულებს პეროქსისომები.
25. დაახასიათეთ მიტოქონდრიები და მათი ფუნქციები.
26. დაახასიათეთ უჯრედის ცენტრი და მისი ფუნქციები.
27. რა ფუნქციას ასრულებს ბირთვი?
28. აღწერეთ ბირთვის აღნაგობა.
29. რა ფუნქციები აქვს ქრომოსომებს? როგორია ქრომოსომების ქიმიური შემადგენლობა?
30. აღწერეთ ქრომოსომების სპირალიზაციის დონეები.
31. რას ეწოდება კარიოტიპი. რით განსხვავდება ერთმანეთისაგან მამაკაცისა და ქალის კარიოტიპი?

ტესტები

მონახეთ სწორი პასუხი:

1. უჯრედი აღმოაჩინა:
   ა) ვირხოვმა;
   ბ) კ. ბერმა;
   გ) რ. ჰუკმა;
   დ) პურკინიემ.
2. ციტოლოგია შეისწავლის:
   ა) ქსოვილების აგებულებას;
   ბ) უჯრედის მემბრანის აღნაგობას;
   გ) უჯრედის აგებულებას, ქიმიურ შედგენილობას, გამრავლებას განვითარებას;
   დ) ყველა პასუხი სწორია.
3. უჯრედოვანი თეორია ჩამოაყალიბა:
   ა) ვირხოვმა;
   ბ) შვანმა და კ. ბერმა;
   გ) შვანმა და შლეიდენმა;
   დ) ჰეკელმა და მიულერმა.
4. ბაქტერიებს და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებს პროკარიოტებს უწოდებენ, რადგან:
   ა) მარტივი აგებულების არიან;
   ბ) არაუჯრედოვანი აგებულება აქვთ;
   გ) არა აქვთ ჩამოყალიბებული ბირთვი;
   დ) უჯრედის ორგანოიდები არ გააჩნიათ.
5. ჩამოთვლილიდან რომელი ორგანოიდი გააჩნია პროკარიოტებს?
   ა) ლიზოსომა;
   ბ) რიბოსომა
   გ) მიტოქონდრია
   დ) ქლოროპლასტი.
6. პროკარიოტებში მემკვიდრული ინფორმაცია მოთავსებულია:
   ა) ბირთვში;
   ბ) რგოლურ დნმ-ში;
   გ) გაბნეულია ციტოპლაზმაში;
   დ) პლაზმურ მემბრანაში.
7. ვირუსები:
   ა) უჯრედგარე პარაზიტებია;

   ბ) უჯრედშიგა პარაზიტია;
   გ) საპროფიტებია;
   დ) სიმბიოტებია.
8. ვირუსებში მემკვიდრული ინფორმაცია წარმოდგენილია:
   ა) ქრომოსომაში მოთავსებული გენოფორით;
   ბ) რნმ-თი; გ) დნმ-თი;
   დ) დნმ-ს ან რნმ-ს სახით.
9. ბაქტერიოფაგი არის:
   ა) ბაქტერიული ვირუსი;
   ბ) ბაქტერია;
   გ) ცხოველური ვირუსები;
   დ) მცენარეული ვირუსები.
10. ბაქტერიულ დაავადებათა სამკურნალოდ უმჯობესია
    ა) ანტიბიოტიკი;
    ბ) ბაქტერიოფაგი;
    გ) შრატი;
    დ) აცრა.
11. ცილის მსხვილი მოლეკულები პლაზმური მემბრანის გავლით უჯრედში ხვდება:
    ა) პინოციტოზით;
    ბ) ფაგოციტოზით;
    დ) ცილოვანი შრის გავლით;
    დ) ცხიმოვანი შრის გავლით.
12. ჩამონათვალიდან მემბრანით შემოსაზღვრული არ არის:
    ა) ენდოპლაზმური ბადე;
    ბ) მიტოქონდრიები;
    გ) რიბოსომები;
    დ) ლიზოსომები.
13. ჩამონათვალიდან მემბრანით შემოსაზღვრული არ არის:
    ა) გოლჯის კომპლექსი;
    ბ) ენდოპლაზმური ბადე;
    გ) მიტოქონდრიები;
    დ) უჯრედის ცენტრი.
14. ჩამონათვალიდან ორმაგი მემბრანით შემოსაზღვრული ორგანოიდია:
    ა) ლიზოსომა;
    ბ) პეროქსისომები;
    გ) მიტოქონდრიები;

დ) ქლოროპლასტები.

15. ჩამონათვალიდან ცილის სინთეზი მიმდინარეობას:
ა) გლუვ ენდოპლაზმურ ბადეზე;
ბ) პეროქსისომებზე;
გ) ლიზოსომებში;
დ) გრანულარულ ენდოპლაზმურ ბადეზე.

16. ჩამონათვალი ორგანოიდებიდან ორი სახის არსებობს:
ა) ლიზოსომა;
ბ) ენდოპლაზმური ბადე;
გ) გოლჯის კომპლექსი
დ) რიბოსომა.

17. რიბოსომის დიდი და მცირე სუბერთეულების ჩამოყალიბება ხდება:
ა) ბირთვაკებში;
ბ) ციტოპლაზმაში;
გ) მიტოქონდრიებში;
დ) ქრომოსომებში.

18. ჩამონათვალიდან რიბოსომები არ გვხვდება:
ა) მიტოქონდრიებში;
ბ) ქლოროპლასტებში;
გ) ენდოპლაზმურ ბადეში;
დ) გოლჯის კომპლექსში.

19. მიტოქონდრიის შიგნით მემბრანა დანაოჭებულია და ქმნის:
ა) გრანებს;
ბ) ტილაკოიდებს;
გ) ხაოებს;
დ) კრისტებს.

20. ატფ-ს სინთეზი მიმდინარეობს:
ა) ენდოპლაზმურ ბადეზე;
ბ) გოლჯის კომპლექსში;
გ) მიტოქონდრიებში;
დ) ბირთვში.

21. გაყოფის გზით წარმოიშობიან:
ა) მიტოქონდრიები;
ბ) ლიზოსომები;
გ) ქლოროპლასტები;
დ) რიბოსომები.

22. გაყოფის თითისტარას წარმოქმნაში მონაწილეობს:

ა) რიბოსომა;
ბ) მიტოქონდრია;
გ) უჯრედის ცენტრი;
დ) ლიზოსომა.

23. ბირთვის რომელი სტრუქტურები ატარებს მემკვიდრულ ნიშან-თვისებებს:
ა) გარსი;
ბ) კარიოპლაზმა;
გ) ქრომოსომები;
დ) ბირთვაკები.

24. ბირთვის რომელ ნაწილშია თავმოყრილი ღნმ:
ა) კარიოლემაში;
ბ) კარიოპლაზმაში;
გ) ქრომოსომაში;
დ) ბირთვაკებში.

25. ბირთვაკები წარმოიქმნება:
ა) ბირთვის წვენიდან;
ბ) ქრომოსომის გარკვეული უბნიდან;
გ) ბირთვის გარსისაგან
დ) ციტოპლაზმიდან.

ლიტერატურა: 1, 2, 3, 11, 12, 14, 17, 20, 59, 61, 65, 70.

თავი IV

უჯრედის ქიმიური შემადგენლობა

უჯრედის ქიმიური შემადგენლობა მთელი ცოცხალი ბუნების ერთიანობის დამადასტურებელია, რადგან ცოცხალი ორგანიზმები შედგება იმავე ქიმიური ელემენტებისაგან, რომელთაგანაც შედგება არაცოცხალი ბუნება. ნივთიერებები, რომელიც უჯრედის შემადგენლობაში შედიან, სხვადასხვაგვარ ქიმიურ რეაქციებში მონაწილეობენ, რაც უჯრედის სიცოცხლის, განვითარებისა და ფუნქციონირების ერთ-ერთი ძირითადი პირობაა.

მენდელეევის პერიოდული სისტემის ელემენტებიდან უჯრედში შედის 70-ზე მეტი ელემენტი. ცოცხალ ბუნებაში არ არსებობს ისეთი ელემენტი, რომელიც არაცოცხალ ბუნებაში არ იყოს აღმოჩენილი. ის ელემენტები, რომლებიც ცოცხალი ორგანიზმების შემადგენლობაში შედიან და მონაწილეობენ ნივთიერებათა ცვლის რეაქციებში და გამოხატავენ ცოცხალი ორგანიზმის ბიოლოგიურ აქტიურობას, **ბიოგენური ელემენტები ეწოდება.**

ქიმიური ელემენტებიდან ყველაზე დიდი რაოდენობითაა 4 ძირითადი ელემენტი, ნახშირბადი, წყალბადი, ჟანგბადი და აზოტი. ისინი უჯრედის შიგთავსის 98% შეადგენენ. მათ ორგანოგენული ელემენტები ეწოდება. შემდეგ ჯგუფს შეადგენს რვა ელემენტი Ca, K, Na, P, Mg, S, Cl, Fe; მათი რაოდენობა 1,9%-ია; სხვა ელემენტები მცირე რაოდენობით არიან 0,01%-ზე ნაკლები. ამ ელემენტებს **მაკროელემენტები ეწოდება.**

უჯრედში მცირე რაოდენობით გვხვდება Mn, B, Cu, Zn, Ba, Li, J, Co, Cr – რომელთა რაოდენობა მეასედ და მეათასედ პროცენტს უდრის. ამიტომ მათ მიკროელემენტებს უწოდებენ. უჯრედში კიდევ უფრო მცირე რაოდენობით არის **ულტრამიკროელემენტები** მაგ.: Hg, Au, Ra და სხვ.

უჯრედში ელემენტების მნიშვნელობა მათი რაოდენობით არ განისაზღვრება. ზოგჯერ მიკრო და ულტრამიკროელემენტებს უჯრედისათვის სასიცოცხლო მნიშვნელობა აქვს. უჯრედში შემავალი ელემენტები ქმნიან არაორგანულ და ორგანულ ნაერთებს.

განვიხილოთ ზოგიერთი ელემენტის როლი უჯრედისათვის:

აზოტი N – შედის ცილების, ნუკლეინის მჟავების, ფერმენტების, ვიტამინების და სხვ. კომპონენტების (ჰემოგლობინის, ქლოროფილის) შემადგენლობაში. მისი ნაკლებობისას ამ ნივთიერებათა სინთეზი ბრკოლდება.

ფოსფორი P – შედის ატფ-ს, ნუკლეოტიდების, ფოსფოლიპიდების, ფერმენტების, ძვლების შემადგენლობაში – Ca-ის მარილებთან ერთად მათი თანაფარდობაა 2(Ca):1(P). მათი ნაკლებობისას ფერხდება ძვლის ქსოვილის წარმოქმნა;

კალციუმი – Ca მონაწილეობს კუნთების შეკუმშვაში, სისხლის შედედების პროცესში. შედის უჯრედის მემბრანების შემადგენლობაში, იგი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ნაღვლის წარმოქმნის პროცესში, ნერვული იმპულსების გატარებაში. (მას შეიცავს ყველი, ხაჭო, კვერცხი, ქათმის ხორცი, ოხრახუში, ნიორი, კომბოსტო).

თუ ორსულ ქალებში არასაკმარისია Ca, ეს ნივთიერება სისხლს მიაქვს კბილებიდან, ყბებიდან, ძვლებიდან და აწვდის ნაყოფს. თუ ბავშვებში არასაკმარისია ეს ელემენტი, მათ უვითარდებათ რაქიტი. ზოგჯერ 50 წლის შემდეგ კალციუმის ნაკლებობისას ადამიანი გრძნობს წელისა და ზურგის არეში ტკივილს.

ცინკი Zn – აუცილებელია კანის, თმების და ფრჩხილების, სასქესო ფუნქციების ნორმალური განვითარებისათვის (მას შეიცავს ხამანწკა, ქატო, ხორბალი, სოკო, თევზი, ღვიძლი).

გოგირდი S – მონაწილეობს ამინომჟავების აგებაში, შედის B_1 ვიტამინის, ასევე ფერმენტების შემადგენლობაში. ადამიანის ორგანიზმში გოგირდი წარმოიქმნება ღვიძლში. (მას შეიცავს ხორცი, კვერცხი, რძის პროდუქტები, თხილი, პარკოსნები).

კალიუმი K – უჯრედებში შედის იონების სახით. იგი ააქტიურებს ცილის სინთეზს, განაპირობებს გულის მოქმედების ნორმალურ რითმს, მონაწილეობს ბიოლენების წარმოქმნაში, ფოტოსინთეზში, ნერვებისა და კუნთების ფუნქციის განხორციელებაში და სხვ.

უჯრედის შიგნით K-ის იონების მაღალი კონცენტრაციაა, ხოლო ნატრიუმის კონცენტრაცია მინიმალურია. ვიდრე უჯრედი ცოცხალია, უჯრედსა და გარემოს შორის ამ იონების სხვაობა მკაცრად რეგულირდება სპეციალური მექანიზმებით. უჯრედის სიკვდილისას ამ იონთა კონცენტრაცია თანაბრდება (მისი წყაროა ხორბალი, ხორცი, ხილი, კარტოფილი, პარკოსნები).

ნატრიუმი Na – იონების სახით შედის უჯრედში, იგი შედის Na Cl-ის შემადგენლობაში, რომელიც სისხლის, მინერალური ნივ-

თიერებების მნიშვნელოვანი ნაწილია. ოფლის გამოყოფისას ადამიანი კარგავს NaCl-ის დიდ რაოდენობას, რაც უარყოფითად მოქმედების მის შრომისუნარიანობაზე. ნატრიუმის იონები უჯრედს უნარჩუნებს ოსმოსს. ეს იონები გავლენას ახდენს ჰორმონების სინთეზზე. მისი მონაწილეობით ხდება ბიოდენების წარმოქმნა; გულის მუშაობის ნორმალური რითმი დამოკიდებულია საკვებში Na-ის შემცველობაზე (Na-ის წყაროა: სუფრის მარილი, რძე, ხორცი, კვერცხი, სტაფილო, ჭარხალი, ისპანახი).

იოდი I - შედის ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონის თიროქსინის შემადგენლობაში. მისი ნაკლებობა საკვებ პროდუქტებში იწვევს ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქციის დარღვევას, რაც ენდემური ჩიყვის სახელწოდებითაა ცნობილი. იგი გავლენას ახდენს ორგანიზმის სქესობრივი ფუნქციისა და გონებრივი განვითარების ჩამოყალიბებაზე.

ფტორი – F შედის ძვლებისა და კბილების შემადგენლობაში. მისი ნაკლებობა იწვევს კბილების დაზიანებას, ხოლო მისი სიჭარბე დაავადებას - კბილების ლაქებიან მინანქარს.

ბრომი - B_r - ადამიანის ორგანიზმზე მოქმედებს დამამშვიდებლად. იგი შედარებით დიდი რაოდენობითაა თავის ტვინის ქვედა დანამატში - ჰიპოფიზში. ბრომი მცენარეული პროდუქტებით შედის ადამიანის ორგანიზმში.

ქლორი – Cl ორგანიზმში გვხვდება ანიონების სახით. იგი შედის კუჭის წვენის მარილმჟავას შემადგენლობაში.

კობალტი Co – შედის B12 ვიტამინის შემადგენლობაში.

სილიციუმი Si გავლენას ახდენს ძვლების, თმების, ფრჩხილების და კბილების ჩამოყალიბებაზე. აძლიერებს გულის მუშაობას. იგი გვხვდება ჰიპოფიზში, ფარისებრ და თირკმელზედა ჯირკვლებში.

მაგნიუმი Mg ნაკლებობა იწვევს ქუთუთოების ხამხამს, თვალებში ბინდს, ღამის კრუნჩხვებს, თმის ცვენას, ფრჩხილების მსხვრევას. იგი შედის ძვლებისა და კბილების შემადგენლობაში. იგი იცავს თირკმელს კენჭის წარმოქმნისგან. Mg-ის იონები საჭიროა რიბოსომების სუბერთეულების ერთმანეთთან დასაკავშირებლად. იგი შედის სისხლისა და შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების შემადგენლობაში.

Fe - რკინა შედის ჰემოგლობინის შემადგენლობაში, მისი ნაკლებობა იწვევს სისხლნაკლებობას - ანემიას.

არაორგანული ნივთიერებები. არაორგანული ნივთიერებებიდან

უჯრედში ყველაზე მნიშვნელოვანია წყალი. იგი უჯრედის მასის 80%-ს შეადგენს. ციტოპლაზმის რაოდენობირვ შემადგენლობაში წყალს პირველი ადგილი უკავია. ადამიანის ორგანიზმში მასზე მოდის სხეულის მასის 2/3. იმ უჯრედებში, რომლებიც მაღალი აქტივობით ხასიათდებიან, წყლის შემცველობა მაღალია. მაგ. ტვინის მაღალაქტიური უჯრედებში - 86%-ია, თირკმლებში - 83%, გულის კუნთში - 73%; ღვიძლში - 70%, ძვლებში - 22%; კბილის ემალში - 10%, წყლის დაკარგვისას ორგანიზმები გადადიან ანაბიოზურ მდგომარეობაში. ასაკის მატებასთან ერთად ორგანიზმში წყლის რაოდენობა მცირდება. მაგ. ემბრიონის უჯრედებში 1,5 თვის ასაკში - 97,5%-ია, 8 თვის - 83%, ახალდაბადებულებში - 74%, ბრდასრულებში 66%. ნივთიერებათა ცვლის ინტენსივობის შემცირება გამოწვეულია წყლის რაოდენობის შემცირებით. წყალი ორგანიზმში გვხვდება ორი სახის - თავისუფალი და შეკავშირებული (ბმული) ფორმით. ამ უკანასკნელზე მოდის წყლის 4-5%. ბმულ წყალს ქმნის წყლის ის მოლეკულები, რომლებიც წყალბადური და სხვა ბმებით დაკავშირებულია ცილებთან.

წყლის ძირითადი მასა ≈ 95% უჯრედში თავისუფალი სახითაა, მას აკისრია მრავალი ფუნქცია, რომელიც უჯრედში მიმდინარეობს. წყლის ბიოლოგიურ როლს განსაზღვრავს მისი მოლეკულის მცირე ზომები, პოლარობა და წყალბადური ბმის წარმოქმნის უნარი.

წყალი საუკეთესო გამხსნელია. უჯრედში ქიმიური რეაქციების უმრავლესობა წყალხსნარებში მიმდინარეობს; წყალხსნარების სახითვე ხდება ნივთიერებათა ტრანსპორტირება ორგანიზმში. ასეთ როლს ასრულებს წყალი სისხლში, ლიმფურ და ექსკრეტორულ სისტემებში, საჭმლის მომნელებელ ტრაქტში და სხვ.

წყლის აორთქლება ენერგიის დიდ რაოდენობას მოითხოვს, ამიტომ აორთქლებისას უჯრედის ტემპერატურა ეცემა. მაგ. ოფლის გამოყოფისას. წყლის ზედაპირზე წარმოქმნილი ყინულის ფენა საშუალებას იძლევა სიცოცხლე წყლის ქვედა ფენებში შენარჩუნებული იქნას. წყალი მონაწილეობს ფოტოსინთეზსა და ჰიდროლიზის პროცესში; მონაწილეობს სახეობის გავრცელებასა და განსახლებაში.

ეი. წყალს ორგანიზმისათვის აქვს შემდეგი ძირითადი ფუნქციები:

1. უზრუნველყოფს ნივთიერებათა ტრანსპორტირებას ორგანიზმში.
2. უზრუნველყოფს უჯრედის ოსმორეგულაციას;
3. ხელს უწყობს სხეულის გაგრილებას (ოფლის გამოყოფა);
4. წარმოადგენს საცხის ერთ-ერთ კომპონენტს (მაგ.

სახსრებში).

5. ასრულებს საყრდენ ფუნქციას (ჰიდროსტატიკური ჩონჩხი).

6. ასრულებს დაცვით ფუნქციას (მაგ. ლორწოვან სითხეში).

7. მონაწილეობს ჰიდროლიზის რეაქციებში.

8. უზრუნველყოფს სტრუქტურის შენარჩუნებას (ციტოპლაზმის ძირითადი შემადგენელი ნაწილია).

უჯრედის ორგანული ნივთიერებები

ცოცხალი ორგანიზმის უჯრედები ძირითადად ორგანული ნივთიერებებისაგან არის აგებული. ეს ნივთიერებები მოლეკულების დიდი ზომებით გამოირჩევა. ისინი შეიცავენ მრავალჯერ განმეორებად ელემენტარულ ერთეულებს, **ანუ მონომერებს,** რომლებიც კოვალენტური ბმებით დაკავშირებულია ერთმანეთთან. მათგან შემდგარ მაკრომოლეკულებს **პოლიმერები** ეწოდება. ისეთ ნივთიერებებს, რომლებსაც უმნიშვნელოვანესი ბიოლოგიური ღირებულება აქვს ორგანიზმისთვის, მიეკუთვნება ცილები, ნუკლეინის მჟავები, ნახშირწყლები, ლიპიდები და ვიტამინები.

ცილები. ცილები ანუ პროტეინები (ბერძნ. protos – პირველადი) უჯრედის ორგანული ნივთიერებების 50–80%-ს ცილები შეადგენენ. ისინი ყველა ორგანიზმის ქსოვილის უმნიშვნელოვანესი ნაწილია. ფ. ენგელსის თქმით „ცილების გარეშე არ არსებობს სიცოცხლე", ამასვე ადასტურებს სიცოცხლის თანამედროვე განსაზღვრაც:

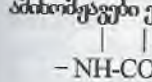
„დედამიწაზე არსებული ცოცხალი სხეულები არის ღია, თვითმარეგულირებელი და თვითწარმომქმნელი სისტემები, რომლებიც აგებულია ბიოპოლიმერების – ცილებისა და ნუკლეინის მჟავებისაგან" (მ. ვოლკენშტეინი).

ცილები მაღალმოლეკულური ნივთიერებებია, რომელთა მოლეკულური წონა 5000 ერთეულიდან რამოდენიმე მილიონს აღწევს. მაგ. კვერცხის ცილის (ალბუმინი) მოლეკულური მასა 36000-ია, კუნთის ერთ-ერთი ცილის (მიოზინის) 500000, სისხლის ცილის (ჰემოგლობინის) 152000 და ა.შ. ე.ი. ცილები მაკრომოლეკულებია.

ცილის მოლეკულის შემადგენლობაში შედის C, H, O, N, აგრეთვე სხვა ელემენტები S, P, Fe, Mg და ა.შ.

ცილები პოლიმერული ნივთიერებებია, რომელთა მონომერებს 20 სახის (a და L) ამინომჟავა წარმოადგენს. უჯრედებსა და ქსოვილებში

სულ 170-ზე მეტი სახის ამინომჟავაა აღმოჩენილი, მაგრამ იმ 20 ამინომჟავას, რომელიც ცილის შემადგენლობაში შედის, **შეცვლილი ამინომჟავები ეწოდება.** ამინომჟავების ერთმანეთთან დაკავშირება ხდება



– NH-CO- მტკიცე (კოვალენტური) ბმით, რომელსაც **პეპტიდური ბმა** ეწოდება.

ამინომჟავას მოლეკულა ორი ნაწილისგან შედგება, ერთი ნაწილით – COOH – და NH_2-ის ჯგუფით, ისინი ერთმანეთს ჰგავს, მაგრამ მეორე ნაწილით ანუ რადიკალით, ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან (იგი შეიძლება იყოს განტოტვილი ან ბენზოლის რგოლის შემცველი). ამინომჟავების ერთმანეთთან დაკავშირება ხდება შემდეგნაირად: ერთი ამინომჟავას ამინოჯგუფიდან და მეორე ამინომჟავას კარბოქსილის ჯგუფიდან წარმოიქმნება წყლის მოლეკულა, რომლის დროსაც განთავისუფლებულ ვალენტობათა ხარჯზე ამინომჟავათა ნაშთები უერთდებიან ერთმანეთს. ორი ამინომჟავას შეერთებით მიიღება **დიპეპტიდი;** სამის – **ტრიპეპტიდი,** ოთხის – **ტეტრაპეპტიდი,** მრავალის – **პოლიპეპტიდი.** ცილები **პოლიპეპტიდებია.** 20 სახის ამინომჟავა მრავალჯერ მეორდება ცილის მოლეკულაში, რის შედეგადაც ვღებულობთ უამრავი კონფიგურაციის ცილებს. ცილის რაობას განსაზღვრავს: ამინომჟავური შედგენილობა, რაოდენობა და მდებარეობა. ყოველ სახეობას მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი ცილები აქვს. ის ცილებიც კი, რომლებიც სხვადასხვა ცხოველში ერთსა და იმავე ფუნქციას ასრულებს, ერთმანეთისაგან განსხვავდება. მაგ. ჰემოგლობინის ფუნქციაა – ჟანგბადის ტრანსპორტირება, მაგრამ თევზების, ამფიბიების, ფრიველების და ძუძუმწოვრების ცილა ჰემოგლობინი სტრუქტურითა და რიგი თვისებებით ერთმანეთისაგან განსხვავებულია.

ცილის მოლეკულაში გარდა პეპტიდური ბმებისა, ვხვდებით წყალბადურ, იონურ და დისულფიდურ ბმებს.

ცილებში განარჩევენ პირველად, მეორეულ, მესამეულ და ზოგიერთ ცილაში მეოთხეულ სტრუქტურებს.

ცილის პირველადი სტრუქტურა მიიღება ამინომჟავების ერთმანეთთან პეპტიდური ბმებით დაკავშირების შედეგად. რის გამოც წარმოიქმნება მძივის მსგავსი სტრუქტურა. ეს სტრუქტურა საკმაოდ მტკიცეა. ამ ბმების წარმოქმნა მიმდინარეობს რიბოსომებში.

მეორად სტრუქტურაში ცილოვანი ძაფი იხვევა სპირალის სახით. სპირალის ხვეულები ერთმანეთთან მჭიდროდაა განლაგებული, ამ დროს მეზობელი ხვეულების პეპტიდურ ბმებს (NH-CO ჯგუფებს) შორის წარმოიქმნება წყალბადური ბმები. წყალბადური ბმები უფრო სუსტია, ვიდრე პეპტიდური (კოვალენტური) ბმები, მაგრამ ისინი მრავალჯერ მეორდება მთელი სპირალის სიგრძეზე და ამიტომ მიღებული სპირალი საკმაოდ მტკიცეა.

მეორად სტრუქტურაში (პოლინგი; კორი) გამოყოფილია a და b სპირალის ფორმა. a ფორმა წყალბადური ბმებით გაკერილი სპირალია; რომელიც წარმოქმნილია პეპტიდის NH და CO ჯგუფებს შორის. მას მიეკუთვნება ცილა კერატინი, რომელიც შედის ბრჭყალების, ფრჩხილების, თმების, ბეწვის, ნისკარტის, რქებისა და სხვ. შემადგენლობაში.

b კონფორმაცია დამახასიათებელია აბრეშუმის ცილა-ფიბროინისათვის. ამ სპირალის ფორმა a ფორმასთან შედარებით უფრო გაჭიმულია და შედგება რამოდენიმე პოლიპეპტიდური ჯაჭვისაგან.

მეორეულ სტრუქტურაში – ეხვლებით **კოლაგენის** სპირალს, რომელიც შედგება მარცხნივ მბრუნავი სამი პარალელური სპირალისაგან. (შედის ხრტილისა და ძვლების შედგენილობაში). არსებობს ზემეორეული სტრუქტურებიც, რომელიც მეორეული სტრუქტურების აგრეგატებია. ისინი სუპერსპირალიზებული a (მაგ. ტროპომიოზინი), ან b ფორმებია (გვხვდება გლობულარულ ცილებში).

მესამეული სტრუქტურა – ამ სტრუქტურების წარმოქმნაში მონაწილეობს იონური, ჰიდროფობული და დისულფიტური (ანუ S-S) ბმები. იგი სამგანზომილებიანი სტრუქტურაა, რომელიც წარმოიქმნება ამინომჟავების ნაშთების ურთიერთქმედებით. ამ დროს პოლიპეპტიდური ჯაჭვი იხვევა და ღებულობს გორგლის ფორმას. ცილის მესამეული სტრუქტურის წარმოქმნაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს კოვალენტური ბმები – **S–S– დისულფიდური,** რომელიც წარმოიქმნება ამინომჟავა ცისტეინის რადიკალებს შორის. მესამეული სტრუქტურის წარმოქმნისას ყოველი ცილა ღებულობს მისთვის დამახასიათებელ **ნატივურ ანუ ბუნებრივ ფორმას.**

ზოგიერთი ცილისათვის დამახასიათებელია მეოთხეული სტრუქტურა, რომელიც მიიღება გარკვეულ სივრცეში ერთმანეთთან დაკავშირებული რამოდენიმე (მესამეული სტრუქტურის მქონე ცილის გაერთიანებით) პოლიპეპტიდური ჯაჭვისაგან. ასეთ ცილებს ოლიგომერები ეწოდება, ხოლო მის შემადგენელ პოლიპეპტურ ჯაჭვებს –

სუბერთეულები. მეოთხეული სტრუქტურის ცილაა ჰემოგლობინი. იგი წარმოქმნილია 4 პროტომერისაგან (სუბერთეული), რის შედეგადაც მიიღება 1 ტეტრამერი. მასში 4 რკინის ატომია, რომლებთანაც ჟანგბადის თითო ატომია დაკავშირებული. ადამიანის ჰემოგლობინში 4 პროტომერიდან ორი იდენტურია და მას a ჯაჭვს უწოდებენ, ხოლო ორი b ჯაჭვი ერთმანეთის იდენტურია. (სურ. 18 ა, ბ, გ).

არსებობს ცილების სხვადასხვანაირი კლასიფიკაცია: მარტივი – პროტეინები, რომელიც მარტო ამინომჟავებს შეიცავს; რთული – პროტეიდები, რომლებიც ამინომჟავების გარდა შეიძლება შეიცავდეს ნახშირწყლებს, ლიპიდებს, ნუკლეინის მჟავებს და სხვ.

ხსნადობის მიხედვით არსებობს წყალში ხსნადი და ორგანულ გამხსნელებში ხსნადი ცილები; არის არამდგრადი ცილები, რომელთა სტრუქტურა ადვილად იშლება უმნიშვნელო ზემოქმედების გავლენით; არის ფოლადივით მდგრადი ცილები, მაგ. კერატინი, რომელიც შედის რქების, ჩლიქების, ბუმბულის, თმის შემადგენლობაში. არსებობს ძაფისებური (ფიბრილარული) და ბურთულის მსგავსი (გლობულარული) ცილები.

ცილებზე მაღალი ტემპერატურის, ქიმიური ნივთიერებების, დასხივების, მექანიკური ზემოქმედების შედეგად მესამეული, მეორეული და ბოლოს პირველადი სტრუქტურები იშლება და ხდება ცილის ბუნებრივი სტრუქტურის რღვევა, რომელსაც **დენატურაცია** ეწოდება. თუ პირველადი სტრუქტურა არაა დარღვეული და გამომწვევი ფაქტორი ძლიერი არ არის, მასზე შეიძლება აღდგეს სხვა დანარჩენი სტრუქტურები, რის შედეგადაც ხდება ბუნებრივი სტრუქტურის მქონე ცილის აღდგენა, ანუ **რენატურაცია.** ცილებს ახასიათებს მრავალი ფუნქცია, რომელთაგან აღსანიშნავია:

1. კატალიზური ფუნქცია – ისინი ბრდიან ბიოქიმიური რეაქციის სიჩქარეს. ცილები კატალიზატორებია, ასეთ ცილებს ფერმენტები ეწოდება.

2. სამშენებლო ფუნქცია – ცილები მონაწილეობენ პლაზმური მემბრანის და ორგანოიდების მემბრანის წარმოქმნაში;

3. მამოძრავებელი ფუნქცია – ცილები: მიოზინი, აქტინი, (ფლაგელინი შოლტის შემადგენლობაში) შედის კუნთის შემადგენლობაში;

4. სატრანსპორტო ფუნქცია – ცილა ჰემოგლობინს გადააქვს ჟანგბადი და ნახშირორჟანგი;

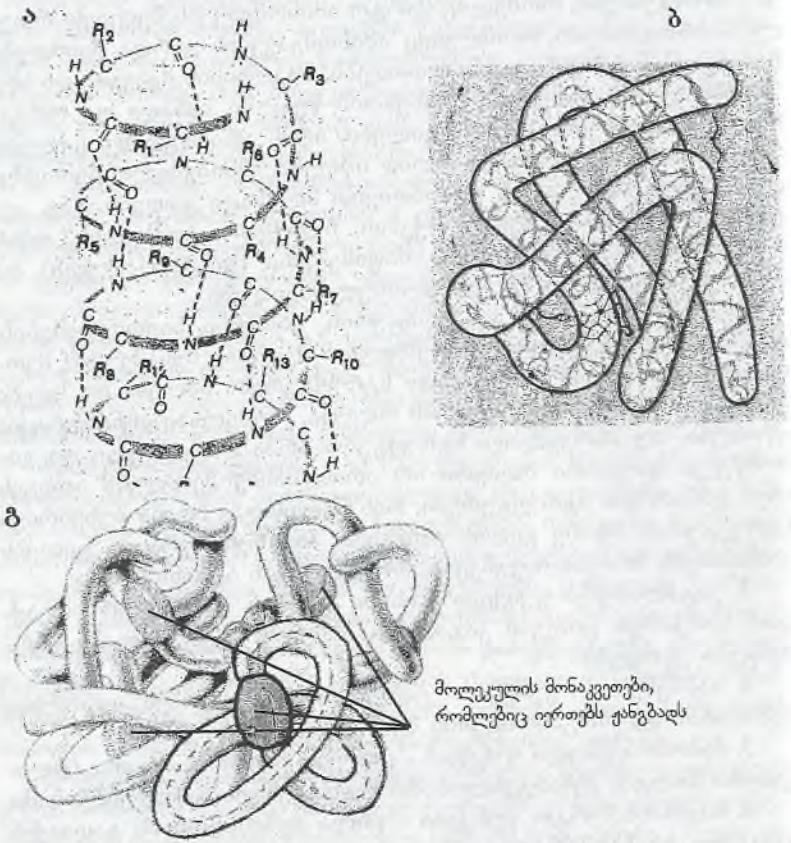
5. დამცველობითი ფუნქცია – ორგანიზმში მოხვედრილი უცხო ცილების ან მიკროორგანიზმების საწინააღმდეგოდ ლიმფოციტები

წარმოქმნიან დამცავ ცილებს – ანტისხეულებს. სისხლის შედედებას განაპირობებს ფიბრინოგენიდან ფიბრინის წარმოქმნა;

6. ენერგეტიკული ფუნქცია – ცილების დაშლისას თავისუფლდება 17,6 კჯ ენერგია.

7. სამარაგო ფუნქცია – ცილები ორგანიზმში ამინომჟავების წყაროა.

8. ჰორმონული ფუნქცია – ზოგიერთი ცილა მონაწილეობს



მოლეკულის მონაკვეთები, რომლებიც იერთებს ჟანგბადს

სურ. 18. ცილის სტრუქტურები. ა. მეორეული სტრუქტურა, ბ. მესამეული სტრუქტურა, გ. მეოთხეული სტრუქტურა (ცილა – ჰემოგლობინი)

ნივთიერებათა ცვლის რეგულაციაში.

9. სასიგნალო ფუნქცია – უჯრედის მემბრანაში არსებული ცილები, გარე ფაქტორების მემოქმედებით იცვლიან მესამეულ სტრუქტურას. ამ გზით ხდება გარემოდან სიგნალების მიღება და უჯრედისათვის გადაცემა.

ნახშირწყლები

ნახშირწყლები რთული ორგანული ნივთიერებებია. მათი მოლეკულა შედგება ნახშირბადის, ჟანგბადისა და წყალბადისაგან. მათი ზოგადი ფორმულაა Cn H_2nOn. ნახშირწყლების სახელწოდება წარმოდგება იქედან, რომ ისინი შეიცავენ წყალბადისა და ჟანგბადის ატომების ისეთივე თანაფარდობას, როგორც წყლის მოლეკულა, მაგრამ არის ნახშირწყლების ისეთი წარმომადგენლები, რომლებშიც დარღვეულია წყალბადსა და ჟანგბადს შორის ზემოთ აღნიშნული თანაფარდობა. მიუხედავად ამისა, სახელწოდება ისტორიულად შემორჩა ამ ნივთიერებებს. ნახშირწყლები გვხვდება როგორც მცენარეულ, ისე ცხოველურ ორგანიზმებში. ისინი მწვანე მცენარეთა უჯრედებში სინთეზირდება ფოტოსინთეზის პროცესში.

ნახშირწყლები იყოფა მონოსაქარიდებად, დისაქარიდებად და პოლისაქარიდებად. მონოსაქარიდები – მარტივი ნახშირწყლებია. მათგან აღსანიშნავია პენტოზები ანუ 5-ნახშირბადატომიანი და ჰექსოზები 6-ნახშირბადატომიანი ნახშირწყლები. პენტოზებიდან აღსანიშნავია რიბოზა და დეზოქსირიბოზა, რომლებიც შედის რნმ-სა და დნმ-ის შემადგენლობაში. ჰექსოზებიდან აღსანიშნავია გლუკოზა, ფრუქტოზა და გალაქტოზა.

გლუკოზა – $C_6H_{12}O_6$ ყურძნის შაქარი (ორი სახისაა a-D და B-D გლუკოზა) (ბერძნ. glykys -ტკბილი) იგი ტკბილი, თეთრი ფერის, წყალში კარგად ხსნადი კრისტალური ნივთიერებაა. გლუკოზა მცენარეული და ცხოველური უჯრედების მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნახშირწყალია. დიდი რაოდენობით შედის ყურძნის წვენში, თაფლში, კურკიან და კენკროვან ნაყოფებში. ძუძუმწოვართა სისხლში მისი რაოდენობა ორგანიზმის მასის 0,1% შეადგენს. გლუკოზის რაოდენობის შემცირება იწვევს კრუნჩხვებს, გონების დაკარგვას, სიკვდილსაც კი. მის რაოდენობას სისხლში არეგულირებს კუჭქვეშა ჯირკვლის ჰორმონი ინსულინი, ადრენალინი – თირკმელზედა ჯირკვლის ჰორმონი და ჰიპოფიზი. გლუკოზა ენერ-

გიის წყაროა ადამიანის ორგანიზმისათვის, ძვირფასი საკვები და სამკურნალო საშუალებაა, შედის დისაქარიდებისა და პოლისაქარიდების შემადგენლობაში.

ფრუქტოზა – გლუკოზის იზომერია, მისი ფორმულაც იგივეა, მაგრამ მის მოლეკულაში ატომები განსხვავებულადაა განლაგებული, ვიდრე გლუკოზაში, იგი ქიმიური თვისებებით განსხვავდება გლუკოზის თვისებებისაგან. ფრუქტოზა ანუ ხილის შაქარი დიდი რაოდენობითაა ხილში, თაფლში, შაქრის ჭარხალში, იგი უფრო ტკბილია, ვიდრე გლუკოზა.

გალაქტოზა – შედის რძის შაქრის შემადგენლობაში. იგი ღვიძლსა და სხვა ორგანოებში იქცევა გლუკოზად, სარძევე ჯირკვლებში მონაწილეობს რძის შაქრის ლაქტოზის სინთეზში.

ოლიგოსაქარიდები – დისაქარიდებია, მასში ორი მონოსაქარიდია, მას მიეკუთვნება საქაროზა, ლაქტოზა, მალტოზა.

საქაროზა – დისაქარიდია, იგი ჩვეულებრივი სუფრის შაქარია, შედგება გლუკოზისა ფრუქტოზის მოლეკულებისაგან. საქაროზა ადამიანის მნიშვნელოვანი საკვები პროდუქტია. მისი ფორმულაა $C_{12}H_{22}O_{11}$. იგი დიდი რაოდენობითაა შაქრის ჭარხლის ძირხვენებში, შაქრის ლერწმის ღეროებში, შედის აგრეთვე არყის ხისა და ნეკერჩხლის (გულგულის) წვენში, მრავალი მცენარის ნაყოფებსა და ბოსტნეულში. საქაროზა თეთრი, ტკბილი (გლუკოზაზე უფრო მეტად), წყალში კარგად ხსნადი, კრისტალური ნივთიერებაა.

ლაქტოზა – გვხვდება რძეში (ლათ. Lactis – რძე). იგი შედგება გლუკოზისა და გალაქტოზის მოლეკულებისაგან.

მალტოზა (ინგლ. maltose – ალაოს შაქარი) შედგება a და b გლუკოზისაგან.

პოლისაქარიდები – პოლიმერებია, რომელთა მონომერები მონოსაქარიდებია.

პოლისაქარიდები ერთმანეთს უკავშირდება გლიკოზიდური ბმებით: B(1→n) ან a (1→n)). პოლისაქარიდებია სახამებელი, ცელულოზა, გლიკოგენი, ქიტინი და სხვ.

სახამებელი – მცენარის მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნახშირწყალია, მისი მონომერებია გლუკოზის მოლეკულები (a-D) სახამებელი გროვდება ნაყოფებში, ძირხვენებში, გორგლებში. სახამებელი თეთრი ფერის ფხვნილია, იგი დატკეპნილი მოლეკულაა. ცივ წყალში არ იხსნება, ცხელ წყალში იჯირჯვება. იგი დიდი რაოდენობითაა ბრინჯში 86%, ხორბალში 76%, კარტოფილში 24%.

ცელულოზაც პოლისაქარიდია, იგი შედის მცენარის უჯრედის

კედლის შემადგენლობაში. მერქანში 60%, ბამბაში – 90%, მისი მოლეკულური წონა რამოდენიმე მილიონია. ცელულოზის მონომერია (B-D) გლუკოზა.

გლიკოგენი – ცხოველური სახამებელია. იგი უფრო დატკეპნილია, ვიდრე სახამებლის მოლეკულა. გლიკოგენი გროვდება ძუძუმწოვრების ღვიძლში. მასში შედის გლუკოზის (a-D) 30 ათასი მოლეკულა. იგი წყალში უხსნადი ნივთიერებაა.

მცენარეთა უჯრედებში გვხვდება გლუკოზის წარმოებული რთული ორგანული ნივთიერება გლიკოზიდები, ზოგიერთი მათგანი ადამიანის და ცხოველების შხამია, მაგრამ მცირე დოზით წამლად იყენებენ. მაგ. კანაფისებრი ქენდირის ფესვები შეიცავს გლუკოზიდ ციმარინს, ერიზიმუმის ფესვები ერიზიდს. მწარე ნუშის თესლი ამიგდალინს, რომელიც დაშლისას იქცევა გლუკოზად და სინილის მჟავად – ერთ-ერთ ძლიერ მომქმედ შხამად.

ნახშირწყლებს მნიშვნელოვანი ფუნქციები აქვს უჯრედში:

1. ასრულებენ სამშენებლო ფუნქციებს (ცელულოზა შედის მერქნის შემადგენლობაში).
2. ენერგეტიკული ფუნქცია. 1 გ. ნახშირწყლის დაშლისას თავისუფლდება 17,6კჯ. ენერგია
3. სამარაგო საკვების ფუნქცია. (სახამებელი მცენარეებში, გლიკოგენი ცხოველებში მარაგის სახით გროვდება).
4. დამცველობითი ფუნქცია (ლორწო მდიდარია ნახშირწყლით, ისინი კუჭსა და ნაწლავებს იცავენ მექანიკური გაღიზიანებისგან და პათოგენური ბაქტერიებისგან.
5. რეგულატორული ფუნქცია – მცენარეულ საკვებში არსებული ცელულოზა იწვევს კუჭისა და ნაწლავების ტალღისებურ მოძრაობას, რაც ხელს უწყობს საკვების მონელებას.

ლიპიდები

ლიპიდები უჯრედის მნიშვნელოვანი ჰიდროფობული ნივთიერებებია. ლიპიდები იხსნება სპირტსა და ორგანულ გამხსნელებში. ისინი წყალში უხსნადი ნივთიერებებია. ლიპიდების შემცველობა მცენარეულ და ცხოველურ უჯრედებში დიდი არაა. იგი უჯრედის მასის 5-15% შეადგენს, თუმცა ზოგიერთი მცენარის (მზესუმზირას, თხილის, კაკლის, ბამბის, არაქისისა და აბუსალათინის) სპეციალიზირებული ცხიმოვანი ქსოვილის უჯრედები

სხეულის მასის 90%-ს შეადგენს. ცხიმით მდიდარია ძვლის ყვითელი ტვინი, კვერცხის გული, კანქვეშა ცხიმოვანი ქსოვილი, ბადექონი და ა.შ. ადამიანის ორგანიზმში ცხიმი სხეულის მასის 10-12%-ია.

არჩევენ ციტოპლაზმურ და სარეზერვო ცხიმებს. ციტოპლაზმური ცხიმის რაოდენობა არ იცვლება, მუდმივია, ხოლო სარეზერვო ცხიმის რაოდენობა იცვლება სქესის, ასაკის, კვებისა და სამუშაოს ხასიათის მიხედვით.

გვხვდება სხვადასხვა კონსტიტუციის ცხიმები: თხევადი (მცენარეული ზეთი) რბილიდან დაწყებული (კარაქი, ადამიანის სხეულის ცხიმი) მყარით (ღორისა და ცხვრის ქონი) დამთავრებული.

არსებობს ლიპიდების შემდეგნაირი კლასიფიკაცია:

1. ცხიმოვანი მჟავები; 2) გლიცერინშემცველი ლიპიდები; 3) გლიცერინარშემცველი ლიპიდები; 4) ლიპიდები, რომლებიც დაკავშირებულია სხვა კლასის ნივთიერებებთან.

ცხიმებიდან აღსანიშნავია: პალმიტინის, სტეარინის, ოლეინის, ლინოლინის და ლინოლენის მჟავები. ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავების დეპოა ღვიძლი, სტეარინმჟავას დეპოა კანქვეშა ცხიმოვანი შრე; თირკმლის ცხიმოვანი კაფსულა, ჯორჯალი და ბადექონი. ადამიანის ცხიმი მნიშვნელოვანი რაოდენობით შიცავს სტეარინის, პალმიტინის, ოლეინისა და სხვა ცხიმოვან მჟავებს. ცხიმების ერთერთი სახეა ცვილები, რომელსაც მიეკუთვნება ლანოლინი. იგი უზრუნველყოფს თმების სიმტკიცეს, კანის ელასტიურობას. ცვილები შედის იმ ცხიმების შემადგენლობაში, რომლებიც ფარავენ ცხოველთა კანს, ბეწვს, ბუმბულს. ბუნებრივ ცვილებს მიეკუთვნება სპერმაცეტი და ფუტკრის ცვილი.

ფოსფოგლიცერიდები შედიან ბიოლოგიური მემბრანების შემადგენლობაში. ასევე შედიან ტვინის ქსოვილის, ღვიძლის და გულის შემადგენლობაში. ისინი ახორციელებენ ლიპიდებისა და ცხიმებში ხსნადი ვიტამინების ტრანსპორტს სისხლსა და ლიმფაში.

გლიკოლიპიდები - შედიან ტვინისა და ნერვული ბოჭკოს შემადგენლობაში. გლიკოლიპიდების ზოგ წარმომადგენელს შეუძლია გააუვნებელყოს ტეტანუსის, დიფტერიის გამომწვევი ბაქტერიების შხამები.

ლიპიდების ერთ-ერთი სახეა **ტერპენები**, რომლებიც მცენარის სურნელოვანი ზეთების შემადგენლობაში შედიან. მაგ. მენთოლს გამოყოფს პიტნა, ასევე ფიტოლი, რომელიც შედის ქლოროფილისა და K ვიტამინის შემადგენლობაში.

სტეროიდებიც ცხიმების ერთ-ერთი სახეა. მათგან აღსანიშნავია **ქოლესტერინი**, რომელიც წყალში უხსნადია, მისგან წარმოიქმნება ნაღვლის მჟავა, შედის სასქესო ჰორმონების და D ვიტამინის შემადგენლობაში. ქოლესტერინის სიჭარბე იწვევს ნაღვლის ქვების წარმოქმნას და გულსისხლძარღვთა დაავადებებს.

ლიპიდები ორგანიზმში სხვადასხვა ფუნქციას ასრულებს:

1. სამშენებლო ფუნქცია - ლიპიდები შედის უჯრედის მემბრანის შემადგენლობაში (მაგ. ფოსფოლიპიდები).

2. ენერგეტიკული ფუნქცია - 1 გრ. ლიპიდის დაშლისას თავისუფლდება 38,9კგჯ ენერგია.

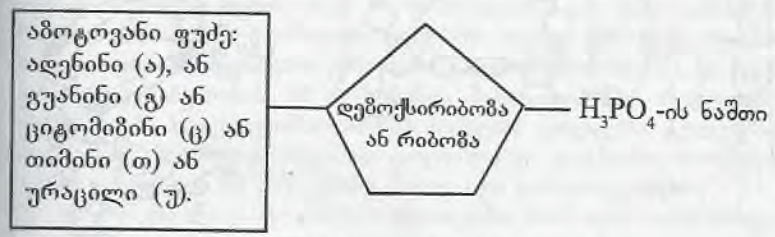
3. სარეზერვო ფუნქცია - გროვდება კანქვეშ, ბადექონში და სხვ.

4. დამცველობითი მნიშვნელობა - კანქვეშ ცხიმოვანი შრე ორგანიზმს იცავს გაცივებისაგან.

5. ცხიმი წყლის რეზერვს წარმოადგენს. 100 გრ. ცხიმის დაჟანგვისას 107გრ. წყალი წარმოიქმნება.

ნუკლეინის მჟავები (დნმ; რნმ)

ნუკლეინის მჟავები გენეტიკური ინფორმაციის შემცველი სტრუქტურებია, რომლებიც 1968 წ. აღმოაჩინა ფრიდრიხ მიშერმა მკვდარი ლეიკოციტების ბირთვში. ისინი ბირთვის შემადგენელი მჟავებია, მათი სახელწოდებაც სწორედ აქედან წარმოდგა („ნუკლეუს" - ბირთვი). ნუკლეინის მჟავები ბიოპოლიმერებია, რომელთა მონომერებია ნუკლეოტიდები. მათ შემადგენლობაში შედის აზოტოვანი ფუძე (ადენინი, ან გუანინი, ან ციტოზინი, ან



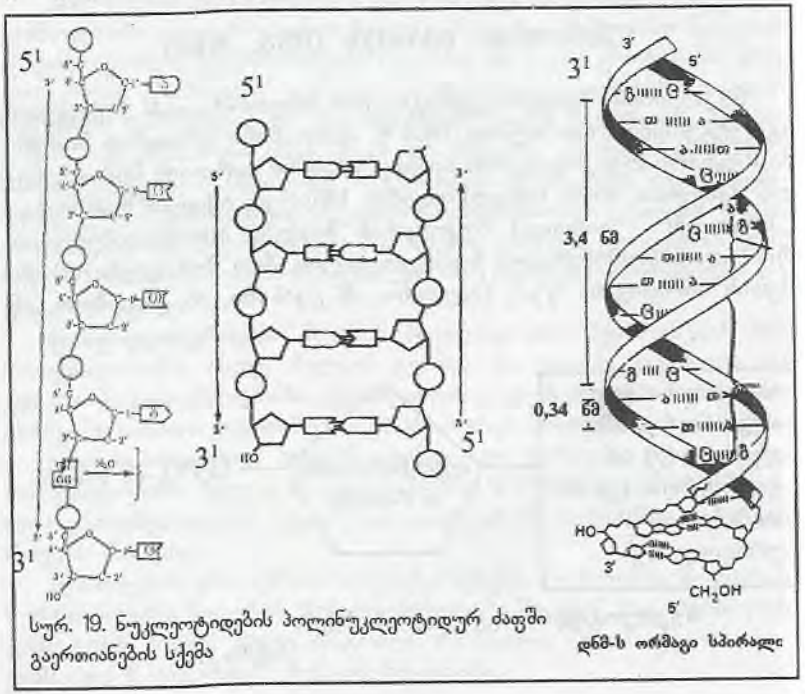
ნუკლეოტიდის აგებულების სქემა

სქემა 1

თიმინი, ან ურაცილი), მარტივი ნახშირწყალი (პენტოზა-5 ნახშირბადატომიანი ნახშირწყალი) – რიბოზა ან დეზოქსირიბოზა და ფოსფორმჟავას ნაშთი (ა. კოსელი). ნუკლეოტიდის კომპონენტები ერთმანეთს კოვალენტური ბმებით უკავშირდება (სქემა I).

ნუკლეოტიდების რაოდენობა ნუკლეინის მჟავებში შეიძლება იყოს რამოდენიმე ათეულიდან რამოდენიმე ათასეულამდე (და მეტი). ნუკლეინის მჟავები იმის მიხედვით, თუ რომელ ნახშირწყალს შეიცავენ, ორი სახისაა: დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავა – დნმ; და რიბონუკლეინის მჟავა – რნმ. (ჰ. ლევინი, უ. ჯონსონი, XX საუკუნის 20-იანი წლები). ნუკლეინის მჟავების ფუნქციაა მემკვიდრული ინფორმაციის შენახვა და გადაცემა.

დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავა – დნმ. იგი გენეტიკური ინფორმაციის მატარებელი სტრუქტურაა. მოთავსებულია ბირთვის ქრომოსომებში, ასევე ციტოპლაზმაში მდებარე სტრუქტურებში – მიტოქონდრიებში, ქლოროპლასტებში, ასევე პროკარიოტებსა და ვირუსებში ბირთვული დნმ-საგან განსხვავებით აღნიშნული დნმ-



სურ. 19. ნუკლეოტიდების პოლინუკლეოტიდურ ძაფში გაერთიანების სქემა

დნმ-ს ორმაგი სპირალი

ები რგოლურ მოლეკულას წარმოადგენს. ბირთვული დნმ-ის მოლეკულა შედგება დაახლოებით 2000-დან – 10^8 და მეტი ნუკლეოტიდისაგან. დნმ-ს მოლეკულის ნუკლეოტიდები შედგება აზოტოვანი ფუძეების ადენინის ან გუანინის ან ციტოზინის ან თიმინისაგან; (ა-გ პურინის ფუძეა; ც-თ – პირიმიდინის). ნახშირწყლიდან – დეზოქსირიბოზას (B-D-2) და ფოსფორმჟავას ნაშთისაგან. ნუკლეოტიდები ის „აგურებია“, რომლებიდანაც აიგება დნმ-ის მოლეკულა.

ნუკლეოტიდების ერთმანეთთან დაკავშირება ხდება ფოსფოდიეთერული კავშირით, ჯაჭვის აგებაში მონაწილეობს ფერმენტი პოლიმერაზა. ფოსფოდიეთერული ბმები განაპირობებს იმას, რომ დნმ-ს პოლინუკლეოტიდის ორჯაჭვიან მოლეკულაში ერთ ჯაჭვში გამოიყოს $5^1 \rightarrow 3^1$ და მეორე ჯაჭვში $3^1 \rightarrow 5^1$ ბოლოები (სურ. 19).

1953 წ. ჯეიმს უოტსონმა და ფრენსის კრიკმა შექმნეს დნმ-ის მოლეკულის მოდელი. (ამ აღმოჩენას წინ უძღვოდა ახალგაზრდა ინგლისელი მეცნიერის როზალინ ფრანკლინის აღმოჩენები. იგი მუშაობდა (ინგლისში, საფრანგეთში, ამერიკაში) ფიზიკური ქიმიისა და კრისტალოგრაფიის დარგში. კვლევის ობიექტს შეადგენდა პროტეინები. მან პირველმა დააფიქსირა გენეტიკური კოდის არსებობა და ცდილობდა გენის ფოტოგრაფირებას. რ. ფრანკლინმა აღმოაჩინა დნმ-ს ორი ფორმა (A და B), რომელთა არსებობა მან გარემოს ტენიანობის ცვლილებით ახსნა. მან დნმ-ს ფოტოგრაფირებისათვის გამოიყენა დიფრაქტომეტრიის მეთოდი. ამ აღმოჩენის შესახებ მეცნიერული შრომა გამოაქვეყნა ერთ-ერთ ამერიკულ სამეცნიერო ჟურნალში, სადაც აღწერა დნმ ფორმა. სურათზე გამოსახული იყო პროპელერის ფორმის მოლეკულა. ამ აღმოჩენის შემდეგ ახალგაზრდა მკვლევარი მალე გარდაიცვალა ფილტვების სიმსივნით. თავისი მოდელის შექმნაში უოტსონმა და კრიკმა გამოიყენა სწორედ ეს ფოტოგრაფირება, რომლის გარეშე ისინი ამ აღმოჩენას ვერ შეძლებდნენ. ისინი იცნობდნენ რ. ფრანკლინსა და მის აღმოჩენას, მაგრამ ამის შესახებ არაფერი უთქვამთ. თუმცა 1963 წ. ჯ. უოტსონმა ერთ-ერთ სამეცნიერო შრომაში გაკვრით მოიხსენია ეს მეცნიერი. რ. ფრანკლინის ამ აღმოჩენის შესახებ 2003წ. რამოდენიმე ევროპულმა სატელევიზიო არხმა გააკეთა გადაცემა. ტელევიზიამ დებატებზე მიიპატიჟა იმჟამად ცოცხალი ჯ. უოტსონი, რომელმაც უარი განაცხადა ამ მიწვევაზე. მალე იგი გარდაიცვალა).

ფ. კრიკმა და ჯ. უოტსონმა დაადგინა, რომ დნმ ორსპირალიანი, წრფივი მოლეკულაა, თითოეული ჯაჭვი პოლინუკლეოტიდია, ეს ორი სპირალი ერთმანეთზე საათის ისრის მიმართულებით დახვეულ მოლეკულას წარმოადგენს. თითოეულ ჯაჭვში

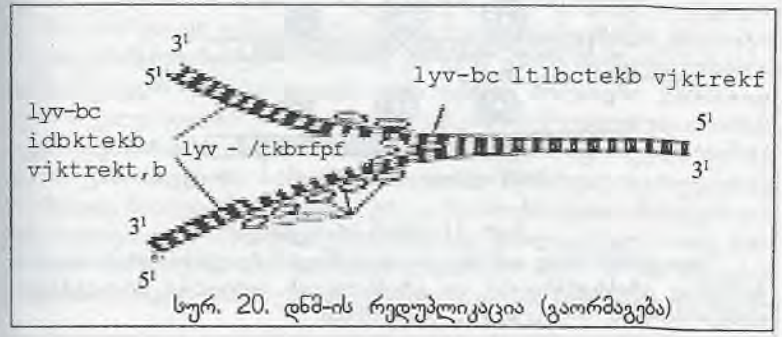
შაქარ-ფოსფატური ღერძი სპირალის გარეთაა, ხოლო აზოტოვანი ფუძეები სპირალის შიგნით. სპირალის სიგანე 2 ნმ-ია. აზოტოვანი ფუძეები თითოეულ სპირალზე განლაგებულია **კომპლიმენტარობის პრინციპით,** რაც იმაში მდგომარეობს, რომ აზოტოვან ფუძეთა შორის არსებობს გეომეტრიული შესაბამისობა, კერძოდ, ერთი ჯაჭვის ადენინის პირდაპირ დგას მეორე ჯაჭვის თიმინი და პირიქით, ხოლო თუ ერთ ჯაჭვში ციტოზინია, მეორე ჯაჭვში მის მოპირდაპირედ იქნება გუანინი და პირიქით; სხვა ვარიანტი არ არის. ერთი ნუკლეოტიდი მეორისათვის დამატებაა. „კომპლიმენტ“ ნიშნავს „დამატებას“. ადენინის დამატებაა თიმინი, და პირიქით. ხოლო ციტოზინის - გუანინი და პირიქით. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ მათი ზომები ერთმანეთს შეესაბამება. კომპლიმენტარობის პრინციპის თანახმად თუ ვიცით ერთ ჯაჭვში ნუკლეოტიდების განლაგება (მაგ. ა-თ-გ-ც-ც-გ) გვეცოდინება მეორე ჯაჭვში ნუკლეოტიდების განლაგება (თ-ა-ც-გ-გ-ც). ამ ჯაჭვის აზოტოვანი ფუძეები ერთმანეთს წყალბადური ბმებით უკავშირდებიან. ადენინსა და თიმინს შორის ორი წყალბადური ბმაა; ციტოზინსა და გუნინს შორის სამი წყალბადური ბმა. აზოტოვან ფუძეთა შორის მანძილი 3,4A° (ანგსტრემია). ჩარგაფმა აღმოაჩინა, რომ ნებისმიერ დნმ-ის მოლეკულაში ა=თ და გ=ც (სურ. 20). უოტსონ-კრიკის მოდელის მიხედვით დნმ-ს მოლეკულა მარჯვნივ მხვევია. სპირალის ყოველ ხვეულზე მოდის 10 ნუკლეოტიდი. დნმ-ის მოლეკულას აქვს პირველადი და მეორადი სტრუქტურა. პირველადი სტრუქტურა შეიცავს უბნებს, რომლებშიც ჩაწერილია მემკვიდრული ინფორმაცია (ეგზონური უბანი) და უბნებს, რომლებზეც ჩაწერილი არაა მემკვიდრული ინფორმაცია (ინტრონული უბანი). მეორად სტრუქტურაში გვაქვს მხოლოდ ჩაწერილი უბნები (ეგზონები). დნმ-ს ერთ ჯაჭვში ნუკლეოტიდები განლაგებულია $5^1 \rightarrow 3^1$ ხოლო მეორეში - $3^1 \rightarrow 5^1$ მიმართულებით. **დნმ-ისათვის დამახასიათებელია ის, რომ იგი არის ბოლონუკლეოტიდი, კომპლიმენტალური და ანტიპარალელური ჯაჭვებისაგან შედგარი მოლეკულა.**

არსებობს დნმ-ის რამდენიმე ფორმა: A, B, C და Z. B ფორმა შეესაბამება უოტსონ-კრიკის მოდელს; სინოტივის შემცირების (წყლის დაკარგვისას) წარმოიქმნება A ფორმა, რომელიც ჰიბრიდულ დნმ/რნმ-ს მოლეკულას წარმოადგენს. დაბალი ტენიანობისას და ლითიუმის მარილების თანაობისას წარმოიქმნება C ფორმა. Z დნმ ანუ მარყუჟისებური სტრუქტურა მდიდარია ციტოზინ-გუანინის წყვილით. იგი მარცხნივ მბრუნავ ორსპირალიან მოლეკულას

წარმოადგენს. აქ ერთ ხვეულზე მოდის 12 აზოტოვანი ფუძე. იგი ბიოზაგისებური კონფიგურაციის მქონეა. ეს ფორმა აღმოჩენილია ბუძუმწოვრებში და დროზოფილაში.

დნმ-ის მოლეკულის სიგრძე ასეული და ათასეული ნანომეტრია. თუ გავჭიმავთ ადამიანის ერთ უჯრედში არსებულ დნმ-ის ძაფს, მისი სიგრძე დაახლოებით 2მ-ის ტოლი იქნება, ხოლო ადამიანის ყველა დნმ-ის რაოდენობის სიგრძე 15 მილიარდ კმ-ს გადააჭარბებს. ეუკარიოტულ უჯრედში დნმ მდგრად კომპლექსს წარმოქმნის ჰისტონურ ცილებთან, მაგრამ მაღალი ტემპერატურის, ულტრაიისფერი სხივების, ქიმიური ნივთიერებების, რენტგენის სხივების მოქმედებით დნმ-ის მოლეკულის სტრუქტურა შეიძლება დაირღვეს, ამ დროს წყდება წყალბადური ბმები და დნმ-ის მოლეკულა უფრო ბლანგი ხდება. ამ პროცესს **დენატურაცია** ეწოდება. გარკვეულ პირობებში დნმ-ის მოლეკულა განიცდის აღდგენას - რენატურაციას.

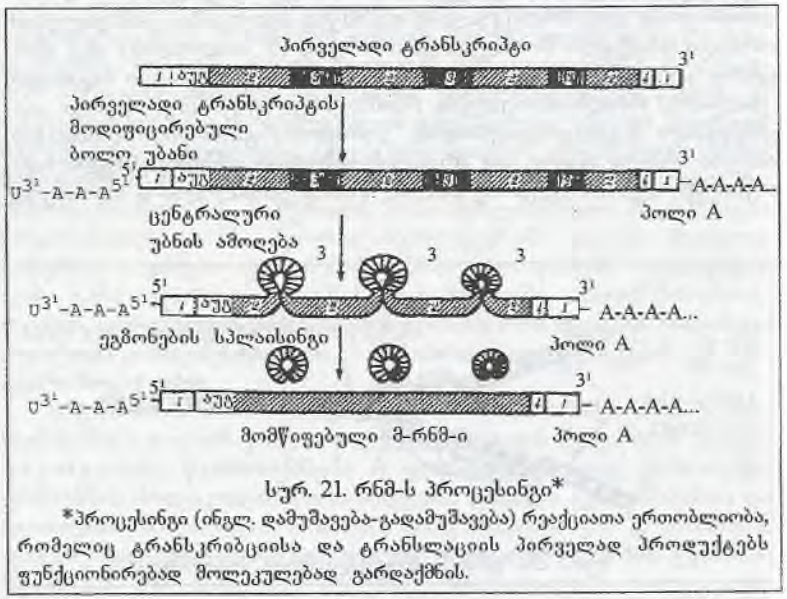
დნმ-ს ახასიათებს რედუპლიკაციის ანუ გაორმაგების უნარი, რომელიც მიმდინარეობს უჯრედის გაყოფის წინ, რის შედეგადაც დნმ-ს ერთი მოლეკულისაგან მიიღება ორი მოლეკულა, რომლებიც ერთმანეთის იდენტურია. ეს პროცესი შემდეგნაირად მიმდინარეობს. დნმ მოლეკულაში ფერმენტ ჰელიკაზას საშუალებით ორმაგი სპირალი შორდება ერთმანეთს (5^1 ბოლოდან). ისე, როგორც ელვა-შესაკრავის ნახევრები. თითოეული ჯაჭვი მატრიცის (ყალიბის) როლს ასრულებს, რომლებზედაც გარშემომყოფი თავისუფალი ნუკლეოტიდებიდან კომპლიმენტარობის პრინციპით აიგება ახალი ჯაჭვი. ამ პროცესს **ნახევრადკონსერვატიული** სინთეზი ეწოდება, რადგანაც ახლად წარმოქმნილ დნმ-ს თითოეულ



სურ. 20. დნმ-ის რედუპლიკაცია (გაორმაგება)

ჯაჭვში ერთი დედისეულია (ძველია), მეორე ახლადსინთეზირებული. მიღებული დნმ-ს თვითეულ მოლეკულაში $5^1 \rightarrow 3^1$ ჯაჭვი **ლიდერია**; ხოლო $3^1 \rightarrow 5^1$ ჯაჭვი ჩამორჩენილი, ანუ **მინორული.** $5^1 \rightarrow 3^1$ ჯაჭვის სინთეზი ხდება განუწყვეტლივ ფერმენტ პოლიმერაზას საშუალებით; ხოლო $3^1 \rightarrow 5^1$ ჯაჭვის წარმოქმნა ხდება ოკაზაკის ფრაგმენტების „გაკერვით" სპეციალური ფერმენტით. (ასეთი ფრაგმენტების წარმოქმნისათვის საჭიროა ფერმენტი რნმ - პრაიმაზას წარმოქმნა, შემდეგ საჭირო ხდება მისი მოცილება. ამ პროცესებს გარკვეული დრო სჭირდება). დნმ-ს რედუპლიკაციის პროცესი ექსპერიმენტულად დაადგინა მ. მეზელსონმა, ფ. სტალმა (1958;. ავტორადიოგრაფიის მეთოდით) და კერნსმა ეს პროცესი ხილვადი გახადა (სურ. 20).

რნმ – რიბონუკლეინის მჟავა ერთჯაჭვიანი პოლინუკლეოტიდია. ნუკლეოტიდები აქ წარმოდგენილია აზოტოვანი ფუძით, რომელშიც ვხვდებით ადენინს, გუნინს, ციტოზინს და თიმინის ნაცვლად ურაცილს; მარტივი ნახშირწყლიდან რიბოზას (B-D) და ფოსფორმჟავას ნაშთს. როგორც პროკარიოტულ ისე ეუკარიოტულ უჯრედებში არსებობს რნმ-ს სამი ძირითადი ფორმა ინფორმაციული ანუ მატრიცული რნმ, ტრანსპორტული რნმ და რიბოსომული რნმ (გვხვდება ასევე ჰეტეროგენული ბირთვული რნმ).

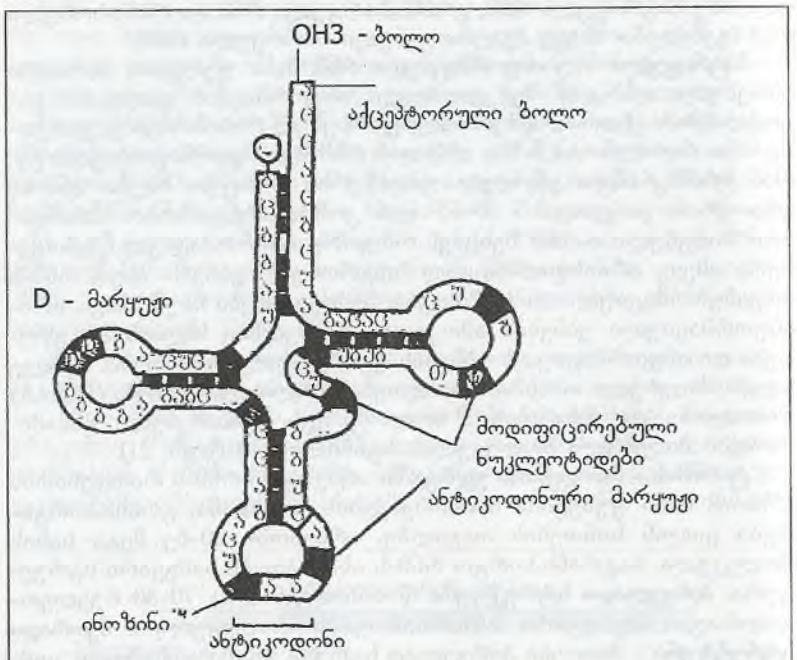


სურ. 21. რნმ-ს პროცესინგი*

*პროცესინგი (ინგლ. დამუშავება-გადამუშავება) რეაქციათა ერთობლიობა, რომელიც ტრანსკრიბციისა და ტრანსლაციის პირველად პროდუქტებს ფუნქციონირებად მოლეკულებად გარდაქმნის.

მატრიცული ანუ **ინფორმაციული რნმ.** მისი ფუნქციაა ბირთვში არსებული დნმ-დან მემკვიდრული ინფორმაციის გადატანა ციტოპლაზმაში ენდოპლაზმურ ბადეზე არსებულ რიბოსომებზე. უჯრედში მისი რაოდენობა 3-5%. დნმ-დან რნმ-ზე ინფორმაციის გადაწერას **ტრანსკრიპცია** ეწოდება. გადაწერის პროცესი ხდება დნმ-ის ერთ-ერთი ჯაჭვიდან - $3^1 \rightarrow 5^1$-დან კომპლიმენტარობის პრინციპით. მიღებული ი-რნმ შეიცავს როგორც ინფორმაციულ (ეგზონურ), ასევე არაინფორმაციულ (ინტრონულ) უბნებს. ასეთ რნმ-ს პრეინფორმაციული რნმ ეწოდება. შემდეგ ხდება ჩაუწერავი, არაინფორმაციული უბნების ამოკვეთა, რომელსაც **სპლაისინგი** ეწოდება და ინფორმაციული უბნების ფერმენტული შეერთება. შემდეგ ხდება მიღებული ი-რნმ-ის ბოლოების **პოლიადენილირება** (POL-A) 5^1 ბოლოზე და **ქეპირებას** 3^1 ბოლოზე. (ეს უკანასკნელი განაპირობებს მიღებული მოლეკულის სტაბილობას) (სურ. 21).

ტ-რნმ-ს – რაოდენობა უჯრედში არსებული რნმ-ს რაოდენობის 15%-ია. მისი ფუნქციაა ამინომჟავების გადატანა, ტრანსპორტირება ცილის სინთეზის ადგილზე. არსებობს 20-ზე მეტი სახის მოლეკულა. სატრანსპორტო რნმ-ს ახასიათებს სამგვარი სტრუქტურა. **პირველადი სტრუქტურა** წარმოდგენილია 70-80 ნუკლეოტიდისაგან შემდგარი სწორხაზოვანი მოლეკულით. **მეორადი სტრუქტურა** - მიიღება პირველად სტრუქტურაში არსებული კომპლიმენტარული უბნების წყალბადური ბმებით დაკავშირების შედეგად, რის გამოც იგი ღებულობს მარყუჟის ანუ „სამყურა ფოთლის" სახეს (სურ. 22). მასში გამოყოფენ ორ ბოლოს აქცეპტორულს „ღერძს". ამ ბოლოს უკავშირდება ტრანსპორტირებადი ამინომჟავა, მის მოპირდაპირე ბოლოზე მოთავსებულია ანტიკოდონი, რომელიც განსაზღვრავს, რომელი ამინომჟავა უნდა მოთავსდეს აქცეპტორულ ბოლოზე. ეს ორი უბანი მაქსიმალურადაა დაშორებული ერთმანეთთან. დანარჩენი ბოლოები წარმოადგენს ნუკლეოტიდთა კომპლიმენტარულად დაწყვილებულ თანმიმდევრობებს, რომლებიც წარმოქმნიან მარყუჟებს. მეორეული სტრუქტურა განსაზღვრავს სამგანზომილებიან მესამეულ სტრუქტურას, რომელიც მიიღება მარყუჟების ურთიერთმოქმედებით. მისთვის დამახასიათებელია პერპენდიკულარულად განლაგებული ორი სპირალის წარმოქმნა და ფორმით ლათინურ ასო "L"-ის მსგავსია სატრანსპორტო რნმ უშრუნველყოფს ცილის სინთეზის ადგილზე



სურ. 22. სატრანსპორტო რნმ-ს მეორადი სტრუქტურა

მკაცრად განსაზღვრული ამინომჟავას ტრანსპორტირებას, რომლის კოდი (ანტიკოდონის სახით) ი-რნმ-ა მოცემული (კოდონის სახით).

რიბოსომული რნმ — რ-რნმ - მასზე მოდის რნმ-ის მასის 80% უჯრედში. იგი 3-5 ათასი ნუკლეოტიდური წყვილისგან შედგება და უჯრედის ციტოპლაზმაშია მოთავსებული. მონაწილეობს ცილასთან კავშირით რიბოსომის წარმოქმნაში.

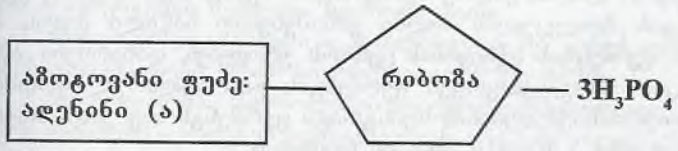
მისი საშუალებით ხდება რიბოსომის დაკავშირება ი-რნმ განსაზღვრულ ნუკლეოტიდურ თანმიმდევრობასთან, ასევე განაპირობებს რიბოსომისა და სატრანსპორტო რნმ-ს ურთიერთმოქმედებას.

ადენოზინტრიფოსფორმჟავა - ატფ

ატფ ყველა უჯრედის მნიშვნელოვანი და უნივერსალური მაკროერგული ნაერთია. იგი ენერგიის ძირითადი დეპოა ცოცხალ უჯრედში. უ. ლიპმანმა 1939-40წ. დაადგინა მისი ბიოლოგიური როლი. ქიმიური სტრუქტურის მიხედვით ატფ ნუკლეოტიდია, შეიცავს აზოტოვანი ფუძიდან - ადენინს, ნახშირწყლიდან - რიბოზას და 3 ფოსფორმჟავას ნაშთს. მისი მოლეკულის აგებულება ასეთ სურათს იძლევა:

ატფ არამდგრადი ნაერთია. მოლეკულაში არსებული ატფ ადვილად განიცდის ჰიდროლიზურ რეაქციებს ფერმენტ ატფ-აზას მონაწილეობით. ჰიდროლიზის პროცესში ატფ-ს ჩამოცილება ჯერ ერთი, შემდეგ დანარჩენი ფოსფატური ჯგუფი. პირველი ორი მოლეკულის ჩამოცილებისას თავისუფლდება 30,6, კგჯ-ენერგია, მესამე მოლეკულა ფოსფატური ჯგუფის მოხლეჩისას მხოლოდ 13,8 კგჯ გამოიყოფა. ატფ-ში არსებულ ფოსფატურ კავშირებს მაკროერგული კავშირები ეწოდება (ბერძნ. makros - დიდი, ergos - მუშაობა) და მას ~ ნიშნით გამოხატავენ.

ჰიდროლიზისას ატფ-დან ერთი ფოსფატური ჯგუფის მოწყვეტისას იგი გარდაიქმნება ადენოზინდიფოსფორმჟავად - **ადფ**-ად, ხოლო მეორე მოლეკულის ჩამოცილებისას ადენოზინმონოფოსფორმჟავად - **ამფ**-ად. ჩამოცილებული მოლეკულები მონაწილეობს ფოსფოლირების პროცესში. ამფ-სა და ადფ-ს მოლეკულებს შეუძლიათ რეფოსფოლირების შედეგად აღდგეს ატფ-მდე, რისთვისაც საჭიროა იგივე რაოდენობის ენერგია, რომელიც ჰიდროლიზის დროს გამოიყო.



ატფ-ს აგებულების სქემა

ატფ უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს უჯრედის ენერგეტიკულ ცვლაში. იგი უჯრედში მიმდინარე პროცესებს: მოძრაობა, ბიოსინთეზი, ელექტრობის გენერაცია და სხვ. ენერგიით უზრუნველყოფს. უჯრედში ატფ-ს მარაგი დიდი არ არის, ამიტომ ატფ-ს დაშლასთან ერთად მიმდინარეობს მისი სინთეზი. ამ დროს გამოიყენება ის ენერგია, რომელიც თავისუფლდება ნახშირწყლების,

ლიპიდების და სხვა ნივთიერებათა დაშლისას. ატფ-ის სინთეზი მიმდინარეობს მიტოქონდრიებში. მისი ტრანსპორტირება სპეციალური ენერგიის გადამტანებით ხორციელდება იქ, სადაც აღგილი აქვს ენერგიის ხარჯვას.

ფერმენტები (ენზიმები)

ფერმენტები ანუ ენზიმები გლობულარული ცილის მოლეკულებია, მათი მონაწილეობით უჯრედში მიმდინარეობს ათასობით ქიმიური რეაქცია. ამიტომ მათ კატალიზურ ცილებსაც უწოდებენ. ფერმენტები შეიძლება იყოს მარტივი ანუ **პროტეინები**, რომელთა შემადგენლობაში შედის მხოლოდ ამინომჟავები და რთული ანუ **პროტეიდები**, რომელთა შემადგენლობაში შედის ამინომჟავებისაგან აგებული ცილის კომპონენტი – აპოფერმენტი და არაცილოვანი ნაწილი – **კოფაქტორი** (აპოფერმენტისა და კოფაქტორის კომპლექსს **ჰოლოფერმენტი** ეწოდება).

ფერმენტებს ახასიათებს სპეციფიკურობა, რომელიც ემყარება ფერმენტ-სუბსტრატის დროებითი კომპლექსის წარმოქმნას, რომლის შედეგადაც რეაქციის განხორციელების შესაძლებლობა იზრდება. რეაქციის შედეგად ფერმენტ-სუბსტრატის კომპლექსი იშლება: ფერმენტად და რეაქციის პროდუქტად:

S+E ↔ES→E+P, სადაც E არის ენზიმი ანუ ფერმენტი, S – სუბსტრატი, P – რეაქციის პროდუქტი. ხშირად ფერმენტის მოლეკულები უფრო დიდია, ვიდრე სუბსტრატის. სუბსტრატთან კონტაქტში ფერმენტის მოლეკულის ძალზე უმნიშვნელო ნაწილი შედის. ამ ნაწილს **ფერმენტის აქტივობის ცენტრს უწოდებენ.** დანარჩენი ამინომჟავები უზრუნველყოფენ ფერმენტის გლობულარულ ფორმას. ამ ურთიერთმოქმედებისას სუბსტრატი ფერმენტს ისე უნდა მოერგოს, როგორც გასაღები კლიტეს (ფიშერი).

ფერმენტები აწარმოებენ როგორც დაშლის, ისე სინთეზის რეაქციებს. ე.ი. ფერმენტული რეაქციები შექცევადია. არსებობს მრავალი სხვადასხვა ტიპის ფერმენტები. მაგ. მომნელებელი, სასუნთქი და სხვ.

ფერმენტები, როგორც აღვნიშნეთ, ბიოლოგიური კატალიზატორებია, რომლებიც აჩქარებენ ორგანიზმში მიმდინარე ქიმიურ რეაქციებს, მაგრამ თვითონ ამ რეაქციებში არ იხარჯებიან. ფერმენტების მონაწილეობით ხდება გენეტიკური ინფორმაციის რეალიზაცია და

ხორციელდება ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლის პროცესები (ბევრ ფერმენტს კატალიზური აქტივობის გამოსაყენებლად ეხმარება სხვა ნივთიერებები, რომელთაც კოფერმენტები ეწოდება). ფერმენტული რეაქციების სიჩქარეზე მოქმედებს შემდეგი ფაქტორები:

1. ტემპერატურა, ყოველი 10°C-ით ტემპერატურის გაზრდისას 40°-45°-მდე რეაქციის სიჩქარე იზრდება 2-ჯერ. შემდეგ კი ფერმენტის აქტიურობა მცირდება. 70°-80°-ზე ფერმენტის მოქმედება წყდება. ფერმენტის აქტივობა ქვეითდება ტემპერატურის დაწევის დროსაც.

2. ფერმენტის აქტივობაზე გავლენას ახდენს გარემოს PH (წყალბადიონების კონცენტრაცია). კუჭის წვენისთვის იგი (PH) 1,5-2,5 -ია. ნერწყვის ამილაზასათვის 6,7-7,4. თითოეული ფერმენტისათვის PH სპეციფიკურია.

3. ფერმენტის აქტივობაზე გავლენას ახდენს ფერმენტ-სუბსტრატის მაღალი კონცენტრაცია რეაქციის მაღალი სიჩქარე მიიღწევა ფერმენტ-სუბსტრატის მაღალი კონცენტრაციისას.

4. ფერმენტის აქტივობაზე გავლენას ახდენს ის ნივთიერებები, რომლებიც ბრდიან მის აქტივობას. ზოგი აქვეითებს ფერმენტის აქტივობას და მას **ინჰიბიტორი** ეწოდება; ზოგი კი ბრდის მის აქტიურობას და მას **აქტივატორი** ეწოდება.

5. ფერმენტის აქტივობაზე მოქმედებს მძიმე მეტალები (მაგ. Ag, Pl, As) და ფერმენტების მოქმედების შეუქცევადობას იწვევს.

1961წ. V საერთაშორისო ბიოქიმიურ ყრილობაზე მიღებული იქნა ფერმენტების შემდეგი კლასიფიკაცია:

1. ოქსიდორედუქტაზები – წყალბადისა და ჟანგბადის ატომების გადამტანები ერთი ნივთიერებიდან მეორეზე.

2. ჰიდროლაზები – ჰიდროლიზის რეაქციის განმახორციელებლები;

3. ლიაზები – ახდენენ სუბსტრატთან არაჰიდროლიზურ მიერთებას ან მისგან ატომთა ჯგუფის მოწყვეტას .

4. ტრანსფერაზები – ეთილის, აცილის, ამინო და სხვა ჯგუფის გადამტანები.

5. იზომერაზები – მიდამოლეკულური გარდაქმნის ფერმენტები.

6. ლიგაზები – რომელთა მოქმედებით ხდება ორი მოლეკულის შეერთება და ახალი ბმების წარმოქმნა.

ფერმენტებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმის ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური რეაქციების ნორმალური მიმდინა-

რეობისათვის. ფერმენტების მოქმედების მოშლისას ვითარდება დაავადებები – ფერმენტოპათიები ანუ ენზიმოპათიები. მაგ. გალაქტოზემია – გამოწვეულია გალაქტოზის გლუკოზად გარდაქმნელი ფერმენტის ნაკლებობით. ბავშვები იღუპებიან სიცოცხლის პირველ თვეებშივე. ასევე დაავადება ფენილკეტონურია თიროზინაზას ცვლის მოშლაა. ამ დროს არ ხდება ფენილალანინიდან თიროზინის სინთეზი. ადგილი აქვს გონებრივ ჩამორჩენილობას. ფერმენტების აქტივობის ცვლილების შესწავლას აღრეულ ასაკში დიდი მნიშვნელობა აქვს დაავადების დიაგნოსტიკისა და მკურნალობისათვის.

ვიტამინები

ვიტამინები ნივთიერებათა ჯგუფია, რომელიც აუცილებელია ადამიანისა და ცხოველების არსებობისათვის. ისინი დაბალმოლეკულური ორგანული ნივთიერებებია, რომლებსაც სხვადასხვაგვარი ბუნება აქვთ. ისინი მონაწილეობენ ორგანიზმში მნიშვნელოვანი ბიოქიმიური და ფიზიოლოგიური ფუნქციების შესრულებაში.

ვიტამინები აღმოაჩინა ნ. ლუნინმა (1881წ.), ხოლო ტერმინი შემოიღო პოლონელმა მეცნიერმა კაზიმირ ფუნკმა (1912წ.). მაღალი ბიოლოგიური აქტიურობის გამო ვიტამინები ორგანიზმის მცირე რაოდენობით ესაჭიროება. ვიტამინების ყველაზე მნიშვნელოვანი ფუნქციაა კოფერმენტად მოქმედება, ე.ი. ფერმენტებისთვის ხელშეწყობა ქიმიურ რეაქციათა კატალიზში. დღეისათვის 40-ზე მეტი სახის ვიტამინია ცნობილი. ვიტამინები ხელს უწყობენ ფერმენტების წარმოქმნასა და მათ აქტიურობას, ამიტომ მათი ნაკლებობისას ორგანიზმში ირღვევა სიცოცხლისთვის მნიშვნელოვანი პროცესები. ორგანიზმში ვიტამინების არარსებობით განვითარებული დაავადებები **ავიტამინოზის** სახელწოდებით არის ცნობილი (ლათ. a – უარყოფა), რომელიც ორგანიზმის მძიმე მდგომარეობაა; ვიტამინების ნაწილობრივ უკმარისობას ჰიპოვიტამინოზი (ლათ. hipo-დაბალი) ეწოდება, ხოლო ვიტამინების ჭარბად მიღება იწვევს **ჰიპერვიტამინოზს**. ვიტამინების ძირითადი წყარო მცენარეებია, მაგრამ დღეს ვიტამინები მიღებულია სინთეზურად (ხელოვნური გზით). არსებობს ბიოქიმიის დარგი **ვიტამინოლოგია**, რომელიც სწავლობს ვიტამინებს და მათ როლს ნივთიერებათა

ცვლაში. ვიტამინები აღინიშნება ლათინური ანბანით A, B, C, D, E და ა.შ. ზოგიერთ ვიტამინს მსგავსი ნაირსახეობები გააჩნია.

ხსნადობის მიხედვით არსებობს ცხიმში ხსნადი ვიტამინები – A, D, E, K და წყალში ხსნადი B, P, C (და მათი ჯგუფები).

ვიტამინი A – ცხიმში ხსნადი ვიტამინია; იგი XX ს. იქნა აღმოჩენილი. ამ ჯგუფის ვიტამინები მნიშვნელოვან ფუნქციას ასრულებენ ადამიანის ორგანიზმში. ისინი იცავენ ეპითელურ ქსოვილს გარქოვანებისაგან, ამიტომ A ვიტამინის უკმარისობით გამოწვეულ ავიტამინოზს თან სდევს მრავალი ორგანოს (თირკმლის, შარდის ბუშტის, კანის, სასუნთქი გზების და სხვ) ეპითელური ქსოვილის გარქოვანება. ასევე თვალში იწვევს რქოვანას გამოშრობას ქსეროფტალმიას, რასაც შეიძლება მხედველობის დაკარგვა მოჰყვეს. A ვიტამინი შედის თვალის პიგმენტის – როდოპსინის შემადგენლობაში. ამ ვიტამინის ნაკლებობისას ორგანიზმი კარგავს ადაპტაციის უნარს და ვითარდება „ქათმის სიბრმავე“ (როდესაც ადამიანი შებინდებისას ცუდად ხედავს). ამ ვიტამინს ზრდის ვიტამინსაც უწოდებენ, მისი ნაკლებობა იწვევს ზრდის შეფერხებას. იგი სილამაზის ვიტამინიცაა, რადგანაც ხელს უწყობს კანის კარგ კვებას და აძლევს სასიამოვნო ფერს. A ვიტამინის წინამორბედია მცენარეულ პროდუქტებში კაროტინი, რომელიც ორგანიზმში A ვიტამინად გარდაიქმნება.

A ვიტამინის წყაროა: თირკმლები, თევზის ღვიძლი, კვერცხის, რძის პროდუქტები, მარგარინი, მწვანე და ყვითელი ხილ-ბოსტნეული (პომიდორი, სტაფილო).

B ჯგუფის ვიტამინები – დღეისათვის ცნობილია ამ ვიტამინების 10-დან 30-მდე ნაირსახეობა. **ვიტამინი B_1** (პირველად კ. ფუნკმა მიიღო) მას თიამინს უწოდებენ (ანუ ანევრინი) ამ ვიტამინს წარმოქმნიან მცენარეები და ზოგიერთი მიკროორგანიზმი. იგი შედის ფერმენტების შემადგენლობაში (კოფერმენტის სახით). მისი ნაკლებობისას ორგანიზმში ირღვევა ნივთიერებათა ცვლა. ქვეითდება მეხსიერება, აღგილი აქვს დაღლას, მოთენთილობას, საკვების მომნელებელი სისტემის მოშლას, ხელების კანკალს. B_1 ვიტამინის დეფიციტის სიღრმავე იწვევს დაავადება „ბერი-ბერს“ (კრუნჩხვები, დამბლა, გულის მიდამოში ტკივილები და სხვ.) B_1 ვიტამინი გეხვდება პარკოსნებში, ღვიძლში, თირკმელში, მშრალ რძეში, ღორის ხორცში, ხორბლის ენდოსპერმში და სხვ. ეს

ვიტამინი საჭიროა ყოველდღიურად მიიღოს ადამიანმა, რადგანაც მისი დაგროვება ორგანიზმში არ ხდება.

ვიტამინი B_2 რიბოფლავინი – ეს ვიტამინი აკონტროლებს ნივთიერებათა ცვლის უმნიშვნელოვანეს პროცესებს. რიბოფლავინის ნაკლებობა იწვევს ზრდის შენელებას, კანის დაავადებებს, თმის ცვენას, ლორწოვანი გარსების დაზიანებას. მხედველობის დაქვეითებას. დამბლებს, კრუნჩხვებს. ეს ვიტამინი გვხვდება ლობიოში, ბარდაში, ხორცში, კვერცხის გულში, რძეში, საფუვრებში.

ვიტამინი B_3 აღმოაჩინა კ. ფუნკმა. ამ ვიტამინის ნაკლებობა იწვევს პოდაგრას (ლათ. pellis-კანი და ბერძ. agra – ტაცება, აქერცვლა). ამ დაავადებისთვის დამახასიათებელია კანის აქერცვლა, ენისა და მთელი პირის ღრუს – გარსის ანთება, ღებინება, ტკივილი კუჭის არეში, კუჭის აშლილობა, უძილობა, სხეულის ღია ნაწილებზე გამონაყარი, შეშუპება და სხვ. B_3 ვიტამინით მდიდარია ღვიძლი, ქატო, პურის საფუარი და ყველა ის პროდუქტი, რომელიც შეიცავს B ჯგუფის ვიტამინებს.

B_5 ვიტამინი – პანთოთენის მჟავა – ეს ვიტამინი შედის იმ ჰორმონის შემადგენლობაში, რომელიც უზრუნველყოფს ორგანიზმში მიმდინარე პროცესებში როგორიცაა ცხიმოვანი მჟავების, ზოგიერთი ჰორმონისა და ჰემოგლობინის სინთეზში ამ ვიტამინის ნაკლებობისას ირღვევა ნერვული სისტემის, გულის, თირკმლებისა და კუჭ-ნაწლავის მოქმედება. ვითარდება დერმატიტი, თმის დეპიგმენტაცია, მადის დაქვეითება და სხვ.

ვიტამინი B_6 (პირადოქსინი). ამ ვიტამინის სინთეზი ხდება მწვანე მცენარეებში, მცოხნელი ძუძუმწოვრებისა და ადამიანის ნაწლავების მიკროორგანიზმებში. ისინი შედის ფერმენტების შემადგენლობაში და მონაწილეობს კატალიზის რეაქციებში.

B_{12} (ციანოკობალამინი) აღმოჩენილი იქნა 1948წ. ამ ვიტამინის ნაკლებობისას ვითარდება ავთვისებიანი სისხლნაკლებობა, რომელიც ადდისონ ბირმერის ანემიის სახელწოდებით არის ცნობილი მედიცინაში. ამ დაავადების სიმპტომებია: ერითროციტების და ჰემოგლობინის მნიშვნელოვანი შემცირება, მოუმწიფებელი ფორმიანი ელემენტების არსებობა სისხლში, ლეიკოციტების წარმოქმნის შეფერხება. ამ ვიტამინით მდიდარია ცხოველური პროდუქტები: რძე, კვერცხი, ყველი, საქონლის ღვიძლი, თევზი და სხვ. მისი გამომუშავება ხდება ადამიანისა და მცოხნელი ძუძუმწოვრების ნაწლავებში

ბაქტერიების მოქმედებით.

ფოლიუმის მჟავა (Bc ანუ **M)** – აღმოჩენილი იქნა 1947 წ. მისი ნაკლებობა ადამიანში იწვევს სისხლნაკლებობას. ამ დროს ადგილი აქვს პირის ღრუს ლორწოვანი გარსებიდან, ღრძილებიდან და ნაწლავებიდან სისხლდენას, კანის ანთებას. ფოლიუმის მჟავის წყაროა საფუვრები, ლობიო, ისპანახი, ღვიძლი. დიდი რაოდენობითაა ბოსტნეულის ფოთლებში (ლათ. folium – ფოთოლი).

ვიტამინი H (ბიოტინი) – პირველად ეს ვიტამინი ქათმის კვერცხის გულიდან გამოყვეს. ისინი შეიცავს იმ ფერმენტების შემადგენლობაში, რომლებიც ააქტიურებენ ცხიმოვანი მჟავების, ნუკლეინის მჟავების, ცილებისა და სხვათა სინთეზს. ბიოტინის ავიტამინოზისას ადგილი აქვს ზრდის შეფერხებას, კანის ანთებას, ცხიმის გაძლიერებულ გამოყოფას (სებორეას), თმების ცვენას, კუნთების ტკივილს, მადის დაქვეითებას, ფსიქიკის მოშლას. ბიოტინის სინთეზირება ხდება ადამიანის ნაწლავის მიკროორგანიზმების მოქმედების შედეგად.

ვიტამინი B_{13} (ოროტის მჟავა) – ასტიმულირებს ნუკლეინის მჟავების სინთეზს. ხელს უწყობს ღვიძლის ფუნქციის ნორმალურ განხორციელებას.

ვიტამინი 15 (პანგამის მჟავა) – ხელს უწყობს ზოგიერთი ამინომჟავების სინთეზს. იგი გამოიყენება ათეროსკლეროზის, ასევე გულსა და ღვიძლში ლიპიდების ცვლის დარღვევისას და სხვ. მას შეიცავს სხვადასხვა მცენარის თესლი.

ვიტამინი C – ასკორბინის მჟავა – მისი ნაკლებობა იწვევს სურავანდს. კლინიკურად იგი გამოიხატება წერტილოვანი სისხლჩაქცევებით სხეულის ზედაპირის და შინაგან ორგანოებში, ავადმყოფს აღენიშნება ღრძილებიდან სისხლდენა, კბილების ცვენა, კოლაგენის წარმოქმნის დარღვევა, ადამიანს უვითარდება ქოშინი, ეწყება გულის მიდამოში ტკივილები და სხვ. ლ. პოლინგის რწმუნებით თუ ადამიანი საკმარისი რაოდენობით ღებულობს C ვიტამინს იგი 15 წლით მეტს ცოცხლობს. ეს ვიტამინი საჭიროა ადამიანმა ყოველდღიურად მიიღოს, რადგან იგი ორგანიზმში არ გროვდება, აღვილად იშლება და იხსნება წყალში.

C ვიტამინით მდიდარია მწვანე ბოსტნეული, კარტოფილი, პომიდორი, ციტრუსები, ასკილის ნაყოფი, ვარდი, წიწაკა.

ეს ვიტამინი საჭიროა ზრდისა და ქსოვილთა ჯანმრთელობის შესანარჩუნებლად, საჭირო კოფერმენტია მეტაბოლური რეაქ-

ციებისთვის. იგი ამაღლებს გამძლეობას ინფექციებისადმი და ხელს უწყობს ჭრილობის შეხორცებას.

ვიტამინი E (ტოკოფეროლი). 1922წ. დადგინდა, რომ ეს ვიტამინი აუცილებელია უნაყოფობის თავიდან ასაცილებლად და გამრავლების პროცესის ნორმალური მსვლელობისთვის, ამიტომ მას გამრავლების ვიტამინსაც უწოდებენ (ბერძნ. tokos – შთამომავალი; phere – მომაქვს). ამ ვიტამინის ნაკლებობისას ადგილი აქვს ოოგენეზისა და სპერმატოგენეზის ნორმალური მსვლელობის დარღვევას; მეორადი სასქესო ნიშნების გადაგვარებას, ნაყოფის ნაადრევ მოცილებას, დამბლებს და სხვ. აღმოჩნდა, რომ ეს ვიტამინი იცავს მემბრანებს ზოგიერთი მოლეკულისაგან, რომლებსაც კიბოს გამოწვევა შეუძლია. ამ ვიტამინის წყაროა: ხორცი, კვერცხი, კარაქი, ფოთლოვანი ბოსტნეული, ნიგოზი, რძის პროდუქტები, მარგარინი, მარცვლოვნები, მსხვილი ნაფქვავის პური, ხორბლის ჩანასახი, თესლები, მცენარეული ზეთი.

ვიტამინი D (კალციფეროლი) 1950 წ. ინგლისელმა ექიმმა ფ. გლისონმა აღწერა ბავშვებში, რომლებსაც ჩოჩნხის განვითარებაში დარღვევები ჰქონდათ. ამ დაავადებას მან ინგლისური დაავადება, ანუ **რაქიტი** უწოდა. იგი სოციალური დაავადებაა. მისი მიზეზია: შიმშილი, ბნელი, ნესტიანი საცხოვრებელი, სადაც მზე იშვიათად აღწევს, საცხოვრებელი ფართის სივიწროვე. ამ დაავადებას იწვევს D ვიტამინის და მისი წინამორბედის ერგოსტერინის ნაკლებობა, ეს უკანასკნელი კანქვეშაა ცხიმოვანი ქსოვილის შემადგენლობაში და მზის ულტრაიისფერი სხივების საშუალებით გარდაიქმნება D ვიტამინად. ეს ვიტამინი აუცილებელია K და P-ს შეწოვისთვის და მათი გადასვლისთვის ძვლებსა და კბილებში.

მისი წყაროა: ღვიძლი, თევზის ღვიძლი, ცხიმი, რძის პროდუქტები, კვერცხის გული და სხვ.

ვიტამინი K – ფილოხინონი. ის მონაწილეობს სისხლის შედედებაში. მას მენაქვინონსაც უწოდებენ. მისი ნაკლებობისას შეიმჩნევა კაპილარული სისხლჩაქცევები და სისხლდენა. არსებობს სინთეზური გზით მიღებული შემცვლელები, რომლებიც სწრაფად მოქმედებენ. მისი წყაროა: ღვიძლი, ხილი, ნიგოზი, მარცვლოვნები, პომიდორი, მწვანე ბოსტნეული, კომბოსტო, ისპანახი, რძე, კვერცხი. ამ ვიტამინის გამომუშავება ხდება ნაწლავში მიკროორგანიზმების მიერ.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რომელ ელემენტებს ეწოდება ბიოგენური ელემენტები? მაკრო, მიკრო და ულტრამიკროელემენტები?
2. რა მნიშვნელობა აქვს წყალს უჯრედისათვის?
3. ჩამოთვალეთ უჯრედის ორგანული ნივთიერებები.
4. რომელი ნივთიერებებია ცილების მონომერები?
5. რამდენი სახის ამინომჟავა მონაწილეობს ცილის მოლეკულის წარმოქმნაში?
6. რამდენი სახის სტრუქტურას გამოყოფენ ცილებში?
7. დაახასიათეთ ცილების ეს სტრუქტურები.
8. რას ეწოდება ცილების დენატურაცია? რენატურაცია?
9. ჩამოთვალეთ ცილების ფუნქციები.
10. ჩამოთვალეთ ის ნახშირწყლები, რომლებიც მონოსაქარიდების შემადგენლობაში შედის.
11. ჩამოთვალეთ ჰექსოზების შემადგენლობაში შემავალი ნახშირწყლები.
12. ჩამოთვალეთ პენტოზებში შემავალი ნახშირწყლები.
13. ჩამოთვალეთ დისაქარიდების წარმომადგენლები.
14. ჩამოთვალეთ პოლისაქარიდების წარმომადგენლები.
15. ჩამოთვალეთ ნახშირწყლების ფუნქციები.
16. ჩამოთვალეთ რა სახის ლიპიდები არსებობს კლასიფიკაციების მიხედვით.
17. რა მნიშვნელობა აქვს ლიპიდებს ორგანიზმებისათვის?
18. როდის და ვინ აღმოაჩინა ნუკლეინის მჟავები?
19. საიდან წარმოდგა ამ მჟავების სახელწოდება?
20. რამდენი სახის ნუკლეინის მჟავა არსებობს.
21. ვინ შეისწავლა დნმ-ს მოლეკულის აღნაგობა და რას წარმოადგენს იგი?
22. რას ნიშნავს კომპლემენტალურობის პრინციპი?
23. როგორ მიმდინარეობს რედუპლიკაცია?
24. რომელ ჯაჭვს უწოდებენ ლიდერს, ჩამორჩენილს (მინორული) და რატომ?
25. აღწერეთ რნმ-ს მოლეკულის აღნაგობა.
26. ჩამოთვალეთ რნმ-ს სახეები.
27. როგორი აღნაგობა და რა მნიშვნელობა აქვს ი-რნმ-ს ტ-რნმ-ს, რ-რნმ-ს?
28. როგორი აღნაგობისაა ატფ და რა მნიშვნელობა აქვს?

29. რას წარმოადგენენ ფერმენტები? რამდენი სახის ფერმენტი არსებობს?
30. რა ფაქტორები მოქმედებს ფერმენტული რეაქციების სიჩქარეზე?
31. რამდენი სახის ფერმენტები არსებობს კლასიფიკაციის მიხედვით.
32. რას ეწოდება ვიტამინები და ვინ აღმოაჩინა.
33. ხსნადობის მიხედვით რამდენი სახისაა ვიტამინები.
34. ჩამოთვალეთ ვიტამინების ძირითადი ჯგუფები

ტესტები:

1. უჯრედში ქიმიური ელემენტებიდან ყველაზე მეტი რაოდენობით არის:
   ა) წყალბადი
   ბ) ნახშირბადი
   გ) ჟანგბადი
   დ) აზოტი
2. უჯრედში არაორგანული ნივთიერებებიდან თითქმის 80% არის
   ა) წყალი
   ბ) მინერალური მარილები
   გ) ელემენტები
   დ) ნატრიუმი.
3. ძვლოვანი ქსოვილის სიმტკიცეს უზრუნველყოფს:
   ა) კალციუმის და ფოსფორის მარილები;
   ბ) სპილენძის მარილები;
   გ) რკინის მარილი;
   დ) სუფრის მარილი.
4. ცილების მოლეკულაში მონომერის როლს ასრულებს:
   ა) ნუკლეოტიდები;
   ბ) ამინომჟავები;
   გ) გლუკოზა;
   დ) ცხიმოვანი მჟავა.
5. ცილის მოლეკულაში ამინომჟავების ერთმანეთთან დაკავშირება ხდება:
   ა) გლიკოზიდური ბმებით;
   ბ) ფოსფოდიეთერული ბმით;
   გ) პეპტიდური ბმებით;
   დ) იონური ბმებით.
6. ცილის მოლეკულის პირველადი სტრუქტურის წარმოქმნაში

ამინომჟავები ერთმანეთს უკავშირდებიან ბმებით:
   ა) კოვალენტური; გ) იონური;
   ბ) წყალბადური; დ) პეპტიდური.
7. ცილის მეორეული სტრუქტურის წარმოქმნაში მონაწილეობს
   ა) პეპტიდური ბმები გ) სულფიდური ბმები
   ბ) წყალბადური ბმები დ) ჰიდროფობული ბმები.
8. ცილის მესამეული სტრუქტურის წარმოქმნაში მონაწილეობს:
   ა) კოვალენტური ბმები გ) დისულფიდური
   ბ) იონური ბმები დ) წყალბადური
9. ჰემოგლობინს ახასიათებს:
   ა) პირველადი სტრუქტურა გ) მესამეული სტრუქტურა
   ბ) მეორადი სტრუქტურა; დ) მეოთხეული სტრუქტურა.
10. ცილის დენატურაცია აღდგენადია თუ ირღვევა:
   ა) ყველა სტრუქტურა; გ) მესამეული სტრუქტურა;
   ბ) მეორადი სტრუქტურა; დ) არ ირღვევა პირველადი სტრუქტურა
11. ფერმენტები განსაზღვრავენ:
   ა) უჯრედში მიმდინარე სინთეზისა და დაშლის რეაქციების სიჩქარეს;
   ბ) ახდენს ნივთიერებათა ტრანსპორტს
   გ) ბოჭავენ უცხო ნივთიერებებს.
   დ) მონაწილეობენ ქიმიურ რეაქციებში.
12. ნახშირწყლების შემადგენლობაში არ შედის.
   ა) ნახშირბადი; ბ) წყალბადი; გ) ჟანგბადი; დ) აზოტი.
13. მონოსაქარიდს არ მიეკუთვნება
   ა) გლუკოზა ბ) დეზოქსირიბოზა გ) რიბოზა დ) გლიკოგენი.
14. ცხოველური ნახშირწყალია:
   ა) ფრუქტოზა; ბ) სახამებელი; დ) გლიკოგენი.
15. რომელი ნახშირწყალი არ იხსნება წყალში?
   ა) გლუკოზა; გ) მალტოზა;
   ბ) ფრუქტოზა; დ) ცელულოზა.
16. ლიპიდებს არ მიეკუთვნება:
   ა) რიბოზა; გ) ქოლესტერინი;
   ბ) ლეციტინი დ) სპერმაცეტი
17. ჩამონათვალიდან ლიპიდებს არ მიეკუთვნება:
   ა) D ვიტამინი; გ) ცხიმი
   ბ) A ვიტამინი დ) B ვიტამინი.
18. უჯრედის ორგანოიდებიდან ცხიმების სინთეზი ხდება

ა) ენდოპლაზმურ ბადესა და გოლჯის კომპლექსში;
ბ) ლიზოსომებში
გ) მიტოქონდრიებში;
დ) რიბოსომებსა და პლასტიდებში.

19. ნუკლეინის მჟავას მონომერია
ა) ამინომჟავები; გ) გლუკოზა;
ბ) ცხიმოვანი მჟავები; დ) ნუკლეოტიდები.

20. დნმ-ს ფუნქციაა:
ა) ცილების სინთეზი;
ბ) ნახშირწყლების ჰიდროლიზი;
გ) სატრანსპორტო;
დ) მემკვიდრული ინფორმაციის შენახვა.

21. ჩამონათვალიდან რომელი მიეკუთვნება აზოტოვან ფუძეს:
ა. ალანინი; გ) ციტოზინი;
ბ) ლეციტინი; დ) პროლინი.

22. დნმ-ს რედუპლიკაცია არის:
ა) დნმ-ს გაორმაგება;
ბ) დნმ მოლეკულის რღვევა;
გ) დნმ-ს მოლეკულის ტრანსკრიპცია;
დ) დნმ-ს მოლეკულის ჰიდროლიზი.

23. რნმ მოლეკულაში აზოტოვანი ფუძეებიდან გვხვდება:
ა) ადენინი, თიმინი, ურაცილი, ციტოზინი;.
ბ) ადენინი, ურაცილი, გუანინი, პროლინი;
გ) ადენინი, გლუტამინი, ვალინი, გუანინი;
დ) ადენინი, ურაცილი, ციტოზინი, გუნინი.

24. ეუკარიოტული უჯრედის რნმ მოლეკულა არის:
ა) ორსპირალიანი; გ) რგოლური;
ბ) ერთსპირალიანი; დ) განტოტვილჯაჭვიანი.

25. კომპლიმენტარობა არის:
ა) გაორმაგება; გ) დამატება;
ბ) მოლეკულის დაშლა; დ) გადაწერა.

26. ატფ-ს შემადგენლობაში შედის:
ა) ადენინი, რიბოზა, 3 ფოსფორმჟავას ნაშთი;
ბ) ადენინი, დეზოქსირიბოზა, ურაცილი;
გ) ადენინი, დეზოქსირიბოზა, ფოსფორმჟავა;
დ) ადენინი, თიმინი, დეზოქსირიბოზა.

ლიტერატურა: 1, 2, 4, 11, 12, 14, 17, 20, 28, 30, 65, 70.

თავი V

ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა უჯრედში

უჯრედი რთული, უაღრესად მოწესრიგებული სტრუქტურაა. მასში მყოფი გრანდიოზული კატალიზური აპარატის საშუალებით (ათასამდე სახის ფერმენტია აღმოჩენილი) ხორციელდება ურთულესი და მრავალფეროვანი ქიმიური რეაქციები. ეს რეაქციები უჯრედის გარკვეულ ნაწილში ორგანიზებულად და უაღრესად ეკონომიურად მიმდინარეობს. უჯრედში მიმდინარე მრავალრიცხოვანი რეაქციებიდან შეიძლება გამოიყოს ორი ურთიერთსაპირისპირო, მაგრამ ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებული სინთეზისა და დაშლის რეაქციები.

სინთეზის რეაქციების შედეგად გარემოდან შემოსული მარტივი ნივთიერებებიდან (ამინომჟავები, მონოსაქარიდები, ნუკლეოტიდები, ორგანული მჟავები და სხვ) წარმოიქმნება ცილები, რთული ნახშირწყლები, ლიპიდები, ნუკლეინის მჟავები და სხვ. რომელსაც უჯრედი იყენებს საკუთარი სხეულის, მემბრანების, ორგანოიდების შესაქმნელად, ნაწილს ფერმენტებისა და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების წარმოსაქმნელად. ნაწილს კი მარაგის სახით ინახავს, უჯრედში მიმდინარე ნივთიერებათა სინთეზს **ბიოსინთეზი** ეწოდება. ბიოსინთეზის რეაქციების ერთობლიობას **ასიმილაცია** ანუ ანაბოლიზმი ეწოდება. ასიმილაცია (ანუ პლასტიკური ცვლა) ნიშნავს გარემოდან შემოსული ნივთიერებების გარდაქმნას, დამსგავსებას უჯრედისთვის დამახასიათებელ ნივთიერებებად (კერძოდ; უჯრედულ ცილებთან, ცხიმებთან, ნახშირწყლებთან). ეს რეაქციები მიმდინარეობს ენერგიის შთანთქმით (ე.ი. ენდოთერმული პროცესია).

მეორე ტიპის რეაქციები დაშლის რეაქციებია (**დეკომპოზიციური რეაქციები**) ამ რეაქციების დროს ასიმილაციისას სინთეზირებული ნივთიერებები იშლება მარტივ ნივთიერებებად. კერძოდ; ცილები იშლება ამინომჟავებად; ცხიმები – ცხიმოვან მჟავებად და გლიცერინად, ნახშირწყლები – გლუკოზად, ნუკლეინის მჟავები – ნუკლეოტიდებად; ამის შემდეგ ეს ნივთიერებები კიდევ აგრძელებენ დაშლას დაშლის საბოლოო პროდუქტებამდე: წყლამდე,

ნახშირორჟანგამდე და ამიაკამდე. დაშლის რეაქციების ერთობლიობას **დისიმილაცია**, ანუ **კატაბოლიზმი** ეწოდება, ანუ ენერგეტიკული ცვლა. იგი ენერგიის გამოთავისუფლებით მიმდინარეობს. ამ რეაქციებს თავისთავად ესაჭიროება ენერგია, მაგრამ კატაბოლიზმის რეაქციებისას გაცილებით დიდი რაოდენობით ენერგია გამოიყოფა, ვიდრე ამ პროცესისათვის არის საჭირო (ე.ი. პროცესი ეგზოთერმულია).

ასიმილაცია (ანაბოლიზმი) და დისიმილაცია (კატაბოლიზმი) ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებული პროცესია, რომლებსაც ერთმანეთის გარეშე არსებობა არ შეუძლიათ. ასიმილაციისათვის საჭირო ენერგია წარმოიქმნება დისიმილაციისას, ხოლო დისიმილაციის (ენერგეტიკული ცვლის) რეაქციების განხორციელებისთვის აუცილებელი ფერმენტების სინთეზი მიმდინარეობს ანაბოლიზმის რეაქციების დროს. პლასტიკური და ენერგეტიკული ცვლა დაკავშირებულია არა მარტო ერთმანეთთან, არამედ გარემოსთან. ერთმანეთთან და გარემოსთან დაკავშირებულ კატაბოლიზმისა და ანაბოლიზმის რეაქციებს ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა ანუ **მეტაბოლიზმი** ეწოდება.

ცოცხალი უჯრედი ღია სისტემაა, რადგანაც უჯრედში გარემოდან მუდმივად შედის ნივთიერებები, რომელიც საჭიროა ანაბოლიზმისთვის (ასიმილაციისთვის). ხოლო კატაბოლიზმის დროს გამოყოფილი დაშლის საბოლოო პროდუქტები გარემოს უბრუნდება. ეს სისტემა მდგრადია, მანამ მასში შედის ენერგია და საკვები ნივთიერებები, ხოლო დისიმილაციის პროდუქტები გარეთ გამოიყოფა. ყველა ცოცხალი სხეული უმარტივესიდან ურთულესის ჩათვლით ღია სისტემაა. მეტაბოლიზმის რეაქციების საერთო სიჩქარე ინდივიდუალურია. ადამიანებში ის დიდად განსხვავებულია სხვადასხვა პიროვნებაში და ერთსა და იმავე ინდივიდში სხვადასხვა პირობების დროს. ის მატულობს სტრესის დროს, სხეულის ტემპერატურის მომატებისას, ვარჯიშისას. პიროვნების მეტაბოლიზმის სიჩქარე რომ გავზომოთ, სუბიექტი უნდა იყოს მოსვენებულ მდგომარეობაში, უნდა ჰქონდეს სხეულის ნორმალური ტემპერატურა და ცოტა ხნის წინ ნავარჯიშები არ უნდა იყოს. მას **ძირითადი ცვლის სიჩქარე** ეწოდება და გამოიხატება კჯ/ჯოულებში. სხეულის ზედაპირის 1კვმ-ზე 1 სთ-ში. ადამიანებს, რომელთაც ძირითადი ცვლის მაღალი სიჩქარე აქვთ, შეუძლიათ ბევრი ჭამონ ისე, რომ წონაში არ მოიმატონ, რადგან

მათში საკვების კატაბოლიზმი იმდენად სწრაფად ხდება, რომ ბევრი ცხიმი არ ინახება მარაგად. ნივთიერებათა ცვლის დაბალი სიჩქარის მქონე ადამიანები ადვილად იმატებენ წონაში და ხშირად მცირე ენერგიის მქონენი არიან. მეტაბოლიზმის სიჩქარეზე გავლენას ახდენს ჰორმონები, განსაკუთრებით სომატოტროპული ჰორმონი, ასევე თიროქსინი, ადრენალინი, ნორადრენალინი.

განვიხილოთ ენერგეტიკული ცვლა (კატაბოლიზმი) ანუ დისიმილაციის პროცესი. იგი მიმდინარეობს სამ ეტაპად.

I ეტაპი - მოსამზადებელი ეტაპია, რომლის დროსაც უჯრედში გარემოდან შემოსული ნივთიერებები იშლება ფერმენტების მონაწილეობით შედარებით მარტივ ნივთიერებებად. კერძოდ; ცილები იშლება ამინომჟავებად, ლიპიდები - ცხიმოვან მჟავებად და გლიცერინად, ნახშირწყლები გლუკოზად. ამ დროს მცირე რაოდენობით (200კჯ) სითბური ენერგია გამოიყოფა, რომელიც იფანტება სხეულში სითბოს სახით.

II ეტაპი - უჟანგბადო ანუ არასრული დაშლის ეტაპია. განვიხილოთ იგი გლუკოზის უჟანგბადო დაშლის - გლიკოლიზის მაგალითზე (ბერძნ. glycys - ტკბილი და lysis - დაშლა). გლიკოლიზი მრავალსაფეხურიანი პროცესია, რომლის დროსაც 1 მოლეკულა გლუკოზისაგან მიიღება 2 მოლეკულა რძის მჟავა. ეს პროცესი მიმდინარეობს ციტოპლაზმაში და მემბრანებთან არ არის დაკავშირებული. პროცესში მონაწილეობს 13 სხვადასხვა ფერმენტი და 10 შუალედური ნივთიერება მიიღება. ამ ეტაპზე გლუკოზის ყოველი მოლეკულიდან 4 მოლეკულა ატფ სინთეზირდება. აქედან 2 მოლეკულა პროცესს ხმარდება, 2 მოლეკულა კი ინახება უჯრედში. ამ პროცესში გამოთავისუფლდება 4 ატომი წყალბადი, რომელიც აღადგენს NAD-ს (ნიკოტინამიდადენინდინუკლეოტიდი).

$$C_6H_{12}O_6 + 2fla + 2H_3PO_4 \rightarrow 2C_3H_6O_3 + 2H_2O + 2fna$$

III ეტაპი - ჟანგბადიანი დაშლის ანუ სრული დაშლის, ანუ სუნთქვის ეტაპია. ამ ეტაპისათვის საჭიროა ჟანგბადი. საბოლოო პროდუქტია CO_2 (ნახშირორჟანგი) და H_2O (წყალი). აღნიშნული პროცესი 1937 წელს აღწერა ბიოქიმიკოსმა ჰანს კრებსმა და მის სახელს ატარებს. ეს პროცესი მრავალსაფეხურიან პროცესს წარმოადგენს, რომელშიც მონაწილეობს ფერმენტები. ეს ციკლი დამახასიათებელია არა მარტო გლუკოზის, არამედ ძმარმჟავამდე

დაშლილი ცხიმებისა და ამინომჟავებისთვისაც. გლიკოლიზის შემდგომი პროცესი მიმდინარეობს მიტოქონდრიებში. მესამე ეტაპი საბოლოოდ ასე გამოიხატება:

$$2C_3H_6O_3+6O_2+36fla+36H_3PO_4 \rightarrow 36fna+6CO_2+42H_2O$$

ე.ი. უჟანგბადო და ჟანგბადიანი დაშლისას ერთი მოლეკულა გლუკოზისაგან წარმოიქმნება 38 მოლეკულა ატფ, რომლებიც გამოდიან მიტოქონდრიიდან და მონაწილეობენ უჯრედის ყველა სასიცოცხლო პროცესში, რომელიც ენერგიას საჭიროებს.

თუ შევაჯამებთ გლუკოზის დაშლის ჟანგბადიან და უჟანგბადო ეტაპებს, მივიღებთ განტოლებას:

$$C_6H_{12}O_6+6O_2+38fla+38H_3PO_4 \rightarrow 6CO_2+38fna+44H_2O$$

დუღილი. ეს პროცესი შეისწავლა ლ. პასტერმა (1857წ.) მან დაადგინა, რომ დუღილის პროცესს იწვევს მიკროორგანიზმები. სუნთქვა აერობული პროცესია, ხოლო დუღილის პროცესები უმეტესად ანაერობულია. დუღილის პროცესი დამახასიათებელია მცენარეების, ცხოველების და მიკროორგანიზმებისთვის. არჩევენ სხვადასხვა სახის დუღილს:

1. ძმარმჟავა დუღილი, (რომლის დროსაც ეთილის სპირტიდან მიიღება ძმარმჟავა; იგი მიმდინარეობს ძმარმჟავა ბაქტერიების მონაწილეობით).

2. რძემჟავური დუღილი, (მიმდინარეობს ლაქტობაქტერიების მონაწილეობით) ამ პროცესის შედეგად მიიღება რძის პროდუქტები: მაწონი, ხაჭო და სხვ.).

3. სპირტული დუღილი - (მიმდინარეობს საქარომიცესის და სხვა საფუარა სოკოების მონაწილეობით. მათი საშუალებით ხდება ყურძნის ტკბილის დუღილი და დაღვინება, ამ დუღილს დიდი მნიშვნელობა აქვს პურის ცხობის საქმეშიც).

4. ერბომჟავა დუღილი - (მიმდინარეობს კლოსტრიდიუმისა და სხვა ბაქტერიების მონაწილეობით).

ცილის ბიოსინთეზი

უჯრედში მიმდინარე პლასტიკური ცვლის (ანაბოლიზმი) რეაქციებიდან აღსანიშნავია ცილის ბიოსინთეზი. ამ დროს ცილის

მოლეკულა წარმოიქმნება ამინომჟავებისაგან. ეს პროცესი მიმდინარეობს ენდოპლაზმურ ბადეზე არსებულ რიბოსომებში. ინფორმაციულ რნმ-ზე ჩაწერილი ინფორმაციის შესაბამისად.

სანამ ცილის ბიოსინთეზის პროცესს განვიხილავდეთ, აუცილებელია განვსაზღვროთ რა არის გენეტიკური კოდი. XXს. 50-იან წლებში გამოითქვა მოსაზრება, რომ ნუკლეინის მჟავები წარმოადგენენ ცილის მაკოდირებელ სისტემას. **კოდი** - არის პირობითი ნიშნების ერთობლიობა, რომელიც შეიცავს რაიმე ინფორმაციას (მაგ. მორზეს ანბანი). ცილების მაკოდირებელია 4 სახის ნუკლეოტიდი: ადენინი, გუანინი, ციტოზინი, თიმინი (ურაცილი). ამ ნუკლეოტიდების განლაგების თანმიმდევრობა განსაზღვრავს ცილის მოლეკულაში ამინომჟავების განლაგების თანმიმდევრობას. **გენეტიკური კოდი ეწოდება** ნუკლეოტიდების განლაგების თანმიმდევრობას დნმ-ის მოლეკულაში, რომელიც განსაზღვრავს ამინომჟავების განლაგების თანმიმდევრობას ცილის მოლეკულაში. აღმოჩნდა, რომ თითოეულ ამინომჟავას დნმ-ს (ან რნმ-ს) მოლეკულაში შეესაბამება სამი მეზობელი ნუკლეოტიდი ანუ ტრიპლეტი ანუ კოდონი. მაგ. ამინომჟავა ვალინს შეესაბამება ტრიპლეტი ც-ა-ა; თ-თ-თ - შეესაბამება **ამინომჟავა ლიზინი;** ა-ც-ა - ცისტეინს, გ-გ-გ - პროლინს და ა.შ. ე.ი. დნმ-ში ტრიპლეტების განლაგების თანმიმდევრობა წარმოადგენს კოდს, რომელშიაც ჩაწერილია ცილის მოლეკულაში ამინომჟავათა განლაგების თანმიმდევრობა (გენეტიკური კოდი გაშიფრა 1966წ. ნირენბერგმა, ს. ბერნერმა, ჰ. ქორანამ და სხვებმა). სამ-სამად განლაგებული 4 სახის ნუკლეოტიდი (4^3=64) იძლევა 64 კომბინაციას. ცილის სინთეზისათვის კი საჭიროა მხოლოდ 20 ამინომჟავა. ე.ი. 44 ტრიპლეტი ზედმეტია. აქედან 3 ტრიპლეტი უაგ; უგა, უაა - უაზრო ანუ „ნონსენს“ ტრიპლეტებია, მათ „სტოპ“ წერტილებს ეძახიან, რადგან ამ წერტილებთან მიღწევისას ცილის სინთეზი მთავრდება. 61 ტრიპლეტიდან დანარჩენი მისენს, ანუ შინაარსიანი კოდონებია. გამოირკვა, რომ ზოგჯერ ერთსა და იმავე ამინომჟავას კოდირებს არა ერთი, არამედ რამოდენიმე ტრიპლეტი; ზედმეტი ტრიპლეტების არსებობა გამართლებულია, რადგან შეიძლება ესა თუ ის ტრიპლეტი დაზიანდეს და მას უნდა ჰყავდეს შემცვლელი.

დნმ-ს ფრაგმენტს, რომელიც შეიცავს ინფორმაციას ცილის პირველადი სტრუქტურის შესახებ **გენი ეწოდება.** ერთ დნმ-ზე შე-

იძლება რამოდენიმე გენი მოთავსდეს. ე.ი. 1დნმ-ზე შეიძლება რამოდენიმე სახის ცილის სინთეზი. ჯაჭვში ტრიპლეტების განლაგების თანმიმდევრობა გვიჩვენებს ამინომჟავების განლაგების თანმიმდევრობას ცილის მოლეკულაში მაგ.:

თ–თ–თ, თ ა ა, ა–ც–ა, გ–გ–გ, უ ა გ,
ლიზინი – ვალინი – ცისტეინი – პროლინი – „სტოპ“ წერტილი

ცილა

გენეტიკურ კოდს ახასიათებს შემდეგი თვისებები:

1. **ტრიპლეტურობა** – ერთ ამინომჟავას აკოდირებს სამი ნუკლეოტიდი (ტრიპლეტი).

2. **გადაუფარავობა** – ტრიპლეტები, რომლებიც ნუკლეინის მჟავაშია განლაგებული, ერთმანეთს არ ფარავენ.

3. **სიჭარბე** – ნაცვლად 20 კოლონისა, არსებობს 64 კოდონი და ზოგჯერ ერთი ამინომჟავა შეიძლება რამოდენიმე სხვადასხვა ტრიპლეტით კოდირდეს.

4. **სპეციფიკურობა** – ყოველ ტრიპლეტს გარკვეული ამინომჟავა შეესაბამება;

5. **უნივერსალურობა** – კოდის გაშიფვრის მექანიზმი ერთნაირია ვირუსებში, პროკარიოტებსა და ეუკარიოტულ ორგანიზმებში;

6. **ეუკარიოტულ უჯრედში** გენები წარმოქმნიან ტრანსლირებად (ეგზონურ) და არატრანსლირებად (ინტრონულ) უბნებს.

7. ფუძეების თანმიმდევრობის ათვლა ხდება განსაზღვრული წერტილიდან – **ათვლის ჩარჩოდან.**

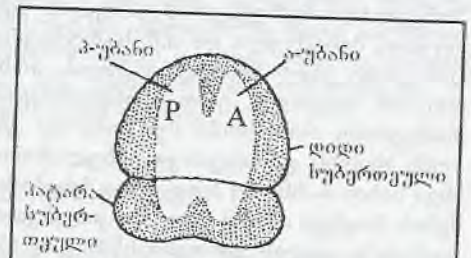
8. **კოლინიალობა** – დნმ-ს და რნმ-ს მოლეკულაში ნუკლეოტიდთა ხაზობრივი განლაგება განსაზღვრავს ამინომჟავათა ხაზობრივ განლაგებას ცილის მოლეკულაში.

ცილის სინთეზი მიმდინარეობს ორ ეტაპად: 1. ტრანსკრიპცია და 2. ტრანსლაცია.

ტრანსკრიპცია (ლათ. transcriptio – გადაწერა) ამ დროს ბირთვში მყოფ დნმ-ში არსებული მემკვიდრული ინფორმაცია გადაიწერება ი-რნმ-ზე. ამ პროცესში მონაწილეობს ფერმენტი პოლიმერაზა – II. პროცესი მიმდინარეობს 3 ეტაპად: ინიციაცია, ელონგაცია და ტერმინაცია.

ინიციაციის ეტაპზე დნმ-ს განსაკუთრებულ უბანს (**პრომოტორს**) უერთდება აღნიშნული ფერმენტი (აქვე მდებარეობს ტრანსკრიპციის **სასტარტო წერტილი**). ამ ფერმენტის საშუალებით დნმ-ს ორმაგი სპირალი იწყებს გაშლას (წყდება წყალბადური ბმები

ნუკლეოტიდებს შორის) გადაწერა ხდება $3^1 \rightarrow 5^1$ ჯაჭვიდან (**კოდოგენური ჯაჭვიდან**). კომპლიმენტარობის პრინციპით. ელონგაციის ეტაპზე გადაწერილი ჯაჭვის სიგრძე თანდათან მატულობს, მანამ სანამ ფერმენტი არ შეხვდება „სტოპ“ წერტილს (ტერმინატორს). ამ პროცესის შედეგად მიიღება პრეინფორმაციული რნმ, რომელშიც არის როგორც ჩაწერილი, ისე ჩაუწერავი (ინფორმაციული - ანუ ჩაწერილი – ეგზონური, არაინფორმაციული- ჩაუწერავი უბნები-ინტრონული); არაინფორმაციული უბნები სპლაისინგის შედეგად ამოვარდება (სურ. 21).

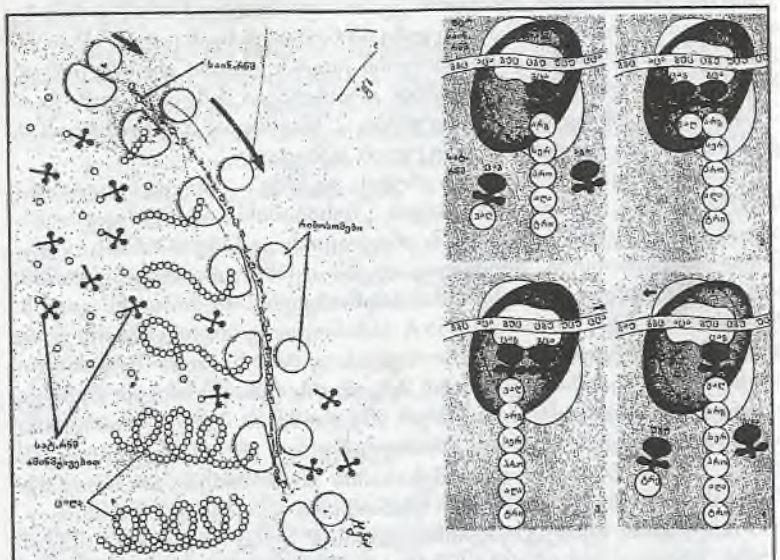


სურ. 23. რიბოსომა

2) **ტრანსლაცია** – (ლათ. translatio – გადატანა, გადაცემა) ცილის სინთეზის შემდგომი ეტაპია. ტრანსლაცია არის ი-რნმ-ზე არსებული ინფორმაციის საფუძველზე ამინომჟავებისგან ცილის აწყობის პროცესი. ეს პროცესი მიმდინარეობს ციტოპლაზმაში ენდოპლაზმურ ბადეზე რიბოსომების საშუალებით. ტრანსლაცია მიმდინარეობს ეტაპებად: 1. ამინომჟავების გააქტიურება; 2. ინიციაცია; 3. ელონგაცია. 4. ტერმინაცია და 5. ცილის მოლეკულის დახვევა.

1. ამინომჟავების გააქტიურების ეტაპზე – ყოველი სატრანსპორტო რნმ უერთდება თავის „შესაბამის“ ამინომჟავას და ატფ-ს (სპეც. ფერმენტებით). 2. ინიციაციის ეტაპზე ი-რნმ-ს უკავშირდება რიბოსომა, რომელიც დგება ი-რნმ ტრიპლეტზე მანამ, სანამ ამ ტრიპლეტის შესაბამის ამინომჟავას არ მოიტანს ტ-რნმ. რიბოსომას აქვს ორი ცენტრი A (ამინოცილური, აქცეპტორული) და P (პეპტიდური, ანუ დონორული). ტ-რნმ-ს მიერ მოტანილი ამინომჟავა უკავშირდება ჯერ A ცენტრს (უბანს) ხოლო შემდეგ გადადის P-ცენტრში (უბანი) (სურ. 23), რომლის შემდეგ რიბოსომა გადადის (ი-რნმ-ს) შემდეგ ტრიპლეტზე; იგი ამ ტრიპლეტზე დგას მანამ, სანამ ამ ტრიპლეტის შესაბამის ამინომჟავას არ მოიტანს შესაბამისი n-რნმ. აღნიშნული ამინომჟავა უკავშირდება რიბოსომის A ცენტრს, შემდეგ გადაინაცვლებს P ცენტრში, სადაც პეპტიდური ბმით უკავშირდება პირველ ამინომჟავას; ამის შემდეგ

რიბოსომა კვლავ გადადის შემდგომ ტრიპლეტზე, სადაც დგას მანამ, სანამ იგივე პროცესი არ განხორციელდება. ამ პროცესის შედეგად პეპტიდური ჯაჭვის სიგრძე თანდათან მატულობს (ელონგაცია), სანამ რიბოსომას „ნონსენს“ („სტოპ“) კოდონები არ შეხვდება (ტერმინაცია). ამის შემდეგ აწყობილი ცილა (ცილის პირველადი სტრუქტურა) განიცდის შემდგომ დახვევას და მეორეული, მესამეული და ა.შ. სტრუქტურის წარმოქმნას. აღნიშნული ცილა ენდოპლაზმური ბადის არხებით გადაიტანება საჭიროების ადგილზე. ერთ საინფორმაციო რნმ-ზე ერთდროულად რამდენიმე რიბოსომა მუშაობს და ერთსადაიმავე ცილის სინთეზს ახდენს. განთავისუფლებულ რიბოსომას შეუძლია იგივე ან სხვა სახის ი-რნმ-ზე ავიდეს და შესაბამისი ცილა ააწყოს. რიბოსომების რიცხვი ი-რნმ-ზე დამოკიდებულია მის სიგრძეზე. ცოცხალ უჯრედში ცილის სინთეზი სწრაფად (1-2წთ) მიმდინარეობს. ცილის სინთეზი ფერმენტების მონაწილეობით მიმდინარე პროცესია (სურ. 24).



სურ. 24. ცილის სინთეზის სქემა.

ენერგიის წყაროს ამ პროცესში ატფ წარმოადგენს. ცილის ხელოვნურად მიღებას დიდხანს ცდილობდნენ მეცნიერები. ამ პროცესში უდიდესი როლი შეასრულა გენეტიკური კოდის გაშიფვრამ. ცილა-ინსულინის შემადგენლობა 1953წ. გაშიფრა ფ. სენგერმა, შემდეგ 1956წ. დ. ვინიემ (მიენიჭათ ნობელის პრემია). ამის შემდგომ დასაბამი მიეცა ცილების ხელოვნური სინთეზის შესაძლებლობას. ცილის სინთეზს აძლიერებს ზოგი სტეროიდი, ასევე ინობინი, კალციუმის ორატატი და სხვ. დამთრგუნველებს წარმოადგენს ანტიბიოტიკები (ვინბლასტინი, ვინკრისტინი, 5 - ფტორურაცილი, ინუკლეოზიდები და სხვ.

ფოტოსინთეზი

მცენარეულ უჯრედში მიმდინარე პლასტიკური ცვლის (ანაბოლიზმი) რეაქციებიდან აღსანიშნავია ფოტოსინთეზის (ბერძნ. photos- სინათლე და sinthesis - შეერთება) პროცესი. ამ დროს მზის სინათლის საშუალებით არაორგანული ნივთიერებების ნახშირორჟანგის (CO_2) და წყლისგან (H_2O) პიგმენტი ქლოროფილისა და სხვა დამხმარე პიგმენტების მონაწილეობით წარმოიქმნება ორგანული ნივთიერებები. ამ პროცესის შედეგად გამოიყოფა მოლეკულური ჟანგბადი.

ფოტოსინთეზის ჯამური რეაქცია გამოისახება შემდეგი ტოლობით:

$$6CO_2+6H_2O+674\text{rrfk} \xrightarrow{\text{cbyfskt}} \underset{\text{ქლოროფილი}}{C_6H_{12}O_6}+6O_2$$

ფოტოსინთეზის ჯამური ტოლობა წარმოდგენას არ გვაძლევს მის მექანიზმზე. ეს არის რთული, მრავალსაფეხურიანი პროცესი. მასში მთავარი როლი ქლოროფილს ეკუთვნის.

ჯერ კიდევ 1905წ. ფ. ფლეკმანმა მიუთითა, რომ ფოტოსინთეზში შესაძლებელია გამოიყოს ორი ძირითადი ფაზა: სინათლის და სიბნელის.

ფოტოსინთეზის სინათლის ფაზა: ფოტოსინთეზის პროცესი იწყება მაშინ, როცა ხილული სინათლით განათდება ქლოროპლასტი. სინათლეს შთანთქავს ქლოროფილი და ერთ-ერთი მისი ელექტრონი გადადის „აგზნებულ“ მდგომარეობაში - ის ტოვებს ძირი-

თად ორბიტას და გადადის უმაღლეს ორბიტაზე. „აგზნებული“ ელექტრონი იძენს პოტენციურ ენერგიას. ასეთ ელექტრონს უნარი აქვს დაუბრუნდეს თავის ადგილს ქლოროფილის მოლეკულაში. ამ დროს მისი ჭარბი ენერგია ნაწილობრივ გადადის სითბურ ენერგიაში, ნაწილი კი გამოსხივდება ფლუორესენციის სახით.

„აგზნებული“ ელექტრონის ნაწილი უერთდება წყალბადის იონებს. უჯრედში ყოველთვის არის H^+ და OH^- იონები, წყალხსნარში წყლის მოლეკულების ნაწილი დისოცირებულია $H_2O=H^+OH^-$ ელექტრონი წყალბადის იონს გარდაქმნის წყალბადის ატომად: $H^++e=H$ წყალბადის იონის გარეშე დარჩენილი ჰიდროქსილის (OH^-) იონი გადასცემს თავის ელექტრონს სხვა მოლეკულებს ან იონებს და გარდაიქმნება თავისუფალ OH-ის რადიკალად, რომლებიც ქიმიურად ძალზე აქტიურია.

წარმოქმნილი წყალბადის ატომებს მაშინვე იტაცებს ორგანული ნივთიერების (ნიკოტინ-ამიდდინუკლეოტიდფოსფატი – ნადფ) მოლეკულები. რომლებიც მუდმივად იმყოფებიან უჯრედში. ისინი იერთებენ წყალბადს და ასევე ადვილად გადასცემენ მას სხვა მოლეკულებს. ამ ნივთიერებებს ამის გამო წყალბადის გადამტანებსაც ეძახიან. წყალბადთან შეერთების შედეგად ისინი წარმოქმნიან ნადფ H_2. ჰიდროქსილის თავისუფალი რადიკალები ურთიერთმოქმედებენ ერთმანეთთან, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ჟანგბადის მოლეკულა და წყალი: $4OH=O_2+2H_2O$. ჟანგბადი მემბრანის გავლით ატმოსფეროში გამოიყოფა. ზემოაღნიშნულ რეაქციებს თუ შევაჯამებთ, მივიღებთ:

$$2H_2O= O_2+4H$$

ე.ი. მოლეკულური ჟანგბადი, რომელიც ფოტოსინთეზის დროს წარმოიქმნება, მიიღება წყლის ფოტოლიზის (ანუ სინათლის გავლენით დაშლა) შედეგად. „აგზნებული“ ელექტრონის მეორე ნაწილი, აგრეთვე ჰიდროქსილის იონებიდან გამოყოფილი ელექტრონები ფერმენტულ სისტემაში ხვდებიან და ადფ-სა და ფოსფორმჟავას მოლეკულებთან ერთად წარმოქმნიან ატფ-ს. ე.ი. ელექტრონების ენერგია ფოსფატური ბმის ენერგიად გარდაიქმნება:

$$\text{ადფ} + \text{ფ} = \text{ატფ}$$

ე.ი. სინათლის ფაზაში მიმდინარეობს შემდეგი პროცესები: წყლის ფოტოლიზი; ნადფ H_2-ს და O_2-ის წარმოქმნა; ასევე ატფ-ის სინთეზი (სურ. 25).

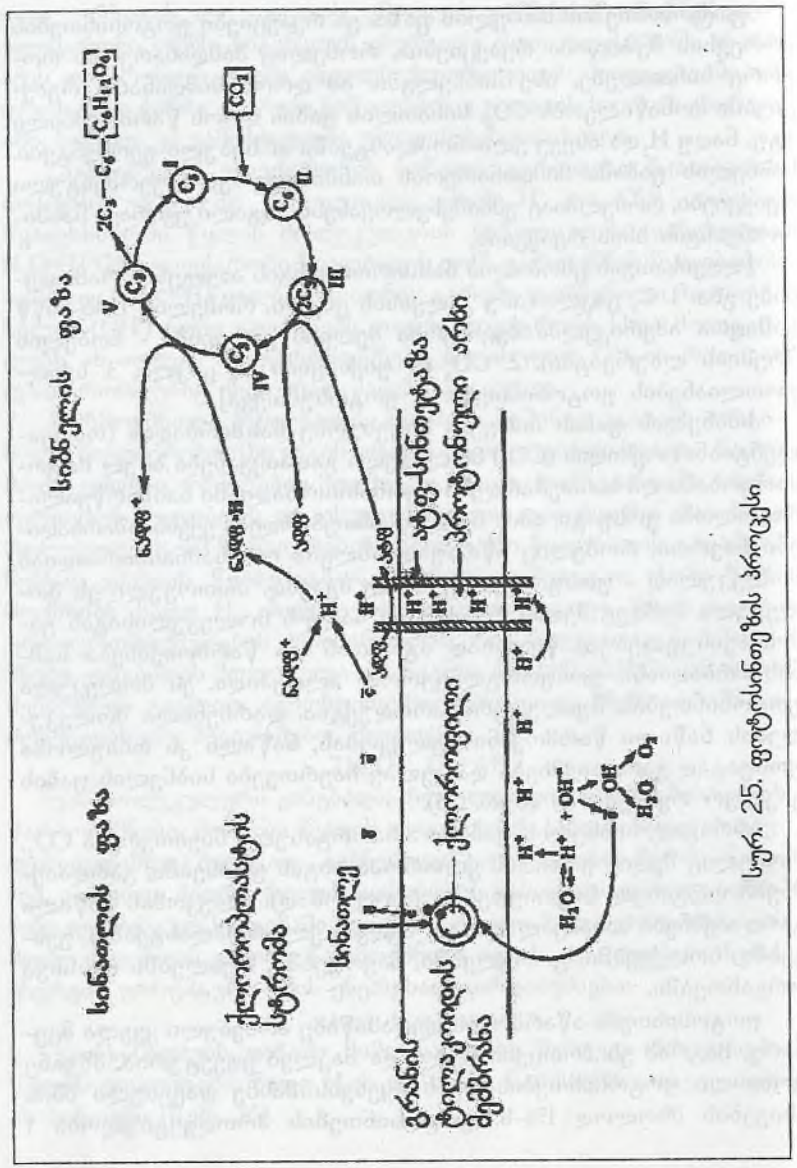
ფოტოსინთეზის სიბნელის ფაზა. ეს რეაქციები ფოტოსინთეზის პროცესის შემდგომი რეაქციებია, რომელიც მიმდინარეობს როგორც სინათლეზე, ისე სიბნელეში. ამ დროს მიმდინარე რეაქციებში მონაწილეობს CO_2, სინათლის ფაზის დროს წარმოქმნილი ატფ, ნადფ H_2 და ასევე ქლოროპლასტებში არსებული ფერმენტები. სიბნელის ფაზაში მიმდინარეობს თანმიმდევრული ფერმენტული რეაქციები, რომელშიაც უმნიშვნელოვანესი ადგილი უჭირავს ნახშირორჟანგის ბმის რეაქციას.

[დღეისათვის ცნობილია ნახშირორჟანგის აღდგენის რამოდენიმე გზა: 1. C_3 ციკლი (ანუ კალვინის ციკლი, რომელიც 1946-56წწ გაშიფრა ამერიკელმა მეცნიერმა მელვინ კალვინმა - ნობელის პრემიის ლაურეატმა). 2. CO_2-ის ფიქსაციის C_4 ციკლი; 3. სქელფოთლიანების ფოტოსინთეზი. 4. ფოტოსუნთქვა].

სიბნელის ფაზის პირველ საფეხურზე ნახშირბადის (ოთხვალენტიანი) ოქსიდის (CO_2) მოლეკულა გადაიყვანება ბმულ მდგომარეობაში და სინთეზირდება ხუთნახშირბადიანი ნახშირწყალიბოლოზა ფოსფატი; ამის შემდეგ სინთეზირდება ექვსნახშირბადიანი ნაერთი, რომელიც სწრაფად იშლება ორ სამნახშირბადიან მოლეკულად - ფოსფორგლიცეროლ მჟავად. თითოეული ეს მოლეკულა შემდეგ შედის რეაქციაში ნადფ-ს მოლეკულისაგან გათავისუფლებულ წყალბად ატომთან და წარმოიქმნება სამნახშირბადიანი ფოსფორგლიცეროლ ალდეჰიდი. ეს მოლეკულა ფოტოსინთეზის შუალედური პროდუქტია. დარჩენილი მოლეკულების ნაწილი წარმოქმნის გლუკოზას, ნაწილი კი რიბულოზა ფოსფატად გარდაიქმნება და კვლავ ჩაერთვება სიბნელის ფაზის ციკლურ რეაქციებში (სურ. 25).

ამრიგად, სიბნელის ფაზაში არაორგანული ნივთიერება CO_2, რომელიც შედის ფოთლის ქლოროპლასტის გრანებში, გარდაიქმნება ორგანულ ნივთიერებად (გლუკოზად). გლუკოზის ნაწილი გარდაიქმნება სახამებლად და ლაგდება ქლოროპლასტებში, ფესვებში, ბოლქვებში, გორგლებში, ნაყოფებში, თესლებში და სხვა ორგანოებში.

ფოტოსინთეზს აწარმოებს დედამიწაზე არსებული ყველა მცენარე, მაგრამ ეს პროცესი ნელი და ნაკლებ ეფექტურია. მწვანე ფოთოლი ფოტოსინთეზისათვის იყენებს მასზე დაცემული მზის სხივების მხოლოდ 1%-ს. ფოტოსინთეზის პროდუქტიულობა 1

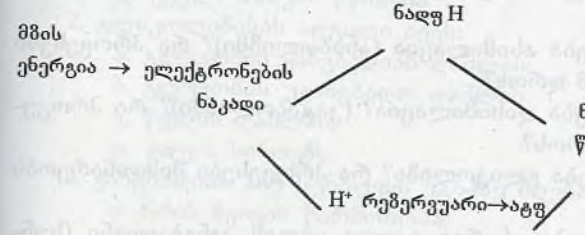


სურ. 25. ფოტოსინთეზის პროცესი

სთ-ის განმავლობაში 1კვმ-ზე შეადგენს 1გ. ორგანულ ნივთიერებას. ე.ი. ზაფხულში 1კვმ ფოთოლი 1 დღე-ღამის განმავლობაში გამოიმუშავებს 15-16გ ორგანულ ნივთიერებას.

ფოთლის დიდი ზედაპირი, ბაგეების დიდი რაოდენობა, ფოთლების მოძრაობა სინათლის მიმართულებით, კარგად განვითარებული გამტარი კონები უზრუნველყოფს ნივთიერებათა სწრაფ ტრანსპორტირებას, რაც ქმნის ოპტიმალურ პირობებს ფოტოსინთეზისათვის; ასევე ამ პროცესს ხელს უწყობს სინათლის რეჟიმის, ტემპერატურის, ნახშირორჟანგის ოპტიმალური რაოდენობა.

საბოლოოდ შეიძლება ითქვას, რომ ფოტოსინთეზის უნარის მქონე მცენარე ითვისებს სინათლის ენერგიას და აგროვებს მას ქიმიური ბმების სახით, რომელთა შენახვა განუსაზღვრელად დიდი ხნით შეიძლება. ქვანახშირი, რომელსაც ჩვენ დღეს ვიყენებთ „მზის სხივების ნამარხ“ ენერგიას შეიცავს, რომელიც ფოტოსინთეზის უნარის მქონე ორგანიზმებმა ასეული მილიონი წლის წინ დააგროვეს.



ქემოსინთეზი

არსებობს გოგიერთი ბაქტერია, რომელიც შეიცავს ქლოროფილს, რომელიც **ბაქტერიოქლოროფილის** სახელწოდებით არის ცნობილი. ასეთი ბაქტერიები ავტოტროფულ ფოტოსინთეთიკოსებია, რადგანაც მათ ამ პიგმენტით შეუძლიათ არაორგანული ნივთიერებებიდან ორგანული ნივთიერების სინთეზი მზის სინათლის ენერგიის ხარჯზე.

ავტოტროფულ ორგანიზმებს ასევე ეკუთვნის ბაქტერიების ჯგუფი, მათ არ გააჩნიათ ქლოროფილი, ვერ იყენებენ სინათლის ენერგიას, მაგრამ არაორგანული ნივთიერებიდან ახდენენ ორგანული ნივთიერებს სინთეზს ქიმიური რეაქციების დროს გა-

მოყოფილი ენერგიის ხარჯზე. მათ **ქემოსინთეტიკოსები** ეწოდებათ, ამ პროცესს კი ქემოსინთეზი. მათგან ცნობილია ნიგრიფიკაციის ბაქტერიები. ამ ბაქტერიების ერთი ჯგუფისათვის ენერგიის წყაროა ამონიაკის აზოტოვან მჟავად დაჟანგვის დროს გამოყოფილი ენერგია; სხვა ჯგუფი იყენებს იმ ენერგიას, რომელიც გამოიყოფა აზოტოვანი მჟავას აზოტმჟავამდე დაჟანგვის დროს. ამ ბაქტერიებს მიეკუთვნება აგრეთვე რკინის ბაქტერიები, ისინი იყენებენ იმ ენერგიას, რომელიც გამოიყოფა ორვალენტიანი რკინის სამვალენტიანად გარდაქმნის დროს. გოგირდის ბაქტერიები გამოიყენებენ იმ ენერგიას, რომელიც გამოიყოფა გოგირდწყალბადის გოგირდმჟავამდე დაჟანგვის დროს.

ბაქტერიების ეს ჯგუფი აღმოაჩინა ს. ვინოგრადსკიმ.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა:

1. რას გულისხმობს გამონათქვამი: „უჯრედი არის ღია სისტემა“?
2. რას ეწოდება ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა (მეტაბოლიზმი?)
3. რას ეწოდება ასიმილაცია (ანაბოლიზმი)? რა პროცესები მიმდინარეობს ამ დროს?
4. რას ეწოდება დისიმილაცია? (კატაბოლიზმი)? რა პროცესები ხდება ამ დროს?
5. რას ეწოდება გლიკოლიზი? რა პროცესები მიმდინარეობს ამ დროს?
6. რას ეწოდება ენერგეტიკული ცელის ჟანგბადიანი (სუნთქვის) ეტაპი? რა პროცესები მიმდინარეობს ამ დროს? რა მნიშვნელობა აქვს ამ ეტაპს უჯრედისთვის?
7. რას ეწოდება დუღილი? რამდენი სახისაა იგი?
8. რას ეწოდება დნმ-ს კოდი? კოდონი?
9. რა თვისებები ახასიათებს გენეტიკურ კოდს?
10. როგორ ტრიპლეტებს ეწოდება „ნონსენს“ ანუ „უაზრო ტრიპლეტები და რატომ?
11. რამდენ ეტაპად მიმდინარეობს ცილის სინთეზი?
12. რა პროცესები ხდება ტრანსკრიპციისას? რამდენ ეტაპად მიმდინარეობს იგი?
13. რას ეწოდება სპლაისინგი?
14. რამდენ ეტაპად მიმდინარეობს ტრანსლაცია? რა ძირითადი პროცესები ხდება ამ დროს?
15. რას ეწოდება ფოტოსინთეზი? რამდენ ფაზად მიმდინარეობს იგი?
16. რა ძირითადი პროცესები ხდება ფოტოსინთეზის სინათლის ფაზაში?
17. რა პროცესები ხდება სიბნელის ფაზაში?
18. რა მნიშვნელობა აქვს ფოტოსინთეზს?
19. რა არის ქემოსინთეზი?
20. დაასახელეთ ქემოსინთეზური ბაქტერიები.

ტესტები:

1. ასიმილაციისას ხდება:
   ა. ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლების, ნუკლეინის მჟავების სინთეზი;
   ბ. ენერგიის გამოყოფა;
   გ. ჟანგბადის შთანთქმა;
   დ. ყველა პასუხი სწორია
2. გლიკოლიზისას ადგილი აქვს:
   ა. გლუკოზის ჟანგბადიან დაშლას;
   ბ. გლუკოზის უჟანგბადო დაშლას
   გ. წყლის დაშლას;
   დ. ადფ-ს სინთეზს.
3. ჟანგბადიან ანუ სუნთქვის ეტაპზე ხდება:
   ა. რძის მჟავას წარმოშობა;
   ბ. ფოსფორმჟავას გამოყოფა;
   გ. ნახშირორჟანგისა და წყლის გამოყოფა;
   დ. გლუკოზის გამოყოფა.
4. გენეტიკური კოდი არის:
   ა. დნმ-ის მოლეკულაში ნუკლეოტიდების განლაგების სისტემა, რომელიც განსაზღვრავს ამინომჟავების განლაგების თანმიმდევრობას ცილის მოლეკულაში;
   ბ. ნუკლეოტიდების განლაგების თანმიმდევრობა ცილის მოლეკულაში;
   გ. ინფორმაციული (ინგრონული) და არაინფორმაციული (ეგზონური) უბნების განლაგება ცილის მოლეკულაში.
   დ. რნმ-ში ნუკლეოტიდების განლაგების თანმიმდევრობა, რომელიც განსაზღვრავს ამინომჟავების განლაგების

თანმიმდევრობას ცილის მოლეკულაში.

5. ტრანსკრიპცია არის:

ა. ამინომჟავების განლაგების თანმიმდევრობა ცილის მოლეკულაში;

ბ. დნმ-ზე გენების განლაგების თანმიმდევრობა;

გ. პროცესი, რომლის დროსაც ხდება ინფორმაციის გადაწერა დნმ-ის მოლეკულიდან ი-რნმ-ის მოლეკულაზე;

დ. ნუკლეოტიდების ამოჭრა რნმ-ის მოლეკულიდან.

6. ტრანსლაცია არის:

ა. ი-რნმ-ის წარმოქმნის პროცესი;

ბ. ტ-რნმ-თან ამინომჟავას დაკავშირების პროცესი;

გ. რიბოსომისა და ი-რნმ დაკავშირების პროცესი;

დ. ი-რნმ-ზე გენეტიკური კოდის შესაბამისად ცილის აწყობის პროცესი, (რომელიც მიმდინარეობს ენდოპლაზმურ ბადეზე მყოფი რიბოსომებისა და ტ-რნმ-ის მიერ მოტანილი ამინომჟავების საშუალებით).

7. ფოტოსინთეზი არის:

ა. ცილის წარმოშობის პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს ქრომოპლასტებში;

ბ. ცილისა და ატფ-ს მოლეკულების წარმოშობის პროცესი, რომელშიც მონაწილეობს CO_2 და H_2O;

გ. ორგანულ ნივთიერებათა დაშლის პროცესი, რომლის დროსაც გამოიყოფა H_2O და CO_2;

დ. ქლოროპლასტებში სინათლის საშუალებით არაორგანული ნივთიერებებიდან ორგანული ნივთიერებების სინთეზი.

8. ქემოსინთეზი არის:

ა. ორგანული ნივთიერებების მიღება ქიმიურ ლაბორატორიებში;

ბ. ორგანული ნივთიერების წარმოქმნა მწვანე მცენარეებში, რომლებიც იყენებენ ქიმიური რეაქციების შედეგად გამოყოფილ ენერგიას;

გ. ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზი, რომელსაც აწარმოებს ქემოსინთეზური ბაქტერიები ქიმიური რეაქციების შედეგად გამოყოფილი ენერგიის ხარჯზე;

დ. არაორგანული ნივთიერებიდან ორგანული ნივთიერების სინთეზი მზის სინათლეზე.

ლიტერატურა: 1, 2, 11, 17, 20, 30, 39, 40, 65, 70.

თავი VI

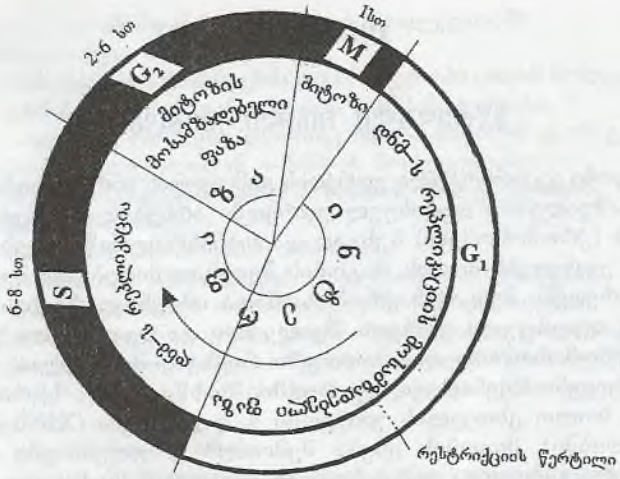
უჯრედული ციკლი. მიტოზი

მიტოზი ეუკარიოტული უჯრედის გამოყოფის ძირითადი ხერხია. მისი საშუალებით დედისეულ უჯრედში არსებული გენეტიკური მასალა (ქრომოსომები) ზუსტად და თანაბრად ნაწილდება შვილეულ უჯრედებს შორის. მიტოზის შედეგად მიღებული შვილეული უჯრედები შეიცავენ ქრომოსომათა იმდენივე რიცხვს, რამდენსაც დედისეული უჯრედი. შვილეული და დედისეული უჯრედები ქრომოსომათა დიპლოიდური რიცხვის შემცველია. მიტოზის პროცესი მცენარეულ უჯრედში შეისწავლა ე. სტრასბურგერმა, ხოლო ცხოველის უჯრედში ვ. ფლემინგმა (XIXს-ის 70-იან წლებში). მიტოზის ცნება შემოიღო კ. ფლემინგმა 1882წ. მიტოზური გამოყოფა დამახასიათებელია არასასქესო ანუ სომატური უჯრედებისათვის. მას არაპირდაპირ გაყოფასაც ეძახიან. იგი ხდება თითისტარა ძაფების საშუალებით (ბერძ. „მიტოს“ - ძაფი). ორ მიტოზურ გაყოფას შორის პერიოდს ინტერფაზა - ინტერკინეზი (ლათ. inter - შორის) ეწოდება. ამ დროს უჯრედი ემზადება გაყოფისათვის. ინტერფაზაში განარჩევენ პრესინთეზურ G_1, სინთეზურ (S) და პოსტსინთეზურ პერიოდს (G_2).

პრესინთეზური პერიოდი (G_1) იწყება უჯრედის გაყოფის დამთავრებისთანავე. იგი საკმაოდ ხანგრძლივი პროცესია. ამ დროს ხდება ორგანოიდების გაორმაგება, უჯრედის ზრდა, სინთეზისათვის საჭირო ფერმენტების, ცილების, ატფ-ის და ისეთ ნივთიერებათა სინთეზი, რომელიც ხელს უწყობს შემდეგი პერიოდის დაწყებას. ეს პერიოდი 10სთ-დან რამდენიმე დღე გრძელდება. ყოველი ტიპის ქსოვილის უჯრედებისთვის G_1 პერიოდის ხანგრძლივობა სხვადასხვაა. მაგ. ნერვული უჯრედები მთელი სიცოცხლე G_1 პერიოდშია.

სინთეზურ პერიოდში - (S) ხდება დნმ-ს, ჰისტონური ცილების და ქრომოსომების სინთეზი (ამ პერიოდის ხანგრძლივობა 6-10 სთ-ია).

პოსტსინთეზურ პერიოდში (G_2) ხდება ენერგეტიკული რესურსების დაგროვება და გრძელდება ბირთვული ცილების სინთეზი (ამ პერიოდის ხანგრძლივობა 3-4 სთ-ა) (სურ. 26). ინტერფაზის შემდეგ იწყება საკუთრივ მიტოზი, რომელშიაც განირჩევა კარიოკინეზი (ბერძ. Karyon - ბირთვი; Kinesis - მოძრაობა) (შლეიხერი, 1878) ბირთვის გაყოფა და ციტოკინეზი - ციტოპლაზმის გაყოფა.



სურ. 26. უჯრედული ციკლი

საკუთრივ მიტოზი ერთმანეთის მომდევნო 5 ფაზისაგან შედგება: პროფაზა, პრომეტაფაზა, მეტაფაზა, ანაფაზა, ტელოფაზა.

პროფაზა – ამ ფაზაში შეიმჩნევა, რომ ქრომოსომები შედგება ორი ქრომატიდისაგან (შვილეული ქრომოსომები). ქრომოსომების სპირალიზაციის ხარჯზე ხდება მათი დამოკლება და დამსხვილება. ბირთვაკები ქრებიან. ბირთვის გარსი (ლიზოსომური ფერმენტების გავლენით) იშლება. თუმცა ზოგიერთ მცენარეებში ბირთვის გარსის მთლიანობა შენარჩუნებულია (დახურული მიტოზი). გაორმაგებული ცენტრიოლები მოპირდაპირე პოლუსებისაკენ გადაინაცვლებს, მათზე ხდება თითისტარა ძაფების წარმოქმნა. ისინი ქრომოსომების პოლუსებისაკენ გადანაცვლებას უზრუნველყოფენ.

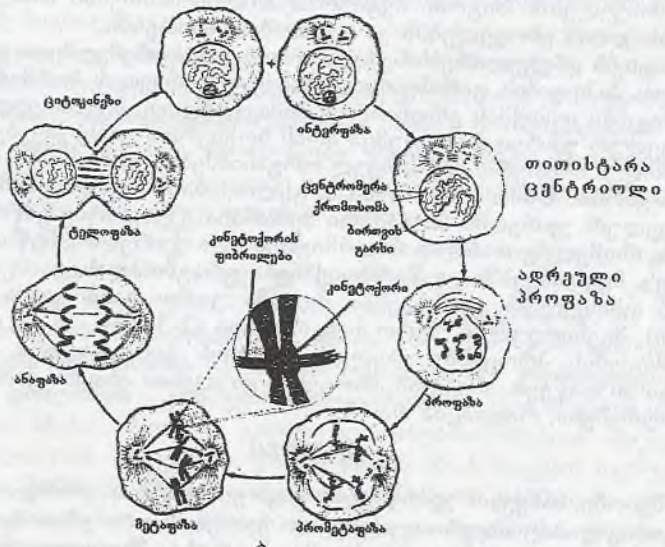
პრომეტაფაზაში – ქრომოსომები იწყებენ მოუწესრიგებელ მოძრაობას ეკვატორისაკენ.

მეტაფაზაში – თითისტარა ძაფები ემაგრებიან ქრომოსომის პირველად სარტყელს (ცენტრომერას, კინეტოქორს). ქრომოსომები ქმნიან ეკვატორულ ფირფიტას, ისინი ამ დროს ძლიერ სპირალიზდებიან, რის გამოც ისინი დამსხვილებული და დამოკლებულია, ადვილია

მთი რაოდენობის დათვლა და სტრუქტურის შესწავლა.

ანაფაზაში – ქრომატიდები ერთმანეთს შორდებიან (თითოეული მათგანი უკვე შვილეულ ქრომოსომას წარმოადგენს). ისინი თითისტარა ძაფების შეკუმშვის შედეგად საპირისპირო პოლუსებისაკენ გადაინაცვლებენ (ატფ-ს ენერგიის ხარჯზე) ეს ფაზა ყველაზე ხანმოკლეა.

ტელოფაზაში – პოლუსებთან გადანაცვლებული ქრომოსომები დესპირალიზდებიან, გრძელდებიან, წვრილდებიან და მათი დანახვა ძნელდება. თითისტარა ძაფები ქრება. პოლუსებზე არსებული ქრომოსომების გარშემო წარმოიქმნება ბირთვის გარსი, ადგილი აქვს 2 ბირთვის რეკონსტრუქციას, კვლავ აღდგება ბირთვაკი. ამის შემდეგ იწყება **ციტოკინეზი** – ციტოპლაზმის გაყოფა. ცხოველურ უჯრედში მემბრანა იზნიქება ეკვატორისკენ, ჩაზნექილობა მატულობს თანდათან, წარმოიქმნება ჭიმი, მცენარეულ უჯრედში კი წარმოიქმნება ფრაგმოპლასტი – (უჯრედის კედელი), რომელიც ღრმავდება და საბოლოოდ მიიღება 2 შვილეული უჯრედი ქრომოსომათა იმდენივე რიცხვით, რამდენიც დედა უჯრედს ჰქონდა ე.ი. მიტოზის დროს დედისეულ უჯრედში არ-



სურ. 27. მიტოზი (თ. ლეჟავა, 2004)

სებული ქრომოსომები ზუსტად და თანაბრად ნაწილდება შვილეულ უჯრედებში. შვილეული უჯრედები ზუსტად იმდენ ქრომოსომას იღებს, რამდენიც დედა უჯრედს ჰქონდა (დედისეული უჯრედის ასლები, ანუ კლონებია) (სურ. 27).

იმ შემთხვევაში, თუკი ციტოკინეზს ადგილი არა აქვს, მიიღება მრავალბირთვიანი უჯრედები (ზოგიერთი კუნთოვანი ქსოვილის, კანის ეპითელისა და შემაერთებელი ქსოვილის უჯრედები). ზოგჯერ ბირთვში ხდება ქრომოსომათა გაორმაგება, მაგრამ ბირთვი არ იყოფა, რის შედეგადაც მიიღება პოლიპლოიდური უჯრედი (ქრომოსომათა რიცხვა ჯერადად არის გაზრდილი). ამ პროცესს **ენდომიტოზი** ეწოდება (ახასიათებს ღვიძლის უჯრედებს). ზოგჯერ ქრომოსომები მრავალჯერ განიცდის **რეპლიკაციას**, (გაორმაგებას), მაგრამ მიღებული ქრომოსომები ერთმანეთს არ შორდება. მიიღება ჩვეულებრივ ქრომოსომებთან შედარებით 100-200-ჯერ გრძელი და 1000-ჯერ სქელი ქრომოსომა, რომელსაც **პოლიტენურ ქრომოსომას** უწოდებენ.

ამიტოზი – უჯრედის ბირთვის პირდაპირი გაყოფაა, ამ დროს არ ხდება გაყოფის თითისტარას წარმოქმნა და ბირთვი იყოფა შედარებით თანაბარ ნაწილებად.

მიტოზური აქტივობა დღე-ღამური რითმით ხასიათდება ღამის ცხოველებში მიტოზი აქტიურად დილის საათებში მიმდინარეობს; დღის ცხოველებში კი – საღამოს საათებში.

მიტოზს არეგულირებს ნერვული სისტემა, თირკმელზედა ჯირკვალის, ჰიპოფიზის, ფარისებრი და სასქესო ჯირკვლის ჰორმონები.

მიტოზი თითქმის ერთნაირად მიმდინარეობს მცენარეულ და ცხოველურ უჯრედებში, თუმცა არის ზოგიერთი განსხვავებებიც. კერძოდ: 1. ზოგიერთ მცენარეულ ორგანიზმების უჯრედებში ბირთვის გარსის დაშლა არ ხდება. 2. ტელოფაზაში – ციტოკინეზისას ცხოველურ უჯრედში პლაზმური მემბრანა ეკვატორზე ვიწროვდება, რომელიც თანდათან ღრმავდება და უჯრედს 2 ნაწილად ჰყოფს. მცენარეებში კი წარმოიქმნება ფრაგმოპლასტი.

3. ცხოველურ უჯრედებში მიტოზი უფრო ხანმოკლეა (30-60წთ), მცენარეულში უფრო ხანგრძლივი (2-3 სთ).

მიტოზის პროცესზე გავლენას ახდენს ტემპერატურა, მისი აწევა ან დაწევა, ასევე ამ პროცესზე გავლენას ახდენს ქიმიური ნივთიერებები, რადიაცია და სხვ.

მეიოზი

მეიოზი სასქესო უჯრედების გაყოფის ხერხია, რომლის შედეგადაც დიპლოიდური დედისეული უჯრედის ორი ერთიმეორის მომდევნო გაყოფის შედეგად, (რომლის დროსაც მხოლოდ ერთხელ

ხდება ქრომოსომათა გაორმაგება), მიიღება 4 შეილეული უჯრედი ქრომოსომათა ჰაპლოიდური რიცხვით. მეიოზი (ბერძნ. meiosis – შემცირება) სასქესო უჯრედების (კვერცხუჯრედის და სპერმატოზოიდის) ფორმირების აუცილებელი პირობაა. მეიოზი მცენარეებში ე. სტრასბურგერის მიერ (1988წ.), ხოლო ცხოველებში ვ. ფლემინგის (1882წ.) მიერ იქნა აღმოჩენილი. მეიოზში ადგილი აქვს I და II მეიოზურ გაყოფას. ორივე მეიოზურ გაყოფაში არჩევენ იგივე ფაზებს, როგორც მიტოზში (პროფაზა I, მეტაფაზა I, ანაფაზა I, ტელოფაზა I; მეორე მეიოზურ გაყოფაში: პროფაზა II, მეტაფაზა II; ანაფაზა II, ტელოფაზა II) I და II მეიოზურ გაყოფას რედუქციულ და ეკვაციურ გაყოფასაც უწოდებენ (სურ. 28).

I მეიოზურ გაყოფას წინ უძღვის ინტერფაზა თავისი G_1, S, G_2 პერიოდებით. პროფაზა I მეიოზის ყველაზე ხანგრძლივი ფაზაა, იგი 5 სტადიად იყოფა:

1. **ლეპტონემა** – („ლეპტო“ – წვრილი, ნემა – „ძაფი“) ქრომოსომები წვრილ, გრძელ ძაფებს წარმოადგენენ; ისინი შედგება ორი ქრომატიდისა და ქრომომერებისგან (ძლიერ სპირალიზებული უბნები).

2. **ზიგონემა** – ამ დროს წვრილი ჰომოლოგიური ქრომოსომები მთელ სიგრძეზე უახლოვდებიან ერთმანეთს – კონიუგირებენ. **კონიუგაცია** ანუ **სინაფსისი** ქრომომერების რამოდენიმე წერტილში ხდება, რომელიც მთელ ქრომოსომაზე ვრცელდება. კონიუგირებულ ქრომოსომებს **ბივალენტები** ეწოდება, ისინი 4 ქრომატიდისგან შედგება. ბივალენტების რაოდენობა ქრომოსომათა ჰაპლოიდური რიცხვის ტოლია. ამ სტადიაზე ხდება სინაპტონემური კომპლექსის წარმოქმნა, იგი უზრუნველყოფს კონიუგაციას.

3. **პაქინემა** – (პაქი – 1, ნემა – ძაფი) ქრომოსომები განიცდიან კონდენსაციის გამო კიდევ უფრო გამხვილებასა და დამოკლებას. თითოეული ბივალენტი 4 ქრომატიდისგან შედგება, მაგრამ ერთი ქრომოსომის შთაბეჭდილებას ქმნის. ამ დროს კონიუგირებული ქრომოსომებს შორის ხდება უბნების გაცვლა – **კროსინგოვერი**.

4. **დიპლონემა** – კონიუგირებული ქრომოსომები იწყებენ დაცილებას, ისინი მხოლოდ გარკვეულ უბნებში რჩებიან დაკავშირებული, რის შედეგადაც წარმოქმნიან X-ის მაგვარ სტრუქტურებს – **ქიაზმებს**. ამ სტადიაზე სინაპტონემური კომპლექსი ქრება.

5. **დიაკინეზი** – ქიაზმების რაოდენობა მცირდება; ქრომოსომები მოკლდებიან; ბირთვაკი ქრება, ჩნდება გაყოფის თითისტა-

რა. იშლება ბირთვის გარსი.

მეტაფაზა I - ბივალენტები ემაგრებიან თითისტარა ძაფებს, ისინი ლაგდებიან ეკვატორულ სიბრტყეში, ქრომოსომები სპირალიზებული, დამოკლებული და დამსხვილებულია.

ანაფაზა I-ში საპირისპირო პოლუსებისაკენ მიემართება არა ქრომატიდები, (ისე როგორც მიტოზში), არამედ ჰომოლოგიური წყვილიდან თითო ქრომოსომა, რომლებიც ორი ქრომატიდისაგან შედგება.

ტელოფაზა I-ში ხდება პოლუსებზე თავმოყრილი ქრომოსომების დესპირალიზაცია, ბირთვის გარსის წარმოქმნა, ბირთვაკების ჩამოყალიბება, მიმდინარეობს ციტოკინეზი. საბოლოოდ წარმოიქმნება 2 შვილეული უჯრედი, რომელიც შეიცავს ქრომოსომათა ჰაპლოიდურ რაოდენობას, რომელშიც დნმ-ის რაოდენობა ორმაგია. I მეიოზურ დაყოფას უწოდებენ რედუქციულ გაყოფას. ამ დროს ხდება ქრომოსომათა რიცხვის განახევრება. (მცენარეთა უმრავლესობაში არ მიმდინარეობს ტელოფაზა I და არც ინტერფაზა უჯრედი ანაფაზა I-დან პირდაპირ გადადის პროფაზა II-ში).



სურ. 28. მეიოზი (შათირიშვილი ა., 2000)

მეორე მეიოზური გაყოფა იწყება ხანმოკლე ინტერფაზის შემდეგ (ეკვაციური გაყოფა) რომლის დროსაც G_1 და G_2 სტადიას აქვს ადგილი, მაგრამ S სტადია არ არის, რის გამოც ქრომოსომათა გაორმაგებას ადგილი არა აქვს. **ეკვაციური** გაყოფისას ადგილი აქვს იგივე ფაზებს პროფაზა II, მეტაფაზა - II, ანაფაზა-II, ტელოფაზა-II, რის შედეგადაც საბოლოოდ მიიღება 4 უჯრედი ქრომოსომათა და დნმ-ის ჰაპლოიდური რიცხვით. მეიოზს ბიოლოგიური როლი მდგომარეობს იმაში, რომ იგი იწვევს სასქესო უჯრედებში ქრომოსომათა რიცხვის განახევრებას; მეიოზში მიმდინარე კროსინგოვერის შედეგად ხდება გენეტიკური მასალის რეკომბინაცია.

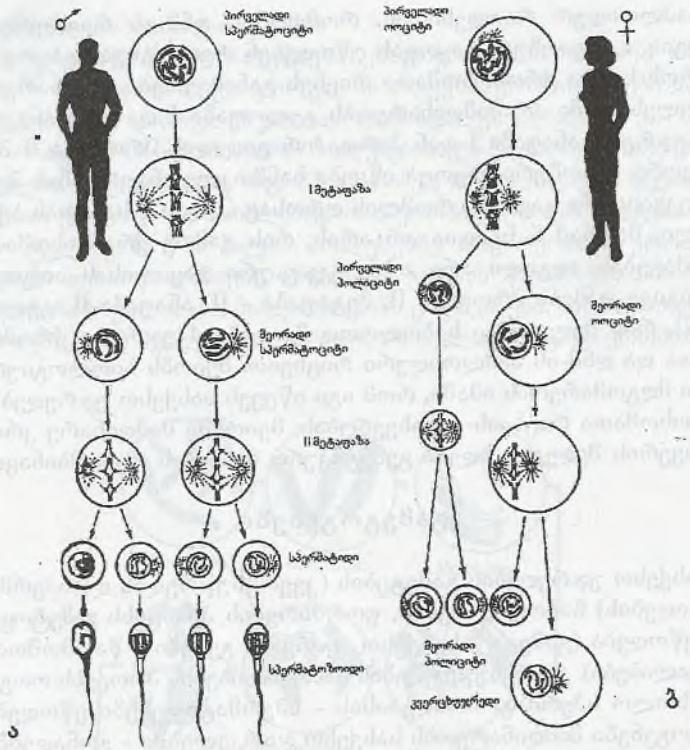
გამეტოგენეზი

სასქესო უჯრედების გამეტების (კვერცხუჯრედის და სპერმატოზოიდების) ჩამოყალიბების, ფორმირების პროცესს **გამეტოგენეზი** ეწოდება (გამეტა - სასქესო უჯრედი; გენეზი - წარმოშობა, ჩამოყალიბება). კვერცხუჯრედების ჩამოყალიბების პროცესს ოოგენეზი, ხოლო სპერმატოზოიდებისას - სპერმატოგენეზი ეწოდება. გამეტოგენეზი მიმდინარეობს სასქესო ჯირკვლებში - გონადებში, ქალებში - საკვერცხეებში, მამაკაცებში - სათესლეებში.

სპერმატოგენეზში - არჩევენ გამრავლების, ზრდის, მომწიფებისა და ჩამოყალიბების პერიოდებს (სურ. 29).

გამრავლების პერიოდში სპერმატოგონიები, რომლებიც ქრომოსომების დიპლოიდურ რიცხვს შეიცავს, იყოფიან მიტოზურად მრავალჯერ, რის შედეგადაც მიიღება დიპლოიდური ქრომოსომების რიცხვის შემცველი უჯრედები - **სპერმატოციტები.**

ამის შემდეგ ისინი გადადიან **ზრდის ზონაში.** სადაც ხდება სპერმატოციტების ზომაში 4-ჯერ გაზრდა, რის შედეგადაც მიიღება I რიგის სპერმატოციტები, ისინი შემდგომში გადადიან **მომწიფების პერიოდში,** სადაც მიმდინარეობს ორი ერთიმეორის მომდევნო მეიოზური დაყოფა. I მეიოზურ დაყოფას წინ უძღვის

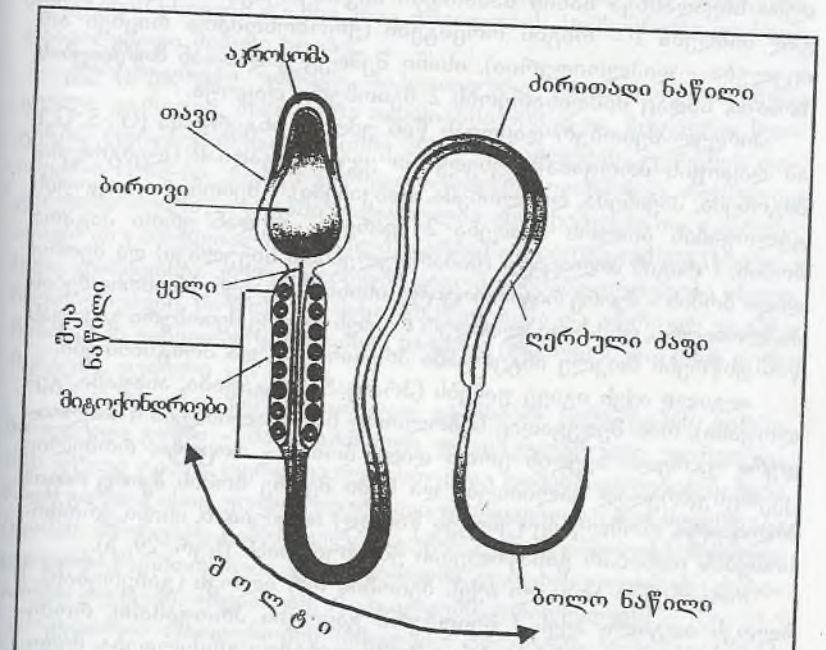


სურ. 29. გამეტოგენეზი. ა. სპერმატოგენეზი, ბ. ოოგენეზი (შათირიშვილი ა., 2000).

ინტერფაზა (სამივე პერიოდით G_1, S, G_2-ით). I მეიოზური დაყოფის პროფაზაში გამყოფილია ლეპტონემის, ზიგონემის, პაქინემისა და დიპლონემის სტადია. I მეიოზური დაყოფის შედეგადაც მიიღება 2 უჯრედი – II რიგის სპერმატოციტები, რომლებიც შეიცავენ ქრომოსომების ჰაპლოიდურ და დნმ-ის დიპლოიდურ რაოდენობას. მოკლე ინტერფაზის (G_1, და G_2) შემდეგ იწყება II მეიოზური დაყოფა, რის შედეგადაც 2 მეორე რიგის სპერმატოციტიდან მიიღება უფრო მცირე ზომის **4 სპერმატიდი**, რომლებიც შეიცავენ ქრო-

მოსომისა და დნმ-ის ჰაპლოიდური კომპლექტის შემცველ ბირთვს.

ფორმირების სტადიაში სპერმატიდებიდან რთული გარდაქმნების შედეგად (ბირთვების გამკვრივება, აკროსომის ჩამოყალიბება, ცენტრიოლიდან შოლტის წარმოქმნა, ციტოპლაზმის ელმინირება და სხვ) ყალიბდება **სპერმატოზოიდები**. ადამიანებში ამ პროცესის ხანგრძლივობა 65-70 დღეა. მამაკაცებში იგი სქესობრივი მომწიფების ასაკიდან იწყება. სხვადასხვა ცხოველის სპერმატოზოიდები განსხვავებული ზომისა და ფორმისაა, აგებულება კი მსგავსია. სპერმატოზოიდში არჩევენ თავს, ყელს, შუა ნაწილს და კუდს. თავში ბირთვი და აკროსომაა მოთავსებული; ყელში 2 ცენტრიოლი მდებარეობს. სპერმატოზოიდის შუა ნაწილში მოთავსებულია მიტოქონდრიები, რის გამოც იგი შემსხვილებულია. შოლტი სამოძრაო ორგანოიდია. სხვადასხვა ინდივიდების სპერმატოზოიდები ზომით განსხვავ-



სურ. 30. სპერმატოზოიდის აგებულება

დებიან ერთმანეთისაგან: მაგ. ბელურას სპერმატოზოიდები 200მკმ, ნიანგის – 20მკმ, ადამიანის – 65 მკმ (სურ. 30).

ოოგენეზი – მდედრობითი სასქესო უჯრედების ჩამოყალიბება.

ოოგენეზში გამოიყოფა სამი პერიოდი: გამრავლების, ზრდისა და მომწიფების. გამრავლების პერიოდში ოოგონიები (რომლებიც მოთავსებულია საკვერცხის ქერქოვან ნაწილში) განიცდიან მრავალჯერ მიტოზურ დაყოფას, რის შედეგადაც მიიღება ოოციტები, რომლებიც ქრომოსომათა დიპლოიდურ რიცხვს შეიცავს.

ზრდის პერიოდში ოოციტები უფრო მეტად მატულობენ ზომაში, ვიდრე სპერმატოციტები. გარდა ამისა, ეს ზონა უფრო ხანგრძლივია ოოგენებში, ვიდრე სპერმატოგენებში. ოოციტებში გროვდება სხვადასხვა სახის სამარაგო ნივთიერებები. ზრდის შედეგად მიიღება I – რიგის ოოციტები (ქრომოსომათა რიცხვი არ იცვლება – დიპლოიდურია). ისინი შემდეგ გადადიან **მომწიფების ზონაში,** სადაც მიმდინარეობს 2 მეიოზური დაყოფა.

პირველ მეიოზურ დაყოფას წინ უძღვის ინტერფაზა (G_1, S, G_2). ამ დაყოფის პროფაზაში ვხვდებით ყველა სტადიას (ლეპტონემა, ზიგონემა, პაქინემა, დიპლონემა, დიაკინეზი). I მეიოზური დაყოფის ტელოფაზის ბოლოს მიიღება 2 უჯრედი, აქედან ერთი პატარა ზომის: I რიგის **პოლოციტი** (მიმართულებითი სხეულაკი) და მეორე დიდი ზომის – **მეორე რიგის ოოციტი.** ისინი შეიცავენ ქრომოსომების ჰაპლოიდური, დნმ-ს დიპლოიდურ რიცხვს. მეორე მეიოზური გაყოფას წინ უსწრებს მოკლე ინტერფაზა პრესინთეზი და პოსტსინთეზი.

ადგილი აქვს იგივე ფაზებს (პროფაზა, მეტაფაზა, ანაფაზა, ტელოფაზა), რის შედეგადაც საბოლოოდ ჩამოყალიბდება 4 **ჰაპლოიდური** უჯრედი. აქედან ერთი დიდი ზომის – **ოოციტი,** რომელიც კვერცხუჯრედად ყალიბდება და სამი მცირე ზომის **მეორე რიგის პოლოციტი,** რომლებიც (უმეტეს წილად) იღუპებიან. ისინი ქრომოსომების თანაბარ განაწილებას ემსახურებიან (სურ. 29, ბ).

ოოგენეზში ადგილი აქვს მეიოზის ორ ბლოკს (გაჩერებას). I ბლოკს ადგილი აქვს I მეიოზური გაყოფის პროფაზაში, რომელიც დაბადებიდან სქესობრივ მომწიფებამდე გრძელდება. მეიოზის მეორე ბლოკი მეორე მეიოზური გაყოფის მეტაფაზაში ჩერდება და გრძელდება მანამ, სანამ ოოციტში სპერმატოზოიდი არ

შეიჭრება. განაყოფიერებისთანავე გრძელდება მეორე მეიოზური გაყოფის ანაფაზა და ტელოფაზა.

უნდა აღინიშნოს ის გარემოებაც, რომ გოგონებში მუცლად ყოფნის მე-7 თვეზე წყდება ოოგონიების გამრავლება (ჩანასახის მე-5 თვეზე 6 მილიონამდე ოოგონიაა). ახალდაბადებულ გოგონას კი 100 ათასამდე ოოგონია აქვს. სქესობრივი მომწიფებისას – მხოლოდ 300–500 ოოგონია რჩება. წელიწადში ქალში 13 კვერცხუჯრედი მწიფდება. ერთ თვეში ფუნქციონირებს მარჯვენა, მეორე თვეში მარცხენა საკვერცხე და ა.შ.

გამეტოგენეზზე გავლენას ახდენს გარემოს ფაქტორები, გაციება, მომწამვლელი ფაქტორები, სამკურნალო პრეპარატები, მომწამვლელი ნივთიერებები, შხამები, ალკოჰოლი, ნარკოტიკები, რენტგენის სხივები და სხვ. რაც უშვილობის, სიმსივნური და სხვა დაავადებათა მიზეზი ხდება.

კვერცხუჯრედი უძრავი, ჰაპლოიდური ქრომოსომების შემცველი უჯრედია. მისი ზომა ადამიანში 90მკმ-ია. ზოგიერთ ცხოველში კვერცხუჯრედის სიგრძე 29სმ; სირაქლემას კვერცხის დიამეტრი 11 სმ-ია. კვერცხუჯრედი ოვალური ფორმისაა, რომელიც გარედან ძუძუმწოვრებში დაფარულია zona pellicida-თი. (პირველადი ანუ ბრჭყვიალა (კრიალა) გარსი) და corona radiata (სხივოსანი გვირგვინი). კვერცხუჯრედის ციტოპლაზმაში გროვდება ისეთი ნივთიერებები, რომლებიც მისი მომწიფებისა და ადრეულ ეტაპზე ჩანასახის განვითარებისთვისაა საჭირო (რიბოსომები, რნმ, ფერმენტები, ყვითრი და სხვა).

კვერცხუჯრედებს ძირითადად გააჩნიათ სამი ტიპის გარსი. **პირველადი გარსი** – მას გამოყოფს ფოლიკულარული უჯრედები. იგი ყველა ტიპის კვერცხუჯრედისთვისაა დამახასიათებელი. **მეორადი გარსი** – ისიც ფოლიკულარული უჯრედებიდან წარმოიქმნება (დამახ. მწერების ცენტრიოლეციტური კვერცხებისთვის). **მესამეული გარსი** წარმოიქმნება კვერცხსავალში კვერცხის გავლისას (ახასიათებს თევზებს, ამფიბიებს, რეპტილიებს, ფრინველებს).

ყვითრის რაოდენობის მიხედვით არსებობს შემდეგი სახის კვერცხუჯრედები:

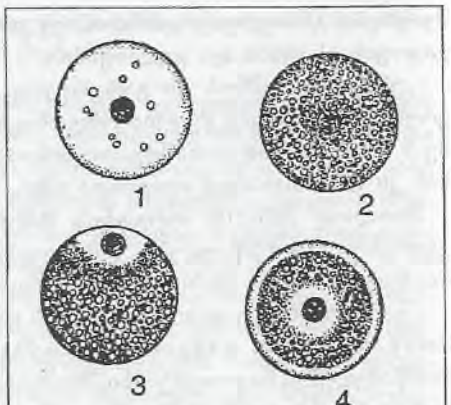
1. **ალეციტური** – ამ ტიპის კვერცხუჯრედის ციტოპლაზმა ძლიერ მცირე რაოდენობით ან არ შეიცავს ყვითრს (ძუძუმწოვრები,

ზოგიერთი ბრტყელი ჭია, ზოგიერთი მწერი).

2. **ოლიგოლეციტური** - კვერცხის ციტოპლაზმა მცირე რაოდენობით შეიცავს ყვითრს (ზოგიერთი ბუმბუმწოვარი; ლანცეტა და სხვა).

3. **მეზოლეციტური** - ყვითრი კვერცხის ციტოპლაზმაში საშუალო რაოდენობითაა (ახასიათებს ზოგიერთი სახის ამფიბიებს).

4. **ჰოლილეციტური** - ყვითრი კვერცხუჯრედის ციტოპლაზმაში დიდი რაოდენობითაა. არსებობს კვერცხუჯრედის კლასიფიკაცია ყვითრის განაწილების (იზოლეციტალური - ყვითრი თანაბრადაა განაწილებული; ცენტროლეციტალური - ყვითრი უჯრედის ცენტრშია; ტელოლეციტალური - ყვითრი არათანაბრადაა განაწილებული) ასევე დანაწევრების ხასიათის (ჰოლობლასტური - სრული დანაწევრება; მერობლასტური არასრული დანაწევრება) მიხედვით. (სურ. 31).



სურ. 31. კვერცხუჯრედის ტიპები:
1. ალეციტალური; 2. ჰომოლეციტალური;
3.ტელოლეციტალური;
4. ცენტროლეციტალური.

ორგანიზმთა გამრავლების ფორმები. უსქესო და სქესობრივი გამრავლება.

გამრავლება (რეპროდუქცია) ცოცხალ ორგანიზმთა ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი თვისებაა, რომლის საშუალებით მემკვიდრული ინფორმაცია გადაეცემა მომდევნო თაობებს. გამრავლებით ხორციელდება სიცოცხლის უწყვეტობა და თაობათა მორიგეობა. გამრავლება ახალი სიცოცხლის შექმნის პროცესია. არსებობს გამრავლების ორი ძირითადი ტიპი: **სქესობრივი** და **უსქესო**. გამრავლების ეს ორი ტიპი ორ ქვეჯგუფშია გაერთიანებული: მო-

ნოციტოგენური, როცა ახალი თაობა ერთი უჯრედისგან წარმოიშობა და პოლიციტოგენური, როდესაც ახალი თაობა მრავალი უჯრედის ხარჯზე ვითარდება.

უსქესო გამრავლება არის გამრავლების უმარტივესი ფორმა, რომელიც გვხვდება მრავალ უმდაბლეს მცენარესა და ცხოველში: ბინალური გაყოფა, შიზოგონია, დაკვირტვა, სპორულაცია, ვეგეტაციური გამრავლება; ფრაგმენტაცია, პოლიემბრიონია. ყველა მათგანისთვის დამახასიათებელია ის, რომ გააჩნიათ მხოლოდ ერთი მშობელი და წარმოქმნილი ახალი ინდივიდი გენეტიკურად ყოველთვის თავისი მშობლის მსგავსია (იდენტურია). ერთი მშობლის მიერ წარმოქმნილ თავის მსგავსს (იდენტურ) მთამოსავლობას **კლონი** ეწოდება.

გაყოფით გამრავლება, ანუ ორად გაყოფა. ამ გზით მრავლდება ერთუჯრედიანი პროკარიოტული და ეუკარიოტული უჯრედები. ამ დროს დედისეული ორგანიზმი ორად იყოფა და მიიღება ორი შვილეული უჯრედი (ახასიათებს ბაქტერიებს. წყალმცენარეებს, უმარტივესებს).

შიგოზონია – მრავლობითი გაყოფა, რომლის დროსაც დედისეული უჯრედის ბირთვი და ციტოპლაზმა იყოფა მრავალჯერ, რის შედეგადაც ერთი დედისეული უჯრედიდან მიიღება მრავალი შვილეული უჯრედი. (დამახასიათებელია ზოგიერთი წყალმცენარის, სპორიანთა კლასისა და სხვ).

დაკვირტვა გვხვდება მრავალ უმდაბლეს მცენარესა და ცხოველებში, მშობელს ამ დროს უჩნდება კვირტი, რომელიც იზრდება თანდათან და მშობლის ზომას რომ მიაღწევს, წყდება და დამოუკიდებელ არსებობას იწყებს (ახასიათებს საფუარა სოკოებს, ზოგ ბაქტერიას, ინფუზორიას და სხვ.) მრავალუჯრედიანებში დედის ორგანიზმზე წარმოიქმნება კვირტი, რომელიც მრავალუჯრედიანია, იგი იზრდება, წყდება დედის ორგანიზმს და დამოუკიდებელ არსებობას იწყებს. თუ დედას არ მოწყდა, მისგან ვითარდება კოლონიური ორგანიზმები (ახასიათებს ღრუბელებს, ნაწლავღრუიანებს, მარჯნის პოლიპებს, ზოგიერთ ჭიას).

სპოროგონია – სპორა გასამრავლებელი უჯრედია. იგი მიკროსკოპულია, გარედან გარსით არის დაფარული, რომელიც მას იცავს გარემოს არახელსაყრელი პირობებისაგან. სპორა მსუბუქია, ადვილად გადააქვს ქარს, წყალს, ცხოველებს (სპორებით გამრავლება ახასიათებს სოკოებს, ხავსებს, გვიმრებს, მალარიის

პლაზმოდიუმს და სხვ.).

ვეგეტაციური გამრავლება დედის ორგანიზმიდან გამოყოფილი სომატური უჯრედების გაყოფით ხდება. მცენარეებში იგი ხორციელდება მცენარის ვეგეტაციური ორგანოებით (ღერო, ფესვი, ფოთოლი), რომლებზეც წარმოიქმნება სპეციალური ორგანოები (გორგლები, პწკალი) ან ახალი ნაწილები (ღეროზე - ახალი ღერო, ფესვზე - ფესვი). ვეგეტაციური გამრავლება მცენარეებში ხდება ბუჩქის დაყოფით, გადაწვენით; ასევე ფესურით, კალმით და სხვ.

ცხოველებიდან ამ გზით მრავლდება ღრუბელები, ნაწლავღრუიანები, ზოგიერთი ჭიები და სხვა).

სხეულის ნაწილებად დაყოფა – (ფრაგმენტაცია) დედის სხეული რამოდენიმე (2 ან მეტი) ნაწილად იყოფა, თითოეული ნაწილისაგან დამოუკიდებელი ორგანიზმი ვითარდება (ახასიათებს კანეკლიანებს, ზოგიერთ ჭიებს).

ბოლიემბრიონია - ჩანასახი (ემბრიონი) განვითარების ადრეულ საფეხურზე იყოფა რამდენიმე ნაწილად, რომლებიდანაც დამოუკიდებელი ორგანიზმი ვითარდება (ახასიათებს: ძუძუმწოვართა კლასის ზოგიერთ წარმომადგენლებს. ადამიანში ამ გზით ყალიბდება მონოზიგოტური (იდენტური) ტყუპები.

უსქესო გამრავლება სქესობრივ გამრავლებაზე ადრე ჩამოყალიბდა. უსქესო გამრავლება ფართოდაა გავრცელებული ცხოველთა სამყაროში იგი ხელს უწყობს ინდივიდთა რიცხვის გაზრდას და მათ ფართო განსახლებას. უსქესო გამრავლებისას ენერგიის დანახარჯი მცირეა, ამიტომ იგი ამ მხრივ ეფექტურია, მაგრამ ამ დროს მიღებული შთამომავლობა გენეტიკურად ერთგვაროვანია, იდენტურია და ნაკლებ ეფექტურია ბუნებრივი გადარჩევისათვის.

სქესობრივ გამრავლებაში - მონაწილეობს ორი ინდივიდის სასქესო უჯრედები. იგი მდედრობითი და მამრობითი სასქესო უჯრედების შერწყმის შედეგად ხორციელდება. ამ დროს მიიღება **ზიგოტა**, რომელიც შეიცავს ორივე მშობლის გენეტიკურ ინფორმაციას, საიდანაც დასაბამი ეძლევა ახალ ორგანიზმს. სქესობრივი გამრავლება მოგვიანებით ჩამოყალიბდა, მაგრამ ევოლუციის პროცესში ფართოდ გავრცელდა, როგორც გამრავლების უფრო პროგრესული ხერხი. ერთუჯრედიანებში არსებობს სქესობრივი გამრავლების 2 სახე: **კონიუგაცია და კოპულაცია.** კონიუ-

გაციისას ორი ორგანიზმი ერთმანეთს უკავშირდება და მათ შორის ხდება ბირთვების გაცვლა. მაგ. ქალამანებში, რომლებსაც გააჩნიათ 2 ბირთვი: **მიკრონუკლეუსი** და **მაკრონუკლეუსი**. ისინი ერთმანეთს უცვლიან მიკრონუკლეუსებს. ეს აახალგაზრდავებს ქალამანებს, რაც ხელს უწყობს მათ შემდგომ უსქესო გამრავლებას.

კონიუგაცია ახასიათებთ ბაქტერიებსაც ამ დროს ხდება გენეტიკური მასალის გადაცემა ერთი ბაქტერიიდან მეორეში.

კოპულაციისას ერთმანეთს ერწყმის ორი ინდივიდის ჰაპლოიდური გამეტა. თუ ერთმანეთს ერწყმის მორფოლოგიურად მსგავსი გამეტები, ადგილი აქვს **იზოგამიას** (ფესვეულიანები, რადიოლარები). ევოლუციის მსვლელობაში მოხდა გამეტების დიფერენცირება, წარმოიქმნა განსხვავებული ფორმისა და ზომის სასქესო უჯრედები. მორფოლოგიურად და ფიზიოლოგიურად განსხვავებული გამეტების შერწყმას **ანიზოგამია** ეწოდება. თუ მდედრობითი გამეტა დიდი ზომისაა, ხოლო მამრობითი მცირე, ადგილი აქვს **ოოგამიას** (მაგ. შოლტოსნები).

მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების უმრავლესობა სქესობრივად მრავლდება. იმ ორგანიზმებს, რომლებშიც დამოუკიდებლად არსებობენ მდედრები და მამრები, **ცალსქესიანი ორგანიზმები ეწოდება.** ცალსქესიან ინდივიდთა უმრავლესობაში მდედრობითი და მამრობითი ინდივიდები მორფოლოგიურად განსხვავდებიან ერთმანეთისგან. ე.ი. ახასიათებთ სქესობრივი **დიმორფიზმი,** გარეგნულად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ფრინველების, ძუძუმწოვრების, ადამიანების მდედრები და მამრები (ბიბილო, დეზები, შეფერილობა, სიდიდე, ხმა და სხვათა არსებობა). არის შემთხვევები, როდესაც ერთსა და იმავე ინდივიდს უვითარდება ორივე სქესისათვის დამახასიათებელი გამეტები (კვერცხუჯრედი და სპერმატოზოიდი) ამ მოვლენას **ჰერმაფროდიტიზმი** ეწოდება (ბერძნ. Hermafroditos - ჰერმესის და აფროდიტეს შვილის ორსქესიანი მითიური არსების სახელი).

ჰერმაფროდიტიზმის ორი შემთხვევა არსებობს: **ნამდვილი ჰერმაფროდიტიზმი,** რომლის დროსაც ადგილი აქვს ორივე სქესისათვის დამახასიათებელი სასქესო ჯირკვლების არსებობას ერთ ორგანიზმზე და **ცრუ ჰერმაფროდიტიზმი,** რომლის დროსაც ინდივიდს გააჩნია გარეგნული სასქესო ორგანოები და მეორადი

სასქესო ნიშნები (სხეულის ზომა, ფორმა, ხმა, შეფერილობა და ა.შ.) ორივე სქესისათვის დამახასიათებელი, მაგრამ სასქესო ჯირკვალი ან მხოლოდ მდედრობითი (საკვერცხე) ან მხოლოდ მამრობითი (სათესლე) აქვს განვითარებული. ჰერმაფროდიტიზმი სქესობრივი გამრავლების პრიმიტიული ფორმაა. იგი დაბალორგანიზებული ინდივიდებისათვისაა დამახასიათებელი. კერძოდ, იმ ინდივიდებისათვის, რომლებიც ეწევიან მჯდომარე ან პარაზიტული ცხოვრების ნირს (ნაწლავღრუიანები, ბოგიერთი ჭიები, ხმელეთის ბოგიერთი ნიჟარიანი მოლუსკი და სხვ.) ჰერმაფროდიტიზმის დროს თვითგანაყოფიერებას ადგილი არა აქვს. იგი თავიდანაა აცილებული იმით, რომ სასქესო პროდუქტების (კვერცხუჯრედი, სპერამატოზოიდი) მომწიფება ხდება სხვადასხვა დროს; თუმცა არის შემთხვევები, როდესაც ადგილი აქვს თვითგანაყოფიერებასაც, რასაც სახეობის გადარჩენისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს კონკრეტული გარემოს არსებობაში. მაგ. შინაგან პარაზიტებში (ენდოპარაზიტები). ჰერმაფროდიტიზმი გვხვდება ადამიანებშიც, რომლის დროსაც ემბრიოგენეზში ადგილი აქვს დარღვევებს, რის გამოც სომატურ უჯრედებში ხვდება XX და XY სასქესო ქრომოსომები, ბოგჯერ ადგილი აქვს მოზაიკურობას, კერძოდ ბოგიერთ სომატურ უჯრედში არის XX ქრომოსომა, ბოგში XY ქრომოსომა.

პართენოგენეზი – გამრავლების ფორმა, რომლის დროსაც ახალი ინდივიდის განვითარება ხდება გაუნაყოფიერებელი კვერცხუჯრედიდან. (partenos – ბერძნ. ქალწული, genesis – წარმოშობა, განვითარება). მას ქალწულებრივ გამრავლებასაც უწოდებენ. პართენოგენეზი სქესობრივ გამრავლებას მიეკუთვნება, რადგანაც ახალი თაობის წარმოშობაში მონაწილეობს სასქესო უჯრედი. იგი სქესობრივი გამრავლების არარეგულარული ტიპია. პართენოგენეზი გვხვდება როგორც ცხოველებში, ასევე მცენარეებში. ამ უკანასკნელებში მას **აპომიქსისს** უწოდებენ. (აპომიქსისის სახეებია: აპოგამია, აპოსპორია).

პართენოგენეზი დამახასიათებელია მწერების (ფუტკრების, ჭიანჭველების, მხედრების) ასევე ქვეწარმავლების და ბოგიერთი ფრინველისათვის. პართენოგენეზი არის 1. **ნაწილობრივი**, როდესაც მდედრი დებს (მაგ. ფუტკრებში) განაყოფიერებელ და გაუნაყოფიერებელ კვერცხებს 2. სეზონური (ბუგრები, დაფნიები და სხვ.), როდესაც გაუნაყოფიერებელი და განაყოფიერებული თაობა ენაცვლება ერთმანეთს, რაც გარემოს არახელსაყრელი პირობებითაა გამოწვეული.

ქვეწარმავლებში აღწერილია პართენოგენეზი – გამრავლების ძირითადი ფორმად იმ სახეებში, რომელთა პოპულაციები მხოლოდ მდედრი ინდივიდებისგან შედგება (დარევსკის მიერ სომხეთში აღმოჩენილი კავკასიური კლდის ხვლიკი).

პართენოგენეზის დროს ხდება ჰაპლოიდური და დიპლოიდური ინდივიდების წარმოშობა. ჰაპლოიდური ინდივიდები ნაკლები სიცოცხლისუნარიანობით ხასიათდება. ამიტომ არსებობს დიპლოიდურობის აღდგენის რამოდენიმე გზა: კერძოდ, ოოციტთან ერთ-ერთი მიმმართველი სხეულაკის შერწყმა; ბოგიერთ შემთხვევაში მდედრის ოოციტები მეიოზის განსაკუთრებულ ფორმას გადიან და ქრომოსომების განახევრება არ ხდება, რის გამოც კვერცხუჯრედში მათი დიპლოიდური რიცხვი რჩება.

ბოგჯერ პართენოგენეზს ადგილი აქვს ადამიანებში, კერძოდ, ქალიშვილების საკვერცხეებში. ამ დროს კვერცხუჯრედის განვითარება ხდება განაყოფიერების გარეშე, მაგრამ განვითარება მალე წყდება.

არსებობს ასევე სქესობრივი გამრავლების არარეგულარული ტიპი, როდესაც კვერცხუჯრედის განვითარებისათვის აუცილებელია მასში სპერმატოზოიდის შეჭრა, რომელიც მხოლოდ მის სტიმულაციას ახდენს, მაგრამ განაყოფიერებაში იგი არ მონაწილეობს. (ახასიათებს ბოგიერთ ჭიას, ძვლიან თევზებს და ფარულთესლიან მცენარეებს. ამ პროცესს **გინოგენეზი** ეწოდება (ბერძნ. gyne – ქალი). ასეთი სტიმულირებული კვერცხებიდან იზრდება მდედრები.

ანდროგენეზი – სქესობრივი გამრავლების განსაკუთრებული სახეა. ამ დროს ახალი ორგანიზმი ვითარდება კვერცხუჯრედის ციტოპლაზმის და სპერმატოზოიდების გენეტიკური მასალის ხარჯზე, რადგან კვერცხუჯრედის ბირთვი იღუპება (ბერძ. andros – მამაკაცი). განვითარებული ინდივიდები მამრობითი სქესისაა.

განაყოფიერება

განაყოფიერება მდედრობითი და მამრობითი სასქესო უჯრედების შერწყმის პროცესია, რომლის დროსაც მიიღება განაყოფიე-

რებული კვერცხუჯრედი - ბიგოტა, რომელიც ქრომოსომათა დიპლოიდურ რიცხვს შეიცავს. ბიგოტას ორმაგი მემკვიდრული ბუნება აქვს, ამგვარი ბუნება ზრდის მისი შეგუების უნარს საარსებო პირობებთან. თუ განაყოფიერება არ მოხდა სპერმატოზოიდი და კვერცხუჯრედი სწრაფად კარგავს აქტივობასა და სიცოცხლის უნარიანობას. ე.ი. სასქესო უჯრედები დროში ლიმიტირებულ უჯრედებს წარმოადგენენ. განაყოფიერების პროცესი სამი ეტაპისაგან შედგება: 1. სასქესო უჯრედების დაახლოება; 2. კვერცხუჯრედის გააქტიურება; 3. სასქესო უჯრედების შერწყმა (სინგამია).

განარჩევენ **გარეგან** და **შინაგან** განაყოფიერებას. გარეგანი განაყოფიერებისას სასქესო უჯრედების შერწყმა ხდება წყალში. ამ დროს სასქესო პროდუქტების დიდი რაოდენობით ფლანგვას აქვს ადგილი, რადგანაც სასქესო უჯრედების შერწყმის ალბათობა დაბალია (თევზები, ამფიბიები). **შინაგანი განაყოფიერებისას** სასქესო უჯრედების შერწყმა ხდება დედის სასქესო გზებში (ახასიათებს მწერებს, ქვეწარმავლებს, ფრინველებს, ძუძუმწოვრებს, მათ შორის ადამიანებს).

არსებობს **ხელოვნური** განაყოფიერება, რომელსაც დიდი ხნის ისტორია აქვს ცხოველებში და დღეს წარმატებით იყენებენ ადამიანებშიც.

XX ს. 80-იანი წლების უდიდესი მიღწევაა ხელოვნური განაყოფიერება (ექტელეგენეზი), რომელსაც დღეს წარმატებით იყენებენ უნაყოფობის დაძლევის მიზნით.

ამ დროს კვერცხუჯრედის განაყოფიერება სპერმატოზოიდით ხდება ხელოვნურად. ტექნიკური საშუალებებით (ეს მეთოდი ორი საუკუნის წინ იქნა გამოყენებული ძაღლზე, აბატი სპალანცანის მიერ. 1799წ. ინგლისელმა ხანტერმა ხელოვნური განაყოფიერება ადამიანებზე გამოიყენა).

ხელოვნური განაყოფიერებისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს დონორებისა და „დედა-სუროგატების" (ქალი „მატარებელი", „მიმღები") არსებობას. განსაკუთრებით ინტერესს იწვევს განვითარებადი ემბრიონის გაყინვისა და ხანგრძლივი დროით შენახვის შესაძლებლობა (ე.წ. „ემბრიონის ბანკის" შექმნა), რომელიც საშუალებას გვაძლევს ემბრიონი მოთავსდეს მსურველის საშვილოსნოში. ავსტრალიელი მეცნიერები აცხადებენ, რომ უახლოეს 8-9 წელიწადში შესაძლებელი გახდება ხელოვნურად

კვერცხუჯრედისა და სპერმატოზოიდის მიღება, რომელთა შესაქმნელად ისინი ემბრიონის ღულისებური (ღეროვანი) უჯრედების გამოყენებას აპირებენ. ამ უჯრედებიდან დღეს ყველანაირი ქსოვილის მიღება შეიძლება. თუმცა დღეს არ არსებობს ტექნოლოგია, რომელიც მათგან სასქესო უჯრედებს მიიღებს. მეცნიერები იმედოვნებენ, რომ ამ ტექნოლოგიას უსათუოდ შექმნიან და უნაყოფობა, რომელიც სასქესო ჯირკვლების უმოქმედობითაა გამოწვეული, ტრაგიკული აღარ იქნება.

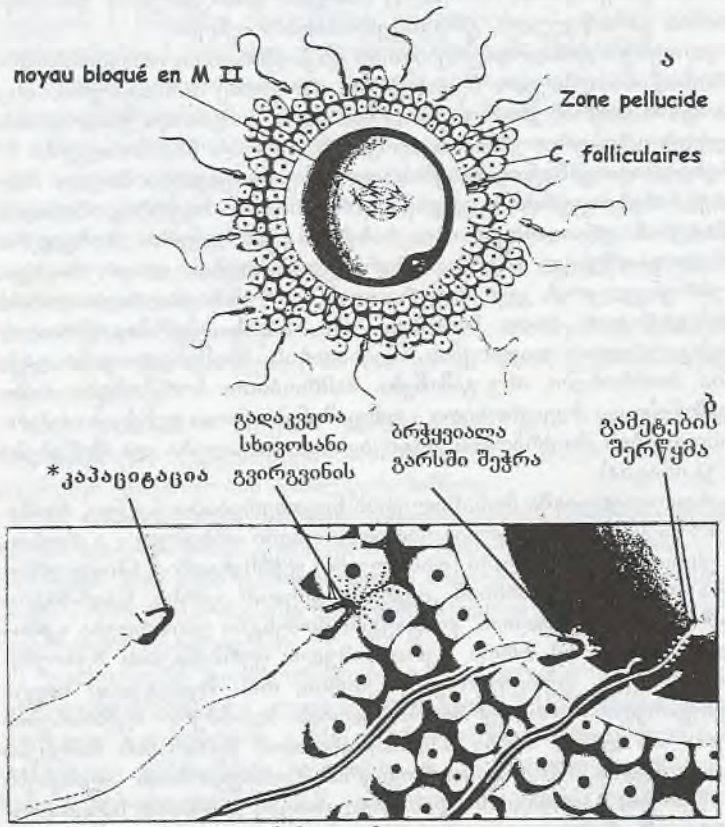
ხელოვნურ განაყოფიერებასთან დაკავშირებით არსებობს ურთიერთსაწინააღმდეგო შეფასებები, როგორც პოზიტიური, ისე უარყოფითი, მაგრამ უნდა ითქვას, რომ დღეს ეს მეთოდი უნაყოფობის დაძლევის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს მეთოდს წარმოადგენს.

ბუნებრივი განაყოფიერებისათვის აუცილებელია მთელი რიგი ფაქტორები: კერძოდ: კვერცხუჯრედისა და სპერმატოზოიდის მომწიფების ერთდროულობა; სასქესო უჯრედების მოხვედრა გასანაყოფიერებელ გზებში; სპერმატოზოიდების დიდი რიცხვი, რაც უზრუნველყოფს კვერცხუჯრედთან შერწყმის დიდ ალბათობას; კვერცხუჯრედის დიდი ზომები, რაც ზრდის სპერმატოზოიდის კვერცხუჯერდთან დაჯახების ალბათობას. მნიშვნელოვანი ფაქტორია ჰორმონები, ანუ **გამონები**. მამრობითი ჰორმონები - **ანდროგამონები** და მდედრობითი - **გინეგამონები**. მათი ფუნქციაა სპერმატოზოიდების მოძრაობის აქტივაციის ცვლილება და შეწებება (აგლუტინაცია).

განაყოფიერებაში მონაწილეობს ნივთიერებათა ჯგუფი, რომელიც მოთავსებულია სპერმატოზოიდის თავში არსებულ - აკროსომაში. ესენი ჰიდროლიზური (დამშლელი) ფერმენტებია, (ჰიალურონიდაზა) რომლებიც ხსნიან კვერცხუჯრედის გარსს. სპერმატოზოიდის კვერცხუჯრედთან კონტაქტის მომენტში ვითარდება **აკროსომული რეაქცია**. ამ დროს აკროსომული ფერმენტების ზემოქმედებით იშლება კვერცხუჯრედის გარსი, რის შედეგადაც ხდება კვერცხუჯრედისა და სპერმატოზოიდების პლაზმური მემბრანების შერწყმა. ამ დროს ხდება სპერმატოზოიდის მემბრანის ჩაშენება კვერცხუჯრედის მემბრანაში. ზოგიერთ მკვრივგარსიან კვერცხებს (მაგ. მწერები) სპერმატოზოიდის გაელისთვის გააჩნიათ სპეციალური არხი - **micropile**.

სპერმატოზოიდით კვერცხუჯრედის მემბრანის დარღვევისთანავე კვერცხუჯრედის ზედაპირულ შრეში იწყება **კორტიკალური**

რეაქცია. ამ დროს იშლება კორტიკალური შრე (გრანულები), რის შედეგადაც წარმოიქმნება განაყოფიერების გარსი, რომელიც ხელს უშლის სხვა სპერმატოზოიდის შეჭრას კვერცხუჯრედში და **პოლისპერმიას** (მრავალი სპერმატოზოიდის შეჭრას). სპერმატოზოიდი გარდა იმისა, რომ ბიგოტაში შეაქვს ქრომოსომების ნახევარი – თავისი მემკვიდრული ნიშნებით, მას კვერცხუჯრედში ასევე შეაქვს დანაწევ-



სურ. 32 გახაყოფიერება. ა. ბ.

* კაპაციტაცია – ძუძუმწოვრების სპერმატოზოიდების კვერცხუჯრედში შეღწევის უნარის შეძენა, რომელიც ხორციელდება სპეციალური სეკრეტებით, რომელსაც გამოყოფს კვერცხსავალი და სამეილსნოს კედლები.

რებისთვის სასიგნალო ცილა; იგი სტიმულს აძლევს ოოციტის მეიოზის დამთავრებას და ზოგიერთ ორგანიზმში განსაზღვრავს სქესს.

სპერმატოზოიდისა და კვერცხუჯრედის კონტაქტის დროს ხდება კვერცხუჯრედის აქტივაცია, რომლის დროსაც მიმდინარეობს ურთულესი პროცესები. საბოლოოდ ხდება მდედრობითი და მამრობითი პრონუკლეუსების შერწყმა (სინგამია), რის შედეგადაც მიიღება განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი – **ზიგოტა**, რომელიც განიცდის შემდგომ განვითარებას, რომლიდანაც ხდება ორგანიზმის ჩამოყალიბება (სურ. 32).

მცენარეთა სქესობრივი გამრავლება

მცენარეებში სქესობრივი გამრავლება ფართოდაა გავრცელებული და მისი სხვადასხვა ფორმა არსებობს. **იზოგამია** გვხვდება უმაღლეს მცენარეებში. მაგ. წყალმცენარე ულოთრიქსი წარმოქმნის გარეგნულად ერთნაირ გამეტებს, რომლებსაც ორ-ორი შოლტი გააჩნიათ.

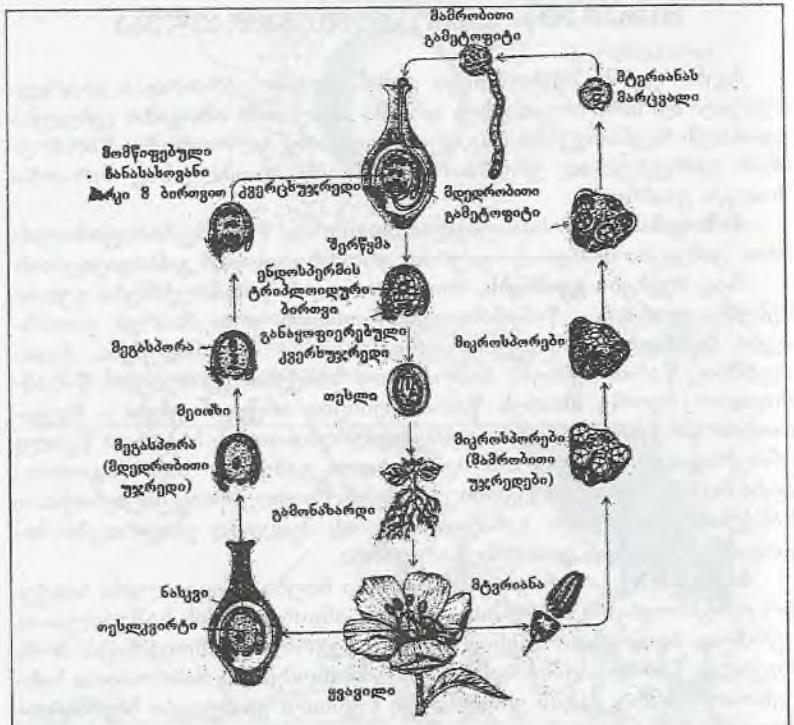
ანიზოგამია დამახასიათებელია ზოგიერთი წყალმცენარეებისთვის. მათი გამეტები მორფოლოგიურად ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან.

რაც შეეხება **გვიმრებს**, მათ სპორიდან წარმოექმნება გულისებური ფორმის – წინაზრდილი, რომლის ერთ მხარეს ვითარდება მამრობითი სასქესო ორგანოები – **ანთერიდიუმები**, რომლებშიაც წარმოიქმნება მამრობითი სასქესო უჯრედები, წინაზრდილის მეორე მხარეს წარმოიქმნება **არქეგონიუმები** – მდედრობით სასქესო რგანოები განაყოფიერებისათვის საჭიროა წყალი. ანთერიდიუმი სკდება და მამრობითი გამეტა – სპერმატოზოიდები მიისწრაფიან არქეგონიუმებისკენ, რომლებშიაც მდედრობითი სასქესო უჯრედებია. განაყოფიერების შედეგად ვითარდება ზიგოტა – საიდანაც ვითარდება გვიმრა.

ხავსების სქესობრივი გამრავლება ხდება სპეციალური სასქესო ორგანოების – არქეგონიუმის და ანთრიდიუმის საშუალებით. კერძოდ, ზოგიერთი ხავსის ღეროს წვერზე წარმოიქმნება მომრგვალო წარმონაქმნი – **ანთერიდიუმი**, რომელიც მამრობითი სასქესო ორგანოა, მასში ვითარდება წვრილი უჯრედები **სპერმატოზოიდები**. სხვა ხავსის ღეროს წვერზე ვითარდება ბოთლის ფორმის მდედრობითი სასქესო ორგანო – **არქეგონიუმი**, მასში კვერცხუჯრედია. სასქესო ორგანოები წვიმიან ამინდში იფარება

წყლით. განაყოფიერებისას წყალი აუცილებელ ფაქტორს წარმოადგენს. სპერმატოზოიდები (ქარის საშუალებით) ხვდებიან არქეგონიუმში და მისი შიგთავსი უერთდება კვერცხუჯრედს. ხდება განაყოფიერება, რომლის შემდეგ ღეროს წვერზე ვითარდება **სასპორე კოლოფი**, რომელშიც სპორებია. როდესაც მომწიფდება სპორები, კოლოფს ძვრება სახურავი და ისინი ნესტიან ნიადაგში მოხვედრისას ვითარდებიან ძაფნაირ სხეულად - **პროტონემად**, რომელზედაც ვითარდება ხავსი.

შიშველთესლიანი მცენარეების გასამრავლებელი ორგანოა გირჩა. გამაფხულზე წიწვოვნების (ფიჭვი) ახალგაზრდა ტოტებზე



სურ. 33. გამეტების წარმოშობა და სასიცოცხლო ციკლი მცენარეებში. (ლეჟავა თ., 2004)

შეიმჩნევა მომწვანო-მოყვითალო - მამრობითი, ზოგი კი მოწითალო ფერის - მდედრობითი გირჩები.

მამრობითი გირჩის თვითეულ ქერქზე ვითარდება 2-2 სამტვრე პარკი, რომელშიც წარმოიქმნება მტვერი. მტვრის მარცვალს აქვს ორი პატარა ბუშტი, რომლის საშუალებით იგი დიდხანს ტივტივებს ჰაერში. მდედრობითი გირჩის თითოეულ ქერქზე ორ-ორი თესლკვირტია. მამრობითი გირჩებიდან გადმოყრილი მტვერი ქარის საშუალებით ეყრება თესლკვირტზე, ხდება დამტვერვა. მდედრობითი გირჩა შეიკვრება ფისით. დამტვერვიდან 1,5 წლის შემდეგ გირჩა იხსნება და მისგან ცვივა ფრთისებურ გამონაზარდიანი თესლები. აპკისებური ფრთების საშუალებით ქარს იგი დიდ მანძილზე გადააქვს და ავრცელებს.

სასქესო უჯრედების განვითარება და განაყოფიერება ყვავილოვან მცენარეებში

ცხოველებისა და ფარულთესლიანი მცენარეების სასქესო უჯრედების განვითარებას ახასიათებს რიგი საერთო, მაგრამ ამავე დროს განმასხვავებელი თვისებები.

მამრობითი სასქესო უჯრედი – (მტვრის მარცვალი, რომელიც შეიცავს სპერმატოზოიდს) მოთავსებულია მტვრიანას სამტვრე პარკში. ერთ სამტვრეში ვითარდება უამრავი მტვრის მარცვალი, რომლებიც სამტვრეს უჯრედებისაგან წარმოიქმნება. სამტვრეს უჯრედები ცხოველთა პირველადი სასქესო უჯრედების ანალოგიურია. ეს უჯრედები მომწიფებისას გაიელის ორ მეიოზურ გაყოფას, რის შედეგადაც წარმოიშობა ოთხი ჰაპლოიდური უჯრედი. თითოეული უჯრედი გარდაიქმნება მტვრის მარცვლად, რომელიც დაფარულია მკვრივი გარსით (შიგნითა შრით - ინტინით, გარეთა ეკზინით - ინტინა მონაწილეობს მტვრის მარცვლისა და ბუტკოს დინგის ურთიერთშეცნობის პროცესში, გარდა ამისა იგი შეიცავს ფერმენტებს. ეკზინა ხასიათდება მაღალი გამძლეობით). ამ ეტაპზე მტვრის მარცვალი შეიცავს ერთ უჯრედს ქრომოსომთა ჰაპლოიდური რიცხვით, განვითარების შემდგომ ეტაპზე იგი განიცდის მიტოზურ გაყოფას, რომლის დროსაც მიიღება 2 შვილეული უჯრედი ქრომოსომათა ჰაპლოიდური რიცხვით. ამ უჯრედებიდან ერთი ვეგეტაციური უჯრედია, მეორე გენერაციული. ეს უკანასკნელი ისევ იყოფა ერთჯერ მიტოზურად. მიღებული უჯრედი გადაიქცევა სპერმატოზოიდად - მტვრის მარცვლად. ე.ი. მომწი-

ფებული მტვრის მარცვალი, რომელიც გარედან მკვრივი გარსითაა დაფარული, შეიცავს 3 უჯრედს: ერთ ვეგეტატიურს და ორს სპერმატოზოიდს (სპერმია უჯრედს).

მდედრობითი სასქესო უჯრედების განვითარება მიმდინარეობს ნასკვში, რომლის შიგნით თესლკვირტია მოთავსებული. მასში ერთი უჯრედია, რომელიც მომწიფებისას გაივლის 2 მეიოზურ გაყოფას, რის შედეგადაც მიიღება 4 ჰაპლოიდური უჯრედი, საიდანაც 3 იღუპება. დარჩენილი ერთი ჰაპლოიდური უჯრედი ზედიზედ სამჯერ განიცდის მიტოზურ დაყოფას და წარმოიქმნება 8 ჰაპლოიდური უჯრედი, ეს უჯრედები გარდაიქმნება ჩანასახოვან პარკებად. აქედან 5 უჯრედი ხმარდება ჩანასახოვანი პარკის კედლების აგებას, დარჩენილი 3 უჯრედიდან ერთი გარდაიქმნება კვერცხუჯრედად, ორი დანარჩენი კი ერთმანეთს ერწყმის. წარმოიქმნება 1 უჯრედი დიპლოიდური ბირთვით. ე.ი. ჩანასახის პარკში მოთავსებულია 2 უჯრედი: კვერცხუჯრედი (ჰაპლოიდური) და დიპლოიდურბირთვიანი უჯრედი.

ამის შემდეგ ხდება დამტვერვის პროცესი: მტვრის მარცვალი ხვდება ბუტკოს დინგზე. იგი იწყებს გაღვივებას (დინგზე შეიძლება ერთდროულად მოხვდეს რამოდენიმე მტვრის მარცვალი, მაგრამ ღივდება მხოლოდ ერთი). მტვრის მარცვლის ვეგეტატიური უჯრედის ხარჯზე სამტვრე მილი წარმოიქმნება, სამტვრე მილში იმყოფება სპერმატოზოიდები, რომლებიც თესლკვირტისკენ მიიწევენ მზარდ სამტვრე მილთან ერთად; როდესაც სამტვრე მილი მიაღწევს ჩანასახოვან პარკს, სპერმატოზოიდები ანუ სპერმია უჯრედები მასში შეიჭრებიან. ერთი სპერმია უჯრედი კვერცხუჯრედში შეიჭრება და მოხდება განაყოფიერება. ეს პროცესი მათი ბირთვის შერწყმით მთავრდება. განაყოფიერებული კვერცხუჯრედის ბირთვი ისევ დიპლოიდური ხდება (ზიგოტა) მეორე სპერმია შეიჭრება ცენტრალურ დიპლოიდურ უჯრედში და მათი ბირთვებიც ასევე შეერწყმება ერთმანეთს, რის შედეგადაც ამ უჯრედის ბირთვი ტრიპლოიდური ხდება, ე.ი. ქრომოსომთა სამ ჰაპლოიდურ კომპლექტს შეიცავს.

განაყოფიერებული კვერცხუჯრედიდან, რომელიც შემდგომში მიტოზის გზით იყოფა, ვითარდება მომავალი მცენარის ჩანასახი; ტრიპლოიდური უჯრედიდან კი სამარაგო საკვები ნივთიერება - ენდოსპერმი, რომელიც საჭიროა მცენარის ჩანასახის კვებისათვის (იხ. სურ. 33).

ე.ი. ორმაგი განაყოფიერების არსი მდგომარეობს იმაში, რომ

ჩანასახოვან პარკში შეჭრილი ორი სპერმია უჯრედიდან ერთი ერწყმის კვერცხუჯრედს, წარმოიქმნება დიპლოიდური ზიგოტა, რომელიც დასაბამს აძლევს თესლის ჩანასახს, ხოლო მეორე სპერმია უჯრედი ერწყმის ჩანასახოვანი პარკის ცენტრალურ უჯრედს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ტრიპლოიდური ბირთვიანი უჯრედი, რომელიც დასაბამს აძლევს **ენდოსპერმს** - ჩანასახისთვის საჭირო საკვებს. ორმაგი განაყოფიერება (1898წ) აღმოაჩინა ს.გ. ნავაშინმა. ენდოსპერმის ტრიპლოიდური ბუნება მისმა შვილმა მ.ს. ნავაშინმა (1915).

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რა მნიშვნელობა აქვს გამრავლებას?
2. რას ეწოდება უსქესო გამრავლება?
3. ჩამოთვალეთ უსქესო გამრავლების ფორმები
4. რას ეწოდება სქესობრივი გამრავლება?
5. ჩამოთვალეთ სქესობრივი გამრავლების ფორმები.
6. რას ეწოდება ცალსქესიანი ორგანიზმები?
7. რას ეწოდება სქესობრივი დიმორფიზმი?
8. რას ეწოდება ჰერმაფროდიტიზმი?
9. როგორ გამრავლებას მიეკუთვნება პართენოგენები? რამდენი სახისაა?
10. რას ეწოდება ანდროგენები? გინოგენები?
11. რა არის მიტომი და რა ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს მას?
12. ჩამოთვალეთ მიტოზის ფაზები.
13. რა არის ამიტოზი? ენდომიტოზი? პოლიტენია?
14. რა არის გამეტოგენები?
15. რა არის ოოგენები, რამდენი შვილეული უჯრედი მიიღება ამ დროს, ქრომოსომათა როგორი კომპლექტით?
16. რა არის სპერმატოგენები? რამდენი შვილეული უჯრედი მიიღება ამ დროს?
17. როგორი ქრომოსომულ კომპლექტიანია მიღებული უჯრედები?
18. რას ეწოდება მეიოზი, რომელ უჯრედებში მიმდინარეობს იგი?
19. რით განსხვავდება მიტოზი და მეიოზი ერთმანეთისგან?
20. რას ეწოდება განაყოფიერება?
21. რა არის განაყოფიერების ბიოლოგიური არსი?
22. რამდენი სახის განაყოფიერება არსებობს?
23. რა ფაქტორები უწყობენ ხელს განაყოფიერებას?
24. რა არის აკროსომული რეაქცია?
25. რა არის კორტიკალური რეაქცია?

26. რას ეწოდება მიგოტა? როგორ ქრომოსომულ ნაკრებს შეიცავს მიგოტა?
27. როგორ მიმდინარეობს ორმაგი განაყოფიერება მცენარეებში?

ტესტები

1. გამრავლება უზრუნველყოფს
   ა. მემკვიდრული ინფორმაციის გადაცემას თაობიდან თაობაში.
   ბ. ინდივიდთა რაოდენობის ზრდას
   გ. სახეობის შენარჩუნებას;
   დ. ყოველთვის დედის იდენტური შთამომავლობის მიღებას.
   მონახეთ სწორი პასუხი ა, ბ, გ; ბ, გ, დ; ა, გ, დ; ა, ბ, დ.
2. უჯრედის გაყოფის რომელი ტიპი უზრუნველყოფს ქრომოსომების განახევრებას
   ა. ამიტოზი; გ. მეიოზი;
   ბ. მიტოზი; დ. ენდომიტოზი.
3. უჯრედის გაყოფის რომელი ტიპია დამახასიათებელი სომატური უჯრედისთვის
   ა. მეიოზი;
   ბ. მიტოზი;
   გ. ამიტოზი და მეიოზი;
   დ. მიტოზი და მეიოზი.
4. მიტოზის შედეგად მიიღება
   ა. ოთხი უჯრედი;
   ბ. ორი უჯრედი; გ. სამი უჯრედი;
   დ. ოთხი უჯრედი.
5. ამიტოზის დროს წარმოიქმნება:
   ა. მრავალი უჯრედი;
   ბ. ქრომოსომები გაორმაგების გარეშე გრძელდებიან და იხლიჩებიან ორ ნაწილად.
   გ. მიმდინარეობს მხოლოდ ერთუჯრედიანებში;
   დ. მემკვიდრული მასალა თანაბრად ნაწილდება შვილეულ უჯრედებში.
6. მიტოზის რომელ ფაზაში ხდება ქრომატიდების განცალკევება:
   ა. პროფაზა; ბ. მეტაფაზა;
   გ. ანაფაზა; დ. ტელოფაზა.
7. მიტოზის პროფაზაში არ ხდება
   ა. ცენტრიოლების გაორმაგება;
   ბ. ცენტრიოლების მოპირისპირე პოლუსებზე განლაგება;
   გ. გაყოფის თითისტარას წარმოქმნა;
   დ. ქრომოსომების ეკვატორულ სიბრტყეში განლაგება
8. მიტოზის რომელ ფაზაში მიმდინარეობს პროფაზის

საწინააღმდეგო პროცესები
   ა. პროფაზაში; გ. ანაფაზაში;
   ბ. მეტაფაზაში; დ. ტელოფაზა.
9. მეტაფაზაში არ მიმდინარეობს
   ა. გაყოფის თითისტარას წარმოქმნა;
   ბ. ქრომოსომების ეკვატორულ სიბრტყეში განლაგება;
   გ. ცენტრომერებზე თითისტარას ძაფების დამაგრება;
   დ. ქრომატიდების ერთმანეთისაგან დაშორება.
10. ანაფაზაში არ ხდება
   ა. ქრომატიდების ერთმანეთისაგან გამოცალკავება;
   ბ. ქრომატიდების ერთმანეთისაგან დაშორება;
   გ. თითისტარას ძაფების დამოკლება;
   დ. ქრომატიდების ანუ შვილეული ქრომოსომების პოლუსებზე განლაგება.
11. გამეტების შერწყმით მიიღება
   ა. კვერცხუჯრედი; გ. ჩანასახი;
   ბ. ზიგოტა; დ. ზოოსპორა.
12. გამეტები სომატური უჯრედისაგან განსხვავებით
   ა. შეიცავს ქრომოსომათა ჰაპლოიდურ რიცხვს;
   ბ. შეიცავს ქრომოსომათა დიპლოიდურ რიცხვს;
   გ. წარმოიქმნება მიტოზის გზით;
   დ. არსებობს მხოლოდ ერთი სახის.
13. გამეტების წარმოქმნისას სასქესო ჯირკვლებში განასხვავებენ 3 ზონას. ჩამოთვალეთ ისინი.
   ა. გამრავლების; გ. მომწიფების;
   ბ. ზრდის; დ. დაყოფის.
14. სად მიმდინარეობს მეიოზი ყვავილოვან მცენარეებში
   ა. ბუტკოს ნასკვში; გ. სამტვრე პარკში;
   ბ. თესლკვირტში; გ. მტვრის მარცვალსა და ჩანასახის პარკში.
15. ჩამონათვალიდან რომელია დიპლოიდური
   ა. კვერცხუჯრედი გ. ენდოსპერმი;
   ბ. ზიგოტა; დ. სპერმია უჯრედი.
16. განაყოფიერება არის
   ა. კვერცხუჯრედისა და სპერმატოზოიდის შერწყმა;
   ბ. კვერცხუჯრედის ჩამოყალიბება;
   გ. სპერმატოზოიდის ჩამოყალიბება;
   დ. აკროსომული რეაქცია.
17. I მეიოზურ გაყოფაში გახანგრძლივებულია
   ა. პროფაზა; გ. ანაფაზა.
   ბ. მეტაფაზა; დ. ტელოფაზა

ლიტერატურა: 1, 2, 4, 6, 10, 11, 14, 17, 20, 22, 30, 39, 40, 65,

თავი VII

ონტოგენეზი: ონტოგენეზის პერიოდიზაცია

„ონტოგენეზი“ - ორგანიზმის ინდივიდუალური განვითარებაა. ონტოგენეზი შეისწავლის ორგანიზმის ისტორიას სასქესო უჯრედების ჩამოყალიბებიდან, ზიგოტის წარმოქმნით ინდივიდის სიკვდილამდე. (Ontos - არსება; genesis - განვითარება) ე.ი. იგი მოიცავს განაყოფიერებული კვერცხუჯრედიდან - სიკვდილამდე პერიოდს. ეს ტერმინი ბერძნულია, რომელიც ე. ჰეკელმა (1866) შემოიტანა. ონტოგენეზის საფუძველია (გენომი) ინფორმაცია, რომელსაც ყველა უჯრედი მემკვიდრეობით ღებულობს. ონტოგენეზი 3 პერიოდს მოიცავს: 1) **პრეემბრიონალურს ანუ წინაჩასახოვანის – პროგენეზს** 2) **ემბრიონალურს ანუ ჩასახოვანს და** 3) **პოსტემბრიონალურს ანუ ჩანასახისშემდგომ განვითარებას.** წინაჩანასახოვანი განვითარება (ანუ პროგენეზი) იწყება სასქესო უჯრედების ჩამოყალიბებით (გამეტოგენეზით), რომელთა განაყოფიერების შედეგად მიიღება განაყოფიერებული უჯრედი - ზიგოტა. ზიგოტიდან იწყება ემბრიონალური განვითარება ანუ ემბრიოგენეზი, რომელშიაც არჩევენ შემდეგ სტადიებს: 1. დანაწევრება; 2. ბლასტულაცია; 3. გასტრულაცია; 4. ჰისტოგენეზი 5. ორგანოგენეზი. ამ სტადიების ხანგრძლივობა სხვადასხვა სახის ინდივიდებში განსხვავებულია.

უმაღლეს მცენარეთა ონტოგენეზში გამოყოფენ შემდეგ თანმიმდევრულ ეტაპებს: ემბრიონული, იუვენილიური, სიმწიფის, გამრავლების, სიბერის. მცენარეთა ონტოგენეზში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ფიტოჰორმონები. მცენარეთა ონტოგენეზის მნიშვნელოვანი ეტაპია ზრდა-განვითარება.

ქორდიანებში ზიგოტის დანაწევრება მიმდინარეობს მიტოზური გაყოფებით, რის შედეგადაც მიიღება მცირე ზომის უჯრედები **ბლასტომერები,** მათში შენარჩუნებულია ქრომოსომათა დიპლოიდური რიცხვი. სხვადასხვა მრავალუჯრედიანებში დანაწევრება სხვადასხვაგვარად მიმდინარეობს. იგი დამოკიდებულია ყვითრის რაოდენობაზე და მის განაწილებაზე ციტოპლაზმაში.

დანაწევრება შეიძლება იყოს **სრული** და **არასრული. თანაბარი** და **არათანაბარი.** როდესაც ყვითრი არათანაბრადაა განაწილებული,

დანაწევრების შედეგად მიიღება არათანაბარი ზომის **ბლასტომერები.** დიდი ზომის ანუ **მაკრომერები** კვერცხის ქვედა ანუ ვეგეტაციურ პოლუსზე იქნება მოთავსებული, მცირე ზომის ბლასტომერები - ანუ **მიკრომერები - ანიმალურ –** ზედა პოლუსზე. დანაწევრების შედეგად ბლასტომერების რიცხვი იზრდება, ხოლო ზომა, ყოველი შემდგომი დანაწევრებისას კლებულობს, რაც იმითაა გამოწვეული, რომ დანაწევრების მიტოზური ციკლი არატიპიურია; კერძოდ; ინტერფაზა არ შეიცავს G_1 და G_2 პერიოდებს. ამიტომ დანაწევრების ბოლოს მიღებული ჩანასახის ზომა არ აღემატება ზიგოტის ზომას. დანაწევრების შედეგად ზოგიერთ ცხოველში ყალიბდება **მორულა** (წააგავს თუთის ნაყოფს ლათ. morus - თუთა) ჩანასახის უჯრედები მჭიდროდაა ერთმანეთთან მიკრული და არ შეიცავს ღრუს. ცხოველთა უმრავლესობას კი ახასიათებს **ბლასტულა.** ბლასტულას უჯრედები შებრტყელებული და მათ შორის არის ღრუ, რომელსაც **ბლასტოცელი** ეწოდება. გარედან ბლასტულა დაფარულია უჯრედთა ერთი შრით - **ბლასტოდერმით.** არსებობს ბლასტულის რამოდენიმე ტიპი: **ცელობლასტულა** - ისეთი ბლასტულაა, რომელსაც დიდი ბლასტოცელი აქვს, რომელიც ცენტრშია მოთავსებული, გარედან დაფარულია ერთშრიანი კედლით (ლანცეტა).

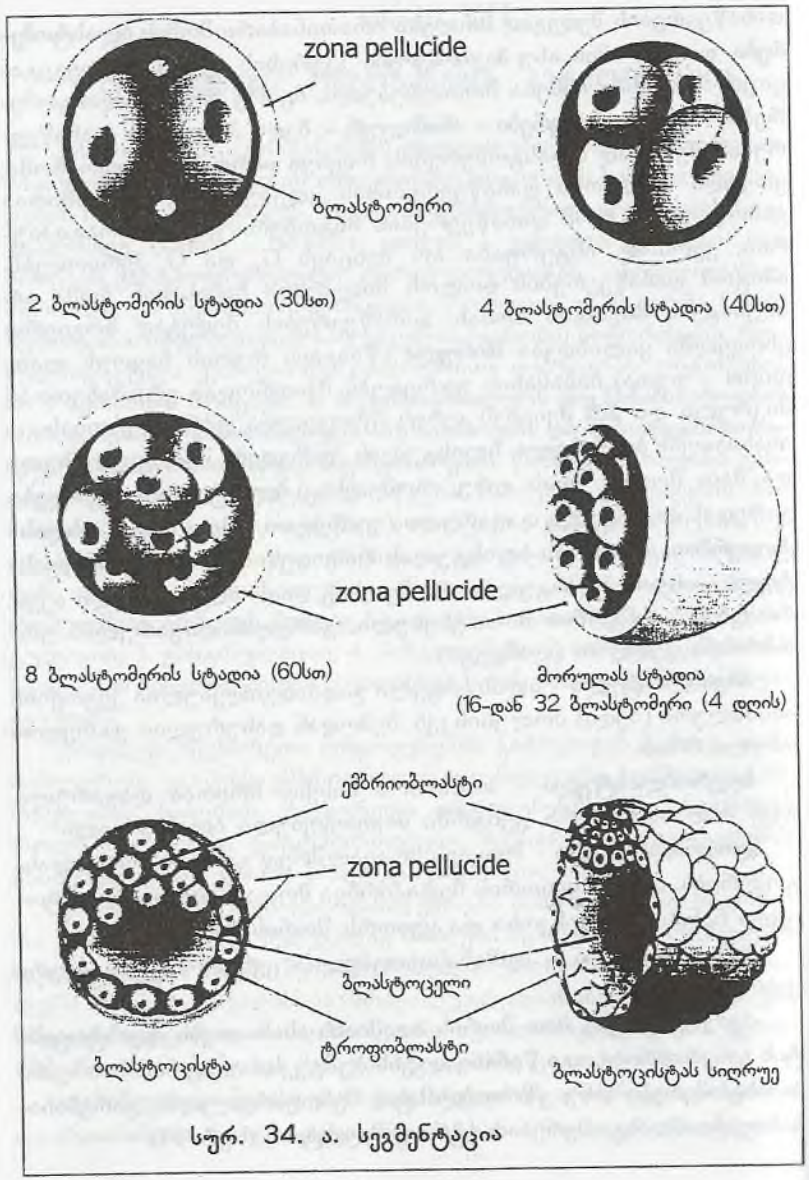
ამფიბლასტულა - ბლასტოცელი გადაადგილებულია კვერცხის ანიმალური (ზედა) პოლუსისკენ. ზემოდან დახურულია უჯრედთა თხელი შრით.

სტერობლასტულა - თანაბარი სისქის შრითაა დაფარული. აქვს ძალიან პატარა, ცენტრში მოთავსებული ბლასტოცელი.

დისკობლასტულა - შეიცავს მრავალშრედ განლაგებულ ბლასტომერებს. დისკო ყვითრის ზედაპირზეა მოთავსებული. **ბლასტოცელი** ჩანასახის დისკოსა და ყვითრს შორის მდებარეობს.

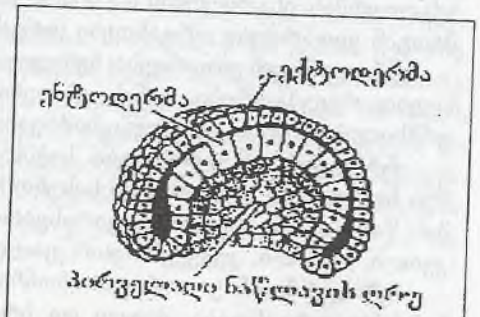
პერიბლასტულა - დამახასიათებელია ცენტროლეციტალური კვერცხისათვის.

ძუძუმწოვრებს, მათ შორის ადამიანს ახასიათებს **ბლასტოცისტის** განვითარება. იგი წარმოადგენს ბუშტუკს, სადაც ჩანასახოვანი ბლასტომერები (ანუ **ემბრიობლასტი**) შემოფარგლულია გარეჩანასახოვანი ბლასტომერებით (**ტროფობლასტით**) (სურ. 34).



სურ. 34. ა. სეგმენტაცია

ბლასტულის ჩამოყალიბების შემდეგ იწყება მეორე და მესამე ჩანასახოვანი შრის ჩამოყალიბება - **გასტრულაცია**. ჩანასახის გარეთა შრეს **ექტოდერმა** ეწოდება, ხოლო შიგა შრეს **ენტოდერმა**, მათ შორის მოთავსებული შრეს - მეზოდერმა. ჭიებიდან დაწყებული ძუძუმწოვარი ცხოველებით დამთავრებული ყველა ცხოველი (მათ შორის ადამიანიც) სამშრიანი ცხოველებია. ორშრიან ჩანასახს **გასტრულა ეწოდება**. (ენტოდერმის უჯრედები საჭმლის მომნელებელ ფუნქციას ასრულებენ და მას პირველად ნაწლავს უწოდებენ). არსებობს გასტრულაციის რამოდენიმე გზა:



სურ. 34, ბ გასტრულის სტადია

1. **ინვაგინაცია** - რომლის დროსაც ხდება ბლასტულის კედლის (ბლასტოდერმის) ბლასტოცელის შიგნით შეზნექვა, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ორშრიანი ჩანასახი (ლათ. in - შიგნით; vagina - გარსი);

2. **იმიგრაცია** - (ლათ. migratio - გადაადგილება). უჯრედების ან უჯრედთა ჯგუფის გადაადგილება ბლასტულის ერთი პოლუსიდან მეორეზე.

3. **ეპიბოლია** - გარშემოზრდა (ბერძნ. epibole - გადასროლა) ანიმალური პოლუსის უჯრედები მრავლდება და გარს შემოეკვლება ვეგეტაციური პოლუსის უჯრედებს.

4. **დელამინაცია** – ბლასტოდერმის უჯრედების გახლეჩვა ორ შრედ. გარეთა ექტოდერმად ვითარდება, შიგნითა ენტოდერმად (სურ. 34,ბ).

უნდა აღინიშნოს, რომ სხვადასხვა სახეობებში ემბრიოგენეზისას გასტრულაცია მიმდინარეობს შერეული გზით.

მესამე ჩანასახოვანი შრის **მეზოდერმის** წარმოშობის ორი გზა არსებობს: 1. ტელობლასტური და 2. ენტეროცელური.

ტელობლასტურის გზის დროს - გასტრულაციისას პირველადი ნაწლავის ორივე მხარეზე წარმოიშობა თითო-თითო მსხვილი

უჯრედი **ტელობლასტი**, რომლებიც იყოფიან, წარმოშობენ უჯრედთა შრეს, რომელიც თავსდება ექტოდერმასა და ენტოდერმას შორის.

ენტეროცელური გზის დროს პირველადი ნაწლავის ორივე მხარეზე წარმოიქმნება ორი ჯიბისებური გამონაზარდი, რომელთა შორის ღრუა, იგი პირველადი ნაწლავის გაგრძელებაა. ეს ჯიბეები გამოცალკავდებიან პირველადი ნაწლავიდან და თავსდება ექტოდერმასა და ენტოდერმას შორის და წარმოქმნის **მეზოდერმას**. ჩანასახოვანი ფურცლების წარმოშობას **ჰისტოგენეზი** ეწოდება ხოლო ექტოდერმას, ენტოდერმას და მეზოდერმას **ჩანასახოვანი ფურცლები**. მათგან ვითარდება ორგანოები (**ორგანოგენეზი**).

ექტოდერმიდან ვითარდება: ნერვული სისტემა, გრძნობათა ორგანოები, რეცეპტორები, კანის ეპიდერმისი, კბილების მინანქარი, ფრჩხილები, თმები, საოფლე, ცხიმოვანი და სარძევე ჯირკვლები.

ენტოდერმიდან ვითარდება: საჭმლის მომნელებელი სისტემის შუა ნაწილი, ამ სისტემის და სასუნთქი გზების ეპითელი, ჰეპოფიზის წინა და შუა ნაწილი, ფარისებრი და პარაფარისებრი ჯირკვალი, ღვიძლი, კუჭქვეშა ჯირკვალი.

მეზოდერმიდან ვითარდება: ჩონჩხის კუნთები, გამომყოფი და სასქესო ორგანოები, ძვალი და ხრტილოვანი ქსოვილი; კანის დერმა, გული, სისხლძარღვოვანი და ლიმფური სისტემა, ნაწლავების გლუვი კუნთები, ეპიფიზი, თირკმელზედა ჯირკვალი, პლევრა, შემაერთებელი ქსოვილის ყველა სახე, სისხლი, ლიმფა, ქსოვილური სითხე.

ორგანოგენეზით მთავრდება ემბრიონალური პერიოდი და იწყება პოსტემბრიონალური პერიოდი.

ემბრიონალური განვითარების პერიოდში ჩანასახს უვითარდება დროებითი ანუ **პროვიზორული ორგანოები**: ყვითრის პარკი, ალანტოისი, ქორიონი, პლაცენტა და ამნიონი. ისინი ემსახურება ჩანასახის სუნთქვას, კვებასა გამოყოფას და დაცვას გარემოს არახელსაყრელი პირობებისაგან.

ყვითრის პარკი – სისხლძარღვებით მდიდარი მემბრანაა, მისი საშუალებით საკვები გადაიტანება ყვითრიდან ემბრიონში (დიდი მნიშვნელობა აქვს რეპტილიებში და ფრინველებში). იგი აღამიანში განვითარების ადრეულ საფეხურზე რედუცირდება.

ამნიონი – გააჩნია ხმელეთის ხერხემლიანებს. ამნიონის განვითარების მიხედვით ხერხემლიანები იყოფა: ამნიონიანებად და

უამნიონოებად. იგი ექტოდერმული ტომსიკაა, რომელიც ამოვსებულია ამნიონური სითხით. ამნიონი ჩანასახს იცავს გამოშრობისაგან. წყალში მცხოვრებ ცხოველებს იგი არ გააჩნია.

ქორიონი – ყველაზე გარეთ მოთავსებული ჩანასახოვანი გარსია. იგი ემსახურება ნივთიერებათა ცვლას ემბრიონსა და გარემოს შორის. მონაწილეობს ჩანასახის, სუნთქვაში, კვებაში, გამოყოფაში.

ალანტოისი – ყველაზე გვიან ვითარდება. იგი გამომყოფი ორგანოს როლს ასრულებს. მას კარგად განვითარებული სისხლძარღვოვანი ბადე გააჩნია. მონაწილეობს გაზთა ცვლაში.

ქორიონისაგან ძუძუმწოვრებში ხდება პლაცენტის წარმოშობა. მისი საშუალებით მყარდება კონტაქტი ჩანასახსა და მშობელს შორის. პლაცენტის დარღვევა იწვევს ორსულობის შეწყვეტას და სხვადასხვა პათოლოგიებს (სიმახინჯეებს, ანომალიებს). პლაცენტა ვერ აკავებს მოგიერთ სამკურნალო ნივთიერებებს, მხამებს, ნარკოტიკებს, ალკოჰოლს, ვირუსებს და სხვ. რაც შეიძლება სიმახინჯეების მიზეზი გახდეს.

პოსტემბრიონალური განვითარება. დაბადების შემდგომი პერიოდი. მრდა-განვითარება.

პოსტემბრიონალური პერიოდი იწყება კვერცხიდან ან სანაყოფე გარსებიდან ინდივიდის გამოსვლის შემდეგ. ამ პერიოდს **დაბადების შემდგომ პერიოდსაც** უწოდებენ. იგი იყოფა სამ ძირითად პერიოდად: 1. იუვენილური – დაბადებიდან სქესობრივ მომწიფებამდე პერიოდი, 2. მრდასრული ანუ მომწიფების (პუბერტული) პერიოდი და 3. სიბერის პერიოდი, რომელიც სიკვდილით მთავრდება და სახის ონტოგენეზის დასასრულია. აღნიშნული ფაზები გარკვეული თანმიმდევრობით, გარკვეულ ასაკში, გარკვეული ხანგრძლივობით მიმდინარეობს. იგი შეუქცევადი პროცესია და რეგულირდება ნერვული და ენდოკრინული სისტემის გაელენით.

პოსტემბრიონალური განვითარება შეიძლება იყოს **პირდაპირი** და **არაპირდაპირი. პირდაპირი** განვითარებისას კვერცხის გარსებიდან გამოსული ან ცოცხლადშობილი ცხოველი ჰგავს ძირითადი ნიშნებით მშობელს. მაგ. ფრინველების, ძუძუმწოვართა, აღამიანთა შთამომავლები ჰგვანან თავიანთ მშობლებს, თუმცა

პროპორციებითა და ზოგიერთი ორგანოს განუვითარებლობით განსხვავდებიან ბრდასრულებისგან. პოსტემბრიონალურ პერიოდში ორგანიზმის წონა და ზომების მომატება ნაკლებად ინტენსიურად ხდება, ვიდრე ემბრიონალურ პერიოდში. მაგ.: ადამიანი დაბადების მომენტიდან მომწიფებული მდგომარეობის მიღწევამდე წონაში 17–18-ჯერ მატულობს.

არაპირდაპირი განვითარება – ცხოველთა ბევრი სახეობისათვისაა დამახასიათებელი, როდესაც ინდივიდები რიგი ნიშნებით ძლიერ განსხვავებულია ბრდასრული ინდივიდისაგან. ამ დროს განვითარება მიმდინარეობს მეტამორფოზით – გარდაქმნით; რომლის შედეგადაც ლარვისაგან ბრდასრული ინდივიდი ყალიბდება. მაგ. მწერების, ამფიბიების მეტამორფოზი. მეტამორფოზი შეიძლება იყოს **სრული** და **არასრული**. სრული მეტამორფოზისას მწერებში ადგილი აქვს შემდეგ სტადიებს: კვერცხი, მატლი, ჭუპრი და ბრდასრული ინდივიდი (იმაგო), ხოლო არასრული მეტამორფოზისას ხდება ჭუპრის სტადიის გამოტოვება. მეტამორფოზისას ცხოველების ლარვებში მიმდინარეობს მნიშვნელოვანი გარდაქმნის პროცესები, რომლის შედეგადაც იგი ღებულობს ბრდასრულ ფორმას. **მეტამორფოზს** უდიდესი მნიშვნელობა აქვს, იქ მიმდინარე სტრუქტურული და ფუნქციური ცვლილებები ორგანიზმს ამზადებს ახალ გარემოსთან შესაგუებლად, გარდა ამისა, იგი მრავალ ცხოველში წლის არახელსაყრელი პერიოდის, აგრეთვე კონკურენციის თავიდან აცილების მნიშვნელოვან შეგუებას წარმოადგენს, რომელიც ევოლუციის მსვლელობაში ჩამოუყალიბდა ორგანიზმს.

მეტამორფოზი მცენარეებსაც ახასიათებს. ამ დროს ხდება ძირითადი ორგანოების სახეცვლილება, რომლის დროსაც ხდება ფუნქციების შეცვლა.

პოსტემბრიონალური განვითარებისას როგორც მცენარეებში, ისე ცხოველებში ხდება დარღვევები, კერძოდ, მას უჩნდება ნიშნები, რომლებიც მათ წინაპრებს ჰქონდათ (ატავიზმები).

ამ პერიოდში მცენარეთა და ცხოველთა სასიცოცხლო ციკლში შეიმჩნევა ასევე პერიოდები, როდესაც ფიზიოლოგიური აქტივობა დაქვეითებულია მინიმუმამდე. იგი შეიძლება განპირობებული იყოს გარემოში მომხდარი ცვლილებებით. ამ პერიოდს **დიაპაუზა** ეწოდება. მისი მარეგულირებელი ფაქტორია ფო-

ტოპერიოდიზმი, ასევე ტემპერატურა, ჰორმონები და სხვ.

ზრდა–განვითარება პოსტემბრიონალური განვითარების მნიშვნელოვანი ეტაპია. ზრდა განპირობებულია უჯრედების ზომების გაღიდებით; 2. უჯრედების რაოდენობის მომატებით; 3. არაუჯრედული ნივთიერებების, უჯრედის ცხოველმოქმედების პროდუქტების გაზრდით.

არსებობს **განსაზღვრული** შეზღუდული და **განუსაზღვრელი** - შეუზღუდავი ზრდა. განსაზღვრული ზრდა გარკვეულ ასაკში ჩერდება (მწერები, ფრინველები, ძუძუმწოვრები, მათ შორის ადამიანები).

განუსაზღვრელი ზრდისას ცხოველების და მცენარეების რიგი წარმომადგენლები იზრდებიან მეტ-ნაკლები ინტენსივობით მთელი სიცოცხლის განმავლობაში.

იზრდება ხეების სიმაღლე: თეზების, ამფიბიების, ზოგი მოლუსკის სხეული და ა.შ. თუმცა ადამიანსაც აქვს კანის რქოვანი დანამატები: ფრჩხილები და თმები, რომელიც მთელი სიცოცხლე იზრდება.

არსებობს **იზომეტრული** და **ალომეტრული ზრდა**. ალომეტრულია ზრდა, როდესაც ორგანოები არათანაბრად იზრდება. ადამიანებში სხვადასხვა ორგანოების ზრდა ხდება ალომეტრულად. იზომეტრული — თანაბარი ზრდაა, როდესაც რიგი ორგანოები იზრდება თანაბრად.

არსებობს **„დადებითი“** და **„უარყოფითი“** ზრდა. „დადებითია“ ზრდა, როდესაც ასიმილაცია ჭარბობს დისიმილაციას; ხოლო უარყოფითია“ ზრდა, როდესაც დისიმილაცია ჭარბობს ასიმილაციას.

ზრდა-განვითარება მცენარეთა სიცოცხლეში მნიშვნელოვანი პერიოდია. თესლის გაღივებისას ხდება უჯრედთა რაოდენობის, მათი მოცულობის, სხეულის მასის და მრავალი სხვა ფიზიკური ნიშნების მატება, რომელიც მცენარეთა გარკვეულ ნაწილში მთელი სიცოცხლის განმავლობაში მიმდინარეობს.

ზრდაზე მოქმედებს მრავალი ფაქტორი (გარეგანი და შინაგანი). კერძოდ, მასზე მოქმედებს გენეტიკური ფაქტორი (მაგ. ადამიანში აღმოჩენილია ზრდის განმსაზღვრელი 4 პოლიმერული გენი); ასევე სრულფასოვანი კვება, ვიტამინები (A, D); ტემპერატურა, სინათლე, ჟანგბადი. ზრდაზე გავლენას ახდენს ჰიპოფიზის ჰორმონი – **სომატოტროპინი**, რომლის ნაკლებობა იწვევს

ქონდრისკაცობას, სიჭარბე კი გიგანტიზმს. ასევე ზრდაზე გავლენას ახდენს ღვიძლის მიერ გამოყოფილი ჰორმონი – **სომატომედინი**. ასევე ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონი – **თიროქსინი**; სასქესო ჯირკვლების მიერ გამოყოფილი ჰორმონები და სხვ.

დაახლოებით XX საუკუნის დასაწყისიდან შეიმჩნევა ბავშვთა ფიზიკური განვითარების და სქესობრივი მომწიფების დაჩქარება, რასაც აქსელერაცია ეწოდება. ამჟამად დაბადებული ბავშვები წონითაც და სიგრძითაც განსხვავებულია წინა საუკუნეების ახალშობილებისაგან, სქესობრივი მომწიფებაც უფრო ნაადრევ ასაკშია დაფიქსირებული (გოგონებში 14–16, ვაჟების 16–18 წლის ასაკში). არსებობს აქსელერაციის ხელშემწყობი მრავალი ფაქტორი: მზის და რადიაციული გამოსხივება, კარგი კვება, შერეული ქორწინებები, ცხოვრების უკეთესი (ეკონომიკური, სოციალური) პირობები, საინფორმაციო საშუალებების სიმრავლე, მედიცინის მიღწევები და სხვ.

არსებობს **ბიოლოგიური** (წონა–ზომა) და **სოციალური** (ცოდნის მოცულობის გადიდება წინა თაობებთან შედარებით) აქსელერაცია. აქსელირებულ ბავშვებს მაღალი ინტელექტი და გონებრივი განვითარების მაღალი დონე აქვთ (გონებრივი აქსელერაცია). „ეპოქალური მარში“ ანუ აქსელერაციის პროცესი ჯერ კიდევ შესწავლის სტადიაშია. დღეს არსებობს სხვადასხვა თეორიები, რომლებიც აქსელერაციის პროცესების ასახსნელად არის მოწოდებული, მათგან აღსანიშნავია 1. **ჰელიოგენური** (მზის რადიაციის გავლენა); 2. **ჰეტეროზისის** (შერეული ქორწინებების) გავლენა; 3. **ურბანიზაციის** (მოსახლეობის თავმოყრა ქალაქებში) გავლენა; 4. **დასხივების თეორია** (რადიაციის გავლენა); 5. **კვების** (ნუტრიმენტული) საკვების გავლენა; 6. **სოციალურ–ეკონომიკური** (ამ სფეროში მომხდარი ძვრებით) თეორიები.

განვითარების კრიტიკული პერიოდები. განვითარების მანკები

ინდივიდის ონტოგენეზში ადგილი აქვს კრიტიკულ პერიოდებსა და განვითარების მანკების ჩამოყალიბებას. კრიტიკული პერიოდები ემბრიოგენეზში განაპირობებენ სიმახინჯეების განვითარებას, რომლებიც როგორც შანაგანი ისე გარემოს ფაქტორებითაა გამოწვეული. ტერმინი „კრიტიკული პერიოდი“ შემოტანილი იქნა XIX ს. ბოლოს რუსი ბოტანიკოსის პ.ი. ბროუნოვის

მიერ, რომელმაც დაადგინა მცენარეთა განვითარებაში ისეთი პერიოდის არსებობა, რომლის დროსაც ორგანიზმი მეტნაკლებად გამძლეა გარეგანი ფაქტორებისადმი. ამ დროს მგრძნობელობა ამ აგენტებისადმი მნიშვნელოვნად მაღლდება.

1921წ. ც. სტოკარდი განიხილავდა **კრიტიკულ პერიოდებს** ცხოველთა ინდივიდუალურ განვითარებაში. კრიტიკულ პერიოდში ჩანასახი ყველაზე უფრო მგრძნობიარეა გარემოს ფაქტორების მიმართ. კრიტიკული პერიოდები უფრო ხშირია ბიგოტის დანაწევრების, გასტრულაციის, ნერვული სისტემის განვითარების ეტაპებზე; ძუძუმწოვრებში ბლასტოცისტის იმპლანტაციისას საშვილოსნოს კედელზე, პლაცენტის განვითარების, პლაცენტალურ კვებაზე გადასვლისას, კიდურების განვითარების, მშობიარობისას და ა.შ. ეტაპებზე.

კრიტიკული პერიოდისას ემბრიონში იცვლება ნივთიერებათა ცვლის პროცესის ინტენსივობა, იცვლება რნმ-ს რაოდენობა, ჩნდება ახალი იმუნური ცილები, ქვეითდება ზრდის ტემპი და ა.შ.

ორგანიზმის დაუცველობა ფიზიკო-ქიმიური ფაქტორებისაგან, რადიაციული, სამკურნალო პრეპარატების, ალკოჰოლის, ნარკოტიკების, ნიკოტინის, რენტგენის მოქმედების, ვირუსებისა და სხვ. მაგნე ზემოქმედებისაგან აფერხებს ორგანიზმის ნორმალურ განვითარებას და სხვადასხვა მანკის მიზეზი ხდება.

ძლიერი გამღიზიანებლების მოქმედების შედეგად ჩანასახის უჯრედები განიცდიან **პარანეკროზულ ცვლილებებს**. პარანეკროზი მდგომარეობაა სიკვდილთან ახლოს, რომელიც გამოვლინდება ციტოპლაზმის სიბლანტის მომატებით, კოლოიდური ნაწილაკების გამკვრივებით, ციტოპლაზმის მჟავიანობის მომატებით და ა.შ. პარანეკროზი შექცევადია, თუ გაღიზიანების ძალა დიდი არ არის, ხოლო თუ ეს ზემოქმედება ძლიერია, პარანეკროზის მოვლენა შეუქცევადია და უჯრედი იღუპება.

ფაქტორებს, რომელიც იწვევს ჩანასახში სიმახინჯის მოვლენების ან მანკების განვითარებას **ტერატოგენული ფაქტორები** ეწოდება, ხოლო მოვლენას **ტერატოგენეზი** ეწოდება. ტერატოგენული მოქმედება ახასიათებს ქიმიურ ნივთიერებებს, სამკურნალო პრეპარატებს, ალკოჰოლს, ნიკოტინს, ნარკოტიკულ ნივთიერებებს, ვირუსებს, რენტგენის სხივებს, ულტრაიისფერ სხივებს და სხვ. ტერატოგენული ფაქტორების ზემოქმედება განსაკუთრებით ადრეული ემბრიონალური განვითარების პერიოდში იწვევს ჩანა-

სახის სიკვდილს ან განვითარების ანომალიებს. სიკვდილიანობა ადამიანის ემბრიონალური განვითარების დარღვევით 70%-ის ტოლია, ე.ი. ყოველი ათიდან 7 შემთხვევა ჩანასახის სიკვდილით მთავრდება. ადამიანის ჩანასახის განვითარებაში ყველაზე მნიშვნელოვანია პირველი ორი თვე, აქედან კი 2,5 კვირა ასრულებს ყველაზე მნიშვნელოვან როლს ჩანასახის ბედიღბალზე.

ტერატოლოგია – მედიკო-ბიოლოგიური მეცნიერებაა, რომელიც შეისწავლის პათოლოგიის განვითარების პირობებს ორგანოებსა და ორგანიზმებში. ორგანიზმში არ არსებობს „პრივილეგირებული" ორგანო, რომელშიაც არ ვითარდებოდეს ანომალიები.

განვითარების მანკები მრავალნაირია და მნიშვნელოვნად განსხვავდება სიმძიმის ხარისხით ერთმანეთისაგან. ზოგი უმნიშვნელოა და ადვილად შეიძლება მისი მკურნალობა და მოშორება, სხვები შეიძლება დაკავშირებული იყოს მძიმე ფუნქციურ დარღვევებთან, რასაც ორგანიზმი მიჰყავს ნაადრევ დაღუპვამდე.

ნებისმიერი ცოცხალი ორგანიზმი ჩანასახის განვითარების ნებისმიერ სტადიაზე დამოკიდებულია იმ გარემოს პირობებზე, რომელშიც იგი ცხოვრობს. ჩანასახოვანი გარსები სრულყოფილ იზოლირებას ვერ უკეთებს განვითარებად ორგანიზმს და ვერ იცავენ მას გარემოს ზემოქმედებიდან.

სიმახინჯეები გვხვდება არა მარტო ადამიანებსა და სხვა ძუძუმწოვრების ჩანასახებში, არამედ მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების უმრავლესობაში. მხოლოდ ადამიანთა ინდივიდებს, რომლებიც მემკვიდრული ანომალიების მატარებლებია, შეუძლიათ იარსებონ საკმაოდ დიდხანს განსხვავებით ცხოველებისაგან, რომლებსაც ბუნებრივი გადარჩევის მკაცრი კანონები არსებობის საშუალებას არ აძლევს.

განვითარების მანკების აღრიცხვა ხდება **მედიკო-სტატისტიკური ანალიზის** საშუალებით. თავდაპირველად იკვლევენ და აღრიცხავენ მოსახლეობაში არსებულ მანკებს შემდგომი კვლევის შედეგები ექვემდებარება მონაცემების მათემატიკურ გადამუშავებას. ეს საკმაოდ რთული პროცესია და მოითხოვს დიდ დროს. ჯერ მარტო ანომალიების კლასიფიკაციას თუ გადავხედავთ, ესეც საკმარისია იმ სიძნელის გასაგებად, რომელიც ამ პრობლემის წინაშე დგას. ზოგიერთი მანკის გამოვლინება დაბადებისთანავე ძნელია, იგი თავს იჩენს განვითარების გარკვეულ ასაკში, რაც კიდევ უფრო აძნელებს მანკების აღრიცხვის პროცესს. XX ს-ის 90-იან წლებში პეტერბურგში ყოველწლიურად აღირიცხებოდა

5-დან 10-ათასამდე თანდაყოლილი მანკი, აქედან 10%-ის გამოვლენა ხდებოდა დაბადებიდან 1 წლის შემდეგ, დანარჩენის გამოვლინება კი გრძელდება 20-25 წლამდე. 1956 წლის მედიკო-გენეტიკური შეფასებით ევროპაში დარეგისტრირებული იქნა თანდაყოლილი დეფექტები ბავშვების 4%, რომლებსაც ჰქონდათ გენეტიკური ანომალიები; 1962 წლიდან 1966 წლამდე ასეთი ბავშვების რაოდენობა უკვე 5,6%-ს, 1974წ - 9,4%, ხოლო 1977-1980 წლებში ასეთი ბავშვების რაოდენობა 1966 წელთან შედარებით თითქმის ორჯერ გაიზარდა და 10,5% შეადგინა.

1986წ. ჯანმრთელობის დაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ გამოაქვეყნა გამოკვლევის შედეგები, რომელიც ჩატარებული იყო 20 მილიონ ახალშობილზე, საიდანაც ბავშვთა 1,27%-ს აღმოაჩნდა განვითარების მანკები, ე.ი. ყოველი მეოთხმოცდაათე ბავშვს ჰქონდა ამა თუ იმ სახის ანომალია.

გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ყოველ მეხუთე ბავშვი, რომელიც დაბადებიდან მალე გარდაიცვალა, განვითარების მანკის მფლობელი იყო. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ბავშვთა ნაადრევი სიკვდილის 20% განპირობებულია განვითარებად ორგანიზმზე შინაგანი და გარეგანი ფაქტორების ზემოქმედებით.

ტერატოლოგიის დარგის წამყვან პროფესორს ა. ლიბანს მიაჩნია, რომ გონებრივი ჩამორჩენილობის მიზეზია ნაყოფის **დაბალი სიცოცხლისუნარიანობა, ცუდი შეგუება გარემოს პირობებისადმი, ორგანიზმის წინასწარი განწყობა დაავადებებისადმი და სხვ.**

ანომალიები, რომლებიც ეხება ორგანიზმის ანატომიურ, ფიზიოლოგიურ, ფსიქიკურ, ბიოქიმიურ და ფუნქციონალურ მხარეს საკმაოდ მრავალფეროვანია. ა. ლიბანს მოჰყავს ავტორიტეტული ამერიკელი ტერატოლოგების მონაცემები, რომლის მიხედვით სკოლამდელი ასაკის ბავშვებში თანდაყოლილი მანკები 20-25%-ის ტოლია. ე.ი. ყოველი მე-4, მე-5 ბავშვი ამერიკაში იბადება განვითარების გარკვეული გადახრებით (როგორც უმნიშვნელო, ისე საკმაოდ მნიშვნელოვანი ხარისხის) არ უნდა ვიფიქროთ, რომ სხვა ქვეყნებში ამ მიმართულებით უკეთესი მდგომარეობაა.

სტატისტიკური მონაცემებით დადგენილია, რომ ანომალიების რაოდენობის მიხედვით ქვეყნები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან. ზოგიერთი ქვეყანა ხასიათდება მაღალი მაჩვენებლით – მთელი მოსახლეების 5-7%, ხოლო სხვები საშუალოზე დაბალი (2-3%) მაჩვენებლით. არის ისეთი ქვეყნები, სადაც ესა თუ ის მანკი უფროა გავრცელებული. მაგ. ზოგი ქვეყანა ხასიათდება ნერვული სისტემის მანკების მაღალი პროცენტით, მაგრამ აქ იშვიათია

შინაგანი ორგანოების მანკები; იქ სადაც ნერვული სისტემის მანკები იშვიათია, უფრო ხშირია კიდურების განვითარების ანომალიები. მესამე ჯგუფის რეგიონებში ანომალიების არსებობის სულ სხვანაირი შერწყმაა. ამ საკითხს რაღა თქმა უნდა აქვს თავისი ახსნა. როგორც ჩანს აქ მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მსხვილი პოპულაციური დასახლებების გენეტიკური არაერთგვაროვნება.

მანკების წარმოშობაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ახლონათესაურ და ჩაკეტილ პოპულაციაში ქორწინებას. პოპულაციის ჩაკეტილობას განაპირობებს რასობრივი, რელიგიური და ეკონომიკური ფაქტორები. ზოგჯერ დაავადებების განვითარებას განაპირობებს რასობრივი სტატუსი. მაგ. ნერვული მილის ანომალია ხშირად გვხვდება ნეგროიდული მოსახლეობის ახალშობილებში, ვიდრე თეთრი რასის წარმომადგენლებში (ევროპეიდულში). გენეტიკური ანომალიების წარმოშობაზე გავლენას ახდენს სხვა ფაქტორებიც. მაგ. წყლებისა და ჰაერის დაბინძურება, ტრადიციის თავისებურებანი ცხოვრების წესში და ა.შ.

სტატისტიკა გვიჩვენებს, რომ ტერატოგენული ანომალიები წარმოშობაზე გავლენას ახდენს ქვეყნის გეოგრაფიული მდებარეობა, ნაციონალური თავისებურებები, დედის ან მამის ასაკი, მშობიარობის რიგითობა, ასევე წელიწადის დრო, ტელევიზორთან გატარებული საათების რაოდენობა და სხვა ფაქტორები.

მოვიყვანოთ ანომალიის დამოკიდებულება სქესთან კავშირში, რომელიც წარმოდგენილია ნ.ს. სტანეთოის მიერ:

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ტერატოგენული ეფექტების გამომწვევი მრავალი ფაქტორი არსებობს. ტერატოგენეზის ექსპერიმენტური შესწავლის ობიექტი შეიძლება იყოს თევზები, ამფიბიები, ფრინველები და ძუძუმწოვრები, რომლებზეც დადასტურდა მრავალი აგენტის ტერატოგენულობა.

ანომალია	სიხშირე 1000 ახალდაბადებულზე	თანაფარდობა მამრობითი და მდედრობითი სქესის მიხედვით
1. დაუნის სინდრომი	2	1/1
2. ეპიფიზი გული ეპიფიზი სხა	1	1,8/2
3. თანდაყოლილი ბარძაყის ამოვარდნილობა	1	1/6
4. ხერხემლის ნაპრალი	2,5	1/2,5
5. გვიხის დიდი ნახევარსფეროების არ არსებობა	2	2/2,5
6. გულის თანდაყოლილი მანკები	3	1/1

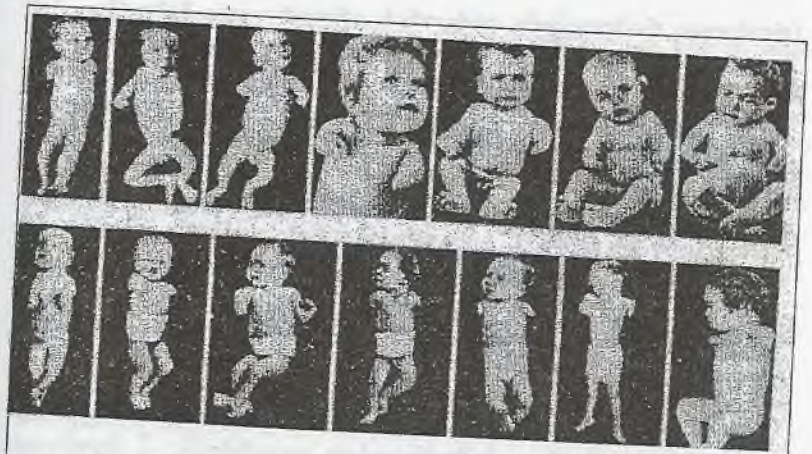
ტერატოგენული მოქმედებით ხასიათდება **მაიონიზირებელი რადიაცია**, რომელთა გამოსხივების ეფექტურობამ მოიმატა მას შემდეგ, რაც ატომური ენერგიის გამოყენება დაიწყეს როგორც მშვიდობიანი, ისე სამხარი მიზნებისათვის. იგი ზემოქმედებას ახდენს ძლიერ განსხვავებულ ბიოლოგიურ სისტემებზე, განსაკუთრებით მგრძნობიარობას მის მიმართ ამჟღავნებს ცხოველთა ჩანასახები. ამ გარემოებამ ხელი შეუწყო ბიოლოგიური მეცნიერების ახალი დარგის **რადიობიოლოგიის** განვითარებას, მისმა მეთოდებმა საშუალება მისცა მეცნიერებას შეესწავლათ განვითარების ანომალიები საექსპერიმენტო ძუძუმწოვრებში: ტერატოგენული ეფექტებით ხასიათდება ქიმიური ნივთიერებებიც.

მანკების განვითარებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სამკურნალო პრეპარატები 1957წ. გერმანიის ფედერაციულ რესპუბლიკაში გამოვიდა წამალი, რომელიც ნერვული სისტემის დამშვიდებელ საშუალებას წარმოადგენდა (ძლიერ დაბალი ტოქსიურობის მქონე). პრეპარატი მზადდებოდა სხვადასხვა ქვეყანაში სხვადასხვა დასახელებით, ამჟამად ცნობილია ყველასათვის ტალიდომიდის სახელწოდებით. მან უცბად მოიპოვა პოპულარობა და წარმატებით გაუწია კონკურენცია ბარბიტურატებს. ამ დამაწყნარებელ და დამაძინებელ საშუალებას უწერდნენ ნერვული სისტემის გაღიზიანების ზოგიერთი ფორმისას, ზოგჯერ ფეხმძიმეებსაც კი. მაგრამ ძალიან მალე გაისმა საგანგაშო სიგნალები. მრავალ ადამიანს, რომლებიც იღებდნენ ამ წამალს ხანგრძლივად (დაახლოებით სამი თვე) შეეცვალათ მგრძნობელობა ხელებსა და ფეხებზე. 1961 წ. პრესაში გამოქვეყნდა პირველი გამოკვლევის მასალები, რომლებიც დაკავშირებული იყო ფეხმძიმე ქალების მიერ ორსულობის აღრეულ ეტაპზე ტალიდომიდის მიღებასთან. კერძოდ, მათ დაებადათ შვილები თანდაყოლილი მანკებით. მთელი ორი სამი წლის განმავლობაში მთელი მსოფლიოდან მოდიოდა ცნობები (ფილიპინებიდან, ტაივანიდან, ავსტრიიდან, შვეიცარიიდან, ესპანეთიდან, იტალიიდან, ინგლისიდან, პორტუგალიიდან, აშშ-დან, კანადიდან, ბრაზილიიდან, ავსტრალიიდან) მახინჯი ბავშვების დაბადების შესახებ. ყველაზე ხშირად ახალდაბადებულებს ჰქონდათ კიდურების ანომალიები, უმნიშვნელო ანატომიური დარღვევებიდან ფოკომელიამდე - (ლათ.

phoca – სელაპი, ბერძნ. „მელის“ – კიდური) - ფარფლისებური კიდურები, არ ჰქონდათ ბარძაყის და წვივის ძვლები, თითები მიმაგრებული იყო პირდაპირ ტანზე და მოგვაგონებდა სელაპის ფარფლებს, ადგილი ჰქონდა ამელიასაც კიდურების სრულ უქონლობას (სურ. 35, ა, ბ) მოგვიანებით დარღვევები აღინიშნებოდა საკვების მომნელებელ სისტემაში, ასევე გულის, ფილტვების თირკმლების, მხედველობის, სმენის და სხვა ორგანოებში. მარტო გფრ 6 ათასი ბავშვი სრულიად სიცოცხლისუნარიანი იყო. უფრო მეტიც, ბავშვები, რომელსაც საერთოდ არ ჰქონდათ არც ერთი კიდური, სიცოცხლეს ინარჩუნებდნენ. ამ ბავშვების წამოზრდისას ემჩნეოდათ სმენის დარღვევები, გონებრივი ჩამორჩენილობა. შეენიშნებოდათ ეპილეფსიის ნიშნები.

XX ს. 60-იანი წლებიდან დაწყებული ნათელი გახდა, რომ არატოქსიკური ან მცირეტოქსიკური წამლები, რომლებიც არსებით ზიანს არ აყენებს ზრდასრული ადამიანის ჯანმრთელობას შეიძლება საკმაოდ აქტიური იყოს ჩანასახისათვის, რომელიც შეიძლება გამოიწვიოს ჩანასახის სიკვდილი ან ემბრიონალური განვითარების დარღვევა. ტერატოგენული ფაქტორების შედეგად გამოწვეულ სიმახინჯეებს ეკუთვნის წყვილადი ორგანოების შერწყმა ერთ ორგანოდ, ზედმეტი ორგანოს განვითარება, მოკლეთითიანობა, მრავალთითიანობა, ციკლოპია (ცალთვალიანობა), ბარძაყის თავის ამოვარდნილობა, თავისა და კუდუსუნის ნაწილების შეზრდა, ხერხემლის გაორება, კიდურების სხვადასხვა მანკები; „კურდღლის ტუჩი“, „მგლის სახა“, თავის ქალას განუვითარებლობა, შეზრდილი ცერფები, ქრომოსომული აბერაციები და სხვა. ემბრიოგენეზში მომხდარ გადახრათა შორის აღსანიშნავია მანკები, რომლებიც ვითარდება სისხლის მიმოქცევის, სუნთქვის, საჭმლის მომნელებელ, შარდსასქესო ორგანოთა სისტემაში. შეიძლება ადგილი ჰქონდეს წინაგულების შეზრდას, ტიხარის ატროფიას, დამატებითი ელენთის, კუჭქვეშა ჯირკვლის, თირკმლის და სხვ. არსებობას. ტერატოგენული ფაქტორების გამოწვეული სიმახინჯეები მეტია ქალებში, ვიდრე ვაჟებში.

არსებობს ემბრიოგენეზში განვითარებული მანკების სხვადასხვაგვარი კლასიფიკაცია. კერძოდ: 1. ა) თანდაყოლილი და ბ) შეძენილი; 2. ა) მემკვიდრული; ბ) ეგზოგენური (გარეგანი ფაქტორების ზემოქმედებით გამოწვეული) გ) მულტიფაქტორული



ა. ტალიდომიდის სინდრომი (ფოკომელია და ამელია)



გ. გარეთა ყურის და ქალა-სახის ნერვის განვითარების დარღვევები.

სურ. 35. ტალიდომიდის სინდრომი. (ვიდემანი, 1964).

(რომელიც რამოდენიმე ფაქტორის ერთდროული ზემოქმედების შედეგია); არჩევენ მანკებს იმის მიხედვითაც განვითარების რომელ სტადიაზეა განვითარებული: 1. გამეტოპათიები (ზიგოტის სტადიაზე); 2. ბლასტოპათიები (დარღვევები ბლასტულის სტადიაზე). 3. ემბრიოპათიები (15 დღიდან 8 კვირის ემბრიონში განვითარებული); 4. ფეტოპათიები (ვითარდება 10 კვირის შემდეგ).

არჩევენ ასევე: 1. იზოლირებული (ანუ ერთ ორგანოში განვითარებულ) მანკს და 2. სისტემურს (რომელიც ერთ რომელიმე სისტემაში მაგ. საჭმლის მომნელებელ, სუნთქვის, სისხლის მიმოქცევის და სხვა სისტემებში გავნითარებული). 3. მრავლობითი მანკები, რომელიც რამოდენიმე სისტემაში ვითარდება ერთად (მაგ. ნერვულ და სისხლის მიმოქცევის; ან ნერვულ, გულ-სისხლძარღვთა და შარდსასქესო სისტემაში და ა.შ.)

არჩევენ 1. პირველად მანკებს, რომელიც ტერატოგენული ფაქტორების უშუალო ზემოქმედებით ვითარდება; 2. მეორადი, რომელიც პირველადის გართულების შედეგია.

ორგანიზმის დაბერება და სიკვდილი

დაბერება – ორგანიზმის ცხოველმოქმედების შესუსტებაა, რომელიც ძლიერდება ასაკთან დაკავშირებით. იგი ონტოგენეზის ერთერთი კანონზომიერი სტადიაა, რომლის დროსაც ორგანიზმი იძენს გარკვეულ ცვლილებებს, როგორც გარეგნული, ისე ფიზიოლოგიური მდგომარეობის მხრივაც.

მეცნიერების დარგს, რომელიც სწავლობს ცოცხალი ორგანიზმების, მათ შორის ადამიანის, დაბერების მოვლენებს გერონტოლოგია ეწოდება (ბერძნ. გერონ – ბებერი). გერონტოლოგიაში არსებობს 500-ზე მეტი თეორია, რომლებიც სხვადასხვაგვარად ხსნიან ამ პროცესს. გერონტოლოგიის ფუძემდებელს ი. მეჩნიკოვს მიაჩნია, რომ დაბერების მიზეზია ნაწლავის ლპობის ბაქტერიები, რომლებიც შხამიან ნივთიერებებს გამოყოფენ, იწვევენ ინტოქსიკაციას და ნაადრევ დაძაბუნებას. ამიტომ საჭიროა ამ ბაქტერიების გამოძევება ორგანიზმიდან რძემჟავა ბაქტერიების შეყვანით.

სიბერის ერთ-ერთ მიზეზად ითვლება შემაერთებელი ქსოვილის ფუნქციის დარღვევა; ასევე შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების

მოქმედების მოშლა, ზოგიერთი მეცნიერის აზრით წყლის ბმის უნარის დაკარგვა; თავისუფალი რადიკალების დაგროვება, უჯრედული მემბრანების დაზიანება, სხვადასხვა სტრუქტურების გაცვეთა. არსებობს მოსაზრება, რომ სიბერე დაპროგრამებულია. ზოგიერთი ჰიპოთეზა მიუთითებს, რომ ორგანიზმის განვითარებას განსაზღვრავს ე.წ. „ბიოლოგიური საათი“ ამ საათის როლს ასრულებს თიმუსი და ნერვული სისტემა. არის ჰიპოთეზები სიბერის კონტროლის შესახებ, რომელიც სპეციფიკური გენით ხორციელდება.

სიბერე მედიკო-ბიოლოგიური და სოციალური პრობლემაა, რომელიც ჯერ კიდევ ჰიპოკრატეს, არისტოტელეს, ავიცენასა და სხვა მეცნიერთა ინტერესის საგანს წარმოადგენდა.

სიბერე ინდივიდუალური განვითარების ერთერთი პროცესია, რომლის დროსაც ორგანიზმი გარკვეულ ცვლილებებს იძენს, როგორც გარეგნული, ისე ფიზიოლოგიური მდგომარეობის მხრივ. იგი იწყება მას შემდეგ, როდესაც ორგანიზმი გამრავლების უნარს კარგავს (პოსტრეპროდუქციულ პერიოდში), თუმცა სიბერე ჯერ კიდევ ახალგაზრდა ორგანიზმში იწყება. მაგ. სიცოცხლის პირველი ათწლეულის ბოლოდან თანდათან მცირდება ნერვული უჯრედების რიცხვი და ქვეითდება თვალის შეგუების უნარი სიბნელისა და სინათლის მიმართ (აკომოდაცია), მაგრამ ორგანოს მოქმედების გაუარესება შედარებით მოგვიანებით დაახლოებით 20-30-იანი წლების გასვლის შემდეგ ხდება. ამ ასაკიდან კლებულობს სხვა ორგანოთა მოქმედების ინტენსიურობა.

სიბერის კლასიკური ნიშნები ადამიანებში თავს იჩენს 40-50 წლის შემდეგ. კანზე ჩნდება ნაოჭები, კანქვეშა ცხიმოვანი ქსოვილის გაღრმავების გამო, კანი ხდება მშრალი, უხეში, კარგავს ელასტიურობას. მასზე ჩნდება მეჭეჭები, პიგმენტური ლაქები; თეთრდება თმები (პიგმენტ მელანინის წარმოქმნის დარღვევის გამო) ცვივა თმები, ფუჭდება კბილები და სხვა. დაბერება ხდება უჯრედულ, ქსოვილურ და ორგანიზმულ დონეზე. ცვლილებები შეიმჩნევა თითქმის ყველა ორგანოსა და ორგანოთა სისტემაში. **სისხლძარღვებში** ლაგდება ქოლესტერინი, ისინი კარგავენ ელასტიურობას, ვითარდება ათეროსკლეროზი, იზრდება არტერიული წნევა, ირღვევა ორგანოებისა და ქსოვილების მომარაგება სისხლით.

ცვლილებები ხდება სასუნთქ სისტემაში – მცირდება ფილტვების

სასიცოცხლო ტევადობა.

საჭმლის მომნელებელ სისტემაში ზიანდება კბილები, ქვეითდება საჭმლის მომნელებელი ფერმენტების აქტივობა; კუჭ-ნაწლავის მოქმედება.

ძვლები კარგავს ელასტიურობასა და სიმკვრივეს, ხდება მსხვრევადი;

ქვეითდება თირკმლების ფილტრაციის პროცესი. იღუპება ნეფრონების 44%.

ცვლილებები ხდება ენდოკრინულ სისტემაში, რაც გამოიხატება მთელი რიგი ჯირკვლების ფუნქციების დაქვეითებაში (მაგ. ფარისებრი, თირკმელზედა, სასქესო და სხვ.).

ირღვევა იმუნური სისტემის მუშაობა, ორგანიზმში შეცდომით გამომუშავდება ანტისხეულები საკუთარი ცილებისა და უჯრედების წინააღმდეგ.

ქვეითდება გრძნობათა ორგანოების ფუნქცია, მხედველობის სიმახვილე, ყნოსვა, გემოვნების შეგრძნება, სმენა და ირღვევა წონასწორობის შენარჩუნების უნარი.

მნიშვნელოვანი ცვლილებები მიმდინარეობს **რეპროდუქციულ** (გასამრავლებელ) ორგანოებში. ქალებში ხდება ოოგენეზის შეწყვეტა, მამაკაცებში პოტენციის დაქვეითება. იცვლება სასქესო ჰორმონების სეკრეცია. ქალებში იკლებს ესტრადიოლისა და პროგესტერონის პროდუქცია, მამაკაცებში ტესტოსტერონის. ქალებში მატულობს ტესტოსტერონის რაოდენობა (რაც გარკვეულ გავლენას ახდენს ქალების ხასიათზე, ისინი უფრო მკაცრები ხდებიან), მამაკაცებში ესტრადიოლისა და პროგესტერონის რაოდენობა (რომელიც ასევე ცვლის მამაკაცის ხასიათს). ადგილი აქვს ასევე ჰორმონალურ დისბალანსს, რაც იწვევს რეპროდუქციული ფუნქციების მოშლას.

ნერვულ სისტემაში ქვეითდება ნერვული იმპულსების გატარების სისწრაფე. პირობითი რეფლექსების წარმოქმნა მიმდინარეობს რთულად. ასაკთან ერთად ქვეითდება ძვლის ტვინში ერითროციტების წარმოქმნა. იგი 6-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე 30 წლის ასაკში.

დაბერება მიმდინარეობს უჯრედულ და მოლეკულურ დონეზეც. უჯრედში ქვეითდება ტრანსკრიპციის, ტრანსლაციის, რეპარაციის, რედუპლიკაციის პროცესები, იკლებს ენდოპლაზმური ბადის ხორკლიანობა, ზიანდება მემბრანული სისტემები, ცვლილებები

ხდება დნმ-ის სტრუქტურაში, უჯრედში გროვდება დაბერების პიგმენტი - **ლიპოფუსცინი.** ქვეითდება ნივთიერებათა ცვლა. უჯრედების გამრავლება (პროლიფერაცია). იზრდება თავისუფალი რადიკალების რაოდენობა და სხვ. სიცოცხლის პროცესს წარმართავს გენოტიპი, ცხოვრებისეული პირობები, ცხოვრების ნირი. სიცოცხლის ხანგრძლივობა სახეობრივი ნიშანია. ერთ კვერცხუჯრედიან ტყუპებში ეს მაჩვენებელი ერთნაირია. დღეგრძელობის 80% ოჯახში პირველ შვილზე მოდის. სიბერეს აჩქარებს ათეროსკლეროზი, ჰიპერტონია, გულის იშემიური დაავადებები და სხვ. არჩევენ **ფიზიოლოგიურ ანუ ნორმალურ სიბერეს,** რომელიც თანდათან ვითარდება ორგანიზმში და **ნაადრევ ანუ პათოლოგიურ სიბერეს,** რომელიც სხვადასხვა დაავადებებით არის გამოწვეული. არჩევენ **ქრონოლოგიურ და ბიოლოგიურ** ასაკს. ქრონოლოგიური ასაკი განისაზღვრება ადამიანის ასაკობრივი წლების მიხედვით. ბიოლოგიური ასაკის განსაზღვრა ძნელია, რადგანაც სიბერის სხვადასხვა ნიშანი თავს იჩენს სხვადასხვა ასაკში და მისი გაღრმავების სიჩქარეც განსხვავებულია, რაც დამოკიდებულია ინდივიდუალურ და სქესობრივ პარამეტრებზე.

დაბერება შეუქცევადი პროცესია, რომელსაც ბოლოს გარდაუვალ სიკვდილამდე მივყავართ. სიკვდილი ონტოგენეზის დამამთავრებელი ეტაპია. სიკვდილი ორგანიზმის ცალკეული ნაწილების კვდომაა, რომელიც განპირობებულია ქრონოლოგიური ასაკით. **პათოლოგიური** სიკვდილი, განპირობებულია სხვადასხვა სახის დაავადებებითა და უბედური შემთხვევებით. უმაღლეს ორგანიზმთა სიკვდილში გამოიყოფა **კლინიკური და ბიოლოგიური სიკვდილი.** კლინიკური სიკვდილი გამოიხატება გონების დაკარგვით, გულისცემისა და სუნთქვის შეჩერებით. ამ დროს უჯრედები და ქსოვილები ჯერ კიდევ ცოცხალია, იგი რამდენიმე წუთიდან, რამდენიმე ათეულ საათამდე გრძელდება, ზოგჯერ რამოდენიმე დღეც. კლინიკური სიკვდილი ზოგჯერ შექცევადია სპეციალური რეანიმაციული ღონისძიებების ჩატარებით. ბიოლოგიური სიკვდილის მიზეზია თავის ტვინის უჯრედების კვდომა, ცილების დენატურაცია, სუნთქვის შეწყვეტა და სხვ. **ბიოლოგიური სიკვდილის** შედეგად ორგანიზმი გადადის გვამის მდგომარეობაში. არსებობს **ნაადრევი ანუ პათოლოგიური სიკვდილი,** რომელიც დაავადებების შედეგადაა გამოწვეული, მაგ.: გულის, ტვინის, ფილტვების, ღვიძლის, თირკმლებისა და სხვ. **ნაადრევი სიკვდილი** შეიძლება იყოს **უეცარი,**

რომელიც შეიძლება მოხდეს რამოდენიმე წუთსა და წამში (ინფარქტი) ან **ნაძალადევი:** უბედური შემთხვევა, მკვლელობა, თვითმკვლელობა, ავარია და სხვ. ნაადრევი სიკვდილის მიზეზია გულისისხლძარღვთა დაავადებები, ატომური და წყალბადური იარაღის გამოყენება, ბირთვული ენერგეტიკის გამოყენება, ოზონის შრის დარღვევა, რადგან იწვევს რადიაციული ფონის მომატებას და ორგანიზმში თავისუფალი რადიკალების **დაგროვებას**. სიკვდილიანობა უფრო ხშირია დაუქორწინებელ ინდივიდებში. სიკვდილიანობა მეტია ზამთარში–გაზაფხულის დადგომისას, ასევე განთიადისას.

სიცოცხლის ხანგრძლივობას ამცირებს ჭარბი კვება, პასიური ცხოვრების ნირი, ჰიგიენური პირობების დაბალი დონე, საკვების დაბალი ხარისხი, სტრესი. დინჯი ხასიათი, დამშვიდებული ცხოვრება, ნორმალური ძილი, გონებრივი და ფიზიკური შრომის სწორი შეფარდება, ორგანიზმის გაკაჟება, სუფთა ჰაერზე ყოფნა, რეგულარული და სრულფასოვანი საკვები, ალკოჰოლისა და თამბაქოს წევისაგან თავის შეკავება და სხვ. ხანგრძლივი და ჯანსაღი სიცოცხლის საწინდარია.

ნ. დუბინინის აზრით, სიკვდილი აუცილებელია კაცობრიობის პროგრესისთვის, რადგანაც პროგრესი დაფუძვნებულია სოციალურ პროგრამათა მონაცვლეობაზე.

სხვადასხვა ცხოველისა და მცენარის სიცოცხლის ხანგრძლივობა სხვადასხვაა. ერთწლიანი მცენარეებისთვის სიცოცხლის ხანგრძლივობა ერთი სეზონია; ორწლიანებისთვის ორი წელი, ხოლო მრავალწლიანებისთვის – რამდენიმე, ზოგჯერ – ათეულობით და ასეულობით წლებიც კი.

მაგ. კვიპაროსს შეუძლია იცოცხლოს 1000 წლამდე; ნაძვს, სოჭს, ფიჭვს – 1200–1300 წელი, ღვიას – 2000 წელი, ურთხელს 3000 წელი, მექსიკურ კვიპაროზს – 10000 წლამდე.

ცხოველებში სიცოცხლის ასეთი ხანგრძლივობა არაა დამახასიათებელი, თუმცა ისინი სიცოცხლის ხანგრძლივობით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ამება და ზოგი ინფუზორია 16-დან 20 სთ-მდე ცოცხლობს, მაგრამ ცისტის მდგომარეობაში მრავალ წელს შეუძლია არსებობა. ჰიდრა ერთ სეზონზე მეტს ვერ ცოცხლობს. უკბილო (ორსაგდულიანი მოლუსკი) ცოცხლობს 10-დან 15 წლამდე; ჭიაყელა – 10 წლამდე, წურბელები და მდინარის კიბო – 20–25 წლამდე; დედა ფუტკარი – 7 წლამდე, დედა

ჭიანჭველა – 15 წლამდე. თევზების სიცოცხლის ხანგრძლივობა 1-დან (ღორჯო) 200–300 წლამდე (ქარიყლაპია, კობრი, სვია).

ამფიბიების სიცოცხლის საშუალო ხანგრძლივობა 10–15 წელია, გომბეშო – 40 წლამდე ცოცხლობს, ქვეწარმავლები 10–30 წლამდე; კუ – 200–300 წლამდე; ბატების, გველების, სვავების – 100 წლამდე. თუთიყუში – 140 წლამდე. წვრილი ძუძუმწოვრები – მაგ.: თაგვები 1–2 წელს ცოცხლობენ, ბოცვერი 5–7 წელს; ცხვარი – 20 წ; მსხვილი რქოსანი საქონელი – 25–40 წელი, ცხენი – 40–60 წელი. ვეშაპი – 40–50 წ. სპილოს სიცოცხლის ხანგრძლივობა – 90 წელს აღწევს. თუმცა არის შემთხვევები, მათი 100–125 წლამდე სიცოცხლის.

ადამიანის სიცოცხლის ხანგრძლივობა, როგორც აღვნიშნეთ, მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული. ი. მეჩნიკოვის მიხედვით ადამიანის სიცოცხლის ნორმალური ხანგრძლივობა 100 წელიწადია; ამ ასაკამდე სიკვდილი მას ნაადრევად მიაჩნდა. ბოგომოლეცის მიხედვით ადამიანმა 150 წელიწადი უნდა იცოცხლოს.

არის ფაქტები, რომლებიც მეტყველებენ იმაზე, რომ ადამიანს შეუძლია საკმაოდ დიდხანს იცოცხლოს. მაგ.: ი. მეჩნიკოვის მონაცემებით ქ. გორის მახლობლად ცხოვრობდა 180 წლის ოსი ქალი ტენსე აბალვა; პაკისტანში 180 წელი იცოცხლა ბელადმა მაჰმედ-აფზალმა, რომლის მამამ 200 წელზე მეტ ხანს იცოცხლა. ინგლისელი თომას კორნე 207 წელს ცხოვრობდა.

თანამედროვე პირობებში ბევრი დღეგრძელი ადამიანია. მაგ. იაპონიაში 1 მლნ მცხოვრებზე მხოლოდ 1 დღეგრძელი ადამიანი მოდის, ინგლისში – 6, საფრანგეთში – 8, ამერიკაში 15; სოფლის მოსახლეობაში 100 წლისა და მეტი ადამიანთა რიცხვი 4–ჯერ მეტია, ვიდრე ქალაქის მცხოვრებთა შორის.

დღეგრძელთა შორის გვხვდება სხვადასხვა პროფესიის ადამიანები. მათ შორის ბევრია გონებრივი შრომის წარმომადგენელი, მეცნიერების, ლიტერატურის და ხელოვნების მოღვაწე. მაგ. მიჩურინმა 80 წელი იცოცხლა; 81 წელი რ. ვირხოვმა **და ქიმიკოსმა ნ.ნ. კურნაკოვმა;** 82 წელი – ლ. ტოლსტოიმ, ე. გურჯიმ, ი. პურკინიემ; 83 წელი ტ. ედისონმა; კ. ბერმა.

85 წ. – ი. ნიუტონმა; ქ.ბ. ლამარკმა; ე. ჰეკელმა

86წ. – ე. რეპინმა; რ. ბროუნმა (უჯრედის ბირთვის აღმომჩენი).

87წ. – ი. პავლოვმა; ჰ. სემიონ-ტიანშანსკიმ;

88წ. – დ. ვერდიმ; რ. კელიკერმა.

89წ. – ი. ბერიტაშვილმა; ფ. ჰალტონმა.
90წ. – ა. ჰუმბოლდტმა.
93წ. – მხატვარმა პ. რუბენსმა.
94წ. – კ. სკრიაბინმა;
97წ. – ს. ვინოგრადსკიმ (მიკრობიოლოგმა)
99წ. – იტალიელმა მხატვარმა ვ. ტიციანმა
100წ. – აკადემიკოსმა ა. შანიძემ და ა.შ.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რას ეწოდება ონტოგენეზი?
2. რა პერიოდებს გამოყოფენ ონტოგენეზში?
3. რომელი პროცესები მიმდინარეობს პროგენეზში? (წინაჩანასახოვან განვითარებაში)?
4. რომელი პროცესები მიმდინარეობს ემბრიონალური განვითარებისას?
5. რომელი პროცესები მიმდინარეობს პოსტემბრიონალური განვითარებისას?
6. როგორ მიმდინარეობს მიგოტის დანაწევრება?
7. ბლასტულის რა ტიპები არსებობს?
8. ჩამოთვალეთ გასტრულაციის გზები.
9. ჩამოთვალეთ მეზოდერმის ჩამოყალიბების გზები
10. ჩამოთვალეთ ექტოდერმიდან წარმოშობილი ორგანოები.
11. ჩამოთვალეთ ენტოდერმიდან ჩამოყალიბებული ორგანოები
12. ჩამოთვალეთ მეზოდერმიდან ჩამოყალიბებული ორგანოები.
13. რას ეწოდება პროვიზორული ორგანოები? ჩამოთვალეთ ისინი, დაასახელეთ მათი ფუნქციები.
14. რა პერიოდებად იყოფა პოსტემბრიონალური განვითარება?
15. რამდენი სახის ზრდა არსებობს?
16. რას ეწოდება აქსელერაცია?
17. რა პროცესები მიმდინარეობს დაბერებისას სხვადასხვა ორგანოებში?
18. რა დონეებზე მიმდინარეობს დაბერება?
19. რამდენი სახის დაბერება არსებობს?
20. რით არის გამოწვეული სიკვდილი?
21. რამდენი სახის სიკვდილი არსებობს?
22. რას ეწოდება განვითარების მანკები და როგორ ხდება მათი

კლასიფიკაცია?
23. რომელი მეცნიერება შეისწავლის განვითარების მანკებს?
24. რომელი კრიტიკული პერიოდები გამოიყოფა ჩანასახის განვითარებაში?
25. ჩამოთვალეთ ზოგიერთი მანკები, რომელიც ემბრიოგენეზში ყალიბდება.

ტესტები

1. ონტოგენეზი არის პროცესი:
   ა). ჩასახვიდან დაბადებამდე;
   გ). დაბადებიდან დაბერებამდე
   ბ). დაბადებიდან სიკვდილამდე
   დ). ჩასახვიდან სიკვდილამდე
2. ონტოგენეზის პერიოდებია:
   ა) წინაჩანასახოვანი, ემბრიონალური, პოსტემბრიონალური
   ბ) წინაჩანასახოვანი პოსტემბრიონალური, იუვენილური
   გ) ემბრიონალური, რეპროდუქციული, პოსტრეპროდუქციული;
   დ) იუვენილური, პუბერტატული და სიბერე.
3. ბლასტოცისტა ეწოდება:
   ა) ბუშტუკი, რომლის ბლასტოცელი ცენტრშია, და შედგება გარეთა შრის ტროფობლასტისა და შიგნითა უჯრედული მასის – ემბრიობლასტისაგან;
   ბ) ბლასტულა, რომლის ბლასტოცელი გადახრილია ანიმალური პოლუსისაკენ;
   გ) ბლასტულა, რომელშიც დისკოიდური დანაწევრება მიმდინარეობს;
   დ) ყველა პასუხი სწორია.
4. გასტრულაციის გზები, რომლის დროსაც ხდება ენტოდერმის წარმოშობა:
   ა) ინვაგინაცია, იმიგრაცია, ეპიბოლია, დელამინაცია;
   ბ) ინვაგინაცია, ეპიბოლია, ენტერიცელური, ტელობლასტური
   გ) ინვაგინაცია, დელამინაცია, ენტეროცელური, ტელობლასტური.
   დ) ყველა პასუხი სწორია.
5. ბლასტულაცია მიმდინარეობს:

ა) მიტოზის გზით;
ბ) ენდომიტოზით
გ) მეიოზით
დ) პოლიტენიით

6. ზიგოტისა და ბლასტულის ზომა თითქმის ერთმანეთისაგან არ განსხვავდება, რადგან ა) ბლასტომერები არ შეიცავს საკვებ ნივთიერებებს
ბ) ბლასტულა ერთი უჯრედისაგან შედგება
გ) G_1 და G_2 ფაზებს ადგილი არა აქვს
დ) G_1 და S ფაზის არსებობის გამო.

7. პროვიზორული ორგანოები ეწოდება:
ა) დროებით ორგანოებს, რომლებიც ემბრიონალური განვითარების პროცესში ფუნქციონირებენ, შემდეგ კი ქრებიან;
ბ) მუდმივი ორგანოები,. რომელიც მთელი ონტოგენეზის განმავლობაშია საჭირო;
გ) ორგანოები, რომლებიც სქესობრივ მომწიფებამდეა საჭირო;
დ) ორგანოები, რომლებიც იუვენილურ პერიოდშია საჭირო.

8. დაასახელეთ პოსტემბრიონალური (პოსტნატალური) პერიოდის ეტაპები:
ა) ბლასტულაცია, იუვენილური, სიბერის და სიკვდილის;
ბ) იუვენილური, პუბერტატული და სიბერე, რომელიც სიკვდილით მთავრდება;
გ) ზრდა-განვითარების, რეპროდუქციული, სიკვდილის

9. ზრდა არსებობს:
ა). განსაზღვრული, განუსაზღვრელი;
ბ). დადებითი, უარყოფითი;
გ). იზომეტრული, ალომეტრული;
დ). ყველა პასუხი სწორია.

10. ფაქტორები, რომლებიც განსაზღვრავენ ზრდას:
ა) ჰორმონები, გენები, საკვები, ვიტამინები, ტემპერატურა, განათებულობა;
ბ) გენები, „მარფაანის სინდრომი“;
გ) ჰორმონები, ულტრაიისფერი სხივები, Na და K იონები;
დ) საკვები, ტემპერატურა, განათებულობა, რადიაცია, მეტატრექსინი.

11. აქსელერაცია არის:

ა) ინდივიდის სქესობრივი მომწიფება
ბ) ინდივიდის დაბერების პროცესი
გ) ინდივიდის განვითარების პროცესი
დ) ზრდა-განვითარების დაჩქარება.

12. სიბერის პროცესს შეისწავლის:
ა) თანატოლოგია;
ბ) გერიატრია;
გ) ანთროპოლოგია;
დ) გერონტოლოგია.

13. სიბერის სახეებია:
ა) ნაადრევი და განსაზღვრული
ბ) კლინიკური და განუსაზღვრელი
გ) კლინიკური და იზომეტრული
დ) ფიზიოლოგიური (ანუ ბიოლოგიური) და ნაადრევი.

14. სიკვდილის სახეებია:
ა) კლინიკური და ნაადრევი
ბ) ბიოლოგიური და კლინიკური
გ) კლინიკური და პათოლოგიური
დ) ფიზიოლოგიური (ბუნებრივი) და პათოლოგიური.

15. მანკები შეიძლება იყოს:
ა) ეგზოგენური, ენდოგენური, მულტიფაქტორული
ბ) იზოლირებული, სისტემური, შეძენილი;
გ) თანდაყოლილი, შეძენილი, მემკვიდრული;
დ) ყველა პასუხი სწორია.

ლიტერატურა: 1, 11, 12, 14, 17, 20, 29, 30,36,40, 41, 65, 70.

თავი VIII

გენეტიკა

გენეტიკის საგანი და ამოცანები. მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებანი

ნებისმიერი ბიოლოგიური სახეობა წარმოქმნის თავისიევე მსგავსს, რაც განპირობებულია მემკვიდრეობით. **მემკვიდრეობა ორგანიზმის** თვისებაა გამრავლებისას შთამომავლობას გადასცეს წინაპრებისგან მიღებული ნიშან-თვისებები და განვითარების თავისებურებანი.

ცვალებადობა – ორგანიზმის თვისებაა გარემოს გარკვეულ პირობებში განიცადოს ცვლილება. ე.ი. ცვალებადობა ახალი ნიშან-თვისებების შეძენის პროცესია.

ბიოლოგიური მეცნიერების დარგი, რომელიც შეისწავლის მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებებს ცოცხალ ორგანიზმებში, არის **გენეტიკა** (ბერძნ. genesis - წარმოშობა). ტერმინი მოწოდებული იქნა 1906წ.) ინგლისელი მეცნიერის ვ. ბეტსონის მიერ. გენეტიკას, როგორც მეცნიერებას საფუძველი ჩაუყარა ჩეხმა მეცნიერმა გრეგორ მენდელმა (1866წ), მაგრამ მენდელის აღმოჩენას იმ პერიოდში აღიარება არ მოჰყოლია, მხოლოდ 1900 წ. მეცნიერების - ჰუგო დე ფრიზის (ჰოლანდია); კარლ კორენსის (გერმანია) და ერიხ ჩერმაკის (ავსტრია) მიერ ხელახლა აღმოჩენილი გ. მენდელის კანონზომიერებანი საფუძვლად დაედო ამ მეცნიერების განვითარებას.

ამჟამად გენეტიკა ბიოლოგიური მეცნიერების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი დარგია, რომელიც უდიდეს როლს ასრულებს თანამედროვე მედიცინისა და სასოფლო-სამეურნეო მეცნიერებათა განვითარებაში. თანამედროვე გენეტიკას გამოეყო **ადამიანის გენეტიკა,** რომელიც მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებებს სწავლობს ადამიანში, მისი საშუალებით გამოვლენილი იქნა მრავალი მემკვიდრული დაავადება. ადამიანის გენეტიკას გამოეყო **სამედიცინო გენეტიკა** – იგი შეისწავლის პათოლოგიურ ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობას, დაავადებათა წარმოშობის მიზეზებს, ოჯახურ მემკვიდრულ დაავადებებს და მათ გავრცელებას ადამიანთა პოპულაციაში.

მემკვიდრეობითობა ხორციელდება გამრავლებით და ინდივიდუალური განვითარებით. მემკვიდრული ნიშან-თვისებების გადაცემა მომდევნო თაობებისათვის ხდება მემკვიდრეობის მატერიალური საფუძვლით – გენებით, რომლებიც დნმ-ს ცალკეული მონაკვეთებია და მოთავსებულია (ლოკალიზებულია) ქრომოსომებში. სქესობრივი გამრავლებისას ახალი ინდივიდები (თაობა) გენების ნაწილს იძენს დედისაგან (კვერცხუჯრედით), გენების ნაწილს კი - მამისაგან (სპერმატოზოიდებისაგან). ე.ი. განაყოფიერებულ კვერცხუჯრედში - ზიგოგაში თავმოყრილია ორივე მშობლის გენები, ამიტომაა, რომ შთამომავლობა ორივე მშობლის მსგავსია. გენები მრავალ ნიშან-თვისებას განსაზღვრავს ორგანიზმში (მორფოლოგიურს, ფიზიოლოგიურს). მაგ.: თმის ფერს, ფორმას, თვალის ფერადი გარსის შეფერვას, ცხვირის ფორმას, სიმაღლეს, მუსიკის სმენას, ნიჭს, ქცევით თავისებურებებს და სხვ. მრავალს. ღღეისათვის ცნობილია 2500-ზე მეტი დაავადებაა, რომლებიც მემკვიდრეობით გადაეცემა.

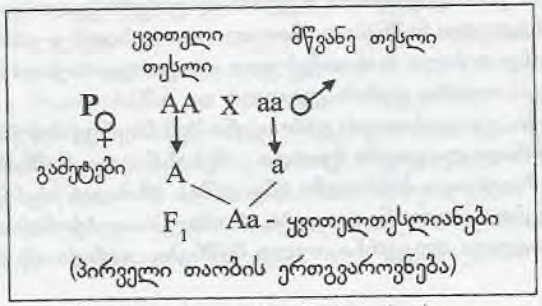
მემკვიდრეობის გამოა, რომ მშობლები თავის მსგავს შთამომავლობას იძლევა, მაგრამ ეს მსგავსება აბსოლუტური არ არის. შთამომავლობა მშობლების ზუსტი ასლი არ არის, რაც განპირობებულია ცვალებადობით.

მენდელის კანონები. მენდელმა მემკვიდრეობის კანონზომიერებანი შეისწავლა მცენარე ბარდაზე, რომელსაც ახასიათებს: ჯიშთა მრავალფეროვნება (ცნობილია 35 ჯიში); იგი თვითმტვერია მცენარეა, თუმცა შესაძლებელია მისი ხელოვნურად დამტვერვა; ჯიშები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან მკვეთრად გამოხატული საპირისპირო-ალტერნატიული ნიშნებით (მაღალი და დაბალი ღერო; ყვითელი და მწვანე თესლი; დანაოჭებული და გლუვი თესლის ფორმა; მეწამული და თეთრი ფერის ყვავილი და ა.შ.).

მენდელმა კვლევისათვის გამოიყენა მის მიერვე შემუშავებული კვლევის **ჰიბრიდოლოგიური მეთოდი** – შესასწავლი ნიშნის გამოვლენას აკვირდებოდა ჰიბრიდში (შვილში). ამასთან იგი შესაჯვარებლად იღებდა ისეთ ინდივიდებს, რომლებსაც ჰქონდათ მკვეთრად გამოხატული ალტერნატიული ნიშნები. გარდა ამ მეთოდი-

სა, მენდელი იყენებდა **სტატისტიკური ანალიზის** მეთოდს, რაც იმას ნიშნავდა, რომ ახდენდა მიღებული შთამომავლობის მუსტ რაოდენობრივ აღრიცხვას.

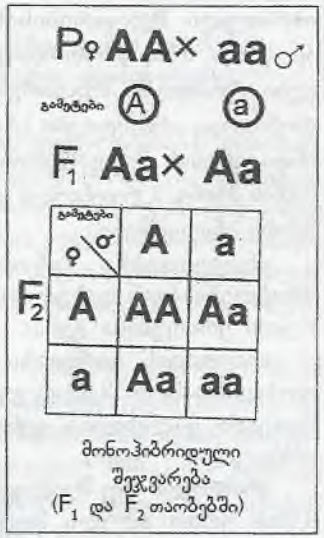
მენდელმა ცდები დაიწყო **მონოჰიბრიდული** შეჯვარებით, როდესაც შესაჯვარებელი ინდივიდები ერთმანეთისგან ერთი წყვილი საპირისპირო ნიშნით განსხვავდებოდნენ. იმ ნიშანს, რომელიც გამოვლინდება (პირველ თაობაში) და თრგუნავს (ახშობს) მის ალტერნატიულ (საპირისპირო) ნიშან-თვისების გამოვლინებას, **დომინანტური** (გაბატონებული – dominans – ლათ.); ხოლო ნიშანს, რომელიც დათრგუნულია (დახშული) **რეცესიული** ეწოდება (ლათ. recesius – დათრგუნული). მაგ. მენდელმა შესაჯვარებლად აიღო ყვითელთესლიანი და მწვანეთესლიანი ბარდა. ხელოვნური ჯვარედინი დამტვერვით I თაობაში მიღებულ ყველა მცენარეს ყვითელი თესლი განუვითარდა. ე.ი. ყვითელი ფერი დომინანტური ნიშანია. ხოლო საწინააღმდეგო ნიშანი – მწვანე ფერი დათრგუნული – რეცესიული. I თაობაში ერთი ნიშნის მიერ მეორის ჩახშობის მოვლენას მენდელმა **დომინირება** უწოდა. ეს მოვლენა უნივერსალური გამოდგა სხვა ნიშნების მიმართაც, როგორც მცენარეებში, ასევე ცხოველებსა და მიკროორგანიზმებში. ამ კანონზომიერებას **მენდელის I კანონი – დომინირების ანუ პირველი თაობის ერთგვაროვნების კანონი** ეწოდება. გამოვხატოთ ეს დამოკიდებულება გენეტიკაში მიღებული სიმბოლოების საშუალებით. შესაჯვარებელი მშობლიური ინდივიდები აღინიშნება P ასოთი (ლათ. Parents – მშობლები) მდედრობითი ორგანიზმი აღინიშნება – ♀ ; მამრობითი – ♂ შეჯვარება X – ნიშნით; შთამომავლობა (ჰიბრიდი) F ასოთი (ლათ. Filii-შვილები). I თაობა – F_1-ით; II – F_2-ით... ა.შ. დომინანტური ნიშანი აღინიშნება ლათ. ალფაბეტის მთავრული ასოებით: A, B, C.. ა.შ. რეცესიული ნიშანი – ლათ.



ალფაბეტის (ნუსხური) პატარა ასოებით a, b,c.. ა.შ. გამოვხატოთ მიღებული სიმბოლოებით მენდელის I კანონი:

მენდელის მეორე კანონი, ანუ დათიშვის კანონი. მენდელი დაინტერესდა როგორ გამოვლინდებოდა მშობლიური ნიშან-თვისებები F_2 თაობაში, რისთვისაც მან მოახდინა F_1 თაობის ინდივიდების თვითმდამტვერვა. ნახა, რომ დომინანტურ ნიშნიან მცენარეებთან ერთად ჩნდებოდა ისეთი ინდივიდები, რომლებსაც რეცესიული ნიშანი ჰქონდათ;. მაგრამ გარკვეული რიცხობრივი თანაფარდობით. ინდივიდთა 3/4 ჰქონდა დომინანტური ნიშანი, ხოლო 1/4-ს რეცესიული. ე.ი. თანაფარდობა მწვანეთესლიანი და ყვითელთესლიანი ინდივიდებისა (6022:2001) დაახლოებით იყო 3:1. ამ კანონზომიერებას დათიშვის კანონი ანუ მენდელის II კანონი ეწოდება, რომელიც ასე გამოითქმის: **პირველი თაობის ჰიბრიდების შთამომავლობაში ხდება დათიშვა;** ხელახლა ჩნდებიან რეცესიული ნიშან-თვისებების მქონე ინდივიდები, რომლებიც მთელი შთამომავლობის მეოთხედ ნაწილს შეადგენენ.

ე.ი. რეცესიული ნიშანი პირველ თაობაში კი არ იკარგება, არამედ ითრგუნება და მომდევნო თაობაში კვლავ გამოვლინდება გარკვეული რიცხობრივი თანაფარდობით. მომდევნო F_3, F_4... ა.შ. თაობებში რომლებიც მენდელმა თვითდამტვერვით მიიღო, ნახა, რომ დომინანტური ნიშნის მქონე მცენარეების 1/3 (AA) არასოდეს არ ითიშებოდნენ და შთამომავლობაში, ყოველთვის დომინანტურ ნიშნიან ინდივიდებს იძლეოდნენ, ხოლო ინდივიდთა 2/3 ითიშება 3:1 თანაფარდობით. რაც შეეხება რეცესიული ნიშნის თვისების მქონე ინდივიდებს (aa) ისინი თავიანთ შთამომავლობაში არასოდეს არ ითიშებიან და ყოველთვის რეცესიული ნიშან-თვისების მქონე ინდივიდებს იძლევიან. გამოვსახოთ ეს დამოკიდებულება მოცემულია ამ აბზაცის მარჯვნივ (სიმბოლოებით).

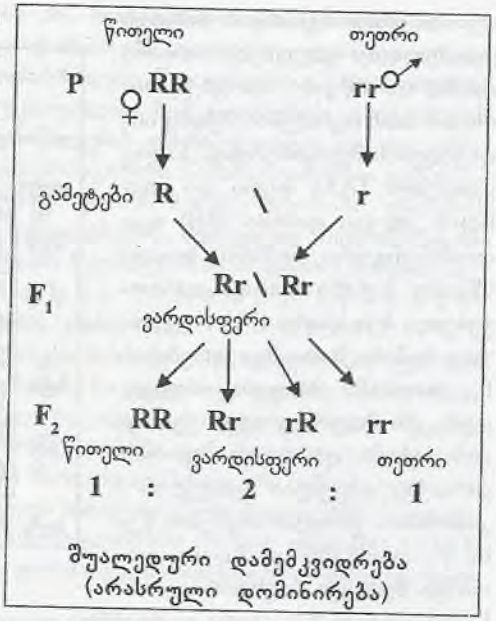


ალტერნატიული ნიშნის განმსაზღვრელ წყვილ გენებს **ალელური გენები** ეწოდება, ისინი მოთავსებულია ჰომოლოგიურ ქრომოსომებში (ერთსა და იმავე ლოკუსში). წყვილის თითოეულ წევრს **ალელი** ეწოდება, მოვლენას **ალელიზმი**. ალელური გენებია: წითელი და თეთრი ფერის; მაღალი და დაბალი ღეროს; დანაოჭებული და გლუვი თესლის - განმსაზღვრელი გენები. ორგანიზმს (ან უჯრედს), რომელსაც მოეპოვება ერთი და იმავე გენის ერთნაირი ალელები (AA ან aa) და იძლევა მხოლოდ ერთი ტიპის გამეტებს **ჰომოზიგოტური** ეწოდება (ჰომო-ერთნაირი, მსგავსი) ჰომოზიგოტები თვითდამტვერვისას ან ურთიერთშეჯვარებისას არ ითიშებიან და წმინდა შთამომავლობას იძლევიან (AAXAA ან aaxaa) ჰომოზიგოტები ერთი სახის გენებს შეიცავს. ორგანიზმს (ან უჯრედს), რომელიც შეიცავს ერთი და იმავე გენის განსხვავებულ ალელებს (მაგ. Aa) და წარმოქმნის სხვადასხვა გამეტებს (A და a) **ჰეტეროზიგოტური** (ჰეტერო-განსხვავებული) ეწოდება. მაგ. მონოჰიბრიდული შეჯვარებისას თავდაპირველად შესაჯვარებლად აღებული იქნა ჰომოზიგოტი (AA) და (aa) მშობლიური ინდივიდები, რომელთა შეჯვარებით F_1 თაობაში მიღებული იქნა ჰეტეროზიგოტი ინდივიდები (Aa). F_2 თაობაში კი - ჰეტეროზიგოტური ინდივიდების შეჯვარებით მიიღო: 1 ჰომოზიგოტი AA დომინური ნიშნის მქონე, 1 რეცესული - aa და 2 Aa - ჰეტეროზიგოტური ნიშნის მქონე ინდივიდები.

ინდივიდებში გენთა ერთობლიობას (რომელსაც იგი მშობლებისაგან ღებულობს) **გენოტიპი** ეწოდება (მისი ელემენტარული ერთეულია გენი).

ინდივიდის გარეგანი და შინაგანი ნიშანთვისებების ერთობლიობას, რომელიც გენოტიპისა და გარემოს ურთიერთობის შედეგად ყალიბდება, **ფენოტიპი** ეწოდება (მისი ელემენტარული ერთეულია - ფენი).

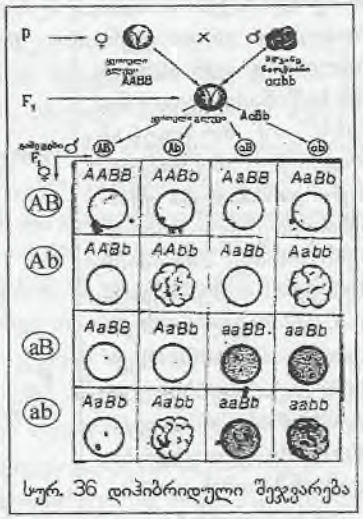
არასრული ანუ შეალედური დომინირება. მენდელის კანონებში გენის ერთი ალელი მთლიანად ახშობს მეორის გამოვლენას, რის გამოც ადგილი აქვს სრულ დომინირებას, რომლის დროსაც F_1 თაობაში მიღებული ინდივიდები დომინანტი მშობლის მსგავსია, მაგრამ არსებობს მრავალი ისეთი ნიშანი, როდესაც ერთი გენი მთლიანად ვერ ახშობს მის საწინააღმდეგო ნიშანს. ამ მოვლენას არასრული ანუ **შეალედური დომინირება ეწოდება**. მიღებული ჰიბრიდები ორივე მშობლის მსგავსია - შეალედურია. ეს მოვლენა მენდელმაც შენიშნა მცენარე გულისაბაზე და დევისპირაზე. ანალოგიურად მემკვიდრეობს ადამიანში თმის ფორმა - ხუჭუჭთმიანობა და ზოგიერთი სხვა ნიშანი.



წითელყვავილიანი (RR) და თეთრყვავილიანი (rr) გულისაბას შეჯვარებისას F_1 თაობაში მიღებული ყველა ინდივიდი ვარდისფერ ყვავილიანია (Rr) (ერთგვაროვნების კანონი). წითელი ფერის განმსაზღვრელი გენი მთლიანად ვერ ახშობს თეთრი ფერის განმსაზღვრელ გენს. F_1 - თაობის ინდივიდების თვითდამტვერვით F_2 თაობაში მიიღება 1 წითელყვავილიანი; 2-ვარდისფერყვავილიანი და 1 თეთრყვავილიანი ინდივიდები. დათიშვა 1:2:1.

დიჰიბრიდული შეჯვარება - მენდელის მესამე კანონი. მონოჰიბრიდული შეჯვარება შესაძლებელია ჩაგარდეს ცდის პირობებში. ბუნებაში მიმდინარე შეჯვარება კი პოლიჰიბრიდულია, რადგანაც შეჯვარებაში მონაწილე ინდივიდები მრავალი ნიშნით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. პოლიჰიბრიდული შეჯვარების კანონზომიერებანი გასაგები იქნება, თუ განვიხილავთ დიჰიბრიდულ ანუ ისეთ შეჯვარებას, როდესაც შესაჯვარებელი ინდივიდები ორი წყვილი ალტერნატიული ნიშან-თვისებებით განსხვავ-

დებიან ერთმანეთისგან: ბარდის ყვითელი და გლუვზედაპირიანი AABB და მწვანე ნაოჭზედაპირიანი aabb თესლების მქონე ინდივიდების შეჯვარებისას, სადაც ყვითელი (AA) ფერი და თესლის გლუვი ფორმა (BB) იყო დომინანტური ნიშანი, ხოლო მწვანე თესლი (aa) და დანაოჭებული ზედაპირი (bb) რეცესიული ნიშანი. მათი შეჯვარებისას F_1, თაობაში მიიღება ინდივიდები, რომლებსაც აქვთ ყვითელი თესლი და გლუვი ფორმა. ე.ი. აქაც დაცულია მენდელის I კანონის – ერთგვაროვნების წესი. F_2 თაობაში კი ხდება დათიშვა. მემდეგი რიცხობრივი თანაფარდობით: 9 მცენარე აღმოაჩნდა ყვითელი გლუვზედაპირიანი, 3 ყვითელი ნაოჭზედაპირიანი, 3 მწვანე გლუვზედაპირიანი და 1 – მწვანე დანაოჭებული თესლიანები. ე.ი. დათიშვა F_2 თაობაში ასეთ სახეს მიიღებს 9AB:3Ab: 3aB:1ab (9:3:3:1). სქემატურად ეს პროცესი ასე გამოიხატება (იხ. სურ. 36).



სურ. 36 დიჰიბრიდული შეჯვარება

აღნიშნული (რ. პენეტის) ცხრილის შედგენისას ერთი მშობლიდან მიღებულ გამეტებს წერენ ცხრილის გემოთ – ჰორიზონტალურად, ხოლო მეორე მშობლის გამეტებს ცხრილის მარცხნივ ვერტიკალურად. შეჯვარების შედეგად მიღებულ შესაძლო გენოტიპს წერენ ცხრილში.

ვღებულობთ 16 კომბინაციას ოთხნაირი გამეტის ორ-ორად დაჯგუფების შედეგად, საიდანაც 9 მცენარეს ექნება ყვითელი გლუვზედაპირიანი: 3-ს ყვითელი ნაოჭზედაპირიანი: 3 – მწვანე გლუვზედაპირიანი, 1 – მწვანე ნაოჭზედაპირიანი თესლები. ე.ი. F_2 თაობაში მიიღება ოთხი ფენოტიპური კლასი თანაფარდობით 9AB, 3:Ab: 3aB:1ab. ე.ი. დათიშვა თითოეული წყვილი ალელის

მიხედვით მიმდინარეობს 3:1. თანაფარდობით (12 ყვითელი: 4 მწვანე; 12 გლუვი: 4 ნაოჭიანი) ე.ი. დიჰიბრიდული შეჯვარება წარმოადგენს ორ მონოჰიბრიდულ შეჯვარებას (3:1), რომელიც ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად მემკვიდრეობს. ამიტომ მას **გენების დამოუკიდებელი განაწილების კანონი** ეწოდება და ასე გამოითქმის: ორი წყვილი ალტერნატიული ნიშან-თვისებით განსხვავებული ინდივიდების შეჯვარებისას მეორე თაობაში, დათიშვა თითოეული წყვილი ნიშან-თვისების მიხედვით მიმდინარეობს დანარჩენი ნიშან-თვისებათა წყვილებისაგან დამოუკიდებლად.

1 (A A B B) : 2 (A A B b) : 2 (A a B B) : 4 (A a B b) : 1AAbb:2(Aabb:1(aaBB):2(aaBb):1(aabb) t8b8 1:2:2:4:1:2:1:2:1

გამაანალიზებელი შეჯვარება: მას იყენებენ ორგანიზმის გენოტიპის გამოსაკვლევად. რისთვისაც საკვლევი გენოტიპის მქონე ინდივიდს აჯვარებენ შესასწავლი ალელების მიხედვით წმინდა რეცესიულ ფორმასთან. თუ შთამომავლობაში ვერ მივიღეთ ვერავითარი დათიშვა და ყველა მცენარეს მხოლოდ დომინანტური ნიშნები (ყვითელი გლუვი თესლი ექნა) საკვლევი ინდივიდი ჰომოზიგოტური ყოფილა, ხოლო თუ მიღებულ შთამომავლობაში მოხდა დათიშვა (1:1:1:1) ამ შემთხვევაში საკვლევი ფორმა ჰეტეროზიგოტურია ორი ალელის მიხედვით.

გენთა ურთიერთმოქმედება

ორგანიზმის განვითარების პერიოდში გენები ურთიერთმოქმედებენ სხვა გენებთან და ამის გამო მათი მოქმედების ეფექტი იცვლება. განასხვავებენ ალელური და არაალელური გენების ურთიერთმოქმედების სხვადასხვა სახეებს. ალელური გენების ურთიერთმოქმედების რამოდენიმე შემთხვევა არსებობს: სრული დომინირება, არასრული დომინირება, ზედომინირება, კოდომინირება, ალელების გამორთვა.

სრულ დომინირებას ადგილი აქვს, როდესაც ალელის ერთი გენი მთლიანად ახშობს მეორეს. მაგ. ადამიანის ყავისფერი თვალის განმსაზღვრელი გენი ახშობს თვალის ცისფერი ფერის განმსაზღვრელ გენს. თესლის ყვითელი ფერის განმსაზღვრელი გენი ახშობს თესლის მწვანე შეფერილობის გენის გამოვლენას F_1 თაობაში. ეს მოვლენა აიხსნება გენის დოზებით. ამ მოვლენას

ადგილი აქვს ასევე სისხლის ჯგუფობრიობის გამსაზღვრელი AB0 სისტემის დროს. კერძოდ, J^AJ^A და J^AJ^B გენოტიპი განსაზღვრავს ადამიანში მეორე ჯგუფის სისხლის განვითარებას.

არასრული დომინირება – მცენარეებში, ცხოველებსა და ადამიანში გამოვლენილია მრავალი ისეთი ნიშანი, რომლის განმსაზღვრელი გენებში ერთი ალელი მთლიანად ვერ ახშობს მეორის გამოვლენას. მაგ. წითელი (RR) და (rr) თეთრყვავილიანი გულისაბას შეჯვარების შედეგად პირველ თაობაში მიიღება შუალედური შეფერილობის (Rr) – ვარდისფერყვავილიანი ინდივიდები. მიღებული ჰეტეროზიგოტები შეიცავენ ერთ აქტიურ R გენს, მათ გამოუმუშავებათ 2-ჯერ ნაკლები პიგმენტი, ვიდრე დომინანტურ ჰომოზიგოტებს და ყვავილის შეფერილობა იქნება ვარდისფერი. არასრული დომინირება ახასიათებს ადამიანის ზოგიერთ გენს, რომელიც იწვევს მემკვიდრულ ანომალიებსა და დაავადებებს (მაგ. ცისტინურია). არასრული დომინირება შეიძლება გამოყენებული იქნეს მებაღეების მიერ ერთი და იგივე სახეობის, მაგრამ სხვადასხვა შეფერილობის ყვავილების მისაღებად. ისინი ამას სხვადასხვა ფერის ყვავილთა ჯვარედინი დამტვერვით აღწევენ (მაგ. კამელია და სხვა).

ზედომინირება – არის შემთხვევა, როდესაც დომინანტური გენი ჰეტეროზიგოტულ მდგომარეობაში ზოგჯერ უფრო ძლიერ გამოვლინდება, ვიდრე ჰომოზიგოტურში. მაგ. დროშოფილას აქვს რეცესიული ლეტალური გენი a; ჰომოზიგოტები aa იღუპებიან. ჰომოზიგოტური ბუზები AA ნორმალური სიცოცხლისუნარიანობით ხასიათდებიან, ხოლო ჰეტეროზიგოტები Aa ცხოვრობენ მეტხანს და უფრო ნაყოფიერები არიან, ვიდრე დომინანტური ჰომოზიგოტები.

კოდომინირება – ამ დროს ორივე ალელური გენი, რომლებიც ერთსა და იმავე ნიშანს აკონტროლებენ, თავისი მოქმედებით ექვივალენტურია, არც ერთი არ არის დომინანტური. მაგრამ ორივე მათგანი წარმოდგენილია მიღებულ შედეგში. კოდომინირებით ხასიათდება ადამიანის მეოთხე ჯგუფის სისხლი (J^{AB}); რომელიც მიიღება A ჯგუფის გენსა და B ჯგუფის გენს შორის არსებული თანაბარი დომინანტობის შედეგად. ასევეა ადამიანის სისხლის MN ჯგუფი.

ალელების გამორთვა – მისი მაგალითია ქალებში XX – ქრომოსომებიდან ერთ-ერთი (ფაკულტატური ჰეტეროქრომატინი) პასიურობა. ალელების გამორთვა შეინიშნება ხ-ლიმფოციტებში, რომლებიც ახდენენ გარკვეულ ანტიგენზე სპეციფიკური ანტისხეულების სინთეზს.

არაალელური გენების ურთიერთმოქმედება.

განასხვავებენ არაალელური გენების ურთიერთმოქმედების რამოდენიმე შემთხვევას: კოდომინირებას, ეპისტაზს, პოლიმერიას, პლეიოტროპიას, მრავალობით ალელიზმს.

კომპლიმენტარობა – ანუ გენთა დამატებითი მოქმედება. ორი არაალელური დომინანტური გენი ერთად ყოფნისას სრულიად ახალი ნიშნის განვითარებას იწვევს. ძუძუმწოვარა ცხოველებსა და ადამიანებს ვირუსებისაგან დასაცავად გამოუმუშავდებათ ცილა ინტერფერონი, რომლის სინთეზს აკონტროლებს ორი არაალელური გენი, რომლებიც მოთავსებულია მეორე და მეოთხე ქრომოსომაში. ამ ორი გენის ერთად მოხვედრა იწვევს ამ ცილის გამომუშავებას. ადამიანის სმენადობას ორი არაალელური D და E გენი განსაზღვრავს. თუ ეს გენები ინდივიდებს აქვთ ჰომო ან ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში DDEE ან DdEe, მაშინ ისინი ნორმალური სმენის მქონენია, მაგრამ თუ გენოტიპებია DDee, ddEE, ddee – ყრუები.

ადამიანში სქესს განსაზღვავს სასქესო ქრომოსომები ქალში xx, მამაკაცში xy, მაგრამ ამავე დროს საჭიროა სასქესო ჰორმონების მასინთეზირებელი გენის არსებობაც. თუ მამაკაცის სასქესო ჯირკვლებში არ მოხდა ტესტოსტერონის სინთეზი განსაზღვრული გენით, მაშინ მარტო xy კარიოტიპი ვერ უზრუნველყოფს მამრობითი სქესის ჩამოყალიბებას. ამ დროს ადგილი ექნება ტესტირებულ ფემინიზაციას, ორგანიზმი ვითარდება მდედრობითი მიმართულებით და გარეგნულად ინდივიდი ქალს უფრო ემსგავსება.

ეპისტაზი – არაალელური გენების ურთიერთმოქმედების ისეთი სახეა, როდესაც ერთი გენი ახშობს მეორე გენის მოქმედებას. ეპისტაზი არსებობს დომინანტური და რეცესიული. ეს მოვლენა აღწერილია ქათმებში, სადაც ეპისტაზის მოვლენის შედეგად იხშობა ბუმბულის შავი ფერის განმაპირობებელი გენის მოქმედება. ამ მოვლენით შეიძლება აიხსნას ბანგებში ალბინიზმი (კანის და თვალის ფერადი გარსის პიგმენტის განმსაზღვრელი გენის მოქმედების ჩახშობა). ასევე „ბომბეის სინდრომი“ და სხვ. ზოგიერთ მემკვიდრულ დაავადებაში, რომელიც ნივთიერებათა ცვლის მოშლითაა გამოწვეული, გარკვეულ როლს ასრულებს გენების ეპისტაზური მოქმედება.

პოლიმერია – ამ დროს ერთი და იმავე ნიშნის განვითარებას განსაზღვრავს რამოდენიმე არაალელური გენის ერთობლივი მოქმედება. მაგ.: ადამიანის სიმაღლე, ნიჭი, სიმსუქნე, კანის შეფერი-

ლობა, სხეულის წყობა, მიდრეკილება შიზოფრენიის, ჰიპერტონიის, დიაბეტისადმი და სხვა ნიშან-თვისებების ჩამოყალიბება განისაზღვრება რამოდენიმე გენის ერთობლივი მოქმედებით, ე.ი. ერთი ნიშნის განვითარება მრავალი გენის ერთობლივი მოქმედების შედეგია.

პლეიოტროპია - პოლიმერიის საწინააღმდეგო მოვლენაა. ზოგჯერ ერთი გენი განსაზღვრავს რამოდენიმე ნიშნის განვითარებას. მაგ. კენომ თაგვების მაგალითზე დაადგინა, რომ ერთი გენი განსაზღვრავს მათ შეფერილობასა და სიცოცხლისუნარიანობასაც.

ადამიანებში დაავადება ნამგლისებური უჯრედული ანემიისას ჰომოზიგოტ ადამიანებს (HBS/HBS) ეცვლებათ ჰემოგლობინის სტრუქტურა (B ჯაჭვში), ერითროციტების ფორმა ხდება ნამგლისებური, ყალიბდება ანემია; დიდდება ელენთა, ბიანდება კანი, თირკმელი, ტვინი (რაც ინდივიდის დაღუპვას იწვევს ადრეულ ასაკში). როგორც ჩანს ამ შემთხვევაში ერთი გენი განსაზღვრავს მრავალი ნიშნის განვითარებას. ასევე ითქმის „მარფაანის სინდრომზე“ (კოლაგენური დაავადება). დომინანტური გენი გავლენას ახდენს ჩონჩხის განვითარებაზე, ადგილი აქვს კიდურების დაგრძელებას, დეფორმირებულ გულმკერდს, სქოლიოზს, კიფოზს, არაქნოდაქტილიას (ობობას თითები), თვალის ბროლის დეფექტს, გულსისხლძარღვთა სისტემის ანომალიასა და სხვ.

მრავლობითი ალელიზმი

გენი მუტაციის შედეგად ერთი ალელური მდგომარეობიდან შეიძლება გადავიდეს მეორეში (ან პირუკუ) რის შედეგადაც წარმოქმნის ალელთა სერიას (მაგ. $A \rightarrow a_1 \rightarrow a_2 \rightarrow a_3 \ldots a_n$), რომლებიც ერთმანეთისაგან თავიანთი გამოვლინებით განსხვავდებიან. ამ მოვლენას **მრავლობითი ალელიზმი** ეწოდება. ეს მოვლენა პირველად ამერიკელმა გენეტიკოსმა თ. მორგანმა შეისწავლი თავის თანამშრომლებთან ერთად დროზოფილას (ხილის ბუზი) მაგალითზე თვალის შეფერილობის განმსაზღვრელი (w) ლოკუსის შესწავლისას. დროზოფილაში თვალის შეფერილობის განმსაზღვრელი გენი (W^+) ქმნის მრავლობით ალელთა სერიას ($W^+ > W^{ch} > W^e > W^a > W$), სადაც წითელთვალიანობის განმსაზღვრელი გენი (W^+) დომინირებს ყველა დანარჩენ ალელზე. მრავლობითი ალელიზმის გამოვლინებას ვხვდებით ადამიანთა სისხლის

ABO სისტემაში. ადამიანის მეცხრე ქრომოსომაში ლოკალიზებულია J გენი (იზოჰემაგლუტინოგენი), რომელიც წარმოდგენილია სამი ალელით J^A, J^B, J^0, რომელიც განსაზღვრავს სისხლის ABO ჯგუფს. J^A და J^B - A და B ანტიგენის (ანუ აგლუტინოგენის) სინთეზს ახდენს, ხოლო J^0 ანტიგენის სინთეზის უნარი არა აქვს. ანტიგენები მოთავსებულია დონორის სისხლის ერითროციტების მემბრანებზე (ისინი მუკოპოლისაქარიდებს წარმოადგენენ). პლაზმაში კი აღმოჩენილია ანტისხეულები (აგლუტინინები) - a და b. XX ს. დასაწყისში კ. ლანდშტეინერმა და ი. იანსკიმ დაადგინეს, რომ ერითროციტებსა და პლაზმას შორის რეაქციის ხასიათიდან გამომდინარე ადამიანები შეიძლება დაიყოს 4 ჯგუფად. მოგვიანებით დამტკიცდა, რომ რეაქციები მიმდინარეობს ერითროციტების ცილოვან ნივთიერებას აგლუტინოგენს (ანტიგენი) და სისხლის პლაზმის ცილებს აგლოტინინებს (ანტისხეულებს) შორის. შესაბამისი ანტიგენისა და ანტისხეულის ურთიერთმოქმედებით (A+a ან B+b) ხდება **აგლუტინაცია** - ერითროციტების შეწებება, რადგანაც მათ შორის წარმოიქმნება ანტისხეულების ხიდები; ადამიანებს, რომელთა ერითროციტები შეიცავენ სპეციფიკურ აგლუტინოგენს, მისი კომპლემენტარული აგლუტინინი პლაზმაში არ არის. როგორც აღვნიშნეთ, ერითროციტებში აგლუტინოგენისა და პლაზმაში აგლუტინინის არსებობის მიხედვით მთელი მოსახლეობა 4 ჯგუფად იყოფა: I(0) ჯგუფის ადამიანის გენოტიპია $J^0 J^0$- ამ დროს ერითროციტებში არ არის აგლუტი-

სქემა 1

სისხლის ჯგუფები	გენოტიპი	ანტიგენი	ანტისხეული	სიხშირე პოპულაციაში
I 0	J^0J^0	–	a, b	46%
II A	J^AJ^A ან J^AJ^0	A	b	42%
III B	J^BJ^B ან J^BJ^0	B	a	9%
IV AB	J^AJ^B	AB	–	3%

ნოგენი; სამაგიეროდ პლაზმაში არის a და b აგლუტინინი.

II(A) ჯგუფის სისხლის მქონე ადამიანის გენოტიპია $J^A J^A$ ან $J^A J^0$; მათი ერითროციტები შეიცავენ A აგლუტინოგენს; პლაზმა კი □ აგლუტინინს.

III(B) ჯგუფის სისხლის მქონე ადამიანების გენოტიპია $J^B J^B$ ან $J^B J^0$. მათი ერითროციტები შეიცავენ B აგლუტინოგენს, პლაზმა კი a აგლუტინინს.

IV(AB) ჯგუფის ადამიანების გენოტიპია $J^A J^B$, მათ ერითროციტებში იმყოფება A და B აგლუტინოგენი, ხოლო პლაზმა არ შეიცავს a და b აგლუტინინს. ე.ი. ამ დროს საქმე გვაქვს კოდომინირების მოვლენასთან, რომლის დროსაც ორივე მშობლის ნიშნები ერთდროულად ვლინდება, ანუ გენის ორივე ალელი ტოლფასოვანია.

სისხლის ჯგუფობრიობის ცოდნას დიდი მნიშვნელობა აქვს. ვინაიდან სისხლის გადასხმის შემთხვევაში ამ მოვლენის გათვალისწინებლობისას ვითარდება ტრანსფუზიური შოკი, რომელმაც შეიძლება ადამიანის დაღუპვა გამოიწვიოს. ადამიანთა პოპულაციაში ყველაზე მეტი სიხშირით გვხვდება I ჯგუფის სისხლის მქონე ინდივიდები 46%; შემდეგ II ჯგუფი - 42%; III ჯგუფი -9%; IV ჯგუფი - 3%. სისხლის გადასხმის დროს აუცილებელ ფაქტორს წარმოადგენს ჯგუფობრიობის დაცვა. I ჯგუფის სისხლი, რომელსაც არ გააჩნია ანტიგენები, შეიძლება გადაუსხათ ყველა სისხლის ჯგუფის მქონე ინდივიდებს (ისინი „უნივერსალური“ დონორებია). II ჯგუფის სისხლი გადაესხმება III და IV სისხლის ჯგუფის მქონე ინდივიდებს; III ჯგუფის სისხლი III და IV ჯგუფის ინდივიდებს; ხოლო IV ჯგუფის სისხლი მხოლოდ IV ჯგუფის მქონე ინდივიდებს. მიუხედავად ამ სქემის არსებობისა, საუკეთესო ვარიანტად ითვლება სისხლის გადასხმა თანამოსახელე ჯგუფებს შორის (მაგ. I ჯგუფს - I ჯგუფი; II ჯგუფს - II ჯგუფი... ა.შ.) სისხლის ჯგუფები ონტოგენეზის მანძილზე არ იცვლება.

მშობელთა სისხლის ჯგუფობრიობის გათვალისწინება გამეტების მიხედვით საშუალებას იძლევა გამოვთვალოთ შთამომავლობაში სისხლის ჯგუფების სავარაუდო კომბინაციები. (სქემა 2).

ვარაუდობენ, რომ ევოლუციურად უძველესი სისხლის ჯგუფი

სქემა 2

ვარიანტი	მშობელთა სისხლის ჯგუფი ♀♂	შთამომავლობის სავარაუდო სისხლის ჯგუფი
1	0X0	0
2	0XA	0,A
3	AXA	0,A
4	0XB	0,B
5	BXB	0,B
6	AXB	0,A,B,AB
7	0XAB	A,B
8	AXAB	A,B,AB
9	BXAB	A,B,AB
10	ABXAB	A,B,AB

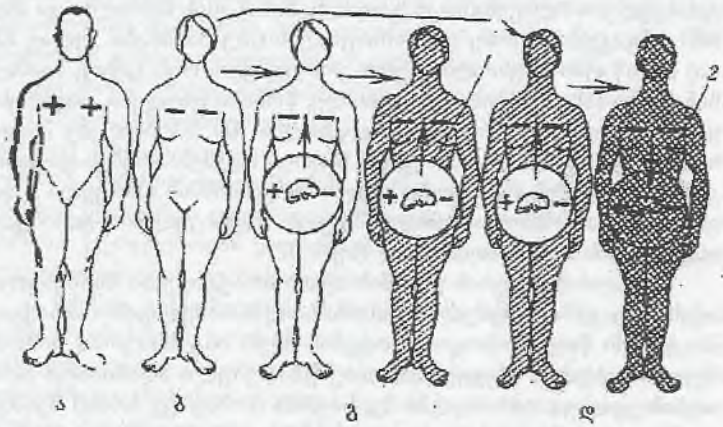
არის ამჟამად არსებული მეოთხე (AB) ჯგუფის სისხლი. ანტიგენები უფრო ადრე წარმოიშვა, ვიდრე ანტისხეულები. შემდგომი მუტაციით წარმოიშვა სისხლის J^0 ჯგუფი.

გამოირკვა, რომ სისხლის ჯგუფობრიობასთანაა დაკავშირებული წინასწარ განწყობა ან მდგრადობა ვირუსული დაავადების მიმართ. მაგ. აზიური გრიპით უფრო ხშირად ავადდებიან I ჯგუფის სისხლის მქონე ინდივიდები, ვიდრე დანარჩენი ჯგუფისა. ასევე წყლულოვანი დაავადებებით უმეტესწილად I ჯგუფის სისხლის მქონე ინდივიდები ავადდებიან. ისეთი პათოლოგიები, როგორიცაა ღვიძლის ციროზი, კუჭქვეშა ჯირკვლის და საყლაპავი მილის ავთვისებიანი სიმსივნეები, ჰიპოფიზისა და სანერწყვე ჯირკვლების სიმსივნით უფრო მეტად ავადდებიან II ჯგუფის სისხლის მქონე ინდივიდები. ფილტვების ტუბერკულოზი უფრო ხშირია III ჯგუფის სისხლის მქონე ინდივიდებში. სისხლის IV ჯგუფის მქონე ადამიანებში ხშირია პოლიომიელიტი. აზიაში უფ-

რო მეტად გავრცელებულია III ჯგუფის სისხლი, რადგან ამ ჯგუფის სისხლის მქონე ინდივიდები უფრო მდგრადნი არიან შავი ჭირის მიმართ. ავსტრალიის აბორიგენებში III-IV ჯგუფის სისხლს არ ვხვდებით. ბრაზილიაში (მაგ. ბორერო) I ჯგუფის სისხლია გავრცელებული 100% -ში. როგორც მრავალი თანამედროვე ავტორი აღნიშნავს, თანამედროვე პირობებს ყველაზე უკეთ შეგუებულია I ჯგუფის სისხლის მქონე ადამიანები, ვიდრე სხვა ჯგუფის მქონენი.

ჩანასახისა და დედის AB0 სისტემის შეუთავსებლობა გავლენას ახდენს მშობიარობის შედეგზე. 0XA და 0XB ჯგუფის სისხლის მქონე ინდივიდთა ქორწინებისას ჰეტეროზიგოტურ ბავშვთა დაავადების მაჩვენებელი ძალიან დაბალია (21%). დედასთან შეუთავსებლობის გამო. თუ დედა II(A) ჯგუფისაა და ჩანასახი I(0), მშობიარობის მაჩვენებელი ძალიან მაღალია, რადგან შეუთავსებლობას ადგილი არა აქვს.

სისხლის გადასხმის დროს ერთ-ერთ აუცილებელ გასათვალისწინებელ ფაქტორს წარმოადგენს **რეზუს-ფაქტორი**, რომელიც 1940 წელს აღმოაჩინეს მაიმუნების ერთ-ერთ სახეობაში რეზუს მაკაკების სისხლში, (რისთვისაც უწოდეს ეს სახელწოდება). მოგვიანებით ეს ფაქტორი ადამიანებშიც აღმოაჩინეს. ევროპელთა 85%-ს ეს ფაქტორი აქვთ და წარმოადგენენ რეზუს-დადებით ინდივიდებს (Rh+);15% - კი რეზუს-უარყოფითია (Rh-) ე.ი. მათ ანტიგენი არ გააჩნიათ. (ნეგროიდული რასის ადამიანები 100%-ით რეზუსდადებითები არიან). რეზუს ფაქტორის მემკვიდრეობას განსაზღვრავს პირველ ქრომოსომაში ლოკალიზებული სამი C, D, K (შეჭიდული) გენი. რეზუს დადებით ფაქტორს გენის დომინანტური ალელები განსაზღვრავენ, ხოლო უარყოფითს, რეცესიული ალელები. თუ რეზუს დადებითი ადამიანების სისხლს გადაუსხამთ ადამიანს, რომელსაც იგი არა აქვს (რეზუს უარყოფითიანს), მაშინ ამ უკანასკნელში გამომუშავდება სპეციალური აგლუტინინები და ჰემოლიზინები. თუ ასეთ ადამიანებს ხელმეორედ გადაუსხამთ რეზუს-დადებით სისხლს, ამან შეიძლება გამოიწვიოს **ჰემოტრანსფუზიური შოკი**. ასევე იმ შემთხვევაში თუ ქალი რეზუს უარყოფითია, ქმარი რეზუს დადებითი და შვილს გამოჰყვა მამის ფაქტორი (Rh+) პირველმა მშობიარობამ შეიძლება ნორმალურად ჩაიაროს, მაგრამ მშობიარობისას ჩანასახის სისხლის



სურ. 37*რეზუს-ფაქტორის მემკვიდრეობითობა ადამიანში. ა - რეზუს-დადებითი მამა (Rh+); ბ - რეზუს-უარყოფითი დედა (rh); გ - პირველი ფეხმძიმობა, ანტიგენი Rh+ შედის დედის სისხლის მიმოქცევაში და წარმოშობს რეზუს-ანტისხეულებს. ანტისხეულები ცოტაა და ბავშვი იბადება ნორმალური; დ - მეორე ფეხმძიმობა: დედა დამატებით იმუნიზირდება, Rh+ წარმოშობილი რეზუს-ანტისხეულები შედიან დედისაგან ჩანასახის სისხლის მიმოქცევაში და რეაგირებენ მის ერითროციტებთან - ჩანასახი იღუპება* (ლეჟავა თ., 1998).

უჯრედები დაზიანებული პლაცენტიდან ხვდებიან დედის სისხლში (ალბათობა 1:10), სადაც წარმოიშობა Rh+ ფაქტორისადმი ანტისხეულები. განმეორებითი ფეხმძიმობისას სინთეზირებული ანტისხეულები პლაცენტიდან გადადის ჩანასახის სისხლში და შლის Rh+ ანტიგენის მქონე ერითროციტებს (თუ ჩანასახი კვლავ Rh+-ია) და იწყება იმუნოლოგიური კონფლიქტი, რის გამოც ზიანდება ჩანასახიც (ახალშობილის სიყვითლე, წონაში დაკლება, თავბრუხვევა) და დედის ორგანიზმიც. დაღგენილია 300 მშობიარეზე შეუთავსებლობის 1 შემთხვევა. ზოგჯერ ნაყოფი იღუპება. რეზუს-ფაქტორის კონფლიქტის შესაჩერებლად დედის ორგანიზმშის (პირველი 3 დღის განმავლობაში) მშობიარობიდან შეჰყავთ ანტისხეულები a-გლობულინი ანტიგენების საწინააღმდეგოდ (სურ. 37)

სისხლის ჯგუფების ცოდნას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. იგი გამოყენებულია სასამართლო-სამედიცინო პრაქტიკაში. ბოლო წლებში სოციოლოგების მიერ ინტენსიურად მიმდინარეობს სისხლის ჯგუფებთან დაკავშირებული ადამიანთა ხასიათების კვლევა. იაპონელმა მეცნიერმა პოშიტაკე ჰომიმ შეიმუშავა მეთოდი, რომლის საფუძველზე სპეციალური ანკეტური მონაცემები შესაძლებელია სისხლის ჯგუფსა და ადამიანის ხასიათს შორის კორელაციის დადგენა. ასევე ძალზე საინტერესო მონაცემებია მოცემული ფრანგი ჟან-ლუი დეგაღენბის წიგნში „თქვენი სისჯლის ჯგუფის საიდუმლო“.

აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ ყველაზე ტემპერამენტიან ადამიანებად მიჩნეული არიან სისხლის I ჯგუფის მქონე ორივე სქესის წარმომადგენლები.

სქესის განსაზღვრის მექანიზმი

ინდივიდებს შორის ფენოტიპური (გარეგნული) განსხვავება ძირითადად სქესთან არის დაკავშირებული. სასქესო ჰორმონები მრავალი გენის გამოვლენაზე ახდენს გავლენას. სქესი თავის მხრივ გაელენას ახდენს ზოგიერთი გენის გამოვლენაზე. ცალსქესიანი ორგანიზმების რიგ წარმომადგენლებში ნიშნის ჩამოყალიბება მხოლოდ ერთ სქესში ხდება, მეორეში კი ითრგუნება. სქესით განისაზღვრება ყველა ის ნიშანი, რომელიც განაპირობებს მორ-

ფოლოგიურ განსხვავებას მდედრებსა და მამრებს შორის (მაგ. განსხვავებას სხეულის ზომას, ფორმას, შეფერილობას, მამრებში რქების, დეზების, ბიბილოს არსებობა, ხმიანობა და სხვ). სქესის განსაზღვრის მექანიზმი მისი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობის გამო ყოველთვის აინტერესებდა ადამიანს.

არსებობს სქესის განსაზღვრის რამდენიმე მექანიზმი:

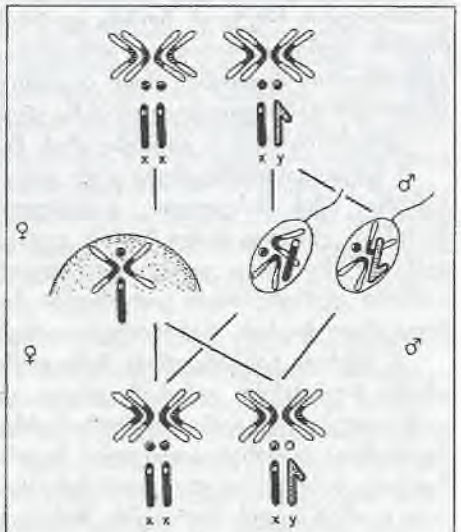
1. სქესი განისაზღვრება ჯერ კიდევ განაყოფიერებამდე (პროგამური) იმის მიხედვით დაღებული კვერცხები თუ როგორი ზომისაა. კერძოდ, დიდი ზომის კვერცხებიდან, რომელიც ციტოპლაზმით მდიდარია ვითარდება მდედრები, ხოლო ციტოპლაზმით ღარიბი კვერცხებიდან ვითარდება მამრები (დამახასიათებელია ზოგიერთი ჭიების, თანაბარფრთიანებისა და სხვ.).

2. სქესის განსაზღვრის შემდგომი მექანიზმი მდგომარეობს იმაში, რომ სქესი განისაზღვრება განაყოფიერების შემდეგ და დამოკიდებულია გარემოს პირობებზე (ეპიგამური ანუ ფენოტიპური მექანიზმი). დამახასიათებელია ზღვის ჭია ბონელიასათვის (რომელსაც ბისექსუალური (ორსქესიანი) ლარვა ახასიათებს). თუ მისი ლარვა დედის ხორთუმზე მოხვდა, ყალიბდება მამრად, ხოლო თუ ზღვის ფსკერზე, მდედრად.

3. სქესის განსაზღვრის მესამე მექანიზმისას - იგი განისაზღვრება განაყოფიერების მომენტში (როდესაც სპერმატოზოიდი უერთდება კვერცხუჯრედს) და დამოკიდებულია ზიგოტის ქრომოსომულ კომპლექტზე. (სინგამური ანუ გენოტიპური მექანიზმი). ამ დროს მდედრი და მამრი ინდივიდები თანაბარი რაოდენობით ჩნდებიან. ამ მექანიზმში გამოყოფენ რამდენიმე ტიპს:

I ტიპში გაერთიანებულ ინდივიდებს ახასიათებთ მდედრობითი სქესის ჰომოგამეტურობა (XX) და მამრობითი სქესის ჰეტეროგამეტურობა (XY). სქესის განსაზღვრის ეს ტიპი დამახასიათებელია დროზოფილასა და ადამიანისათვის. მდედრი და მამრი დროზოფილას დიპლოიდური ქრომოსომული კომპლექტი 4 წყვილი ქრომოსომისაგან შედგება, საიდანაც სამი წყვილი აუტოსომაა (ანუ მსგავსი), ხოლო მეოთხე წყვილით მდედრები და მამრები ერთმანეთისგან განსხვავდება. კერძოდ, მდედრს იგი XX ქრომოსომით აქვს წარმოდგენილი. ე.ი. მდედრობითი სქესი ჰომოგამეტურია, და იგი მეიოზის შედეგად ერთი ტიპის კვერცხუჯრედებს წარმოშობს. ხოლო მამას ეს წყვილი წარმოდგენილი აქვს X და

Y ქრომოსომით (ე.ი. მამრობითი სქესი ჰეტეროგამეტურია. იგი წარმოშობს ორი ტიპის სპერმატოზოიდებს. X ქრომოსომიანს და Y ქრომოსომიანს. განაყოფიერებისას თანაბრადაა შესაძლებელი კვერცხუჯრედი გაანაყოფიეროს X ან Y ქრომოსომიანმა სპერმატოზოიდმა. თუ კვერცხუჯრედი გაანაყოფიერა X ქრომოსომიანმა სპერმატოზოიდმა, მიიღება ზიგოტა 2X ქრომოსომით, საიდანაც ვითარდება მდედრობითი სქესის ინდივიდი; ხოლო თუ კვერცხუჯრედი (X) გაანაყოფიერა Y ქრომოსომიანმა სპერმატოზოიდმა, მიიღება ზიგოტა XY ქრომოსომული ნაკრებით, საიდანაც ვითარდება მამრობითი სქესის ინდივიდი (იხ. სქემა. 3)



სქემა 3. სქესის განსაზღვრის მექანიზმი დროზოფილაში

ანალოგიურად ხდება სქესის განსაზღვრა ადამიანშიც. მას დიპლოიდურ კომპლექტში 46 ქრომოსომა აქვს: აქედან მდედრსაც და მამრსაც 22 წყვილი აუტოსომა, ხოლო 23-ე წყვილი სასქესო ქრომოსომებია: ქალებში XX; ხოლო მამაკაცებში XY. განაყოფიერების მექანიზმი და მისგან გარკვეული სქესის განვითარება მიმდინარეობს იმ სქემით, როგორც დროზოფილაში.

მეორე ტიპისათვის დამახასიათებელია მდედრობითი ჰომოგამეტურობა (XX). მამრები ჰეტეროგამეტურია, მათ Y ქრომოსომა არ გააჩნიათ მისი კარიოტიპია X0; მდედრებში ერთი სახის კვერცხუჯრედები ყალიბდება (X-იანები); მამრებში კი სპერმატოზოიდების ნაწილი X ქრომოსომიანია, ხოლო ნაწილი სასქესო ქრომოსომების გარეშეა, მასში მხოლოდ აუტოსომებია. ამ

უკანასკნელმა თუ გაანაყოფიერა კვერცხუჯრედი, მისგან მიიღება X0 ზიგოტა, საიდანაც მამრი ყალიბდება; ხოლო თუ X კვერცხუჯრედი X ქრომოსომიანმა სპერმატოზოიდმა გაანაყოფიერა, ყალიბდება მდედრობითი სქესი (XX). (ახასიათებს ტარაკნებს, კალიებს, კუტკალიებს, ხეშეშფრთიანებს, კიბოსნაირებს, ზოგიერთ ჭიებს და ზოგიერთ ჩანთოსან ძუძუმწოვარს).

სქესის განსაზღვრის მესამე ტიპისას მდედრობითი სქესი ჰეტეროგამეტურია (ZW). მამრობითი კი ჰომოგამეტურია (ZZ) ახასიათებს ზოგიერთ ფრინველს, ქვეწარმავალს, ამფიბიას, თევზს, პეპელას, და ასევე ზოგიერთ ყვავილოვან მცენარეს).

მეოთხე ტიპის დროს მდედრობითი სქესი ჰეტეროგამეტურია, მაგრამ მას მხოლოდ ერთი სასქესო ქრომოსომა აქვს (ZO), მამრობითი სქესი ჰომოგამეტური (ZZ) (ახასიათებს ჩრჩილებს, კალიებს, ბაყაყებს, ხვლიკებს). არსებობს მეხუთე ტიპიც (ჰაპლოდიპლოდია), რომელიც ფუტკრებისათვის არის დამახასიათებელი. როგორც ვიცით, მდედრი ფუტკარი დებს განაყოფიერებულ ანუ დიპლოიდურ კვერცხებს (ქრომოსომათა რიცხვი 16/16), საიდანაც ვითარდება მდედრები და მუშა ფუტკრები; ნაწილი დადებული კვერცხებისა გაუნაყოფიერებელია, (ქრომოსომათა რიცხვი 16) ჰაპლოიდურია, მისგან ვითარდება მამრები (ჰაპლოდიპლოდია).

სახეობათა უმრავლესობაში სქესისთვის დამახასიათებელი ნიშნების განვითარება მიმდინარეობს გენოტიპში მოცემული მემკვიდრული პროგრამის საფუძველზე, მაგრამ ჩამოყალიბებას ზოგჯერ გარემოს ფაქტორებიც განსაზღვრავენ მაგ. ჭია ბონელიაში.

ზოგიერთ სახის თევზი ხასიათდება გუნდური ცხოვრების ნირით. ამ გუნდში მხოლოდ 1 მამრია. რაიმე მიზეზის გამო თუ მოხდა მამრი ინდივიდის დაღუპვა, ერთ-ერთი მდედრი, რომელსაც ყველაზე მეტად აქვს სტრესი, დიდი რაოდენობით გამოეყოფა ადრენალინი და ანდროგენული (მამრობითი) ჰორმონები (როგორც ცნობილია, ორგანიზმში ორივე სქესისათვის დამახასიათებელი ჰორმონები გამოიყოფა, მაგრამ მდედრში ჭარბობს მდედრობითი ჰორმონები, მამრში კი მამრობითი); რის გამოც საკვერცხეები გარდაიქმნება სათესლეებად, რასაც მოყვება გარეგნული ნიშნების ცვლილებაც მამრობითი მიმართულებით.

ჰორმონალურმა დარღვევებმა შეიძლება გამოიწვიოს მრავალი დაავადება, (მორისის სინდრომი, ადრენოგენიტალური და სხვ. სინდრომები).

სქესი შეიძლება ხელოვნურად შევცვალოთ ამფიბიებში, თევზებში, ფრინველებში, თუ საკვებს, რომლითაც მათ ვკვებავთ,

დავუმატებთ სათანადო ჰორმონებს (ან ესტროგენებს, ან ტესტოსტერონს).

ზოჯერ რქოსან პირუტყვში განსხვავებული სქესის ტყუპიანობის დროს ადგილი აქვს მამრობითი სასქესო ჰორმონების გადასვლას ტყუპისცალში – მდედრობით სქესში, რის შედეგადაც მდედრი ხდება ინტერსექსუალური, მისი სასქესო ნიშნები განიცდის მასკულინიზაციას.

ადამიანებში (ჰომოსექსუალებში) სქესის რევერსია ხდება ოპერაციული გზით.

სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეობა

სქესი არის მორფოლოგიური და ფიზიოლოგიური ნიშან-თვისებების ერთობლიობა, რომელიც უზრუნველყოფს მის მონაწილეობას ახალ სახეობათა წარმოქმნასა და გამეტების მეშვეობით მემკვიდრული ინფორმაციის გადაცემაში.

იმ ნიშანთა მემკვიდრეობას, რომელთა განმსაზღვრელი გენები სასქესო ქრომოსომებშია მოთავსებული – სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეობა ეწოდება. ამ დროს მემკვიდრული ნიშნების გადაცემა ხორციელდება X და Y ქრომოსომების საშუალებით. მორგანმა დროზოფილას მაგალითზე დაადგინა, რომ თვალის ფერის განმსაზღვრელი გენები მოთავსებულია X ქრომოსომაში, Y ქრომოსომაში კი იგი არ მოიპოვება, ამ ნიშნის მიხედვით ეს ქრომოსომა გენეტიკურად ინერტულია. დროზოფილას X ქრომოსომა გარდა თვალის შეფერილობის გენებისა, შეიცავს მრავალ გენს. ამჟამად დროზოფილას X ქრომოსომაში 500 გენის ლოკუსია განსაზღვრული. გამოელენილია Y ქრომოსომაში ლოკალიზებული გენებიც.

სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეობის შესასწავლად თ. მორგანმა გამოიყენა რეციპროკული შეჯვარება – ე.ი. შეჯვარება, რომელიც განისაზღვრება იმის მიხედვით, თუ რომელი სქესის მშობელს (მდედრს თუ მამრს) შეაქვს ზიგოტაში გენის დომინანტი ან რეცესიული ალელი. მორგანმა წითელთვალიანი მდედრი და თეთრთვალიანი მამრი დროზოფილას შეჯვარებისას ნახა, რომ ყველა მამრი ინდივიდი აღმოჩნდა წითელთვლიანი, მდედრები კი თეთრთვლიანი ე.ი. ადგილი ჰქონდა „კრის-კროს“ ანუ ჯვარედინ მემკვიდრეობას – დედის ნიშანი მიიღო მამრობითმა ინდივიდებმა და პირიქით. მორგანმა ივარაუდა, რომ თვალის შეფერილობის განმსაზღვრელი გენები მოთავსებულია X ქრომოსომაში, Y ქრომოსომა კი ინერტულია, არ შეიცავს ამ გენებს. მდედრის ორივე X ქრომოსომაში მოთავსებულია თვალის (წითელი) ფერის განმსაზღვრელი დომინანტური ალელი – W^+W^+ (ჰომოზიგოტურია); ხოლო მამრის X ქრომოსომაში მოთავსებულია (ლოკალიზებულია) ამ გენის რეცესიული ალელი – W თვალის თეთრი შეფერილობის განმსაზღვრელი გენი. Y ქრომოსომაში, (როგორც აღვნიშნეთ) იგი არაა. ე.ი. მამრი თვალის შეფერილობის განმსაზღვრელი გენის მხოლოდ 1 დოზას (X) შეიცავს და ამიტომ ასეთ მდგომარეობას ჰემიზიგოტური ეწოდება (ჰემი-ნახევარი) ხოლო ორგანიზმს, რომელსაც ასეთი გენოტიპი აქვს, ჰემიზიგოტა. ე.ი. ჰემიზიგოტურ ორგანიზმში გენი ცალადაა წარმოდგენილი და არა წყვილადი სახით. მორგანმა ამის შემდეგ ჩაატარა შებრუნებული (რეციპროკული) შეჯვარება. ამჯერად მდედრები იყო თეთრთვალა, მამრები კი წითელთვალა. F_1 თაობაში მდედრებმა შეითვისეს მამის ნიშანი – წითელთვალიანობა, მამრებმა კი მდედრის ნიშანი თეთრთვალიანობა. ე.ი. აქაც ადგილი ჰქონდა „კრის-კროს“ ანუ ჯვარედინ მემკვიდრეობას. დედის ნიშანი მიიღო მამრობითმა ინდივიდებმა და პირიქით.

X ქრომოსომა გვხვდება, როგორც ქალის ისე მამაკაცის კარიოტაში, ამიტომ ნიშნები, რომელთა განმაპირობებელი გენები მოთავსებულია X ქრომოსომაში, ყალიბდება, როგორც მდედრობით, ისე მამრობით ორგანიზმებში. ქალები (როგორც ჰომოგამეტური სქესის XX წარმომადგენლები) მას იღებენ როგორც დედის კვერცხუჯრედიდან, ისე მამის სპერმატოზოიდიდან (რადგანაც მამრები ორი კატეგორიის X-იან და Y-იან სპერმატოზოიდებს წარმოქმნის) რის შედეგადაც მიიღება XX-ის ზიგოტა, ხოლო მამაკაცები (როგორც ჰეტეროგამეტური სქესის წარმომადგენლები) X ქრომოსომას იღებენ მდედრიდან და გადასცემენ მხოლოდ თავიანთ ქალიშვილებს.

X ქრომოსომასთან შეჭიდულ პათოლოგიას მიეკუთვნება: ჰემოფილია, დალტონიზმი, ქათმის სიბრმავე, საოფლე ჯირკვლების განუვითარებლობა, უმაქრო დიაბეტი, აგამოგლობულინემია, კბილებზე მინანქრის განუვითარებლობა. დიუშენის მიოპათია, ლიბერის მხედველობითი ნერვის ატროფია, ფოლიკულური კერატოზი და სხვ. ამ დაავადებათა რიცხვი დღეს 170-ზე მეტია.

დალტონიზმი მემკვიდრეობითი ფერის შეცნობის მოშლაა, რომლის განმაპირობებელი გენები მოთავსებულია X ქრომოსომაში და ჰემიზიგოტურ მდგომარეობაშია (ნახევარი დოზითაა წარმოდგენილი). დალტონიკი მამაკაცის X^XY და ნორმალური ქალის XX შეულლებისას ვითარდება ნორმალური ვაჟები; ხოლო ქალები – გარეგნულად ჯანმრთელები, მაგრამ გენის მატარებლები (ჰეტეროზიგოტები). თუ ასეთი ჰეტეროზიგოტი X^XX ქალი შეულლდა ნორმალურ-ჯანმრთელ მამაკაცთან მათი ვაჟიშვილების ნახევარი – დალტონიკი იქნება X^XY, ხოლო ნახევარი ჯანმრთელი XY.

ქალების ნახევარი გენის მატარებელი – გარეგნულად ჯანმრთელი $X^{x}X$, ხოლო ნახევარი გენეტიკურად ნორმალური (XX).

ჰემოფილიის გენი (სისხლის შეუდედებლობა) ასევე X ქრომოსომაშია ლოკალიზებული და სქესთანაა შეჭიდული. ჰემოფილიის გენის მატარებელია ქალები, დაავადება დამახასიათებელია (გამოვლინდება) მამაკაცებისთვის. მისი განმსაზღვრელი გენი მოთავსებულია ქალის ერთერთ (X^{0}) ქრომოსომაში. ქალი ფენოტიპურად ჯანმრთელია. თუ ვაჟმა დედისგან მიიღო X ქრომოსომა, რომელიც გენის მატარებელი არაა, ასეთი ვაჟები ჯანმრთელებია, მაგრამ თუ ზიგოტაში მოხვედრილია ჰემოფილიის გენის მატარებელი X^{0} ქრომოსომა, მაშინ ასეთი ზიგოტიდან $X^{0}Y$ განვითარებული ვაჟები ჰემოფილიკებია. ამ დროს მის ორგანიზმში თითქმის არ გამომუშავდება სისხლის შედედებისთვის საჭირო ცილა (VIII -ფაქტორი–ფიბრინოგენი), ან IX ფაქტორი (თრომბოპლასტინი), რის გამოც ადამიანი უმნიშვნელო განაკვრითაც კი იღუპება სისხლის დენით. ამჟამად ჰემოფილია კონტროლირდება (მაგრამ არ იკურნება) შედედების ფაქტორის შეყვანით, რისი წყალობითაც ისინი ასწრებენ შთამომავლობის დატოვებას. თუ ასეთი ვაჟი დაქორწინდა ($X^{0}Y$) ჰემოფილიის გენით მატარებელი ქალზე (XX^{0}), მაშინ გოგონა–შვილი მამისგანაც მიიღებს ჰემოფილიის მატარებელ გენს (X^{0}) და დედისგანაც (X^{0}) იგი ჰემოფილიით იქნება დაავადებული, რაც ძალზე იშვიათი შემთხვევაა. ჰემოფილიის გენის მატარებელი იყო დიდი ბრიტანეთის დედოფალი ვიქტორია, რომელმაც ვაჟიშვილს და 2 ქალიშვილს გადასცა ეს გენები, რომლებმაც იგი გაავრცელეს ევროპის ზოგიერთ ქვეყნებში (პრუსია, ესპანეთი) და ასევე რუსეთში. ამიტომ ჰემოფილიას „სამეფო დაავადებასაც“ უწოდებენ.

ცნობილია რამდენიმე ნიშანი, რომელთა გენები ლოკალიზებულია Y ქრომოსომაში. ასეთი ნიშნები შემკვიდრეობით მხოლოდ მამიდან ვაჟიშვილზე გადადის და მას **ჰოლანდრული ნიშნები** ეწოდება. Y ქრომოსომასთან შეჭიდული ნიშნის მაგალითია ლამბერტოს კანის ეკლის მსგავსი საფარი, თითებს შუა აპკის განვითარება (სინდაქტილია). ყურის ნიჟარის კიდის თმიანობა (ჰიპერტრიქოზი), ქსოვილთშეუთავსებლობის ანტიგენის და სათესლე ჯირკვლების განვითარების განმაპირობებელი გენები და ა.შ.

გენთა შეჭიდულობა და კროსინგოვერი

ცოცხალ ორგანიზმებს გენთა რიცხვი იმაზე მეტი აქვთ, ვიდრე ქრომოსომების რაოდენობა, რაც იმით აიხსნება, რომ ერთ ქრომოსომაში ლოკალიზებულია გენების ბლოკები, რომლებიც

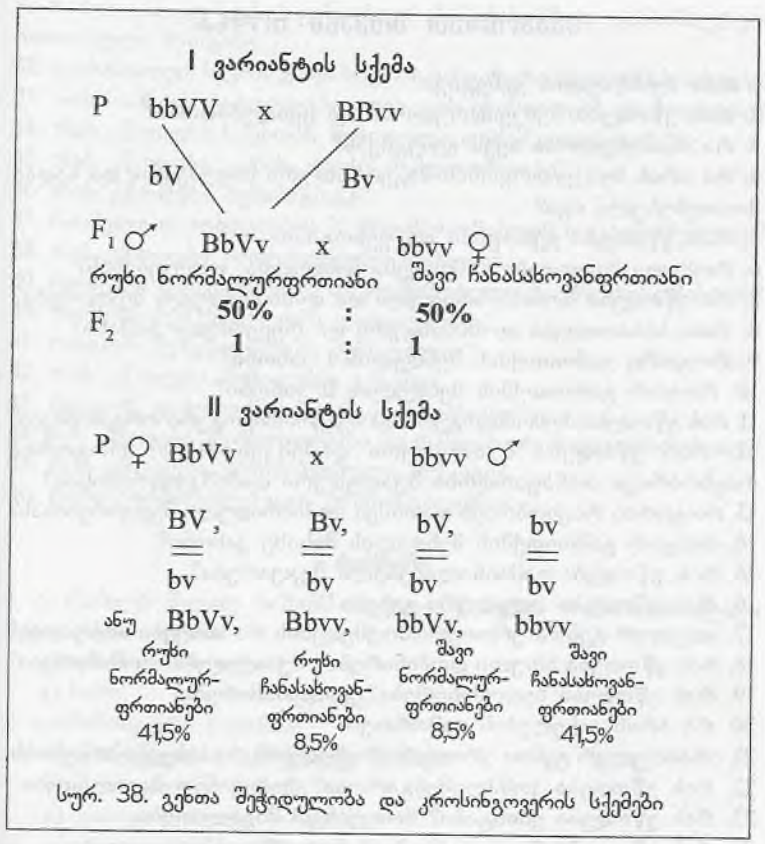
ერთმანეთთან შეჭიდულია. ადამიანს 50–დან 100000–მდე გენი აქვს, რომელიც 46 ქრომოსომაშია მოთავსებული, დროზოფილას 7000 გენი 8 ქრომოსომაშია ლოკალიზებული და ა.შ. ერთ ქრომოსომაში ლოკალიზებული გენების შეჭიდულობის მოვლენა 1906წ. მცენარე არჯაკელში აღწერა ვ. ბეტსონმა და ე. პენეტიმ. შემდგომში ეს მოვლენა დროზოფილაზე (1914წ) შეისწავლა თ. მორგანმა და მისმა თანამშრომლებმა. გენებს, რომლებიც ლოკალიზებულია ერთსა და იმავე ქრომოსომაში და ერთობლივად მემკვიდრეობენ, **შეჭიდული გენები ეწოდება.** ყოველ სახეობაში შეჭიდულ გენთა ჯგუფების რაოდენობა ქრომოსომთა ჰაპლოიდური რიცხვის ტოლია. მაგ. ადამიანის იგი 23, დროზოფილას – 4 შიმპანზეს - 24 და ა.შ. აქვს. ერთ ქრომოსომაში ლოკალიზებული გენების შეჭიდულად, ერთობლივად გადაცემის მოვლენა **მორგანის კანონის სახელწოდებით** არის ცნობილი. შეჭიდული გენები დამოუკიდებლად განაწილებას არ ამჟღავნებენ. გენთა შეჭიდულობა აბსოლუტური არ არის. იგი ზოგჯერ ირღვევა, რის გამოც შეჭიდული გენები სხვადასხვა ქრომოსომაში ხვდებიან.

მორგანმა ჩაატარა დიჰიბრიდული შეჯვარება, რისთვისაც შავსხეულიანი და ნორმალურფრთებიანი დროზოფილები bbVV შეაჯვარა რუხსხეულიან და ჩანასახოვან ფრთიან BBvv ინდივიდებს. F_1 თაობაში მიღებული იქნა რუხსხეულიანი და ნორმალურფრთიანი ჰეტეროზიგოტა ინდივიდები BbVv. ე.ი. რუხი სხეული (BB) და ნორმალური ფრთები (VV) დომინანტური ნიშანია. შემდგომ მორგანმა ჩაატარა გამაანალიზებელი შეჯვარება. მიღებული დიჰეტეროზიგოტების მამრები შეაჯვარა წმინდა რეცესიულ მდედრ ინდივიდებთან (bbvv), რის შედეგადაც მიღებული იქნა მშობლების მსგავსი შთამომავლობა თანაბარი რაოდენობით; კერძოდ, 50% შავი და ნორმალურფრთიანები იყო, ხოლო 50% რუხი ჩანასახოვანფრთიანი ე.ი. ხდებოდა დათიშვა თანაფარდობით 1:1. ამ დროს მხოლოდ ორი ტიპის bV და Bv გამეტები წარმოიქმნება, რის გამოც ახალი კომბინაციები არ მიიღება. სხეულის შეფერილობისა და ფრთის ფორმის განმსაზღვრელი გენები ერთსა და იმავე ქრომოსომაში იყო ლოკალიზებული და ერთად გადაეცემოდა (სურ. 38, I ვარიანტი).

მორგანმა მეორე ვარიანტში მოახდინა რეციპროკული - შებრუნებული შეჯვარება. F_1 თაობაში მიღებული დიჰეტეროზიგოტული მდედრი ბუზები BbVv შეუჯვარა წმინდა რეცესიულ მამრებს bbvv.

F_2 თაობაში წარმოქმნილი ინდივიდები ახალი კომბინაციის შედეგად არიან მიღებული. ამასთან, საწყისი მშობლიური ინდივიდები მიიღებოდა დიდი რაოდენობით 83% (41,5+41,5), ხოლო ჰიბრიდული - ახალი ნიშან-თვისებების მქონე ინდივიდები 17%(8,5+8,5). ეს მოვლენა ინდივიდების ჰომოლოგიურ ქრომოსომებს შორის იდენტური უბნების, მასში მოთავსებული გენებითურთ გაცვლის (გადაჯვარედინება) გაცვლის ანუ კროსინგოვერის შედეგად არის მიღებული. კროსინგოვერის აღგილი აქვს მეიოზის პაქინემის სტადიაზე. მიღებულ ინდივიდებს **კროსოვერული** ინდივიდები ეწოდება, ხოლო მშობლების მსგავსს ინდივიდებს, რომლებიც არ განიცდის უბნების გაცვლას (კროსინგოვერს) **არაკროსოვერული** რადგან ქრომოსომათა ჰომოლოგიურ უბნებს შორის აღგილი აქვს უბნების გაცვლას, ამით დგინდება, რომ შეჭიდულობა სრული არ არის, რის გამოც აღგილი აქვს მშობლიური ფორმებისაგან განსხვავებული ინდივიდების წარმოქმნას (17%) (სურათი 38, II ვარიანტი).

ა. სტერტევანტმა დაადგინა, რომ ქრომოსომაში გენები ხაზობრივადაა განლაგებული (ქრომოსომაში გენთა ხაზობრივად განლაგების კანონი) კროსინგოვერის სიხშირე გენთა შორის მანძილზეა დამოკიდებული. კერძოდ, რაც უფრო მცირეა მანძილი გენებს შორის, მით მეტია მათ შორის შეჭიდულების ძალა და გაძნელებულია უბნების გაცვლა, ხოლო შორს მდებარე გენთა შორის იგი დიდი სიხშირით მიმდინარეობს, რადგანაც გენთა შორის შეჭიდულება სუსტია, ე.ი. კროსინგოვერის პროცენტი გენთა შეჭიდულობის დონეს გამოხატავს. გენთა შორის შეჭიდულობის ძალა მათ შორის მანძილის უკუპროპორციულია. გენთა შორის მანძილის ერთეული არის სანტიმორგანიდა (თ. მორგანის პატივსაცემად) კროსინგოვერის 1% ტოლია - 1cm-ს. ქრომოსომაში გენების განლაგების სქემას **გენეტიკური რუკები** ეწოდება, გენის ლოკალიზაციის აღგილს რუკაზე კი **ლოკუსი**. ე.ი. გენეტიკური რუკა სწორხაზოვანი მონაკვეთია, სადაც სქემატურად აღნიშნულია გენების განლაგების თანმიმდევრობა ქრომოსომაში და ნაჩვენებია მანძილი მათ შორის მორგანიდებში. გენეტიკური რუკები შედგენილია მრავალ მცენარესა და ცხოველზე. ადამიანის გენეტიკური რუკების შესასწავლად იყენებენ სომატურ უჯრედთა ჰიბრიდიზაციის და მოლეკულური გენეტიკის მეთოდებს. ამჟამად მრავალ ქვეყანაში მუშავდება ერთიანი საერთაშორისო პროგრამა „ადამიანის გენომი“. ადამიანის გენეტიკური რუკების შესწავლა რთულია, მისი დამთავრება დაგეგმილია (აშშ) 2021 წლისთვის. უკვე ამოხსნილია ასობით გენის ლოკალიზაციის აღგილი. ქრომოსომებში გენების კარგირებას არა მარტო შემეც-



სურ. 38. გენთა შეჭიდულობა და კროსინგოვერის სქემები

ნებითი, არამედ პრაქტიკული მნიშვნელობაც აქვს. მისი საშუალებით შესაძლებელი იქნება მრავალი მემკვიდრული დაავადების პროფილაქტიკა და მკურნალობა.

კროსინგოვერი დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე: ორგანიზმის ცხოველმყოფელობაზე, ასაკზე, სქესზე, ტემპერატურაზე, კვებაზე, რადიაციაზე, ჰორმონებზე, წამლებსა და სხვა მუტაგენურ ფაქტორებზე.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა:

1. რას შეისწავლის გენეტიკა?
2. რას ეწოდება მემკვიდრულობა და ცვალებადობა?
3. რა მნიშვნელობა აქვს გენეტიკას?
4. რა არის მემკვიდრეობის მატერიალური საფუძველი და სადაა მოთავსებული იგი?
5. რას ეწოდება გენოტიპი და ფენოტიპი.
6. რომელი მეთოდები გამოიყენა მენდელმა კვლევებისას?
7. რა ეწოდება მონოჰიბრიდული და დიჰიბრიდული შეჯვარება?
8. რით ხასიათდება დომინანტური და რეცესიული ნიშანი?
9. როგორც გამოითქმის მენდელის I კანონი?
10. როგორ გამოითქმის მენდელის II კანონი?
11. რას ეწოდება ჰომოზიგოტური და ჰეტეროზიგოტური ორგანიზმები?
12. რას ეწოდება შუალედური დამემკვიდრება? როგორია რიცხობრივი თანაფარდობა შუალედური დამემკვიდრებისას?
13. როგორია რიცხობრივი დათიშვა დიჰიბრიდული შეჯვარებისას?
14. როგორ გამოითქმის მენდელის მესამე კანონი?
15. რას ეწოდება გამაანალიზებელი შეჯვარება?
16. რას ეწოდება ალელური გენები?
17. ალელურ გენთა ურთიერთმოქმედების რა სახეები არსებობს?
18. რას ეწოდება სრული დომინირება? შუალედური დომინირება?
19. რას ეწოდება ზედმინირება? კოდომინირება?
20. რა არის ალელების გამორთვა?
21. არაალელურ გენთა ურთიერთმოქმედების რა სახეები არსებობს.
22. რას ეწოდება კომპლიმენტარობა? მოიყვანეთ მაგალითები.
23. რას ეწოდება ეპისტაზი? მოიყვანეთ მაგალითები.
25. რას ეწოდება პლეიოტროპია? მოიყვანეთ მაგალითები.
26. რას ეწოდება მრავლობითი ალელიზმი?
27. რა განსაზღვრავს სისხლის ჯგუფობრიობის ABO სისტემაში?
28. რაზეა დამოკიდებული სისხლის გადასხმა სხვადასხვა ჯგუფებს შორის?
29. დაასახელეთ დაავადებები, რომელიც სისხლის ჯგუფობრიობით შეიძლება იყოს განპირობებული.
30. რა არის რეზუს ფაქტორი და რა დროს არის მისი გათვალისწინება აუცილებელი?

31. ჩამოთვალეთ სქესის განსაზღვრის მექანიზმები. განსაზღვრეთ თითოეული მათგანი.
32. დაახასიათეთ სქესის განსაზღვრის სინგამური მექანიზმის სახეები.
33. რას ნიშნავს ჰაპლოდიპლიდია, ვის ახასიათებს ეს მოვლენა?
34. რას ეწოდება სქესთან შეჭიდული დამემკვიდრება?
35. რას ეწოდება „კრის-კროს“ მემკვიდრეობა?
36. რას ეწოდება ჰემიზიგოტა?
37. რომელი დაავადებებია X ქრომოსომასთან დაკავშირებული?
38. რას ეწოდება ჰოლანდრული ნიშნები?
39. რომელი დაავადებებია დაკავშირებული Y ქრომოსომასთან?
40. როგორ მემკვიდრეობს დალტონიზმი?
41. როგორ მემკვიდრეობს ჰემოფილია?
42. რას ეწოდება შეჭიდული გენები?
43. როგორ გამოითქმის მორგანის კანონი?
44. რას ეწოდება კროსინგოვერი და რასთან არის დაკავშირებული?
45. რას ეწოდება ქრომოსომული რუკები?
46. რაზეა დამოკიდებული კროსინგოვერი?

ტესტები

1. ა. რამდენ წყვილ ნიშანს ითვალისწინებენ მონოჰიბრიდული შეჯვარების დროს
   ა) ერთს; ბ) ორს;
   გ) სამს დ) ოთხს და მეტს.
2. დომინანტური ნიშანია:
   ა) გარეგნულად გამქრალი ნიშანი
   ბ) შუალედური ნიშანი
   გ) გაბატონებული ნიშანი
   დ) ყველა პასუხი სწორია
3. რეცესიულია ნიშანი:
   ა) გარეგნულად გამქრალი;
   ბ) მკვეთრად გამოხატული;
   გ) შუალედური ნიშანი
   დ) ყველა პასუხი სწორია
4. რით არის გამოწვეული ჰიბრიდთა I თაობის ერთგვაროვნება მონო და დიჰიბრიდული შეჯვარებისას როცა:

ა) მშობლიური ფორმები ჰომოზიგოტებია;
ბ) ერთ-ერთი მშობელი ჰეტეროზიგოტია;
გ) ორივე მშობელი ჰეტეროზიგოტია;
დ) ორივე მშობლიური ფორმა ჰეტეროგამეტურია

5. როდის მოხდება ჰიბრიდთა მეორე თაობაში დათიშვა თანაფარდობით 3:1:
ა) თუ შესაჯვარებელი ინდივიდები ჰომოზიგოტებია;
ბ) თუ შესაჯვარებელი ინდივიდები ჰეტეროზიგოტებია;
გ) თუ შესაჯვარებელი ერთ-ერთი ინდივიდი ჰეტეროზიგოტია;
დ) ყველა პასუხი სწორია.

6. როდის მოხდება ჰიბრიდთა პირველ თაობაში დათიშვა თანაფარდობით 1:1:
ა) თუ შესაჯვარებელი ორივე ფორმა ჰომოზიგოტია;
ბ) თუ შესაჯვარებელი ორივე ფორმა ჰეტეროზიგოტია;
გ) თუ შესაჯვარებელი ერთ-ერთი ფორმა რეცესიული ჰომოზიგოტია, მეორე კი ჰეტეროზიგოტი;
დ) ყველა პასუხი სწორია.

7. დამტვერვის რომელ ხერხს იყენებდა მენდელი მეორე თაობის ჰიბრიდების მისაღებად:
ა) ჯვარედინი;
ბ) თვითდამტვერვა;
გ) ხელოვნური;
დ) ჯვარედინი მწერებით.

8. რამდენი ურთიერთსაწინააღმდეგო ნიშან-თვისებაა გათვალისწინებული პოლიჰიბრიდის შეჯვარების დროს:
ა) ერთი გ) სამი
ბ) ორი დ) მრავალი.

9. მონოჰიბრიდული შეჯვარებისას F_2 თაობაში მიიღება:
ა). ფენოტიპური შეფარდებით 3:1 გ) 4 ფენოტიპი 9:3:3:1
ბ). ფენოტიპი შეფარდებით 4:1 დ) ფენოტიპი 1:2:1

10. დროზოფილას, ძუძუმწოვრების და ადამიანის მდედრობითი სქესი ჰომოგამეტურია, მამრობითი კი ჰეტეროგამეტური. ფრინველებში ჰომოგამეტურია მამრობითი სქესი, მდედრობითი კი ჰეტეროგამეტური როგორი სასქესო ქრომოსომებია მდედრი დროზოფილას უჯრედებში:
ა) XX; ბ) X0; გ) XY დ) X

11. ალელური გენების ურთიერთმოქმედების სახეებია:
ა) სრული დომინირება, შუალედური დომინირება, კოდომინირება, მედომინირება, ალელების გამორთვა
ბ) სრული დომინირება, მედომინირება, მდებარეობის ეფექტი;
გ) კოდომინირება, ალელების გამორთვა, ეპისტაზი
დ) ყველა პასუხი სწორია.

12. არაალელური გენების ურთიერთმოქმედების სახეებია:
ა) მედომინირება, კოდომინირება, ეპისტაზი, კომპლემენტარობა;
ბ) კომპლიმენტარობა, ეპისტაზი, პოლიმერია, პლეიოტროპია;
გ) პოლიმერია, პლეიოტროპია, კოდომინირება, კომპლიმენტარობა;
დ) სრული დომინირება, ეპისტაზი, პოლიმერია, პლეიტროპია.

13. არსებობს სქესის განსაზღვრის შემდეგი ტიპები:
ა) პროგამური, ჰაპლოდიპლიდია, სინგამური.
ბ) ეპიგამური, სინგამური, ჰაპლოდიპლიდია
გ) პროგამური, ეპიგამური, სინგამური;
დ) პროგამური, ჰომოგამეტური, სინგამური.

14. სქესთან შეჭიდული და მემკვიდრეობა ეწოდება
ა) სასქესო ქრომოსომებთან დაკავშირებულ ნიშანთა მემკვიდრეობას;
ბ) აუტოსომასთან დაკავშირებულ ნიშნის მემკვიდრეობას;
გ) კარიოტიპთან დაკავშირებულ მემკვიდრეობას;
დ) ყველა პასუხი სწორია.

15. ჰემიზიგოტა ეწოდება:
ა) ორგანიზმს, რომელშიც გენი ცალადაა წარმოდგენილი და არა წყვილი ალელის სახით.
ბ) ორგანიზმს, რომელშიაც გენი წყვილი სახითაა წარმოდგენილი.
გ) ორგანიზმს, რომელშიც დომინანტური და რეცესიული ნიშან-თვისებები თანაბარი რაოდენობითაა
დ) ყველა პასუხი სწორია

16. „კრის-კროს“ მემკვიდრეობა ეწოდება
ა) როდესაც მდედრის ნიშანს ღებულობს მამრი, მამრისას კი მდედრი.
ბ) როდესაც მდედრის ნიშანს ითვისებს მდედრი
გ) მდედრის ნიშანს ღებულობს მამრი

დ) მამრის ნიშანს ღებულობს მამრი.

17. შეჭიდული გენები ეწოდება:
ა) გენები, რომლებიც ლოკალიზებულია ერთ ქრომოსომაში;
ბ) გენები, რომლებიც ჰომოლოგიურ ქრომოსომებშია მოთავსებული;
გ) გენები, რომელიც აუტოსომებშია მოთავსებული;
დ) ყველა პასუხი სწორია.

18. გენეტიკური რუკა ეწოდება:
ა) ქრომოსომაში გენთა სწორსაზოვან განლაგებას;
ბ) გენის ლოკალიზაციის ადგილს ქრომოსომაში;
გ) ქრომოსომაში გენების განლაგების სქემას;
დ) გენებს შორის მანძილს.

ლიტერატურა: 1, 6, 11, 12, 14, 17, 20, 30, 37, 38, 39, 40, 61, 63, 72.

თავი IX

მოდიფიკაციური ანუ ფენოტიპური ცვალებადობა

ცვალებადობა ორგანიზმის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი თვისებაა – იგი ახალი ნიშან-თვისებებს შეძენის პროცესია. არსებობს: 1. მემკვიდრული ცვალებადობა, რომლის დროსაც ადგილი აქვს გენოტიპის ცვლილებას. 2. არამემკვიდრული ცვალებადობა, რომლის დროსაც არ იცვლება ორგანიზმის გენოტიპი, იცვლება მხოლოდ ფენოტიპი (გარეგნული ნიშნები). იგი შთამომავლობით არ გადაეცემა. გარემო პირობების მოქმედებით გამოწვეულ ცვალებადობას (რომლის დროსაც იცვლება ფენოოტიპი და არა გენოტიპი მოდიფიკაციურს უწოდებენ. მას ახასიათებს შემდეგი ნიშნები: გარემოს მოქმედებით შესაბამისი ანუ ადექვატური ცვლილებების წარმოშობა; 2) ცვლილება მასიურია 3) ცვლილება შექცევადია; 4) მოდიფიკაციების უმრავლესობა ხანმოკლეა.

გენოტიპი, რომ ფენოტიპურად გამომჟღავნდეს, აუცილებელია შესაბამისი პირობები. მაგ. მცენარე მწვანე ფერის რომ იყოს ქლოროპლასტების არსებობა არაა საკმარისი, ამისათვის აუცილებელია სინათლეც. ადამიანი რომ ნორმალურად განვითარდეს, აუცილებელია არა მარტო შესაბამისი გენოტიპი, არამედ შესაფერისი გარემოც, თუ ბავშვის საკვებ რაციონს აკლია იოდი შეიძლება გამოიწვიოს კრეტინიზმი, ავიტამინოზი და ჰიპოვიტამინოზი ორსულ ქალებში იწვევს ნაყოფის „მგლის სახის“ განვითარებას. გენოტიპით განსაზღვრული ნიშნის გამოვლენის ხარისხს რეაციის ნორმა ეწოდება ნიშნის გამოვლენის ხარისხი დამოკიდებულია გარემო ფაქტორების სიძლიერეზე. მაგ. ადამიანში ჭორფლიანობას იწვევს დომინანტური გენი, მისი განვითარების ხარისხი დამოკიდებულია მზეზე ყოფნის ხანგრძლივობაზე. ასევე ფიზიკური ვარჯიში გავლენას ახდენს მუსკულატურის განვითარების ხარისხზე. მოდიფიკაციის გამომწვევი ფაქტორია: განათებულობა, ტემპერატურა, ტენიანობა, საკვები და სხვ. მაგ. ჩინური ფურისულა დაბალ ტემპერატურაზე 14-28-ზე ივითარებს წითელ ყვავილებს, ხოლო მაღალზე 30-35°-ზე თეთრ ყვავილებს. ასევე სიამის კატებში და ბოცვრებში ბეწვის შეფერილობა იცვლება ტემპერატურის მიხედვით.

მოდიფიკაციურ ცვალებადობას აქვს შეგუების უნარი. ზოგიერთი ორგანიზმი სეზონების შესაბამისად იცვლის ფერს. (მაგ.: ზამთარში თეთრი ფერი) პოლარულ ცხოველებში: თეთრი მელა, თეთრი გნოლი, კურდღელი და სხვ. მოდიფიკაციური ცვალებადობა შექცევადია, თუ გამომწვევი ფაქტორები ორგანიზმზე აღარ მოქმედებს, ცვლილება თანდათან ქრება. მაგ. ნამზეურობა კანზე ქრება, თუ მზის სხივები აღარ მოქმედებს ორგანიზმზე; ავიტამინოზებით გამოწვეული დაავადებები სურავანდი, ბერი-ბერი იკურნება ვიტამინებით მდიდარი საკვების მიღების შემდეგ. მაღალ მთაში ყოფნისას სისხლში მატულობს ერითროციტების რაოდენობა, ბარში ჩამოსვლისას კი ნორმას უბრუნდება. თუმცა ზოგიერთი ცვლილება ორგანიზმს მთელი სიცოცხლეც შეიძლება დარჩეს. მაგ. D ვიტამინის ნაკლებობისას ვითარდება რაქიტი - ქვედა კიდურების დეფორმაცია, რომელიც შეიძლება მთელი სიცოცხლე გაჰყვეს ორგანიზმს, თუ მკურნალობა არ ჩაუტარდა. გარემოს ძლიერი ზემოქმედებისას: ქიმიური ნივთიერებები, რადიაცია და სხვა იწვევს სხვადასხვა სიმახინჯეებს - მორფოზებს. იგი შეუქცევადია და არამემკვიდრული. მაგ თუ ორსულმა ქალებმა გადაიტანეს წითელა, ებადებათ კატარაქტით დაავადებული ბავშვი. მორფოზისას შეიმჩნევა ფენოკოპირება, რაც იმას ნიშნავს, რომ ნიშანი (დაავადება) ემგვანება მემკვიდრულს, გარეგნულად, მაგრამ მემკვიდრეობით არ გადაეცემა, რადგანაც გენოტიპში მუტანტური ალელი არ იმყოფება, მაგ. მორფოზით გამოწვეული კატარაქტით დაავადებული ადამიანი არაფრით არ განსხვავდება მემკვიდრული კატარაქტით დაავადებულისაგან (ასევეა ჰიპოსპადია და ფეკომელია), მაგრამ იგი მემკვიდრეობით მის შთამომავლობას არ გადაეცემა.

მემკვიდრული ცვალებადობა, მუტაციები და მისი სახეები

გარდა მოდიფიკაციური ცვალებადობისა, რომელიც არ ცვლის ორგანიზმის გენოტიპს და მემკვიდრეობით არ გადაიცემა, არის მემკვიდრული ცვალებადობა, რომელიც გენოტიპის ცვლილებასთანაა დაკავშირებული და ეს ცვლილება მომდევნო თაობებში გადადის. არსებობს მემკვიდრული ცვალებადობის 2 ფორმა:

კომბინაციური, რომელსაც განაპირობებს მეიოზის დროს ქრომოსომების დამოუკიდებელი განაწილება კროსინგოვერი და განაყოფიერებისას გამეტების შემთხვევითი შერწყმა.

მუტაციურ ცვალებადობას კი განაპირობებენ მუტაციები ორგანიზმის რაიმე ნიშან-თვისების - (გენეტიკური მასალის - მკვეთრ, უეცარ ცვლილებას, რომელიც მემკვიდრეობით გადაეცემა მუტაცია ეწოდება (ლათ. mutatio-ცვლილება) ტერმინი შემოიღო ჰოლანდიელმა ბოტანიკოსმა ჰიუგო დეფრიზმა (1901წ.) იგი შეიძლება გამოწვეული იყოს სპონტანურად (ენდოგენური მოქმედებით ორგანიზმში მეტაბოლიზმის პროდუქტებით, ისე ინდუქციის (გარემო პირობების - ეგზოგენური) ფაქტორების მოქმედებით. მუტაციის წარმოშობის პროცესს მუტაგენეზი ეწოდება, ხოლო მუტაციის გამომწვევ ფაქტორებს მუტაგენური. რომელიც იყოფა ფიზიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ მუტაგენებად.

ფიზიკურ მუტაგენებს მიეკუთვნება: სხვადასხვა სახის გამოსხივება (იონიზაცია), ტემპერატურა, ტენიანობა და სხვ. იწვევენ: 1) ქრომოსომებისა და გენების სტრუქტურის დარღვევას 2) თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნას, რომლებიც მოქმედებენ დნმ-ზე, დიმერების წარმოშობა დნმ-ის ნუკლეოტიდებს შორის (მაგ. თ-თ), იწვევენ ქრომატული თითსტარას დაშლას და სხვ.

ქიმიური მუტაგენები - ბუნებრივი ორგანული და არაორგანული ნივთიერებები (ნიტრიტები, ნიტრატები, ალკალოიდები, ჰორმონები, ფერმენტები და სხვ. სამრეწველო გადამუშავების ნარჩენები: სინთეზური საშუალებები, რომლებიც ადრე არ გეხვდებოდნენ (პესტიციდები, ინსექტიციდები, კონსერვანტები), სამკურნალო პრეპარატები, რომლებმაც შეიძლება გამოიწვიოს ადამიანში დაბადებამდე განვითარების მანკები (იმუნოსუპრესანტები, ზოგიერთი ანტიბიოტიკი, ნარკოტიკები, სინთეზური კორტიკოსტეროიდები და სხვ. ქიმიური მუტაგენები ხასიათდებიან ძლიერი მოქმედებით, იწვევენ გენურ მუტაციებს და მოქმედებენ დნმ-ის რეპლიკაციაზე. მათი მოქმედებით ხდება ნუკლეოტიდების დეზამინირება და ალკირება; აზოტოვანი ფუძეების შეცვლა მისი ანლოგიებით.

ბიოლოგიურ მუგატენებს მიეკუთვნება - არავირუსული პარაზიტული აგენტები (მიკოპლაზმები, ბაქტერიები, რიკეციები), ვირუსები (წითელა, ტიფი, გრიპი); პარაზიტების მეგაბოლიზმის

პროდუქტები (ტოქსოპლაზმა, კატის მწოველა, ტრიქინელა), არავირუსული აგენტები (რომლებიც იწვევენ მიტოზურ და სხვა პროცესებში დარღვევებს, ასევე ქრომოსომებისა და ქრომატიდების დაშლას) და ობის ზოგიერთი სოკოს მიერ გამოყოფილი ტოქსინები, ასევე ვაქცინაცია.

სუპერმუტაგენები - ეს ფაქტორი უფრო სშირად ქიმიური ბუნებისაა, ისინი მუტაციის პროცესს აძლიერებს (მაგ. კოლხიცინი, ეთილენამინი, იპრიტი).

ანტიმუტაგენები მაგ. ანტიოქსიდანტები, სულფანილამიდი, ისინი ამცირებენ მუტაციების სიხშირეს. გამოიყენებიან როგორც რადიოპროტექტორული პრეპარატები.

არსებობს მუტაციების სხვადასხვა კლასიფიკაცია: 1) გენური, ქრომოსომული, გენომური; 2) სპონტანური, ინდუცირებული; 3). დომინანტური, ნახევრად დომინანტური, რეცესიული; 4) ბირთვული, ციტოპლაზმური; 5) გენერაციული; სომატური.

არსებობს სტერილური მუტაციები, რომელიც იწვევს ნაყოფიერების შემცირებას; ასევე ნეიტრალური - იგი არ ეხება ცხოველმყოფელობას; გამაძლიერებელი მუტაციები - რომელიც ზრდის ცხოველმყოფელობისა და ნაყოფიერების პროცესს.

ცნობილია მუტაციები ადამიანში, რომელიც მასში ვლინდება დაავადებების, ნორმიდან გადახრების და სხვა სახით. ადამიანის მრავალი მუტაცია გამოწვეულია ასევე ბიოსფეროს გაბინძურებით, აგრეთვე მანამდე უცნობი ახალი ნივთიერებების შექმნის შედეგად, რომლებიც უარყოფითად ზემოქმედებენ ორგანიზმზე. მუტაციების უმრავლესობას შეუძლია გამოიწვიოს სიკვდილი, სიმახინჯე და სხვადასხვა დაავადებები. დედამიწაზე რადიაციული ფონის გაზრდამ, რაც ატომური ენერგიის გამოყენებასთან არის დაკავშირებული, დააჩქარა სხვადასხვა სახის მუტაციების წარმოშობა. ატომურმა აფეთქებებმა იაპონიის ქალაქებში (ხიროსიმა, ნაგასაკი), ჩერნობილის ავარია, ატომური იარაღის გამოცდები იწვევს არა მარტო მასიურ დაავადებებს, არამედ არახელსაყრელ მემკვიდრულ ცვლილებებს (მაგ. სიმახინჯის მოვლენები, ნაადრევი მშობიარობა, მკვდრადშობადობა და სხვ.).

არის მუტაციები, რომლებიც გავლენას არ ახდენს მათი მატარებლების სიცოცხლისუნარიანობაზე, ამიგომ მათ ნეიტრალურ მუტაციებს უწოდებენ, რითაც ისინი განსხვავდებიან ლეტალური

ანუ დამღუპველი მუტაციებისგან. იშვიათად წარმოიქმნება მუტაციები, რომლებიც ხასიათდებიან დადებითი ეფექტით და გადარჩენის უპირატესობას აძლევენ მფლობელ ინდივიდს. მას **სასარგებლო მუტაციებს** უწოდებენ, რასაც ასევე დიდი მნიშვნელობა აქვს კულტურული ჯიშების მისაღებად სელექციაში.

გენური მუტაციები

გენური მუტაციები - ანუ ცალკეულ გენთა მდგრადი ცვლილებები; იგი გამოწვეულია გენის ქიმიური სტრუქტურის ცვლილებით, რომელიც კორექციის მექანიზმს არ ექვემდებარება და მეორდებიან მომდევნო თაობებში. ის იწვევს ორგანიზმის მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური ნიშნების ცვლილებას (გენური მუტაციები არის რეპლიკაციის, რეპარაციის (დნმ-ს მოლეკულის დაზიანების აღდგენა) და რეკომბინაციის (დნმ-დან ერთი მოლეკულიდან მეორეზე უბნის გადატანა) დარღვევის შედეგი). გენური მუტაციები შეიძლება განვითარდეს სპონტანურად (თვითნებურად), ასევე მუტაგენური ფაქტორის ზემოქმედების შედეგად, ამ დროს გენი ერთი ალელური მდგომარეობიდან გადადის მეორე ალელურ მდგომარეობაში. აღნიშნული მუტაციები მაღალი სიხშირით წარმოიქმნება.

მუტაციას, რომელიც ხდება დნმ-ში (ან რნმ-ში) მხოლოდ ერთი წყვილი ნუკლეოტიდის ცვლილებით წერტილოვან მუტაციას უწოდებენ. გენური მუტაციის რამდენიმე სახე არსებობს:

1. **მარტივი შეცვლა - ტრანზიცია** - ამ დროს აღგილი აქვს დნმ-ს მოლეკულაში ერთი პურინის ფუძის (ა→გ) შეცვლას თავისი ანალოგით (გ→ა) ე.ი. გ ↔ა; ხოლო პირიმიდინის ფუძე (ც→თ) იცვლება ასევე თავისი ანალოგით (თ→ც) ე.ი. ც↔თ. ე.ი. ტრანზიციის დროს გვაქვს 4 ვარიანტი ა↔გ; ც↔თ.

2. **რთული შეცვლა** - ტრანსვერსია - პურინის ფუძე იცვლება პირიმიდინით ა↔თ, აც; პირიმიდინი პურინით ც↔გ თ↔გ ე.ი. ტრანზიციის დროს გვაქვს 8 ვარიანტი ა↔თ, ა↔ც, ც↔გ, თ↔გ.

3. **ჩართვა** - დნმ-ს მოლეკულაში ნუკლეოტიდური წყვილის ჩართვა, რაც ცვლილებას იწვევს აღნიშნული მოლეკულის აღნაგობაში.

გენური მუტაციებიდან არსებობს ისეთი მუტაციები, რომლებიც განპირობებულია გენში ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის შეცვლით, რომელიც გავლენას ახდენს ცილის მოლეკულის რაობაზე. მათგან აღსანიშნავია:

1. **სეიმსენსი** - კოდის (ტრიპუტის) სტრუქტურის ცვლილება ინფორმაციის შეცვლას არ იწვევს. მაგ.; თუ კოდონ-უცა-(ურაცილი-ციტოზინი-ადენინი)-ში ნუკლეოტიდი ა- შეიცვლება გ(გუანინით) მივიღებთ ტრიპლეტ უცგ. ორივე მათგანი აკოდირებს ერთსადაიმავე ამინომჟავას - სერინს, რადგანაც ეს ტრიპლეტები „კოდონ-სინონიმებია“ და ამიტომ ტრიპლეტის შეცვლა ინფორმაციის შეცვლას არ იწვევს.

2. **მისენსი** - კოდის სტრუქტურის ცვლილება იწვევს ინფორმაციის შინაარსის შეცვლას. მაგ.: ც-ა-ა - აკოდირებს ამინომჟავა გლუტამინს, მისი შეცვლა ც ა ც-ით აკოდირებს ჰისტიდინის მჟავას, რის შედეგადაც მოხდება სხვა ტიპის ცილის კოდირება. ასევე ჰემოგლობინის მოლეკულაში გლუტამინის მჟავის ვალინით შეცვლა იწვევს დაავადებას ნამგლისებურ უჯრედულ ანემიას, რომელიც ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში იწვევს ინდივიდის სიკვდილს ადრეულ ასაკში.

3. **ნონსენსი** - გენში უაზრო კოდონების წარმოშობა, რომელიც არცერთ ამინომჟავას არ აკოდირებს. ეს კოდონებია უგა, უაგ, უაა. ამ კოდონებს ნონსენს კოდონებს ეძახიან (ამ ტრიპლეტებზე ცილის სინთეზი ჩერდება).

4. **ფრეიმშრიფტი** - დნმ-ს მოლეკულაზე ნუკლეოტიდების ამოვარდნის ან ჩართვის გამო ხდება ათვლის ჩარჩოს გადაადგილება (ფრეიმშრიფტი), რის გამოც იცვლება კოდონების შემადგენლობა, რის გამოც ირღვევა ცილის მოლეკულაში ამინომჟავების განლაგების თანმიმდევრობა და რაოდენობა, რაც შეცვლილი ცილის სინთეზს იწვევს. იგი სპონტანურ მუტაციას მიეკუთვნება.

გენური მუტაციების მიზეზი, როგორც აღვნიშნეთ, მრავალია: ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერებები, რენტგენის სხივები, მოძრავი გენეტიკური ელემენტების ჩამატებები (საკმაოდ დიდი სიგრძის ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობები) ულტრაიისფერი გამოსხივება და სხვ.

ბიოლოგიური თვალთახედვით ყველაზე საშიშია მაიონიზებელი გამოსხივება, რომელიც წარმოიქმნება დედამიწის ქერქში და კოსმოსურ სივრცეში მდებარე რადიაქტიური ელემენტების დაშ-

ლით. მაიონიზებელი გამოსხივების დიდი დოზების დროს უჯრედები იშლება და იღუპება. შედარებით მცირე დოზები გავლენას ახდენენ დნმ-ის მოლეკულებზე, ძლიერ დაზიანებული დნმ-ის მოლეკულა რეპლიკაციის უნარს კარგავს და ამის გამო უჯრედის გაყოფა შეუძლებელი ხდება. ეს მუტაციები უჯრედის გაყოფის გზით შთამომავლობას გადაეცემა. ვარაუდობენ, რომ კიბოს ზოგიერთი სახე ასეთი სახის მუტაციების შედეგია. ამასთან უჯრედებში მოიპოვება ფერმენტები, რომლებსაც შეუძლია დაშვებული შეცდომების გამოსწორება (რეპარაცია).

დნმ-ის რეპარაცია

უჯრედში დნმ-ს დამაზიანებელ (რადიაცია, ულტრაიისფერი სხივები, ქიმიური ნივთიერებები და სხვ.) ფაქტორთა საწინააღმდეგოდ, მისი ნორმალური სტრუქტურის შესანარჩუნებლად მოქმედებს კორექციის (გასწორების) მექანიზმი. დნმ-ში მომხდარი ღარღვევები რამოდენიმე სახისაა (1. ერთძაფიანი გაწყვეტები, 2. აზოტოვანი ფუძეების (ა, გ, ც, თ, უ) ამოვარდნა; 3. ერთი აზოტოვანი ფუძის შეცვლა მეორეთი. 4. დნმ-ის ერთი ან ორძაფიან მოლეკულაზე აზოტოვან ფუძეთა შორის კოვალენტური ბმების გაჩენა, რის შედეგადაც ხდება დიმერების წარმოშობა). არსებობს დნმ-ის დარღვევათა რეპარაციის რამოდენიმე გზა: ესენია ფოტორეაქტივაცია, ექსციზიური რეპარაცია; რეპლიკაციური რეპარაცია და რეპარაციის SOS მექანიზმები.

ფოტორეაქტივაციისას აღგილი აქვს დნმ-ში ულტრაიისფერი სხივების მოქმედებით დიმერების თ-თ ან ც-ც წარმოშობას. ამ დიმერების გაწყვეტა ხდება სინათლის „ფოტონის“ მოქმედებით, რომელიც ააქტიურებს იმ ფერმენტებს, რომელიც ამ დიმერებს აცილებს ერთმანეთს.

ექსციზიური რეპარაცია - დაზიანებული უბნის ამოჭრა დნმ-ს მოლეკულიდან. (ექსციზიო-ამოჭრა) მიმდინარეობს რამოდენიმე ფერმენტის მონაწილეობით (ენდონოკლეაზა, ეგზონუკლეაზა, დნმ-ს პოლიმერეზა, ლიგაზა). ამ ფერმენტების საშუალებით ხდება დაზიანებული უბნის ამოჭრა, მის ნაცვლად ნორმალური უბნის სინთეზირება და ჩაკერება დნმ-ს მოლეკულაში.

რეკომბინაციული რეპარაცია - პროცესში მონაწილე ფერ-

მენტების საშუალებით ერთი დნმ-ს მოლეკულის მასალა გამოიყენება მეორე დაზიანებული დნმ-ს მოლეკულის აღსადგენად (რეპარირება ხდება რეკომბინაციური გაცვლების გზით – დნმ-ის მონაკვეთების ერთი მოლეკულიდან მეორეზე გადატანა).

SOS რეპარაცია – როდესაც უჯრედში ბევრი დარღვევებია და მათი ნაწილი ვერ სწორდება, მაშინ ხდება რეპარაციის სისტემის (SOS – სისტემის) ჩართვა, მაგრამ ზოგჯერ ძაფების აღდგენისას კომპლიმენტარობის პრინციპი შეიძლება დაირღვეს, ამიტომ შეიძლება თვითონ იქცეს ეს სისტემა მუტაციის წყაროდ. უჯრედში მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს დნმ-ს კორექციის მექანიზმი, რეპარაციის ფერმენტები მთლიანად ვერ ახდენენ შეცდომების მთლიანად გასწორებას და შეცდომების შენარჩუნებას – 10^{-9} ნუკლეოტიდური წყვილის დონეზე. ადამიანში დღეისათვის ცნობილია 5 ტიპის მუტაცია, რომლებიც ვლინდება, როგორც მძიმე თანდაყოლილი დაავადებების სახით.

პიგმენტური ქსეროდერმა – იშვიათი დაავადებაა. ამ მუტაციის მქონე ჰომოზიგოტური ბავშვები დაბადებისას ნორმალურად გამოიყურებან. მზის სხივების ზემოქმედებით ადრეულ ასაკში მათ უჩნდებათ კანის დარღვევები: ენდონუკლეაზური ფერმენტების არარსებობის გამო ვერ ხდება დიმერების ამოჭრა. სიცოცხლის ხანგრძლივობა 20 წლამდეა. დამახასიათებელია კანის სიმშრალე, ავთვისებიანი სიმსივნის გაჩენა (კანის დარღვევები აღინიშნება 3-4 წლის ასაკში, ზოგიერთი ფორმისას ადგილი აქვს გონებრივი განვითარების დარღვევას.

2. **ფანკონის ანემია** – აღწერილია 200-მდე შემთხვევა; დამახასიათებელია ხერხემლის დეფექტი, ქონდრისკაცობა, ვიწრო სახე, კანის პიგმენტური დარღვევა, სიელმე, სმენის ნაკლებობა, გულის თანდაყოლილი დეფექტი. ძვლის ტვინის ელემენტების დარღვევები, ანემია.

ბლუმის სინდრომი – დამახასიათებელია სიდაბლე, ვიწრო სახე, სახეზე რძიანი-ყავისფერი, პეპლისებური ლაქები, სხეულის მცირე წონა, პატარა თავი, წვრილი სახე; შეინიშნება სინდაქტილია (თითებს შორის აპკი), პოლიდაქტილია (მრავალთითიანობა).

ლუი-ბარის სინდრომი – დაბადებიდანვე აღინიშნება მოძრაობის კოორდინაციის მოშლა. თავისა და ტანის ქანაობა, სიელმე, ბრდაში ჩამორჩენა. ხშირია ავთვისებიანი, სიმსივნური ბრდა.

პროგერია – ნაადრევი დაბერების სინდრომი. მემკვიდრული დაავადება, დაბერების ნიშნები დაბადების პირველ თვეებში უვითარდება ბავშვებს. ეკარგებათ კანქვეშა ცხიმოვანი ფენა, ცვივათ თმები, ხდება ცვლილებები ტვინში, გულში; აღინიშნება მცირე წონა, მოხუცის შესახედაობა, ქონდრისკაცობა, კახექსია, აღგილი აქვს კბილების ადრეულ დარღვევას, ფრჩხილები მსხვრევადია. აღსანიშნავია გენერალური ათეროსკლეროზი, ცხიმისმაგვარი ნივთიერების დაგროვება ტვინში, თირკმლებში, ღვიძლში, სასქესო თირკმლებში. ბავშვთა პროგერია ჰეტჩისონ-ჰილფორდის სინდრომის სახელწოდებითაა ცნობილი.

ხოლო ზრდასრულთა პროგერია კოკეინისა და ვერნერის სინდრომის სახელწოდებით (დაუნის სინდრომიც ნაადრევი დაბერების სინდომს მიეკუთვნება) არის ცნობილი.

ქრომოსომული მუტაციები, ანუ აბერაციები

ქრომოსომული მუტაციებისას (ანუ აბერაციებისას) აღგილი აქვს ქრომოსომების სტრუქტურულ ცვლილებებს, რომელიც შეიძლება განხორციელდეს მხოლოდ ერთ ქრომოსომის მონაკვეთებში – (შიგაქრომოსომული აბერაცია) ან სხვადასხვა არაჰომოლოგიური ქრომოსომების უბნებში (ქრომოსომათაშორისი აბერაცია).

1. ქრომოსომის აბერაციის ერთ-ერთი სახეა ქრომოსომის ბოლო მონაკვეთების დაკარგვა – **(დეფიშენსი)** იგი შიგაქრომოსომულ მუტაციას მიეკუთვნება.

2. ქრომოსომული მუტაციის ერთ-ერთი სახეა ქრომოსომის შუა მონაკვეთის დაკარგვა (**დელეცია** – ლათ. delecio- გაქრობა), რომლის შედეგად ქრომოსომა მოკლდება. თუ ქრომოსომამ დიდი მონაკვეთი დაკარგა, ინდივიდი იღუპება, მცირე მონაკვეთის დაკარგვისას ირღვევა ქრმოსომის გენეტიკური სისტემა (ამ ტიპის მუტაციებიდან ცნობილია მე-5 ქრომოსომის მოკლე მხრის დაკარგვით გამოწვეული დაავადება „კატის კნავილის სინდრომი“, ხშირია ასეთი აბერაციები X, მე-18 და სხვა ქრომოსომაში.

3. ქრომოსომული აბერაციებისას, ზოგჯერ ადგილი აქვს ქრომოსომის გარკვეული უბნის გაორმაგებას – **(დუპლიკაცია)** (მაგ. ABCDCDEF).

ზოგჯერ განმეორებები ხდება მრავალჯერ, რომელიც მულტიპლიკაციების სახელწოდებით არის ცნობილი. მულტიპლიკაციები ნაპოვნია ძუძუმწოვრების ზოგიერთი ქსოვილის ქრომოსომებში, რის გამოც იზრდება მათი მდგრადობა მძიმე მეტალების, მეტატრექსინის, კოლხიცინის და სხვა დამაზიანებელი აგენტისადმი.

4. ზოგიერთი ქრომოსომული აბერაციისას ადგილი აქვს ქრომოსომული უბნის გადატანას იმავე ან სხვა ქრომოსომაზე (ტრანსლოკაცია:" Trans - გაელით; locatio - განლაგება).

5. ზოგჯერ ხდება ქრომოსომული უბნის ასლის გადატანა (**ტრანსპოზიცია**) იმავე ქრომოსომის სხვა უბანში ან არაჰომოლოგიურ ქრომოსომაში.

6. ქრომოსომის მონაკვეთის 180° შემბრუნებას **ინვერსია** ეწოდება (იგი გამოწვეულია კროსინგოვერის დარღვევით). მაგ: ABCDEF ქრომოსომული თანმიმდევრობისას თუ მოხდა CDE მონაკვეთის ინვერსია ქრომოსომაში გენები განლაგებული იქნება: ABEDCF თანმიმდევრობით) ქრომოსომული აბერაციების მიზეზია მაიონიზირებელი რადიაცია, ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერება ან ვირუსების მოქმედება. ქრომოსომულ აბერაციებს ვხვდებით, როგორც ცხოველებში, ასევე მცენარეებში, რომლებიც მნიშვნელოვან დარღვევებს იწვევს ორგანიზმში, რასაც ხშირად ლეტალურ შედეგამდე მიჰყავს ორგანიზმი.

გენომური მუტაციები

ქრომოსომათა ჰაპლოიდურ რიცხვს, მასში მოთავსებული გენებით **გენომი** ეწოდება. გენომური მუტაციების დროს ადგილი აქვს ქრმოსომათა რიცხვის ცვლილებას. გენომური მუტაციებიდან აღსანიშნავია: 1. **ცენტრული შერწყმა და ცენტრული დაშორება** 2. **პოლიპლოიდია** 3. **ანეუპლოიდია. ცენტრალური შერწყმის დროს** ორი არაჰომოლოგიური ქრომოსომა უკავშირდება ერთმანეთს, რის შედეგადაც მიიღება 1 ქრომოსომა; ცენტრალური დაშორებისას 1 ქრომოსომა წყდება ორ დამოუკიდებელ არაჰომოლოგიურ ქრომოსომად.

უჯრედში ქრომოსომათა რიცხვის ჰაპლოიდური კომპლექსის ჯერად გაზრდას **პოლიპლოიდია** ეწოდება. სამი ასეთი კომპლექტის მქონე ორგანიზმი ტრიპლოიდია, ოთხისა ტეტრაპლოიდი და ა.შ. პოლიპლოიდიის მიზეზია მიტოზის ან მეიოზის პროცესის დარღვევა, რის გამოც ადგილი აქვს ქრომოსომების არათანაბარ განაწილებას პოლუსებზე - ქრომოსომათა განურიდებლობას, ასევე ქრომოსომათა გაორმაგებას ციტოკინეზის (ციტოპლაზმის გაყოფა) გარეშე, ცხოველებში პოლიპლოიდია იშვიათია. ადამიანებში პოლიპლოიდები იღუპებიან ემბრიოგენეზის მეორე თვეზე, მხოლოდ 1% აღწევს მუცლადყოფნის 6-7 თვეს. უკიდურესად იშვიათი მოვლენაა ცოცხალი პოლიპლოიდური ნაყოფის დაბადება ადამიანებში, მაგრამ რამოდენიმე საათის შემდეგ ისინი იღუპებიან. მცენარეებში კი ფართოდაა გავრცელებული. იგი ადიდებს მოსავლიანობას, ყინვაგამძლეობას, იწვევს ახალი ფორმების და სახეობების წარმოშობას. პოლიპლოიდია 2 სახისაა: 1. **ავტოპლოიდია,** რომლის დროსაც ჯერადად იზრდება ერთიდაიგივე გენომი; 2. **ალოპლოიდია,** რომლის დროსაც განსხვავებული გენომი ჯერადადაა გაზრდილი. მას მიმართავენ შორეული ჰიბრიდიზაციისას. (კარპეჩენკომ ამ გზით მიიღო კომბოსტოსა და ბოლოკის ჰიბრიდი; ასევე მიღებულია ჭვავისა და ხორბლის, ჭანგასა და ხორბლის და სხვ. ჰიბრიდები).

ანეუპლოიდია - იგი გენომური მუტაციის ისეთი სახეა, რომლის დროსაც დიპლოიდურ კომპლექსს აკლია ან მეტი აქვს ერთი ან იშვიათად ერთზე მეტი ქრომოსომა. პირველად ეს მოვლენა შეისწავლა ბრიჯესმა. ანეუპლოიდიის მიზეზია მეიოზის ნორმალური პროცესის დარღვევა (ქრომოსომების დაუცილებლობა). დიპლოიდურ კომპლექტში ერთ-ერთი ჰომოლოგიური ქრომოსომა თუ სამი ქრომოსომითაა წარმოდგენილი - მოვლენას **ტრისომია ეწოდება.** ტრისომია ქრომოსომული ანომალიის გავრცელებული სახეა მცენარეებში და ცხოველებში, მათ შორის ადამიანებშიც. მას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ყველა ქრომოსომულ წყვილში. ზოგიერთ წყვილში იგი უფრო ხშირად გვხვდება ზოგიერთში იშვიათად. ტრისომიას დაღუპვამდე მიჰყავს ორგანიზმი. თუ ჰომოლოგიურ წყვილს ერთი ქრმოსომა აკლია, ადგილი აქვს **მონოსომიას.** მონოსომია შეიძლება განხორციელდეს სომატური უჯრედის ქრომოსომული ნაკრების ნებისმიერ წყვილში (პირველიდან 22-მდე), რომელსაც ორგანიზმი მიჰყავს დაღუპვამდე მუცლადყოფნის პერიოდში. ცოცხლადდაბადებულები მხოლოდ 23-ე წყვილ ქრომოსომაში არსებული

მონოსომიკები არიან. კერძოდ X ქრომოსომები, Y - მონოსომიკები არ არის აღწერილი არც ადამიანებში და არც ლაბორატორიულ ცხოველებში. თუკი რომელიმე ემბრიონი იქნა Y ქრომოსომიანი, იგი ემბრიოგენების ადრეულ საფეხურზე იღუპება.

როდესაც ორგანიზმს ქრომოსომების 1 წყვილი აკლია - **ნულშესომიის** მოვლენას აქვს ადგილი.

ქრომოსომული დაავადებები

ქრომოსომების სტრუქტურისა და რიცხვის ცვლილება ორგანიზმში იწვევს ქრომოსომულ დაავადებებს, რომლებიც შეიძლება განვითარდეს, როგორც აუტოსომურ ქრომოსომათა დარღვევის, ასევე სასქესო ქრომოსომების პათოლოგიის დროს. ამჟამად ცნობილია 100-ზე მეტი ქრომოსომული დაავადება. ამ დაავადებათა უმრავლესობა შეუთავსებელია სიცოცხლესთან და ინდივიდები ემბრიოგენეზის ადრეულ საფეხურზე დაბადებამდე იღუპებიან, ნაწილი სიცოცხლის ადრეულ ასაკში, თუმცა ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება სიცოცხლის ხანგრძლივობა საშუალო ასაკსაც და მეტსაც შეადგენდეს. განვიხილოთ ზოგიერთი სინდრომები და მასთან დაკავშირებული დაავადებები, რომლებიც უფრო მეტად არიან შესწავლილი და გავრცელებული.

მე-5 ქრომოსომის მოკლე მხრის დელეცია - „კატის კნავილის“ (ანუ კრი-დუ რეტის) სინდრომი. აღწერილია 1963წ. ლეჟენისა და თანაავტორების მიერ.

ძირითადი სიმპტომებია - სპეციფიკური ტირილი, რომელიც კატის კნავილს წააგავს; მცირე წონა, ზრდაში ჩამორჩენა, მიკროცეფალია (თავის ტვინისა და ტვინის ქალას ზომების შემცირება), კუნთოვანი ჰიპოტონია, მთვარისებური სახე, ანტიმონღოლოიდური თვალის ჭრილი, დეფორმირებული დაბლა დაწეული ყურები, ჰიპერტელორიზმი (თვალბუდეთა შიგნითა კიდეებს შორის მანძილის გაზრდა), ღია პირი, სიელმე, ბრტყელტერფიანობა, სკოლიოზი, გულის თანდაყოლილი მანკი, მგლის ხახა.

მე-5 ქრომოსომა ბეჭდისებურია. შემთხვევათა უმრავლესობა მოდის მდედრობით სქესზე. სიცოცხლის ხანგრძლივობა დაბალი (სურ. 39).

მე-8 ქრომოსომის ტრისომია - აღინიშნება მრავალმხრივი სიმახინჯე; კვადრატული თავის ქალა, ზედა ყბის მცირე ზომები, ვიწრო მხრები, ვიწრო მენჯი, ამომჯდარი მენჯის ძვლები, ფეხის მოხრილი ცერები, ხელის გულებს ადა ღეჭის ქუსლებზე ღრმა ხაზები, შეიმჩნევა მსუბუქი ფორმის გონებრივი ჩამორჩენილობა, გადმობრუნებული ქვედა ტუჩი, გულის მანკი, თირკმლების ანომალია, მამაკაცებში უფრო ხშირია, ვიდრე ქალებში.

მე-13 ქრომოსომის ტრისომიის სინდრომი - ანუ პატაუს სინდრომი. მიზეზია 75%-ის შემთხვევაში მეიოზში მომხდარი დარღვევები. (1960წ. ეს ქრომოსომული დარღვევები დაადგინა პატაუმ თანაავტორებთან ერთად დაავადებული შვილები უმეტესად ასაკოვან დედებს (35-46) უჩნდებათ. ახასიათებს მძიმე ანომალიები: ცენტრალური ნერვული სისტემის, გულსისხლძარღვთა, საჭმლის მომნელებელი, შარდ-სასქესო სისტემის, ასევე კიდურების სხვადასხვა სახის მანკები. დამახასიათებელია „კურდღლის ტუჩი“, „მგლის ხახა“, მიკროცეფალია. თვალების არარსებობა, ან განუვითარებლობა, არასწორად ფორმირებული ყურები, პოლიდაქტილია (მრავალთითიანობა); კუნთების მომატებული ტონუსი, ნაყოფის მცირე წონა (ხშირად აღინიშნება მეოთხე თითის ხაზი ე.წ. „მაიმუნის ხაზი“. თავისებური კანის ნაკეცი ხელის გულზე, პოლიდაქტილია. სიცოცხლის ხანგრძლივობა 1 წლამდე. ორივე სქესის ინდივიდები თანაბარი ალბათობით ჩნდებიან. მკურნალობის მეთოდი არ არსებობს (სურ. 40, 40 ა).

მე-18 ქრომოსომის ტრისომია - ედვარდსის სინდრომი. ეს ანომალია აღმოჩენილი იქნა ექიმ ედვარდსისა და მისი თანამშრომლების მიერ. დამახასიათებელია პატარა სახე, პატარა თავი, დეფორმირებული ყურის ნიჟარები. განუვითარებელი ქვედა ყბა, მოკლე მკერდის ძვალი, ვიწრო შუბლი, გამოშვერილი კეფა, გარემო სასქესო ორგანოების განუვითარებლობა, თირკმლის მანკები (ნალისებური თირკმელი), ანომალიები პანკრეასის, ელენთისა და ფილტვის ქსოვილში; მგლის ხახა, გულის თანდაყოლილი მანკი.

სიკვდილიანობა 30% - დაბადებიდან პირველ თვეს; 50% პირველ 3 თვეს, 90%-ში 1 წლის ასაკში. უჩნდება 35-40წ. და მეტი ასაკის დედებს. დაავადება თანაბარი სიხშირით გვხვდება როგორც ვაჟებში ისე გოგონებში. ბოლო სტატისტიკური მონაცემების გამოკვლევებით დადგენილია დაავადების დამოკიდებულება

წლის სეზონთან, კერძოდ, როდის მოხდა ჩასახვა უდიდეს შემთხვევაში ბავშვების დაბადების დიდი ალბათობაა იანვრიდან-ივნისამდე. რაც შეიძლება დაკავშირებული იყოს ორგანიზმის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობასთან წლის სეზონებთან დაკავშირებით (განსაკუთრებით ეს ითქმის ენდოკრინოლოგიურ მდგომარეობაზე, რომელიც ცენტრალურ როლს ასრულებს ოვულაციის პროცესზე ასევე ოოციტის გადამწიფებაზე. თუ ასეთი ოოციტი მიიღებს მონაწილეობას განაყოფიერებაში, შესაძლებელია რაიმე ქრომოსომული დარღვევის გამოწვევა. ჰოლანდიელი მეცნიერი ჯონბლატის ჰიპოთეზა) ამ პროცესზე გავლენას ახდენს ჰორმონალური უკმარისობაც, რომელიც წარმოიშობა სეზონების ცვლის პერიოდში. აქედან გამომდინარე, დაავადებული ბავშვი უნდა მოდიოდეს იმ პერიოდზე, თუკი მათი ჩასახვა მოხდა გარდამავალი სეზონის დროს. ევროპული ქვეყნის მრავალი მეცნიერი ეთანხმება ამ სტატისტიკას არა მარტო ამ დაავადების მიმართ, არამედ პენციფალიის, დაუნის, კლაინფელტერის, ტერნერისა და სხვა დაავადებათა მიმართ (სურ. 41).

21-ე ქრომოსომის ტრისომია - დაუნის ან მონღოლიზმის სახელწოდებითაა ცნობილი. მონღოლოიდური იდიოტიზმი უწოდა ექიმმა დაუნმა). ყველაზე გავრცელებული ქრომოსომული დაავადებაა თანაბარი რაოდენობით გვხვდება როგორც ქალებში, ისე ვაჟებში (1:1). დაავადება ხშირად დედის ასაკთან არის ასოცირებული, რაც უფრო მეტია ასაკი, მით მეტია რისკი დაავადებული შვილის ყოლის. მონღოლიზმი თავდაპირველად მიაჩნდათ, რომ გამოწვეულია დედის ორგანიზმში ენდოკრინული დარღვევებით, მხოლოდ XX ს. 30-იან წლებში წამოყენებული იქნა წინადადებები, რომ იგი შეიძლება გამოწვეული ყოფილიყო ქრომოსომების ანომალიით, ეს აზრი ეფუძნებოდა ბიოლოგებისა და გენეტიკოსების ინტუიციას, რომელიც კონკრეტული დასაბუთებით ძნელი მისაღწევი იყო, რადგანაც არ იყო სრულყოფილი მიკროსკოპები და ზუსტი ტექნიკური მეთოდები. თავდაპირველად დაავადება აღწერა ექიმმა დაუნმა 1866 წ. დაავადების მიზეზი დაადგინეს ფრანგმა გენეტიკოსებმა ჟ. ლეჟანმა და ტიუპირმა 1959წ. დაავადების სიხშირე საკმაოდ მაღალია 500-800 დაბადებულზე 1 შემთხვევა გონებაჩლუნგ ბავშვთა შორის ამ სინდრომზე მოდის 10-12%. ავადმყოფთა 94%-ს აღენიშნება კარიოტიპში 47 ქრომოსომა.

21-ე ქრომოსომის ტრისომიისას აღენიშნება კარიოტიპში 47 ქრომოსომა. 21-ე ქრომოსომის ტრისემიის მიზეზი შეიძლება იყოს ჰომოლოგიური ქრომოსომების შემთხვევითი დაუცილებლობა. (2-3%-ში აღინიშნება მოზაიკური ფორმა, როცა ტრისომული უჯრედული ხაზი xxy, ან xxx ნორმალურს ენაცვლება. (4-5% აღინიშნება ტრისომიის ტრანსლოკაციური ფორმა, კერძოდ, 21-ე ქრომოსომის ტრანსლოკაცია (მიერთება) აკროცენტრულ ქრომოსომაზე მეტწილად მე-13, მე-14, მე-15 ან სხვა 21-ე ან 22-ე ქრომოსომებთან. ძირითადი სიმპტომებია: ბრტყელი სახე, თვალების მონღოლოიდური ჭრილი, დაღარული და ფართე ენა, რის გამოც პირი ღიაა; ბრტყელი კეფა, ყურების არასწორი განვითარება (დისპლაზია) კატარაქტა (თვალის ბროლის შემღვრევა) ხელის გულზე განივი ნაოჭი მოკლეთითიანობა, დერმატოგლიფიკის დარღვევები, (კანის რელიეფის მოხაზულობა), ფართონაოჭებიანი კისერი, გულის თანდაყოლილი მანკი, მწვავე ლეიკემია, ეპილეფსია, ინფექციის ადვილად ამთვისებლობა, კუნთური ტონუსის მოდუნება, შენელებული ფსიქომოტორული განვითარება, აბსტრაქტული აზროვნების შეზღუდვა (სურ. 42 ა, ბ, გ, დ).

დაქვეითებული აქვთ ფარისებრი და თირკმელზედა ჯირკვლის ფუნქციები, ვაჟების სიმაღლე 1,50 სმ., ქალების - 141 სმ.

როცა დედა 30წელზე ნაკლებ ასაკშია, ავადმყოფობის სიხშირეა 2000 დაბადებულზე 1 შემთხვევა; 30 წლის ასაკში დაახლოებით 1:1000; 35 წლის ასაკში 1:500; 40 წლის ასაკში 1:100, 42 წლის ზევით 1:50. ამიტომ უმჯობესია 35-37 წლის ასაკის ზემოთ დედების მშობიარობამდე ამნიონუჯრედებზე (კულტივირებულზე) ჩატარდეთ გამოკვლევა.

დაუნით დაავადებულები ცოცხლობენ 9 წლამდე - XXს. 20-იან წლებამდე; 12 წლამდე - XXს. 40-იან წლებში. ამჟამად სათანადო მკურნალობის შედეგად სიცოცხლის ხანგრძლივობა გაზრდილია 30 წლამდე და მეტადაც. დაავადებულთა 3%, რომელთაც დაავადების მოზაიკური ფორმა აქვთ, ცოცხლობენ 50 წლამდე), ძირითადი მიზეზი მათი სიკვდილისა არის ინფექციური დაავადებები და გულის მანკი (რომლებსაც დღეს მედიცინა წარმატებით კურნავს).

ბავშვები, რომლებსაც ეს სინდრომი აქვთ, ხშირად სპეციალიზებულ სკოლებში იმყოფებიან. უმეტესად ისინი მძინარა, მოდუნებული ტიპებია, მაგრამ კეთილები, მოსიყვარულენი. ადვი-

ლად ერთობიან, როგორც კი რაიმე საინტერესოს ნახავენ. აბსტრაქტული აზროვნების დაქვეითების გამო ისინი ვერ სწავლობენ თვლას, ანგარიშს, ესთეტიკური გრძნობა აბსოლუტურად არა აქვთ განვითარებული. დაუნის სინდრომი ერთნაირი სიხშირით გვხვდება ყველა რასის ადამიანებში, დაავადება დამოკიდებული არაა გეოგრაფიულ ბონაზე.

ამ დაავადებების გარდა, უკანასკნელ წლებში მოხდა რიგი ახალი ქრომოსომული დაავადებების აღმოჩენა, რომელიც მოიცავს A-დან G-მდე (A, B, C, D, E, F, G -შვიდივე) ჯგუფის ყველა ქრომოსომულ დარღვევას.

ქრომოსომულ დაავადებებს ადგილი აქვს არა მარტო აუტოსომური ქრომოსომებში (მომხდარი დარღვევების შედეგად), არამედ სასქესო ქრომოსომებში მომხდარი დარღვევების შედეგად, განვიხილოთ ზოგიერთი ქრომოსომული დაავადებები, რომლებიც სასქესო ქრომოსომებში მომხდარ დარღვევებთან არის დაკავშირებული.

შერეშევსკი ტერნერის სინდრომი პირველად შერეშევსკიმ აღწერა 1925წ. 20 წლის ქალზე, კლასიკურად შეისწავლა ტერნერმა 1938წ. მისი კარიოტიპია 45, Xან 45,X0 იგი მონოსომიით გამოწვეული დაავადებაა, სასქესო ქრომოსომებს აკლია ერთი X ქრომოსომა) ადამიანებში დაავადების სიხშირეა 1:5000. დაავადების მიზეზია მიტოზის დარღვევა, ან განვითარების აღრეულ საფეხურზე X ქრომოსომის დაკარგვა. ავადმყოფებისთვის დამახასიათებელია სიდაბლე 140სმ-მდე, მოკლე კისერი, რომელზედაც ფრთისებრი ნაოჭია, ფართო გულმკერდის ყაფაზი, განუვითარებელი საკვერცხეები, კვერცხგამტარი და საშვილოსნო; ახასიათებთ განიერი მხრები, ვიწრო მენჯი, დამოკლებული ქვედა კიდურები, სარძევე ჯირკვლების განუვითარებლობა და ერთმანეთისაგან განშიდულობა;. სფინქსის სახე, გონებრივი ჩამორჩენილობა არ შეინიშნება; ახასიათებთ ფსიქიკის თავისებურებანი. გადახრები გულ-სისხლძარღვთა და შარდ-სასქესო სისტემაში, სმენის და მხედველობის დაქვეითება, ძაბრისებური გულმკერდი და სხვ. (სურ. 43).

ძირითადად დაავადებულთათვის დამახასიათებელია: ინფანტილიზმი (ლათ. infantilis - ბავშვური, განუვითარებელი ფიზიკურად), კისერზე კანის ნაოჭი და ქვედა კიდურების დეფორმაცია. ამ სამი ძირითადი სიმპტომის კომპლექსი სამამულო მედიცინაში

ცნობილია შერეშევსკი-ტერნერის, ხოლო საზღვარგარეთულ მედიცინაში, მხოლოდ რატომღაც ტერნერის სინდრომის სახელწოდებით. თავდაპირველად იყო აზრი იმის შესახებ, რომ ინფანტილიზმი გამოწვეულია ჰიპოფიზის განუვითარებლობით სომატოტროპული ჰორმონების ნაკლებობით. მაგრამ პათოლოგანატომიური გამოკვლევებით, რომლებიც ჩატარდა გარდაცვლილ ავადმყოფებზე დადგინდა, რომ ჰიპოფიზი მორფოლოგიურად ნორმალური ჰქონდა და მისი ფუნქცია არ იყო დარღვეული. ე.ი. ინფანტილიზმი გამოწვეულია სხვა მიზეზით, კერძოდ სასქესო ჯირკვლების განუვითარებლობით და შესაბამისად მისი ჰორმონალური აქტივობის დარღვევით.

აღნიშნული მონოსომია სერიომულ გავლენას არ ახდენს სიცოცხლის ხანგრძლივობაზე. ავადმყოფები ცოცხლობენ 50-60 წელი. (სომატური ქრომოსომული დაავადებებისას მონოსომია აუცილებლად ჩანასახით სიკვდილით მთავრდება განვითარების აღრეულ ეტაპზე). რით არის გამოწვეული სასქესო გონადების განუვითარებლობა. ნუთუ იმ ერთი ქრომოსომის არ არსებობით? ჩვენ ვიცით, რომ ქალებში განვითარების აღრეულ საფეხურზე ერთერთი X ქრომოსომა განიცდის ინაქტივაციას (გაპასიურებას), მაგრამ აღმოჩნდა, რომ მეიოზის დასაწყისში ხდება მისი რეაქტივაცია (ხელახლა გააქტიურება). ამგვარად, ქალის გამეტების ნორმალური განვითარებისათვის აუცილებელია ორივე სასქესო ქრომოსომის არსებობა, წინააღმდეგ შემთხვევაში კვერცხუჯრედები არასრულფასოვანია და სწრაფად კვდებიან, ან დეგენერაციას განიცდიან მეიოზის მსვლელობაში.

როგორც აღვნიშნეთ ასეთ ავადმყოფებს არა აქვთ გადახრები ინტელექტუალური მიმართულებით. ამთავრებენ სკოლას და საკმაოდ წარმატებულადაც, მაგრამ უნდა აღვნიშნოთ, რომ ყველა მათგანისთვის დამახასიათებელია ეიფორული, ამაღლებული, მხიარული ხასიათი. თავის დაავადებასაც არ ითავისებენ და განსაკუთრებულად არ განიცდია. შეიძლება თუ არა ამ დაავადების მკურნალობა? ცხადია, X ქრომოსომის შეყვანა უჯრედში არარეალურია, მაგრამ დეფექტი, რომელიც გამოწვეულია მისი არარსებობით, შეიძლება ნაწილობრივ იქნეს გამოსწორებული თუ აღრეულ ასაკში ჰორმონებით დავაჩქარებთ ზრდას, მოგვიანებით - ისევ ჰორმონებით ოღონდ სხვა სახის, გამოვიწვევთ მეორეული სასქესო ნიშნების განვითარებას. რაც შეეხება ანატომიურ ანომა-

ლიებს, ძნელად ექვემდებარებიან გამოსწორებას, ნებისმიერ შემთხვევაში შეუძლებელია უნაყოფობის დაძლევა. მაგრამ დაქორწინების შემთხვევები ტერნერის სინდრომით დაავადებულებში უკვე არცთუ იშვიათია, მაგრამ ზოგჯერ დაავადება დაბადებიდან კლასიკური ფორმით არ მჟღავნდება. იგი გამოვლინებას თანდათან იწყებს 5-7 წლის ასაკში, რაც გამოიხატება ბრდის შენელებით და სქესობრივი მომწიფების პერიოდში - სქესობრივი ინფანტილიზმით, რაც იწვევს მკურნალობის დაგვიანებას.

ტერნერის სინდრომი მამაკაცებში - მსგავსი სინდრომი შეიძლება განვითარდეს კაცებშიც. ავადმყოფები გამოირჩევიან სიდაბლით, კისერზე ფრთისებრი ნაოჭებით. თეალის დაზიანება, გულის მანკი, არაიშვიათია გონებრივი ჩამორჩენა, თანდაყოლილი სიყრუე. ადგილი აქვს მამრობითი გენიტალიების განუვითარებლობას; სათესლეები მცირე ზომისაა და მათი ფუნქციაც დარღვეულია.

სინდრომი ტრიპლო X. 1959წ. შეისწავლა და აღწერა ჯაკობმა დაავადებული ქალების პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის უჯრედის ბირთვში. მიახლოებით ათასი ქალიდან ერთს აქვს ორი X ქრომოსომის ნაცვლად სამი X სასქესო ქრომოსომა. კარიოტიპი - 47, XXX-ია. ავადმყოფს აღენიშნება შედარებით პატარა თავი, სახის ნაკვთების არაპროპორციულობა, სიმაღლე. ავადმყოთა 30% გენერაციული ფუნქციები შენარჩუნებული აქვთ და შეუძლიათ ნორმალური შვილების გაჩენა (ტრისომია X მემკვიდრეობით არ გადაეცემა) ავადმყოფი ბავშვების დაბადება ძალზე იშვიათია. ზოგჯერ ავადმყოფებს განუვითარებელი აქვთ საკვერცხეები, საშვილოსნო, რის გამოც ამ სინდრომის მქონე ქალების ნაწილი უნაყოფოა. შეინიშნება სქესობრივი განვითარების დარღვევები (აარეგულარული მენსტრუალური ციკლი) ზოგჯერ ავადმყოფებში აღგილი აქვს ინტელექტის დაქვეითებას, გონებრივ ჩამორჩენილობას, შეინიშნება ფსიქიკური გადახრები, მიდრეკილება შიზოფრენიისკენ. ზოგიერთ ინდივიდში მკეთრად გამოხატული დაავადების ნიშნები არ შეინიშნება. ზოგი მათგანი სრულად ჯანმრთელები არიან, თხოვდებიან, ბადებენ ნორმალურ შვილებს ნორმალური კარიოტიპით. ტრისომიები საკმაოდ გავრცელებული ანომალიებია ადამიანებში, იგი შეიძლება წარმოიშვას ნებისმიერ 23 წყვილიან ქრმოსომას, მაგრამ ზოგიერთ ქრომოსომულ წყვილში იგი უფრო ხშირ შემთხვევაა. ზოგჯერ ემბრიონი მიყავს დაღუპვამდე, ზოგჯერ კი იბადებიან ახალ-

შობილები ამა თუ იმ მანკებით. ტრიპლო X, როგორც ტრისომიის სხვა სახეები დაკავშირებულია დედის ასაკთან. იგი დაკავშირებულია ქრომოსომების დაუცილებლობასთან მეიოზში.

ტეტრასომია X (48, XXXX) დამახასიათებელია გონებრივი ჩამორჩენილობა სხვადასხვა ხარისხით. ყველა ავადმყოფ ქალში მკვეთრად გამოხატული სომატური ანომალიები არ შეინიშნება, მაგრამ დარღვევები სასქესო სისტემაში არცთუ იშვიათია.

პენტასომია X (49 XXXXX) - იშვიათად გვხვდება. დამახასიათებელია ინტელექტის ძლიერი დაქვეითება; გამოხატულია სხეულის ანომალიები.

კლაინფელტერის სინდრომი - გვხვდება მამაკაცებში კარიოტიპით - 47XXY პირველად კლინიკური სურათი უშვილო მამაკაცებში აღწერა კლაინფელტერმა თანაავტორებთან ერთად 1942წ.) კარიოტიპი აღმოჩნდა ჟაკობსმა და სტრონგმა 1959წ. (სინდრომი შეიძლება გამოვლინდეს 5 ათასიდან 1 შემთხვევაში ან 1:1000). კარიოტიპში შეიძლება შეიცვალოს როგორც X-ის ასევე Y-ის რაოდენობა ან ორივეს რაოდენობა ერთად. მაგ; 48, XXXY; 49, XXXXY, 47, Xyy, 48, XYYY; ასევე 49, XXXYY. ვარიანტების ასეთ სიმრავლეში შეიძლება გამოვყოთ 3 ჯგუფი: I - დაკავშირებული X ქრომოსომის პოლისომიასთან ე.ი. X ქრომოსომების რაოდენობის გაზრდა ერთ Y ქრომოსომასთან მიმართებაში; 47, XXY, 48, XXXY, 49, XXXXY). მიუხედავად X ქრომოსომების სიმრავლისა ამ ვარიანტში y ქრომოსომა როგორც ჩანს უფრო ძლიერია და სწორედ ის განსაზღვრავს მამრობით სქესს. მიუხედავად ამისა, მისთვის დამახასიათებელია ქალური ნიშნები, რაც განპირობებულია მამრობითი სასქესო ჰორმონების უკმარისობით: რასაც მივყავართ მამაკაცებში - სქესისთვის არანორმალურ სქესობრივი და ფიზიკურ განვითარებამდე. უფრო მეტიც, ზოგიერთი ქალური სქესისათვის დამახასიათებელი ნიშუშების ჩამოყალიბებამდე. მაგ.: ვიწრო მხრები, ფართო მენჯი, ცხიმის დაგროვება ქალური ტიპით, ზოგჯერ ვითარდება სარძევე ჯირკვლები (გინეკომასტია). წვერი და ულვაში განუვითარებელი ან ალაგ-ალაგ; გარეთა სასქესო ორგანოები შემცირებულია ზომებში, მაგრამ რაც მთავარია სასქესო სითხეში არ არის სპერმატოზოიდები (აზოოსპერმია), ბუნებრივია ასეთი ავადმყოფები უშვილოა. გონებრივი შესაძლებლობანი კარიოტიპით 47XXY იშვიათად ნორმალურია, მაგრამ ასეთი ავადმყოფები, როგორც წესი

არა აქვთ ნიჭი შემოქმედებითი საქმიანობისადმი. ზოგიერთი ცნობებით მათთვის დამახასიათებელია მეტყველების განვითარებაში ჩამორჩენა: ბავშვები ლაპარაკს იწყებენ გვიან თავის თანატოლებთან შედარებით, მათი მეტყველება ანებლუობით ხასიათდება და ღარიბია ლექსიკური მარაგით. ასაკის მატებასთან ერთად შეინიშნება გონებრივი ჩამორჩენილობა (სურ. 44).

48, XXXY - მესამე X ქრომოსომის არსებობის გამო აღგილი აქვს გონებრივ ჩამორჩენილობას და ზოგიერთ დარღვევებს სხეულის აღნაგობაში; რის გამოც დაავადება ამ დროს შეიძლება გამოვავლინოთ სქესობრივი მომწიფების დაწყებამდეც. ეს ინდივიდები ცოცხლობენ საკმაოდ ხანგრძლივად, მაგრამ მათ ფსიქიკაში არის ზოგიერთი თავისებურებანი: ავადმყოფები გამოირჩევიან განსაკუთრებული მანერებით, ლაყბობით, აზვიადებენ თავიანთ მდგომარეობას და დრამატულად განიცდიან მოვლენებს. (ქალისთვის ეს მდგომარეობა შეიძლება ნორმალური იყოს, მაგრამ ჩვენ აქ საქმე გვაქვს მამაკაცებთან).

კლაინფელტერის სინდრომის II ვარიანტში საქმე გვაქვს Y ქრომოსომის პოლისომია ერთ X ქრომოსომასთან ე.ი. 47, XYY; 48, XYYY. 47, XYY - ის დროს დაავადება მნიშვნელოვნად უფრო მსუბუქია და კეთილთვისებიანია, ვიდრე X პოლისომიასას. კარიოტიპი 47, XYY - შემთხვევით იქნა აღმოჩენილი 1962წ. ფიზიკურად და გონებრივად ხანმრთელი, 44 წლის მამაკაცის გენეტიკური გამოკვლევისას. გამოკვლევის მიზანი გახდა 12 მისი შვილიდან ხუთის არასრულფასოვნება. ქრომოსომულმა გამოკვლევამ აჩვენა მისი ზედმეტი Y ქრომოსომა. შემდგომმა გამოკვლევებმა კლაიფენფელტერის ტიპით 47,XYY - აჩვენა ზოგიერთი თავისებურებანი (ევნუქური სხეულის აღნაგობა, ანუ საშუალოზე მაღალი ტანი), შეიძლება ითქვას, რომ ასეთი ავადმყოფების უმრავლესობა არ ხვდებიან მკვლევართა თვალთახედვის არეში თავიანთი გონებრივი და ფიზიკური ასე თუ ისე ნორმალურობის გამო. არის მონაცემები იმის შესახებ, რომ სასქესო უჯრედები ასეთ მამაკაცების უმეტესწილად ნორმალურია, აქვთ ე.ი. ისინი ატარებენ ერთ სასქესო ქრომოსომას (X ან Y), ხოლო ზედმეტი Y ქრომოსომა სპერმატოგენეზის მსვლელობისას რაღაც მიზეზის გამო ქრება.

მართალია, მრავალ ადამიანს კარიოტიპით - 47, XYY აქვთ ერთი თავისებურება ქცევაში, რომელსაც ყურადღებას აქცევენ

ზოგიერთი ფსიქიატრები - ეს სინდრომი ამ კარიოტიპით დაკავშირებულია მნიშვნელოვან გადახრასთან იმპულსური ძალადობის ქმედების მიმართულებით. ამის დასტური შეიძლება ვნახოთ იმაში, რომ გამოსასწორებელ დაწესებულებებში (უბრალოდ, რომ ეს ვთქვათ ციხეებში და კოლონიებში) ასეთ კარიოტიპის პირების პროცენტი, რამოდენიმეჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე საშუალოდ მთელ მოსახლეობაში. ზოგიერთი გამოკვლევები მიუთითებენ იმას, რომ მოზარდები, რომლებსაც გადახრები აქვთ ქურდობასა და სხვა ასოციალური ქმედებისაკენ შეიძლება ვივარაუდოთ ამ დაავადების არსებობაზე, ჯერ კიდევ სქესობირ მომწიფებამდე. ამასთან დაკავშირებით განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია წინასწარი მკურნალობა ვაქცების ზედმეტ Y ქრომოსომაზე. ამ დროს მართებულია დროული ე.წ. კორექციულ-აღმზრდელობითი მუშაობა, რომელიც მიმართული იქნება დადებითი მიმართულებით. უნდა აღინიშნოს ის გარემოებაც, რომ ასეთი კარიოტიპის ადამიანების თანხვედრას ასოციალური ქცევითი გადახრებისაკენ ზოგიერთი სპეციალისტი არ აღიარებს.

კარიოტიპი 48, XYYY - მედიცინაში აღწერილია მხოლოდ ერთჯერ. ბიჭში, რომელსაც ჰქონდა ზოგიერთი შეფერხება ფსიქიკასა და მოტორულ აქტივობაში (ფსიქო-მოტორული გადახრები), ასევე ანომალია გარეგან სასქესო ორგანოებში.

მესამე ჯგუფი კლაინფელტერის სინდრომი დაკავშირებულია როგორც X ისე Y ქრომოსომის (კერძოდ 48XXYY) რაოდენობის თანაბარ გაზრდასთან. გვხვდება იშვიათად და მივყავართ განვითარების და აღნაგობის გადახრებთან, რომელიც დამახასიათებელია კლაინფელტერის ზემოგანხილულ ვარიანტებისათვის.

სასქესო ქრომოსომების რაოდენობის დარღვევისას შესაძლებელია მოზაიციზმი, როდესაც უჯრედების ნაწილში ნორმალურია ქრომოსომების რაოდენობა, ნაწილში კი გაზრდილია ან X ან Y ქრომოსომები. თუკი ანომალური უჯრედები გვხვდება მხოლოდ სომატურ უჯრედებში, მაშინ ასეთი ადამიანი იქნება პრაქტიკულად ჯანმრთელი, განსაკუთრებით თუ ზედმეტი X ქრომოსომა მხოლოდ ერთია. თუკი კარიოტიპია 47, XXY იქნება მხოლოდ სასქესო უჯრედებში, და სასქესო ჯირკვლების უჯრედებში, მაშინ კლაინფელტერის სინდრომი გამოვლინდება სუფთა სახით.



სურ. 39. კატის კნავილის სინდრომი (V ქრომოსომის დელეცია)



სურ. 40.

პატაუს სინდრომი



დეფექტები სახის აღნაგობაში

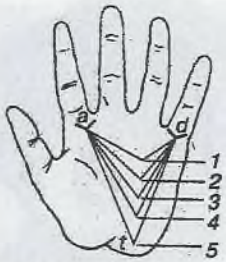


სურ. 41. ედვარდსის სინდრომი

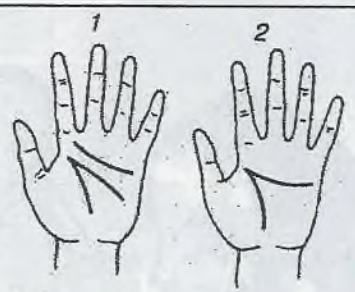


ა გოგონა დაუნის სინდრომით ვაჟი დაუნის სინდრომით

სურ. 42. ა, ბ

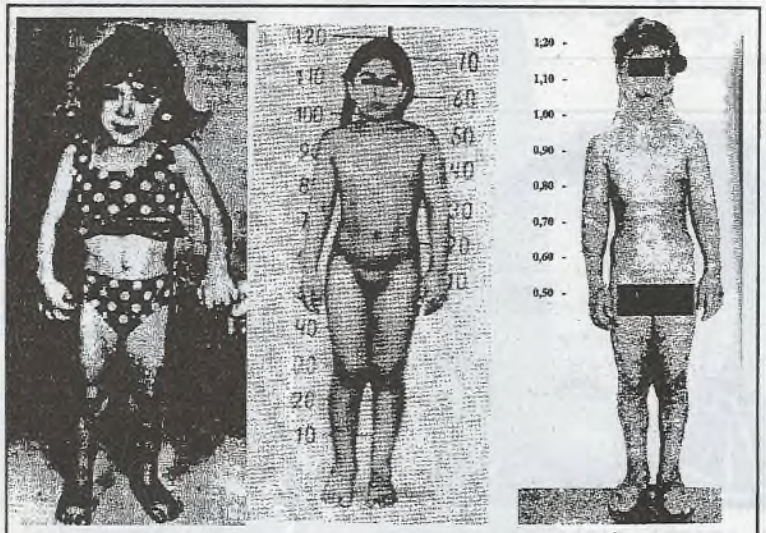


გ.
კუთხის სიდიდე ნორმაში (4) და ზოგიერთი ქრომოსომული ანომალიებისას.
სინდრომები: 1 - პატაუ 2 - დაუნა; 3 - შერეშევსკი-ტერნერი; 5 - კლაიფენტერი

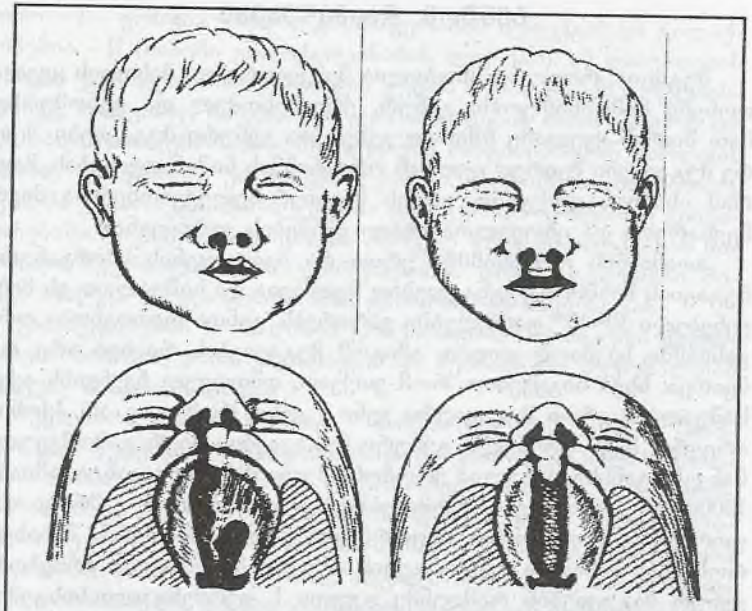


დ.
1. ნორმალური ადამიანის ხელის გული
2. დაუნის სინდრომით დაავადებულის ხელის გული

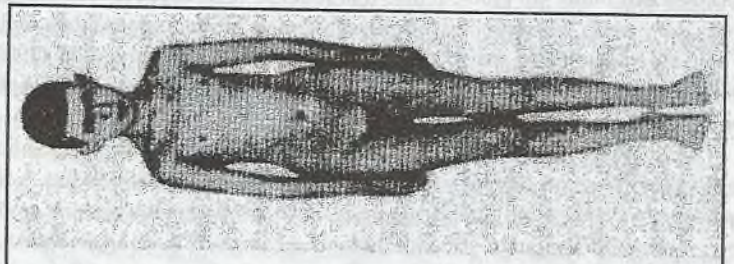
სურ. 42. გ, დ



სურ. 43. შერეშევსკი-ტერნერის სინდრომი



სურ. 40. ა. მოსალოდნელი „კურდღლის ტუჩი" და „მგლის ხახა" პატაუს სინდრომის დროს



სურ. 44 კლაიფენტერის სინდრომი

გენური დაავადებები

მუტაცია, როგორც ცნობილია მემკვიდრული მასალის ყველა დონეზე მიმდინარეობს: გენურ, ქრომოსომულ და გენომურზე. მათ შორის ყველაზე ხშირად გვხვდება გენური მუტაციები. მცირე მუტაციები მცირედ ცვლიან ორგანიზმის ნიშან-თვისებას, მაგრამ ისინი საფუძვლად უდევს მეცნიერ-სელექციონერთა მიერ მცენარეთა და ცხოველთა ახალი ჯიშების გამოყვანას.

ადამიანის ორგანიზმში ერთი და იგივე გენის სპონტანური მუტაციის სიხშირე მეტნაკლებად მუდმივია და საშუალოდ ეს მაჩვენებელი 10^{-5}–10^{-6} ფარგლებში ვარირებს. გენთა რაოდენობა ორგანიზმში საკმაოდ დიდია, ამიტომ მუტაციების რიცხვი არც თუ მცირეა. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, თითოეულ ჩვენგანს აქვს საშუალოდ ერთი მუტაციური გენი – გენი, რომელიც არ ჰქონია არცერთ ჩვენ მშობელს. გენური მუტაციების მიერ გამოწვეული მანკები განსხვავებულია ქრომოსომული მანკებისაგან. ადამიანს 100000-მდე გენი აქვს, რომლებშიც კოდირებულია უამრავი ინფორმაცია, მათ შორის ინფორმაცია ცილის სინთეზის შესახებ, რომელიც მასალაა ფერმენტების ანუ ენზიმებისათვის. არსებობს გენურ მატუციების რამდენიმე ჯგუფი: 1. ფერმენტული სისტემის მემკვიდრული დარღვევები (ენზიმოპათიები), 2. სისხლის ცილების მემკვიდრული დარღვევები 3. სტრუქტურული ცილების მემკვიდრული დეფექტები და სხვ. ამ დაავადებათა უმრავლესობა პრაქტიკულად გავლენას არ ახდენს ავადმყოფის ფენოტიპზე, სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, იგი დაკავშირებული არაა სიმახინჯესთან, სხეულის აღნაგობის ანომალიებთან. ენზიმოპათიების შესწავლას საფუძველი ჩაუყარა ა. გეროდის გამოკვლევებმა (1902) ენზიმოპათიებს იწვევს ფერმენტის აქტივობის ცვლილება, ან სინთეზის ინტენსივობის დაქვეითება.

არსებობს ენზიმოპათიების რამდენიმე ფორმა, რომელთანაც დაკავშირებულია ამა თუ იმ სახის სპეციფიკური დაავადება. განვიხილოთ ზოგიერთი ენზიმოპათია: 1. ნახშირწყლების ცვლის დარღვევით გამოწვეული ენზიმოპათიას ეკუთვნის **გალაქტოზემია** – რძის შაქრის მეტაბოლიზმის დარღვევა, რომელიც ფერმენტების დეფექტითაა გამოწვეული. გვხვდება 1:100000 სიხშირით. არსებობს მისი ორი ფორმა – გალაქტოზემია – I (1რომლის მიზეზია გალაქტოზო – 1 – ფოსფატურიდილტრანსფერაზას დეფექტი) და გალაქტოზემია – II (მიზეზი გალაქტოკინაზას დეფექტი). ამ დაავადების ნიშნები ვლინდება ახალშობილის დედის რძით კვების დაწყებისთანავე, რადგანაც ორგანიზმი ვერ ითვისების რძის შაქარს და იგი დიდი რაოდენობით გამოიდევნება ორგანიზმიდან შარდთან ერთად. ავადმყოფს უდიდდება ღვიძლი, შეენიშნება სიყვითლე, თვალში კატარაქტა. დარღვევებია ფიზიკურ და გონებრივ განვითარებაში. ბავშვები სიცოცხლის პირველ წლებში იღუპებიან სათანადო მკურნალობის ჩაუტარებლობის დროს. დადებითი შედეგს იძლევა დიეტა (ლაქტოზის გამორიცხვა საკვებიდან).

გალაქტოზემია II-ის დროს გონებრივი და ფიზიკური განვითარება ნორმალურია. კატარაქტა არ შეინიშნება. მკურნალობა ადრეულ ასაკიდან დიეტა.

მუკლიპოლისაქარიდოზიც – ნახშირწყლების ცვლის მოშლით გამოწვეული დაავადებაა. მისი მიზეზია მუკოპოლისაქარიდების დამშლელი სხვადასხვა ლიზოსომური ფერმენტების დეფექტი. რადგანაც ადგილი აქვს ამ ნახშირწყლის (მუკოპოლისაქარიდების) შეუთვისებლობას იგი დიდი რაოდენობით გამოიდევნება ორგანიზმიდან შართან ერთად, ადგილი აქვს ასევე მის დაგროვებას ლიზოსომებში. დაავადება ვლინდება საყრდენ-მამოძრავებელი, ნერვული სისტემისა და შინაგანი ორგანოების დაზიანებით.

2. **ლიპიდების ცვლის დარღვევით გამოწვეული დაავადების მიზეზია** სათანადო ფერმენტების დეფექტი. ამ დაავადებიდან აღსანიშნავია სფინქოლიპიდების სხვადასხვა სახეები. დაავადებათა სიხშირეა 1:300000. სფინგუიპიდები შედიან უჯრედის მემბრანის შემადგენლობაში, მისი ცვლის მოშლისას განსაკუთრებით ზიანდება თავის ტვინი. ამ დაავადებისთვის დამახასიათებელია გონებრივი და მამოძრავებელი სისტემის მოშლა, ძვლების, ღვიძლის, ნაღვლის ბუშტის, თირკმლების, თვალის ბადურას დაზიანება.

ლიპიდური ცვლის დარღვევით გამოწვეულ დაავადებას მიეკუთვნება **თეა-საქსის იდიოტია**. დაავადების განვითარება დაბადებისთანავე შეინიშნება. ახაიათებს კუნთური ჰიპოტონია, სიბრმავე, ინტელექტის დაქვეითება იდიოტობამდე, ვითარდება ცენტრალური და პერიფერიული დამბლები, ადგილი აქვს კრუნჩხვებს. ეს დაავადება უფრო ხშირად გვხვდება ებრაელებში (აშკენაზებში 1:5000 სიხშირით, დაავადება შეჭიდულია X ქრომო-

სომასთან). დაავადება არ ემორჩილება მკურნალობას. ავადმყოფი იღუპება 3-4 წლის ასაკში.

ლიპიდების ცვლის მოშლით გამოწვეულ დაავადებას მიეკუთვნება **გოშეს დაავადება** - ამ დროს ორგანიზმში გროვდება გლუკოცერებროზიდები, რის შედეგადაც ადგილი აქვს თრომბოციტოპენიას, სისხლჩაქცევებს - სისხლდენებს, ნევროლოგიურ დარღვევებს. მიზეზია ფერმენტი b გლუკოზიდას დეფექტი.

ფაბრის დაავადება - მემკვიდრეობს X-თან შეჭიდული რეცესიული ტიპით, მიზეზია a გლუკოზიდაზას დეფიციტი. ამ დროს ბიანდება კანის, თვალების და შინაგანი ორგანოების სისხლძარღვები.

გარდა სფინგოპიდოზებისა, ლიპიდური ცვლის დარღვევით გამოწვეულ ენზიმოპათიებს მიეკუთვნება სისხლის პლაზმის ლიპიდების ცვლის მოშლით გამოწვეული დარღვევები, რომელცა შორის აღსანიშნავია ჰიპერლიპოპროტეინემია - რასაც განაპირობებს შესაბამისი ფერმენტების, ასევე უჯრედის რეცეპტორების მოქმედების დეფექტი (ლიპიდების შემცველობის გაზრდა სისხლის პლაზმაში შეიძლება განპირობებული იყოს მულტიფაქტორული ან მონოგენური ფაქტორებით). დაავადების სიხშირე შეადგენს 1:100 (კვებეკში), 1:500 (ბევრ ევროპულ ქვეყანაში). ჰიპერლიპოპროტეინემია და მისი მონოგენური ფორმა განისაზღვრება იმით, რომ ლიპიდების მეტაბოლიზმი მჭიდროდ არის დაკავშირებული ათეროსკლეროზის და გულის იშემიური დაავადებების პათოგენეზთან. ჰიპერლიპოპროტეინემიის გენეტიკური თავისებურება, რომელიც დაკავშირებულია რეცეპტორების დეფექტთან, იწვევს ქოლესტერინის რაოდენობის მომატებას, რომელიც შეინიშნება ჰეტეროზიგოტებში 2-3-ჯერ მეტად ნორმაზე და იწვევს ადრეულ ასაკში (35-45) მიოკარდიის ინფარქტის განვითარებას. მონოგენური ჰიპერლიპოპროტეინემია გვხვდება ათეროსკლეროზით დაავადებულთა მცირე რაოდენობაში.

3. ამინომჟავების ცვლის დარღვევით გამოწვეული დაავადებებიდან აღსანიშნავია ფენილკეტონურია - ფენილალანინის ცვლის მოშლით გამოწვეული დაავადებაა. გვხვდება მაღალი სიხშირით 1:10000 ახალშობილებში. ფენილალანინი ფერმენტის (ფენილალანინ ჰიდროქსილაზას) მოქმედებით გარდაიქმნება თიროზინად. თუ ნივთიერებათა ცვლის ეს ეტაპი ირღვევა, ვითარდება დაავადება ფენილკეტონურია. ამ დროს სისხლში ფენილალანინის დიდი რაოდენობაა. იგი გარდაიქმნება შუალედურ პროდუქტად პიროყურძნის მჟავად, რომლის რაოდენობა სისხლში 0,003-0,04გ/ლ-ია ნაცვლად 0,5-0,6გ/ლ-ისა, ასევე დიდი რაოდენობითაა შარდშიც. ორგანიზმში ამ ნაერთიდან არ წარმოიქმნება თიროზინი, ადრენალინი, ნორადრენალინი, მელანინი. შუალედური პროდუქტები ტოქსიურად მოქმედებენ ტვინზე, ირღვევა უმაღლესი ნერვული მოქმედება კანის, თვალის და თმების პიგმენტაცია. ვითარდება მიკროცეფალია, გონებრივი ჩამორჩენილობა, შეინიშნება მზის რადიაციისადმი მაღალი მგრძნობელობა, მიდრეკილება კიბოსადმი. ახალშობილების დროული დიაგნოსტიკა (სამშობიაროებშივე) და დიეტოთერაპია კურნავს ავადმყოფს.

თიროზინოზი ფენილალანინის ცვლის დარღვევის მომდევნო რგოლია. ამ დროს ადგილი აქვს სისხლსა და შარდში თიროზინის, P-ჰიდროქსილფენილპიროყურძნისმჟავას ჭარბ რაოდენობას, რის გამოც ადგილი აქვს ახალშობილის ზრდა-განვითარებაში შეფერხებებს, ჰემორაგიებს, ცვლილებებს ღვიძლში, თირკმლებში.

ალბინიზმი - ეს დაავადებაც ფენილალანინის ცვლის დარღვევის შედეგია, კერძოდ თიროზინაზას დეფექტი, რომელიც განაპირობებს მელანინის სინთეზს, რასაც მოსდევს მელანინის უმარისობა კანში, თვალის ფერად გარსში, თმებში. თვალის ფერი მონაცრისფრო ან ღია ცისფერია. თვალში ჩანს სისხლძარღვები. აღინიშნება მზის ულტრაიისფერი სინათლისადმი მაღალი მგრძნობელობა, კანი წითლდება და მზე არ ეკარება, იშვიათად ადგილი აქვს ყრუ-მუნჯობას, განვითარების ანომალიებს, ინტელექტის დაქვეითებას.

ალკაპტონურია - გვხვდება იშვიათად /5:100000/ დაავადება გამოწვეულია ფერმენტ ოქსიდაზას დეფექტით, რომელიც აკატალაზებს ჰომოჰენტიზინის მჟავას გარდაქმნას ფუმარინის მჟავად, რაც იწვევს ხრტილებისა და სახსრების პათოლოგიებს და ართროზებს. კანი ღებულობს ჟანგისფერს. დაავადება გამომჟღავნდება უმეტესად 40 წლის ასაკის შემდეგ.

4. **ვიტამინების ცვლის დარღვევით** გამოწვეული დაავადებები **ჰომოცისტინურია** - ორგანიზმში მაღალია მეთიონინის, ჰომოცისტეინის და ჰომიცისტინის კონცენტრაცია. ეს უკანასკნელი დიდი კონცენტრაციითაა შარდში. ჰომოცისტინურიისას აღინიშნება ანომალიები სისხლძარღვების, ჩონჩხისა და მხედველობის

ორგანოების განვითარებაში. ინტელექტის დაქვეითება არ შეინიშნება. დაავადება B_6 ვიტამინით მკურნალობას ექვემდებარება ჰომოცისტინურა შეიძლება გამოწვეული იყოს B_{12} ვიტამინის დეფექტითაც.

5. **ნუკლეინის მჟავაში პურინის და პირიმიდინის აზოტოვანი ფუძეების ცვლის დარღვევით გამოწვეული დაავადებები:**

ლეშ-ნიჰანის სინდრომი – მემკვიდრეობს X-თან შეჭიდული რეცესიული ტიპით (მიზეზია ფერმენტ ჰიპოქსანტინ-ფოსფორიბოზილტრანსფერაზას უკმარისობით, რომელიც აუცილებელია დნმ-ს სინთეზისთვის). ეს დაავადება იშვიათია 1:300000. ფერმენტის ნაკლებობისას პურინის ფუძის გარდაქმნის საბოლოო პროდუქტი არის შარდმჟავა. დაავადება ვითარდება მეძუძურ ასაკში. მეღავნდება კუნთური ჰიპერტონუსით, დამახასიათებელია რეფლექტორული აგზნება, ოლიგოფრენია, ბავშვები გონებრივად ჩამორჩენილია, აღენიშნებათ მოძრაობის კოორდინაციის მოშლა, ავტოაგრესია, ნევროპათია შარდმჟავასა და რკინამჟავას მომატება სისხლსა და შარდში, ქვების ჩალაგება სახსრებსა და საშარდე გზებში.

ამ ტიპის დაავადებებიდან აღსანიშნავია აგრეთვე დნმ-ს რეპარაციის დარღვევით გამოწვეული დაავადებები (პიგმენტური ქსეროდერმია, პროგერია, ფანკონის ანემია, ბლუმის სინდრომი, ლუი-ბარის სინდრომი)

6. **ჰორმონების ბიოსინთეზის** დარღვევით გამოწვეული დაავადებები. აღსანიშნავია ანდრენოგენიტალური სინდრომი – სასქესო ჰორმონების ბიოსინთეზის დარღვევით გამოწვეული ენზიმოპათიებია. იგი იმ გენის მუტაციითაა გამოწვეული, რომელიც ანდროგენების სინთეზს აკონტროლებს. გვხვდება მისი 2 სახე: ანდროგენიტალური სინდრომი მარილების დაკარგვით ან მის გარეშე ანუ მდედრობითი ფსევდოპერმაფროდიზმი. ამ დროს ქალებში აღინიშნება მასკულინიზაცია (მამრობითი სასქესო ნიშნების გაჩენა), შინაგანი სასქესო ორგანოები ნორმალურადაა განვითარებული.

ვაჟებში აღინიშნება ადრეული სქესობრივი მომწიფება, დაბალი ტანი, რაც ადრეული ეპიფიზალური გაძვალებით აიხსნება. შარდში აღინიშნება კეტოსტეროიდების (კორტიკოსტეროიდების) დონის მომატება.

2. ანდრენოგენიტალური სინდრომი არტერიული ჰიპერტონიით, რაც გამოწვეულია (11□) ჰიდროქსილაზას დეფექტით. იგი

ელინდება პროგრესირებად მუსკულინიზაციაში და არტერიულ ჰიპერტონიაში.

ტესტირებული ფემინიზაციის სინდრომი – X-თან შეჭიდული რეცესიული ტიპის დაავადებაა. ამ დროს არ წარმოიქმნება ანდროგენების რეცეპტორები, კარიოტიან – 46, XY; გარეგანი სასქესო ორგანოები ქალის ტიპისაა, სასქესო ჯირკვლები კი – სათესლეებია. ფსიქოსექსუალური ქცევა ქალის, ინტელექტი ნორმალური.

ჰემოგლობინოპათიები – გენური დაავადებების ერთ-ერთი ჯგუფია. იგი ჰემოგლობინის პოლიპეპტიდური ჯაჭვის პირველადი დეფექტებითაა გამოწვეული. მუტაციები ძირითადად ჰემოგლობინის მესამეული და მეოთხეული სტრუქტურის ცვლილებას იწვევს, რასაც თან სდევს ჰემოგლობინის ფუნქციის ცვლილებაც, რაც გარკვეული დაავადებებით გამომჟღავნდება. ჰემოგლობინოპათიებიდან აღსანიშნავია:

ჰემოლიზური ანემია – ჰემოგლობინის სტრუქტურა არამდგრადია, რის გამოც ერითროციტები განიცდიან დაშლას (ჰემოგლობინის B ჯაჭვში მომხდარი ცვლილების გამო) ვითარდება სისხლნაკლებობა, დამახასიათებელია გამონაყარი კანზე. ეს დაავადება გავრცელებულია იტალიის ზოგიერთ მხარეში (სარდინია, სიცილია), სადაც საკვებად ცერცვს იყენებენ.

მეთჰემოგლობინემია – ერითროციტების შემადგენლობაში შედის მეთჰემოგლობინი. ამ დროს აღგილი აქვს რკინის დაჟანგვის ხარისხის სწრაფ ცვლილებას ($Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$) ორვალენტიანი რკინა აღვილად გადადის სამვალენტიანში. ჰემოგლობინი კარგავს ჟანგბადის ტრანსპორტირების უნარს, რის გამოც ავადმყოფში აღგილი აქვს დიფუზურ ციანოზს. მეთჰემოგლობინის არსებობის გამო სისხლს შოკოლადისფერი აღევს. ამ დაავადებას თან ახლავს პათოლოგიები გონებრივ და ფიზიკურ განვითარებაში.

ნამგლისებური უჯრედული ანემია – მიზეზია ანომალური ჰემოგლობინი, რომელის დროსაც B ჯაჭვის მე-6 მდგომარეობაში გლუტამინის მჟავა შეცვლილია ვალინით. ამ დროს HBA ჰემოგლობინი იცვლება HBS. ჰემოგლობინი S-ის შემცველი ერითროციტები ნამგლისებურ ფორმას იღებენ. ერითროციტებში ჰემოგლობინ-S-ის შემცველი მოლეკულები ერთმანეთს ეწებებიან და ბოჭკოს წარმოქმნიან; სწორედ ამის გამოა ერითროციტები დე-

ფორმირებული და ნამგლისებური ფორმის.

ეს ერითროციტები წვრილ სისხლძარღვებში იჭედებიან (ბლოკირდებიან) და ამ უბნებში სისხლის მიწოდება ფერხდება (რაც ადრეული სიკვდილის მიზეზია ჰომოზიგოტურ ინდივიდებში). ამას მოჰყვება სხვადასხვა სიმპტომები: დაღლის გრძნობა, გაღიზიანება, კრუნჩხვა და სხვ. ნამგლისებური ერითროციტები იღებენ ჟანგბადის დაბალ კონცენტრაციას. თუკი ინდივიდები ჰომოზიგოტებია HBS/HBS ეს გენი ლეტალურია და ინდივიდები ანემიის მძიმე ფორმით არიან დაავადებული, რაც მათ დაღუპვას იწვევს ადრეულ ასაკში. რაც შეეხება ამ გენის მიმართ ჰეტეროზიგოტურ ინდივიდებს HBS/HBA კლინიკურად ჯანმრთელები არიან, მხოლოდ ზღვის დონიდან 3000მ-ზე ასვლისას განიცდიან ჰიპოქსიას (ჟანგბადის უკმარისობა), რაც (მსუბუქი) ანემიით არის გამოწვეული, მაგრამ ჰეტეროზიგოტი ინდივიდები გამძლე არიან მალარიისადმი, რადგანაც მალარიის გამომწვევები (პლაზმოდიუმები) ვერ სახლდებიან ნამგლისებური ფორმის ერითროციტებზე. ამ გენის ჰეტეროზიგოტული ინდივიდები ფართოდ არიან გავრცელებული აფრიკაში, ინდოეთში, საბერძნეთში და სხვა ცხელჰავიან (ხმელთაშუა ზღვის აუზის) ქვეყნებში, სადაც მალარიის კერებია. ჰომოზიგოტური ინდივიდების 90% ადრეულ ასაკში იღუპებიან და ლეტალური გენი იცხრილება ბუნებრივი გადარჩევის გზით, ამიტომ ამ ქვეყნებში მოსახლეობის 20-40% ამ გენის მიმართ ჰეტეროზიგოტია და ნორმალური სიცოცხლის ხანგრძლივობითაც ხასიათდებიან.

თალასემიები - ამ დროს ადგილი აქვს ჰემოგლობინის რომელიმე ჯაჭვის სინთეზის დათრგუნვას, რაც იწვევს პათოლოგიური მდგომარეობის გავითარებას. იმის მიხედვით თუ ჰემოგლობინის რომელ ჯაჭვშია დარღვევა, არსებობს a და b თალასემია.

a თალასემიის მიზეზია გლობინის გენის მუტაცია (a ჯაჭვში), დელეციები შეიძლება მოხდეს 1-დან 4-მდე გენში, რაც გავლენას ახდენს პათოლოგიის ხარისხზე და ხასიათზე. ოთხივე გენის მუტაციისას ადგილი აქვს ავადმყოფის დაღუპვას. ამ დროს არ ხდება a ჯაჭვის სინთეზი. მსუბუქი ფორმისას ავადმყოფები 10 წლამდე ცოცხლობენ.

b თალასემიისას ადგილი აქვს b ჯაჭვის სინთეზის დეფექტს, ასევე შეიძლება არ მოხდეს b ჯაჭვის სინთეზი საერთოდ. B

თალასემიისას ადგილი აქვს ჯაჭვის გენების დელეციას. ავადმყოფს პრორესირებადი ანემია აღენიშნება. სიცოცხლის ხანგრძლივობა დაავადების სიმძიმეზეა დამოკიდებული. ჰეტეროზიგოტებს, რომლებიც b ჯაჭვის გენების მატარებელია ანემიის ნიშნები არ აღენიშნებათ. თალასემიის გამომწვევი გენები მე-16 ქრომოსომაშია მოთავსებული. სიცოცხლის ხანგრძლივობა დაავადების სიმძიმეზეა დამოკიდებული.

ჰემოფილია - სისხლის შეუდედებლობა X ქრომოსომასთან შეჭიდული რეცესიული მემკვიდრეობის ტიპია. დაავადების გადაცემა ხდება „კრის-კროს" მემკვიდრეობით ვაჟიშვილები ამ გენს ღებულობენ დედიდან. ქალებში ჰემოფილიის გენი ბლოკირებულია ნორმალური დომინანტური გენით, რომელიც მეორე X ქრომოსომაშია მოთავსებული, რადგანაც მამაკაცებს მხოლოდ ერთი X ქრომოსომა აქვთ, ამიტომ დაავადების გამომწვევი გენის ბლოკირება ვერ ხდება.

დაავადება 2-3 წლის ასაკში ვლინდება ვაჟებში, თუმცა დაავადების ნიშნები ადრეულ ასაკშიც შეიმჩნევა. იშვიათად გვხვდება ქალებში. ამ დაავადების მიმართ ჰეტეროზიგოტი ქალისა და დაავადებული მამაკაცის ქორწინების შედეგად ადგილი აქვს გოგონას დაავადებისას.

ჰემოფილიის 2 ფორმა არსებობს A და B. ჰემოფილია A გამოწვეულია სისხლში VIII ფაქტორის დეფექტით ან არარსებობით. დაავადებულებში ფიბრინოგენი ფიბრინად არ გარდაიქმნება.

ჰემოფილია B დროს სისხლის შეუდედებლობა გამოწვეულია IX ფაქტორის - თრომბოპლასტინის დეფექტით. დეფექტური გენი ამ დროსაც X ქრომოსომასთანაა შეჭიდული დავალების კლინიკური ნიშნები იგივეა, როგორც A ფორმის დროს.

კოლაგენური დაავადებები - ისეთი გენური დაავადებებია, რომელიც შემაერთებელი ქსოვილის უმნიშვნელოვანესი კომპონენტის - კოლაგენის ბიოსინთეზისა და დაშლის გენეტიკური დეფექტებითაა განპირობებული.

კოლაგენური დაავადებებიდან აღსანიშნავია „მარფანიის სინდრომი, და ელერს ადანლოსის სინდრომი.

მარფანიის სინდრომი - 1896 წ. აღწერა ფრანგმა ჰედიატრმა ა. ბ. მარფაანმა - 5 წლის ავადმყოფ გოგონაზე, რომელსაც ჰქონდა გრძელი წვრილი კიდურები, განუვითარებელი კუნთებით.



სურ. 45. მარფაანის სინდრომი. 14 წლის ვაჟი (ლაზიუკი, 1979)

მოგვიანებით მიაქციეს ყურადღება ამ დაავადების დროს თვალის და გულის დეფექტს არც თუ ისე დიდი ხნის შემდეგ დაადგინეს, რომ ამ დაავადებას აკონტროლებს მხოლოდ ერთი გენი, იგი არღვევს შემაერთებელი ქსოვილის განვითარებას და იმავდროულად იწვევს გადახრას თვალის ბროლის აღნაგობაში, ამავე მანკებს გულ-სისხლძარღვთა სისტემაში (სურ. 45) თვითონ მარფანმა ამ დაავადებას დოლიხოსტენომელია (ბერძნულია და ქართულად ნიშნავს გრძელ, წვრილ კიდურებს), ხოლო შემდეგ მას უწოდეს მარფანის სინდრომი, გამოჩნდა სხვა სახელწოდებებით არაქნოდაქტილია - „ობობის თითები“, რომელსაც თან ახლავს გემოაღწერილი ნიშნები. (საინტერესოა ის ფაქტი, რომ მაშინ მარფანმა აღწერა სულ სხვა დაავადება და არა ის დაავადება, რომელიც დღეს მარფანის სინდრომის სახელწოდებით მოიხსენიება. ვარაუდობენ, რომ მაშინ მარფანმა აღწერა ამჟამად წოდებული თანდაყოლილი კონტრაქტორული არაქნოდაქტილია).

ელერს-ლანლოსის სინდრომი - ეს არის შემაერთებელი ქსოვილის დაავადებათა ჯგუფი, რომელიც კანისა და სახსრების სხვადასხვა სახის დაზიანებას იწვევს. ამ დაავადების რვა ტიპი არსებობს, რომელთაგან მხოლოდ ერთი მემკვიდრეობს X ქრომოსომასთან შეჭიდული ტიპით. ამ დაავადებისათვის დამახასიათებელია სახსრების გენერალიზებული ჰიპერმოძრაობა ჰიპერლასტიურობით, კანის უმნიშვნელო ცვლილებები; ზოგიერთი ტიპი ხასიათდება მსხვილი სისხლძარღვების სპონტანური გახეთქვებით, ნაწლავთა პერფორაციით, ადგილი აქვს კოლაგენის სინთეზის დეფიციტს, ზოგიერთი ტიპისთვის მძიმე სქოლიოზის, თვალის ქსოვილების სიმყიფეს, ზოგჯერ ვლინდება ტანის სიდაბლე, მიდრეკილება სისხლდენებისაკენ, კბილების ადრეული ცვენით და ა.შ.

გენური დაავადებებიდან აღსანიშნავია **აქონდროპლაზია**. დამახასიათებელია დისპროპორციული ქონდრისკაცობა, მოკლე კიდურები. ზრდასრული ადამიანის სიმაღლე 130-135 სმ-ია. დამახასიათებელია დიდი თავის ქალა, გამოწეული კეფა. ხელის მტევანი ფართო და მოკლეა, ხშირია იზოდაქტილია, ხერხემლის გამრუდება. ბავშვებში ჩამორჩენილობა ეტყობათ მოტორულ განვითარებაში. ადგილი აქვს ქალას ტვინოვანი და სახის ნაწილის დისპროპორციას. ლულოვანი ძვლები გაფართოებული და დამოკლებულია. აქონდროპლაზია ძვლოვანი სისტემის დაავადებაა, რომლის დროსაც როგორც ვნახეთ აღინიშნება ხრტილოვანი ქსოვილის ანომალიები ლულოვანი ძვლების ეპიფიზებში და თავის ქალას ფუძის ძვლებში.

გენური ინჟინერია

გენური ინჟინერია არის უჯრედის ბირთვში დნმ-ს წინასწარგანსაზღვრული შეცვლა ორგანიზმის ან ორგანიზმთა პოპულაციის მოდიფიცირების მიზნით.

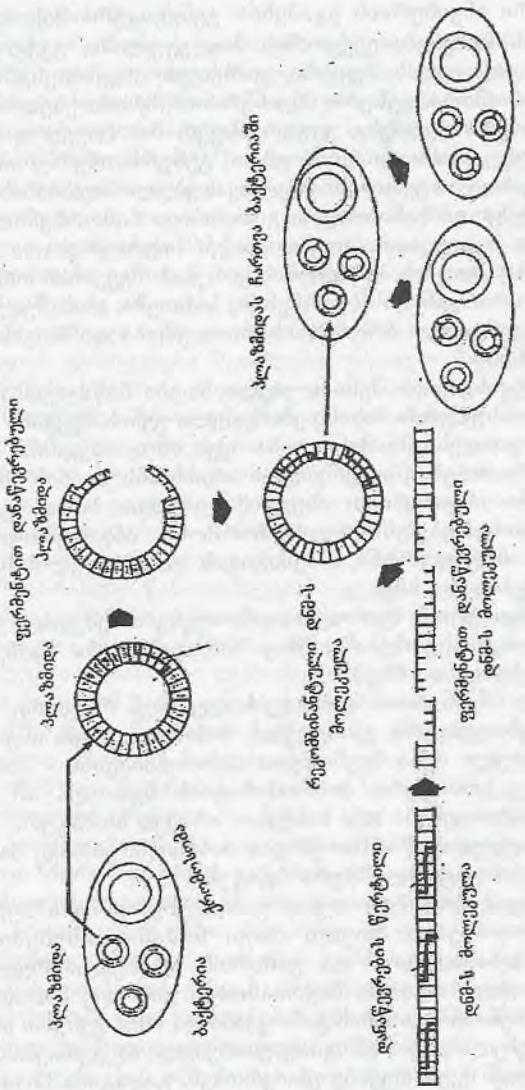
ეს მეცნიერება XXს. 70-იან წლებში წარმოიშვა და მისი მიზანი იყო გენოტიპში არსებული გენეტიკური ინფორმაციის შეცვლა წინასწარ დასახული გეგმის შესაბამისად. გენურ ინჟინერიას აწარმოებენ როგორც პროკარიოტულ ისე ეუკარიოტულ ორგანიზმებში. გენური ინჟინერია შეიძლება განხორციელდეს მოლეკულურ უჯრედულ, ქსოვილურ, ქრომოსომულ და ა.შ. დონეზე.

გენურ ინჟინერიაში შეიძლება გამოიყოს ორი მიმართულება: ტრანსგენეზი - გენომიდან გამოყოფილი ან ხელოვნურად სინთეზირებულ გენთა გადატანა სხვა გენომში. მეორე უჯრედიდან გამოყოფილ ქრომოსომათა გადატანა სხვა უჯრედებში, ან ექსპერიმენტულად სხვადასხვა რამდენიმე გენომის შეერთება ერთ უჯრედად.

გენური ინჟინერიის მიღწევად უნდა ჩაითვალოს დნმ-ს ფრაგმენტების კლონირება. გენური ინჟინერიის საშუალებით ხდება სხვადასხვა ბუნებისა და წარმოშობის დნმ-ს ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობების შეერთებით დნმ-ს ახალი ტიპის მოლეკუ-

ლების წარმოიქმნა, რომელთა კლონირების შედეგად ხდება მათი უამრავი ასლების წარმოშობა.

ამ დროს დნმ-ს მოლეკულას რესტრიქტაზებით (სპეციალური ფერმენტები) ყოფენ მცირე ზომის ფრაგმენტებად – ნუკლეოტიდებად დნმ-ს ფრაგმენტების კლონირებაში მონაწილეობს ბაქტერიული პლაზმიდები (არაქრომოსომული გენეტიკური ელემენტებია, რომლებიც ორსპირალიანი, რგოლური ან ხაზოვანი სტრუქტურის მქონე დნმ-ს მოლეკულებს წარმოადგენენ) ასევე ფაგები ისინი ბაქტერიული დნმ-ს მოლეკულაში რთავენ ნებისმიერი ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის დნმ-ს, რის შედეგადაც მიიღება ჰიბრიდული (ქიმერული) დნმ. იგი შედგება საკუთარი გენომისა და ჩართული – უცხო დნმ-ს თანმიმდევრობისაგან. პლაზმიდას მიერ ბაქტერიაში (მაგ. ნაწლავის ჩხირი) შეტანილ ჰიდრიდულ დნმ-ს უამრავ ასლებს (კლონებს) ასინთეზირებს აღნიშნული ბაქტერია. ბაქტერია ასინთეზირებს ამგვარი დნმ-ს უამრავ ასლს (კლონირება) პლაზმიდები ამ დროს ასრულებენ დნმ-ს ფრაგმენტების გადამტანის – ვექტორების როლს. აღნიშნული პროცესი ამგვარად მიმდინარეობს: რესტრიქტაზებით დაფრაგმენტებულ (დაჭრილ) დნმ-ს აქვს წებვადი ანუ კოჰეზიური ბოლოები, დნმ-ს მონაკვეთი (გენი) შეჰყავთ ვექტორში – ნაწლავის ჩხირის პლაზმიდაში. ვექტორის მოლეკულას ცენტრიფუგირებით გამოყოფენ ნაწლავის ჩხირის დნმ-საგან. შემდეგ ნაწლავის ჩხირის უჯრედს ამუშავებენ გამწმენდი ხსნარით, რის შედეგადაც უჯრედის მემბრანა იშლება. გამოყოფილ პლაზმიდებს ამუშავებენ რესტრიქტაზებით. მისი წრიული დნმ-ის მოლეკულა რესტრიქტაზებით დამუშავებისას გადაიქცევა ხაზოვან მოლეკულად. ამის შემდეგ პლაზმიდისა და დნმ-ს ფრაგმენტს ათავსებენ სპეციალურ ხსნარში ფერმენტ ლიგაზასთან ერთად, რომელიც ამ ფრაგმენტს „აკერებს“ პლაზმიდაში, რის შედეგადაც მიიღება ჰიბრიდული მოლეკულა. ამის შემდგომ ნაწლავის ჩხირს და ჰიბრიდულ პლაზმიდას კალციუმის ქლორიდიან ცივ ხსნარში ათავსებენ და აცხელებენ, რის შედეგადაც ნაწლავის ჩხირის უჯრედის მემბრანა კარგავს შებღუდული განელადობის უნარს. ჰიბრიდული პლაზმიდა შედის ბაქტერიის უჯრედში და მის გენეტიკურ სტრუქტურად იქცევა. ნაწლავის ჩხირის უჯრედის გაყოფასთან ერთად ხორციელდება ჰიბრიდული დნმ-ს (გენის) მრავალი ასლის მიღება (კლონირება) (სურ. 46).



სურ. 46. დნმ-ის მოლეკულის კლონირების სქემა (ლუდვა თ., 2004)

ე.ი. გენური ინჟინერიის ეტაპებია: გენეტიკური მასალის მიღება; გენების ჩაშენება-ვექტორის მოლეკულაში; ვექტორის ჰიბრიდული მოლეკულის შეყვანა უჯრედულ რეციპიენტში. მისი ასლების წარმოშობა. გენური ინჟინერიით შესაძლებელია ი.რნ-დან დნმ-ს მიღება ფერმენტ უკუტრანსფერაზას (რევერტაზა) საშუალებით უკუტრანსკრიპციის გზით. გენური ინჟინერიით შესაძლებელი გახდა არგირინემიით დაავადებული ადამიანის მკურნალობა. ავადმყოფი ხასიათდება გონებრივი ჩამორჩენილობით, ეპილეფსიური შეტევებით, ადგილი აქვს ნივთიერებათა ცვლის მოშლას და სხვ. შოუპის პაპილომის ვირუსის შეყვანამ ორგანიზმში გამოიწვია არგინაზას (ფერმენტი) სინთეზი, რის შედეგადაც ავადმყოფს შეუმცირდა არგირინის რაოდენობა და მოეხსნა დაავადების ნიშნები.

გენური ინჟინერიით შესაძლებელი ხდება ნაწლავის ჩხირის საშუალებით ინსულინის მასინთეზირებელი გენის შეყვანა ორგანიზმში. ამას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს იმ დიაბეტიანი ადამიანებისთვის, რომლებიც ალერგიული არიან ინსულინის ინექციისადმი. გენური ინჟინერიით ასევე მიღებულია ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები, ზრდის ჰორმონი, ანტიჰემოფილური გლობულინი, ინტერფერონი, B ჰეპატიტის და თურქულის საწინააღმდეგო ვაქცინა და სხვ.

გენური ინჟინერიის მეთოდები გამოიყენება მემკვიდრულ დაავადებათა დიაგნოსტირებაში (მაგ. ნამგლისებური უჯრედული ანემია, თალასემია და სხვ.).

უჯრედულ ინჟინერიის მეთოდებს იყენებენ როგორც მცენარეული, ისე ცხოველური უჯრედების მიმართ. გენურ ინჟინერიაში შემუშავებული იქნა მცენარეთა ჰიბრიდიზაციის - პარასექსუალური ანუ სომატური ჰიბრიდიზაციის მეთოდი. ამ დროს მშობლებად გამოიყენება არა სასქესო, არამედ სომატური უჯრედები. რის შედეგედაც წარმოიქმნება ჰიბრიდში ორივე პარტნიორის ტოლფასი ციტოპლაზმური სტატუსი.

გენური ინჟინერიის მეთოდების გამოიყენებით შესაძლებელია კულტურული ჯიშების მთელი რიგი ნიშან-თვისებების გაუმჯობესება: დაავადებისა და გარემოს არახელსაყრელი პირობებისადმი მდგრადობის, შაქრიანობის გაზრდა, მაღალპროდუქტიული მერქნიანი ჯიშების გამოყვანა და სხვა გენური ინჟინერიით შესაძლებელი ხდება აზოტმაფიქსირებელი ბაქტერიების, რომლებიც პარკოსან მცენარეებზე ცხოვრობენ, გადატანა სხვა კულტურულ მცენარეზე, რის გამოც იქ საჭირო აღარ იქნება აზოტოვანი სასუქების შეტანა.

გენური ინჟინერიის მეთოდებს იყენებენ ადამიანის ორგანიზმში სიმსივნური უჯრედების გასანადგურებლად, სხვადასხვა დაავადებათა დიაგნოსტიკასა და თერაპიაში. გენური ინჟინერიის შედეგად შესაძლებელია ცხოველის გენეტიკურად იდენტური დუპლიკატის (ანუ კლონის) წარმოქმნა. 1997წ. კლონირებული იქნა ცხვარი „დოლი". სქესობრივი გამრავლების გარეშე სომატური უჯრედიდან.

თეორიულად ადამიანის კლონის შექმნა სავსებით შესაძლებელია. ადამიანის 100 მილიონი უჯრედიდან თითოეული მათგანი შეიძლება გამოყენებული იქნას ახალი ადამიანის შესაქმნელად, რომელიც იმ იდენტური გენების მქონე პიროვნება იქნება, რომლის უჯრედი იქნა კლონირების მასალად აღებული. ამ ტექნოლოგიის გამოყენება შეიძლება უშვილო წყვილების მიმართ. ამავე დროს საჭიროა მხედველობაში მივიღოთ გენური ინჟინერიით მიღებული პროდუქტების უსაფრთხოების არსებობა. გენმოდიფიცირებულ ინდუსტრიასთან დაკავშირებით მსოფლიოში აზრთა დიდი სხვადასხვაობა წარმოიქმნა. მალე გაჩნდა შიში იმისა, თუ რა გავლენა შეიძლება მოჰყოლოდა გენმოდიფიცირებულ (გმ) ნათესებს ჯანმრთელობაზე, გარემოსა და სოციალურ-ეკონომიკურ განვითარებაზე. 1990 წლების მიწურულს გმ მცენარეებისადმი წინააღმდეგობა ყველა კონტინენტზე გაიზარდა. ევროკავშირმა გამოაცხადა მორატორიუმი გმ მცენარეების კომერციული თვალსაზრისით თესვის შესახებ. შემოღებული იქნა აკრძალვები აზიასა და ლათინურ ამერიკაშიც. ბევრმა სამხრეთულმა ქვეყანამ უარი თქვა იმ სასურსათო დახმარებაზე, რომელიც გმ საკვებს შეიცავდა. ევროპაში ეს წინააღმდეგობა იმდენად დიდია, რომ ეს საკვები საერთოდ არ გვხვდება ევროპის ცივილიზებული ქვეყნების ძირითად სუპერმარკეტებში.

გენმოდიფიცირებული საკვებით კვებამ შეიძლება გამოიწვიოს ახალი ალერგიები, ანტიბიოტიკებისადმი მდგრადობა და სხვ. გარდა ამისა იგი საფრთხეს უქმნის გარემოს და ნაკლებ მომგებიანია მომხმარებლისათვის, რადგანაც ის არც იაფია და არც უკეთესი ხარისხის, ვიდრე ტრადიციული გზით მიღებული საკვები პროდუქტი.

ამრიგად, გენური ინჟინერია უამრავ პერსპექტივას უსახავს მედიცინას, ადამიანის გენეტიკას და ბიოტექნოლოგიას, მაგრამ ზოგიერთ სფეროში მისი გამოყენების დროს საჭიროა დიდი სიფრთხილე, რადგანაც გენმოდიფიცირებულმა ორგანიზმებმა შეიძლება გარემოსა და ადამიანის არსებობას დიდი საფრთხე შეუქმნას.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რას ეწოდება მოდიფიკაციური ცვალებადობა?
2. რა ნიშნები ახასიათებს მოდიფიკაციურ ცვალებადობას?
3. რას ეწოდება რეაქციის ნორმა?
5. რა არის ფენოკოპირება?
6. რას ეწოდება მუტაცია? რით არის განპირობებული?
7. რას ეწოდება მუტაგენური ფაქტორი?
8. ჩამოთვალეთ მუტაგენური ფაქტორთა სახეები.
9. ჩამოთვალეთ ფიზიკური მუტაგენები
10. ჩამოთვალეთ ქიმიური მუტაგენები.
11. ჩამოთვალეთ ბიოლოგიური მუტაგენები.
12. ჩამოთვალეთ მუტაციის სახეები.
13. რას ეწოდება გენური მუტაციები.
14. ჩამოთვალეთ გენური მუტაციების სახეები.
15. რას გულისხმობს მარგივი შეცვლა (ტრანზიცია)?
16. დაახასიათეთ რთული შეცვლა (ტრანსვერსია)
17. რა ხდება დნმ-ს მოლეკულაში ნუკლეოტიდური წყვილების ჩართვისას, ამოვარდნისას?
18. გენში ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობების შეცვლის მიხედვით რა სახის (გენური) მუტაციები არსებობს?
19. რას ნიშნავს დნმ-ს რეპარაცია?
21. დაახასიათეთ ფოტორეაქტივაციული რეპარაცია.
22. დაახასიათეთ ექსციზიური რეპარაცია.
23. დაახასიათეთ რეკომბინაციული რეპარაცია.
24. დაახასიათეთ SOS რეპარაცია
25. რა სახის დაავადებებთან გვაქვს სახე, თუკი არ მოხდა დნმ-ის რეპარაცია?
26. ქრომოსომული მუტაციების (აბერაციები) რა სახეები არსებობს?
27. რას ეწოდება გენომური მუტაციები?
28. გენომური მუტაციების რა სახეები არსებობს?
29. რას ეწოდება პოლიპლოიდია?
30. რას ეწოდება ანეუპლოიდია?
31. რას ეწოდება ტრისომია, მონოსომია, ნულესომია?
32. ჩამოთვალეთ დაავადებები, რომლებიც ქრომოსომათა ტრისომიებითაა გამოწვეული.
33. დაახასიათეთ დაუნის სინდრომი.

34. დაახასიათეთ მონოსომია შერეშევსკი ტერნერის სინდრომი.
35. დაახასიათეთ ტრიპლო X, ტეტრასომია, პენტასომია.
37. დაახასიათეთ კლაინფელტერის სინდრომი.
38. ჩამოთვალეთ ენზიმოპათიების სახეები.
39. დაახასიათეთ ნახშირწყლების ცვლის მოშლით გამოწვეული დაავადებები.
40. დაახასიათეთ ლიპიდების ცვლის დარღვევით გამოწვეული დაავადებები.
41. დაახასიათეთ ამინომჟავების ცვლის დარღვევით გამოწვეული დაავადებები.
42. დაახასიათეთ ვიტამინების ცვლის მოშლით გამოწვეული დაავადებები.
43. ნუკლეინის მჟავაში აზოტოვანი ფუძეების ცვლის დარღვევით გამოწვეული დაავადებები.
44. დაახასიათეთ ჰორმონების ბიოსინთეზის დარღვევით გამოწვეული დაავადებები.
45. დაახასიათეთ ჰემოგლობინოპათიების ძირითადი სახეები.
46. დაახასიათეთ თალასემიების სახეები.
47. დაახასიათეთ ჰემოფილია და მისი სახეები.
48. დაახასიათეთ კოლაგენური დაავადებები.
49. რა არის გენური ინჟინერია? რა მნიშვნელობა აქვს მას?
50. რა არის ვექტორი, ჰიბრიდული ანუ ქიმერული მოლეკულა (დნმ)?
51. როგორ ხდება დნმ-ს მონაკვეთების კლონირება?

ტესტები

1. მოდიფიკაციური ცვალებადობა დაკავშირებულია:
   ა) გენოტიპის ცვლილებებთან;
   ბ) გენოფონდის ცვლილებებთან;
   გ) ფენოტიპის ცვლილებებთან;
   დ) კომბინაციურ ცვალებადობასთან.
2. ფენოტიპური ცვალებადობისათვის დამახასიათებელი არ არის:
   ა) ფენოტიპის ცვლილება; ბ) გენოტიპის ცვლილება;
   გ) შექცევადობა დ) მასიურობა
3. ჩამონათვალიდან რომელი მიეკუთვნება მოდიფიკაციურ ცვალებადობას:
   ა) გენთა ახალი შეთანაწყობა ბიგოტაში (კომბინაციები);

ბ) ქრომოსომების რიცხვის ჯერადად გაზრდა (პოლიპლოიდია);
გ) სრული მეტამორფოზის სტადიები – სრული გარდაქმნა;
დ) ერთი ნიშნის ცვლილებას თან სდევს სხვა ნიშნის ცვლილება (თანაფარდობითი ცვალებადობა).

4. რა არის მორფოზი:
ა) ორგანოს ფორმის შეცვლა;
ბ) გარემოს ფაქტორების ძლიერი ზემოქმედებით წარმოქმნილი მორფოფიზიოლოგიური დეფექტები და სიმახინჯეები;
გ) გენში მომხდარი ცვლილება;
დ) ყველა პასუხი სწორია.

5. ფენოკოპირება არის:
ა) ნიშანი ფენოტიპურად ემსგავსება მუტანტური გენით გამოწვეულ ცვლილებას;
ბ) გენოტიპის გამოწვეული ცვლილება;
გ) კომბინაციური ცვალებადობით გამოწვეული ცვლილება;
დ) მუტაციური ცვალებადობის შედეგი.

6. მუტაცია არის:
ა) გენის, ქრომოსომის, სტრუქტურის ან რიცხვის მემკვიდრული ცვლილება;
გ) კომბინაციური ცვალებადობის შედეგი;
დ) ციტოპლაზმური მემკვიდრეობის შედეგი;
ბ) არამემკვიდრული ცვლილება.

7. გენური მუტაცია არის:
ა) ცალკეული გენის სტრუქტურის ცვლილება;
ბ) გენოტიპის ცვლილება;
გ) ფენოტიპის ცვლილება;
დ) ყველა პასუხი მცდარია.

8. ფიზიკურ მუტაგენებს მიეკუთვნება:
ა) სხვადასხვა სახის გამოსხივება, ქიმიური ნივთიერებები;
ბ) სხვადასხვა სახის გამოსხივება, ტემპერატურა, ტენიანობა და სხვ;
გ) ქიმიური ნივთიერებები, კონსერვანტები;
დ) სოკოები, მიკოპლაზმები, იონიზაცია.

9. ქიმიურ მუტაგენებს მიეკუთვნება:
ა) იონიზაცია, ნიტრიტები, მიკოპლაზმები;
ბ) ბუნებრივი ორგანული და არაორგანული ნივთიერებები (ნიტრიტები, ნიტრატები, ალკალოიდები, ჰორმონები, ანტიბიოტიკები, ნარკოტიკები);
გ) ვირუსები, ნიტრატები, ინსექტიციდები;

დ) სოკოები, ნიტრატები, იონიზაცია.

10. ბიოლოგიურ მუტაგენებს მიეკუთვნება:
ა) ტემპერატურა, იონიზაცია, რიკეციები;
ბ) ორგანული და არაორგანული ნივთიერებები;
გ) მიკოპლაზმები, ბაქტერიები, ვირუსები, სოკოები, ტოქსინები;
დ) იმუნოსუპრესანტები, ანტიბიოტიკები; ნარკოტიკები.

11. გენური მუტაციების სახეებია:
ა) პოლიპლოიდია, ანეუპლოიდია;
ბ) დეფიშენსი, დელეცია;
გ) მულტიპლიკაცია, ცენტრალური შერწყმა;
დ) ტრანზიცია, ტრანსვერსია, ამოვარდნა, ჩართვა.

12. გენური მუტაციების სახეებია:
ა) ცენტრული დაშორება, ალოპლოიდია;
ბ) ჰეტეროპლოიდია, ინვერსია;
გ) მისენსი, სეიმსენსი;
დ) ნონსენსი, ფრეიმშრიფტი.

13. ქრომოსომული მუტაციები ეწოდება:
ა) ქრომოსომის სტრუქტურულ ცვლილებას;
ბ) ქრომოსომის რიცხვის ცვლილებას;
გ) პოლიტენურ ქრომოსომას;
დ) ქრომოსომების რეპლიკაციას.

14. ქრომოსომული მუტაციების სახეებია:
ა) დეფიშენსი, ნონსენსი, მისენსი;
ბ) ტრანზიცია, ტრანსვერსია, დელეცია;
გ) დეფიშენსი, დელეცია, დუპლიკაცია;
დ) ტრანსლოკაცია, ტრანსპოზიცია, ინვერსია.

15. ფრეიმშრიფტი არის:
ა) ნუკლეოტიდების ამოვარდნა;
ბ) ქრომოსომის ბოლო ნაწილის მოწყვეტა;
გ) ქრომოსომის 180°-ით შემობრუნება;
დ) ნუკლეოტიდების ამოვარდნა ან ჩართვა.

16. ნონსენსი არის:
ა) კოდის ცვლილება, რომელიც ინფორმაციის ცვლილებას იწვევს;
ბ) კოდის ცვლილება, რომელიც ინფორმაციის ცვლილებას არ იწვევს;
გ) გენში უაზრო კოდონების წარმოშობა, რომელიც არცერთ ამინომჟავას არ აკოდირებს;

დ) ყველა პასუხი სწორია.

17. დნმ-ის რეპარაციის სახეებია:
ა) ფოტორეაქტივაცია, ექსციზიური რეპარაცია, რეკომბინაციური რეპარაცია და SOS რეპარაციის სისტემები;
ბ) ტრანზიცია, ტრანსვერსია, მისენსი;
გ) ფრეიმშრიფტი, მისენსი, ჩართვა;
დ) ამოვარდნა, ჩართვა, ექსციზიური რეპარაცია;

18. დნმ-ის რეპარაციის დარღვევით გამოწვეულ დაავადებებს ეკუთვნის:
ა) პიგმენტური ქსეროდერმა, ანენცეფალია, ლეშ-ნიჰანის სინდრომი, კოკეინის სინდრომი, ვერნერის სინდრომი;
ბ) პიგმენტური ქსეროდერმა, ბლუმის სინდრომი. ლუი-ბარის სინდრომი, ფანკონის ანემია, პროგორეა;
გ) ჰემოლიზური ანემია, ჰეტჩისონ-ჰილფორდის სინდრომი, კოკეინის, ვერნერის სინდრომი, დაუნის სინდრომი;
დ) ჰემოფილია, პროგერეა, ვერნერის სინდრომი, ლუი-ბარის, ბლუმის სინდრომი.

19. გენური ინჟინერია არის:
ა) გენის სტრუქტურის შეცვლა გარემო ფაქტორების გავლენით;
ბ) დნმ-ის სტრუქტურის შეცვლა სპონტანურად;
გ) გენეტიკური ინფორმაციის შეცვლა წინასწარდასახული გეგმის შესაბამისად;
დ) ყველა პასუხი სწორია.

20. ვექტორი არის:
ა) პლაზმიდების, ფაგების, კოსმიდების მოლეკულები, რომლებსაც ეგზოგენური დნმ-ის ჩაშენების უნარი აქვს ნებისმიერ ბაქტერიაში;
ბ) ეუკარიოტული უჯრედი, რომელსაც უნარი აქვს თავისი დნმ შეიტანოს ბაქტერიის გენომში;
გ) მიტოქონდრიების უნარი თავისი დნმ ჩართოს ბაქტერიის გენომში;
დ) ქლოროპლასტების უნარი თავისი დნმ გადასცეს ბაქტერიულ უჯრედს.

21. გენომური მუტაციები ეწოდება:
ა) ქრომოსომის სტრუქტურულ ცვლილებას;
ბ) ქრომოსომის რიცხვის ცვლილებას;
გ) პოლიტენური ქრომოსომის წარმოშობას;
დ) ყველა პასუხი სწორია.

22. შერეშევსკი-ტერნერის სინდრომისათვის დამახასიათებელია:

ა) სიდაბლე, კისერზე ფრთისებური ნაოჭი, სარძევე ჯირკვლები დაცილებული და განუვითარებელი, სფინქსის სახე, უნაყოფობა, კარიოტიპი 45 (X0);
ბ) სიცოცხლის მოკლე ხანგრძლივობა, ნაყოფიერება, სფინქსის სახე, გონებრივი ჩამორჩენილობა;
გ) ფართო გულმკერდის ყაფაზი, ინფანტილიზმი, გონებრივი ჩამორჩენილობა;
დ) ყველა პასუხი სწორია.

23. კლაინფელტერის სინდრომი გვხვდება:
ა) ქალებში; ბ) მამაკაცებში;
გ) ორივე სქესისთვისაა დამახასიათებელი;
დ) გვხვდება ჰერმაფროდიტებში.

24. კლაინფელტერის სინდრომისთვის დამახასიათებელია:
ა) კარიოტიპი 47 XXY, სხეულის ქალური აღნაგობა, ფემინიზირებული ხმა, სარძევე ჯირკვლების განვითარება, წვერ-ულვაშის განუვითარებლობა, უშვილობა, მიდრეკილება შიზოფრენიისადმი.
ბ) კარიოტიპი 48XXXY; სიმაღლე 180 სმ, ნაყოფიერება, წვერ-ულვაშის განვითარება, ბოხი ხმა;
გ) კარიოტიპი 49 XXXXY; ნაყოფიერება, წვერ-ულვაშის სუსტად განვითარება, სიდაბლე;
დ) სიდაბლე, ბოხი ხმა, სპერმატოზოიდების არარსებობა; ფართო მენჯი და სხვ.

25. გენურ დაავადებებს მიეკუთვნება:
ა) ნახშირწყლების ცვლის მოშლა გამოწვეული დაავადებები, ლიპიდების, ვიტამინების, ნუკლეინის მჟავას, აზოტოვანი ფუძეების ციკლის მოშლა, ჰორმონების ცვლის მოშლით გამოწვეული დაავადებები, ასევე ჰემოგლობინოპათიები და სხვ.;
ბ) ნახშირწყლების, ვიტამინების, სასქესო ქრომოსომებში მომხდარი დარღვევით გამოწვეული დაავადებები;
გ) ფერმენტების სისტემების მემკვიდრული დარღვევები, ქრომოსომის სტრუქტურული დარღვევები;
დ) ქრომოსომის რიცხობრივი და სტრუქტურული დარღვევები, ჰორმონების ცვლის მოშლით გამოწვეული დაავადებები.

ლიტერატურა: 1, 6, 11, 12, 14, 17, 20, 30, 37, 38, 39, 40, 61, 63.

თავი X

ადამიანის გენეტიკა. ადამიანის გენეტიკის კვლევის მეთოდები

ადამიანის გენეტიკა (ანთროპოგენეტიკა) გენეტიკის ერთერთი მნიშვნელოვანი დარგია, რომლის მიზანია შეისწავლოს ადამიანის პოპულაციაში მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებები. იგი იკვლევს პათოლოგიათა მემკვიდრეობას, მისი წარმოშობის საკითხებს და სახავს ამ დაავადებათა დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის პერსპექტივებს. ადამიანის გენეტიკის ფუძემდებლად ითვლება ფრენსის ჰალტონი, რომელიც სწავლობდა ნიჭის და ხასიათის მემკვიდრეობას ადამიანებში. მან ჩამოაყალიბა ადამიანის გენეტიკაში ახალი მიმართულება - ევგენიკა (ბერძნ. ewgenes - კარგი საუკეთესო წარმოშობა) (1869, რომლის მიზანი იყო ადამიანის მოდგმის გაუმჯობესება. მანვე ადამიანის გენეტიკაში შემოიტანა კვლევის რიგი მეთოდები. ჰალტონის მიზანი ჰუმანური იყო – ადამიანის მდოგმის გაუმჯობესება, მაგრამ ევგენიკური მიზნის პოლიტიკასთან დაკავშირებამ ამ მეცნიერებას არაჰუმანური და საშიში სახე მისცა. თუმცა თანამედროვე ევგენიკის მიზანია ადამიანის ჯანმრთელობაზე ზრუნვა, მემკვიდრულ დაავადებებთან, პროფილაქტიკა, „რისკის ჯგუფების“ (ჰეტეროზიგოტური ინდივიდების) აღმოჩენა და სამედიცინო გენეტიკური კონსულტაციების ჩატარება.

ადამიანის გენეტიკაში კვლევისათვის იყენებენ გენეტიკისთვის ტრადიციულ და ამავე დროს სპ ეციფიკურ მეთოდებს, რომელთა შორის აღსანიშნავია: გენეალოგიური, ტყუპების, დერმატოგლიფიკის, ციტოგენეტიკური, ბიოქიმიური, პოპულაციური, სტატისტიკური, სომატური უჯრედების ჰიბრიდიზაციის და სხვ. ამ მეთოდების გამოყენება ადამიანის გენეტიკაში განპირობებულია მთელი რიგი გარემოებათა გამო. 1. ადამიანში შეუძლებელია კვლევის ჰიბრიდოლოგიური და მუტაციური მეთოდების გამოყენება 2 გვიანი სქესობრივი მოწიფება; (20-25წ)

3. მცირე რაოდენობით შთამომავლობა 4 სხვადასხვა ქორწინებით მიღებულ შთამომავლობაში ერთნაირი და კონტროლირებადი პირობების შექმნა.

5. ქრომოსომათა დიდი რიცხვი და ა.შ. განვიხილოთ ზოგიერთი მეთოდი.

1. **გენეალოგიური მეთოდი** (ანუ კლინიკურ-გენეალოგიური მეთოდი. შემოტანილი იქნა ფ. ჰალტონის მიერ. იგი უძველეს მეთოდს მიეკუთვნება. მისი საშუალებით შეისწავლიან საკვლევი (საინტერესო) ნიშნის მემკვიდრეობას ოჯახური მონაცემების საფუძველზე. ინდივიდს, რომლის მემკვიდრეობას შეისწავლიან, **პრობანდი** ეწოდება, მის და-ძმებს კი **სიბსები**. პრობანდის მემკვიდრეობის შესასწავლად ადგენენ საგვარტომო ნუსხას, (ამიტომ ამ მეთოდს საგვარტომო ნუსხის მეთოდსაც უწოდებენ) რისთვისაც საჭირო ხდება მასალების შეკრება ანკეტური გამოკითხვის საფუძველზე, რომელშიაც მოცემულია შემდეგი მონაცემები: 1. გვარი, სახელი, მამის სახელი (გათხოვილებში ქალიშვილობის გვარი (ზოგჯერ იგი საშუალებას იძლევა გამოვავლინოთ ახლონათესაური ქორწინება).

2. ასაკი (იგი აუცილებელია, რადგან ესა თუ ის დაავადება თავს იჩენს ონტოგენეზის სხვადასხვა ეტაპზე).

3. ეროვნება (ზოგიერთი დაავადების სიხშირე მაღალია, ამა თუ იმ ეროვნების ადამიანებში (მაგ. თეა-საქსის სინდრომი და ნიმან-პიკის დაავადება - ებრაელებში, კისტოზური ფიბროზი - ამერიკელებში; რეგიონალური დაავადები სომხებში, ზოგიერთი სახის ანემია - ბანგებში).

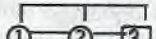
4. საცხოვრებელი ადგილი. არცთუ ისე იშვიათად დაავადებები დაკავშირებულია საცხოვრებელი ადგილის პირობებთან; ენდემურ ფაქტორებთან (მაგ. ენდემური ჩიყვი); ამა თუ იმ ლითონური ანომალიებთან (საბადოებში), სამრეწველო რაიონებთან და სხვ.

5. პროფესია: (პრობანდი მუშაობდა თუ არა მუტაგენური ფაქტორების მოქმედების პირობებში /ფარმაკოქიმიურ ქარხანაში, რენტგენის და მაიონიზებელი გამოსხივების აპარატურასთან. ანკეტური მონაცემების გარდა იყენებენ ოჯახის წევრების, ან ნათესავების ასაკოვანი ადამიანების გამოკვითხვას. იყენებენ ფოტოალბომებს, ღღიურებს, რომლებიც დამატებით მასალას იძლევა საკვლევი ინდივიდის შესახებ. საგვარტომო ნუსხის შედგენისათვის მნიშვნელობა აქვს ცნობებს ნათესავების შესახებ, ხომ არ იყვნენ დაავადებული ამავე დაავადებით და სხვ. საგვარტომო

ნუსხის შედგენისას იყენებენ აღნიშვნებს:

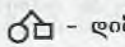
□ - ჯანმრთელი მამაკაცი; ○- ჯანმრთელი ქალი; ◇- დაუდგენელი სქესი; □-○ - ქორწინება; ○-□-○ - ერთი მამაკაცის ქორწინება ორ ქალთან, □-○-□- ერთი ქალის ქორწინება ორ მამაკაცთან; □=○ ახლონათესაური ქორწინება; ●■- შესასწავლი (განსახილველი დაავადებული) ნიშნის მფლობელი; ○-□ ჰეტეროზიგოტი, ნიშნების მფლობელი ინდივიდები.

○-□- მშობლები



- შვილები მათი დაბადების თანმიმდევრობით;

 - მონოზიგოტური ტყუპები

 - დიზიგოტური ტყუპები; △ - ადრე გარდაცვლილი;

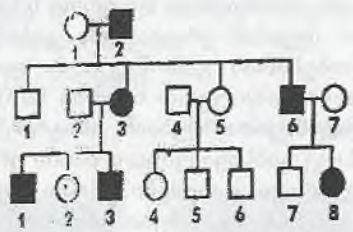
● - აბორტი;  - უშვილო ქორწინება;

ნაშვილები [○]-[□];   - გარდაცვლილი

საგვარტომო ნუსხის შედგენა პრობანდიდან იწყება. ყოველი წინა თაობა პრობანდის ზემოთ იწერება, ხოლო მომდევნო მის ქვემოთ, ერთი თაობის წევრები მხოლოდ ერთ რიგში ლაგდება ასაკის მიხედვით. მათ ნუმერაციას ახდენენ არაბული რიცხვებით. თაობების აღნიშვნა ხდება რომაული რიცხვებით, ზემოდან ქვემოთ, რომელიც სქემის მარცხენა მხარეს იწერება. საგვარტომო ნუსხის ყოველ წევრს თავისი შიფრი აქვს. მაგ. I-2; III-3; სიადვილის მიზნით ჯერ გამოსახავენ ნათესაურ კავშირებს დედის, ხოლო შემდეგ მამის მხრიდან ან პირიქით.

საგვარტომო ნუსხის შემდეგ ახდენენ ანალიზს. შესასწავლი ნიშანი თუ მეორდება თაობებში, ე.ი. ნიშანი მემკვიდრულია. ნიშნის შესწავლის დროს აუცილებელია გამოვრიცხოთ ფენოკოპირების მოვლენა, რაც შეიძლება გამოიწვიოს ფეხმძიმობის დროს სამკურნალო პრეპარატებმა (ტერატოგენული ეფექტი); ან სამუშაო სახემ, რომელშიც პროპანდი მუშაობდა, აგრეთვე გარემოს

სხვა ფაქტორების ზემოქმედებამ (სურ. 47).



სურ. 47. საგვარტომო ნუსხის ნიმუში

საგვარტომო ნუსხის შედგენისას აუცილებელია გავითვალისწინოთ ის ინდივიდები, რომლებიც ნაადრევ ასაკში გარდაიცვალენ და ნიშნის გამომჟღავნება ვერ მოესწრო. გენეალოგიური მეთოდი მარტივია და მისაწვდომია ექიმისთვის, რადგანაც საინტერესო ინფორმაციის მიღება ადვილია. მაგრამ ამ მეთოდის ნაკლია ინფორმაციის სიმცირე ან უზუსტობა. ეს მეთოდი მოიცავს მაქსიმუმ ოთხ თაობას და ემყარება მახსოვრობას წინა თაობებში ნიშნის არსებობის შესახებ. გენეალოგიური მეთოდით დადგენილია, რომ ადამიანის ზოგიერთი მეცნიერული დისციპლინისადმი ნიჭი მაგ. მუსიკალურობა, მათემატიკური აზროვნება, ფერწერისადმი მიდრეკილება და სხვ. მემკვიდრეობითი ფაქტორებით განისაზღვრება. ამავე დროს ცნობილია, რომ ადამიანის გენოტიპით განპირობებული ფსიქიკური თავისებურებების გამოვლენა, მათ შორის ნიჭიერებისაც, განისაზღვრება სოციალური გარემოთი, რომლის გავლენით ადამიანთა საზოგადოებაში ყალიბდება პიროვნება. გენეალოგიური მეთოდით დადგენილია ბევრი დაავადების მემკვიდრეობითობაც. მაგ. შაქრიანი დიაბეტის (რეცესიული), სიყრუის (რეცესიული) შიზოფრენიის ზოგიერთი ფორმა (რეცესიული), ასევე თვალის რქოვანას დეგენერაცია (დომინანტური), ტუბერკულოზის და სხვ.

ტყუპების მეთოდი - ეს მეთოდიც ფ. ჰალტონის მიერ იქნა შემოტანილი ადამიანის გენეტიკაში, მისი მიზანია განისაზღვროს გარემოს ფაქტორების (ეკოლოგიური, სოციალური) როლი გენოტიპის ფენოტიპურად გამოვლენაში, რისთვისაც იყენებენ გარემოს მემოქმედების შესწავლის იდენტურ ტყუპებზე. საშუალოდ ყოველ 85 ახალშობილზე ერთი შემთხვევა ტყუპებზე მოდის, საიდანაც 1/3 მონოზიგოტური ტყუპია. მათი განვითარება ხდება ერთი კვერცხუჯრედიდან (პოლიემბრიონია), ამიტომ მათი გენო-

ტიპი ერთნაირია და ერთი სქესის არიან. ფენოტიპურადაც ძლიერ ჰგვანან ერთმანეთს. განსხვავება მათ შორის გარემო პირობებითაა გამოწვეული. დიზიგოტური ტყუპების დაბადების ალბათობა უფრო ხშირია (2/3) ისინი სხვადასხვა კვერცხუჯრედიდან ვითარდებიან, ამიტომ სქესი შეიძლება იყოს ერთნაირი, ასევე განსხვავებული ისინი ერთმანეთს გვანან, როგორც ჩვეულებრივი და-ძმები (მათი გენების 50% გვანან ერთმანეთს) ტყუპების შედარება ერთმანეთთან ხდება გარეგანი ნიშნებით: თმების, თვალების, კანის ფერის, ცხვირისა და თვალის ფორმით, სიმაღლით, თითების ანაბეჭდით და ა.შ. მსგავს ნიშნებს ტყუპებს შორის **კონკორდანტულს** (concordante - მსგავსი) უწოდებენ, ხოლო განმასხვავებელს **დისკორდანტულობა** ეწოდება. ტყუპების იდენტურობისთვის იყენებენ სხვა მახასიათებლებსაც სისხლის ჯგუფობრიობის ABO, RH, MN სისტემებს, პლაზმის ცილების შესწავლას და სხვ. მონოზიგოტურ ტყუპებს შორის ადვილად ხდება ორგანოთა ტრანსპლანტაცია - (გადანერგვა), მათ შორის შეუთავსებლობას არა აქვს ადგილი. მონოზიგოტურ ტყუპებს შორის განსხვავება გამოწვეულია გარემოს განსხვავებული ფაქტორების მემოქმედებით.

ზოგიერთი ნიშნის კონკორდანტულობა მონო და დიზიგოტურ ტყუპებში %-ობით

ნიშანი	მონოზიგოტები	დიზიგოტები
1. სისხლის ჯგუფი ABO	100	46
2. თვალის ფერი	99,5	25
3. თმის ფერი	97	23
4. პაპილარული ხაზები	92	40
5. ფეხმრუდობა	32	3
6. თეძოს თანდაყოლილი ამოვარდნილობა	41	3
7. ბრონქიალური ასთმა	19	4,8
8. ჰიპერტონული დაავადება	20,2	10
9. შიზოფრენია	70	13

მემკვიდრეობის და გარემოს როლის დადგენა ამა თუ იმ ნიშნის განვითარებაში ახდენენ ხოლცინგერის ფორმულით:

$$H=M\%-D\%/100-D\%;\ E=100-H$$

H - მემკვიდრეობის კოეფიციენტია; M - მონოზიგოტური ტყუპები; D - დიზიგოტური ტყუპები. თუ H=1, მაშინ ნიშანი განპირობებულია მემკვიდრეობით; თუ H=0, მაშინ ნიშნის განვითარებაში ძირითად როლს ასრულებს გარემო, ხოლო როცა H=0,5, მაშინ ნიშნის განვითარებაში თანაბრად მონაწილეობს მემკვიდრეობაც და გარემოს ფაქტორები.



სურ. 48. სხვადასხვა სოციალურ პირობებში გაზრდილი მონოზიგოტური ტყუპები ზემოთ ქალაქის მაცხოვრებელი - კარგად უზრუნველყოფილი; ქვემოთ - სოფლის მაცხოვრებელი, მოჯამაგირე

უნდა აღინიშნოს, რომ მორფოლოგიური ნიშნები ადამიანში უმეტესად ექვემდებარება გენეტიკურ კონტროლს, ვიდრე ფსიქიკის თავისებურებანი. ტყუპების განვითარებაზე გავლენას ახდენს ინტელექტუალურობის კოეფიციენტი. თუკი ტყუპები ერთად იზრდებიან მისი დისკონკორდატულობა 9%-ია, ხოლო როცა ტყუპები სხვადასხვა პირობებში იზრდება 67% (დიზიგოტებში იგი 64%) (სურ. 48).

დერმატოგლიფიკის მეთოდი – ეს მეთოდიც ფ. ჰალტონის მიერ იქნა შემოტანილი ადამიანის გენეტიკაში. დერმატოგლიფიკა იკვლევს თითის ბალიშებზე, ასევე ხელებსა და ფეხის გულზე განვითარებული ეპიდერმისის წანაზარდებით შექმნილ სპეციფიკურ ხაზებს. იგი ინდივიდუალური ნიშანია, არ მოიძებნება დედამიწაზე ადამიანი, რომელთაც ერთნაირი დერმატოგლიფიკური ნიშნები ექნებოდათ, ამიტომ ამ თავისებურებას იყენებენ კრიმინალისტიკაში. დერმატოგლიფიკის ნაირსახეობებია **პალმოსკოპია (დაქტილოსკოპია)**, რომელიც ხელის გულებზე სწავლობს ხვეულების შესწავლას. ხელის თითებზე ბალიშების მოხაზულობა ინდივიდუალურია (აქ გამოყოფენ სამ ძირითად ტიპს რაკლურს, ხვეულს, მარყუჟისებურს (რომელიც შეიძლება იყოს რადიალური და ულნარული) პაპილარული ხაზები ერთმანეთს არ კვეთენ. თუ ერთმანეთს დაუკავშირდნენ, წარმოიქმნება ტრირადიუსი).

პლანტოსკოპია, რომელიც ტერფის ქვედა ზედაპირზე ახდენს ამ ნიშნის შესწავლას. ოცი კვირის ნაყოფს აქვს უკვე კარგად განვითარებული კანის რელიეფი, მაგრამ საბოლოო სახით 6 თვის ასაკში ხდება ამ ხაზების ჩამოყალიბება, რომელიც მთელი სიცოცხლის მანძილზე უნარჩუნდება პიროვნებას კანის დაზიანებისას (სიდამწვრე, მოყინვა, ტრამვა), მათი აღდგენა პირველადი სახით გარკვეული დროის შემდეგ ხდება. იმ შემთხვევაში თუ დაზიანება მძიმე ტრამვასთანაა დაკავშირებული და აღნიშნულ ადგილებში განვითარებულია ნაწიბურები, მაშინ პიროვნებისთვის დამახასიათებელი ნიშანი ამ მიმართულებით სრულყოფილად ვერ აღდგება.

განვითარების ადრეულ საფეხურზე ამ ნიშნის ჩამოყალიბებაზე გავლენას ახდენს გარემო ფაქტორები. მაგ. იდენტურ ტყუპებში საშვილოსნოში გარემო პირობების უმნიშვნელო განსხვავების გამო მათი დერმატომოფიკური ნიშანი ოდნავ განსხვავებულია ერთმანეთისგან.

ადამიანის დერმატოგოფიკური მონაცემების შესწავლას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს პიროვნების იდენტიფიკაციისთვის – კრიმინალისტიკაში, სასამართლო მედიცინაში, ტყუპების ზიგოტურობის დადგენასა და ზოგიერთი დაავადების (დაუნის და სხვ) დიაგნოსტიკაში.

პოპულაციურ-სტატისტიკური მეთოდი – ამ მეთოდით შეისწავლება მემკვიდრეობის ნიშნები მოსახლეობის პოპულაციაში ერთი ან რამოდენიმე თაობის მანძილზე, რისთვისაც საჭიროა

მონაცემების მოპოვება ამ მაჩვენებლის მიხედვით და შემდეგ მისი სტატისტიკური დამუშავება. ამ მეთოდით შეისწავლება მუტაციის პროცესი პოპულაციებში და მისი გამოვლენის შესაძლებლობები. ამ მეთოდით იქნა შესწავლილი სხვადასხვა ადამიანთა სხვადასხვა პოპულაციებში ABO ჯგუფის გავრცელება. გამოირკვა რომ J^0(I ჯგ) ალელის კონცენტრაციის დაქვეითება ადამიანთა ზოგიერთ პოპულაციებში გამოიწვია შავმა ჭირმა; J^A ალელის კონცენტრაციის დაქვეითება კი ყვავილის ეპიდემიამ; აღმოჩნდა, რომ ზოგიერთი პოპულაცია (მაგ. ავსტრალიის აბორიგენები J^B ალელს არ შეიცავს.

ამ მეთოდით შეიძლება განსაზღვრული იქნეს მემკვიდრეობისა და გარემოს როლის განსაზღვრა ზოგიერთი დაავადებისა და ზოგიერთი გენის ფენოტიპურად გამომჟღავნებაში (მაგ. მზის რადიაციისადმი აფრიკის ხალხში შავი შეფერილობა). აღმოჩენილი იქნა ზოგიერთი ალელის პირობითი ადაპტაცია გარკვეულ გარემოში. მაგ. ნამგლისებური უჯრედული ანემია, რომელიც ჰომოზიგოტების დაღუპვას იწვევს, ჰეტეროზიგოტები კი მალარიის მიმართ მედეგია. პოპულაციურ-სტატისტიკური მეთოდით დადგინდა ადამიანთა პოპულაციაში ორი სახის გენების: ლოკალური და უნივერსალურის არსებობა. ლოკალური გენები გარკვეული ტერიტორიისთვის არის დამახასიათებელი. მაგ. ნამგლისებური უჯრედული ანემია. ოცი კვირის ნაყოფს უკვე კარგად განვითარებული კანის რელიეფი, მაგრამ საბოლოო სახით 6 თვის ასაკში ხდება ამ ხაზების ჩამოყალიბება, რომელიც მთელი სიცოცხლის მანძილზე უნარჩუნდება პიროვნებას კანის დაზიანებისას (სიდამწვრე, მოყინვა, ტრამვა), მათი აღდგენა პირველადი სახით გარკვეული დროის შემდეგ ხდება. იმ შემთხვევაში თუ დაზიანება მძიმე ტრამვასთანაა დაკავშირებული და აღნიშნულ ადგილებში განვითარებულია ნაწიბურები, მაშინ პიროვნებისთვის დამახასიათებელი ნიშანი ამ მიმართულებით სრულყოფილად ვერ აღდგება.

განვითარების ადრეულ საფეხურზე ამ ნიშნის ჩამოყალიბებაზე გავლენას ახდენს გარემო ფაქტორები. მაგ. იდენტურ ტყუპებში საშვილოსნოში გარემო პირობების უმნიშვნელო განსხვავების გამო მათი დერმატომოფიკური ნიშანი ოდნავ განსხვავებულია ერთმანეთისგან.

ადამიანის დერმატოგოფიკური მონაცემები სშესწავლას უდი-

დესი მნიშვნელობა აქვს პიროვნების იდენტიფიკაციისთვის - კრიმინალისტიკაში, სასამართლო მედიცინაში, ტყუპების ზიგოტურობის დადგენასა და ზოგიერთი დაავადების (დაუნის და სხვ) დიაგნოსტიკაში.

პოპულაციურ-სტატისტიკური მეთოდი - ამ მეთოდით შეისწავლება მემკვიდრეობის ნიშნები მოსახლეობის პოპულაციაში ერთი ან რამოდენიმე თაობის მანძილზე, რისთვისაც საჭიროა მონაცემების მოპოვება ამ მაჩვენებლის მიხედვით და შემდეგ მისი სტატისტიკური დამუშავება. ამ მეთოდით შეისწავლება მუტაციის პროცესი პოპულაციებში და მისი გამოვლენის შესაძლებლობები. ამ მეთოდით იქნა შესწავლილი სხვადასხვა ადამიანთა სხვადასხვა პოპულაციებში ABO ჯგუფის გავრცელება. გამოირკვა რომ J^0(I ჯგ) ალელის კონცენტრაციის დაქვეითება ადამიანთა ზოგიერთ პოპულაციებში გამოიწვია მავმა ჭირმა; J^A ალელის კონცენტრაციის დაქვეითება კი ყვავილის ეპიდემიამ; აღმოჩნდა, რომ ზოგიერთი პოპულაცია (მაგ. ავსტრალიის აბორიგენები J^B ალელს არ შეიცავს.

ამ მეთოდით შეიძლება განსაზღვრული იქნეს მემკვიდრეობისა და გარემოს როლი ზოგიერთი დაავადებისა და ზოგიერთი გენის ფენოტიპურად გამომჟღავნებაში (მაგ. მზის რადიაციისადმი აფრიკის ხალხში შავი შეფერილობა). აღმოჩენილი იქნა ზოგიერთი ალელის პირობითი ადაპტაცია გარკვეულ გარემოში. მაგ. ნამგლისებური უჯრედული ანემია, რომელიც ჰომოზიგოტების დაღუპვას იწვევს, ჰეტეროზიგოტები კი მალარიის მიმართ მედეგია. პოპულაციურ-სტატისტიკური მეთოდით დადგინდა ადამიანთა პოპულაციაში ორი სახის გენების: ლოკალური და უნივერსალურის არსებობა. ლოკალური გენები გარკვეული ტერიტორიისთვის არის დამახასიათებელი. მაგ. ნამგლისებური უჯრედული ანემია: „ბომბეის ფენომენი“ (ინდოეთში, ინდუსების ტომში) და სხვ. დადგინდა, რომ HBS გენი ბელორუსიაში საერთოდ არ გვხვდება, ხოლო დასავლეთ აფრიკის ქვეყნებში ვარირებს 25%-დან (კამერუნში) - 40%-მდე (ტანზანიაში) (ფოგელი, მოტულსი, 1990).

ეს მეთოდი დაფუძნებულია ჯ. ჰარდისა და ვ. ვაინგერგის გენეტიკური წონასწორობის კანონზე. ამ მეთოდს იყენებენ ანთროპოგენეტიკაში, რასათწარმოქმნის პროცესში გენეტიკური ფაქტორების როლის გამოკვლევისათვის. გენების გავრცელების

შესწავლა მოსახლეობის განსხვავებულ გეოგრაფიულ ზონაში (გენოგეოგრაფია) საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ სხვადასხვა ეთნიკური ჯგუფების წარმოშობის ცენტრი და მისი მიგრაცია, განვსაზღვროთ მემკვიდრული დაავადების გამოვლენის ხარისხი სხვადასხვა პოპულაციასა და ინდივიდში.

ბიოქიმიური მეთოდი - დაფუძნებულია ფერმენტული სისტემის (ან ფერმენტის) აქტივობის შესწავლაზე, ანდა რეაქციის საბოლოო პროდუქტების რაოდენობაზე, რომელიც კატალიზდება მოცემული ფერმენტით. ამ დროს იყენებენ ქრომატოგრაფიულ, ფლუორომეტრულ, რადიოიმუნოლოგიურ და ზოგიერთ სხვა მეთოდებს. ეს საშუალებას გვაძლევს გამოვავლინოთ გენური მუტაციები - ნივთიერებათა ცვლის მოშლის შედეგად გამოწვეული დავადებები (ფენილკეტონურია, მუკოპოლისაქარიდოზი, გალაქტოზემია და სხვ.). ნივთიერებათა ცვლის დარღვევის დროს შეიძლება გამოყენებული იქნას ექსპრეს-მეთოდი. მეთოდები, რომელსაც ამ დროს იყენებენ, ძლიერ შრომატევადია და სპეციალურ დანადგარებს საჭიროებს. ამ მიზნით მუშავდება ორი პროგრამა. პროგრამის პირველ ეტაპზე მრავალრიცხოვან გამოავლენათა შორის გამოყოფენ იმათ, ვისაც ნორმიდან გადახრა გააჩნია. ამ პროგრამას სკრინინგ (screening - გამოკვლევა) პროგრამას უწოდებენ. სკრინინგი - არის შეუცნობელი დაავადების სიხშირის გამოვლენა სწრაფად მომქმედი ტესტების საშუალებით. იგი გულისხმობს გეგმურ ტესტირებას მთელი პოპულაციის ან პოპულაციის შიგნით ცალკეული ჯგუფის ფარგლებში. ამ ეტაპზე იყენებენ ექსპრეს-მეთოდს, რომელიც ემყარება სისხლსა და შარდში ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტები სგამოვლენის მარგივ რეაქციებს. მეორე ეტაპზე ხდება დაზუსტება ან პირიქით - უარყოფა. ამისათვის გამოიყენება ქრომატოგრაფიული მეთოდი (ფერმენტების განსაზღვრისთვის). გამოიყენება აგრეთვე მიკრობიოლოგიური ამონაწერების ტესტები, რმოელიც ითვალისწინებს იმას, რომ ზოგიერთი ბაქტერიის შტამი შეიძლება გაიზარდოს გარკვეული ამინომჟავის ან ნახშირწყლების შემცველ არეზე. თუ სისხლში ან შარდში აღმოჩნდა ისეთი ნივთიერებები, რომელზეც მიკროორგანოების არსებობისათვის არის საჭირო, პეტრის ჯამზე არსებულ ფილტრის ქაღალდზე, რომელიც გაჟღენთილია ამ ნივთიერებით მიკრობები აქტიურად მრავლდებიან, რომელსაც ჯანმრთელი

ადამიანის სისხლის ან შარდის ანალიზისას ადგილი არა აქვს.

ბიოქიმიური ტესტებით შეიძლება გამოვლინდეს ინდივიდის პ ეტეროზიგოტულობა – პათოლოგიური გენის მატარებლობა. მაგ.: ფუნილკეტონურია გამოსაკვლევი ადამიანის ვენაში შეჰყავთ განსაზღვრული რაოდენობის ამინომჟავა ფენილალანინი (ნელ-ნელა დროდადრო). გარკვეული დროის შემდეგ საზღვრავენ მის კონცენტრაციას სისხლში. თუკი ადამიანი ჰომოზიგოტურია ამ გენის მიმართ, ფენილალანინის შეყვანისას მისი რაოდენობა საკმაოდ სწრაფად უბრუნდება საკონტროლო დონეს ე.ი. ფენილალანინის შეყვანამდე არსებულ დონეს ფენილალანინის შეყვანამდე); თუკი ინდივიდი ჰეტეროზიგოტულია, ფენილალანინის კონცენტრაციის დაქვეითება მიმდინარეობს 2-ჯერ უფრო ნელა.

ანალოგიური ტესტები ტარდება შაქრიან დიაბეტზე, ჰიპერტონიასა და სხვა დაავადებებზე.

ციტოგენეტიკური მეთოდი – დამყარებულია კარიოტიპის მიკროსკოპულ გამოკვლევაზე. 1955წ. ჯ. ტიომ და ა. ლევანმა დაადგინეს, რომ ადამიანის კარიოტიპი – 46-ის ტოლია. ეს მონაცემები იმავე წელს დაადასტურეს ინგლისელმა ციტოლოგებმა ს. ფორდმა და ჯ. ჰამერტონმა. ამ მეთოდის სრულყოფას ხელი შეუწყო ტ. კასპერსონის მიერ ქრომოსომების დიფერენცირებული შეღებვის მეთოდის აღმოჩენამ.

ციტოგენეტიკური კვლევისათვის მასალად ადამიანის სხვადასხვა ქსოვილების (პერიფერული სისხლის ლიმფოციტები, ძვლის ტვინის უჯრედები, ფიბრობლასტები, სიმსივნური უჯრედები და სხვ.) უჯრედებს იყენებენ. აუცილებელია საკვლევი უჯრედები მიტოზური გაყოფის პროცესში იმყოფებოდნენ. კვლევისთვის უფრო ხელსაყრელია პერიფერიული სისხლის ლიმფოციტები, რომლებსაც სათანადო დამუშავების შემდეგ სპეციფიკურ არეზე მიტოზურად იყოფიან. გამოკვლევა მიმდინარეობს ეტაპებად: 1. ადამიანის უჯრედების კულტივირება ხელოვნურ საკვებ არეზე 2. მიტოზის სტიმულირება ფიტოჰემაგლუტინინით (ფჰა-3).

3. **კოლხიცინის დამატება** (გაყოფის თითისტარას დარღვევა) მიტოზის შეჩერებისათვის მეტაფაზის სტადიაზე 4) უჯრედების დამუშავება ჰიპოტონური ხსნარით, იმისათვის რომ ქრომოსომები „გაიშალონ“ და თავისუფლად განლაგდნენ 5) ქრომოსომების შეღებვა 6) მიკროსკოპში მათი შესწავლა და ფოტოგრაფირება 7) ცალკეული ქრომოსომების ამოჭრა და იდეოგრამის (კარიოგრამის) შედგენა.

XXს. 70-იან წლებში აღმოჩენილი ქრომოსომების დიფერენცირებული შეღებვის მეთოდმა აჩვენა, რომ ქრომოსომების თითოეულ წყვილს თავისი სპეციფიკური ხასიათი აქვს (აქ გარკვეული თანმიმდევრობით ხდება შეღებილი და შეუღებავი მონაკვეთების დისკების მონაცვლეობა (პარიზის კლასიფიკაცია). ასევე განასხვავებენ C, G, Q, R Ag, T, N და Cd მეთოდების გამოვლენის ღებვად უბნებს – „ბენდებს“.

აღნიშნული მეთოდი საშუალებას გვაძლევს გამოვავლინოთ გენური (მაგ. დაუნის) და ქრომოსომული (კატის კნავილის სინდრომი) მუტაციები, სასქესო ქრომოსომების რიცხვის ცვლილებას ადგენენ ინტერფაზულ ბირთვში ექსპრეს მეთოდით – სასქესო ქრომატინის განსაზღვრის მეთოდით. სასქესო ქრომატინი – ბარის სხეულაკი, რომელიც წარმოადგენს ბირთვის გარსთან მდებარე პატარა დისკოს ფორმის სხეულს, რომელსაც შეიცავს ინტერფაზული ბირთვი. ბაარის სხეულაკი (1949წ.) აღმოაჩინა მ. ბარმა და ჩ. ბერტრამმა (ღედალი კატის ნეირონის სხეულების ბირთვში). შემდგომში დაზუსტებული იქნა, რომ სასქესო ქრომატინი გვხვდება მდედრების (70%) უჯრედებში, ხოლო მამრებში არ არის ან ძალიან იშვიათად (3-5%) გვხვდება. სასქესო ქრომატინი წარმოადგენს სპირალიზებულ X ქრომოსომას, რომელიც ქალებში ინაქტივაციას განიცდიან ჯერ კიდევ აღრეული (ემბრიოგენეზში სასქესო ჯირკვლების განვითარებამდე) საფეხურზე. 1962წ. ლაიონმა გამოთქვა ჰიპოთეზა იმის შესახებ, რომ მდედრ ძუძუმწოვრებში ემბრიოგენეზის მე-16 დღეზე ხდება ერთ-ერთი X ქრომოსომის ინაქტივაცია – სასქესო ქრომატინის წარმოშობით.

ნორმალური ქალის კარიოტიპში არის 2X ქრომოსომა, აქედან ერთი სასქესო ქრომატინი ანუ ბარის სხეულაკია, მისი დაკარგვისას ქალებში კარიოტიპით – (4,5X) აღგილი აქვს შერეშევსკი-ტერნერის სინდრომს; ხოლო თუკი ორი ბაარის სხეულაკი იქნა ქალის კარიოტიპში (47,XXX) მაშინ აღგილი აქვს ტრიპლო X-ის სინდრომს.

არის შემთხვევები, როდესაც ბარის სხეულაკი გვხვდება მამაკაცების კარიოტიპში (47, XXY), რის შედეგადაც ვითარდება დაავადება კლაინფელტერის სინდრომი.

ბარის სხეულის გამოვლენა ადვილი და მოსახერხებელია პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის ეპითელურ უჯრედებში (ბუკალური ეპითელი) X ქრომატინის გამოვლენისათვის ნაცხს ღებავენ აცეტოსეინით (ან სხვა ბირთვის საღებავით), პრეპარატის განხილვა ხდება სინათლის მიკროსკოპში.

სასქესო ქრომატინის განსაზღვრას დიდი მნიშვნელობა აქვს ადამიანის კარიოტიპის შესასწავლად; სქესის დასადგენად, ქრომოსომული დაავადებების დიაგნოსტირებისათვის, სასამართლო მედიცინისათვის და სხვ. „სასქესო ქრომატინი“ გარდა X ქრომატინისა X არსებობს და Y ქრომატინი. Y ქრომატინის გამოკვლევისათვისაც მასალად იგივე უჯრედებია გამოყენებული, რომელსაც X ქრომატინის გამოკვლევისათვის ვიყენებთ. X ქრომატინის განსაზღვრისათვის ნაცხს ღებავენ აცეტოსეინით (ან ბირთვის სხვა საღებავით), ხოლო Y ქრომატინის გამომჟღავნებისათვის კი 0,005% აკროხინ-იპრიტით და ათავსებენ ლუმინესენცირებულ მიკროსკოპში. Y ქრომოსომა იძლევა ღია მწვანე ნათებას. ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა დავადგინოთ Y ქრომოსომის რაოდენობა კარიოტიპში (როგორც წინა მასალიდან ვიცით მამაკაცის კარიოტიპი ამ დროს შეიძლება იყოს: 47XYY, 48XYYY; 48XXYY).

სომატური უჯრედების ჰიბრიდიზაციის მეთოდი - ამ მეთოდით შეისწავლება ადამიანის სომატური უჯრედების მემკვიდრეობითობა და ცვალებადობა, როგორც ცალკეულ უჯრედებში, ასევე მთელ ორგანიზმში. ამ დროს კვლევისათვის იყენებენ შემაერთებელი ქსოვილის უჯრედებს (ფიბრობლასტები), სისხლის ლიმფოციტებს, კანის, ემბრიონის და სხვა უჯრედებს, რომლებსაც ბიოფსიით გამოყოფენ. სომატური უჯრედების ჰიბრიდიზაცია 1960წ ფრანგმა ბიოლოგმა ბარსკიმ მოახდინა. სომატური უჯრედების გენეტიკური გამოკვლევისათვის იყენებენ შემდეგ ხერხს: კულტივირებას, კლონირებას, სელექციას, ჰიბრიდიზაციას. კულტივირებით იღებენ სომატური უჯრედების მასალას. ხელოვნურ საკვებ არეზე შესაძლებელია მოვახდინოთ მათი კლონირება, ე.ი. მივიღოთ თაობები ერთი უჯრედიდან. ყველა თაობას ერთნაირი გენოტიპი აქვთ (როგორც მონოზიგოტურ ტყუპებს), რაც საშუალებას იძლევა შევისწავლოთ გენოტიპის და გარემოს როლი ნიშნების გამოვლენაში. ამის შემდეგ ახდენენ სელექციას (შერჩევა) – სპეციფიკური თვისებების მქონე უჯრედთა გადარჩევას. ბოლოს

ხდება განსხვავებული გენოტიპის მქონე უჯრედების შერწყმა, ჰიბრიდიზაცია როგორც სახეობის შიგნით, ასევე სხვადასხვა სახეობებს შორის. შემდგომი გამრავლების პროცესში ხდება ერთერთი სახეობის ქრომოსომების თანდათანობით ელმინაცია (ჩამოშორება), რომელთა უჯრედებს გამრავლების შედარებით ნელი ტემპი ახასიათებთ. ამ დროს შესაძლებელია სასურველი ქრომოსომული ნაკრების მქონე უჯრედების მიღება. ეს საშუალებას იძლევა შევისწავლოთ მათში გენთა შეჭიდულება, გენთა ურთიერთქმედება და სხვ.

მოლეკულური ბიოლოგიის მეთოდები - ამ მეთოდების შემოტანა ადამიანის გენეტიკაში განაპირობა მოლეკულური ბიოლოგიის სწრაფმა განვითარებამ XXს. 60-70-იანი წლებიდან.

რეკომბინაციური დნმ-ს მეთოდი საშუალების გვაძლევს გავაანალიზოთ დნმ-ს ცალკეული ფერმენტები, გენში - განვსაზღვროთ ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობები.

დნმ-ს კლონირების მეთოდი საშუალებას იძლევა გამოვყოთ (სეკვენირებით) ცალკეული გენი ან მისი ნაწილი და შევქმნათ განუსაზღვრელი რაოდენობით მისი ასლები (კლონირება). ეს შესაძლებელი გახდა ფერმენტების - რესტრიქტაზების აღმოჩენით. აღნიშნული ფერმენტები ცნობენ სპეციფიკურ ოლიგონუკლეოტიდურ თანმიმდევრობას ორძაფიან დნმ-ში და ჭრიან მას გარკვეულ ადგილზე (საიტში). სხვადასხვა რესტრიქტაზები ცნობენ დნმ-ს მოლეკულის სხვადასხვა ნუკლეოტიდურ თანმიმდევრობებს. კლონირების მიზანია სუფთა სახით და დიდი რაოდენობით ნებისმიერი გენომური დნმ-ს ფრაგმენტის მიღება. ამ მეთოდს საფუძვლად უდევს რეკომბინაციული დნმ-ს გამოყენება. რეკომბინაციული დნმ წარმოქმნილია ორი აბსოლუტურად სხვადასხვა წარმოშობის დნმ-ს თანმიმდევრობის შეერთების შედეგად (მას ქიმერულ, ჰიბრიდულ მოლეკულასაც უწოდებენ). დნმ-ს მოლეკულის ფრაგმენტები (რომელიც საინტერესოა მკვლევარისთვის) სპეციალურ გარემოში უკავშირდება ბაქტერიის პლაზმიდების (ავტონომიური დნმ-ს მოლეკულები, რომლებიც ორჯაჭვიან რგოლურ ან ხაზოვან მოლეკულას წარმოადგენს, ისინი ვექტორის ანუ გადატანის როლს ასრულებენ. კერძოდ ჰიბრიდული მოლეკულა გააქვთ ბაქტერიაში) მწებავ ბოლოებს, რის შედეგადაც მიიღება ჰიბრიდული მოლეკულა, რაც საშუალებას იძლევა

ეს მოლეკულები ბაქტერიის (მაგ. ნაწლავის ჩხირის) სამუალებით კლონირებული იქნენ, რის შედეგადაც მიიღება ამ მოლეკულის უამრავი ასლები. ქიმერული მოლეკულები ხელს არ უშლის ბაქტერიის ნორმალურ განვითარებას. ამ გზით შეიძლება კლონირებული იქნას დნმ-ს ნებისმიერი წარმოშობის თანმიმდევრობა.

იმისათვის, რომ წარმატებით გამოვიყენოთ ჯანმრთელობის სამსახურში რეკომბინაციური დნმ, აუცილებელია ჰიბრიდული დნმ-ს ბიბლიოთეკების (ბანკი) შექმნა.

მოლეკულური ბიოლოგიის მეთოდებით შესაძლებელი გახდა (ჰემოგლობინის a და b ჯაჭვების გლობინის, ზოგიერთი ჰორმონის (ზრდის, ინსულინის, და სხვ) მაკოდირებელი გენების გამოყოფა-სეკვენირება და კლონირება. მოლეკულური ბიოლოგიის მიღწევები გენურ თერაპიას დიდ პერსპექტივებს უსახავს.

გარდა ამ მეთოდებისა ადამიანის გენეტიკაში მნიშვნელოვანია **ბიოლოგიური მოდელირების** მეთოდი, რომელიც მიზნად ისახავს ადამიანის ორგანიზმში განვითარებულ დაავადებების მიმდინარეობას დავაკვირდეთ ცხოველების მუტანტურ ხაზებში, რომელთაც აქვთ მსგავსი დარღვევები. მაგ. ძაღლებში გეხედება ჰემოფილია, ვირთაგვებში „კურდღლის ტუჩი", ასევე შაქრიანი დიაბეტი, აქონდროპლაზია, კუნთოვანი დისტროფია და სხვ. მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ცხოველთა მუტანტური ხაზები ზუსტად არ გვაძლევს სურათს ანალოგიური დაავადებების მიმდინარეობის შესახებ ადამიანში. მიუხედავად ამისა ეს მეთოდი საშუალებას გვაძლევს შევისწავლოთ ზოგიერთი პროცესის ნორმიდან გადახრა და მისი მკურნალობის საშუალებები.

ბიოლოგიური მოდელირების თეორიულ საფუძველს ადამიანის გენეტიკაში წარმოადგენს ნ.ი. ვავილოვის „მემკვიდრული ცვალებადობის ჰომოლოგიური რიგების კანონი", რომლის მიხედვით გენეტიკურად ახლო მდგომ გვარებსა და სახეებს ახასიათებთ ნორმიდან მსგავსი მემკვიდრული გადახრები.

მათემატიკური მოდელირების მეთოდი - ამ მეთოდს იყენებენ პოპულაციაში გენების გავრცელების სიხშირის გამოსაანგარიშებლად, როცა ორგანიზმზე მოქმედებს გარემოს სხვადასხვა ფაქტორები. მათემატიკური მეთოდი ფართოდ გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა შეუძლებელია ექსპერიმენტალური მეთოდის გამოყენება.

ექსპრეს-მეთოდი - ეს სწრაფი წინასწარი გამოკვლევის მეთოდია ადამიანის გენეტიკაში. მას ხშირად იყენებენ ხალხთა დიდი კონტიგენტში მემკვიდრული პათოლოგიების გამოკვლევისათვის. ისევე როგორც სკრინინგ-მეთოდი, ისიც გამოიყენება ახალდაბადებულების შესამოწმებლად ფენილკეტონურიაზე, ჰიპოთირეოზზე, ხოლო ფეხმძიმობისას ალფაფეტოპროტეინის; რაოდენობის განსაზღვრისათვის, რომელთა საშუალებით შესაძლებელია განვსაზღვროთ ნაყოფში განვითარების ზოგიერთი მანკი (მაგ. ანენციფალია, ზურგის თიაქარი, დაუნის სინდრომი და სხვ.), ასევე ნივთიერებათა ცვლის მოშლის თვისებურებანი ბრდასრულ ინდივიდებში. ამ მეთოდს სარგებლობისას წაეყენება ზოგიერთი მოთხოვნები:

1. მეთოდს უნდა ჰქონდეს დიაგნოსტიკური ხასიათი (დადებითი ან უარყოფითი) შედეგი უნდა შეესაბამებოდეს დაავადების არსებობას ან არარსებობას;

2. მეთოდი უნდა იყოს საიმედო: ერთსადაიმავე ნიმუშში რამოდენიმეჯერ ჩატარებული ანალიზი ერთსადაიმავე შედეგს უნდა იძლეოდეს;

3. გამოკვლევისათვის საჭირო მასალა ადვილმისაღწევი უნდა იყოს (სისხლი, შარდი).

4. მეთოდი მისაღები უნდა იყოს როგორც ექიმის, ასევე პაციენტისათვის;

5. მეთოდი უნდა იყოს ეკონომიური.

დიაგნოსტიკის მნიშვნელობა მემკვიდრულ დაავადებათა პროფილაქტიკაში

სამედიცინო გენეტიკის მიზანია მემკვიდრულ დაავადებათა პროფილაქტიკა, გენეტიკური რისკის მქონე წყვილებში პრენატალური (დაბადებამდე) დიაგნოსტიკა და სკრინინგი. დღეს მედიცინის განვითარების შედეგად მატულობს მემკვიდრულ დაავადებათა გამოვლენის შესაძლებლობა და მის წინააღმდეგ ბრძოლა. თანამედროვე ეტაპზე უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მემკვიდრული დაავადებების ადრეულ ეტაპზე გამოვლენას და სათანადო მკურნალობას. იმ დაავადებათა მიმართ, რომელიც არ ექვემდებარება

მკურნალობას, საჭირო ხდება ორსულობის შეწყვეტა.

გენეტიკური დაავადებებისაგან იტანჯებიან არა მარტო ამ დაავადებებით შეპყრობილი ადამიანები, არამედ მათი ოჯახებიც. ავადმყოფი ბავშვის მოვლა დიდ დროს, ენერგიასა და სახსრებს მოითხოვს, რითაც ოჯახის დანარჩენი შვილები და წევრები იჩაგრებიან.

გენეტიკური კონსულტირება და პრენატალური დიაგნოსტიკა ეხმარება მეუღლეებს გაერკვნენ რამდენად დიდია მათთვის ავადმყოფი ბავშვის გაჩენის რისკი. ეს რისკი მატულობს, თუ მათ ან მათ ნათესავებს უკვე ჰყავთ ასეთი ბავშვი. დღეისათვის სპეციალური ანალიზების საშუალებით შესაძლებელი ხდება მრავალი გენეტიკური დაავადების წინასწარ განსაზღვრა. პრენატალური დიაგნოსტიკა დაკავშირებულია რიგ ბოლოგიურ და ეთიკურ პრობლემებთან, რომელიც უნდა გადაწყდეს ბავშვის დაბადებამდე. მითუმეტეს იმ დროს როდესაც ლაპარაკია ისეთი ავადმყოფი ბავშვის დაბადებაზე, რომელიც მკურნალობას არ ემორჩილება. ამჟამად პრენატალური დიაგნოსტიკით შესაძლებელია ყველა ქრომოსომული დაავადების დიაგნოსტირება, ასევე მრაყალი მანკის დადგენა, ენზიმოპათიები და სხვ. ამ დაავადებათა ნაწილის პროგნოზირება შეიძლება ფეხმძიმობის ყველა ეტაპზე (მაგ. ქრომოსომული დაავადებები); ნაწილი თორმეტი კვირის პერიოდში (მაგ. ატრეზია, ანენცეფალია), ნაწილი კი ფეხმძიმობის მეორე ნახევარში (მაგ. გულისა და თირკმლის მანკები) პრენატალური დიაგნოსტიკა შეიძლება განხორციელდეს:

1. თუ ოჯახში დადგენილია მემკვიდრული დაავადების არსებობა;

2. დედის ასაკი 37 წელს გემოთაა

3. დედა X ქრომოსომასთან შეჭიდული გენის მატარებელია.

4. დედას აქვს სპონტანური აბორტები, ნაადრევი მშობიარობა, მკვდრადშობადობა უცნობი გენეზისით; ჰყავთ ბავშვები მრავლობითი მანკებითა და ქრომოსომული პათოლოგიებით;

5. ადგილი აქვს ქრომოსომების სტრუქტურულ დარღვევებს (უმეტესად ტრანსლოკაციები და ინვერსიები) ერთ–ერთ მშობელში.

6. ორივე მშობელი ჰეტეროზიგოტია ერთი წყვილი ალელის მიხედვით.

7. ცოლ–ქმარი მაღალი რადიაქტივობის ზონაში ცხოვრობდნენ (ან ცხოვრობენ).

არსებობს პრენატალური დიაგნოსტიკის მრავალი ხერხი, რომელიც ხშირად დადებით ეფექტს იძლევა ნაყოფის მანკების ალმოჩენაში და მისი შემდგომი მკურნალობის წარმართვაში. ამ მეთოდებიდან განვიხილოთ ზოგიერთი მათგანი:

ულტრასონოგრაფიის (ექოგრაფიის) მეთოდი. ამ დროს ულტრაბგერები გამოიყენება ნაყოფისა და სანაყოფე გარსების გამოსახულების მისაღებად. მისთვის საჭიროა სპეციალური აპარატურა, რომელიც ამჟამად ყველა ქვეყნის დიდ ქალაქებში არსებობს. მეთოდი არავითარ ქირურგიულ ჩარევას არ საჭიროებს; უსაფრთხოა, როგორც დედის, ისე ნაყოფისათვის, რაც დადასტურებულია ჩატარებული ასობით და მილიონობით გამოკვლევებით, რომელსაც ახდენენ ამ მეთოდის აღმოჩენის შემდეგ. იგი ქალში არ იწვევს ცუდ შეგრძნებას, გრძელდება 10–15 წთ. აღნიშნული მეთოდი შემოტანილი იქნა XXს. 50–იანი წლებიდან, რომელმაც ნამდვილი რევოლუცია მოახდინა მეანობაში. მისი გამოყენება შეიძლება ფეხმძიმობის მე–5 კვირიდან, მე–6 კვირიდან მისი საშუალებით აფიქსირებს ნაყოფის გულის ცემას, ფეხმძიმობის პირველ ორ თვეს ულტრაბგერითი გამოკვლევები ჯერ კიდევ ვერ ავლენს ნაყოფის განვითარების ანომალიებს, მაგრამ შეიძლება განისაზღვროს მისი სიცოცხლისუნარიანობა. საერთოდ ამ მეთოდით შეიძლება მივიღოთ მრავალი ინფორმაცია. მაგ.: მრავალნაყოფიანობა, პლაცენტისა და ნაყოფის მდებარეობა, ნაყოფის სქესის, სიგრძის და წონის განსაზღვრა. ამ მეთოდით შეიძლება დაისვას ცენტრალური ნერვული სისტემის ზოგიერთი ანომალიების დიაგნოზი მაგ. ანენცეფალია, მიკრო და ჰიდროცეფალია, ნერვული მილის განუვითარებლობა, ასევე კუჭ–ნაწლავის ტრაქტის, შარდ–სასქესო სისტემის, კიდურების და სხვა ორგანოთა დეფექტები. ანომალიის ხარისხიდან გამომდინარე მშობლის თანხმობით წყდება ფეხმძიმობა, რათა ქვეყანას არ მოევლინოს განუკურნებელი ბავშვი.

ამნიოცენტეზის მეთოდს იყენებენ, რადგან ულტრაბგერითი დიაგნოსტიკა მცირე ინფორმაციას იძლევა ქრომოსომულ და გენურ ანომალიებზე. ამ დროს ორსულობის მე–14, მე–16 კვირიდან სპეციალური ქირურგიული შპრიცით ამბულატორიულ პირობებში იღებენ 10–15მგ. ამნიონის სითხეს. ამ მეთოდით სარგებლობისას ჯერ ულტრაბგერითი აპარატურით საზღვრავენ

ნაყოფის მდებარეობას და შემდეგ იღებენ ამნიონურ სითხეს. სინჯი შეიცავს ჩანასახის უჯრედებსა და ცხოველმოქმედების პროდუქტებს. ცენტრიფუგირებით მიღებული უჯრედები გადაადგენ ხელოვნურ საკვებ არეზე და ახდენენ კულტივირებას მათში ციტოგენეტიკური მეთოდით, რის შედეგადაც ავლენენ ქრომოსომულ და გენურ მუტაციებს, ბიოქიმიური მეთოდით ნივთიერებათა ცვლის დარღვევით გამოწვეულ დაავადებებს. ამნიოცენტეზის მეთოდითვე ხდება დედისა და ნაყოფის ერითროციტული ანტიგენებით გამოწვეულ შეუთავსებლობის აღმოჩენა. უნდა აღინიშნოს ის გარემოება, რომ ულტრასონოგრაფიისგან განსხვავებით ეს მეთოდი აბსოლუტურად უვნებელი არ არის. პირველ რიგში ამ რისკმა შეიძლება გამოიწვიოს აბორტი, იშვიათად ნაყოფის სიკვდილი. ამნიოცენტეში ტარდება სპეციალიზებულ კლინიკებში, იქ სადაც მაღალკვალიფიციური პერსონალია, ამიტომ გართულება 0,5-1% არ აღემატება. ამ მეთოდის პრობლემას წარმოადგენს ის, რომ ამ დროს ამნიონის სითხეში შეიძლება დედის უჯრედებიც მოხვდეს (ნემსიდან), ნაყოფის და დედის უჯრედების ერთმანეთისაგან განსხვავება ძნელია, და კვლევამ შეიძლება ვერ აჩვენოს სათანადო სურათი. ამიტომ საჭიროებს განმეროებას. ქრომოსომული დარღვევების შესწავლა შეიძლება 6-12 კვირის ჩანასახზე რთული, მაგრამ ძალიან ინფორმაციული პროცედურით. ულტრაბგერითი აპარატის კონტროლით დედის საშვილოსნოში შეჰყავთ სპეციალური ზონდი და მისი დახმარებით ისრუტავენ ქორიონის ხაოებს.

მკვლევარი **ქორიონბიოფსიით** - (ქორიონის დათვალიერება) იღებს ანალიზისათვის საჭირო რაოდენობით ჩანასახის ცოცხალ მასალას, რადგანაც ხაოები შეიცავს სხვადასხვა ტიპის უჯრედებს. (ამ მეთოდით რისკი შეწყდეს ფეხმძიმობა - 1,5%-ია) ქორიონბიოფსიის მეთოდი პირველად განხორციელდა 1979წ. სსრ კავშირში ვ. როზოვსკისა და ვ. ბახარევის მიერ. ამ მეთოდმა ფართო გამოყენება ჰპოვა XX 80-იანი წლებიდან ულტრაბგერითი დიაგნოსტიკის აპარატურის გამოყენების შემდეგ.

ზოგიერთი გარეგნული მანკი ნაყოფში შეიძლება ვიზუალურად დავინახოთ ან გადავიღოთ ნაყოფი დედის საშვილოსნოში **ამნიოფეტოსკოპიის მეთოდით**, რაც ტექნიკურად შესაძლებელი გახდა მედიცინაში მოქნილი შუქგამტარი ოპტიკური ბოჭკოების

გამოყენებით (**ფიბროოპტიკური ენდოსკოპია**). ამ მეთოდის სარგებლობას თან ახლავს მაღალი რისკი, რომ შეწყვიტოს ორსულობა და ტექნიკურადაც რთულია, რის გამოც შეზღუდულია გამოყენებისათვის.

ნაყოფის სისხლძარღვების პუნქციით მიღებულ მასალაში სისხლის ჯგუფების შესწავლით აღგენენ ჰემოგლობინოპათიებს. ამავე სისხლით შეიძლება ქრომოსომული და ზოგიერთი დაავადების დიაგნოსტირებაც. დიაგნოსტირება ტარდება ორსულობის 20-22 კვირამდე.

ინვაზიური პრენატალური დიაგნოსტირება ჩანასახისათვის უსაფრთხო არ არის, იგი ძვირადღირებული, შრომატევადია და ინფორმაციული მეთოდია. ამ მეთოდს მიმართავენ იმ დროს: 1. როდესაც ერთ-ერთ მშობელს აქვს ქრომოსომული აბერაცია (ინვერსია, ტრანსლოკაცია). 2. მშობელი ატარებს დომინანტურ მემკვიდრულ დაავადებას 3. როდესაც მშობლებს რეცესიული მემკვიდრული დაავადების მქონე შვილები ჰყავთ (ჰეტეროზიგოტები); 4. როცა დედა 37 წელს ზემოთაა 5. აღგილი აქვს განმეორებად სპონტანურ აბორტებს. 6. როდესაც ჰყავთ შვილები განვითარების მანკით.

ნერვული სისტემის (ანენცეფალიის სხვადასხვა) დეფექტების გამოკვლევისათვის იყენებენ **ალფა-ფეტოპროტეინის განსაზღვრას** ამნიონურ სითხეში არ ფეხმძიმე ქალის სისხლში, რადგანაც ამ ნივთიერების კონცენტრაცია მნიშვნელოვნად მატულობს ამ დროს. ეს ცილა ბრდასრულებში არ სინთეზირდება. დედაში მისი გადასლა ხდება ნაყოფიდან. მისი კონცენტრაციის შეცვლით შეიძლება ვიმსჯელოთ ნაყოფის ანომალიაზე, ან გართულებულ ფეხმძიმობაზე.

აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ ზოგჯერ იგი გვხვდება ბრდასრულ (არაფეხმძიმე) ინდივიდებში, რაც მიუთითებს ორგანიზმში რაიმე სახის სიმსივნის არსებობაზე, რადგანაც სიმსივნური უჯრედები ახდენენ ამ ცილის გამომუშავებას. ქრომოსომული დაავადების არსებობისას პირიქით ალფაფეტოპროტეინის (აფპ) რაოდენობა კლებულობს.

1968 წლიდან ჯანმრთელობის დაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის ოფიციალურ დოკუმენტებში პირველად გამოჩნდა სიტყვა მედიცინაში „სკრინინგი" (ინგლ. screening - გაცხრილვა) იგი

მნიშვნელოვანი პრინციპია დაავადებათა და ავადმყოფთა მასიური დიაგნოსტიკისა და პროფილაქტიკისათვის. ამ მეთოდის მიზანია რაც შეიძლება ადრეულ ეტაპზე გამოვავლინოთ დაავადებები ან ნორმიდან გადახრები, მაშინ როცა ჯერ კიდევ არ არის ხილული დაავადების სიმპტომები, რაც წარმატებით მკურნალობის საშუალებას იძლევა.

გაცხრილვის - „სკრინინგის“ პროგრამაში შედის მაგ.: ფლუოროგრაფიული, გინეკოლოგიური და სხვა დათვალიერება (მაგ. მოვიყვანოთ მაგალითი სკრინინგის რაობის გასაგებად: თუკი სკოლის მთელი კლასი მიჰყავთ სტომატოლოგთან ესეც სკრინინგია. მთელ კლასში იქნება ისეთი ბავშვები, რომლებსაც აქვთ აბსოლუტურად ჯანსაღი კბილები, იქნებიან ისეთი რომლებსაც დაწყებული აქვთ კბილების დაზიანება, მაგრამ თვითონ ვერ გრძნობს და გარეგნულად ჯერ ჯანმრთელი კბილია. იქნებიან ისეთები, რომლებსაც უკვე დაზიანებული აქვთ და საჭიროებენ მკურნალობას ორივე შემთხვევაში).

სკრინინგს აქვს უდიდესი მნიშვნელობა მრავალი ფარული და უცებ განვითარებული პათოლოგიის გამომჟღავნებაში. ჯერ კიდევ განვითარების ადრეულ სტადიაზე (მაგ. დაუნის, ფენილკეტონურიის, თანდაყოლილი ჰიპოთირეოზი და სხვ). არსებობს ისეთი დაავადებები, რომელთა გამოვლენისთვის აუცილებელია სპეციალური მეთოდებით სკრინინგი. ყველა იმ ბავშვებისა, რომლებიც მოევლინენ ქვეყანას (მაგ. ფენილკეტონურია) მიღებული და აღვილი მეთოდია ბავშვის შარდს ან სველ საფენზე აწვეთებენ სამქლორიან რკინას რათა ლაქების შეფერილობის მიხედვით დაადგინონ აწეულია თუ არა ფენილალანინის დონე. ამის შემდეგ დიაგნოზს სისხლის ანალიზითაც ამოწმებენ (2-3 კვირის ასაკში), კერძოდ, სისხლში ფენილალანინის დონის განსაზღვრით. როდესაც დგინდება დიაგნოზი ავადმყოფი გადაჰყავთ დიეტაზე, რომლიდანაც გამორიცხულია ან ძლიერ შემცირებულია ფენილალანინი. დიეტის დაცვა გრძელდება 10-12 წლამდე. თანდაყოლილმა ჰიპოთირეოზიამ (ანუ განუვითარებელი ფარისებრი ჯირკვალი) შეიძლება ორგანიზმი მიიყვანოს ჭკუასუსტობამდე, ბავშვები ჩამორჩებიან ზრდაში, აქვთ ზოგიერთი პათოლოგიური ნიშნები. თუკი მკურნალობა დაიწყება დაბადებიდან 3-6 კვირაზე მისი გამოჯანმრთელების პროგნოზი კეთილსაიმედოა. საბოლოოდ უნდა ითქვას, რომ ამნიოცენტეზი, ქორიონბიოფსია, ულტრაბგერითი გამოკვლევაც - ასევე სკრინინგია, მაგრამ არა მასიური, არამედ ინდივიდუალური. ამ გამოკვლევებს ექვემდებარება ფეხმძიმეები, რომლებიც შედიან რისკის ჯგუფში და დიდი ალბათობის ხარისხით. ელოდებიან ნაყოფის ამა თუ იმ პათოლოგიას ან მემკვიდრულ გადახრას.

თანამედროვე ბიოლოგიისა და მედიცინის მიღწევების შედეგად ბევრი დაავადება ექვემდებარება მკურნალობას და ადრეული დიაგნოსტიკით შეგვიძლია მათი თავიდან აცილება; მაგრამ იმ შემთხვევაში, როდესაც პათოლოგიური გენია ადამიანის გენომში, ჯერ-ჯერობით პრობლემად რჩება მისი განკურნება. იგი მომაელის - გენური ინჟინერიის და მოლეკულური ბიოლოგიის წარმატებებზეა დამოკიდებული. მემკვიდრულ პათოლოგიათა წინააღმდეგ ამჟამად უდიდესი მნიშვნელობა აქვს პროფილაქტიკურ ღონისძიებებს, გარემოს მუტაგენებისგან ადამიანის დაცვას, საარსებო გარემოს სისუფთავის უზრუნველყოფას და სხვ.

პროფილაქტიკურ ღონისძიებათა შორის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მედიკო-გენეტიკურ კონსულტირებას. თვლიან, რომ მთელი ზრდასრული მოსახლეობის 5-10% საჭიროებს ასეთ გამოკვლევებს. სპეციალისტების სიტყვებით რომ ვთქვათ, ეს კონსულტირება ნიშნავს იმას, რომ ცოლ-ქმარი, რომელთაც სურთ ჰყავდეთ შვილები, მიმართავენ ექიმს მედიკო-გენეტიკური კონსულტირებისთვის სხვადასხვა მიზეზით. კერძოდ, ჯანმრთელი შთამომავლობის პროგნოზირებისათვის. ექიმ-გენეტიკოსს მიმართავენ მაშინ, როცა ოჯახში უკვე არის ბავშვი თანდაყოლილი მანკით და მშობლებს უნდათ გაიგონ განმეორდება თუ არა ეს ანომალია მომდევნო ფეხმძიმობისას.

ეს საკითხები ასევე აინტერესებ მაშინაც, როცა მემკვიდრული ანომალია აქვს ცოლ-ქმრიდან ერთ-ერთს; შედარებით იშვიათად აკითხავენ კონსულტაციისათვის ექიმს ის ცოლ-ქმრული წყვილები, რომლებსაც ჰყავთ ავადმყოფი ნათესავები. იმ ქვეყნებში, სადაც აკრძალული არ არის ახლონათესაური ქორწინება, აუცილებელია კონსულტირება და პროგნოზირება მომავალი შვილის ჯანმრთელობის შესახებ. კონსულტირებას 5-10% მიმართავს უნაყოფო წყვილები. მედიკო-გენეტიკური პროგნოზის წინაშე დგას 3 ამოცანა. ამოცანის პირველი ეტაპი ძირითადი და ყველაზე

რთულია, რადგანაც უნდა განსაზღვროს ამა თუ იმ მემკვიდრული ანომალიის გამოვლენის რისკი. მისი გამოკვლევა აბსოლუტური სიზუსტით იშვიათია. ჩვეულებრივ ხდება დაავადების ალბათობის შეფასება, რისთვისაც იყენებენ პროგნოზირების ისეთ რთულ მეთოდებს როგორიცაა გენეტიკური, ბიოქიმიური, მათემატიკური და სხვ.

მეორე რიგში უნდა შეფასდეს მემკვიდრული დაავადების სიმძიმის ხარისხი. საქმე იმაშია, რომ დაავადების სიმძიმის ხარისხი არაა აუცილებელი შეესაბამებოდეს მოსალოდნელი ხარისხის რისკს. მაგ. თითების რაოდენობის მომატება – პოლიდაქტილია ზოგიერთ შემთხვევაში მეღავნდება მაღალი ხარისხით (50%). ქირურგიული ოპერაცია ასწორებს ამ პათოლოგიას. მეორე დაავადება მემინგომიელეციელე, ზურგის ტვინის თიაქარი – მეორე ბავშვს შეიძლება გაუმეორდეს 3-4%-ის ალბათობით. დაავადების ხარისხი მძიმეა. მესამე რიგში საჭიროა ვიცოდეთ მანკის ჩამოყალიბების ალბათობა და სამედიცინო და სოციალური შედეგი. ამავე დროს ძალზე მნიშვნელოვანია გადაწყდეს საკითხი პრენატალური დიაგნოსტიკის რომელი მეთოდი იქნას გამოყენებული, რადგანაც ეს დიაგნოსტიკა განსაზღვრავს გადახრის სიმძიმეს ბავშვის განვითარებაში; მძიმე ანომალიის დროს საჭირო ხდება ორსულობის შეწყვეტა.

უპირველესი და მნიშვნელოვანი პრობლემას წარმოადგენს დადგინდეს მომავალი ბავშვის დაავადების რისკის ხარისხი, რაც შეიძლება დაავადებულის დიაგნოზის ზუსტი განსაზღვრით. (რომელიც უკვე გვხვდება ოჯახში) სირთულეები აქ ბევრია. გავიხსენოთ მაგ. ფენოკოპიის მოვლენა. მეორე ნიშანი ფენოტიპურად (გარეგნულად) ემსგავსება მუტაციის შედეგად გენოტიპში მომხდარ ცვლილებას. მაგ.: ფეხმძიმობისას წითელაგადატანილ დედებს უჩნდებათ კატარაქტით დაავადებული ბავშვები, რომლებიც არაფრით განსხვავდებიან მემკვიდრული კატარაქტით დაავადებულებისაგან, მაგრამ მათი ეს ნიშანი მემკვიდრეობით არ გადაეცემა მომდევნო თაობებს განსხვავებით გენეტიკური დარღვევებით გამოწვეული კატარაქტიანებისაგან. ასევე ითქმის ჰიპოსპადიაზე და სხვა ზოგიერთ დაავადებაზე. არის ასეთი სიტუაციაც როდესაც პირველი დაავადებული ბავშვი დაიბადა მკვდარი, ან გარდაიცვალა მშობიარობის შემდეგ. თუკი მასზე არ

გაკეთდა გენეტიკური გამოკვლევა, მაშინ ზუსტი დიაგნოზის დადგენა პრაქტიკულად შეუძლებელია, და ამ დროს ვკმაყოფილდებით ბუნდოვანი, გაურკვეველი მონაცემებით, რაც ხელს გვიშლის გავაკეთოთ შემდგომ ბავშვზე პროგნოზი. მედიკო-გენეტიკური კონსულტაციის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მეთოდია **გენეალოგიური მეთოდი** (იხ. ზემოთ) ამ დროს მნიშვნელობა აქვს იმის გარკვევას, აქვს თუ არა გენეტიკური დარღვევა ოჯახის რომელიმე წევრს, ან მის შორეულ წინაპარს. ამის გარკვევას მნიშვნელობა აქვს იმის დასადგენად, რომ ახალ მუტაციასთან ხომ არა გვაქვს საქმე და არ ჩამოყალიბებულა შემთხვევით მშობლების სასქესო უჯრედების ჩამოყალიბებისას ე.ი. ანომალიური გენები ან ქრომოსომები გამოსაკვლევ ოჯახში არსებობს თუ არა და გადაეცემა იგი თაობიდან თაობას. მეორეს მხრივ გენეალოგიური ხე, რომელიც ავლენს ავადმყოფ ნათესავებს, საშუალებას გვაძლევს უფრო ზუსტად განვსაზღვროთ მემკვიდრული პათოლოგიის ხასიათი მოცემულ ოჯახში.

საგვარტომოს შედგენა – რთული ამოცანაა: შესაძლებლობა შეისწავლონ ყველა ახლობლის და შორეული ნათესავების მონაცემები, რომელიც ექიმისათვის საინტერესოა და ძნელი მისაწვდომია: ზოგი ცხოვრობს ძალიან შორს, ზოგიერთი გარდაცვლილია (ამიტომ ძნელია გაიგო ჰქონდა მას რაიმე გადახრა თუ არა, ზოგიერთი უარს ამბობს თანამშრომლობაზე, ზოგიერთი ვერ იხსენებს ყველა დეტალს და ა.შ. იმისათვის, რომ პროგნოზი იყოს ზუსტი, საჭიროა ვეძიოთ პასუხი მრავალ კითხვაზე. ექიმ-გენეტიკოსს უნდა ჰქონდეს ინფორმაციის მაქსიმუმი მემკვიდრული ანომალიების წარმოშობასა და არსებობაზე, უნდა გავითვალისწინოთ ის გარემოება, რომ ესა თუ ის დარღვევა განისაზღვრება არა ერთი, არამედ რამოდენიმე გენით (პოლიგენებით). ამავე დროს უნდა ვიცოდეთ მათ შორის ურთიერთმოქმედების ხასიათი, ასევე როგორ მემკვიდრეობენ ეს გენები, დამოუკიდებელია თუ შეჭიდული და ა.შ. ამოცანა რთულდება იმითაც, რომ ზოგჯერ დომინანტური გენი არ გამოვლინდება ამა თუ იმ თაობაში (გაპარული თაობები), ხოლო ზოგიერთი ნიშნის მემკვიდრეობა არ ემორჩილება კლასიკური გენეტიკის კანონზომიერებებს. გარდა ამისა, დადგენილია ის გარემოება, რომ ზოგიერთი დაავადებისადმი ადამიანს გააჩნია წინასწარ განწყობა. ეს

დამოკიდებულია გენების განლაგებაზე გარკვეულ ქრომოსომულ უბნებში და გარემოს ფაქტორებზე. ამ დაავადების გამომწვევნებისთვის საჭიროა ორივე ფაქტორი კომპლექსში.

მოლეკულური ბიოლოგია და მოლეკულარული გენეტიკა, რომელიც ვითარდება XX ს. 70-იანი წლებიდან დიდ პერსპექტივას სახავენ მემკვიდრული დაავადებების დიაგნოსტიკასა და მკურნალობაში. მოლეკულური ბიოლოგიისა და გენური ინჟინერიის მეთოდების შემოტანით პირველი ნაბიჯები ამ მიმართულებით უკვე გაკეთებულია.

ერთ-ერთ საიმედო მეთოდს დეფექტური გენების გამოვლენაში ასრულებს ქრომოსომების კარტირება რესტრიქტაზული ფერმენტების მონაწილეობით

1990 წლიდან კარგად ფინანსირებულია საერთაშორისო პროგრამა „ადამიანის გენომი", რომლის მიზანია შეიქმნას დეტალური ქრომოსომული რუკები, რომლის საშუალებით შესაძლებელი იქნება ზუსტად განვსაზღვროთ ადამიანის 100 ათასი გენის მდებარეობა. ნორმალური გენის აღნაგობის ცოდნა საშუალებას მოგვცემს შევისწავლოთ მომხდარი ცვლილებები მასში, რომლებიც იწვევენ მრავალ მემკვიდრულ დაავადებებს.

მემკვიდრულ დაავადებებთან ბრძოლაში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს გენური ინჟინერიისა და მოლეკულური ბიოლოგიის წარმატებებს, რომელთა საშუალებით შესაძლებელი იქნება მუტანტური ლოკუსების ნორმალური ალელებით შეცვლა, რაც გენური თერაპიით იქნება შესაძლებელი.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რას შეისწავლის ადამიანის გენეტიკა?
2. ვინ დაუდო საფუძველი ამ მეცნიერების ჩამოყალიბებას?
3. კვლევის რომელ მეთოდებს იყენებენ ადამიანის გენეტიკაში?
4. რომელი მეთოდები იქნა შემოტანილი ადამიანის გენეტიკაში ფ. პალტონის მიერ?
5. დაასახელეთ ადამიანის გენეტიკის კვლევის თანამედროვე მეთოდები.
6. რას გულისხმობს გენეალოგიური მეთოდი?
7. რა მონაცემები უნდა იყოს ანკეტაში მოცემული?
8. როგორ ხდება საგვარტომო ნუსხის აგება?

9. როგორ ხდება თაობებისა და შთამომავლობის აღნიშვნები?
10. რას ეწოდება პრობანდი? სიბსები?
11. რომელი ნიშან-თვისების მემკვიდრული გადაცემა შეიძლება შევისწავლოთ გენეალოგიური მეთოდით?
12. რას გულისხმობს ტყუპების მეთოდი და რისი შესწავლა ხდება ამ მეთოდით?
13. რისი შესწავლა ხდება დერმატოგლიფიკის მეთოდით?
14. რას ნიშნავს დერმატოგლიფიკა?
15. რა არის პოპულაციურ სტატისტიკური მეთოდი და რას ადგენენ მისი საშუალებით?
16. რას ეწოდება უნივერსალური და ლოკალური გავრცელების გენები?
17. რის გამოკვლევას ახდენენ ბიო-ქიმიური მეთოდის საშუალებით?
18. რას ნიშნავს სკრინინგი? სკრინინგ-პროგრამა?
19. რას ეფუძნება კვლევის ციტოგენეტიკური მეთოდი?
20. რა მასალას იყენებენ ციტოგენეტიკური კვლევისათვის?
21. დაასახელეთ ციტოგენეტიკური კვლევისას მიმდინარე ეტაპები.
22. რა არის ბაარის სხეულაკი, ანუ სასქესო ქრომატინი?
23. რას გებულობენ სასქესო ქრომატინის განსაზღვრის საშუალებით?
24. რას ადგენენ სომატური უჯრედების ჰიბრიდიზაციის მეთოდით?
25. დაახასიათეთ მოლეკულური ბიოლოგიის მეთოდი.
26. რას გულისხმობს ბიოლოგიური მოდელირების მეთოდი, რა წარმოადგენს ამ მეთოდის თეორიულ საფუძველს?
27. რას შეისწავლიან მათემატიკური მოდელირების მეთოდის საშუალებით?
28. რას ნიშნავს ექსპრეს-მეთოდი?
29. რა მნიშვნელობა აქვს გენეტიკურ კონსულტირებასა და პრენატალურ დიაგნოსტიკას?
30. რა შემთხვევაში ხორციელდება პრენატალური დიაგნოსტიკა?
31. რას გულისხმობს პრენატალური დიაგნოსტიკის ულტრასონოგრაფიის მეთოდი?
32. რას გულისხმობს ამნიოცენტეზის მეთოდი, უსაფრთხოა თუ არა იგი ნაყოფისათვის?
33. რას გულისხმობს ქორიონბიოფსიისა და ამნიოფეტოსკოპიის მეთოდი?
34. რისი დიაგნოსტიკაა შესაძლებელი ნაყოფის სისხლძარღვთა პუნქციის მეთოდით?
35. რას გულისხმობს ინვაზიური პრენატალური დიაგნოსტიკა?
36. რისთვის იყენებენ ალფაფეტოპროტეინის რაოდენობის განსაზღვრას?

ტესტები

1. ადამიანის გენეტიკა შეისწავლის
   ა. ადამიანის მემკვიდრულობის კანონზომიერებებსა და მისი სიცოცხლის ხანგრძლივობას;
   ბ. ადამიანის გენოტიპის გაუმჯობესების საკითხებს;
   გ. ადამიანის მემკვიდრული დაავადებების აღმოჩენასა და მკურნალობას;
   დ. ადამიანის მემკვიდრულობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებებს.
2. რას შეისწავლის ევგენიკა?
   ა. ადამიანის მოდგმის გაუმჯობესებას;
   ბ. ადამიანის ნიჭის მემკვიდრეობას;
   გ. ადამიანის მემკვიდრულ დაავადებებს;
   დ. ადამიანის ნორმალური და პათოლოგიური გენების მემკვიდრეობას.
3. ადამიანის რა თავისებურებების (ნიჭი) დამემკვიდრება დგინდება გენეალოგიური მეთოდით:
   ა. დაუნის;
   ბ. შაქრიანი დიაბეტის;
   გ. მუსიკალური ნიჭი და მათემატიკური აზროვნება;
   დ. ყველა ჩამოთვლილი.
4. რა შეისწავლება ტყუპების მეთოდით:
   ა. ტყუპიანობის წარმოშობის მიზეზები;
   ბ. ტყუპებზე გარემო ფაქტორების გავლენა;
   გ. მონოზიგოტური და დიზიგოტური ტყუპებს შორის არსებულ განსხვავებებს;
   დ. ყველა პასუხი სწორია.
5. რას შეისწავლის დერმატოგლიფიკის მეთოდი:
   ა. ბედმეტი თითების (პოლიდაქტილია) წარმოშობის მიზეზებს;
   ბ. თითებს შორის აპკის (სინდაქტილიის) წარმოშობის მიზეზებს;
   გ. კანის რელიეფის საშუალებით ზოგიერთი მემკვიდრული დაავადების ან მანკების არსებობას, პიროვნების იდენტიფიკაციის კლინიკურ მედიცინაში;
   დ. ყველა პასუხი სწორია.
6. პოპულაციურ-სტატისტიკური მეთოდით ადგენენ:

   ა. გენის გავრცელების სიხშირეს პოპულაციაში, პოპულაციის გენეტიკურ სტრუქტურა, გენთა ცვალებადობას თაობათა მანძილზე;
   ბ. გენების შეხვედრის სიხშირეს, პოპულაციაში გენთა რაოდენობას, გენების დრეიფს, ამა თუ იმ დაავადებათა წარმოშობას;
   გ. დაავადებათა სიხშირეს პოპულაციაში; მუტაციების წარმოშობის სიხშირეს;
   დ. ყველა პასუხი მცდარია.
7. ბიოქიმიური მეთოდით ადგენენ შემდეგ დაავადებებს:
   ა. დაუნის სინდრომს;
   ბ. შაქრიან დიაბეტს;
   გ. ვირუსულ დაავადებებს;
   დ. ჰემოგლობინოპათიებს.
9. ბაარის სხეულაკი წარმოადგენს:
   ა. ბირთვში არსებულ ბირთვაკს;
   ბ. სასქესო ქრომოსომას;
   გ. სპირალიზებულ ინაქტივირებულ X ქრომოსომას;
   დ. ყველა პასუხი მცდარია.
10. სასქესო X ქრომატინი უმეტესწილად გვხვდება:
    ა. ქალებში; ბ. მამაკაცებში;
    გ. ორივე სქესში; დ. ყველა პასუხი სწორია.
11. სასქესო Y ქრომატინი გვხვდება
    ა. ქალებში; ბ. მამაკაცებში;
    გ. ორივე სქესში; დ. ყველა პასუხი სწორია
12. სომატური უჯრედების ჰიბრიდიზაციის მეთოდით ხდება:
    ა. სომატური უჯრედების აგებულების შესწავლა;
    ბ. სომატურ უჯრედებში მიმდინარე გამრავლების პროცესის შესწავლა;
    გ. სომატური უჯრედების მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებების, ასევე გენთა შეჭიდულობისა და ურთიერთმოქმედების შესწავლა;
    დ. სომატური უჯრედების კლონირების შესწავლა.
13. მოლეკულური ბიოლოგიის მეთოდით შესაძლებელია:
    ა. უჯრედის მოლეკულური აღნაგობის შესწავლა;
    ბ. უჯრედში მოლეკულურ დონეზე მიმდინარე პროცესების

განხილვა;
გ. დნმ-ის მოლეკულის კლონირება, გენების მანიპულირება, ჰორმონების, სამკურნალო პრეპარატების და სხვ. მიღება;
დ. ყველა პასუხი სწორია.

14. რის დიაგნოსტირებას ახდენენ ამნიოცენტეზის მეთოდით?
ა. ტყუპიანობის;
ბ. ქრომოსომული, გენური, გენომური და ზოგიერთი ენზიმოპათიების არსებობას;
გ. ჰემოგლობინოპათიების;
დ. ჰორმონალურ დარღვევების.

15. ქორიონის ბიოფსიის მეთოდით ახდენენ შემდეგი დაავადების დიაგნოსტიკას:
ა. ფენილკეტონურიის;
ბ. ალბინიზმის;
გ. ნაყოფისა და დედის ერითროციტარული ანტიგენებით გამოწვეულ შეუთავსებლობას;
დ. ჰემოგლობინოპათიებს.

ლიტერატურა: 1, 6, 11, 12, 15, 16, 17, 20, 30, 39, 40, 41, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 56

ბოტანიკა - მეცნიერება მცენარეთა შესახებ

თავი I

ცოცხალი ორგანიზმების კლასიფიკაცია

ორგანული სამყარო დიდი მრავალფეროვნებით ხასიათდება. ამ მრავალფეროვნებაში გასარკვევად არსებობს კლასიფიკაცია, ანუ ტაქსონომია - ორგანიზმების ჯგუფება მსგავსება-განსხვავების მიხედვით. კლასიფიკაციის შედეგად მსგავსი ინდივიდები ერთად ჯგუფდება განსხვავებული ცალკე (კლასიფიკაცია - ლათ. „კლასის - თანრიგი; „ფაციო" - ვაკეთებ).

ბიოლოგია საკმაოდ ძველი მეცნიერებაა, ამიტომ ამა თუ იმ ორგანიზმის აგებულების, სასიცოცხლო ნირის, გავრცელებისა და სხვ. თავისებურებათა შესახებ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში გროვდებოდა უამრავი მასალა, რომელიც საჭიროებდა თავმოყრასა და სისტემაში მოყვანას. სისტემატიკა ბიოლოგიური მეცნიერების დარგია, რომელიც ცოცხალ ორგანიზმებს ჯგუფებს მსგავსება-განსხვავების მიხედვით. მისი მიზანი იყო და არის დედამიწაზე არსებული და ამჟამად გადაშენებული სახეობების აღწერა, სისტემაში მოყვანა და სახელწოდების მიცემა.

კლასიფიკაციისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმების შორის მსგავსება-განსხვავებისა და ნათესაური კავშირის დადგენას. ახალი სახეობების აღმოჩენისას ზოგჯერ საჭირო ხდება არსებულ კლასიფიკაციაში შესწორებების შეტანა, რის გამოც ეს მეცნიერება დინამიური და გავნითარებადია. ორგანიზმების კლასიფიკაციით დაინტერესებულია არამარტო თანამედროვე მეცნიერები, არამედ ამ საკითხით ინტერესდებოდნენ უძველესი სწავლულებიც. პირველი კლასიფიკატორები საკლასიფიკაციოდ იღებდნენ თვალით ადვილად შესამჩნევ ნიშნებს. მაგ. გარეგ-

ნულს – ორგანიზმების სიდიდეს, ფორმას, ამა თუ იმ ორგანოს არსებობას ან არარსებობას, და ა.შ. ამის გამო მათი სისტემა ხელოვნური იყო, რადგანაც იგი ვერ გამოხატავდა ბუნებაში არსებულ მცენარეთა და ცხოველთა სისტემატიკურ ჯგუფებს, რაც გამოწვეული იყო იმით, რომ სისტემა ეფუძნებოდა შემთხვევით აღებულ რამოდენიმე ნიშანს და ორგანიზმებს შორის გამოხატული არ იყო ნათესაური კავშირი. მაგ. ჩვ. წელთაღრიცხვის IV საუკუნეში ბერი ავგუსტინე თავის კლასიფიკაციაში ცხოველებს ჰყოფდა ადამიანებისათვის სასარგებლო, მავნე და განურჩეველ ფორმებად. შუა საუკუნეების კარაბადინებში მცენარეებს ჰყოფდნენ შემდეგნაირად, საჭმელი, ნაყოფის მომცემი; ბოჭკოს მომცემი; მერქნის მომცემი და სხვ.

მეცნიერული კლასიფიკაციის საწყისებს ვხვდებით არისტოტელეს ნაშრომებში. იგი ცხოველებს ჰყოფდა ორ ჯგუფად უფერულ სისხლიან და წითელსისხლიანებად. თანამედროვე გაგებით წითელი ფერის სისხლიანებში მოხვდა ხერხემლიანი ცხოველები, ხოლო უფერო სისხლიანებში უხერხემლო ცხოველები.

თავის მხრივ წითელი სისხლიანები დაყო 5 ქვეჯგუფად (ძუძუმწოვრები, ქვეწარმავლები, ფრინველები, ვეშაპისნაირები, თევზები), ხოლო უფერო სისხლიანებში გამოყო 4 ქვეჯგუფი (თავფეხიანი მოლუსკები, კიბოსნაირები, მოლუსკები – თავფეხიანების გარდა და მწერები. არისტოტელეს კლასიფიკაციის ნაკლის მიუხედავად, იგი 22 საუკუნე ემსახურა მეცნიერებას. ამ ხნის მანძილზე უამრავი ფაქტობრივი მასალა დაგროვდა და საჭირო გახდა ხელახალი კლასიფიკაციის მოხდენა. ეს საქმე იკისრა მე-18 საუკუნეში შვედმა ბუნებისმეტყველმა ლინემ. მან ცხოველთა სამყარო დაყო 6 კლასად: ძუძუმწოვრები, ფრინველები, ამფიბიები, თევზები, მწერები და ჭიები. ლინეს კლასიფიკაცია ხელოვნურ ხასიათს ატარებდა, რადგან კლასიფიკაციის ძირითად კრიტერიუმად მიღებული იყო ნებისმიერი ერთი ან ორი ნიშანი და არა ნიშანთა კომპლექსი.

კლასიფიკაციაში მნიშვნელოვანი რეფორმა შეიტანა ფრანგმა მეცნიერმა ჟან ბატისტ ლამარკმა. ლინეს საპირისპიროდ, რომელიც სახეობის უცვლელობას ამტკიცებდა, ლამარკი ასაბუთებდა სახეობათა ცვალებადობას ანუ სახეობათა ევოლუციურ განვითარებას. ლამარკმა ცხოველთა სამყარო დაყო 14 კლასად, რომელთაგანაც 10 კლასს უხერხემლო ცხოველები შეადგენდა. გარდა ამისა ლამარკმა კლასები გაანაწილა 6 საფეხურად. თითოეული მათგანი გამოხატავდა გარკვეულ აღმავლობას ცხოველთა სამყაროს განვითარებაში. (გრადაცია).

დარვინის მოძღვრების გაელენის შედეგად, რომელმაც გამოიწვია ბიოლოგიის მრავალი დარგის განვითარება, შესაძლებელი გახადა ბუნებრივი კლასიფიკაციის შემუშავება. ბუნებრივი კლასიფიკაცია ეფუძნება ნიშანთა კომპლექსს და რაც უფრო მეტი ნიშნის მიხედვით იქნება ცოცხალი ორგანიზმები დაჯგუფებული მით უფრო მეტად ბუნებრივ სისტემატიკას ანუ კლასიფიკაციას მივიღებთ.

კლასიფიკაციისათვის საჭიროა საკლასიფიკაციო ანუ ტაქსონომიური („ტაქსონომია“ – ბერძნ. – რიგში მდებარეობა, რაც საშუალებას გვაძლევს ორგანიზმები დავალაგოთ ისე, რც ბნუებრივი კლასიფიკაციის წარმოდგენის საშუალებას იძლევა. „ტაქსნონომიის“ ტერმინი შემოიტანა 1813 წ. თ. დეკანდოლემ) ერთეულების შემოღება. დღეისათვის არსებობს ძირითადი და დამატებითი საკლასიფიკაციო ერთეულები. ისინი სხვადასხვა დროს სხვადასხვა მეცნიერის მიერაა შემოღებული. ყველაზე დიდი საკლასიფიკაციო ერთეულია სამეფო, რომელიც იყოფა ტიპებად. ტიპებში გამოყოფილია კლასები და ა.შ. ყველაზე მცირე საკლასიფიკაციო ერთეულია სახეობა. სახეობა არის მორფოლოგიურად და ანატომიურად მსგავს ინდივიდთა ერთობლიობა, რომლისთვისაც დამახასიათებელია მსგავსი მემკვიდრული ნიშან-თვისებები, სახეობის ფარგლებში ინდივიდებს შორის თავისუფალი შეჯვარება და ნაყოფიერი შთამომავლობის მოცემის უნარი, საარსებო პირობებთან შეგუება და ბუნებაში გარკვეული ტერიტორიის – არიალის დაკავება. ამ ნიშნებს სახეობისთვის დამახასიათებელ კრიტერიუმებს უწოდებენ. სახეობის შეფასება ერთი ან ორი კრიტერიუმით არ შეიძლება, ამჟამად სახეობის დასადგენად გარკვეული მნიშვნელობა აქვს მისი კარიოტიპის (ქრომოსომების რიცხვისა და ფორმის დადგენას) სახეობის ცნება პირველად შემოიღო მე-16 საუკუნეში ინგლისელმა მეცნიერმა ჯონ რეიმ. ხოლო სახეობის, როგორც ცალკე საკლასიფიკაციო ერთეულად აღწერა პირველად მოახდინა კარლ ლინემ. მანვე შემოიღო სახეობისათვის ორმაგი ანუ ბინარული სახელწოდება (ნო-

მენკლატურა) რაც ნიშნავს იმას, რომ სახეობის სახელწოდება ორი სიტყვისაგან შესდგება პირველი აღნიშნავს გვარს, ხოლო მეორე პირველთან ერთად სახეობის სახელწოდებას.

მაგალითად: Roza canina - (ძაღლის ვარდი - ასკილი) აქ Roza - არის გვარის ვარდის აღმნიშვნელი, ხოლო Roza canina სახეობის აღმნიშვნელი. ან კიდევ Amoeba proteus - პირველადი ამება. აქ Amoeba (ამება) არის გვარის აღმნიშვნელი ხოლო Amoeba Proleus სახეობის სახელწოდების აღმნიშვნელი. არსებობს ამებას სხვა სახეობა, რომელიც ამავე გვარშია გაერთიანებული მაგ. Amoeba tericola - ნიადაგის ამება. გარდა ორმაგი ანუ ბინარული ნომენკლატურისა დღეისათვის შემოღებულია სამმაგი ანუ ტრინარული ნომენკლატურა, რაც ქვესახის სახელწოდებისთვის გამოიყენება მაგ. Helix lucorum taurica - ტავრიდული ჰელიქსი აქ: Helix-ი გვარს აღნიშნავს Helix lucorum - სახეობას, ხოლო Helix lucorum tauria - ქვესახეობას. მსგავსი სახეობები გაერთიანებულია გვარში, მსგავსი გვარები - ოჯახში, მსგავსი ოჯახები - რიგებში - მსგავსი რიგები, კლასები და მსგავსი კლასები - ტიპში. გვარის, ოჯახის, კლასის ცნებები კლასიფიკაციაში შემოიტანა კარლ ლინემ, ხოლო ტიპის ცნება ფრანგმა ზოოლოგმა და გეოლოგმა ჟორჟ კიუვიემ. ცოცხალი სამყარო იმდენად მრავალფეროვანია, რომ ძირითადმა საკლასიფიკაციო ერთეულებმა ისინი ვერ დაიტია, გარდა ამისა, ცოცხალ ორგანიზმთა ცალკეულ ჯგუფებს შორის ნათესაური კავშირების გამოსახატავად საჭირო შეიქმნა დამატებითი საკლასიფიკაციო ერთეულების შემოღება, რომელთაც საფუძვლად დაედო სუფიქსი - „ქვე“ ან პრეფიქსი „ზე“ მაგ. ტიპი - ქვეტიპი, კლასი - ქვეკლასი, რიგი - ქვერიგი, სახეობა - ქვესახეობა ან ზეკლასი, ზერიგი.

ტიპში შეიძლება იყოს რამდენიმე ქვეტიპი, ქვეტიპში რამდენიმე ზეკლასი, ზეკლასში რამდენიმე კლასი, კლასში რამდენიმე ქვეკლასი.

ამრიგად, ხელოვნური სისტემისაგან განსხვავებით თანამედროვე სისტემა ბუნებრივია, ვინაიდან მას საფუძვლად უდევს კარგად შესწავლილი მცენარეთა და ცხოველთა ჯგუფების არა მარტო შინაგანი და გარეგანი აგებულება, არამედ მათი წარმოშობის ერთიანობა, რაც ასახავს ორგანული სამყაროს განვითარების ისტორიას - ევოლუციას. თანამედროვე კლასიფიკაციის

დროს ითვალისწინებენ იმ ნიშან-თვისებებს, რომლებიც ამტკიცებს ამჟამად არსებული და გადაშენებული სახეობების ნათესაობას. ასევე ითვალისწინებენ არსებული სახის ნიშან-თვისებებს სხვადასხვა ასაკში, აგერთვე მათი ნამარხი წინაპრების ნიშან-თვისებებსაც. თანამედროვე კლასიფიკაციაში ფართოდ იყენებენ სახეობათა ქრომოსომული აპარატის მსგავსება-განსხვავებას, რაც ხელს უწყობს სისტემატიკურ ჯგუფებს შორის ნათესაური დამოკიდებულების გამორკვევას.

მიუხედავად იმისა, რომ თანამედროვე კლასიფიკაცია დაფუძნებულია უამრავ კრიტერიუმებზე, იგი ჯერ კიდევ შორსაა ბუნებრივი სისტემიდან, რადგანაც ზოგიერთი სახის (ჯგუფის) წარმოშობა დღევანდლამდე გაურკვეველია, ასევე არსებობენ სახეობები, რომლებიც ჯერ კიდევ აღმოუჩენელი და შეუსწავლელია, რის გამოც თანამედროვე კლასიფიკაცია რამდენადმე მაინც პირობითია, არის საკამათო საკითხები, რომლებიც შემდგომ დაზუსტებასა და სრულყოფილ შესწავლას საჭიროებენ.

ცოცხალ არსებათა სამყაროს ამ უკანასკნელ ხანებში ზოგჯერ ყოფენ ორ ზესამეფოდ:

1. პროკარიოტებად - ბირთვამდელ ორგანიზმებად და ეუკარიოტებად - ტიპიურ უჯრედულ ბირთვის მქონე არსებებად (სურ. 1).

1. პროკარიოტებს განეკუთვნება ერთი სამეფო დამარცვლულნი ორი ქვესამეფოთი ბაქტერიები და ლურჯმწვანე წყალმცენარეები (ციანეები - cyanophyta).

2. ეუკარიოტები იყოფა სამ სამეფოდ: მცენარეები, სოკოები, ცხოველები.

მეცნიერთა უმრავლესობა ცნობს ძირითადად ხუთ სამეფოს:

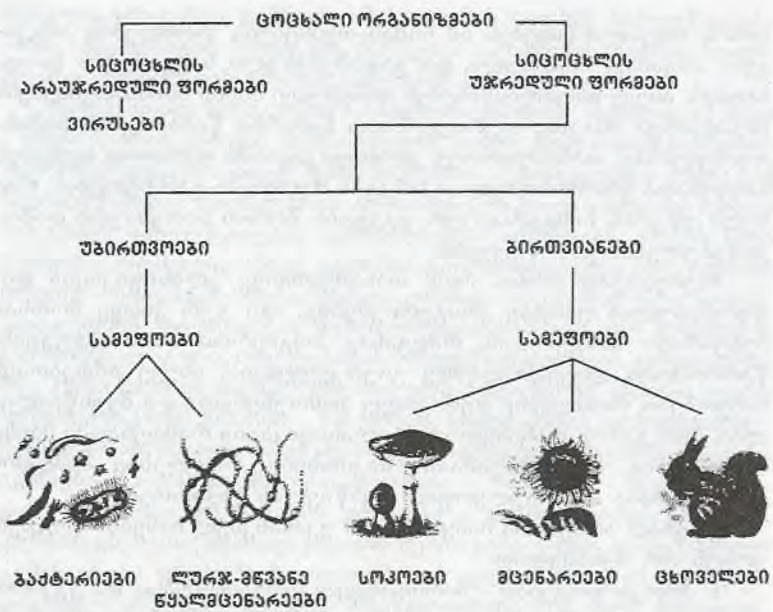
1. ცხოველები (მრავალუჯრედიანები, არ გააჩნიათ უჯრედის კედელი, არა აქვთ ფოტოსინთეზის უნარი).

2. მცენარეები - მრავალუჯრედიანები, აქვთ ცელულოზის შემცველი უჯრედის კედელი. ახასიათებს ფოტოსინთეზი.

3. სოკოები. აქვთ უჯრედის კედელი; რომელიც არაა ცელულოზოვანი, მოკლებული არიან ფოტოსინთეზის უნარს.

4. პროტისტები - ერთუჯრედიანები. ახასიათებთ, როგორც მცენარის ასევე ცხოველის ნიშან-თვისებები.

5. მონერები - უბირთვო ორგანიზმები. (ბაქტერიები; ლურჯმწვანე წყალმცენარეები). ზოგი მეცნიერი ცოცხალ ორგანიზმებს



სურ. 1. ცოცხალი ორგანიზმების კლასიფიკაცია (ბურდული ლ. და სხვები), 2003.



სურ. 2. მცენარეთა განყოფილებები (ქ. სტოკლი, 2005)

აჯგუფებს 4 სამეფოდ: 1. ცხოველები (პროტისტების ჩათვლით); 2. მცენარეები (სოკოებისა და წყალმცენარეების ჩათვლით); 3. მონერები – უბირთვო ორგანიზმები; 4. ვირუსები.

მცენარეულ სამყაროს კი ყოფენ რამდენიმე განყოფილებად: 1. მწვანე წყალმცენარეები (Clorophyta); 2. – ხავსები (Briophyta); 3. გვიმრანაირები (Ptediclophyta); 4. შიშველთესლიანები – წიწვოვანები (coniferophyta) 5. ყვავილოვანი მცენარეები (Anthophyta). თითოეული მათგანი იყოფა კლასებად, რიგებად, ოჯახებად და ა.შ. (ქ. სტოკლი; ბიოლოგიის ილუსტრირებული ლექსიკონი) (სურ. 2).

კლასიფიკაციის ეს კლასიკური სისტემები ყველაზე უფრო გავრცელებული და მიღებულია ცოცხალ არსებათა კლასიფიცირებისათვის (სისტემატიზაციისათვის). მეორე მეთოდი ცოცხალი ორგანიზმების დაჯგუფებისა არის **კლადისტური**. კლადისტური ტაქსონომია ცოცხალ ორგანიზმებს ჰყოფს უფრო დიდ დაჯგუფებებად **კლადებად**, რომელთა გაერთიანებას საფუძვლად უდევს საერთო ნიშან-თვისებები. კლადონები მოიცავს აგრეთვე წინაპარ ფორმებს და ყველა მათ შთამომავალს. არსებობს ასევე ორგანიზმთა ეკოლოგიური ჯგუფები, როგორც მცენარეთა, ისე ცხოველთა სამყაროში (რომელიც განხილული იქნება ეკოლოგიის შესაბამის განყოფილებაში). მცენარეებს ყოფენ ორ დიდ განყოფილებად: უღაბლეს და უმაღლეს მცენარეებად.

უღაბლესი მცენარეებისთვის დამახასიათებელია ის, რომ აქვთ არაუჯრედოვანი, ერთუჯრედიანი ან მრავალუჯრედიანი სხეული, რომელიც ორგანოებად არ არის დანაწევრებული და ამ სხეულს თალუსს უწოდებენ. თალუსში არ არის უმაღლესი მცენარეებისათვის დამახასიათებელი ქსოვილები; გამტარი კონები; თალუსიანი მცენარეები სხვა მხრივაც პრიმიტიულია, კერძოდ ანატომიურ-ფიზიოლოგიური თვალსაზრისით. უღაბლესი მცენარეების ნაწილი, რომლებიც ქლოროფილს შეიცავს **ავტოტროფულია**, ხოლო მათ რომლებსაც ქლოროფილი არ გააჩნიათ **ჰეტეროტროფულები** არიან. უმაღლეს მცენარეებს ახასიათებს მთელი რიგი პროგრესული ნიშნები. მათი სხეული შედგება ღეროსა და ფოთლებისაგან – მათ ღეროფოთლიანებს უწოდებენ, დიდ უმრავლესობას აქვს მესამე ნიშანი – ფესვის არსებობა. ფესვებით ისინი მინერალურ კვებას აწარმოებენ, ხოლო ფოთლების საშუალებით ხდება საჰაერო კვება (ფოტოსინთეზი). უმაღლეს მცენარეებში გვხვდება

სხვადასხვა ფუნქციის შემსრულებელი ქსოვილები.

ასეთი კლასიფიკაციით უდაბლეს მცენარეებად თვლიან წყალმცენარეთა (Algae) ზეტიპი, რომელიც რამოდენიმე ტიპისგან შედგება:

მღიერისნაირთა ტიპი Lichophyta; ხოლო

უმაღლეს მცენარეთა ჯგუფში შედის:

ხავსისნაირთა ტიპი (Briophyta)

გვიმრანაირთა ტიპი (Pterigophyta)

შიშველთესლოვანთა ტიპი - (Pinophyta)

ყვავილოვანთა ანუ ფარულთესლოვანთა ტიპი (Magnoliophyta).

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რა არის კლასიფიკაცია ანუ ტაქსონომია?
2. რა მნიშვნელობა აქვს კლასიფიკაციას?
3. რა ნიშნებს ეყრდნობა მცენარეთა და ცხოველთა კლასიფიკაცია?
4. რის გამო იყო პირველი კლასიფიკატორების სისტემები ხელოვნური?
5. დაასახელეთ პირველი კლასიფიკატორები და მათი კლასიფიკაციები.
6. დაასახელეთ საკლასიფიკაციო ანუ ტაქსონომიური ერთეულები.
7. რა არის ბინალური ანუ ორმაგი ნომენკლატურა? რას აღნიშნავს იგი?
8. დაასახელეთ დამატებითი საკლასიფიკაციო ერთეულები.
9. დაასახელეთ ცოცხალ არსებათა ორი ზესამეფო, და მათში გაერთიანებული სამეფოები, რომელსაც დღეს გამოყოფენ.
10. დაასახელეთ ხუთი სამეფო, რომელსაც მეცნიერთა უმრავლესობა ცნობს.
11. რამდენ განყოფილებად იყოფა მცენარეული სამყარო?
12. რა ნიშნები ახასიათებს უდაბლეს მცენარეებს?
13. რა ნიშნები ახასიათებს უმაღლეს მცენარეებს, რომელი ტიპები შედის უმაღლეს მცენარეთა ჯგუფში?

ტესტები

1. ცოცხალი ორგანიზმების კლასიფიკაცია არის:
   ა. მათი დაჯგუფება მსგავსება-განსხვავების მიხედვით;
   ბ. ორგანიზმების გაერთიანება, თავმოყრა;
   გ. ორგანიზმების გამოცალკავება ერთმანეთისაგან.

   დ. ყველა პასუხი სწორია.
2. ტაქსონომიური ერთეულები საჭიროა:
   ა. ცოცხალი ორგანიზმების კლასიფიკაციისათვის;
   ბ. ცოცხალი ორგანიზმების სახელწოდების მიცემისათვის;
   გ. ცოცხალი ორგანიზმების ერთმანეთისაგან განსხვავებისათვის;
   დ. ყველა პასუხი სწორია.
3. ტაქსონომიური ერთეულები ლაგდება ასეთი თანმიმდევრობით:
   ა. ტიპი→კლასი→ქვეკლასი→ოჯახი→გვარი→სახე;
   ბ. ტიპი→ოჯახი→კლასი→რიგი→სახე;
   გ. ტიპი→კლასი→ოჯახი→რიგი→გვარი→სახე;
   დ. ტიპი→კლასი→რიგი→ოჯახი→გვარი→სახე.
4. თანამედროვე კლასიფიკაციით ცოცხალ არსებათა სამყარო იყოფა რამოდენიმე ზესამეფოდ:
   ა. პროკარიოტებად, მონერებად, ეუკარიოტებად.
   ბ. პროტისტებად, მონერებად;
   გ. მცენარეებად, სოკოებად, ცხოველებად;
   დ. ეუკარიოტებად და პროკარიოტებად.
5. თანამედროვე კლასიფიკაციით ცოცხალ ორგანიზმებს ყოფენ:
   ა. ცხოველებად; მცენარეებად, სოკოებად, პროტისტებად, მონერებად;
   ბ. მცენარეებად, ცხოველებად, ბაქტერიებად, სოკოებად, პროტისტებად;
   გ. მცენარეებად, სოკოებად, ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებად, ხავსებად, ცხოველებად;
   დ. ყველა პასუხი სწორია.
6. უმაღლეს მცენარეთა ჯგუფში შედის:
   ა. ხავსები, გვიმრანაირები, შიშველთესლიანები, ფარულთესლოვნები;
   ბ. სოკოები, ხავსები, გვიმრები, შიშველთესლიანები, ფარულთესლიანები;
   გ. მღიერები, ხავსები, გვიმრანაირები; შიშველთესლიანები, ფარულთესლოვნები;
   დ. ყველა პასუხი სწორია.

ლიტერატურა: 4, 7, 11, 14, 19, 20, 30, 33, 69.

თავი II

ბაქტერიები

ბაქტერიები – (Bacteriaphyta) ბერძნ. bakterio – ჩხირი) მიკროსკოპული, უმთავრესად ერთუჯრედიანი პროკარიოტული ორგანიზმების დიდი ჯგუფია. მათ ნამდვილი ჩამოყალიბებული ბირთვი არ გააჩნიათ. მემკვიდრული მასალა – დნმ მოთავსებულია ციტოპლაზმაში, იგი ამ უკანასკნელისაგან მემბრანით არ არის გამოყოფილი. დნმ ორჯაჭვიანი რგოლურია და მას გენეფორი (ნუკლეოიდი) ეწოდება. ბაქტერიებს არ გააჩნია ვაკუოლები, პლასტიდები, მიტოქონდრიები და გოლჯის აპარატი. მრავლდებიან პირდაპირი გაყოფით (ამიტოზი), იშვიათად გადაზონვრით ან დაკვირტვით. ბაქტერიები პირველად ა. ლევენჰუკმა აღწერა XVIIს. ბოლოს აღმოჩენილი ბაქტერიების უმრავლესობას ჩხირის ფორმა ჰქონდა, ამიტომაც მათ ბაქტერიები (ბერძ. ჩხირი) უწოდეს. XIX ს. II ნახევარში ლ. პასტერმა, რ. კოხმა და ს. ვინოგრადსკიმ შეისწავლეს ბაქტერიების მრავალი თვისება. ბაქტერიები გარედან დაფარულია მკვრივი გარსით, ამიტომ მათ მუდმივი ფორმა აქვთ. მათი ზომა საშუალოდ 0,5-4მკმ-ია. ფორმის მიხედვით შეიძლება გამოვყოთ: 1. მრგვალი (სფერული), რომლებსაც კოკები ეწოდება. კოკები თუ წყვილ-წყვილადაა დიპლოკოკები ეწოდება, თუ ძეწკვისებურადაა განლაგებული – სტრეპტოკოკები; ოთხ-ოთხი – ტეტრაკოკები, კუბურად განლაგებული – სარცინები; მტევნის მსგავსს – სტაფილოკოკები. 2. ჩხირისებური, რომლებიც ხშირად წარმოქმნის სპორებს. მოღუნულ ჩხირს – ვიბრიონი, სპირალივით დაგრეხილს – სპირილები ეწოდება 3. ხვეული (სურ. 3).

კ. გრამმა საღებავთან (გენციანვიოლეტი) დამოკიდებულების მიხედვით გამოიყოფა გრამდადებითი, რომლებიც ლურჯად იღებებიან და ინარჩუნებენ ამ ფერს სპირტითა და იოდით დამუშავების შემდეგ; გრამუარყოფითი ბაქტერიები კი ამ ფერს ვერ ინარჩუნებენ.

ბაქტერიას აქვს შოლტისებური გამონაზარდი, რომელთა საშუალებით ისინი მოძრაობენ.

როგორც აღვნიშნეთ ბაქტერიები წარმოქმნიან სპორებს. ამ დროს უჯრედის შიგთავსი მჭიდროვდება, მრგვალდება და იკ-



სურ. 3. ბაქტერიის ფორმები

რავს სქელ გარსს. ბაქტერიების სპორები დიდხანს უძლებენ არახელსაყრელ პირობებს. სპორებს შეუძლიათ გაუძლონ გამოშრობას, ძალიან მაღალ ტემპერატურას და ყინვას ათეული წლის განმავლობაში. ბაქტერიები ადვილად ვრცელდება ქარის და წყლის საშუალებით. ხელსაყრელ პირობებში მოხვედრისას სპორა ცხოველმყოფელობას იწყებს და მრავლდება. ზოგიერთი ბაქტერიის გარსი დაფარულია ლორწოვანი კაფსულით. კაფსულა ცილოვანი ან ნახშირწყლოვანია. ბაქტერიების ციტოპლაზმა ბლანტი და გამჭვირვალეა. შეიცავს რიბოსომებს, ფერმენტებს, ცილებს, ცხიმებს, ნახშირწყლებს, ჩანართებს, მინერალურ ნივთიერებაბს და წყალს. ბაქტერიები მრავლდება გაყოფით. ბაქტერიის უჯრედი სწრაფად იყოფა. ბაქტერიების გაყოფას აბრკოლებს მზის სხივები, საკვების ნაკლებობა და სხვ. ნაწლავის ჩხირში აღწერილია სქესობრივი პროცესი კონიუგაცია.

ბაქტერიები დედამიწის უძველესი ბინადრებია. ისინი გამძლეობის, შეგუებულობისა და სწრაფი გამრავლების გამო ფართოდ გავრცელდნენ ბუნებაში. ყველგან გვხვდება: ჰაერში, წყალში, ნიადაგში, მცენარეთა და ცხოველთა ორგანიზმში და სხვ. ბაქტერიები შედარებით მცირეა მთის და მღვის ჰაერში. ზოგ ბაქტერიას არსებობისათვის ესაჭიროება ჟანგბადი, ზოგ მათგანს

უჟანგბადო არეშიც შეუძლია არსებობა. ე.ი. ბაქტერიები შეიძლება იყოს **აერობული** და **ანაერობული**. ზოგი ბაქტერია მკვდარი ორგანიზმების ორგანული ნივთიერებებით იკვებება. ისინი საპროფიტებია, ზოგი მათგანი კი მას ღებულობს ცოცხალი ორგანიზმების ორგანული ნივთიერებებისგან. ისინი პარაზიტული ბაქტერიებია. მრავალი პარაზიტული ბაქტერია დაავადებათა გამომწვევია. მაგ. შავი ჭირის, ქოლერის, ტუბერკულოზის და სხვ. მათ **პათოგენურ ბაქტერიებს** უწოდებენ. ბაქტერიებს დიდი მნიშვნელობა აქვს ბუნებასა და ადამიანის ცხოვრებაში. ბუნებაში საპროფიტული ბაქტერიები შლიან ორგანულ ნივთიერებებს, რის შედეგადაც წარმოქმნიან ნეშომპალას, რომლითაც მდიდრდება ნიადაგი. ესენი ლპობის ბაქტერიებია.

ბაქტერიები დიდი რაოდენობითაა ნიადაგში. 1 სმ³ შავმიწა ნიადაგში ასობით მილიონობით ბაქტერიაა, ისინი ნეშომპალას შლიან მინერალურ მარილებად. ნიადაგში ცხოვრობენ ბაქტერიები, რომლებიც ჰაერიდან შთანთქავენ აზოტს და ნიადაგში აგროვებენ აზოტოვან მარილებს.

ზოგიერთ ბაქტერიას, მაგ. აზოტბაქტერიას ჰაერიდან შეთვისებული აზოტი შეუძლია გარდაიქმნას ცილებად. აზოტბაქტერიის დაღუპვის შემდეგ სხვა ბაქტერიების დამშლელი მოქმედებით ცილები გარდაიქმნება აზოტოვან მარილებად, რომლებიც ადვილი შესათვისებელია სხვა მცენარეების მიერ. არსებობს – კოჟრის ბაქტერიები, რომლებიც აზოტს ითვისებენ ჰაერიდან: ისინი ბინადრობენ პარკოსან მცენარეთა ფესვებზე, მრავლდებიან, რის შედეგადაც იწვევენ კოჟრების წარმოქმნას. მოსავლის აღების შემდეგ პარკოსანთა ფესვებზე არსებულ კოჟრებში მყოფი ბაქტერიები რჩება ნიადაგში და ამდიდრებენ მას აზოტით.

კოჟრის ბაქტერიებისა და პარკოსან მცენარეთა თანაარსებობას სიმბიოზი ეწოდება. იგი ორი ორგანიზმის თანაარსებობაა, რომელიც ორივესათვის სასარგებლოა: ბაქტერიები მცენარეს აწვდის აზოტს, ეს უკანასკნელები კი ორგანულ ნივთიერებებს ბაქტერიას. ზოგი საპროფიტული ბაქტერია გამოიყენება კვების მრეწველობაში სხვადასხვა პროდუქტების დასამზადებლად მაგ.: რძემჟავა დულილის ბაქტერიები იკვებებიან რძეში არსებული შაქრით და გამოყოფენ რძემჟავას, რომლის საშუალებითაც რძე მჟავდება, რის შედეგადაც მიიღება მაწონი, ნაღებიდან – არაჟანი

და სხვ. ბოსტნეულის დამჟავება და საკვების დასილოსება რძემჟავური დულილის ბაქტერიებით ხორციელდება. ბაქტერიები იწვევენ სპირტულ დულილს. ზოგ ბაქტერიას იყენებენ ძვირფასი სამკურნალო პრეპარატების ანტიბიოტიკების, ჰორმონების, ამინომჟავების, ვიტამინებისა და სხვ. დასამზადებლად ადამიანის და ცხოველების კუჭ-ნაწლავში ბინადრობს ისეთი ბაქტერიები, რომლებიც მონაწილეობენ საკვების მონელებაში, გამოიმუშავებენ ვიტამინებს, და თრგუნავენ ავადმყოფობის გამომწვევ ბაქტერიებს. გარდა სასარგებლო ბაქტერიებისა, არიან ისეთი ბაქტერიები, რომლებიც სახლდებიან საკვებ პროდუქტებზე და იწვევენ მათ გაფუჭებას. პროდუქტები რომ არ გაფუჭდეს, ახმობენ, ამარილებენ, ამწნილებენ, შაქრავენ, აკონსერვებენ, რადგანაც ასეთ გარემოში ისინი ვერ ძლებენ. გარდა საკვები პროდუქტებისა, ისინი აზიანებენ სათეფხაო ბადეებს, ხელნაწერებს, წიგნსაცავებში წიგნებს, ესენი ცელულოზადამშლელი ბაქტერიებია. როგორც აღვნიშნეთ, ბევრი ბაქტერია დაავადების გამომწვევია ცხოველებსა და ადამიანებში. ორგანიზმში შეღწევისას ისინი იკვებებიან, სწრაფად მრავლდებიან და წამლავენ ორგანიზმს, რაც მძიმე დაავადებას იწვევს. ასეთი დაავადებებია ტიფი, შავი ჭირი, ქოლერა, დიფტერია, ტეტანუსი, ტუბერკულოზი, ანგინა, ქოთაო, დიფტერია, ციმბირის წყლული, ანგინა, ბრუცელოზი და სხვ. ზოგჯერ ეს დაავადებები ეპიდემიების სახით ვრცელდებოდა. ამ დაავადებათა უმრავლესობა დღეს ლიკვიდირებულია, თუმცა ზოგიერთი მათგანი დღესაც არსებობს, მაგრამ მედიცინის განვითარების შედეგად მკურნალობა და გამოჯანმრთელება აღვილად ხდება. დაავადებათა თავიდან ასაცილებლად ატარებენ პროფილაქტიკურ აცრებს. ახდენენ სასმელი წყლის დაქლორვას, საცხოვრებელი შენობების დეზინფექციას და სხვ. ზოგიერთ ბაქტერიას შეუძლია ავტოტროფული კვება. სინთეზისათვის ისინი იყენებენ ქიმიური რეაქციების შედეგად გამოყოფილ ენერგიას. მათ გააჩნიათ სპეციალური ფერმენტული აპარატი, რომლის საშუალებითაც ისინი ქიმიური რეაქციების, კერძოდ, არაორგანულ ნივთიერებათა დაჟანგვის რეაქციის ენერგიას გარდაქმნიან ქიმიურ ენერგიად, რომელიც ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზისათვის იხარჯება. ამ პროცესს **ქემოსინთეზი** ეწოდება (აღმოაჩინა ს.ნ. ვინოგრადსკიმ). მათ მიეკუთვნება ნიტრიფიკაციის ბაქ-

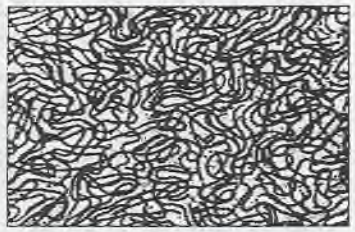
ტერიები; რკინაბაქტერიები და გოგირდბაქტერიები (იხ. ფოტოსინთეზი, ქემოსინთეზი). ამ ბაქტერიების (ნიტრიფიკაციის) როლი დიდია ბუნებაში: ისინი ადიდებენ მოსავლიანობას.

ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები (Cyanophyta) ისინი წყალმცენარეთა ერთ-ერთი ყველაზე პრიმიტიული განყოფილებაა. ბაქტერიების მსგავსად ისინიც პროკარიოტული ორგანიზმებია. არიან როგორც ერთუჯრედიანი, კოლონიური და მრავალუჯრედიანი (ძაფნაირი). უმეტესად მიკროსკოპული ფორმებია. მორფოლოგიურად ჩამოყალიბებული ნამდვილი ბირთვი და ქლოროპლასტები მათ არ გააჩნიათ, თუმცა პლანქტონურ სახეებს აქვთ ე.წ. გაზის ვაკუოლები - გაზით ამოვსებული სივრცეებია პროტოპლასტში. ქლოროფილი ციტოპლაზმაშია გაფანტული, ქლოროფილის გარდა ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები გამოიმუშავებენ (ფიკოციანინს) ლურჯ, (ფიკოერითრინს) - წითელ, (კაროტინს) - ნარინჯისფერ, (ქსანტოფილს) მოყვითალო-ნარინჯისფერ პიგმენტებს. ზოგიერთი მათგანი ვარდისფრად, შავად, იისფრად შეფერილი ფორმებია. ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები მრავლდებიან გაყოფით (ერთუჯრედიანები). ასევე ძაფის ფრაგმენტებით ჰორმოგონიუმებით (მრავალუჯრედიანები), ზოგჯერ სპორებით. სქესობრივი გამრავლება არ ახასიათებთ.

ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებში გაერთიანებულია 2000-მდე სახეობა, რომელიც გავრცელებულია მტკნარ წყლებში და ზღვებში. ცხოვრობენ ნიადაგზე, ნიადაგში, თოვლზე, ნესტიან ადგილებსა და ცხელ წყაროებში, ზოგი მათგანი ლიქენთან ერთად. პლანქტონური (მოტივტივე) ფორმები ინტენსიურად გამრავლებისას იწვევენ „წყლის ყვავილობას" და წყალს სასმელად უვარგისს ხდიან. ამ დროს წყლის ზედაპირზე, აკვარიუმის კედლებზე წარმოიქმნება წყალმცენარეები. ისინი ხშირად გვხვდება ცხელ წყლებში. მათი დასახლების შედეგად წყალს ეძლევა არასასიამოვნო სუნი, გემო და შეფერილობა. იწვევენ წყალსადენის ფილტრების დაცობას და თევზების სიკვდილს, ზოგჯერ წყალსაცავში ქმნიან კუნძულებსაც. სმელეთზე ისინი ფარავენ ქვებს, შენობის ჩაბნელებულ ნესტიან ნაწილებს - ნიადაგის ყოველი გრამი ზოგჯერ შეიცავს 30000-მდე მიკროსკოპულად მცირე ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებს - რომლებსაც დიდი მნიშვნელობა აქვთ სოფლის მეურნეობაში, ისინი ნიადაგში აკავებენ მინერალურ მარილებს, ხელს უშლიან წვიმისაგან მათ გამორეცხვას, ჟანგბადით

ამარაგებენ უმაღლეს მცენარეთა ფესვთა სისტემას, ჰაერიდან ითვისებენ აზოტს.

ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები მონაწილეობენ სამკურნალო ტალახის შექმნაში, ახლენ ნიადაგში ატმოსფერული აზოტის ფიქსაციას. ნიადაგში მცხოვრები ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები მონაწილეობენ ნიადაგწარმოქმნის პროცესში. ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები უძველესი ჯგუფია ორგანულ სამყაროში (სურ. 4).



სურ. 4. ლურჯ-მწვანე წყალმცენარე ნოსტოკი

წყალმცენარეები (Algae)

წყალმცენარეები მცენარეთა ვრცელი და მრავალფეროვანი ჯგუფია, რომელთა განვითარება წყალთანაა დაკავშირებული, თუმცა ზოგიერთი წარმომადგენელი ნიადაგში და ხეებზე ბინადრობს, ამ ჯგუფში შედის როგორც პრიმიტიული და მცირე ზომის (ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები), ასევე გიგანტები, რომელთა სიგრძე რამოდენიმე ათეულ მეტრს აღწევს. მათი სხეული არაა დიფერენცირებული ფესვად, ღეროდ და ფოთლად. წყალმცენარეები არიან ერთუჯრედიანი, კოლონიური და მრავალუჯრედიანი ფორმები, (თუმცა გვხვდება არაუჯრედული ფორმებიც) მათთვის დამახასიათებელია სხეულის სხვადასხვაგვარი შეფერილობა, რომელიც გამოწვეულია სხვადასხვა პიგმენტის არსებობაზე ყველაზე პრიმიტიულ წარმომადგენლებს - ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებს არა აქვთ ნამდვილი ბირთვი და ქრომატოფორი. სხვებისათვის დამახასიათებელია მრავალი ბირთვი და სხვადასხვა ფორმის ქრომატოფორი (ზოგიერთ მათგანს აქვთ პირენოიდები).

ერთუჯრედიან წყალმცენარეთა შორის არის მოძრავი ფორმები, რომლებიც შოლტების საშუალებით მოძრაობენ. საკვებ ნივთიერებას ითვისებენ მთელი სხეულის ზედაპირით (სურ. 5.

წყალმცენარეები მრავლდებიან ვეგეტაციურად, უსქესოდ და სქესობრივად. ერთუჯრედიანი წყალმცენარეების ნაწილი მრავლდება ორად გაყოფით, დიდი ზომის წყალმცენარეების სხეული ვეგეტატიურად, თალუსის ნაწილებად დაყოფით, ან ახასიათებთ

სპეციალური კვირტების წარმოშობა. უსქესო გამრავლება ხდება სპორებითაც. სქესობრივი გამრავლება ხდება გამეტებით (მათ ახასიათებთ იზოგამია, ჰეტეროგამია, ოოგამია; კონიუგაცია). დაბალორგანიზაციის წყალმცენარეებში ერთი და იგივე ინდივიდის სხეულზე ვითარდება გამეტები ან სპორები. ზოგიერთ წყალმცენარეებში გამრავლების ფუნქციას ასრულებს სხვადასხვა ინდივიდი (სპოროფიტი უსქესო და გამეტოფილი - სქესობრივი). ზოგიერთ მათგანს კი ახასიათებს სპოროფიტი უსქესო და გამეტოფიტის (სქესობრივი) თაობის მორიგეობა (თაობათა მორიგეობა).

მწვანე წყალმცენარეებში (Chlorophytae) გაერთიანებულია 5000 სახეობის წყალმცენარე, რომელთა შორის არის როგორც ერთუჯრედიანი, ისე მრავალუჯრედიანი ფორმები. მათი ფერი ქლოროფილის შემცველობაზეა დამოკიდებული. მწვანე წყალმცენარეები ბინადრობენ მტკნარ წყლებში, ზღვებშიც, ზოგჯერ სმელეთის ნესტიან ადგილებში. მათგან აღსანიშნავია მწვანე ევგლენა, რომელსაც ახასიათებს როგორც მცენარეების, ასევე ცხოველების დამახასიათებელი ნიშნები. იგი ცოცხალი გარდამავალი ფორმაა მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროს შორის. მათ მიეკუთვნება ასევე ვოლვოქსი, ქლამიდომონადა, ქლორელა (რომელსაც დიდი პერსპექტივა აქვს კოსმონავტების კვებისა და ჟანგბადით უზრუნველყოფის საქმეში, ასევე იგი უხვად შეიცავს B ვიტამინს, ასევე ძაფნაირი წარმომადგენელი სპიროგირა და ულოთრიქსი. ხშირად ისინი ძალიან მრავლდებიან და იწვევენ წყლის „ყვავილობას“ წაბლა წყალმცენარეები (phaeophyta) წარმოდგენილია ზღვის ფორმებით 4000-ზე მეტი სახით, რომლებსაც წაბლისფერი შეფერილობა აქვთ პიგმენტ ფუკოქსანტინის არსებობის გამო. სარგასის ზღვაში წაბლა წყალმცენარეები S-argassum ძალიან ბევრია. მათ აქვთ წაგრძელებული, ცილინდრული ფორმის მრავალტოტიანი თალუსი, ტოტებზე განლაგებულია ბრტყელი, ფოთლის მსგავსი წარმონაქმნები, აგრეთვე აქვთ სფეროსებური ამონაბურცვები, რომლებიც ტივტივების როლს ასრულებენ. ისინი ფსკერზე მიმაგრებული არიან ფესვისებური გამონაზარდებით რიზოიდებით.

ლამინარიებიც ზღვის წყალმცენარეებია, რომელთა ფოთლისმაგვარი გამონაზარდების სიგრძე 2 მ და მეტია. მას ზღვის კომბოსტოს უწოდებენ. გამოიყენება საკვებად.

წითელი ანუ ძოწეული წყალმცენარეები (Rhodophyta). ისინი ზღვის ფორმებია დაახლოებით 3000-4000 სახეობას წითლის. ქლოროფილისა და კაროტინის გარდა, ისინი შეიცავენ სხვა პიგმენტებსაც - ქსანტოფილს, ფიკოცინს და წითელ პიგმენტს - ფიკოერითრინს, რის გამოც მათ აქვთ ვარდისფერი, წითელი, წითელმურა, მოყვითალო, მოიისფრო შეფერილობა ძოწეული წყალმცენარეები დიდ სიღრმეზე ბინადრობენ, მაგრამ მიუხედავად ამისა უნარი აქვთ შთანთქონ სპექტრის ლურჯი სხივები. ამ წყალმცენარეების ერთ-ერთი წარმომადგენელია ფილოფორა (phyllophora) ბინადრობს 55 მ და მეტ სიღრმეზე. ფილოფორასა და ზოგიერთი სხვა წარმომადგენლისაგან (ანფელციას) პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვთ ამზადებენ აგარ-აგარს (უფერო, უგემო, უსუნო გამჭვირვალე ლაბისებური მასის მოსამზადებლად). აგარ-აგარს იყენებენ მიკრობიოლოგიაში საკვებ არედ, საკონდიტრო წარმოებაში, მისი შემცველი პური დიდხანს არ ხმება.

წყალმცენარეებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ბუნებაში და სახალხო მეურნეობაში. წყალსატევში ისინი წყლის ცხოველების საკვები და ჟანგბადის წყაროა. ისინი გამოიყენებიან ადამიანის და ცხოველების საკვებად, ხმარობენ საკონდიტრო და საკონსერვო მრეწველობაში. ფილოფორასაგან ამზადებენ იოდს, ლამინარიასაგან სამკურნალო საშუალებას ათეროსკლეროზისა და საჭმლის მომნელებელი სისტემის ზოგიერთი ქრონიკული დაავადების წინააღმდეგ. წყალმცენარეთა მნიშვნელოვანი ნაწილი თავისი სასარგებლო თვისების გამო საჭიროა დავიცვათ. კერძოდ ის წყალსატევები, რომლებშიც ისინი გვხვდებიან.



სურ. 5. ძაფნაირი წყალმცენარეები. ა. სპიროგირა, გ. ულოტრიქსი
გ. 1 ზღვის წყალმცენარეები, 2. ქლორელა, 3. ქლამიდომონადა

სოკოები (Mycophyta)

ეუკარიოტულ ორგანიზმთა შორის სოკოებს გამოყოფენ ღეს ცალკე სამეფოდ. ისინი ფართოდ არიან გავრცელებული დედამიწაზე. ღეისათვის აღწერილია 100 ათასზე მეტი სახეობა. სოკოები გვხვდება ტყეებში, მდელოებზე, ნიადაგში და წყალში, შენობათა კედლებზე, მცენარეებისა და ცხოველების ორგანიზმში. ისინი არიან ერთუჯრედიანები ან მრავალუჯრედიანები. მრავალუჯრედიანი სოკოს სხეული - მიცელიუმი შედგება უწვრილესი ძაფების - ჰიფებისაგან, რომელიც ან მრავალუჯრედიანია, ან ერთ დატოტვილ მრავალბირთვიან უჯრედს წარმოადგენს. ჰიფების კედლები შეიცავს ქიტინის მსგავს ნივთიერებებს, ზოგჯერ ცელულოზასაც. სოკოებისთვის დამახასიათებელია ის, რომ მათ თვლიან გარდამავალ საფეხურად მცენარეებიდან ცხოველებისაკენ. სიდიდის მიხედვით არიან ისეთები, რომელთა დანახვა შეუიარაღებელი თვალის შეუძლებელია, მაგრამ არიან საკმაოდ დიდი ზომის მქონენი. სოკოებს არ გააჩნიათ ქლოროფილი, ისინი ჰეტეროტროფებია და მზა ორგანული ნივთიერებებით იკვებებიან. თუ ორგანულ ნივთიერებების ისინი მკვდარი ორგანიზმებიდან იღებენ - ესენი **საპროფიტული სოკოებია,** ხოლო თუ მას ცოცხალ ორგანიზმებს ართმევენ - პარაზიტები.

სოკოები მრავლდებიან სპორებით და ვეგეტატიურად. სპორები თავისი წარმოშობით, ფორმით, და ფერის მიხედვით ძლიერ განსხვავებულია. ისინი შეიძლება იყოს ერთუჯრედიანი, მრავალუჯრედიანი, უფერული, შეფერილი, ძაფნაირი, ცილინდრული, თითისტარისებური, კვერცხისებური, სფეროსებური, ვარსკვლავისებური და სხვ. ბედაპირი შეიძლება იყოს სადა ან ხორკლიანი. სოკოების გამრავლება ხდება ვეგეტაციურად - მიცელიუმის ნაწყვეტებით, ასევე დაკვირტვით, სპორებით და ასევე სქესობრივად. სოკოს სპორები მსუბუქია, ადვილად გადააქვს ქარს, წყალს, ცხოველებს (ციყვები, კურდღლები). სოკოები იყოფა 6 ძირითად კლასად: I. **ქიტრიდიომიცეტები.** მიცელიმი ან არ გააჩნიათ ან სუსტად აქვთ განვითარებული. უსქესო გამრავლება ხდება **ზოოსპორებით.** სქესობრივი გამრავლება სხვადასხვაგვარია. II. კლ ოომიცეტები - კარგად განვითარებული მიცელიუმის მქონე

სოკოებია. უსქესო გამრავლება ზოოსპორებით ხდება. სქესობრივი პროცესი ოოგამიაა. III. კლ. **ზიგომიცეტები** - მათ კარგად განვითარებული მიცელიუმი აქვთ. უსქესოდ სპორანგიოსპორებით მრავლდებიან. სქესობრივი პროცესი ზიგოგამია.

IV. **ჩანთიანები** - ერთ-ერთი დიდი კლასია, რომელშიც 30 ათასი სახეობა შედის. ნაყოფსხეული 20სმ აღწევს. ამ კლასში არის როგორც პარაზიტული, ისე საპროფიტული ფორმები. მრავალი მათგანი სასოფლო სამეურნეო კულტურების საშიში დაავადების გამომწვევია. ახასიათებთ უსქესო გამრავლება (კონიდიუმებით) ასევე სქესობრივი პროცესი. V კლ. **ბაზიდიომიცეტები.** ახასიათებთ მრავალუჯრედიანი მიცელიუმი. გვხვდება როგორც პარაზიტული, ისე საპროფიტული ფორმები. სქესობრივი პროცესი ხდება ბაზიდიოსპორების საშუალებით. უსქესო გამრავლება იშვიათად ახასიათებთ.

VI. კლ. **უსრული სოკოები.** მრავალუჯრედიანი მიცელიუმის მქონეა. სქესობრივი გამრავლება უცნობია. უსქესოდ მრავლდებიან კონიდიუმებით (სპორების ერთ-ერთი სახე), საკმაოდ მდიდარი კლასია. მრავალი მათგანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების პარაზიტია.

სოკოების სიცოცხლის ხანგრძლივობა რამოდენიმე დღიდან, რამოდენიმე წელია. სოკოების განვითარებისთვის აუცილებელია გარკვეული ტემპერატურა 20-25°C და ტენი. ერთუჯრედიანი სოკოებიდან აღსანიშნავია საფუარა სოკოები, რომლებიც ოვალური ფორმისაა. ისინი ფართოდ არიან გავრცელებული. გვხვდებიან როგორც საპროფიტული, ისე პარაზიტული ფორმები, რომლებიც იწვევენ მძიმე დაავადებებს ადამიანებსა და ცხოველებში. ისინი დაკვირტვით მრავლდებიან შაქრის შემცველ გარემოში, ისინი ახდენენ შაქრების გარდაქმნას - ღუღილს, ამ დროს ხდება სპირტისა და ნახშირორჟანგის წარმოშობა, ამიტომ საფუარა სოკოებს ადამიანი იყენებს სპირტის, ღვინის ლუდის წარმოებაში. ამავე დროს პურის ცხობის საქმეში. ამ დროს წარმოშობილი ნახშირორჟანგი პურს ხდის ფოროვანს.

ლუდის საფუარი მდიდარია ვიტამინებით: მაგ. B_1, B_2; PP.

ობის სოკოები საკმაოდ დიდ ჯგუფს წარმოადგენს ამ სამეფოში. ისინი იტანენ მაღალ ტემპერატურას, დაბალ ან მაღალ აგმოსფერულ წნევას, ძლებენ მარილიან და შაქრიან გარემოში.

ობის სოკოსათვის საკვები სუბსტრატია სხვადასხვა ორგანული ნივთიერება. მურაბა, მწნილი, პური, ხილი, წიგნები, ტყავი, შპალერი და სხვ. ისინი აფუჭებენ ამ პროდუქტებს და ნივთებს. თეთრი ობი სახლდება პურზე, ბოსტნეულზე, ჭადზე, თეთრი ნაფიფქის სახით, შემდეგ შავდება, რაც გამოწვეულია სპორონგიუმებში არსებული სპორების არსებობით. ამ ჯგუფის ზოგი სოკო საპროფიტია, მაგრამ გვხვდება პარაზიტებიც, რომლებიც ავადებენ ადამიანს. მაგ. მხოტრავი მძოვარა, ეპიდერმოფიტონი, იგი ფართოდაა გავრცელებული და იწვევს ფრჩხილებისა და ფეხებზე კანის, ასევე ხელის კანის დაზიანებასაც.

ობის სოკოების ზოგი წარმომადგენელი სასარგებლოა. მაგ. ასპერგილუსი ადუღებს შაქარს, ლიმონის მჟავად, რომელსაც იყენებენ სამრეწველო მიზნებისათვის; ლიმონის მჟავა გამოიყენება ასევე მედიცინაში, საკონდიტრო წარმოებაში, მსუბუქ მრეწველობაში. ობის სოკო პენიცილიუმი – მომწვანო ფერისაა, მისი ჰიფები დატოტვილი და მრავალუჯრედიანია. აღმოჩენილი იქნა ა. ფლემინგის მიერ; რომლიდანაც ამზადებენ ანტიბიოტიკ პენიცილინს. ზოგიერთი ობის სოკო გამოიყენება ყველის წარმოებაში (როკფორი, კამამბერი და სხვ.).

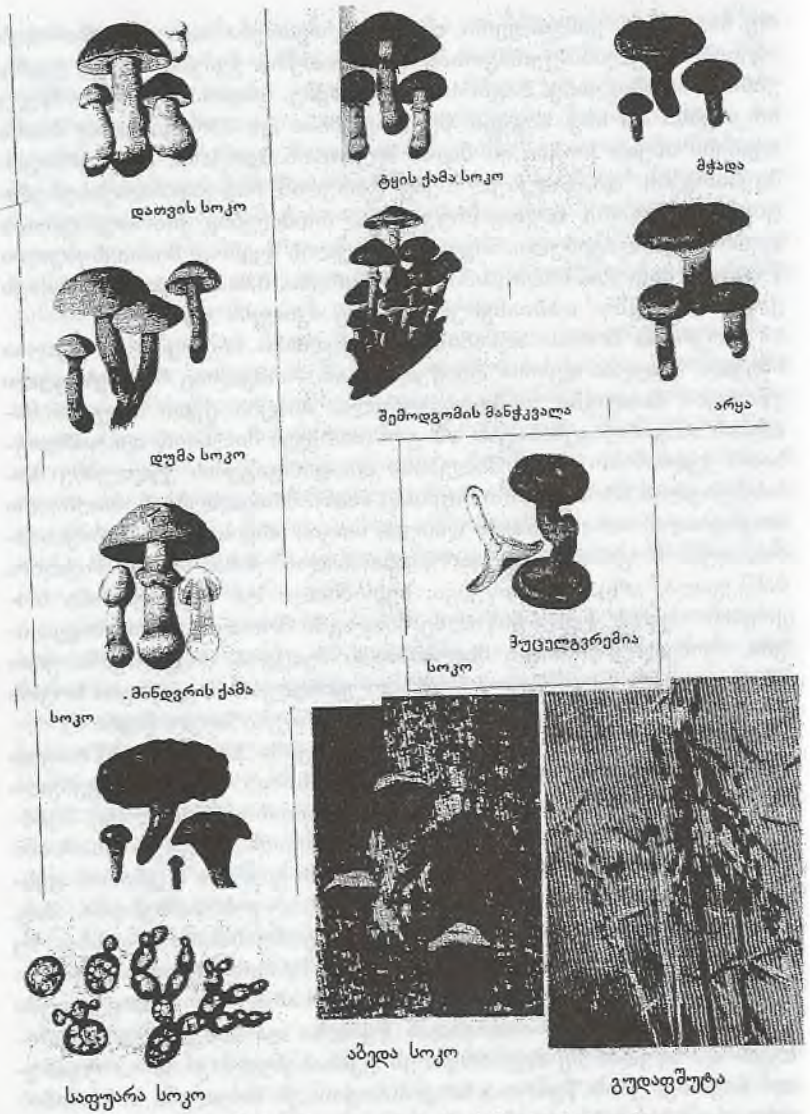
ცნობილია 10 ათასამდე სახის პარაზიტული სოკო, რომლებიც სახლობენ მცენარეებზე, ცხოველებზე და ადამიანებზე. ისინი დიდ ზარალს აყენებენ სახალხო და სოფლის მეურნეობას. მცენარეთა პარაზიტული სოკოებიდან აღსანიშნავია გულაფშუტა, რომელიც სახლობს მარცვლოვან მცენარეებზე (შვრია, ქერი, ხორბალი, სიმინდი, ფეტვი და სხვ.). გუდაფშუტას სპორები ამ მცენარეთა თესლზე სახლდება და გაზაფხულზე დათესილ თესლთან ერთად ღივდება, მიცელიუმი მცენარის ღეროს შიგნით იზრდება და იკვებება მცენარის წვენით. ყვავილობისას აღწევს თავთავში და მცენარე მარცვლის ან ტაროს ნაცვლად ივითარებს გუდაფშუტას შავ ბუღშეტს, რომლებშიც სპორებია. მისგან თავის დაღწევის მიზნით საჭიროა თესვის წინ მარცვლეულის შეწამვლა.

სოფლის მეურნეობისათვის ზარალი მოაქვს ასევე **პურის ანუ ხაზურა ჟანგას**, რომელიც გვხვდება მარცვლოვნებზე, განსაკუთრებით ხორბალზე. ამ დროს წარმოიქმნება ნარინჯისფერი ლაქები – ესენი სპორებია, რომელიც კოწახურის ფოთლებზეა, აქედან იგი ქარის საშუალებით გადაიტანება ხორბალზე, მცენა-

რე სიგრძივი, ჟანგისფერი ლაქებით იფარება. იგი დიდ ზარალს აყენებს სოფლის მეურნეობას. ასევე ითქმის ჭვავის რქაზე, ქეცზე, ვაზის პარაზიტებზე, ნაცარსა და ჭრაქზე, სიდამპლის გამომწვევ სოკოებსა და სხვ. სატყეო მეურნეობასა და პარკებს დიდ ზიანს აყენებს აბედა სოკო, ის შლის მცენარის მერქანს, აფუღუროებს მცენარეებს. დაავადებულ ხეზე გარედან ჩნდება ჩლიქისებური ფორმის მაგარი ნაყოფ-სხეულები, რომლებიც თაროებივითაა ღეროზე განლაგებული. ნაყოფის სხეულის ქვემოთ მოთავსებულია წვრილი მილები, სადაც სპორები იყრება, მას ადვილად ფანტავს ქარი და ტყეში დაზიანებულ ხეებზე იკიდებს ფეხს.

სოკოებს შორის აღსანიშნავია ქუდიანი სოკოები, რომელთა სხეული შედგება ფეხისა და ქუდისაგან, რომელსაც ნაყოფსხეული ეწოდება, ნიადაგში კი მოთავსებულია ჰიფები. ქუდი შედგება მილების ან ფირფიტებისაგან, ამიტომ არჩევენ მილნაირ და ფირფიტნაირ ქუდიან სოკოებს. მილებისა და ფირფიტების კედლებზე მოთავსებულია სპორები, რომლითაც ისინი მრავლდებიან. მილნაირი სოკოებიდან აღსანიშნავია დათვის სოკო, არყის ძირა, ვერძვისძირა, ღუმა სოკო და ა.შ. ფირფიტნაირიდან: ქამა, მჭადა, მიქლიო, მანჭკვალა, არყა, წეროწვივა, ხეთამხალი და სხვ. ქუდიანი სოკოების – ფეხის ქვედა ნაწილზე ნიადაგში მოთავსებულია მიცელიუმი, რომელიც წვრილი ძაფებისაგან შედგება. მიცელიუმში ერთმწკრივადაა განლაგებული მოგრძო უჯრედები. მიცელიუმი სოკოს მთავარი ნაწილია, რადგან მათზე ვითარდება სოკო (სურ. 6).

ზაფხულის თბილ და წვიმიან ღღეებში სოკოები სწრაფად იზრდება. ქუდიანი სოკოების 150-მდე სახის წარმომადგენელი საჭელად ვარგისია, დანარჩენი კი შხამიანი, რომელმაც შეიძლება ადამიანის სიკვდილიც კი გამოიწვიოს. ზოგჯერ შხამიანი სოკოები ძალიან ჰგავს საკვებ სოკოს. ზოგიერთი მცენარის ფესვებთან დაკავშირებულია გარკვეული სოკოს არსებობა. მაგ. არყთან – არხისძირა; ვერხვთან – ვერხვისძირა და სხვ. ხე მცენარის ფესვსა და სოკოს მიცელიუმს შორის მჭიდრო კავშირი მყარდება, რომელიც ორივესათვის სასარგებლოა. მიცელიუმი კარგად შთანთქავს ნიადაგიდან წყალსა და მინერალურ მარილებს და აწვდის ხე მცენარეს, ეს უკანასკნელი კი მზა ორგანული ნივთიერების წყაროა სოკოსათვის. ეს მოვლენა სიმბიოზის ერთერთი სახე მიკორიზაა (ბერძნ. „მიკეს“ – სოკო; „რიზა“ ფეს-



სურ. 6. საპროფიტი და პარაზიტი სოკოები

ვი). ზოგი ხემცენარის ზრდა მიკორიზის გარეშე შეუძლებელია.

სოკოების მნიშვნელობა ბუნებაში დიდია. ისინი ბაქტერიებთან ერთად მონაწილეობენ მკვდარი ორგანული ნივთიერების მინერალიზაციაში. ამდიდრებენ ნიადაგს მინერალური ნივთიერებებით, ხელს უწყობენ მცენარის ზრდა-განვითარებას (მიკორიზა). სოკოები გამოიყენება საკვებად, მედიცინაში, სამკურნალოდ, ანტიბიოტიკების, ვიტამინების მისაღებად, სპირტის, ღვინის, ლუდის წარმოებაში. პურის ცხობის საქმეში და ა.შ. სოკოებს აქვთ უარყოფითი მნიშვნელობა. პარაზიტული და ობის სოკოები ამცირებენ მოსავლიანობას, აფუჭებენ პროდუქტებსა და ძვირფას მერქანს, ზარალს აყენებენ სატყეო მეურნეობას, პარკებსა და ხეივნებს. ცნობილია ადამიანისა და ცხოველების დაავადების გამომწვევი ათასამდე სახეობის სოკო პარაზიტი. ისინი იწვევენ კანის, თმების, ფრჩხილების და სხვ. ორგანოთა დაავადებებს, რომლებიც მკურნალობას საკმაოდ ძნელად ექვემდებარება. სოკოვანი დაავადებების თავიდან ასაცილებლად სიფრთხილეა საჭირო.

ლიქენები ანუ მღიერები (Lichenes)

მღიერები ანუ ლიქენები (მათ ქარაგმებსაც უწოდებენ) უდაბლეს მცენარეებს მიეკუთვნებიან. ისინი ბუნებაში გავრცელებული თავისებური ორგანიზმებია, რომლებიც სოკოსა და წყალმცენარის ერთობლივი თანაცხოვრებაა. ბოტანიკოსების ნაწილი ლიქენებს მცენარეთა დამოუკიდებელ ჯგუფად მიიჩნევს. ლიქენებში აერთიანებენ 26 ათასამდე სახეობას. ლიქენის ძირითადი ნაწილია სოკოს გადახლართული ჰიფები, მათ შორის კი გაბნეულია მწვანე ან ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები.

ფორმის მიხედვით არჩევენ ქაფისებურ (ანუ ქერქისებრ), ფოთლისებრ (ანუ ფირფიტისებრ) ბუჩქისებურ ლიქენებს. წიწვოვან მცენარეთა ტყეში ხეებზე ჭაღარა წვერივითაა ჩამოკიდებული მღიერი ბობოწვერა. ლიქენები ფართოდ გავრცელებული მცენარეებია. ისინი ბინადრობენ უნაყოფო, გამოფიტულ ნიადაგებზე. ლიქენები თავისუფლად ვრცელდებიან ქვებზე, ლოდებზე, ხეების, ძვალზე, ქერქზე, ტყავზე, მინაზე, რკინაზე, კლდეებზე, კედლებზე, ღობეებზე. საერთოდ ისეთ ადგილებში, სადაც სხვა მცენარე ვერ იარსებებს. ლიქენები ფართოდაა გავრცელებული ტუნდრაში, აქ

გავრცელებულია ლიქენების რამოდენიმე სახეობა: ირმის ხავსი, ისლანდიური ხავსი და სხვ. ლიქენები ირმების ძირითადი საკვებია ზამთარში. ასევე მას ძოვს სხვა ძუძუმწოვრებიც (ძროხა, ცხვარი). ისლანდიაში ირმების საკვებია ისლანდიური „ხავსი“.

ლიქენები მრავლდება უსქესოდ, ვეგეტატიურად და სქესობრივად. უსქესო გამრავლება ხდება სოკოს სპორებით, რომელიც უნდა მოხვდეს შესაბამის წყალმცენარეში და მასთან ერთად წარმოშობს ლიქენს. ვეგეტატიური გამრავლება ხდება თალუსის ნაწილებით (სორედიუმებითა და იზიდიუმებით). სქესობრივი პროცესის შედეგად ლიქენის სოკოს სპორები წარმოიქმნებიან ჩანთებში ან ბაზიდიუმებზე. ლიქენების შეფერილობა სხვადასხვაგვარია თეთრი, ყვითელი, ნარინჯისფერი, მომწვანო, მოვარდისფრო და სხვ.

მღიერები ნაკლებ მომთხოვნი საარსებო პირობებისადმი, ამის გამოა რომ ისინი ყველგან არიან გავრცელებული, ცხელ ამინდში მღიერები იმდენად შრება, რომ აღვილად იფშვნება. საკმარისია წვიმა მოვიდეს და ისინი კვლავ ცოცხლდებიან. მღერები ძალიან ნელა იზრდება. იგი წელიწადში 1-3მმ იმატებს. როგორც აღვნიშნეთ, ლიქენები ორი ორგანიზმის სოკოსა და წყალმცენარის თანაცხოვრების შედეგია. ამ ბოლო დრომდე ამ ურთიერთობას სიმბიოზური დამოკიდებულებით ხსნიდნენ. ამჟამინდელი გამოკვლევებით სინამდვილეში ეს თანახოვრება დაფუძვნებულია პარაზიტიზმზე (ერთი ინდივიდი ცხოვრობს მეორის (მასპინძლის) ხარჯზე. ლიქენები ნაპოვნია ზედა ცარცული პერიოდის ნამარხ ქანებში.

ლიქენები პიონერული მცენარეებია, მათ შეუძლიათ ისეთ ადგილებზე ცხოვრება, სადაც სხვები ვერ ახერხებენ არსებობას. ისინი დაღუპვის შემდეგ ორგანული ნივთიერებით ანაყოფიერებენ ნიადაგს და საფუძველს უქმნიან სხვა მცენარეებს დასახლებისათვის. მღიერები ცხოველთა საკვებს წარმოადგენს ტუნდრაში. ზოგიერთი ლიქენისგან ამზადებენ სამკურნალო პრეპარატებს (წნევის ამწევი, ნაწლავთა პერისტალტიკის გამაძლიერებელი, ანტიბიოტიკებს, ვიტამინებს C) ზოგიერთ მღერს სასიამოვნო სუნი (მუხის ხავსი) აქვს და იყენებენ პარფიუმერიაში, ზოგიერთისგან ამზადებენ საღებავებს, ასევე ლაკმუსს, მისგან ამზადებენ ბადაგს, სპირტს, სახამებლის ლაბას, ისლანდიურ „ხავსს“ ადამიანების საკვებად იყენებენ (ფაფის ან პურის სახით).

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. დაახასიათეთ ბაქტერიის უჯრედის აგებულება.
2. დაასახელეთ ბაქტერიის ფორმები.
3. რის მიხედვით არის გამოყოფილი: გრამ-დადებითი და გრამ-უარყოფითი ბაქტერიები.
4. როგორ მრავლდებიან ბაქტერიები?
5. ჟანგბადის საჭიროების მიხედვით რამდენი სახის ბაქტერიები არსებობს?
6. კვების ტიპის მიხედვით რამდენი ტიპის ბაქტერიები არსებობს?
7. რა როლს ასრულებს კოერის ბაქტერიები?
8. რას ეწოდება ქემოსინთეზი?
9. რა მნიშვნელობა აქვთ ბაქტერიებს?
10 რომელ ორგანიზმებს აკუთვნებენ ბაქტერიებსა და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებს?
11. როგორია ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეების ორგანიზმის აგებულება?
12. საღ გვხვდებიან ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები?
13. რა დადებითი და უარყოფითი მნიშვნელობა აქვს ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებს?
14. რომელ პიგმენტებს შეიცავს ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები?
15. როგორი აგებულება აქვთ წყალმცენარეებს?
16. როგორ მრავლდებიან წყალმცენარეები?
17. დაასახელეთ წყალმცენარეების წარმომადგენლები.
18. რომელ ჯგუფშია გაერთიანებული სოკოები?
19. კვების ტიპის მიხედვით რამდენ ჯგუფად იყოფა სოკოები?
20. რომელი სოკოები მიეკუთვნება მცენარეთა პარაზიტულ სოკოებს?
21. დაასახელეთ ობის სოკოები.
22. დაასახელეთ საკყეო მეურნეობისათვის მავნე სოკოები.
23. დაასახელეთ სოკოს სხეულის ძირითადი ნაწილები.
24. დაასახელეთ ლიქენების ფორმები.
25.საღ გვხვდებიან ლიქენები?

26. რისგან შედგება ლიქენების სხეული?
27. როგორ მრავლდებიან ლიქენები?
28. რა მნიშვნელობა აქვს ლიქენებს?

ტესტები

1. ბაქტერიები მიეკუთვნება
   ა. ეუკარიოტებს;
   ბ. სიცოცხლის არაუჯრედულ ფორმებს;
   გ. პროკარიოტებს;
   დ. მონორებს;
2. ბაქტერიები მრავლდებიან
   ა. სპორებით;
   ბ. უჯრედის გაყოფით;
   გ. კონიუგაციით;
   დ. ზოოსპორით.
3. ბაქტერიები გვხვდებიან
   ა. წყალში, ჰაერში, ნიადაგში;
   ბ. ადამიანებისა და ცხოველების ორგანიზმში;
   გ. მცენარეების ორგანიზმში;
   დ. ყველა პასუხი სწორია.
4. ბაქტერიები არიან
   ა. აერობები;
   ბ. ანაერობები;
   გ. შერეული;
   დ. ყველა პასუხი სწორია.
5. ბაქტერიები არიან:
   ა. ავტოტროფები, ფოტოტროპები;
   ბ. პარაზიტები, საპროფიტები, ქემოტროფები;
   გ. საპროფიტები, ავტოტროფები, ქემოტროპები;
   დ. ქემოტროფები, ფოტოტროპები; ავტოტროფები.
6. კოქრის ბაქტერიები მოთავსებულია
   ა. ყველა მცენარის ფესვებზე;
   ბ. ფარულთესლოვნების ფესვებზე;
   გ. წიწვოვანთა ფესვებზე;
   დ. პარკოსანთა ფესვებზე;

7. ბაქტერიები ქემოსინთეზისათვის იყენებენ
   ა. მზის ენერგიას;
   ბ. ქიმიური რეაქციების დროს გამოყოფილ ენერგიას;
   გ. გლიკოლიზის დროს გამოყოფილ ენერგიას;
   დ. ატფ დაშლის შედეგად გამოყოფილ ენერგიას.
8. ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები მიეკუთვნება
   ა. პროკარიოტებს;
   ბ. ეუკარიოტებს;
   გ. ვირუსებსა და ფაგებს;
   დ. პრობიონტებს;
9. წყალმცენარეები მიეკუთვნებიან
   ა. პროკარიოტებს;
   ბ. ეუკარიოტებს;
   გ. არაუჯრედულ ფორმებს;
   დ. ყველა პასუხი მცდარია.
10. წყალმცენარეები მრავლდებიან
    ა. ვეგეტაციური, უსქესო, სქესობრივი;
    ბ. ზოოსპორებით, კონიუგაციით;
    გ. ბაზიდიომიცეტებით, სპორებით.
    დ. კოპულაციით, შიზოგონიით.
11. ქუდიანი სოკოს სხეული შედგება:
    ა. ფესვისა და ღეროსაგან;
    ბ. ფეხისა და ქუდისაგან;
    გ. ჰიფების და ნაყოფსხეულისგან;
    დ. ყველა პასუხი სწორია.
12. ლიქენების სხეული შედგება:
    ა. სოკოსა და ბაქტერიისაგან;
    გ. ბაქტერიისა და წყალმცენარისაგან;
    გ. წყალმცენარისა და სოკოსაგან;
    დ. სოკოსა და ხავსისაგან.

ლიტერატურა: 7, 10, 11, 12, 14, 18, 19, 22, 30, 69.

თავი III
ხავსები (Briophyta)

უმთავრესად ხმელეთზე მცხოვრები ავტოტროფული მცენარეებია, რომლებიც გაერთიანებული არიან ხავსისნაირთა განყოფილებაში. ყველაზე პრიმიტიული უმაღლესი მცენარეებია. მათი სიმაღლე 1-50 სმ აღწევს. ვარაუდობენ, რომ ისინი წარმოიშვნენ ბღვაში მობინადრე წინაპრებისაგან. ხმელეთის მცენარეთა შორის ხავსები უძველესია. ზოგიერთი ხავსი მხოლოდ ტენიან ადგილზე იზრდება, სხვები მშრალ ქვიან ტერიტორიაზე სახლობენ, ზოგიერთი დაბურულ ტყეებშია გავრცელებული. ამ განყოფილების მცენარეები ღეროფოთლიანი, ასევე თალუსიანი მცენარეებია. ხავსების უმრავლესობას მწვანე, მცირე ზომის ფოთლები აქვთ, რომლებიც ქლოროფილს შეიცავს, მათ გააჩნიათ სწორმდგომი ან მხოხავი ღეროები. ხავსებს ნამდვილი ფესვები არა აქვთ. ნიადაგზე ისინი მიმაგრებული არიან რიზოიდებით. ხავსები ავტოტროფული მცენარეებია. ხავსებში გამოყოფენ 3 კლასს: ანთოცეროტოვანები, ღვიძლის ხავსები და ღეროფოთლოვან ხავსებს. საქართველოში ამ ხავსების 600-მდე სახეობაა ცნობილი. **ღეროფოთლოვანი ხავსებიდან** აღსანიშნავია გუგულის სელი (სურ. 7). იგი ხშირად გვხვდება ნაძვნარში, კარგად იტანს ყინვას და მაღალ ტემპერატურას. ხავსები მრავლდებიან სქესობრივად (სპერმატოზოიდებითა და კვერცხუჯრედებით) და უსქესოდ (სპორებით). სპერმატოზოიდები ვითარდება მცენარის ღეროს წვერზე არსებულ სასქესო ორგანოში – ანთერიდიუმში; კვერცხუჯრედები კი მეორე ინდივიდის ღეროს წვერზე განვითარებულ მდედრობით სასქესო ორგანოში – არქეგონიუმში. ე.ი. გასამრავლებელი ორგანოებია ანთერიდიუმი. მამრობითი სასქესო ორგანო და მდედრობითი სასქესო ორგანო არქეგონიუმი, რომელიც ბოთლისებური ფორმისაა და მასში მოთავსებულია კვერცხუჯრედი. წვიმისას არქეგონიუმი იფარება წყლით, მასში მოხვედრილი სპერმატოზოიდები შოლტების საშუალებით მოძრაობენ, იჭრებიან არქეგონიუმში და ანაყოფიერებს მას. განაყოფიერების შემდეგ ხავსის წვეროზე ვითარდება სასპორე კოლოფი, რომელშიაც სპორები მწიფდება. სპორები ცვივიან კოლოფიდან და ნესტიან ნიადაგში მოხვედრისას მისგან ვითარდება ძაფნაირი ფორმის სხეული, რომელსაც – **პროტონემა** ეწოდება. მისგან ვითარდება ბრდასრული მცენარე. ძაფნაირი პროტონემის არსებობა მიუთითებს იმაზე, რომ ხავსები წყალმცენარეებიდან წარმოიშვნენ. ღერო-ფოთლიან ხავსების ზოგიერთი სახეობა ჭაობებშია გავრცელებული. მაგ. თეთრი ანუ ტორფის ხავსი – სფაგნუმი. მას რიზოიდები არა აქვს. იგი მრავალწლოვანი მცენარეა. ღეროზე განლაგებულია მოთეთრო ფოთლები. ფოთლები ორგვარი უჯრედებისაგან შედგება: მწვანე – ქლოროფილიანი და თეთრი, რომელიც მკვდარია და ჰაერითაა სავსე. ამ უჯრედებს წყლის დიდი რაოდენობით შეწოვის უნარი აქვთ. (წონასთან შედარებით 20-25-ჯერ მეტი). როცა იგი წყალსატევში სახლდება, ტორფის ქვედა ნაწილები კვდება და ჭაობის ფსკერზე ეფინება, წყალი ორთქლდება, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ტორფნარი. აქ ლპობის ბაქტერიები არ არიან, ამიტომ ტორფში მოხვედრილი გვამები არ ლპება და ისინი კარგადაა შემონახული ათეულობით წლების შემდეგ. ტორფი საწვავია. მას სასუქადაც იყენებენ. ტორფის ჭაობებს ვხვდებით აჭარაში, ტორფიდან ხდიან ხის სპირტს, ამზადებენ პლასტმასს, ფისს და სხვ. ტორფს სამკურნალოდაც იყენებენ მოძრაობის ორგანოების ქრონიკული დაავადების, მუცლის ღრუს ანთებითი პროცესების და სხვა დაავადებებისას.



სურ. 7. ხავსები 1. ხავსის სხეული, 2. პროტონემა

ღვიძლის ხავსები – გავრცელებულია ტროპიკებში. მათ პროტონემა სუსტად აქვთ განვითარებული. საქართველოში 200-მდე სახეობის ღვიძლის ხავსი ხარობს.

ანთოცეროტოვანნი – თავისებური ჯგუფია. ისინიც ტროპიკებშია გავრცელებული. საქართველოში 3 სახეა ცნობილი.

გვიმრანაირები (Pteridophyta)

უმაღლეს მცენარეთა ჯგუფია, ისინი მთელ დედამიწაზეა გავრცელებული. ხავსებისაგან განსხვავებით აქვთ ფესვები და გამტარი სისტემა. გვიმრნაირები სპორიანი მცენარეებია და გამრავლების დროს ახასიათებთ უსქესო (სპოროფიტი) და სქესობრივი (გამეტოფიტი) თაობის მონაცვლეობა. პალეოზოური ერის ქვანახშირის პერიოდში ეს მცენარეები ფართოდ იყვნენ გავრცელებული და უზარმაზარ (30-50მ) სიდიდის ხისებრ მცენარეებს წარმოადგენდნენ. გვიმრნაირ მცენარეებში გაერთიანებულია მრავალწლიანი ბალახოვანი მცენარეები, თუმცა ტროპიკებში გვხვდება ხე მცენარეების სახით, რომელთა ღერო 20მ სიმაღლისაა. მათთვის დამახასიათებელია დიდი ფრთისებრთული ფოთლები, ზოგ წარმომადგენელს აქვს მარტივი ფოთლები. ნორჩი ფოთლები თავდაპირველად ლოკოკინასებურადაა დახვეული.

გვიმრანაირი მცენარეები ყველგანაა გავრცელებული, უმეტესწილად ტენიან ადგილებში, ზოგი წყალშიც იზრდება, ზოგი მათგანი მშრალ ადგილებში ცხოვრებასაცაა შეგუებული. ზოგიერთი ტროპიკული გვიმრები ბინადრობს ხის ღეროებსა და ფოთლებზე (ეპიფიტები).

გვიმრებს კარგად აქვთ განვითარებული ფესვთა სისტემა. ბალახოვანი სახეების ღერო ძალიან მოკლეა და იგი მიწისქვეშა დატოტვილი ფესურის სახითაა, რომელზედაც განლაგებულია მიწისზედა კვირტები. ფოთლები როგორც აღვნიშნეთ, უმეტესობას დიდი ფრთისებრ რთული აქვს, ან მარტივია, რომლებშიც მოთავსებულია ქლოროფილი. მათში მიმდინარეობს ფოტოსინთეზი. გვიმრნაირები მრავლდებიან ვეგეტატიურად ფესურებით, ზოგჯერ კვირტებით. უსქესო გამრავლება ხდება სპორანგიუმებში განვითარებული სპორებით. ნესტიან ნიადაგში მოხვედრილი სპორისაგან ვითარდება წინაზრდილი (ჰაპლოიდური თაობა). რომელზეც განლაგებულია სასქესო ორგანოები არქეგონიუმები და ანთერიდიუმები. არქეგონიუმში კვერცხუჯრედია. ანთერიდიუმში – სპერმატოზოიდი. განაყოფიერება ხდება ტენიან გარემოში. განაყოფიერებული კვერცხუჯრედიდან ვითარდება ახალი გვიმრა (დიპლოიდური თაობა). ე.ი. კარგად გავნითარებულ სპოროფიტზე (უსქესო თაობა) - გვიმრაზე - ვითარდება სპორები, რომლებიც იძლევიან სქესიან თაობას - წინაზრდილს (გამეტოფიტი), რომელზედაც ვითარდება სასქესო ორგანოები, რომელზეც განაყოფიერების შედეგად ვითარდება უსქესო თაობა (გვიმრა).

გვიმრებში აერთიანებენ თანამედროვე (გვიმრები, შვიტები, ლიკოპოდიუმები, სელაგინელები იზოეტუმისნაირები და ფსილოტუმისნაირები) და გაღაშენებულ მცენარეთა ჯგუფს. გვიმრანაირებიდან ყველაზე უფრო გავრცელებულია გვიმრა, შვიტა და ლიკოპოდიუმი. გვიმრებიდან აღსანიშნავია სამეფო გვიმრა - ჩადუნა, რომელსაც სამკურნალო მნიშვნელობა აქვს. მისი ფესურა შეიცავს (ფილიკსანს - რომლის შემადგენლობაში შედის ალკალოიდი ფილიცინი) შხამიან ნივთიერებას, რომელიც გამოიყენება პარაზიტული ჭიების საწინააღმდეგო პრეპარატის დასამზადებლად.

შვიტა - პატარა ნაძვს წააგავს - იგი იზრდება ტყეში, მინდვრებში, წყალსატევების ნაპირებზე, შვიტას იყენებენ ხალხურ მედიცინაში ზოგიერთ დაავადებათა სამკურნალოდ.

ლიკოპოდიუმი ხშირად გვხვდება წიწვოვან მცენარეთა ტყეში. მისი ღეროები მიწაზეა გართხმული და შემოსილია წვრილი ფოთლებით. ლიკოპოდიუმის სპორები გამოიყენება მედიცინაში.

გვიმრანაირებს ყოფენ 3 კლასად: 1. პირველადი გვიმრები (Primofilices) - ისინი ნამარხი ფორმებია, 2. ეუსპორანგიუმიანი გვიმრები (Eufi-



ა



ბ



გ

სურ. ნ. ა,ბ - გვიმრები
გ -გაღაშენებული გვიმრანაირები

lices). 3. ლეპტოსპორანგიუმიანი გვიმრები. ეს უკანასკნელი ყველაზე უფროა გავრცელებული.

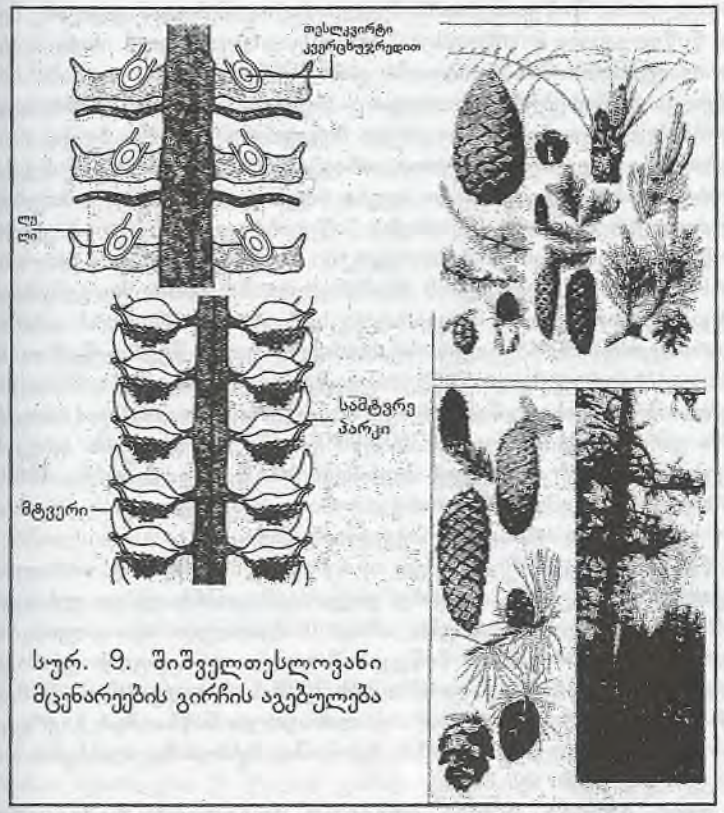
საქართველოში გვხვდება მეორე და მესამე კლასის გვიმრანაირთა ბოგიერთი წარმომადგენელი. ისინი გვხვდებიან ყველგან დაბლობიდან დაწყებული – ალპური სარტყლის ჩათვლით. სახეობათა უმეტესობა დასავლეთ საქართველოს ტენიან ტყეებშია გავრცელებული.

გვიმრანაირი მცენარეების ზოგ წარმომადგენელს აქვს სამკურნალო მნიშვნელობა, ზოგი გამოიყენება დეკორაციაში. ამ მცენარეებმა დასაბამი მისცა 300 მილიონი წლის წინ ქვანახშირის წარმოშობას, რომელიც გამოიყენება საწვავად და ქიმიურ მრეწველობაში ნედლეულად. მისგან იღებენ საწვავ გაზებს, ნავთს, ბენზინს, ანილინის საღებავებს, მისგან ღებულობენ ლაქებს, პლასტმასებს, სუნამოებს. გვიმრებს იყენებენ საქონლის გამოსაკვებად, ასევე საყვავილე მეურნეობაში დეკორაციის მიზნით, რის შედეგადაც ამ მცენარეთა სახეობრივი რაოდენობა კლებულობს. ამიტომაა იგი საჭიროებს დაცვას (სურ. 8).

შიშველთესლოვანები (Pirophyta ანუ Gimnospermae)

თესლოვანი მცენარეების ერთ-ერთი ყველაზე ძველი ჯგუფია შიშველთესლოვანები. მათ შუალედური ადგილი უჭირავთ გვიმრანაირებსა და ფარულთესლოვნებს შორის.

გვიმრებისაგან მათ გააჩნიათ თესლი, რომელიც შიშველად, ნასკვის კედლებისგან დაუფარავად არის მოთავსებული თესლკვირტში. სწორედ აქედან წარმოდგა მცენარეთა ამ განყოფილების სახელწოდებაც. შიშველთესლოვნები ფართოდ არიან გავრცელებული დედამიწაზე. ბოგი წარმოდგენილი გვხვდება პალეოზოური ერის დევონურ, კარბონულ და პერმულ პერიოდში. მეზოზოური ერის გარკვეულ პერიოდებში კი გაბატონებულ მცენარეთა ჯგუფს წარმოადგენდა. შიშველთესლიანები უმეტესწილად მარადმწვანე ხეების ან ბუჩქების, იშვიათად ლიანა მცენარეების სახით გვხვდება. ბოგი წარმომადგენელი ფოთოლმცვენია. შიშველთესლიანები თესლით მრავლდებიან. თესლის განვითარება ხდება გირჩაში. არჩევენ მდედრობით და მამრობით გირჩას. მდედრობითი გირჩა შედგება ორგვარი ქერქისაგან სათესლე და მფარავი ქერქისაგან. ფიჭვის მდედრობითი გირჩა უფრო დიდი ზომისაა და მოწითალო ფერის. მამრობითი გირჩა კი მომწვანო-მოყვითალო და შედარებით პატარა ზომის. მამრობითი გირჩების თითოეულ ქერქზე ვითარდება სამტვრე პარკები (2 ან 3) რომელშიც მტვერი წარმოიქმნება. მტვრის მარცვალს აქვს საჰაერო ბუშტი, იმისათვის, რომ მან დიდხანს იგივე



სურ. 9. შიშველთესლოვანი მცენარეების გირჩის აგებულება

ტივოს ჰაერში და ქარმა შორს გადაიტანოს. მამრობითი გირჩიდან ქარით გადმოტანილი მტვერი ხვდება მდედრობითი გირჩის თესლკვირტზე. დამტვერვის შემდეგ გირჩა იხურება ფისოვანი ნივთიერებით. გარკვეული ხნის შემდეგ (ფიჭვი 1,5 წლის შემდეგ, ნაძვის დამტვერილი გირჩები იმავე წელს შემდგომით, მწიფდება). გირჩა იხსნება და მისგან მომწიფებული თესლები გადმოცვივა, რომელიც შეიცავს საკვებ ნივთიერებას ენდოსპერმს. თესლებს აქვთ ფრთისებური გამონაზარდები, რომლის გავრცელების სამარჯვეს წარმოადგენს. ბოგიერთი შიშველთესლიანი მცენარის თესლს ფრთა არ გააჩნია (სურ. 9).

დღეს შიშველთესლოვანების 600 სახეობაა ცნობილი, აქედან

უმრავლესობა წიწვიანებია. შიშველთესლოვანებიდან ყველაზე მეტად წიწვოვანები (coniferophyta) არიან გავრცელებული. ისინი პირველად ქვანახშირის პერიოდში გამოჩნდნენ. მათვის დამახასიათებელია ნემსისებური ფოთლები – წიწვები, საიდანაც წარმოდგა მათი სახელწოდება. წიწვოვანებს მიეკუთვნება: ნაძვი, სოჭი, ლარიქსი, ღვია, კედარი, სექვოია, არაუკარია და სხვ. მათ წიწვები ერთბაშად არ ცვივათ. მათი ცვენა ხდება თანდათან, რომლებიც ახლით იცვლება, თუმცა ლარიქსს წიწვები ყოველწლიურად ცვივა.

წიწვოვნებს მერქანში და ქერქში გინვითარებული აქვთ ფისის სავალები. წიწვოვნების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია ფიჭვი. იგი სინათლის მოყვარული ხემცენარეა, რომლის ღეროს სწორმდგომია 30–45მ. ღეროზე მოთავსებულია წყვილ-წყვილად განლაგებული გრძელი წიწვები. ფიჭვს აქვს როგორც ღრმადმიმავალი ფესვი, ასევე ზედაპირული ფესვებიც, ამიტომ იგი ძლიერ ქარს კარგად იტანს. ფიჭვი 350–400 წლამდე ცოცხლობს. ფიჭვის ტყეები ნათელია. იგი ზღვის დონიდან 600 მ სიმაღლიდან – 1200-2000–მდე ვრცელდება საქართველოში გავრცელებულია კავკასიური ფიჭვი, ელდარისა და ბიჭვინთის ფიჭვი.

წიწვიანი მცენარეა ნაძვი. იგი ჩრდილის ამტანია, იზრდება ნოტიო და ნოყიერ ნიადაგებზე. ფიჭვისგან განსხვავებით ფესვები ღრმად არ მიდის ნიადაგში, ამიტომ შეიძლება იგი ადვილად მოთხაროს ქარმა. მისი წიწვები მოკლეა და ტოტებს ფარავს ყოველი მხრიდან. ნაძვი ცოცხლობს 250წ. სიმაღლე 40მ–ია. ნაძვი საქართველოში ძირითადად მის დასავლეთ ნაწილშია გავრცელებული, აგრეთვე ბორჯომის ხეობაში, მესხეთში, ლიახვის და არაგვის ხეობაში და სხვ.

ღვია ბუჩქია, თუმცა ზოგიერთ ადგილებში ხემაგვარი სახეობებიც გვხვდება. მას ნემსისებური, ჩხვლეტია წიწვები გააჩნია. გირჩები ლურჯი ფერისაა ცვილით დაფარული. იგი იზრდება სხვა წიწვოვან მცენარეებთან ერთად. მისი მერქანი სურნელოვანია და მოწითალო. გირჩებს სამკურნალო თვისებებიც აქვს.

ლარიქსი – ფართოდაა გავრცელებული ციმბირში. იგი საქართველოში არაა გავრცელებული. მას ყოველ წელს ცვივა წიწვები. ციმბირული და ლაურიის ლარიქსი მკაცრი ჰავის პირობებში გვხვდებიან, ისინი სიცივის პოლუსზე – ვერხოიანსკშიც კი ქმნიან ტყეებს.

საქართველოში წიწვოვანი მცენარეების 15 სახეა გავრცელებული.

შიშველთესლოვან მცენარეებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვთ ბუნებასა და ადამიანის ცხოვრებაში. ეს მცენარეები გარემოს არახელსაყრელ პირობებს ადვილად უძლებენ და ამიტომ გვხვდებიან ისეთ ადგილებში, სადაც სხვა მცენარეები ვერ ძლებენ. ისინი ჰაერში გამოყოფენ ფიტონციდებს – აქლორად ნივთიერებებს, რომლებიც სპობენ ავადმყოფობის გამომწვევ ბაქტერიებს, ამიტომ წიწვოვანთა ტყეში ჰაერი სუფთა და მდიდარია ქანგბადით. ისინი ქმნიან ქარსაცავ ზოლებს, ხელს უშლიან თოვლის სწრაფ დნობას და იცავენ ნიადაგს ეროზიისგან. წიწვოვანთა წიწვი მდიდარია C ვიტამინით; ფიჭვის წიწვიდან იღებენ სკიპიდარს, სურნელოვან ზეთებს. წიწვოვნების მერქანი საუკეთესო სამშენებლო მასალაა. მათი მერქანი გამოიყენება მუსიკალური ინსტრუმენტების, რკინიგზის შპალების, გემის ანძების დასამზადებლად, ფიჭვის მერქნისაგან ღებულობენ უწვრილეს ბოჭკოებს, ქაღალდს, ლუქს, საპონს, სპირტს, პლასტმასს, გლუკოზას, ვანილს და სხვ. წიწვოვანთა ტყეს თავს აფარებს მრავალი ცხოველი, სადაც ისინი მოიპოვებენ საკვებს და მრავლდებიან. წიწვოვანთა ტყეებს ანაღგურებს ტყის ხანძრები, მეწყერები, განსაკუთრებით კი ბრაკონიერები, რომლებიც ჩეხენ ტყეებს და გააქვთ გასასყიდლად. ამიტომ საქართველოს ბუნების დაცვის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს პრობლემას წარმოადგენს ამ მცენარეთა დაცვა და მოშენება. პრობლემა იმითაც არის გამოწვეული, რომ წიწვიანი მცენარეების თესლის განვითარებას და აღმოცენებას დიდი დრო სჭირდება (5 წელი); გარდა ამისა, ეს მცენარეები ნელი ზრდითაც ხასიათდებიან.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1.რომელ ჯგუფს – უმაღლეს თუ უდაბლეს მცენარეებს მიეკუთვნება ხავსები?
2.რამდენ კლასს გამოყოფენ ხავსებში?
3.როგორ გარემო პირობებში არიან გავრცელებული მცენარეთა ამ ჯგუფის წარმომადგენლები?
4.როგორ მრავლდება ხავსები?
5.რა წარმოადგენს ხავსებში მამრობით გასამრავლებელ ორგანოს

და როგორი აგებულისაა იგი?
6.რით არის წარმოდგენილი ხავსებში მდედრობითი გასამრავლებელი ორგანო და როგორი აგებულება აქვს მას?
7.როგორ დგინდება ის გარემოება, რომ ხავსები წყლის მცენარეები იყვნენ?
8.რატომ არიან გვიმრანაირი მცენარეები უმაღლეს მცენარეთა ჯგუფში გაერთიანებული?
9.როგორ გარემო პირობებში გვხვდებიან გვირმნაირები?
10.როგორ ხდება მათი გამრავლება (თაობათა მორიგეობა)?
11.რა მნიშვნელობა აქვს გვიმრანაირ მცენარეებს?
12.რატომ ეწოდება შიშველთესლოვანები უმაღლეს მცენარეთა ამ ჯგუფს?
13.სად არიან გავრცელებული?
14.როგორი აგებულებისაა გასამრავლებელი ორგანოები?
15.როგორ დება მათი გამრავლება? რა მნიშვნელობა აქვს შიშველთესლიან მცენარეებს?

ტესტები

1. ხავსები უმაღლეს მცენარეების მიეკუთვნებიან, რადგან
   ა. აქვთ ღერო და ფოთლები;
   ბ. აქვთ ფოთლები და ახდენენ ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზს;
   გ. აქვთ რთულად აგებული გასამრავლებელი ორგანოები და ახასიათებთ თაობათა მორიგეობა;
   დ. მრავლდებიან თესლებით.
2. ხავსების გასამრავლებელი ორგანოებია
   ა. თალუსი;
   ბ. ღერო და ფოთლები;
   გ. არქემონიუმი და ანთერიდიუმი;
   დ. რიზოიდები.
3. გვიმრანაირები უმაღლესი მცენარეებია, რადგან
   ა. აქვთ ყველა ძირითადი ორგანო;
   ბ. აქვთ ყველა ძირითადი ორგანო და რთულად აგებული გასამრავლებელი ორგანოები;
   გ. აქვთ ფოტოსინთეზის უნარი;
   დ. აქვთ სპორებით გამრავლების უნარი.

4. გვიმრანაირები მრავლდებიან:
   ა. წინაზრდილით;
   ბ. თესლებით;
   გ. ფოთლის ნაწილებით;
   დ. ვეგეტატიურად და სპორებით (თაობათა მორიგეობა).
5. შიშველთესლიანებისათვის დამახასიათებელია:
   ა. სპორებით გამრავლება;
   ბ. თესლები შიშველად, დაუფარავადაა თესლკვირტში.
   გ. თესლი დაფარულია ნაყოფის კედლით.
   დ. ყველა პასუხი მცდარია.
6. შიშველთესლოვნები მრავლდება:
   ა. თესლით და ვეგეტატიურად;
   ბ. მტვრის მარცვლით;
   გ. სპორებით;
   დ. გირჩებით.
7. შიშველთესლოვნების თესლის წარმოქმნისათვის აუცილებელია:
   ა. წყალი;
   ბ. ქარით დამტვერვა და განაყოფიერება;
   გ. მწერებით დამტვერვა და განაყოფიერება;
   დ. ხელოვნური დამტვერვა;

ლიტერატურა 4, 7, 10, 14, 18, 22, 30, 33, 69.

თავი IV

ფარულთესლოვანი ანუ ყვავილოვანი მცენარეები (ANTHOPHYTA, ANGIOSPERMAE, MAGNOLIOPHITA)

თესლიან მცენარეთა განყოფილებაა. ფარულთესლიანები ყველაზე მრავალფეროვანი ჯგუფია დედამიწაზე. ყვავილოვანი მცენარეები 400 ოჯახს 12 ათასზე მეტ გვარს და 240 ათას სახეობას აერთიანებს. რაოდენობრივად მცენარეთა ყველა დანარჩენ ჯგუფს აღემატება. ყვავილოვანი მცენარეები ზომითაც უდიდესია მთელ მცენარეთა სამყაროში. ზოგიერთის (ევკალიპტის) სიმაღლე 100 მ-ია, ზოგი ლიანის სიგრძე 200მ. ყვავილოვანი მცენარეები ყველა კლიმატურ ზონასა და მრავალნაირ ეკოლოგიურ პირობებში იზრდება – ტროპიკული ტყეებიდან ტუნდრამდე, ჭაობებიდან უდაბნოებამდე; ზღვის სანაპიროებიდან უმაღლეს მთებამდე. ისინი შეადგენენ ბიოსფეროს მცენარეული სამყაროს ძირითად ერთეულს, რომელზედაც დამოკიდებულია ცხოველებისა და ადამიანების არსებობა. ფარულთესლიანი მცენარეები წარმოიშვნენ დედამიწაზე ცარცულ პერიოდში. მორფოლოგიური, ანატომიური აგებულების მაღალმა დონემ, ადვილად შეგუებამ სხვადასხვა ეკოლოგიური პირობებისადმი განაპირობა მათი ფართო განსახლება. ფარულთესლიან მცენარეებში 200 ათასი სახეობის მცენარეა გაერთიანებული. ფარულთესლოვანების გასამრავლებელი ორგანოა ყვავილი. დამტვერვისა და ორმაგი განაყოფიერების შედეგად წარმოიქმნება ნაყოფები და თესლები. თესლი ნაყოფშია ჩამალული და დაცულია გარემოს არახელსაყრელი პირობებისაგან. ქარის, წვიმის, მაღალი და დაბალი ტემპერატურის მოქმედებისაგან), რადგანაც მათი თესლები დაფარულია, ნასკვის კედლებით (ანუ ნაყოფგარემოთი) დაფარული სწორედ აქედან წარმოდგა ფარულთესლოვანთა სახელწოდება. დღეისათვის ფარულთესლიანები გაბატონებულ მცენარეებს წარმოადგენენ დედამიწაზე. მცენარეთა რომელი ჯგუფიდან მოხდა ამ ჯგუფის წარმოშობა სადაო საკითხს წარმოადგენს მეცნიერთა შორის. ზოგი მათგანი მათ წინაპრებად თესლიანი გვიმრების მიიჩნევს. ზოგი მათგანი შიშველთესლიანი მცენარეების ერთ ჯგუფს

ასახელებს ზოგ რამოდენიმეს, ზოგიც მათ წინაპრებად არცერთ თანამედროვე მცენარეთა ჯგუფს არ მიიჩნევს.

ფარულთესლიანი მცენარეები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფესვთა ტიპებით (ფუნჯა, მთავარღერძიანი) ღეროს სხვადასხვაგვარობით (სწორმდგომი, მცოცავი, მხოხავი, მხვიარა და სხვ.) ფოთლების დაძარღვით, ფოთლის კიდით, ფორმით, განლაგებით და ა.შ. და ყვავილთა ნაირგვარობით ყვავილის დამტვერვის ტიპებით და სხვ. განაყოფიერებით კი ყველა ფარულთესლოვანი ერთმანეთის მსგავსია (ორმაგი განაყოფიერება) რომლის შედეგადაც მიიღება განსხვავებული ტიპის ნაყოფები (მშრალი, წვნიანი, თვითუხსნადი, თვალკურკინა, კენკრა და სხვ.) და თესლები (ერთლებნიანი, ორლებნიანი). ფარულთესლოვანი მცენარეები უკვე 60 მილიონ წელზე მეტია გაბატონებული დედამიწაზე. ისინი ქმნიან ტყეებს, მდელოებს, ველების, და ა.შ. თანასაზოგადოებებს.

ფარულთესლიან მცენარეთა ძირითადი ორგანოები ფესვი, მისი ტიპები და უჯრედული აგებულება

უმაღლესი მცენარეების ძირითადი **ორგანოა ფესვი**, იგი მცენარის ჩანასახშია მოცემული. ფესვს მცენარისთვის დიდი მნიშვნელობა აქვს. იგი მცენარეს ამაგრებს ნიადაგში; გარდა ამისა, მცენარე ნიადაგიდან ფესვის საშუალებით იწოვს წყალსა და მინარელურ მარილებს; ზოგიერთ ფესვში საკვები ნივთიერებებიც გროვდება, ფესვებით ხდება ვეგეტაციური გამრავლება. ხემცენარეებს უფრო მძლავრი ფესვები აქვთ, ვიდრე ბალახოვან მცენარეებს. მცენარის ფესვების **ერთობლიობას ფესვთა სისტემა** ეწოდება. განასხვავებენ მთავარღერძიან და ფუნჯა ფესვთა სისტემას. მთავარღერძიან ფესვთა სისტემას კარგად განვითარებული ერთი მთავარი ფესვი აქვს, იგი უფრო დიდია, ვიდრე **გვერდითი ანუ მეორეული ფესვები**. მთავარღერძიანი ფესვი დამახასიათებელია უმეტესწილად ორლებნიანი მცენარეებისთვის: ლობიო, სოიო, ბაბუაწვერა, სტაფილო, ყველა ხე მცენარესა და ბუჩქს. დადგენილია, რომ მთავარღერძიანი ფესვის ჩანასახოვანი ფესვიდან ვითარდება.

როდესაც ფესვებში მთავარი ფესვი არ განირჩევა სხვა ფესვებისაგან და კონად იზრდება იგი ფუნჯაა. ასეთი ფესვი განვი-

თარებას ჩანასახოვანი ფესვიდან იწყებს. იგი ბრდას მალე წყვეტს და ღეროდან განვითარებას იწყებს დამატებითი ფესვები. აქ ყველა ფესვი ერთნაირი სიგრძისა და სიმძლავრისაა და მთავარი ფესვის გარჩევა არ ხდება. ფუნჯა ფესვი ერთლებნიანი მცენარეებისათვის: (ხორბალი, ქერი, შვრია, სიმინდი, ტიტა, ნიორი, სახვი და სხვ.) არის დამახასიათებელი, თუ ფესვი ვითარდება ჩანასახოვანი ფესვიდან იგი **მთავარი ფესვია**, მას **პირველად ფესვსაც** უწოდებენ. მთავარ ფესვზე განვითარებულ ფესვებს გვერდითი ანუ მეორეული ფესვები ეწოდება. ფესვები, რომლებიც უშუალოდ ღეროდან ვითარდება **დამატებითი ფესვები ეწოდება** დამატებითი ფესვები ახასიათებს სიმინდს, კარგოფილს, კომბოსტოს, ტირიფს, ჭადარს დამატებითი ფესვები შეიძლება განვითარდეს ღეროს სახეცვლილებიდან ან კალმებიდან. არსებობს **საჰაერო ფესვები,** რომლებიც გამოიზრდებიან ღეროებიდან და ნიადაგში არ ჩაიბრდება. შეიძლება იგი მცენარემ გამოიყენოს ცოცხვისათვის (მაგ. სურო), მრავალი მათგანი მისი საშუალებით ჰაერიდან იწოვს ტენს.

საბჯენი ფესვები – იგი გამოიზრდება ღეროებიდან მიწამდე. ასეთი ფესვები მძიმე მცენარეებისათვის საყრდენს წარმოადგენს. მაგ. ინდოეთის ლეღვი ასეთი ფესვების დიდ რაოდენობას ივითარებს, ამ დროს ერთი მცენარე პატარა ტყეს წააგავს.

თესლის აღმოცენებისას ყველაზე აღრე ჩანასახოვანი ფესვი ვითარდება. დასაწყისში იგი ჯერ პატარაა, მაგრამ შემდეგ იზრდება. ფესვი წვეროთი იზრდება, წვეროს წაწყვეტისას იგი სიგრძეში ბრდას აჩერებს და უვითარდება გვერდითი და დამატებითი ფესვები. ამ მოვლენას იყენებენ სოფლის მეურნეობაში ჩითილების გადარგვის დროს (სურ. 10).

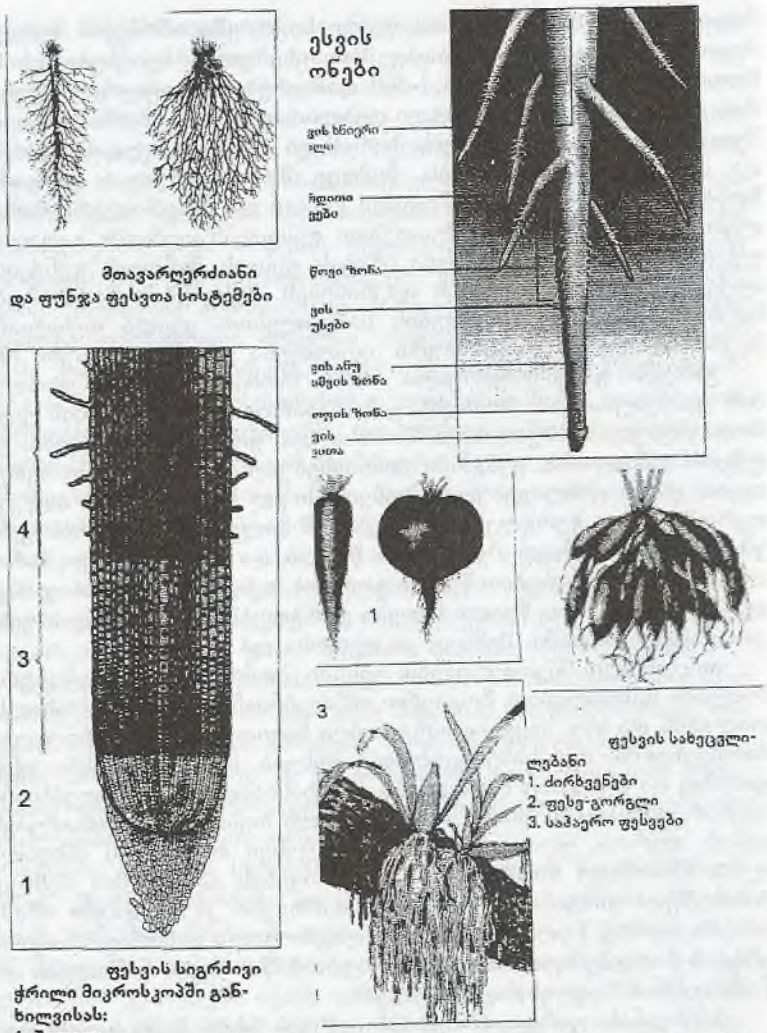
ფესვში არჩევენ სხვადასხვა ზონას: **ფესვის წვერს, ბრდის ზონას, შემწოვ ზონას და გამტარ ზონას. ფესვის წვერი ბრდის კონუსი,** ემბრიონალური ქსოვილისაგან – მერისტემისაგან შედგება, იგი დაფარულია – შალითით, რომელიც ფესვის წვერის ნაზ უჯრედებს იცავს დაზიანებისაგან, თუმცა ნიადაგთან შეხებისას ისინი ზიანდებიან, მაგრამ მათ ნაცვლად ახალი უჯრედები წარმოიქმნება. წყლის მცენარეებს შალითა არა აქვთ. შალითის შემდეგ მოთავსებულია ბრდის ზონა, ანუ გაჭიმვის ზონა. ამ ზონაში ხდება უჯრედების განუწყვეტელი დაყოფა, რის გამოც

მათი რიცხვი მატულობს და ფესვი სიგრძეში იზრდება. შემდეგ მოდის **შემწოვი ზონა,** სადაც მოთავსებულია ბუსუსები. ისინი მოთავსებულია წვერიდან 1-3მმ დაშორებით. ზოგიერთი მცენარის ბუსუსები შეუიარაღებელი თვალითაც კარგად ჩანს. ბუსუსები შეღის ნიადაგის ნაწილაკებს შორის და შეიწოვს იქედან წყალსა და მინერალურ მარილებს. **შემდეგ მოთავსებულია გამტარი ზონა.** ბუსუსების მიერ შეწოვილი წყალი და მინერალური მარილები გამტარი ზონის საშუალებით ფესვიდან ღეროში გადადის. ფესვის ბუსუსების დაზიანება იწვევს ფესვის შეწოვის ფუნქციის დაქვეითებას და მცენარის დაკნინებას. ბუსუსების წარმოშობა ხდება **ეპიბლემის უჯრედების საშუალებით.** ყველა თესლიანი მცენარის ფესვის ანატომიური აგებულება ერთნაირია(სურ. 10).

გარედან ფესვი დაფარულია კანით – რომელიც შედგება ეპიბლემის უჯრედებისგან, რომლის გამონაზარდია ბუსუსები, მის ქვეშ მოთავსებულია სხვადასხვა ზომისა და ფორმის უჯრედები. ეს ფესვის რბილობია. ცენტრში მოთავსებულია მომრგვალო ხვრელები, ესენი განლაგებულია ფესვის მთელ სიგრძეზე და აღწევს ღერომდე მათ **ჭურჭლები** ეწოდება. ამ მილებით მოძრაობს ფესვში ბუსუსების მიერ შეწოვილი წყალი და მინერალური მარილები. ფესვის ბუსუსებით წყალი გადადის ფესვის რბილობის უჯრედებში, საბოლოოდ წყალი ხვდება ჭურჭლებში, აქედან ადის ფესვის გამტარ ზონაში, შემდეგ კი ღეროსა და ფოთოლში.

ორგანული ნივთიერებები ფესვში მოძრაობს საცრისებური მილების საშუალებით. ზოგიერთ ორლებნიან მცენარეს ჭარხალს, თალგამს და სხვ. საკვები ორგანული ნივთიერებები უგროვდება **ძირხვენებში.** იგი სახეშეცვლილი ფესვია. მას შეცვლილი აქვს ფორმაც და ფუნქციაც. ძირხვენები დამახასიათებელია ორლებნიანი მცენარეებისათვის. ისინი პირველ წელს თესლიდან ივითარებენ ფესვს, ღეროს, ფოთლებს. მთავარი ფესვი თანდათან მსხვილდება, სამარაგო ნივთიერების დაგროვების გამო. ამის შემდეგ მინის ზედა ორგანოებში კვდება, ძირხვენა კი ნიადაგში იზამთრებს. მეორე წელს ძირხვენაში დაგროვილი სამარაგო ნივთიერების ხარჯზე ხელახლა ვითარდება მიწის ზედა ნაწილები და წარმოქმნის ნაყოფსა და თესლებს.

ძირხვენას გარდა არსებობს ფესვის სხვა სახეცვლილებაც ფესვ-გორგლები (გეორგინა, ბატატი, ვარდკაჭკაჭა, ჩაწყობილა ბაია. ამ დროს გვერდითი ან დამატებითი ფესვები მსხვილდება, მათში სამარაგო ნივთიერების დაგროვების გამო).



სურ. 10. ფესვი (ფესვის ტიპები, ზონები, ანატომიური აგებულება და სახეცვლილებები).

ფოთოლის ფუნქციები და აგებულება

ფოთოლი უმაღლეს მცენარეთა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ორგანოა. იგი ასრულებს ფოტოსინთეზისა და ტრანსპირაციის (წყლის აორთქლება) ფუნქციას, (ეს უკანასკნელი ფოთოლს იცავს გადახურებისაგან). ფოთოლი ახორციელებს აირცვლას გარემოსთან და მონაწილეობს მცენარის სხვა სასიცოცხლო პროცესებში (ვეგეტაციური გამრავლება).

სხვადასხვა მცენარეთა ფოთოლი ერთმანეთისაგან გარეგნულად მეტნაკლებად განსხვავდება. მაგრამ მათ აქვთ მთელი რიგი მსგავსი ნიშნები. ფოთოლთა უმრავლესობა მწვანე ფერისაა. იგი შედგება ფირფიტისაგან და ყუნწისაგან, რომლითაც იგი მიმაგრებულია ღეროზე. ზოგიერთ ფოთოლს ყუნწი არა აქვს და იგი ღეროზე მიმაგრებულია ფირფიტის ქვედა ნაწილით. ასეთ ფოთოლს **მჯდომარე ფოთოლი ეწოდება** (მაგ.: ალოე, სელი, ბურბუშელა, ქვაბურა და სხვ.). ხე მცენარეთა უმრავლესობას ყუნწიანი ფოთლები აქვს (მუხა, ნეკერჩხალი, ცაცხვი, იფანი, დაფნა, ვაშლი, ქლიავი და ა.შ.).

ფოთლები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფოთლის ფირფიტის ფორმით, რომელიც შეიძლება იყოს: ნემსისებური, ლანცეტისებური, გულისებური, თირკმლისებური, ოვალური და სხვ.

ფოთლები ერთმანეთისაგან კიდის მიხედვითაც განსხვავდებიან, რომელიც შეიძლება იყოს **დაკბილული**, რომლის კიდეს აქვს პაწაწინა „კბილები"; **კიდემთლიანი** (როდესაც ფოთლის კიდე ერთ მთლიან ხაზს წარმოადგენს; **ხერხკბილა** (როდესაც ფოთლის კიდე ხერხის კბილებს წააგავს), **ორმაგხერხკბილა** (როდესაც ცალკეული კბილი თავის მხრივ კიდევ არის დაკბილული) და სხვ.

ფოთლის ფირფიტა დაყოფის ხასიათისა და სიღრმის მიხედვით შეიძლება იყოს **დანაკვთული, დაყოფილი და განკვეთილი.**

განასხვავებენ **მარტივ და რთულ ფოთლებს. მარტივია ფოთოლი,** როდესაც ერთ ყუნწზე ერთი ფოთოლი ბის; ფოთოლცვენისას მარტივი ფოთოლი ყუნწიანად ცვივა. მარტივი ფოთოლი ახასიათებს: ვერხვს, ნეკერჩხალს, მუხას, ვაშლს, იფანს და სხვ. როდესაც ყუნწზე მიმაგრებულია რამოდენიმე ფოთოლაკი მას **რთული ფოთოლი ეწოდება** ახ. მარხწვს, აკაციას, იფანს, ჟოლოს, აკაციას, ვარდს და სხვ. რთული ფოთლის ცალკეული

ფოთოლაკი ცალ-ცალკე, ყუნწზე ადრე ცვივა. რთული ფოთოლი შეიძლება იყოს **სამყურა,** როცა იგი სამი ფოთოლაკისაგან შედგება (მაგ. მარწყვი; სამყურა და სხვ.). თუ ფოთოლი შედგება რამოდენიმე ფირფიტისაგან, რომლებიც ყუნწის ერთ წერტილშია მიმაგრებული, მას **თათისებური ფოთოლი** ეწოდება (მაგ.: ხანჭკოლი) თუ რთული ფოთლის ფოთოლაკები ყუნწის მთელ სიგრძეზეა განლაგებული მას **ფრთართული ფოთოლი ეწოდება** (აკაცია, ჭნავი, ცერცვი, ვარდი და სხვ.). რთული ფოთოლი შეიძლება იყოს **კენტფრთართული,** როდესაც ფრთისებრი ფოთოლი ერთი ფოთოლაკით მთავრდება (ჭნავი, იფანი, ვარდი); და **წყვილფრთართული,** როდესაც რთული ფოთოლი ორი ფოთოლაკით ბოლოვდება (მაგ. გლედიჩიას ცერცვეკალას, არჯაკელის, მუხუდოს, ცერცვის ფოთლები).

ფოთლები ღეროზე განლაგებული არიან სხვადასხვაგვარად **მორიგეობით,** როდესაც ფოთლები ღეროზე ერთიმეორის შემდეგ მორიგეობით არიან (ღეროს ირგვლივ) განლაგებული თითო-თითოდ (მზესუმზირას, ჭვავს, ვარდს, ხორბალს და ა.შ.) ზოგიერთი ფოთლები ღეროზე **მოპირისპირედ** ერთმანეთის პირდაპირ (ორ-ორად) არის განლაგებული (ახასიათებს: იასამანს, ჭინჭარს, ფუქსიას და სხვ.) ზოგიერთი ფოთოლი ღეროს **ირგვლივ** (კონებად) იზრდება (ახ: ენდროს, ხოვერას და სხვ.) მას **რგოლურ განლაგებას უწოდებენ.**

ბაბუაწვერასა და ზოგიერთ მცენარეებს ფოთლები შეკრებილი აქვთ **როზეტად** - ფესვის ყელთან (ადგილი სადაც ფესვი ღეროში გადადის). ბევრ მცენარეს ფოთლები ყლორტზე ისეა განლაგებული, რომ ერთმანეთს სრულიად არ ჩრდილავს (მაგ. ნეკერჩხალს, ცაცხვს, სუროს) დიდ ფოთოლთა შორის პაგარა ფოთლებია განლაგებული ფოთოლთა ასეთ განლაგებას **ფოთლის მოზაიკა ეწოდება.** უმეტესი ფოთლების ზომა 1-10სმ-ია. საშუალოდ, ზოგიერთი ტროპიკული მცენარის (ცეილონის პალმა) ფოთლის სიგრძე 8მ, სიგანე - 6მ, ბრაზილიური პალმის ფოთლის ფირფიტა 20მ სიგრძისაა.

ფოთლის ფირფიტაზე განლაგებულია ძარღვები ჭურჭლები, ანუ გამტარი კონები.

ძარღვები ფოთლებს აძლევს სიმტკიცესა და გამძლეობას და ემსახურება წყლისა და მინერალური მარილების და ორგანული

ნივთიერებების მოძრაობას. ძარღვები განაპირობებენ ფოთლის დაძარღვას, რომელიც განლაგების მიხედვით შეიძლება იყოს **პარალელური,** როდესაც ძარღვები ერთმანეთის პარალელურადაა განლაგებული. ახასიათებს ერთლებნიან მცენარეთა უმრავლესობას (ხორბალი, ჭვავი, სიმინდი) **რკალისებური დაძარღვა** პარალელური დაძარღვის ნაირსახეობაა. ამ დროს პარალელური ძარღვები რკალისებურადაა მოხრილი (ახ.: შროშანას, მრავალძარღვას და სხვ.) ორლებნიანი მცენარეების უმრავლესობას ახასიათებს ბადისებური დაძარღვა. დაძარღვის მიხედვით ადვილად გასარჩევია ერთლებნიანი და ორლებნიანი მცენარეები. მაგრამ არსებობს გამონაკლისები, როდესაც ერთლენბნიანი მცენარის ხარისთვალას ფოთოლი ბადისებური დაძარღვისაა. ბადისებრი დაძარღვა ახასიათებს ნეკერჩხალს, ცაცხვს, ვარდს, ლიმონს, ფორთოხალს, ნემსიწვერას, ჭარხალს, გოგრასა და სხვ. ფოთლებს.

ფოთლის ფირფიტის თხელ ანათალზე შეიძლება გავეცნოთ მის შინაგან აგებულებას. აღმოჩნდება, რომ ფოთოლი შედგება მრავალი სხვადასხვა ზომისა და ფორმის უჯრედებისაგან. ფოთოლი ზედა და ქვედა მხრიდან დაფარულია ერთშრიანი მფარავი ქსოვილით **კანით ანუ ეპიდერმისით.** მათი უჯრედები ქლოროფილს არ შეიცავს, რის გამოც უფერულია. **კანი** ფოთოლს იცავს გარემოს არახელსაყრელი პირობებისგან კანის უჯრედები ქმნის **მფარავ ქსოვილს.** ეპიდერმისში არსებული ბაგეებით ხდება ჰაერცვლა და ტრანსპირაცია. ბაგეები წვრილი, ლობიოს ლებნების მსგავსი მწვანე ფერის წყვილი უჯედებია. მათ შორის დარჩენილ სიცარიელეს - **ბაგის ხვრელი** ეწოდება. ბაგეები იხურება და იღება ღღე-ღამის განმავლობაში, რაც დამოკიდებულია ტემპერატურაზე, წყლის რაოდენობაზე ნიადაგში დღის სინათლეზე და სხვ. სიბნელესა და ცხელ საათებში ბაგეები დახურულია. როცა მცენარე უზრუნველყოფილია წყლით, მაშინ ბაგეები გახსნილია მთელი ღღე-ღამის განმავლობაში, თუმცა ზოგი მცენარის ბაგე გახსნილია ღღისით, ღამით კი იხურება. როდესაც წყალი მცირეა (ცხელ ამინდში) მცენარის ბაგეები ღღისითაც იხურება, მცენარის ფოთლებიდან წყლის ორთქლის გამოყოფის შესაჩერებლად.

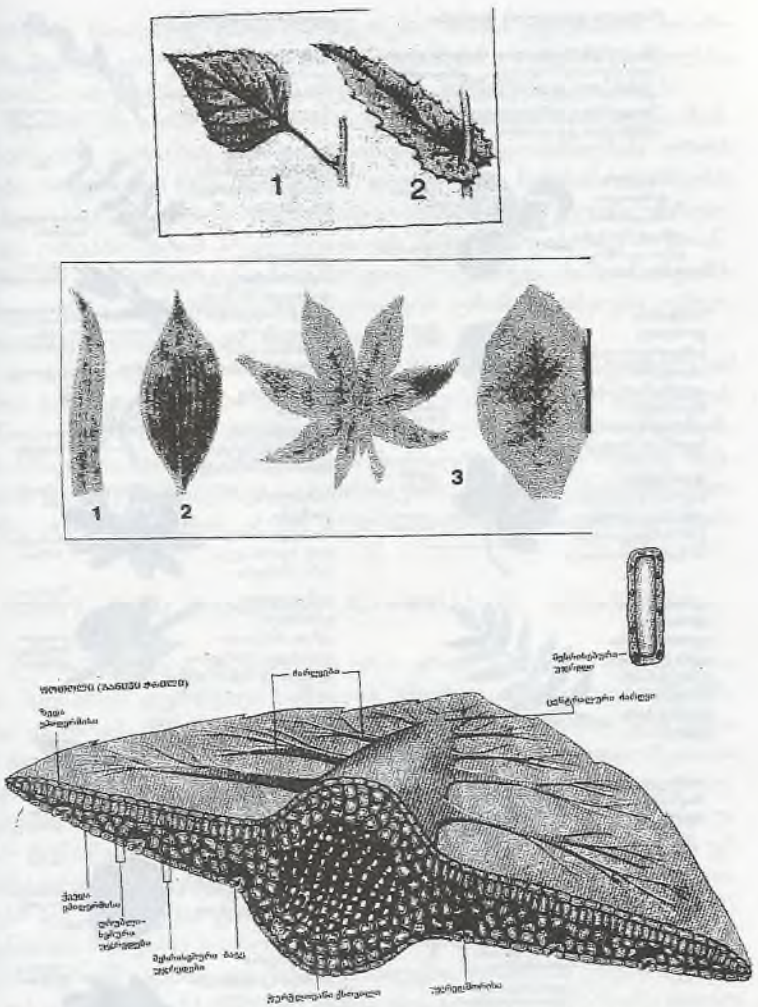
მცენარეთა უმრავლესობას ბაგეები ფოთლის ქვედა ეპიდერმისში აქვთ, ზოგ მცენარეს მაგ. კომბოსტოს ორივე მხარეზე, იმ მცენარეებს, რომელთა ფოთლები წყალში ტივტივებს, მაგ. ღუმ-

ფარას ბაგეები განლაგებული აქვს ფოთლის ზედა ეპიდერმისში. ზედა და ქვედა ეპიდერმისს შორის განლაგებულია ძირითადი ქსოვილი – მეზოფილი ანუ ფოთლის რბილობი. იგი ხშირად დიფერენცირებულია მესრისებურ და ღრუბლისებურ პარენქიმად. მესრისებური უჯრედები უფრო მეტად ზედა ეპიდერმისის უჯრედებს ეკვრის და მოგრძოა. მათში მოთავსებულია **ქლოროპლასტები**. ქვედა უჯრედები მომრგვალო ან მრავალკუთხაა, ფაშარად არის განლაგებული და **ღრუბლისებურ ქსოვილს ქმნის**. უჯრედებს შორის დარჩენილ სივრცეს **უჯრედშორისები ეწოდება**; ისინი ჰაერითაა სავსე. ფოთლის რბილობის უჯრედებში შეიმჩნევა გამტარი კონები – ჭურჭელ-ბოჭკოვანი კონების სახით, რომლებიც ქმნიან ფოთლის დაძარღვას. ჭურჭელ-ბოჭკოვან კონებში ვხვდებით ქსილემის (რომლის საშუალებით ხდება ფესვების მიერ შეწოვილი წყლისა და მინერალური ნივთიერების გატარება მიწისზედა ორგანოებისკენ, ქსილემის გამტარი ელემენტებია ჭურჭლები ანუ ტრაქეები და ტრაქეიდები. ქსილემა ემსახურება აღმავალ დენს). და ფლოემის (გამტარი ქსოვილის ერთ-ერთი სახე, მისი საშუალებით მცენარის ორგანიზმში ტარდება ფოთოლში გამომუშავებული ორგანული ნივთიერებები. ე.ი. მისი ფუნქციაა დაღმავალი დენი. ფლოემის ელემენტებია საცრიანი მილები და თანამგზავრი უჯრედები ელემენტებს. (სურ. 11, 11ა).

ზოგჯერ გარკვეულ გარემოს პირობებში ფოთლები იცვლიან გარეგნობას და სხვა ფუნქციას ასრულებენ. ფოთლის სახეცვლილებაა **ეკალი**, რომელიც დამახასიათებელია უდაბნოს მცენარეებისათვის მაგ. კაქტუსი. ფოთლის ეკლად გადაქცევა ამცირებს წყლის აორთქლებას, ფოთლის მაგივრობას აქ ასრულებს გახორციანებული ღერო.

კოწახურის ეკალიც ფოთლის სახეცვლილებაა, მისი საშუალებით მცენარე თავს იცავს ცხოველებისგან. ზოგიერთი მცენარის ალოე, კლდის ვაშლა, კლდის დუმა და სხვ. ფოთლებში დიდი რაოდენობით გროვდება წყალი, ამიტომ იგი გასქელებული და გახორციანებულია. ზოგიერთ მცენარეში ფოთოლი **ულვაშადაა** გადაქცეული, რისი საშუალებითაც მცენარე ეხვევა საყრდენს.

არსებობს **მწერიჭამია ფოთლები**, რომლებიც დამახასიათებელია ჭაობის მცენარეებისათვის. ისინი გამოყოფენ ტკბილ



სურ. 11. ფოთლის ანატომიური და მორფოლოგიური აგებულება



სურ. 11. ა. ფოთლის ტიპები

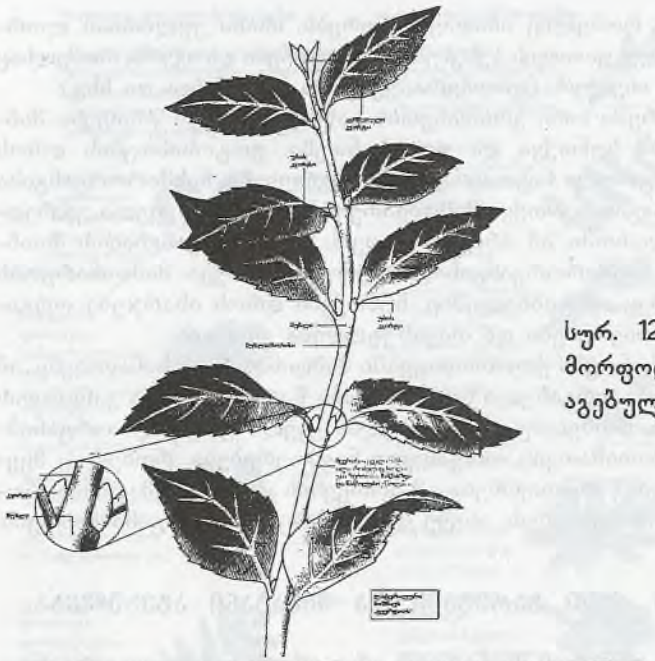
ლორწოს, რომელიც იზიდავს მწერებს. ისინი ეფლობიან ლორწოში, შემდეგ ფოთლის ბუსუსები გადაეფარება და იჭერს, რომელსაც ფოთოლი ინელებს (დროზერა, ვენერას ბუზიჭერია და სხვ.).

მცენარეში ორი ერთმანეთის საწინააღმდეგო პროცესი მიმდინარეობს სუნთქვა და ფოტოსინთეზი. ფოტოსინთეზის დროს ხდება ორგანული ნივთიერებების დაგროვება, ნახშირორჟანგისა და წყლისაგან. სუნთქვა მიმდინარეობს მცენარის ყველა უჯრედსა და ორგანოში. ამ პროცესისათვის საჭიროა ჟანგბადის შთანთქმა და ნახშირორჟანგის გამოყოფა. სუნთქვა მიმდინარეობს სინათლეზეც და სიბნელეშიც. სუნთქვის დროს იხარჯება ორგანული ნივთიერებები და თავისუფლდება ენერგია.

ფოტოსინთეზი ქლოროპიტებში მიმდინარეობს სინათლეზე. ამ დროს ხდება ორგანული ნივთიერების წარმოშობა და ჟანგბადის გამოყოფა, რომელიც აუცილებელია ყველა ცოცხალი ორგანიზმის არსებობისათვის. ორგანული ნივთიერებები, რომელიც მცენარის მიერ წარმოიქმნება ამ პროცესის დროს საკმარისია როგორც თვით მცენარის, ასევე ყველა ცოცხალი ორგანიზმისთვის.

ღერო. მისი გარეგანი და შინაგანი აგებულება

ღერო უმაღლეს მცენარეთა ერთ-ერთი ძირითადი ორგანოა, იგი მცენარის ღერძული ნაწილია, რომელიც ფოთლებთან ერთად ყლორტს ქმნის. ღეროს აქვს საყრდენი, გამტარი (ფესვებსა და ფოთლებს შორის წყლისა და მასში გახსნილი ნივთიერებათა გადაადგილება), დამგროვებელი (წყლისა და სამარაგო ნივთიერებების დაგროვება) ფუნქციები. ახალგაზრდა ღეროები აქტიურად მონაწილეობენ ფოტოსინთეზში და მცენარეთა ვეგეტატიურ გამრავლებაში. მცენარის ახალგაზრდა ღეროს, რომელზედაც ფოთლები და კვირტებია განლაგებული, ყლორტი ეწოდება (სურ. 12). მცენარის მთავარი ღერო თესლის ჩანასახის კვირტიდან ვითარდება. ღეროზე განლაგებულია ფოთლები. ფოთლის უბეში ღეროსა და ყუნწს შუა ჩაისახება კვირტები. ტოტის კენწეროზე თითო კვირტი ზის, მას კენწრული კვირტი ეწოდება. მისი საშუალებით ღერო სიმაღლეში იზრდება. ტოტის გვერდებზე გვერდითი კვირტებია განლაგებული. გვერდითი კვირტები ღეროზე ისევე განლაგებული, როგორც ფოთლები. მორიგეობით, მოპირის-



სურ. 12. ღეროს მორფოლოგიური აგებულება



1. სწორმდგომი, 2. მხოხავი, 3. მცოცავი, 4. ხვიარა ღერო

პირედ ან რგოლურად. გვერდითი კვირტებიდან გვერდითი ყლორტები ვითარდება. ფორმის მიხედვით ღეროები მრავალგვარია: ცილინდრული, წახნაგებიანი, ბრტყელი და სხვ. სივრცეში განლაგების მიხედვით სწორმდგომი, მხოხავი, მცოცავი და სხვ. ისეთ ღეროებს, რომლებსაც საყრდენის გარეშე სწორად დგომა შეუძლია **სწორმდგომი ღერო** ეწოდება. ხე მცენარეთა უმრავლესობას და ბოგიერთ ბალახოვან მცენარეს სწორმდგომი ღეროები გააჩნიათ.

ბოგიერთ მცენარეს სუსტი და გრძელი ღერო აქვს, ამიტომ მას სწორად დგომა არ შეუძლია და ნიადაგზეა გაწოლილი. **ეს მხოხავი ღეროებია.**

ბოგიერთი ღერო სხვა მცენარეებს ან საგნებს ეხვევა, მაგ. ბოგიერთი ჯიშის ლობიო. მას **ხვიარა ღეროები** ეწოდება.

თუ მცენარის ღერო ხეებზე ან კლდეებზე **ცოცავს** და მათ ულვაშებით ან სხვა საშუალებით ემაგრება, ასეთი **ღერო მცოცავია.** მცოცავი ღერო აქვს ვაზს, ბარდას, მხოხავ, მცოცავ და ხვიარა ღეროებს აერთიანებენ **ლიანა მცენარეებში (სურ.12).**

სიცოცხლის ხანგრძლივობის მიხედვით განასხვავებენ ერთ, ორ და მრავალწლოვან ღეროებს. ღეროები ასევე შეიძლება იყოს ბალახოვანი ან გამერქნებული. ხემცენარის ღეროს **ზრო** ეწოდება.

კვირტი ტოტზე ჩვეულებრივ პირდაპირ ბის. მურყნის კვირტებს კი გააჩნია პატარა ყუნწები. კვირტები გარედან დაფარულია მაგარი, ტყავისებური ქერქებით, რომელიც კვირტს იცავს გარემოს არახელსაყრელი პირობებისგან. ტროპიკული და სუბტროპიკული მცენარის კვირტი უქერქლოა, რადგანაც ისინი თბილი ჰავის პირობებში იზრდება. არსებობს საფოთლე და საყვავილე კვირტები. საყვავილე კვირტები მსხვილი და მომრგვალოა, მასში ყვავილის ჩანასახია მოთავსებული. საფოთლე კვირტებში ფოთლის ჩანასახებია მოათვსებული. მუხლი არის ადგილი ღეროზე, სადაც ვითარდება ყუნწიანი ან უყუნწო ფოთლები.

მანძილს მუხლებს შორის **მუხლთაშორისი** ეწოდება. კენწრული კვირტი ღეროს სულ ბედა კვირტია. ღეროს წვერს ბრდის კონუსს უწოდებენ. იგი მერისტემული (წარმომშობი) ქსოვილია და მას **კენწრულ მერისტემას** უწოდებენ. ბრდის კონუსი შედგება უჯრედებისაგან, რომლებიც იყოფიან და ახალ ქსო-

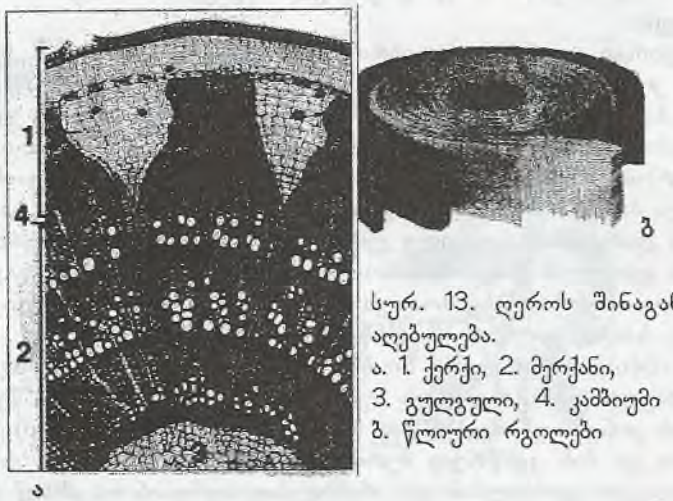
ვილებს წარმოშობენ. ასეთი დაყოფის შედეგად ღერო იზრდება. თუ მცენარეს წავაჭრით კენწრულ კვირტს, იგი სიმაღლეში აღარ გაიზრდება, მაგრამ მას სწრაფად უვითარდება გვერდითი ტოტები და მცენარე იბუჩქება. ამ მეთოდს იყენებენ დეკორაციაში ხემცენარეების დაბუჩქვისა და სასურველი ფორმის მისაცემად.

ღერო გარედან დაფარულია ქერქით, რომლის ქვეშ მოთავსებულია მერქანი, ცენტრში კი გულგული (სურ. სურ. 13).

ქერქი შედგება კანის, კორპის, ანუ საფევის (ანუ ფელემისაგან) და ლაფანისაგან.

კანი ღეროს ნორჩ ნაწილებზეა მოთავსებული. იგი მალე ხმება და ცვივა.

კანის ქვეშ მოთავსებულია საფევი (ფელემა). კანი და საფევი ღეროს შინაგან ქსოვილებს იცავს დაზიანებისაგან. საფევის შრეში დარჩენილია პატარა ნასვრეტები, რომელსაც **სასუნთქი ანუ მეჭეჭები ეწოდება**. ზოგიერთ მცენარეებს მუხას, ნეკერჩხალს და ზოგ სხვა მცენარეს კარგად აქვთ განვითარებული **საფევი**, საიდანაც ამზადებენ საბაფხულო ფეხსაცმლის ლანჩებს და ბოთლის საცობებს. ფელემის (კორპის) უჯრედები თანდათან კვდება. **მკვდარი ფელემის უჯრედებს ქერქი ეწოდება**. იგი ხეს



სურ. 13. ღეროს შინაგანი აღებულება.
ა. 1. ქერქი, 2. მერქანი, 3. გულგული, 4. კამბიუმი
ბ. წლიური რგოლები

გამოშრობისგან და დაავადებისგან იცავს. მას არ შეუძლია გაიზარდოს ან გაიჭიმოს, ამიტომ ხის ტანის გამსხვილებისას იგი იხლიჩება ან აშრევდება, ამის ქვეშ ახალი კანი იზრდება.

ქერქის შიგნითა შრეს წარმოადგენს **ლაფანი**. იგი შედგება გრძელი სახეშეცვლილი უჯრედებისგან. ზოგი მათგანი ლაფნის ბოჭკოებია, მას საცრისებურ მილებს უწოდებენ. ლაფნის საცრისებური მილების საშუალებით ღეროში მოძრაობს ფოთლებში დამზადებული ორგანული ნივთიერებანი (დაღმავალი დენი) ლაფნის ბოჭკოები ღეროს სიმაგრესა და ელასტიურობას ანიჭებს.

ლაფანსა და მერქანს შორის მოთავსებულია კამბიუმი, რომელიც წვრილი თხელგარსიანი უჯრედებისგან შედგება, იგი წარმომშობი ქსოვილია. კამბიუმის უჯრედებს გაყოფის შედეგად ღერო სისქეში იზრდება. კამბიუმის უჯრედები უფრო აქტიურად იყოფა გაზაფხულზე და ზაფხულზე, ვიდრე შემოდგომასა და ზამთარში. ზაფხულში წარმოშობილი უჯრედები თხელგარსიანი და მსხვილია და ღია ფერისაა, ხოლო შემოდგომასა და ზამთარში წარმოშობილი უჯრედები წვრილი და მუქი ფერის. ერთ სეზონზე წარმოშობილი მერქნის უჯრედები ქმნიან ერთ მთლიან შრეს, რომელსაც წლიური რგოლები ეწოდება. მათი დათვლით გებულობენ მცენარის ასაკს.

ქერქის შემდეგ მოთავსებულია **მერქანი**. იგი სხვადასხვა ზომისა და მოყვანილობის უჯრედებისაგ შედგება. მილისებრ გრძელ უჯრედებს ჭურჭლები ეწოდება, ისინი წარმოიშობა ერთმანეთთან შეერთებული წვრილი, გრძელი უჯრედებისგან. მათი საშუალებით ხდება წყლისა და მინერალური მარილების მოძრაობა ფესვებიდან ფოთლებისაკენ (აღმავალი დენი).

გულგული მსხვილი თხელგარსიანი უჯრედებისგან შედგება. აქ გროვდება მცენარის სამარაგო ნივთიერებები. გულგულის უჯრედების დაშლისას მერქანს სიღრუე უჩნდება.

ღეროს გააჩნია მიწისქვეშა სახეცვლილებები, რომელთაგანაც აღსანიშნავია: ფესურა, გორგლი, და ბოლქვი. **ფესურა** ახასიათებს ჭანგას, ზამბახს, შროშანს. ფესურიდან ეითარდება დამატებითი ფესვები, ხოლო მიწის ზევით გამოაქვთ ახალი ყლორტები, რომლებიც ვითარდება მიწისქვეშა ფესვებში მოთავსებული საკვები ნივთიერებების ხარჯზე.

ბოლქვიც ღეროს მიწისქვეშა სახეცვლილებაა. გარედან და-

ფარულია გამომშრალი ფოთლებით. შიგა ფოთლები სქელი და წვნიანია. ქერქლებს შორის კვირტებია განლაგებული. ისინი ბოლქვის ძირზე არიან მიმაგრებული. ბოლქვი ახასიათებს ნიორს, სახვს, ტიტას, ჩიტისთავას და სხვ.

გორგლიც ღეროს მიწისქვეშა სახეცვლილებაა. მასზე განლაგებულია კვირტები. გარედან იგი კანითაა დაფარული. კანქვეშ კამბიუმია, მისი საშუალებით გორგლი მსხვილდება. გორგლი ახასიათებს კარტოფილს. ღეროს მიწისზედა სახეცვლილებაა ულვაში და ეკალი. ისინი ფოთლის უბეშია მოთავსებული. ულვაში ასრულებს საყრდენზე მიმაგრების ფუნქციას. ახასიათებს ვაზს. ეკალი ასრულებს მცენარის დაცვის ფუნქციას. ახასიათებს ლიმონს.

ფარულთესლოვანი მცენარეების გამრავლების ორგანოები. ყვავილი, მისი აგებულება

ყვავილი თესლოვანი მცენარეების სქესობრივი გამრავლებს ორგანოა. ყვავილი დამოკლებული, დატოტვილი, ბრდაშეზღუდული ყლორტია, რომელსაც რეპროდუქციის ფუნქცია მიუღია.

ყვავილი კენწრულია, ყუნწიანი ან იშვიათად უყუნწო ანუ მჯდომარე.

არის ისეთი ფარულთესლიანი მცენარეები, რომლებიც სიცოცხლეში მხოლოდ ერთხელ ყვავილობენ.

ყვავილები მრავალნაირია. ყვავილი ღეროს ემაგრება ყუნწის საშუალებით. ყუნწის ზედა გაფართოებულ ნაწილს, რომელზედაც ყვავილი ზის, ყვავილსაჯდომი ეწოდება. ყვავილის ძირითადი ნაწილია გვირგვინის ფურცლები, ჯამის ფოთოლაკები, მტვრიანები და ბუტკო. გვირგვინის ფურცლები ნაზი, ზოგჯერ მკვეთრად შეფერილი წარმონაქმნებია რეპროდუქციული ორგანოების ირგვლივ. ისინი ხშირად სურნელოვანია (მწერების მისაზიდად).

ჯამის ფოთოლაკები პატარა, ფოთლისმაგვარი წარმონაქმნებია. გვირგვინის ფურცლების ჯამის ფოთოლაკები ერთად ქმნიან ყვავილსაფარს. ყვავილს, რომელსაც აქვს გვირგვინის ფურცლებიც და ჯამის ფოთოლაკებიც **ორმაგყვავილსაფრიანი ყვავილები** ეწოდება. ხოლო თუ ყვავილს აქვს ან მარტო გვირგვინის ფურცლები ან მარტო ჯამის ფოთოლაკები, **მარტივ ყვავილსაფრიანი ყვავილები** ეწოდება. თუ ყვავილსაფარი მარ-

ტო ჯამის ფოთოლაკებისგან შედგება, **ჯამნაირი ყვავილსაფარი ეწოდება:** ხოლო თუ ყვავილსაფარი წარმოდგენილია მხოლოდ გვირგვინის ფურცლებით, მაშინ ყვავილსაფარი **გვირგვინნაირია** (ახასიათებს ტიტას). არსებობს ისეთი ყვავილები, რომლებსაც ყვავილსაფარი არა აქვთ, მათ **შიშველ ყვავილებს უწოდებენ** (მაგ. მარცვლოვანი მცენარეები). ისინი ქარი მტვერია მცენარეებია. ყვავილსაფარის შიგნით მოთავსებულია გასამრავლებელი ორგანოები. მდედრობითი გასამრავლებელი ორგანოა ბუტკო და მამრობითი მტვრიანები. თუ ყვავილს აქვს როგორც ბუტკო, ასე მტვრიანები, ასეთ ყვავილებს **ორსქესიანი ყვავილები** ეწოდება; ხოლო თუ ყვავილებს მხოლოდ ბუტკო აქვს ცალსქესიანი ბუტკოიანი ყვავილები – მდედრობითი ეწოდება, ხოლო თუ ყვავილში მარტო მტვრიანებია მტვრიანებიანი ყვავილები, ანუ მამრობითი. თუ ერთ მცენარეზე მოთავსებულია როგორც ბუტკოიანი, ისე მტვრიანებიანი ყვავილები, ასეთ მცენარეებს (ერთსახლიან მცენარეები) ეწოდება (კიტრი, სიმინდი და სხვ.). ხოლო იმ შემთხვევაში, როცა ერთ მცენარეზე მოთავსებულია ბუტკოიანი, ხოლო მეორე მცენარეზე მტვრიანებიანი ყვავილები, ასეთ მცენარეებს ორსახლიანი მცენარეები ეწოდება (კანაფი, ვერხვი, ტირიფი და სხვ.).

მდედრობითი გასამრავლებელი ორგანოა ბუტკო (ნაყოფფოთოლი) შედგება ნასკვის, სვეტისა და დინგისაგან. ზოგიერთ ყვავილს სვეტი არა აქვს და დინგი პირდაპირ ნასკვზე ზის. ზოგ ყვავილს ერთი ბუტკო აქვს, ზოგს კი რამოდენიმე ერთად შეჯგუფული. ნასკვი ბუტკოს ძირითადი ნაწილია. შეიცავს ერთ ან მეტ მცირე ზომის სხეულს – თესლკვირტებს, რომელთაგანაც თითოეულში მდედრობითი სასქესო უჯრედებია მოთავსებული. თესლკვირტი ნასკვის შიგნითა კედლის უბანზე პლაცენტაზეა მიმაგრებული.

სვეტი ბუტკოს ნაწილია, რომელიც დინგს ნასკვთან აერთებს ამკარად გამოხატული სვეტი არ გააჩნია თეთრ ნარგიზს, მაგრამ სხვებს, ის ძალიან მოკლე აქვს (მაგ. ბაიას) ან თითქმის არა აქვს (ყაყაჩოს).

დინგი ბუტკოს ყველაზე ზედა ნაწილია, რომლის წებოვან ზედაპირს დამტვერვის დროს მტვრის მარცვალი ეკვრის.

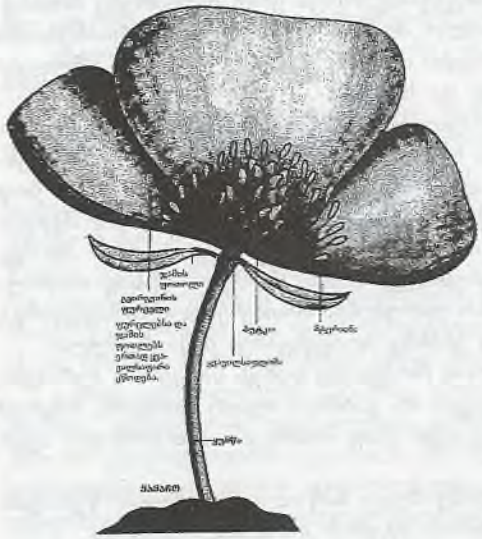
გინეცეუმი - მთელი მდედრობითი რეპროდუქციული სტრუქტურაა, რომელიც ერთი ან რამოდენიმე ბუტკოსაგან შედგება.

მტვრიანები – მამრობითი რეპროდუქციული ორგანოებია. თითოეულს აქვს წვრილი ყუნწი ანუ მტვრიანას ძაფი, რომლის წვერზე სამტვრეა მოთავსებული. თითოეული სამტვრე შედგება სამტვრე პარკებისაგან, რომლებიც ყვავილის მტვრის მარცვლებს შეიცავენ. მტვრის მართვალი არის სპეციალური უჯრედი, რომელსაც ორი ბირთვი აქვს.

ანდროცეუმი – ყვავილის ყველა მამრობითი ორგანოს, ე.ი. ყველა მტვრიანას ერთობლივი სახელწოდებაა.

მწერების მისაზიდად ჯვარედინამტვერია მცენარეების ყვავილებს აქვთ სანექტრეები. ისინი უჯრედთა ზონებია გვირგვინის ფურცლების ფუძესთან, რომლებიც წარმოქმნიან ტკბილ სითხეს ნექტარს...

ყვავილში ჯამის ფოთოლაკების, გვირგვინის ფურცლების, მტვრიანებისა და ბუტკოს რაოდენობას საკლასიფიკაციო მნიშვნელობა აქვს (სურ. 14).



სურ. 14. ყვავილის აგებულება

ზოგიერთი მცენარის ერთ ყუნწზე ერთი ყვავილი აქვს მოთავსებული მათ მარტოულ ყვავილებს ეძახიან. ერთ საყვავილე ღეროზე ან საერთო ყუნწზე განლაგებულ ყვავილთა კრებულს ყვავილედები ეწოდება. არსებობს ყვავილედების სხვადასხვა ტიპები:

მარტივი ქოლგა ისეთი ყვავილედია, რომელშიც ყვავილები გრძელი ყუნწიდან სხივისებურად გამომავალ მოკლე ყუნწებზე სხედან. ყვავილები განლაგებულია თითქმის ერთ დონეზე. ახასიათებს: ვაშლს, ალუბალს, ფურისულას და სხვ.

რთული ქოლგა ყვავილედი შედგება რამდენიმე მარტივი ქოლგისაგან. ახასიათებს: სტაფილოს, კამას, ოხრახუშს, ქინძი, ნიახური და სხვ.

კალათა ყვავილედი შედგება მრავალი წვრილი ყვავილისაგან, რომლებიც საერთო ყუნწის ზედა გაფართოებულ ნაწილზე სხედან. გარედან კალათას აკრავს მწვანე ფოთლების საბურველი. კალათის შიგნით მილისებური ან ძაბრისებური ყვავილებია, კალათას გარედან აკრავს უნაყოფო ენისებური, ან კალათის შიგა ყვავილები მილისებურია, (ენისებური ყვავილები არ ახასიათებს) ღიღილოს კალათში მილისებური ყვავილები აქვს ახასიათებს) ღიღილოს კალათში მილისებური ყვავილები აქვს განლაგებული, გარედან ნაპირებზე კი ძაბრისებური და ა.შ. კალათა ყვავილედი ახასიათებს: მზესუმზირას, მინდვრის ნარს, ბაბუაწვერას, ღიღილოს და სხვ.

მტევანი – ყუნწიანი ყვავილები განლაგებულია საერთო ყუნწიდან გამომავალ ტოტებზე. (ახ. კომბოსტოს, იასამანს, ვაშს, მოცხარს, შრომანას, შოთხვს და სხვ.

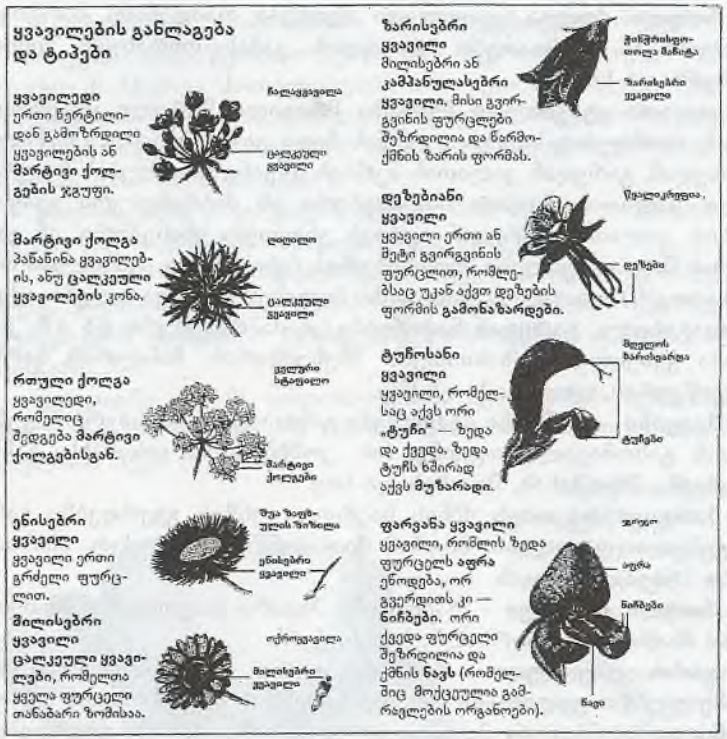
მარტივი თავთავს ქმნის საერთო ყუნწის გვერდებზე განლაგებული ყვავილები, მაგრამ მათ ყუნწები არ აქვთ. ახასიათებს მრავალძარღვას.

რთული თავთავი – რამდენიმე პატარა თავთავისაგან შედგება. ახასიათებს ხორბალს, ჭვავს, ქერს.

ტარო ყვავილედი – მთავარი ღერო გამსხვილებულია და მასზე უყუნწო ყვავილები ბის. იგი სიმინდის მდედრობითი ბუტკოიანი ყვავილებია. რომლებიც გარედან სახეცვლილი ფოთლების საბურველითაა დაფარული.

საგველა ყვავილედი – ისეთი ყვავილედია, როცა მთავარ ღერძზე მოთავსებულია გვერდითი ტოტები, რომელზეც უყუნწო ყვავილები ბის (ახასიათებს სიმინდის მამრობით ყვავილებს) (სურ. 15).

ზაფხულში ყვავილებს უამრავი მწერი ეხვევა. ისინი ყვავილისაგან ნექტარსა და მტვერს იღებენ. ყვავილის ბუტკოზე მტვრის მოხვედრის პროცესს დამტვერვა ეწოდება. დამტვერვა თუ არ მოხდა ნაყოფები და თესლები არ წარმოიქმნება. როდესაც ბუტკო იმტვერება თავისივე ყვავილის მტვრით ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს **თვითდამტვერვასთან**. მაგრამ როდესაც მტვერი ერთი მცენარის ყვავილიდან მეორის ყვავილზე **გადატანას ჯვარედინი დამტვერვა** ეწოდება. ყვავილიდან ყვავილზე მტვერი



სურ. 15. ყვავილების ტიპები (სტოკლი ქ., 2005)

მწერებს გადააქვთ. იმ მცენარეებს, რომლებიც ჯვარედინად მწერების საშუალებით იმტვერებიან, აქვთ დიდი ზომის კაშკაშა შეფერილობის ყვავილები, მკვეთრი სურნელება, ნექტარი – ესენი ის სამარჯვეებია, რითაც მცენარეები მწერებს იზიდავენ. ჯვარედინი დამტვერვა ხდება ქარითაც. ქარიმტვერია მცენარეებს ახასიათებთ შიშველი ყვავილები, გრძელძაფიანი ჩამოკიდებული მტვრიანები, წვრილი მშრალი მსუბუქი მტვერი, მტვრის დიდი რაოდენობა. ქარით იმტვერება ვერხვი, მურყანი, მუხა, არყი, თხილი, ჭვავი, სიმინდი, მაქრის ჭარხალი და სხვ.

ახალი ჯიშების მიღებისა და მოსავლიანობის გაზრდის მიზ-

ნით ახდენენ ხელოვნურ დამტვერვას, როდესაც შეგროვილი მტვერი ბუტკოს დინგზე ადამიანს ხელოვნურად გადააქვთ. თუ მტვრის მარცვლები მოხვდებიან სხვა ტიპის მცენარეზე დამტვერვა არ მოხდება. ყვავილის დამტვერვის შემდეგ ხდება განაყოფიერება. განაყოფიერება არის ორი სასქესო უჯრედის კვერცხუჯრედის და სპერმიის შერწყმა. მტვრის მარცვალში ორი სპერმია უჯრედია. ისინი ბუტკოს სვეტის საშუალებით ნასკვში მყოფ თესლკვირტს მიაღწევენ. თესლკვირტში კვერცხუჯრედია. ერთი სპერმია. მას ერწყმის, მეორე კი კვერცხუჯრედის მახლობლად მდებარე მეორე მსხვილ უჯრედს – ცენტრალურ უჯრედს. კვერცხუჯრედიდან შემდგომ ვითარდება ჩანასახი, ხოლო მეორე უჯრედიდან – ჩანასახისთვის საჭირო საკვების მარაგი – ენდოსპერმი. ყვავილოვან მცენარეთა განაყოფიერების პროცესს ორმაგი განაყოფიერება ეწოდება (იხ. ზემოთ ყვავილოვან მცენარეთა ორმაგი განაყოფიერება ზოგადი ბიოლოგიის კურსში).

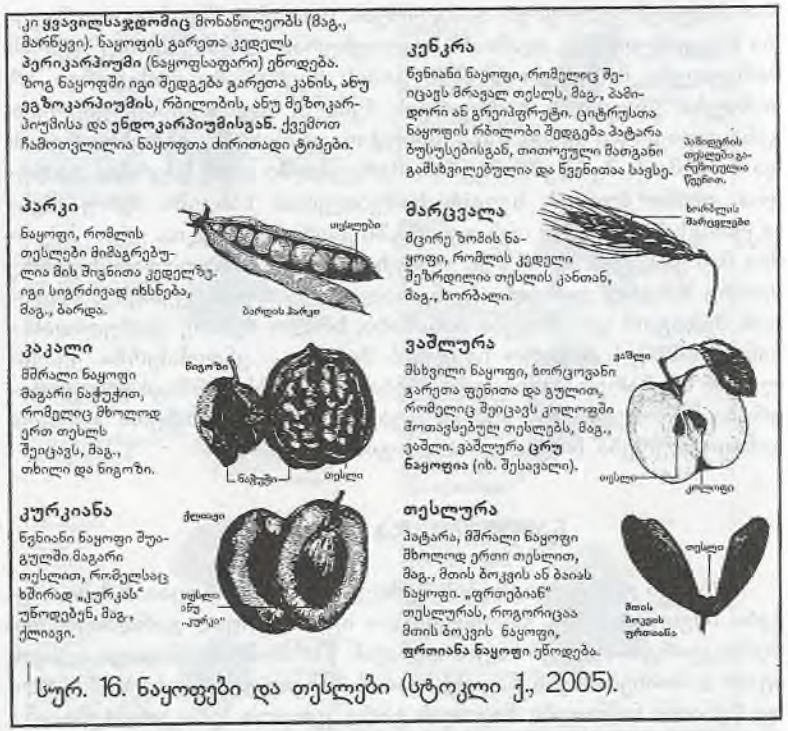
ნაყოფები და თესლები

ორმაგი განაყოფიერების შემდეგ ნასკვი იზრდება. მასში საკვები ნივთიერებები გროვდება და იგი ნაყოფად გარდაიქმნება. თესლკვირტისაგან კი ხდება თესლის წარმოშობა. ნაყოფი თესლს იცავს დაზიანებისაგან. ნაყოფსაფარის მიხედვით არსებობს მშრალი და წვნიანი ნაყოფები. ნაყოფის გარე კედელს პერიკარპიუმი, ანუ ნაყოფსაფარი ეწოდება. ზოგ ნაყოფში იგი შედგება გარეთა კანის ანუ ეგზოკარპიუმის, რბილობის ანუ მეზოკარპიუმისა და ენდოკარპიუმისაგან.

მშრალი ნაყოფებია: ლობიოს, მზესუმზირას, სოიოს, ცერცვის და სხვათა ნაყოფები, ხოლო სველია ვაშლის, ნესვის, საბამთროს, ატამის, ქლიავის, მაყვლის და სხვა ნაყოფები. მშრალ ნაყოფებს მიეკუთვნება: პარკი - რომლის თესლები მიმაგრებულია მის შიგნითა კედელზე, იგი სიგრძივად იხსნება. მაგ. ბარდა, ლობიო, ცერცვი და სხვ. (სურ. 16).

კაკალი – მშრალი ნაყოფი მაგარი ნაჭუჭით, რომელიც მხოლოდ ერთ თესლს შეიცავს;

თესლურა – მშრალი ნაყოფია, რომელიც მხოლოდ ერთ თესლს შეიცავს (მზესუმზირას თესლი).



სურ. 16. ნაყოფები და თესლები (სტოკლი ჭ., 2005).

მარცვალა – მშრალი ნაყოფი, მცირე ზომის, რომლის კედელი შეზრდილია თესლის კანთან (მაგ. ხორბალი, სიმინდი).

ჭოტი – მშრალი ნაყოფია, რომელიც შედგება საგდულისაგან, მაგრამ საგდულებს შორის თხელი ტიხარია, რომელზეც მოთავსებულია თესლები. ნაყოფი იხსნება ქვევიდან ზევით. სიგრძე სიგანეს 3-ჯერ აღემატება (ახასიათებს კომპბოსტოს, ბოლოკს, წიწმატს, თალგამს, შალგს და სხვ.) წვნიანი ნაყოფის ნაყოფგარემო სველია. წვნიან ნაყოფებში გამოყოფენ კურკიანა და კენკრა ნაყოფებს. კურკიანა ნაყოფის შუაგულში მოთავსებულია მაგარი თესლი, რომელსაც ხშირად „კურკას“ ეძახიან მაგ. ქლიავი, ატამი, ალუბალი, ბალი და სხვ. კენკრა – წვნიანი ნაყოფია, რომელიც შეიცავს მრავალ თესლს, მაგ. პომიდორი, გრეიფრუტი, საზამთრო, ყურძენი, ნესვი და სხვ.).

არსებობს ნამდვილი და ცრუ ნაყოფი. ნამდვილი ეწოდება ნაყოფს, რომლის წარმოქმნაში მონაწილეობს ბუტკო; ხოლო როცა ნაყოფის წარმოქმნაში ბუტკოს გარდა მონაწილეობს ყვავილის სხვა ნაწილები ნაყოფი ცრუა (მაგ. ხენდრო, მარწყვი, ასკილი, ვაშლი). თუ ნაყოფის წარმოქმნაში მონაწილეობს მრავალი ბუტკო, თითოეული ბუტკოსაგან წვრილი ნაყოფი ვითარდება, ხოლო მთლიანად ყვავილისგან წარმოიქმნება რთული ნაყოფი (მაგ. ჟოლო, მაყვალი).

ზოგიერთი მცენარის ყვავილი ერთბუტკოიანია. ასეთებია: ალუბალი, ქლიავი, ატამი, ჭერამი, ნუში, კომში, ცირცელი და სხვ.

განაყოფიერების შემდეგ თესლკვირტიდან მიიღება თესლი. იგი შეიცავს ჩანასახს, ანუ ახლად განვითარებად მცენარესა და საკვების მარაგს. ნასკვისაგან მწიფდება ნაყოფი, რომელშიც არის თესლი ან თესლები.

მწიფე თესლების ჩამოცვენა ხდება დედამცენარიდან, რასაც გაბნევა **ანუ მოთესვა ეწოდება**. საამისოდ არსებობს ორი ძირითადი გზა, რომელიც დამოკიდებულია იმაზე, ნაყოფი ხსნადია თუ უხსნადი. **ხსნადი ნაყოფის** თესლები გარეთ გამოიბნევა მანამ, სანამ თვით ნაყოფი დაიშლება. თვითხსნადი ნაყოფია კოლოფი, პარკი, ჭოტი და სხვ. მაგ. ყაყაჩოს კოლოფს აქვს ნასვრეტები, საიდანაც თესლები გარეთ იყრება. ბარდას პარკი თვითხსნადია, მასში მოთავსებული თესლებს გარეთ გამოისვრის, რომელიც ქარით, წყლით, ცხოველებით გადაიტანება პარკი ნაყოფის ერთი ფოთლისგან შედგება და მუცლისა და ზურგის მხზარეზე იხსნება და თესლები ცვივა. უხსნადი ნაყოფი გარეგანი ძალის ზემოქმედების გარეშე არ იხსნება (თხილი, კაკალი, რკო). ორლებნიანი მცენარის თესლი გარედან კანითაა დაფარული, კანის ქვეშ ჩანასახია, რომელიც ფესვის, ღეროსა და კვირტისგან შედგება. საკვები ნივთიერება ლებნებშია მოთავსებული, ე.ი. ორლებნიანი მცენარის თესლი შედგება კანის, ლებნებისა და ჩანასახისაგან. ორლებნიანი მცენარეებია: ლობიო, სოიო, ვაშლი, მზესუმზირა, ატამი და სხვ. ზოგ თესლს კი მხოლოდ ერთი ლებანი აქვს, მაგ. ხორბალი, სიმინდი, ქერი, ბრინჯი და სხვ. ორლებნიან მცენარეებში ლებნებში საკვები ნივთიერებები გროვდება, რომლებითაც აღმოცენებისას ნორჩი მცენარე იკვებება. ერთლებნიან მცენარეებში საკვები ნივთიერება ენდოსპერმში გროვდება.

ერთლებნიანი მცენარის თესლი შედგება კანის, ლებნის, ენდოსპერმისა და ჩანასახისგან. თესლებში გროვდება ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები – ესენი ორგანული ნივთიერებებია. გარდა ამისა, თესლი შეიცავს წყალსა და მინერალურ მარილებს. თესლის აღმოცენებისთვის საჭიროა ტემპერატურა, წყალი, ჟანგბადი. ნაყოფებსა და თესლებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ადამიანისა და ცხოველების კვებისთვის, მათ დიდი გამოყენება აქვს მედიცინაში, ზოგიერთი მათგანისგან ამზადებენ ზეთებსა და სუნამოებს.

ფარულთესლოვანი მცენარეების ზოგიერთი ოჯახების მოკლე დახასიათება

ფარულთესლოვანი მცენარეები დედამიწაზე სიცოცხლის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე ყველაზე უფრო განვითარებულ და თანამედროვე პირობებთან შეგუებულ მცენარეებს წარმოადგენენ. მათ გააჩნიათ კარგად განვითარებული ფესვი, ღერო, ფოთოლი. გასამრავლებელი ორგანოა ყვავილი. თესლი ნაყოფშია მოთავსებული და დაცულია გარემოს არახელსაყრელი პირობებისგან. ფარულთესლოვნებს ყოფენ ორ დიდ ჯგუფად: ორლებნიან და ერთლებნიან მცენარეთა კლასებად. ორლებნიანი მცენარეების თესლი ორ ლებანს შეიცავს, ხოლო ერთლებნიანთა თესლში მხოლოდ ერთი ლებანია. თუ რომელ კლასს მიეკუთვნება მცენარე, ადგენენ თესლებში ლებნების რაოდენობით, ფოთლების დაძარღვით და ფესვების ტიპით. თუ მცენარეს ორლებნიანი თესლი, ბადისებურძარღვიანი ფოთლები და მთავარღერძიანი ფესვი აქვს, მას ორლებნანთა კლასს აკუთვნებენ; თუ მცენარეებს ერთლებნიანი თესლი, ფოთოლში პარალელური ან რკალური დაძარღვა, ხოლო ფესვი ფუნჯა აქვთ. ორლებნიან მცენარეებს მიეკუთვნება თითქმის ყველა ფარულთესლოვანი და ბუჩქოვანი მცენარე, ბოსტნეული და მინდვრის ზოგიერთი კულტურა, მრგვალი დეკორატიული, ყვავილოვანი და ველური მცენარე. ერთლებნიან მცენარეებს მიეკუთვნება ყველა ხორბლეული, ველური მარცვლოვანი, ასევე რიგი სხვა მცენარეები. ზოგჯერ დაძარღვითა და ფესვის ტიპების მიხედვით ძნელდება მცენარეთა მიკუთვნება ამა თუ იმ კლასისთვის. ამიტომ საჭიროა სხვა დამატებითი ნიშნების ცოდნაც (მაგ. კამბიუმის არსებობა ძირითადად

ორლებნიანი მცენარეებისთვისაა დამახასიათებელი) ერთლებნიან და ორლებნიან მცენარეთა კლასებში შემავალი ოჯახები ერთმანეთისაგან ძირითადად ყვავილისა და ნაყოფის აგებულებით განსხვავდებიან.

ორლებნიანთა კლასიდან (Dicotyledoneae) აღსანიშნავია: ვარდისებრთა, პარკოსანთა, ჯვაროსანთა, ძაღლყურძენასებრთა, რთულყვავილოვანთა, ტეგნისებთა, ვაზისებრთა, ჩაისებრთა და სხვა ოჯახები.

ვარდისებრთა ოჯახი – ამ ოჯახის მცენარეებისათვის დამახასიათებელია ყვავილის ასეთი აგებულება: ჯამის ფოთოლაკი (კალიქს) – 5; გვირგვინის ფურცელი (კოროლა) – 5; მტვრიანა (ანდროცელემ) – მრავალი, რომელიც გაფართოებულყვავილსაჯდომზეა მოთავსებული: ბუტკო – 1 ან მრავალი, რომელიც განლაგებულია ამოზნექილი ან ჩაზნექილი ქოთნისებურ ყვავილსაჯდომზე, ნაყოფი წვნიანი, კენკრა ან კურკიანაა. ამ ოჯახის მცენარეებია ასკილი, ვარდი, ვაშლი, ატამი, ნუში, მაყვალი, ჟოლო, ხენდრო, სახეობათა რაოდენობა ამ ოჯახში 2000-ია.

პარკოსანთა ოჯახი – ერთ-ერთი მრავალრიცხოვანი ოჯახია; იგი 15 ათასამდე სხვადასხვა სახეობის მცენარეს აერთიანებს. ამ ოჯახის სახელწოდება წარმოდგება ამ ოჯახისათვის დამახასიათებელი ნაყოფის ტიპით, რომელიც წარმოადგენს პარკს. მათი ყვავილის აგებულება ასეთია ჯ5, გ5, მ$^{9+1}$ (ცხრა შეზრდილი და 1 განცალკევებული), ბ1 ყვავილი ნიჩბებიან ნავს წააგავს, ზედა ფურცელს აფრას უწოდებენ, 2-გვერდითს ფრთებს, 2 – წინაფურცელს – ნავს. ფოთოლი რთულია. ნაყოფი პარკია. ამ მცენარეთა ფესვებზე სახლდება ბაქტერიები, რომლებიც წარმოქმნიან კოჟრებს, მათ ჰაერში არსებულ აზოტის შეთვისების უნარი აქვთ, რომელსაც გარდაქმნიან მცენარისთვის შესათვისებელ ფორმაში. იმ ნაკვეთზე, სადაც პარკოსანი მცენარეებია, ნიადაგი მდიდრდება აზოტით. ამ ოჯახის წარმომადგენლებიდან აღსანიშნავია ბარდა, ლობიო, სოიო, არაქისი, ცერცველა და სხვ. დეკორაციული მცენარეებიდან ყვითელი აკაცია, ბაღის არჯაკელი, ცრუ აკაცია, მიმოზა, გლიცინია (ცის-ვაზი) და სხვ.

ხანჭკოლი, ესპარცეტი, იონჯა, სამყურა – საქონლის საუკეთესო საკვებია. ამ ოჯახის მცენარეთა თესლი დიდი რაოდენობით შეიცავს ცილებს და ცხიმებს, ამიტომ ძვირფასი საკვებია

ადამიანებისა და ცხოველებისათვის.

ჯვაროსანთა ოჯახი – ამ ოჯახში 3000-მდე მცენარეა გაერთიანებული. ამ ოჯახის მცენარეების ყვავილის აგებულება ასე გამოიხატება: ჯ0, გ4, მ4+2. (4 გრძელი; 2 მოკლე)ბ1. ამ ოჯახის მცენარეთა ნაყოფია ჭოტი ან ჭოტაკი. ჯვაროსანთა ოჯახის მცენარეებიდან კოლუტურლ მცენარეებს მიეკუთვნება: კომბოსტო, თალგამურა, ბოსტნის ბოლოკი, თალგამი, ტურნეფსი, მდოგვი, პირშუშხა. ზოგიერთი მცენარიდან ხდიან ზეთს, მაგ. რაფსისა და მდოგვისაგან.

სარეველა მცენარეებიდან აღსანიშნავია ბოლოკურა, შალგი, ხაჭიჭორა, გონგოლი, წიწმატურა და სხვ. კულტურული მცენარეებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია კომბოსტოს მრავალი ჯიში: ყვავილოვანი, ბრიუსელის, წითელთავიანი, კოლრაბი და სხვ. კომბოსტოს სამშობლო ხმელთაშუა ზღვის ქვეყნებია. ველური კომბოსტოსგან ადამიანმა მიიღო მისი მრავალი ჯიში. კომბოსტო შეიცავს C და უ ვიტამინს, ცილებს, ნახშირწყლებს, რასაც დიდი კვებითი და სამკურნალო მნიშვნელობა აქვს.

ძაღლყურძენასებრთა ოჯახი – დაახლოებით 1700 სახეობას ითვლის. ამ ოჯახის დამახასიათებელი ნიშნებია ჯ5, გ5, მ5, ბ1, ყვავილი სიმეტრიულია და ვარსკვლავს წააგავს. ნაყოფი კენკრა ან კოლოფი. ძაღლყურძენასებრთა ოჯახის მცენარეებია: ძაღლყურძენა, ონტკოფა, თეთრეკალა, ლენცოფა, ლემა და სხვ. ამ ოჯახის მცენარეები შხამიანია, შეიცავენ გლუკოალკალოიდ სოლანინს, გლუკბილა (დულკამარინს) და სხვ. ლენცოფა, ლემა, ბელადონა ძლიერ შხამიანი მცენარეებია. მოწამვლა იწვევს თავის ტკივილს, აჩქარებულ გულისცემას, სუნთქვის გაძნელებას, თვალის გუგების გაფართოებას, პირის სიმშრალეს. ბელადონა შეიცავს ალკალოიდს – ატროპინს, რომელიც შხამიანია, მაგრამ მცირე დოზები გამოიყენება მედიცინაში. ლენცოფა და ლემაც ასევე შეიცავს ატროპინსა და სხვა შხამიან ნივთიერებებს (სკოპოლამინს – ატროპინის მსგავსს), რომელიც ასევე მცირე დოზებით გამოიყენება მედიცინაში (ტკივილდამაყუჩებელ და დამამშვიდებელ საშუალებად) დიდი დოზები იწვევენ ადამიანებისა და ცხოველების მოშხამვასა და სიკვდილსაც.

ამ ოჯახიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია საუკეთესო უშხამო ბოსტნეული მცენარეები: კარტოფილი, პომიდორი, ბადრიჯანი, წი-

წაკა და სხვ. ამ მცენარეთა უმრავლესობის სამშობლო ამერიკაა.

რთულყვავილოვანთა ოჯახი – ამ ოჯახში 25 ათასი სახეობის მცენარეა გაერთიანებული. ხუთყვავილოვანი მცენარეებია: მზესუმზირა, ასტრა, გეორგინა, გულყვითელა, ზიზილა, ქრიზანთემა, ღიღილო, გვირილა, ბაბუაწვერა, ვირისტერფა და სხვ. ამ ოჯახისათვის დამახასიათებელი ნიშნებია: კალათა ყვავილედი, რომელიც შედგება ენისებური ან მილისებური ყვავილებისაგან; კალათა შეიძლება შეგებოდეს მხოლოდ ენისებური ან მხოლოდ მილისებური ყვავილებისაგან. ლურჯ ღიღილოს კი გარეთა ყვავილები ძაბრისებრი აქვს, ცენტრში კი მილისებური ყვავილებია. ყვავილის ფორმულა ასეთი სახითაა წარმოდგენილი ჯ5, გ5, მ5. ბუტკო 1, ნაყოფი თესლურაა (მშრალი – ერთთესლიანი ნაყოფი).

საქართველოში გავრცელებული ზოგიერთი რთულყვავილოვანი იშვიათ სახეობას მიეკუთვნება. მაგ. ჯავახეთის ფამფარულა გავრცელებულია ჯავახეთის ქედზე, კეცხოველის ფამფარულა – სამხრეთ საქართველოში. ესენი ენდემური მცენარეებია და გადაშენების საფრთხის წინაშეა. ასევეა ხარისშუბლაც, რომელიც კავკასიის ენდემია – მას წამლების დასამზადებლად იყენებენ. ეს მცენარეები წითელ წიგნშია შეტანილი და დაცვას საჭიროებს.

რთულყვავილოვანთა ზოგიერთი წარმომადგენელი (მზესუმზირა) იძლევა ძვირფასი სახის ზეთს, მარგარინს, ჰალვას, ბევრი ცხოველთა საუკეთესო საკვები, ბევრიც დეკორაციაში და მედიცინაში გამოიყენება (მატრიკარია, ასფურცელა, გულყვითელა).

ქოლგოსანთა ოჯახი – 3000 სახეობას აერთიანებს. ამ მცენარეთა ყვავილედი ქოლგას ტიპისაა. ამ ოჯახში გაერთიანებულია: სტაფილო, ოხრახუში, კამა, კვლიავი, ძირთეთრა, ანისული და სხვა. სტაფილო და ოხრახუში დიდი რაოდენობით შეიცავს A და C ვიტამინს ნახშირწყლებს მინერალურ მარილებს. ოხრახუშის ფესვები, ფოთლები, ნაყოფები შარდმდენი საშუალებაა.

სამკურნალო თვისებებით ხასიათდება კვლიავი და კამა.

შხამიანი მცენარე ციკუტა. იგი ოხრახუშს მოგვაგონებს, მაგრამ შეიცავს შხამიან ნივთიერება – ციკუტინს და ციკოტოქსინს. იგი იწვევს სასუნთქი სისტემის დამბლას. საქართველოში გავრცელებული შხამიანი მცენარეა კონიო.

ტეგნისებრთა ოჯახში – ციტრუსოვანი მცენარეებია გაერთიანებული. მათგან აღსანიშნავია: მანდარინი, ფორთოხალი, გრე-

იფრუტი, ლიმონი. მათი ყვავილის ფორმულაა. ჯ3 ან 5გ4-8; მ-მრავალი, ბუტკო - 1, ნასკვი მსხვილი და მრავალბუდიანი. მათი ნაყოფი ნარინჯულაა. დასავლეთ საქართველოში მოჰყავთ მანდარინი, ლიმონი, ფორთოხალი, გრეიფრუტი. ციტრუსების კანი ტყავისებურია, მდიდარია ეთერზეთებით, რბილობი წვნიანია, გემრიელი და სასარგებლო. შეიცავს C ვიტამინს.

ჩაისებრთა ოჯახის წარმომადგენელია ჩაის ბუჩქი. სამშობლო სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაა. იგი გაშენებულია დასავლეთ საქართველოში, აზერბაიჯანში (ლენქორანის დაბლობი) და კრასნოდარში. ყვავილები დიდი ზომის თეთრი ან ვარდისფერია. ყვავილს აგებულება ასეთია: ჯ7-5; გ9-5; მრავალი, ბ-1, სამბულიანი; ნაყოფი კოლოფი. ჩაის ფოთლები შეიცავს კოფეინს, ცილებს, ვიტამინებს, ეთერზეთებს, ტანინებს. ეთერზეთები ჩაის აძლევს არომატს, ტანინები გემოსა და ფერს.

ყაყაჩოსებრთა ოჯახის მცენარეა მრავალი სახის ყაყაჩო. ამ ოჯახში შემავალი მცენარეებიდან ღებულობენ ოპიუმს. იგი ტკივილდამაყუჩებელი საშუალებაა. დიდი დოზები ჰალუცინაციებს იწვევს. ოპიუმის შემადგენლობაში შედის ალკალოიდები პაპავერინი - სისხლძარღვების გამაფართოვებელი, მორფინი - დამამძინებელი; კოდეინი - ხველების საწინააღმდეგო საშუალება.

ერთლებნიან მცენარეთა ოჯახები Monocotyledoneae

მარცვლოვანთა ოჯახი. მათთვის დამახასიათებელია თესლში ერთი ლებნის არსებობა, ფუნჯა ფესვი; ფოთოლი პარალელური დაძარღვის ნაყოფი მარცვალი, ყვავილედი თავთავი, ტარო ან საგველა.

ხორბალი უძველესი კოლუტურული მცენარეა. საქართველოს ხორბლის ერთ-ერთ სამშობლოდ თვლიან ხორბლის ფოთლები წვრილი გრძელი და პარალელურძარღვიანია. ყვავილედი თავთავია. იგი შედგება თავთუნებისგან. თავთუნს აქვს ორი კილი, კილებს შორის 2-დან 7-მდე ყვავილია. ხორბალის ყვავილს ყვავილსაფარის ნაცვლად 2 კილი აქვს, მტვრიანა - 3, ბუტკო ფითისებრი ორი დინგით. ხორბალი თვითდამტვერავი მცენარეა. ნაყოფი მარცვალაა. ხორბლის სახეობებიდან აღსანიშნავია მაგარი და რბილი ხორბალი. საქართველოში ითესება

საგაზაფხულო და საშემოდგომო ხორბალი.

სიმინდიც მარცვლოვანი მცენარეა. სამშობლო სამხრეთ ამერიკაა. საქართველოში ეს კულტურა XVII საუკუნეში შემოიტანეს. სიმინდი ერთწლიანი კულტურაა. მისი ყვავილები შეკრებილია ბუტკო ანუ ტარო ყვავილედად რომელიც ფოთლის იღლიაშია და საგველა ანუ მამრობით ყვავილედად, რომელიც მცენარის წვერშია. მარცვლოვნებს ეკუთვნის ჭვავი, შვრია, ბრინჯი. მარცვლოვანთა ბალახეული მცენარეებიდან აღსანიშნავია: ჭანგა, ტიმოთელა, ვაციწვერა და სხვ.

შროშანისებრთა ოჯახი - ბალახოვანი, ბოლქვიანი ან ფესურიანი მცენარეებია. ამ ოჯახის მცენარეების ყვავილს აგებულება ასეთია ჯ0 - (ჯამის ფოთოლაკები არა აქვთ), გვირგვინის ფურცლები 3+3 - ორ წრედ განლაგებული, მტვრიან 6, ბუტკო - 1. სამნაკვთიანი, ნაყოფი კოლოფი ან კენკრაა.

ამ ოჯახის წარმომადგენელია: შროშანი, ალოე, ხახვი, ნიორი, ტიტა, დრაცენა, სატაცური, ალოე.

შროშანისებრთა ოჯახის მცენარეები მნიშვნელოვანი საბოსტნე კულტურებია, რომლებსაც საგემოვნო და სამკურნალო მნიშვნელობა აქვს. ისინი შეიცავენ ფიტონციდებს, რომლებიც კლავს ბაქტერიებს და ხელს უწყობს საკვების უკეთ მონელებას.

შროშანისებრთა ოჯახის რიგი წარმომადგენლები გამოიყენება დეკორაციაში.

მცენარეული საფარის მდგომარეობა საქართველოში

საქართველოს ტერიტორია მიუხედავად სიმცირისა (69,7 ათას კმ²) სახეობათა მნიშვნელოვანი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა რაც განპირობებულია მისი გეოგრაფიული მდებარეობით ნიადაგურ-კლიმატური პირობებით ჰიდროლოგიური რეჟიმითა და სხვა ფაქტორები საქართველოში დღეს 4000-მე მეტი სახეობის ფარულთესლოვანი შიშველთესლოვანი 500-მდე სპოროვანი მცენარეთა და კულტურულ მცენარეთა 2,5 ათასი სახეობა ხარობს.

დღესდღეობით დედამიწაზე ტყეს უკავია ხმელეთის 30%. ადრე ტყეები უფრო დიდ ტერიტორიაზე იყო გავრცელებული. დროთა განმავლობაში იგი გაიჩეხა სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულებისათვის, სამშენებლო მიზნებისათვის და სხვ. ტყის განადგურებას ასევე ხელი შეუწყო საქონლის ძოვებამ და ტყის

ხანძრებმაც. ამჟამა საქართველოსტერიტორიის 1,3-ზე მეტი ტყეებს უჭირავს. ამმხრივ საქართველო მნიშვნელოვნად უსწრებს ევროპის ბევრქვეყანას - გერმანიას,იტალიას, შვეიცარიას,ინგლისს დასხვ.საქართველოში, ისე როგორც მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში არ დარჩენილა თითქმის არცერთი რეგიონი, სადაცტყის ფართობი არ შემცირებულიყო, რამაც გარკვეული გავლენა მოახდინა კლიმატზე, ნიადაგებზე, ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე, ცხოველთა მრავალფეროვნებაზე და სხვ.

დღეს საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული მცენარეთა უმრავლესობა გადაშენების პირასაა ან გადაშენების საფრთხე ემუქრება. საქართველოში კატასტროფულად იზრდება წითელ წიგნში შეტანილი სახეობების რაოდენობა. წითელი წიგნი - ესაა იშვიათ და გადაშენების პირამდე მისულ მცენარეთა და ცხოველთა სახეობების სია მათი მოკლე აღწერით. წიგნში შესულია მცენარეთა იშვიათი და გადაშენების პირას მისული 161 სახეობა. აქედან გვიმრანაირების - 3, შიშველთესლიანების - 5, ფარულთესლოვნების - 153 სახეობა. „წითელი წიგნს“ მიზანია იშვიათი, გადაშენებადი და შემცირებადი სახეების დაცვა და შენარჩუნება, რომელთა გადარჩენისათვის განსაკუთრებული ზომების მიღებაა საჭირო. წითელ წიგნში შეტანილ მცენარეთა შორის აღსანიშნავია სამეფო გვიმრა, ელდარისა და ბიჭვინთის ფიჭვი, უთხოვარი, ქართული ნეკერჩხალი, ქართული კოწახური, მრგვალი წამალი, მედვედევის არყი, სამეგრელოს შავი არყი, კოლხური ბზა, მაჩიტების სხვადასხვა სახე, კავკასიის აკაკი, კეცხოველის ფამფარა, კოლხური და ქართული თხილი, ქაცვი, ხემარწყვი, წაბლი, მუხის, ასტრგადის, კურდღლისცოცხას სხვადასხვა სახე. ქართლისა, მაიკოსა და ლაგოდეხის იორლასალამი, ძელქვა, ღოლის პური, ასევე ქართული ხორბალი, ბამბახის, შროშანის, ტიტას სხვადასხვა სახე და სხვ.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. საიდან წარმოდგა ფარულთესლიან მცენარეთა სახელწოდება?
2. რა ნიშნები ახასიათებთ ფარულთესლოვნებს?
3. რა მნიშვნელობა აქვს ყვავილს ფარულთესლიანი მცენარეებისათვის?
4. რატომ არის ფესვი მცენარის ძირითადი ორგანო?

5. რა ფუნქციები აქვს ფესვს?
6. რას ეწოდება ფესვთა სისტემა?
7. რას ეწოდება მთავარღერძიანი ფესვი? რომელ მცენარეებს ახასიათებს?
8. რას ეწოდება ფუნჯა ფესვი? რომელ მცენარეებს ახასიათებს?
9. როგორ ვითარდება მთავარღერძიანი ფესვი? ფუნჯა ფესვი?
10. რას ეწოდება გვერდითი, ანუ მეორეული ფესვები?
11. რას ეწოდება დამატებითი ფესვები?
12. რას ეწოდება მთავარი ფესვი?
13.რას ეწოდება საჰაერო ფესვები, საბჯენი ფესვები?
14.რისი საშუალებით იზრდება ფესვი და რატომ?
15.დაასახელეთ ფესვის ზონები.
16.რისი საშუალებით ხდება მინერალური და ორგანული ნივთიერების მოძრაობა ფესვში?
17.დაასახელეთ ფესვის სახეცვლილებები.
18.რა ფუნქციას ასრულებს ფოთოლი?
19.რა ნაწილებისაგან შედგება ფოთოლი?
20.რა ფორმის შეიძლება არსებობდეს ფოთოლი?
21.კიდის მიხედვით როგორი შეიძლება იყოს ფოთოლი?
22.რას ეწოდება მარტივი ფოთოლი? რთული ფოთოლი?
23.როგორი შეიძლება იყოს ფოთოლი ყუნწზე განლაგების მიხედვით?
24.რომელი ქსოვილებისაგან შედგება ფოთოლი?
25.რა ფუნქციას ასრულებს ძარღვები ფოთოლში?
26.როგორია ფოთლის უჯრედული აგებულება?
27.რა მნიშვნელობა აქვს ტრანსპირაციას?
28.რა მნიშვნელობა აქვს ფოტოსინთეზს?
29.ჩამოთვალეთ ფოთლის სახეცვლილებები.
30.რა მნიშვნელობა აქვს ღეროს?
31.რას ეწოდება ყლორტი?
32.რით განსხვავდება ერთმანეთისაგან საყვავილე და საფოთლე კვირტები?
33.რისი საშუალებით იზრდება ყლორტი? რა ჰქვია ამ ქსოვილს?
34.როგორია ღეროს შინაგანი აგებულება?
35.რა არის კამბიუმი და რა ხდება მისი საშუალებით?
36.დაასახელეთ ღეროს მიწისზედა და მიწისქვეშა სახეცვლილებები.
37.დაასახელეთ ღეროს სახეები ფორმის მიხედვით.

38.საიდან წარმოიქმნება ყვავილი?
39.რა მნიშვნელობა აქვს ყავილს მცენარისთვის?
40.რას ეწოდება ყვავილსაფარი?
41.როგორ ყვავილს ეწოდება ორმაგყვავილსაფრიანი, მარტივ ყვავილსაფრიანი, შიშველი ყვავილი?
42.როგორ ყვავილს ეწოდება ცალსქესიანი ყვავილი?
43.როგორი აგებულება აქვს ბუტკოსა და მტვრიანებს?
44.როგორ ყვავილს ეწოდება ორსქესიანი ყვავილი?
45.როგორ მცენარეს ეწოდება ერთსახლიანი, ორსახლიანი?
46.რას ეწოდება ყვავილედი და რა ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს მას?
47.ყვავილედის რა ფორმები არსებობს?
48.რას ეწოდება დამტვერვა, რამდენი სახისაა იგი?
49.რას ეწოდება თვითდამტვერვა? ჯვარედინი დამტვერვა?
50.რა ნიშნები ახასიათებთ მწერიმტვერია ყვავილებს? ქარიმტვერია ყვავილებს?
51.როგორ ხდება ორმაგი განაყოფიერება ყვავილოვან მცენარეებში?
52.რა მიიღება ორმაგი განაყოფიერების შედეგად?
53. რა მნიშვნელობა აქვს თესლებს და ნაყოფებს? როგორ მიიღება თესლები და ნაყოფები?
54.რას ეწოდება მშრალი და წვნიანი ნაყოფები?
55.ჩამოთვალეთ მშრალი ნაყოფის ტიპები.
56.ჩამოთვალეთ სველი ნაყოფის ტიპები.
57.რას ეწოდება ცრუ ნაყოფი? ნამდვილი ნაყოფი? რთული ნაყოფი?
58.რით განსხვავდება ორლებნიანი და ერთლებნიანი თესლები ერთმანეთისგან?
59.როგორი აგებულება აქვს თესლებს?
60.რა ფაქტორებია საჭირო თესლის გაღივებისათვის?

ტესტები

1. ფარულთესლიანებს ეს სახელწოდება მიეცა იმის გამო, რომ მათ გააჩნიათ:
   ა. თესლები; ბ. ყვავილები;
   გ. თესლი მოთავსებულია ნასკვში; დ. თესლი შიშველადაა.

2. ფარულთესლოვნების ძირითადი ორგანოებია:
   ა. ფესვი, ყვავილი, თესლი; ბ. ფესვი, ღერო;
   გ. ფესვი, ღერო, ფოთოლი; დ. ფოთოლი, ღერო, ყვავილი.
3. მთავარღერძიანი ფესვი ახასიათებს:
   ა. ხე მცენარეებს; ბ. ბუჩქებს;
   გ. ბალახოვან მცენარეებს; დ. ორლებნიან მცენარეებს.
4. ფუნჯა ფესვი ახასიათებს:
   ა. ბალახოვან მცენარეებს; ბ. მარცვლოვნებს;
   გ. ერთლებნიანებს; დ. პარკოსნებს.
5. მთავარი ფესვი ვითარდება:
   ა. ჩანასახის ფესვაკისაგან; ბ. ფესვის ყელიდან;
   გ. გვერდითი ფესვებიდან; დ. დამატებითი ფესვებიდან.
6. ფესვში არჩევენ სხვადასხვა ზონებს:
   ა. ფესვის წვერს, ზრდის ზონას, შემწოვ და გამტარს;
   ბ. ფესვის წვერს, შალითას, გაჭიმვის ზონას, ფესვის ყელს;
   გ. ფესვის წვერს, შემწოვ ზონას, გამტარ ზონას, ფესვის ყელს;
   დ. ყველა პასუხი სწორია.
7. ფოთლის ძირითადი ფუნქციაა:
   ა. ორგანულ ნივთიერებათა დაგროვება;
   ბ. მინერალურ ნივთიერებათა გადაადგილება;
   გ. მცენარის დაცვა;
   დ. ტრანსპირაცია და ფოტოსინთეზი.
8. რთული ფოთოლი არის:
   ა. როცა 1 ყუნწზე 1 ფოთოლია;
   ბ. როცა ყლორტზე რამოდენიმე საყვავილე კვირტია;
   გ. როცა ფოთოლი ყუნწის წვერზეა მოთავსებული;
   დ. როცა ერთ ყუნწზე რამოდენიმე ფოთოლაკია.
9. რა არის ყლორტი:
   ა. ღეროს გამონაზარდი;
   ბ. ერთწლიანი დაუტოტავი ღერო მასზე განლაგებული ფოთლებითა და კვირტებით;
   გ. მცენარის ვარჯი;
   დ. ხემცენარის ზრო.
10. ღეროს შინაგან აგებულებაში განარჩევენ:
   ა. ქერქი, კამბიუმი, გულგული;
   ბ. კანი, საფევი, მერქანი;

გ. ქერქი, კორპის ფენა, მერქანი;
დ. ქერქი, მერქანი, გულგული.

11. კამბიუმი მოთავსებულია:
ა. ლაფანსა და მერქანს შორის;
ბ. ლაფანსა და გულგულს შორის;
გ. კორპის ფენასა და ლაფანს შორის;
დ. მერქანსა და გულგულს შორის;

12. ლაფნის საცრიანი მილების საშუალებით
ა. ღეროში მოძრაობს მინერალური ნივთიერებანი;
ბ. ღეროში მოძრაობს ორგანული ნივთიერებანი;
გ. ღეროში მოძრაობს გაზები;
დ. ღეროში მოძრაობს წყალი.

13. რა მნიშვნელობა აქვს ყვავილს მცენარისათვის:
ა. იგი წარმოადგენს მცენარის თესლით გამრავლების ორგანოს;
ბ. მის გარეშე შეუძლებელია დამტვერვა;
გ. მისი საშუალებით ხდება ნაყოფებისა და თესლების წარმოქმნა;
დ. ყველა პასუხი სწორია.

14. ყვავილსაფარი არის:
ა. ჯამის ფოთოლაკები და გვირგვინის ფურცლები;
ბ. გვირგვინის ფურცლები და მტვრიანები;
გ. ჯამის ფოთოლაკები და ბუტკო;
დ. ყველა პასუხი სწორია.

15. ყვავილედი არის:
ა. ყვავილთა კრებული; ბ. დიდი ზომის ყვავილი;
გ. კაშკაშა ყვავილები; დ. მკვეთრი სუნის მქონე ყვავილები.

16. ცალსქესიანი ყვავილია:
ა. რომელიც მხოლოდ ბუტკოს ან მხოლოდ მტვრიანებს შეიცავს;
ბ. ცალსქესიანი ყვავილი, რომელიც მხოლოდ მტვრიანებს შეიცავს;
გ. ცალსქესიანი ყვავილი, რომელიც მხოლოდ ბუტკოს (ან ბუტკოებს) შეიცავს;
დ. ყველა პასუხის წორია.

17. ერთსახლიანია მცენარე როცა:
ა. ერთ მცენარეზე მხოლოდ ბუტკოიანი ან მტვრიანებიანი

ყვავილებია მოთავსებული;
ბ. მდედრობითი და მამრობითი ყვავილები ერთ მცენარეზეა;
გ. როცა ერთ მცენარეზე ბუტკოიანი ყვავილებია;
დ. როცა ერთ მცენარეზე მტვრიანებიანი ყვავილებია.

18. დამტვერვა არის მტვრის მარცვლის მოხვედრა:
ა. გვირგვინის ფურცლებზე;
ბ. ჯამის ფოთოლაკებზე;
გ. ყვავილსაჯდომზე;
დ. ბუტკოს დინგზე.

19. ჯვარედინი დამტვერვა არის მტვრის მარცვლის მოხვედრა:
ა. იმავე ყვავილის ბუტკოს დინგზე;
ბ. მეორე ყვავილის ყვავილსაფარზე;
გ. მეორე ყვავილის სანექტრეებზე;
დ. იმავე ტიპის სხვა ყვავილზე.

20. ნამდვილი ნაყოფის წარმოქმნაში მონაწილეობს:
ა. ბუტკოს ნასკვი; ბ. მტვრიანები;
გ. ყვავილსაჯდომი; დ. ყვავილსაფარი.

21. მოძებნეთ მცდარი პასუხი. ცრუ ნაყოფის წარმოქმნაში მონაწილეობს:
ა. მხოლოდ ნასკვი; ბ. ყვავილსაჯდომი
გ. ყვავილსაჯდომი და ბუტკო; დ. მრავალი ბუტკო

22. ორლებნიანი მცენარის ეთსლი შედგება:
ა. კანის და ჩანასახისაგან;
ბ. ლებნებისა და ჩანასახისაგან;
გ. კანის, ლებნებისა და ჩანასახისაგან;
დ. ლებნებისა და ფესვაკისაგან.

23. ერთლებნიანი მცენარის თესლი შედგება:
ა. კანის, ლებნისა და ჩანასახისაგან;
ბ. კანის, ლებნის, ენდოსპერმისა და ჩანასახისაგან;
გ. ენდოსპერმისა და ჩანასახისაგან;
დ. კანი, ლებანი, ენდოსპერმი.

ლიტერატურა: 4, 7, 10, 11, 14, 18, 20, 22, 30, 31, 33, 69.

ზოოლოგია

თავი I

ზოოლოგიის საგანი და ამოცანები, მისი მნიშვნელობა

ზოოლოგია არის ცხოველთა სამეფოს შემსწავლელი მეცნიერება. ცხოველთა სამეფოს ფაუნა ეწოდება. ე.ი. ზოოლოგია შეისწავლის ფაუნას. სიტყვა ზოოლოგია ბერძნულია და ნიშნავს მეცნიერებას ცხოველთა სამეფოს შესახებ (Zoon - ცხოველი logos - მოძღვრება, მეცნიერება) ზოოლოგია შეისწავლის ცხოველთა სამეფოს კომპლექსურად - სრულყოფილად. ე.ი. სწავლობს ცხოველის როგორც მორფოლოგია-ანატომიას, გამრავლებას, ინდივიდუალურ და ისტორიულ განვითარებას, ცხოველთა შეგუებას გარემო პირობებთან, ცხოველთა სისტემატიკას, მათ გავრცელებას დედამიწასა და წყალში, ცხოველთა ფილოგენეტიკას, მათ მნიშვნელობას ბუნებასა და ადამიანისათვის. ცხოველთა სამყაროს შესწავლას ადამიანისათვის აქვს როგორც პრაქტიკული, ასევე თეორიული მნიშვნელობა. პრაქტიკული მნიშვნელობა უდიდესია, რადგან ოდითგანვე ადამიანი იყენებდა და იყენებს ცხოველებს როგორც სასურსათო პროდუქტების (ხორცი, რძე და რძის პროდუქტები, ცხიმი, კვერცხი და ა.შ.) წყაროს. ცხოველებისაგან ვღებულობთ მატყლს, ბეწვს, ტყავს, ბუმბულს. ისინი გამოიყენებოდა და დღესაც გამოიყენება როგორც გამწევი ძალა და გადაადგილების საშუალება. მათ აქვთ ესთეტიკური და დეკორაციული მნიშვნელობა (გედები, ფარშავანგები, იადონები, შინაური კატებისა და ძაღლების სხვადასხვა ჯიშები და ა.შ.) უდიდესი მნიშვნელობა აქვს სარეწაო ცხოველებს (თევზები, ვეშაპები, ელაპები, ბეწვის მომცემი ცხოველები) სარეწაოდ ჩაითვლება ცხოველი თუ ის ბუნებაში მასიურად გვხვდება და გამოიყენება ადამიანის მიერ. უდიდესია მწერების მნიშვნელობა როგორც მცენარეთა ჯვარედინი დამტვერავებისა, მათი საშუალებით მცენარეთა

მოსავლიანობა იზრდება 50-60%-ით. ბევრი ფრინველი, ძუძუმწოვარი თუ ფეხსახსრიანი ანადგურებს სასოფლო სამეურნეო და სატყეო მეურნეობის მავნე მწერებს მათ მატლებსა და ჭუპრებს. ზოოლოგიის შესწავლას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მედიცინის განვითარების საქმეში. რადგან მრავალი უმარტივესი ცხოველი, ჭია, ფეხსახსრიანი (ტკიპები, ტილები, ბაღლინჯოები, ტარაკნები და ა.შ.) სხვადასხვა საშიში დაავადებების გამომწვევები ან გადამტანები არიან. ზოოლოგიის ცოდნა მედიცინას აძლევს საშუალებას ამ ცხოველების განვითარების თავისებურებათა გათვალისწინებით გამონახოს მათ წინააღმდეგ ბრძოლის მეთოდები და დაიცვას ადამიანები მძიმე დაავადებებისაგან.

მრავალი პარაზიტი აქვეითებს შინაური ცხოველების პროდუქტიულობას. ვეტერინარია ზოოლოგის ცოდნის გარეშე უძლური იქნებოდა დაეცვა შინაური ცხოველები პარაზიტებისაგან.

ბევრი მრგვალი ჭია, მწერი და მღრღნელი აჩანაგებს მცენარეთა მოსავლიანობას. ზოოლოგიის ცოდნა აადვილებს მათ წინააღმდეგ ბრძოლის მეთოდების შემუშავებას.

რაც შეეხება თეორიულ მნიშვნელობას, ზოოლოგია იძლევა აუარება ფაქტობრივ მასალას, რათა ადამიანს შეექმნას სამყაროს განვითარებაზე სწორი მატერიალისტური შეხედულებები და გაიზარდოს მისი ცოდნის ჰორიზონტი. ნათელი წარმოდგენა იქონიოს ცხოველთა სამყაროს ევოლუციურ განვითარებაზე, რაშიც დიდად ეხმარება გადაშენებული და თანამედროვე ცხოველების შესწავლა.

თანამედროვე კლასიფიკაციის მიხედვით ცხოველთა სამეფო - Zoa იყოფა ორ ქვესამეფოდ I Protozoa - უმარტივესები, ანუ ერთუჯრედიანები და II Metazoa - მრავალუჯრედიანები.

I ქვესამეფო **Protoaoa** - უმარტივესები ანუ ერთუჯრედიანები. მათში გაერთიანებული ცხოველები მხოლოდ ერთი უჯრედისაგან შედგებიან და ეს ერთი უჯრედი უზრუნველყოფს ყველა სასიცოცხლო პროცესს, ე.ი. მათი სხეული უჯრედიც არის და მთლიანი ორგანიზმიც. ცხოველთა სამეფო დაყოფილია შემდეგ ტიპებად:

I ქვესამეფო Protozoa - ერთუჯრედიანები, ანუ უმარტივესები
I Sazcomastigophoa - სარკომასტიგოფორები
II Sporozoa - სპორიანები
III Cnidospoidia - კნიდოსპორიდიები
IV Ciliophora - ინფუზორიები ან წამწამიანები

II ქვესამეფო Metazoa - მრავალუჯრედიანები
V Spongia S. porifera - ღრუბელები
VI Coelenterata-cnidaria - მსუსხავი ნაწლავღრუიანები
VII Acnidaria - არამსუსხავი ნაწლავღრუიანები
VIII Plathelminthes - ბრტყელი ანუ პარენქიმული ჭიები
IX Nemertini - ნემერტინები
X Nemathelminthes - მრგვალი ანუ პირველადღრუიანი ჭიები
Acanthocephala - XI თავეკლიანი ჭიები
XII Annelides - რგოლიანი ჭიები
XIII Mollusca - რბილტანიანები ანუ მოლუსკები
XIV Arthropoda - ფეხსახსრიანები
XV Briozoa - ხავსელები
XVI Brachiopoda - მხარფეხიანები
XVII Echinodermata - კანეკლიანები
XVIII Pogonophora - პოგონოფორები
XIX Hemichordata - ნახევარქორდიანები
XX Chordata - ქორდიანები.

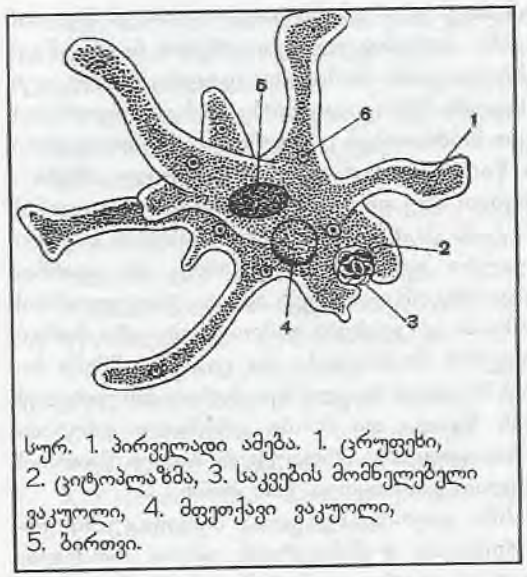
უმარტივესები ანუ ერთუჯრედიანები

უმარტივესთა ქვესამეფოში გაერთიანებული ცხოველები მიკროსკოპული ზომისაა. მათი სხეული შედგება ერთი უჯრედისაგან და ეს ერთი უჯრედი ასრულებს ყველა სასიცოცხლო პროცესს. ე.ი. მათი სხეული უჯრედიც არის და მთლიანი ორგანიზმიც. უმარტივესთა სხეული შედგება გარსის, ციტოპლაზმის და ბირთვისაგან. ციტოპლაზმა შეიცავს ყველა სტრუქტურულ კომპონენტს, რაც ცხოველთა უჯრედისთვისაა დამახასიათებელი. საკვების მონელება ხდება მომნელებელ ვაკუოლში, ხოლო დისიმილაციის პროდუქტების გამოყოფა მფეთქავი ვაკუოლით ხდება, სუნთქავენ სხეულის მთელი ზედაპირით. ახასიათებთ გაღიზიანებადობა და გამრავლება. მრავლდებიან უსქესოდ და სქესობრივად. უსქესო გამრავლება ხდება ორად ან მრავალ ინდივიდად დაყოფით. ხოლო სქესობრივი გამრავლება კონუგაციით ან კოპულაციით. უმარტივესები მოძრაობენ ცრუფეხებით, შოლტებით ან წამწამებით. არახელსაყრელ პირობებში ივითარებენ გარსს - ცისტას და ინცისტირებულ მდგომარეობაში რჩებიან ხელსაყრე-

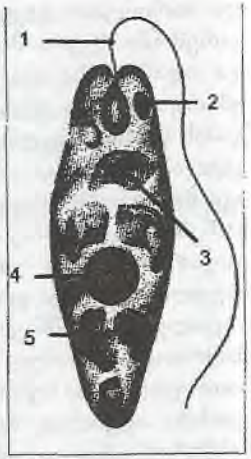
ლი პირობების დადგომამდე. უმარტივესები ცხოვრობენ წყლიან გარემოში. ბევრი მათგანი პარაზიტული ცხოვრების ნირს ეწევა და ადამიანისა და ცხოველების სამიშ დაავადებებს იწვევენ. უმარტივესების ქვესამეფოში შემავალი სარკომასტიგოფორების ტიპის წარმომადგენლები მოძრაობენ ცრუფეხებით ან შოლტებით. ყველაზე პრიმიტიული წარმომადგენელია **პირველადი ამება** - იგი მოძრაობს ცრუფეხებით ანუ ფსევდოპოდიებით და ეკუთვნის სარკმოსტიგოფორების ტიპს (სურ. I). პირველად ამებას სხეული დაფარული აქვს უთხელესი გარსით, რის გამოც არ გააჩნია სხეულის მუდმივი ფორმა, ამიტომ დაარქვეს ამება - რაც უფორმოს - ცვალებადს ნიშნავს. ამებას ცრუფეხები გამოიყენება არა მარტო მოძრაობის, არამედ საკვების მოპოვებისა და ციტოპლაზმაში ჩასათრევად. ამება სუნთქავს სხეულის მთელი ზედაპირით მის უთხელეს გარსში ადვილად შედის წყალი და მასში გახსნილი ჟანგბადი ნახშირორჟანგი და დისიმილაციის სხვა პროდუქტები ზედმეტ წყალთან ერთად მფეთქავი ვაკუოლით გამოიყოფა გარემოში.

სარკოდინების კლასში გაერთიანებულია პარაზიტული ერთუჯრედიანები, როგორებიცაა დეზინტერიის ამება, რომელიც იწვევს ამებურ დეზინტერიას, აგრეთვე პირის ღრუს ამება, რომელიც კარიეზულ კბილსა და კბილის ნადებებში ცხოვრობს. სარკოდინების კლასში გაერთიანებული არიან ისეთი ფორმებიც, რომლებსაც კირქვის ან კაჟმიწის ნიჟარა უვითარდებათ. სწორედ მათი ნიჟარების ბღვის ფსკერზე დალექვის შედეგად წარმოიქმნა ცარცისა და კაჟმიწის ქანები, ასეთ ერთუჯრედიანებს ქანთა წარმომქმნელებს უწოდებენ.

სარკომასტიგოფორებს ეკუთვნის შოლტიანების კლასის წარმომადგენელი **მწვანე ევგლენა** (სურ. 2). იგი გვხვდება გუბურებსა და წუმპეებში. ევგლენას სხეული თითისტარისებური ფორმისაა და გადაადგილდება ერთადერთი შოლტის წრიული მოძრაობით. ევგლენას თავისებურება იმაში გამოიხატება, რომ ციტოპლაზმაში გაბნეული აქვს მწვანე პლასტიდები ქლოროპლასტები და უნარი აქვს მწვანე მცენარის მსგავსად მოახდინოს ფოტოსინთეზი, ე.ი. იკვებოს ავტოტროფულად. მაგრამ სიბნელეში მოხვედრის შემთხვევაში იგი იწყებს ჰეტეროტროფულ კვებას. ე.ი. იკვებება მზა ორგანული ნივთიერებებით. როგორც ვხედავთ, მწვანე ევგლენას ახასიათებს შერეული, ანუ მიქსოტროფული კვება. გარ-



სურ. 1. პირველადი ამება. 1. ცრუფეხი, 2. ციტოპლაზმა, 3. საკვების მომნელებელი ვაკუოლი, 4. მფეთქავი ვაკუოლი, 5. ბირთვი.



სურ. 2. ევგლენა 1. შოლტი 2. თვალაკი 3. ქლოროპლასტები 4. ბირთვი 5.მფეთქავი ვაკუოლი

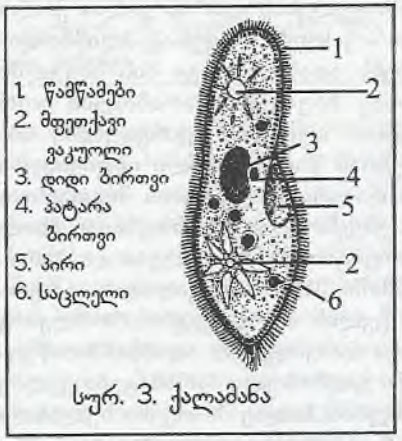
და თავისუფლად მცხოვრები შოლტიანებისა, ამ კლასში გაერთიანებულია პარაზიტული ფორმები რომლებიც იწვევენ საშიშ დაავადებებს. როგორიცაა, ლეიშმანიები, ტრიპანოსომები. შეიშმანიები იწვევენ ვისცერალურ და კანის ლეიშმანიოზს. ტრიპლანოსომები კი გამბიურ და კრუზის ტრიპონოსომოზს. დღეისათვის შესწავლილია ამ დაავადებების გამომწვევების რეზერუარული მასპინძლები და გადამტანები, რის საფუძველზეც შემუშავებულია პროფილაქტიკა და თერაპიული ბრძოლის ღონისძიებანი. სპორიანები - Sporozoa ხასიათდება იმით, რომ ყველა მათგანი პარაზიტული ფორმაა და იწვევენ ადამიანის, ხერხემლიანი და უხერხემლო ცხოველების დაავადებებს. მეორე მთავარი დამახასიათებელი ნიშანი ის არის, რომ ისინი მრავლდებიან როგორც უსქესოდ (სპორებით) ისე სქესობრივად. მათთვის დამახასიათებელია უსქესო და სქესობრივი გამრავლების მონაცვლეობა ანუ მეტაგენეზი. სპორიანებიდან მნიშვნელოვანია კოკციდიებისა და სისხლის სპორიანების რიგები. პირველი მათგანი იწვევს ხერხემლიანი ცხოველების (კურდღლები, ბოცვრები, ადამიანები) კოკციდიოზით დაავადებას, რაც ეპიდემიის ხასიათს ატარებს და მასობრივად ანადგურებს კურდღლებს და ბოცვრებს.

სისხლის სპორიანები კი პარაზიტობს ადამიანისა და ანოფელესის გვარის კოღოს ორგანიზმში და იწვევს ადამიანის დაავადებას მალარიის სხვადასხვა ფორმით.

მალარია დღეისათვის ითვლება ერთ-ერთ საშიშ დაავადებად. ჯანმრთელობის დაცვის საერთაშორისო ორგანიზაციის ასამბლეის VII სესიამ შეიმუშავა პროგრამა ექვსი მნიშვნელოვანი ტროპიკული დაავადებების საწინააღმდეგოდ. ამ დაავადებებს შორის პირველ ადგილზეა მალარია. ყოველწლიურად მალარიისგან იღუპება ერთი მილიონი ადამიანი. საქართველოში XX საუკუნის 30-იან წლებამდე მალარიით ყოველწლიურად ავადდებოდა 200 ათასი ადამიანი. 1970 წლებიდან საქართველოში მალარია ლიკვიდირებულია. მაგრამ ყოველწლიურად აღირიცხება შემოტანილი მალარიის შემთხვევები.

მალარიის პლაზმოდიუმის განვითარებისათვის საჭიროა ორი ორგანიზმი: ადამიანი და ანოფელესის გვარის კოღო. კოღო აავადებს ადამიანს, ადამიანი კი - კოღოს. როდესაც პლაზმოდიუმით დაავადებული კოღო უკბენს ადამიანს, იგი მის სხეულში ნერწყვთან ერთად პარაზიტებსაც ჩაუშვებს. პარაზიტები ჯერ ღვიძლში ხვდებიან, იქ იკვებებიან ღვიძლის უჯრედებით, იზრდებიან და უსქესოდ მრავლდებიან წარმოქმნილი ინდივიდები ღვიძლიდან გადადიან სისხლში და ერითროციტების შიგთავსით იკვებებიან, აქაც მრავლდებიან უსქესოდ და წარმოქმნიან ახალ თაობებს, დაზიანებული ერითროციტის გარსი იშლება და პარაზიტები ხვდებიან სისხლის პლაზმაში. პლაზმაში გადადის აგრეთვე პარაზიტების ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტები, რომლებიც ტოქსიკურობით ხასიათდებიან და დაავადებულ ადამიანში იწვევენ მალარიის შეტევას. პლაზმაში გადმოსული პარაზიტები კვლავ შეიჭრებიან ჯანსაღ ერითროციტებში, სადაც პროცესი ხელახლა მეორდება და განსაზღვრული დროის შემდეგ ისევ ჩნდება პარაზიტების ახალი თაობა. ეს პროცესი მალარიის სხვადასხვა ფორმებში სხვადასხვა დროის შუალედებით ხასიათდება და დაავადების შეტევის პერიოდულობა მასზეა დამოკიდებული. საქართველოში გავრცელებული პლაზმოდიუმ ვივაქსის სისხლში განვითარება 48 საათს გრძელდება, ამიტომ მალარიის შეტევა ყოველ მესამე დღეს მეორდება. შეტევა გამოიხატება ტემპერატურის

მკვეთრი მერყეობით შეცივება-შეცხელებით. იმისათვის რომ მალარიის პლაზმოდიუმის განვითარება დასრულდეს, პარაზიტმა კოღოს ორგანიზმში უნდა გადაინაცვლოს. როდესაც დაავადებულ ადამიანს უკბენს, კოღო სისხლთან ერთად აართმევს პარაზიტებს, კოღოს სხეულში ხდება ჯერ სქესობრივი, ხოლო შემდეგ უსქესო გამრავლება და წარმოიქმნება სპორები. ასეთ კოღოს კვლავ შეუძლია დააავადოს ჯანმრთელი ადამიანი. მალარიის საწინააღმდეგოთ მიღებულია ბრძოლის პროფილაქტიკური და თერაპიული ღონისძიება პროფილაქტიკური ღონისძიება გულისხმობს პარაზიტის გადამტანის კოღო ანოფელესის განადგურებას, მათი გამრავლებისთვის საჭირო პირობების, ჭაობებისა და გუბურების ამოშრობა და ბიოლოგიური მგრის თევზ გამბუზიას გამოყენება. რაც შეეხება თერაპიულ მეთოდს, დაავადებულ ადამიანს მკურნალობენ ქინაქინით.



სურ. 3. ქალამანა

უმარტივესების ქვესამეფოს ერთ-ერთი ტიპია **ინფუზორიების ანუ წამწამიანების ტიპი.**

ინფუზორიები ერთუჯრედიანებს შორის ყველაზე უფრო მაღალგანვითარებული ორგანიზმებია. ისინი მოძრაობენ წამწამებით. აქვთ ორი ბირთვი, ორი მფეთქავი ვაკუოლი, საკვების მისაღებად პირი და ნარჩენების გამოსაყოფად სპეციალური ხვრელი. თავდაცვის საშუალებად მსუსხავი ძაფები-ტრიქოცისტები. ინფუზორიები მრავლდებიან როგორც უსქესოდ - ორად გაყოფით, ისე სქესობრივად - კონუგაციით. კონუგაციის დროს ადგილი აქვს ინდივიდთა დროებით შერწყმას, პაგარა ბირთვების გადაცვლის მიზნით. რაც იწვევს მემკვიდრეობითი ინფორმაციის გაცვლას.

წამწამიანებს ეკუთვნის ქალამანა, რომელიც ცხოვრობს დამდგარ მტკნარ წყალში და უმარტივესთა შორის მიკროსკოპით ყველაზე ადვილი შესამჩნევია.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რამდენ ტიპად იყოფა უმარტივესების ქვესამეფო?
2. რით განსხვავდება უმარტივესები მრავალუჯრედიანებისაგან?
3. ჩამოთვალეთ უმარტივესების მოძრაობის ორგანოიდები?
4. როგორ გადაიტანენ უმარტივესები არახელსაყრელ პირობებს?
5. როგორ სუნთქავენ უმარტივესები?
6. სხეულის როგორი ფორმა აქვს ამებას?
7. ჩამოთვალეთ პარაზიტული უმარტივესები
8. როგორი კვების ტიპი ახასიათებს მწვანე ევგლენას?
9. რომელ პარაზიტულ შოლტიანებს იცნობთ და რა დაავადებებს იწვევენ ისინი?
10. რა ძირითადი დამახასიათებელი ნიშნები აქვთ სპორიანებს?
11. რამდენი მასპინძელი ჭირდება მალარიის პლაზმოდიუმს განვითარებისთვის?
12. რა მეთოდებით ებრძვიან მალარიას?
13. რით განსხვავდება ინფუზორიები სხვა ერთუჯრედიანებისაგან?

ტესტები

1. რამდენი უჯრედისაგან შედგება უმარტივესების ორგანიზმი:
   ა) ერთი ბ) ორი
   გ) მრავალი დ) ისინი არაუჯრედული ფორმები არიან.
2. რით მოძრაობს ამება
   ა) უძრავია ბ) წამწამებით;
   გ) შოლტით დ) ცრუფეხებით.
3. რომელ დაავადებას იწვევს პირველადი ამება:
   ა) ამებურ დეზინტერიას; ბ) მალარიას
   გ) ქოლერას; დ) არცერთი პასუხი არ არის სწორი.
4) რომელი ერთუჯრედიანი იწვევს ლეიშმანიოზს:
   ა) სარკოდინები ბ) სპორიანები
   გ) შოლტიანები დ) ინფუზორიები
5. როგორი კვება ახასიათებს მწვანე ევგლენას:
   ა) ავტოტროფული; ბ) ჰეტეროტროფული;
   გ) მიქსოტროფული; დ) არც ერთი პასუხი არ არის სწორი
6. უმარტივესების რომელ კლასს ეკუთვნის მალარიის პლაზმოდიუმი

ა) სარკოდინებს; ბ) სპორიანებს;
გ) შოლტიანებს; დ) ინფუზორიებს.

7. რომელ დაავადებას იწვევს პლაზმოდიუმი
ა) ამებიაზს; ბ) ლეიშმანიოზს;
გ) ტრიპანოსომოზს; დ) მალარიას.

8. არის თუ არა დღეს საქართველოში მალარიის დაავადება
ა) არის ეპიდემიების სახით; ბ) არის;
გ) არის იშვიათად შემოტანილი მალარია;
დ) ყველა პასუხი მცდარია.

9. რით მოძრაობენ ინფუზორიები
ა) ცრუფეხებით; ბ) შოლტებით;
გ) წამწამებით; დ) არ მოძრაობენ.

10. რამდენი ბირთვი აქვს ინფუზორია ქალამანას:
ა) ერთი; ბ) ორი;
გ) ოთხი; დ) ბირთვი არა აქვს.

11. როგორ ღებულობს საკვებს ქალამანა:
ა) აქვს პირი;
ბ) საკვებს ღებულობს უჯრედის ზედაპირით ფაგოციტოზით;
გ) ახდენს ფოტოსინთეზს;
დ) ღებულობს წყალთან ერთად გარსის გავლით.

12. როგორ მრავლდებიან ინფუზორიები:
ა) უსქესოდ; ბ) სქესობრივად;
გ) მრავალ ინდივიდათ დაყოფით; დ) უსქესოდ და სქესობრივად.

თავი II

ქვესამეფო მრავალუჯრედიანები METAZOA

მრავალუჯრედიანთა სხეული ერთუჯრედიანებისაგან განსხვავებით მრავალი უჯრედისაგან შედგება და აქ უჯრედები დიფერენცირებული და დასპეციალებულია გარკვეული ფუნქციის შესასრულებლად, რომლებიც ქმნიან ქსოვილებს. ქსოვილი არის ერთნაირი უჯრედების ერთობლიობა, რომლებიც გარკვეული სტრუქტურით არიან განლაგებული და ერთ რომელიმე ფუნქციას ასრულებენ.

მრავალუჯრედიანები წარმოიშვნენ ერთუჯრედიანებისაგან, მათი წარმოშობის შესახებ არსებობს რამდენიმე ჰიპოთეზა. ყველა მათგანს თავისი დამამტკიცებელი არგუმენტები გააჩნია. ამ თეორიების თანახმად პირველი მრავალუჯრედიანები უნდა წარმოშობილიყვნენ შოლტიანების სფეროსებური კოლონიური ფორმებისაგან.

მრავალუჯრედიანთა შორის ყველაზე პრიმიტიული ფორმები არიან **ღრუბელები**, რომელთა სხეული უჯრედთა ორი შრისაგან შედგება, ამიტომ მათ ორშრიანებსაც უწოდებენ. ეს შრეებია **პინაგოციტები და ქოანოციტები**. პირობითად ეს შრეები შეიძლება ჩაითვალოს ექტოდერმათ (გარეთა შრე) და ენტოდერმათ (შიგნითა შრე) ექტოდერმის ფუნქციაა სხეულის დაცვა, ენტოდერმის ფუნქციაა საკვების მონელება. ღრუბელები ცხოვრობენ ზღვებისა და ოკეანეების ან მტკნარი წყლის ფსკერზე, სრულიად უმოძრაონი არიან და გაღიზიანებაზეც არ რეაგირებენ. ამიტომ მათ ხან მცენარეებს აკუთვნებდნენ ხან კიდევ მცენარე-ცხოველად (Zoofites) თვლიდნენ.

ნამდვილ ორშრიანებს მიეკუთვნება ნაწლავღრუიანები Coelenterata მათ ნამდვილი ექტო და ენტოდერმა გააჩნიათ, ხოლო ამ ორ შრეს შორის განვითარებულია სხვადასხვა ფუნქციის შემსრულებელი უჯრედები, რომლებიც უსტრუქტურო ნივთიერებას - მეზოგლეას ქმნიან. მეზოგლეა ზოგს (ჰიდრები) თხელ ფენად აქვთ განვითარებული, ზოგს კი (მედუზები) საკმაოდ სქელ - ლაბისებურ შრედ უვითარდებათ. ნაწლავღრუიანებში პირველად ვხვდებით ნერვულ სისტემას, რომელიც ვარსკვლავისებური ნერ-

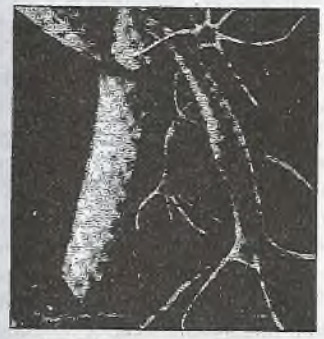
ვული უჯრედებისაგან შედგება, ეს უჯრედები გრძელი მორჩებით ერთმანეთს უკავშირდებიან და ქმნიან ნერვულ ბადეს. რაც მთელი ორგანიზმის ინერვაციას იწვევს. ჩონჩხიან ნაწლავღრუიანებს (მარჯნის პოლიპები) მეზოგლეაში გააჩნიათ ჩონჩხის წარმომშობი უჯრედები. მათ ექტოდერმის ან ენტოდერმის უჯრედთა შორის გააჩნიათ მსუსხავი უჯრედები, რომელთა ფუნქციაა სხეულის დაცვა ან მსხვერპლის დადამბლავება. მომნელებელი სისტემა პირით ეწყებათ, რომელსაც მოსდევს ნაწლავის ღრუ. ეს ღრუ ენტოდერმის უჯრედებითაა ამოფენილი და საკვების მონელების ფუნქციას ასრულებს, ნაწლავის ღრუ კლასის ფარგლებში რამდენადმე გართულებულია ჰიდრებს იგი უბრალო პარკისებური აქვთ მედუზებში მომნელებელი ზედაპირის გაზრდის მიზნით წარმოქმნილია არხთა სისტემა. ხოლო მარჯნის პოლიპებში წარმოქმნილია ტიხრები. ნაწლავღრუიანებს ახასიათებთ ძლიერი რეგენერაციის უნარი. ისინი მრავლდებიან უსქესოდ და სქესობრივად. უსქესო გამრავლება ხდება დაკვირტვით. კვირტები წყდება დედა ინდივიდს და დამოუკიდებელ ინდივიდებად ვითარდებიან. მარჯნის პოლიპებში დაკვირტვის შემდეგ კვირტები რჩება დედა ინდივიდზე და წარმოიქმნება კოლონიური ფორმები. სქესობრივი გამრავლება ხდება გამეტების შერწყმით. გამეტები წარმოიქმნება ექტოდერმის ან ენტოდერმის უჯრედებიდან.

კოლონია არის დაკვირტვით წარმოქმნილი მრავალწევრიანი ინდივიდი, რომლის წევრებსაც დამოუკიდებლად არსებობა არ შეუძლიათ.

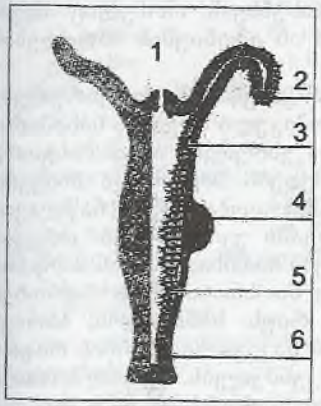
ნაწლავღრუიანები ხასიათდებიან რადიალური ანუ სხიური სიმეტრიით.

მსუსხავი ნაწლავღრუიანების ტიპში გამოყოფილია სამი კლასი: **ჰიდრები, მედუზები და მარჯნის პოლიპები (სურ. 4).** ჰიდრები მტკნარი წყლის ნაწლავღრუიანები არიან 1-2 სმ.

სიდიდის. აქვთ პარკისებური ფორმა და მიმაგრებული ცხოვრების ნირს ეწევიან. პირის ირგვლივ აქვს მსუსხავი უჯრედებით შეიარაღებული შემხებები. ჰიდრა ორშრიანი ორგანიზმია. ნაწლავის ღრუ მოფენილია ენტოდერმის უჯრედებით, რომლებიც საკვებს ინელებენ. გარეთა შრის - ექტოდერმის ფუნქციაა სხეულის დაცვა. მეზოგლეაში ვარსკვლავისებური ნერვული უჯრედები ქმნის ბადისებურ ნერვულ სისტემას. მრავლდება უსქესოდ,



ჰიდრა



ჰიდრას გასწვრივი ჭრილი

1. პირის ხვრელი
2. საცეცი
3. ექტოდერმა
4. მამრობითი სასქესო ბორცვაკი
5. ენტოდერმა
6. ლანჩა





სურ. 4. ნაწლავღრუიანები.

დაკვირტვით და სქესობრივად. ჰიდრა იმდენად პრიმიტიული მრავალუჯრედიანია, რომ მას სასქესო ჯირკვლები არ გააჩნია გამეტები წარმოიქმნება ექტოდერმის უჯრედებიდან. ჰიდრა ჰერმაფროდიტი ცხოველია, კვერცხუჯრედები წარმოიქმნება ღანჩასთან ახლოს, ხოლო სპერმატოზოიდები შემხებებთან ახლოს. სპერმატოზოიდები და კვერცხუჯრედები სხვადასხვა დროს მწიფდება, რითაც თვითგანაყოფიერება თავიდანაა აცილებული. მედუზები ზღვებისა და ოკეანეების თავისუფლად მცხოვრები ნაწლავღრუიანებია. მათ გაშლილი ქოლგის ფორმა აქვთ. მეზოგლეა 98% წყალს შეიცავს, ამიტომ სხეული ლაბისებური და გამჭვირვალეა, მსუსხავი უჯრედები საკმაოდ ძლიერ შხამს შეიცავს. არის ისეთი მედუზები, რომელთა შხამი 3 წუთში კლავს ადამიანს. ნაწლავის ღრუ გართულებულია არხთა სისტემით. მრავლდებიან მეტაგენეზით ანუ თაობათა მონაცვლეობით. შავ ზღვაში ცხოვრობს ორი სახის მედუზა: ზღვის ლამბაქი და ძირპირა. ისინი ადამიანისთვის საშიში არ არიან. თუმცა სხეულის ნაზ ადგილებზე შეხება იწვევს მცირეოდენ დასუსტვას, რომელიც ადვილად ნეიტრალდება მტკნარი წყლით ან ამონიუმის მარილების ხსნარით.

მარჯნის პოლიპები სითბოსა და ჟანგბადის მოყვარულები არიან, ამიტომ ისინი გვხვდებიან ტროპიკული ზღვების სანაპირო ზოლში. მარჯნის პოლიპებს მსუსხავი უჯრედები აქვთ როგორც ექტოდერმის, ისე ენტოდერმის უჯრედებს შორის და მსხვერპლის საბოლოო დასუსტვა და დადამბლავება ხდება ნაწლავის ღრუში. მარჯნის პოლიპებს მეზოგლეაში უვითარდება კირქვის ჩონჩხი. კოლონიური მარჯნის პოლიპები ჩონჩხით ქმნიან მარჯნის ჯებირებს ანუ რიფებს. რიფები ხშირად ნაოსნობისთვის საფრთხეს წარმოადგენს. არჩევენ სამი სახის რიფს: სანაპიროს, ბარიერულს და ატოლს. ატოლი ღია ზღვაში ჩაკეტილი ფორმის რიფია. ატოლები ხშირად ქმნიან მარჯნის კუნძულებს. კეთილშობილი ანუ წითელი მარჯნის ჩონჩხი გარდა კალციუმის მარილებისა შეიცავს ლითიუმის მარილებს, რაც მას სასიამოვნო წითელ ფერს აძლევს და მისგან ამზადებენ სამკაულებს.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. უჯრედთა რამდენი შრისაგან შედგება ნაწლავღრუიანების სხეული?
2. როგორია ნაწლავღრუიანების მომნელებელი სისტემა?
3. რას ეწოდება რეგენერაცია?
4. როგორ მრავლდება ნაწლავღრუიანები?

5. როგორი ტიპის ნერვული სისტემა ახასიათებს ნაწლავღრუიანებს?
6. რით არის თავიდან აცილებული ჰიდრებში თვითგანაყოფიერება?
7. როგორ წარმოიქმნება კოლონიური ფორმები?
8. რომელი მედუზებია გავრცელებული შავ ზღვაში?
9. სად ცხოვრობენ, მარჯნის პოლიპები?
10. ჩამოთვალეთ მარჯნის რიფების სახეები.

ტესტები

1. რას ეწოდება რეგენერაცია:
   ა) ორგანიზმის გამარტივებას;
   ბ) დაკარგული ნაწილების აღდგენას;
   გ) გაუნაყოფიერებელი კვერცხიდან ჩანასახის განვითარებას;
   დ) უსქესო და სქესობრივი გამრავლების მონაცვლეობას.
2. რამდენი შრიანი ცხოველია ჰიდრა:
   ა) ერთი; ბ) ორი;
   გ) სამი; დ) მრავალი.
3. როგორი ტიპის ნერვული სისტემა ახასიათებს ნაწლავღრუიანებს:
   ა) ბადისებური; ბ) ნერვული სისტემა არა აქვთ;
   გ) ძეწკვისებური; დ) ცენტრალური და პერიფერიული.
4. როგორ მრავლდება ნაწლავღრუიანები:
   ა) უსქესოდ; ბ) სქესობრივად;
   გ) დაყოფით; დ) როგორც უსქესოდ ისე სქესობრივად.
5. რა ფუნქციას ასრულებს ნაწლავღრუიანების ენტოდერმა
   ა) დაცვის; ბ) გამოყოფის;
   გ) მონელების; დ) გამრავლების.
6. როგორი უჯრედებისაგან შედგება ნაწლავღრუიანების ნერვული სისტემა:
   ა) ვარსკვლავისებური, ბ) მრგვალი
   გ) კვანძოვანი დ) არც ერთი პასუხი არ არის სწორი.
7. სად ცხოვრობს მარჯნის პოლიპები:
   ა) ზღვაში, ბ) მტკნარ წყალში
   გ) ცივ ზღვებში დ) ტროპიკულ ზღვებში.
8. რითაა გართულებული მომნელებელი სისტემა მედუზებში:
   ა) ტიხრებით; ბ) არხებით;
   გ) ტიხრებითა და არხებით დ) ღრუებით.
9. რით იცავენ თავს და ადამბლავებენ მსხვერპლს ნაწლავღრუიანები:
   ა) ქიცვებით; ბ) ეკლებით;
   გ) მსუსხავი უჯრედებით; დ) მსუსხავი წვეთებით.

თავი III

ჭიები

ბრტყელი ჭიები

ბრტყელი ჭიები წარმოშობილი არიან ნაწლავღრუიანი ცხოველებისაგან. ჭიებს უვითარდებათ სამი ჩანასახოვანი შრე. ექტოდერმა, ენტოდერმა და მეზოდერმა, ამიტომ ჭიებიდან დაწყებული ყველა ტიპს სამშრიან ანუ მეზოდერმიან ცხოველებს უწოდებენ. ბრტყელი ჭიები ხასიათდებიან ორმხრივი ანუ ბილატერალური სიმეტრიით. მათში გაირჩევა წინა მხარე, უკანა მხარე, ზურგისა და მუცლის მხარე. პირველად ბრტყელ ჭიებში ვხვდებით გამომყოფ სისტემას, მათ ახასიათებთ პირველადი თირკმლები ანუ პროტონეფრიდიები. პირველად ცხოველთა სამყაროდან ბრტყელ ჭიებში ვხვდებით სასქესო ჯირკვლებს, სათესლეებსა და საკვერცხეებს, აგრეთვე დამატებით სასქესო ორგანოებს: თესლგამტარს, თესლსაშხეფს, პენისს, პენისის ბურსას, კვერცხგამტარებს, ოოტიპის, საყვითრე და სანაჭუჭე ჯირკვლებს, საშვილოსნოს და ა.შ. მომნელებელი სისტემის ბრტყელი ჭიები ახლო დგანან ნაწლავღრუიან ცხოველებთან, მათი ნაწლავი ბრმად ბოლოვდება და მოუნელებელი ნარჩენები პირით გამოიყოფა გარემოში. ბრტყელი ჭიების უდიდესი უმრავლესობა პარაზიტული ცხოვრების ნირს ეწევა. მცირე ჯგუფი თავისუფლად მცხოვრებია. ბრტყელ ჭიებში გამოყოფილია წამწამიანი, მწოველი და თასმა ჭიები.

წამწამიანი ჭიები ანუ ტურბელარიები ძირითადად თავისუფლად მცხოვრებნი არიან. ცხოვრობენ ზღვებსა და ოკეანეებში, მტკნარ წყლებსა და ნეშომპალით მდიდარ ძლიერ დატენიანებულ ნიადაგში, მკვდარი საფენის ქვეშ. მათი სხეული გაბრტყელებულია ზურგ-მუცლის მიმართულებით და 1-დან 5 სმ სიდიდისაა. მათში განვითარებულია კანკუნთოვანი პარკი და სხეული დაფარულია ერთშრიანი წამწამოვანი ეპითელით. კანკუნთოვან პარკს ქმნის კუნთები კანის ეპითელიუმთან ერთად. მომნელებელი სისტემა პირით იწყება, რომელიც სხეულის შუა ადგილას მუცლის მხარეზე გააჩნია. მას მოყვება ექტოდერმული ხახა და შუა ნაწლავი, რომელიც რამდენიმე ტოტისაგან შედგება.

ეს ტოტები ბრმად ბოლოვდება და მოუნელებელი ნარჩენები ისევ პირით გამოიყოფა. არიან ისეთი ტურბელარიებიც, რომლებსაც ნაწლავი საერთოდ არ გააჩნიათ და მომნელებელი უჯრედები მოთავსებულია პარენქიმაში. ტურბელარიებს გააჩნიათ გამომყოფ სისტემად პროტონეფრიდიები ანუ პირველადი თირკმლები. პრიმიტიულ ტურბელარიებში ნერვული სისტემა დიფუზური წნულის სახითაა წარმოდგენილი. ტურბელარიების უმრავლესობა ჰერმაფროდიტია. ზოგი ტურბელარის განვითარება პირდაპირია მეტამორფოზის გარეშე, ზღვის ტურბელარიებში ჯერ ვითარდება ლარვა, რომელიც თანდათან გადაიქცევა მოზრდილ ტურბელარიად. ტურბელარიებს ნაწლავღრუიანების მსგავსად ახასიათებთ ძლიერი რეგენარაცია. მტკნარი წყლის ტურბელარიებიდან აღსანიშნავია **რძისფერი პლანარია** და **ყავისფერი პლანარია**, რომლებიც საქათველოს ნაკადულებსა და წყაროს წყლებში გეხვდება (სურ. 5).



სურ. 5. პლანარია

მწოველი და თასმა ჭიები პარაზიტულ ფორმებს წარმოადგენენ. მწოველი ჭიები ძირითადად ლანცეტისებური ან დაფნის ფოთლისებური ფორმის არიან სხეული დაფარული აქვთ თეთრი ფერის კუტიკულით, რომლის ქვეშაც განვითარებულია ჰიპოდერმა, რომელიც კუტიკულას წარმოქმნის. ორივე ერთად (კუტიკულა და ჰიპოდერმა) ქმნის კანს. კანქვეშ განვითარებულია კუნთები. კანი და კუნთები ქმნის კანკუნთოვან პარკს. ამ პარკში მოთავსებულია შინაგანი ორგანოები. ხოლო ამ ორგანოებს მორის სივრცე ამოვსებულია ფაშარი ქსოვილით პარენქიმით, ამიტომ ბრტყელ ჭიებს პარენქიმულ ჭიებსაც უწოდებენ. როგორც პარაზიტულ ფორმებს, მასპინძლის სხეულზე საფიქსაციოდ გააჩნიათ ორი მისაკვრელი პირისა და მუცლის. პირის მისაკვრელის ცენტრში პირია მოთავსებული, ამას მოყვება ხახა და ნაწლავი, რომელიც ორ ან მრავალტოტიანია არ აქვთ საცლელი ამიტომ მოუნელებელ ნარჩენებს ისევ პირით გამოყოფენ. როგორც პა-

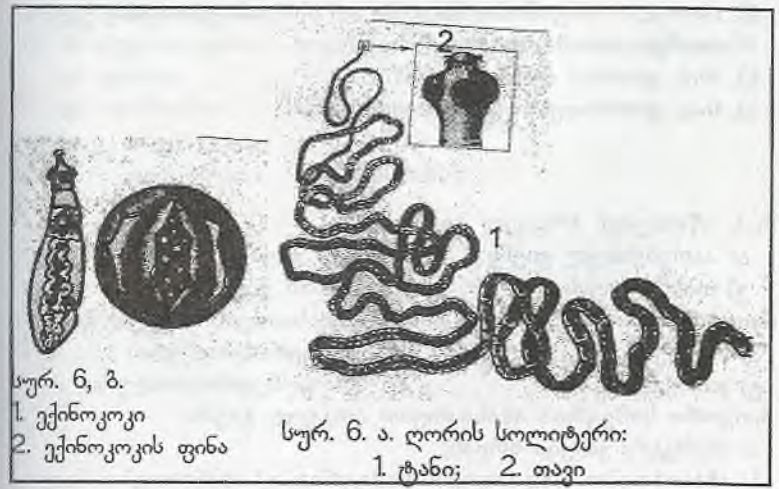
რაზიტული ფორმებისთვისაა დამახასიათებელი, მათ კარგად განვითარებული გამრავლების ორგანოები გააჩნიათ და დიდი ნაყოფიერებით ხასიათდებიან. მათი განვითარება მასპინძლის ცვლით ხორციელდება და ესაჭიროებათ ორი ან მეტი მასპინძელი. მწოველი ჭიები აავადებენ ადამიანებს, შინაურ და გარეულ ცხოველებს, იწვევენ მათი პროდუქტიულობის შემცირებას და სიკვდილს.

მწოველი ჭიებიდან აღსანიშნავია **ლანცეტისებური მწოველა**, 1 სმ სიდიდის ჭიაა პარაზიტობს ძუძუმწოვრების და ადამიანის ღვიძლში დაავადებას დიკროცელიოზი ეწოდება. განვითარება სამ ორგანიზმში მიმდინარეობს: ძუძუმწოვრებში, ხმელეთის ლოკოკინას - ჰელიცელას სხეულში და ჭიანჭველაში. მეორე წარმომადგენელია ღვიძლის ფასციოლა 3-5სმ სიდიდის ჭიაა, ძირითადად აავადებს მცოხნელ ძუძუმწოვრებს - დაავადებას ფასციოლოზი ეწოდება. განვითარებისთვის ჭირდება მცოხნელი ძუძუმწოვარი და მტკნარი წყლის ლოკოკინა მცირე ტბორეა. ფასციოლოზი საქართველოში ძირითადად გავრცელებულია ჭარბტენიან რაიონებში (ფოთის, ჭალადიდის, აბაშის, ლანჩხუთის, სენაკის მიდამოებში).

თასმისებური ჭიების სხეული ბრტყელი და თასმასავით გრძელია - 0,5სმ-დან 20მეტრამდე. ისინი შინაგანი ანუ ენდოპარაზიტები არიან და პარაზიტობენ ძირითადად ადამიანისა და ძუძუმწოვრების წვრილ ნაწლავებში. თასმა ჭიების სხეული შედგება თავის ანუ სკოლექსის, ვიწრო ყელის და ტანისაგან. ტანი დანაწევრებულია, ნაწევრებს პროგლოტიდები ეწოდება. პროგლოტიდების წარმოშობა ხდება ყელიდან, სხეულის ბოლოს მოთავსებული პროგლოტიდები წყდება ორგანიზმს და ფეკალიებთან ერთად გარემოში გამოიყოფა. ყელიდან წარმოშობილი ახალგაზრდა პროგლოტიდები სასქესო ორგანოებს არ შეიცავენ, შემდეგ ჯერ მამრობითი სასქესო ორგანოები ვითარდება, შემდეგ ვითარდება მდედრობითი სასქესო ორგანოები და პროგლოტიდი ხდება ჰერმაფროდიტული. სხეულის ბოლოში გადანაცვლებული პროგლოდიტები სავსეა განაყოფიერებული კვერცხებით, სასქესო ორგანოები განიცდის ატროფიას. თასმა ჭიების განვითარება მიმდინარეობს მასპინძლის ცვლით. თასმა ჭიებს ახასიათებთ ღრმა პარაზიტული ნიშნები, არა აქვთ სუნთქვის და საჭმლის მომნელებელი სისტემა. ისინი მასპინძლის მიერ მონელებულ საკვებს

მთელი სხეულის ზედაპირით შეითვისებენ. ასეთ კვებას ენდოსმოსური კვება ეწოდება. **თასმა ჭიებს სოლიტერებს** უწოდებენ. მათი მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია ღორის, ხარის, განიერი, ექინოკოკის სოლიტერები. **ღორის სოლიტერის** საბოლოო მასპინძელია **ადამიანი**, შუალედური **ღორი** (სურ. 6). ბრდასრული ჭია ადამიანის წვრილ ნაწლავში ვითარდება. განაყოფიერებული კვერცხებით სავსე პროგლოტიდი ადამიანის ფეკალიებთან ერთად გარემოში ხვდება, თუ ადამიანი არ იყენებს დახურულ საპირფარეშოს და ფეკალიებს გარემოში ტოვებს, იგი შეიძლება მიიღოს ღორმა. ღორის კუჭში კვერცხიდან ვითარდება ლარვა, რომელიც კაწრავს ღორის ნაწლავს და ხვდება სისხლში. სისხლს მიაქვს კუნთებში და იქ წარმოქმნის ფენებს, რომელიც მოხარშული ბრინჯის მარცვლის ოდენაა. ასეთ ღორის ხორცს ფინებიანი ხორცი ეწოდება. თუ ადამიანი მიიღებს ღორის ფენებიან ხორცს, რომელიც თერმიულად კარგად არ იქნება დამუშავებული, დაავადდება **ღორის სოლიტერით ანუ ტენიოზით.**

მსგავსი განვითარება ახასიათებს **ხარის სოლიტერს** მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ ამ შემთხვევაში დროებითი მასპინძელი არის ხარი ან ძროხა. ადამიანისთვის ძლიერ საშიშ პარაზიტს წარმოადგენს **ექინოკოკის სოლიტერი.** ამ პარაზიტით დაავა-



სურ. 6, ბ.
1. ექინოკოკი
2. ექინოკოკის ფინა

სურ. 6. ა. ღორის სოლიტერი:
1. ტანი; 2. თავი

დების შემთხვევაში პარაზიტის **ძირითადი მასპინძელი არის შინაური და გარეული მტაცებელი ცხოველი, ხოლო შუალედური ადამიანი.** ფინები, რომლებიც ვაშლის ოდენაც შეიძლება გახდეს, ვითარდება ადამიანის თვალში, ფილტვში, გულში ან ტვინში და იწვევს ამ ორგანოთა ფუნქციის მოშლას.

თასმა ჭიებისაგან თავის დასაცავად საჭიროა გარკვეული პროფილაქტიკური ღონისძიებების გატარება.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რატომ უწოდებენ ბრტყელ ჭიებს პარენქიმულს?
2. რა ქმნის კანკუნთოვან პარკს?
3. რომელი ჭიებია გაერთიანებული ბრტყელ ჭიებში?
4. როგორი მომნელებელი სისტემა ახასიათებს წამწამიან ჭიებს?
5. რით გვანან წამწამიანი ჭიები ნაწლავღრუიან ცხოველებს?
6. ბიოტური კავშირის რომელი ფორმით ხასიათდებიან მწოველი და თასმა ჭიები?
7. რა საფიქსაციო ორგანოები გააჩინათ მწოველ ჭიებს?
8. რამდენი მასპინძელი ჭირდება განვითარებისთვის მწოველ ჭიებს?
9. საქართველოში ყველაზე მეტად რომელ მწოველ ჭიებს ვხვდებით?
10. რომელი ორგანოთა სისტემა არ ახასიათებს თასმა ჭიებს?
11. რომელ თასმა ჭიებს იცნობთ?
12. რას ეძახიან თასმა ჭიებს?
13. სად ვითარდება ექინოკოკის ფინი?

ტესტები

1. რას უწოდებენ ბრტყელ ჭიებს:
   ა) პარენქიმულ ჭიებს; ბ) სწოველ ჭიებს
   გ) თასმა ჭიებს დ) წამწამიან ჭიებს.
2. როგორი ტიპის გამომყოფი სისტემა ახასიათებს ბრტყელ ჭიებს:
   ა) მფეთქავი ვაკუოლური; ბ) მეტანეფრიდიალური;
   გ) ჯირკვლოვანი; დ) პროტონეფრიდიალური.
3. როგორი სიმეტრია ახასიათებთ ბრტყელ ჭიებს:
   ა) ასიმეტრიულები არიან;
   ბ) ახასიათებთ რადიალური სიმეტრია; გ) ახასიათებთ ბილატერალური სიმეტრია
   დ) ახასიათებთ ხუთსხიური სიმეტრია.
4. რა ქმნის კანკუნთოვან პარკს:
   ა) კანი და ეპითელი; ბ) კუტიკალა და ჰიპოდერმა
   გ) ჰიპოდერმა და კანი დ) კანი და კუნთები.
5. რამდენი მასპინძელი ჭირდება განვითარებისთვის მწოველ ჭიებს:
   ა) ერთი; ბ) ორი;
   გ) ორი ან მეტი დ) მასპინძლის ცვლა არ ჭირდება
6. რომელი დროებითი მასპინძელი ჭირდება ღვიძლის ფასციოლას:
   ა) კოღო ანოფელესი; ბ) ჭიანჭველა;
   გ) დარუბანდული ჰელიცელა დ) მცირე ტბორელა.
7. რა ორგანოებისაგან შედგება თასმა ჭიის სხეული:
   ა) თავისა და ტანისაგან; ბ) თავის, ყელისა და ტანისაგან;
   გ) თავისა და ნაწევრებისაგან; დ) დანაწევრებული ტანისაგან
8. რით სუნთქავს თასმა ჭიები:
   ა) სხეულის მთელი ზედაპირით;
   ბ) ფილტვებით;
   გ) არ სუნთქავს
   დ) არც ერთი პასუხი არ არის სწორი.
9. რა ეწოდება ღორის სოლიტერით გამოწვეულ დაავადებას:
   ა) ცისტიცერკოზი; ბ) ტენიოზი;
   გ) ფასციოლოზი, დ) ტენიარინხოზი.
10. რომელია ღორის სოლიტერის საბოლოო მასპინძელი?
    ა) ღორი; ბ) ხარი;
    გ) ადამიანი; დ) ძაღლი.

თავი IV

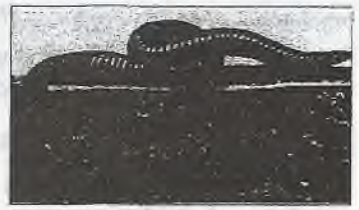
მრგვალი ანუ პირველადღრუიანი ჭიები

მრგვალ ჭიებს არ გააჩნია პარენქიმა და პირველადი ღრუ შენარჩუნებული აქვთ. შინაგან ორგანოებს შორის არსებული სივრცე ამოვსებულია ქსოვილური სითხით, რაც ჰიდროჩონჩხის როლს ასრულებს. სხეული კუტიკულით აქვთ დაფარული. მომნელებელი სისტემა წარმოდგენილია პირით, რომელსაც მოსდევს ხახა, საყლაპავი მილი და ნაწლავი, რომელიც ანალური ხვრელით ბოლოვდება. უმრავლესობა ცალსქესიანია. სქესობრივი დიმორფიზმი კარგადაა გამოხატული. მრგვალი ჭიების უმრავლესობა მცენარეთა ან ცხოველთა პარაზიტია, მცირე ჯგუფი თავისუფლად მცხოვრები. პარაზიტულ ფორმებს დიდი ნაყოფიერება ახასიათებთ. მცენარეთა პარაზიტული მრგვალი ჭიები ანუ მცენარეთა პარაზიტული ნემატოდებია; ქრიზანთემას, შაქრის ჭარხლის, კარტოფილის, ხორბლის და სხვა, რომლებიც ნიადაგიდან იჭრებიან მცენარეთა ორგანოებში და მათში პარაზიტობენ.

ადამიანისა და ცხოველთა პარაზიტული ნემატოდებიდან აღსანიშნავია: ადამიანის ასკარიდა, ბავშვის მახვილა, ბეწვთავა, სპირალური ტრიქონელა და სხვა. ისინი შესაბამისად იწვევენ ადამიანთა ისეთ დაავადებებს, როგორიცაა: ასკარიდოზი, ენტერობიოზი, ტრიხოცეფალოზი, ტრიქინელოზი და სხვა. ყველა მათგანს ახასიათებს განვითარების თავისებური ციკლი.

ფილოგენეზური თვალსაზრისით მეტად მნიშვნელოვანია რგოლიანი ჭიები, რადგან სწორედ მათ განიცადეს დივერგენცია სამი მიმართულებით. მათგან წარმოიშვა: რბილტანიანები, კანეკლიანები და ფეხსახსრიანები. რგოლიან ჭიებს სხვა ჭიებთან შედარებით ბევრი პროგრესული ნიშანი გააჩნიათ. რგოლიანი ჭიების სხეული დაყოფილია რგოლებად. გარეგან სეგმენტაციას ემთხვევა შინაგანი სეგმენტაცია. რგოლიან ჭიებში გართულებულია ნერვული სისტემა, ნერვული უჯრედები ქმნიან ნერვულ კვანძებს, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან ნერვული მორჩებით და წარმოქმნილია ნერვული ძეწკვი, რომელიც მუცლის

მხარეს მდებარეობს. გამომყოფ სისტემად გააჩნია მეორეული თირკმლები ანუ მეტანეფრიდიები, პირველად ცხოველთა სამყაროში რგოლოვან ჭიებში ვხვდებით სისხლის მიმოქცევის სისტემას და წითელი ფერის სისხლს. სისხლის მიმოქცევის სისტემა დახშულ სისხლძარღვთა ქსელისაგან შედგება, რომელთაგანაც მნიშვნელოვანია მუცლის და ზურგის სისხლძარღვები. ეს სისხლძარღვები ყველა რგოლში ირგვლივი სისხლძარღვებითაა ერთმანეთთან დაკავშირებული, ამ სისხლძარღვებს პულსაციის უნარი აქვთ და გულის მოვალეობას ასრულებენ. ბღვებში მცხოვრებ რგოლოვან ჭიებში წარმოქმნილია სასუნთქი ორგანოები - ლაყუჩები. არიან ჰერმაფროდიტები და მრავლდებიან მხოლოდ სქესობრივად. ამ ტიპში გაერთიანებულია მრავალჯაგრიანი, მცირეჯაგრიანი რგოლიანი ჭიები და წურბელები. მრავალჯაგრიან რგოლიან ჭიებს სამოძრაო ორგანოებთან ჯაგრებთან რომლებიც სხეულის გამონაბარდებზეა მოთავსებული, უვითარდებათ ლაყუჩები. მრავალჯაგრიანი რგოლიანი ჭიები ცხოვრობენ ბღვებში და თევზების მნიშვნელოვან საკვებს წარმოადგენენ. მცირეჯაგრიან რგოლიან ჭიებს ჯაგართა მცირე რიცხვი გააჩნია. ისინი ძირითადად ნიადაგში ცხოვრობენ და ნემომპალით იკვებებიან რითაც ხელს უწყობენ მკვდარი საფარის დაშლას და ნიადაგის წარმოქმნას. ისინი გეობიოცენოზებში რედუცენტები არიან. მცირეჯაგრიანი რგოლიანი ჭიები გაერთიანებულია ერთ სახელწოდებაში - ჭიაყელები. სხვადასხვა ქიმიური შემადგენლობის ნიადაგში სხვადასხვა სახეობის ჭიაყელა ცხოვრობს. ნიადაგში არსებული ჭიაყელების შესწავლით შეგვიძლია ვიმსჯელოთ ნიადაგის ხასიათზე (სურ. 7).



სურ. 7. ჭიაყელა

წურბელები - ისინი წარმოადგენენ რგოლიანი ჭიების თავისებურ ჯგუფს. ცხოვრობენ მტკნარ წყლებში, ბღვებსა და ოკეანეებში და ტენიან ტროპიკულ ტყეებში. წურბელები ექტოპარაზიტები არიან, ამავე დროს დროებით პარაზიტებს წარმოადგენენ, ისინი ძირითადად ხერხემლიანი ცხოველების (თევზები, ამფიბიები, წყლის ფრინველები, ძუძუმწოვრები) სისხლით იკ-

ვებებიან და მანამ არიან მასპინძლის სხეულზე მიმაგრებული, სანამ ნაწლავის ჯიბისებურ გამონაზარდებს სისხლით არ აავსებენ. წურბელებს სანერწყვე ჯირკვლებში გამოუმუშავდებათ ფერმენტი ჰირუდინი, რომელიც სისხლს ათხიერებს და შედედებას ხელს უშლის. ამ თვისებების გამო წურბელას ერთ-ერთი სახეობა - სამედიცინო წურბელა გამოიყენება მედიცინაში ჰიპერტონიის საწინააღმდეგოდ და ტრამვების შედეგად შედედებული სისხლის გამოსაღებად.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. საიდან წარმოდგება სახელწოდება „რგოლიანი ჭიები“?
2. რა პროგრესული ნიშნები შეინიშნება რგოლიან ჭიებში?
3. რას ნიშნავს დახშული სისხლის მიმოქცევის სისტემა?
4. როგორი ნერვული სისტემა ახასიათებს რგოლიან ჭიებს?
5. რომელი ცხოველებია გაერთიანებული რგოლიან ჭიებში?
6. რა მნიშვნელობა აქვს მრავალჯაგრიან რგოლიან ჭიებს?
7. რა მნიშვნელობა აქვს გეობიოცენოზში ჭიაყელებს?
8. რომელ ნივთიერებას შეიცავს წურბელების ნერწყვი და რა თვისებებით ხასიათდება იგი?
9. რა გამოყენება აქვს სამედიცინო წურბელას ხალხურ მედიცინაში?

ტესტები

1. როგორი ტიპის ნერვული სისტემა ახასიათებს რგოლიან ჭიებს:
   ა) გაფანტულ კვანძოვანი; ბ) ბადისებური;
   გ) მილისებური; დ) ძეწკვისებური.
2. როგორი გამომყოფი სისტემა ახასიათებს რგოლიან ჭიებს:
   ა) პროტონეფრიდიული; ბ) მეტანეფრიდიული;
   გ) დიფუზიური; დ) მილაკოვანი
3. როგორი სისხლის მიმოქცევის სისტემა აქვს რგოლიან ჭიებს:
   ა) ღია; ბ) დახშული;
   გ) აქვს გული და სისხლძარღვები;

დ) სისხლის მიმოქცევის სისტემა არა აქვს.

4. რით იკვებება ჭიაყელა:
   ა) მწერებით; ბ) მწვანე მცენარეებით:
   გ) ნეშომპალით; დ) მცენარეთა ფესვებით.
5. სად ცხოვრობს მრავალჯაგრიანი რგოლიანი ჭიები:
   ა) ხმელეთზე; ბ) გუბურებში;
   გ) ზღვებსა და ოკეანეებში; დ) ნეშომპალით მდიდარ ნიადაგებში.
6. რომელ ცილოვან ნივთიერებას შეიცავს წურბელას ნერწყვი:
   ა) ჰიდურინს; ბ) პეპსინს;
   გ) თიროქსინს; დ) ინსულინს.

თავი V

მოლუსკები ანუ რბილტანიანები

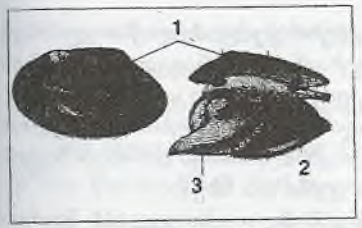
ევოლუციის პროცესში რგოლიანმა ჭიებმა განიცადეს დივერგენცია სამი მიმართულებით; მათგან წარმოიშვნენ: რბილტანიანები; ფეხსახსრიანები და კანეკლიანები. ამათგან რბილტანიანები და ფეხსახსრიანები წარმოადგენენ ყრუ შტოებს ანუ ევოლუციის ჩიხებს, რადგან მათგან სხვა ტიპები არ წარმოშობილან:



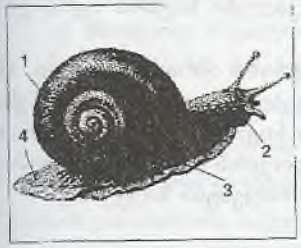
რბილტანიანების სხეული რბილი და დაუნაწევრებელია; უმრავლესობის სხეული ნიჟარითაა დაფარული, რაც ორგანიზმის დაცვის პასიურ საშუალებას წარმოადგენს. ნიჟარას წარმოქმნის მის ქვეშ განვითარებული კანის ნაოჭი – მანტია, რომლის ჯირკვლები გამოყოფს არაორგანულ ($CaCO_3$) და ორგანულ – სადაფის შრეებს. მანტია სხეულს არ ეკვრის და სხეულსა და მანტიას შორის რჩება მანტიის ღრუ. რბილტანიანები ცხოვრობენ მტკნარ წყლებში, ზღვებსა და ოკეანეებში და ხმელეთზე. მათ სისხლის მიმოქცევის სისტემა ღია აქვთ, მაგრამ რგოლიანი ჭიებისაგან განსხვავებით აქვთ გული. სუნთქავენ საცხოვრებელი გარემოს შესაბამისად ლაყუჩებით ან ფილტვით. ფილტვის როლს ასრულებს მანტიის ღრუ და კაპილარებით დაქსელილი მანტიის კედელი.

მოლუსკების ტიპში გაერთიანებულია ორსაგდულიანები, მუცელფეხიანები და თავფეხიანები (სურ. 8)

ორსაგდულიანების ნიჟარა ორი საგდულისაგან შედგება, გაღიზიანების დროს ცხოველი ისე კეტავს ნიჟარას, რომ მისი ძალით გაღება თითქმის შეუძლებელია. ორსაგდულიანების ნიჟარასა და მანტიას შორის თუ მოხვდა ქვიშის ნაწილაკები, იგი იფარება მანტიისაგან გამოყოფილი სადაფის შრით და წარმოიქმნება მარგალიტი. ასეთი პროცესი ბუნებაში შედარებით იშვიათია. ღეი-



უკბილო 1. საგდულები; 2. მანტია; 3. ფეხი



ვაზის ლოკოკინა
1. ნიჟარა; 2. თავი; 3. ტანი; 4. ფეხი



თავფეხიანი მოლუსკები

სურ. 8. მოლუსკები

სათვის მარგალიტის ამ გზით მისაღებად იყენებენ იაპონელი მეცნიერის მიკიმოტოს მეთოდს. რაც იმაში მდგომარეობს, რომ ორსაგდულიან მოლუსკებს სპეციალურად ჩაუდებენ ქვიშის ნაწილაკებს მანტიასა და ნიჟარას შორის და ასე აიძულებენ ცხოველს წარმოქმნას მარგალიტი. დღეს მარგალიტის ბაზარზე გამოტანილი მარგალიტის დაახლოებით 98% ამ მეთოდითაა მიღებული. მტკნარი წყლის ორსაგდულიანებს ეკუთვნის უკბილო (სხვა ორსაგდულიანებისაგან განსხვავებით ნიჟარის საგდულებზე კბილაკები არ გააჩნია) სადაფა და სხვ. ზღვის ორსაგდულიანებიდან აღსანიშნავია: მემარგალიტე, რომელიც ყველაზე კარგი ხარისხის მარგალიტს წარმოქმნის; ხამანწკა, რომელსაც საკვებად იყენებენ; მიდია, რომელიც ზღვის წყლის ბიოლოგიური ფილტრის როლს ასრულებს; გემის ჭია, ტრიდაკნა და სხვა.

მუცელფეხიან რბილტანიანებს გააჩნიათ სხვადასხვა ფორმის (ბურთისებური, ბზრიალისებური, კოშკისებური და ა.შ.) ერთიანი ნიჟარა, თუმცა გვხვდება უნიჟარო მუცელფეხიანები ე.წ. ლოქორები. ამ რბილტანიანებს მუცლის მხარეს აქვთ ერთი ფეხი და ამიტომ უწოდებენ მუცელფეხიანებს. ხმელეთის მუცელფეხიანებიდან

გავრცელებულია ვაზის ლოკოკინა, ბუხისეული ჰელიქსი. და სხვა საქართველოში ხმელეთის მუცელფეხიანების მრავალი სახეობაა გავრცელებული, მათგან აღსანიშნავია ტყის ლოკოკინა.

მტკნარი წყლის მუცელფეხიანებიდან განსაკუთრებით ცნობილია; მცირე და დიდი ტბორელა, ჭაობის ცოცხალმშიბავი და სხვა. ზღვის მუცელფეხიანებიდან რაპანა, ზღვის ყური და სხვა.

თავფეხიანი რბილტანიანები უხერხემლო ცხოველებს შორის ყველაზე დიდტანიანები არიან ზოგის სიგრძე 19 მეტრამდე აღწევს ისინი ხასიათდებიან აქტიური კვებით და აქტიური მოძრაობით, ამიტომ პასიური დაცვის საშუალება ნიჟარა ატროფირებული აქვთ.

თავფეხიან მოლუსკებს თავზე გააჩნიათ მრავალი, ათი ან რვა საცეცი, რომლებსაც ფეხებს უწოდებენ. თავფეხიან მოლუსკებს ეკუთვნის ნავტილუსი - უძველესი ნიჟარიანი თავფეხიანია, რომელიც შემორჩენილია მხოლოდ ინდოეთის ოკეანეში; კალმარი, რვაფეხა და სხვა. მათი ხორცი გამოიყენება საკვებად.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა:

1. რომელი ცხოველებიდან წარმოიშვნენ რბილტანიანები?
2. რა ძირითადი ნიშნები ახასიათებთ რბილტანიანებს?
3. რომელ კლასებად იყოფა რბილტანიანების ტიპი?
4. რა პროგრესული ნიშნები შეიმჩნევა რბილტანიანების სისხლის მიმოქცევის სისტემაში.
5. რით სუნთქავენ რბილტანიანები.
6. როგორ წარმოიშობა მარგალიტი?
7. რა წარმოქმნის ნიჟარას?
8. თავფეხიან მოლუსკებში რამ განაპირობა ნიჟარის ატროფია.

ტესტები

1. რომელი ტიპის ცხოველებიდან წარმოიშობა რბილტანიანები:
   ა) ნაწლავღრუიანებიდან; ბ) ბრტყელი ჭიებიდან;
   გ) რგოლიანი ჭიებიდან; დ) ფეხსახსრიანებიდან.

2. როგორი სისხლის მიმოქცევის სისტემა აქვთ რბილტანიანებს:
   ა) დახშული; ბ) ღია;
   გ) სისხლის მიმოქცევის სისტემა არა აქვთ;
   დ) ყველა პასუხი მცდარია.
3. რა წარმოქმნის მარგალიტს:
   ა) მანტია; ბ) მანტიის ღრუ;
   გ) ნიჟარა; დ) მანტიის კედელში არსებული ჯირკვლები.
4. სად გვხვდებიან რბილტანიანები:
   ა) მხოლოდ ხმელეთზე; ბ) მხოლოდ მტკნარ წყლებში;
   გ) წყალსა და ხმელეთზე; დ) მხოლოდ ზღვებში.
5. რომელი ცხოველებიდან წარმოიშვა რბილტანიანები:
   ა) ფეხსახსრიანებიდან; ბ) მეღუზებიდან;
   გ) ბრტყელი ჭიებიდან; დ) რგოლიანი ჭიებიდან.
6. რამ განაპირობა თავფეხიან რბილტანიანებში ნიჟარის ატროფია:
   ა) აქტიურმა მოძრაობამ;
   ბ) თავდაცვის სხვა საშუალების გამომუშავებამ;
   გ) აქტიურ კვებაზე გადასვლამ;
   დ) ყველა ჩამოთვლილმა.

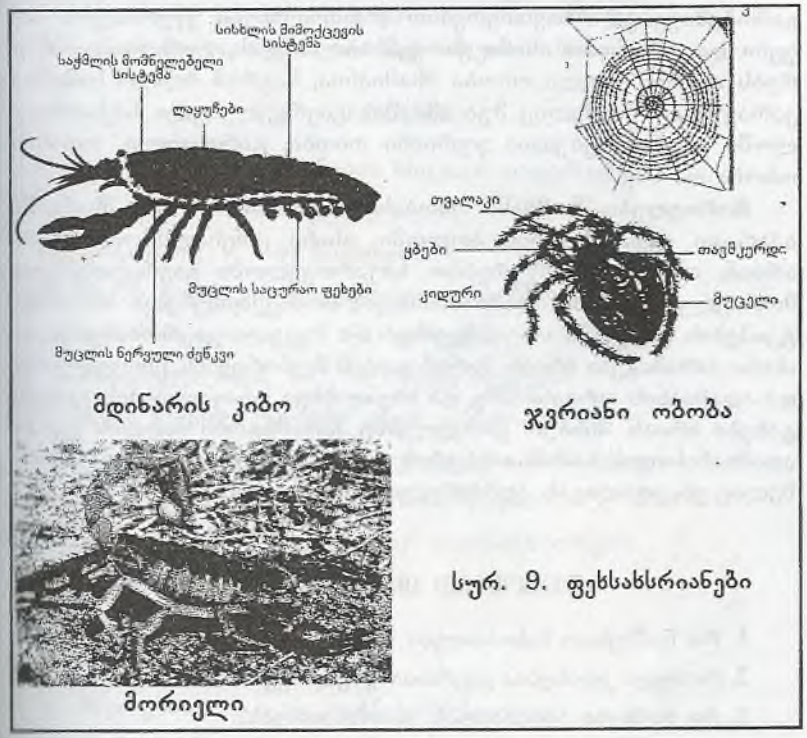
თავი VI

ფეხსახსრიანების ტიპი

ფეხსახსრიანების ტიპი სახეობათა და ინდივიდთა რაოდენობით ბევრად აჭარბებს ყველა სხვა ტიპის ცხოველებს ერთად აღებულს. დედამიწაზე გავრცელებული მილიონნახევარი სახეობის ცხოველებიდან მილიონ ორასიათასი სახეობა ფეხსახსრიანებს ეკუთვნით. ფეხსახსრიანების დამახასიათებელი ნიშანია სხეულის ქიტინოვანი საფარველით დაფარვა, რომელიც გარეგანი ჩონჩხის როლს ასრულებს. სხეულში თავის, მკერდისა და მუცლის გამოყოფა, ზოგ კლასში (ობობასნაირები) თავი და მკერდი შეზრდილია და ქმნის თავმკერდს, დასახსრული კიდურების არსებობა, რომლებიც ბრჭყალებით ბოლოვდება. განივზოლიანი კუნთები. წყალში მცხოვრები ფეხსახსრიანები სუნთქავენ ლაყუჩებით, ხმელეთის ფეხსახსრიანები ფილტვის პარკებით ან სასუნთქი მილებით – ტრაქეებით.

ფეხსახსრიანების ტიპში გამოყოფილია: **კიბოსნაირები, ობობასნაირები და მწერები (სურ. 9).**

კიბოსნაირების სხეული შედგება ერთმანეთთან შეზრდილი თავმკერდისა და დანაწევრებული მუცლისაგან. თავმკერდზე გააჩნია 2 წყვილი (მოკლე და გრძელი) დასახსრული ულვაში, რომლებიც შეხების და ყნოსვის ორგანოებს წარმოადგენენ, აგრეთვე წყვილი ღეროიანი რთული თვალი, ყბები და ყბაფეხები და დასახსრული ორგოტიანი კიდურები. კიბოსნაირებში გამოყოფილია ორი კლასი, უდაბლესი და უმაღლესი კიბოსნაირები. უდაბლესი კიბოები არიან მიკროსკოპული ზომის, კიდურები აქვთ მხოლოდ მკერდზე, ისინი როგორც ზღვებში ასევე მტკნარ წყლებში ქმნიან პლანქტონს, რაც თევზებისა და სხვა მცირე და დიდი ზომის პლანქტონით მკვებავი ორგანიზმების საკვებ ბაზას ქმნიან. მათი მნიშვნელოვანი წარმომადგენლებია დაფნიები, ციკლოპები, ციპრისები და სხვა. უმაღლესი კიბოები მაკროსკოპული ზომის არიან და კიდურები გარდა მკერდისა განვითარებული აქვთ მუცელზე. მტკნარი წყლის კიბოებიდან აღსანიშნავია მდინარის და



სურ. 9. ფეხსახსრიანები

კოლხური კიბოები, მდინარის კიბორჩხალა ზღვის კიბოებიდან; ლანგუსტი, ომარი, კამჩატკური კრაბი და სხვა მათ სარეწაო მნიშვნელობა აქვთ.

ობობასნაირები ხმელეთის ფეხსახსრიანები არიან, მათ ახასიათებთ თავმკერდზე ორი წყვილი სახეშეცვლილი კიდური – ქელიცერები და პედიპალპები და ოთხი წყვილი სასიარულო კიდური. ობობასნაირები მთელ დედამიწაზე არიან გავრცელებული. მათ ეკუთვნის ობობები, მორიელები და ტკიპები. ობობები პირველი ფეხსახსრიანები არიან, რომლებიც წყლიდან ხმელეთზე გადავიდნენ. ობობები მთელ დედამიწაზე არიან გავრცელებული, მათ თავზე აქვთ რვა მარტივი თვალი, იკვებებიან მწერებით, მწერების დასაჭერად აქვთ სააბლაბუდე ჯირკვლები, რომელშიც

გამომუშავებული ნივთიერებით წარმოიქმნება უწვრილესი ძაფები და ამ ძაფით ისინი ქსოვენ აბლაბუდას, რომლითაც მწერებს იჭერენ. ყველა ობობა შხამიანია, მაგრამ ძლიერ საშიშია კარაკულტი, რომელიც შუა აზიაშია გავრცელებული. საქართველოში გავრცელებულია ჯვრიანი ობობა, ტარანტული, ოთახის ობობა და სხვ.

მორიელები შხამიანი ობობასნაირები არიან. მათ შხამიანი აპარატი აქვთ მუცლის ბოლოში. ისინი ცოცხალმშობიარეები არიან, იკვებებიან მწერებით, საქართველოში გავრცელებული მორიელების შხამი ადამიანისათვის მომაკვდინებელი არ არის. **ტკიპების** სხეულში თავი, მკერდი და მუცელი გაერთიანებულია ისინი პარაზიტები არიან. პარაზიტობენ მცენარეების, ცხოველებისა და ადამიანის ორგანიზმზე და სხვადასხვა დაავადებების გადამტანები არიან. შინაურ ცხოველებზე პარაზიტობს ძაღლის ტკიპა, ადამიანისთვის საშიშია ბღერის ტკიპა, და ტაიგური ტკიპა, რომელიც ენცეფალიტის აღმძვრელის გადამტანია.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა:

1. რა ნიშნებით ხასიათდება ფეხსახსრიანი ცხოველები?
2. რომელი კლასებია გაერთიანებული ფეხსახსრიანების ტიპში?
3. რა ნიშნები ახასიათებს კიბოსნაირებს?
4. რა მნიშვნელობა აქვთ უდაბლეს კიბოებს?
5. რით განსხვავდება უმაღლესი კიბოები უდაბლესი კიბოებისაგან?
6. რა თავისებურება ახასიათებთ ობობასნაირებს?
7. რომელი ცხოველებია გაერთიანებული ობობასნაირების კლასში?
8. რით იკვებება ობობები?
9. საქართველოში რომელი ობობებია გავრცელებული?
10. რომელია ყველაზე შხამიანი ობობა?
11. როგორ მრავლდება მორიელები?
12. რამდენადაა საშიში დაგესვლა საქათველოში გავრცელებული მორიელებისაგან?

13. რომელი ტკიპები აავადებს ძუძუმწოვრებს?
14. რომელი ტკიპებია ადამიანისთვის საშიში?

ტესტები:

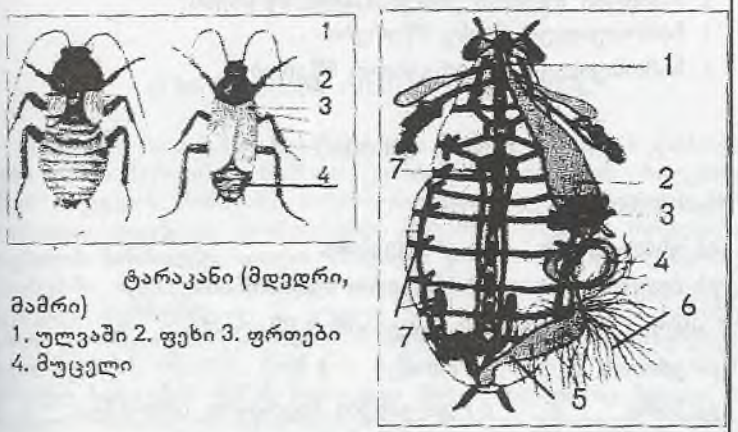
1. რით არის ფეხსახსრიანების სხეული დაფარული:
   ა) კანით; ბ) კუტიკულით;
   გ) ქიტინით; დ) ნიჟარით.
2. როგორი ტიპის კიდურები აქვთ ფეხსახსრიანებს:
   ა) დასახსრული; ბ) გრძელი;
   გ) სახეშეცვლილი; დ) საცეცისებური.
3. რამდენი წყვილი ულვაში აქვთ კიბოსნაირებს:
   ა) ერთი წყვილი ბ) ულვაშები არა აქვთ;
   გ) ორი წყვილი; დ) სამი წყვილი.
4. რამდენი წყვილი კიდური აქვთ ობობასნაირებს:
   ა) ორი; ბ) სამი;
   გ) ოთხი; დ) ხუთი
5. რით იკვებებიან ობობები:
   ა) მწერებით; ბ) პლანქტონით;
   დ) ბაქტერიებით; დ) ლოკოკინებით.
6. რომელი ობობას შხამია ადამიანისათვის საშიში:
   ა) ტარანტულის; ბ) ჯვრიანი ობობას;
   გ) კარაკულტის; დ) ოთახის ობობას.
7. რომელ ტკიპას გადააქვს ენცეფალიტის აღმძვრელი:
   ა) ძაღლის ტკიპას; ბ) ტაიგურ ტკიპას;
   გ) ბღერის ტკიპას დ) ყველა პასუხი მცდარია.

თავი VII

მწერები

მწერების კლასი ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი კლასია (სურ. 10). მათი სხეული სამი ნაწილისაგან შედგება: თავის, მკერდის და მუცელისაგან. თავზე გააჩნია 1 წყვილი ულვაში, წყვილი რთული თვალი და პირის აპარატი, რომლის ფორმა და აგებულება დამოკიდებულია საკვების ხასიათზე. მკერდი სამნაწილიანია და მუცლის მხრიდან სამი წყვილი კიდური აქვს შესახსრული. სხვადასხვა მწერს სხვადასხვა ტიპის კიდური გააჩნია, რაც დამოკიდებულია საცხოვრებელ გარემოსა და კიდურების ფუნქციაზე. მკერდზე ზურგის მხრიდან ორი ან ერთი წყვილი ფრთა აქვთ შენაწევრებული. მწერების სასუნთქ სისტემას წარმოადგენს სასუნთქი მილები, ანუ ტრაქეები, რომლებიც ხვრელებით სტიგმებით იწყება, იტოტება და ყველა ორგანოშია შეჭრილი, ასე რომ ამ მილებით უჯრედებამდე უშუალოდ ატმოსფერული ჰაერი მიიტანება, რომელშიც 21% ჟანგბადია. მწერებს ნერვული სისტემაც რამდენადმე გართულებული აქვს. აქ წარმოქმნილია თავის ნერვული კვანძები და მუცლის ნერვული ძეწკვი. მწერები ცალსქესიანები არიან და ახასიათებთ შინაგანი განაყოფიერება. მრავლდებიან კვერცხების დებით. განვითარება მიმდინარეობს მეტამორფოზით ანუ გარდაქცევით.

პრაქტიკული მნიშვნელობის თვალსაზრისით მწერებს ყოფენ ორ ჯგუფად: მავნე და სასარგებლო მწერებად. მავნე მწერებში აერთიანებენ იმათ, რომლებიც სასოფლო-სამეურნეო კულტურებს აჩანაგებენ ან სხვადასხვა საშიში დაავადებების აღმძვრელის გადამტანები არიან. მავნე მწერებს ეკუთვნის ქერცლფრთიანებიდან: ამერიკული თეთრი პეპელა, ჩრჩილის პეპელა, კომბოსტოს თეთრულა; სწორფრთიანებიდან: კალიები, კუტკალიები, ხოჭოებიდან: მუხის ხარაბუზა, ლაფანჭამია, ორფრთიანებიდან: ბუზები და კოღოები, ტარაკნები, ტილები, ბაღლინჯოები და სხვა. სასარგებლო მწერებს ეკუთვნის თუთისა და მუხის აბრეშუმშემხვევია, თაფლისმომცემი ფუტკარი. თუთის აბრეშუმმხვევია იკვებება თუთის ფოთლებით, ხოლო მუხის აბრეშუმმხვევია მუხის



ტარაკანი (მდედრი, მამრი)
1. ულვაში 2. ფეხი 3. ფრთები 4. მუცელი

ტარაკნის შინაგანი აგებულება
1. ჩიჩახვი 2. კუნთოვანი კუჭი 3. ნამდვილი კუჭი 4. წვრილი ნაწლავი 5. მსხვილი ნაწლავი 6. გამომყოფი მილაკები 7. ტრაქეები, სტიგმები

სურ. 10. მწერები

ფოთლებით. ორივე იძლევა ძვირფას ბუნებრივ ძაფს, რისგანაც ქსოვენ აბრეშუმის ქსოვილებს. მუხის აბრეშუმმხვევია გავრცელებულია შუა აზიაში. საქართველოში უხსოვარი დროიდან მისდევდნენ მეაბრეშუმეობას და უვლიდნენ თუთის აბრეშუმმხვევიას. თაფლისმომცემი ფუტკარი იძლევა თაფლს, ცვილს, შხამს, რძეს, გარდა ამისა ახდენს მცენარეთა ჯვარედინ დამტვერვას, რითაც მოსავლიანობა იზრდება.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა:

1. რა დამახასიათებელი ნიშნებით გამოირჩევა მწერები სხვა უხსახსრიანებისაგან?
2. რით სუნთქავენ მწერები?

3. რამდენი წყვილი კიდური აქვს მწერებს?
4. ჩამოთვალეთ მავნე მწერები
5. ჩამოთვალეთ სასარგებლო მწერები.

ტესტები:

1. რით სუნთქავს მწერები:
   ა) ფილტვებით; ბ) ტრაქეებით;
   გ) ლაყუჩებით; დ) სხეულის ზედაპირით.
2. რამდენი წყვილი ულვაში გააჩნია მწერებს:
   ა) ერთი; ბ) ორი;
   გ) სამი; დ) ულვაშები საერთოდ არა აქვთ.
3. ჩამოთვლილიდან რომელია მავნე მწერი:
   ა) ფუტკარი; ბ) ჭიამაიები;
   გ) ხარაბუზა; დ) მუხის აბრეშუმხვევია.
4. მოძებნეთ მცდარი პასუხი, სასარგებლო მწერებს მიეკუთვნება:
   ა) ფუტკარი; ბ) თუთის აბრეშუმხვევია;
   გ) ჭიანჭველები; დ) ამერიკული თეთრი პეპელა.
5. რომელი დაავადება გადააქვს კოლო ანოფელესს:
   ა) მუცლის ტიფი; ბ) დეზინტერია;
   გ) მალარია; დ) ტუბერკულიოზი.

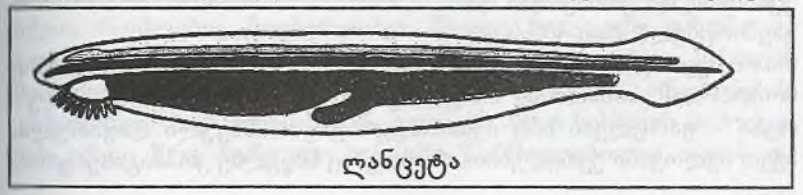
თავი VIII

ქორდიანების ტიპი. CHORDATA.

ქორდიანები აქამდე შესწავლილი ცხოველებისაგან განსხვავდება ოთხი ძირითადი ნიშნით. კერძოდ: 1. ქორდიან ცხოველებს აქვთ სხეულის შინაგანი საყრდენი ქორდა, ანუ ზურგის სიმი, რომელიც უდაბლეს ქორიანებში შენარჩუნებულია მთელი სიცოცხლის მანძილზე, ხოლო უმაღლეს ქორდიანებში ანუ ხერხემლიანებში იცვლება ხრტილოვანი ან ძვლოვანი მალებისაგან აგებული ხერხემლით. 2. ყველა ქორდიან ცხოველს განსხვავებით უქორდო ცხოველებისაგან, ნერვული სისტემა მოთავსებული აქვთ ზურგის მხარეს ქორდის ზემოთ. უდაბლეს ქორდიანებში ნერვულ სისტემას ქმნის ნერვული მილი, რომელიც მთელი სიცოცხლის მანძილეა შენარჩუნებული, ხოლო უმაღლეს ქორდიანებში, ანუ ხერხემლიანებში ნერვული მილისაგან წარმოიქმნება თავისი და ზურგის ტვინი. 4. ქორდიანებს სასუნთქ სისტემად გარემოს შესაბამისად აქვთ ლაყუჩები ან ფილტვები, რომლებიც სახიდანაა წარმოშობილი. 4. გული მოთავსებული აქვთ მუცლის მხარეს. უქორდო ცხოველებს სასუნთქი სისტემა წარმოშობილი აქვთ სხვადასხვა ორგანოებიდან და გული მოთავსებული აქვთ ზურგის მხარეს.

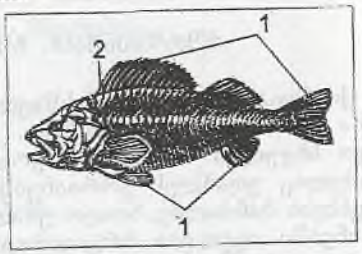
ქორდიან ცხოველებში განიხილება უდაბლესი და უმაღლესი ქორდიანები და ლარვა ქორდიანები. უმაღლეს ქორდიანებს - თავისქალიანები, ანუ ხერხემლიანები ეწოდება, რადგან მათ განვითარებული აქვთ თავის ტვინი და მისი დამცველი. თავის ქალა და ხრტილოვანი ან ძვლოვანი ხერხემალი. უდაბლესი ქორდიანები გარდამავალ საფეხურზე დგანან უქორდო და ხერხემლიან ცხოველებს შორის. უქორდო და ქორდიან ცხოველებს ბევრი საერთო ნიშნებიც აქვთ, რაც მაჩვენებელია იმისა, რომ ქორდიანი ცხოველები წარმოიშვნენ უქორდო ცხოველებისაგან, მაგრამ ისინი გავითარების უფრო მაღალ საფეხურზე დგანან.

უდაბლეს ქორდიანებს ეკუთვნის **ლანცეტა**, რომელიც ზღვებისა და ოკეანეების სანაპირო ზოლში, ქვიშაში ჩაფლული

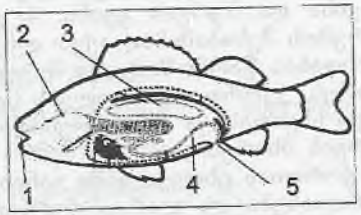


ლანცეტა

ცხოვრობს. მასში კარგად ჩანს როგორც უქორდოების, ასევე ქორდიანების ნიშნები. უმაღლეს ქორდიანებს ანუ ხერხემლიანებს ეკუთვნის: შემდეგი კლასები: თევზები, ამფიბიები, ქვეწარმავლები, ფრინველები და ძუძუმწოვრები.



თევზის ჩონჩხი
1. ფარფლების ჩონჩხი
2. ხერხემალი



თევზის საჭმლის მომნელებელი ორგანოები
1. პირის ხვრელი
2. საყლაპავი
3. ღვიძლი
4. ნაწლავები
5. უკანა ხვრელი

სურ. 11. თევზის აგებულება

თევზების კლასი. თევზები პირველად წყლიერი ხერხემლიანები არიან, რაც იმას ნიშნავს, რომ ისინი წყალში წარმოიშვნენ და დღესაც წყალში ცხოვრობენ. თევზების კლასში დაახლოებით 20 ათასი სახის თევზია გაერთიანებული, რომელთაგანაც დაახლოებით 300 სახის გამოიყენება ადამიანის მიერ საკვებად და ახდენენ მათ რეწვას, დაახლოებით ამდენივე სახის შეიძლება გამოყენებული იქნას სარეწაოდ. თევზების სხეული მორფოლოგიური და ანატომიური აგებულებით მთლიანად შეგუებული არიან წყლის გარემოს. მათი ტიპიური ფორმა თითისტარისებურია, სხეულში გაირჩევა თავი, ტანი და კუდი, თავი ტანთან უკისროდ და უძრავადაა დაკავშირებული, რაც ქმნის ერთიან მკვრივ სხეულს და აადვილებს წყლის ბლანტ გარემოში მოძრაობას. სამოძრაო ორგანოებად გააჩნიათ - წყლის კიდურები – ფარფლები ანუ იქთიოპტერიგიუმი; სხეული დაფარული აქვთ ძვლოვანი ქერცლებით, რომლებიც სხეულზე კრამიტისებურადაა განლაგებული. თავზე აქვთ წყვილი, ქუთუთოებს მოკლებული თვალი, რომლითაც ცუდად ხედავენ. თავზე აგრეთვე გააჩნიათ განივად ჩაჭრილი პირი. კანი შეიცავს ლორწოს გამომყოფ ერთუჯრედიან ჯირკვლებს, ლორწო. თევზის სხეულს ხდის სრიალას, აადვილებს წყალში მოძრაობას, აგრეთვე ორგანიზმს იცავს წყლის მარილიანობის მოქმედებისაგან. კუნთები არ არის ძლიერ დიფერენცირებული, მთავარია ორი გვერდის და ერთი მუცლის კუნთი. ჩონჩხი ხრტილოვანი ან ძვლოვანია, გაირჩევა თავის ქალა, ხერხემალი და ფარფლების ჩონჩხი. თავის ქალაში დიდი ადგილი უჭირავს ქალას სახის ნაწილს, ქალს ტვინის ნაწილი პატარა ზომისაა. მომნელებელი სისტემიდან აღსანიშნავია ხახა, საყლაპავი მილი, ნაწლავი და უკანა ხვრელი. მტაცებელ თევზებს პირში აქვთ კბილები მსხვერპლის დასაჭერად და კუჭი. ნომადურად მკვებავ თევზებს კბილები და კუჭი არ გააჩნიათ. მომნელებელი სისტემიდან აქვთ ღვიძლი და ნაღვლის ბუშტი. გამომყოფ სისტემად თევზებს გააჩნია წყვილი თირკმელი და შარდსაწვეთები, საშარდე ბუშტი და საშარდე ხვრელი. თევზები სუნთქავენ ლაყუჩებით. თევზების უმრავლესობას ოთხი წყვილი ლაყუჩი აქვთ, რომლებიც მდებარეობენ წყვილ სალაყუჩე ღრუში და გარედან დაფარული არიან ძვლოვანი სარქვლებით. სისხლის მიმოქცევის სისტემა შედგება ორსაკნიანი გულის, არტერიების, კაპილარების და ვენებისაგან. თევზებს აქვთ სისხლის მიმოქცევის ერთი წრე. ნერვული სისტემა წარმოდგენილია თავის და



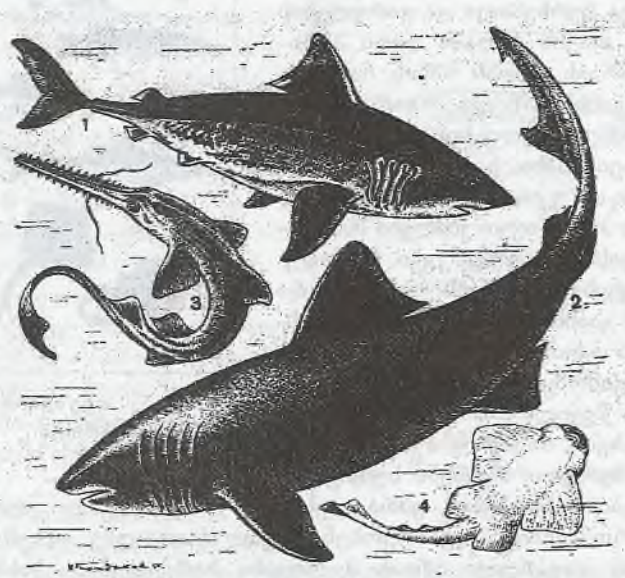
თევზების მრავალგვარობა

ზურგის ტვინის, აგრეთვე პერიფერიული ნერვული სისტემისაგან, თავის ტვინი 5 განყოფილებიანია და ეს განყოფილებები ერთ სწორ ხაზზე მდებარეობენ.

თევზები ცალსქესიანები არიან, სქესობრივი დიმორფიზმი სუსტადაა გამოხატული, განაყოფიერება - გარეგანია, განვითარება - პირდაპირი.

თევზების კლასში გამოყოფილია: ხრტილიანი, ძვლიანი, ორგვარმსუნთქავი და მტევანფარფლიანი თევზები.

ხრტილიანი თევზები უძველესი თევზები არიან (სურ. 12). მიუხედავად ამისა, ისინი დღესაც ერთ-ერთ ძლიერ თევზებად ითვლებიან და ზღვის საშიშ მტაცებლებს წარმოადგენენ. მათი მთავარი დამახასიათებელი ნიშანი ის არის, რომ მათი სხეული მოგრძო თითისტარისებურია, წინ აქვთ დინგი - როსტრუმი,



სურ. 12. ხრტილიანი თევზები: 1. ქაშაყისებური ზვიგენი, 2. გიგანტური ზვიგენი, 3. ცხვირხერხა ზვიგენი, 5. ზღვის ანგელოზი

ხოლო პირი როსტრუმს უკან მდებარეობს, ამიტომ მათ უკანაპირიანებს ეძახიან. ფარფლის ზედა ნაკვთი უფრო დიდია, ვიდრე ქვედა. ასეთ კუდს ჰეტეროცერკული ეწოდება, სხეული დაფარულია უძველესი - პლაკოიდური ქერცლით. აქვთ ხუთი წყვილი ლაყუჩი, რომლებიც ლაყუჩის სარქვლებს მოკლებულია. ჩონჩხი მთლიანად ხრტილისაგან შედგება. ხრტილიან თევზებს მიეკუთვნება ზვიგენები და სკაროსები. ისინი ანატომიურად ერთმანეთის მსგავსი არიან, განსხვავება მორფოლოგიურ აგებულებასა და ცხოვრების ნირშია. ზვიგენები პელაგური - ზღვაში მონავარდე ცხოვრების ნირს ეწევიან. სკაროსები რომბული ფორმის არიან და ფსკერულ ანუ ბენტალური ცხოვრების ნირს ეწევიან. ზვიგენების უდიდესი უმრავლესობა მტაცებელია. მათ მიეკუთვნება: ქაშაყისებური ზვიგენი, ცისფერი ზვიგენი; გიგანტური ზვიგენი, კატრანი, ეს უკანასკნელი შავ ზღვაშიც არის გავრცელებული. სკაროსებიდან აღსანიშნავია: ზღვის კატა, ელექტრული სკაროსი, რომელიც კუნთებში ელექტრო დენს გამოიმუშავებს, ხერხა თევზი და სხვა.

ძვლოვანი თევზების ტიპიური ფორმა თითისტარისებურია. არა აქვთ როსტრუმი, პირი წინაა მოთავსებული, ამიტომ მათ წინაპირიანებსაც ეძახიან. კუდის ფარფლი ცრუ დიფიცერკული ტიპისაა, ე.ი ზედა და ქვედა ნაკვთი მორფოლოგიურად ერთნაირია, მაგრამ ხერხემალი ზედა ნაკვთშია შეჭრილი. სხეული დაფარულია ციკლოიდური ან კტენოიდური ქერცლით. აქვთ ოთხი წყვილი ლაყუჩი, რომლებიც ლაყუჩის ძვლოვანი სარქვლებითაა დაფარული. ძვლოვან თევზებს ეკუთვნის თევზების უდიდესი უმრავლესობა.

ამათგან მეტად მნიშვნელოვანია ხრტილიან ძვლიანი ანუ ზუთხისებური თევზები, რომლებიც აგებულებით გვანან როგორც ხრტილოვან, ისე ძვლოვან თევზებს. ისინი წარმოადგენენ გარდამავალ ფორმებს ხრტილიან და ძვლიან თევზებს შორის. მათგან აღსანიშნავია ზუთხი, სვია, ტარაღანა. ზუთხი გავრცელებულია შავ ზღვაში. ისინი გამსვლელი თევზები არიან. ახასიათებთ ანადრომული მიგრაციები. ისინი ქვირითის დასაყრელად ზღვიდან შედიან მდინარეებში. რუსული ზუთხი მდ. რიონში შედის სამტრედიამდე. კასპიის ზღვიდან კი შედიან ვოლგაში. ზუთხისებური თევზები ძვირფასი სარეწაო თევზები არიან, გამოიყენება მათი ხორცი და ხიზილალა. რუსული ზუთხი შეტანილია საქართველოს

წითელ წიგნში.

სხვა ოჯახებიდან აღსანიშნავია: კეფალი, ქაშაყი, კობრი, ორაგული, კალმახი და გველთევზა, ამ უკანასკნელს ახასიათებს კატადრომული მიგრაცია, ცხოვრობს მდინარეებში და ქვირითის დასაყრელად შედიან ზღვაში.

ორგვარადმსუნთქავი თევზები მეტად თავისებური თევზები არიან. ისინი გავრცელებული არიან სამ კონტინენტზე: ავსტრალიაში, სამხრეთ აფრიკასა და სამხრეთ ამერიკაში. ავსტრალიის და სამხრეთ ამერიკის ორგვარად მსუნთქავი თევზები ცხოვრობენ ჭაობებში. ზაფხულობით ორგანული ნივთიერებების ლპობის შემდეგ ჭაობებსა და მდორედ მიმდინარე მდინარეებში ჟანგბადის რაოდენობა კლებულობს. ამ დროს თევზი იძულებულია წყლიდან 20-40 წუთში ამოყოს თავი და ატმოსფერული ჰაერი ჩაისუნთქოს. ამ დროს ფილტვის როლს ასრულებს საცურავი ბუშტი. აფრიკული ორგვარადმსუნთქავი თევზები ცხოვრობენ მცირე ზომის ტბებში, რომლებიც გვალვების პერიოდში შრება. თევზი ტბის ფსკერზე ლამში ამოეველება, რომელიც სიცხისგან შრება და თიხის კაფსულად გადაიქცევა. თევხი ასე კაფსულში მოთავსებული გადაიტანს ზაფხულს დამშრალი ტბის ფსკერზე, წვიმების პერიოდში როცა ტბა წყლით აივსება, კაფსულა გალღვება და თევზი თავისუფლდება.

მტევანფარფლიანი თევზები მტევანფარფლიანი თევზები მეტად თავისებური აგებულებისანი არიან. ისინი აღმოჩენილი იქნა 1938 წელს ინდოეთის ოკეანეში აფრიკის სამხრეთ-აღმოსავლეთ სანაპიროსთან 80 მეტრის სიღრმეზე. ეს თევზი საკმაოდ მოზრდილია. მეტრნახევარი სიგრძის და 57 კგ იწონის. თევზს **ლატიმერია** უწოდეს (სურ. 13). იგი საინტერესო აღმოჩნდა იმით, რომ ფარფლები ერთგვარ ხორცოვან გამონაზარდებზე აქვთ მოთავსებული. ამ ხორცოვან გამონაზარდებში კი ხმელეთის კიდურების ჰომოლოგიური ძვლებია განვითარებული. დადგინდა, რომ დევონურ პერიოდში მტევანფარ-



სურ. 13. ლატიმერია

ფლიანი თევზები ცხოვრობდნენ მტკნარ წყლებში - გუბურებსა და მცირე ზომის ტბებში, როდესაც ჰავა მშრალი და უნალექო გახდა, მტევანფარფლიანების ნაწილი გუბურიდან გუბურაში გადადიოდა, მათ განიცადეს მამოძრავებელი გადარჩევა და დასაბამი მისცეს პირველ ჯავშნიან ამფიბიებს.

ხოლო რომლებიც გადავიდნენ ზღვაში, განიცადეს მასტაბილიზებელი გადარჩევა და ჩვენამდე უცვლელი სახით მოაღწიეს.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა:

1. რა ნიშნებით განსხვავდება ქორდიანი ცხოველები უქორდო ცხოველებისაგან?
2. რატომ უწოდებენ უმაღლეს ქორდიანებს თავისქალიანებს?
3. ჩამოთვალეთ უმაღლეს ქორდიანებში ანუ ხერხემლიანებში გაერთიანებული კლასები.
4. რატომ თვლიან თევზებს პირველადწყლიერ ორგანიზმებად?
5. სხეულის რა ნაწილებისგან შედგება თევზები?
6. რამდენ საკნიანი გული აქვს თევზებს.
7. რომელი თევზები მიეკუთვნება ხრტილიან თევზებს?
8. რა მნიშვნელობა აქვს მტევანფარფლიანი თევზების შესწავლას?

ტესტები:

1. ჩამოთვლილიდან რომელი ნიშნები ახასიათებს ქორდიან ცხოველებს:
   ა) ქორდა; ბ) ნერვული მილი ზურგის მხარეს;
   გ) გული მუცლის მხარეს; დ) ყველა ჩამოთვლილი.
2. რამდენი წყვილი ლაყუჩი აქვს ხრტილიან თევზებს:
   ა) ორი; ბ) ოთხი;
   გ) ხუთი; დ) ექვსი.
3. ჩამოთვლილიდან რომლები ეკუთვნის ხრტილიან თევზებს:
   ა) ქაშაყისებური ზვიგენი და ზღვის კატა;
   ბ) ქაშაყისებური ზვიგენი და კამბალა;

გ) ხერხა თევზი და კაშალოტი;
დ) ელექტრული სკაროსი და გველთევზი.

4. როგორი მიგრაცია ახასიათებს რუსულ გუთხს:
ა) კატადრომული; ბ) მიქსოტროფული;
გ) ანადრომული; დ) მიგრაცია საერთოდ არ ახასიათებს.

5. რომელი თევზები ეკუთვნის გუთხისებურ თევზებს:
ა) რუსული გუთხი; სვია, ორაგული;
ბ) რუსული გუთხი, სვია, ტარაღანა;
გ) რუსული გუთხი; გველთევზი; ქაშაყი;
დ) რუსული გუთხი, სვია, კამბალა.

6. სად აღმოაჩინეს მტევანფარფლიანი თევზი – ლატიმერია:
ა) აგლანტის ოკეანეში; ბ) ნესის ტბაში;
გ) წყნარ ოკეანეში; დ) ინდოეთის ოკეანეში.

7. სად ცხოვრობენ ორგვარადმსუნთქავი თევზები:
ა) ავსტრალიას, სამხრეთ აფრიკასა და სამხრეთ ამერიკაში;
ბ) ავსტრალიას, იაპონიასა და ჩრდილო კორეაში;
გ) ავსტრალიას, ჩინეთსა და ინდოეთში;
დ) ინდოეთში, სამხრეთ აფრიკასა და სამხრეთ ამერიკაში.

თავი IX

კლასი ამფიბიები ანუ წყალხმელეთა ცხოველები

ამფიბიები თავიანთი არსებობისათვის აუცილებლად საჭიროებენ ორ გარემოს: წყალსა და ხმელეთს. მათი გამრავლება და გავნითარება წყალში ხდება. ისინი გარდამავალი ფორმები არიან წყლისა და ხმელეთის ხერხემლიანებს შორის.

ამფიბიების სხეული დაფარულია კანით, რომელიც გარეგან დანამატებს მოკლებულია. კანში არის მრავალუჯრედანი ლორწოს გამომყოფი ჯირკვლები. ლორწო ამფიბიების მიშველ კანს ასველებს, რაც ააღვილებს დამატებით კანით სუნთქვას. ლორწო შეიცავს მხამიან ნივთიერებებს, რომელიც კლავს ბაქტერიებს და სოკოებს; რომლებმაც შესაძლებელია აღვილად შეაღწიონ ლორწოვან კანში. ამფიბიების სხეულში გაირჩევა თავი, ტანი და ოთხი კიდური. კუდიან ამფიბიებს აქვთ კუდი. თავი ტანთან უკისროდ, მაგრამ მოძრავადაა დაკავშირებული. თავის შემაღლებულ ნაწილზე აქვთ წყვილი ქუთუთოიანი თვალი და ნესტოები, რაც ადაპტაციური ნიშანია. კიდურები ხმელეთზე სამოძრაო, ბერკეტული სისტემისაა. ხმელეთის ყველა ხერხემლიანის მსგავსად კიდურები სარტყლებითაა დაკავშირებული ხერხემალთან. თევზებთან შედარებით კუნთოვანი სისტემა უფრო დახვეწილი და დიფერენცირებულია. გართულებულია სისხლის მიმოქცევის და სუნთქვის სისტემები. გული სამ საკნიანია, შედგება მარჯვენა და მარცხენა წინაგულის და პარკუჭისაგან. წინაგულებიდან პარკუჭში ჩაედინება როგორც არტერიული (მარცხენა წინაგულიდან) ისე ვენური (მარჯვენა წინაგულიდან) სისხლი. პარკუჭში სისხლი მთლიანად მაინც ვერ შეერევა, რადგან პარკუჭის შიგნითა კედელი ხვეულებისა და ღარებისგან შედგება, რომლებშიც სისხლი გუბდება. სისხლის შერევა მხოლოდ პარკუჭის შუა ადგილში ხდება. ამდენად, პარკუჭის შეკუმშვისას პარკუჭიდან სისხლი სამი წყვილი არტერიით გამოდის. თავი მარაგდება არტერიული სისხლით, ფილტვებისა და კანისკენ მიემართება ვენური სისხლი. ხოლო ტანი მარაგდება შერეული სისხლით. ამფიბიები პოიკილოთერმული ორგანიზმები არიან. ამფიბიები სუნთქავენ ფილ-

ტვებით, ფილტვებით სუნთქვასთან დაკავშირებით მათ აქვთ სისხლის მიმოქცევის ორი წრე დიდი და მცირე ანუ ფილტვის წრე. მომნელებელი და გამომყოფი სისტემა ტიპიურია ისე, როგორც ყველა ხერხემლიანისა. ნაწლავი ბოლოვდება კლოაკით. კლოაკა არის ნაწლავის დაბოლოება, რომელშიც იხსნება საშარდე და სასქესო ხვრელები.

ამფიბიები ცალსქესიანი ორგანიზმები არიან, სქესობრივი დიმორფიზმი კარგადაა გამოხატული. ახასიათებთ გარეგანი განაყოფიერება. განვითარება ხდება მეტამორფოზით. ამფიბიების განვითარება ბიოგენეტიკური კანონის კლასიკურ მაგალითად გამოდგება. (ონტოგენეზი არის ფილოგენეზის მოკლე განმეორება).

ამფიბიების კლასში გამოყოფილია სამი რიგი: უფეხო, კუდიანი და უკუდო ამფიბიები (სურ. 14). უფეხო ამფიბიების სხეული ჭიისებური ფორმისაა, არა აქვთ კიდურები, ცხოვრობენ სამხრეთ ამერიკის, ცენტრალური და სამხრეთ აზიის ტენიან ტროპიკული ტყეების ნიადაგში.

კუდიანი ამფიბიების სხეული ხელიკისებური ფორმისაა. გაირჩევა თავი, ტანი, ოთხი სუსტად განვითარებული კიდური და კუდი. მათგან აღსანიშნავია ამფიუმები, ტრიტონები და სალამანდრები. საქართველოში რამდენიმე სახის ტრიტონი და ერთი სახის სალამანდრაა გავრცელებული. ეს არის კავკასიური სალამანდრა, რომელიც კავკასიის გარდა მთელ მსოფლიოში არსად არ გვხვდება. იგი საქართველოს და საერთაშორისო წითელ წიგნებშია შეტანილი. საქართველოში კავკასიური სალამანდრა გვხვდება ბორჯომის ხეობაში, აჭარის წყლის და ხანის წყლის სათავეებთან, გარდა ამისა, გავრცელებულია თურქეთის ტერიტორიაზე, კერძოდ ლაზეთში.



სურ. 14 ამფიბიების მრავალგვარობა
1. 4. გომბეშო
2. ტბის ბაყაყი
3. ვასაკა
5. მცირეაზიური ტრიტონი

უკუდო ამფიბიების სხეული მოკლე და განიერია. მათ ეკუთვნით გომბეშოები, ვასაკები და ბაყაყები. გომბეშოები ყველაზე მეტად არიან დაკავშირებული ხმელეთთან. ისინი ნახევარუდაბნოებშიც გვხვდებიან, ადვილად იტანენ მშრალ ადგილებს, რადგან კანში უხვად აქვთ ლორწოს გამომყოფი ჯირკვლები, რომლებიც ქმნიან მეჭეჭებს. გომბეშოებიდან მნიშვნელოვანია: რუხი გომბეშო, მწვანე გომბეშო, აგა და სხვა. ვასაკები მეხეური ამფიბიები არიან. მათ ახასიათებთ მფარველობითი შეფერილობა, მწვანე ფერის არიან, რითაც შეხამებული არიან გარემოსთან. ხეებზე ცოცხვისთვის თითების ბოლოებზე აქვთ მისაკვრელები. ვასაკები ადვილად გრძნობენ წნევის ცვლილებას და წვიმის მოახლოების წინ იწყებენ ყიყინს. ამდენად, ისინი ცოცხალ ბარომეტრებად ითვლებიან. გამრავლება და განვითარება წყალში ხდება. საქართველოში გავრცელებულია ჩვეულებრივი ვასაკა. სამხრეთ ამერიკაში ცხოვრობს ფილომედება, რომელიც გამრავლების დროსაც კი ხიდან არ ჩამოდის, ფოთოლს ახვევს და შიგ დებს ლორწოსთან ერთად კვერცხებს, აქვე ხეზე ხდება მათი მეტამორფოზი. ბაყაყები უფრო მასიურად გავრცელებული ამფიბიები არიან. ისინი ძირითადად წყალსატევებთან გვხვდებიან.

საქართველოში გვხვდება: ტბის ბაყაყი, მცირეაზიური ბაყაყი, ამიერკავკასიური ბაყაყი.

ამფიბიებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვთ ბუნებისა და ადამიანისათვის. ამფიბიები იკვებებიან მწერებით და მათი მატლებით, ლოკოკინებით და სხვა წვრილი უხერხემლო ცხოველებით. ისინი გამოიყენება საკვებად. ასევე საკვებად გამოიყენება მათი ხიზილალა, იყენებენ ფიზიოლოგიური ცდებისათვის.

ამფიბიები დღეს განიცდიან ბიოლოგიურ რეგრესს, რაც გამოწვეულია იმით, რომ დაჭაობებული ტერიტორიები მცირდება, სოფლის მეურნეობაში დღითი დღე მატულობს პესტიციდების გამოყენება, მასიურად გამოიყენებიან საკვებად, მასიურად იღუპებიან ავტომაგისტრალებზე. ამიტომ საჭირო ხდება კომპლექსური ღონისძიებების მიღება მათ დასაცავად. დასავლეთ საქართველოში გამოიყო კოლხეთის დაბლობის ჭარბტენიანი უბნები (მასში შედის კოლხეთის ნაკრძალი) სადაც შენარჩუნებული იქნება ბუნებრივი ეკოსისტემა.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რა ადგილი უჭირავს ამფიბიებს ცხოველთა სამყაროში?
2. სხეულის რა ნაწილებისგან შედგება ამფიბიები?
3. რით სუნთქავენ ამფიბიები?
4. რამდენ საკნიანი გული აქვთ ამფიბიებს?
5. სისხლის მიმოქცევის რამდენი წრე აქვთ ამფიბიებს?
6. რომელი ორგანო მარაგდება არტერიული სისხლით?
7. რომელი კუდიანი ამფიბიებია საქართველოში გავრცელებული?
8. რომელი უკუდო ამფიბიებია გავრცელებული საქართველოში?
9. რა მიზეზით ხდება ამფიბიების რიცხვის შემცირება?
10. რა მნიშვნელობა აქვს ამფიბიებს ბუნებასა და ადამიანისათვის?

ტესტები:

1. რით არის დაფარული ამფიბიების კანი:
   ა) ძვლოვანი ქერცლებით; ბ) რქოვანი ქერცლებით;
   გ) ჯაგშნით; დ) კანი შიშველია.
2. რამდენ საკნიანი გული აქვს ამფიბიებს:
   ა) ერთი; ბ) ორი;
   გ) სამი; დ) გული საერთოდ არა აქვთ.
3. რით სუნთქავს ამფიბიები?
ა) ფილტვებით; ბ) ფილტვებითა და კანით;
გ) ლაყუჩებით; დ) წყალში ლაყუჩებით, ხმელეთზე - ფილტვებით.
4. როგორი განვითარება ახასიათებს ამფიბიებს:
   ა) პირდაპირი; ბ) მეტამორფოზით;
   დ) სრული მეტამორფოზით დ) არასრული მეტამორფოზით.
5. საქართველოში გავრცელებული რომელი ამფიბიაა წითელ წიგნში შეტანილი:
ა) ტბის ბაყაყი; ბ) ვასაკა;
გ) მცირეაზიური ბაყაყი; დ) კავკასიური სალამანდრა.
6. რომელი ვასაკაა ჩვენში გავრცელებული:
   ა) ფილმედუზა; ბ) ჩვეულებრივი ვასაკა;
   გ) აგა; დ) მწვანე გომბეშო.

თავი X

კლასი REPTILIA - ქვეწარმავლები

ქვეწარმავლები ხმელეთის ხერხემლიანები არიან, თუმცა გვხვდება წყლის გარემოს ქვეწარმავლები, როგორებიცაა, ჭაობის მდინარისა და ზღვის კუ, ზღვის გველები და ნიანგები. მაგრამ ეს მეორეული ნიშანია. ქვეწარმავლები წარმოიშვნენ პალეოზოური ერის პერმულ პერიოდში, ხოლო მეზოზოურ ერაში განიცადეს აყვავება და დაიკავეს ყველა სტიქია: ხმელეთი, წყალი და ჰაერი. ქვეწარმავლების აგებულება მთლიანად შეგუებულია ხმელეთზე ცხოვრებას. თავი ტანთან კისრითაა დაკავშირებული, რაც ორიენტაციის მეტ საშუალებას იძლევა. კანი რქოვანი ქერცლებითაა დაფარული, რაც სხეულს იცავს წყლის დაკარგვისაგან. კანი მშრალია და რაიმე შინაგან დანამატებს (ჯირკვლებს) მოკლებულია, ფილტვები უფრო კარგადაა განვითარებული და დამატებით კანით სუნთქვა არ ხდება. სისხლის მიმოქცევის სისტემა ისეთივეა, როგორც ამფიბიებში. მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ პარკუჭი ნაწილობრივ ტიხრითაა გაყოფილი და არტერიული და ვენური სისხლის შერევა ნაკლებად ხდება, ამფიბიების მსგავსად, ქვეწარმავლებიც პოიკილოთერმულები არიან. ქვეწარმავლებში ნერვული სისტემა უფრო გართულებულია, გაზრდილია გვინის განყოფილებები. განაყოფიერება შინაგანი ახასიათებთ და კვერცხის ღებით მრავლდებიან. კვერცხები პერგამენტისებური ნაჭუჭითა დაფარული და ყვითრით მდიდარია, ინკუბაცია გარემო ტემპერატურის ხარჯზე ხდება. ჩანასახის ირგვლივ ვითარდება პროვიზორული ორგანოები, ამიტომ ქვეწარმავლებიდან დაწყებული (ქვეწარმავლები, ფრინველები, ძუძუმწოვრები) ამნიონიან ცხოველებს მიეკუთვნებიან, განვითარება პირდაპირია.

ქვეწარმავლებს გარდა კუებისა პირში ზედა და ქვედა ყბაზე გააჩნიათ კბილები, რომლებსაც მსხვერპლის პირში დასაჭერად იყენებენ. ქვეწარმავლების კლასში გაერთიანებულია: ხვლიკების, ქამელეონების, გველების, კუების და ნიანგების რიგები.

ხვლიკები მოგრძო ფორმისანი არიან, სხეულში გაირჩევა თავი, ტანი, ოთხი კიდური და კუდი, კუდი ტანზე უფრო გრძელია და ბოლოსაკენ პროპორციულად ვიწროვდება. ხუთთითიანი კი-

დურები სუსტადაა განვითარებული, ამიტომ ტანის სიმძიმეს ვერ იკავებს და მუცელსა და კუდს მიწაზე მიათრევენ. მათთვის დამახასიათებელია ავტოტომიისა და რეგენერაციის უნარი.

ხვლიკებიდან აღსანიშნავია: მწვანე ხვლიკი, მარდი ხვლიკი, საშუალო ხვლიკი. ისინი მდელოებსა და ბუჩქნარით დაფარულ ადგილებში ცხოვრობენ, ხოლო კლდეებზე და ქვაყრილებში გვხვდება კლდის ხვლიკი. ხვლიკებს ეკუთვნის გველხოკერა (აღმოსავლეთ საქართველოში) და ბოხმუჭა ანუ ძლოკვი. მათ კიდურები არა აქვთ და გველისებური ფორმის არიან. გველებისაგან გაირჩევა იმით, რომ ხვლიკებს აქვთ სახამხამებელი ქუთუთო და განივად ჩაჭრილი კლოაკა. ხვლიკები სასარგებლო ქვეწარმავლებია, ისინი ანადგურებენ მწერებს, მათ მატლებს, ლოკოკინებს და სხვ. რომელთა უმრავლესობა სოფლის მეურნეობისათვის მავნებელია.

ქამელეონები მეხეური ქვეწარმავლები არიან. იკვებებიან მწერებით. მათი ფერი მთლიანადაა გარემოსთან შეხამებული და ახასიათებთ ფერის შედარებით მცირე დროში ცვლა, ფონის შესაბამისად. მეხეურ ცხოვრებასთან დაკავშირებით მათ მთელი რიგი ადაპტაციური ნიშნები განუვითარებათ. თვალები აქვთ კონუსური, ქუთუთოები შეზრდილი, ღია რჩება მხოლოდ გუგის პირდაპირ ადგილი. თითები ხეზე მოსაჭიდებლად მომარჯვებული ორი ერთად და სამი ერთად შეზრდილი, კუდს იყენებს როგორც მეხუთე კიდურს. ენა აქვთ ძალზე გრძელი და ბოლოში ჩაბნექილ-კომბლისებური, რითაც მტვერსასრუტივით ისრუტავს მწერებს.

მათი გავრცელების არეალია: ავსტრალია, აფრიკა და კუნძული მადაგასკარი. დასავლეთ საქართველოში 1937–50 წლებში აღწერილია ქამელეონების მოპოვების სამი შემთხვევა, რომლებიც შემთხვევით შემოყვა აფრიკიდან შემოტანილ ციტრუსების ნერგებს.

გველები გრძელი ფორმის კიდურებს მოკლებული ქვეწარმავლები არიან, თუმცა სარტყლის რუდიმენტული ძვლები მიუთითებს იმას, რომ გველები ხვლიკისებური ქვეწარმავლებიდან არიან წარმოშობილი და ევოლუციის პროცესში კიდურებს განუცდიათ ატროფია. გველების რიგში გამოყოფილია მახრჩობელა გველების, ანკარების, ხოლო შხამიანი გველებიდან ასპიტების და გველგესლების ოჯახები.

მახრჩობელა გველებს შხამიანი ჯირკვლები და შხამიანი კბილი არ აქვთ. ისინი მსხვერპლს ტანზე შემოეხვევიან და გუდავენ. მათ მიეკუთვნება ბადებრივი პითონი, გავრცელებულია ბირმასა და მალაკის ნახევარკუნძულზე 10 მეტრამდე სიგრძისაა და 120 კგ-

მდე იწონის. ანაკონდა – მას წყლის მახრჩობელასაც ეძახიან, გვხვდება სამხრეთ ამერიკაში 10–13 მეტრი სიგრძის. საქართველოში გვხვდება ველის მახრჩობელა 1,5–2 მეტრი სიგრძის. იკვებება თაგვისებური მღრღნელებით, წვრილი ძუძუმწოვრებითა და ფრინველებით.

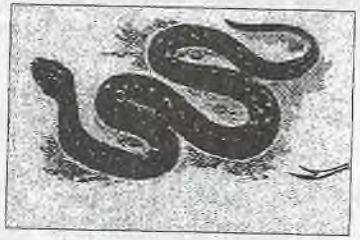
ანკარების ოჯახის წარმომადგენლები უშხამო გველები არიან და მსხვერპლს ცოცხლად ყლაპავენ. მათ ეკუთვნის ჩვეულებრივი ანკარა და წყლის ანკარა. ეს უკანასკნელი იკვებება ამფიბიებითა და თევზებით. ზოგჯერ საგუბურო მეურნეობებს ზიანს აყენებენ.

ასპიტები შხამიანი გველები არიან, მათთვის დამახასიათებელია ღარიანი შხამიანი კბილი. ამ ოჯახში შედის მარჯნის ასპიტი, კობრა ანუ სათვალეებიანი გველი და ზღვის გველები.



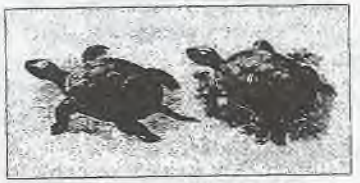
მწვანე ხვლიკი

გველგესლების ოჯახის წარმომადგენლებს აქვთ მილიანი შხამიანი კბილი. ამ ოჯახს ეკუთვნის ჩვეულებრივი გველგესლა, ცხვირრქოსანი გველგესლა, გიურზა, კავკასიური გველგესლა, ჩხრიალა გველი და სხვა.



ველის გველგესლა

კუები მოკლე სხეულის მქონე ქვეწარმავლებია. მათი სხეული ჯავშანშია მოთავსებული, რომელსაც ბაკანი ეწოდება, ბაკანიდან გამოყოფს თავს, კიდურებს და კუდს. ხერხემალი გარეგან ჩონჩხზე, ბაკანზე შეზრდილი აქვს ზურგის მხარეს, პირში კბილები არა აქვს, ყბები რქოვანი ნისკარტითაა დაფარული, მრავლდებიან კვერცხის დებით.



ჭაობის და ხმელეთის კუ

მათ მიეკუთვნება ხმელეთის, ზღვის და ჭაობის კუები.

ხმელეთის კუებიდან ცნობილია ბერძნული კუ, სპილოს კუ, რომელიც გალაპაგოსის კუნძულებზე ბინადრობს. მისი სიგრძე 2 მეტრია, წონა – 250კგ.

ჭაობის კუ ცხოვრობს წყალსატევებთან, იკვებება ცხოველური საკვებით. ბაკანი აქვთ დაბალი, თითებს შორის საცურავი აპკი აქვთ განვითარებული.

ზღვის კუები ხმელეთზე მხოლოდ გასამრავლებლად ამოდიან, და კვერცხებს ქვიშაში დებენ. ისინი სხვა კუებთან შედარებით, (გარდა სპილოსა, კუსა), დიდტანიანები არიან. მათ ეკუთვნის ნამდვილი კარეტა, ჩვეულებრივი კარეტა, მწვანე კუ და სხვ. საკვებად იყენებენ ზღვის კუების კვერცხს და ხორცს.

ნიანგები – ქვეწარმავალთა შორის ყველაზე მაღალგანვითარებული ორგანიზმებია. პროგრესული ნიშნებიდან აღსანიშნავია, ფოსოიანი ანუ თეკოდონტური კბილები, ტვინის რუხი ნივთიერების განვითარება, მაგარი სასა, და ოთხსაკნიანი გული. ნიანგები ტროპიკული ქვეყნის ქვეწარმავლები არიან. კვერცხებს დებენ ხმელეთზე ქვიშაში, მათი კვერცხი ბადის კვერცხისოდენაა.

ღღეისათვის ნიანგების 25 სახეა ცნობილი, მათგან აღსანიშნავია ნილოსის ნიანგი; ალიგატორი, შავი კაიმანი; გავიალი და სხვა. ნიანგის ტყავისაგან დამზადებული ნაკეთობები საკმაოდ ძვირად ფასობს, ამიტომ ბევრ ქვეყნებში მათი ფერმებია შექმნილი. გამოიყენება აგრეთვე მათი ხორცი საკვებად.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რა თავისებური ნიშნები განვითარებიათ ქვეწარმავლებს ხმელეთზე ცხოვრების გამო?
2. რატომ აერთიანებენ ქვეწარმავლებს ამნიონიან ცხოველებში?
3. სხეულის როგორი საფარველი აქვთ ქვეწარმავლებს?
4. რით განსხვავდება ქვეწარმავლების გული ამფიბიების გულისაგან?
5. როგორი ცხოვრების ნირს ეწევიან ქამელეონები?
6. რომელი უშხამო და შხამიანი გველებია გავრცელებული საქართველოში?
7. რა თავისებური ნიშნები ახასიათებთ კუებს?
8. რა პროგრესული ნიშნები ახასიათებთ ნიანგებს?

ტესტები:

1. როდის წარმოიშვნენ ქვეწარმავლები:
   ა) დეონურ პერიოდში; ბ) პერმულ პერიოდში;
   ბ) იურულ პერიოდში; დ) ცარცულ პერიოდში.
2. რამდენ საკნიანი გული აქვთ ქვეწარმავლებს:
   ა) ორი;
   ბ) სამი;
   გ) სამი და პარკუჭში წარმოქმნილია ნაწილობრივი ტიხარი ;
   დ) ოთხსაკნიანი.
3. საღ დებენ ქვეწარმავლები კვერცხებს:
   ა) ხმელეთზე; ბ) წყალში;
   გ) ჭაობში; დ) ყველა პასუხი მცდარია.
4. რით იკვებება ქამელეონები:
   ა) მცენარეთა ფოთლებით;
   ბ) მცენარეთა თესლებით;
   გ) მცენარეთა ნაყოფებით;
   დ) მწერებით.
5. ჩამოთელილიდან რომელი ეკუთვნის მახრჩობელა გველებს:
   ა)ანაკონდა და კობრა;
   ბ) პითონი და გიურზა;
   გ) ანაკონდა და პითონი;
   დ) გიურზა და კობრა.
6. როგორი კბილები აქვს კუს:
   ა) ფოსოიანი;
   ბ) ყბის ძვლებზე მიდულებული;
   გ) ბასრი და უკან გადახრილი
   დ) კბილები საერთოდ არა აქვთ.
7. რა პროგრესული ნიშნები ახასიათებთ ნიანგებს:
   ა) სქელი კანი და გვერდებიდან გაბრტყელებული კუდი;
   ბ) ფოსოიანი კბილები, მაგარი სასა და ოთხსაკნიანი გული;
   გ) მაგარი სასა, თითებს შორის აპკი და კვერცხებით გამრავლება;
   დ) დიდი სხეული ბრჭყალები და თვალები შემაღლებულ ადგილზე.

თავი XI

კლასი ფრინველები - AVES

ფრინველები მაღალგანვითარებული ხერხემლიანებია. ისინი წარმოიშვნენ ქვეწარმავლებისაგან მეზოზოური ერის იურულ პერიოდში. ფრინველები გავრცელებულია მთელს დედამიწაზე პოლუსიდან - პოლუსამდე. ამას განაპირობებს ის, რომ ფრინველები ჰომოიოთერმული ორგანიზმები არიან და დაბალი ტემპერატურა მათი გავრცელებისთვის დაბრკოლებას არ წარმოადგენს და მეორეც, ფრინველები ჰაერში მოძრავი ორგანიზმებია, რის გამოც ადვილად შეუძლიათ დიდი სივრცეების გადალახვა.

ფრინველები ჰაერში მოძრაობის გამო პაგარა ან საშუალო ზომის ხერხემლიანები არიან. მათ სხეულში გაირჩევა თავი, ტანი და ორი წყვილი კიდური. ფრინველს შეუძლია თავი 180°-ით შემოაბრუნოს და ნისკარტით მიწვდეს სხეულის ნებისმიერ წერტილს გარდა საკუთარი კეფისა. წინა კიდურები საფრენ აპარატად - ფრთებადაა გადაქცეული, უკანა კიდურები ოთხთითიანია. აქედან სამი თითი წინაა მიმართული, ხოლო ერთი - უკან. ფრინველების კანი მშრალი და პიგმენტაციას მოკლებულია, კანის შინაგანი დეივატებიდან ფრინველებს გააჩნიათ „კუდის“ ძირში წყვილი კუდუსუნის ანუ ზანდაროსის ჯირკვალი, რომელშიც გამომუშავდება ცხიმი. ამ ცხიმით ფრინველი პოხავს ბუმბულს. კუდუსუნის ჯირკვალი განსაკუთრებით კარგად აქვთ განვითარებული წყალზე მცურავ ფრინველებს. ფრინველების კანი დაფარულია ბუმბულით, იგი რქოვანი წარმოშობისაა. ბუმბული შედგება ღეროს და მარაოსაგან, ღეროს წინა ნაწილს, რომელიც ჩამჯდარია კანში, კალამი ეწოდება, ხოლო მარაოთი დაფარულ ადგილს - ღეპეპი. ღეპეპზე განვითარებულია პირველი და მეორე რიგის ციცქნა წვერები, რომლებიც ერთმანეთს კაუჭებით გამოეღებიან და ქმნიან მტკიცე მარაოს .

მფარავი და მოსაქნევი (ფრთების და საჭოს) ბუმბული შეკრულია, ხოლო ღინღლი, რომელიც სხეულს ტემპერატურას უნარჩუნებს, მოკლებულია კაუჭებს და აშლილია. ფრინველის სხეული ერთნაირად არ არის დაფარული ბუმბულით. ბუმბულით დაფარულ ადგილებს პტერილიები ეწოდება, ბუმბულს მოკლებულ ადგილებს - აპტერიები. ფრინველებს ახასიათებთ ბუმბულის ცვლა - განგური. გაირჩევა საგაზაფხულო და საშემოდგომო განგური. გაზაფხულზე ფრინველებს უფრო მეტად ახასიათებთ ბუმბულის ცვენა, შემოდგომაზე კი, საპირისპირო მოვლენას აქვს ადგილი, ფრინველების სხეული უფრო ხშირი ბუმბულით იფარება. კანის გარეგან დანამატებს ეკუთვნის რქოვანი ქერცლები - კანჭის ძვალზე, რქოვანი ნისკარტი და რქოვანი ბრჭყალები. ფრინველების კუნთეულობა საკმაოდ დიფერენცირებულია. განსაკუთრებით კარგად აქვთ განვითარებული მკერდის ანუ ფრთების მომხრელი კუნთები, რომელთა კარგად განვითარებას გამოუწვევია მკერდის ძვლის გამონაზარდის ქედის ანუ ტროპის წარმოქმნა. ასევე კარგადაა განვითარებული ფრთების გამშლელი, ანუ ლავიწქვეშა კუნთები. კისრის კუნთები და მომხვევი, ანუ უკანა კიდურების კუნთები, რომელთა საშუალებით ფრინველები ხის ტოტს ეჭიდებიან.



მტრედი



მტრედის ჩონჩხი

ჩონჩხი ჰაეროვანი, ანუ პნევმატურია, უდიდესი ნაწილი მოკლებულია ძვლის ტვინს, რაც სხეულს მსუბუქს ხდის და აადვილებს ჰაერში ფრენას. ჩონჩხში გაირჩევა ქალა ხერხემალი და კიდურების ჩონჩხი. ხერხემალი შედგება კისრის, მკერდის, წელის, გავისა და კუდის განყოფილებისაგან. კისრის მალების რიცხვი დამოკიდებულია კისრის სიგრძეზე. მკერდის, წელის, გავის და კუდის მალები, გარდა კუდის ბოლო მალისა, შეზრდილია და

ქმნის მტკიცე საყრდენს. კუდის ბოლო მალა თავისუფლად უკავშირდება. მას პიგოსტილის ძვალი ეწოდება. პიგოსტილს ეყრდნობა საჭის ბუმბული. მკერდის მალებიდან გამოდის ნეკნები, რომლებიც უკავშირდებიან მკერდის ძვალს და ქმნიან გულმკერდის ყაფაზს, რაც იცავს გულს და ფილტვებს დაზიანებისაგან. მკერდის ძვალზე გამოზრდილია ტროპი, ტროპი და მასზე მიმაგრებული მკერდის კუნთები განსაკუთრებით კარგად აქვთ განვითარებული იმ ფრინველებს, რომლებიც კარგად დაფრინავენ. მორბენალ ფრინველებს (სირაქლემებს) ტროპი და მკერდის კუნთები არ გააჩნიათ.

წინა კიდურების სარტყელს ქმნის ბეჭის ძვალი, ლავიწის ძვალი და კორაკოიდის ძვალი. საკუთრივ წინა კიდურების ჩონჩხში შედის მხრის ძვალი, წინამხრის ძვლები (იდაყვის და სხივის), მაჯის, ნების და სამი განუვითარებელი თითის ფალანგი.

უკანა კიდურების სარტყელს ქმნის მენჯი, ფრინველებს დიდი ზომის კვერცხის დების გამო ახასიათებთ ღია მენჯი - სინსაზრუმი. უკანა კიდურების ჩონჩხს ქმნის ბარძაყის ძვალი, წვივის ძვლები (დიდი და მცირე) რომლებიც ერთმანეთთან შეზრდილია, ტერფის ძვალი და ოთხი თითის ფალანგები, სამი წინაა მიმართული, ერთი უკან.

მომნელებელი სისტემა პირით იწყება, ფრინველებს კბილები არ გააჩნიათ, სამაგიეროდ ყბები დაფარული აქვთ რქოვანი ნისკარტით. პირს მოსდევს ხახა, საყლაპავი მილი, ჩიჩახვი და კუჭი, რომელიც ორი განყოფილებისაგან შედგება: წინა ჯირკვლოვანი და მომდევნო კუნთოვანი, შემდეგ მოდის თორმეტგოჯა ნაწლავი, წვრილი, მსხვილი, სწორი ნაწლავი, რომელიც კლოაკით ბოლოვდება. მომნელებელ სისტემას ეკუთვნის ღვიძლი. ნაღველი ჯერ სანაღველე ბუშტში გროვდება და იქედან თორმეტგოჯა ნაწლავში ჩაედინება. აკენკილი საკვები ჩიჩახვში ლბება, შემდეგ ჯირკვლოვან კუჭში ლბება, ხოლო კუნთოვან კუჭში ფრინველის მიერ აკენკილი კენჭებთან შეხებით ქუცმაცდება. ნაწლავი მოკლე აქვთ, რაც უზრუნველყოფს ხშირ დეფეკაციას, ეს კი სხეულს ამსუბუქებს. ფრინველებში საკვების მონელება სწრაფად მიმდინარეობს. მაგ.: ბეღურა მარცვალს ინელებს 3-4 საათში, ხოჭოს 1 საათში, ხოლო მწერის მატლს 15 წუთში.

გამომყოფი სისტემა. თირკმლები მდებარეობს მენჯის მიდამოში. შარდსაწვეთები იხსნება უშუალოდ კლოაკაში. ფრინველებს საშარდე ბუშტი არ გააჩნია, რაც ჰაერში ფრენასთან არის დაკავშირებული.

სასუნთქი სისტემა ფრინველებში ჰაერში მოძრაობასთან დაკავშირებით გართულებულია, მათ გარდა ფილტვებისა, აქვთ საჰაერო პარკები, რაც უზრუნველყოფს ორმაგ სუნთქვას. ერთხელ ჩასუნთქული ჰაერიდან ფრინველი ორჯერ ითვისებს ჟანგბადს, ერთხელ როდესაც სასუნთქი გზების გავლით ფილტვებს გაიელის და გადადის საჰაერო პარკებში, მეორედ ამოსუნთქვის დროს, როდესაც საჰაერო პარკებიდან ფილტვებს გამოიელის. სასუნთქი გზები იწყება ნისკარტზე არსებული ნესტოებით, საიდანაც ჰაერი ჯერ ცხვირის ღრუში, იქედან გადადის ხახაში, შემდეგ ხორხში - ლარინქსში. იქედან გადადის ტრაქეაში, რომელიც მარჯვენა და მარცხენა ბრონქად იყოფა. იქ სადაც ტრაქეა იყოფა ბრონქებად, ფრინველებს აქვთ მეორე, ანუ ქვედა ხორხი - სირინქსი; რომელიც საბგერ აპარატს წარმოადგენს. ის განსაკუთრებით კარგად აქვთ განვითარებული მგალობელ ფრინველებს. ბრინქები შესაბამის ფილტვებს უკავშირდება. სუნთქვის ინტენსიობა დამოკიდებულია ფრინველის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობასა და ზომაზე. მაგ. მტრედი როდესაც მოსვენებულ მდგომარეობაშია, წუთში 26 სუნთქვით მოძრაობას ასრულებს, როდესაც დადის - 77, ხოლო როდესაც ფრენს - 400. მოსვენებულ მდგომარეობაში ბატი საშუალოდ წუთში - 12-24 სუნთქვით მოძრაობას ასრულებს, იხვი 30-43, ხოლო ბეღურა 90-100-ს.

სისხლის მიმოქცევის სისტემა. ფრინველები ჰომოიოთერმული ორგანიზმები არიან და უნდა აღინიშნოს, რომ მათი სხეულის ტემპერატურა ძუძუმწოვრების ტემპერატურაზე მაღალია. გული ოთხსაკნიანია და მისი მასა იმავე წონის ძუძუმწოვართან შედარებით ბევრად დიდია. მაგ. იხვის გულის წონა სხეულის წონის 0,6% შეადგენს, ხოლო ბოცვრის - 0,2%-ს.

რაც უფრო კარგი მფრინავია ფრინველი, მით უფრო დიდია გულის მასა სხეულის მასასთან შეფარდებით. მაგ. კარგად მფრინავი ფრინველის, გულის მასა 1,7% სხეულის მასისა, მაშინ როდესაც ნაკლებად მფრინავი ფრინველის ჩხიკვის გულის მასა სხეულის მასის 0,9%-ია.

ფრინველების გულის ცემა ძალზე ენერგიულად მიმდინარეობს. რაც უფრო პატარა ზომისაა ფრინველი, მით უფრო სწრაფად სცემს

გული. მაგ. მტრედი, რომელიც 250 გრამს იწონის, გულის ცემის სიჩქარე წუთში აღწევს 248-ს, მწვანელას რომლის წონა 22 გრამია - 697-ს, ხოლო წივწივას, რომელიც 8 გრამს იწონის - 1037-ს.

ნერვული სისტემა და გრძნობათა ორგანოები. ფრინველების ცენტრალურ ნერვულ სისტემას წარმოადგენს თავისა და ზურგის ტვინი, ისე როგორც ყველა ხერხემლიან ცხოველებში, თავის ტვინი ხუთი განყოფილებისაგან შედგება, მაგრამ ქვეწარმავლებისაგან განსხვავებით თავის ტვინი შედარებით დიდი ზომის აქვთ, რაც ძირითადად წინა ტვინის ნახევარსფეროების განვითარების შედეგია. საკმაოდ დიდია ნათხემიც, რაც განპირობებულია იმით, რომ ფრინველებს ჰაერში ფრენის გამო უხდებათ უფრო რთული მოძრაობების შესრულება და მეტი ორიენტაცია გარემოში.

მხედველობის ორგანოები წარმოდგენილია საკმაოდ კარგად განვითარებული მოზრდილი თვალებით, რომლებიც შეიარაღებულია სახამხამებელი ქუთუთოთი. გარდა ამისა, ფრინველებს საკმაოდ კარგად აქვთ განვითარებული მესამე ქუთუთო. მხედველობა დამოკიდებულია საარსებო გარემოზე. განსაკუთრებით კარგი მხედველობით გამოირჩევიან გაშლილი ადგილების (სტეპების, ველების, უდაბნოების) და ღიის მტაცებელი ფრინველები. შედარებით სუსტი მხედველობა აქვთ ტყის ფრინველებს. სმენის ორგანო ისევე როგორც ქვეწარმავლებში, შედგება შიგა და შუა ყურისაგან, მაგრამ ხასიათდება შიგა ყურში ლოკოკინას უფრო კარგი განვითარებით. ყურის ნიჟარა არ გააჩნიათ. სუსტად აქვთ განვითარებული შეხების, გემოვნების და ყნოსვის ორგანოები.

ფრინველები ცალსქესიანი ცხოველებია, სქესობრივი დიმორფიზმი კარგადაა გამოხატული, რაც გამოიხატება ზომაში, შეფერილობაში, ბიბილოსა და ღეზების სიდიდეს, ხმიანობაში და სხვ. მამრებს გააჩნიათ წყვილი სათესლე თესლგამტარებით, რომლებიც კლოაკში იხსნება, მდედრებს ცალი - მარცხენა საკვერცხე კვერცხგამტარით, რომელიც ასევე კლოაკაში იხსნება. ჰაერში მოძრაობასთან დაკავშირებით სხეული რომ არ დამძიმდეს, მარჯვენა საკვერცხე ატროფირებულია. ყველა ხერხემლიან ცხოველთა შორის ფრინველები ყველაზე დიდი ზომის კვერცხებს დებენ. კვერცხებს დება ხდება რიგრიგობით. განაყოფიერება შინაგანია. ინკუბაცია ხდება სხეულის ტემპერატურის ხარჯზე. კრუხობამდე ფრინველები ბუდეს აგებენ, რომლებიც სხვადასხვა ფორმისაა. განვითარება ახასიათებთ პირდაპირი. მართვე ბარტყი ან წიწილაა.

ფრინველების კლასი (aves) იყოფა ორ ქვეკლასად I ხელიკისებრკუდიანები და II მარაოკუდიანები.

ხელიკისებრკუდიანები გადაშენებული ფრინველები არიან, ისინი ცხოვრობდნენ მეზოზოურ ერის იურულ პერიოდში, მათ ჰქონდათ როგორც ქვეწარმავლების ისე ფრინველების ნიშნები. ქვეწარმავლების მსგავსად მათ ჰქონდათ მასიური ძვლები, კუდის მალები და კბილები. ფრინველების ნიშნებიდან სხეული დაფარული ჰქონდათ ბუმბულით და წინა კიდურები გადაქცეული ჰქონდა ფრთებად. იურულ ნალექებში აღმოჩენილი იქნა ასეთი ფრინველის განამარხი, რომელსაც არქეოპტერიქსი უწოდეს. არქეოპტერიქსი გარდამავალ ფორმას წარმოადგენდა ქვეწარმავლებსა და ნამდვილ ფრინველებს ანუ მარაოკუდიანებს შორის.

II ქვეკლასი მარაოკუდიანები, ანუ ნამდვილი ფრინველები.

ამ ქვეკლასში რამდენიმე ზერიგია გაერთიანებული.

I ზერიგი პინგვინები: პინგვინების ზერიგში გაერთიანებული არიან წყლის გარემოსთან დაკავშირებული ფრინველები.

ისინი სამხრეთ ნახევარსფეროს ფრინველები არიან. გვხვდებიან უკიდურეს სამხრეთ ამერიკის, სამხრეთ აფრიკის, სამხრეთ ავსტრალიის ნაპირებთან და ანტარქტიდის ჩრდილო სანაპიროებზე. ერთი სახე გალაპაგოსის პინგვინი გალაპაგოსის კუნძულებზეც გვხვდება. პინგვინები კოლონიებად ცხოვრობენ. მათი სხეული მოკლე და ხშირი ბუმბულითაა დაფარული, რომლებიც თევზის ქერცლებივითაა განლაგებული, იგი იცავს სხეულს დასველებისაგან და ხელს არ უშლის ცურვაში. კარგად აქვთ განვითარებული ზანდაროსის ჯირკვალი, წინა კიდურები - ფრთები ვიწრო და გრძელია, მას წყალში ცურვისათვის იყენებენ, რასაც გამოუწვევია მკერდის ძვალზე ტროპის წარმოქმნა, უკანა კი-



პინგვინი

დურების თითებს შორის საცურავი აპკია განვითარებული. იკვებებიან თევზებით, მოლუსკებით და ზღვის სხვა უხერხემლო ცხოველებით. დღეისათვის ცნობილია 17 სახის პინგვინი. ამათგან აღსანიშნავია: იმპერატორის პინგვინი 110–120 სმ. სამეფო პინგვინი, ადელის პინგვინი და სხვ.

II ზერიგი. უქედო ანუ მორბენალი ფრინველები. სამხრეთ ნახევარსფეროს ფრინველები არიან. ისინი არ დაფრინავენ. თანამედროვე ფრინველთა შორის ყველაზე დიდტანიანები არიან. ცხოვრობენ გაშლილ ველებსა და ტყეებში. ბუმბულთსამოსი ამშლილი აქვთ, სხეულის უდიდეს ნაწილზე აპტერიებია განვითარებული, არა აქვთ მკერდის კუნთები და ტროპი, ბანდაროსის ჯირკვალი. მტრისაგან თავს გაქცევით შველიან, ამიტომ აქვთ კარგად განვითარებული უკანა კიდურები, გრძელი კისერი და კარგი მხედველობა, რომ ნახევარუდაბნოებში მტერი შორიდან შენიშნონ, იკვებებიან თესლებით, ნაყოფებით, ქვეწარმავლებით და სხვა წვრილი ცხოველებით.

ამ ზერიგში გაერთიანებულია: აფრიკული სირაქლემა, ფრინველთა შორის ყველაზე დიდტანიანი 260–275 სმ სიმაღლის და იწონის 50კგ-ს. სირბილის დროს ნაბიჯების სიგრძე 2–3 მეტრია. უკანა კიდურები ორთითიანია და ჩლიქისებური ბრჭყალებით ბოლოვდება. დებენ 15–20 კვერცხს, თითოეული კვერცხის წონა 1,5–2 კგ-ია. გავრცელებულია აფრიკის სავანებში. მესამეულ პერიოდში მსგავსი სახეები ცხოვრობდნენ სამხრეთ აზიაშიც. სხვა წარმომადგენლებიდან აღსანიშნავია კაზუარები, ანუ ავსტრალიის სირაქლემები. ისინი დღეს მოშინაურებულიც ყავთ, კვერცხის, ხორცის, ტყავისა და ბუმბულისათვის. ამერიკული სირაქლემა, ანუ ნანდუ, გავრცელებულია სამხრეთ ამერიკაში. 150 სმ სიმაღლის. ამავე ზერიგს ეკუთვნის ახალი ზელანდიის უქედო ფრინველი კივი, რომელიც ტყეებში ცხოვრობს, იგი უქედო ფრინველებს შორის ყველაზე პატარაა 2–3 კგ-ს იწონის. მაგრამ საინტერესოა იმით, რომ მისი კვერცხი სხეულის 1/4-ს შეადგენს და იწონის საშუალოდ 450 გრამს.

III ზერიგი: ქედიანი ფრინველები. ისინი ჰაერში მოძრაობენ, ამიტომ კარგად აქვთ განვითარებული მკერდის კუნთები და ტროპი. ამ ზერიგში შედის მრავალი რიგი და ოჯახი. ძირითადი რიგებია. ბაგასინისნაირები, ნიჩაფფეხიანები, ყარყატისნაირები,

ბაგისნაირები, შავარდენისნაირები, ქათმისნაირები, ბუსნაირები, მტრედისნაირები, ბელურასნაირები, თუთიყუშისნაირები და სხვა.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა:

1) რა თავისებური ნიშნები ახასიათებს ფრინველებს ჰაერში მოძრაობასთან დაკავშირებით?

2) რამ განაპირობა ფრინველებში მკერდის ძვლის გამონაზარდის ქედის წარმოქმნა?

3) რა ფუნქციას ასრულებს საჰაერო პარკები?

4) რას ნიშნავს ორმაგი სუნთქვა?

5) რამდენ საკნიანი გული აქვს ფრინველებს?

6) რაზეა დამოკიდებული გულის ცემის სიხშირე ფრინველებში?

7) ჩამოთვალეთ ფრინველის ჰაერში ფრენასთან შეგუებითი ნიშნები.

8) რა ნიშნებით ხასიათდება პინგვინები?

9) რა დამახასიათებელი ნიშნებით გამოირჩევა უქედო ფრინველები?

10) რომელი რიგებია გაერთიანებული ქედიან ფრინველებში?

ტესტები:

1. როგორი ჩონჩხი აქვს ფრინველებს:
   ა) პნევმატური; ბ) მასიური;
   გ) დრეკადი; დ) ძვალ-ხრტილოვანი.
2. რომელი ძვლის გამონაზარდია ტროპი ანუ ქედი:
   ა) წვივის; ბ) ლავიწის;
   გ) მკერდის ძვლის; დ) მენჯის.
3. როგორი მენჯი ახასიათებს ფრინველებს:
   ა) შეზრდილი; ბ) ღია;
   გ) დახურული; დ) პნევმატური.
4. სად აქვს ფრინველებს მბგერავი აპარატი:
   ა) ბედა ხორხში; ბ) ქვედა ხორხში;

გ) ნესტოებში; დ) საჰაერო პარკებში.

5. რა ფუნქციას ასრულებს ფრინველის ჯირკვლოვანი კუჭი:
ა) საკვების დალბობის;
ბ) საკვების მექანიკური გადამუშავების, საკვების ფერმენტული გადამუშავების;
დ) საკვების შეწოვის.

6. როგორი სუნთქვა ახასიათებს ფრინველებს:
ა) მარტივი; ბ) ორგვარი;
გ) ორაგი; დ) ორჯერადი.

7. რაზეა დამოკიდებული ფრინველის სუნთქვითი მოძრაობის სიჩქარე:
ა) ფრინველის ზომაზე;
ბ) ფრინველის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე;
გ) ფრინველის სიმაღლეზე
დ) ფრინველის ზომასა და ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე.

8. რამდენ საკნიანი გული აქვს ფრინველებს:
ა) ორი ბ) სამი;
გ) ოთხი; დ) ყველა პასუხი მცდარია.

9. რა განაპირობებს ფრინველების ჰომოიოთერმულობას:
ა) ოთხსაკნიანი გულის არსებობა;
ბ) სხეული მარაგდება არტერიული სისხლით;
გ) გულში არ ხდება არტერიული და ვენური სისხლის შერევა;
დ) ორგანიზმში ჟანგვითი პროცესები მიმდინარეობს ინტენსიურად.

10. რატომ არა აქვთ უქედო ფრინველების მკერდის ძვლის გამონაზარდი ტროპი ანუ ქედი:
ა) ისინი უდაბნოებში ცხოვრობენ;
ბ) მათი ფრთების ბუმბული აშლილია;
გ) ისინი არ დაფრინავენ და მკერდის კუნთები სუსტად აქვთ განვითარებული;
დ) ისინი ხეებზე არ ჯდებიან.

თავი XII

კლასი ძუძუმწოვრები - MAMMALIA

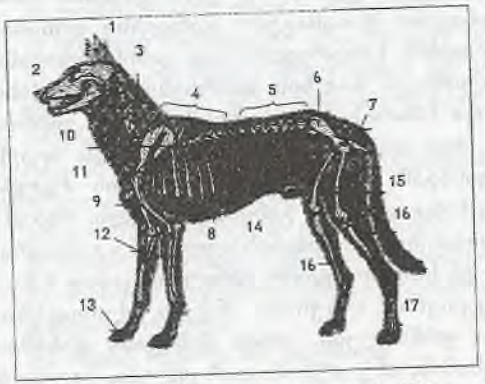
ძუძუმწოვრები თავიანთი განვითარებით ხერხემლიან ცხოველთა ყველაზე მაღალ კლასს ქმნიან. ძუძუმწოვრები ისე, როგორც ფრინველები წარმოიშვნენ მეზოზოურ ერაში ქვეწარმავლებისაგან. ევოლუციის პროცესში ქვეწარმავლებმა განიცადეს დივერგენცია და წარმოშვეს ფრინველები და ძუძუმწოვრები. ამიტომ მათი აღწერის დროს შედარებას ვახდენთ ქვეწარმავლებთან.

ძუძუმწოვრების სხეული შედგება თავის, ტანის, ოთხი კიდურისა და კუდისაგან. თავი ტანთან კარგად გამოხატული კისრითაა დაკავშირებული. კიდურები კარგადაა განვითარებული, ამიტომ ქვეწარმავლებისაგან განსხვავებით ტანი მიწიდან მაღლაა აწეული. კიდურებით ძუძუმწოვრები დადიან, დარბიან, დახტიან, ან დაცურავენ.

ძუძუმწოვრების სხეული დაფარულია კანით, რომელიც შედგება ეპიდერმისის და დერმის, ანუ საკუთრივ კანისაგან, მის ქვეშ კი განვითარებულია ცხიმოვანი შრე. კანს გააჩნია როგორც გარეგანი ისე შინაგანი დანამატები. გარეგანი დანამატებიდან აღსანიშნავია ბალნის საფარველი, იგი კანის რქოვანი დანამატია, ბალანი - გაირჩევა ბალნის ნაირსახეობა, ფაცახი (უხეში) თივთიკი (ნაზი და ხშირი); თმა, ულვაშები ანუ ვიბრისები, ჯაგარი, ფაფარი, ძუა და სხვა. ბალანი სხეულს იცავს ტემპერატურის დაკარგვისაგან. ტროპიკული ქვეყნების ძუძუმწოვრებს ბალანი ძალზე სუსტად აქვთ განვითარებული. ძუძუმწოვრებისათვის დამახასიათებელია ბალნის ცვლა, ანუ განგური. გაირჩევა საგაზაფხულო და საშემოდგომო განგური. კანის რქოვან წარმონაქმნებს ეკუთვნის ღრუიანი რქები, ქერცლები, ბრჭყალები, ჩლიქები და ფრჩხილები. კანის შინაგანი დანამატებიდან აღსანიშნავია ცხიმის, ანუ თებოს ჯირკვლები, საოფლე ჯირკვლები და სარძევე ჯირკვლები, ცხიმის ჯირკვლებიდან გამოყოფილი ცხიმი პოხავს ბალანს და კანს, რაც მათ ხდის ელასტიურს და იცავს ორგანიზმს დასველებისაგან. საოფლე ჯირკვლების საღინარი იხსნება კანის ზედაპირზე. ოფლის გამოყოფა

არეგულირებს სხეულის ტემპერატურას და ოფლთან ერთად ორგანიზმიდან გამოიყოფა დისიმილაციის პროდუქტები. სარძევე ჯირკვლები საოფლე ჯირკვლების სახეცვლილებაა, ისინი ქმნიან ძუძუს და სარძევე ჯირკვლების სადინარები იხსნება ძუძუს თავზე და წოვის აქტის დროს ადგილი აქვს ჯირკვლებში გამომუშავებული ნოყიერი სითხის – რძის გამოყოფას, რითაც ძუძუმწოვრები კვებავენ თავიანთ ნაშიერს. ძუძუმწოვართა უმრავლესობას სარძევე ჯირკვლები განლაგებული აქვთ ორ მწკრივად მუცლის მხარეს. ზოგს შემორჩენილი აქვს მხოლოდ მუცელზე და წარმოქმნილია ცური ანუ ჯიქანი (ძროხა, თხა) ზოგს შემორჩენილი აქვს მხოლოდ მკერდზე მაგ. ღამურებს, პრიმატებს და ადამიანებს.

კუნთებიდან აღსანიშნავია ტანის ანუ სომატური და თავის ანუ ვისცერალური კუნთები. სომატური კუნთებიდან აღსანიშნავია, კიდურების, კისრის, ნეკნთაშორისი და სხვა. ვისცერალური კუნთებიდან საღეჭი და მიმიკური კუნთები. ძუძუმწოვრების კუნთებიდან სპეციფიურია სწორედ მიმიკური კუნთები და დიაფრაგმა ანუ აპკისებური კუნთი, რომელიც სხეულის ღრუს ყოფს ორ ნაწილად, მუცლის და გულმკერდის ღრუდ. მიმიკური კუნთებით



ძაღლის მორფოლოგია და ჩონჩხი

ძაღლის ჩონჩხი
1. თავის ჩონჩხის ტვინის განყოფილება
2. თავის ჩონჩხის სახის განყოფილება
3. ხერხემლის კისრის განყოფილება
4. გულმკერდის განყოფილება
5. წელის განყოფილება
6. გავის განყოფილება
7. კუდუსუნის განყოფილება
8. ნეკნები
9. მკერდის ძვალი
10. ბეჭი
11. მხრის ძვალი
12. წინამხრის ძვლები
13. მტევანი
14. მენჯის ძვლები
15. ბარძაყის ძვლები
16. წვივის ძვლები
17. ტერფის ძვლები

ცხოველი გამოხატავს განწყობას და დამოკიდებულებას პარტნიორის თუ სხვა ორგანიზმის მიმართ. განსაკუთრებით მიმიკური კუნთები კარგად აქვს განვითარებული მტაცებლებს და პრიმატებს.

ჩონჩხი ძუძუმწოვრების ჩონჩხში გაირჩევა ქალა, ხერხემალი და კიდურების ჩონჩხი. ქალა შედგება ტვინის და სხვის განყოფილებისაგან. ტვინის ქალა ძუძუმწოვრებში გადიდებულია, თავის ტვინის მოცულობის გადიდების გამო. ხერხემალში გაირჩევა კისრის, გულმკერდის, წელის, გავისა და კუდის განყოფილება. ყველა ძუძუმწოვარს მიუხედავად კისრის სიგრძისა (ზარმაცას გამოკლებით) აქვს კისრის 7 მალა. გულმკერდის 12, წელის 5 და გავის 5 მალა, რაც შეეხება კუდის მალებს, მათი რაოდენობა დამოკიდებულია კუდის სიგრძეზე. მკერდის მალებიდან გამოდის 12 წყვილი ნეკნი, რომლებიც მეორე ბოლოებით უკავშირდებიან მკერდის ძვალს და ქმნიან გულმკერდის ყაფაზს. წინა კიდურების სარტყელს ქმნის ბეჭისა და ლავიწის ძვალი. მასთან დაკავშირებულია მხრის, წინამხრის ორი ძვალი (იდაყვის და სხივის), მაჯის ძვლები, ნების ძვლები და თითების ფალანგები. უკანა კიდურები სარტყელს ქმნის მენჯის ძვლები, რომლებიც შეზრდილია გავასთან, ძუძუმწოვრებს ფრინველებისაგან განსხვავებით ახასიათებთ დახურული მენჯი ანუ სიმფიზი. უკანა კიდურების ჩონჩხში შედის ბარძაყის, დიდი და მცირე წვივის, ტერფის ძვლები და თითების ფალანგები. ძუძუმწოვრებისათვის დამახასიათებელია 5 თითიანი კიდურები. თუმცა მათი რიცხვი სხვადასხვა ძუძუმწოვრებში შეიძლება იყოს ოთხი, სამი ან ერთი. ძუძუმწოვრებისათვის დამახასიათებელია მუხლის სახსარში სპეციფიური ძვლის კვირისთავის არსებობა, რომელიც იცავს მუხლის სახსარს.

მომნელებელი სისტემა. ძუძუმწოვრებს ზედა და ქვედა ყბებზე გააჩნიათ ყბის ძვლის ფოსოში ჩამჯდარი – თეკოდონტური კბილები. კბილების რაოდენობა და ფორმა სხვადასხვა ძუძუმწოვრებში სხვადასხვაა, ამიტომ შემოტანილია კბილების ფორმულები. მაგალითად მაიმუნის და ადამიანის კბილების ფორმულა ასეთია 2.1.2.3 / 2.1.2.3 = 32

ხაზს ზემოთ 2.1.2.3 ნიშნავს ზედა ყბის ნახევარს. 2 მჭრელი, 2 ეშვი, 2 მცირე და 3 დიდი ძირითადი კბილი. ხაზს ქვემო ციფრები გვიჩვენებს ქვედა ყბის ნახევარს. ორზე გამრავლების ნიშანი გვიჩვენებს ზედა და ქვედა ყბის მეორე ნახევარს. სულ მაიმუნებს

და ადამიანებს აქვთ 32 კბილი. ღორის კბილების ფორმულა ასეთია: 3.1.4.3 / 3.1.4.3X2=44. პირში იხსნება სანერწყვე ჯირკვლების სადინარები. პირის ღრუ უკავშირდება ხახას, რომელიც გადადის ვიწრო და გრძელ საყლაპავ მილში, რომელიც უკავშირდება კუჭს. გარდა მცოხნელი ძუძუმწოვრებისა, ყველას მარტივი აგებულების კუჭი გააჩნიათ. მცოხნელების კუჭი რთულია და ოთხი განყოფილებისგან (ფაშვი, ბადურა, წიგნარა და მაჭიკი) შედგება. კუჭის გაგრძელებას წარმოადგენს თორმეტგოჯა ნაწლავი, რომელშიც იხსნება კუჭქვეშა ჯირკვალისა და ნაღვლის სადინარი. თორმეტგოჯა ნაწლავს მოსდევს წვრილი, მსხვილი და სწორი ნაწლავი, რომელიც ანალური ხვრელით ბოლოვდება. ნაწლავის სიგრძე დამოკიდებულია საკვების ხასიათზე. მცენარეულით მკვებავ ძუძუმწოვრებს ნაწლავი ბევრად უფრო გრძელი აქვთ ვიდრე ცხოველური საკვებით მკვებავებს: მცენარეულით მკვებავებს განსაკუთრებით კარგად აქვთ განვითარებული ბრმა ნაწლავი, რომელიც წვრილი და მსხვილი ნაწლავის საზღვარზე მდებარეობს. ძუძუმწოვრებს კარგად აქვთ განვითარებული ღვიძლი. მას მრავალი ფუნქცია აკისრია, მათ შორის მასში გამომუშავებული ნაღველი, რომელიც ჯერ სანაღვლე ბუშტში გროვდება და შემდეგ ჩაედინება თორმეტგოჯა ნაწლავში საკვების მონელებაში ღებულობს მონაწილეობას. ღვიძლი მონაწილეობს ნახშირწყლების ცვლის პროცესში, მას აქვს ბარიერული და სხვა ფუნქციები.

გამომყოფ სისტემას წარმოადგენს წყვილი თირკმელი, რომლებიც მუცლის ღრუში, წელის დონეზე მდებარეობენ. მათგან გამომავალი შარდსაწვეთები უკავშირდება საშარდე ბუშტს, იქიდან კი დროდადრო შარდსასქესო ხვრელით გარემოში გამოიყოფა.

სისხლის მიმოქცევის მთავარი ორგანო გული ოთხსაკნიანია. იგი მდებარეობს გულმკერდის ღრუში, მარცხენა მხარეს, ძუძუმწოვრებს სისხლის მიმოქცევის ორი დიდი და მცირე წრე აქვთ, ორგანიზმში ჟანგვითი პროცესები ინტენსიურად მიმდინარეობს და ისინი ჰომოიოთერმული ორგანიზმები არიან.

სასუნთქი სისტემა იწყება ნესტოებით, იქედან ჰაერი გადადის ცხვირხახაში შემდეგ ხორხში, ძუძუმწოვრებს გააჩნიათ მხოლოდ ზედა ხორხი – ლარინქსი, სადაც მოთავსებულია კუნთები, რომლებიც ხრტილებთან ერთად ქმნიან ყიას, სადაც გაჭიმულია მბერავი იოგები და მათი რხევის შედეგად წარმოიქმნება ბგერები.

ხორხის გაგრძელებას წარმოადგენს ერძელი ტრაქეა, რომელიც იყოფა ბრონქებად, ბრონქები შესაბამის ფილტვებში იყოფა ბრონქიოლებად, რომელთა ბოლოებზე მოთავსებულია სასუნთქი ბუშტები – ალვეოლები. ალვეოლები ბრდის ფილტვების ზედაპირს.

ნერვული სისტემა და გრძნობათა ორგანოები. ძუძუმწოვრების ნერვული სისტემა განვითარების უმაღლეს საფეხურს აღწევს. თავის ტვინი კარგადაა განვითარებული, განსაკუთრების გადიდებულია წინა ტვინის დიდი ნახევარსფეროები, რომლის ზედაპირზე განვითარებულია რუხი ნივთიერება, ანუ ტვინის ქერქოვანი ნაწილი. ძუძუმწოვრების ევოლუციასთან ერთად მატულობს ნახევარსფეროების მოცულობა და ზედაპირის ფართობი, რაც ძირითადად ღარებს სადა ხვეულებზე მოდის. ზურგის ტვინი წარმოადგენს ცილინდრულ ღეროს, რომელსაც ზურგისა და მუცლის მხარეს გასდევს ღრმა ღარი.

მხედველობის ორგანოს წარმოადგენს თავის ქალას თვალბუდეებში ჩამჯდარი ქუთუთოებითა და წამწამებით შეიარაღებული თვალები. თვალის განვითარება და მხედველობის სიმკვეთრე დამოკიდებულია ძუძუმწოვრის ცხოვრების ნირსა და საარსებო გარემოზე.

სმენას ძუძუმწოვრებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს. განსაკუთრებით გადიდებულია შიგა ყურში ღოკოკინა. კარგადაა წარმოდგენილი გარეთა ყური, რომელიც შეიცავს გარეთა სასმენ მილს და ყურის ხრტილოვან ნიჟარას. სხეულის ბეწვით დაფარვის გამო კანის მგრძნობელობა დაქვეითებულია, მაგრამ შეხების რეცეპტორები განსაკუთრებით თავმოყრილია ბეღა ტუჩზე, ლოყებსა და ცხვირის წვერზე. ძუძუმწოვართა დიდ ნაწილს ბეღა ტუჩსა და ლოყებზე აქვს ვიბრისები, რომლებიც შეხების გრძნობას აძლიერებენ. ძუძუმწოვრების დიდი ნაწილი საკვებს ყნოსვის საშუალებით აგნებს, გარდა ამისა, ყნოსვით შეუძლია საფრთხის მოახლოება გაიგოს. მრავალი ძუძუმწოვარი სუნს შეიგრძნობს რამდენიმე ასეული მეტრიდან. გემოვნების ორგანოს ფუნქციას ასრულებენ მრავალრიცხოვანი დვრილები, რომელთა უმრავლესობა ენაშეა განლაგებული.

გამრავლება და განვითარება. ძუძუმწოვრები ცალსქესიანი ორგანიზმები არიან. სქესობრივი დიმორფიზმი კარგადაა გამოხატული. მამრებს გააჩნიათ წყვილი სათესლე თესლგამტარებით და საკოპულაციო ორგანო – პენისი. მდედრებისათვის

დამახასიათებელია წყვილი საკვერცხე, კვერცხგამტარებით და საშვილოსნო. რომელიც საშოს საშუალებით უკავშირდება შარდსასქესო მილს. განაყოფიერება შინაგანია. ჩანასახის განვითარები ხდება საშვილოსნოში განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი ეფლობა საშვილოსნოს სეროზულ გარსში და დედა ორგანიზმიდან პლაცენტის საშუალებით ხდება ჩანასახის კვება, სუნთქვა და ნივთიერებათა ცვლა.

მაკეობის ხანგრძლიობა სხვადასხვაა. ნაშიერი შეიძლება იყოს უსუსური, თვალებაუხელელი და შიშველი. ან განვითარებული, ბეწვით დაფარული და თვალებახელილი, რომელსაც თავისუფლად მოძრაობა შეუძლია.

უსუსური ნაშიერი უვითარდება იმ ძუძუმწოვრებს, რომლებიც სოროებსა და ბუნაგებში აჩენენ შვილებს. ხოლო გაშლილი ველების ძუძუმწოვრებს განვითარებული ნაშიერები უჩნდებათ. ნაშიერის კვება ხდება სარძევე ჯირკვლებში გამომუშავებული რძით.

ძუძუმწოვრების კლასში გაერთიანებულია სამი ქვეკლასი: ერთგასაველიანები, ანუ კვერცხისმდებელი ძუძუმწოვრები; ჩანთოსნები და უმაღლესი ძუძუმწოვრები, ანუ პლაცენტიანები.

I ქვეკლასი ერთგასავლიანები ანუ კვერცხისმდებელი ძუძუმწოვრები. უძველესი ძუძუმწოვრები არიან, მათში მრავალი პრიმიტიული ნიშანია შემორჩენილი. მათ აქვთ როგორც ქვეწარმავლების, ასევე ძუძუმწოვრების ნიშნები. ქვეწარმავლების ნიშნებიდან აღსანიშნავია ის, რომ მათი ნაწლავი ბოლოვდება კლოაკით და მრავლდებიან კვერცხის დებით, პრიმიტიული ნიშნებიდან აღსანიშნავია ის, რომ მათი სხეულის ტემპერატურა სხვა ძუძუმწოვრებთან შედარებით დაბალია, 28-35°. წინა კიდურების სარტყელში გარდა ბეჭისა და ლავიწის ძვლისა, აქვთ კორაკოიდის ძვალი. სარძევე ჯირკვლებს ძუძუს თავი არ გააჩნია, სადინარი საოფლე ჯირკვლის სადინარის მსგავსად დვრილით იხსნება კანის ბედაპირზე, რძე ნაკლებ კალორიული და წყალ-წყალაა.

ძუძუმწოვრების ნიშნებიდან აღსანიშნავია ის, რომ სხეული დაფარული აქვთ ბალნით და ნაშიერებს რძით კვებავენ.

ერთგასავლიანები გაერცელებული არიან ავსტრალიას, ახალ გვინეას და ტასმანიაზე. ამ ქვეკლასიდან დღეისათვის შემორჩენილია იხვნისკარტა, ექიდნა და პროექიდნა.

II ქვეკლასი ჩანთოსნები. ისინი დაბალ საფეხურზე მდგომი ძუძუმწოვრები არიან. მათი ტვინის ნახევარსფეროებზე ღარების რაოდენობა უმნიშვნელოა. მათი ტვინი უფრო ემსგავსება ქვეწარმავლების ტვინს, ვიდრე ძუძუმწოვრებისას. სხეულის ტემპერატურა მერყეობა და გარემო ტემპერატურის ცვლილების შესაბამისად აღწევს 34-35 °C. ბოქვენის ძვლებზე ორი ჩხირისებური ძვალია გამოზრდილი, რომელზეც ჩანთა ეყრდნობა. ჩანთოსნებს ძუძუების რაოდენობა 2-დან 27-მდე აქვთ. მაკეობის ხანგრძლიობა 8-დან (ოპოსუმი) 39 დღემდე (გიგანტური კენგურუ) გრძელდება. ნაშიერები პატარები და უსუსურები არიან. მაგ. გიგანტური კენგურუ, რომლის სიმაღლე 3 მეტრია, შობს 4 სმ. სიდიდის ნაშიერს. ნაშიერებს ისინი კანის ნაოჭში ჩანთაში ზრდიან. ნაშიერები პირით ეკვრიან ძუძუს და დედის მიერ ძუძუს ირგვლივ არსებული კუნთების შეკუმშვით რძე ნაშიერის პირში იღვრება. ე.ი. ნაშიერები პასიურად იკვებებიან. ნაშიერის ზრდასთან ერთად ჩანთაც იჭიმება და იზრდება, იგი ეყრდნობა ბოქვენის ძვლებზე გამოზრდილ საჩანთე ძვლებს.

ჩანთოსნები გავრცელებული არიან სამხრეთ ნახევარსფეროში, ავსტრალიაში, სამხრეთ აფრიკასა და სამხრეთ ამერიკაში. ისინი ქმნიან ნამდვილი ძუძუმწოვრების კონვერგენტულ ფორმებს. როგორებიცაა: ჩანთოსანი თხუნელა, ჩანთოსანი ვირთაგვა, ჩანთოსანი ციყვი, ჩანთოსანი ჭიანჭველაჭამია და სხვა. გარდა ამისა, ჩანთოსნებს ეკუთვნის: ვომბატები, კენგურუები, ჩანთოსანი დათვი, ანუ კოალა და სხვა მრავალი.

III ქვეკლასი უმაღლესი ძუძუმწოვრები ანუ პლაცენტიანები. მათ ემბრიონალური განვითარების დროს უვითარდებათ პროზოვირული ანუ ჩანასახოვანი ორგანოები: ამნიონი, ალანტოისი და სეროზა. ისინი ძუძუმწოვართა შორის განვითარების მაღალ საფეხურზე დგანან.

ქვეკლასში გაერთიანებულია მრავალი რიგი, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან აგებულებით, ცხოვრების ნირით, გეოგრაფიული გავრცელებით, განვითარების დონით და ა.შ.

ეს რიგებია: მწერიჭამიები; ხელფრთიანები; არასრულკბილიანები, მღრღნელები, ფეხფარფლიანები, ვეშაპისნაირები, ხორთუმიანები, წყვილჩლიქიანები, კენტჩლიქიანები, მტაცებლები, პრიმატები და სხვა.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა:

1. რით არის დაფარული ძუძუმწოვრის სხეული?
2. რომელი სპეციფიკური კუნთები გააჩნიათ ძუძუმწოვრებს?
3. კისრის რამდენი მალაა დამახასიათებელი ძუძუმწოვრებისათვის?
4. რომელი სპეციფიური ძვალი აქვს ძუძუმწოვარს მუხლის სახსარში?
5. როგორი ტიპის კბილები აქვთ ძუძუმწოვრებს?
6. სად ხდება ძუძუმწოვრების ჩანასახის განვითარება?
7. რა პრიმიტიული ნიშნები ახასიათებს ერთგასავლიანებს?
8. ქვეწარმავლების მსგავსი რა ნიშნები ახასიათებთ ერთგასავლიანებს?
9. სად ზრდიან ჩანთოსნები თავიანთ ნაშიერს?

ტესტები:

1. ძუძუმწოვრების სხეული დაფარულია:
   ა) რქოვანი ქერცლებით; ბ) ბუმბულით;
   გ) ბალნით; დ) ძვლოვანი ქერცლებით.
2. ძუძუმწოვრებისათვის დამახასიათებელი სპეციფიური კუნთებია:
   ა) მკერდის კუნთები;
   ბ) დიაფრაგმა და მიმიკური კუნთები;
   გ) ბარძაყისა და მიმიკური კუნთები;
   დ) დიაფრაგმა და კისრის კუნთები.
3. კისრის რამდენი მალა აქვს ძუძუმწოვრებს:
   ა) თოთხმეტი; ბ) რვა;
   გ) შვიდი; დ) თორმეტი.
4. როგორი განაყოფიერება ახასიათებთ ძუძუმწოვრებს:
   ა) გარეგანი;
   ბ) შინაგანი;
   გ) წყლის ძუძუმწოვრებს გარეგანი, ხმელეთის ძუძუმწოვრებს შინაგანი;
   დ) ყველა პასუხი სწორია.
5. ძუძუმწოვრის ჩანასახის განვითარება ხდება:
   ა) წყალში; ბ) ხმელეთზე;
   გ) წყალში და ხმელეთზე; დ) დედის საშვილოსნოში.

6. როგორი ორგანოა პლაცენტა:
   ა) დროებითი; ბ) მუდმივი;
   გ) რუდიმენტული; დ) ზედმეტი.
7. რომელია ერთგასავლიანებისთვის პრიმიტიული ნიშანი:
   ა) ბალნის საფარველი;
   ბ) კორაკოიდის ძვლის არსებობა წინა კიდურების სარტყელში;
   გ) კორაკოიდის არსებობა, ძუძუს თავების არარსებობა, კლოაკა და კვერცხის დებით გამრავლება;
   დ) ყველა პასუხი მცდარია.
8. სად არიან გავრცელებული ერთგასავლიანები:
   ა) ავსტრალიაში;
   ბ) ახალ ზელანდიაზე;
   ბ) ავსტრალიასა და ახალ გვინეაზე,
   დ) ავსტრალიას, ახალ გვინეასა და ტასმანიაზე.
9. ჩამოთვლილიდან რომელი ცოველები ეკუთვნის ერთგასავლიანებს:
1. იხვნისკარტა, 2. მაჩვიღარბი, 3. კოალა, 4. ოპუსი, 5. ექიდნა, 6. სელაპი, 7. პროექტიდან.
   ა) 1; 2; 4.
   ბ) 1; 5; 7
   გ) 2, 3, 5
   დ) 4, 5, 7.
10. სად ზრდიან ნაშიერებს ჩანთოსნები:
   ა) ზურგზე განვითარებულ ჩანთაში;
   ბ) ბუნაგში;
   გ) ბუჩქნარში;
   დ) მუცლის მხარეზე განვითარებულ კანის ნაკეცში – ჩანთაში.

თავი XIII

არომორფოზები ცხოველთა ევოლუციის პროცესში

ცოცხალ ორგანიზმთა განვითარება ევოლუციის გზით მიმდინარეობს. ევოლუცია კი სამი მიმართულებით მიმდინარეობს. ეს მიმართულებებია – არომორფოზი, იდეოადაპტაცია და დეგენერაცია.

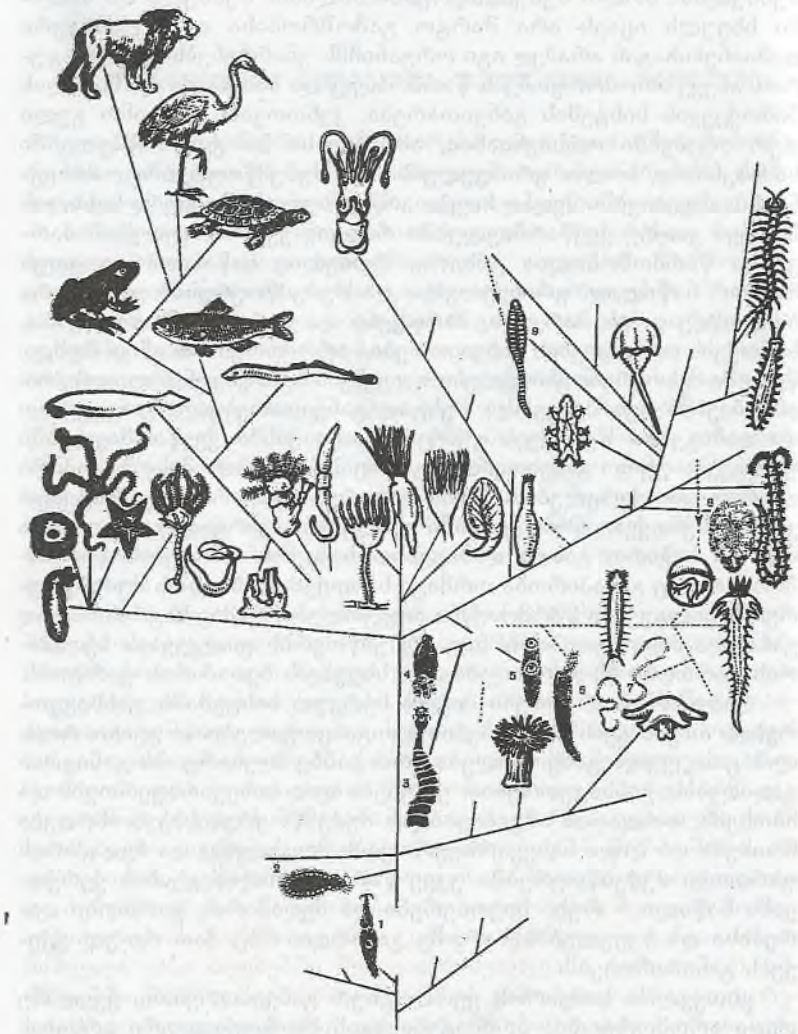
არომორფოზი მორფო-ფიზიოლოგიური პროგრესია, რის შედეგადაც ხდება დიდი სისტემატიკური ჯგუფების წარმოშობა. ცხოველთა სამყარომ თავისი განვითარების პროცესში, მრავალი არომორფოზი განიცადა. სიცოცხლის განვითარების ადრეულ საფეხურზე დიდ არომორფოზად ითვლება ერთუჯრედიანებიდან მრავალუჯრედიანი შრიანი ცხოველების წარმოშობა, სადაც მოხდა უჯრედების დასპეციალება ამა თუ იმ ფუნქციის შესასრულებლად, წარმოიშვა ჯერ ორშრიანი, ხოლო შემდეგ სამშრიანი ორგანიზმები. ასევე არომორფოზს წარმოადგენდა უსქესო გამრავლებიდან სქესობრივ გამრავლებაზე გადასვლა, რის შედეგადაც შთამომავლობაში თავს იყრიდა ორივე მშობლის ნიშნები, კომბინაციური ცვალებადობის შედეგად წარმოიქმნა მდიდარი მასალა ბუნებრივი გადარჩევისათვის.

თავდაპირველად სასქესო გონადები (კვერცხუჯრედი და სპერმატოზოიდი) ექტოდერმის ან ენტოდერმის უჯრედებიდან წარმოიქმნებოდა, ხოლო შემდეგ განვითარდა სასქესო ჯირკვლები საკვერცხეები და სათესლეები. ასევე არომორფოზებს წარმოადგენდა გამომყოფი, ნერვული, სუნთქვის და სისხლის მიმოქცევის ორგანოების განვითარება. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი არომორფოზი იყო ქორდიანების წარმოშობა, სადაც ორგანიზმს უკვე გააჩნდა სხეულის შინაგანი საყრდენი ქორდა. უდაბლესი ქორდიანებიდან თევზების, თევზებიდან ამფიბიების წარმოშობა, ამფიბიებიდან ქვეწარმავლების ბოლოს კი მათგან ფრინველებისა და ძუძუმწოვრების წარმოშობა არომორფოზების შედეგად მოხდა. არომორფოზს წარმოადგენდა კანის საფარველის განვითარება შიშველი კანი თევზებში შეიცვალა ძვლოვანი ქერცლებით, ამფიბიებში კანში განვითარდა ლორწოს გამომყოფი მრავალუჯრედიანი ჯირკვლები რამაც განაპირობა დამატებით კანით სუნთქვა. გახმელეთებასთან დაკავშირებით ქვეწარმავლებში წარმოიქმნა რქოვანი ქერცლები, რომელიც ფრინველებში შეიცვალა

ბუმბულით, ხოლო ძუძუმწოვრებში ბალნით. ბუმბული და ბალანი სხეულს იცავს არა მარტო გამოშრობისა და მექანიკური დაზიანებისაგან არამედ იგი ორგანიზმს უნარჩუნებს ტემპერატურას. ასევე არომორფოზებს წარმოადგენდა სასუნთქი და სისხლის მიმოქცევის სისტემის განვითარება. კუნთოვანი ორგანო გული ჯერ თევზებში ორსაკნიანია, ამფიბიებსა და ქვეწარმავლებში სამსაკნიანი, ხოლო ფრინველებსა და ძუძუმწოვრებში ოთხსაკნიანი. ამფიბიებში მეჯად ხდება არტერიული და ვენური სისხლის შერევა ვიდრე ქვეწარმავლებში რადგან ქვეწარმავლების პარკუჭში წარმოშობილია ტიხარი, რომელიც ნაწილობრივ ყოფს მას ორ ნაწილად. ფრინველებსა და ძუძუმწოვრებში ეს ტიხარი ბოლომდე ყოფს პარკუჭს. მარჯვენა და მარცხენა ნახევრებად. სუნთქვის ორგანოების განვითარებაც არომორფოზის გზით მოხდა. წყალში მცხოვრები ცხოველები – თევზები სუნთქავდნენ ლაყუჩებით ამფიბიებში იგი შეიცვალა სუსტად განვითარებული ფილტვებით და დამატებით სუნთქვის ფუნქცია აიღო კანმა. ქვეწარმავლებში ფილტვები უფრო განვითარდა, ტიხრებმა გაზარდა მისი ზედაპირი და რქოვანი ქერცლებით კანის დაფარვამ გამორიცხა დამატებით კანით სუნთქვა. ფრინველებში ფილტვები კარგად განვითარდა მაგრამ საჭირო გახდა დამატებით საჰაერო პარკების წარმოშობა, რამაც განაპირობა ორმაგი სუნთქვა და ბოლოს ძუძუმწოვრების ფილტვებში წარმოიქმნა ალვეოლები, რამაც საგრძნობლად გაზარდა მისი ზედაპირი. მაგ. ძუძუმწოვრის ფილტვების ზედაპირის ფართობი 50-ჯერ აღემატება სხეულის ზედაპირის ფართობს.

დიდი არომორფოზები მოხდა ნერვულ სისტემაში. განსაკუთრებით თავის ტვინში. თევზების ხუთგანყოფილებიანი ტვინი, რომლის ცალკეული განყოფილება ერთ ხაზზე მდებარეობს განიცდის გადიდებას. განსაკუთრებით ეს ეხება დიდ ნახევარსფეროებს და ნათხემს. თანდათან ამფიბიებიდან ძუძუმწოვრებისაკენ იზრდება ნათხემი და დიდი ნახევარსფეროების მოცულობა და ზედაპირის ფართობი ძუძუმწოვრებში უკვე წარმოქმნილია ტვინის ქერქოვანი ნაწილი – რუხი ნივთიერება და ზედაპირის ფართობი ღარებისა და ხვეულების ხარჯზე გაზარდა, რაც მათ რთულ ქცევებს განაპირობებს.

ცხოველთა სამყაროს ევოლუციურ განვითარებაში ყველაზე დიდი არომორფოზია პრიმატებისაგან ბიოსოციალური არსების ადამიანის წარმოშობა. რაც გამოიწვია შრომითმა საქმიანობამ და საზოგადოებრივმა ცხოვრებამ.



ცხოველთა სამყაროს ფილოგენეზი

საქართველოს წითელ წიგნში შეტანილი ცხოველები

საქართველოს წითელი წიგნის მიზანია საყოველთაო ყურადღება მიექცეს ქვეყნის ფარგლებში გავრცელებულ ცხოველთა და მცენარეთა იმ იშვიათ სახეობებს, რომლებსაც გაღაშენების საფრთხე ელით და რომელთა გადაშენებისათვის განსაკუთრებული ზომების მიღებაა საჭირო. „წითელ წიგნში“ მოცემულია იშვიათი და გადაშენების პირას მისული 65 სახეობის ცხოველი. ეს სახეობები დაყოფილია 3 ჯგუფად: I ჯგუფი გამქრალი ან მიუვალ ადგილებში შემორჩენილი, II – გადაშენების პირას მისული, III – იშვიათი სახეობები. წითელ წიგნში მოცემულია თითოეული სახეობის სტატუსი, გავრცელების ადგილსამყოფელი, რიცხოვნობა ბუნებაში, კონკურენტები, მტრები, დაავადებები, რიცხობრივი ცვლილების მიზეზები: დასაცავად მიღებული და დაცვისათვის აუცილებელი ღონისძიებები.

ძუძუმწოვრებიდან – რომლებიც გამქრალან და მხოლოდ მიუვალ ადგილებში გვხვდებიან, აღსანიშნავია ნიამორი, ქურციკი, ჯიქი, ჭრელტყავა, თეთრმუცელა სელაპი. სულ 5 სახე.

გადაშენების პირას მისული სახეობები – სულ 2.

1) კავკასიური წაულა 2) კავკასიური ფოცხვერი.

იშვიათი სახეობები – სულ 12 სახე.

კავკასიური ირემი, ამიერკავკასიური გაზუნა, რადეს ბიგა, ფუღუ, მცირე კბილთეთრა, მეჰელის ცხვირნალა, ყურგრძელა მღაბიობი, სამფეროვანი მღამიობი, გრძელყურა ღამურა, გიგანტური მეღამურა, მცირე მეღამურა, მაჩქათელა.

ფრინველებიდან გამქრალან, ან მიუვალ ადგილებში შემორჩენილან 8 სახე: ყარყატი, თეთრკულა არწივი (ფსოვი), კრავიჭამია (ბატკანძერი), ბეგობის არწივი, დურაჯი, კასპიური შურთხი, ხონთქრის ქათამი (პორფირიანი), წითელთავა ნარჩიტა.

გადაშენების პირას მისული სახეობები 9 სახე: შევარდენი, მთის არწივი, შავი გველიჭამია (ძერაბოტი) არწივი, გნოლი, რუხი წერო, სავათი, სარსარავი.

იშვიათი 17 სახეობა:

გავაზი, კავკასიური როჭო, სვავი, ორბი, დიდი თეთრი ყანჩა,

პატარა თეთრი ყანჩა, მდივანი, გედი, სირიული ხეკოდა, დიდი კოჭობა, წითელმუცელა ბოლოცეცხლა, წითელფრთიანი კოჭობურა, წითელთავა ღაჟო, წითური ასპუჭაკა მოკლეთითა მგლინავა, ულვაშა წიწკანა.

ქვეწარმავლებიდან გამქრალან ან მიუვალ ადგილებში შემორჩენილან 2 სახე: გრძელფეხა სცინკი, დასავლური მახრჩობელა. ამფიბიებიდან იშვიათი სახეობაა: მცირეაზიური ტრიტონი, კავკასიური ჯვრიანა, კავკასიური სალამანდრა.

თევზებიდან გამქრალი და მიუვალ ადგილებში შემორჩენილია სახე - ატლანტური ზუთხი.

საქართველოს ცხოველთა სამყაროს დაცვა და ბიომრავალსახეობის შენარჩუნება

საქართველოში კარგადაა წარმოდგენილი კავკასიის მდიდარი ცხოველთა სამყარო: კავკასიის ფაუნისათვის კი დამახასიათებელია ენდემიზმის მაღალი ხარისხი. მაგ. უხერხემლო ცხოველებიდან კავკასიის სწორფრთიანებისა, ყურბელების, ბზუალო ხოჭოების და ფირფიტულვაშიანი ხოჭოების 30% ენდემურია. პეპლებს შორის შემორჩენილია მესამეული პერიოდის ენდემები, რომელთა ასაკი 20-30 მილიონ წელს ითვლის.

ხერხემლიანი ცხოველებიდან ენდემურია კავკასიური სალამანდრა, ხვლიკების 6 სახეობა, კავკასიური როჭო, შურთხი, ჯიხვი, პრომეთეს მემინდვრია და სხვა. სამწუხაროდ საქართველოს ლანდშაფტების ინტენსიური ანთროპოგენური გარდაქმნების გამო ფაუნა საკმაოდ გაღარიბდა.

ამიტომ საჭირო შეიქმნა ცხოველთა სამყაროს დაცვითი ღონისძიებების შემუშავება, კერძოდ აიკრძალა მრავალ ცხოველზე ნადირობა, აიკრძალა მათი ჰაბიტატის ხელყოფა, ამა თუ იმ სახეობის დაცვისა და შენარჩუნებისათვის გამოიყო ნაკრძალები და აღკვეთილები. საქართველოში დღეისათვის 18 სახელმწიფო ნაკრძალია, რომლებშიც დაცულია საქართველოს ფაუნის მნიშვნელოვანი სახეობები. საჭირო და აუცილებელი შეიქნა ლიტერატურის შექმნა, რომელშიც აღრიცხული იქნებოდა ის ცხოველები, რომლებიც გადაუდებელ დაცვას საჭიროებენ. ამ მიმართულებით მთელს მსოფლიოში და მათ შორის საქართველოშიც შეიქმნა წითელი წიგნი, საქართველოს წითელი წიგნის I გამოცემა გამოვიდა 1978 წელს.

ცხოველთა გადაშენების ტიპები და მიზეზები

სახეობათა გადაშენება ევოლუციის პროცესის ნაწილს წარმოადგენს. მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ დღეისათვის გადაშენებულია იმ ცხოველთა 99%, რომლებიც ოდესმე ცხოვრობდნენ დედამიწაზე. სახეობის გადაშენების მიზეზებია ბუნებრივი კატასტროფები: მიწისძვრები, ვულკანური ამოფრქვევები, წყალდიდობები და ა.შ. მრავალი სახეობის გადაშენება ადამიანის მოღვაწეობასთან არის დაკავშირებული: ნადირობა, საბინადრო გარემოს განადგურთხის წინაშე, მაგრამ გადაშენების რისკი მაინც დიდია (ცხელ წერტილებში 23-ე ადგილზეა კავკასია) ბუნების დაცვის მსოფლიო კავშირის მიერ შემუშავებულია კატეგორიები, რომლის მიხედვით ცხოველები თავსდება „წითე ნუსხაში" ეს კატეგორიებია: 1) გადაშენებული 2) ბუნებაში გადაშენებული 3) კრიტიკულ საფრთხეში მყოფი 4) საფრთხეში მყოფი 6) კონსერვაციაზე დამოკიდებული, 6) საფრთხესთან ახლო მყოფი, 7) საჭიროებს ზრუნვას 8) არ არის შეფასებული და სხვ.

დღეისათვის მსოფლიოში ცოცხალი ორგანიზმების დაცვისა და ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებისათვის მრავალი ორგანიზაცია არსებობს. არსებობს აგრეთვე მსოფლიოს ბუნების დაცვის საერთაშორისო ორგანიზაციის მიერ გამოყოფილი დასაცავი ტერიტორიები. ნაკრძალები, ბუნებრივი ძეგლები, აღკვეთილები, მრავალმხრივ გამოყენების ტერიტორიები - ბუფერული ზონები და ეროვნული პარკები.

ეკოლოგია

თავი I

ეკოლოგიის საგანი და ამოცანები

ორგანული სამყარო დიდი მრავალფეროვნებით ხასიათდება. დღეს დედამიწაზე ცნობილია 1,5 მილიონი სახის ცხოველი და 0,5 მილიონი სახის მცენარე, რომელთა საარსებო გარემოც ძალზე მრავალფეროვანია. ზოგი სახეობა ცხოვრობს ხმელეთზე, ზოგი წყალში. ხმელეთის ორგანიზმები განსხვავებულ კლიმატურ ზონებში ცხოვრობენ ტყეებში ან ველებზე, უდაბნოებში ან ტუნდრაში, ტენიან ტროპიკებში ან მაღალმთიანი სარტყლის ზონაში. მრავალი ცხოველი და მიკროორგანიზმი გვხვდება ნიადაგსა და წყალში. წყლის ორგანიზმების რიგი წარმომადგენელი გვხვდება მტკნარ წყლებში, ზოგიც ზღვებსა და ოკეანეებში. მსოფლიო შეიძლება დავყოთ რამოდენიმე რეგიონად, რომელშიც თითოეულში მისთვის დამახასიათებელი მცენარეები და ცხოველები გვხვდება. ყველა მცენარე და ცხოველი შეგუებულია თავის საარსებო გარემოს და მათი არსებობა ჩართულია ურთიერთდამოკიდებულებათა რთულ ქსელში. ზოგი მცენარე და ცხოველი მხოლოდ ცხელი კლიმატის პირობებშია გავრცელებული, ზოგიც ზომიერი ჰავის, ზოგი კი ცივი კლიმატის პირობებსაა შეგუებული. ზოგი წყალმცენარე, მწერი და მოლუსკი +80C°-ის თერმულ წყლებში ბინადრობს. მრავალი ხე მცენარე ისეთ ადგილებში იზრდება, სადაც ტემპერატურა -70C°-ია. ე.ი. აქედან გამომდინარე შეიძლება ვთქვათ,რომ მრავალფეროვანია როგორც დედამიწაზე მცხოვრები ცოცხალი ორგანიზმები, ასევე მათი საარსებო გარემოც.

მეცნიერების დარგს, რომელიც შეისწავლის ცოცხალი ორგანიზმებისა და გარემოს ურთიერთდამოკიდებულების საკითხებს, ეკოლოგია ეწოდება. ეს ცნება 1866 წელს შემოიტანა მეცნიერებაში გამოჩენილმა ზოოლოგმა ერნესტ ჰეკელმა. ეს ტერმინი აღნიშნავს „მეცნიერებას ორგანიზმის საბინადრო ადგილის შესახებ". „ოიკოს" - ბერძნულია და ნიშნავს „საცხოვრებელს", „ადგილსამყოფელს", „თავშესაფარს". ჰეკელს ეკოლოგია მიაჩნდა მეცნიერებად, რომელსაც უნდა შეესწავლა ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველმოქმედება და არსებობა გარკვეულ საარსებო გარემოში. ეკოლოგიის მიზანია შეისწავლოს ორგანიზმების შეგუების კანონზომიერებანი გარემოს არახელსაყრელ პირობებთან. ჰეკელის განმარტებით ეკოლოგია მეცნიერებაა ცოცხალი ორგანიზმების ურთიერთდამოკიდებულების შესახებ, გარემოს ორგანულ და არაორგანულ კომპონენტებთან, მცენარეთა და ცხოველთა ანტაგონისტური თუ არაანტაგონისტური ურთიერთობის ჩათვლით. ჰეკელის განმარტების შემდეგ ამ მეცნიერებამ კიდევ უფრო განიცადა სრულყოფა, შეივსო ახალ-ახალი ღებულებებით, რაც კიდევ უფრო აღრმავებს მის შინაარსს, ამოცანებსა და მიზნებს. მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესისა და თანამედროვე მეცნიერების განვითარებიდან გამომდინარე ეკოლოგიის განმარტება შეიძლება ასე წარმოვადგინოთ:

ეკოლოგია არის მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის როგორც ცალკეული ინდივიდების, ასევე პოპულაციებისა და თანასაზოგადოებების (ბიოცენოზები) ორგანიზმების ურთიერთდამოკიდებულებას მათ გარემომცველ ცოცხალ და არაცოცხალ ფაქტორებთან იმ ცვლილებების გათვალისწინებით, რომელიც გარემოში ადამიანს შეაქვს.

ცოცხალი ორგანიზმები ბუნებაში გვხვდება ან ცალკეული ინდივიდების ან ერთი სახის ინდივიდთა ჯგუფის - პოპულაციის, თანასაზოგადოებათა და ეკოსისტემების სახით.

ნებისმიერ ცოცხალ ორგანიზმზე ერთდროულად გარემოს მრავალი ფაქტორი (ტემპერატურა, ტენიანობა, სინათლე, საკვები, ჟანგბადი, მარილიანობა, წნევა, ატმოსფერული ნალექები და სხვ.) მოქმედებს. ეკოლოგიის მიმართულებას, რომელიც შეისწავლის ინდივიდზე გარემოს ფაქტორთა ზემოქმედებას, **აუტეკოლოგიას** უწოდებენ.

ეკოლოგიის მიმართულებას, რომელიც შეისწავლის გარემოს ფაქტორთა ზემოქმედებას ერთი სახის ინდივიდთა ერთობლიობაზე-**პოპულაციაზე – პოპულაციების ეკოლოგია ანუ დემეკოლოგია** ეწოდება პოპულაციები იზოლირებული არ არიან, ისინი უკავშირდება ერთმანეთს. მცენარეების, ცხოველების, მიკროორგანიზმთა

პოპულაციების ერთობლიობა ქმნის ბიოცენოზს. ბიოცენოზი (ცოცხალ ორგანიზმთა ერთობლიობა) გარემოს არაცოცხალ კომპონენტებთან ქმნის – ეკოსისტემას, რომელსაც შეისწავლის ეკოლოგიის მიმართულება **სინეკოლოგია.**

ეკოლოგია იკვლევს ბიოსფეროსაც – რომელიც შეისწავლის დედამიწის იმ გეოსფეროებს, რომელიც ცოცხალი ორგანიზმებითაა დასახლებული. ბიოსფერო ის ადგილია, არეა, სადაც მრავალფეროვან საარსებო გარემოსთან შეგუებულია მილიონობით სახის ცოცხალი ორგანიზმი (მცენარეები, ცხოველები, მათ შორის ადამიანი, მიკროორგანიზმი).

ეკოლოგია როგორც აღვნიშნეთ შეისწავლის ცოცხალი ორგანიზმებისა და გარემოს ურთიერთდამოკიდებულების საკითხებს ამ ურთიერთდამოკიდებულების უკეთ შესწავლის მიზნით ჩამოყალიბდა ეკოლოგიის დამოუკიდებელი დარგები: მცენარეთა ეკოლოგია, ცხოველთა ეკოლოგია, მიკროორგანიზმების ეკოლოგია, ადამიანის ეკოლოგია და ა.შ. ეკოლოგიას გამოეყოფა ასევე გამოყენებითი ეკოლოგიის დარგები სასოფლო-სამეურნეო ეკოლოგია, სატყეო ეკოლოგია, სამედიცინო ეკოლოგია, რადიოეკოლოგია და სხვ. ეკოლოგია კვლევებისათვის იყენებს საველე (ბუნებრივ პირობებში ინდივიდებზე დაკვირვებას) და ლაბორატორიულ (ხელოვნურად შექმნილი პირობების ზემოქმედების შესწავლას) ექსპერიმენტს. უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მათემატიკური სტატისტიკის – ბიომეტრულ მეთოდებს, მათემატიკური მოდელირების ფართო გამოყენებას, რაც საშუალებას იძლევა წინასწარ განვსაზღვროთ და რიცხობრივად გამოვხატოთ სახეობის პროდუქტიულობა (გაზრდა, შემცირება) გარემოს ფაქტორთა რაოდენობრივი ცვლის პირობებში.

გარემო. ეკოლოგიური ფაქტორები.

გარემო არის კომპლექსი ყველა იმ ფაქტორებისა, რომლითაც გარემოცულია ორგანიზმი. გარემო არის ის არენა, სადაც მიმდინარეობს ცოცხალი ორგანიზმების განვითარება, შეგუება, ევოლუცია, გადაშენების პროცესი. გარემო პირდაპირ ან არაპირდაპირ მოქმედებს იმ ორგანიზმებზე, რომლებშიაც ცხოვრობენ. ცოცხალი ორგანიზმი გარემოდან იღებს მისი სიცოცხლისათვის აუცილებელ ყველა ელემენტს და გარემოსვე უბრუნებს ნივთიერებათა ცვლის საბოლოო პროდუქტებს. ე.ი. **გარემო** და ორგანიზმი მუდმივ ურთიერთკავშირშია, ორივე მათგანი ნივთიერებათა ცვლის უწყვეტი პროცესის მონაწილე არიან. გარემოსა და ორგანიზმის ურთიერთობაში წამყვანი როლი გარემოს უჭირავს. გარემო არასოდეს არ არის მუდმივი იგი მეტნაკლებად განიცდის ცვლილებებს გარკვეულ დროში, ამიტომ ცოცხალი ორგანიზმი იძულებულია შეეგუოს ცვლილებებს ამ გარემოში; ის ორგანიზმები, რომლებიც არ ხასიათდებიან შეგუებულობის უნარით (მათი პლასტიკურობა დაბალია) იღუპებიან. შეცვლილი გარემოს შესაბამისად ორგანიზმებს უვითარდებათ საკუთარი ადაპტაციები (შეგუებულობანი – ადაპტური რადიაცია), რის შედეგადაც ყალიბდება **შეგუების** სპეციალიზებული ფორმა – თავის საარსებო გარემოსთან გასამკლავებლად, შესაგუებლად. როდესაც გარემოს ვახასიათებთ, საჭიროა ყურადღება გავამახვილოთ **საარსებო გარემოს** ცნებაზე. იგი სიცოცხლისათვის აუცილებელი გარემოა, რომელსაც ორგანიზმი ეგუებოდა ხანგრძლივი ევოლუციური პერიოდის განმავლობაში. მაგ. თევზის საარსებო გარემოა წყალი, ჭიაყელასი – ნიადაგი, მაიმუნების – ტენიანი ტროპიკული ტყეები; თეთრი დათვის – არქტიკა; ჩრდილოეთის ირმების – ტუნდრა და სხვ. საარსებო გარემოსგან განსხვავებით არსებობს **საარსებო პირობების, სასიცოცხლო პირობების ცნება**, რომელიც გულისხმობს სიცოცხლისთვის აუცილებელ პირობებს, ფაქტორებს, ტემპერატურას, ტენიანობას, საკვებს, სინათლეს და სხვა, რომლებიც ორგანიზმების განვითარებისთვის, არსებობისთვის, გამრავლებისთვის აუცილებელია, ანუ იგი არის ევოლუციის პროცესში ჩამოყალიბებულ ეკოლოგიურ მოთხოვნილებათა ერთობლიობა. ამ აუცილებელ პირობებს **ეკოლოგიურ ფაქტორებს უწოდებენ.** ამრიგად, **საარსებო გარემოს** ცნება უფრო ფართოა და მოიცავს ყველა ფაქტორს, რომელიც წარმოდგენილია გარემოში, ხოლო **საარსებო პირობები** უფრო ვიწრო ცნებაა და მოიცავს იმ პირობათა კომპლექსს, რომელიც საჭიროა მოცემული ინდივიდისათვის. ეკოლოგიური ფაქტორები არის შემდეგი სახის: 1. კლიმატური ფაქტორები: სითბო, სინათლე, წყალი, ჰაერი და სხვ. 2. ედაფური (ნიადაგის) ფაქტორები: ნიადაგის ფიზიკური, ქიმიური ბიოლოგიური თვისებები; 3. ოროგრაფიული ფაქტორები: ზღვის დონიდან სიმაღლე,

მიკრო და მაკრორელიეფი, ექსპოზიცია; 4. ბიოტური ფაქტორები: ცოცხალი ორგანიზმების ურთიერთდამოკიდებულება; 5. ანთროპოგენული ფაქტორი – ადამიანის ზემოქმედება გარემოს ცოცხალ და არაცოცხალ კომპონენტებზე 6. ისტორიული ფაქტორი.

ამ ფაქტორთა კლასიფიკაციის სხვადასხვაგვარი ვარიანტები არსებობს, მაგრამ ყველაზე მისაღებია კლასიფიკაცია, რომლის დროსაც გამოყოფენ 1. აბიოტურ ფაქტორებს – ცოცხალ ორგანიზმზე მოქმედი არაცოცხალი ბუნების ყველა ელემენტი (ტემპერატურა, ტენიანობა, სინათლე, მზის რადიაცია, წნევა, წყლის მარილიანობა, ქარი და სხვ. 2. ბიოტური ფაქტორები – ცოცხალ ორგანიზმთა ურთიერთდამოკიდებულების, ურთიერთზემოქმედების ყველა ფორმა 3. ანთროპოგენური ფაქტორი (ადამიანის ზემოქმედებით გამოწვეული). ანთროპოგენური ფაქტორის ცალკე გამოყოფა მიზანშეწონილი გახდა მას შემდეგ, რაც მისი საქმიანობა გარემოზე ზემოქმედების მძლავრი ფაქტორი გახდა. ეს ფაქტორი ადამიანის წარმოშობასთან ერთად ჩაისახა, მაგრამ ძლიერდებოდა მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის კვალდაკვალ.

ეკოლოგიური ფაქტორები ცოცხალ ორგანიზმებზე სამგვარ გავლენას ახდენს: 1. განდევნის ტერიტორიიდან თუ მათი შესაფერისი პირობები არ არსებობს. 2. ცვლის მათ ნაყოფიერებასა და სიკვდილიანობას, რითაც გავლენას ახდენს პოპულაციის სიმჭიდროეებზე; 3. იწვევს ადაპტაციების (შეგუებულობების) ჩამოყალიბებას.

გარდა ამგვარი კლასიფიკაციისა, არსებობს მონჩაღსკის კლასიფიკაცია, რომლის მიხედვით გამოყოფენ: პერიოდულობის და არაპერიოდულობის ფაქტორებს. პერიოდულობის ფაქტორებს ახასიათებთ კანონზომიერი დღე-ღამური, სეზონური და წლიური ცვალებადობა. იგი ორი სახისაა: 1. პირველადი პერიოდულობის ფაქტორები, რომლებიც ორგანული სამყაროს განვითარების ადრეულ ეტაპზე ჩამოყალიბდა. მაგ. ტემპერატურა, განათება, ზღვის მოქცევა–მიქცევა და სხვ. ამ ფაქტორთა მოქმედებითაა ჩამოყალიბებული კლიმატური ზონები (მაგ. ტუნდრა, ტაიგა, უდაბნოები და ა.შ.) 2. მეორადი პერიოდულობის ფაქტორები წარმოიშვა მოგვიანებით პირველადი პერიოდულობის ფაქტორების საფუძველზე: ტენიანობა, ჟანგბადის შემცველობა წყალში, მარილიანობა, სიმღვრივე და სხვ.

არაპერიოდული ფაქტორები წარმოიშვა უცრად, მისი მოქმედება ხანმოკლეა, რის გამოც ორგანიზმები ვერ ასწრებენ მასთან

შეგუებას. მაგ. ქარიშხალი, ელ-ჭექი, ხანძარი. მტაცებლის ან პარაზიტის ზემოქმედება და სხვ. ასეთი უეცარი ზემოქმედება ორგანიზმზე იწვევს ე.წ. **ეკოლოგიურ სტრესს**, რის შედეგადაც ინდივიდების დიდი რაოდენობა იღუპება.

ამა თუ იმ ეკოლოგიურ ფაქტორს ესა თუ ის ორგანიზმი განსხვავებულად ეგუება. ამასთან დაკავშირებით არჩევენ ამა თუ იმ ფაქტორის **მინიმუმს, ოპტიმუმსა** და **მაქსიმუმს**. ფაქტორები ხელს უწყობენ ან პირიქით ბღუდავენ სახეობის არსებობას ამა თუ იმ გარემოში. **ეკოლოგიური ფაქტორების იმ ინტენსიობას, რომელიც ყველაზე უფრო ხელსაყრელია, სახეობის არსებობისათვის ოპტიმუმი ეწოდება. მინიმუმი წარმოადგენს ყველაზე უმცირესი ინტენსივობის** ფაქტორს, რომელთა ქვემოთ ორგანიზმის არსებობა შეუძლებელია და სიცოცხლე წყდება. **მაქსიმუმი** ესაა ფაქტორთა ინტენსივობის ზედა ზღვარი, რომლის ზემოთ შეუძლებელია ორგანიზმების არსებობა. ფაქტორთა იმ ინტენსიობას, რომელზეც ორგანიზმებს არსებობა არ შეუძლიათ **ბესიმუმი** ეწოდება. ფაქტორის მინიმალური და მაქსიმალური ინტენსივობით იქმნება გამძლეობის **ფარგლები**, (ზედა და ქვედა) **ზღვარი**. მაქსიმუმი და მინიმუმი ის კრიტიკული წერტილებია, რომლის შემდეგ სახეობას არსებობა არ შეუძლია. საზღვრებს, რომლის იქით ორგანიზმის არსებობა შეუძლებელია, **გამძლეობის ქვედა და ზედა ზღვარი** ეწოდება. გარემოში ამა თუ იმ ორგანიზმის არსებობა განპირობებულია გარემოს რამდენიმე ფაქტორის კომპლექსური – ერთდროული მოქმედებით, რადგანაც ბუნებრივ პირობებში ორგანიზმზე მოქმედებს არა ერთი, არამედ რამდენიმე ფაქტორი ერთად, რასაც „ფაქტორთა ერთობლივი მოქმედების წესი“ ეწოდება. გარემოს იმ ფაქტორს, რომელიც ბღუდავს ორგანიზმის განვითარებას, **მალიმიტირებელი (შემზღუდველი)** ფაქტორი ეწოდება, რაც უფრო მეტად იხრება ფაქტორი ოპტიმალური მაჩვენებლიდან, მით უფრო მეტად ითრგუნება ორგანიზმის არსებობა.

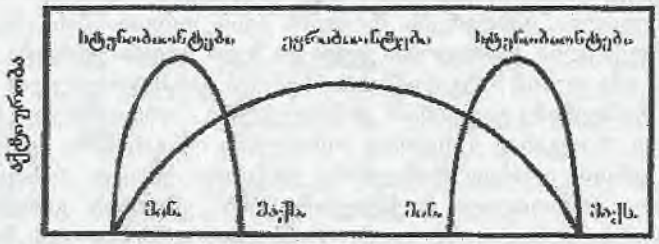
ორგანიზმზე, როგორც აღვნიშნეთ, მრავალი ფაქტორი მოქმედებს. თუ როგორ დამოკიდებულებას ავლენს ორგანიზმი ამა თუ იმ ფაქტორის მიმართ, მაშინ ამ ფაქტორისადმი დამოკიდებულებას ემატება პრეფიქსი „-ევრი“ ან „სტენო“. „ევრი“ ნიშნავს – ფართოდ შეგუებულს „სტენო“ – კი ვიწროდ შეგუებულს. მაგ. ტემპერატურასთან დამოკიდებულების მიხედვით ორგანიზმები შეიძლება იყოს **ევრითერმული** – ანუ ორგანიზმი ეგუება ტემპერატურის ძლიერ მერყეობას; **სტენოთერმული** – ორგანიზმები

ვერ ეგუებიან ტემპერატურულ მერყეობას; ასევე ითქმის ტენის მიმართ. მაგ. ევრიჰიგროფილები; სტენოჰიგროფილები; სინათლის მიმართ – ევრიფოტოფილები, სტენოფოტოფილები და სხვ.

სახეობის უნარს, დასახლდეს სხვადასხვაგვარ გარემოში, რომელსაც ეკოლოგიური პირობების გარკვეული ამპლიტუდა ახასიათებს, **ეკოლოგიური ვალენტობა** ეწოდება. ე.ი. ეკოლოგიური ვალენტობა გარემოსადმი ორგანიზმთა შეგუების ხარისხია. იმ სახეობებს, რომლებიც უძლებენ ეკოლოგიურ ფაქტორთა ძლიერ მერყეობას, მაღალი ეკოლოგიური ვალენტობის სახეობები, ანუ **ევრიტოპურები** ეწოდება. ხოლო სახეობებს, რომლებსაც დაბალი ეკოლოგიური ვალენტობა აქვთ და შეუძლიათ გადაიტანონ ეკოლოგიური პირობების მცირე ვარიაციები, **სტენოტოპური** სახეობები ეწოდებათ (სურ. 1).

აბიოტური ფაქტორები

აბიოტური ფაქტორებიდან, რომლებიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ცოცხალი ორგანიზმების ზრდა-განვითარებაზე, ჯამ-



სურ. 1. ტემპერატურა და სხვა ფაქტორები

სახეობათა ეკოლოგიური პლასტიკურობა, ოდუმის (1975) მიხედვით

რავლებაზე, გენერაციათა (თაობათა) რაოდენობაზე, სიცოცხლის ხანგრძლივობაზე, გავრცელებასა და განსახლებაზე განსაკუთრებით აღსანიშნავია ტემპერატურა, სინათლე, ტენიანობა, ჟანგბადის რაოდენობა, ქარი, წყლის, და ნიადაგის თავისებურებანი და ა.შ.

სინათლე. მზე დედამიწაზე სითბოსა და სინათლის წყაროა. იგი ჩვენს პლანეტაზე სიცოცხლის შენარჩუნების აუცილებელი

პირობაა. მზის გამოსხივების წყაროა მასში ატომგულური რეაქციები, რომლის დროსაც დიდი რაოდენობით ენერგია თავისუფლდება. იგი მუდმივი სიდიდეა და 1კვსმ-ზე 1 წთ-ში შეადგენს 1,94 მცირე კალორიას. ამ სიდიდეს **მზის მუდმივა** ეწოდება. მზის საწყისი სიმძლავრის მხოლოდ 43% აღწევს დედამიწაზე და იგი ზომიერ სარტყელში 1,55 კალ სმ²წმ-ს არ აღემატება. მზის მუდმივას ცვალებადობაზე გავლენას ახდენს წყლის ორთქლი, მტვერი, აირის მოლეკულები, მიკროორგანიზმები და სხვ., რომლებიც ამცირებენ დედამიწაზე მისი მოღწევის ძალას.

მზის გამოსხივების სპექტრში გამოიყოფა ბიოლოგიური მოქმედების სამი არე: ულტრაიისფერი, ხილული და ინფრაწითელი. მზის სხივური ენერგიის სპექტრული შემადგენლობა დედამიწის ზედაპირზე ასეთია: ულტრაიისფერ სხივებზე მოდის – 1%, ხილულზე 40% და ინფრაწითელზე 59%.

ულტრაიისფერი სხივების ტალღის სიგრძე 0,290 მკმ-ზე ნაკლებია. ესსხივები ძლიერი ბიოლოგიური მოქმედებით ხასიათდება. იგი დამღუპველად მოქმედებს ყველა ცოცხალ ორგანიზმზე, სიცოცხლე დედამიწაზე შესაძლებელია იმის გამო, რომ ამ გამოსხივების მოკლე ტალღები შთაინთქმება ოზონის შრის მიერ. დედამიწაზე აღწევს მხოლოდ უფრო გრძელი ულტრაიისფერი სხივების (0,300-0,400 მკმ.) მცირე ნაწილი. მათ მაღალი ქიმიური აქტივობა ახასიათებს და დიდი დოზების შემთხვევაში შეუძლია დააზიანოს ცოცხალი უჯრედები. ულტრაიისფერი სხივების მცირე დოზები აუცილებელია ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესებისათვის. მეცნიერებს დღეს აღელვებთ ის, რომ მაღალი ფრენის ძრავათა გამონაბოლქვი აირები და ფრეონები უარყოფითად მოქმედებენ ოზონის ფენის მთლიანობაზე და იწვევენ მასზე ხვრელების წარმოქმნას. „ნასას“ (აშშ-ს კოსმოსური კვლევის სადგური) 2002 წლის მონაცემებით 25 მილკმ²-იანი ხვრელი ანტარქტიდის თავზე შემცირდა 15კმ-მდე, რაც ფოტოსინთეზის პროცესის გააქტიურებით ხსნიან. 2005წ. მონაცემებით ოზონის ხვრელის დიამეტრი კვლავ მატულობს და უკვე 25,8მლნ კვ.კმ-ს მიაღწია. მეცნიერთა განმარტებით ანტარქტიდის თავზე დამცავი საფარის გამოფიტვის ერთერთი მიზეზი მკაცრი ზამთარია. დაბალ ტემპერატურაზე ატმოსფეროს ზედა ნაწილში ყინულის კრისტალისაგან შემდგარი ღრუბლები იქმნება, რომ-

ლის ზედაპირზეც ქიმიური რეაქციის შედეგად ოზონის დამშლელი ნივთიერება მიიღება.

ულტრაიისფერი სხივებიდან ბაქტერიოციდულია 280–200 ნმ-იანი სიგრძის ტალღები, ანტირაქიტული – 285–265 ნმ-იანი, ერითემულია 320–280 ნმ-იანი. დამწველი თვისებისაა 300–450 ნმ-იანი ტალღები. მზის სხივების გადაჭარბებულმა მიღებამ ადამიანებში შეიძლება კანის კიბო გამოიწვიოს. ცილოვან მოლეკულაზე ულტრაიისფერი სხივების გაელენით ხდება დენატურაცია და ცილის მოლეკულის კოაგულაცია, რაც ამცირებს მის გამძლეობას ფერმენტების მიმართ. ულტრაიისფერი სხივები ბაქტერიოციდული თვისებისაა, მონაწილეობს Ca-ისა და P-ის ცვლაში და მონაწილეობს ასევე მონაწილეობს D ვიტამინის წარმოქმნაში. ასევე ულტრაიისფერი სხივები დადებითად მოქმედებას ადამიანის შრომისუნარიანობაზე, აძლიერებს თირკმლებისა და ენდოკრინული ჯირკვლების მოქმედებას, ნივთიერებათა ცვლის პროცესს, იწვევს ზედმეტი ცხიმოვანი ქსოვილის დაშლას, აძლიერებს ორგანიზმის იმუნობიოლოგიურ ძალებს და სხვ. ხილული სხივების ტალღის სიგრძე 390–760 ნმ-ია, მასზე მოდის დედამიწის ზედაპირზე მოღწეული მზის გამოსხივების ენერგიის დიდი ნაწილი. მისი მოქმედებით მწვანე მცენარეები ასინთეზირებენ ორგანულ ნივთიერებებს. იგი მონაწილეობს ორგანიზმებში მიმდინარე ფოტოქიმიურ პროცესებში, ნივთიერებათა ცვლაში, გავლენას ახდენს ნერვულ-ფსიქიკურ სფეროზე, უზრუნველყოფს ორგანიზმში მიმდინარე ბიოლოგიური ფუნქციის გაძლიერებას.

ინფრაწითელი გამოსხივება – ტალღის სიგრძე 1500–2500 ნმ-ია. ისინი შთაინთქმება კანის მიერ და იწვევს ქსოვილებისა და სისხლის გათბობას, აღიზიანებს ნერვულ დაბოლოებებს. ამ სხივების მოკლეტალღიანი გამოსხივება – 760–1400 ნმ ღრმად აღწევს ქსოვილებში და იწვევს უმაღლეს ცხოველებში და ადამიანებში ნერვული სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის შეცვლას. ამ სხივების მაღალი დოზები ადამიანებში იწვევს მზის დაკვრას. ინფრაწითელი სხივები მედიცინაში გამოიყენება ტკივილდამაყუჩებლად და ანთებითი კერებს გასაწოვად. ეს სხივები ენერგიის მნიშვნელოვანი წყაროა ცოცხალი ორგანიზმებისათვის.

სინათლე ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური ფაქტორია, რომელიც კლიმატურ ფაქტორთა ჯგუფს მიეკუთვნება. იგი პერ-

ველადი პერიოდულობის ფაქტორია. სინათლეს ახასიათებს კანონზომიერი ცვალებადობა დღე-ღამის, სეზონებისა და გეოგრაფიული განედების, ზღვის დონიდან სიმაღლის მიხედვით, ოროგრაფიული პირობების, მცენარეთა საფარის და სხვა პირობების გავლენით.

როგორც აღვნიშნეთ, მზის სხივური ენერგია მონაწილეობს ცოცხალი ორგანიზმების მრავალ ფიზიოლოგიურ პროცესში, რომელთა შორის უმნიშვნელოვანესია ფოტოსინთეზის პროცესი, რომელზედაც დამოკიდებულია ცოცხალი ორგანიზმების არსებობა, რადგანაც ამ პროცესის შედეგად მცენარეში სინთეზირდება ორგანული ნივთიერებები და გამოიყოფა თავისუფალი ჟანგბადი, რომელიც აერობული ორგანიზმების არსებობის აუცილებელი პირობაა. მცენარისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა სინათლის სპექტრის ნარინჯისფერ-წითელ და ლურჯ-იისფერ ნაწილებს აქვთ.

სინათლისადმი დამოკიდებულების მიხედვით მცენარეები 3 ჯგუფად იყოფა 1. სინათლის მოყვარული ანუ – **ჰელიოფიტები;** 2. ჩრდილის მოყვარული, ანუ **სციოფიტები;** 3. ჩრდილის ამტანები – **ჰელიოსციოფიტები.** ამ ჯგუფის მცენარეები კარგად იზრდება სრული განათების პირობებში, მაგრამ იტანენ დაჩრდილვასაც.

ჩრდილისა და სინათლის მოყვარული მცენარეები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფოთლის გარეგანი აგებულებით, შინაგანი სტრუქტურით და ორგანიზმში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესებით. სინათლის მოყვარული მცენარეები გაშლილ ადგილებზე ცხოვრობენ, სადაც შედარებით მაღალი ტემპერატურაა, ამიტომ ისინი ყოველთვის განიცდიან წყლის ნაკლებობას. ამასთან დაკავშირებით მათ უვითარდებათ ფოთოლში დაძარღვის ხშირი ქსელი, უჯრედებს მცირე ზომა, სქელი კუტიკულა, შებუსვა, ბაგეების დიდი რიცხვი. მათი ფოთლის ფართობი დიდი არ არის, მაგრამ იგი სქელია, რადგან მეზოფილში კარგად არის განვითარებული მესრისებური პარენქიმა. ეს უკანასკნელი სინათლის მოყვარულ მცენარეებში ხშირად ფოთლის ორივე მხარეზეა მოთავსებული, ან ფოთლის მხოლოდ ზედა მხარეზე და შედგება ორ-სამ შრედ განლაგებული უჯრედებისგან. ფოთლის ზედაპირი პრიალაა, მზის სხივების აღვილად ასარეკლად.

საწინააღმდეგო ნიშნებით ხასიათდება ჩრდილის მოყვარული მცენარეების ფოთლები. ფოთლის ფართობი საკმაოდ დიდია,

ფირფიტა თხელი, ეპიდერმისის ზედაპირზე კუტიკულის თხელი ფენაა, ბაგეების რიცხვი ფართობის ერთეულზე დიდი არ არის. ჩრდილის მოყვარული მცენარეების ფოთლები უფრო მწვანე ფერისაა, რადგან მეტი რაოდენობით შეიცავენ ქლოროფილს. ამით მცენარე მაქსიმალურად იყენებს იმ მცირე განათებას, რომელიც მათ საცხოვრებელ გარემოშია. მეზოფილი ან ერთგვაროვანია (არ არის დიფერენცირებული მესრისებურ და ღრუბლისებურ პარენქიმად), ან მოთავსებულია ფოთლის მხოლოდ ზედა მხარეზე ერთ შრედ განლაგებული უჯრედების სახით; ფოთოლი ნაკლებ დაძარღვულია. სინათლე ამუხრუჭებს მცენარის ზრდას, მაგრამ აძლიერებს ორგანოების შინაგანი სტრუქტურის ჩამოყალიბებას, ამიტომ ჩრდილის მცენარეები (ერთწლიანები) უფრო მაღალი იზრდება, მაგრამ ღერო სუსტია, მათში ქსოვილები ნაკლებად არის დიფერენცირებული.

მცენარეებს ახასიათებთ რეაქციები დღის განათების ხანგრძლივობისადმი, ამ მოვლენას **ფოტოპერიოდიზმი** ეწოდება. დღის ხანგრძლივობაზე რეაქციის მიხედვით მცენარეები იყოფა 3 ჯგუფად 1. მოკლე დღის მცენარეები (ლობიო, სოიო, ფეტვი, ქრიზანთემა, მატიტელა, გეორგინა და სხვ.) 2. გრძელი დღის მცენარეები (ჭვავი, ხორბალი, შვრია, ზამბახი, კესანე, ჰორტენზია). 3. ნეიტრალური მცენარეები (წიწიბურა, მზესუმზირა და სხვ.).

სინათლისადმი მცენარეების დამოკიდებულება განაპირობებს ტყეში მცენარეთა იარუსიანობას. ზედა იარუსი უკავია სინათლის მოყვარულ ჯიშებს, საშუალო იარუსი ნახევრად ჩრდილის ჯიშებს, ხოლო ქვედა იარუსი წარმოდგენილია ქვეტყით, რომელიც ძირითადად ჩრდილის ამტანი მცენარეებისგან შედგება (იარუსთა რაოდენობა სხვადასხვა ბიოცენოზში განსხვავებულია და დამოკიდებულია ბიოცენოზის ტიპზე). იარუსიანობის გავლენით იცვლება სინათლის სპექტრული შემადგენლობა. კერძოდ, მზის რადიაცია, გაიელის რა ზედა იარუსს (ხეების ფოთოლთა ფილტრს) კარგავს დიდი რაოდენობით ფოტოსინთეზურად აქტიურ რადიაციას და ქვედა იარუსს აღწევს აქტიური სხივების მხოლოდ მინიმალური რაოდენობა.

დადგენილია, რომ დიდი რაოდენობით ულტრაიისფერი სხივები მავნებელია მცენარეებისათვის. ზედმეტი განათება მცენარისათვის ისევე მავნებელია, როგორც მათი ნაკლებობა. ძლიერი განა-

თებისას მცენარეები ბევრ წყალს ხარჯავს, რადგანაც ის იხარჯება აორთქლებაზე, ამ პროცესის დროს ადგილი აქვს ნიადაგის გამოშრობასაც. მცენარის ფოთოლი შთანქავს მზის სხივების 75%-ს, აქედან ფოტოსინთეზის დროს გამოიყენება 1-5%, დანარჩენი იხარჯება ფოთლის გათბობასა და ტრასპირაციაზე (აორთქლებაზე).

სინათლესთან დამოკიდებულების მიხედვით ცხოველები იყოფიან ფოტოფილებად - სინათლისმოყვარეებად, ფოტოფობებად - მოძულეებად. ასევე ევრიფოტოფილებად - ევრიფოტურებად, რომლებიც ადვილად ეგუებიან სინათლის ინტენსივობის მერყეობას და სტენოფოტოფილებად - სტენოფოტურებად, რომლებიც ვიწროდ არიან შეგუებული სინათლის ინტენსივობის ცვლილებასთან. დღის ხანგრძლივობაზე რეაქცია ცხოველებში განაპირობებს ბიოლოგიური რითმების ჩამოყალიბებას. ეს რითმები ცხოველებში განაპირობებს გამრავლებას, მიგრაციას, დიაპაუზას, ძილს, განგურს და სხვა სასიცოცხლო პროცესებს წლის გარკვეულ სეზონში. ამ რითმთა შორის აღსანიშნავია 1. **ციკარდული** რითმები, რომელთა ხანგრძლივობა 24სთ-ს უახლოვდება. ამ რითმებს ძუძუმწოვრების ორგანიზმში 50-მდე ორგანოს მოქმედება ემორჩილება. მათ არეგულირებს ჰიპოთალამუსი (თავის ტვინის ნაწილი) და ასევე ჰიპოფიზის ჰორმონი - პროლაქტინი.

2. **ცირკანული რითმები** - ამ რითმების ხანგრძლივობა - 1 წლამდეა. ეს რითმები სეზონური რითმებია. ამ რითმების გადაცემა მომდევნო თაობებში განეტიკური აპარატით ხორციელდება. მისი მარეგულირებელი ცენტრი მოთავსებულია ჰიპოფიზში. ცირკანულ რითმებს მიეკუთვნება მიგრაციები, განგური, დიაპაუზა და სხვ.

3. **მთვარის რითმები** ორი სახისაა: 1. ღელღამური, რომლის ხანგრძლივობა 24,8სთ-ია. ამ რითმებს ემორჩილება ორსაგდულიან მოლუსკებში ნიჟარის გახსნა-დახურვა, თევზების გადაადგილება ვერტიკულარ და ჰორიზონტალურ სივრცეში, ზოგიერთი ინფუზორიის გამრავლება; მიტოზის პროცესი ძუძუმწოვრებში და სხვ. 2. **თვიური მთვარის რითმები,** რომელთა ხანგრძლივობა 28,9 დღეღამეა. ეს რითმები განსაზღვრავს მრავალი ცხოველის გამრავლების ვადებს, მაგ. მრავალჯაგრიანი ჭიების პალოლოსა და პერინერეისის, ასევე ზოგიერთი თევზის გამრავლება. მრავალი სასიცოცხლო პროცესი ადამიანის ორგანიზმში ამ რითმს ემორჩილება.

ტემპერატურა - ეს ფაქტორიც კლიმატურ ფაქტორთა ჯგუფს

ეკუთვნის. იგი პირველადი პერიოდულობის ფაქტორია. მას ახასიათებს ცვალებადობა დღე-ღამური, სეზონური და გეოგრაფიული განედების, ზღვის დონიდან სიმაღლისა და სხვ. მიხედვით. ტემპერატურა დიდ გავლენას ახდენს ორგანიზმის ჯარედებში მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესებზე. მცენარეებისა და ცხოველებისათვის არსებობს ტემპერატურის ზღვარი, რომლის იქით ორგანიზმები იღუპება. ასეთ ზღვრად ითვლება 0°-დან 70°-მდე ტემპერატურა. პირველი არის წყლის გაყინვის ტემპერატურა, თუ წყალი გადავიდა მყარ მდგომარეობაში, მაშინ ორგანიზმის ყველა ფიზიოლოგიური ფუნქცია წყდება. მეორე კი ის ტემპერატურაა, რომელზედაც ხდება ცილების შედედება (დენატურაცია).

დედამიწაზე არ არსებობს ისეთი ტერიტორიები, სადაც სითბოს ნაკლებობის გამო მცენარეები არ ვითარდებოდეს. გამონაკლისია არქტიკა და ანტარქტიდა, რომლებიც მყინვარებითაა დაფარული, მაგრამ არქტიკაში ვხვდებით წყალმცენარე სფერელას, რომელიც თოვლზე სისხლისფერი ლაქების სახით გვხვდება. მცენარის არსებობა გრძელდება -34° ტემპერატურის დროსაც. ანტარქტიდაში ჯ. სკოტმა XX ს. 30-იან წლებში მოგზაურობის დროს ნახა „მშრალი ხეობა“, სადაც ნალექების რაოდენობა 200-300მმ-ს არ აღემატებოდა. აქ მცენარეებიდან იპოვა მღიერები, ხავსები, წყალმცენარეები და უმაღლეს მცენარეთა 10 სახე. ძუძუმწოვრებიდან ვეშაპისნაირები და ფეხფარფლიანები. ფრინველებიდან: ადელის პინგვინი და ქარიშხალა. მცენარეებში წყალი ხსნარის სახისაა. მისი გაყინვის ტემპერატურა უფრო დაბალია, ვიდრე სუფთა წყლის. ტემპერატურის დაცემა 2-5° დამღუპველია მათთვის. თუმცა მურყანს, ცირცელს, არყს - შეუძლია გაუძლოს -20°, მუხას, წიფელს -25°, ვაშლს -33°, ციტრუსებს -8-10°. არახელსაყრელი ტემპერატურის დროს ორგანიზმები გადადიან არააქტიურ მდგომარეობაში, რომელსაც **ანაბიოზი, ანუ ფარული სიცოცხლე** ეწოდება. ტემპერატურა მცენარეებში განსაზღვრავს სამ მნიშვნელოვან პროცესს: **ზრდას, ასიმილაციასა და სუნთქვას.** მცენარეებს ზრდის დაწყება შეუძლიათ განსაზღვრული ტემპერატურის მინიმუმის დროს, რომელსაც **სასიცოცხლო ნული** ეწოდება, ოპტიმალურ ტემპერატურაზე მცენარე მაქსიმალური ზრდით ხასიათდება; ტემპერატურის შემდგომი მომატებით ზრდის ინტენსივობა მცირდება, განსაზღვრული მაღალი ტემპერატურისას კი წყდება. დაბალი ტემპერატურა ძლიერ აზიანებს მცენარეებს და ხშირად იწვევს მათ დაღუპვას. დაღუპვის მიზეზად თელიან უჯრედშორისებში ყინულის კრისტალების წარმოშობას, რომელიც იზიდავს უჯრედებიდან წყალს, რაც უჯრედის გამოშრობას იწვევს, რასაც მოსდევს ცილების კოაგულაცია და ციტოპლაზმის დაშლა. მცენარის ყინვასთან შესაგუებელ სხვადასხვა ადაპტაციები ახასიათებთ. კერძოდ, უჯრედში შაქრის კონცენტრაციის გაზრდა, თავისუფალი წყლის შემცველობის შემცირება, საღებავი (ანტოციანების) და ცხიმოვანი ნივთიერებების დაგროვება, უჯრედის წვენის ოსმოსური წნევის გაზრდა, ვეგეტაციის შეწყვეტა „ზამთრის ძილი“. მრავალწლოვანი ბალახები იზამთრებენ თესლის ან მიწისქვეშა ორგანოებით: ბოლქვებით, ფესურებით, ყორგლებითა და სხვ. ზაფხულმწვანე ფართოფოთლოვანი მცენარეები შემოდგომაზე ყრიან ფოთლებს. ამ დროს მცენარეები უფრო მცირე რაოდენობით წყალს შეიცავენ, რაც ხელს უწყობს დაბალი ტემპერატურის ადვილად გადატანას. ტემპერატურასთან დამოკიდებულების მიხედვით არჩევენ მცენარეთა რამოდენიმე ეკოლოგიურ ჯგუფს:

1. **თერმოფილური ანუ შეგათერმული** მცენარეები (სითბოს მოყვარულები). მათი ოპტიმუმი მაღალი ტემპერატურის ფარგლებშია. ისინი ცხოვრობენ ტროპიკული და სუბტროპიკული კლიმატის ოლქებში. ზომიერი კლიმატის პირობებში ისინი თბილ ადგილსამყოფელში გვხვდებიან.

2. **კრიოფილები,** ანუ მიკროთერმული მცენარეები (სიცივის მოყვარულები). მათთვის ოპტიმალურია დაბალი ტემპერატურა; ცხოვრობენ პოლარულ ოლქებსა და მაღალმთიანეთში.

3. **მეზოფილები** - გარდამავალი ჯგუფია თერმოფილებსა და კრიოფილებს შორის. უნდა აღინიშნოს, რომ ექსტრემალურად მაღალი ტემპერატურა მცენარეებში იწვევს წყლის დაკარგვას, გამომშრობას, დამწვრობას, ქლოროფილის დაშლას, სუნთქვის და ფოტოსინთეზის ფუნქციის მოშლას. ნიადაგის გადახურებისას ზიანდება და იღუპება ფესვთა სისტემა.

უარყოფითი ტემპერატურის პირობებში მცხოვრები მცენარეულობისათვის დამახასიათებელი მორფოლოგიური ხასიათის ადაპტაციები. კვირტების ქერქლებით შებურვა, კვირტების საზამთრო გაფისვა, კორპის გამსხვილება, ფოთლებს შებუსვა და სხვ.

ცხოველებს აქტიური ცხოვრება შეუძლიათ 0-დან 50°C- ტემპერატურის ფარგლებში, მაგრამ გვხვდება ისეთებიც, რომლებიც 70-90°C ტემპერატურას უძლებს. ცხოველებს, რომლებსაც არა აქვთ სხეულის მუდმივი ტემპერატურა და იგი გარემოს ტემპერატურაზეა დამოკიდებული **პოიკილოთერმიული** ცხოველები ეწოდება. მათ მიეკუთვნება ყველა უხერხემლო ცხოველი და ხერხემლიანებიდან თევზები, ამფიბიები, ქვეწარმავლები. ხოლო ცხოველებს, რომლებსაც სხეულის მუდმივი ტემპერატურა აქვთ და გარემოს ტემპერატურაზე არაა დამოკიდებული, **ჰომოიოთერმიული**, ცხოველები ეწოდება: ფრინველები და ძუძუმწოვრები.

ცხოველები ტემპერატურის ამტანიანობის მიხედვით იყოფა: **ევრითერმიული** ანუ ისეთ ცხოველებად, რომლებიც ადვილად იტანენ ტემპერატურული მერყეობის დიდ ამპლიტუდას (ხამანწკა, შავი ბღვის ქაშაყი; კაშალოტი, პუმა, მგელი, მელა და სხვ.) **სტენოთერმიული** სახეობები - რომლებიც ვერ იტანენ ტემპერატურულ მერყეობას და შეგუებული არიან მაღალ ან დაბალ ტემპერატურასთან. სტენოთერმებში გამოყოფენ **მეგათერმებს**, რომლებიც შეგუებული არიან მაღალი ტემპერატურის პირობებში არსებობას (მაგ. ტროპიკული სარგყლის ცხოველები; **მიკროთერმები**, რომლებიც დაბალი ტემპერატურის პირობებში ცხოვრობენ მაგ. გრენლანდიური სელაპი, თეთრი დათვი, ჩრდილოეთის ირემი, პინგვინი და სხვ.

არახელსაყრელ ტემპერატურასთან შეგუება ხდება მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური და ეთოლოგიური ადაპტაციების საშუალებით; მორფოლოგიური ადაპტაციები (აღსანიშნავია რამდენიმე წესი: ბერგმანის, ალენის, გლოგერის და სხვ.) ითვალისწინებს ცხოველთა ზომების, ბეწვის საფარის, შეფერილობის იმგვარ ცვლილებებს, რომელიც ცხოველს იცავს სითბოს გაცემისაგან.

ფიზიოლოგიური ადაპტაციებიდან დამახასიათებელია ის, რომ ცხოველებს დაბალი ტემპერატურის დროს უძლიერდებათ ნივთიერებათა ცვლა, ზოგიერთ **პოიკილოთერმებში** კლებულობს წყლის რაოდენობა, ორგანიზმში გროვდება გლიკოპროტეინები, ცხიმები, რომელიც ანტიფრიზის როლს ასრულებს და ხელს უშლის ყინულის კრისტალების წარმოშობას. სხეულის გაციების ჰომოიოთერმებში ხელს უშლის ბუმბულისა და ბეწვის საფარველი, კანქვეშა ცხიმოვანი შრე და სხვ.

არახელსაყრელი ტემპერატურის გადასატანად ცხოველებს ახასიათებთ ისეთი ქცევები, რომელიც ხელს უწყობს მისი უარყოფითი ზემოქმედების შემცირებას. მაგ. ცივ და ძლიერ ცხელ დღეებში ცხოველები თავს აფარებენ ბუნგებს, ფუღუროებს, სოროებს. მრავალ ცხოველს ახასიათებთ ერთობლივი თანაცხოვრება და ერთობლივი სითბოს რეგულაცია. მაგ. ფუტკრების ოჯახად ცხოვრების შედეგად ტემპერატურა სკაში 26°C ქვემოთ არ ჩამოდის. ზოგიერთი ცხოველი ზამთარში ეწევა ზამთრის ძილს (ჰიბერნაცია) და ცხელი ზაფხულისას - ზაფხულის ძილს (ესტივაცია), პოიკილოთერმებში კი ადგილი აქვთ გაშეშებას, ან არააქტიური ცხოვრების ნირზე (ანაბიოზში) გადასვლას. ზოგიერთ ჰომოიოთერმულ ორგანიზმს ახასიათებს **ჰიპოთერმია** - სხეულის ტემპერატურის დროებითი დაცემა (მაგ. მერცხლებს, ღამურებს, მღრღნელებს და კვერცხისმდებელ ძუძუმწოვრებს) არახელსაყრელი ტემპერატურული პირობებისას, ისინი ხანმოკლე ძილის მდგომარეობაში ვარდებიან (მაგ. ღამურებს ახასიათებთ დღის ჰიპოთერმია) ჰიპოთერმია შექცევადი პროცესია.

ადამიანი **თბილსისხლიანი** (ჰომოიოთერმული) არსებაა, მისი სხეულის ტემპერატურა მუდმივია და შედარებით უმნიშვნელოდ იცვლება გარემოს ტემპერატურის შესაბამისად. სხეულის ტემპერატურის შენარჩუნებას უზრუნველყოფს ჰიპოთალამუსი, რომელსაც კავშირი აქვს სითბოს ქიმიურ რეგულატორთან - ფარისებრ ჯირკვალთან.

სასიცოცხლო პროცესების ნორმალური მსვლელობისათვის აუცილებელია ტემპერატურული მუდმივა, რომლის დარღვევისას შეიძლება მძიმე, ზოგჯერ შეუქცევადი ცვლილებები განვითარდეს. გარემოს ტემპერატურა აღაგზნებს კანის რეცეპტორებს, რომელიც გადაეცემა თავის ტვინის შესაბამის უბნებს. ტემპერატურის ცვლილება განაპირობებს სუნთქვის სიღრმეს და სიხშირეს, სისხლის მიმოქცევის სიჩქარეს, ნივთიერებათა ცვლის თავისებურებებს. ტემპერატურის დაცემისას შეიძლება მოხდეს გადაცივება (ჰიპოთერმია) რომელიც იწვევს ქსოვილების კვების დარღვევას, ვითარდება ნეკრიტები, მიოზიტები, რაც აქვეითდებს ორგანიზმის დამცველობით ძალებს, რაც ხელს უწყობს ინფექციური და არაინფექციური პათოლოგიების განვითარებას.

გარემოს მაღალი ტემპერატურა კი - ხელს უშლის ორგანიზმს, დაკარგოს სითბური კალორიები, რომელიც ნივთიერებათა ცვლის დროს წარმოიქმნა, რაც ხელს უწყობს ორგანიზმის გა-

დახურებას (ჰიპერთერმია), რასაც შეიძლება მოყვეს **სითბური დაკვრა**, რომელიც შეიძლება სიკვდილით დასრულდეს. მაღალი ტემპერატურა შეიძლება გახდეს პირის ღრუს ზოგიერთი დაავადების განვითარება-გართულების ხელშემწყობი. მაგ. გინგივიტის, პიორეის და სხვ. უდაბლესი ტემპერატურა, რომლის დროსაც შეიძლება გაყინული ადამიანის გადარჩენა 20°C-ია.

ტენიანობა. ჰაერის ტენიანობა მისი წყლის ორთქლით გაჯერებაზეა დამოკიდებული, ხოლო ჰაერში წყლის ორთქლის რაოდენობა – ტემპერატურაზე. რაც მაღალია ტემპერატურა, მით მეტ ტენს შეიცავს ჰაერი. ატმოსფერული ნალექი ჰაერის ტენიანობასთანაა დაკავშირებული. ის წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგია. კონდენსაციისა და კრისტალიზაციის შედეგად ყალიბდება ღრუბლები და ნალექები. ტენის რაოდენობის მიხედვით გამოყოფენ **არიდულ, ჰუმიდურ, სემიარიდულ და ექსტრაარიდულ** რეგიონებს. არიდულ რეგიონში აორთქლება ჭარბობს ნალექების ჯამს. ჰუმიდური ისეთი რეგიონია, სადაც ნალექები ჭარბობს აორთქლებას. ამ ორ ტიპს შორის შუალედური ადგილი უჭირავს სემიარიდულ ადგილსამყოფელს, სადაც ტენიანობის საშუალო მაჩვენებელს აქვს ადგილი, ძლიერ გვალვიან რეგიონებს ექსტრაარიდულს უწოდებენ. მცენარეთა და ცხოველთა არსებობისთვის ნალექების რაოდენობასთან ერთად დიდი მნიშვნელობა აქვს მათ განაწილებას დროში, კერძოდ, უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ტენის არსებობას მცენარეთა ვეგეტაციის პერიოდში.

მცენარეზე უშუალოდ მოქმედებს ნიადაგისა და ჰაერის ტენი. ტრანსპირაცია (აორთქლება) სეზონურად იცვლება ტენის მარაგის ცვლასთან ერთად. წყლის რეჟიმი განაპირობებს მცენარის გავრცელებას დედამიწაზე: არის ზოგიერთი მცენარე, რომელსაც არ გააჩნია წყლის შთანთქმა-გაცემის რეგულაციის უნარი. მცენარეთა ამ ჯგუფს **პოიკილოჰიდრიდული** ეწოდება (მაგ. ხმელეთის წყალმცენარეები, სოკოები, ლიქინები, ზოგიერთი ხავსი, გვიმრანაირი და ყვავილოვანი მცენარე. მცენარეთა იმ ჯგუფს, რომელსაც წყლის შთანთქმა-გაცემის რეგულირების უნარი გააჩნია, **ჰომეოჰიდრიდულს** უწოდებენ. ამ მცენარეებს აქვთ სხვადასხვა სტრუქტურული შეგუებულობანი, რომლის საშუალებით შეუძლიათ წყლის რეგულირება (ბაგეების გახსნა-დახურვა, გრძელი ფესვთა სისტემა, გასქელებული ეპიდერმისი, ფოთლებისნემსივით

დახვევა, შებუსვა, ეკლებად გადაქცევა, მექანიკური ქსოვილის კარგად განვითარება (სკლეროფიტები) და სხვ. წყლის მოთხოვნილების მიხედვით მცენარეები იყოფა: 1. **ჰიდროფიტებად**, რომლებიც მთლიანად ან მეტწილად წყალში იმყოფებიან და შეგუებული არიან ამ პირობებს. მათი ქსოვილები არ არის დიფერენცირებული ღრუბლისებურ და მესრისებურ პარენქიმად. მიეკუთვნება წყალმცენარეები. 2. **ჰიგროფიტები** – ტენიან და ჭარბტენიან ნიადაგებზე გავრცელებული მცენარეები, რომლებიც გვხვდებიან ტენიან მდელოებზე და დაჭაობებულ ადგილებში. მაგ. შვიტა, ჭილი, პაპირუსი, ზოგიერთი ხავსი და გვიმრანაირი. 3. **მეზოფიტები** – ისინი საშუალო ტენიანობის ადგილებში გვეხვდება, სადაც წლის განმავლობაში ნალექების თანაბარ განაწილებას აქვს ადგილი, მეზოფიტებს ფართო, ხშირად თხელი ან საშუალო სისქის ფოთლები აქვს. მაგ. ნაძვი, სოჭი, წიფელი, იფანი, მსხალი, ვაშლი; პომიდორი, კიტრი, წიწაკა, ხახვი და სხვ.

4. **ქსეროფიტები** – მშრალი ადგილსამყოფელის მცენარეებია, რომლებიც კარგად არიან შეგუებული ატმოსფერულ გვალვასა და ნიადაგის სიმშრალეს. ისინი სხვადასხვა გვარად ეგუებიან გვალვას და ნიადაგის სიმშრალეს. ქსეროფიტებში რამოდენიმე ჯგუფია გამოყოფილი: ეფემერები, ეფემეროიდები, სუკულენტები და სკლეროფილური ქსეროფიტები.

ეფემერები – ერთწლიანი მცენარეებია მოკლე სავეგეტაციო პერიოდით. მათი ვეგეტაცია ხდება ტენიან პერიოდში, ამ პერიოდში ისინი ასწრებენ ყველა ფაზის გაელას. შეიძლება იყოს შემოდგომის და გაზაფხულის ეფემერები (ია, ქუდუნა, ზოგიერთი ყაყაჩო, ასტრაგალები და სხვ.). ისინი არახელსაყრელ პირობებს თესლით გადაიტანენ.

ეფემეროიდები – მრავალწლიანი მცენარეებია, ხასიათდებიან მოკლე ვეგეტაციით, მათ განვითარებული აქვთ საკვებით მდიდარი მიწისქვეშა ორგანოები, ან თესლები, ბოლქვები, ტუბერები იზრდება და ვითარდება წელიწადში ერთხელ გაფხულზე, ან შემოდგომაზე. (მაგ. ველის ზამბახი, სტეპების წითელი და ყვითელი ტიტები – გაზაფხულზე; შემოდგომაზე – ზაფრანა და სხვ.

სუკულენტები („მსუქანი მცენარეები") – აქვთ სქელი და ხორციანი ფოთლები, ან ხორციანი ღერო, ან არიან ფოთლებრედუცირებული მცენარეები. ისინი გვხვდებიან უდაბნოებში, ახასია-

თებთ ტრანსპირაციის დაბალი დონე. იზრდებიან ნელა. მიეკუთვნება აგავა, ალოე, ფუნთუშა, კლდის ვაშლა, კაკტუსები, რომლებიც წყალს ღეროში აგროვებენ. მათი ფესვთა სისტემა ორ–ათ სანტიმეტრ სიღრმეზე ჰორიზონტალურადაა განლაგებული. ისინი წყალს აგროვებენ ხორციან ფოთლებსა და ღეროში.

სკლეროფილური ქსეროფიტები ხასიათდებიან თხელი, ხეშეში მექანიკური ელემენტებით მდიდარი ფოთლით. ამ ჯგუფში შედის გვალვებსა და მშრალ ნიადაგებს შეგუებული მრავალი სახეობა. მათი ფოთლები მცირე ზომისაა, ხშირად რედუცირებულიც. ფოთლის ზედაპირზე აქვთ ბუსუსები. დამახასიათებელია ძლიერი ფესვთა სისტემა. **სკლეროფიტები** გარეგნულად თითქოს ხმელია. მათ შეუძლიათ დაკარგონ ტენის 25% და არ დაჭკნენ (საღსაღაჯი, აკაკი, ღვია, ჯაგრცხილა, კუნელი, ბროწეული, შინდი). ნებისმიერ ხმელეთის ცხოველს, მიუხედავად იმისა, თუ რა პირობებში ბინადრობს აუცილებლად ესაჭიროება წყალი. მცენარეთა ანალოგიურად იყოფა შემდეგ ჯგუფებად:

ჰიდროფილები, რომლებიც წყალში ცხოვრობენ:

ჰიგროფილებად, რომლებიც ძლიერ ტენიან ადგილებში **ბინადრობენ** (ჭიაყელები, მოლუსკების ზოგი წარმომადგენელი, ამფიბიები); **მეზოფილებად** – ზომიერი სარტყლის ცხოველთა უმრავლესობა.

ქსეროფილებად – უდაბნოს ცხოველები.

ტროგლობიონტები – მღვიმის ბინადრები, კიბოსნაირები, ობობასნაირები, ზოგი მოლუსკი, თევზი და კუდიანი ამფიბია. აქ როგორც წყლის, ასევე ჰაერის ტემპერატურა მთელი წლის განმავლობაში ერთნაირია. წყლის მოთხოვნილების მიხედვით ცხოველები იყოფიან **ევრიჰიგრობიონტებად,** რომლებიც აღვილად იტანენ ტენიანობის მერყეობას; **სტენოჰიგრობიონტებად,** რომლებიც ცხოვრობენ ან დიდი ტენიანობის პირობებში, ან იტანენ ტენის ძლიერ ნაკლებობას.

ხმელეთის ცხოველებში არსებობს წყლის მიღების რამდენიმე ხერხი: 1. წყლის სმა; 2. წყლის მიღება საკვებიდან; 3. წყლის შეწოვა კანიდან (საფარველიდან) მაგ. ამფიბიებში, მწერებში; 4. მეტაბოლური წყლის მიღება, რომელიც მიიღება ცხიმების შემჟავებით (აქლემები, ზოგი მღრღნელი, ჩრჩილები და ბაღლინჯოები).

წყლის დაკარგვა დაკავშირებულია: 1. ტრანსპირაციასთან; (სხეულის ზედაპირიდან აორთქლება) 2. სუნთქვის პროცესთან, 3. გამოყოფასთან. წყლის დაკარგვის თავიდან ასაცილებლად ცხოველებს ახასიათებთ სხვადასხვაგვარი ადაპტაციები. ცხელი ჰავის პირობებში მცხოვრებ ცხოველებს განვითარებული აქვთ კანის რქოვანი საფარველი, რომელიც ამცირებს წყლის აორთქლებას; ხმელეთის ტიპის სასუნთქი ორგანოები: ფილტვები, ტრაქეები, ბრანქიოსტეგიტები.

4. ზოგიერთ ცხოველს ახასიათებს მშრალი ექსკრემენტების გამოყოფა (შარდი ურატების სახით გამოიყოფა). ცხელი კლიმატის პირობებში მცხოვრებ ცხოველებში შემცირებულია საოფლე ჯირკვლების რაოდენობა; უდაბნოს მწერების ჰემოლიმფა დიდი რაოდენობით შეიცავს ცილებს, რის გამოც გაზრდილია ოსმოსური წნევა, რაც ამცირებს წყლის აორთქლებას. უდაბნოს ჭიანჭველებში შემცირებულია სანერწყვე ჯირკვლების რაოდენობა ცხოველები, რომლებიც ცხელი კლიმატის პირობებში ცხოვრობენ, გამოუმუშავდათ გარკვეული ქცევები, რომლებიც მათ იცავს წყლის დაკარგვისგან. კერძოდ, ისინი ღებულობენ სხეულის ისეთ პოზას, ან ეძებენ ისეთ ადგილსამყოფელს, რომლითაც დაცული არიან წყლის აორთქლებისაგან; ჰაერში ტენის ნაკლებობისას ისინი გადადიან არააქტიურ მდგომარეობაში, ან აქტიურობენ ღეღამის განსაზღვრულ საათებში და ა.შ.

ჰაერის სინოგიე უშუალო გავლენას ახდენს ადამიანის ორგანიზმზეც. ჰაერის დაგვირთვა ამა თუ იმ რაოდენობის წყლის ორთქლით, ხელს უშლის სხეულის ზედაპირიდან მის აორთქლებას, ე.ი. ამცირებს გაგრილების შესაძლებლობას, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს სხეულის გადახურება. ფარდობითი ტენიანობის მომატებამ ცივ ამინდში შეიძლება გამოიწვიოს ორგანიზმის გადაცივება. ჰაერის ტენიანობა გავლენას ახდენს როგორც ჰაერში, ასევე ნიადაგში ბაქტერიული ფლორისა და ჭიის კვერცხების გამძლეობაზე, ნიადაგში მოხვედრილი გაბინძურებული მასალის ლპობის დაჩქარება–შენელებაზე, რაც საბოლოოდ გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

ედაფური ფაქტორი – ნიადაგი დედამიწის ფხვიერი ზედაპირული ჰორიზონტია, რომელიც ნაყოფიერებით ხასიათდება. მას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ცოცხალი ორგანიზმებისთვის. მცენარისათვის იგი წარმოადგენს სუბსტრატს, რომელშიც ვითარდება მიწისქვეშა ნაწილები, საიდანაც იგი ღებულობს წყალსა და მინერალურ მარილებს, ცხოველებისთვის ნიადაგი არის საბინადრო გარემო, ადამი-

ანისათვის კი ძირითადი სასიცოცხლო საწარმოო საშუალება.

ნიადაგის სიფხვიერე არ წარმოადგენს მცენარეთა გავრცელების განსაზღვრულ თვისებას, რადგანაც მთელი რიგი მცენარეები სრულად არ მოითხოვენ ფხვიერ ნიადაგს და კარგად ეგუებიან მკვრივი აგებულების მთის ქანებს. მაგ.: აკაკი, ფიჭვი, ღვია და სხვ. ნიადაგის სიღრმე მნიშვნელოვანი ფაქტორია, რომელიც განსაზღვრავს ნიადაგის სიმდიდრეს ტენითა და საკვებით, იგი განაპირობებს მცენარის ზრდა-განვითარების შესაფერის ინტენსივობას. მცირე სიღრმის ნიადაგში წყლისა და ჰაერის განსაზღვრული რაოდენობაა, ღარიბია საკვები ნივთიერებებით. ასეთი ნიადაგი გვალვიან პერიოდში ხასიათდება სიმშრალით, მაგრამ წვიმისას ადვილად ტენიანდება, ამიტომ ტენი პერიოდულად არის ასეთ ნიადაგებში. ასეთ ნიადაგებზე არსებობა შეუძლია კუნელს, ნეკერჩხალს, აღმოსავლეთის მუხას, ნუშსა და სხვ.

კალტურულ მცენარეებს სიმინდს, ხორბალს, ბოსტნეულს ესაჭიროება ფხვიერი ღრმა ნიადაგები და რწყვა. ტენის ნაკლებობა მშრალ ნიადაგებში გადამწყვეტ როლს თამაშობს მცენარის არსებობისათვის.

მცენარის ზრდა განვითარებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს **ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობას**. ქვა-ღორღიანი ნიადაგი ბედმეტი სიმშრალით ხასიათდება, რის გამოც ასეთ ნიადაგებზე ქსეროფიტული მცენარეები სახლდებიან, რომლებიც ხშირად ღია და ნახევრად შეკრულ ცენოზებს ქმნიან. **მძიმე მექანიკური შემადგენლობის** (თიხა, თიხნარი) ნიადაგები ხასიათდებიან მეტი ტენიანობით, ამიტომ დასახლებულია მეზოფიტი მცენარეებით, რომლებიც ქმნიან შეკრულ ცენოზებს. ფესვთა სისტემის განვითარებისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის **აერაციას**. ცუდი აერაციის პირობებში მცენარეზე უარყოფითად მოქმედებს როგორც ბედმეტი ნახშირორჟანგი, ისე ჟანგბადის ნაკლებობა. ჭაობის მცენარეები ადვილად იტანენ ნიადაგის ცუდი აერაციის პირობებს, იმის წყალობით, რომ ისინი ივითარებენ ბედაპირულ ფესვთა სისტემას. ჭაობიანი ნიადაგის დაშრობა, დამრეტა, აუმჯობესებს მისი აერაციის პირობებს. უდიდესი მნიშვნელობა აქვს **ნიადაგების ქიმიურ შედგენილობას. ზოგიერთი მცენარე შეგუებულია მჟაგე ნიადაგებს** (სფაგნუმი, ჩაი), **ზოგიერთი ტუტე რეაქციის მქონე ნიადაგებს** (ფიჭვი, ბზა), ბოგი ამგვარ ნიადაგებს სრულებით ვერ იტანს (წაბლი, სფაგნუმი). არიან ისეთი მცენარეები, რომლებიც

მხოლოდ **დამლაშებულ ნიადაგებზე** სარობენ – **ჰალოფიტები**. ისინი გავრცელებულია შუა აზიის უდაბნოებში ბიც და ბიცობ ნიადაგებზე (ხურხუმო, შავი აბზინდა, რუხი ბღვის აბზინდა და სხვ.).

მცენარეები იმდენად მჭიდროდაა დაკავშირებული ნიადაგთან, რომ ბოგჯერ მათი სამუალებით შეგვიძლია გავიგოთ ნიადაგის ძირითადი ტიპები, ასეთ მცენარეებს ინდიკატორებს უწოდებენ, მაგ. ნეიტრალური ნიადაგების **ინდიკატორებია** წითელი სამყურა, ტიმოთელა, მდელოს წივანა და სხვ.

ტუტე ნიადაგების ინდიკატორებია – ტყიურა; კალციუმით ღარიბი ნიადაგისათვის – ხავსი სფაგნუმი. სმელეთზე ცხოველთა განსახლებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის როგორც ფიზიკურ, ისე ქიმიურ შემადგენლობას. ნიადაგის ქიმიშმი, სტრუქტურა, სინოტივე და სხვ. განსაზღვრავენ ცხოველთა განსახლებას.

ნიადაგი განსაზღვრავს გარკვეული ჯგუფის ცხოველთა გავრცელებას. ფხვიერ ნიადაგებს ეტანება ის ცხოველები, რომლებსაც ახასიათებთ სოროს თხრა. მაგ. მღრღნელები, მტაცებლები, რიგი მწერები, ობობები, ჭიების ბოგი სახეობები და სხვ. თხები, ცხვრები, იაკი და სხვ. შეგუებული არიან კლდოვან ადგილებში ცხოვრებას, ჭაობიან ადგილებში ცხოვრებას შეგუებულია ჩრდ. ირემი, ლოსი და სხვ. რომელის ჩლიქებს შეუძლია გაწევა, რაც აადვილებს ჭაობიან ბედაპირზე მოძრაობას. პორფირიონს, წყლის ქათამს, ყანჩებს და სხვ. ძლიერ აქვთ წაგრძელებული თითები, რაც აადვილებს ჭაობიან ბედაპირზე მოძრაობას. გაბელს, ქურციკს, საიგას კი უჭირს ჭაობიან ადგილებში სიარული.

ბოგი ცხოველის გავრცელებაში გარკვეული მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ქიმიურ შემადგენლობას. ჭიაყელები კარგად გრძნობენ თავს ნეიტრალურ ნიადაგებში, მჟავე ნიადაგს კი გაურბიან. რიგი მოლუსკები კალციუმიან ნიადაგებს ეტანება.

ნიადაგისა და ცხოველების ურთიერთდამოკიდებულებაში საჭიროა გათვალისწინებული იქნას ნიადაგის განოყიერება ცხოველების ექსკრემენტებით. გერმანელი აგრონომის ე. კლაპის მონაცემებით ცხვრების ძოვების შედეგად სრულიად გამოფიტულ საძოვარზე მოსავლიანობა იზრდება 75-175%-ით. ეს შესაძლებელია მხოლოდ ცხვრების სადგომის ხშირი ცვლის დროს. თუმცა უნდა გავითვალისწინოთ ის გარემოებაც, რომ რქოსანი საქონლის ერთ ადგილზე სისტემატურმა ძოვებამ შეიძლება გამოიწვიოს

ნიადაგების ეროზია და **პასტორალური ფიტოცენოზები** წარმოიშობა. გარდა იმისა, რომ ცხოველი ტკეპნის ნიადაგს და მის ზედა ფენას ამკვრივებს. ძლიერ დაქანებულ ფერდობებზე ჩნდება ბილიკები. ხშირად ასეთი ადგილი ეროზიის კერად იქცევა. ტენიანი კლიმატის პირობებში ნიადაგის ზედა ფენის გამკვრივების შედეგად, ძნელდება მისი წყლის შენარჩუნებისა და აერაციის თვისებები, მცირდება ფორების მოცულობა, წყალტევადობა და სხვ. ასეთ თანასაზოგადოებებში ხდება მცენარეთა სახეობების შეცვლა. ასე, მაგალითად კავკასიონის მაღალმთიან მდელოებზე ხშირი ძოვების შედეგად განადგურდა, ან შემცირდა ამ მდელოებზე ისეთი ტიპიური მცენარეები, როგორიცაა: ბრტყელფოთოლა ნამიკრეფია, ჭრელი შვრიელა და სხვ. მათი ადგილი დაიკავა საკვებად უვარგისმა ბალახებმა: მაგ. მარმუჭმა, მრავალძარღვამ, ნარმა და ა.შ. გარდა ამისა, მკვეთრად იცვლება თვით ფიტოცენოზის სტრუქტურაც. კერძოდ, გაძოვილ მდელოებზე მთელი მცენარეული მასა თავმოყრილია ნიადაგისპირა 0–2სმ ატმოსფეროს ფენაში, მაშინ, როდესაც გაუძოვარ მდელოზე მისი სიმაღლე 20–30 სმ-ს აღწევს. ამ ტერიტორიის განაკრძალებისას შესაძლებელია გაძოვილი ტერიტორია დაუბრუნდეს თავის პირვანდელ თანასაზოგადოებას, ე.ი. მოხდეს **დემუტაცია** - აღდგენა, ზოგჯერ დემუტაცია ვერ ხორციელდება, იმიტომ, რომ ძირეულადაა შეცვლილი ედაფოტოპი, მაგ. ნიადაგის ჩამორეცხვის შედეგად ტერიტორიაზე შეცვლილია მცენარეულობა, რომელიც მონაწილეობას მიიღებდა აღდგენის პროცესში.

წყალში ცხოველთა განსახლებისთვის დიდი მნიშვნელობა აქვს **წყლის ქიმიურ შედგენილობას.** მტკნარ წყალში მარილების რაოდენობა 5‰-ს არ აღემატება. ბღვის წყლის საშუალო მარილიანობა 35‰-ა. მტკნარი წყალი ძირითადად შეიცავს კალციუმის კარბონატს და სულფატებს, ხოლო ბღვის წყალში ჭარბობს ნატრიუმის ქლორიდები და სულფატები, ნაწილობრივ შეიცავს აგრეთვე მაგნიუმის მარილებს. შავ ბღვაში მარილიანობა – 19‰, ხოლო მეწამულ ბღვაში 41‰.

მარილიანობისადმი დამოკიდებულების მხრივ მცენარეებსა და ცხოველებში არჩევენ რამდენიმე ჯგუფს. ორგანიზმებს, რომლებიც უძლებენ მარილიანობის მერყეობის ფართო დიაპაზონს - **ევრიჰალინური** ფორმები ეწოდებათ (მაგ. კუჭალი, ორაგული, ზუთხი, ქვეწარმაელებისა და ძუძუმწოვრების რიგი წარმომადგენლები)

ხოლო ვიწრო დიაპაზონის ამტან ორგანიზმებს **სტენოჰალინურს.** მარილების მაღალი კონცენტრაციის გამძლე ორგანიზმები **ჰოლიჰალინურია,** მცირე კონცენტრაციისადმი შეგუებულები - **ოლიგოჰალინურნი.** გარდამავალი ჯგუფია **მეზოჰალინური.** წყალსატევებში, სადაც მარილიანობა მკვეთრად იცვლება ან განსხვავდება ორგანიზმის სითხის მარილიანობისგან ცხოვრობენ **ჰომოიოსმოტური** ორგანიზმები. ისეთ სტენოჰალინურ ცხოველებს, რომლებიც ადვილად იტანენ მთლიანობის დიდ პროცენტს, **ჰალოფილები** ეწოდება, ხოლო ისეთ ფორმებს, რომლებიც ჭარბ მარილიანობას გაურბიან **ჰალოფობები.** ჰალოფილებია თავფეხიანი მოლუსკები, კანეკლინები, მვიგენები და სხვ. ტიპობრივ ჰალოფობებს წარმოადგენენ ამფიბიები, კალმახი, ზოგიერთი ჭიები, ინფუზორიები და სხვ. ზოგი ცხოველი ადვილად იტანს განსხვავებული მარილიანობის წყალს და ცხოვრობენ მდინარის შესართავის მიდამოებში. მაგ. ლოქო, კობრი და სხვა თევზები გამრავლების პერიოდში ბღვიდან მდინარეში შედიან ასეთ მიგრაციას (გადაადგილებას) **ანადრომული** ეწოდება. ახასიათებს რუსულ ზუთხს, რომელიც შავი ბღვიდან გამრავლებისას რიონში შემოდის; კასპის ბღვიდან ორაგული შედიოდა მტკვარში. ისეთ თევზებს, რომლებიც გასამრავლებლად შედიან მდინარიდან ბღვაში, **კატადრომული მიგრაცია** ეწოდება. ახასიათებს ევროპულ გველთევზას, რომელიც გამრავლების დროს ევროპის მდინარეებიდან შედის ატლანტის ოკეანეში, აქედან კი გადადიან სარგასის ბღვაში, სადაც მრავლდებიან. მტკნარი წყლის ისეთ ცხოველებს, რომლებიც ხისტ წყალში ცხოვრობენ, **კალციფილური ორგანიზმები** ეწოდება (ზოგი მოლუსკი) ხოლო ისეთ ცხოველებს, რომლებიც ასეთ წყლებს გაურბიან **კალციფობები** (ინფუზორიები).

მტკნარ წყალში მნიშვნელოვანი ფაქტორია **წყლის დინება.** იმ ცხოველებს, რომლებსაც არსებობა უწევთ მიმდინარე წყალსატევებში **რეოფილური** ორგანიზმები ეწოდება, ხოლო დამდგარ წყლებში მცხოვრებთ **ლიმნოფილები.**

წყალში ჰიდრობიონტების გავრცელებაზე მოქმედებს წყალბადიონთა კონცენტრაცია. წყლის თითოეული მობინადრე შეგუებულია PH-ის განსაზღვრულ დონესთან. ზოგი მჟავე გარემოს არის შეგუებული, ზოგი - ტუტეს, მესამენი - ნეიტრალურს. ამ ფაქტორის მკვეთრმა ცვლილებამ (ტექნოგენური პროცესების

შედეგად) შეიძლება ამ ორგანიზმების დაღუპვა გამოიწვიოს.

ზღვის ცხოველებზე გავლენას ახდენს **წყლის წნევა**, რომელიც ზღვაში მატულობს ყოველი 10 მეტრის სიღრმეზე თითო ატმოსფეროთი. ამრიგად, 5–6 ათასი მ-ის სიღრმეზე წყლის წნევა 500–600 ატმოსფეროს ტოლია. ზღვის ცხოველები საცხოვრებლად სხვადასხვა სიღრმეს ეტანება. რის გამოც განარჩევენ **სტენობათურ** და **ევრიბათურ** ფორმებს. **სტენობათური** ფორმების წარმომადგენელია მარჯნის პოლიპები, ზოგიერთი მოლუსკები. ისინი განსაზღვრულ სიღრმეში ცხოვრობენ. ევრიბათურ ფორმებს შეუძლიათ წყლის სხვადასხვა სიღრმეში არსებობა მათგან აღსანიშნავია ორსაგდულიანი მოლუსკი მოდიოლარია, რომელიც წყლის ზედაპირიდან 5250 მ-მდე სიღრმეზე გვხვდება. ზოგიერთი ჭიები ცხოვრობენ მხოლოდ დიდ სიღრმეში. მათ **ბათიბიონტები** ეწოდება.

ქარი – ჰაერის მასების ჰორიზონტალური გადაადგილებაა. ქარის წარმოშობას დედამიწის ზედაპირის არათანაბარი გათბობა განსაზღვრავს, რაც წნევის დაცემით არის გამოწვეული. ჰაერის მიწისპირა ფენაში ატმოსფერული მასების მოძრაობა კლიმატის ყველა ელემენტზე – ტემპერატურაზე, ტენიანობაზე, აორთქლების ინტენსივობაზე, მცენარეთა ცხოველმოქმედებაზე ახდენს გავლენას. ქარი მნიშვნელოვანი ფაქტორია მცენარეთა ზრდა-განვითარებისთვის. იგი გავლენას ახდენს მცენარის ასიმილაციაზე, ტრანსპირაციაზე, დამტვერვაზე და თესლების გავრცელებაზე. ამავე დროს იგი გავლენას ახდენს მცენარის ვარჯის და ღეროს ფორმირებაზე. ქარი მცენარეზე ახდენს როგორც დადებით, ისე უარყოფით გავლენას, ამ გავლენას შეიძლება ჰქონდეს როგორც პირდაპირი სე არაპირდაპირი ხასიათი. ქარის დადებითი გავლენა უპირველესად გამოიხატება მტვრის გადატანით (ანემოფილია); ქარს დიდ მანძილზე გადააქვს მცენარეთა ნაყოფები და თესლები, რაც მათ ფართო გავრცელებას უზრუნველყოფს. ქარს უარყოფითი ზემოქმედებაც აქვს მცენარეებზე, კერძოდ იგი მექანიკურ ზემოქმედებას ახდენს მათზე, კერძოდ ამოთხრა, გადატეხვა, ვარჯის დეფორმაცია. ისეთ ქვეყნებში, სადაც გაბატონებულია ერთი და იმავე მიმართულების ქარი (პასატების გავრცელების რეგიონებში) ქარის საწინააღმდეგო მხარეს ხეებს ტოტებიც უვითარდებათ. მწვანე კონცხის კუნძულებზე (სანტიაგო) არის ისეთი ხეები, რომლის წვერო სწორ კუთხეს ქმნის ხის

ღეროსთან. მათ დარვინმა „ბუნებრივი ფლუგერები უწოდა“. მაღალმთიან რაიონებში ტყის ზედა საზღვარზე, სადაც ქარი განსაკუთრებით ძლიერია ხეების ღეროები გაღუნულია – **ტანბრუცილი ტყეები**. ქედების თხემებზე, სადაც ყველაზე ძლიერი ქარი ქრის, ჯუჯა, მიწაზე გართხმული ფორმები გვხვდება. გარდა ამისა, ქარი აძლიერებს ტრანსპირაციას, რაც იწვევს მცენარეში წყლის დეფიციტს, რის შედეგადაც ხდება მცენარის ჭკნობა, ხის წვეროების ხმობა. არქტიკულ და მაღალმთის ადგილებში, სადაც ქარი მუდმივად ქრის, მცენარეზე დამღუპველ გავლენას ახდენს ე.წ. „თოვლის კოროზია“. მისი მოქმედებით იღუპება თოვლის საფარის ზემოთ დარჩენილი მცენარის ყველა ნაწილი. ქარი ასუსტებს ფოტოსინთეზის ინტენსივობას და იწვევს სუნთქვის გაძლიერებას, რაც სამარაგო ნივთიერების ხარჯვას და მცენარის დასუსტებას განაპირობებს. ქარი ცვლის ადგილის ტენისა და ტემპერატურის რეჟიმს. აღნიშნული უარყოფითი მოვლენები აიძულებს ადამიანს შექმნას სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა ქარებისაგან დაცვის ეფექტურ ღონისძიებათა სისტემა (მინდორსაცავი ტყის ზოლების მოწყობა, ქარსაფარი ზოლები და სხვ.).

ქარი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ცხოველთა განსახლებაში, განსაკუთრებით კი უხერხემლო ცხოველების, რომლებიც ინცისტირებულ მდგომარეობაში იმყოფებიან. ქარს ასევე ადვილად გადაჰყავს საკმაოდ დიდ მანძილზე მწერები და ობობასნაირები; ძლიერი ქარი მიმართულებას უცვლის ფრინველებს გარკვეულ ტერიტორიაზე მიგრაციის დროს. ქარი აშრობს ბევრი ცხოველის სხეულს, რაც მათი დაღუპვის მიზეზი ხდება. ქარს ცხოველებთან მოაქვს როგორც მსხვერპლის, ასევე მტრის სუნი. ძლიერი ქარი ზოგჯერ საკმაოდ დიდი ზომის ცხოველებს იტაცებს ნიადაგის ნაწილაკებთან ერთად, რომლებიც დედამიწას უბრუნდება „თევზების“ „ამფიბიების“, „მედუზების“ წვიმების სახით, რომლის შემთხვევებს ადგილი ჰქონდა 1898 წ. შოტლანდიაში, 1983წ. შორეულ აღმოსავლეთში, 1949წ. ახალ ზელანდიაში და ა.შ.

საკვები – მეორადი პერიოდულობის ფაქტორია. ეს ფაქტორი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ორგანიზმის ზრდა-განვითარებაზე, გამრავლების ინტენსივობაზე, ნაყოფიერებაზე, სიცოცხლის ხანგრძლივობაზე და სხვ. საკვების რაოდენობა ზომიერი ჰავის რეგიონებში ცვალებადობს სეზონების მიხედვით. კვების ხასიათის

მიხედვით ორგანიზმები იყოფიან **ავტოტროფებად** და **ჰეტეროტროფებად**. ავტოტროფებს უნარი აქვთ თვითონ დაამზადონ ორგანული ნივთიერებები (ფოტოტროფები, ქემოტროფები). მათ მიეკუთვნება მცენარეები და ზოგიერთი ბაქტერიები, ამ ორგანიზმებს **პროდუცენტებს** უწოდებენ. **ჰეტეროტროფები** მზა ორგანული ნივთიერებებით იკვებებიან. მათ მომხმარებლებს ანუ **კონსუმენტებს** უწოდებენ. არსებობს აქტიური კვება, როდესაც ცხოველი თვითონვე მოიპოვებს საკვებს. კვების ამ სახეს მიეკუთვნება **ძოვება, ამოქმა, დადარაჯება, დადევნება.** პასიური კვება დამახასიათებელია ნაკლებმოძრავი ორგანიზმებისათვის. არსებობს ასევე პარაზიტული კვება, ამ დროს პარაზიტული ორგანიზმები მასპინძლის ხარჯზე იკვებებიან.

იმ ორგანიზმებს, რომლებიც ერთი სახის საკვებით იკვებება, **მონოფაგებს** უწოდებენ (მაგ. ჭიანჭველაჭამიები, თუთის აბრეშუმხვევია, ნექტარჭამია კოლიბრი და სხვ.) ზოგი ცხოველი იკვებება შერეული საკვებით, როგორც მცენარეული, ისე ცხოველურით, მათ **პოლიფაგებს** უწოდებენ (მაგ. ღორი, დათვი, მაჩვი, ყორანი და სხვ.).

იმ ორგანიზმებს, რომლებიც მცენარეული საკვებით იკვებებიან, **ფიტოფაგები** ეწოდებათ (მაგ. მღრღნელების უმრავლესობა, ჩლიქიანები, ხორთუმიანები, ხმელეთის კუები და სხვ.). ცხოველებს, რომლებიც ცხოველური საკვებით იკვებებიან **ზოოფაგებია** (მაგ. კატისებრნი, მტაცებლები და სხვ.). ცხოველებმა საკვები შეიძლება შეიცვალოს სეზონურად. მაგ. კვერნა გამთრობით იკვებება ცხოველებით, ხოლო გაფხულობით მცენარეთა ფოთლებით, ნაყოფებით; ჩრდ. ირმები გამთრობით იკვებება „ხავსით“, ხოლო გაფხულობით საკვები ბაზის ძლიერი ცვალებადობის გამო ცხოველებს უვითარდებათ **ვიკარული კვება** (შემცვლელი საკვების მიღება). ზოგიერთი ცხოველის მრავალფეროვანი საკვებით კვება ცვალებადი საკვებისადმი შეგუებაა. მტაცებელი ზოოფაგები ზოგჯერ **კანიბალიზმით** ხასიათდებიან. ისინი თავისი მსგავსით იკვებებიან, ზოგჯერ თავიანთი ნაშიერითაც კი. საკვების ხარისხი და შედგენილობა განსაზღვრავს მრავალ ცხოველში გამრავლების ინტენსივობას და სიცოცხლის ხანგრძლივობას.

საკვებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ადამიანის ჯანმრთელობისთვის. საკვებში უნდა შედიოდეს ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები, ვიტამინები. საკვები ორგანიზმის ქსოვილთა და

უჯრედთა შენებას ხმარდება, იგი ენერგიის წყაროა ორგანიზმის ფუნქციონირებისათვის. სრულყოფილი საკვები განაპირობებს მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობას. დადგენილია, რომ ერთ ადამიანზე დღეში საშუალოდ 2400–2800 კკალორია ენერგიაა საჭირო. საკვების ნაკლები რაოდენობის და ხარისხობრივი არასრულფასოვნების შედეგია მოზარდებში სპეციფიკური დაავადებების (კვაშიორკორი) განვითარება, ზრდაში ჩამორჩენა, დისტროფიის მოვლენები, კანის საფარველის შეცვლა, ღვიძლის მძიმე დაავადებები, კრეტინიზმის ნიშნები და სხვ. დღეისათვის გარემოს გაბინძურების მაღალი ტემპი, რომელიც ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგია, მასვე უბრუნდება როგორც გენეტიკური აპარატის დამზიანებელი ფაქტორი. დღეს კაცობრიობის წინაშე დგას საშიშ დაავადებათა და გენეტიკური გადახრის აღმოფხვრის ამოცანა, რომელიც გვემუქრება გაბინძურებული სასურსათო პროდუქტებით კვების გამო. დღეს საკვებ პროდუქტებში მოიპოვება ნიტრატები, პესტიციდები, პათოგენური მიკრობები, ემულგატორები, კონსერვანტები და სხვ. არის საკვები პროდუქტები, რომლებიც მიღებულია გენური ინჟინერიით; რიგი საკვები პროდუქტები, რომლებიც დღეს სამომხმარებლო ბაზრებში და მარკეტებში იყიდება, ვადაგასული, უხარისხო და ჯანმრთელობისათვის სახიფათოა.

საკვები პროდუქტები აუცილებელია ადამიანის არსებობისათვის, მაგრამ იგი შეიძლება ადამიანის მძიმე დაავადებების მიზეზი გახდეს, განსაკუთრებით თუ მათი სიჯანსაღისა და ეკოლოგიური სისუფთავის პრობლემა დგას დღის წესრიგში.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რას შეისწავლის ეკოლოგია?
2. რას ნიშნავს საარსებო გარემო? საარსებო პირობები?
3. ჩამოთვალეთ ეკოლოგიური ფაქტორები და მოახდინეთ მათი კლასიფიკაცია.
4. რამ განაპირობა ანთროპოგენური ფაქტორის ცალკე გამოყოფა?
5. რომელი ფაქტორი მიეკუთვნება აბიოტურ ფაქტორებს? ბიოტურ ფაქტორებს?
6. რას ეწოდება ოპტიმალური ფაქტორი? მინიმალური და

მაქსიმალური ფაქტორი?
7.რას ნიშნავს გამძლეობის ზედა და ქვედა ზღვარი?
8.რას ნიშნავს ფაქტორთა ერთობლივი მოქმედება?
9.რას ეწოდება გარემო? როგორი სახის გარემო არსებობს?
10.რას ნიშნავს წინსართი „ევრი“ „სტენო“, როდესაც ისინი თან ერთვის ამა თუ იმ ფაქტორის მოქმედებას ორგანიზმზე?
11.რა გავლენას ახდენს ტემპერატურა ცოცხალ ორგანიზმებზე?
12.მოახდინეთ მცენარეთა და ცხოველთა ორგანიზმების კლასიფიკაცია ამ ფაქტორისადმი.
13.რა გავლენას ახდენს სინათლის ფაქტორი ცოცხალ ორგანიზმებზე?
14.მოახდინეთ მცენარეთა და ცხოველთა კლასიფიკაცია ამ ფაქტორთან შეგუების მიხედვით.
15.ჩამოთვალეთ რითმები, რომლებიც ცხოველთა ორგანიზმებში წარმოიქმნება განათებულობის ცვალებადობასთან დაკავშირებით.
16.რა გავლენას ახდენს ტენიანობა ცოცხალ ორგანიზმებზე?
17.ჩამოთვალეთ ადაპტაციები, რომელიც ცოცხალ ორგანიზმებს ჩამოუყალიბდათ ტენიანობისადმი დამოკიდებულების მიხედვით.
18.რა გავლენას ახდენს საკვები ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველმყოფელობაზე?
19.მოახდინეთ ორგანიზმების კლასიფიკაცია საკვებთან დაკავშირებით.
20.რა მნიშვნელობა აქვს ედაფურ ფაქტორს ცოცხალი ორგანიზმების არსებობისათვის?
21.მოახდინეთ ცოცხალი ორგანიზმების კლასიფიკაცია წყლის მარილიანობის, დინების და სიღრმის მიხედვით.
22.რა მნიშვნელობა აქვს ქარს ორგანიზმების არსებობაში?

ტესტები

1. ეკოლოგია არ შეისწავლის:
   ა.ორგანიზმებისა და პოპულაციების ურთიერთდამოკიდებულებას გარემოსთან;
   ბ. გარემოს შეგავლენას ორგანიზმების აგებულებასა და ქცევაზე;
   გ. გენოტიპში მომხდარ ცვლილებებს;
   დ. პოპულაციებში მიმდინარე პროცესებს.

2. ეკოლოგიური ფაქტორებიდან აბიოტურს არ მიეკუთვნება:
   ა. სეზონური პერიოდულობა; ბ. ტენიანობა;
   გ. სიმბიოზი; დ. ტემპერატურა.
3. ეკოლოგიური ფაქტორებიდან ბიოტურს არ მიეკუთვნება:
   ა. ფოტოპერიოდიზმი; ბ. პარაზიტიზმი;
   გ. სიმბიოზი; დ. მტაცებლობა.
4. მზის გამოსხივების სპექტრში გამოყოფენ ბიოლოგიურ მოქმედებით განსხვავებულ სამ არეს, ჩამოთვლილიდან მას არ მიეკუთვნება:
   ა. ულტრაიისფერი; ბ. ხილული;
   გ. იონური სხივები; დ. ინფრაწითელი სხივები.
5. ულტრაიისფერ სხივებს ატმოსფეროში აკავებს:
   ა. იონური სფერო; ბ. ოზონის ეკრანი;
   გ. ტროპოსფერო; დ. მეზოსფერო.
6. მცირე დოზებით ულტრაიისფერი სხივები აუცილებელია:
   ა. ძუძუმწოვრებში **D** ვიტამინის სინთეზისათვის;
   ბ. ფოტოსინთეზის დაწყებისათვის;
   გ. ცოცხალი ორგანიზმების გათბობისათვის;
   დ. ოზონის შრის წარმოქმნისათვის.
7. ჩამოთვლილიდან თერმორეგულაციის უნარი არ გააჩნიათ
   ა. ძუძუმწოვრებს;
   ბ. ფრინველებს;
   გ. ადამიანებს;
   დ. ქვეწარმავლებს.
8. ჰომოიოთერმებს უწოდებენ:
   ა. მუდმივი ტემპერატურის მქონე ცხოველებს;
   ბ. არამუდმივი ტემპერატურის მქონე ცხოველებს;
   გ. უმაღლეს მცენარეებს;
   დ. ამფიბიებს.
9. ჩამოთვლილთაგან თერმორეგულაციის უნარი გააჩნიათ:
   ა. თევზებს;
   ბ. უხერხემლო ცხოველებს;
   გ. ნიანგებს;
   დ. ადამიანებს.
10. პოიკილოთერმებს არ მიეკუთვნება
    ა. თევზები;

ბ. ქვეწარმავლები;
გ. ამფიბიები;
დ. ძუძუმწოვრები.

11. უდაბნოს მოგიერთ ცხოველს წყალი წარმოექმნებათ:
ა. ცხიმების დაჟანგვის შედეგად
ბ. ნახშირწყლების გლუკოზად გარდაქმნის შედეგად;
გ. ცილების დეზამინირების შედეგად;
დ. გლუკოზის რძემჟავად გარდაქმნის შედეგა.

12. ფოტოპერიოდიზმი არის
ა. ორგანიზმების რეაქცია სინათლის ინტენსივობაზე;
ბ. დღის ხანგრძლივობაზე;
გ. ტემპერატურის მერყეობაზე;
დ. ტენიანობაზე.

13. ჰიბერნაცია არის:
ა. ორგანიზმების გაყინვა;
ბ. ორგანიზმების დიაპაუზაში გადასვლა;
გ. ორგანიზმების გააქტიურება;
დ. ორგანიზმების გამთრის ძილი.

14. ესტივაცია არის:
ა. ორგანიზმების მიერ წყლის მიღება;
ბ. ზაფხულის ძილის მდგომარეობა;
გ. პოიკილოთერმებში ტემპერატურის დაქვეითება;
დ. ტემპერატურის მომატებით სასიცოცხლო პროცესების გააქტიურება.

15. მოოფაგები ეწოდებათ ორგანიზმებს, რომლებიც
ა. ცხოველებთან თანაცხოვრება ახასიათებთ;
ბ. ორგანიზმები, რომლებიც ცხოველებით იკვებებიან;
გ. ცხოველების პარაზიტებს;
დ. ცხოველთა სიმბიონტებს.

16. ფიტოფაგები ეწოდებათ
ა. ორგანიზმებს, რომლებიც მცენარეებით იკვებებიან;
ბ. მცენარეების პარაზიტულ ფორმებს.
გ. მცენარისა და მცენარის თანაცხოვრებას;
დ. მცენარეთა დაჯგუფების ერთ-ერთ სახეს.

ლიტერატურა 5, 7, 8, 9 , 13, 18, 20, 22, 28, 31, 34, 35, 36, 46, 55, 62, 72.

თავი II

ბიოტური ფაქტორები

ბიოტური ფაქტორები გულისხმობს გარემოში დასახლებული ორგანიზმების ნებისმიერი ურთიერთობის ყველა ფორმას. ურთიერთდამოკიდებულების ამ ფორმებს (კლემენტსი, შელფორდი) **კოაქციები** ეწოდება. ურთიერთდამოკიდებულების ფორმები, რომლებიც მყარდება მცენარეებს, ცხოველებსა და მიკროორგანიზმებს შორის, მრავალგვარია. არსებობს ორი სახის კოაქციები: **ჰომოტიპიური**, როდესაც დამოკიდებულება მყარდება ერთი სახეობის ინდივიდებს შორის და **ჰეტეროტიპიური**, როდესაც ურთიერთობა სხვადასხვა სახეობის ინდივიდებს შორის მყარდება. **ჰომოტიპურ რეაქციებში:** არჩევენ **ჯგუფის ეფექტს, მასიურობის ეფექტსა და შიდასახეობრივ კონკურენციას** (ამ უკანასკნელის გაერთიანება ამ ტიპის კოაქციაში განპირობებულია იმით, რომ კონკურენციის ეს ტიპი მიმდინარეობს ერთი სახის ინდივიდებს შორის).

ჯგუფის ეფექტი (გრასე; შოვინი) – ამ ტერმინით აღინიშნება ის ეფექტი, რომელიც მყარდება ერთი სახის ინდივიდების გარკვეული ჯგუფის ერთობლივი თანაცხოვრების შედეგად. ჯგუფის ეფექტი გამოვლენილია მრავალი სახის ცხოველში, რომლებსაც ერთობლივი თანაცხოვრება ახასიათებთ დაწყებული მწერებიდან ძუძუმწოვრების ჩათვლით. მრავალი ცხოველის ნორმალური ზრდა-განვითარება შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუკი ისინი გარკვეული სიდიდის დაჯგუფებებს ქმნიან. მაგ. ჩვამა გუანოს ძირითადი მწარმოებელია პერუში. მათ ნორმალური არსებობა შეუძლიათ იმ შემთხვევაში, თუკი კოლონიაში არანაკლებ 10000 ინდივიდია, ე.ი. ტერიტორიის $1 მ^2$-ზე მოდის 3 ბუღე. აფრიკული სპილოების ჯოგი უნდა შედგებოდეს უკიდურეს შემთხვევაში 25 ინდივიდისგან მაინც. ჩრდილოეთის ირმების ჯოგი 300–400 ინდივიდისგან და ა.შ. ერთობლივი თანაცხოვრება აადვილებს საკვების მოპოვებას და მტერთან ბრძოლას, ხროვაში მგლები უფრო ადვილად მოიპოვებენ დიდი ზომის მსხვერპლს, მაშინ, როცა ერთეული ინდივიდებისათვის ეს შეუძლებელია. ჯგუფის ეფექტი წარმოადგენს ცხოველთა ფსიქოლოგიურ რეაქციას თავისი სახეობის სხვა ინდივიდების მიმართ. შემჩნეულია, ფარას ჩამო-

შორებულ ცხვარს უხშირდება პულსი, სუნთქვა, რაც ფიტავს ინდივიდს. ეს პროცესი ფარაში ნორმალიზდება ჯგუფის ეფექტი ძირითადად სასარგებლო რეაქციაა, იგი გამოვლინდება ცხოველის ზრდის ტემპის დაჩქარებაში, პირობითი რეფლექსების სწრაფად ჩამოყალიბებაში. სიცოცხლის ხანგრძლივობის გაზრდაში. იგი დადებით გავლენას ახდენს ინდივიდების გამრავლების პროცესზე და სხვ. მაგრამ საკმარისია რიცხოვნობამ გადააჭარბოს ოპტიმუმის ზღვარს, პოპულაციაში თავს იჩენს ე.წ. **მასობრივი ეფექტი** (გრასე), რომელიც პოპულაციის სიმჭიდროვის მნიშვნელოვან ცვლილებას იწვევს. ამ დროს, ხდება გარემოს გადაჭარბებული დასახლება. ამ ეფექტს თან ახლავს საზიანო გამოვლინებები: ნაყოფიერების შემცირება, ლარვული სტადიის გახანგრძლივება, კანიბალიზმი და სხვ. ამ ეფექტს ჩეპმანმა **თვითშეზღუდვა** უწოდა, რადგანაც ერთი სახის ინდივიდების ძლიერ გამრავლება უარყოფითად მოქმედებს ყველა სასიცოცხლო პროცესზე და იწვევს ინდივიდების რიცხვის შემცირებას. ამერიკელმა ეკოლოგმა ოლიმ შეისწავლა აგრეგაციის პროცესი ცხოველთა სხვადასხვა ჯგუფში. მან დაადგინა, რომ ცხოველთა თითოეულ სახეობას მისთვის სპეციფიკური აგრეგაცია ახასიათებს. ზოგიერთ პოპულაციაში მაქსიმალური გადარჩენა უზრუნველყოფილია დაბალი სიმჭიდროვის პირობებში. სხვა შემთხვევაში ხელსაყრელია შუალედური სიმჭიდროვე, მისგან გადახრა პოპულაციის გადარჩენის შესაძლებლობას აქვეითებს.

ოლის პრინციპის სახეცვლილებაა პოპულაციაში ინდივიდების „მინიმალური რიცხოვნობის წესი“, რომლის მიხედვით, თუ პოპულაციის სიმჭიდროვე მინიმალურია, შეიძლება მან შეწყვიტოს არსებობა.

ჯგუფური ცხოვრების ფორმებს მიეკუთვნება **ოჯახები, კოლონიები, გუნდები, ჯოგები,** რომლებშიც კარგად ვლინდება ჯგუფის ეფექტი.

ოჯახები – მათ არსებობას საფუძვლად უდევს შთამომავლობაზე ზრუნვა. ოჯახი შეიძლება იყოს მდედრობითი, მამრობითი ან შერეული, იმის მიხედვით, ვინ იღებს თავზე შთამომავლობაზე ზრუნვას. ყოველ ოჯახს აქვს საკუთარი ტერიტორია, რომელსაც იცავს ოჯახის წევრები.

უმამრო ოჯახებს გინოპედიები ეწოდება (დათვები); როდესაც სხვადასხვა დროს ნაშობი თაობა ერთად ცხოვრობს **სიმჭიდროეში** ეწოდება (ჭიანჭველაჭამიები). როდესაც ოჯახები ღამით ერთიანდებიან **სინჭრიოეში** ეწოდება (ღამურები). როდესაც ცხოველები მიგრაციის დროს ერთიანდებიან – **სიმპორიეში** (ჩრდ. ირმები – კარიბუ) ოჯახი შეიძლება იყოს **პოლიგამური,** როდესაც ერთი ინდივიდი ორ ან მეტ საპირისპირო სქესის ინდივიდს ეჯვარება (რიგი ფრინველები და ძუძუმწოვრები).

მონოგამურია ოჯახი გამრავლების ერთ სეზონზე ერთი მამრი ერთ მდედრს ეჯვარება (მგლები, აფრიკული სირაქლემები, გველების ზოგიერთი სახეობები).

კოლონიები – ცხოველთა ჯგუფური დასახლებაა, რომელიც შეიძლება არსებობდეს ხანგრძლივად ან იქმნება გამრავლების პერიოდში (ჭილყვავები, თოლიები და სხვ.). არსებობს **მონომორფული** კოლონიები, როდესაც კოლონიის ყველა წევრი ერთნაირი აგებულებისა და ერთნაირი ფუნქციების შემსრულებელია (მარჯნის პოლიპები). პოლიმორფულია კოლონია, როდესაც კოლონიის წევრები დასპეციალებულია სხვადასხვა ფუნქციის შესასრულებლად (ზოგიერთი მედუზები), სიფრიფანაფრთიანებში, ფუტკრებში, ტერმიტებში, ჭიანჭველებში რთული კოლონიური ურთიერთობებია დამახასიათებელი. კოლონიები დამახასიათებელია ფრინველებისათვის. ფრინველთა კოლონიები ერთი ან რამდენიმე სახეობის ფრინველთა ერთობლივი ბუდობა. ყველაზე მასობრივია **„ფრინველთა ბაზარი“, ანუ „ფრინველთა მოები“**, მეზღვია ფრინველის (ქარიშხალასნაირთა, ჩვამების, თოლიების, ალკების, ზოგიერთი პინგვინების) მასობრივი კოლონიური ბუდობის ადგილები, რომლებიც განლაგებულია ევროპის, აზიის, სამხ. აფრიკის, ახალი ზელანდიის, სამხრეთ ნახევარსფეროს ოკეანური კუნძულების ციცაბო კლდეებზე.

გუნდები და ხროვები – დროებითი გაერთიანებებია სასიცოცხლო ფუნქციების შესასრულებლად. გუნდები დამახასიათებელია თევზების, ფრინველების ზოგიერთი წარმომადგენლისთვის. ხროვები ახასიათებს ძაღლისნაირებს. გუნდები და ხროვები შეიძლება იყოს **ექვიპოტენციური,** რომლის ყველა წევრი თანაბარი უფლებით სარგებლობს (ახასიათებს თევზებს, მცირე ზომის ფრინველებს) და **ლიდერიანი,** როდესაც ცხოველები მოქმედებენ ერთი ან რამდენიმე (ლიდერი) ინდივიდის მოქმედების შესაბამისად (მსხვილი ფრინველები, ძუძუმწოვრები).

ფრინველთა გუნდის ჩამოყალიბება ხდება ფრინველთა მი-

მოფრენის დროს ან გამთრის დროს მობუდარ ფრინველებში საკვების მოპოვებისათვის ჯგუფური ნადირობისას მგლები **ხროვებად** ერთიანდებიან განსაკუთრებით გამთრის პერიოდში ან შიმშილობის დროს. ხროვები დამახასიათებელია აფთრებისა და აფთრისებური ძაღლებისათვის, კოიოტებისათვის და სხვ.

ჯოგები – ცხოველთა ხანგრძლივი ან მუდმივი გაერთიანებებია, ჯოგების ფუნქციაა საკვების ერთობლივი მოპოვება, თავდაცვა, გამრავლებასა და შთამომავლობაზე ზრუნვა. ჯოგის ინდივიდების თანაცხოვრება დამყარებულია დომინირებისა და დამორჩილების პრინციპზე. ჯოგები შეიძლება იყოს **ლიდერიანი**, რომელიც არ მიისწრაფის სხვების დამორჩილებისკენ და **წინამძღოლიანი**, აქ ხელმძღვანელი მიმართავს სხვების დამორჩილებას, რისთვისაც იყენებს სიგნალებს, მუქარას, თავდასხმას და სხვ.

შიგასახეობრივი კონკურენცია – ჰომოტიპიური კოაქციის სახეა. ამ დროს კონკურენცია მიმდინარეობს ერთი სახის ინდივიდებს შორის. კონკურენციის ეს სახე საკმაოდ დაძაბულია, რადგან ერთი სახის ინდივიდებს ერთნაირი მოთხოვნა აქვთ საკვებზე, სინათლეზე, ტემპერატურაზე, მათ ერთნაირი საფრთხე ემუქრებათ. შიდასახეობრივი კონკურენციის მაგალითია ბრძოლა მგლებს შორის ნადავლისათვის, მეტოქეობა ტერიტორიისათვის, მდედრისთვის და სხვ.

შიდასახეობრივი კონკურენციისას სახეობათა შორის დამოკიდებულება მრავალფეროვანი, რთული და წინააღმდეგობრივია. ინდივიდების რიცხვის ძლიერი გამრავლებისას აღგილი აქვს სახეობათა რიცხვის დარეგულირებას. მაგ. ფრინველები ანადგურებენ თავიანთ კვერცხებს და ბარტყებსაც კი. ინდივიდთა რიცხვის გაზრდისას პოპულაციაში ხდება ინდივიდების ნაყოფიერების შემცირება, მასობრივი ეპიდემიები და სხვ. მიუხედავად ამისა, ამ დროს **ტერიტორიული და კვებითი** მოთხოვნების დეფიციტი მძაფრად არ არის გამოხატული. ერთი სახეობის ინდივიდები თავს არიდებენ ერთმანეთთან პირდაპირ შეჯახებას. თითოეულ ინდივიდს თავისი ტერიტორია მონიშნული აქვს სუნოვანი ნივთიერებებით: ფერომონებით, ექსკრემენტებით, შარდით, ასევე ნაკაწრებით და სხვ. ბოგჯერ ისინი ერთმანეთს აფრთხილებენ მუქარის პოზით, ბგერებით და სხვ. ბოგჯერ ერთი სახის ინდივიდებში აღგილი აქვს ურთიერთდახმარების და ურთიერთთანამშრომლობის შემთხვევებს (მაგ.: ფუტკრებში, ცხენების რემაში და სხვ.).

იერარქია ცხოველთა სამყაროში

იერარქია არის თანამდებობათა, წოდებათა თანმიმდევრობა უდაბლესიდან უმაღლესისკენ. ე.ი. იგი უფროს-უმცროსობრივი დამოკიდებულებაა. გამოირკვა, რომ ყოველი ინდივიდი თავგამოდებით იცავს თავის აღგილს თანასაზოგადოებაში. არსებობს იერარქიული სტრუქტურის სხვადასხვა ფორმა: 1. როდესაც ერთი დომინირებს ყველა დანარჩენ ცხოველებზე, რომელთა შორის არავითარი რანგობრივი განსხვავება არ არსებობს: 2. ხაზობრივი იერარქიისას ერთი დომინირებს ყველაზე, მომდევნო ემორჩილება დომინირებულს, მაგრამ თვითონ ბატონობს სხვებზე. 3. არსებობს დამორჩილების პარალელური რიგები, ერთი მდედრებში, მეორე მამრებში. მამრები დომინირებენ მდედრებზე, ისინი კი იმორჩილებენ ნაშიერს. შეიძლება იყოს უფრო რთულიც სამკუთხედის ფორმის: A-ს ემორჩილება B, B-ს - C, C-ს- A, A>B>C>A. მოპოვებულ სოციალურ რანგს შენარჩუნება სჭირდება. რისთვისაც იყენებენ ფიზიკური ძალის დემონსტრირებას, მუქარას, სასიგნალო აპარატს და სხვ. როცა თითოეული ინდივიდის სტატუსი გარკვეულია, ჯგუფის შიგნით ცხოვრება მშვიდობიანია. იერარქია ყალიბდება აგრესიული რეაქციის საფუძველზე, რომელიც ხშირ შემთხვევაში ბრძოლით მთავრდება. იერარქიული სტრუქტურის ჩამოყალიბების შემდეგ ცხოველები შედარებით წყნარდებიან, აგრძელებენ მშვიდ ცხოვრებას. როდესაც იერარქიული სტრუქტურა მტკიცედ ჩამოყალიბდება, რანგის შეცვლა დიდ სიძნელეებთანაა დაკავშირებული და მისთვის ბრძოლა შეიძლება სიკვდილითაც დამთავრდეს.

დომინირებული მდგომარეობის მოპოვებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სქესი (უმეტეს წილად მამრობითი), ასაკი, ხნიერი დომინირებს ახალგაზრდაზე (ჩლიქოსნებში, ფრინველებში, თევზებში), ინდივიდის სხეულის ზომას, აგრესიულობის ხარისხს. დომინირებულ ინდივიდს უფლება აქვს პირველი მივიდეს საკვებთან, ააგოს თავშესაფარი საუკეთესო აღგილზე, ამოირჩიოს სასურველი პარტნიორი. ასეთი ცხოველები ნაკლებად გადადიან სტრესულ მდგომარეობაში და დაცული არიან ვეგეტონევროზებისაგან.

ბოგჯერ ერთ სიტუაციაში დომინირებული ცხოველი სხვა

სიტუაციაში მოხვედრისას კარგავს გაბატონებულ მდგომარეობას. დაქვემდებარებული ცხოველები პირნათლად იცავენ თავიანთ მდგომარეობას თუ დომინირებული ინდივიდები დაუშვებს შეცდომებს სოციალურ ქცევაში, ისინი კარგავენ უმაღლეს რანგს და გადადიან დაქვემდებარებულ მდგომარეობაში.

ცხოველთა იერარქიულ ჯგუფში გარდა დომინირებული და დაქვემდებარებული ინდივიდებისა, არსებობს ლიდერებიც, რომელიც შეიძლება არ იყოს დომინირებული ინდივიდი. მისი ლიდერობა განპირობებულია ინდივიდის გამოცდილებით და არა ფიზიკური მონაცემებით. პრიმატებში ლიდერები ძირითადად მდედრებია. ფრინველებს გადაფრენისას ხშირად ლიდერი მიუძღვის წინ, შემდეგ შეიძლება იგი დომინირებულმა ინდივიდმა შეცვალოს, მას შემდეგ მოსდევს ორი ლიდერი, შემდეგ კი გუნდის სხვა დაქვემდებარებული წევრები. ჯგუფში სადაც იერარქია სტაბილურია, ინდივიდები კარგად ვითარდებიან, იქ სადაც იერარქია დარღვეულია, ინდივიდები დროს ჩხუბში ატარებენ, ცუდად იკვებებიან და წონაშიც ჩამორჩებიან.

ტერიტორიულობა ცხოველთა სამყაროში და მისი მნიშვნელობა

ტერიტორია არის ცხოველის ან ცხოველთა ჯგუფის მიერ დაკავებული ადგილი გარემოში (უილსონი). ტერიტორიის მფლობელი სხვა ცხოველს არ აძლევს უფლებას ამ ტერიტორიით ისარგებლოს, რასაც აღწევს ბრძოლით ან გამაფრთხილებელი სიგნალებით ტერიტორიის დაკავებულობის შესახებ. მრავალი ცხოველი დიდ დროსა და ენერგიას უთმობს ტერიტორიის მოპოვებასა და დაცვას. ტერიტორიაზე დომინირება ხშირად ხორციელდება ცხოველთა აგრესიულობით. ტერიტორიაზე დომინირებული ინდივიდები პირველად მიდიან საკვებთან, სხვა ტერიტორიაზე გადასვლისას პირველობის უფლებას კარგავენ. უილსონმა გამოყო ტერიტორიის 5 ტიპი: 1) ტერიტორია, რომელზედაც ცხოველი პოულობს საკვებს, თავშესაფარს, წყვილდება, ბრდის ნაშიერს; 2) ტერიტორია, რომელზეც ხდება გამრავლება. საკვების მოპოვება ხდება ამ ტერიტორიის გარეთ 3) ტერიტორია ბუდის ირგვლივ 4) ტერიტორია, რომელზედაც

მიმდინარეობს დაწყვილება; 5) ტერიტორია, რომელიც გამოიყენება თავშესაფრად ან ღამის გასათევად; ზოგი მეცნიერის აზრით ტერიტორიისათვის ბრძოლა მიმდინარეობს არა საკვებისათვის, არამედ გამრავლებისათვის. ბევრი მდედრი არ წყვილდება მამრთან, თუ მათ ტერიტორია არ გააჩნიათ, თუ მამრი აგებს ბრძოლას ტერიტორიისათვის, იგი აღარ მონაწილეობს გამრავლებაში იმ სეზონზე. **ტერიტორია არის მომგებიანი ბილეთი ან ლიცენზიაა გამრავლებისათვის.** დომინირებული ცხოველი უცხო ცხოველისაგან იცავს თავის ტერიტორიას, რომელიც ზოგჯერ გააფთრებულ ბრძოლაში გადადის. ტერიტორიის მფლობელი აგრესიული ქცევით იმარჯვებს და აგდებს ახალმოსულს, რადგანაც მფლობელს ტერიტორიაზე აქვს თავდასხმის რეფლექსი, ხოლო მომხვდურს თავდაცვის. გამარჯვების შანსი მით მეტია, რაც მეტი ახლოა მფლობელი ტერიტორიის ცენტრთან. ტერიტორიას ხშირად იცავს მამრი, მაგრამ ხშირად მდედრიც ეხმარება. ამა თუ იმ ტერიტორიამ შეიძლება უზრუნველყოს მხოლოდ 1 ოჯახი, ამის გამო ისინი ფხიზლად დარაჯობენ ამ სივრცეს. საკუთარი ტერიტორიის გარდა ტყეში ცხოველებს აქვთ ნეიტრალური ტერიტორიებიც, სადაც ერთმანეთს არ ებრძვიან. ისინი ამ ტერიტორიაზე გარკვეულ დროს ატარებენ დასაძინებლად კი თავის ტერიტორიას უბრუნდებიან. ცხოველები ამა თუ იმ ტერიტორიის დაკავების შემდეგ ნიშნავენ მას სხვადასხვა ხერხით: ნაკაწრებით, შარდით, სუნოვანი ნივთიერებების - ფერომონების დატოვებით, საშიში პოზის მიღებით, გრიმასებით და სხვ.

ცხოველის მიერ დაკავებული ტერიტორიის ფართობი დამოკიდებულია საკვები რესურსების რაოდენობაზე, პოპულაციის სიმჭიდროვეზე. თუ საკვები ბევრია, ტერიტორია მცირეა და პირიქით. თუ ინდივიდების რაოდენობა ბევრია, ყველა ვერ მოიპოვებს ტერიტორიას, ვერ გამრავლდება და მოხეტიალე ცხოვრებას ეწევა. შეიძლება არსებობდეს 2 სახის მამრები: აგრესიულები, რომლებსაც აქვთ საკუთარი ტერიტორია და არააგრესიულები - სატელიტური მამრები, რომლებიც სხვისი ტერიტორიის მახლობლად ცხოვრობს - იგი შეიძლება ჯერ ახალგაზრდაა და არა აქვს გამოცდილება, და ლიდერობის მოპოვების სურვილი, რომელიც შეიძლება მომავალში შეიძინოს. ტერიტორიის ფართობი, რომელიც ცხოველს უკავია სხვადასხვა

ზომისაა, მაგ. კოღო-ჭერია, რომელიც 3 გრ იწონის, იცავს 1,8 ჰა ნაკვეთს, თუმცა მას უფრო ნაკლები ფართობი ჭირდება. ბულბულისათვის სრულიად საკმარისია ის ბუჩქი, რომელზედაც იგი ბინადრობს. დათვისათვის ეს ტერიტორია შეიძლება რამდენიმე კმ იყოს და ა.შ.

ჰეტეროტიპური რეაქციები

აღნიშნული რეაქციები მყარდება სხვადასხვა სახის ინდივიდთა შორის. ეს დამოკიდებულება შეიძლება იყოს დადებითი, უარყოფითი და ნულოვანი (განურჩეველი). ჰეტეროტიპურ რეაქციებს მიეკუთვნება კონკურენცია, მტაცებლობა, პარაზიტიზმი, თანამშრომლობა, კომენსალიზმი, მუტუალიზმი, ამენსალიზმი, ფორეზია და სხვ.

კონკურენცია – ორ სახეობათა შორის დამყარებული არახელსაყრელი ურთიერთობაა. ეს ინდივიდები ერთმანეთს კონკურირებენ საკვებისათვის, თავშესაფრისათვის, გამრავლების ადგილისათვის და სხვ. **შიდასახეობრივი კონკურენცია** ჰომოტიპური რეაქციაა, ხოლო სახეობათა შორისი კონკურენცია ჰეტეროტიპური. კონკრეტული სახეობები მიისწრაფიან ერთი და იმავე რესურსების გამოსაყენებლად. ასეთი დამოკიდებულება უარყოფით გავლენას ახდენს მათ ზრდა-განვითარებაზე, გადარჩენაზე, გამრავლებასა და სხვ. კონკურენტული ურთიერთქმედება შეიძლება იყოს მრავალგვარი, რომელთაგანაც გამოყოფენ ორ ძირითად სახეს: ექსპლოატაციასა და ინტერფერენციას. **ექსპლუატაცია**, ანუ არაპირდაპირი კონკურენციის დროს ადგილი აქვს კონკურენციას ერთი და იმავე რესურსისათვის ერთი და იმავე ადგილზე, ერთსა და იმავე დროს. უფრო კონკურენტუნარიანად ითვლება ის სახეობა, რომელიც უფრო ეფექტურად იყენებს რესურსებს თავისი ბიომასის ზრდისათვის. კონკურენციის ამ ფორმას ეკუთვნის მტაცებლობა, პარაზიტობა, ანტიბიოზი.

ინტერფერენცია, ანუ **პირდაპირი კონკურენციის** დროს ერთ-ერთი კონკურენტი მეორეს სპობს ან ძლიერ თრგუნავს სხვადასხვა გზით: მომწამვლელი ნივთიერების გამოყოფით, უშუალო თავდასხმითა და ფიზიკური განადგურებით. მაგ. ალელოპათია, ან ერთი მტაცებლის მიერ მეორის განადგურება („არსებობისათვის

ბრძოლა“) ფოცხვერი და მგელი ერთსა და იმავე ტერიტორიაზე კონკურენტებია, რადგან ერთნაირ რესურსს იყენებენ. აქედან ერთ-ერთი მტაცებელი ძლიერი ექსპლოატაციის შედეგად მსხვერპლის (მაგ. კურდღლების) რაოდენობას შეამცირებს, რაც გავლენას მოახდენს მეორე მტაცებლის არსებობაზე, რადგანაც მისთვის მსხვერპლის დაჭერის ალბათობა შემცირდება – ასეთი ურთიერთობა ექსპლუატაციური კონკურენციაა. მეორეს მხრივ ფოცხვერი და მგელი ხშირად ებმებიან ორთაბრძოლაში, ამ დროს დამარცხებული იღევნება აღნიშნული ტერიტორიიდან, ან ერთი კონკურენტი სპობს მეორეს. ეს **ინტერფერენციული კონკურენციაა.**

ერთნაირი ცხოვრების ნირის და მორფოლოგიის მქონე მონათესავე სახეობები ერთსადაიმავე ადგილზე არ ცხოვრობენ, ან თუ ცხოვრობენ ერთად სხვადასხვა რესურსს იყენებენ, სხვადასხვა დროს აქტიურობენ, რაც ასუსტებს მათ კონკურენციას. ახლომონათესავე სახეობების ამგვარი ეკოლოგიური დათიშვა აიხსნება გაუაზეს მიერ აღმოჩენილი „კონკურენტული გამოთიშვის პრინციპით“. ამ დროს კონკურენტუნარიანი სახე აძევებს დაკავებული ტერიტორიიდან ნაკლებკონკურენტუნარიან ინდივიდს (თრგუნავს და სპობს) რაც გამოწვეულია იმით, რომ უფრო სიცოცხლისუნარიანი ინდივიდი ეფექტურად იყენებს საკვებს, სივრცეს სწრაფად მრავლდება და იზრდება, რითაც ჯაბანის მეორეს – ამ დროს საქმე გვაქვს **ექსპლუატაციურ კონკურენციასთან.**

მიუხედავად იმისა, რომ ადგილი აქვს „გამოთიშვის პრინციპს“ ამ უნარს კონკურენტულუნარიანი სახე ამჟღავნებს მკვეთრად ექსტრემალურ პირობებში და გაბატონებულ მდგომარეობას აღწევს. თუმცა ადგილი აქვს სხვადასხვა სახეობების ერთად თანაარსებობას თუ ისინი კონკურენციას არ გაუწევენ ერთმანეთს საკვებ ბაზასა და საარსებო სივრცეში. ე.ი. ისინი ამ რესურსებს გამოიყენებენ სხვადასხვა დროსა და სხვადასხვა სივრცეში. ამ დროს ხდება საარსებო საშუალებების იმგვარი განაწილება, რომ ისინი ერთმანეთს კონკურენციას არ უწევენ და შეუძლიათ ერთსა და იმავე ადგილზე იცხოვრონ განუსაზღვრელი დროით. მაგ. ზამთრის თვეებში ბრიტანეთის ესტუარებში გვხვდება კრონშნეპიც და საყელოიანი წინტალაც. ორივე იკვებება ჭიებით, ლოკოკინებით და სხვ. პატარა ცხოველებით. მათ სხვადასხვა ეკოლოგიური ნიში უკავიათ. კრონშნეპი მდინარის წყალმარჩხ ად-

გილებში და გრძელი ნისკარტით ლამში ღრმად მყოფ საკვებს პოულობს. საყელოიანი წინტალა კი საკვებს მდინარის ნაპირზე წყლის ზედაპირულ ფენებში პოულობს. ე.ი. ამ დროს კონკურენციის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა სახეობათა განაწილება დროში ან სივრცეში, რასაც ეკოლოგიური **ნიშების დიფერენციაციას უწოდებენ**. მცენარეების მაგალითზე შეიძლება მოვიყვანოთ ფესვთა სისტემის განვითარება სხვადასხვა ჰორიზონტში; ასევე ეფემეროიდები, რომლებიც ტყის შეფოთლამდე ადრე გაზაფხულზე ამთავრებენ მთელ სასიცოცხლო ციკლს.

მტაცებლობა – მტაცებელი ეწოდება ცხოველს, რომელიც ცოცხალი მსხვერპლით იკვებება. ამ დროს ერთი ინდივიდი გამარჯვებული გამოდის, მეორე – დამარცხებული. როდესაც ცხოველი იკვებება მცენარით, მაშინ საქმე გვაქვს – ფიტოფაგიასთან; (მცენარით კვება). ხოლო როდესაც ცხოველი იკვებება სხვა სახის საკვებით. მაგ. ცხოველით – ამ დროს ადგილი აქვს **ზოოფაგიას**. არსებობს სპეციალიზებული და არასპეციალიზებული მტაცებელი. არასპეციალიზებული მტაცებელი ხან ერთ მსხვერპლს ანადგურებს, ხან მეორეს, იმის მიხედვით, რომელი უფრო ადვილი მისაწვდომია მისთვის. სპეციალიზებული მტაცებელი კი მხოლოდ გარკვეულ სახეობას ანადგურებს.

პარაზიტიზმი („პარაზიტოს“ - მუქთამჭამელი). ორგანიზმებს შორის ისეთი დამოკიდებულებაა, როცა ერთი ორგანიზმი (პარაზიტი, მცენარე, თუ ცხოველი) იკვებება მეორე ორგანიზმის ხარჯზე. იყენებს მას, როგორც ადგილსამყოფელს (დროებით მაინც) და ამუხრუჭებს მის ზრდა-განვითარებას, აფერხებს მის ცხოველმოქმედებას და ბოგჯერ ღუპავს კიდეც მას. პარაზიტი შეიძლება იყოს **დროებითი** და **მუდმივი**. დროებითია მაგ. მალარიის კოღო, რომელსაც სისხლის წოვისათვის სჭირდება მხოლოდ 2 წუთი, ასევე არგაბისებრი ტკიპები სისხლს წოვენ 4 წთ. არჩევენ შინაგან (ჭიები) და გარეგან პარაზიტებს (რწყილები, ტილები; სოკოები და სხვ.); ასევე არჩევენ **ობლიგატურ** (რომლებიც მხოლოდ პარაზიტულ ცხოვრებას ეწევა) და **ფაკულტატურ** (ბოგჯერ საპროფიტული კვებაც შეუძლიათ პარაზიტებს). პარაზიტები უფრო ხშირად პატრონის ორგანიზმზე პატარები არიან. მცენარეთა პარაზიტებს შორის არიან ისეთები, რომლებიც მთელ საკვებს პატრონისგან იღებენ (აბრეშუმა) და ისეთებს, რომლებიც ნაწილობრივ ფოტოსინთეზს ახორციელებენ (ფითრი).

პარაზიტიზმი ეკოლოგიური კატეგორიაა, რადგან ხანგრძლივი თანაცხოვრების პროცესში პარაზიტსა და მასპინძელს შორის მყარდება რთული ურთიერთდამოკიდებულება. ადამიანის ორგანიზმშიც ადგილი აქვს ამ მოვლენას. მის ცალკეულ ორგანოში ერთდროულად შეიძლება ლოკალიზებული იყოს სხვადასხვა სახეობის პარაზიტების ერთობლიობა, რომელსაც პარაზიტოცენოზი ეწოდება. ეს ტერმინი შემოიღო ე. პავლოვსკიმ. პარაზიტიზმი ადამიანთა საზოგადოებისთვის უარყოფითი მოვლენაა. ცივილიზაციის გარკვეულ საფეხურზე ამ ამ მოვლენამ გარკვეული როლი შეასრულა ადამიანთა პოპულაციის რაოდენობის დარეგულირებაში. ამჟამად ადამიანებმა დაიწყეს პარაზიტებისგან დამცავი სამკურნალო და პროფილაქტიკური საშუალებების გამოყენება. პარაზიტიზმის შესწავლის დროს მნიშვნელობა აქვს მასპინძლის, გადამტანისა და რეზერვუარის ცნებას. მასპინძელი შეიძლება იყოს დეფინიტური, შუალედური და რეზერვუარი. ორგანიზმს, რომელშიაც პარაზიტი სქესობრივად მწიფდება, ან მრავლდება სქესობრივი გზით, საბოლოო ანუ დეფინიტური მასპინძელი ეწოდება, ხოლო ორგანიზმს, რომელშიაც პარაზიტი უსქესოდ მრავლდება, ან ლარვულ სტადიას გაივლის და ინვაზიურ ფორმად ჩამოყალიბდება, შუალედური მასპინძელი ეწოდება. ორგანიზმს, სადაც პარაზიტი ინარჩუნებს სიცოცხლისუნარიანობას, არ ვითარდება, მაგრამ ხელს უწყობს სახეობის გადარჩენას, რეზერვუარი ეწოდება.

კომენსალიზმი – მდგმურობა - ცოცხალი ორგანიზმების ურთიერთდამოკიდებულების ფართო გავრცელებული ფორმაა. თანასაზოგადოების ერთ-ერთი წევრი - კომენსალი, სარგებლობას იღებს თანაცხოვრებით, მეორესათვის პატრონისათვის ამ ურთიერთობას არავითარი სარგებლობა არ მოაქვს. ამგვარი ურთიერთობის დროს სახეები ერთმანეთს ითმენენ („იგანენ“). მაგ. ჰიდროიდული პოლიპები (ნაწლავღრუიანი ცხოველები) მიმაგრებული არიან თევზების კანზე. იკვებებიან თევზების - პატრონის - ნარჩენებით. ზოგიერთი მრგვალი ჭია მოთავსებულია იმ ნიჟარაში, რომელშიც ზის კიბო-განდეგილი და იკვებება მისი საკვების ნარჩენებით.

ზოგიერთი მცენარე კომენსალი ცხოვრობს ცხოველის ტანზე.

მაგ. მწვანე წყალმცენარე ბარმაცას ბეწვში. ზოგჯერ იგი ბეწვს მომწვანო შეფერილობას აძლევს. იგი კანიდან ღებულობს მისთვის საჭირო თავშესაფარსა და საკვებს. ზოგჯერ ასეთი შეფერილობის ბარმაცა (პატრონი) მწვანე მცენარეთა შორის ძნელი შესამჩნევია.

ზოგჯერ მცენარის ფესვზე სახლდება ზოგიერთი მოლუსკი. ხეების კანზე სახლდება მღიერები, ხავსები (ეპიფიტები), რომლებიც პატრონს ზიანს არ აყენებენ. ადამიანში კომენსალიზმის მაგალითია პირის ღრუს ამება.

ფორეზია – კომენსალიზმის ერთ-ერთი ფორმაა, როდესაც დიდი ორგანიზმი დაატარებს პატარას. მაგ. ზოგიერთი ხოჭო ატარებს ტკიპებს.

ამენსალიზმი. ამ ტიპის ურთიერთობაში ერთი სახეობა – ამენსალი, ბრდასა და გამრავლებაში შეფერხებას განიცდის მეორე სახის მეგავლენით, ეს უკანასკნელი – ინჰიბიტორი ნორმალურად ვითარდება. ამ დროს ერთი ორგანიზმი გამოყოფს ისეთ ნივთიერებებს, რომელიც მეორისთვის მავნებელია. მაგ. ზოგიერთ წყალსატევში ზოოპინქტონის ბრდა მცირდება, თუ წყალში გადაბერებული ფიტოპლინქტონია, ისინი ამ დროს გამოყოფენ ტოქსიკურ ნივთიერებებს, რომლებიც ზიანს აყენებს თევზებსა და სხვა ცხოველებს.

მაღალორგანიზებული მცენარეები გამოყოფენ ისეთ ნივთიერებებს (ფიტონციდები) რომლებიც კლავს ბაქტერიებს (ამის საფუძველზე ხდება ანტიბიოტიკების: პენიცილინის, სტრეპტომიცინის წარმოება) – ამ დამოკიდებულებას მცენარეებში **ალელოპათია** ეწოდება.

ალელოპათია მცენარეთა შორის ურთიერთობის ისეთი ფორმა არის, როდესაც მცენარეები ერთმანეთზე მოქმედებენ მათ მიერ გამოყოფილი ქიმიური ნივთიერებებით. ამ ნივთიერებებს ისინი გამოყოფენ ან სიცოცხლის, ან სიკვდილის შემდეგ – გახრწნის სტადიაში. მათი გამოყოფა შეიძლება ხდებოდეს ფესვებიდან, ან ფოთლებით. ბალასტური მეტაბოლიტები უარყოფითად მოქმედებენ მცენარეთა ზრდა-განვითარებაზე. ეს ნივთიერებები იწიდავენ ნემატოდებს (მრგვალი ჭიები), ხელს უწყობენ პარაზიტი ყვავილოვანი მცენარეების თესლის აღმოცენებას და სხვ. ზოგიერთი ნივთიერებები, რომლებსაც მცენარეები გამოყოფს (მაგ. ეთერზეთები), უზრუნველყოფენ წყლის ეკონომიურ ხარჯვას. ზოგიერთი ეთერზეთები (ტერპენები) სხვა მცენარეებისთვის ტოქსიკურია.

სიმბიოზი – ამ ურთიერთობის დროს ყოველ სახეობას შეუძ-

ლია იცხოვროს და გამრავლდეს მხოლოდ ერთობლივი თანაცხოვრების დროს. ე.ი. ისინი სიმბიოზურ დამოკიდებულებაში იმყოფებიან. სიმბიოტური დამოკიდებულება არსებობს ცხოველსა და ცხოველს შორის, ცხოველსა და მცენარეს, მცენარესა და მცენარეს შორის.

ცხოველსა და ცხოველს შორის დამოკიდებულების კარგი მაგალითია კიბო განდეგილსა და აქტინის შორის დამოკიდებულება. კიბო განდეგილი ცხოვრობს მოლუსკის მიტოვებულ ნიჟარაში (რადგანაც მას აქვს რბილი მუცელი). ამ ნიჟარაზე სახლდება აქტინია, რომელიც კიბოსთან ერთად მოძრაობს. აქტინიას მსუსხავი უჯრედები კიბოს იცავს და ამარაგებს საკვებით, კიბო კი აქტინიას გადააადგილებს, რომლის დროსაც პოულობს საკვებს. ცხოველებსა და მცენარეებს შორის არსებული სიმბიოზის მაგალითია მარჯნის პოლიპებსა და წყალმცენარეებს შორის არსებული ურთიერთობა. წყალმცენარეები ამზადებენ ორგანულ ნივთიერებებს და ამარაგებენ მარჯნებს ორგანული ნივთიერებებით, მარჯნები კი იცავენ მათ. მცენარეთა შორის სიმბიოზური დამოკიდებულებაა სოკოსა და ხე მცენარეებს შორის – მიკორიზა.

სიმბიოზის ფორმებს მიეკუთვნება ჩვენს მიერ განხილული კომენსალიზმი; პარაზიტიზმი, და ასევე **პუტუალიზმი**. ამ დროს პარტნიორებს შორის ურთიერთობა ურთიერთსასარგებლოა, ამასთან არც ერთ მათგანს მეორის გარეშე არსებობა არ შეუძლია. კარგადაა შესწავლილი ეს მოვლენა მცხოველებსა და მათ ფაშვში მყოფ მიკროორგანიზმებს შორის. მიკროორგანიზმები მონაწილეობენ ცელულოზის დაშლაში, ხოლო ბაქტერიები უზრუნველყოფილია გარემოთი, სადაც ტემპერატურა მუდმივია. ადამიანს ორგანიზმში სიმბიოზურად ნაწლავებში ცხოვრობს ნაწლავური ბაქტერია ეშერიხია, რომელიც იკვებება ნაწლავის შიგთავსით, იგი თავის მხრივ უზრუნველყოფს B ვიტამინის სინთეზს, აქვეითებს მუცლის ტიფის და ბაქტერიული დიზენტერიის გამომწვევის აქტივობას.

თანამშრომლობა – ორი სახეობის ერთობლივი თანაცხოვრების შედეგად შექმნილი თანასაზოგადოებაა, თუმცა ეს მათთვის არაა აუცილებელი, ორივე მათგანს შეუძლია ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად არსებობა. ერთობლივი თანაცხოვრება გარკვეულ უპირატესობას აძლევს მათ. მაგ. მგრისგან თავდაცვაში, ისინი მგრის მოახლოების შესახებ ერთმანეთს აცნობენ. მაგ. რამდენი-

მე სხვადასხვა სახეობის ფრინველის ერთობლივი ბუდობა (ყანჩა, თევზიყლაპიები) ხელს უწყობს მტაცებლისგან თავდაცვას. ასევე შეიძლება ითქვას ტოროლასა და ცხენ-ირემზე, ჯიხვსა და შურთხზე, კურდღელსა და როჭოზე და სხვ.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1.რას ეწოდება კოაქციები? რამდენი სახისაა ისინი?
2.რას ეწოდება ჰომოტიპიური კოაქცია (რეაქცია)?
3.რას ეწოდება ჰეტეროტიპიური კოაქცია (რეაქცია)?
4.რომელი სახის ურთიერთობები შედის ჰომოტიპიურ კოაქციაში?
5.რომელი სახის ურთიერთობები შედს ჰეტეროტიპიურ კოაქციაში?
6.რა არის მასიურობის ეფექტი და რა მნიშვნელობა აქვს მას?
7.რა არის ჯგუფის ეფექტი და რა მნიშვნელობა აქვს?
8.როგორი დამოკიდებულებაა შიდასახეობრივი კონკურენცია?
9.ჩამოთვალეთ აგრეგაციის ფორმები ცხოველებში.
10.რას ეწოდება ოჯახები, რამდენი სახისაა და რა მნიშვნელობა აქვს მას?
11.რას ეწოდება კოლონიები და გუნდები, რა მნიშვნელობა აქვთ მათ?
12.რა არის ჯოგები და რა მნიშვნელობა აქვთ მათ?
13.დაახასიათეთ ცხოველთა ურთიერთდამოკიდებულების ფორმები: მტაცებლობა, პარაზიტიზმი, კომენსალიზმი.
14.. რა არის ალელოპათია? მუტუალიზმი?
15.რაში მდგომარეობს „კონკურენციის გამოძევებისა“ და ნიშების დიფერენცირების“ მოვლენა?

ტესტები

1. ჰომოტიპიურ რეაქციებში არჩევენ:
   ა. ჯგუფის ეფექტი, მასიურობის ეფექტი, შიდასახეობრივი კონკურენცია.
   ბ. ჯგუფის ეფექტი, აგრეგაცია, სიმბიოზი.
   გ. სახეობათა შორისი კონკურენცია, მასიურობის ეფექტი, გამოძევების პრინციპი.

   დ. თანამშრომლობა, „მინიმალური რიცხოვნობის წესი“, კოპერირება.
2. ჰომოტიპიური რეაქცია არის:
   ა. სხვადასხვა სახის ორგანიზმების გაერთიანება;
   ბ. სხვადასხვა სახის მცენარეებისა და სხვადასხვა სახის ცხოველების დროებითი გაერთიანება.
   გ. ერთი სახის ორგანიზმების ურთიერთდამოკიდებულება.
   დ. ერთი სახის ინდივიდების გაერთიანება პოპულაციებად.
3. ჰეტეროტიპიური რეაქცია არის:
   ა. ერთი სახის ინდივიდების დროებითი გაერთიანება;
   ბ. ერთი სახის ინდივიდების მუდმივი გაერთიანება;
   გ. სხვადასხვა სახის ინდივიდების ანტაგონისტური დამოკიდებულება;
   დ. ურთიერთდამოკიდებულება სხვადასხვა სახის ინდივიდებს შორის.
4. კონკურენციის „გამოთიშვის პრინციპი“ ნიშნავს:
   ა. ერთი სახის ინდივიდის მიერ მეორის გამოძევება საარსებო ტერიტორიიდან;
   ბ. ერთი სახის მიერ მეორესთან თანამშრომლობას;
   გ. ერთი სახის მიერ მეორის დახმარება;
   დ. ერთი ინდივიდის მიერ მეორის გადატანა.
5. „ნიშების დიფერენცირება“ ნიშნავს:
   ა. ნიშების დაკავებას ინდივიდების მიერ;
   ბ. ნიშების ათვისები ინდივიდების მიერ;
   გ. სხვადასხვა ინდივიდების მიერ ნიშების განაწილება დროსა და სივრცეში;
   დ. ინდივიდის მიერ დაკავებული ნიშის გადაფარვა მეორე ინდივიდის მიერ.
6. პარაზიტიზმი არის
   ა. როცა ერთი ორგანიზმი ჩაგრავს მეორეს;
   ბ. როცა ერთი ორგანიზმი ცოცხალი მსხვერპლით იკვებება;
   გ. როცა ერთი ორგანიზმი ზრდასა და გამრავლებაში შეფერხებას განიცდის მეორის ზეგავლენით;
   დ. როცა ერთი ორგანიზმი იკვებება მეორე ორგანიზმის ხარჯზე და ამუხრუჭებს მის ზრდა-განვითარებას.
7. სიმბიოზი არის

ა. ორი ორგანიზმის ურთიერთსასარგებლო თანაცხოვრება;
ბ. ორი ორგანიზმის თანაცხოვრება, რომელშიც მხოლოდ ერთი სარგებლობს მეორე კი ინდიფერენტულია ამ დამოკიდებულებისადმი;
გ. ორი ორგანიზმის თანაცხოვრება, როცა ერთ-ერთი ზრდა-განვითარებასა და გამრავლებაში შეფერხებას განიცდის;
დ. ორი ორგანიზმის თანაცხოვრება, როცა ერთი ცხოვრობს მეორის სხეულზე.

8. ალელოპათია არის: ურთიერთდამოკიდებულების ისეთი ფორმა:
ა. ცხოველებს შორის, რომლებიც ერთმანეთზე გამოყოფილი ნივთიერებებით ზემოქმედებენ;
ბ. როცა მცენარეები ერთმანეთზე მოქმედებენ მათ მიერ გამოყოფილი ქიმიური ნივთიერებებით;
გ. როცა ორგანიზმები ერთმანეთს ვერ იტანენ;
დ. როცა მცენარეთა ურთიერთდამოკიდებულებიდან ერთ-ერთი იღებს სარგებლობას.

ლიტერატურა: 5, 7, 8, 9, 13, 21, 23, 28, 29, 31, 34, 35, 40, 41, 45, 55, 62, 73, 74.

თავი III

პოპულაციების ეკოლოგია

პოპულაციების ზოგადი დახასიათება. პოპულაციების დამახასიათებელი ნიშნები.

ნებისმიერი სახეობის ინდივიდები გარკვეული არეალის ცალკეულ უბნებში ქმნიან ბუნებრივ დაჯგუფებებს. **ერთი სახეობის თავისუფლად შეჯვარებად ინდივიდთა ერთობლიობას, რომელიც ხანგრძლივად არსებობას არეალის განსაზღვრულ ნაწილში და გამოცალკევებულია ამავე სახეობის სხვა ერთობლიობისაგან, პოპულაცია ეწოდება.** პოპულაცია ბიოცენოზის ნაწილია, ბიოცენოზი კი სხვადასხვა სახეობის პოპულაციების ერთობლიობა.

ე.ი. **პოპულაცია ერთი სახეობის ინდივიდთა ჯგუფია,** რომლებიც ურთიერთმოქმედებაში იმყოფებიან ერთმანეთთან და საერთო ტერიტორიაზე ბინადრობენ. პოპულაცია სახეობის არსებობის ძირითადი ერთეულია. ნებისმიერი ორგანიზმი ამა თუ იმ პოპულაციის წევრია. მისი ხანგრძლივი არსებობა პოპულაციის გარეშე შეუძლებელია. პოპულაციის წევრები ერთმანეთთან მრავალმხრივ არიან დაკავშირებული, რის გამოც პოპულაცია მოქმედებს როგორც ერთიანი სისტემა. პოპულაციები რეალურად არსებობენ. სახეობები სხვადასხვა რანგის: ადგილობრივი, ეკოლოგიური, გეოგრაფიული პოპულაციებისგან შედგება (სურ. 2).

ადგილობრივი (ანუ ელემენტარული) პოპულაცია წარმოდგენილია ინდივიდთა ისეთი ერთობლიობით, რომელსაც უკავია ბიოცენოზის ნაწილი და შეგუებულია მაქსიმალურად ერთგვაროვან პირობებში ცხოვრებას. ადგილობრივი პოპულაციების ერთობლიობა ქმნის **ეკოლოგიურ პოპულაციებს,** ამათი ერთობლიობა კი **გეოგრაფიულ პოპულაციებს.**

ცალკეული ინდივიდები ან მათი ჯგუფები ზოგჯერ ტოვებენ პოპულაციის საზღვრებს და გადადიან სხვა ტერიტორიაზე. განსახლებული ინდივიდები ხშირად ახალ პირობებს ვერ ეგუებიან და იღუპებიან, ან უბრუნდებიან ძველ ადგილსამყოფელს.

პოპულაციებისთვის დამახასიათებელია ინდივიდების განაწილება მოცემულ ტერიტორიაზე, ურთიერთშეფარდება სქესის, ასაკის, მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური, ქცევებისა და გენეტიკური თავისებურებების მიხედვით, რასაც პოპულაციის სტრუქტურას უწოდებენ. იგი ყალიბდება ერთი მხრივ სახეობის საერთო ბიოლოგიური თავისებურებების საფუძველზე, მეორე მხრივ, გარემოს აბიოტური ფაქტორებისა და სხვა სახეობის პოპულაციების ზეგავლენით. ე.ი. პოპულაციის სტრუქტურა ყალიბდება სახეობის ბიოლოგიური თავისებურებებისა და გარემომცველი ბუნების ზემოქმედების შედეგად.

პოპულაციის ძირითადი მახასიათებელია რიცხოვნობა, სიმჭიდროვე, შობადობა, სიკვდილიანობა, ნამატი, ასაკობრივი შედგენილობა და ინდივიდების სივრცობრივი გავრცელების ხასიათი.

პოპულაციის რიცხობრიობა გამოხატავს მოცემულ ტერიტორიაზე ინდივიდების საერთო რაოდენობას. ისინი არეალში არათანაბრადაა განაწილებული, რაც გამოწვეულია ფიზიკურ-გეოგრაფიული და სხვა პირობების არაერთგვაროვნებით. არეალში მხოლოდ განსაზღვრული რაოდენობის ინდივიდებს შეუძლია არსებობა: პოპულაციის რიცხოვნება შეიძლება შეიცვალოს არეალის ფართობისა და ინდივიდების გამრავლების ინტენსივობის შესაბამისად.

პოპულაციის სიმჭიდროვე, ანუ სიხშირე, გულისხმობს ფართობის ერთეულზე ინდივიდების საშუალო რაოდენობას, ანუ პოპულაციის მიერ დაკავებული გარკვეული სივრცის მოცულობას, პოპულაციის სიმჭიდროვე შეიძლება გამოიხატოს ასევე მათი მასით სივრცის ან მოცულობის ერთეულზე. პოპულაციის საშუალო სიმჭიდროვე როგორც ცხოველთა, ისე მცენარეთა სამყაროში განაპირობებს გამრავლების მაღალ ინტენსივობას. მაგ. ორსახლიან მცენარეთა ზოგიერთი სახეობის მამრობით და მდედრობით ინდივიდთა ერთმანეთისაგან დიდი მანძილით დაშორება აფერხებს დამტვერვის ალბათობას და გამრავლებას. სიმჭიდროვე დიდ მნიშვნელობას იძენს აგრეთვე ცხოველთა სამყაროში. ლურჯი ვეშაპის მოსალოდნელი გადაშენების ერთ-ერთ პირობად თვლიან იმას, რომ შეუბღუდავი რეწვის შედეგად მდედრი და მამრი ინდივიდები დიდი მანძილით შორდებიან ერთმანეთს, რაც აბრკოლებს მათ გამრავლებას.

პოპულაციის შობადობა წარმოადგენს ახალ ინდივიდთა რაოდენობას, რომლებიც წარმოიქმნებიან გამრავლების შედეგად დროის გარკვეულ ერთეულში.

პოპულაციის სიკვდილიანობა არის მაჩვენებელი, რომელიც გვიჩვენებს დროის გარკვეულ მონაკვეთში დაღუპულ ინდივიდთა რაოდენობას.

პოპულაციის ასაკობრივი შედგენილობა არის სხვადასხვა ასაკის ინდივიდებს შორის თანაფარდობა. ასაკობრივი ჯგუფების შეფარდების ცოდნას ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან იგი სახეობის შემდგომი არსებობის პროგნოზის საშუალებას იძლევა. მაგ. ტყეში ინდივიდების ნაადრევი გადაბერება სახეობის ინდივიდთა მკვეთრ შემცირებას იწვევს, რაც შეიძლება მოცემულ ადგილსამყოფელში ამ ინდივიდის სრული გადაშენებით დამთავრდეს.

პოპულაციის ნამატი – არის სხვაობა შობადობასა და სიკვდილიანობას შორის. იგი შეიძლება იყოს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი.

პოპულაციის გავრცელების ხასიათი სივრცეში – პოპულაციის მიერ დაკავებული სივრცე მისი სასიცოცხლო საშუალებაა. მოცემულ ტერიტორიაზე შეიძლება ინდივიდების მხოლოდ გარკვეული რაოდენობის გამოკვება. მაგ. ამა თუ იმ სახის მცენარის ფესვებმა რომ უზრუნველყოს მიწისზედა ნაწილების კვება, გარკვეულ რადიუსს მოითხოვს. ამ რადიუსის შემცირება პოპულაციის დაკნინებას იწვევს. ასევე ითქმის ცხოველების მიმართაც. ყოველ ცხოველს კვებისთვის და გამრავლებისთვის გარკვეულ ტერიტორია ესაჭიროება. ამ ტერიტორიის შემცირება უარყოფითად მოქმედებს ცხოველთა გამრავლების რიცხობრივ რაოდენობაზე. პოპულაციის აღნიშნული ზოგიერთი მახასიათებელი განვიხილოთ უფრო კონკრეტულად.

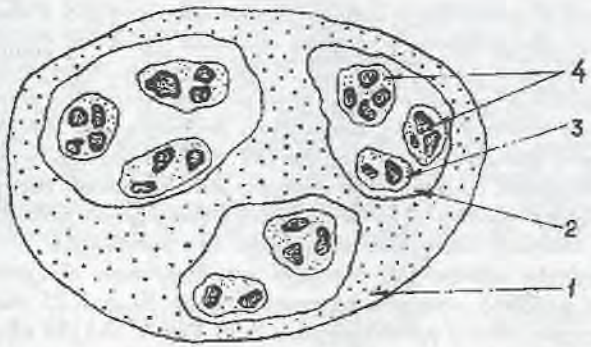
ინდივიდთა რიცხოვნობა პოპულაციაში

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, **ინდივიდთა რიცხოვნობა** პოპულაციის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია. პოპულაციის შემადგენელი ინდივიდები არეალში არათანაბრადაა განაწილებული, რის გამოც პოპულაციის სიმჭიდროვეც არაერთგვაროვანია. ეს მაჩვენებლები მუდმივი სიდიდე არასოდეს არ არის, რადგანაც ნაყოფიერების ან გადარჩენის ალბათობის ამაღლება იწვევს პოპულა-

ციის რაოდენობრივ ზრდას. იმ შემთხვევაში, თუ ინდივიდთა რაოდენობა გაიზარდა კონკრეტულ ტერიტორიაზე, შესაბამისად იზრდება მოცემული პოპულაციის სიმჭიდროვე, ამასთან ინდივიდთა რიცხვის გაზრდას თან ახლავს დასახლებული ტერიტორიის გაფართოება, რის გამოც პოპულაციის მიერ დაკავებული ფართობიც იზრდება. პოპულაციაში ინდივიდების რაოდენობის რიცხოვნობა დამოკიდებულია ბიოტურ და აბიოტურ ფაქტორებზე, რადგანაც ეს ფაქტორები მოქმედებენ ინდივიდის ნაყოფიერებაზე, სიკვდილიანობაზე, ინდივიდუალური განვითარების ხანგრძლივობაზე. პოპულაციის რიცხოვნობა და მისი ცვალებადობა განპირობებულია შობადობით, სიკვდილიანობით, ასევე იმიგრაციითა და ემიგრაციით.

საკვები ბაზის გაზრდა ან კონკურენციის შემცირება მოცემული სახეობის პოპულაციაზე ხშირად მისი რიცხოვნობის გაზრდას იწვევს. პოპულაციის რიცხობრივი ცვლილებები დამოკიდებულია სეზონურ ცვლილებებზე, რომელიც დამოკიდებულია ნალექებზე, ტემპერატურაზე, საკვები ბაზის რაოდენობაზე, ამინდებზე და სხვა პირობებზე. მაგ. ინგლისის ერთ-ერთ პატარა კუნძულზე ველურად ბინადრობს ბოცვერი, რომელიც გაზაფხულ-ბაფხულის პერიოდში საკვების უხვი მოპოვების გამო რიცხოვნობა ძლიერ იზრდება (1000) მაგრამ ერთ-ერთი წლის მკაცრმა ზამთარმა და საკვების ნაკლებობამ მათი რაოდენობა ძლიერ შეამცირა (100-მდე). რიცხობრიობის ასეთი მერყეობა სეზონის მიხედვით ემჩნევა თაგვისებურ მღრღნელებსა და რიგ მწერებს. როგორც ვნახეთ, ინდივიდების რიცხვის მკვეთრ ზრდას, შეიძლება მოყვეს მათი რიცხვის ძლიერ შემცირება, რაც შეიძლება რამდენიმე წელი გაგრძელდეს. ინდივიდთა რიცხვის აფეთქებას - **პანდემიებს** უწოდებენ. ზოგჯერ მავნებლის დიდი რაოდენობით გაზრდა ძლიერ აზიანებს კულტურულ მცენარეებს და იწვევს მათ დაღუპვას (მაგ. ბორჯომის ხეობაში დიდი ლაფანჭამიას გამრავლების აფეთქება). მაგრამ რიცხობრივ აფეთქებას გარკვეული პერიოდის შემდეგ მოსდევს **დეპრესია – ინდივიდების რიცხვის მკვეთრი შემცირება**, რაც გამოწვეულია ინდივიდების დიდი რიცხვით და საკვების უკმარისობით.

პოპულაციაში მოქმედებს სპეციფიკური მექანიზმები, რომლებიც არეგულირებენ პოპულაციის რიცხოვნობას, შობადობისა და სიკვდილიანობის პარამეტრების მომატებით ან დაქვეითებით. როცა შობადობა ჭარბობს სიკვდილიანობას, პოპულაციის სიმჭიდროვე იზრდება, ხოლო თუ სიკვდილიანობა აჭარბებს შობადობას,



სურ.2 სახეობის პოპულაციური სტრუქტურა. ნაუმოვის და სხვ. (1975)
მიხედვით: 1 – საჩეობის არეალი, 2 – კეოგრაფიული პოპულაცია,
3 – ეკოლოგიური პოპულაცია, 4 – კლემენტარული პოპულაცია

პოპულაციის სიმჭიდროვე ქვეითდება. ოპტიმალური სიმჭიდროვისას შობადობისა და სიკვდილიანობის ბალანსი გათანაბრებულია.

პოპულაციის ასაკობრივი სტრუქტურა - პოპულაციას აქვს ასაკობრივი სტრუქტურა. ე.ი. პოპულაცია დიფერენცირებულია, როგორც სივრცეში (არეალი-ფართობი) ისე დროში (შედგება სხვადასხვა ასაკის ინდივიდებისაგან). ხშირად ამა თუ იმ პოპულაციისათვის დამახასიათებელი ასაკობრივი თანაფარდობა. ეს დამოკიდებულია ორგანიზმთა სიცოცხლის ხანგრძლივობაზე, გამრავლების ინტენსიურობაზე, თუ რომელ ასაკში აღწევენ სქესობრივ სიმწიფეს და ა.შ. სწრაფად მზარდი პოპულაცია ძირითადად ახალგაზრდა ინდივიდებისაგან შედგება. სტაბილურ სტაციონალურ პოპულაციაში ყველა ასაკის ინდივიდები გვხვდება და მათი რაოდენობა თითქმის თანაბარია. კლებადი რიცხოვნობის პოპულაციებში ხანდაზმული ჯგუფები ჭარბობს. ნებისმიერი პოპულაციისათვის დამახასიათებელია სტაბილური ასაკობრივი სტრუქტურის შენარჩუნების ტენდენცია. ყოველ პოპულაციაში გამოყოფენ პრერეპროდუქციულ, რეპროდუქციულ და პოსტრეპროდუქციულ ჯგუფებს. პოპულაციაში პრერეპროდუქციული და პოსტრეპროდუქციული ინდივიდების სიჭარბე უარყოფით გავლენას ახდენს პოპულაციის რიცხობრიობაზე. ადამიანთა პოპულაციების უმრავლესობაში ასაკობრივი ჯგუფების თანაფარდობა თითქმის თანაბარია. თუმცა ზოგიერთ ქვეყანაში არის ისეთი პოპულაციებიც, რომლებიც სიცოცხლის ხანგრძლივობის გაზრდის შედეგად საკ-

მაოდ მაღალი რიცხობრივი მაჩვენებლით ხასიათდება პოსტრეპროდუქციული ასაკობრივი ჯგუფები. ამასთან ევროპის ქვეყნებში საქორწინო ასაკის გადაწევამ (28–35 წლამდე) გარკვეული გავლენა მოახდინა პრერეპროდუქციული და რეპროდუქციული ასაკის ჯგუფების რაოდენობაზე. ზოგიერთი პოპულაციის ასაკობრივი სტრუქტურა მარტივია. მაგ. ბიგები (მწერიჭამიები) გაზაფხულზე 2 თაობას იძლევიან. ზრდასრული ინდივიდები იღუპებიან. მიღებული თაობა გადაზამთრებამდე სქესობრივად მოუმწიფებელია. გაზაფხულზე ისინი ახალ თაობას იძლევიან და ციკლი ასე მეორდება.

რაც შეეხება სპილოებს რთული და მდგრადი ასაკობრივი სტრუქტურა გააჩნია. ინდური სპილოს ოჯახი 10–დან 25 ინდივიდისგან შედგება. ისინი გამრავლებას 8–10 წლის ასაკში იწყებენ. სიცოცხლის ხანგრძლივობა 65–70 წელია. მდედრი ყოველ 4 წელიწადში შობს 1 ან 2 შვილს. ზრდასრული სხვადასხვა ასაკის ინდივიდების რაოდენობა ჯოგში 80%–ია, მოზარდები – 20%.

სქესობრივი სტრუქტურა. პოპულაციაში არჩევენ სქესის მიხედვით სამი სახის თანაფარდობას. პირველადი თანაფარდობა ბიგოტების წარმოქმნისას ყალიბდება და სქესის განსაზღვრას საფუძვლად უდებს ქრომოსომული მექანიზმი. ამ დროს სქესთა თანაფარდობა ტოლია 1:1. (სინგამური, ანუ გენოტიპური ტიპი).

ზოგიერთ პოპულაციაში მამრობითი და მდედრობითი სქესი განსხვავებული სიცოცხლის უნარიანობით ხასიათდება, ამიტომ თანაფარდობა სქესის მიხედვით დაბადებულ ან გამოჩეკილ ინდივიდთა შორის განსხვავებულია პირველადი თანაფარდობისგან.

ადამიანებში ყოველ ახალშობილ 100 ქალზე 106 ვაჟი მოდის; 16–18 წლის ასაკში ეს თანაფარდობა ვაჟების სიკვდილიანობის გამო თანაბრდება; 50 წლის ასაკში ყოველ 100 ქალზე 85 მამაკაცი მოდის, ხოლო 80 წლის ასაკში ყოველ 100 ქალზე – 50 მამაკაცი. დროზოფილაში სქესის თანაფარდობაში ცვლილებას იწვევს მდედრის ნაყოფიერება, პოპულაციის სიმჭიდროვე, მამრების სიცოცხლისუნარიანობა. ზოგიერთ მწერებში (დროზოფილებში) სქესის მოდიფიცირებას და რიცხობრიობას განაპირობებს ციტოპლაზმური სიმბიოტები (ბაქტერიები და ვირუსები), ისინი იწვევენ უმამრო ხაზებს (ფემინიზაციას), ზოგიერთ მწერებში პართენოგენეზს ან ანდროციდს, რის გამოც შთამომავლობა მხოლოდ მდედრებისგან შედგება.

საზოგადოებრივ მწერებში (ფუტკრები, ჭიანჭველები, ტერმიტები და სხვ.) მდედრობით სქესს განაპირობებს მუშა ინდივიდები, რომლებიც სხვაგვარი საკვებით კვებავს მათ.

სქესთა თანაფარდობაში მეორე ფორმაა სქესის განსაზღვრის

ეპიგამური სისტემა. ჭია ბონელია ზიგოტიდან მდედრობითი ან მამრობითი ინდივიდის განვითარება დამოკიდებულია იმაზე, სად მოხვდება ლარვა – დედის საშვილოსნოში (მამრი) თუ ზღვის ფსკერზე (მდედრი) - სქესის განსაზღვრის **მოდიფიკაციური ტიპი.** მცენარეებში ამ მოვლენას ვხვდებით არესემიაში.

სქესის განსაზღვრის მესამე ტიპი **პროგამური** – დამოკიდებულია მდედრის მიერ დადებული კვერცხების სიდიდეზე. დიდი ზომის კვერცხებიდან, რომლებიც მდიდარია საკვები ნივთიერებებით, ვითარდება მდედრები, მცირე ზომის კვერცხებიდან – მამრები.

პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურა

ბუნებრივი პოპულაციები გენეტიკური ნაირგვარობით ხასიათდებიან, რაც მათში მიმდინარე მუტაციური და რეკომბინაციული ცვალებადობის შედეგია. პოპულაცია წარმოადგენს იმ პირველად ერთეულს, სადაც ბუნებრივი გადარჩევა და ახალი ქვესახეობებისა და სახეობების წარმოშობა ხდება. პოპულაციებს გენეტიკური სტრუქტურების შესწავლას საფუძველი დუადო ვ. იოჰანესმა (დანიელი). **პოპულაციაში გენთა ერთობლიობას გენოფონდი ეწოდება.** პოპულაციის გენეტიკურ შესწავლას გენების სიხშირისა და გენოტიპების თანაფარდობის განსაზღვრის გზით ახდენენ. **პოპულაცია ღია გენეტიკური სისტემაა,** რაც იმას ნიშნავს, რომ პოპულაციათა შორის ხდება მიგრაცია, შესაბამისად მათ შორის ხდება გენეტიკური ინფორმაციის გაცვლა–გენთა ნაკადი. ბუნებრივი პოპულაციები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან ალელთა შეხვედრის სიხშირით და ამა თუ იმ გენოტიპის რაოდენობრივი თანაფარდობით. პოპულაციების ანალიზს ახდენენ არა მარტო გენებისა და გენოტიპის მიხედვით, არამედ ფენოტიპისა და ფენის (დისკრეტული ერთეული) მიხედვით.

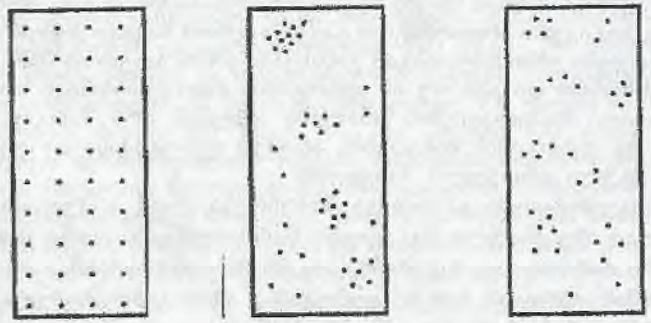
ს. ჩეტვერიკოვმა გამოთქვა მოსაზრება, რომ პოპულაციაში მეტწილად რეცესიული მუტაციები წარმოიქმნება. ისინი პოპულაციაში ძირითადად ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაშია და არ ცვლის მის გარეგან სახეს (ფენოტიპს) ამის გამო პოპულაცია როგორც „ღრუბელი“, წყლის ორთქლით ისეა გაჟღენთილი მუტაციებით. ნებისმიერი პოპულაცია გენეტიკურად ჰეტეროგენულია. მაგრამ ნებისმიერი პოპულაცია მიუხედავად მისი ჰეტეროგენულობისა, დინამიურ წონასწორობაში მყოფ რთულ გენეტიკურ სისტემას წარმოადგენს.

პოპულაციების სივრცობრივი სტრუქტურა. პოპულაციაში ორგანიზმების სივრცეში განაწილება დამოკიდებულია სახის სპეციფიკაზე და ტერიტორიის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ თავისებურებებზე. ორგანიზმების სივრცობრივ განაწილებას პოპულაციაში **შიდაპოპულაციურ დისპერსიას უწოდებენ** და გამოყოფენ მის 3 ტიპს: 1. ორგანიზმების შემთხვევითი განაწილება; 2. თანაბარი განაწილება და 3. ჯგუფური განაწილება.

1. **შემთხვევითი განაწილება** იშვიათი მოვლენაა. მას უფრო მეტად ხვდებით ისეთ პოპულაციებში, სადაც მეგ-ნაკლებად ერთგვაროვანი პირობებია. ამ დროს ორგანიზმები არ ისწრაფვიან დაჯგუფებისაკენ.

2. **თანაბარი დანაწილებისას** ორგანიზმებს შორის ადგილი აქვს ძლიერ კონკურენციას ან ანტაგონისტურ დამოკიდებულებას.

3. **ჯგუფური განაწილების** დროს ადგილი აქვს სხვადასხვა ტიპის დაჯგუფებების (თანაბარი, შემთხვევითი და ჯგუფურის) წარმოქმნას. პოპულაციაში ინდივიდების სივრცობრივი სტრუქტურის დადგენას დიდი მნიშვნელობა აქვს განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც საქმე გვაქვს ან პარაზიტულ სახეობებთან. ეს გარემოება აადვილებს მავნებლის წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებების შემუშავებას (სურ. 3).



m - საშუალო რიცხვნობა; S^2 - დისპერსია

სურ. 3. ინდივიდთა განაწილების ტიპები პოპულაციებში, (დაჟო, 1975)

პოპულაციური პოლიმორფიზმი. პოპულაციების უმრავლესობას რთული სტრუქტურა ახასიათებს. პოპულაციის შიგნით ორი ან რამოდენიმე მორფო-ფიზიოლოგიურად განსხვავებული ფორმა არსებობს, რასაც **პოლიმორფიზმს უწოდებენ** („პოლი“ – მრავალი; „მორფოს“ ფორმა). პოლიმორფიზმი ზრდის პოპულაციის სასიცოცხლო შესაძლებლობებს და ხელს უწყობს სახეობის არსებობას ცვალებად პირობებში. რაც უფრო მეტადაა გამოხატული ამა თუ იმ პოპულაციაში პოლიმორფიზმი, მით მეტია პოპულაციის ეკოლოგიური პლასტიკურობა (სახეობის უნარი მეეგუოს გარემოს ფაქტორთა ცვლილების ამა თუ იმ დიაპაზონს – ეკოლოგიური ვალენტობა), უფრო ადვილად ეგუება იგი გარემოს ციკლურ და უეცარ ცვლილებებს.

პოლიმორფიზმის გამოვლინებაა **კასტების არსებობა** საზოგადოებრივ მწერებში ფუტკრებში, ჭიანჭველებში, ტერმიტებში. ამ მწერების ოჯახში მხოლოდ ცალკეული ინდივიდია სპეციალიზებული გამრავლებაზე. „მუშებს“ კი სასქესო ორგანოები განუვითარებელი აქვთ და სხვადასხვა ფუნქციას ასრულებენ: სკის დასუფთავება, ვენტილაცია, სკის დაცვა, საკვების მოპოვება, შთამომავლობის მოვლა და სხვ.

მრავალ ცხოველში პოლიმორფიზმს განაპირობებს წლის დროები. მაგ. ატლანტის ოკეანეში გვხვდება ქაშაყის პოპულაცია, რომელიც ორი გუნდისაგან შედგება. ორივეს აქვს ქვირითობის საერთო ადგილი და ერთად ბინადრობენ, მაგრამ ერთმანეთს არ ეჯვარებიან. ერთი რასა მრავლდება აგვისტო-სექტემბერში, მეორე კი აპრილ-მაისში.

ზოგჯერ პოლიმორფიზმი გამოწვეულია ადგილსამყოფელით მაგ. ტირიფის ფოთოლჭამიას ორი რასა არსებობს. ერთი ტირიფზე ბინადრობს და მისი ფოთლებით იკვებება, მეორე არყზე ბინადრობს და ამ მცენარის ფოთლებით იკვებება. ისინი ერთმანეთს არ ეჯვარებიან.

პოლიმორფიზმის არსებობა დაკავშირებულია მრავალფეროვან საარსებო პირობებთან. ერთფეროვან საარსებო პირობებში მისი სპექტრი ვიწროა და პირიქით. პოლიმორფულ ინდივიდებს შორის ფენოტიპიური განსხვავების დონე სხვადასხვაა ზოგჯერ მორფები ისე განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან მას შეცდომით დამოუკიდებელ სახეობებადაც კი თვლიან, რაც იმ სისტემატიკოსებს მოსდით, რომლებიც სახეობების გამოყოფისას მხოლოდ მორფოლოგიურ ნიშნებს ემყარებიან. მაირის მონაცემებს ფრინველების კლასში ცნობილია 100-ზე მეტი შემთხვევა, როდესაც მორფები დამოუკიდებელ სახედ იყო აღწერილი.

მორფების არსებობა აიხსნება სხვადასხვაგვარ საცხოვრებელ გარემოსთან ამ ინდივიდების შეგუებით. მორფების ადაპტაციურ

ბუნებაზე მიუთითებს მდგრადი რასების უეცარი წარმოქმნაც ეს ხდება გარემოს ამა თუ იმ ფაქტორის ძლიერი ზემოქმედების დროს. მაგ. ბრძოლის ქიმიური საშუალებების გამოყენება პირველ ხანებში დადებით შედეგს იძლევა, მაგრამ შემდგომში ხდება მდგრადი რასების წარმოშობა.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რას ეწოდება პოპულაცია? რა რანგის პოპულაციები არსებობს?
2. ჩამოთვალეთ პოპულაციის ძირითადი მახასიათებლები.
3. რით განისაზღვრება პოპულაციის რიცხოვნობა?
4. რით განისაზღვრება პოპულაციის სიმჭიდროვე?
5. რას ნიშნავს პოპულაციის შობადობა? სიკვდილიანობა, პოპულაციის ნამატი?
6. რით განისაზღვრება პოპულაციის ასაკობრივი სტრუქტურა?
7. რამდენ ასაკობრივ ჯგუფს გამოყოფენ პოპულაციაში?
8. როგორია პოპულაციის სქესობრივი სტრუქტურა?
9. რა იგულისხმება პოპულაციის გენეტიკურ სტრუქტურაში?
10. როგორი სივრცობრივი სტრუქტურა ახასიათებს პოპულაციებს?
11. რას ნიშნავს პოპულაციური პოლიმორფიზმი?

ტესტები

1. პოპულაცია არის:
   ა. ერთი სახეობის თავისუფალ შეჯვარებად ინდივიდთა ერთობლიობა;
   ბ. ინდივიდებს გაერთიანება;
   გ. ინდივიდების თავშეყრა ხელსაყრელ პირობებში;
   დ. ინდივიდთა შეგუება გარკვეულ არეალთან.
2. პოპულაცია ბრდადია:
   ა. მდედრ ინდივიდებს სჭარბობს მამრი ინდივიდები:
   ბ. ხანდაზმულ ინდივიდებს სჭარბობს ახალგაზრდა ინდივიდები;
   გ. პოპულაცია წარმოდგენილია მხოლოდ მდედრი ინდივიდებით;
   დ. ახალგაზრდა მდედრი ინდივიდები ჭარბობს ასაკოვან მამრ ინდივიდებს;
3. პოპულაციის სიმჭიდროვე დამოკიდებულია:
   ა. ინდივიდების რაოდენობაზე ფართობის ერთეულზე;
   ბ. ინდივიდების გამრავლების ინტენსივობაზე;

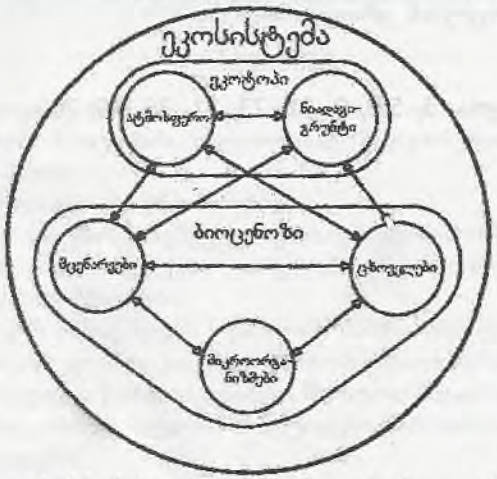
   გ. ინდივიდების სიკვდილიანობაზე;
   დ. ინდივიდების შობადობაზე.
4. პოპულაციის რიცხოვნობა დამოკიდებულია ინდივიდების:
   ა. შობადობასა და სიკვდილიანობაზე, იმიგრაციასა და ემიგრაციაზე;
   ბ. საკვების რაოდენობაზე;
   გ. პარაზიტების რაოდენობაზე;
   დ. ყველა პასუხი სწორია.
5. ინდივიდები პოპულაციაში შეიძლება განაწილებული იყოს:
   ა. არათანაბრად, შემთხვევით, ხალებრივად;
   ბ. შემთხვევით, წყვეტილად, ხალებრივად;
   გ. შემთხვევით, თანაბრად, ჯგუფურად;
   დ. ხალებრივად, წყვეტილად, არათანაბრად.
6. პოპულაციური პოლიმორფიზმი არის:
   ა. პოპულაციების ერთობლიობა;
   ბ. პოპულაციების სხვადასხვაგვარობა;
   გ. პოპულაციის შიგნით ორი ან რამდენიმე მორფოფიზიოლოგიურად განსხვავებული ჯგუფი;
   დ. პოპულაციების ერთგვაროვნება.

ლიტერატურა: 3, 5,8, 9, 21, 23, 31, 36, 45, 70.

თავი IV

ბიოცენოზები და ეკოსისტემები

მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა პოპულაციების ერთობლიობას, რომელიც გარკვეული სივრცე უჭირავს თანასაზოგადოებას **ანუ ბიოცენოზს** უწოდებენ. აბიოტურ გარემოს (წყალი, ტენი, ატმოსფერო, ნიადაგი და სხვ.) რომელთანაც ბიოცენოზია დაკავშირებული – ბიოტიპი ანუ ეკოტიპი ეწოდება, ხოლო ბიოცენოზისა და ეკოსისტემის ერთობლიობას ეკოსისტემა. ე.ი. **ეკოსისტემა არის მცენარეთა და ცხოველთა თანასაზოგადოება** მოცემულ ადგილსამყოფელში, გარემოს არაცოცხალ კომპონენტებთან ერთად. ბიოცენოზის ძირითად რგოლს წარმოადგენს მცენარეები, რომლებიც ორგანული ნივთიერების წარმომქმნელები ანუ პროდუცენტებია (ლათ. პროდუცენს – წარმომქმნელი). მცენარეები ავტოტროფებია, რადგანაც მათ არაორგანული ნივთიერებებიდან (წყალი, მინერალური მარილები) მზის ენერგიის ხარჯზე შეუძლიათ ორგანული ნივთიერების სინთეზი (სურ. 4).



სურ. 4. ეკოსისტემის კომპონენტები და მათი ურთიერთობის სქემა.(ქაჟაია გ., 2002).

ცხოველები იყენებენ მცენარეების მიერ წარმოებულ ორგანულ ნივთიერებებს, ამიტომ მათ მომხმარებლებს ანუ ჰეტეროტროფებს (ბერძნ. „ჰეტეროს“ – სხვა) უწოდებენ, ე.ი. ისინი სხვისით მკვებავები არიან. ცხოველები მომხმარებლები ანუ კონსუმენტებია. არსებობს რამოდენიმე რიგის კონსუმენტები: პირველი რიგის ანუ მცენარეებით მკვებავი (ფიტოფაგი) ცხოველები; მეორე რიგის ანუ ხორცისმჭამელი ზოოფაგი ცხოველები, რომლებიც ფიტოფაგებით იკვებებიან; მესამე რიგის ანუ მტაცებლები, რომლებიც სხვა ცხოველებით იკვებებია, ე.ი. ისინი პირველი და მეორე რიგის კონსუმენტების ხარჯზე არსებობენ (მტაცებლები და პარაზიტები).

ეკოსისტემაში **რედუცენტები** (ბაქტერიები, სოკოები, უმარტივესები მკვდარი ორგანული ნარჩენების (ლეში, ცხოველთა ექსკრემენტები) მარტივი არაორგანული ნივთიერებების დამშლელებია. ყველა ბიოცენოზში ადგილი აქვს ნივთიერებათა გადაცემას ორგანიზმთა ერთი ჯგუფიდან მეორეში. კერძოდ, მცენარეები→ცხოველები→მიკროორგანიზმები. ორგანიზმთა ასეთ თანმიმდევრულ ჯგუფს კვებითი (ანუ ტროფული) ჯაჭვი ეწოდება. **კვებითი ჯაჭვი არის ცოცხალი არსებების ურთიერთდაკავშირებული რიგები, რომელთაგან თითოეული წარმოადგენს რიგით მისი მომდევნოს საკვებს.** ყოველი ჯაჭვის საწყისი წევრია **მცენარე – პროდუცენტი. ცხოველები – კონსუმენტები** მომდევნო რგოლია, რომლებიც მცენარეების მიერ ფოტოსინთეზში წარმოებული ორგანული ნივთიერების მომხმარებლებია და ბოლოს რედუცენტები, რომლებიც განაპირობებენ ლეშისა და გამონაყოფის დაშლას მარტივ არაორგანულ ნივთიერებებამდე.

ეკოსისტემაში **კვების ჯაჭვები სწორხაზოვანი არ არის.** ეკოსისტემის სხვადასხვა კომპონენტი თითქმის ყოველთვის სხვადასხვა ობიექტით იკვებება და თვითონაც წარმოადგენს საკვებს ეკოსისტემის სხვა წევრებისათვის, რის შედეგადაც ვღებულობთ კვებითი ჯაჭვის რთულ ქსელს; რომლებიც ერთმანეთშია გადახლართული და ქმნის ე.წ. **კვებით ბადეებს** (სურ. 4) კვებითი ჯაჭვის მაგალითები შეიძლება ვნახოთ ყველგან. ყველაზე მარტივი მაგალითია როცა ბალახისმჭამელი ცხოველები იკვებებიან მცენარეებით, ხოლო ამ ცხოველით იკვებება მტაცებელი ცხოველი, ხოლო ამ უკანასკნელის გამონაყოფითა და ლეშით იკვებებიან ნაკელისა და ლეშიჭამია სხვადასხვა მწერები და ლპობის გამომწვევი მიკროორგანიზმები. მაგრამ ბუნებრივ ვითარებაში ჯაჭვები შედგება სხვადასხვა რგოლებისაგან, რადგანაც მასში

მონაწილეობენ ხორციჭამია ცხოველები – მტაცებლები და პარაზიტები. ორგანული ნარჩენები წარმოიქმნება ჯაჭვის ყველა წევრის ცხოველმოქმედების შედეგად. კვებითი ჯაჭვის წარმომქმნელი ყველა სახეობა არსებობს მწვანე მცენარეების მიერ შექმნილ ორგანულ ნივთიერებათა ხარჯზე. აქ მოქმედებს მნიშვნელოვანი კანონზომიერება, რომელიც ეხება კვების პროცესში ენერგიის გამოყენებისა და გარდაქმნის ეფექტიანობას.

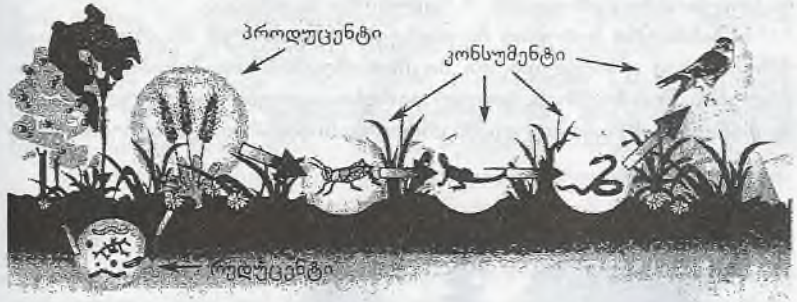
მწვანე მცენარეები დედამიწაზე დაცემული სხივური ენერგიის მხოლოდ 0,1-0,2% შეითვისებს, დანარჩენი კი – გარემოში იფანტება. ენერგიის ის მცირე რაოდენობა, რომელსაც მცენარე ითვისებს ფოტოსინთეზის პროცესს ხმარდება. ენერგიის ნაწილი ორგანული ნივთიერებების წარმოქმნას ხმარდება, დანარჩენი კი მცენარის სასიცოცხლო პროცესებზე იხარჯება. ორგანულ ნივთიერებებში გადასული ენერგია ფიტოფაგების საკვებად გამოიყენება, მათ ორგანიზმში ენერგიის მხოლოდ ნაწილი ინახება, დანარჩენი სასიცოცხლო პროცესებზე იხარჯება. ასევე შეიძლება ითქვას კვებითი ჯაჭვის მომდევნო რგოლებზე II და III რიგის კონსუმენტებზე. ე.ი. ენერგია რომელიც კვებითი ჯაჭვის ცალკეულ რგოლებში ფიქსირდება, ყოველ მომდევნო კვებით ჯაჭვში მნიშვნელოვნად მცირდება, რის გამოც კვებითი ჯაჭვი მეტისმეტად გრძელი არ შეიძლება იყოს, იგი სულ 5-6 რგოლისაგან შედგება. კვებითი ჯაჭვის ყოველი მომდევნო რგოლის მასის პროგრესული შემცირების კანონზომიერებას **ეკოლოგიური პირამიდის წესს უწოდებენ.**

ავტოტროფების მიერ წარმოქმნილი ორგანული ნივთიერების რაოდენობას ანუ **ბიომასას პირველად პროდუქციას** უწოდებენ, ხოლო მათ მიერ ორგანული ნივთიერების წარმოქმნის ინტენსიობას პირველად პროდუქტიულობას.

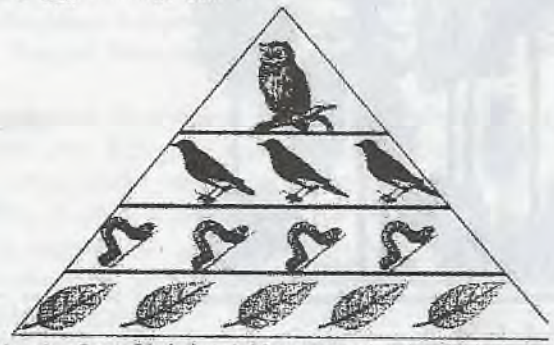
კონსუმენტები, რომლებიც პირველადი პროდუქციით იკვებებიან მის საფუძველზე ქმნიან თავის ბიომასას, რასაც **მეორადი პროდუქცია ქვია,** მისი წარმოქმნის ინტენსიობას კი მეორადი **პროდუქტიულობა.** ბიოცენოზის ბიოლოგიური პროდუქტიულობა არის მისი ბიომასის ნამატი დროის განსაზღვრულ მონაკვეთში.

კვებითი ჯაჭვის შემადგენელ რგოლებში ორგანული ნივთიერების რაოდენობის და ენერგიის შემცირება ნიშნავს იმას, რომ რაც უფრო მაღალია ტროფიკული დონე, მით უფრო მცირეა ცხოველთა რიცხვი, რადგან მათ საკმარისი ენერგიის მისაღებად უწევთ საკვების პროგრესულად გაზრდილი რაოდენობის გამოყენება. ეს მოვლენა **რიცხვთა პირამიდის სახელწოდებით არის ცნობილი.** იგი შესწავლილი იქნა ელტონის მიერ. რიცხვთა პირამიდა გამოხატავს ინდივიდთა რიცხვს კვებითი ჯაჭვის ყოველ დონეზე. პირამიდის ფუძეზე **პროდუცენტების** შესატყვისი მაჩვენებლები თავსდება, რომლის შემდეგ **ფიტოფაგების** მაჩვენებლებია (სურ. 5) შემდეგ II რიგის კონსუმენტები, პირამიდის წვერზე მტაცებლების მაჩვენებლები. გარდა რიცხვთა პირამიდისა, არსებობს **ბიომასის პირამიდა,** რომელიც გვიჩვენებს ორგანული ნივთიერების რაოდენობას (ბიომასას) ყოველ მომდევნო დონეზე.

ენერგიის პირამიდა გვიჩვენებს ენერგიის რაოდენობას საკვებში. ყოველ ბიოცენოზს სპეციფიკური სტრუქტურა აქვს, რომელსაც განსაზღვრავს კლიმატი, ედა-ქანი, ნიადაგი, ნიადაგური წყლები და სხვა ფაქტორები (სურ. 6).



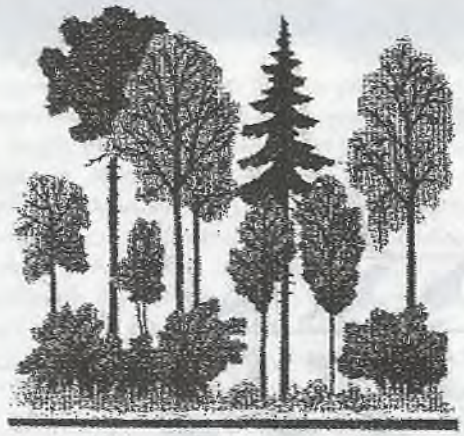
სურ. 5. კვებითი ჯაჭვები



სურ. 6. ელტონის რიცხვთა პირამიდა, ცეტკოვას და სხვ. (1999) მიხედვით

ბიოცენოზის ერთ-ერთ დამახასიათებელ თავისებურებას წარმოადგენს **იარუსიანობა,** - რომელიც ძირითადად ფიტოცენოზებში - მცენარეულ თანასაზოგადოებაში ვლინდება. განსხვავებულ ეკოლოგიურ პირობებს შეგუებული სხვადასხვაგვარი მცენარეები არათანაბრად იზრდებიან და მათი წვეროები სხვადასხვა დონეზე მდებარეობენ. ე.ი. იქმნება იარუსები. იარუსების წყობა და რაოდენობა განსხვავებულია. ტყეში ხშირად 2-დან 5-6 იარუსს თვლიან. მაგ. ფიჭვნარში ვხვდებით 5 იარუსს, ესენია: 1. ფიჭვი ირმის ხავსით (ორი სართული) 2. ფიჭვი პირველ იარუსში, მოცვი მეორე იარუსში, მწვანე ხავსი - III იარუსში (სამიარუსიანი) 3. ფიჭვი პირველ იარუსში; თხილი - II-ში; მოცვი - III იარუსში, მწვანე ხავსი - IV იარუსში. (ოთხიარუსიანი). 4. ფიჭვი პირველ იარუსში, თხილი - II-ში; მოცვი III; მაყვალი - IV-ში და მწვანე ხავსი მეხუთე იარუსში (ხუთიარუსიანი) (სურ. 7). მდელოს ფიტოცენოზში იარუსების რაოდენობა ნაკლებია.

ნებისმიერი იარუსის მცენარეები თავისებურ მიკროკლიმატს ქმნიან, რაც ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა შესაბამის განაწილებას წარმოქმნის. ყოველ იარუსი იკავებს გარკვეული სახის მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა პოპულაციები. როცა



სურ. 7 იარუსიანობის მაგალითი ტყეში, აკიმოვას და სხვ. (2001) მიხედვით

ფიტოცენოზი მდიდარია ფლორისტული (მცენარეების სახეობრივი) შემადგენლობით იარუსების რაოდენობა მატულობს. გარდა მიწისზედა იარუსიანობისა, არსებობს **მიწისქვეშა იარუსიანობაც.** სტეპში შეიძლება გავარჩიოთ სამი მიწისქვეშა იარუსი. ზედა, რომელშიაც განვითარებულია ერთწლიანი ბალახების ფესვები, ბოლქვები და სხვ. შუა - სადაც განვითარებულია ძირითადად მარცვლოვანი მცენარეების ფესვები და ღრმა, სადაც ორლებნიან მცენარეთა ფესვებია. ფიტოცენოზში იარუსიანობის არსებობის გამო შეიძლება ერთად არსებობდეს სხვადასხვა ეკოლოგიურ პირობებთან შეგუებული მცენარეები: ქსეროფიტები, მეზოფიტები, ჰიგროფიტები ან ჰალოფიტები. ე.ი. მიწისზედა და მიწისქვეშა იარუსიანობის შედეგად რომელიმე ტერიტორიაზე შეიძლება დასახლდეს მცენარეების უამრავი სახეობა და განლაგდნენ იარუსებად. ზოგჯერ არსებობს უკიდურესი ეკოლოგიური პირობები, რის გამოც შეიძლება მხოლოდ ერთ იარუსს ჰქონდეს ადგილი, მაგ. ლერწამი ან ლელქაში დაჭაობებულ ადგილებზე.

ყოველ იარუსში არის ერთი რომელიმე გაბატონებული სახეობა, რომელსაც **დომინანტი** ეწოდება. მაგ. ფიჭვნარში დომინანტია ფიჭვი: ნაძვნარში - ნაძვი, მუხნარში - მუხა და ა.შ.

დომინანტის ხარჯზე მცხოვრებ სახეობებს **პრედომინანტებს** უწოდებენ. მაგ. ნაძვნარში დომინანტია - ნაძვი, მასთან დაკავშირებული მწერები, ფრინველები, მღრღნელები და სხვ. - პრედომინანტები.

მდიდარი და რთული ბიოცენოზები მდგრადობით ხასიათდებიან უარყოფითი ცვლილების მიმართ, ვიდრე ერთფეროვანი ბიოცენოზები. რთული ბიოცენოზებიდან რომელიმე სახის ამოვარდნა თუ იგი დომინანტი სახეობა არ არის უარყოფით ცვლილებას არ იწვევს, რადგან მათ ადგილს კვებითი ბადის სხვა კომპონენტები იკავებს.

ბიოცენოზის მნიშვნელოვანი თავისებურებაა დღე-ღამური და სეზონური ანუ წლიური ცვალებადობა. დღე-ღამური დინამიკა ბევრად არის დამოკიდებული სინათლის ინტენსივობაზე, ტემპერატურაზე, ჰაერის ტენიანობაზე, ქარის მიმართულებასა და სისწრაფეზე. დღე-ღამის განმავლობაში ბიოცენოზში მკვეთრად იცვლება ძირითადი კომპონენტების: მცენარეებისა და ცხოველების სასიცოცხლო ფუნქციები. მაგ. მცენარეებში იცვლება ფოტოსინთეზის ინტენსივობა, ტრანსპირაცია, ბაგეების გახსნის ხარისხი,

მინერალური კვება, აქროლადი ნივთიერებების გამოყოფა, ყვავილობის რითმი და სხვ. ფიტოცენოზების სეზონური დინამიკა გამოწვეულია წლის განმავლობაში მცენარეთა და ცხოველთა საარსებო პირობების ცვალებადობით. თითოეული ბიოცენოზისათვის ტიპიური სეზონური ცვალებადობაა დამახასიათებელი. მის სეზონურ ცვალებადობაზე გავლენას ახდენს კლიმატი, ჰიდროლოგიური რეჟიმი, ადამიანის ზემოქმედება და სხვ. ტროპიკულ ქვეყნებში – სეზონური ცვალებადობა თითქმის არაა გამოხატული, მაშინ, როდესაც ზომიერი სარტყლის პირობებში არჩევენ ორ პერიოდს: სავეგეტაციოს და არასავეგეტაციოს (სვენების პერიოდი). სხვადასხვა კლიმატურ ზონაში ეს პერიოდები სხვადასხვა ხანგრძლივობისაა, რომელიც დამოკიდებულია ტემპერატურაზე, ტენიანობასა და სხვა პირობებზე.

ბიოცენოზების ცვალებადობას, რომელიც გამოწვეულია სხვადასხვა წლების მეტეოროლოგიური და ჰიდროლოგიური რეჟიმის არაერთნაირი პირობებით და ცოცხალი ორგანიზმების სასიცოცხლო ციკლის თავისებურებებით, **ფლუქტუაციები** ეწოდება.

ბიოცენოზი დინამიური სისტემაა, რომელიც მის დღე-ღამურ და სეზონურ ცვლაში გამოიხატება, მაგრამ ეს ცვლილებები ბიოცენოზის რღვევას არ იწვევს, თუმცა მოქმედებს ისეთი ფაქტორებიც, რომელთა გაელენითაც ერთი თანასაზოგადოება იცვლება მეორეთი. ამ დროს ვითარდება მოცემულ პირობებთან უფრო შეგუებული ცენოზი. ბიოცენოზების თანმიმდევრულ თვისებრივ ცვლილებას **ეკოლოგიური სუქცესია** ქვია. საბოლოოდ ამ ცვლილებათა შედეგად ყალიბდება თანასაზოგადოების ახალი ტიპი, **რომელსაც კლიმაქსური** ეწოდება.

განასხვავებენ პირველად და მეორად სუქცესიებს. თუ სუქცესია შედარებით ცარიელ ადგილზე ვითარდება – პირველადია. მისი არსებობის ხანგრძლივობა საკმაოდ დიდია ასეული წლებიც კი.

თუ სუქცესია ხორციელდება ისეთ ადგილზე, რომელიც წინათ სხვა ბიოცენოზს ეკავა – მას **მეორადი სუქცესია** ეწოდება და განვითარება ხანმოკლე პერიოდის განმავლობაში მიმდინარეობს. თანამედროვე პირობებში მეორადი სუქცესია ხშირი მოვლენაა. ისინი აღინიშნება ხანძრების, ჭაობების დაშრობის, სტეპების ათვისების შედეგად.

გამოყოფენ სუქცესიის რამდენიმე ტიპს: **1. აუტოგენური** – ამა თუ იმ ტერიტორიაზე დასახლებისას მცენარეები და ცხოველები

მათ გარშემო არსებულ გარემოს ცვლიან, მაგრამ ამ გარემოს შეცვლით შეიძლება ისინი აღმოჩნდნენ არახელსაყრელ პირობებში – რადგანაც ერთი ცენოზი იცვლება მეორეთი.

2. **ალოგენური სუქცესიები** – გარემოს გარეგანი ძალები (მაგ.: გრიგალი, ხანძარი) თუ რეგულარულად მოქმედებენ ბიოცენოზს ცვლიან. ალოგენური სუქცესიები ვითარდება როგორც ბუნებრივი, ისე ანთროპოგენური ფაქტორების ზემოქმედებით.

3. **ტექნოგენურ სუქცესიებს** იწვევს საწვავის წვისას გამოყოფილი ტოქსიკური ნივთიერებები.

4. **ზოოგენური სუქცესიები** – ცენოზებზე ცხოველების ზემოქმედება. ამ დროს ერთი ბიოცენოზის შეცვლა მეორეთი არ ხდება. ეს ცვლილება უფრო ფლუქტუაციურ ხასიათს ატარებს, ვიდრე სუქცესიის.

5. **კლიმატოგენური სუქცესიები** – რაც გამოწვეულია კლიმატის ცვლილების შედეგად რომელსაც მრავალჯერ ჰქონდა ადგილი წარსულ გეოლოგიურ ეპოქებში.

6. **ედაფური ანუ ნიადაგური** პირობების შეცვლა გავლენას ახდენს ბიოცენოზების ცვლაზე. ეს პროცესი შეიძლება მოხდეს როგორც ხანგრძლივი დროის, ისე მცირე დროის განმავლობაში, როგორც დიდ ისე მცირე ტერიტორიებზე. ამ ცვლის მიზეზი შეიძლება იყოს ჰიდროლოგიური რეჟიმი ან მთათა წარმოქმნა, მდინარის კალაპოტის გადაადგილება და სხვ.

ბიოცენოზში მცენარეებს შორის და მცენარეებსა და ცხოველებს შორის არსებობს თავისებური დამოკიდებულება, რომელიც განსხვავდება სინუზიისაგან (მცენარეთა ეკოლოგიური გაერთიანება. ხ. ჰამსი) ასეთ დამოკიდებულებას **კონსორციას უწოდებენ**. იგი არის დამოუკიდებლად არსებული მცენარის და ყველა მასთან დაკავშირებული მცენარეული თუ ცხოველური ორგანიზმების გაერთიანება. მაგ. ერთ რომელიმე დომინანტ მცენარესთან დაკავშირებულია პარაზიტები, საპროფიტები, მავნებლები, მტვრისა და თესლების გადამტანები და სხვ. კონსორციაში დომინანტ მცენარეს (მაგ. მუხას, ფიჭვს და სხვ.) **კონსორციის ბირთვს ანუ ცენტრს უწოდებენ.**

ბიოსფერო

ბიოსფერო („ბიოს“ – სიცოცხლე, „სფერო“ – გარსი) ეწოდება პლანეტის ნაწილს, რომელშიც წარმოდგენილია ცოცხალი ორგანიზმები. ან კიდევ იგი ასე შეიძლება განიმარტოს – **ბიოსფერო** არის დედამიწის გარსი (ოკეანეებისა და ატმოსფეროს ჩათვლით), რომელიც დასახლებულია ცოცხალი არსებებით. ყველა ცოცხალი ორგანიზმის ერთობლიობა შეადგენს პლანეტის ცოცხალ ნივთიერებას ანუ **ბიომასას**. ტერმინი ბიოსფერო პირველად გამოიყენა **ლამარკმა** (1809) ხოლო შემდეგ მეცნიერებში შემოიტანა ავსტრიელმა გეოლოგმა ე. ზიუსმა (1875). მოძღვრება ბიოსფეროს შესახებ შექმნა აკადემიკოსმა **ვ. ვერნადსკიმ**.

ბიოსფერო ევოლუციის პროცესში წარმოიქმნა. დასახლებულია ცოცხალი ორგანიზმებით. სწორედ დედამიწის ამ გარსს უწოდებენ **ბიოსფეროს**. გარდა ბიოსფეროსა, იყენებენ ტერმინ **ეკოსფეროს** და **ტექნოსფეროს**. **ეკოსფერო** – ესაა პლანეტის **ეკოსისტემების** ერთობლიობა; ტექნოსფერო – ადამიანის მიერ შექმნილი ტექნიკური ობიექტების ერთობლიობაა.

პლანეტა დედამიწაზე არჩევენ რამდენიმე გეოსფეროს: **ლითოსფერო** (ბერძ. „ლითოს – ქვა) დედამიწის გარე მყარი გარსია. მასში არის ორი შრე: ზედა შრე შედგება ქანებისა და გრანიტისაგან და ქვედა ბაზალტისაგან. შრეები არათანაბრადაა განლაგებული. გრანიტი ალაგ-ალაგ მიწის ზედაპირზე გამოდის.

ჰიდროსფერო – ყველა ოკეანე, ზღვა, ტბა, მდინარე, მათი ერთობლიობა ქმნის მსოფლიო ოკეანეს, რომელსაც დედამიწის ზედაპირის 70,8% უჭირავს. მისი საშუალო სიღრმე 3,8 კმ-ია, ცალკეულ ღრმულებში 11კმ-ია.

ატმოსფერო – გაზობრივი გარსია, იგი შედგება სხვადასხვაგვარი გაზების წყლის ორთქლისა და მტვრისაგან. იგი შედგება შემდეგი ფენებისაგან: ტროპოსფერო, სტრატოსფერო, მეზოსფერო, თერმოსფერო, ეგზოსფერო.

ტროპოსფერო – დედამიწის მიმდებარე ჰაერის ფენაა, სადაც ძირითადად წარმოდგენილია სიცოცხლე. ტროპოსფერო შეიცავს მთელი ატმოსფეროს ჰაერის 80%-ს და ატმოსფეროს ტენის მთელ მარაგს. აქ ტემპერატურა ყოველ 100მ-ის სიმაღლეზე 1°-ით მცირდება, რის გამოც ტროპოსფეროს ზედა საზღვარზე ტემპერატურა

შეიძლება -70°C-მდე დაეცეს. ტროპოსფეროში ხდება სითბოსა და ტენის ცვლა ნიადაგის ზედაპირსა და ატმოსფეროს შორის, ასევე ღრუბლებისა და ნალექების წარმოქმნა, ჭექა-ქუხილი, გრიგალი, გვალვები, ჰაერის მასების ჰორიზონტალური და ვერტიკალური გადაადგილება. ტროპოსფერო ვრცელდება საშუალოდ 8-10 კმ სიმაღლეზე, ტროპიკულ სარტყელში 16-18კმ-მდე, ხოლო პოლუსზე 7-8 კმ-ზე.

სტრატოსფერო – მომდევნო ფენაა და ვრცელდება 55-100კმ სიმაღლეზე. სტრატოსფეროს ქვედა ფენებში ტემპერატურა თითქმის უცვლელია, ხოლო 55კმ-ის ზემოთ იწყებს მატებას და შესაძლებელია 0-მდე ავიდეს. ეს ფენა თითქმის არ შეიცავს წყლის ორთქლს, ამიტომ აქ არ ხდება ნალექების ფორმირება. სტრატოსფეროს 30-50კმ სიმაღლეზე არის „ოზონის ფენა“, რომელსაც უნარი აქვს შთანთქოს კოსმოსიდან მოკლეტალღიანი ულტრაიისფერი სხივები, რითაც იცავს დედამიწაზე არსებულ ცოცხალ ორგანიზმებს მათი გამანადგურებელი მოქმედებისაგან.

მეზოსფერო მდებარეობს სტრატოსფეროს ზემოთ, ვრცელდება 80კმ. სიმაღლემდე. სიმაღლის მატებასთან ერთად ტემპერატურა ეცემა და მის ზედა საზღვარზე შეიძლება - 70°-80°-მდე იყოს.

თერმოსფერო – მეზოსფეროს ზემოთაა 800კმ სიმაღლეზე და ხასიათდება ტემპერატურის მაღალი მაჩვენებლით, სადაც მან შეიძლება მიაღწიოს 2000°C-მდე. ამ ფენაში ადგილი აქვს პოლარულ ნათებას და მეტეორიტების წვას.

ეგზოსფერო – მდებარეობს თერმოსფეროს ზემოთ 2-3 ათას კმ. სიმაღლემდე. იგი ატმოსფეროს უკიდურესი ზედა ზღვარია და თანდათან გადადის კოსმოსურ სივრცეში.

ატმოსფეროს ფენები ერთმანეთისაგან გამოყოფილია „პაუზებით“ მაგ.: ტროპოსფეროსა და სტრატოსფეროს შორის მდებარეობს ტროპოპაუზა, მეზოსფეროსა და თერმოსფეროს შორის მეზოპაუზა და ა.შ.

დედამიწის სფეროებს შორის განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს **ბიოსფეროს**, რომელიც მოიცავს დედამიწის ზედაპირს - ლითოსფეროს ზედა ნაწილს, მთელ ჰიდროსფეროს, ტროპოსფეროსა და სტრატოსფეროს ქვედა ნაწილს. ბიოსფეროს სიცოცხლის ზედა ზღვარს განსაზღვრავს ულტრაიისფერი სხივების ინტენსიური მოქმედება, ქვედას კი დედამიწის წიაღის მაღალი ტემპერატურა (100°-ის ზევით) ბიოსფეროს უკიდურეს წერტილებს აღწევს მხოლოდ უდაბლესი ორგანიზმები (ბაქტერიები). ბაქტერიები და სოკოს სპორები აღწევენ 20კმ-ს სიმაღლეზე, ხოლო ანაერობული ბაქ-

ტერიები ნაპოვნია დედამიწის ქერქის უკანგბადო არეში 3კმ სიღრმეზე (ნავთობის საბადოებში). დედამიწის ზედაპირიდან 6კმ-ზე არსებობა შეუძლია ქლოროფილის შემცველ მცენარეებს, მაგრამ უფრო ზემოთ გვხვდება ზოგიერთი ფეხსახსრიანი, რომლებიც ქარის მიერ მოტანილი მცენარეული მტვრით, სპორებით, მიკროორგანიზმებით იკვებება. კიდევ უფრო ზემოთ ცოცხალი ორგანიზმები შეიძლება შემთხვევით აღმოჩნდნენ (ქარის და სხვ. საშუალებით) (სურ. 8).

ბიოსფეროში სიცოცხლის განაწილება ხმელეთზე და ოკეანურ წყლებში განსხვავებულია. კონტინენტზე ჭარბობს მცენარეები ცხოველებს, ოკეანეში კი პირიქით.

ბიოსფეროს არსებობისა და განვითარების აუცილებელი პირობაა ნივთიერებათა მუდმივი მიმოქცევა ცოცხალ და არაცოცხალ ელემენტებს შორის. ამ პროცესში ენერგიის წყაროა მზე. მზის ენერგია უზრუნველყოფს ორ წრებრუნვას დიდს ანუ გეოლოგიურს და მცირეს, ანუ ბიოლოგიურს. ბიოლოგიური ბრუნვის პროცესში მცენარეები ნივთიერებებს შთანთქავენ ნიადაგიდან და ჰაერიდან, გარდაქმნიან მათ სხვა მინერალურ, განსაკუთრებით კი ორგანულ ნივთიერებებად. ორგანიზმების სიკვდილის შემდეგ, მასში შემავალი ნივთიერებები იხრწნება, იცვლება და უბრუნდება ნიადაგს, წყალს და ჰაერს. ბიოლოგიური ბრუნვისას ნივთიერებების შემოსავალი და გასავალი არაა თანაბარი რაოდენობით. ეს იმით აიხსნება, რომ ნივთიერებების ნაწილი გადადის ოკეანეში, ილექება ფსკერზე და დიდი ხნით ეთიშება ბრუნვას, თუმც ოკეანის სანაპირო ხაზის ცვლილების შედეგად ეს ნივთიერებები შეიძლება ისევ დაუბრუნდეს ხმელეთს და ხელახლა მიიღოს მონაწილეობა ქიმიურ პროცესებში. ნივთიერებების მცირე წრებრუნვები წარმოებს დიდი (გეოლოგიური) ბრუნვის ფონზე და შედარებით მცირე ტერიტორია უჭირავს, მაშინ როდესაც დიდი (გეოლოგიური) ბრუნვა ვრცელდება მთელ ბიოსფეროში.

ბიოსფეროში მიმდინარეობს სხვადასხვა ქიმიური ელემენტის ბრუნვა, რომელიც მიმდინარეობს ცოცხალ ორგანიზმებსა და არაცოცხალ გარემოს შორის. ელემენტების ასეთ მიმოქცევას ბიოგეოქიმიური ცვლილებები ეწოდება. ბიოსფეროში მიმდინარე ძირითადი ციკლებია: ნახშირბადის, ჟანგბადის, წყლის, აზოტის, ფოსფორის, გოგირდის და სხვ.

დედამიწაზე ორგანულმა სამყარომ ევოლუციის რამოდენიმე ეტაპი განვლო, რომელთაგან უმნიშვნელოვანესი ეტაპი იყო აბიო-

ტურ წრებრუნვაში ბიოტური წრებრუნვის გაჩენა და ბიოსფეროს წარმოქმნა. ამის შემდეგ მოხდა მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების ფორმირება და ამასთან სიცოცხლის გართულება. მომდევნო ეტაპზე უმნიშვნელოვანესი პროცესი იყო ადამიანის წარმოშობა, რომლის მონაწილეობით ხორციელდება ბიოსფეროს შემდგომი ევოლუცია. ადამიანის ჩამოყალიბების პირველ ეტაპზე მისი გავლენა ბიოსფეროზე უმნიშვნელო იყო, მაგრამ თანამედროვე ეპოქაში მისი როლი მნიშვნელოვნად გაიზარდა. დედამიწის გარსში შეიქმნა ახალი პერიოდი - ანთროპოგენური პერიოდი. ამ პერიოდს დ. დანმა „ცეფალიზაციის პერიოდი“, ხოლო ლეკორტმა „ფსიქოზოური ერა“ უწოდა. მრავალი მკვლევარი მიზანშეწონილად თელის ბიოსფეროში გამოიყოს ნოოსფერო - „შეგნების“ სფერო - ადამიანი ძირფესვიანად ცვლის ბიოსფეროში ქიმიური ელემენტების მიგრაციის პროცესს. ნოოსფეროში ადამიანი და ბუნება ურთიერთმოქმედებენ. ადამიანს შეუძლია გარდაქმნას ბუნება, ბუნების ძირითადი კანონზომიერების დაურღვევლად, გამოიყენოს იგი თავის სასარგებლოდ, კაცობრიობის სასარგებლოდ. თანამედროვე მეცნიერულ-ტექნიკური რევოლუციის პირობებში ადამიანი ფართოდ იყენებს მეცნიერების უკანასკნელ მიღწევებს, იმისათვის, რომ ბუნებრივი რესურსები რაციონალურად იქ-



სურ. 8. ბიოსფერო

ნეს გამოყენებული. ადამიანს გამოყავს მცენარეების და ცხოველების ახალი ჯიშები, ამრავლებს მათ, გაჰყავს არხები, ცვლის გარემოს და ქმნის კულტურულ ლანდშაფტებს.

მიუხედავად ამისა, თანამედროვე მეცნიერულ-ტექნიკური რევოლუცია საწინააღმდეგოდ მოქმედებს ბიოსფეროზე ზიანს აყენებს გარემოს, ბინძურდება ჰიდროსფერო, ატმოსფერული ჰაერი, ნიადაგები, რაც გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე, სიცოცხლის ხანგრძლივობაზე და სხვ. თუმცა გლობალური ეკოლოგიური კრიზისი ანუ ადამიანის და სხვა ორგანიზმების საარსებო პირობების რღვევა ჯერჯერობით არ შეიმჩნევა. თუმცა არის საფუძველი ვილაპარაკოთ გარემოს ანომალურ მდგომარეობაზე, რომელიც შეიძლება გადაიზარდოს კრიზისულში, თუ სათანადო ზომები არ იქნება მიღებული.

ბიოსფეროს სტრუქტურა

ბიოსფეროს სტრუქტურულ ერთეულს წარმოადგენს ეკოსისტემა, ანუ მოცემულ ტერიტორიაზე არსებული მცენარეთა, ცხოველთა, და მიკროორგანიზმთა და არაცოცხალი ბუნების ერთობლიობა. ეკოსისტემების განაწილების შესწავლა ხდება ბიომების დონეზე, რომელიც წარმოადგენს მსხვილი სისტემური გეოგრაფიული დანაყოფს ბუნებრივ-კლიმატურ ზონაში.

ბიომები არის ხმელეთის, ზღვისა და მტკნარი წყლის. ხმელეთის ბიომების თვისებებს განსაზღვრავს რეგიონის ჰავა და მცენარეული საფარი. ზღვის და მტკნარი წყლის ბიომების თავისებურებას ფსკერის სიღრმე, მარილიანობა და წყლის დონე განსაზღვრავს. ხმელეთის ბიომები ორი ტიპისაა: ღია, რომელსაც მიეკუთვნება ტუნდრა, უდაბნო, სტეპი, სავანა და ჩაკეტილი – ტყე (რომელთა შორის არჩევენ ზომიერი სარტყლის ტყეებს, მარადმწვანე ტროპიკულ ტყეებს და სხვ).

ზღვის ბიომებში არჩევენ ბენთოსს, რომელიც ფსკერული ორგანიზმებითაა დასახლებული; ბენთოსური ორგანიზმები ძირითადად გვხვდება ოკეანის ფსკერზე. არჩევენ ბენთოსის შემდეგ ფორმებს: მცურავს, მოხეტიალეს, თავისუფლად მდებარეს, ჩაკლულს, მიმაგრებულს ან მჯდომარე ფორმებს, პლანქტონს, რომელიც წარმოდგენილია წყალში პასიურად შეწონილი ორ-

განიზმებით, რომლებიც ზედაპირულ წყალში ტიტივებენ და მათი გადატანა ხდება პასიურად. თუმცა ზოოპლანქტონის წარმომადგენლებს შეუძლიათ დამოუკიდებელი ცურვა; **ნექტონით**, რომელიც წყლის სიღრმეში მცურავ სახეობებს წარმოადგენს. მათ შეუძლიათ დამოუკიდებელი მოძრაობა და არ არიან დამოკიდებული ზღვის დინებებზე (თევზები, ზღვის ძუძუმწოვრები). პლანქტონისა და ნექტონის გაერთიანებას **პელაგური ორგანიზმები** ორგანიზმები ეწოდება.

ნეისტონი ისეთი ორგანიზმებია, რომლებიც არსებობენ წყლის ზედაპირსა და ჰაერის კონტაქტის პირობებში. მათ მიეკუთვნება მწერები და ერთუჯრედიანი ცხოველები. ისინი უმეტესად მტკნარწყლიან წყალსატევებში არიან გავრცელებული.

კონტინენტის სიახლოვეს განლაგებულ ზონას, რომლის სიღრმე 200მ-ს არ აღემატება **კონტინენტური პლატო** ეწოდება. იგი თხელი წყლითაა დაფარული, რომელსაც **ნერიტული პროვინცია** ეწოდება. ოკეანის დიდი ნაწილი გაცილებით უფრო ღრმაა 2-6 ათასი მ, შედარებით სწორია და მას **აბისალურ ვაკეს** უწოდებენ, რომელშიც არის ღრმულები 6-11 ათასი სიღრმის, მათ ერთობლიობას ინფრააბილასურ ზონას ქმნის.

ოკეანის დანარჩენ ნაწილი **ოკეანურ პროვინციას** უჭირავს, რომლის პროდუქტიულობა დაბალია.

მტკნარი წყლის ბიომები სახეობრივი შემადგენლობით ღარიბია ვიდრე ზღვის. აქ არ გვხვდება კანეკლიანები, ხოლო ღრუბელების ზოგიერთი სახეობაა წარმოდგენილი. აღნიშნულ ბიომებში მრავლადაა წარმოდგენილი მწერები, რომლებიც ქმნიან ჰიდრობიონტების ჯგუფს – ნეისტონს.

მტკნარი წყლის ბიომში არჩევენ დამდგარი წყლებისა და მდინარეების ბიომებს, ისინი ერთმანეთისგან განსხვავდებიან ტემპერატურული რეჟიმით, წყლის ქიმიური შემადგენლობით, მცენარეთა და ცხოველთა სახეობებით, კვებითი ჯაჭვების ხასიათით და სხვ.

საქართველოში გავრცელებული ბიომებია (ნახუცრიშვილის მიხედვით) უდაბნოს, ნახევარუდაბნოს, სტეპის, მთის, მდელო-სტეპის, ტყის, სუბალპური სარტყლის, ალპური სარტყლის, ნივალური და სუბნივალური ბიომები და სხვ.

ანთროპოგენური ფაქტორი

XX საუკუნის 50-იანი წლებიდან მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის შედეგად მკვეთრად იგრძნობა ადამიანის ზემოქმედება გარემომცველ ბუნებაზე, მის ცოცხალ და არაცოცხალ კომპონენტებზე.

ადამიანისა და გარემოს ურთიერთობა რთული და წინააღმდეგობრივია. იგი ადამიანის ევოლუციის შესაბამისად მუდმივად იცვლებოდა. ამ პროცესში გარკვეულ როლს ასრულებდა გამოყენებული ენერგიის სახე.

ტექნოგენეზი საზოგადოების განვითარების თანმხლები პროცესია, ეკოლოგიური თვალსაზრისით იგი არის ტექნიკის განვითარების თანმიმდევრული ეტაპები, რომლის შედეგები ხელს უშლის ბიოსფეროს ნორმალურ ფუნქციონირებას. ტექნოგენეზმა საფუძველი ჩაუყარა ტექნოსფეროს ჩამოყალიბებას, რომელიც ბიოსფეროს ნაწილია, იგი სახეშეცვლილია ადამიანის სამეურნეო საქმიანობით. ტექნოსფერო შეიჭრა ბიოსფეროს სხვადასხვა ფენებში; კოსმოსში, ლითოსფეროს სიღრმეში, ოკეანის ფსკერზე: ტექნოსფეროს საერთო მასა 10–20 ათას გიგა (გიგა=10^9) ტონას შეადგენს. იგი მთელი ბიოსფეროს ცოცხალ მასას აღემატება. მას მიეკუთვნება: წიაღისეულის მოპოვების შემდეგ დარჩენილი ნარჩენები, გადაადგილებული გრუნტი, საწარმოო ობიექტები, სამრეწველო ნარჩენები, მიტოვებული ნაგებობები, ნანგრევები და სხვ. მრავალი. ტექნოსფეროს შემადგენელი ელემენტებიდან გარემოს დაბინძურების თვალსაზრისით განსაკუთრებული მნიშვნელობა საწარმოო ნარჩენებს აქვთ, რომელსაც უზარმაზარი ტერიტორია უჭირავს.

ბიოსფეროზე ანთროპოგენული შემოქმედების ძალას აძლიერებს მოსახლეობის მკვეთრი ზრდაც. მოსახლეობის რიცხოვნობა, ენერგეტიკული რესურსების ხარჯვა და გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედება ერთმანეთთანაა დაკავშირებული და სამივე სიდიდეს ექსპონენციალური (გეომეტრიული პროგრესიით უსასრულოდ ზრდადი) ზრდა ახასიათებს.

მართლაც, ბოლო საუკუნის მანძილზე პლანეტის მოსახლეობა დაახლოებით 3,5-ჯერ გაიზარდა, რესურსების ხარჯვა კი – თითქმის 32-ჯერ. განვითარებულ ქვეყნებზე ეს მაჩვენებელი 1 სულ მოსახლეზე დაახლოებით 10-ჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე განვითარებად ქვეყნებში. თუ განვითარებული ქვეყნები ენერგიის მოხმარების მხრივ ინდუსტრიულ ქვეყნებს გაუტოლდება, ენერგიის ხარჯვა 5-ჯერ გაიზრდება, პლანეტის ეკოსისტემას აშკარად გაუჭირდება ასეთი დატვირთვის ატანა.

ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა იწვევს გარემოს ანთროპოგენურ დაბინძურებას, რის შედეგადაც ბიანდება ბიოსფეროს ცოცხალი ელემენტები – მცენარეები, ცხოველები, მიკროორგანიზმები. სუსტდება ბიოსინთეზების თვითრეგულაციის უნარი, რაც საბოლოოდ მის დეგრადირებას უწყობს ხელს. გარემოს დაბინძურების წყაროებია სამრეწველო და თბოენერგეტიკული კომპლექსები, საყოფაცხოვრებო, სამშენებლო, სასოფლო-სამეურნეო ობიექტები, ტრანსპორტი, ადამიანის მიერ ეკოსისტემებში შეტანილი ქიმიური ნივთიერებები და სხვ. ყველა შემთხვევაში ბინძურდება ბიოსფეროს სტრუქტურული ერთეული – ეკოსისტემა. გარემოს გაბინძურება ყოველთვის ერთბაშად არ იჩენს თავს. ნახტომისებურ მოვლენებს ხშირად ფარული პროცესები ცვლის. ტოქსიკური ნივთიერებების ნაწილი ქიმიური აქტივობით გამოირჩევა, მრავალ მათგანს ორგანიზმთა ქსოვილებში აკუმულაციის უნარი გააჩნია, რაც უარყოფით შედეგებს გარკვეული ხნის შემდეგ გამოიღებს, ამიტომ თანამედროვე პირობებში დიდი ყურადღება ექცევა დედამიწის გარსების (ატმოსფერო, ჰიდროსფერო, ლითოსფერო, ბიოსფერო) დაცვას დაბინძურებისაგან.

დაბინძურებას ხელს უწყობს სწრაფი ურბანიზაციაც (მოსახლეობის თავმოყრა ქალაქებში) ბიოსფეროს აბინძურებს საყოფაცხოვრებო და ჩამდინარე წყლები, ატმოსფერული მტვერი, გოგირდოვანი აირი, ნახშირბადის ოქსიდები, ფაბრიკა-ქარხნების მიერ გამოყოფილი სხვადასხვა აირები. გარემოს მნიშვნელოვნად აბინძურებს ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი. თითოეული ავტომობილი გარემოში ყოველწლიურად 1კგ ტყვიას გამოყოფს. მნიშვნელოვან დამაბინძურებელ ფაქტორს წარმოადგენს სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული შხამ-ქიმიკატები. განსაკუთრებით საშიშია რადიაქტიული გამოსხივება, რადიონუკლიდებით.

ტექნოგენურმა პროგრესმა გამოიწვია სასმელი წყლის მარაგის შემცირება. ოკეანეების, მდინარეების და ტბების დაბინძურებამ გლობალური ხასიათი მიიღო. საყოფაცხოვრებო ნარჩენები (გამრეცხი საშუალებები, სინთეზირებული ნივთიერებები და

სხვ.) წარმოების ნარჩენები, შხამქიმიკატები აბინძურებს მდინარეებს, რომელთა საშუალებით ისინი ხვდება ზღვებსა და ოკეანეებში. ჰიდროსფეროს მნიშვნელოვნად აბინძურებს ნავთობპროდუქტები, რომლებიც ხვდებიან წყალში ტანკერების ავარიების, ნავთობის ჭაბურღილების არსებობით, ასევე ბალასტური წყლების ჩაღვრით და სხვ. ყოველწლიურად მსოფლიო ოკეანეში სხვადასხვა მიზეზით 5 მილიონი ტ. ნავთობი და ნავთობპროდუქტი იღვრება, რაც უარყოფის გავლენას ახდენს იქ არსებულ ცოცხალ ორგანიზმებზე. დედამიწაზე ქანგბადის წყაროა ფოტოსინთეზი. საწარმო პროცესები, ტრანსპორტი და სხვ. დიდი რაოდენობით ყოველწლიურად $2 \cdot 10^{10}$ ტ შთანთქავენ ამ გაზს და გამოყოფენ მავნე აირებს. ჰაერის დაბინძურება 2-ჯერ ამცირებს ფოტოსინთეზის ინტენსივობას ინდუსტრიულ რაიონებში. ჰაერის დაბინძურება ინსენსიურად იწვევს ინფრაწითელი სხივების გადამეტებულ შთანთქმას, რაც დედამიწაზე იწვევს ტემპერატურის გლობალურ მატებას. იგი თავის მხრივ „თბურ დათბობის" ერთ-ერთ აუცილებელ პირობას წარმოადგენს, რაც უარყოფით გავლენას მოახდენს ბიოსფეროზე. ფოტოქიმიური პროცესების შედეგად ჰაერში იზრდება ოზონის შემცველობა, რომელიც ზოგჯერ 10-11-ჯერ აღემატება დასაშვებ ნორმებს. ოზონი მავნე ზემოქმედებას ახდენს მცენარეებზე, ცხოველებზე და ადამიანის ჯანმრთელობაზე. სტრატოსფეროში შეინიშნება საწინააღმდეგო მოვლენები რიგი აირების (ქლორფტორნახშირწყალბადები) მოქმედების შედეგად სტრატოსფერული ოზონის შრე თხელდება. ზოგიერთი რეგიონის (ანტარქტიდის) თავზე წარმოიქმნება „ოზონის ხვრელი". ოზონის ეკრანის დაზიანება უარყოფით გავლენას მოახდენს მთელ ბიოსფეროზე. გლობალური ეკოლოგიური მდგომარეობა თანამედროვე პირობებში შემაშფოთებელია. ბიოსფეროს დაცვა გაბინძურებისაგან საკმაოდ რთულ ამოცანას წარმოადგენს, თუმცა პოტენციურად ამის შესაძლებლობანი არსებობს, რომელთა განხორციელებას შეუძლია დადებითად შეცვალოს გარემოს არსებული მდგომარეობა მთელ ბიოსფეროში.

გარემოს პრობლემებისა და განვითარების საერთაშორისო კომისიის დასკვნით ბიოსფეროს დეგრადაციის მთავარი მიზეზი მასობრივი სიღატაკეა, რომელიც ამუხრუჭებს საზოგადოების განვითარებას და გარემოს უარყოფით ცვლილებას უწყობს ხელს.

სიღატაკე აიძულებს საზოგადოებას გამოიყენოს, ის რაც ახლოა მისაწვდომი და მოსაპოვებელია, იგი ნაკლებად ფიქრობს ხვალინდელ დღესა და მომავალზე.

საარსებო საშუალებების მოპოვებისა და სიღარიბის დაძლევისათვის ხშირად საჭირო ხდება ბარბაროსული მეთოდების გამოყენება, რაც ზოგჯერ ბუნებაში შეუქცევად პროცესებს განაპირობებს და ბიოსფეროსათვის მძიმე ტვირთს წარმოადგენს. ამიტომ 1987 წ. გაეროს გენერალურმა ასამბლეამ მიიღო ე.წ. მდგრადი განვითარების კონცეფცია. **მდგრადი განვითარება არის ეკონომიკური და სოციალური განვითარების გზა, რომელიც დაფუძნებული იქნება გარემოს სტაბილურ მდგომარეობაზე.** ეს გზა უნდა პასუხობდეს თანამედროვე საზოგადოების მოთხოვნებს და ამავე დროს მომავალი თაობების განვითარების პერსპექტივებსაც ითვალისწინებდეს.

მეცნიერებას შეუძლია გააშუქოს პრობლემები, მაგრამ მათი გადაწყვეტა ადამიანებს შეუძლიათ, მათი არჩევანი შეიძლება სხვადასხვაგვარი იყოს, მაგრამ დედამიწა ერთია, რომელზედაც ყველანი ვცხოვრობთ, ამიტომ ამ გლობალური პრობლემის გადაწყვეტა ერთიანი სურვილით უნდა მოხდეს, რადგანაც ყველა ჩვენგანი ერთიანად ვაგებთ პასუხს პლანეტის მდგომარეობაზე და მის უარყოფით ცვლილებებზე.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რას ეწოდება ბიოცენოზი? ბიოტოპი?
2. რას ეწოდება ეკოსისტემა?
3. როგორია ბიოცენოზის სტრუქტურა?
4. რას წარმოადგენს კვებითი ჯაჭვები?
5. რას წარმოადგენენ პროდუცენტები?
6. რას წარმოადგენენ კონსუმენტები?
7. რას წარმოადგენენ რედუცენტები?
8. რას ეწოდება პირველადი პროდუქტიულობა?
9. რას ეწოდება მეორადი პროდუქტიულობა?
10. რას ეწოდება ეკოლოგიური, რიცხვთა და ბიომასის პირამიდა?
11. რა არის იარუსიანობა და რით არის გამოწვეული?
12. რას ეწოდება ბიოცენოზის დომინანტური და პრედომინანტური სახეები?

13.რას ეწოდება ფლუქტუაციები და რით არის განპირობებული იგი?
14.რას ეწოდება სუქცესიები? რა ტიპის სუქცესიები არსებობს?
15.რას ეწოდება კლიმაქსური თანასაზოგადოება?
16.რა განსხვავებაა პირველად და მეორად სუქცესიას შორის?
17.რა არის ბიოსფერო? ვინ შემოიტანა ეს ტერმინი? ვინ შექმნა მოძღვრება ბიოსფეროს შესახებ.
18.რა სახის გეოსფეროებს არჩევენ დედამიწაზე?
19.რომელი სფეროები შედის ბიოსფეროს შემადგენლობაში?
20.რას ეწოდება ნივთიერებათა მცირე და დიდი ბრუნვა ბიოსფეროში?
21.რა არის ნოოსფერო?
22.როგორია ადამიანის გავლენა ბიოსფეროზე? მოიყვანეთ მისი ზემოქმედების დადებითი და უარყოფითი შედეგები.
23.რა არის ბიომი? რამდენი სახის ბიომი არსებობს?
24.რა არის ბენიოსი, პლანქტონი? ნექტონი?
25.როგორია ანთროპოგენური ფაქტორის გავლენა ბიოსფეროზე ამჟამად?
26.რა არის ტექნოსფერო? რამ გამოიწვია მისი ჩამოყალიბება?

ტესტები

1. ბიოცენოზი არის:
   ა. პოპულაციების ერთობლიობა;
   ბ. პოპულაციებს ერთობლიობა გარკვეულ სივრცეზე;
   გ. გარემოს არაცოცხალი კომპონენტების ერთობლიობა;
   დ. მცენარეთა ერთობლიობა გარკვეულ არეალში.
2. ეკოსისტემა არის:
   ა. ორგანიზმთა თანასაზოგადოება გარკვეულ ადგილსამყოფელში გარემოს არაცოცხალ კომპონენტებთან ერთად.
   ბ. მცენარეთა და ცხოველთა ერთობლიობა;
   გ. მცენარეთა პოპულაციების ერთობლიობა გარკვეულ ტერიტორიაზე;
   დ. ცხოველთა ერთობლიობა არაცოცხალ გარემოსთან ერთად.
3. რომელი ორგანიზმებია ბიოცენოზის საფუძველი?
   ა. მცენარეები, ცხოველები;
   ბ. ცხოველები, მიკროორგანიზმები;

   გ. პროდუცენტები, არაცოცხალი გარემო;
   დ. პროდუცენტები, კონსუმენტები, რედუცენტები, არაცოცხალი გარემო.
4. ბიოცენოზში ნივთიერებათა მიმოქცევის განხორციელებისათვის აუცილებელია
   ა. პროდუცენტები;
   ბ. კონსუმენტები;
   გ. რედუცენტები;
   დ. პროდუცენტების, კონსუმენტების, რედუცენტების ურთიერთდამოკიდებულება.
5. ბიოცენოზის ერთ-ერთი მახასიათებელია ბიომასა; ჩამოთვლილიდან რომლის ბიომასაა მეტი ბიოცენოზში:
   ა. პროდუცენტების;
   ბ. ბალახის მჭამელების;
   გ. მტაცებლების;
   დ. რედუცენტების.
6. ეკოლოგიური პირამიდა არ შეიძლება:
   ა. რიცხვითი;
   ბ. ბიომასის;
   გ. ენერგიის;
   დ. კვების.
7. ეკოსისტემაში შემავალ პოპულაციებს შორის კავშირი განპირობებულია:
   ა. კვებითი ჯაჭვებით;
   ბ. პოპულაციის ინდივიდების რიცხობრიობით;
   გ. პოპულაციის ინდივიდების ასაკობრივი შემადგენლობით;
   დ. პოპულაციის ინდივიდების სქესობრივი შემადგენლობით.
8. ბიოცენოზის იარუსიანობას განსაზღვრავს:
   ა. განათებულობა;
   ბ. ტემპერატურის განსხვავებული რეჟიმი;
   გ. ეკოლოგიური ფაქტორები;
   დ. კონკურენცია.
9. ბიოცენოზების ცვალებადობა გამოწვეულია:
   ა. სინათლის რეჟიმის ცვალებადობით;
   ბ. საკვები ბაზის ცვლილებით;
   გ. ინდივიდთა რაოდენობის ცვლილებით;
   დ. ეკოლოგიური პირობებისა და საარსებო გარემოს ცვალებადობით.
10. ბიოსფერო არის:

ა. ცხოველების ერთობლიობა;
ბ. მცენარეთა ერთობლიობა;
გ. პროდუცენტებისა და რედუცენტების ერთობლიობა;
დ. პლანეტის ნაწილი, რომელიც დასახლებულია ცოცხალი ორგანიზმებით.

11. ბიოსფერო შედგება:
ა. ლითოსფერო, ეგზოსფერო, ჰიდროსფერო;
ბ. ლითოსფერო, ჰიდროსფერო, ეკოსფერო;
გ. ლითოსფერო, ჰიდროსფერო, ატმოსფერო;
დ. ლითოსფერო, ჰიდროსფერო, ტროპოსფერო.

12. პლანქტონი არის:
ა. წყალში პასიურად შეწონილი ორგანიზმები;
ბ. წყლის ფსკერზე მოთავსებული უმცირესი ორგანიზმები;
გ. წყლის სიზრქეში მცურავი ორგანიზმები;
დ. სანაპირო ზონასთან დაკავშირებული ორგანიზმები

13. ნექტონი არის:
ა. წყლის ფსკერზე მხოხავი ორგანიზმები;
ბ. წყლის ლამში ჩაფლული ორგანიზმები;
გ. სანაპირო ზონასთან დაკავშირებული ცხოველები;
დ. წყლის სიზრქეში მცურავი სახეები.

14. ბენთოსი არის ის ორგანიზმები, რომლებიც:
ა. ძირითადად გვხვდებიან ოკეანეების ფსკერზე;
ბ. წყალსატევის ზედაპირულ ფენაში;
გ. წყლის სიზრქეში;
დ. წყლის თითქმის ყველა ფენაში.

ლიტერატურა 5, 7, 8, 9, 13, 18, 21, 23, 28, 29, 31, 35, 40, 41, 45, 75.

ვებ–გვერდი: 3, 4

პასუხები ტესტებზე

ზოგადი ბიოლოგია

თავი I
1–დ
2–გ
3–გ
4–გ
5–დ
6–გ
7–გ
8–დ
9–დ
10–დ

თავი II
1–დ
2–გ
3–ბ
4–ბ
5–გ
6–გ
7–გ
8–ბ,გ,დ
9–დ
10–დ

თავი III
1–გ
2–გ
3–გ
4–გ
5–ბ
6–ბ
7–ბ
8–ე
9–ა
10–ბ
11–ბ
12–გ
13–დ
14–გ,დ
15–დ
16–ბ
17–ა
18–დ
19–დ
20–გ
21–ა,გ
22–გ
23–გ
24–გ
25–ბ

თავი IV
1–გ
2–ა
3–ა
4–ბ
5–გ
6–დ
7–ბ
8–გ
9–დ
10–დ
11–ა
12–დ
13–დ
14–დ
15–დ
16–ა
17–დ
18–ა
19–დ
20–დ
21–გ
22–ა
23–დ
24–ბ
25–გ
26–ა

თავი V
1–ა
2–ბ
3–გ
4–ა
5–გ
6–დ
7–დ
8–გ

თავი VI
1–ა,ბ,გ
2–გ
3–ბ
4–ბ
5–ბ
6–გ
7–დ
8–დ
9–დ
10–ა
11–ბ
12–ა
13–ა,ბ,გ
14–დ
15–ბ
16–ა
17–ა

თავი VII
1–დ
2–ა
3–ა
4–ა
5–ა
6–გ
7–ა
8–ბ
9–ბ
10–ა
11–დ
12–დ
13–დ
14–დ
15–დ

თავი VIII
1–ა
2–გ
3–ა
4–ა
5–ა

6–გ
7–ბ
8–დ
9–დ
10–ა
11–ა
12–ბ
13–გ
14–ა
15–ა
16–ა
17–ა
18–გ

თავი IX

1–გ
2–ბ
3–გ
4–ბ
5–ა
6–ა
7–ა
8–ბ
9–ბ
10–გ
11–დ
12–გ,დ
13–ა
14–გ,დ
15–დ
16–გ
17–ა
18–ბ
19–გ
20–ა
21–ბ
22–ა
23–ბ
24–ა
25–ა

თავი X

1–დ
2–ა
3–გ
4–ბ
5–გ
6–ა
7–ბ
8–ა
9–გ
10–ა
11–ბ
12–გ
13–გ
14–ბ
15–გ

ბოტანიკა

თავი I

1–ა
2–ა
3–დ
4–დ
5–ა
6–ა

თავი II

1–გ
2–ბ
3–დ
4–დ
5–ბ
6–დ
7–ბ
8–ა
9–ბ
10–ა
11–გ
12–გ

თავი III

1–გ
2–გ
3–ბ
4–დ
5–ბ
6–ა
7–ბ

თავი IV

1–გ
2–გ
3–დ
4–გ
5–ა
6–ა
7–დ
8–დ
9–ბ
10–დ
11–ბ
12–ბ
13–დ
14–ა
15–ა
16–დ
17–ბ
18–დ
19–დ
20–ა
21–ა
22–გ
23–ბ

ზოოლოგია

თავი I

1–ა
2–დ
3–დ
4–გ
5–გ
6–ბ
7–დ
8–გ
9–გ
10–ბ
11–ა
12–დ

თავი II

1–ბ
2–ბ
3–ა
4–დ
5–გ
6–ა
7–დ
8–ბ
9–გ

თავი III

1–ა
2–დ
3–გ
4–დ
5–გ
6–დ
7–ბ
8–გ
9–ბ
10–დ

თავი IV

1–გ
2–ბ
3–ბ
4–ბ
5–დ
6–ბ

თავი X

1–ბ
2–გ
3–ა
4–დ
5–გ
6–დ
7–ბ

თავი XI

1–გ
2–ბ
3–ბ
4–ა
5–გ
6–დ
7–გ
8–დ
9–გ

თავი XII

1–გ
2–ბ
3–გ
4–ბ
5–დ
6–ა
7–გ
8–დ
9–ბ
10–დ

ემბრიოლოგია

თავი I

1–გ
2–გ
3–ა
4–გ
5–ბ
6–ა
7–დ
8–ა
9–დ
10–დ
11–ა
12–ბ
13–დ
14–ბ
15–ბ
16–ა

თავი II

1–ა
2–გ
3–დ
4–ა

თავი III

1–ა
2–ბ
3–ა
4–დ
5–ა
6–დ
7–ა
8–ბ

თავი IV

1–ბ
2–ა
3–დ
4–დ
5–ა
6–დ
7–ა
8–გ
9–დ
10–დ
11–გ
12–ა
13–დ
14–ა
5–გ
6–დ
7–ა
8–ბ

გამოყენებული ლიტერატურა

1. აბზიანიძე ე. ჭიპაშვილი მ., იმნაძე ე. - ბიოლოგია I, II, III ნაწ., თბ., 1998.

2. აივაზაშვილი ი. - ზოგადი ბიოლოგია, თბ., 1995.

3. აფთარი, გიურზა და სხვები - სახეობათა კონსერვაციის სამეცნიერო კვლევითი ცენტრი, თბ., 2002.

4. ბურდული ლ., სიხარულიძე ნ., ქაჯაია გ., ყაველაშვილი - ბიოლოგია, გამომც. დიოგენე; 2003.

5. გეგეჭკორი ა., - აბროვნების სათავეებთან, თბ., 1982.

6. გოხელაშვილი რ; ლაღიძე ნ. - ბუნებისმეტყველება - „ბუნება პრინტი", თბ... 2005.

7. გულიაევი გ. - გენეტიკა თბ., 1989.

8. ელიავა ი; ნახუცრიშვილი გ; ქაჯაია გ. - ეკოლოგიის საფუძვლები, თბ., 1992.

9. ვორონცოვი ა., ხარიტონოვა ი. - ბუნების დაცვა; თბ., 1985.

10. თუთბერიძე რ; მარგველაშვილი ნ. - ცნობარი მცენარეთა ფიზიოლოგიაში, ქუთაისი - 2005;

11. კარუზინა ი. - ბიოლოგია, თბ., 1987.

12. კემპი პ., არმსი კ. - ბიოლოგია ტ. I, II, (ადაპტირებული თარგმანი - პროფ. ე. აბზიანიძე), თბ., 2002.

13. კოპალიანი ნ. - შესავალი კონსერვაციულ ბიოლოგიაში - სახეთა კონსერვაციის სამეცნიერო ცენტრი; თბ., 2002.

14. კრისტა-პეუს-ჰოკე., ერვინ ცაბელი - ბიოლოგია. ბ. სულაკაურის გამომცემლობა; თბ. 2004.

15. ლეჟავა თ. - ადამიანის გენეტიკა (სალექციო კურსი) თბ., 1989.

16. ლეჟავა თ., დანელია გ. - ადამიანის გენეტიკა (პათოლოგიათა გენეტიკა), თბ., 1994;

17. ლეჟავა თ., - უჯრედის გენეტიკა, თბ., 2004.

18. ლორთქიფანიძე დ., თევზაძე ლ., ჯავახიშვილი ნ., ბასიაშვილი ე. - ბუნებისმეტყველება, თბ., 2006.

19. ლორთქიფანიძე დ., ბოტანიკა, I-II ნაწილი, თბ., 1995წ.

20. მარგველაშვილი ნ., ჭოხონელიძე მ., - ბიოლოგია, ქუთაისი, 1989;

21. მგელაძე კ., - ბიოგეოგრაფია, თბ., 1983.

22. მეგრელიძე ვ.თ. - ბიოლოგია - დამხმარე სახელმძღვანელო მოსწავლეებისათვის და აბიტურიენტებისათვის, თბ., 1992.

23. მჭედლიძე მ. დოღონაძე ზ. - ეკოლოგია, მეტეოროლოგისა და ბუნების დაცვის საფუძვლებით თბ., 1995.

24. ჟორდანია რ. - ხერხემლიანთა ზოოლოგია; თბ., 1997.

25. ჟორდანია რ. - ორნითოლოგია, თბ... 19

26. ჟორდანია რ. - კერძო და გამოყენებითი ორნითოლოგია, თბ., 2002.

27. ჟორდანია რ. - ჰერპეტოლოგია; თბ; 2003.

28. ჟორჟოლიანი ც; გორდაძე ე. - სამედიცინო ეკოლოგია, ქუთაისი; 2006.

29. ჟორჟოლიანი ც. გორდაძე ე. - ქალაქების ეკოლოგიური პრობლემები - ქუთაისი, 2006.

30. სტოკლი ქ. - ბიოლოგიის ილუსტრირებული ლექსიკონი, „ბ. სულაკაურის" გამომცემლობა, თბ., 2005.

31. ფოჩხუა ა., მგელაძე კ; სურგულაძე მ; ბარქუა ზ. - ბუნებათმცოდნეობის საფუძვლები, თბ... 1986.

32. ფრინველთა სარკვევი - (საქართველოს არიდული და სემიარიდული ეკოსისტემა) სახეობათა კონსერვაციის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი, თბ., 2002).

33. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია - ტ. III, IV, VI, VIII, XXI - თბ., 1975-1997.

34. ქაჯაია გ. - ბიოსფერო და საზოგადოება, თბ..., 1997

35. ქაჯაია გ. - ეკოლოგია (გამოყენებითი ეკოლოგიის საკითხები) თბ..., 1999.

36. ქაჯაია გ. - ეკოლოგიის საფუძვლები - თბ., 2002.

37. ყურაშვილი ბ. - უხერხემლოთა ზოოლოგია, თბ., 1996.

38. შათირიშვილი ა; იმნაძე ლ., შალიკაშვილი ქ. - სამედიცინო ბიოლოგია (სალექციო კურსი) თბ., 1989;

39. შათირიშვილი ა., ჭუჭულაშვილი ი., ჩიქვინიძე ქ. - სამედიცინო ბიოლოგია, თბ., 2000.

40. შათირიშვილი ა., ცაგარელი ს; ცარციძე მ. - ზოგადი ბიოლოგია, თბ., 1999.

41. შათირიშვილი ა., ჭუჭულაშვილი ი., - მიკროევოლუციის საფუძვლები, თბ., 2005.

42. ცაგარელი ს. - ბიოსოციოლოგია, თბ., 2005.

43. ცარციძე მ. - მოლეკულური ბიოლოგია (მოკლე კურსი)

თბ., 1996.
44. ჯავახიშვილი ა. - დოლაქიძე ა. - გეოლოგია, ფაქტები და ვარაუდები, თბ..., 1982.
45. ჯანაშვილი ა. - ზოოგეოგრაფია, თბ., 1974.
46. ჯაფარიძე თ. - მცენარეთა ეკოლოგია, თბ., 2003.
46ა. ჯოხაძე დ. - მოლეკულური გენეტიკის შესავალი, თბ., 1992.
47. Алиханян С., Акифьев Ф., Черник Ф. - Общая генетика М., 1985.
48. Айала Ф., Каигер Дж. - Современная генетика, В. 3чт. М... мир. 1988.
49. Балахонов А. - Ощибки развития. Санкт-Петербург, 2001.
50. Базарян А; Белоусов В. - Биология индивидуального развития животных, М., 1993.
51. Бочков Н; Захаров А; Иванов В. - Медицинская Генетика, М. 1984.
52. Гилберт С. - Биология развития в 3-х т. М. 1993.
53. Гинзбург А. - Закономерности оплодотворения у животных М. 1977.
54. Грин Н.; Стаут у., Теилор Д., - Биология В-3хт. М. 1990.
55. Дажо Р. - Основы экологий, М., 1984.
56. Заяц Р. Рачковская И. - Основы Медицинской генетики; Минск - 1998.
57. Зусман М. - Биология развития, М., 1997.
58. Лемеда Н., Кашлюк А. - Биология; М., 1997.
59. Ленц В. - медицинская Генетиаа; М, 1984.
60. Наумов Н. - Зоология повзоночных, М., 1982.
61. Пехов А. - Биология и общая генетика М., 1994.
62. Популяционные исследования животных; Наука, М., 1988.
63. Потер Э. Патологическая анатомия плодов, новорожденных и детей раннего возраста; М. - 1971.
64. Приходченко Н. Шкурат Т. - Основы генетики человека; Ростов на Дону; 1997.
65. Слюсарев А. Жукова С. - Биология, Киев, 1987.
66. Солбриг О; Солбриг Д. - Популярная биология и эволюция, "Мир", М., 1982.

67. Фогельф, Мотульский А. - Генетика человека в 3хт. т. 1. М., 1989.
68. Хадорн Э., Венер Р. - Общая зоология, М. 1989.
69. Челомбитько В. - Ботаника - М., 1990.
70. Ярыгин В.Н., Васильева В.Н. - Биология в 2-х книгах М. 1997.
71. Delezoide Anne lise; O Daruy, P. Gosseb - Biologia du developpement et de la reproduction, Paris; 2003.
72. Mechanisms ana control of animal fertilization; N.y. Paris, 1983.
73. Publishing Peter Collin - Dictionary of ecology and environ; Paris; 2002.
74. Heirich Dicter et Manfred Hergt - Atlas de L'ecologie; Paris; 2002.
75. Fry J.C. Biological Data Analysis, OXFORD University Press. 1999.
76. Barder J. Measuring Genetic variability in Natural Population by Allozyme Electrophoresis, Case Western Peserve University. Clerland, 1998.

დამატებითი ინფორმაცია იხილეთ შემდეგ ვებ გვერდებზე:

1. htt://@yahoo.com/science/biology/extinction
2. http://www. botany. hawail. edu/biology 101) lectures /lect 39/
3. http: //www. fauna-flora.org/
4. http: //www. large-carnivores/cie. org/
5. http: //darwin. bio. uci. edu/~sustain/bio65/ Leco6/

ЖОРЖОЛИАНИ ЦИРА, ГОРДАДЗЕ ЭМЗАР

ОБЩИЙ КУРС БИОЛОГИИ (ОБЩАц БИОЛОГИц, БОТАНИКА, ЗООЛОГИц, ЭКОЛОГИц)

РЕЗЮМЕ

Современная биология – многопрофильная и быстроразвивающаяся наука. Она развивается непрырывно и вследствии этого, ее значение с каждым днем растет. Биология – одна из ведущих отраслей науки во многих странах мира. В Грузии она, вне сомнения, превратиться в перспективную и необходимую науку XXI века, т.к. достижения современной биологической науки продвинет вперед многие области народного хозяйства, разработку передовых и новейших методик лечения и профилактики болезней, наладит производство эффективных лечебных препаратов, усовершенствуются достижения в области генной инжинерии и биотехнологии, обогатятся мероприятия по охране природы, и т.д.

Обязятельным условием для осуществления реформ по народному образованию является создание учебников соответствующего профиля и уровня, что подразумевает появление, разработку учебников на грузинском языке, построенных на постепенном усложнении тематики, которые должны помочь заинтересовать студентов данной наукой. Составители учебника прекрасно понимают сложность этой задачи. И вследствии этого данный учебник предназначен для начальной стадии университетского убочения, он не отяготился сложностями. протекающимися в живых организмах.

Цель данного учебника сравнительно просто, но в наиболее совершенной форме и интересно передать некоторые достижения современной биологии.

В книге также даны некоторые основные вопросы по общей биологии, ботанике, зоологии и экологий.

Учебник иллюстрирован соответствующими наглядностями, которые глубже поясняют представленный материал. А также в конце каждой темы даны вопросники и тесты при помощи которых студенты могут проверить свои знания.

К данному учебнику прилагается соответствующая использованная литература, как на грузинском, так и на иностранном языках а также адреса VEB – страниц, с помощью которых студенты могут углубить свои знания в данной дисциплине.

TSIRA ZHORZHOLIANI & EMZAR GORDADZE

A GENERAL COURSE IN BIOLOGY (GENERAL BIOLOGY, BOTANICS, ZOOLOGY, ECOLOGY)

ABSTRACT

Contemporary biology is a multidisciplinary and rapidly developing science. It has been one of the leading branches of scholarship in many countries of the world. In Georgia of the XXI century, it will certainly turn into one of the most perspective and developing disciplines as far as, without the advances in contemporary biological sciences, it is impossible to develop many branches of economics.

The implementation of the educational reform primarily requires the creation of manuals of an appropriate level. The present course demonstrates the main achievements in contemporary biology with respect to the structure and volume of the manuals recently published both in Georgia and internationally. The manual is richly illustrated which makes the presented data more accessible. The manual is appended with the list of references of the works in both Georgian and foreign languages, also with the URLs of various web-sites allowing students to deepen their knowledge.

The present manual is aimed at fulfilling a function of an elementary course at the initial stage of integrated studies at the Faculty of Natural Sciences. The manual will be of great help for students of biology and medicine, for high school students, for teachers of high and higher schools.

შინაარსი

ზოგადი გიოლოგია

ბიოლოგიის საგანი, მისი ამოცანები....5
ბიოლოგიის შესწავლის მნიშვნელობა....7
ბიოლოგიის განვითარების მოკლე ისტორიული მიმოხილვა....9
ბიოლოგიის კვლევის ძირითადი მეთოდები....15
ცოცხალი სამყაროს ორგანიზაციის დონეები....17
სიცოცხლისათვის დამახასიათებელი ნიშნები....19

თავი II....25

სიცოცხლის წარმოშობა და განვითარება დედამიწაზე

სიცოცხლის წარმოშობის თეორიები....25
ორგანული სამყაროს განვითარება დედამიწაზე....32
სიცოცხლის განვითარება დედამიწაზე ერებსა და პერიოდებში....39
ადამიანის წარმოშობა....49

თავი III....59

უჯრედი – სიცოცხლის ძირითადი ერთეული....59
უჯრედის შესწავლის მეთოდების მოკლე მიმოხილვა....61
სიცოცხლის ძირითადი ფორმები....64
ეუკარიოტული უჯრედის ზოგადი დახასიათება....71
უჯრედის მემბრანა....74
ბირთვი და მისი ორგანოიდები....87
ქრომოსომები....89
განსხვავება მცენარეულ და ცხოველურ უჯრედებს შორის....93

თავი IV....100

უჯრედის ქიმიური შემადგენლობა....100
უჯრედის ორგანული ნივთიერებები....104
ნახშირწყლები....109
ლიპიდები....111

ნუკლეინის მჟავები (დნმ; რნმ)....113
ადენოზინ ტრიფოსფორმჟავა ატფ....120
ვიტამინები....124

თავი V....133

ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა უჯრედში....133
ცილის ბიოსინთეზი....136
ფოტოსინთეზი....141
ქემოსინთეზი....145

თავი VI....149

უჯრედული ციკლი. მიტოზი....149
მეიოზი....152
ორგანიზმთა გამრავლების ფორმები. უსქესო და
სქესობრივი გამრავლება....160
განაყოფიერება....165
მცენარეთა სქესობრივი გამრავლება....169
სასქესო უჯრედების განვითარება და განაყოფიერება
ყვავილოვან მცენარეებში....171
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა....173

თავი VII....176

ონტოგენეზი ონტოგენეზის პერიოდიზაცია....176
პოსტემბრიონალური განვითარება. დაბადების
შემდგომი პერიოდი. ზრდა-განვითარება....181
განვითარების კრიტიკული პერიოდები. განვითარების მანკები....184
ორგანიზმის დაბერება და სიკვდილი....192

თავი VIII....202

მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებანი.
გენეტიკის საგანი და ამოცანები....202
გენთა ურთიერთმოქმედება....209
მრავლობითი ალელიზმი....212
სქესის განსაზღვრის მექანიზმი....218

სქესთან შეჭიდული მემკვიდრეობა....222
გენთა შეჭიდულობა და კროსინგოვერი....224
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა:....228
თავი IX....233
მოდიფიკაციური ანუ ფენოტიპური ცვალებადობა....233
გენური მუტაციები....237
დნმ-ის რეპარაცია....239
ქრომოსომული მუტაციები, ანუ აბერაციები....241
გენომური მუტაციები....242
ქრომოსომული დაავადებები....244
გენური დაავადებები....258
გენური ინჟინერია....267
თავი X....278
ადამიანის გენეტიკა. ადამიანის გენეტიკის კვლევის მეთოდები
დიაგნოსტიკის მნიშვნელობა მემკვიდრულ
დაავადებათა პროფილაქტიკაში....293

ბოტანიკა -მეცნიერება მცენარეთა შესახებ
თავი I....307
ცოცხალი ორგანიზმების კლასიფიკაცია....307
თავი II....316
ბაქტერიები....316
ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები....320
წყალმცენარეები....321
სოკოები....324
ლიქენები....329
ხავსები....334
გვიმრანაირები....336
შიშველთესლიანები....338
თავი III....334

თავი IV....344
ფარულთესლოვანი ანუ ყვავილოვანი მცენარეები....344
ფარულთესლიან მცენარეთა ძირითადი ორგანოები ფესვი,
მისი ტიპები და უჯრედული აგებულება....345
ფოთოლის ფუნქციები და აგებულება....349
ღერო. მისი გარეგანი და შინაგანი აგებულება....355
ფარულთესლოვანი მცენარეების გამრავლების
ორგანოები. ყვავილი, მისი აგებულება....360
ნაყოფები და თესლები....365
ფარულთესლოვანი მცენარეების ზოგიერთი ოჯახების
მოკლე დახასიათება....368

ზოოლოგია

თავი I....380
ზოოლოგიის საგანი და ამოცანები, მისი მნიშვნელობა....380
უმარტივესები ანუ ერთუჯრედიანები....382
თავი II....389
ქვესამეფო მრავალუჯრედიანები Metazoa....389
თავი III....394
ჭიები....394
თავი IV....400
მრგვალი ანუ პირველადღრუიანი ჭიები....400
თავი V....404
მოლუსკები ანუ რბილტანიანები....404
თავი VI....408
ფეხსახსრიანების ტიპი....408
თავი VII....412
მწერები....412
თავი VIII....415
ქორდიანების ტიპი. Chordata. 415

თავი IX **423**
კლასი ამფიბიები ანუ წყალხმელეთა ცხოველები 423
თავი X **427**
კლასი Reptilia - ქვეწარმავლები 427
თავი XI **432**
კლასი ფრინველები - Aves 432
თავი XII **441**
კლასი ძუძუმწოვრები - Mammalia 41
თავი XIII **450**
არომორფოზები ცხოველთა ევოლუციის პროცესში 450
საქართველოს წითელ წიგნში შეტანილი ცხოველები 453
საქართველოს ცხოველთა სამყაროს დაცვა და
ბიომრავალსახეობის შენარჩუნება 454
ცხოველთა გადაშენების ტიპები და მიზეზები 455

ეკოლოგია

ეკოლოგიის საგანი და ამოცანები **456**
თავი I 456
გარემო. ეკოლოგიური ფაქტორები 458
აბიოტური ფაქტორები 462
თავი II 487
ბიოტური ფაქტორები 487
იერარქია ცხოველთა სამყაროში 491
ტერიტორიულობა ცხოველთა სამყაროში და მისი მნიშვნელობა 492
ჰეტეროტიპური რეაქციები 494
თავი III 502
პოპულაციების ეკოლოგია 502
პოპულაციების ზოგადი დახასიათება.
პოპულაციების დამახასიათებელი ნიშნები 502
ინდივიდთა რიცხოვნობა პოპულაციაში 504

პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურა 508
თავი IV 513
ბიოცენოზები და ეკოსისტემები 513
ბიოსფერო 522
ბიოსფეროს სტრუქტურა 526
ანთროპოგენური ფაქტორი 527
თავი I 456
გარემო. ეკოლოგიური ფაქტორები 458
აბიოტური ფაქტორები 462
თავი II 487
ბიოტური ფაქტორები 487
იერარქია ცხოველთა სამყაროში 491
ტერიტორიულობა ცხოველთა სამყაროში და მისი მნიშვნელობა 492
ჰეტეროტიპური რეაქციები 494
თავი III 502
პოპულაციების ეკოლოგია 502
პოპულაციების ზოგადი დახასიათება.
პოპულაციების დამახასიათებელი ნიშნები 502
ინდივიდთა რიცხოვნობა პოპულაციაში 504
პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურა 508
თავი IV 513
ბიოცენოზები და ეკოსისტემები 513
ბიოსფერო 522
ბიოსფეროს სტრუქტურა 526
ანთროპოგენური ფაქტორი 527
პასუხები ტესტებზე 535
გამოყენებული ლიტერატურა 538
РЕЗЮМЕ **541**
ABSTRACT **543**
შინაარსი 544