ანზორ დიასამიძე

ბიოვოლუცია

ბათუმი
2008

575(075.8)
ბ-436

შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ანზორ დიასამიძე

ბიოევოლუცია

საქართველოს ეროვნული ბიბლიოთეკა

სახელმძღვანელო უნივერსიტეტის
საბუნებისმეტყველო, სასოფლო-სამეურნეო და სამედიცინო
ფაკულტეტების სტუდენტებისათვის

გამომცემლობა
„შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი“
2008

წიგნში განხილულია ევოლუციური მოძღვრების საუნივერსიტეტო პროგრამით გათვალისწინებული ყველა ძირითადი საკითხი. განსაკუთრებული ადგილი აქვს დათმობილი ევოლუციური თეორიის ისტორიის, ჩ. დარვინის ევოლუციური მოძღვრების, მიკროევოლუციური კანონზომიერებების, სახეობისა და სახეობათა წარმოშობის, სიცოცხლისა და ადამიანის წარმოშობის პრობლემებს.

სპეციალური თავი ეძღვნება ევოლუციური მოძღვრების უმთავრეს მეთოდოლოგიურ პრობლემას — მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ევოლუციურად სასარგებლო ბალანსის რეგულაციის ბიოლოგიურ მექანიზმებსა და მის ზოგად მნიშვნელობას ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარების საქმეში.

სახელმძღვანელოში ცალკე თავადაა განხილული თანამედროვე ტრადიციული ევოლუციური შეხედულებების საწინააღმდეგო მიმდინარეობანიც.

წიგნი განკუთვნილია სახელმძღვანელოდ უნივერსიტეტების ბიოლოგიური, სამედიცინო და აგრარული პროფილის სტუდენტებისა და დოქტორანტებისათვის. იგი გარკვეულ სამსახურს გაუწევს ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლის ბიოლოგიის მასწავლებლებსა და საერთოდ, ზოგადბიოლოგიური პრობლემებით და კერძოდ, ევოლუციური მოძღვრებით დაინტერესებულ ფართო მკითხველს.

რედაქტორები: ***ქეთევან დოლიძე*** — შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი

მარინა ქორიძე — შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი

რეცენზენტები:

აბესალომ გეკუა — გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, პროფესორი

შოთა გოლიაძე — სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი

მურმან დავითაძე — შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი

რევაზ ზოსიძე — შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი

რუსუდან ხუხუნაშვილი — შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი

დავით ბარათაშვილი — შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი

ნაზი თურმანიძე — შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი

სახელმძღვანელო განხილულია და გამოსაცემად რეკომენდირებულია
შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დეპარტამენტის მიერ

ISBN 99940-25-35-X

გამომცემლობა „შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი“

ავტორისაგან

ევოლუცია, როგორც დედამიწაზე ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარების ფაქტი, რეალობაა და მისი უარყოფა შეუძლებელია. პრობლემის ფილოსოფია უფრო სხვა ასპექტში იკვეთება, კერძოდ, ისმის კითხვა: რა იწვევს ევოლუციას?, — ცოცხალი სამყაროსათვის ღვთის მიერ მინიჭებული რაღაც შინაგანი სრულყოფის ძალა, თუ იგივე ცოცხალის, როგორც მატერიალური ქმნილების, ბიოლოგიური თავისებურება — შინაგანი მემკვიდრული კონსტიტუციისა და გარემო ფაქტორების ერთობლივი მოქმედებით შეიცვალოს და შეეგუოს საარსებო გარემოს.

შეიძლება ითქვას, კამათის მთავარი თემა, სწორედ, აღნიშნული პრობლემებიდან გამომდინარეობს.

ევოლუციურ მოძღვრებას შექმნის დღიდანვე უამრავი მოწინააღმდეგე ჰყავდა, უბირატესად, რელიგიური მოსაზრებების გამო. მიუხედავად ამისა, ცოცხალი სამყაროს განვითარების უფრო მწყობრი, დასაბუთებული, მეცნიერული ახსნა დღემდე არ არსებობს. ჭეშმარიტი მეცნიერება თავისი კანონებითა და პრინციპებით ვითარდება და ნაკლებად ეშორჩილება „საზოგადოებრივ აზრს“. რასაკვირველია, ნებისმიერ ადამიანს აქვს უფლება, ირწმუნოს მისთვის მისაღები შეხედულება, მაგრამ ვისაც მეცნიერების რთული გზა აურჩევია, თავისუფლების უზენაესობის პრინციპისვე შესაბამისად, უნდა იყოს იმ რეალობის იდეოლოგი, რასაც თვით მეცნიერება ასაბუთებს. არის მეცნიერთა მყარი აზრი, რომ „ევოლუციის ბუნებრივი მიზეზებით ახსნის უარყოფა, ეს არის მეცნიერების კაპიტულაცია რწმენისა და საოცრებების მიმართ.“ საკითხისადმი მეცნიერული მიდგომა გვარწმუნებს, რომ რაც უფრო მეტი დრო გავა, რაც უფრო მეტი ახალი თაობა მოვა, მით მეტად დარწმუნდება კაცობრიობა ევოლუციონიზმის პრინციპის უზენაესობაში, ცოცხალი სამყაროს ევოლუციური განვითარების რეალობაში და მით უფრო მეტად გახდება საჭირო ევოლუციური პროცესის მეცნიერული მექანიზმების შესწავლა.

სწორედ, ამ მოსაზრებებიდან გამომდინარე შეიქმნა ეს წიგნი, რადგან თუ ჭეშმარიტებაზეა საუბარი, ყველაზე მართალი

მაშინ იქნება ადამიანი, როცა რწმენა მტკიცე და საფუძვლიან ცოდნას ემყარება და ნაკლებად არის დამოკიდებული სხვის გავლენაზე. ასეც რომ არ იყოს, როგორც აღინიშნა, ევოლუცია რეალობაა, ფაქტია და ბიოლოგი თუ ექიმი, აგრონომი თუ უბრალოდ, ინტელექტუალური ადამიანი უნდა იცნობდეს ევოლუციური მოძღვრების ძირითად მეცნიერულ კანონზომიერებებს.

წიგნი ავტორის მიერ სტუდენტებთან 35 წელზე მეტი ხნის პრაქტიკული ურთიერთობის საფუძველზეა დაწერილი. შეძლებისდაგვარად გათვალისწინებულია ჩვენი ქვეყნისა და საზღვარგარეთის უმაღლესი სასწავლებლების გამოცდილება აღნიშნული კურსის სწავლების საქმეში.

ვფიქრობთ, წიგნი გარკვეულ დახმარებას გაუწევს შესაბამისი პროფილის სტუდენტებს, ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლების მასწავლებლებს, მოსწავლეებს და ზოგადად, ნაშრომში განხილული პრობლემებით დაინტერესებულ მკითხველთა ფართო წრეს.

უდიდესი მადლიერების გრძნობით მინდა აღვნიშნო წიგნის რედაქტორების, პროფესორების ქეთევან დოლიძისა და მარინა ქორიძის წვლილი და დახმარება ნაშრომის გამოსაცემად მომზადების საქმეში.

საგანგებოდ მინდა აღვნიშნო წიგნის რეცენზენტების საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის, გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორის, პროფესორ აბესალომ ვეკუას, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის, ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანების გენეტიკისა და სელექციის განყოფილების გამგის, პროფესორ შოთა გოლიაძისა და სხვა რეცენზენტების დამსახურება ნაშრომის საბოლოო სახით ჩამოყალიბებაში. არ შემიძლია, ასევე, მადლიერება არ გამოვხატო გაწეული შრომისათვის წიგნის ტექნიკური რედაქტორის, რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასისტენტ-პროფესორის მარინა ნაგერვაძის მიმართ.

წინამდებარე სახელმძღვანელოს ერთ-ერთ მთავარ თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ მასში საკმაოდ

დეტალურადაა განხილული ევოლუციური თეორიის ჩამოყალიბებისა და საერთოდ, ზოგადბიოლოგიური აზროვნების განვითარების ისტორია, შეძლებისდაგვარად წარმოჩენილია შესაბამისი მეცნიერების როლი და დამსახურება ევოლუციის ცალკეული ფუნდამენტური პრობლემის დამუშავების საქმეში. ეს განსაკუთრებით ეხება ევოლუციის კლასიკური თეორიის ავტორს — ჩარლზ დარვინს. მიგვაჩნია, რომ სხვადასხვა ავტორის მიერ ჯეროვნად არ ფასდება ამ გენიალური მეცნიერის დამსახურება. ზოგჯერ გვერდს უვლიან მის მეტად საყურადღებო მოსაზრებებს ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარებისა და საერთოდ, სიცოცხლისათვის დამახასიათებელი პრობლემური საკითხების ინტერპრეტირებისას ან აშკარად ტენდენციურად ეპყრობიან მას. ამასთანავე, მიგვაჩნია, რომ ევოლუციური თეორიის თვით ევოლუციური პრინციპის ლოგიკის ჭრილში განხილვა-დალაგება სტუდენტებში გააადვილებს ევოლუციური პროცესის მექანიზმების სათანადოდ გათავისებას, ევოლუციური გარდაქმნის რეალობის აღქმას, ბიოლოგიური ცოდნის თეორიული განზოგადებების, ბიოლოგიური პროცესების მეცნიერული შესწავლის უნარ-ჩვევების და საერთოდ, სწორი ბიოლოგიური აზროვნების გამომუშავებას.

სახელმძღვანელოს ახალ გამოცემას ბიოევოლუცია ვუწოდეთ. ვფიქრობთ, რომ ეს დროის მოთხოვნაა. სადღეისოდ სიტყვა ევოლუცია იხმარება საკმაოდ ფართო გაგებით, კერძოდ, სამყაროს ევოლუციის, დედამიწის ევოლუციის და სხვათა მნიშვნელობით. ამასთანავე, როგორც მკითხველი შემდეგ ნახავს, ცოცხალი სამყაროს ევოლუცია მთელი რიგი თავისებურებებით ხასიათდება და იგი საკმაოდ გამოკვეთილად განსხვავდება ფილოსოფიაში დამკვიდრებული განვითარების საერთო კონცეფციისაგან. სწორედ, ბიოლოგიური ევოლუციის, როგორც ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარების სპეციფიკურობის ხაზგასასმელად ვუწოდეთ წინამდებარე წიგნს „ბიოევოლუცია“.

სახელმძღვანელოს ერთ-ერთ თავისებურებას წარმოადგენს ისიც, რომ ევოლუციური მოძღვრების ტრადიციული საუნივერსიტეტო სახელმძღვანელოებისაგან განსხვავებით, მასში ბოლოს განხილულია ზოგიერთი თანამედროვე ანტი-

დარვინისტული და ანტისინთეზური ევოლუციური მიმდინარეობანი. მართალია, ისინი უარყოფენ კლასიკურ (დარვინისტულ) ევოლუციას, მაგრამ სტუდენტს, ალბათ, უნდა ჰქონდეს ინფორმაცია ახალი ევოლუციური მიმდინარეობების შესახებაც. ევოლუციის დარვინამდელი, დარვინისეული, დარვინისშემდგომი და თანამედროვე ანტიდარვინისტული მიმდინარეობების გაცნობა მკითხველს უფრო მეტ შესაძლებლობას მისცემს სწორი არჩევანის გაკეთებისათვის.

პრობლემის სირთულიდან გამომდინარე, წიგნი ვერ იქნება დაზღვეული ხარვეზებისა თუ ნაკლოვანებებისაგან. ამიტომაც, ავტორი მაქსიმალური ყურადღებით მოეკიდება ყველა საქმიან შენიშვნასა თუ წინადადებას და წინასწარვე გამოხატავს მადლიერებას დაინტერესებული მკითხველის მიმართ.

რეცენზენტებისაგან

რეცენზია

პროფესორ ანზორ დიასამიძის ახალ სახელმძღვანელოზე თანამედროვე ევოლუციურ თეორიაში — „ბიოევოლუცია“

ამ რამდენიმე ხნის წინ ბათუმელმა კოლეგამ საკმაოდ სქელტანიანი წიგნი გამომიწოდა და მითხრა, რომ წიგნის შინაარსი უდაოდ დამაინტერესებდა. ცოტა დამაფიქრა ნაშრომის დიდმა მოცულობამ, მაგრამ მაცდუნა კოლეგის სიტყვებმა და სურვილმა გავცნობოდი ახალ ნაშრომს ევოლუციური მოძღვრების შესახებ.

თავიდანვე დამაინტრიგა ნაშრომის სათაურმა — „ბიოევოლუცია“, დარვინისტულ მოძღვრებაზე ზღვა ლიტერატურა არსებობს, მაგრამ ასეთი სათაურით, ყოველ შემთხვევაში მე არ შემხვედრია. შედარებით ოშვიათად იყენებენ ტერმინს ბიოლოგიური ევოლუცია და რატომ არ უნდა ვიხმაროთ „ბიოევოლუცია“: მიმაჩნია, რომ „ბიოევოლუცია“ უფრო ლაკონურად უღერს და თანაც სრულად ასახავს პრობლემის არსს. ამიტომაც პროფ. ა. დიასამიძის მიერ შემოთავაზებულ ტერმინს რეალურად აქვს არა მარტო არსებობის, არამედ დარწმუნებული ვარ, ბიოლოგიურ ლიტერატურაში დამკვიდრების შანსიც.

აქვე აღვნიშნავ, რომ წინამდებარე ნაშრომის ძირითად ნაწილში გაშუქებული პრობლემები სცილდება ჩემი საქმიანობის თემატიკას და მისი სერიოზული განხილვა-შეფასება აღემატება ჩემს კომპეტენციას. მიუხედავად ამისა, წიგნის პირველივე თავების გაცნობამ, მასში მოცემული პრობლემის ორიგინალურმა გაშუქებამ ისე დამაინტერესა, რომ სწრაფად ჩავიკითხე ბოლომდე და დიდი სიამოვნებაც მივიღე.

წიგნის ავტორი პროფესორი ა. დიასამიძე ცნობილი მკვლევარი და ახალგაზრდა სპეციალისტების აღმზრდელია. მან

ჯერ კიდევ 2000 წელს გამოაქვეყნა საკმაოდ საინტერესო ნაშრომი „ევოლუციური მოძღვრების საფუძვლები“, რომელიც სახელმძღვანელოს სახით მიეწოდა სტუდენტობას. აღნიშნული სახელმძღვანელოს ძირითადი ნაწილი მთლიანადაა შესული ახალ ნაშრომში, მაგრამ ახალი სახელმძღვანელო არსებითად განსხვავდება გამოქვეყნებულისაგან იმით, რომ ცოცხალი ბუნების განვითარების კანონზომიერებანი შედარებით უფრო მრავალფეროვანი მაგალითებითაა გადმოცემული და შევსებულია მეცნიერების უახლესი მიღწევებით. განსაკუთრებით მინდა აღვნიშნო ის ფაქტი, რომ ახალ სახელმძღვანელოში დამატებულია საინტერესო თავი — ევოლუციური მოძღვრების თანამედროვე მდგომარეობა, რომელშიც ავტორი იძლევა ანტიდარვინისტული შეხედულებების სრულ სპექტრს, გადმოცემის ორიგინალური ხერხით აჯერებს მკითხველს დარვინისტული მოძღვრების უპირატესობაში ცოცხალი ბუნების განვითარების კანონზომიერებათა აღქმაში.

ავტორი წიგნის შესავალ ნაწილში ფართოდ მიმოიხილავს ბიოევოლუციის საგანს, მის ამოცანებსა და ევოლუციის ძირითად თავისებურებებს. როგორც მოსალოდნელი იყო, სახელმძღვანელოში დიდი ადგილი ეთმობა ევოლუციური მოძღვრების განვითარების ისტორიას, რომელიც განხილულია ეტაპობრივად (ანტიკური ხანის, დარვინამდელი, დარვინის დროინდელი და შემდგომი) და არსებული სპეციალური ლიტერატურის ანალიზით კრიტიკულაა გაანალიზებული დარვინამდელი თეორიები, რომლებიც უარყოფდნენ ცოცხალი ბუნების განვითარებას, ერთი სახეობის წარმოშობას მეორე — წინამორბედი სახეობისაგან. ერთ-ერთი მსგავსი კრეაციონისტული მიმდინარეობის თვალსაჩინო წარმომადგენელი იყო ცნობილი ბუნებისმეტყველი კარლ ლინე. წიგნის ავტორი სამართლიანად უსვამს ხაზს კ. ლინეს უდიდეს დამსახურებას მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროს ერთიანობის პრობლემის მეცნიერული დასაბუთების საქმეში, მაგრამ იქვე მიუთითებს, რომ კ. ლინე თავისი მეცნიერული შეხედულებებით მაინც დარჩა მეტაფიზიკოს-კრეაციონისტად, რომელიც უარყოფდა ცოცხალი ბუნების ცვალებადობას, ევოლუციურ გარდაქმნას. წინამდებარე წიგნის ავტორს არ გამორჩენია არც ტრანსფორმიზმის

შეხედულებების შეფასება და მიიჩნევს მათ პროგრესულ მოვლენად ბუნების შემეცნების საქმეში, თუმცა აღნიშნავს, რომ ტრანსფორმიზმი მაინც ვერ ამაღლდა დარვინისტული ევოლუციური თეორიის დონემდე. კრიტიკულად არის ნაშრომში შეფასებული ტრანსფორმიზმის „არსებათა კიბის“ მოძღვრებაც.

თვალსაჩინო ადგილი აქვს მიჩნეული ნაშრომში ცნობილი მეცნიერის — ჟორჟ კიუვიეს შემოქმედებას, რომელმაც უდიდესი როლი შეასრულა პალეონტოლოგიის ჩამოყალიბების საქმეში. ჟ. კიუვიე არ ცნობდა ორგანული სამყაროს განვითარების იდეას და ქადაგებდა კატასტროფების (კატაკლიზმების) თეორიას. კიუვიე უარყოფდა მცენარეებსა და ცხოველებში ფილოგენეზურ კავშირებს. მისი აზრით, დედამიწაზე დროდადრო ხდებოდა გეოლოგიური კატასტროფები, რომლის დროსაც ხდებოდა ახლის წარმოშობა უკვე სხვა სახით. ამრიგად, კიუვიე უარყოფდა ცოცხალი სამყაროს ისტორიულ განვითარებას. მისი აზრით, სამყაროში ცვლილება ხდებოდა შემოქმედის, ყოვლისშემძლის დასახული გეგმის მიხედვით. კიუვიე აღიარებს ცოცხალი ბუნების ცვალებადობას დროში, მიიჩნევს, რომ წინამორბედი ფორმისაგან განსხვავებით სულ უფრო სრულყოფილი ორგანიზმები ჩნდებიან, რომლებიც უახლოვდებიან თანამედროვე ფორმებს, მაგრამ ამ ფაქტის ასახსნელად იყენებს კატასტროფების თეორიას და ყოვლისშემძლე შემოქმედს.

ცოცხალი ბუნების განვითარების შემეცნების საქმეში უდაოდ პროგრესული იყო ჟ. ლამარკის ევოლუციური თეორია, რომელიც აღიარებდა განვითარებას უმარტივესიდან ადამიანის წარმოშობით დამთავრებული, რაც თითქოს ხდება გრადაციების გზით.

ლამარკმა თავისი შეხედულებები ჩამოაყალიბა შრომაში „ზოოლოგიის ფილოსოფია“, სადაც პირველადაა მოცემული მწყობრი ევოლუციური თეორია. ამ ნაშრომით ლამარკი ფაქტიურად დაუბრისპირდა მეტაფიზიკურ წარმოდგენას ევოლუციაში.

ბუნებრივია, რომ განსახილველი წიგნის მნიშვნელოვანი ნაწილი დარვინის ევოლუციურ მოძღვრებას, მისი დებულებებისა და კანონზომიერებების განხილვას ეთმობა. წიგნში მოცემულია

დარვინის მოკლე ბიოგრაფია, ევოლუციის მოძღვრებით დაინტერესება, გემ „ბიგლით“ მოგზაურობა, მიღებული მდიდარი შთაბეჭდილებებითა და ცოდნით ინგლისში დაბრუნება და პირველი მეცნიერული ნაშრომის „ნატურალისტის მოგზაურობა დედამიწის გარშემო“ გამოქვეყნება, რომელმაც საერთაშორისო აღიარება მოუტანა ავტორს. სწორედ ამ პერიოდს ემთხვევა დარვინის მიერ კრეაციონისტული შეხედულებების უარყოფა და მთლიანად ევოლუციური კონცეფციების აღიარება.

წინამდებარე სახელმძღვანელოს ავტორი პროფესორი ანზორ დიასამიძე თანმიმდევრულად, საკითხების ცოდნითა და შესაბამისი ლიტერატურის გამოყენებით აშუქებს დარვინიზმის წარმოშობის მიზეზებს. დარვინისტული ევოლუციური თეორია არ აღმოცენებულა ცარიელ ადგილზე. მას წინ უძღოდა რიგი თვალსაჩინო მკვლევარების (ლამარკი, შლეიდენი, შვანი, რულიე და სხვ.) ნაშრომები, რომლებშიც ასახული იყო ევოლუციური მოძღვრების ელემენტები. პროფესორი ა. დიასამიძე მიმოიხილავს მათ შრომებს, სათანადო შეფასებას აძლევს მათ და ხაზს უსვამს მათ ღვაწლს ევოლუციური მოძღვრების განვითარების საქმეში.

სარეცენზიო ნაშრომში მკითხველისათვის, განსაკუთრებით კი სტუდენტებისთვის გასაგები ფორმით მოცემულია დარვინიზმის ფუძემდებლური დებულებები. მათი არსი, კანონზომიერებები და შედეგები. წიგნის ამ საინტერესო და დიდი მოცულობის ნაწილის დეტალური განხილვის აუცილებლობა ჩემს მოკლე რეცენზიაში მიზანშეწონილად არ მიმაჩნია.

რეცენზიის დასაწყისშივე აღვნიშნე, რომ ა. დიასამიძის ადრე გამოქვეყნებული ნაშრომისაგან განსხვავებით, წინამდებარე სახელმძღვანელოში მოცემულია დღეისათვის მეტად საჭირო — ზოგიერთი თანამედროვე ანტიდარვინისტული ევოლუციური მიმდინარეობის შეფასება და კრიტიკა.

უკანასკნელ ხანებში სოკოებივით მომრავლდა ანტიდარვინისტული კონცეფციები ბიოლოგიაში. საქმე ეხება სახეთა წარმოშობას, მცენარეთა და ცხოველთა ნიშან-თვისებების განვითარებას, ტაქსონების ნახტომისებურ წარმოშობას, ასევე გეოლოგიურ წარსულში ბიოტების ნახტომისებურ წარმოშობას და სხვა. მსგავსი შეხედულებები ჯერ კიდევ დარვინის დროს

არსებობდა, მაგრამ უკანასკნელ ხანებში მათ, თითქოს, მტკიცებულებები გაუჩნდათ მოლეკულური ბიოლოგიისა და ტექნიკის მიღწევების ფონზე. თანამედროვე დარვინიზმს ფაქტიურად ორ ფრონტზე უხდებოდა ბრძოლა: ერთი მხრივ, ფინალიზმ-ვიტალიზმის წინააღმდეგ, ხოლო მეორე მხრივ, პოსტდარვინიზმის წინააღმდეგ. მათ შორის განსაკუთრებულ ყურადღებას იქცევს სალტაციონიზმი, რომლის ანტიდარვინისტული არსი კარგადაა გადმოცემული ა. დიასამიძის ნაშრომში.

ავტორი საკმაოდ დიდ ადგილს უთმობს ანტიდარვინისტული ევოლუციური მოძღვრების არსის გაშუქებას და კრიტიკას. კერძოდ, კრიტიკულადაა განხილული „წყვეტილობითი წონასწორობის“ თეორია, ფინალიზმი, სალტაციონიზმი და სხვა მიმართულებები, რომლებიც არსებითად სალტაციონიზმის სახესხვაობებს წარმოადგენენ და შორს არიან ცოცხალი ბუნების დარვინისტული განვითარების იდეებისაგან.

სალტაციონიზმი ქადაგებს სახეობათა ნახტომისებურ წარმოშობას, ცოცხალ ორგანიზმებში ნიშან-თვისებების უეცარ, აფეთქების მსგავს ნახტომისებურ გარდაქმნას, მათ შორის უმაღლესი ტაქსონების წარმოშობასაც. საყურადღებოა, რომ სალტაციონიზმი გეოლოგიურ წარსულში ბიოტის უეცარ, ნახტომისებურ გარდაქმნასაც აღიარებს. სალტაციონისტებისა და რაც თითქმის იგივეა „წყვეტილობითი წონასწორობის“ შეხედულებებს, თითქოსდა, ამაგრებდა მოლეკულურ ბიოლოგიაში და გენეტიკაში მიღებული უახლესი აღმოჩენები, თუმცა არ გააჩნდათ ფაქტები. აღნიშნული თეორიის რუსი მიმდევრები აღიარებენ სახეთა წარმოშობის, როგორც ნახტომისებური ევოლუციის ან უეცარი აფეთქების შედეგს. ა. დიასამიძე სამართლიანად თვლის, რომ მსგავსი შეხედულება უარყოფს დარვინისტულ თეორიას სახეთა თანდათანობითი, დივერგენტული პროცესების გზით წარმოშობის შესახებ.

მოლეკულური ბიოლოგიისა და გენეტიკის აღმოჩენების ფონზე ისევ გამოჩნდნენ სალტაციონისტებისა და მათთან ახლო მდგომი გლობალური კატასტროფების თეორიის მიმდევრები, რომლებმაც ჩამოაყალიბეს მაკროევოლუციის კონცეფცია,

რომლის მიხედვით ორგანიზმების ახალი ჯგუფის წარმოშობა არ ხდება წინამორბედი ორგანიზმების თანდათანობითი ცვლილებების გზით, არამედ ხდება ორგანიზმში შემთხვევით ნიშან-თვისებების (შესაძლოა ვირუსების) შემოჭრის გზით. როგორც უკვე აღინიშნა, სალტაციონიზმი მრავალსახოვანია, მრავალფეროვანი, მაგრამ არცერთი მათგანი არ იძლევა ორგანული სამყაროს ევოლუციური გზით განვითარების დარვინისტულ ახსნას. ფაქტიურად სალტაციონიზმთან ახლოსაა ფინალიზმი, რომელიც აღიარებს ორგანიზმების განვითარებაში ზებუნებრივი ძალების მოქმედებას. მისი აზრით, თვით ორგანიზმშია ჩადებული გარკვეული მიზნისაკენ (ფინალისაკენ) სწრაფვა. ფინალიზმის (ნეოფინალიზმის) იდეური თანამოაზრეებია დირიგიზმი და ფიქსიზმი, რომელთა თვალთახედვით ორგანიზმის მთელი სტრუქტურისა და ფუნქციის უეცარი გარდაქმნა, ნახტომი მხოლოდ ზებუნებრივი ძალების ჩარევის შედეგია.

სახელმძღვანელოს ამ საინტერესო თავის დასკვნაში ავტორი აღნიშნავს, რომ დარვინის ევოლუციური თეორია დღემდე რჩება ერთ-ერთ სწორ მოძღვრებად, რომელიც აღიარებს ორგანული სამყაროს ევოლუციურ გარდაქმნას.

ა. დიასამიძის წინამდებარე ნაშრომი უდავოდ დააინტერესებს ბიოლოგებს, ფილოსოფოსებს, გეოლოგებს, პალეობიოლოგებს, პალეონტოლოგებსა და დარვინისტული მოძღვრებით დაინტერესებულ სპეციალისტებს. ძირითადად კი სახელმძღვანელო განკუთვნილია სტუდენტებისათვის და დიდ დახმარებას გაუწევს მათ ნეოდარვინისტული თეორიების ნიუანსების გარკვევაში და დარვინის ევოლუციური მოძღვრების სწორად გაგებაში. ცხადია, რომ სახელმძღვანელოს გამოქვეყნება შემოკლების გარეშე საშური საქმეა.

გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორი,
საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის
წევრ-კორესპონდენტი ა. ვეკუა

რეცენზია

პროფესორ ანზორ დიასამიძის სახელმძღვანელოზე — „ბიოევოლუცია“

შოთა რუსთაველის სახელწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორის — ანზორ დიასამიძის მიერ გამოსაცემად მომზადებული ახალი სახელმძღვანელო „ბიოევოლუცია“ უმაღლესი სასწავლებლებისათვის უკანასკნელ წლებში მშობლიურ ენაზე შექმნილი სახელმძღვანელოების მნიშვნელოვან შევსებად უნდა ჩაითვალოს.

სახელმძღვანელო შედგება შესავლის, თხუთმეტი თავისა და ძირითადი ლიტერატურისაგან.

ავტორი წიგნის პირველივე თავიდან — „ბიოევოლუციის მოძღვრების საგანი და ამოცანები“, ნათლად წარმოადგენს ევოლუციური მოძღვრების მყარ ადგილს მრავალდარგოვან ბიოლოგიურ მეცნიერებაში. მასში მკვეთრადაა ხაზგასმული ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარების ზოგადი კანონები და კანონზომიერებები.

ავტორი ზოგადბიოლოგიური აზროვნების და თვით ევოლუციური თეორიის მნიშვნელობას მიმოიხილავს ქრონოლოგიურად, სათანადოდ აფასებს მისი განვითარების დონეს და კავშირს ფილოსოფიურ აზროვნებასთან. ავტორი ევოლუციური განვითარების მთავარ შედეგად ასახელებს ცოცხალი სამყაროსათვის დამახასიათებელ ისეთ უნიკალურ თვისებებს, როგორიცაა ადაპტოგენეზი, ახალ სახეობათა და საერთოდ სახეობრივი მრავალფეროვნების წარმოშობა, ცოცხალი მატერიის პროგრესირებადი განვითარება და საყოველთაო მიზანშეწონილების ჩამოყალიბება ცოცხალ სამყაროში. ასეთ დასკვნებამდე ავტორი მიიყვანა მისმა მრავალწლიანმა ექსპერიმენტებმა ცოცხალ ორგანიზმთა (მცენარეების) ადაპტაციის რთული მექანიზმების შესწავლის დროს, რომელთა განზოგადება ბოლო წლებში მისივე გამოქვეყნებულ მონოგრაფიებშია გადმოცემული. ამავე თავში ასახულია

ევოლუციის შესწავლის პრინციპები და მეთოდები, ევოლუციური მოძღვრების ადგილი ბიოლოგიურ მეცნიერებათა სისტემაში, მისი მნიშვნელობა, თანამედროვე პრობლემები და ამოცანები.

მეორე თავში — „ევოლუციური შეხედულების განვითარების ისტორია", ვრცლადაა წარმოდგენილი საბუნებისმეტყველო აზროვნების თანდათანობითი განვითარება-ჩამოყალიბების ხანგრძლივი გზა; მოკლედ, მაგრამ ამომწურავადაა მოცემული ზოგადბიოლოგიური აზროვნების ფორმირება ანტიკურ პერიოდში. ცალკეა გამოყოფილი მეტაფიზიკური პერიოდის თავისებურებები ბიოლოგიის განვითარებაში და სისტემატიკის მდგომარეობა მე-16-18 საუკუნეებში. საინტერესოდაა აღწერილი პრეფორმიზმი და მისი კავშირი კრეაციონიზმთან. ამავე თავში ავტორი დაწვრილებით გადმოსცემს ტრანსფორმისტული იდეების წარმოშობასა და ბატონობას ბიოლოგიაში, რომლებმაც სათანადო განვითარება ჰპოვეს ცნობილი ფრანგი ბიოლოგის — ლამარკის მეცნიერულ შემოქმედებაში. ლამარკის მეცნიერული მიღწევების არც თუ ისე მცირე მიმოხილვის შემდეგ მითითებულია, რომ ამ გამოკვლევებში პირველადაა მოცემული ევოლუციური განვითარება უმარტივესიდან დაწყებული, ადამიანის წარმოშობით დამთავრებული. მიუხედავად ლამარკის შეცდომებისა, წიგნში მინიშნებულია, რომ მან საკუთარი ევოლუციური მოძღვრებით ზოგადბიოლოგიური აზროვნება ახალ საფეხურზე აიყვანა და ამით მას განსაკუთრებული ადგილი დაუმკვიდრა ბიოლოგიის ისტორიაში.

სახელმძღვანელოში დარვინის ევოლუციური მოძღვრების თეორიის მიმოხილვას კანონზომიერად ვრცელი ადგილი აქვს დათმობილი. საინტერესოდ იკითხება ქვეთავი „დარვინიზმის გავლენა სხვა ბიოლოგიურ მეცნიერებებზე". ამ გაკვეთილის საფუძველს ის წარმოადგენს, რომ ბუნების მოვლენების დარვინისეულმა ანალიზმა და ახალი დამასაბუთებელი ფაქტების ძიებამ სულ უფრო ნათელი გახადა ევოლუციის რეალობა. ყოველივე ამის შედეგად უკვე ყალიბდება ევოლუციური ბიოლოგია, რომელმაც მრავალი ბიოლოგიური მეცნიერება მოიცვა.

წიგნში განსაკუთრებული ყურადღებითაა გადმოცემული

ევოლუციური ემბრიოლოგიისა და მორფოლოგიის განვითარება-ჩამოყალიბება. აღნიშნული დარგების განვითარება ბიოლოგიის ისტორიაში ფილოგენეტური მიმართულების პერიოდად არის აღიარებული, რაც იმ დროისათვის ევოლუციის საუკეთესო დადასტურებას წარმოადგენდნენ.

დარვინიზმისა და თანამედროვე ევოლუციური მოძღვრების ქვაკუთხედი საარსებო გარემოსთან ცოცხალ ორგანიზმთა ადაპტაციის (შეგუების) მექანიზმის გარკვევაა; ამიტომაც, სახელმძღვანელოში განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს ეკოლოგიური კვლევების როლს ევოლუციური თეორიის ჩამოყალიბებაში. ავტორი, ზოგადბიოლოგიური დარგებიდან შედარებით ყველაზე ახალგაზრდა, მაგრამ მეტად საინტერესო დარგის ეკოლოგიის განვითარების ისტორიისა და ევოლუციური თეორიის ჩამოყალიბებაში მისი როლის მიმოხილვის შემდეგ აღნიშნავს, რომ ევოლუციური ფაქტორების მოქმედებით მყარდება მიზანშეწონილი დამოკიდებულება ორგანიზმსა და საარსებო გარემოს შორის.

ამავე თავში გადმოცემულია ძირითადი დარვინისტული მიმართულებანი — კლასიკური დარვინიზმი, ლამარკო-დარვინიზმი და ნეოდარვინიზმი, რომლებიც ევოლუციური მოძღვრების ცალკეული საკითხისადმი კრიტიკულად გადახედვას წარმოადგენს. მათგან პირველი ევოლუციურ მოძღვრებაში წამყვან როლს ბუნებრივ გადარჩევას აკუთვნებს, მეორე კი თანაბარ როლს ანიჭებდა ბუნებრივ გადარჩევასა და პირდაპირ შეგუებას. ნეოდარვინიზმი გარემოსთან უშუალო ურთიერთობაში შეძენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობით გადაცემას უარყოფს, ამასთანავე დაბეჯითებით იცავს ბუნებრივი გადარჩევის პრინციპს, როგორც ევოლუციური თეორიის მეცნიერულ ფუნდამენტს. ავტორი აღნიშნავს, რომ ამით ნეოდარვინიზმი საფუძველს უშაგრებს ევოლუციურ თეორიას. არანაკლები ინტერესით იკითხება ევოლუციური თეორიის კრიზისი და მისი ძირითადი მიზეზები. გასაგებად არის აღწერილი გენეტიკასა და დარვინის ევოლუციურ მოძღვრებას შორის დამოკიდებულება მე-20 საუკუნის უდიდესი გენეტიკური აღმოჩენებისა და ევოლუციური მოძღვრების ფონზე, რაც ამ აღმოჩენათა განზოგადებასა და გამოყენების ხასიათს შორის

დაპირისპირებით წარმოიშვა. აქვეა განხილული გენეტიკური ანტიდარვინიზმის მიმდინარეობა და ამის შედეგად ბიოლოგიაში შექმნილი კრიზისული სიტუაციით ნეოლამარკიზმის განვითარება.

ბიოლოგიურ მეცნიერებაში გაჩენილმა კრიზისმა ევოლუციური მოძღვრებაც მოიცვა. მე-20 საუკუნის პირველი ათწლეულიდან იწყება კრიზისული სიტუაციების დაძლევის მცდელობა და მისწრაფება ევოლუციის სინთეზური თეორიის შექმნისაკენ. პარაგრაფი, რომელიც ამ საკითხს ეძღვნება ევოლუციის სინთეზური თეორიის შექმნისა და მისი ზოგადი დახასიათებით იწყება და ამ თეორიის ძირითადი მიმართულებების სრულყოფილი აღწერით მთავდება.

მომდევნო თავში ევოლუციური მოძღვრების თანამედროვე პრობლემებია განხილული. მიკრო- და მაკროევოლუციის, როგორც ერთიანი ევოლუციური პროცესის ორი მხარე, მკვლევარ გენეტიკოსის თვალითაა დანახული და მკაფიო აზრებითა და გამართული ქართულითაა გადმოცემული. ამ თავში წარმოდგენილი საკითხები — პოპულაცია, როგორც ევოლუციური სტრუქტურა, მემკვიდრეობითი ცვალებადობა, როგორც ევოლუციის ფაქტორი, მუტაციური ცვალებადობა და მისი ევოლუციური როლი, კორელაციური და არამემკვიდრული ცვალებადობის როლი ევოლუციაში, ბუნებრივი გადარჩევა, როგორც ევოლუციის მთავარი მამოძრავებელი ფაქტორი და ა. შ. — მკაფიოდაა გაანალიზებული. მათი თანმიმდევრული გაცნობა კი ნათელ წარმოდგენას უქმნის მკითხველს ბუნებაში მიმდინარე ევოლუციურ გარდაქმნებზე. რაც ხელს უწყობს ახალი ადაპტაციების ჩამოყალიბებას და ახალი სახეობების წარმოშობას, რომლებსაც ცოცხალი სამყაროს პროგრესული განვითარება მოსდევს.

შემდეგ თავში — „მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ბალანსის ბიოლოგიური რეგულაცია ცოცხალ სამყაროში“, განხილულია ცოცხალისათვის დამახასიათებელი ორი თვისების — მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ურთიერთდამოკიდებულების თანაფარდობის პრობლემა ევოლუციურ განვითარებაში. აქ ხაზგასმითაა მინიშნებული, რომ ევოლუციური განვითარების შედეგად ცოცხალ სამყაროში

მყარდება მაქსიმალური მიზანშეწონილება (მოწესრიგებულობა). მემკვიდრეობის გარეშე შეუძლებელი იქნებოდა სასიცოცხლო პროცესებისა და თაობათა მდგრადობა დროში. ცვალებადობა იწვევს ცოცხალში მემკვიდრეობის მიერ დაპროგრამირებული ორგანიზებულობის დარღვევას, ე.ი. ევოლუციურად ჩამოყალიბებული მემკვიდრული მდგრადობის ანუ ორგანიზებულობის დეზორგანიზაციას. ბოლოს კი ცვალებადობა ახალი ორგანიზებულობის ჩამოყალიბების პირობა ხდება, რაც აუცილებელია ცოცხალის არსებობისათვის. ცოცხალის არსებობა დროში შეუძლებელია მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის გარეშე, რადგან აუცილებლად მოითხოვს მისი ორგანიზებულობის გარდაქმნას გარემო ცვლილებების შესაბამისად. ასეთი გარდაქმნა (ადაპტოგენეზი) ცოცხალში შეუძლებელია მემკვიდრეობითი ცვალებადობის გარეშე. ამგვარი განხილვის შემდეგ ავტორი გასაგები ენით ასკვნის, რომ ორი, თითქოსდა ურთიერთგამომრიცხავი მოვლენა (ცვალებადობა და მემკვიდრეობა) განაპირობებს და სრულყოფს ერთმანეთს, საბოლოოდ კი უზრუნველყოფს ერთ ფენომენს — სიცოცხლის არსებობას დროში. მოცემულ თავში სხვა საკითხებთან ერთად მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ბალანსის ბიოლოგიური რეგულაციის თავისებურებებია გადმოცემული. ავტორი თავის და სხვა მეცნიერთა გამოკვლევებზე დაყრდნობით აღნიშნავს მცენარეებში (ციტრუსებში) ავტომუტაგენური მოქმედების ფაქტს და საერთოდ, მიუთითებს მუტაციური ცვალებადობის ბიოლოგიური რეგულირების თავისებურ გამოვლენაზე. აღნიშნულ მოვლენას კი განიხილავს ერთ-ერთ იმ მექანიზმად, რომლითაც ბალანსირდება ცოცხალ სამყაროში მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ბიოლოგიურად სასარგებლო თანაფარდობა. ცოცხალ სამყაროში არსებული ასეთი რთული პროცესის მექანიზმების ახსნა და მკითხველამდე ადვილი გზით მიტანა ავტორისათვის ადვილი შესაძლებელი ხდება საკუთარი კვლევა-ძიების შედეგების განზოგადებით. თავისებურადაა ავტორის მიერ წარმოდგენილი საკითხები გენოტიპის ადაპტური ღირებულებისა და ორგანიზმებში ადაპტური ნორმის შესახებ, შესაბამისად, — მემკვიდრული მდგრადობის სტაბილურობაც. აქვეა განხილული სპონტანური მუტაგენეზის ავტომუტაგენური მექანიზმის სქემა,

რაც ნათლად ხსნის იმ სისტემას, რომელიც უზრუნველყოფს მცენარეებში (ციტრუსებში) ბუნებრივი მუტაციების წარმოქმნის ძლიერ დონეს. ბოლოს დასკვნის სახით მოცემულია, რომ დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობის ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა მემკვიდრეობასა და ცვალებადობას შორის მუდმივი, ბიოლოგიურად სასარგებლო ბალანსის შენარჩუნება. მიგვაჩნია, რომ ავტორის მიერ საკითხის ამგვარი ინტერპრეტაცია ევოლუციური განვითარების მეთოდოლოგიური პრობლემების ორიგინალურ ხედვაზე მიუთითებს, რაც ბიოევოლუციურ განვითარებას კიდევ უფრო უმაგრებს მსოფლმხედველობრივ პოზიციებს.

მკითხველისათვის ამ საკითხების გაშლისთანავე გასაგები ხდება, რომ ცოცხალის ადაპტურობის ხარისხის მდგრადობის შენარჩუნება ტიპურ გარემოში მისი ზრდა-განვითარების თავისებურებათა უნარით განისაზღვრება. ასეთ შემთხვევაში ორგანიზმის ადაპტური ნორმა სტაბილურ თანაფარდობაშია საარსებო პირობებთან და მკაცრად რეაგირებს მუტაციების მადეზორგანიზებელ მოქმედებაზე. კონკურენტუნარიანია ორგანიზმი, რომელიც საარსებო პირობებში მოიპოვებს უპირატესობას არსებობისათვის ბრძოლაში. ფერტილობა გამრავლების სტაბილურობასა და შთამომავლობის დატოვების უნარში გამოიხატება. ადაპტაციის სამიე მაჩვენებელი — ხაზგასმულია სახელმძღვანელოში — „განსაზღვრავს გადარჩენისა და თაობების დატოვების ხარისხს, რაც ისტორიულად ყალიბდება ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად". წიგნში ამ საკითხზე გამართულ დიალოგს ლოგიკურ დასკვნამდე მივყავართ, რომ კონკრეტულ საარსებო გარემოში ჩამოყალიბებული ადაპტური ნორმა ევოლუციური განვითარების ერთ-ერთ მთავარ შედეგს წარმოადგენს.

ბუნებაში მიმდინარე ადაპტოგენეზის საბოლოო შედეგი სახეობათა წარმოშობაა. მომდევნო თავში აღნიშნული პრობლემებია განხილული. ყოველთვის იყო და ბიოლოგიაში დღესაც სახეობის გაგების საკითხი პრობლემად რჩება, მიუხედავად, იმისა, რომ ორგანიზმთა მსგავსი და განსხვავებული ნიშან-თვისებების საფუძველზე დაჯგუფება უძველესი დროიდან მომდინარეობს. სახელმძღვანელოში ეს საკითხები ისტორიული

თანმიმდევრობით და გასაგებადაა აღწერილი. ამავე თავში თავისებურადაა გააზრებული და გადმოცემული სახეობის კრიტერიუმები, სტრუქტურა და ტიპოლოგია, ბოლოს კი სახეობის წარმოშობის გზები. მიუხედავად იმისა, რომ, სახეობის წარმოშობის შესახებ ერთიანი აზრი ჯერ კიდევ არ არსებობს, ავტორს ეს პრობლემა ნათლად და საკმაოდ დამაჯერებლად აქვს გადმოცემული მატერიალური სამყაროს ისტორიული განვითარების გათვალისწინებით. წიგნის მომდევნო თავში ახალი სახეობის ფორმირების (მიკროევოლუციური) კანონზომიერებები განხილულია გენეტიკურ-ევოლუციური თვალსაზრისით.

თავი —„ევოლუციის ძირითადი მიმართულებები და ტემპები“ იწყება ევოლუციონისტებს შორის საკამათო საკითხებით, როგორიცაა: პროგრესი და რეგრესი. მკითხველი ადვილად წვდება ევოლუციური პროგრესის არსში, რომ იგი ცოცხალი სამყაროს ორგანიზაციული დონის ამაღლებაა. ევოლუციური რეგრესი კი — ორგანიზაციული დონის გამარტივება, სტრუქტურული და ფუნქციური დონის დაქვეითებაა. სახელმძღვანელოში დასკვნის სახითაა მოცემული, რომ პროგრესი ორგანული სამყაროს განვითარებაში შეფარდებითი მნიშვნელობით უნდა იყოს გაგებული. ამავე თავში გადმოცემულია ევოლუციის მიმართულებანი და გზები, სადაც გეოლოგიურ წარსულში სახეობათა ამოწყვეტის ბუნებრივი მიზეზების გვერდით შედარებით ახალგაზრდა, მაგრამ მეტად ძლიერი ანთროპოგენული ფაქტორებია განხილული. მოყვანილი ფაქტები და არგუმენტები ამის ნათელ და სრულ დადასტურებას წარმოადგენს. კარგი იქნებოდა, აქვე სახეობის გეოლოგიური ასაკის შეცირების მიზეზები რომ იყოს გადმოცემული, მასზე ადამიანის უარყოფითი ზემოქმედების აღწერით, რაც უთუოდ ჩააფიქრებდა თანამედროვე Homo sapiens-ს. შემდეგ ავტორი განიხილავს ონტოგენეზისა და ფილოგენეზის თანაფარდობისა და ფილოგენეტური ცვალებადობის საკითხებს. ევოლუციური თეორიის საფუძვლებში საკითხის ამგვარი ახსნა გააიოლებს ამ საკითხების სწავლებას ბიოლოგიის სხვა მეცნიერულ დისციპლინებში.

შემდეგი თავი ბიოლოგიური მეცნიერების მთავარი პრობლემების — სიცოცხლის წარმოშობისა და მისი არსის

გაგებას ეძღვნება. განხილულია სხვადასხვა შეხედულება სიცოცხლის წარმოშობაზე. სიცოცხლის წარმოშობის თანამედროვე თეორიების განხილვის შემდეგ მოცემულია უჯრედული სტრუქტურის ჩამოყალიბების შესაძლებლობა და მოსაზრებები სხვა პლანეტებზე სიცოცხლის არსებობის შესახებ.

საინტერესოდ იკითხება თავი — „სიცოცხლის განვითარება დედამიწაზე". ტექსტი მდიდარია (სხვა თავებთან შედარებით) ილუსტრაციებითა და სქემებით. თავი იწყება მრავალუჯრედიანთა წარმოშობის ახსნით. გასაგებადაა გადმოცემული მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროს განვითარების ეტაპები და თავისებურებანი. მიუხედავად იმისა, რომ ბუნების ქმნილებათა გვირგვინის — ადამიანის წარმოშობის საკითხი ბიოლოგიური და მსოფლმხედველობრივი მნიშვნელობით თანამედროვეობის მწვავე პრობლემად რჩება. ასევე გასაგებადაა გაანალიზებული საკითხები: ადამიანის სისტემატიკური ადგილი ცხოველთა სამყაროში, ცხოველთა სამყაროსთან ადამიანის ნათესაობის დამამტკიცებელი საბუთები და ანთროპოგენეზის საკითხები.

სიცოცხლის ორგანიზაციულ დონეთა მაღალ გამოვლინებას — ეკოსისტემასა და ბიოსფეროს ეძღვნება თავი „ეკოსისტემის ევოლუცია და ბიოსფერო". მასში აღწერილია ეკოსისტემათა ევოლუციური ჩამოყალიბება, მასში მიმდინარე რთულ პროცესთა არსი და ბიოსფეროს, როგორც დედამიწის სპეციფიკური სფეროს მოკლე მიმოხილვა.

ჩვენ 730 გვერდიან წიგნში მოცემული 15 თავის ირგვლივ ამომწურავი რეცენზიის პრეტენზია არ გვაქვს. აზრი გამოვთქვით მხოლოდ ნაწილზე. წიგნში საუნივერსიტეტო პროგრამების შესაბამისად ყველა საკითხია გაშუქებული. თუმცა, მკითხველს აქა-იქ ალბად გაუჩნდება უფრო მეტი მოთხოვნილება. სწორედ ამის გათვალისწინებით გვინდა შევნიშნოთ შემდეგი:

— ამა თუ იმ პრობლემისა და თეორიის დამადასტურებელი ფაქტების, თეორიების, არგუმენტების, მტკიცებებისა და სხვათა სიმრავლე სახელმძღვანელოსათვის დატვირთვად მიგვაჩნია.

— წიგნში პირველი თავის შემდეგ რომ იწყებოდეს

საკითხი დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობის შესახებ, ლოგიკური გაგრძელება იქნებოდა მისი ევოლუციის შესახებ მოსაზრებების, არგუმენტების, თეორიებისა და სხვადასხვა პრობლემების განხილვა, რაც შემდგომ თავში ესოდენ ფართოდაა გადმოცემული.

ვიზიარებთ სახელმძღვანელოს ავტორის მოსაზრებას წიგნის სახელწოდებასთან დაკავშირებით. მიგვაჩნია, რომ ბიოლოგიური ევოლუციის თავისებურებათა გამოხატვისა და სახელწოდების ლაკონურობის თვალსაზრისით სწორად არის შერჩეული სახელწოდება „ბიოევოლუცია“.

ავტორის მიერ ადრე გამოქვეყნებულ სახელმძღვანელოსთან („ევოლუციური მოძღვრების საფუძვლები“) შედარებით ახალი სახელმძღვანელო შეიცავს ახალ თავებს, მათ შორის ყველაზე მნიშვნელოვანია თავი, რომელიც ეძღვნება თანამედროვე ანტიდარვინისტულ და ანტისინთეზურ ევოლუციურ მიმდინარეობებს. წიგნში სიღრმისეულადაა გაშუქებული თითქმის ყველა ძირითადი ალტერნატიული ევოლუციური მიმდინარეობანი და მოცემულია მათი კრიტიკული შეფასება ზოგადბიოლოგიურ კანონზომიერებათა თანამედროვე მიღწევების საფუძველზე.

ახალ სახელმძღვანელოს, ასევე, დართული აქვს მთავარი დასკვნებიც. 31 პუნქტიან დასკვნაში საკმაოდ საფუძვლიანადაა გადმოცემული სახელმძღვანელოში განხილული პრობლემების ძირითადი დებულებები და ხედვა, რაც ვფიქრობთ, მკითხველს გაუადვილებს რთულ საკითხებზე საბოლოო შეფასების ჩამოყალიბებას.

წინასთან შედარებით ახალი სახელმძღვანელო გამდიდრებულია ფაქტობრივი ბიოლოგიური მასალით, უახლესი ბიოლოგიური კვლევის შედეგებით და თანამედროვე განზოგადებებით.

ვფიქრობთ პროფ. ა. დიასამიძის სახელმძღვანელო „ბიოევოლუცია“ მეტად საჭირო და დროულ მეცნიერულ პროდუქტს წარმოადგენს. იგი სათანადო დახმარებას გაუწევს არა მარტო ბიოლოგიური, სამედიცინო და სასოფლო-სამეურნეო დარგის სტუდენტებსა და დოქტორანტებს, არამედ

ბიოლოგიურ მეცნიერებათა წარმომადგენლობის ფართო სპექტრს და საერთოდ ზოგადბიოლოგიური პრობლემებით დაინტერესებულ სხვა დარგის სპეციალისტებსაც.

საჭირო საქმედ მიგვაჩნია წიგნის სტამბური წესით გამოცემა.

შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორები: მ. დავითაძე, რ. ზოსიძე

შესავალი

ბიოევოლუციის საგანი და ამოცანები

ბიოევოლუციური მოძღვრების საგანი

ყოველი მეცნიერება სწავლობს ობიექტური რეალობის ამა თუ იმ ნაწილს, მასში მიმდინარე პროცესებს, მათ მიზეზებსა და მექანიზმებს და ადგენს შესაბამის კანონებსა და ზოგად კანონზომიერებებს. ამიტომაც, ყოველ მეცნიერებას გააჩნია თავისი კონკრეტული კვლევის ობიექტი, რასაც ჩვეულებრივ, მეცნიერების კვლევის საგანს უწოდებენ.

ბიოლოგია სწავლობს ცოცხალ სამყაროს ყოველმხრივ — მის წარმოშობასა და მრავალფეროვნებას, სასიცოცხლო პროცესების თავისებურებებს, გამრავლებისა და ინდივიდუალური განვითარების კანონზომიერებებს, მემკვიდრეობის, ცვალებადობის, გარემოსთან შეგუებისა და გავრცელების მექანიზმებს და მრავალ სხვა საკითხს. შესაბამისად, ბიოლოგიური მეცნიერებაც მრავალდარგოვანია.

ჩვეულებრივ, ცოცხალ სამყაროს ყოფენ სამ დიდ სამეფოდ: მიკროსამყარო (პროტისტა), მცენარეთა და ცხოველთა სამყარო.

მიკროსამყაროს შეისწავლის მიკრობიოლოგიური, მცენარეთა სამეფოს — ბოტანიკური, ხოლო ცხოველთა სამყაროს — ზოოლოგიური მეცნიერებანი. თითოეული ეს დარგი შესაბამის ცოცხალ ობიექტებს სწავლობს მრავალმხრივ — მათ მორფოლოგიას, ანატომიას, სისტემატიკას, ფიზიოლოგიას, ბიოქიმიას, ეკოლოგიას, გამრავლებას, წარმოშობას, განვითარებას, გავრცელებას და ა.შ.

გარდა აღნიშნულისა, არსებობს ზოგადბიოლოგიური დისციპლინებიც. ისინი სწავლობენ მთელი ცოცხალი სამყაროსთვის დამახასიათებელ ზოგად კანონზომიერებებს. ასეთებია: მოლეკულური ბიოლოგია, ციტოლოგია, ემბრიოლოგია, გენეტიკა, ეკოლოგია და სხვა.

იქმნება შთაბეჭდილება, რომ ცოცხალი სამყარო საკმაოდ დეტალურად შეისწავლება ზემოთ ჩამოთვლილი ბიოლოგიური დისციპლინების მიერ. რა ადგილი უნდა დაიკავოს

ბიოლოგიურ მეცნიერებათა ამ სისტემაში ბიოევოლუციურმა მოძღვრებამ?

ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად საკმარისია, რომ ცოცხალი სამყარო წარმოვიდგინოთ ერთ მთლიანობაში და შევეცადოთ, გამოვყოთ ყველაზე თვალსაჩინო, მთელი ცოცხალი სამყაროსათვის დამახასიათებელი ზოგადი თავისებურებანი. უპირველესად შევნიშნავთ ცოცხალისათვის დამახასიათებელ ორ ძირითად უნიკალურ თავისებურებას: საოცრად დიდ მრავალფეროვნებასა და განსაცვიფრებელ ანტიენტროპიას-მოწესრიგებულობას, რომელსაც პირობითად შეიძლება ვუწოდოთ მიზანშეწონილობა.

როცა ვსაუბრობთ ცოცხალი სამყაროს მრავალფეროვნებაზე, პირველყოვლისა, მხედველობაში გვაქვს სახეობრივი სიმრავლე.

მეცნიერები თვლიან, რომ დღეს დედამიწაზე მცენარეთა 0,5 მილიონი სახეობაა გავრცელებული. ცხოველთა სახეობრივი სიმრავლე კიდევ უფრო მაღალია და იგი 2-დან 3 მილიონამდე მერყეობს. ბევრი სახეობა ჯერ კიდევ აღმოუჩენელი და შეუსწავლელია. აღნიშნულს თუ დავუმატებთ იმასაც, რომ დედამიწაზე 7 მილიონამდე სახეობა უკვე ამოწყდა და იმასაც, რომ ცნობილ ბიოლოგ ვ. გრანტის აზრით, დედამიწაზე ცოცხალის ერთ მილიარდამდე სახეობა უნდა არსებულიყო, გასაგები გახდება სიცოცხლის სახეობრივი მრავალფეროვნება. სიცოცხლე დედამიწაზე არსებობს ყველაზე პრიმიტიული არაუჯრედული ფორმითაც (ფაგები და ვირუსები) და საოცრად მაღალორგანიზებული ჯგუფების (ყვავილოვანი მცენარეები, ძუძუმწოვრები, ადამიანი) სახითაც. ამასთან, სიცოცხლე გავრცელებულია ყველა გარემოში (წყალი, ჰაერი, ნიადაგი) და საერთო მსგავსების მიუხედავად, ეს ჯგუფები გარემოსთან შეგუების თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი თავისებურებებითაც ხასიათდებიან. ასე რომ, სახეზეა ცოცხალი სამყაროს საოცარი ბიომრავალფეროვნება.

ასევე, ნათელია ცოცხალი სამყაროს მეორე უმნიშვნელოვანესი თავისებურებაც — მიზანშეწონილობა. ამ ცნების ქვეშ იგულისხმება არა წინასწარი მიზნის შესაბამისი წესრიგი, არამედ ის ორგანიზებულობა და აგებულების

სირთულე ცოცხალ სამყაროში, რომელიც ვლინდება, ერთი მხრივ, როგორც ჰარმონიული მთლიანობა ცოცხალის შიდასტრუქტურებს შორის (მოლეკულები, ორგანოიდები, ორგანოები, ორგანოთა სისტემები), როგორც ორგანიზაციულად, ასევე ფუნქციური თვალსაზრისით, მეორე მხრივ, ორგანიზებულობა — ორგანიზმსა და გარემოს შორის. ალბათ, არ არის საჭირო, ვახსენოთ ის, რომ საოცრად მაღალი მოწესრიგებულობა უდევს საფუძვლად უჯრედის, როგორც ცოცხალის ელემენტარული სტრუქტურული, ფუნქციური, გამრავლებისა და განვითარების ერთეულის ორგანიზებულობას. ატომები და მოლეკულები თუ ძირითადი უჯრედული სტრუქტურები, უჯრედში ისეა ორგანიზებული, რომ საქმე გვაქვს სტრუქტურული და ფუნქციური ჰარმონიზაციის მაქსიმალურ მიზანშეწონილობასთან.

ანალოგიურად შეიძლება ვიმსჯელოთ ნებისმიერ ცოცხალ სისტემაზე.

მაქსიმალურად მოწესრიგებულია მიზანშეწონილობა ორგანიზმსა და საარსებო გარემოს შორისაც. ყოველი ცოცხალი ორგანიზმი, როგორც აგებულების თავისებურებით, ასევე სასიცოცხლო პროცესების რეგულაციური მექანიზმებით, შესაბამისობაშია საცხოვრებელ გარემო პირობებთან. აქ საკმარისი იქნებოდა ისეთი მაგალითების დასახელება, როგორიცაა: ქლოროპლასტის ულტრასტრუქტურული ორგანიზაციის შესაბამისობა სინათლის სხივის დაჭერისადმი ან კიდევ, პრიმატების თვალის აგებულების შესაბამისობა მხედველობისადმი და სხვა.

ნაკლებმნიშვნელოვანი არც ცოცხალი სამყაროს ორგანიზაციული სრულყოფის მიხედვით გრადაციული იერარქიის (სხვადასხვა რანგის სისტემატიკური დაჯგუფების) ჩამოყალიბების ფაქტია, რასაც ეფუძნება კიდეც თანამედროვე ბიოლოგიური სისტემატიკა.

ისმება ბუნებრივი კითხვა? როგორ მოხდა ცოცხალ სამყაროში ესოდენ ძლიერი მრავალფეროვნებისა და მაღალორგანიზებული მიზანშეწონილობის წარმოშობა?

ამ და მასთან დაკავშირებულ მრავალ სხვა კითხვას პასუხს სცემს მეცნიერება, რომელსაც უწოდებენ ევოლუციურ

მოძღვრებას. რადგანაც ტერმინი „ევოლუცია“ მეცნიერების სხვადასხვა დარგში დღეს საკმაოდ ფართო გაგებით გამოიყენება, უფრო მეტიც, ზოგჯერ სცილდება კიდეც ცოცხალ სამყაროს, იმის ხაზგასასმელად, რომ ცოცხალი სამყაროსათვის დამახასიათებელია მხოლოდ ბიოლოგიური ევოლუცია, უპრიანი იქნება გამოვიყენოთ ტერმინი „ბიოევოლუცია“.

ბიოევოლუციური თეორია ეფუძნება მოსაზრებას, რომ ცოცხალი სამყარო ჩამოყალიბდა არაცოცხალი მატერიისაგან თანდათანობითი მოლეკულური გართულებების გზით და ექვემდებარება თანმიმდევრულ ცვლილებებსა და განვითარებას. იგი აღიარებს, რომ ცოცხალი სამყარო იცვლება დროში და განიცდის ისტორიულ განვითარებას. ევოლუციური მოძღვრება, სწორედ, იკვლევს ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარების იმ ზოგად კანონებსა და კანონზომიერებებს, რომლებიც განაპირობებენ დედამიწაზე სიცოცხლის მრავალფეროვნებას, გრადაციულ სრულყოფასა და ცოცხალი-სათვის დამახასიათებელ მიზანშეწონილ ორგანიზებულობას. თუ უფრო დავაკონკრეტებთ, ბიოევოლუციური მოძღვრება სწავლობს ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარების მიზეზებს, მამოძრავებელ ძალებს, მექანიზმებს, შედეგებს და სხვა კანონზომიერებებს.

ევოლუციის ცნება, ბიოლოგიური ევოლუციის ძირითადი თავისებურებანი

ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარების სინონიმად იხმარება სიტყვა *ევოლუცია*. ეს ცნება მეცნიერებაში პირველად XVII ს-ში იხმარეს მალპიგმა და მალბრაშემ. მაშინ სიტყვა „ევოლუციას“ სხვა შინაარსი ჰქონდა და იგი გულისხმობდა ჩანასახში (ზიგოტაში), თითქოსდა, წინასწარ ბრეფორმირებული (უკვე მოცემული) ნიშნების თანდათანობით გაფორმება-ჩამოყალიბების პროცესს.

სადღეისოდ „ევოლუციის“ ცნების ქვეშ ესმით ცოცხალი სამყაროსა და ცოცხალ ორგანიზმთა ცალკეული ჯგუფის ისტორიული განვითარების პროცესი, დაწყებული პირველადი

მოლეკულებით და დამთავრებული თანამედროვე უმაღლესი ცოცხალი ორგანიზმებისა თუ საერთოდ, ბიოსფეროს წარმოშობით. ხშირად, ცალკეული ბიოლოგიური ჯგუფის ევოლუციური განვითარების აღსანიშნავად იხმარება სიტყვა „ფილოგენეზიც“ (ბერძნ. phylon — გვარი, ტომი; genesis — დაბადება, წარმოშობა).

გამოდის, რომ ბიოევოლუცია არის დროში ცოცხალი სამყაროს გარდაქმნის პროცესი. იგი უმეტესწილად იხმარება ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარების აღსანიშნავად. ევოლუციური პროცესი ცოცხალ სამყაროში ხასიათდება ყველა იმ თავისებურებით, რაც საერთოდ ახასიათებს განვითარებას. მაგრამ ამასთანავე, მას, როგორც ცოცხალი სამყაროს განვითარების შინაარსის მატარებელ პროცესს, ახასიათებს ზოგიერთი თავისებურებაც. ამის ხაზგასასმელად ხშირად იხმარება ტერმინი „ბიოლოგიური (ორგანული) ევოლუცია“. ბიოლოგიური ევოლუციური განვითარების მთავარ თავისებურებას ის წარმოადგენს, რომ ამ დროს ცვალებადობასა და ისტორიულ გარდაქმნას ექვემდებარება ძირითადად ბიოლოგიურად საჭირო (სასარგებლო) ნიშნები. ცოცხალის ის ნიშნები, რომლებიც არ განსაზღვრავენ მისი გადარჩენის (არსებობის შენარჩუნების), თაობების დატოვებისა და ელიმინაციის (ანუ განადგურების) უნარს, თითქმის არ ექვემდებარებიან ბიოევოლუციურ კონტროლს. ამიტომაცაა, რომ ბიოევოლუციური განვითარება ადაპტოგენეზური პროცესია. იგი იწვევს ცოცხალ ორგანიზმთა სტრუქტურული და ფუნქციური ორგანიზებულობის სრულყოფას და ოპტიმიზაციას მოცემულ საარსებო პირობებში. ე.ი. ბიოევოლუციური განვითარება ისტორიული ადაპტოგენეზის პროცესია. სწორედ, ის აყალიბებს ცოცხალი ბუნების ადაპტურ სტრატეგიას. ამასთანავე, ხაზი უნდა გავუსვათ იმასაც, რომ ბიოევოლუციური განვითარება თანმიმდევრული და თანდათანობითი პროცესია. მას ნაკლებად ახასიათებს ძლიერი ნახტომები, კატაკლიზმები და რევოლუციური ბუნება. ბიოლოგიური ევოლუციური განვითარება ეფუძნება ძლიერად გამოკვეთილ მემკვიდრეობითობის ბრინციპს. ბიოევოლუციური გარდაქმნა ამავდროულად ძველის ნგრევასა და განადგურებას კი არ ნიშნავს, არამედ იგი ძველისა და ახლის

ჰარმონიული შეხამებაა. ამ დროს ხდება ცოცხალის ძველ, სასარგებლო თავისებურებებში ახალი, ბიოლოგიურად და ევოლუციურად სასარგებლო ნიშნების თავისებური „ჩაშენების“ პროცესი. ყოველი განვითარების დროს ხდება ერთი თვისობრიობიდან მეორეში გადასვლა, მაგრამ ბიოევოლუციური განვითარების დროს ეს არ ხდება ძველი ორგანიზებულობის ნგრევის ხარჯზე, არამედ იგი ძველისა და ახლის ჰარმონიზაცია-შეხამების შედეგად ახალი, საარსებო გარემოსადმი ოპტიმალური და ბალანსირებული ორგანიზებულობის ჩამოყალიბების გზით მიმდინარეობს.

ბიოლოგიურმა ევოლუციამ თვითონ დაარეგულირა ცოცხალ სამყაროში ბიოევოლუციურად ახლის წარმოქმნისათვის აუცილებელი მოვლენების — მემკვიდრეობითი ცვალებადობის (მუტაციები, კომბინაციები, რეკომბინაციები) და მისი მდგრადობის შენარჩუნების (მემკვიდრეობის) ბიოლოგიურად სასარგებლო ბალანსი, რითაც თვით ბიოევოლუცია გარკვეულად აწესრიგებს კიდეც ცოცხალის ადაპტოგენეზისა და პროგრესული დიფერენციაციის პროცესს (იხილეთ შემდეგ). ასეთი რამ მხოლოდ ბიოლოგიური ევოლუციის დროს ხდება.

ბიოევოლუციური განვითარების ერთ-ერთ მთავარ თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ ბიოევოლუცია შეუქცევადი პროცესია. ბიოლოგიური სახეობები ხელახლა ვერასოდეს ვეღარ წარმოიშობიან. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ბიოევოლუცია უკან აღარ ბრუნდება.

ბიოევოლუციური პროცესის შეუქცევადობას თვით ევოლუციური განვითარების ბუნება განსაზღვრავს. როგორც ითქვა, ბიოევოლუციური განვითარება ადაპტოგენური ხასიათისაა. ამ დროს ცოცხალი სტრუქტურულად და ფუნქციურად ეგუება გარემოს. გარემო კი იცვლება გეოლოგიური პერიოდების მანძილზე და ნაკლებ სავარაუდოა, რომ სრულყოფილად განმეორდეს ოდესღაც არსებული საარსებო გარემო. კიდეც რომ მოხდეს აბიოტური ფაქტორების (ფიზიკური გარემო) განმეორება, ბიოევოლუციური განვითარება მაინც არ განმეორდება. ამას ის უბრალო მიზეზი განაპირობებს, რომ საარსებო გარემოში იგულისხმება არა მარტო აბიოტური ფაქტორები, არამედ ცოცხალ ორგანიზმთა შორის მრავალმხრივი

სასიცოცხლო კავშირ-ურთიერთობაც (ე.წ. ბიოტური გარემო). წარსულის ცოცხალი სამყაროს სრულყოფილი განმეორება მომავალში თეორიულადაც წარმოუდგენელია. ასე რომ, საარსებო გარემო ზუსტად არასდროს არ მეორდება და ბიოევოლუციური პროცესიც, როგორც ადაპტოგენეზი, შეუქცევადია. ევოლუციური პროცესის შეუქცევადობას ისიც განაპირობებს, რომ ასეთი გარდაქმნა ეფუძნება ცოცხალის ნიშან-თვისებათა მთლიანობას (ერთიანობას). მართალია, ხდება ევოლუცია ცალკეული სასარგებლო ნიშნის დაგროვების გზით, მაგრამ თუ ეს ნიშნები ბიოლოგიურად (და ადაპტურად) ინტეგრაციაში არ არის ცოცხალის სხვა ნიშან-თვისებათა კორელაციურ და კოორდინაციულ მთლიანობასთან, მაშინ იგი ვერ უზრუნველყოფს ცოცხალის გადარჩენისა და თაობების დატოვების უნარს (დაექვემდებარება ელიმინაციას).

ორგანიზმის ცალკეული ნიშანი შეიძლება შეიცვალოს კიდეც ძველის (ადრე არსებულის) მიმართულებით, მაგრამ ზემოთქმულის გამო, იგი ახალ ორგანიზაციულ დონეზე (ორგანიზმის სტრუქტურულ და ფუნქციურ მთლიანობაში) ვერ დამაგრდება თაობებში და მაინც ვერ უზრუნველყოფს ბიოევოლუციის შექცევადობას.

ბიოევოლუციის შეუქცევადობის მაგალითად შეიძლება განვიხილოთ წყლის გარემოში ცხოველთა მეორეული გადასვლის შემთხვევა. ცნობილია, რომ წყლიან გარემოში ძუძუმწოვარა ცხოველების (ვეშაპი, დელფინი, სელაპი და სხვა) გადასვლა მეორეული ევოლუციური მოვლენაა, რამაც მნიშვნელოვნად შეცვალა მათი გარეგნობა (ფორმა გახდა ე.წ. გარსმდენი წყლის მიმართ) თუ ზოგიერთი სხვა ნიშანი. ისინი თითქოს დაემსგავსნენ თევზებს (მაგ., დელფინი). მაგრამ მიუხედავად ამისა, მათ მთლიანად შეინარჩუნეს ძუძუმწოვრების ორგანიზაციული დონის ნიშნები (ცოცხალმშობიარობა, თბილსისხლიანობა, ფილტვების საშუალებით ატმოსფერული ჟანგბადით სუნთქვა, ნაშიერის კვება დედის რძით და სხვა), დარჩნენ ძუძუმწოვრებად და არ გადაიქცნენ თევზებად.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ბიოევოლუციას შეიძლება მიეცეს შემდეგი განმარტება: ***ბიოევოლუცია არის ცოცხალი სამყაროს ისტორიული***

ადაპტოგენეზისა და დიფერენციაციის პროცესი, რომელსაც ახასიათებს შეუქცევადობა და ბიოლოგიურად საჭირო ნიშან-თვისებათა საერთო პროგრესული (სტრუქტურული და ფუნქციური სრულყოფა) განვითარება.

ბიოევოლუციური განვითარება არ არის დაპროგრამებული (განსხვავებით ორგანიზმის ინდივიდუალური განვითარებისაგან), მაგრამ არც იმის თქმა შეიძლება, რომ ბიოევოლუცია ქაოსურია. ბიოევოლუციური განვითარების კანონზომიერი ხასიათი ეფუძნება, ერთი მხრივ, ცოცხალის შინაგან თავისებურებებს, მეორე მხრივ, საარსებო გარემოს გავლენას. როცა ვსაუბრობთ ევოლუციაში შინაგანი ფაქტორების როლზე, მხედველობაში გვაქვს პრინციპი, რომ ევოლუციის ყოველი ახალი ეტაპი გარკვეულად დეტერმინირებულია კიდეც წინამორბედი ფილეტური ჯგუფების მორფო-ფუნქციური ორგანიზაციით, სახეთა შიდა, სახეთა შორის და საერთოდ, საარსებო გარემოსთან ურთიერთობის კონსერვატორული სისტემით, ცვალებადობის ხასიათისა და მიმართულების შესაძლებლობებით, მით უმეტეს, როცა ცნობილია, რომ ყოველივე ამას საფუძვლად უდევს შესაბამისი ბიოლოგიური დაჯგუფების მყარი გენეტიკური ორგანიზებულობა. მაშასადამე, უნდა ვიფიქროთ, რომ ევოლუციური შესაძლებლობები მნიშვნელოვანწილად განპირობებულია შესაბამისი ტაქსონის განვითარების წინა ისტორიით. მეორე მხრივ, ევოლუციური კანონზომიერებანი რეგულირდება საარსებო გარემოს გავლენით, სასარგებლო ინდივიდუალური ცვლილებების თანდათანობითი დაგროვების გზით, ადაპტური სრულყოფის მიმართულებით. ასე რომ, თამამად შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ბიოევოლუციის პროცესში შეუძლებელია ყველასგან ყველაფრის წარმოშობა, რომ ბიოევოლუციურ განვითარებას გარკვეულად ვექტორიზებული და კანონზომიერი მიმართულება ახასიათებს. ყოველივე ზემოთქმულის გამო ბიოევოლუციურ განვითარებას არ შეიძლება ეწოდოს ქაოსური. გამოდის, რომ ბიოევოლუციის ზოგადი მიმართულება განისაზღვრება საარსებო პირობების ცვლილებებით გეოლოგიური პერიოდების მანძილზე და იგი ცოცხალის გენეტიკური შესაძლებლობების მიხედვით

გარემოსთან ადაპტური წონასწორობის დამყარების მიმართულებით მიდის.

ბიოევოლუციის შესწავლის ძირითადი პრინციპები და მეთოდები

ევოლუციური გარდაქმნა მეტად ნელი და დამკვირვებლისათვის შეუმჩნეველი პროცესია. ამიტომაც, მისი კვლევა ძნელია ბიოლოგიაში ფართოდ დამკვიდრებული ექსპერიმენტისა და დაკვირვების მეთოდებით. სამაგიეროდ, აქ შესაძლებელია გარკვეული ევოლუციური კანონზომიერებების დადგენა თანამედროვე ფორმებთან წინა გეოლოგიურ პერიოდებში განამარხებული ორგანიზმების თავისებურებათა შედარების ანალიზის საფუძველზე, ე.ი. ევოლუციურ კვლევაში ფართოდ გამოიყენება ისტორიზმის პრინციპი. ამ შემთხვევაში წარსულის შესწავლა გვეხმარება ევოლუციის თანამედროვე მექანიზმების გარკვევაში. ეს პრინციპი აუცილებლად მოითხოვს შედარებითი მეთოდის გამოყენებას. აქ იგულისხმება წარსულის ფორმების შედარება ერთმანეთთან და თანამედროვესთან, ასევე, თანამედროვე ცოცხალი ჯგუფების ურთიერთშედარების საფუძველზე მათ შორის მსგავსება-განსხვავების მიხედვით ნათესაური კავშირების დადგენა. ყოველივე ეს იძლევა საშუალებას, გაირკვეს შესაბამისი ჯგუფების ფილოგენეზური განვითარების ეტაპები და თავისებურებანი. თავის მხრივ, შედარებითი მეთოდი გულისხმობს ცოცხალ დაჯგუფებათა შორის პარალელების გავლებას ანატომიური და მორფოლოგიური (შედარებით-ანატომიურ-მორფოლოგიური მეთოდი), ფიზიოლოგიური (შედარებით-ფიზიოლოგიური მეთოდი), ბიოქიმიური (შედარებით-ბიოქიმიური მეთოდი), ემბრიოლოგიური (შედარებით-ემბრიოლოგიური მეთოდი), მოლეკულური (ცილების, ნუკლეინის მჟავების და სხვა მაკრომოლეკულების დონეზე) თავისებურებების მიხედვით.

გამოდის, რომ ევოლუციური კანონზომიერებების დადგენაში დიდია თეორიული მოსაზრებებისა და ჰიპოთეზების მნიშვნელობა. მაგრამ თანამედროვე კვლევა ახერხებს ევოლუციაში აქტუალიზმის პრინციპის ფართოდ გამოყენებასაც.

დღეს უკვე მყარად არის დადგენილი, რომ ევოლუციური გარდაქმნა ეფუძნება პოპულაციაში მიმდინარე გენეტიკურ კანონზომიერებებს (მიკროევოლუცია). პოპულაციის გენეტიკის და ეკოლოგიის კანონზომიერებათა კვლევა კი საშუალებით შესაძლებელია ცდებით, დაკვირვებებით, ზუსტი მათემატიკური გაანგარიშებებით. ამიტომაც, დამკვიდრებულია აზრი, რომ პოპულაცია არის ლაბორატორია მიკროევოლუციური პროცესების შესასწავლად. პოპულაციის გენეტიკური კანონზომიერებები სადღეისოდ ისწავლება ლაბორატორიულ მოდელზეც კი. ამ საქმეში აქტიურად გამოიყენება კომპიუტერიზაცია. ასე რომ, თანამედროვე მიკროევოლუციურ კვლევაში ფართოდ გამოიყენება პოპულაციის გენეტიკისა და ეკოლოგიის შესწავლის მეთოდები. ექსპერიმენტული კვლევებით მიღებული შედეგები შეიძლება გავავრცელოთ წარსულის ევოლუციური კანონზომიერებების დასადგენად.

ამასთანავე, კარგად უნდა გვახსოვდეს, რომ წინა გეოლოგიური პერიოდების ბიოევოლუციური კანონზომიერებანი სრულ შესაბამისობაში არ შეიძლება იყოს ბიოევოლუციური გარდაქმნის თანამედროვე მექანიზმებთან. საამისოდ საკმაოდ მყარი მეცნიერული არგუმენტაციის დამოწმება შეიძლება. ცნობილია, რომ გეოლოგიურ წარსულში, როგორც აბიოტური (ტემპერატურა და საერთოდ კლიმატური პირობები, ჰაერში ჟანგბადისა და სხვა გაზების შემცველობის მაჩვენებლები, დედამიწის ზედაპირის გეომორფოლოგიური თავისებურებანი, ვულკანური და ტექტონიკური პროცესები, ოკეანისა და ხმელეთის ურთიერთთანაფარდობა, მატერიკების მიგრირების თავისებურებანი, დედამიწისეული თუ კოსმოსური რადიაციული ფაქტორები, უცხო კოსმოსური სხეულების შეჯახება დედამიწაზე და მასთან დაკავშირებული დედამიწისეული პირობების ცვლილებები, კოსმოსური ძალების სხვა სახის გავლენა დედამიწაზე და სხვა), ასევე ბიოტური (სახეთა შიგნით და სახეთა შორის ცოცხალ ორგანიზმთა სასიცოცხლო ურთიერთ დამოკიდებულება, არსებობისათვის ბრძოლაში ურთიერთ-დამოკიდებულების პირობები და შესაძლებლობები, ეკოსისტემაში არსებული წონასწორი ბალანსის ბიოლოგიური რეგულაციის პირობები, ცოცხალი სისტემების რებროდუქციული

პროცესების თავისებურებანი, გენომური ორგანიზებულობის დონე, გენეტიკური მასალის ფუნქციონირებისა და ცვალებადობის რეგულაციური კანონზომიერებანი და მრავალი სხვა) ფაქტორები თანამედროვესაგან ყოველთვის მეტ-ნაკლებად განსხვავებული იყო. ამიტომაც, ბუნებრივია, თავისებურებანი ახასიათებდეს წარსულ და თანამედროვე ბიოევოლუციურ (ადაპტოგენურ) პროცესებს. ამდენად, აქტუალიზმის მეთოდებით დადგენილი ევოლუციური კანონზომიერებების პირდაპირი ექსტრაპოლიზება გეოლოგიური წარსულის ევოლუციური მექანიზმების სრულყოფილი გაგებისათვის არა მარტო საკმაოდ სარისკო საქმეა, არამედ ხშირ შემთხვევებში მეცნიერულ შეცდომასაც წარმოადგენს. იგი პირდაპირ გვიბიძგებს ევოლუციური უნიფორმიზმის (ევოლუციური ძალების ერთფეროვნებისა და შესაბამისად ევოლუციური ერთგვაროვნების აღიარება მთელი გეოლოგიური ისტორიის მანძილზე. თანაც ყოველგვარ გარდაქმნას მიიჩნევს შექცევად პროცესად) აღიარებისაკენ. ამიტომაც აქტუალიზმის, როგორც ევოლუციური დოქტრინის გეოლოგიურ წარსულზე ექსტრაპოლიზების დროს, შესაძლებლობის ფარგლებში, გათვალისწინებული უნდა იქნეს შესაბამისი გეოლოგიური პერიოდის ევოლუციური პირობების თავისებურებანიც (ვარიაფორმიზმი). მიუხედავად ყოველივე ზემოთქმულისა, თანამედროვე ევოლუციური თეორია მაინც თვლის, რომ აქტუალიზმის მეთოდი, რომელიც ეფუძნება სელექციოგენეზის იდეას და სხვა, ექსპერიმენტულად შესწავლილი ევოლუციური ფაქტორების მოქმედებას, გამოყენებული უნდა იქნას წარსულის ევოლუციური კანონზომიერებების დადგენაში, მაგრამ არა იზოლირებული სახით, არამედ უპირველესად, შედარებით ისტორიულ მეთოდთან ერთად. ასე რომ, სრულიად გამართლებულია აფორიზმი: „თანამედროვე იძლევა გასაღებს წარსულის ევოლუციური კანონზომიერებების შესწავლისათვის“.

ევოლუციურ კვლევაში აქტიურად გამოიყენება ეკოლოგიური და ბიოგეოგრაფიული კვლევის მეთოდებიც. ასეთი მეთოდების გამოყენება სულ უფრო კონკრეტულს და საგნობრივს ხდის ევოლუციურ კვლევას.

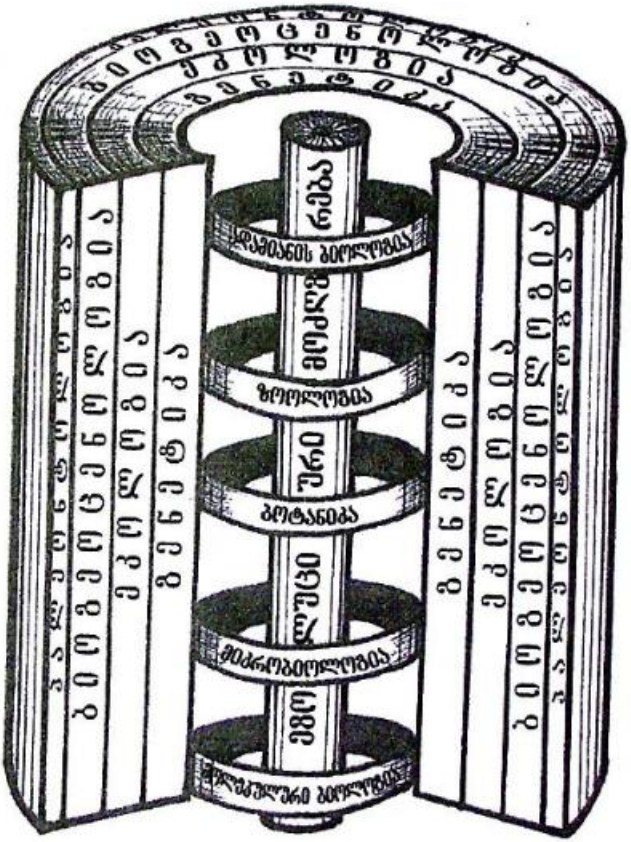
ბიოევოლუციის ადგილი ბიოლოგიურ მეცნიერებათა სისტემაში

ბიოევოლუციური მოძღვრება ზოგადბიოლოგიური ხასიათის მეცნიერებაა. მის მიერ დადგენილი ევოლუციური კანონზომიერებანი გამოიყენება ბიოლოგიური ციკლის მეცნიერებათა ყველა დარგში (სურ. 1). ბიოევოლუციური თეორია ცალკეულ ბიოლოგიურ დისციპლინას აძლევს საშუალებას, სწორად განსაზღვროს თავიანთი კვლევის ობიექტების (ცოცხალი ორგანიზმების) ადგილი ფილოგენეტურ იერარქიაში, სწორად შეაფასოს ცოცხალი სტრუქტურის აგებულებისა და ფუნქციის თავისებურებათა შესაბამისობა საარსებო გარემოსთან, ნათესაური კავშირების გათვალისწინებით შექმნას საფუძვლიანი სისტემატიკური დაჯგუფებები და საერთოდ, სწორი ანალიზი გაუკეთოს ცალკეულ ბიოლოგიურ კანონზომიერებას.

კავშირი მაინც განსაკუთრებულია ევოლუციურ მოძღვრებასა და გენეტიკას შორის. ევოლუციური გარდაქმნები ეფუძნება ცოცხალი ორგანიზმების მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებებს. ამ საკითხების არასწორმა შეფასებამ არაერთხელ დააყენა ევოლუციური მოძღვრება კრიზისის წინაშე. ევოლუციურ მოძღვრებასა და გენეტიკას შორის კავშირი იმდენად დიდია, რომ მათ მიჯნაზე აღმოცენდა ახალი დარგი — ევოლუციური გენეტიკა.

დიდია კავშირი ევოლუციურ მოძღვრებასა და პალეონტოლოგიას შორის. ხშირად, განამარხებულ ორგანიზმებში იკითხება ბიოევოლუციური საიდუმლოებანი. ამასთანავე, ევოლუციური კანონზომიერებების გათვალისწინება პალეონტოლოგიას აძლევს საშუალებას, მოახდინოს ნამარხი ორგანიზმების სათანადო ბიოლოგიური დაჯგუფება და გაარკვიოს მათი ფილოგენეზი.

ცალკე აღნიშვნის ღირსია ევოლუციური მოძღვრების კავშირი ბიოგეოცენოლოგიასთან. ცოცხალ ორგანიზმთა ეკოლოგიური დაჯგუფების ჩამოყალიბების კანონზომიერებათა დადგენა შეუძლებელია ევოლუციური მოძღვრების მიღწევების გათვალისწინების გარეშე. ასევე, ევოლუციური კანონზომიერებანი ვერ დადგინდება ცოცხალი ორგანიზმების



სურ. 1. ბიოეკოლუციური მოძღვრების ადგილი ბიოლოგიურ მეცნიერებათა სისტემაში.

სასიცოცხლო კავშირ-ურთიერთობათა გაუთვალისწინებლად. ასე რომ, ევოლუციური მოძღვრების ადგილი განსაკუთრებულია ბიოლოგიურ მეცნიერებათა სისტემაში. ეს კავშირი ორმხრივია — ყოველი ბიოლოგიური დისციპლინა იძლევა ემპირიულ ფაქტობრივ მასალას ევოლუციური მექანიზმების გაგებისათვის, ხოლო მეორე მხრივ, ევოლუციური კანონზომიერებანი დარგობრივ ბიოლოგიურ მეცნიერებებს ამარაგებს ზოგადმეცნიერული დებულებებით ცალკეული ბიოლოგიური კანონზომიერების ასახსნელად. ამ თვალსაზრისით, ევოლუციური მოძღვრება გარკვეულ მეთოდოლოგიურ ფუნქციასაც ასრულებს ბიოლოგიური მეცნიერებისათვის.

ბიოევოლუციური მოძღვრების მნიშვნელობა

ბიოევოლუციურ მოძღვრებას მრავალმხრივი მნიშვნელობა აქვს. უპირველესი მათ შორის ის არის, რომ იგი საშუალებას იძლევა, სწორი შეფასება მიეცეს ბიოლოგიურ პროცესებსა და მოვლენებს, მოხდეს სათანადო მეცნიერული განზოგადება, რის გარეშეც ვერ მოხერხდებოდა ბიოლოგიური მეცნიერების საერთო განვითარება. იგი ფაქტიურად აყალიბებს მეცნიერულ ბიოლოგიურ აზროვნებას, რომლის გარეშეც შეუძლებელი იქნებოდა სასიცოცხლო პროცესების მექანიზმების სწორად ახსნა.

ბიოევოლუციური მოძღვრების გარეშე ვერ მოხერხდებოდა ცოცხალ ორგანიზმთა შორის არსებული მრავალმხრივი სასიცოცხლო კავშირ-ურთიერთობის მნიშვნელობის გარკვევაც და შესაბამისად, ეკოსისტემებში ბიოლოგიური ბალანსის კანონზომიერებათა შესწავლა და სათანადო დაცვა. ყოველივე ამის გაუთვალისწინებლობა ბუნებაზე ადამიანის ზემოქმედების პროცესში გამოიწვევდა შეუქცევად ცვლილებებს ცოცხალ ბუნებაში და იგი განადგურების საფრთხის წინაშე დადგებოდა. ამიტომაც, ადამიანმა რომ გამოიყენოს ცოცხალი ბუნება (რაც აუცილებელია ადამიანის არსებობისათვის), ევოლუციური კანონზომიერებების მექანიზმების ცოდნის საფუძველზე მან ბუნებას გარკვეულ რეკონსტრუქციასთან ერთად უნდა შეუნარჩუნოს ბიოევოლუციურად გამომუშავებული თვითრეგულაციური უნარი. ასე რომ, ევოლუციური მოძღვრება

გვეხმარება, ცოცხალი ბუნება ჩავაყენოთ ადამიანის სამსახურში და ამასთანავე, სათანადოდ დავიცვათ იგი.

ბიოევოლუციური კანონზომიერებების ცოდნას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს სოფლის მეურნეობაში. მიკროორგანიზმთა, მცენარეთა და ცხოველთა ახალი ჯიშების შექმნა, მათი ჯიშური თვისებების გამოვლენა ეკოლოგიური პირობების შესაბამისად, მავნებლებისა და დაავადებებისაგან ჯიშების დაცვისა და მრავალ სხვა საკითხში წარმატების მიღწევა პირდაპირაა დაკავშირებული ევოლუციური მოძღვრების საკითხებთან.

ასევე დიდია ამ მეცნიერების მიღწევების მნიშვნელობა მედიცინაში. მედიცინის თეორიული პრობლემების გადაწყვეტა, ინფექციურ და პარაზიტულ დაავადებათა მექანიზმების შესწავლა, სხვა დაავადებებზე მათი პირდაპირი და არაპირდაპირი გავლენის შესწავლა და მკურნალობა აუცილებლად მოითხოვს ევოლუციური კანონზომიერებების გათვალისწინებას.

ევოლუციური მოძღვრების მნიშვნელობა დიდია ადამიანებში მეცნიერული მსოფლმხედველობრივი შეხედულებების ჩამოყალიბებისათვის.

როგორც ცნობილია, მსოფლმხედველობაში გულისხმობენ ადამიანის შეხედულებათა სისტემას სამყაროს, აზროვნებისა და საზოგადოების განვითარების კანონზომიერებათა შესახებ. რამდენადაც ბიოევოლუციური მოძღვრება სწავლობს სამყაროს უმნიშვნელოვანესი ნაწილის — ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარების ზოგად კანონზომიერებებს, ამდენად იგი იძენს არა მარტო ბიოლოგიურ, არამედ ზოგად მსოფლმხედველობრივ მნიშვნელობასაც. იგი მონაწილეობს ადამიანის მრწამსის ჩამოყალიბებაში. ასე რომ, ამ მოძღვრებას აქვს დიდი შემეცნებითი და აღმზრდელობითი მნიშვნელობაც.

ბიოევოლუციური მოძღვრების პრობლემები და ამოცანები

იმის გამო, რომ ბიოევოლუციური მოძღვრება მსოფლმხედველობრივ მნიშვნელობასაც იძენს და ადამიანის მრწამსის ჩამოყალიბებასაც უკავშირდება, ბუნებრივია, იგი თავიდანვე მოექცა რელიგიური სამყაროს ყურადღების ცენტრში.

რელიგია აღიარებს რა სამყაროს, მათ შორის, ცოცხალი სამყაროს ღვთაებრივ წარმოშობას, ის ჩვეულებრივ უარყოფს ბიოევოლუციის, როგორც პროცესის არსებობას. ამის გარკვეულ საფუძველს იძლევა ისიც, რომ ძალიან ძნელია ბიოევოლუციური პროცესის უშუალო დანახვა და მასზე დაკვირვება. ამიტომაც, საზოგადოების წინაშე დგება საკითხი — არსებობს თუ არა ბიოევოლუციური პროცესი საერთოდ. ის არის სწავლულების მიერ გამოგონილი თუ დედამიწის ისტორიის მანძილზე მიმდინარე რეალური პროცესი. ისიც უნდა ითქვას, რომ არსებობს შუალედური აზრიც იმის შესახებ, რომ ევოლუციის „მექანიზმები“, მისი მიზეზების მთელი „მეორეული“ კომპლექსი — საარსებო გარემო, მუტაციები, არსებობისათვის ბრძოლა, ბუნებრივი გადარჩევა — ორგანიზებულია „შემოქმედის უსაზღვრო სიბრძნის“ წყალობით, იმ მიზნით, რომ ცოცხალი სამყაროს განვითარებას მიეყვანა ბუნება იმ წონასწორობამდე, რომელიც აუცილებელი იყო ბიოსფეროში, განსაკუთრებით კი ადამიანის სხეულის შექმნამდე (გ. მელენდესი). ფ. ბერგენიუ აღნიშნავს, რომ ევოლუცია არის ყველაზე დიდებული, ყველაზე საგრძნობი და ყველაზე თვალსაჩინო კეთილგანწყობა ღმერთისა სამყაროს მიმართ. ყოველივე ამის გამო ამ საკითხის გადაწყვეტა წარმოადგენს ბიოევოლუციური მოძღვრების უმთავრეს პრობლემას.

ბიოევოლუციური მოძღვრების უპირველესი ამოცანა სწორედ ის არის, რომ თვალნათლივ დაასაბუთოს ბიოევოლუციის, როგორც პროცესის რეალურად არსებობა.

მართალია, ბიოევოლუციის, როგორც რეალური პროცესის არსებობის დასადასტურებლად პირდაპირი მტკიცებულობების მოპოვების შესაძლებლობები შედარებით შეზღუდულია, მაგრამ მაინც არსებობს კონკრეტული ბიოლოგიური მოვლენები, რომლებიც უშუალოდ ასაბუთებენ მის არსებობას.

დღეს უკვე პოპულაციური გენეტიკის სპეციალისტების, ეკოლოგებისა და ევოლუციონისტების ერთობლივი მუშაობით შესაძლებელი გახდა პოპულაციებში ელემენტარულ დონეზე ბიოევოლუციური გარდაქმნების კანონზომიერებათა შესწავლა. აშკარად გამოიკვეთა ცალკეულ ბიოევოლუციურ ფაქტორთა

(მემკვიდრეობითი ცვალებადობის, არსებობისათვის ბრძოლისა და ბუნებრივი გადარჩევის) მოქმედების რეალობა და შედეგები. ყოველივე აღნიშნული ბიოევოლუციური პროცესის არსებობის ექსპერიმენტული დასაბუთებაა.

ბიოევოლუციის, როგორც მოვლენის რეალობის დასასაბუთებლად გამოდგებოდა სელექციური პრაქტიკის ანალიზიც. დღეს მიკროორგანიზმების, მცენარეთა და ცხოველთა სელექციაში მეცნიერებამ თითქმის წარმოუდგენელ შედეგებს მიაღწია. შექმნილია ერთი და იგივე სახეობის სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა თუ შინაურ ცხოველთა ისეთი ჯიშები, რომლებიც არა მარტო პროდუქტიულობით, არამედ სხვა ჯიშური და ზოგჯერ, ბიოლოგიური ნიშან-თვისებებით იმდენად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, რომ ისინი სხვადასხვა ბიოლოგიურ დაჯგუფებადაც კი შეიძლება იქნეს მიჩნეული. ახალი ჯიშების შექმნა — ეს ხომ იგივე ბიოევოლუციაა, ოღონდ — მოშინაურებულ პირობებში. აქ ამ პროცესს ადამიანი წარმართავს, ბუნებაში კი — ბუნებრივი ბიოევოლუციური ფაქტორები. გამოდის, რომ საერთოდ შესაძლებელი ყოფილა ცოცხალ ორგანიზმთა მიმართული შეცვლა, ამასთანავე, ასეთი თავისებურებანი თაობებში მემკვიდრეობით არის განმტკიცებული. ეს ფაქტიურად, ბიოევოლუციის, როგორც რეალობის შესაძლებლობის დამტკიცებაა.

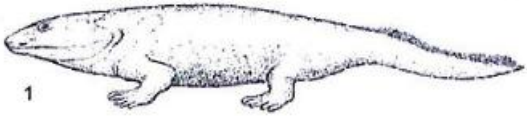
ამ მხრივ კიდევ უფრო სარწმუნო საბუთებს იძლევა ევოლუციის არაბირდაბირი მტკიცებულობანი, როგორიცაა: პალეონტოლოგიური, შედარებით-ანატომიური, მორფოლოგიური, ბიოგეოგრაფიული, ემბრიოლოგიური, სისტემატიკური, მოლეკულური და სხვა.

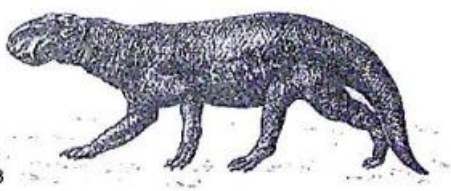
პალეონტოლოგია სწავლობს ცოცხალი ორგანიზმების განამარხებულ ნაშთებს და მის საფუძველზე ადგენს ოდესღაც არსებული ცოცხალი ორგანიზმების თავისებურებებს. თანამედროვე რადიაციული მეთოდების (რადიაქტიურ ნივთიერებათა ნახევარდაშლის პერიოდის მიხედვით) გამოყენებით შედარებით ზუსტად დგინდება ოდესღაც განამარხებული ორგანიზმების ასაკი. ყოველივე ეს იძლევა საშუალებას, დადგინდეს გეოლოგიურ ქანებში განამარხებული ცოცხალი ორგანიზმის, როგორც აგებულების თავისებურება,

ასევე დრო, რომელიც გავიდა მისი სიკვდილის შემდეგ. დღეს პალეონტოლოგიის მიერ გაკეთებულია უტყუარი დასკვნები:

1. ცოცხალი სამყარო დედამიწაზე იცვლებოდა დროში;
2. დედამიწის ყველაზე ძველ გეოლოგიურ ქანებში (არქაული) სიცოცხლის პირდაპირი კვალი არ შეიმჩნევა და იგი გაჩნდა რომელიღაც (პროტეროზოულ) გეოლოგიურ ეტაპზე;
3. დედამიწის ქანების გეოლოგიური ასაკის შესაბამისად ცოცხალი ორგანიზმები განიცდიდნენ სტრუქტურული და ფუნქციური გართულების პროცესს; ყოველი ახალი გეოლოგიური ეტაპი ყოველთვის უფრო მდიდარი და მრავალფეროვანია ცოცხალი სამყაროს მიხედვით.
4. რაც უფრო ახალგაზრდა ქანებშია განამარხებული ორგანიზმები, მით უფრო უახლოვდებიან ისინი თანამედროვე ცოცხალ სამყაროს.

აღნიშნული ზოგადი პალეონტოლოგიური დებულებები ყოველმხრივ ასაბუთებენ ბიოლოგიური ევოლუციის ფაქტის არსებობას, მაგრამ ამის კიდევ უფრო ნათელ საბუთს წარმოადგენს პალეობიოლოგების მიერ ე.წ. გარდამავალი ფორმების აღმოჩენა. ასეთი ნამარხები ერთდროულად ატარებენ სხვადასხვა ცოცხალი ჯგუფის ნიშნებს (დევონური იქთიოსტეგა — თევზებსა და ხმელეთის ხერხემლიანებს შორის; იურული არქეოპტერიქსი — ქვეწარმავლებსა და ფრინველებს შორის; მეზოზოისმაგვარი რეპტილია ტერაპსიდი — რეპტილიებსა და ძუძუმწოვრებს შორის და სხვა) (სურ. 2). გარდა ამისა, არსებობს ე.წ. პალეონტოლოგიური რიგები, რომლებშიც აშკარად ჩანს ორგანიზმთა ჯგუფებს შორის თანმიმდევრული ფილოგენეტური კავშირები. მსგავსი მაგალითები უხვადაა მცენარეთა სამყაროშიც. მაგალითად, ფსილოფიტები ფილოგენეტურ კავშირშია წყალმცენარეებსა და სხვადასხვა ხარისხით გამოხატული გამტარი სისტემის მქონე მცენარეებს შორის, განსაკუთრებით კი გვიმრანაირებს — Primophilices შორის; ასევეა თესლიანი გვიმრები საერთოდ გვიმრანაირებსა და ნამდვილ თესლოვან მცენარეებს შორის. იგივე შეიძლება ითქვას ბენეტიტებსა და საგოვანებზეც, როგორც გარდამავალ ფორმებზე გვიმრანაირებსა და ფარულთესლოვნებს შორის.





სურ. 2. გარდამავალი ფორმები ცხოველთა სხვადასხვა ფილოგენეტურ ჯგუფს შორის. *1 — დევონური იქთიოსტეგა Ichthyostega (გარდამავალი ფორმა თევზებსა და ბმელეთის ხერხემლიანებს შორის); 2 — იურული ბირველფრინველი Archaeopterix (გარდამავალი ფორმა რეპტილიებსა და ფრინველებს შორის); 3 — მზეცისმაგვარი რეპტილია Lycaenops ტერაპსიდების ჯგუფიდან (გარდამავალი ფორმა რეპტილიებსა და ძუძუმწოვრებს შორის).*

ბიოევოლუციის თვალნათელ დასაბუთებას წარმოადგენს სიცოცხლის ერთიანობა დედამიწაზე. ეს, ბირველყოვლისა, გამოიხატება არა მარტო ძირითადი სასიცოცხლო თავისებურებების მსგავსებაში (კვლავგანახლება, ნივთიერებათა

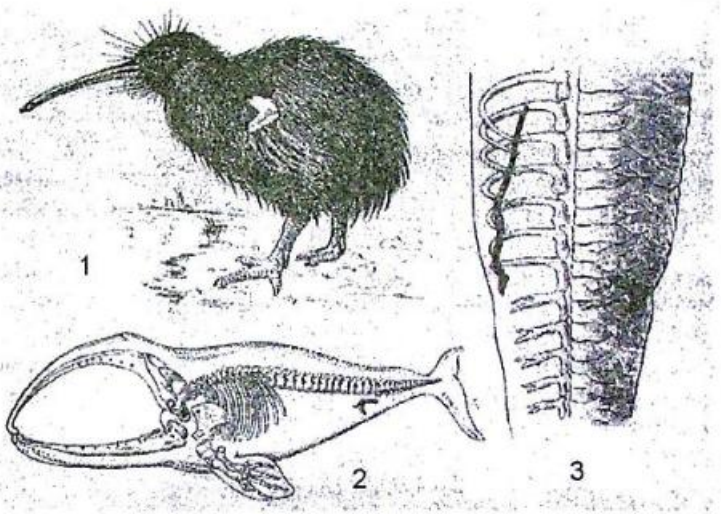
ცვლა, ენერგეტიკული პროცესები, უჯრედული აგებულება და სხვა), არამედ, ცოცხალ ორგანიზმებს შორის მორფოლოგიური და ანატომიური აგებულების მსგავსებაშიც. რაც უფრო მეტი მსგავსებაა ორგანიზმებს შორის აგებულების მიხედვით, მით უფრო ახლოა მათ შორის ნათესაური კავშირები. საყურადღებოა ისიც, რომ აგებულების მიხედვით განსხვავება ორგანიზმებს შორის მით უფრო იზრდება, ორგანიზაციულად რაც უფრო განსხვავებულ საფეხურებზე დგანან ისინი. ძუძუმწოვრებს შორის აშკარა მსგავსება შინაგანი და გარეგანი აგებულების მიხედვით მათ ერთიან წარმოშობაზე მიუთითებს და გვარწმუნებს, რომ ისინი შედარებით ერთნაირ ფილოგენეტურ საფეხურზე იმყოფებიან.

ბიოევოლუციის არსებობას ასაბუთებს ორგანოთა ***ჰომოლოგობა*** და ***ანალოგობა***. ჰომოლოგობა ორგანოთა ერთიან (მსგავს) წარმოშობას ნიშნავს, თუმცა ისინი შეიძლება ასრულებდნენ როგორც ერთნაირ, ასევე განსხვავებულ ფუნქციებსაც. ანალოგიურ ორგანოებს კი განსხვავებული წარმოშობა აქვთ, მაგრამ გარემოსთან შეგუების პროცესში შეუძენიათ მსგავსი ფუნქციები. ორგანოთა ამდაგვარი სპეციალიზაცია ევოლუციური განვითარების გარეშე შეუძლებელია აიხსნას.

ბიოლოგიური ევოლუციის არსებობის კიდევ უფრო ნათელ საბუთს იძლევა ***რუდიმენტული*** ორგანოების არსებობა და ***ატავიზმის*** მოვლენა.

რუდიმენტული ისეთი ორგანოებია, რომლებსაც ამა თუ იმ ცოცხალში დაუკარგავს თავისი ფუნქცია, მაგრამ მისი კვალი ორგანიზმში მთლიანად ჯერ კიდევ არ არის გამქრალი. ვეშაბისნაირებს უკანა კიდურების სარტყლის ადგილას გააჩნიათ ერთიდან სამამდე მცირე ზომის ძვალი. დღეს უფუნქციოდ დარჩენილი ეს რუდიმენტი მიუთითებს, რომ ვეშაპებისა და დელფინების წინაპრები ოთხკიდურიანი ხმელეთის ფორმები იყვნენ (სურ. 3). ამის ნათელი დადასტურებაა 2006 წელს იაპონელების მიერ ისეთი დელფინის აღმოჩენა, რომელსაც ორის ნაცვლად ოთხი ნორმალურად მოფუნქციონირე კიდური აქვს. პითონის უკანა კიდურების რუდიმენტული ნარჩენებიც მიუთითებს, რომ თანამედროვე ქვეწარმავლების — უფეხო

გველების წინაბრები კიდურებიანი ორგანიზმები ყოფილან. უამრავი რუდიმენტი გააჩნია ადამიანსაც (იხილეთ თავში „ადამიანის წარმოშობა“), რაც ცხოველურ სამყაროსთან მის ნათესაობაზე მიუთითებს.



სურ. 3. რუდიმენტული ორგანოები ცხოველთა ზოგიერთ წარმომადგენელში. *1 – პატარა ფრთები კოვში (Apterix australis); 2 – მენჯის სარტყლის კლუპუნტები გუშაში (Eubalaena glacialis); 3 – უკანა კიდურები პითონში (Python regius).*

ბიოევოლუციას კიდევ უფრო ნათლად ასაბუთებს ***ატავიზმი*** (ლათ. atavus — შორეული წინაპარი, პაპის პაპის მამა). ეს არის მოვლენა, რომლის დროსაც ადგილი აქვს ორგანიზმებში ფილოგენეტურად შორეული ნიშან-თვისების უეცარ გამოვლინებას. ეს მოვლენა ცნობილია ადამიანებშიც, როცა ორგანიზმში უეცრად ჩნდება აშკარად გამოკვეთილი ზოგიერთი ცხოველური ნიშანი (ადამიანი კუდით, თმიანი საფარველით, რამდენიმე წყვილი ძუძუს დვრილით და სხვა). როგორც ჩანს, ფილოგენეტურად უფრო სრულყოფილი ორგანიზმები ჯერ კიდევ შეიცავენ მათი შორეული წინაპრების რიგ გენებს. ისინი ჩვეულებრივ შემთხვევებში არ ფუნქციონირებენ. მათი

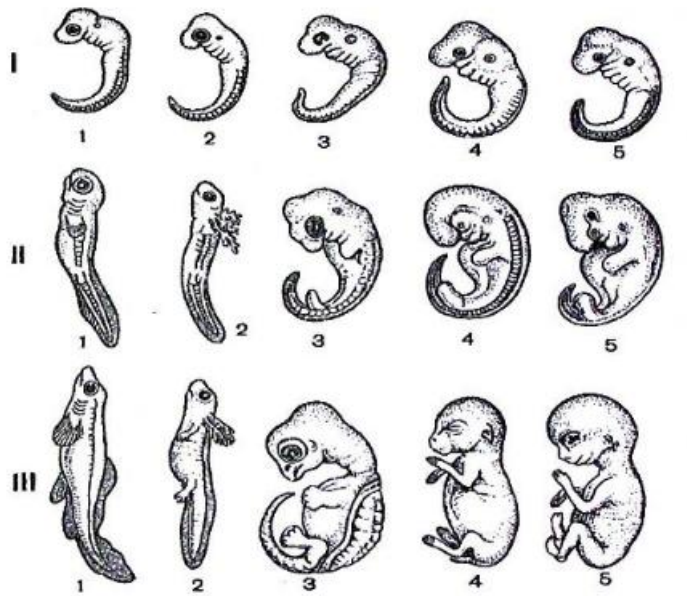
ფუნქციური ინაქტივაციის მიზეზი შეიძლება იყოს მისი გენური აპარატის რეგულატორული სისტემის მუტირების პროცესი. ზოგჯერ გენური ბალანსის დარღვევის შედეგად ასეთ გენებს შეიძლება მიეცეთ მეტ-ნაკლებად გამოკვეთილი ექსპრესირების შესაძლებლობა.

ძნელია მოინახოს ცოცხალ სამყაროში ევოლუციის დამადასტურებელი უკეთესი საბუთი.

ბიოევოლუციის არსებობაზე მიუთითებს ემბრიოლოგიური მონაცემებიც. ცნობილია, რომ ყოველი მრავალუჯრედიანი ორგანიზმი თავის ინდივიდუალურ განვითარებას იწყებს ერთი უჯრედიდან (ზიგოტიდან), შემდეგ ისინი განიცდიან შედარებით მსგავს ცვლილებებს და ბოლოს იძენენ სახეობისათვის დამახასიათებელ ნიშნებს. ცნობილმა მეცნიერმა კარლ ბერმა XIX საუკუნის დასაწყისში დაასაბუთა, რომ სხვადასხვა ორგანიზმის ჩანასახები ინდივიდუალური განვითარების პროცესში შედარებით მსგავს ეტაპებს გაივლიან. ეს აღმოჩენა ცნობილია, როგორც ბერის „საჩანასახო მსგავსების კანონი“, რომლის მიხედვითაც ინდივიდუალური განვითარების მსგავს ეტაპებზე შეინიშნება საჩანასახო მსგავსება (როცა ადამიანის ჩანასახი გაივლის თევზის სტადიას, ის მაშინ ზრდასრულ თევზს კი არ ჰგავს, არამედ - თევზის ჩანასახს ამავე ეტაპზე). კარლ ბერი აღნიშნავს: „ძუძუმწოვრების, ფრინველების, ხვლიკების და გველების ჩანასახები, როგორც საერთო, ასევე ცალკეული ნაწილის განვითარების მიხედვით ერთმანეთის მსგავსნი არიან მაღალი ხარისხით“. შემდეგ განაგრძობს: „ეს მსგავსება, მართლაც, ისე ძლიერია, რომ ჩვენ ჩანასახების გარჩევა შეგვიძლია მხოლოდ ზომის მიხედვით“. მას მოჰყავს მაგალითი, როცა სპირტში დაფიქსირებული დარჩა ორი ცხოველის ჩანასახი ეტიკეტის გარეშე და უკვე ვეღარ შეძლო მათი გარჩევა, თუ რომელი მათგანი რომელი ცხოველის ჩანასახის იყო. საჩანასახო მსგავსება (სურ. 4) ცხოველთა სამყაროს ერთიანი ევოლუციური წარმოშობის აშკარა დადასტურებაა.

ამ აზრს ისიც აძლიერებს, რომ მაღალორგანიზებული ორგანიზმების ჩანასახები ინდივიდუალური განვითარების პროცესში განიცდიან *რეკაპიტულაციებს* — წინაპართა საჩანასახო ნიშნების განმეორებას.

დედამიწაზე ცოცხალი სამყაროს ევოლუციური განვითარების არსებობაზე მიუთითებს *ბიოგეოგრაფიული* მონაცემებიც. როგორც ცნობილია, ბიოგეოგრაფია სწავლობს დედამიწაზე ცოცხალი სამყაროს გავრცელება-განაწილების კანონზომიერებებს.



სურ. 4. საჩანახახო განვითარების მსგავსება ხერხემლიან ცხოველებში. I, II, III — განვითარების სტადიები; *1 — თევზი; 2— სალამანდრა; 3 — კუ; 4 — ვირთაგვა; 5 — ადამიანი.*

აშკარაა, რომ ყოველი ბიოგეოგრაფიული ოლქი ამ ტერიტორიის საარსებო პირობებთან ოლქში გავრცელებული ორგანიზმების თავისებური თანაცხოვრებაა. ცხადია, რომ აღნიშნული ურთიერთდამოკიდებულება ხანგრძლივი ბიოევოლუციური განვითარების გარეშე ვერ წარმოიქმნებოდა. ცოცხალ ორგანიზმთა სხვადასხვა დაჯგუფების არსებობა რომ

ბიოევოლუციის ფაქტს ასაბუთებს, ამისათვის ავსტრალიის მაგალითიც გამოდგება.

ცნობილია, რომ ავსტრალია თავისებური ბიოგეოგრაფიული ოლქია. აქ არ გვხვდება უმაღლესი პლაცენტიანი ძუძუმწოვრები, სამაგიეროდ, იგი დასახლებულია პრიმიტიული ძუძუმწოვრებით (იხვნისკარტა, ექიდნა, ჩანთოსნები და სხვა). ისმის ბუნებრივი კითხვა: რა უნდა იყოს ამის მიზეზი?

ალბათ, მთავარი ის არის, რომ ავსტრალია მაშინ გამოეყო სხვა კონტინენტებს, როცა დედამიწა ჯერ კიდევ უმდაბლესი ძუძუმწოვრებით იყო დასახლებული. ამის შემდეგ ავსტრალიაზე საარსებო პირობები შედარებით უმნიშვნელოდ შეიცვალა და აქ შემორჩა ეს რელიქტური ცოცხალი სამყარო.

სხვა კონტინენტებზე კი პირობები მკვეთრად იცვლება (ზონალობისა და გამყინვარების გამო). ამიტომაც, აქ ცოცხალი სამყარო უფრო მეტად ექვემდებარება ევოლუციურ გარდაქმნას, რამაც განაპირობა უფრო მაღალორგანიზებული, თანამედროვე ფორმების წარმოქმნა.

როცა ავსტრალიაში კურდღლები ჩაიყვანეს, ისინი ისე სწრაფად გამრავლდნენ (აბიოტური პირობები შესაბამისია და არ არსებობენ მათი მტაცებლები), რომ საშიშროების წინაშე დააყენეს ავსტრალიის ბუნება. მიუხედავად იმისა, რომ კურდღლები აქ შესანიშნავად გრძნობენ თავს, ისინი ავსტრალიაში არ წარმოშობილან. მსგავსი მაგალითების მოყვანა უხვად შეიძლება კუნძულ მადაგასკარის სინამდვილიდან. მისი ცოცხალი სამყარო აფრიკის კონტინენტთან სიახლოვეს მხოლოდ უძველესი ფორმების მიხედვით ამჟღავნებს (ნახევრადმაიმუნები, ქამელეონები), მაგრამ ჩლიქოსნები (ხარი, ანტილოპა, ჟირაფი, ზებრა, მარტორქა, სპილო), მტაცებლები (ლომი, ლეოპარდი), უმაღლესი მაიმუნები (პავიანი, ანთარი, ადამიანის მსგავსი) და სხვა უმაღლესი განვითარების ცხოველები — თანამედროვე აფრიკული ძუძუმწოვრები მადაგასკარზე თითქმის არ გვხვდება. გამოდის, რომ მადაგასკარი აფრიკას გამოეყო დიდი ხნის წინ და შეინარჩუნა კიდეც ძველი გეოლოგიური ეპოქის ცოცხალი სამყაროს მსგავსება.

ევოლუციის ბიოგეოგრაფიულ მტკიცებულობას წარმოადგენს აგრეთვე მატერიკული და ოკეანური წარმოშობის კუნძულების ცოცხალი სამყაროს შედარებითი თავისებურებანიც. ჩვეულებრივ, მატერიკული კუნძულები (რომლებიც მატერიკიდან ჩამოცილების გზით არიან წარმოშობილი) უმეტესად წარმოდგენილია მატერიკული წარმოშობის ცოცხალი ორგანიზმებით. მათი ცოცხალი სამყაროს მსგავსება დაკავშირებულია თვით კუნძულების გამოცალკევების გეოლოგიურ დროსთან.

ოკეანური წარმოშობის კუნძულების (ვულკანური ამოწვევების თუ ატოლური ბროცესებით) ცოცხალი სამყარო ხასიათდება უფრო მეტი ინდივიდუალობით. მატერიკებიდან მათი დაშორების მანძილის შესაბამისად (რის გავლენითაც იცვლება კუნძულებზე ცოცხალი ორგანიზმების გადასახლების შესაძლებლობები), ცოცხალი სამყარო განსაკუთრებულობით ხასიათდება. იქ, როგორც წესი, არ გვხვდება ისეთი ცხოველები, რომლებიც ვერ გადაადგილდებიან ოკეანის სივრცეებში (ხმელეთის ცხოველები) და ამფიბიებიც კი, რომლებიც ვერ უძლებენ ზღვის წყალს.

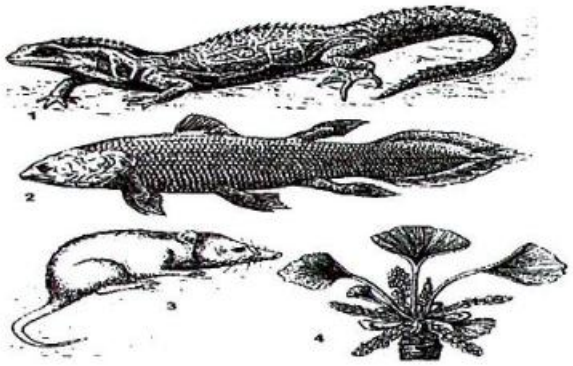
აღნიშნული გვარწმუნებს იმაში, რომ დედამიწაზე გეოლოგიური ერების მანძილზე იცვლებოდა არსებობის პირობები და შესაბამისად, ევოლუციას განიცდიდა ცოცხალი სამყაროც.

ბიოევოლუციის არსებობაზე მიუთითებს *რელიქტური* (ოდესღაც არსებული) (ლათ. reliktus-დატოვებული) ცოცხალი ორგანიზმების შემორჩენის მაგალითებიც. ისინი დღეს უკვე განადგურების გზაზე დგანან (სურ. 5), მაგრამ წარმოადგენენ იმის ნათელ საბუთს, რომ ცოცხალი სამყარო დედამიწაზე იცვლება.

ბიოევოლუციის ერთ-ერთ მყარ მტკიცებულობას წარმოადგენს ცოცხალი სამყაროს სისტემატიკური იერარქიის რეალობა — მსგავსება-განსხვავების კანონზომიერებათა აშკარად გამოკვეთილი ხასიათი სისტემატიკურ ჯგუფებს შორის.

ბიოევოლუციის არსებობას ასაბუთებს თანამედროვე *მოლეკულური ბიოლოგიის* მიღწევებიც. მოლეკულურ დონეზე ცოცხალმა სამყარომ შეინარჩუნა ბევრი ერთიანი მექანიზმი.

განსხვავებული ორგანიზაციული დონეების სახით ცოცხალი სამყაროს არსებობის მიუხედავად, მათ უმეტეს შემთხვევაში ახასიათებთ ქიმიური შემადგენლობისა და სასიცოცხლო პროცესების მსგავსი მოლეკულური მექანიზმები:



სურ. 5. რელიქტური ფორმების მაგალითები. *1 – პტერია (Sphenodon punctatum); 2 – ლატიმერია (Latimeria chalumnae); 3 – ოპოსუმი (Ditelphis marsupialis); 4 – გინკგო (Ginkgo biloba).*

ენერგეტიკული ცვლა, ფერმენტული რეაქციები, უჯრედში მემკვიდრული ინფორმაციის კოდირების, მისი რეალიზაციისა და საერთოდ, ცილის სინთეზის მექანიზმები და სხვა. ამასვე ასაბუთებს სიცოცხლის ერთიანი უჯრედული ორგანიზაცია. მთელს ცოცხალ სამყაროში თითქმის მსგავსია უჯრედების აგებულება, უჯრედის ორგანელების ულტრასტრუქტურა და ფუნქციები, მსგავსია უჯრედის კვლავწარმოქმნის, გამრავლებისა და დიფერენცირების ძირითადი მექანიზმები. ასევე, მსგავსად მიმდინარეობს უჯრედების მიტოზური და მეიოზური დაყოფა, სასქესო გამეტების ჩამოყალიბებისა და განაყოფიერების პროცესები. გამოდის, რომ სიცოცხლეს დედამიწაზე ერთიანი წარმოშობა აქვს და მას გეოლოგიური პერიოდების განმავლობაში განუცდია თანდათანობითი ბიოევოლუციური ცვლილებები. ასე რომ, როგორც ლ. დავითაშვილი აღნიშნავს,

„ორგანიზმების ევოლუციური განვითარება მყარად დასაბუთებული ფაქტია, საბოლოოდ და სამარადისოდ დასაბუთებული.“

ბიოევოლუციური მოძღვრების ერთ-ერთ ძირითად ამოცანას წარმოადგენს ბიოევოლუციის მამოძრავებელი ძალების ანუ ევოლუციის ფაქტორების მოქმედების მექანიზმებისა და კანონზომიერებათა შესწავლა. ამ საქმეში უმნიშვნელოვანესია ინგლისელი ნატურალისტის – ჩარლზ დარვინის დამსახურება, რომელმაც ჩამოაყალიბა კლასიკური ევოლუციური თეორია. მან ევოლუციის ძირითად ფაქტორებად გამოაცხადა ცვალებადობა, არსებობისათვის ბრძოლა და ბუნებრივი გადარჩევა, გაარკვია თითოეული მათგანის როლი ბიოევოლუციაში, მაგრამ აჩვენა, რომ ბიოევოლუციის მთავარი მარეგულირებელი ფაქტორი არის ბუნებრივი გადარჩევა.

დღეისათვის გენეტიკის, ეკოლოგიის, მოლეკულური ბიოლოგიის, ბიოგეოგრაფიის, პალეონტოლოგიის, პოპულაციური ბიოლოგიის, ბიოსტატისტიკისა და სხვათა მიღწევების საფუძველზე კიდევ უფრო შეივსო დარვინის ევოლუციური მოძღვრება და ჩამოყალიბდა ევოლუციის თანამედროვე სინთეზური თეორია.

არანაკლებ მნიშვნელოვანია ბიოევოლუციური მოძღვრებისათვის ევოლუციის ტემპებისა და მიმართულებების კანონზომიერებათა შესწავლა და მის საფუძველზე ევოლუციური განვითარების საკითხების პროგნოზირების შესაძლებლობის გარკვევა.

დარვინამდელი პერიოდი ევოლუციურ შეხედულებათა განვითარებაში

ზოგადბიოლოგიური აზროვნება ანტიკურ პერიოდში

როგორც შესავალში იყო ნათქვამი, ცოცხალი სამყაროს ევოლუციური განვითარების პრობლემები პირდაპირ უკავშირდება მსოფლმხედველობის (ფილოსოფიის) პრობლემებს, ამიტომაც, საბუნებისმეტყველო აზროვნების განვითარებაც თავისი საწყისებით უშუალოდ უკავშირდება ფილოსოფიური აზროვნების განვითარებას. უძველესი ფილოსოფოსები, პირდაპირ თუ არაპირდაპირ, ეხებოდნენ დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობის, მისი განვითარებისა და ადამიანის წარმოშობის საკითხებსაც. ამით ისინი ბუნებისმეტყველებადაც გვევლინებოდნენ. ყოველივე ამის გამო, ზოგადბიოლოგიური აზრის განვითარების ისტორია უკავშირდება ფილოსოფიის ისტორიას. ამას ემატება ისიც, რომ მაშინ თითქმის ყველა მეცნიერება გაერთიანებული იყო ფილოსოფიის სახელწოდებით.

მეცნიერული ცოდნის დაგროვების ისტორია დაკავშირებულია მონათმფლობელობის წარმოშობასთან, რასაც ახლდა შრომის დანაწილება და რამაც შექმნა პირობები, ადამიანთა ჯგუფები განთავისუფლებულიყვნენ მძიმე ფიზიკური შრომისაგან და ეფიქრათ მეცნიერებაზე.

საბუნებისმეტყველო აზროვნება ძველ ინდოეთსა და ჩინეთში

ზოგჯერ შეცდომას უშვებენ, როცა საბუნებისმეტყველო აზრის განვითარების ისტორიას უკავშირებენ უძველეს საბერძნეთსა და რომს. გაცილებით უფრო ადრე, ჩვენს წელთაღრიცხვამდე VIII საუკუნეში საყურადღებო საბუნებისმეტყველო მეცნიერული საწყისები გვხვდება ინდოეთსა

და ჩინეთში. ამ პერიოდში ინდოეთში არსებობდა „სიცოცხლის წიგნი“, რომელიც იმდროინდელი ფილოსოფიური და საბუნებისმეტყველო ცოდნის ძირითად წყაროს წარმოადგენს. მაშინ აქ გაბატონებული იყო აზრი, რომ სამყარო მატერიალურია, რომელიც შედგება ხუთი ელემენტისაგან: მიწა, წყალი, ცეცხლი, ჰაერი და ეთერები.

საყურადღებოა, რომ ძველ ინდოეთში ცოცხალი ბუნების შესწავლის ინტერესი ძირითადად სამედიცინო მოთხოვნების შესაბამისი იყო. ამ პერიოდისათვის ძველი ინდუსები იცნობდნენ 760-მდე სამკურნალო მცენარეს.

ძველ ინდოეთში ცნობილი იყო ძლიერი ფილოსოფიური სკოლები (ჩარვაკები, სინკ-ხაი), რომლებიც ალიარებდნენ, რომ სამყარო მატერიალურია და ეს ეხება ადამიანსაც. ცნობიერება მათი აზრით, არის თვისება, რომელიც სიკვდილის შემდეგ ქრება. მატერიისაგან ისინი არ თიშავდნენ ისეთ თვისებებს, როგორიცაა: სივრცე, დრო და მოძრაობა.

ბუნებისმეტყველება განსაკუთრებით ვითარდება ძველ ჩინეთში. აქ შეიქმნა ასტრონომია, მზის სხივური კალენდარი, ფართოდ გამოიყენებოდა კომპასი. ამ პერიოდის ჩინელები ნიადაგის ნაყოფიერების ასამაღლებლად იყენებდნენ თესლბრუნვას, სასუქებს, მორწყვას. აქედანვე იწყება ცხოველთა (ცხენები) და მცენარეთა (დეკორატიული მცენარეები) ახალი ჯიშების შექმნა. მაშინდელ ჩინურ სამედიცინო წიგნსა და მკურნალობის ზოგიერთ მეთოდს (თერაპია ჩინური ნემსებით, ამოწვა) დღესაც არ დაუკარგავს მნიშვნელობა.

ძვ. წელთაღრიცხვით VI-III საუკუნეებში ჩინეთში ფართოდ გავრცელდა აზრი დაბირისპირებულობის შესახებ, რომ „ყველა ნივთიერება ერთი და იგივეა და სხვადასხვაა“, „ყველაზე დიდს არ გააჩნია გარეგანი საზღვრები და ყველაზე მცირეს არ აქვს საზღვრები თავის შიგნით“ და სხვა. ეს ყოველივე მეტყველებს მეცნიერებისა და ფილოსოფიის განვითარების შესაბამის დონეზე.

ცნობილი ფილოსოფოსი სიუნ-ცზი თვლის, რომ ადამიანსა და ცხოველებს შორის მთავარი განსხვავება არის ის, რომ ადამიანს აქვს ჭკუა, რაც მას აძლევს საშუალებას, იცხოვროს საზოგადოებაში. საზოგადოებრივი ცხოვრება კი მას

შესაძლებლობას აძლევს გამოიყენოს მასზე უფრო ძლიერი ცხოველები. მისი აზრით, აზროვნება მაშინ არის სწორი, როცა ის შეესაბამება ბუნების კანონებს. ბუნების კანონები კი არ ექვემდებარება ცნობიერებას. ცას არ გააჩნია ცნობიერება, ის მხოლოდ ბუნების ნაწილია.

ძველ ჩინეთში ინტერესს მცენარეთა და ცხოველთა მიმართ განსაზღვრავდა განვითარებული სოფლის მეურნეობისა და მედიცინის მოთხოვნები. იმდენად კარგად იცნობდნენ ცოცხალ სამყაროს, რომ არის მისი კლასიფიკაციის (დაჯგუფების) ცდებიც. ძვ. წელთაღრიცხვით II-I საუკუნეების მიჯნაზე ჯოულს მოცემული აქვს მცენარეთა და ცხოველთა დაჯგუფება. ის მცენარეებში გამოყოფს ჯგუფებს: კურკოვნები, წვნიანები, გართხმულები, ხეები და ბუჩქნარები. ცხოველებს ყოფს: მატყლით, ჯავშნით, ქერცლით, ნიჟარით და ბუმბულით დაფარულთა ჯგუფებად.

მაშინდელ ჩინეთში არსებობს გულუბრყვილო შეხედულება ერთი ცოცხალის მეორეში უეცრად გარდაქმნის შესახებ. მიაჩნიათ, რომ ადამიანი შეიძლება გადაიქცეს ჭიად და პირიქით.

საბუნებისმეტყველო აზროვნება ძველ საბერძნეთსა და რომში

ძველ საბერძნეთსა და რომში საბუნებისმეტყველო-მეცნიერული აზრის განვითარება მიმდინარეობდა რელიგიურ-მითოლოგიურ შეხედულებებთან მწვავე ბრძოლაში.

გაბატონებული რელიგიური შეხედულებების მიხედვით, სიცოცხლე, მათ შორის — ადამიანისაც, დამოკიდებულია ღმერთის ნებაზე, ყველა ცოცხალის ბედი წინასწარ განსაზღვრულია ღმერთის მიერ.

ამ შეხედულებებს მეცნიერ-ფილოსოფოსები ხშირად უბირისპირებენ გულუბრყვილო მოსაზრებებს სამყაროსა და სიცოცხლის ჩამოყალიბების შესახებ. მათი აზრით, სამყარო შექმნა არა ღმერთმა, არამედ იგი ჩამოყალიბდა ქაოსისაგან და ამის შემდეგ ყოველივე იმყოფება მოძრაობაში. ბუნების საწყისად მიიჩნევენ 4 სტიქიას: ცეცხლი, ჰაერი, წყალი და მიწა. თითოეული ეს სტიქია განასახიერებს მატერიის გარკვეულ

მდგომარეობას. მიწა, როგორც სტიქია, შეესაბამება მყარ სუბსტანციას, წყალი — თხევადს, ჰაერი კი — გაზისმაგვარს. ცოცხალი განასახიერებს ჰაერზე უფრო ფაქიზ მატერიას. მათ მიაჩნიათ, რომ ეს სტიქიები განიცდიან ცვლილებებს და გადადიან ერთმანეთში. ასე რომ, მათ შეხედულებებში იგრძნობა სწრაფვა, ბუნება გაიგონ, როგორც მთლიანი, რომელშიც ყველა სხეული და მოვლენა კავშირშია ერთმანეთთან და განაპირობებენ კიდეც ერთმანეთს, თუმცა მათი დაკვირვებები ბუნებაზე სტიქიური და მჭვრეტელობითია და განზოგადებებიც უმეტესად გულუბრყვილო ხასიათს ატარებს.

პირველი ანტიკური ფილოსოფიური სკოლების ჩამოყალიბება დაკავშირებული იყო მსხვილ საკაჭრო ქალაქებთან, რომლებიც მაშინ წამყვან კულტურულ და პოლიტიკურ ცენტრებსაც წარმოადგენდნენ. ასეთი იყო ხმელთაშუა ზღვის აუზის, მცირე აზიის ქალაქები მილეთი და ეფესი. სწორედ, ამ ცენტრებთან არის დაკავშირებული ისეთი ფილოსოფოსების სახელები, როგორებიც იყვნენ თალესი, ანაქსიმანდრე და ანაქსიმენი. ისინი სამყაროს საფუძვლად მიიჩნევდნენ, სწორედ, ძირითად სტიქიებს ერთად ან ცალ-ცალკე.

მატერიალისტური შეხედულებები მკაფიოდ აისახა ცნობილი ეფესელი მოაზროვნის — *ჰერაკლიტეს* (VI-V სს. ჩვ. ერამდე) მოღვაწეობაში. იგი გაბედულად აცხადებდა, რომ სამყარო არ არის შექმნილი არც ადამიანის და არც ღმერთის მიერ. სამყაროში ყველაფერი იცვლება, გაყინული არაფერი არ არის, ყველაფერი მიედინება ისე, როგორც წყალი — მდინარეში. მას ეკუთვნის ცნობილი სიტყვები, რომ ერთ წყალში ორჯერ ვერ იბანავებ, რადგანაც მდინარების გავლენით მდინარეში წყალი გაშუდმებით იცვლება.

ჰერაკლიტემ განავითარა აზრი სამყაროს ერთიანობის შესახებ, რასაც საფუძვლად დაუდო ცვალებადობა და ყოველივეს თანდათანობით წარმოქმნის იდეა. მისი აზრით, სამყაროს საყოველთაო ცვალებადობის მიზეზს წარმოადგენს ძირითადი სტიქია — ცეცხლი. როცა ცეცხლი ქრება, თანდათან ჰაერში გადადის, შემდეგ კი წყლად და მიწად გადაიქცევა. მიწა გახურებით თანდათან შეიძლება გადაიქცეს წყლად და შემდეგ

კი აორთქლების გზით — ციურ სხეულებად. ჰერაკლიტე აღიარებს საგნებისა და მოვლენების გადასვლას ურთიერთდაბირისპირებულობაში. „ცხელი ცივდება, ცივი ცხელდება, ნესტიანი შრება, გამომშრალი ნესტიანდება“. ის ავითარებს აზრს, რომ დაპირისპირებულობათა ბრძოლა არის მოძრაობის მიზეზი. იგი წერს, რომ „შესანიშნავი ჰარმონია ბუნებაში, სწორედ, ბრძოლის შედეგად მყარდება“, „ბრძოლა მამაა ყოველივეს, მეფეა ყველაფრის.“

მსგავს შეხედულებებს ავითარებს სიცილიელი *ემპედოკლეც* (483-423 წწ. ჩვ. ერამდე), რომელიც გვასწავლის, რომ ოთხი სტიქია („საწყისი“) — ცეცხლი, ჰაერი, მიწა და წყალი, აძლევს საფუძველს ყოველგვარ არსებულს. ის გამოთქვამს მოსაზრებებს დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობის შესახებაც. მისი აზრით, სიცოცხლე წარმოიშვა ჯერ კიდევ მაშინ, როცა არ იყო მზე და დედამიწაზე წყვდიადი სუფევდა. მაშინ ხშირი წვიმების შედეგად გაჩნდნენ (ჩაისახნენ) პირველი მცენარეები. შემდეგ ადგილი ჰქონდა ცხოველთა ცალკეული ნაწილის ჩასახვას: თავისა — უტანოდ, ხელისა — მხრის გარეშე, თვალებისა — შუბლის გარეშე და ა.შ. შემდეგ მოხდა აღნიშნული ნაწილების შეერთება. უწესრიგო შეერთებების გამო წარმოიშვა ბევრი სიმახინჯე. მაგ., კაცი ორი თავით, ხარი კაცის თავით და სხვა. ასეთი მახინჯები ამოწყდნენ, დარჩნენ მხოლოდ ისეთი ფორმები, რომლებშიც ორგანიზმთა ცალკეული ნაწილები შეერთებული იყო ჰარმონიულად. ყოველივე ამის მიზეზად ემპედოკლე ასახელებს ორ ძალას — სიძულვილსა და სიყვარულს. პირველი — სიძულვილი, მისი აზრით, აცალკევებს თავდაპირველ ერთიანობას, მეორე კი — სიყვარული აერთიანებს განცალკევებულ ელემენტებს. სიყვარულის მოქმედებით მოხდა სხეულის ნაწილების გაერთიანება. წარმოიშვნენ სიმახინჯეებიც — ნახევარმაიმუნები, ნახევარმხეცები და სხვა. სიძულვილმა, რომელიც ყოველთვის ებრძოდა სიყვარულს, გამოიწვია ისეთი ფორმების განადგურება, რომლებსაც არ გააჩნდათ სიცოცხლის უნარი. მაგრამ სიყვარული აგრძელებს თავის საქმეს — დროის განმავლობაში ჩნდებიან ფორმები, რომლებიც შეგუებულნი არიან გარემოსთან და ხასიათდებიან გამრავლების უნარით.

მიუხედავად ამ შეხედულებების გულუბრყვილობისა, მასში მაინც შეიძლება ვნახოთ ცდა იმისა, რომ ბუნებაში რაღაც ფაქტორები (გადარჩევა, რაც შემდეგ დადგინდა) არეგულირებენ გადარჩენასა და შეგუებას.

დემოკრიტე (460-370 წწ. ჩვ. ერამდე)

ანტიკური პერიოდის საბუნებისმეტყველო — ფილოსოფიური აზრის განვითარება ტრიუმფალურ აღმავლობას განიცდის უდიდესი ენციკლოპედისტის *დემოკრიტეს* (460-370 წწ. ჩვ. ერამდე) შეხედულებებში.

დემოკრიტეს ეკუთვნის სამყაროს აგებულების პირველი ატომისტური თეორიის ჩამოყალიბება. მისი აზრით, ყოველი სხეული შედგება უმცირესი დაუყოფადი მატერიალური ერთეულის — ატომებისაგან. რეალურად არსებული ატომები გამუდმებით მოძრაობენ, კომბინირდებიან და იშლებიან. ყოველგვარი ცვლილება განპირობებულია ატომთა სხვადასხვა დაჯგუფებითა და მოძრაობით სიცარიელეში. ატომები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფორმითა და თვისებებით. მათი კომბინაციები ისე ქმნიან ბუნების სხეულებს, როგორც სხვადასხვა ასო — აზრებსა და წიგნებს. ატომთა მოძრაობას არა აქვს საწყისი დროში, ის არსებობდა მარადიულად. მძიმე ატომების კომბინაცია გვაძლევს მიწას, მსუბუქი ატომები ადის ზევით და დასაბამს აძლევს ცეცხლს, ჰაერს და ცას.

დედამიწაზე ატომებისაგან შექმნილ ნესტიან მასაში მზის სხივების მოქმედებით ჩაისახა სიცოცხლე და წარმოიშვა მცენარეთა და ცხოველთა სხვადასხვა ფორმა. ისინი, რომლებშიც იყო მეტი სითბო, ავიდნენ ზევით და ფრინველებად გადაიქცნენ, მეორენი, რომლებშიც იყო „მიწის ნარევი“, გადაიქცნენ ხმელეთის ცხოველებად, მესამენი კი, რომლებშიც შედიოდნენ უფრო ნესტიანი ნივთიერებები, ზღვის ცხოველებად იქცნენ. შემდეგ, დედამიწის თანდათან გაცივებას მოჰყვა უფრო დიდი ზომის ცხოველების წარმოშობა. ამის შემდეგ კი ყოველი ცხოველი ბადებდა თავისიგვე მსგავსს.

დემოკრიტე შეეცადა, აეხსნა ადამიანთა საზოგადოების ფორმირებაც. ის ფიქრობდა, რომ პირველყოფილი ადამიანები მხეცურ ცხოვრებას ეწეოდნენ, ერთეულებად გამოდიოდნენ საკვების საშოვარზე და იკვებებოდნენ ბალახებითა და ნაყოფებით. მხეცებისაგან თავის დაცვამ მათ ასწავლა ურთიერთდახმარება. ერთად ნადირობამ და მხეცებისაგან თავდაცვამ განაპირობა დანაწევრებული მეტყველების განვითარება. პირველ ადამიანს არ ჰქონდა ტანსაცმელი, არ შეეძლო ბინის აშენება, არ იცოდა ცეცხლის გამოყენება. შემდეგ ადამიანი თანდათან ქმნის მისი სიცოცხლისათვის საჭირო პირობებს: ისწავლა ცეცხლის გაჩაღება და გამოყენება, ტანსაცმლის დამზადება ცხოველთა ტყავისაგან. დაიწყო გამოქვაბულებში ცხოვრება და ბოლოს, ისწავლა ბინის შენებაც.

საყურადღებოა, რომ დემოკრიტე ფსიქიკური მოვლენების ახსნასაც ატომისტური თეორიით ცდილობდა. მას „სული“ წარმოდგენილი ჰქონდა, როგორც მრგვალი და სწრაფად მოძრავი ატომების კომბინაცია. მისი აზრით, ცეცხლოვანი (სწრაფად მოძრავი ატომებისაგან შემდგარი) სული შეესაბამება გონიერებას, ნესტიანი კი — უგუნურობას. გამომდინარე აქედან, „სული“, მისი აზრით, ისევე მომაკვდავია, როგორც ყოველი სხეული, რადგანაც სიკვდილი მას ესმოდა, როგორც სხეულის თუ „სულის“ დაშლა შემადგენელ ატომებად.

საბუნებისმეტყველო და ფილოსოფიური აზროვნება ძალას იკრებს ძველ რომშიც. აქაური ფილოსოფოსი და პოეტი *ლუკრეციუს-კარი* (I საუკუნე ჩვენს ერამდე) თავის წიგნში „საგანთა ბუნების შესახებ“ გამოთქვამს მეტად საყურადღებო მეცნიერულ მოსაზრებას. ის ილაშქრებს ისეთი ადამიანების წინააღმდეგ, რომლებსაც ვერ გაუგიათ სხეულთა ნამდვილი ბუნება. მისი აზრით, სამყარო ღმერთს არ შეუქმნია, რადგანაც არარაობისაგან რაიმეს შექმნა შეუძლებელია. ის ავითარებს აზრს, რომ სამყარო მარადიულია და ცვალებადია, მასში გაბატონებულია მოძრაობა და ბრძოლა. ის თვლის, რომ ცოცხალი არსებანი არ მოვლენილან ციდან, ისინი თვით დედამიწაზე ჩაისახნენ. მცენარეები მიწისაგან განვითარდნენ, ხოლო შემდეგ ნესტიან პირობებში მცენარეებისაგან წარმოიშვნენ ჭიები. მას მიაჩნია, რომ ერთი ცოცხალისაგან

შეიძლება წარმოიშვას მეორე. მცენარის წითელი ფერის ყვავილები წყდებიან, ადიან ჰაერში და პეპლებად გადაიქცევიან.

ლუკრეციუსი საოცარი სიზუსტით აღწერს ადამიანის ცივილიზაციის გზას: ადამიანი თავდაპირველად იყენებდა ქვის იარაღს, შემდეგ დადგა სპილენძის საუკუნე, ბოლოს— რკინის. მაშინ ადამიანი მხეცების მსგავსად ეწეოდა მაწანწალა ცხოვრებას, იკვებებოდა ტყისა და მინდვრის ნაყოფებით. მაშინ არ იყო მორალი, კანონები და ქორწინება. შემდეგ ადამიანმა ცხოველთა ტყავისგან დაამზადა ტანისამოსი, გაიჩინა ბინა, გაერთიანდნენ ცოლი და ქმარი. თავდაპირველად ურთიერთობა მიმიკითა და ხმაურით მყარდებოდა, შემდეგ გაჩნდა ენა, კულტურა, ხელოვნება, მუსიკა, ცეკვა, სიმღერა, გართობა. იწყება ზღვაოსნობა და ომები.

ძველ საბერძნეთში დიდ განვითარებას მიაღწია მედიცინამ. მისი მამამთავარი იყო *ჰიპოკრატე* (470-377 წწ. ჩვ. ერამდე). მას ბევრი სამედიცინო შრომა აქვს შექმნილი. იგი მოითხოვდა თვით ადამიანის სხეულის კარგ შესწავლას.

ჰიპოკრატემ დასვა ზოგიერთი ისეთი კითხვა, რომლებზედაც სრულყოფილი პასუხები დღესაც არ არის გაცემული. მაგალითად, რა არის მშობლისგან შვილებზე ნიშან-თვისებათა გადაცემის მიზეზები, რატომ ვლინდება თაობებში შორეული წინაპრების ნიშნები, რა უდევს საფუძვლად ადამიანის თაობებში სიელმისა და სიმელოტის ხშირ განმეორებას და სხვა.

საერთოდ, ანტიკური პერიოდის სწავლულები ცდილობენ მატერიალისტურად ახსნან სამყაროსა და სიცოცხლის წარმოშობა-განვითარება, მაგრამ არა აქვთ საშუალება, ღრმად ჩასწვდნენ მოვლენათა ნამდვილ მიზეზებს და უშვებენ მეტად გულუბრყვილო შეცდომებს.

მატერიალისტურ შეხედულებებთან ერთად ძველ საბერძნეთში საკმაოდ ძლიერად იკიდებს ფეხს იდეალისტური შეხედულებებიც. ამ მსოფლმხედველობის მთავარი იდეოლოგი იყო *პლატონი* (V-IV სს. ჩვ. ერამდე). იგი ამტკიცებს სულისა და სხეულის არსებობას. თვლის, რომ სული დამოუკიდებელია და განსაკუთრებულია, ის ღვთაებრივი წარმოშობისაა. პლატონმა საფუძველი ჩაუყარა სულის უკვდავების იდეას. მას მიაჩნია, რომ სული მარადიულია და როცა ერთი ცოცხალი კვდება, მისი სული

მეორე ცოცხალში გადადის. იგი თვლის, რომ გონებაჩლუნგი ადამიანის სული რეპტილიებში გადასახლდება, ხოლო გულუბრყვილო ადამიანებისა კი — ფრინველებში. მსგავსი შეხედულებების მიხედვით, სხეული სულის მიმართ ასრულებს უბრალოდ ქარქაშის (ჭურჭლის) ფუნქციას.

არისტოტელე (384-322 წწ. ჩვ.ერამდე)

საბუნებისმეტყველო-ფილოსოფიური შეხედულებებით მატერიალიზმსა და იდეალიზმს შორის დგას ანტიკური პერიოდის უდიდესი მოაზროვნე *არისტოტელე* (384-322 წწ. ჩვ. ერამდე).

არისტოტელეს ეკუთვნის უდიდესი მნიშვნელობის განზოგადებანი ბუნებისმეტყველებაში, კერძოდ კი, ბიოლოგიაში. შრომაში „ცხოველთა ისტორია“ მოცემული აქვს ცხოველთა კლასიფიკაციის პრინციპები. მეორე შრომაში „ცხოველთა ნაწილების შესახებ“ იგი იძლევა ორგანოთა შორის კორელაციის პრინციპს, ხოლო შრომაში „ცხოველთა წარმოშობა“ კი — ანტიკური პერიოდის ემბრიოლოგიური მიღწევების განზოგადებებს.

არისტოტელე დარწმუნებული მატერიალისტია, მაგრამ მატერიალისტური სუბსტანცია მას მიაჩნია პასიურად და მატერიის განვითარების წყაროდ არამატერიალურ აქტიურ საწყისს — სულს თვლის. მისი აზრით, ცოცხალ ორგანიზმებში სული წარმოადგენს ცოცხალის შემქმნელ საწყისს — „ენტელექიას“, რომელსაც მატერია მიჰყავს შინაგანი მიზნის განხორციელებისაკენ. ამ მიზნის რეალიზებას კი მივყავართ ორგანიზმების სრულყოფისაკენ.

მაგრამ არისტოტელეს „ენტელექია“ ბრინციპულად განსხვავდება იდეალისტების მიერ გაგებული სულისაგან. არისტოტელეს „ენტელექია“ არ არის უკვდავი, ის არ არსებობს სხეულის გარეშე. ცალკეული ცოცხალის სული განაპირობებს მის განვითარებას, მაგრამ სული ამ არსების გარეშე ვერ არსებობს. ამდენად, როცა კვდება სხეული, კვდება სულიც.

რაკი სული ცოცხალს ახასიათებს, არისტოტელე ცოცხალს ანუ სულს ყოფს სამ ჯგუფად: მცენარეთა „მკვებავი სული“, ცხოველთა „მგრძნობიარე სული“ და ადამიანის „გონივრული სული“. თითოეული სული მიზანსწრაფვას აძლევს შესაბამის ორგანიზმს.

არისტოტელე ცოცხალ ორგანიზმს იხილავს, როგორც ერთიანს და მთლიანს და, შესაბამისად, აღიარებს ორგანოთა ურთიერთდამოკიდებულების ანუ კორელაციის პრინციპს. მას სწამს, რომ ერთი ორგანოს ცვლილება იწვევს ორგანიზმის მეორე ორგანოს ცვლილებასაც.

შრომაში „ცხოველთა ისტორია“ არისტოტელე აღწერს 500-მდე სახეობის ცხოველს. ცხოველთა სამყარო მან ორ დიდ ჯგუფად — „სისხლიანებად“ და „უსისხლოებად“ დაყო. ასეთი ჯგუფები შეესაბამება თანამედროვე ხერხემლიანებსა და უხერხემლოებს.

„სისხლიანთა“ ჯგუფს ის ყოფს ხუთ ქვეჯგუფად, რომლებიც შეესაბამება თანამედროვე ხერხემლიანთა კლასებს. „უსისხლოთა“ ჯგუფში არისტოტელესთვის ცნობილი იყო მხოლოდ 130-მდე სახეობა, ამიტომაც აქ ქვეჯგუფების გამოყოფაში შეცდომები უფრო მეტია. „უსისხლოთა“ ჯგუფს არისტოტელე ყოფდა: რბილსხეულიანებად, რბილნაოჭიანებად, ჯავშნიანებად და მწერებად.

არისტოტელეს აზრით, ზოგიერთი „უსისხლო“ — მედუზები, აქტინიები, ზღვის ვარსკვლავები და სხვები წარმოადგენენ გარდამავალ ფორმებს მცენარეებსა და ცხოველებს შორის და მათ, შესაბამისად, „ზოოფიტებს“ უწოდებს. მან ყურადღება მიაქცია ჩანასახის ინდივიდუალური განვითარების საკითხებსაც. იგი აკვირდებოდა წიწილის, ფუტკრის, ზვიგენის განვითარებას და გააკეთა დასკვნა, რომ ჩანასახი ჯერ იძენს ცოცხალი არსების (ზოოფიტის) თვისებებს, შემდეგ — ცხოველისას, ბოლოს კი ფორმირდება ინდივიდუალური თვისებები.

საყურადღებოა, რომ არისტოტელე აღნიშნავს ცოცხალი სამყაროს ერთიანობას. იგი მიუთითებს „სისხლიანი“ ორგანიზმების შინაგანი აგებულების მსგავსებაზე. ასევე

ამახვილებს ყურადღებას ადამიანისა და „თოხფეხა“ ცხოველების ანალოგიაზე.

არისტოტელემ შექმნა წინაბირობა „არსებათა კიბის“ შესახებ. მან სხეულები შემდეგი თანმიმდევრობით დაალაგა: ბირველ საფეხურზე მოათავსა უსულო (არაცოცხალი) სხეულები, მომდევნოზე – მცენარეები, შემდეგ – „ზოოფიტები“ (მცენარე-ცხოველები), შემდეგ კი – უმდაბლესი და უმაღლესი ცხოველები და ბოლოს – ადამიანი. ის აღიარებს თანდათანობით გართულებას და მოჰყავს ზოგიერთი გარდამავალი ფორმის მაგალითიც. მას ღამურა და სირაქლემა მიაჩნია გარდამავალ ფორმებად ფრინველებსა და ძუძუმწოვრებს შორის, ხოლო სელაპი – წყლისა და ხმელეთის ცხოველებს შორის. ამის მიუხედავად, მას თანდათანობითი გართულება არ მიაჩნია, როგორც განვითარების შედეგი, არამედ თვლის, რომ ეს არის ორგანიზმებში თავდაპირველად მოცემული შინაგანი პრინციპის (მიზეზის) – ენტელექიის განხორციელების შედეგი (საბოლოო მიზეზის პრინციპი – Causa finalis). ამით არისტოტელემ დაამკვიდრა ტელეოლოგია, რომელიც დღესაც საკმაოდ მყარ მდგომარეობას იჭერს.

არისტოტელე აღიარებს ისეთი ცხოველების თვითჩასახვას, როგორიცაა: ღრუბელები, ნაწლავღრუიანები, მოლუსკები, მწერები და თევზები. მისი აზრით, სქესობრივი პროცესის დროს მდედრი იძლევა ჩანასახის განვითარებისათვის საჭირო აუცილებელ მასალას, ხოლო მამრი – მაცოცხლებელ სითხეს ენტელექიას.

ამრიგად, მიუხედავად არისტოტელეს დუალისტური აზროვნებისა, მის მიერ წამოყენებული მთელი რიგი საკითხები, როგორიცაა: გრადაციების პრინციპი, ორგანიზმთა აგებულების ერთიანობის პრინციპი, ორგანოთა კორელაციის პრინციპი, შედარებით ანატომიური მეთოდის შემოტანა, წარმოდგენა ცოცხალის თანდათანობითი სრულყოფის შესახებ, მის მიერ დადგენილი ემბრიოლოგიური კანონზომიერებანი – იწყებს ახალ პერიოდს ბიოლოგიური აზროვნების, კერძოდ, ევოლუციონიზმის განვითარებაში.

არისტოტელეს შეხედულებები ბოტანიკაში განავითარა მისმა მოწაფემ *თეოფრასტემ* (372-287 წწ. ჩვ. ერამდე). მან

გამოყო 400-მდე სახეობის მცენარე, ყურადღება გაამახვილა მცენარეთა ორგანოების აღწერაზე და დაგვიტოვა პირველი ცნობები მცენარეთა ფიზიოლოგიასა და პრაქტიკულ გამოყენებაზე. იგი აღიარებს ერთი სახეობის მეორედ გარდაქმნის შესაძლებლობას. სახეობის ტრანსფორმაციის მაგალითად მას მოჰყავს ჭანგას ხორბლად გადაქცევის შესაძლებლობა.

ანტიკური პერიოდის კიდევ ბევრი სხვა სწავლულის დასახელება შეიძლება, რომლებიც გამოთქვამენ მატერიალისტურ შეხედულებებს ცოცხალი სამყაროს განვითარების საკითხებზე. დასკვნა ერთია, რომ მათ უნდოდათ, აეხსნათ სიცოცხლის წარმოშობა-განვითარების საკითხები, თუმცა ეს შეხედულებები ეფუძნებოდა მხოლოდ წარმოდგენა-მოსაზრებებს და ხშირად შორს იყო სინამდვილისაგან.

მეტაფიზიკური პერიოდი ბიოლოგიის განვითარებაში

ანტიკური პერიოდის შემდეგ ახალი ვითარება იქმნება საზოგადოებრივ ცხოვრებაში. გაბატონებულ მდგომარეობას იკავებს ქრისტიანული რელიგია. იწყება საშლოცველოების მასიური მშენებლობა (ჩვენი ერის V საუკუნიდან), ახალგაზრდობას ასწავლიან მხოლოდ რელიგიურ მითებს. საყოველთაოდ გაბატონდა სამყაროს უცვლელობისა და მარადიულობის იდეა. ჩნდება ერთიანი იდეოლოგია, რომ ყველაფრის შემოქმედი არის ღმერთი. მთელი ამ პერიოდის მსოფლმხედველობა ეფუძნებოდა ტელეოლოგიასა და კრეაციონიზმს (ლათ. creatiom, creationis - შექმნა, გაჩენა). მისი მიმდევრები კი აღიარებდნენ, რომ არაორგანული თუ ორგანული — ცოცხალი და არაცოცხალი სამყარო შექმნა ღმერთმა წინასწარი მიზნის შესაბამისად (სიტყვა „ტელეოს“ — მიზანმიღწეულს ნიშნავს). მათი აზრით, საყოველთაო მიზანშეწონილობა ბუნებაში ღმერთის მიერ წინასწარ დასახული მიზნის განხორციელების შედეგია. ცნობილ ტელეოლოგ ვოლფის გამოთქმით, „კატები იმისათვის იქნენ გაჩენილი, რომ თაგვები შეჭამონ, ხოლო თაგვები იმისათვის, რომ კატებმა

შეჭამონ და მთელი ბუნება კი იმისათვის, რომ შემოქმედის სიბრძნე დაამტკიცოს“.

II საუკუნიდან დაწყებული სკოლებში ბუნებისმეტყველება ისწავლება მხოლოდ ერთადერთი სახელმძღვანელოთი — „ფიზიოლოგუსი“. წიგნი შედგენილი იყო ძველი ბერძნული მითებისაგან. ისინი ქადაგებდნენ სამყაროს შექმნის იდეას ღმერთის მიერ. აქ იყო მითი იმის შესახებ, რომ არსებობს ათასწლოვანი ფრინველი ფენიქსი, მისი ბუდე იწვის მზის სხივებისაგან, მაგრამ იგი კვლავ ცოცხლდება და აღდგება ფერფლისაგან. ან კიდევ, მითი ლეგენდარული ხის შესახებ, რომლის ტოტებზე ვითარდება განსაკუთრებული ნაყოფები. როცა ისინი წყალში ცვივა, წყლის ფრინველებად გადაიქცევიან და სხვა.

ამ პერიოდისათვის თითქმის აღარ არსებობს მეცნიერება. დავიწყებას მიეცა არისტოტელეს შრომები და საერთოდ, ანტიკური პერიოდის სწავლულთა მოსაზრებები.

სწორედ, ასეთი თავისებურებებით ხასიათდება მეტაფიზიკური პერიოდი, რომელიც იწყება ჩვენი წელთაღრიცხვის V საუკუნიდან და გრძელდება XVIII საუკუნის ბოლომდე.

X-XII საუკუნეებში ეკლესია იწყებს მასობრივ ჯვაროსნულ ლაშქრობებს. რელიგიის გავრცელების მოტივით ხდება ახალი ქვეყნების დაპყრობა. ეკლესია უცხადებს შეუბრალებელ ომს ყველას, ვინც რელიგიის დოგმების წინააღმდეგ აიმაღლებს ხმას. სკოლებში აიკრძალა ბუნებისმეტყველების სწავლება, ქადაგებენ რწმენისადმი მორჩილების აუცილებლობას, სქოლასტიკას (ბერძნ. scholastikos — სწავლული, რომელიც უსაგნოდ მსჯელობს ფორმალურ-ლოგიკური არგუმენტებით), ადიდებენ წმინდანებს და ამაღლებენ მათ ავტორიტეტს.

XII-XIII საუკუნეებში იწყება ვაჭრობისა და ხელოსნობის განვითარება. ამან განაპირობა სათანადო ცენტრების ჩამოყალიბება. საფუძველი ეყრება ქალაქების მშენებლობას.

ახალმა ვითარებამ მოითხოვა ახალი კადრების მომზადება. იწყება შესაბამისი სასწავლებლების — უნივერსიტეტების დაარსება. განსაკუთრებით დაწინაურდნენ

არაბები. პირველი უნივერსიტეტი IX საუკუნეში დაარსდა ბაღდადში. არაბულ ენაზე ითარგმნა ძველი ბერძნების წიგნები, მათ შორის არისტოტელეს „ცხოველთა ისტორიაც“.

XII საუკუნეში უნივერსიტეტი გაიხსნა პარიზშიც. მას გააჩნდა ოთხი ფაკულტეტი: ღვთისმეტყველების, იურიდიული, სამედიცინო და „თავისუფალი ხელოვნების“ (ფილოსოფია). პირველი ორი ფაკულტეტი ამზადებდა რელიგიის მსახურებს, ხოლო სამედიცინო და ფილოსოფიის ფაკულტეტები — სამეცნიერო კადრებს.

იწყება წინააღმდეგობა რელიგიის გაბატონებული მდგომარეობის მიმართ. კათოლიკური ეკლესია საპასუხოდ აწესებს სპეციალურ საეკლესიო სასამართლოს, რომელიც ინკვიზიციად არის წოდებული. იგი სასტიკ ბრძოლას უცხადებს „ერეტიკოსებს“ (მწვალებლებს, რომლებიც ეწინააღმდეგებოდნენ კათოლიციზმის საეკლესიო დოგმებს).

ხუთი საუკუნის განმავლობაში ინკვიზიციის მსხვერპლი გახდა მილიონობით ადამიანი. ამ ხნის განმავლობაში მარტო ესპანეთში კოცონზე დაწვეს 35 ათასამდე კაცი, ხოლო 300 ათასამდე კაცმა სხვადასხვა ფორმით განიცადა ტანჯვა-წამება.

ყოველივე ამან სერიოზულად დააბრკოლა მეცნიერების, კერძოდ, ზოგადბიოლოგიური აზრის განვითარება.

ახალი ეტაპი დგება საზოგადოების განვითარებაში XV საუკუნის მეორე ნახევრიდან. იწყება საზოგადოების გამოღვიძება, რასაც მოჰყვა აღმავლობა ყველა სფეროში და ეს პერიოდი ცნობილია, როგორც აღორძინების ანუ რენესანსის ეპოქა საზოგადოების ისტორიაში.

რენესანსის პერიოდისათვის ობიექტური პირობები იმან შექმნა, რომ მეფის ხელისუფლებამ, ეყრდნობოდა რა ქალაქის მოსახლეობას, დასძლია ფეოდალური დაქუცმაცებულობა და სათავე დაუდო ძლიერ მონარქიულ რეჟიმებს. ამან კი შემდგომ დასაბამი მისცა თანამედროვე ევროპულ სახელმწიფოებსა და ბურჟუაზიულ საზოგადოებას.

საგაჭრო და სამრეწველო აღმავლობამ შექმნა ნედლეულის ახალი კერების ძიების აუცილებლობა. ევროპაში განსაკუთრებით იზრდება ინტერესი ზღაპრული ინდოეთისაკენ. სწორედ, XV საუკუნეში იქნა აღმოჩენილი, როგორც სახმელეთო

(ათანასე ნიკიტინი), ასევე საზღვაო (ვასკო და-გამა) გზები ინდოეთისაკენ. ფაქტიურად დაიწყო დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენების პერიოდი.

საუკუნის მიწურულს, ინდოეთისაკენ ახალი გზის ძიების დროს, ქრისტეფორე კოლუმბმა აღმოაჩინა ანტილიის კუნძულები (სრულიად ახალი — მანამდე უცნობი ამერიკის კონტინენტი), ხოლო იტალიელმა ამერიგო ვესპუჩმა შეისწავლა სამხრეთ ამერიკის ნაპირები.

1519-1522 წლებში მაგელანმა იმოგზაურა დედამიწის გარშემო. თანდათან ზუსტდება მსოფლიო რუკა. 1770-1771 წლებში ჯეიმს კუკმა აღმოაჩინა სრულიად ახალი კონტინენტი — ავსტრალია.

ასეთმა მოგზაურობებმა დიდად შეუწყვეს ხელი მცენარეთა და ცხოველთა სახეობრივ შესწავლას. ცოცხალი ბუნების კვლევა სულ უფრო მჭიდროდ უკავშირდება სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკას.

ახალი სახეობების მოშენების მიზნით ევროპის დიდ ქალაქებში (პარიზი, ამსტერდამი და სხვა) ინტენსიურად იქმნება ბოტანიკური ბაღები და ზოოლოგიური პარკები.

რენესანსის პერიოდში ძლავრი გაქანება მიეცა მეცნიერებასაც. განსაკუთრებით სწრაფად ვითარდება მათემატიკა (ანალიზური გეომეტრია — რენე დეკარტე; ლოგარითმირება — ჯონ ნეპერი; დიფერენციალური და ინტეგრალური აღრიცხვა — გოტფრიდ ლაიბნიცი, ისააკ ნიუტონი). ვითარდება ფიზიკა (მექანიკა, ოპტიკა), ასტრონომია და სხვა. უკვე აშკარა გახდა ჩვენი ერის დასაწყისში პტოლომეს მიერ შექმნილი გეოცენტრული სისტემის უსუსურობა და XVI საუკუნეში მას კოპერნიკმა დაუპირისპირა ჰელიოცენტრული სისტემა.

აღორძინების პერიოდით გამოწვეულ უდიდეს გარდატეხას საზოგადოებრივ ცხოვრებაში არ შეიძლებოდა არ ეშვა ახალი იდეოლოგები. მოევლინა კიდეც ასეთი გენიალური პიროვნებები (ლეონარდო და ვინჩი, ჯორდანო ბრუნო და სხვ.) საზოგადოებას.

ლეონარდო და ვინჩი იყო უდიდესი სკულპტორი, მათემატიკოსი, არქიტექტორი, ნატურალისტი და სხვა. ის ქმნიდა რა ადამიანის სკულპტურებს, საფუძველი ჩაუყარა

ადამიანის ანატომიის, როგორც მეცნიერების შექმნას, დაამუშავა ადამიანის ორგანიზმში ორგანოების პროპორციული ურთიერთობის კანონზომიერებანი. მან პირველმა მიაქცია ყურადღება ადამიანის ფარისებრ ჯირკვალს. თავის ანატომიურ ტრაქტატში იგი წერდა, რომ ადამიანის შესწავლა უნდა დავიწყოთ მისი ჩანასახიდან. უნდა აღვწეროთ საშვილოსნო, მასში ბავშვის განვითარება, როგორ მდგომარეობაშია და როგორ იკვებება იგი, როგორ ხდება მისი ზრდა, როგორ იღვიძებს მასში სხვადასხვა ფუნქცია, რა ეტაპები შეიმჩნევა მის ზრდა-განვითარებაში და სხვა. ხედავს რა დიდ მსგავსებას ადამიანსა და ცხოველებს შორის შინაგანი ორგანოების აგებულების მიხედვით, იძლევა რეკომენდაციას, რომ შინაგანი ორგანოები ჯერ ადამიანებში აღვწეროთ, შემდეგ მაიმუნებში, ლომებში, მსხვილფეხა რქოსან პირუტყვში და ბოლოს — ფრინველებში. რა თქმა უნდა, ამით ლეონარდო და ვინჩი აღიარებს ცხოველთა სამყაროს ერთიანობას.

როგორც ცნობილია, *ჯორდანო ბრუნო* თავის მრწამსს ემსხვერპლა. მან შემოგვთავაზა სამყაროს უსასრულობის კონცეფცია. ჩათვალა, რომ სხვა მზეთა სისტემების ზოგიერთ პლანეტაზე შეიძლება იყოს სიცოცხლე და გონიერი ცოცხალიც კი. მას სწამდა, რომ სიკვდილი ერთ საუკუნეში, ადამიანს მოუტანს უკვდავებას მომდევნო საუკუნეში. ეს მართლაც ასე მოხდა. ჯორდანო ბრუნო აღიარებდა არაცოცხალი და ცოცხალი — მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროს ერთიანობას. შრომაში „მიზეზის საწყისსა და ერთიანობაზე“ წერს: „ნუთუ ვერ ხედავთ, რომ რაც იყო თესლი, წარმოიშვა თავთავი, იმისაგან წარმოიშვა ბური, ბურისაგან ხილუსი, ხილუსისაგან სისხლი, იქიდან — ჩანასახი. მისგან ადამიანი, იქიდან გვამი, მიწა, ქვა და სხვა სხეულები და ასე შეიძლება ყველა ბუნებრივი ფორმის მონაცვლეობა“.

სტამბის გამოგონებამ და წიგნის ბეჭდვის შემოღებამ შექმნა შესაძლებლობა ცოდნისა და მეცნიერული გამოცდილების დაგროვებისათვის. ევროპის თითქმის ყველა მსხვილ ცენტრში იხსნება ახალი უნივერსიტეტები. სამეურნეო თუ მეცნიერული შესწავლის მიზნით ევროპაში განუწყვეტლივ იზრდება მცენარეთა ინტროდუქცია და ცხოველთა შემოყვანა. ამერიკიდან

შემოტანილი იქნა კარტოფილი, თამბაქო, სიმინდი, კაკაო, ჰევეა, კაქტუსი და მრავალი სხვა. ამან მიგვიყვანა უამრავი ახალი სახეობის აღწერამდე. ყოველივე აღნიშნული განაპირობებდა ბიოლოგიაში მდიდარი ფაქტობრივი მასალის დაგროვებას. ამიტომაც, ხშირად აღორძინების პერიოდს ბიოლოგიაში უწოდებენ მეცნიერული მასალის დაგროვების პერიოდსაც.

მიუხედავად ასეთი აღმავლობისა, აღორძინების პერიოდში მაინც ფეხმოკიდებულია აზროვნების მეტაფიზიკური მეთოდი. ამ პერიოდში ბატონობს ბეკონის შემეცნების ინდუქციური მეთოდი, რომლის შესაბამისადაც შესწავლისათვის მოვლენები და საგნები იყოფა ნაწილებად (დეტალებად), მაგრამ შემდეგ აღარ ხდება სინთეზი განხილვისას, ე.ი. არ ხდება მათ შორის კავშირების გათვალისწინება. ამის გამო იკარგება დამახასიათებელი დინამიზმი. ასე რომ, აღორძინების პერიოდიც მეტაფიზიკური აზროვნების გავლენის ქვეშ დარჩა, მაგრამ მან უდიდესი როლი შეასრულა ბიოლოგიაში მდიდარი ფაქტობრივი მასალის დაგროვების თვალსაზრისით.

სისტემატიკის მდგომარეობა და მისი შედეგები XVI-XVIII საუკუნეებში

ბიოლოგიურ სისტემატიკაში იგულისხმება მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა დაჯგუფებები ნიშან-თვისებათა მსგავსება-განსხვავების მიხედვით. მსგავს კლასიფიკაციას ფენოტიპურსაც უწოდებენ, რადგანაც იგი ფენოტიპური თავისებურებების საფუძველზე ხდება. მაგრამ ნამდვილ სისტემატიკას უფრო ღრმა ბიოლოგიური საფუძვლები გააჩნია. სისტემატიკური დაჯგუფება საშუალებას გვაძლევს, მოვახდინოთ ცოცხალი ორგანიზმების გარკვეული სტანდარტიზაცია, სადაც გამოჩნდება მათ შორის ნათესაური და, საერთოდ, ფილოგენეტური კავშირ-ურთიერთობანი. ჩარლზ დარვინის აზრით, ბუნებრივი კლასიფიკაცია „გულისხმობს უფრო ღრმა კავშირებს, ვიდრე უბრალო მსგავსებას“, „ბუნებრივი სისტემა გამომდინარეობს ნათესაური წარმოშობის ფაქტიდან“, „ყოველგვარი სწორი კლასიფიკაცია არის გენეალოგიური კლასიფიკაცია“. ასეთი სისტემები აადვილებს ცოცხალი ბუნების

შესწავლას, რამდენადაც იგი გვაძლევს საშუალებას, თავიდან ავიცილოთ ქაოსი და ცოცხალ ობიექტებს მივუჩინოთ მათი მუდმივი ფილოგენეტური ადგილი ცოცხალი სამყაროს ევოლუციური განვითარების საგვარტომო ხეზე.

ბიოლოგიაში სისტემატიზაციის ცდები უხსოვარი დროიდან მომდინარეობს. როგორც უკვე ვიცით, იგი საწყისს ძველი ჩინეთიდან იღებს (ჯოული). ცხოველთა საკმაოდ საფუძვლიანი სისტემატიკა შემოგვთავაზა არისტოტელემ, ხოლო მისმა მოწაფემ თეოფრასტემ ეს საქმიანობა გააგრძელა მცენარეთა სამყაროს მიმართ.

აღორძინების პერიოდში მდიდარი ბიოლოგიური მასალის დაგროვებამ ახლებური სიძლიერით დააყენა მცენარეთა და ცხოველთა სისტემაში მოყვანის აუცილებლობაც. ამ პერიოდში მცენარეთა და ცხოველთა კლასიფიკაცია ბევრმა ნატურალისტმა სცადა. მაგრამ ისინი ხშირად სწორად ვერ არჩევდნენ დაჯგუფების საფუძველს.

როცა ცოცხალი ორგანიზმების დაჯგუფებისათვის იღებენ ერთ ან რამდენიმე, თანაც არაარსებით ნიშანს, მაშინ კლასიფიკაციაც ხელოვნური გამოდის. კლასიფიკაცია ბუნებრივ სახეს მაშინ იღებს, როცა იგი ეყრდნობა ორგანიზმების ძირითად თვისებათა კომპლექსს, ძირითადი სასიცოცხლო პროცესების თავისებურებებს, რებროდუქციული პროცესებისა და საერთოდ, ორგანიზაციულ დონეს.

პირველი სისტემები, რასაკვირველია, ხელოვნური იყო. ამას განაპირობებდა თვით ცოცხალი ორგანიზმების შესწავლის დაბალი დონეც.

ამის მაგალითს წარმოადგენდა შვეიცარიელი ნატურალისტის *გესნერის* კლასიფიკაცია. მან კლასიფიკაციას საფუძვლად დაუდო ცოცხალ ორგანიზმთა სახელწოდება, კერძოდ ის, თუ რომელი ასოთი იწყებოდა იგი. რასაკვირველია, ასეთი ალფაბეტური სისტემა სრულიად ხელოვნური იყო.

გესნერის ცხოველთა სისტემა 5 ტომისაგან შედგებოდა. მასში მოცემული იყო ძუძუმწოვრების, ფრინველების, რეპტილიების, თევზებისა და მწერების ნახატები, მათი აგებულების, კვების და გამრავლების თავისებურებანი. მასვე

ეკუთვნის მცენარეთა კლასიფიკაციის (ბალახთა კრებული) ცდებიც.

კასპარ ბაუჰინმა (1560-1624) შეაგროვა მცენარეთა დიდძალი ფაქტობრივი მასალა პერბარიუმების სახით და აღწერა 6000-მდე სახეობა. ის ცდილობს, მხედველობაში მიიღოს მცენარის თვისებათა ჯგუფი: ყვავილის აგებულება, ნაყოფი, თესლი, ფოთოლი, ღერო, ფესვი. მაგრამ მისი კლასიფიკაცია მაინც ვერ იყო მოხერხებული, რადგანაც ამის საშუალებას არ იძლეოდა ბოტანიკური მეცნიერების მაშინდელი დონე.

მცენარეთა კლასიფიკაციის ცდები მოცემული აქვს *ცეზალპინოს.* 1583 წელს მან პირველმა სცადა, მცენარეთა კლასიფიკაციისათვის საფუძვლად დაედო რეპროდუქციული ორგანოებისა და სასიცოცხლო პროცესების თავისებურებანი. ცეზალპინომ მცენარეთა სამყარო გაყო ორ დიდ ჯგუფად: ყვავილოვან და უყვავილო მცენარეებად. ყვავილოვან მცენარეებში მან გამოყო 15 ჯგუფი (კლასი), ხოლო მე-16 ჯგუფში გააერთიანა ყველა უყვავილო მცენარე. თავის მხრივ, ყვავილოვნები დაყო ხეებად, ბუჩქებად და ბალახებად.

სისტემატიკის შემდგომი განვითარება დაკავშირებულია ინგლისელი მეცნიერის — *ჯონ რეის* (1623-1705) სახელთან. ის ითვლება ბინარული (ორმაგი დასახელების) ნომენკლატურის ბირველ ავტორად, მაგრამ ასეთი მიდგომა ვერ დააკმაყოფილა მეცნიერებაში, ამასთანავე, მან გვარი, როგორც სისტემატიკური კატეგორია, გარკვევით ვერ ჩამოაყალიბა.

შრომაში „მცენარეთა ისტორია“ ჯონ რეი იძლევა სახეობის, როგორც სისტემატიკური კატეგორიის საკმაოდ მეცნიერულ განშარტებას. მისი აზრით, სახეობა არის ერთმანეთისაგან განცალკევებული დაჯგუფება, „რომელიც ინარჩუნებს თავის სპეციფიკურ ბუნებას, ამასთანავე, არც ერთი დაჯგუფება არ წარმოიშობა სხვა დაჯგუფებების თესლისაგან“.

მცენარეთა კლასიფიკაციას რეიმ საფუძვლად დაუდო ყვავილის ფორმა, სიდიდე, ჯამის თავისებურება, ნაყოფში თესლის რაოდენობა და სხვა. მაგრამ მისი კლასიფიკაცია ძირითადად შემთხვევითობებს ემყარება და ხელოვნურია.

ჯონ რეის მოცემული აქვს ცხოველთა კლასიფიკაციის ცდებიც. იგი გამოყოფს „ცოცხალშობ, ბეწვით დაფარულთა“

(ძუძუმწოვრებს) და „კვერცხისმდებელთა“ (ფრინველები, ქვეწარმავლები, წყალხმელეთები) ჯგუფებს. ძუძუმწოვრებს თავის მხრივ ყოფს ჩლიქოსნებად, მცურავებად და სხვა.

მართალია, ჯონ რეი არ აღიარებდა სახეობათა ცვალებადობას, მაგრამ მისი მთავარი დამსახურება სისტემატიკაში ის არის, რომ ბიოლოგიაში დაამკვიდრა სახეობის ცნება და შემოგვთავაზა ბინარული ნომენკლატურის იდეა.

მეცნიერული სისტემატიკის განვითარებაში ახალი ეტაპი იწყება ცნობილი შვედი ნატურალისტის — *კარლ ლინეს* (1707-1778) მოღვაწეობით. ლინემ თავი მოუყარა მცენარეთა და ცხოველთა სისტემატიკაში მანამდე არსებულ მასალებს, კრიტიკულად გადაამუშავა ისინი და შექმნა ახალი სისტემა, რომელიც გადმოცემულია მის შრომებში: „ბუნების სისტემა“ (1735), „ბოტანიკის ფილოსოფია“ (1751), „მცენარეთა სახეობანი“ (1753) და სხვა. ლინეს მიერ შექმნილმა სისტემამ დიდი აღიარება მოიპოვა არა მარტო იმიტომ, რომ მაშინ სისტემატიკის მიმართ მოთხოვნილება ობიექტურად დიდი იყო, არამედ იმიტომაც, რომ მან ბევრი ორიგინალური რამ შეიტანა სისტემატიკაში. იმდენად დიდი იყო ინტერესი კ. ლინეს შრომების მიმართ, რომ მისი ძირითადი ნაშრომი „ბუნების სისტემა“ 12-ჯერ გამოიცა მის სიცოცხლეშივე. კ. ლინეს სამართლიანად უწოდებენ ცოცხალი სამყაროს მეცნიერული სისტემატიკის შემქმნელს. სწორედ, მის სახელთანაა დაკავშირებული სისტემატიკის (ტაქსონომიის), როგორც მეცნიერების ჩამოყალიბება.

კარლ ლინე (1707-1778)

კარლ ლინეს მიერ მთელი ბუნება დაყოფილი იქნა სამ სამეფოდ: მინერალები, მცენარეები და ცხოველები. ბიოლოგიური სისტემატიკის საქმეში ლინეს ერთ-ერთი მთავარი დამსახურება ის არის, რომ მან დააკანონა ძირითადი სისტემატიკური კატეგორიები. უმაღლეს სისტემატიკურ კატეგორიად ლინე აცხადებს კლასს (clasis). კლასებში აერთიანებს რაზმს ანუ რიგს

(orda), შემდეგ გვარს (genus), გვარში — სახეობას (species) და ბოლოს — სახესხვაობას (varietas).

მართალია, ლინეს არ შემოუტანია სისტემატიკაში უმაღლესი სისტემატიკური კატეგორია — ტიპი და ასევე უმნიშვნელოვანესი ტაქსონი — ოჯახი (რაც შემდეგ მოხდა), მაგრამ მიუხედავად ამისა, მის მიერ დაკანონებული ტაქსონომიური კატეგორიების იერარქია ქაოსური სისტემატიკიდან მწყობრ ბიოლოგიურ დაჯგუფებებზე გადასვლის საუკეთესო საშუალებას იძლეოდა.

ლინემ ჯ. რეის მიერ შემოთავაზებული კატეგორია — სახეობა სისტემატიკის საფუძვლად და ძირითად ერთეულად გამოაცხადა. ასევე დააკანონა მეცნიერებაში რეის მიერ მოწოდებული აზრი ბინარული ნომენკლატურის შესახებ. აქ იგულისხმება ყოველი სახეობის აღნიშვნა ორი სიტყვით, სადაც ერთი აღნიშნავს გვარს (რომელშიდაც ეს სახეობა შედის) და მეორე — სახეობას. ამის პარალელურად ლინე ამკვიდრებს ბიოლოგიაში საყოველთაო ლათინურ დამწერლობას. ყოველივე ამან დიდად შეუწყო ხელი სხვადასხვა ქვეყნის (სხვადასხვა ენაზე მოლაპარაკე) მეცნიერების ურთიერთობას სისტემატიკისა და საერთოდ, ბიოლოგიის შემდგომი განვითარებისათვის.

წარმოდგენა რომ ვიქონიოთ ლინეს სისტემის სტრუქტურასა და ბინარულ ნომენკლატურაზე, განვიხილოთ მაგალითი: ლინემ შინაურ კატას უწოდა Felis domestica, სადაც პირველი სიტყვა Felis (კატა) ნიშნავს გვარს, ხოლო მეორე - domestica (შინაური) — სახეობის სახელწოდებაა. კატების გვარში ლინე აერთიანებს გარეულ კატას (Felis catus), ლომს (F. leo) და ვეფხვს (F.tigris). სხვა მტაცებელთა გვარების მსგავსად, კატების გვარს აერთიანებს მტაცებელთა (Carnivora) რიგში, ხოლო ძუძუმწოვართა ყველა რიგი შეიყვანა ძუძუმწოვართა (Mammalia) კლასში.

ცხოველთა სამყაროს კლასიფიკაციას ლინემ საფუძვლად დაუდო სისხლის მიმოქცევისა და სუნთქვის სისტემები. ამ თვისებათა თავისებურებების მიხედვით მან მთელი ცხოველთა სამყარო დაყო ექვს კლასად:

1. ძუძუმწოვრები — ორბარკუჭიანი გულით;
2. ფრინველები — წითელი და ცხელი სისხლით;
3. წყალხმელეთები (აქ აერთიანებდა ქვეწარმავლებსაც) — ერთბარკუჭიანი გულით;
4. თევზები — წითელი და ცივი სისხლით;
5. მწერები — სისხლის მაგივრად ცივი თეთრი სითხით;
6. ჭიები — სისხლის მაგივრად ცივი თეთრი სითხით.

მეტად უხეში აღმოჩნდა ლინეს კლასიფიკაციის ის ნაწილი, რომელიც უხერხემლო ცხოველებს შეეხება. ცხოველთა ვეებერთელა სამყარო ლინემ მხოლოდ ორ კლასში გააერთიანა. ეს გაცილებით უფრო არაზუსტი დაყოფა იყო, ვიდრე არისტოტელეს მიერ ჩვენს ერამდე შემოთავაზებული „უსისხლოთა“ კლასიფიკაცია. ლინეს ცხოველთა სისტემის ხელოვნურობა აშკარად ვლინდებოდა კლასების შიგნით ქვედანაყოფებშიც. მან კბილთა სისტემის თავისებურების მიხედვით ერთ რიგში გააერთიანა ბანგოლინა, ზარმაცა, ჭიანჭველაჭამია, ლომთევზა და სპილო, ნისკარტის აგებულების მიხედვით კი — ქათამი და სირაქლემა.

ფასდაუდებელია კარლ ლინეს წვლილი მცენარეთა სისტემატიკაში. დაწყებული ცეზალპინოდან, რეი და სხვები ცდილობდნენ, შეექმნათ მცენარეთა ისეთი სისტემა, რომელიც საერთო აღიარებას ჰპოვებდა. მათ ეს ვერ მოახერხეს. ამის ერთ-ერთი მიზეზი ისიც იყო, რომ მაშინ ნაკლებად იყო ცნობილი მცენარეთა განვითარების ციკლი, მათი გამრავლების თავისებურებანი, სქესობრივი პროცესის არსი და მცენარეთა ყვავილის ცალკეული ნაწილის დანიშნულება. როცა ლინე ქმნიდა თავის „ბუნების სისტემას“, მაშინ ეს ნაკლი ნაწილობრივ მაინც გამოსწორებული იყო. ამან ლინეს მისცა საშუალება, კლასიფიკაციის შექმნისათვის გამოეყენებინა მცენარეთა რებროდუქციული ორგანოებისა და შესაბამისი პროცესების თავისებურებანი. მცენარეთა კლასიფიკაციას მან საფუძვლად დაუდო მტვრიანებისა და ბუტკოს რაოდენობა და თავისებურებანი. ლინეს მიერ მცენარეთა სამყარო დაყოფილი იქნა 24 კლასად და 68 რიგად. 23 კლასში მან გააერთიანა ყვავილოვანი მცენარეები, ხოლო 24-ე კლასში მოაქცია ყველა უყვავილო მცენარე. ყვავილოვანი მცენარეების პირველი 13

კლასი გამოყო მტვრიანების რაოდენობის მიხედვით, დანარჩენ შემთხვევაში გაითვალისწინა სხვა თავისებურებებიც (მტვრიანების განლაგება ბუტკოს მიმართ, ბუტკოს აგებულების თავისებურებები, ერთსახლიანობა, ორსახლიანობა და სხვა).

კარლ ლინეს მცენარეთა სისტემა მეტად მოხერხებული და პრაქტიკული იყო, ამასთანავე, იგი ხელოვნური აღმოჩნდა. მტვრიანების რაოდენობის მიხედვით სტაფილო გაერთიანებული დარჩა მოცხართან, ლერწამი — კოწახურთან ერთად და სხვა. მიუხედავად ხელოვნურობისა, ლინეს მცენარეთა სისტემამ უდიდესი როლი შეასრულა ბოტანიკაში და კერძოდ, სისტემატიკაში. მან მოაწესრიგა მანამდე არსებული ქაოსი მცენარეთა სისტემაში. ამიტომაც, რუსი მეცნიერი კ. ტიმირიაზევი ლინეს მცენარეთა სამყაროს სისტემას „თავისი მოხდენილი სიმარტივის გამო სწორუპოვრად“, ხელოვნური კლასიფიკაციის გვირგვინად და უკანასკნელ სიტყვად თვლიდა.

კ. ლინე ფართო ჰორიზონტის მეცნიერი იყო. საკმარისია, თვალი გადავავლოთ, თუნდაც მხოლოდ, მის „ბოტანიკის ფილოსოფიას“, დავრწმუნდებით ლინეს დიდ მეცნიერულ ერუდიციაში. ეს მონოგრაფია 11 თავისაგან შედგება. პირველ თავში, რომელსაც „ბიბლიოთეკას“ უწოდებს, იძლევა მანამდე არსებული ბოტანიკური ხასიათის ლიტერატურის ანალიზს. ის აკრიტიკებს ადრე არსებულ ალფაბეტურ და „როზეტისტულ“ (ფესვთა სისტემის მიხედვით) სისტემებს და ასაბუთებს, რომ სისტემატიკის საფუძველს უნდა წარმოადგენდეს რეპროდუქციული პროცესების თავისებურებანი. ლინემ საფუძველი ჩაუყარა ჰერბარიზაციის საქმეს, დაასაბუთა მისი მნიშვნელობა ბოტანიკის შესწავლისათვის.

ლინემ ბრინციპულად ახალ სიმაღლეზე აიყვანა მცენართა და ცხოველთა სამყაროს ერთიანობის პრობლემა. ის წერს: „მცენარეები, მართალია, მოკლებულნი არიან შეგრძნებას, მაგრამ მათი სიცოცხლე მსგავსია ცხოველთა სიცოცხლისა, რასაც მოწმობს მათთვის დამახასიათებელი დაბადება, კვება, ასაკი, მოძრაობა, პულსაცია, დაავადება, სიკვდილი, ანატომიური აგებულება და ორგანიზაცია“. მან პირველმა გააერთიანა ადამიანი ძუძუმწოვრების კლასში და პრიმატების რიგში. მიუხედავად ამისა, ლინე უშვებს უხეშ შეცდომებსაც. იგი

შეეცადა პარალელი გაევლო მცენარეთა და ცხოველთა ორგანოების აგებულებას შორის. რძიანა მცენარეების თესლლებნები მან გააიგივა ძუძუმწოვართა პლაცენტასთან. ის წერს: „მცენარისათვის კუჭი ეს არის ფესვი, ძვლები — მერქანი, ფილტვები — ფოთლები და სხვა“. თუმცა, ამ შრომაში ყველა პროფილის ბიოლოგს შეუძლია ნახოს მისთვის საინტერესო მასალები.

მიუხედავად ყოველივე ზემოთქმულისა, კარლ ლინე თავისი მსოფლმხედველობით მთლიანად დარჩა ჩაკეტილი ებოქის ჩარჩოებში. ის დარწმუნებული მეტაფიზიკოს-კრეაციონისტია. ლინე გამოდის სახეთა უცვლელობის დამცველად. მას ეკუთვნის გამოთქმა, რომ ქვეყნად იმდენი სახეობა არსებობს, რამდენიც თავდაბირველად შექმნა ყოვლისშემძლე არსებამ. აღიარებდა რა სახეთა უცვლელობას, ამასთანავე, უარყოფდა სახეობათა შორის ყოველგვარი ნათესაური კავშირის არსებობას. საერთოდ, ლინეს სისტემის შეფასებისათვის კარგ მასალას იძლევა მის მიერ გამოყენებული აფორიზმი — „გვარი კი არ განსაზღვრავს ნიშნებს, არამედ ნიშნები განსაზღვრავენ გვარს“. მისი აზრით, ორგანიზმთა მსგავსება შემოქმედის გეგმის განხორციელების შედეგია და მას არავითარი კავშირი არა აქვს ნათესაურ ურთიერთობასთან. ის ცოცხალის თვითჩასახვის გზით წარმოშობის წინააღმდეგია და უშვებს შესაძლებლობას, რომ მთელი ცოცხალი სამყარო შექმნა ღმერთმა წინასწარი გეგმის შესაბამისად. ორგანიზმთა მრავალფეროვნებას იმით ხსნის, რომ ღმერთმა ყოველი ცოცხალი არსების წყვილი შექმნა მაღალ კუნძულზე, მასზე წარმოდგენილი იყო ყველა სასიცოცხლო ვერტიკალური ზონა. ცოცხალი წყვილები ყველა ზონის შესაბამისი იყო. ამის შემდეგ კი ხდება მხოლოდ მათი რაოდენობრივი მატებაო.

ლინე უარყოფს ყოველგვარ ცვალებადობას ცოცხალ სამყაროში. შესაძლებლად მიაჩნია მხოლოდ „შემთხვევითი მიზეზებით“ (კლიმატი, ნიადაგი, ტემპერატურა, ქარები და ა.შ.) გამოწვეული ცვლილებები სახესხვაობათა დონეზე. მისი აზრით, ესენი შემთხვევით შეცვლილი ინდივიდებია, რომელთაც არავითარი კავშირი არა აქვთ დედამიწაზე სიცოცხლის მრავალფეროვნების წარმოქმნასთან.

კ. ლინეს უდიდესმა მეცნიერულმა ერუდიციამ, ორგანიზმთა მსგავსება-განსხვავების მიხედვით მის მიერ შემჩნეულმა კანონზომიერებებმა, რაც მან „ბუნების სისტემის“ შედგენის დროს დაინახა, თავისი გააკეთა. სიცოცხლის ბოლო პერიოდში ლინეს სერიოზული ეჭვი გაუჩნდა თავისი კრეაციონისტული შეხედულებების მიმართ. მან შეამჩნია თავისი სისტემის ხელოვნურობა და გამოთქვა აზრი, რომ უნდა შეიქმნას ისეთი სისტემა, რომელიც ასახავს ბუნებრივ კავშირებს ორგანიზმებს შორის.

ლინეს ეჭვი შეეხარა სახეთა უცვლელობაშიც. როცა მზადდებოდა მისი შრომის, „ბუნების სისტემის“ მე-10 გამოცემა, მან თავისი ხელით წაშალა ეპიგრაფში ადრე მის მიერ დაბეჯითებით ჩაწერილი სიტყვები: „არც ერთი სახეობა ახალი არ არის“ (Nullaes species novae). უკვე სიფრთხილით, მაგრამ გამოთქვამს სავარაუდო მოსაზრებას, რომ შეიძლება „ერთი და იგივე გვარის ყველა სახეობა თავდაბირველად მხოლოდ ერთ სახეობას წარმოადგენდა“. ლინე უკვე „ბუნების სისტემის“ ახალ გამოცემაში აღნიშნავს, რომ „ყოვლისშემძლე არსებამ შექმნა გარდაქმნის შესაძლებლობა მარტივიდან რთულისაკენ, მცირედან მრავლის მიმართულებით... შემდეგ ჰიბრიდიზაციის გზით წარმოიქმნა თანამედროვე გვარები, შემდეგ კი ბუნების მიერ შეიქმნა სახეობები“. მას მოჰყავს კიდეც სახეობათა წარმოშობის შესაძლებლობის მაგალითები ჰიბრიდიზაციის გზით. ლერწმის ოთხი სახეობის ურთიერთმსგავსებიდან გამომდინარე, ამბობს, რომ ისინი „წარმოიქმნენ ერთადერთი სახეობიდან“. თავის ერთ-ერთ შრომაში „აკადემიის მშვენება“, იგი პირდაპირ აღიარებს, რომ შემდგომისთვის უდაოდ მრავალი ექსპერიმენტი იქნება დაყენებული იმისათვის, რომ ვარაუდი სახეთა წარმოშობის შესახებ იქცეს აქსიომად, კერძოდ ის, რომ „სახეობა დროის შედეგია“.

პრეფორმიზმი და მისი კავშირი კრეაციონიზმთან

მეტაფიზიკური აზროვნება სერიოზულად ზღუდავდა ევოლუციური შეხედულებების განვითარებას. ყველა ახალ აღმოჩენას მეცნიერებაში მეტაფიზიკური ინტერპრეტაცია

ეძლეოდა. ასე მოხდა მიკროსკოპის საშუალებით სპერმატოზოიდების აღმოჩენის შემთხვევაშიც. XVIII საუკუნის მიწურულს *ჰამმა* და *ანტონ ვან ლევენჰუკმა* აღმოაჩინეს სპერმატოზოიდები. ჰამმა, თითქოს, სპერმატოზოიდებში შენიშნა პაწაწინა ადამიანის სახე, რომელსაც აქვს თავი, სხეული, ხელები, ფეხები და სხვა. ამ მეცნიერთა აზრით, ინდივიდუალური განვითარების დროს რაიმე თვისობრივი ცვლილებები კი არ ხდება, არამედ ჩანასახში წინასწარ პრეფორმირებული მომავალი ორგანიზმის უბრალო ზრდასთან გვაქვს საქმე. ამ თეორიას *პრეფორმიზმს* (ლათ. praeform — წინასწარ ვქმნი) *უწოდებენ* ბიოლოგიაში.

მას შემდეგ, რაც აღმოჩნდა, რომ სასქესო უჯრედები ორი ტიპისაა: მამრობითი — სპერმატოზოიდი და მდედრობითი — კვერცხუჯრედი, პრეფორმისტებიც ორ ჯგუფად გაიყვნენ: *ანიმალკულისტებად* და *ოვისტებად*.

ანიმალკულისტები (ლათ. animal culum - პატარა ნადირი) თვლიან, რომ მომავალი ადამიანი პრეფორმირებულია ადამიანის სპერმატოზოიდში, ხოლო *ოვისტებს* (ბერძნ. ovum—კვერცხი) მიაჩნიათ, რომ იგი პრეფორმირებულია კვერცხუჯრედში. მათი აზრით, განაყოფიერების პროცესი მხოლოდ სტიმულს აძლევს სასქესო უჯრედში წინასწარ პრეფორმირებული „კაცუნას“ ზრდის პროცესს.

პრეფორმაციის ჰიპოთეზა კიდევ უფრო გააღრმავეს ცნობილმა გერმანელმა მეცნიერმა *ალბერტ ჰალერმა* და შვეიცარიელმა მეცნიერმა *შარლ ბონემ*. მათი აზრით, სასქესო უჯრედებში პრეფორმირებულია არა მარტო ერთი ორგანიზმი, არამედ მინიატურულად, შემცირების წესით ერთმანეთში ჩალაგებულია ყველა ის ორგანიზმი, რომლებიც უნდა გაჩნდნენ მომავალში. ამ მოსაზრებას „ჩაგების თეორიას“ უწოდებენ. მათი ქადაგება იქამდეც კი მივიდა, რომ ჰალერმა გამოიანგარიშა, რომ დედამიწაზე პირველი ქალის — ევას კვერცხუჯრედში, თითქოსდა, ჩალაგებული იყო 200 მილიარდი ჩანასახი, ე.ი. მთელი მომავალი კაცობრიობა.

ძნელი არ არის, პრეფორმიზმის თეორიაში დავინახოთ კრეაციონისტული შინაარსი. პრეფორმისტები, უარყოფენ რა ცვალებადობას და განვითარებას, ცდილობენ დაასაბუთონ, რომ

ყველაფერი წინასწარ არის განსაზღვრული და შექმნილი ღმერთის მიერ და საქმე გვაქვს ჩანასახის უბრალო ზრდის პროცესთან.

ტრანსფორმისტული იდეები ბიოლოგიაში

მთელი შუა საუკუნეების მანძილზე დაგროვილი ფაქტობრივი მასალა და ცალკეულ მეცნიერთა გამოკვლევები და მოსაზრებები სულ უფრო ნათელს ხდიდა ცოცხალ ორგანიზმთა შორის ნათესაური კავშირების აღიარების აუცილებლობას. ასევე, ყოველმხრივ მომწიფდა ბირობები ნათესაურ კავშირებზე დაფუძნებული ბუნებრივი სისტემების შექმნისათვის. როგორც ჩანს, ლინეს მიერ ბიოლოგიური სისტემის ჩამოყალიბებაზე და საერთოდ, შემდგომ ბიოლოგიურ აზროვნებაზე გარკვეული გავლენა იქონია იმ დროისათვის ფეხმოკიდებულმა *ლაიბნიცის* ფილოსოფიურმა კონცეფციამ და *ბონეს* „არსებათა კიბის“ საკმაოდ ავტორიტეტულმა მოძღვრებამ.

ლაიბნიცი თავის „მუდმივობის“ ანუ „უწყვეტობის“ კანონში ასაბუთებს, რომ „ცოცხალი სამყარო წარმოდგენილია ერთიანი საერთო ჯაჭვით“, რომელშიც არ შეიძლება მოინახოს ისეთი ადგილი, სადაც იწყება ერთი და მთავრდება მეორე. ყველა მოსაზღვრე სახეობებს უნდა ჰქონდეს ნიშნები, რომლებიც თანაბრად ახასიათებთ მათ, ამიტომაც, იგი უცნაურს ვერაფერს ხედავს ე. წ. „ზოოფიტების“ არსებობაში.

ლაიბნიცის მსგავსად, შვეიცარიელი ზოოლოგი ბონე (პართენოგენეზის აღმომჩენი) აყალიბებს შეხედულებას ე.წ. „არსებათა კიბის“ შესახებ ცოცხალ სამყაროში. მისი აზრით, ცოცხალი სამყაროს ცალკეული რგოლები (კლასები) კი არ აშორებს მათ ერთმანეთისაგან, არამედ, პირიქით — აკავშირებს. „ბოლიპები, — აღნიშნავს იგი, — აკავშირებს მცენარეებს ცხოველებთან, ღამურა ფრინველებს აახლოვებს ოთხფეხიანებთან, ხოლო მაიმუნი აკავშირებს ოთხფეხიანებსა და ადამიანს“. ის იზიარებს ლაიბნიცის მოსაზრებას, რომ „ბუნება არ ითმენს ნახტომებს“. მისი აზრით, „არსებათა კიბის“ მიხედვით „მარტივიდან ყალიბდება რთული“, „არასრულყოფილისაგან — სრულყოფილი“. ბონე ცოცხალ სამყაროში „არსებათა კიბეს“

ახასიათებს შემდეგნაირად: „ბუნების კიბე შეიძლება არ იყოს პირდაპირი; მას შეიძლება ჰქონდეს მრავალი ტოტი, როგორც ერთ, ასევე მეორე მხარეს, საიდანაც თავის მხრივ გამოდიან დამატებითი ტოტები“. გამოდის, რომ ბონეს „არსებათა კიბე“ წარმოდგენილი აქვს თვისებათა მსგავსებით დაკავშირებული ჯგუფების სისმაგვარი განშტოებების სახით. ცოცხალ ორგანიზმებს შორის მსგავსება-განსხვავების ძიებამ დაამკვიდრა შედარებით-ანატომიური და შედარებით-მორფოლოგიური მეთოდების გამოყენება კვლევაში, რაც თანდათანობით აშკარას ხდიდა სახეობათა ცვალებადობისა და ახალ სახეობათა წარმოშობის შესაძლებლობას. ასეთი აზროვნების დამკვიდრებამ ბიოლოგიაში საფუძველი მოუმზადა ახალ მიმართულებას, რომელსაც *ტრანსფორმიზმს* (ლათ. transformo — გარდავქმნი, გადავაქცევ) უწოდებენ. ტრანსფორმიზმი არის მოძღვრება, რომელიც აღიარებს სახეთა ცვალებადობასა და ერთი სახეობისაგან მეორის წარმოშობის შესაძლებლობას. ტრანსფორმიზმი პრინციპულად დაუპირისპირდა მეტაფიზიკურ-კრეაციონისტურ შეხედულებებს.

მიუხედავად პროგრესულობისა, ტრანსფორმიზმი ჯერ კიდევ არ არის მწყობრი ევოლუციური თეორია. ტრანსფორმიზმი აღიარებს სახეთა ცვალებადობას, მაგრამ ნაკლებად ცდილობს მის მეცნიერულ დასაბუთებას. ტრანსფორმიზმის მთავარი ნაკლი არის ის, რომ იგი განვითარებაში ჯეროვნად ვერ აფასებს ისტორიის როლს — დროის ფაქტორს. ტრანსფორმისტების აზრით, შეიძლება ერთი ცხოველი უეცრად გადაიქცეს მეორედ. ცნობილი ტრანსფორმისტი *დიდრო* აღნიშნავს, რომ უმნიშვნელო ჭია, რომელიც ლაფანში ცოდვილობს, შეიძლება უზარმაზარ ცხოველად გადაიქცეს და, პირიქით, ცხოველი, რომელიც გვანცვიფრებს თავისი სიდიდით, შეიძლება პატარა ჭიად იქცეს.

მიუხედავად ასეთი შეზღუდულობისა, ტრანსფორმისტულმა იდეებმა უდიდესი როლი შეასრულეს ბიოლოგიის ისტორიაში. მათ საფუძველი მოუმზადეს მეცნიერულ ევოლუციურ მოძღვრებას, რაც თანდათანობით გადაიზარდა კიდეც მასში.

ზოგიერთი ავტორი ტრანსფორმიზმის ოფიციალურად ჩამოყალიბების თარიღად 1759 წელს ასახელებს. ამ თარიღს

უკავშირდება ბიოლოგიაში სამი მნიშვნელოვანი მოვლენა: გერმანელმა მეცნიერმა კასპარ ფრიდრიხ ვოლფმა ბერლინის უნივერსიტეტში დაიცვა დისერტაცია თემაზე: „ჩასახვის თეორია“, დაიწერა მიხეილ ლომონოსოვის ტრაქტატი „ნიადაგის ფენების შესახებ“ და საფრანგეთში ბერნარდ ჟიუსიეს მიერ შეიქმნა პირველი ბუნებრივი სისტემა.

კასპარ ვოლფი (1733-1794) სწავლობდა მცენარის თესლიდან ფესვის, ღეროს, ფოთლის, ნაყოფისა და კვერცხიდან წიწილის ჩანასახის თანდათანობითი ჩამოყალიბების კანონზომიერებებს. მიკროსკოპით ამ საკითხების შესწავლამ ის დაარწმუნა, რომ არც სასქესო უჯრედებში და არც ჩანასახში წინასწარ პრეფორმირებული არ არის მომავალი ორგანიზმი. ჩანასახის განვითარებისას ხდება ორგანიზმის ცალკეული ნაწილისა და მთელი ორგანიზმის თანდათანობითი ჩამოყალიბება რაღაც უსტრუქტურო მასისაგან ანუ „ბუშტუკებისაგან“. თანდათან ხდება საჭმლის მომნელებელი სისტემის ჩამოყალიბება. ნერვული სისტემა ფირფიტის სახით ჩაისახება, შემდეგ მისგან ყალიბდება ნერვული მილი, ბოლოს კი — ტვინის ბუშტუკები. შემდეგში იგი თავისა და ზურგის ტვინად გარდაიქმნება. აქედან გამომდინარე, ვოლფი აკეთებს დასკვნას, რომ ორგანიზმი ჩანასახში წინასწარ კი არ არის პრეფორმირებული, არამედ ის შემდეგ ყალიბდება. ამ თეორიას მან *ეპიგენეზის თეორია* (ბერძნ. epi — შემდეგ, genesis — წარმოშობა) უწოდა. ვოლფი წერს: „თუ მე უარვყოფ წინასწარ წარმოქმნის თეორიას, ამით მე ვიცავ აზრს იმის შესახებ, რომ სხეული ყალიბდება განვითარების შედეგად“. მას ბერლინის უნივერსიტეტში აუკრძალეს ფიზიოლოგიაში ლექციების კითხვა და ეკატერინე მეორემ 1766 წელს მიიწვია პეტერბურგში, სადაც იგი გახდა რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის წევრი.

ჩანასახის თანდათანობით განვითარების თეორია ვოლფმა გააფრცელა ისტორიული განვითარების თვალსაზრისითაც. ამით მან შეიტანა ბიოლოგიაში ევოლუციური განვითარების აღიარების ელემენტები. ვოლფი ორგანიზმთა ცვალებადობის ძირითად მიზეზად გარემო პირობებს თვლის. მან იწინასწარმეტყველა აგრეთვე ცოცხალის უჯრედული აგებულება.

მიხეილ ლომონოსოვი (1711-1765) დარწმუნებული მატერიალისტია. მისი აზრით, „მატერია არის ის, რისგანაც შედგება სხეული და რაზეც დამოკიდებულია მისი ბუნება“. საგნის ბუნება „მოძრაობაშია და მაშასადამე, საგანი განისაზღვრება მოძრაობით“.

ლომონოსოვმა საფუძველი ჩაუყარა ექსპერიმენტულ მეცნიერებას. იგი ამბობს: „ერთ ცდას ათას მოსაზრებაზე უფრო მაღლა ვაყენებ“. იგი მოითხოვს, „მტკიცედ გვახსოვდეს“, რომ „ყველა საგანი დედამიწაზე და მთელი სამყაროც დასაბამიდანვე არ იყო ასეთ მდგომარეობაში, როგორადაც ჩვენ ვხედავთ ამჟამად“. ლომონოსოვი დედამიწას იხილავს, როგორც გარკვეული დროის განმავლობაში შექმნილს. მისი აზრით, ებოქებთან ერთად იცვლებოდა დედამიწის სახე, მისი მოხაზულობა, კლიმატი და ცოცხალი სამყაროც. მან მთის მწვერვალებზე ზღვის მოლუსკების ნიჟარების არსებობა ახსნა მთათწარმომშობი პროცესებით, პირველმა იყარაუდა, რომ ტორფი და ნახშირი მცენარეული წარმოშობისაა. ასევე, დამაჯერებლად ახსნა ქარვის წარმოშობაც. გამოთქვა ვარაუდი, რომ ქარვა წიწვოვან მცენარეთა ფისია, რომელმაც განიცადა ღრმა ცვლილებები. ასეთ წარმოშობაზე მიუთითებს ქარვაში მწერების ნაშთების არსებობა (განამარხებული სახით). ყოველივე ამით ლომონოსოვმა დაამკვიდრა ისტორიული მეთოდი დედამიწის წარმოშობის შესწავლის საქმეში.

ფრანგი მეცნიერის *ბერნარდ ჟუსიეს* მიერ მცენარეთა ბუნებრივი სისტემის შექმნას საფუძვლად დაედო ისტორიული ფაქტი. საფრანგეთის მეფემ ლუდოვიკო XV-მ მას დაავალა, შეექმნა ბოტანიკური ბაღი. ჟუსიემ მცენარეები განალაგა ორგანიზაციის დონის ზრდის მიხედვით. ამით მან შექმნა პირველი ბუნებრივი სისტემა, სადაც ჯგუფებს შორის ჩანდა ნათესაური კავშირები და ორგანიზაციული დონის გართულება.

საფრანგეთში ტრანსფორმისტული იდეები მკაფიოდ აისახა ცნობილი ბიოლოგის *ჟორჟ ლუი ბიუფონის* (1707-1788) შეხედულებებში. იგი თავიდანვე აქტიურად ჩაება ამ ბრძოლაში. მიუხედავად იმისა, რომ ბიუფონი ლინეს თანამედროვეა, მან შეძლო თავი დაეღწია მეტაფიზიკური შეხედულებებისაგან და აქტიურად შემოეტანა ბიოლოგიაში ტრანსფორმისტული იდეები.

ბიუფონმა მეცნიერებაში 40 წლის მუშაობის მანძილზე შექმნა ფუნდამენტური შრომები „ბუნების ეპოქების შესახებ“ და „ბუნების ისტორია“. მარტო ეს უკანასკნელი შრომა 36 ტომისაგან შედგებოდა. ბიუფონი პრესაში პირველი გამოვიდა მეტაფიზიკის კრიტიკით და ტრანსფორმიზმის იდეების დამცველად. ეხება რა ლინეს სისტემატიკას, აღნიშნავს, რომ ყველა სისტემა ხელოვნურია. ბუნებაში ასეთი სისტემები არ არსებობენ, არ არსებობენ არც სახეობები და არც კლასები, არსებობენ მხოლოდ ინდივიდები. ამიტომაც, ყოველი სისტემა მხოლოდ პრაქტიკულ ინტერესებს ემსახურება და ისინი არ შეიძლება იყოს ზუსტ შესაბამისობაში ბუნებასთან. მისი აზრით, ბუნება განუწყვეტლივ ცვალებადობას განიცდის. ეს ნაკადი უწყვეტია.

ბიუფონი პირველი ბიოლოგია, რომელმაც შეძლო, ი.კანტის კოსმოგონიური თეორია დაეკავშირებინა დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობა-განვითარების საკითხებთან. იგი ვარაუდობს, რომ დედამიწა არის მზის ნაწილი, რომელიც კომეტის დაჯახებით მოსწყდა მას და თანდათანობით განიცადა გაცივება. მისი ატმოსფერო ამ პერიოდში წარმოდგენილი იყო გადახურებული წყლის ორთქლით. დედამიწის გაცივების პარალელურად წყლის ორთქლიც კონდენსაციას განიცდიდა და ამდაგვარად შეიქმნა თბილი მსოფლიო ოკეანე.

ბიუფონი თვლის, რომ წყალში ჩაისახა პირველადი მოლეკულები, რომლებიც არაორგანული წარმოშობისა იყო. შემდგომ სითბოსა და სინათლის მოქმედებით პირველადმა მოლეკულებმა დასაბამი მისცეს ორგანულ მოლეკულებს. მისი აზრით, ორგანული მოლეკულები წარმოადგენენ სიცოცხლის ერთიან მატერიალურ საბუთს. სწორედ, ამ მოლეკულებმა მისცეს დასაბამი სიცოცხლეს დედამიწაზე. ორგანული მოლეკულები არის „ცოცხალი“ და „მკვდარი“. „ცოცხალი“ ორგანული მოლეკულები წარმოადგენენ სიცოცხლის საწყისს. „ცოცხალმა მოლეკულებმა“ დასაბამი მისცეს პირველი წყლის ორგანიზმებს: თევზებს, კიბოებს და სხვა. შემდგომ ხდება წყლის უკანდახევა, პირველი ხმელეთი პოლუსებზე თავისუფლდება და აქ ხდება პირველი ხმელეთის ორგანიზმების წარმოშობა. ისინი სითბოს მოყვარულები იყვნენ. აქ მაშინ გაჩნდნენ სპილოები,

მარტორქები, გიგანტური ხარები და სხვა. წყალი კიდევ უფრო იხევს უკან. თავისუფლდება დედამიწის ზომიერი სარტყელი, ბოლოს კი — თავისუფლდება თანამედროვე ტროპიკული სარტყელიც. ამ ზონაში თანდათან გადმოინაცვლეს სითბოს მოყვარულმა გიგანტურმა ორგანიზმებმა, ხოლო აცივების გამო ბირველი ცოცხალის გაჩენის ადგილებში ორგანული მოლეკულებისაგან კვლავ ჩაისახა სიცივის მოყვარული ცოცხალი სამყარო. ის დედამიწის თანამედროვე სახით ფორმირებასა და მასზე ცოცხალი სამყაროს ჩამოყალიბების პროცესში გამოყოფს შვიდ გეოლოგიურ ეპოქას. მათგან ყველაზე ბოლო ეპოქაში მოხდა ადამიანის წარმოშობა.

ბიუფონი დაბეჯითებით აცხადებს სახეთა ცვალებადობას. მას წარმოდგენილი აქვს, რომ ორგანული მოლეკულებისაგან ბირველად ჩაისახა მცენარეთა და ცხოველთა მცირე წარმომადგენლები. შემდეგ მათ განიცადეს ცვალებადობა მრავალი მიმართულებით და შეიქმნა მრავალფეროვანი ცოცხალი სამყარო. ორგანიზმთა ცვალებადობის ძირითად მიზეზად იგი მიიჩნევს კლიმატს, კვებასა და ჰიბრიდიზაციას. ასევე აღიარებს ცვალებადობაში „მოშინაურების გავლენას“. ცხოველებში ცვალებადობას იგი უკავშირებს აგრეთვე გამრავლების თავისებურებებსაც. მისი აზრით, მონოგამიურობის დროს ცვალებადობა შედარებით სუსტია, ვიდრე პოლიგამიურობის დროს. ადამიანებს შორის რასობრივ განსხვავებასაც კლიმატს უკავშირებს.

ბიუფონი პირველი მეცნიერი იყო, ვინც ბიოლოგიური სახეობის სტატუსის დასადგენად მთავარ კრიტერიუმად დაასახელა შეჯვარების უნარი. თუ ორგანიზმები ეჯვარებიან ერთმანეთს და იძლევიან ნაყოფიერ შთამომავლობას, მაშინ ისინი შედიან ერთ სახეობაში, ხოლო თუ არ ეჯვარებიან ერთმანეთს ან არ იძლევიან ნაყოფიერ შთამომავლობას, ისინი სხვადასხვა სახეობებს მიეკუთვნებიან.

ბიუფონის აზრით, ერთ გვარში შემავალ ორგანიზმებს ერთიანი წარმოშობა აქვთ. ის ცხენს, ზებრას და ვირს საერთო წარმოშობის ორგანიზმებად მიიჩნევს. ამასთანავე, აღნიშნავს, რომ თუ ჩავთვლით, ცხენი ან ვირი მთავარი ტოტია, მაშინ ზებრა გვერდით შტოს წარმოადგენს. ძველი და ახალი ფაუნის

შედარებით მან დიდი მსგავსება შეამჩნია აფრიკისა და სამხრეთ ამერიკის უძველეს ორგანიზმებს შორის. ეს იმით ახსნა, რომ ივარაუდა ოდესღაც ამ კონტინენტების ერთიანობა.

ბიუფონი აღიარებს ხერხემლიანი ცხოველების საოცარ მსგავსებას აგებულების მიხედვით, მიუთითებს ადამიანის მსგავსებაზეც ცხოველთა სამყაროსთან. ყველა მათგანს აქვს, — ამბობს ბიუფონი, — ისეთი „მნიშვნელოვანი ნაწილი, როგორიცაა: გული, ნაწლავი, ხერხემალი, გრძნობათა ორგანოები და ა.შ.“. მან გაბედა, გაემეთქვა აზრი მაიმუნისა და ადამიანის ერთიან წარმოშობაზეც. კერძოდ ის, რომ მაიმუნი გადაგვარებული ადამიანიაო.

ბიუფონის აზრით, თუ დამაჯერებლად დამტკიცდებოდა თუნდაც ერთი სახეობის ახლად წარმოქმნა, მაშინ ბუნების სიძლიერეს საზღვრები არ ექნებოდა და ისღა დაგვრჩებოდა, გვევარაუდა მხოლოდ ერთი რამ — ბუნებამ შეძლო ერთადერთი სახეობიდან დროთა განმავლობაში წარმოექმნა ყველა დანარჩენი არსება. გამოდის, რომ ბიუფონმა აღიარა დედამიწაზე ორგანიზაციული დონის მიხედვით განსხვავებულ ორგანიზმთა ეტაპობრივი, ისტორიული ცვლა.

თავისი იდეების გამო ბიუფონს ძლიერი წინააღმდეგობები შეხვდა, რამაც ბოლოს იგი იძულებული გახადა, ეთქვა: „მე უარვყოფ ყოველივეს, რაც ჩემს წიგნშია ნათქვამი დედამიწის ჩამოყალიბების შესახებ და საერთოდ ყველაფერს, რაც შეიძლება მოგვეჩვენოს მოსეს ნაოქვამის საწინააღმდეგოდ“.

ტრანსფორმისტული იდეების განვითარება საფრანგეთში XVIII-XIX საუკუნეების მიჯნაზე

XVIII საუკუნის ბოლოს მნიშვნელოვანი მოვლენები ხდება საფრანგეთის პოლიტიკურ ცხოვრებაში. 1789 წელს იმარჯვებს რევოლუცია. მას მოჰყვა სერიოზული რეფორმები, რომელიც შეეხო მეცნიერებასაც. აღმავლობის გზას დაადგა საფრანგეთში ბიოლოგიის განვითარებაც. ხელისუფლება დიდძალ თანხებს იღებს ბუნებისმეტყველების განვითარებისათვის.

რეფორმის შედეგი იყო ის, რომ 1793 წელს პარიზის ბოტანიკური ბაღი გადაკეთდა ბუნების ისტორიის ნაციონალურ მუზეუმად. აქ გაიხსნა 12 კათედრა. ერთ-ერთი მათგანის — ძუძუმწოვრებისა და ფრინველების კათედრის ხელმძღვანელად მოწვეული იქნა ჯერ კიდევ ახალგაზრდა *ჟოფრუა სენტ-ილერი* (1772-1844). პროფესორად მის დანიშვნამდე იგი ბოტანიკური ბაღის კოლექციის დამცველის თანამდებობაზე მუშაობდა, მოგვიანებით კი — პარიზის ზოოპარკის დირექტორად.

სენტ-ილერი ბუნებაზე მრავალმხრივ დაკვირვებებს აწარმოებდა. აღსანიშნავია მისი შედარებით-ანატომიური, ემბრიოლოგიური და სხვა სახის გამოკვლევები. მან იმოგზაურა ეგვიპტეში და დაბრუნების შემდეგ ოთხი წლის მანძილზე გამოაქვეყნა 13 მონოგრაფია. მის შრომებს შორის განსაკუთრებით გამოირჩევა „ანატომიის ფილოსოფია“ და „ზოოლოგიის ფილოსოფიის პრინციპები“. სენტ-ილერმა დაგვიტოვა საგულისხმო თეორიული განზოგადებანი, რომელთაგან განსაკუთრებით ცნობილია შედარებით-ანატომიური პრინციპები, კერძოდ, ორგანოთა „ანალოგობის პრინციპი“, „ორგანოთა წონასწორობის პრინციპი“ და სხვა.

ხერხემლიან ცხოველთა შედარებისას იგი ხედავს საოცარ მსგავსებას აგებულების მიხედვით. თითქმის მსგავსია მათი წინა კიდურების ჩონჩხის აგებულება. ერთნაირადაა აგებული ადამიანის ხელი, ფრინველის ფრთა, ღამურას ფრთა, ლომის თათი, ცხენის ფეხი, სელაპის ფარფლთათი, თხუნელას თათი, ვეშაპის ფარფლთათი და ა.შ. ყველა მათგანში კიდურებს ორგანიზმის მიმართ მსგავსი მდგომარეობა უკავიათ და მსგავსი აგებულებაც აქვთ. წინა კიდურებზე შემჩნეულ ამ მსგავსებას იგი განავრცობს უკანა კიდურებზეც. ამ დასკვნებიდან გამომდინარე, სენტ-ილერი იძლევა ცხოველთა აგებულების ერთიანობის გეგმას — „ანალოგობის პრინციპს“. მისი აზრით, ორგანოები, რომლებსაც მსგავსი აგებულება აქვთ და სხეულისადმი ერთნაირი მდგომარეობა უკავიათ, ანალოგიური ეწოდება (თანამედროვე ტერმინოლოგიით ასეთი ორგანოების უმრავლესობა ჰომოლოგიურია).

აგებულების ერთიან გეგმას სენტ-ილერი ასაბუთებს ემბრიოლოგიური მონაცემების საფუძველზეც. თუ თევზისა და

ქათმის ზრდასრულ ფორმებში თაგვის ქალას ძვლები არ შეესაბამებიან ერთმანეთს, ემბრიონული განვითარების პერიოდში ასეთი ანალოგია მკვეთრად არის გამოხატულიო, — ამტკიცებს ის. მან შეამჩნია ვეშაბისა და თუთიყუშის ჩანასახებში კბილების ნასახებიც.

შემდგომისათვის სენტ-ილერმა აგებულების ერთიანობის გეგმა მთელ ცხოველთა სამყაროზე გაავრცელა და ჩათვალა, რომ ხერხემლიანები ისეთივე გეგმით არიან აგებული, როგორც ჭიები და, საერთოდ, სხვა უხერხემლოები.

აგებულების ერთიანი გეგმის დასამტკიცებლად სენტ-ილერი იყენებს ***რუდიმენტული*** (ლათ. rudimentum — საწყისი, ჩანასახი) ორგანოების არსებობასაც. თვალის სახამხამო აპკის ნაშთი ადამიანში, კაზუარის ფრთის ქვეშ კუნთის რუდიმენტი და სხვა მოწმობენ იმას, რომ თავდაპირველად ორგანიზმების აგებულებას ერთი გეგმა აქვს, ხოლო შემდეგ გარემო პირობების გავლენით ეს „გონივრული გეგმა“ იცვლება ამა თუ იმ მიმართულებით. ორგანიზმის ერთი ორგანოს ცვალებადობა ყოველთვის იწვევს მეორე ორგანოს ცვლილებებსაც — გაძლიერებას ან შესუსტებას. ამ პრინციპს სენტ-ილერი „ორგანოთა წონასწორობის პრინციპს“ უწოდებს. მისი აზრით, თავდაპირველად ორგანიზმში მოცემულია ყველა ორგანოს ნასახი, ხოლო შემდეგ გარემო პირობების გავლენით ზოგი ვითარდება, ზოგიც რუდიმენტად რჩება. ასეთი ცვალებადობის შედეგად წარმოიქმნება ორგანიზმთა სხვადასხვა ვარიაცია. ის წერს: „ბუნებამ შექმნა ყველა ცოცხალი ერთი გეგმის მიხედვით, რომელიც ყველგან ერთნაირია ძირითადად, მაგრამ დეტალებში უსაზღვრო ვარიაციებს განიცდის“. სენტ-ილერი ყოველგვარ ცვალებადობას ცოცხალ ბუნებაში მსგავსი მექანიზმებით ხსნის.

სენტ-ილერი ბოლოს იმასაც ამტკიცებს, რომ თითქოს ხერხემლიანებსა და ფეხსახსრიანებს აგებულების ერთი გეგმა აქვთ. ფეხსახსრიანების აგებულების გეგმა ხერხემლიანებისაგან, მისი აზრით, მხოლოდ იმით განსხვავდება, რომ ფეხსახსრიანები გადაბრუნებულია ზურგის მხარეს. ამიტომაც, მათ ნერვული სისტემა აქვთ მუცლის მხარეს, ხოლო სისხლის მიმოქცევის სისტემა — ზურგის მხარეს. თუ ფეხსახსრიანებს გადმოვაბრუნებთ ზურგის მხარეზე, ნათელი გახდება აგებულების

ერთიანი გეგმა. იგი თვლის, რომ ფეხსახსრიანებში ხერხემლიანების ნეკნები თითქოს სხეულის გარეთაა გამოსული და ქიტინის სახით ფარავს მას. ის ასკვნის: „მე შემიძლია ახლა ვამტკიცო, რომ ცხოველები, რომლებიც ადრე უხერხემლოებად მიაჩნდათ, თავის დროზე ჩვენს სიებში ხერხემლიანებში მოექცევიან“. სენტ-ილერი დაბეჯითებით აღიარებს სახეთა ცვალებადობას გარემო პირობების გავლენით. ის ბუნებაში ხედავს „აღმოცენებული ცვლილებების დაუდგომელ პროგრესს“.

ცვალებადობის დასასაბუთებლად მას მოჰყავს მებაღეთა პრაქტიკის მაგალითი. ასევე, კვერცხებზე გარე ზემოქმედებით იგი ღებულობს წიწილებს სხვადასხვა სიმახინჯით და ამით ასაბუთებს გარემოს გავლენით ცვლილებების აღმოცენების შესაძლებლობას. მისი აზრით, რაც უფრო ძლიერი და მყარია გარემოს გავლენა, მით უფრო ღრმაა ორგანიზმთა ცვალებადობა.

იგი აღიარებს და განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ანიჭებს ორგანიზმთა უეცარ ცვლილებებს. მას მოჰყავს თავკომბალას მაგალითი, როცა წყლის პირობებიდან ხმელეთის პირობებზე გადასასვლელად ის ბაყაყად გადაიქცევა. მისი აზრით, აქ ცვლილებები ხდება კლასის დონეზე (თევზი ამფიბია) და მიაჩნია, რომ მსგავსი ხასიათის ცვლილებები საერთოდ დამახასიათებელია ცოცხალი ბუნებისათვის.

თავისი აგებულების ერთიანობის გეგმა სენტ-ილერმა მოიშველიეა ცხოველთა სამყაროს წარმოშობის ერთიანობის დასამტკიცებლად. მისი აზრით, დღეს არსებული ცხოველები ჩამოყალიბდნენ ისტორიულად, წარმოიშვნენ წინათ არსებული ფორმებიდან. ის თანამედროვე ბოცვრის წინაპრად მიიჩნევს მის მიერ ნორმანდიაში აღმოჩენილი ხვლიკების ნამარხებს. სენტ-ილერის აზრით, ღრმა ხასიათის გარდაქმნებს ცხოველური ორგანიზმები ხშირად განიცდიან ემბრიონული ცვლილებების გზით. მიაჩნია, რომ სწორედ ასეთი ცვლილებების გზით არიან წარმოშობილი ფრინველები ქვეწარმავლებისაგან.

ამრიგად, მიუხედავად ზოგიერთი სერიოზული შეცდომისა („ანალოგობისა“ და „წონასწორობის“ პრინციპები), სენტ-ილერი გვევლინება, როგორც ცხოველთა სამყაროს ერთიანი წარმოშობის, ორგანიზმთა ცვალებადობაში გარემო პირობების როლისა და საერთოდ, სახეთა ცვალებადობის იდეის

ერთ-ერთ ფუძემდებლად. ასევე დიდია მისი როლი ბიოლოგიაში შედარებით ანატომიური და ემბრიოლოგიური მეთოდების დამკვიდრების საქმეში.

ჟორჟ ლუი კიუვე (1769-1832) პარიზის ბუნების ისტორიის მუზეუმში ერთ-ერთ კათედრაზე სენტ-ილერის წინადადებით იქნა მიწვეული. იგი იყო სორბონის უნივერსიტეტის პროფესორი. იყო ნაპოლეონ ბონაპარტეს მთავრობის მინისტრი, სახელმწიფო საბჭოს წევრი, ბურბონთა დინასტიის აღდგენის შემდეგ – მეფის კომისარი და ეკავა რელიგიურ საქმეებთან დაკავშირებული თანამდებობები. აქედან გასაგები ხდება მისი მეტაფიზიკური შეხედულებანი.

კიუვემ ახლებურად გამოიყენა შედარებითი მეთოდი. განსაკუთრებული ყურადღება მიაქცია ორგანიზმში ორგანოთა შორის კავშირ-ურთიერთობას. მან შეამჩნია, რომ ყოველი ორგანიზმი გარკვეულად ორგანოთა წონასწორული თანაფარდობით მთლიანობას წარმოადგენს. იგი ამბობს: „ყოველი ორგანული არსება თავისთავად წარმოადგენს ერთიან სისტემას, რომლის ყოველი ნაწილი შეესაბამება ერთმანეთს და ურთიერთგავლენით ემსახურება განსაკუთრებულ მიზანს“. ორგანოთა ეს ერთიანობა იმდენად ძლიერია, რომ ერთის ცვლილება ყოველთვის იწვევს მეორის ცვლილებასაც. მისი აზრით, ცხოველის ორგანიზმში ორგანოთა შორის არსებობს დამახასიათებელი *კორელაცია* (ლათ. correlation-ურთიერთდამოკიდებულება, შეფარდება), როგორც მათი აგებულების, ასევე ფუნქციის მიხედვით. კიუვე თავის ამ აღმოჩენას უწოდებს ორგანოთა კორელაციის ანუ ორგანოთა თანაფარდობის პრინციპს.

კორელაციის დასასაბუთებლად მას მოჰყავს სათანადო მაგალითებიც: თუ ცხოველის საჭმლის მომნელებელი აპარატი შეგუებულია უმი ხორცით კვებას, მაშინ მისი ყბები აგებული უნდა იყოს ისე, რომ შეეძლოს მსხვერპლის დაჭერა და მისი დაგლეჯა, კბილებით უნდა შეეძლოს ხორცის დაჭრა და დაქუცმაცება, უნდა ჰქონდეს ძლიერ განვითარებული სამოძრაო აპარატი, რათა დაეწიოს მსხვერპლს და დაიჭიროს იგი. ასევე ძლიერ უნდა ჰქონდეს განვითარებული გრძნობათა ორგანოები, რომ აღმოაჩინოს მსხვერპლი და სხვა.

ორგანოთა ამდაგვარი თანაფარდობა კიუვემ გამოიყენა პალეონტოლოგიაში. მან პირველმა თქვა დაბეჯითებით, რომ თუ ნამარხებში აღმოვაჩენთ ცხოველის ჩონჩხის რომელიმე ნაწილს, აქედან შესაძლებელია კორელაციის პრინციპის გამოყენებით აღვადგინოთ მისი სხეულის დანარჩენი ნაწილიც. თუ ნაპოვნი იქნა მჭრელი კბილი, ის ეკუთვნის მტაცებელ ცხოველს. კბილის ზომის მიხედვით შეიძლება წარმოდგენა ვიქონიოთ ყბების ზომასა და აგებულებაზე, კუნთებსა და მთელ სხეულზე. ეს საკითხები კიუვემ საფუძვლიანად დაამუშავა შრომაში: „გამოკვლევები განამარხებული ძვლების შესახებ“. იგი წერს, რომ თუ ვინმე ნახავს ჩლიქოსანთა ფეხის ნაკვალევს, „მაშინ მას შეუძლია დაასკვნას, რომ ცხოველი, რომელმაც ეს კვალი დატოვა, მცოხნელია. ერთი ასეთი კვალი დამკვირვებლისათვის ნათელყოფს ოდესღაც აქ გავლილი ცხოველის კბილების, ყბების, ხერხემლის ფორმას და ყველა ძვლის ფორმას, როგორიცაა: ფეხი, მხარი, მენჯი და ა.შ.“

კიუვე ორგანოთა კორელაციას ხსნის ორგანიზმისა და გარემოს ურთიერთობიდან გამომდინარე. მას მიაჩნია, რომ ყოველი ორგანიზმი, როგორც კორელაციური ერთიანობა, განსაზღვრულ გარემო პირობებში არსებობს. ორგანიზმისა და გარემოს ასეთ თანაფარდობას იგი „თანაარსებობის“ ანუ „საბოლოო მიზეზთა პრინციპს“ უწოდებს. კიუვე აღნიშნულ საგულისხმო გამოკვლევებს აძლევს კრეაციონისტურ ინტერპრეტაციას. ორგანიზმში ორგანოთა კორელაციასა და ორგანიზმსა და გარემოს შორის თანაფარდობას მიიჩნევდა არა ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარების შედეგად, არამედ შემოქმედის გეგმის განხორციელებად. მიიჩნევდა, რომ ყოველივე ეს ხდება წინასწარი გეგმის მიხედვით, რომელიც ეფუძნება „საბოლოო მიზეზთა პრინციპს“. გამოდის, რომ მის მიერ სწორად დანახული მიზანშეწონილობა ცოცხალ გარემოში ყოვლისშემძლე ძალის გეგმის განხორციელებაა.

კიუვემ თავისი შეხედულებები საფუძვლად დაუდო ცხოველთა კლასიფიკაციას. მისი აზრით, ცხოველთა სამყაროში არსებობს ოთხი კორელაციური ტიპი ანუ აგებულების ოთხი გეგმა. მის მიერ გამოყოფილი ასეთი დაჯგუფებანი სისტემატიკაში შეესაბამება უმაღლეს ტაქსონომიურ

დაჯგუფებას — ტიპს. თუმცა, ეს ცნება კიუვეს არ უხმარია. იგი ცხოველურ ორგანიზმებში მთავარ როლს ნერვულ სისტემას ანიჭებს. მისი აზრით, ნერვული სისტემა „არსებითად მთელი ცხოველია, სხვა სისტემები არსებობენ მხოლოდ იმისათვის, რომ მას მოემსახურონ“. კიუვე მართალია, როცა აღიარებს ნერვული სისტემის მთავარ როლს ცხოველური ორგანიზმისათვის, მაგრამ ხშირ შემთხვევაში აჭარბებს კიდეც ამ როლის შეფასებაში.

კიუვე ცხოველთა დაჯგუფებას, სწორედ, ნერვული სისტემის განვითარების დონეს უდებს საფუძვლად. იგი გამოყოფს ჯგუფებს:

1. ხერხემლიანები — Vertebrata (ძუძუმწოვრები, ფრინველები, ქვეწარმავლები და თევზები). ნერვული სისტემა წარმოდგენილი აქვთ თავისა და ზურგის ტვინით და მათგან გამომავალი ნერვებით;

2. რბილსხეულიანები — Molusca. გააჩნიათ სხეულის სხვადასხვა ნაწილში გაბნეული ნერვული კვანძები და მათგან გამომავალი ნერვული ღეროები;

3. სახსრიანები — Articulata (რგოლოვანი ჭიები, კიბოსნაირები, ობობასნაირები, მწერები). სხეულის მუცლის მხარეს გასდევთ ნერვული ჯაჭვი;

4. სხივოსნები — Radiata (ეკალკანიანები, ბოლიპები, ინფუზორიები). სხეულში ნერვული ღეროები რადიალურადაა განლაგებული.

მოძღვრებით უმსხვილესი სისტემატიკური დაჯგუფებების შესახებ კიუვემ ნაბიჯი გადადგა ბუნებრივი სისტემის შექმნისაკენ. ეს იმაში გამოიხატება, რომ იგი არ დაკმაყოფილდა მარტო მორფოლოგიური ნიშნებით და სისტემატიკისათვის გაითვალისწინა შინაგანი ორგანოების აგებულების თავისებურებანიც.

ზემოაღნიშნული მნიშვნელოვანი გამოკვლევების მიუხედავად, იგი მთლიანად აღმოჩნდა მეტაფიზიკური აზროვნების ტყვეობაში და თავისი კვლევის შედეგებს მისცა კრეაციონისტული განზოგადებანი. ის იზიარებს ბიბლიურ გამონათქვამს და აღიარებს, რომ ცხოველთა სახეობები შემოქმედის მიერ შექმნილია ერთ დღეს. მისი აზრით, ცხოველთა სახეობების შექმნისას შემოქმედი ხელმძღვანელობდა ერთი

პრინციპით, რომ მის მიერ შექმნილი ყოველი არსებისათვის მიეცა „არსებობის გაგრძელების საშუალება“. ნათელი ხდება, რომ კიუვე უარყოფს განვითარებას ცხოველთა სამყაროში და მტკიცედ დგას სახეთა უცვლელობის პოზიციებზე.

სახეთა უცვლელობის დასამტკიცებლად კიუვე იმოწმებს სენტ-ილერის მიერ ეგვიპტეში აღმოჩენილ მასალებს (რომლის შემსწავლელ კომისიაში კიუვეც შედიოდა), რომ 3000 წლის წინ განამარხებული ცხოველები ძალიან ჰგავდნენ თანამედროვე ფორმებს და რომ, განამარხებულ ორგანიზმთა ჯგუფებს შორის არ არსებობენ გარდამავალი ფორმები.

კიუვე მთლიანად ვერ უარყოფს ცვალებადობის ფაქტს ბუნებაში. იგი თვლის, რომ სინათლის გავლენით იცვლება ფერი, სითბოს გავლენით — სხეულის ბეწვიანი საფარველი, საკვების გავლენით — სხეულის წონა. ასევე ხდება ცვლილებები ადამიანის გავლენითაც. მაგრამ ცვლილებები, მისი აზრით, არა არსებითია და ისინი ვერასდროს ვერ გამოდიან სახეობის ფარგლებს გარეთ. ორგანიზმთა ძირითადი თვისებები: სუნთქვა, ჩონჩხი და სხვა, სრულიად უცვლელია და თავიდანვე არის ამ სახით მოცემული. საერთოდ კიუვე მეცნიერული ანალიზისათვის ძირითადად ეყრდნობოდა ფაქტობრივ მასალას და უარს ამბობდა საკითხების გაფილოსოფიურებაზე. ეს უკანასკნელი კი მაშინ საკმაოდ მოდური იყო.

კიუვეს პალეონტოლოგიური და შედარებით-მორფოლოგიური თუ ანატომიური გამოკვლევები მისი მოსაზრებების საწინააღმდეგოდ მეტყველებენ. კიუვე პალეონტოლოგიური გამოკვლევის შედეგებმა სამი მთავარი დასკვნის წინაშე დააყენა: 1. ცოცხალი ორგანიზმები იცვლებიან დროში; 2. ქანების ასაკის შესაბამისად განამარხებული ცხოველები სულ უფრო სრულყოფილნი ხდებიან და 3. სულ უფრო უახლოვდებიან თანამედროვე ფორმებს. აშკარად გამოიკვეთა წინააღმდეგობა კიუვეს გამოკვლევის შედეგებსა და შეხედულებებს შორის.

მიღებული შედეგების კრეაციონისტული პოზიციებიდან ასახსნელად, კიუვემ შრომაში „დედამიწის ზედაპირის გლობალური ცვლილებების შესახებ“ შემოგვთავაზა ე.წ. კატასტროფების (კატაკლიზმების) თეორია. „სიცოცხლე

არაერთხელ შეარყია დედამიწაზე საშინელმა მოვლენებმა. ურიცხვი ცოცხალი ორგანიზმი კატასტროფის მსხვერპლი ხდებოდა", — ამბობს კიუვე. მისი აზრით, კატასტროფები იყო უეცარი და მას იწვევდნენ ისეთი ფაქტორები, რომლებიც დღეს აღარ მოქმედებენ. კიუვეს მოჰყავს მაგალითები, როცა არქეოლოგები ნახულობენ კატასტროფების გზით განადგურებულ ცივილიზაციებსაც. ისიც უნდა ითქვას, რომ კატასტროფების აღიარება ახალი არ იყო მეცნიერებისათვის. ზოგიერთი მოსაზრების მიხედვით, დედამიწის სფერო „კატასტროფების თეატრს" წარმოადგენდა.

კიუვეს კატასტროფების თეორიის მიხედვით, დედამიწის ზედაპირზე დროდადრო ადგილი ჰქონდა მისი დიდი ნაწილის ჩაქცევებს, რის გამოც მთლიანად იღუბებოდა და განადგურდებოდა იქ არსებული ცოცხალი ორგანიზმები. შემდეგ ამ ტერიტორიებს ახალი ცოცხალი ორგანიზმები იკავებდნენ. დედამიწაზე რომ მართლაც ხდებოდა კატასტროფები, ამის საბუთად კიუვე იმასაც ასახელებს, რომ დღეს ხმელეთის დიდ მასივებში გვხვდება ზღვის ცხოველების ნამარხი ნიჟარები, ე.ი. ხდება დედამიწის ზედაპირის ამოწევები, ჩაძირვები და წყლისა და ხმელეთის ადგილმონაცვლეობა. აშკარად არ გამოუხატავს, მაგრამ კიუვე უდაოდ ფიქრობდა, რომ ახალ გარემოში გარემოსთან თანაარსებობის პრინციპის შესაბამისად გადმოსახლდებოდა ძველი ორგანიზმები ან შემოქმედი ახალ ცხოველურ ორგანიზმს ქმნიდა იქ. ეს თეორია უფრო რეაქციული გახადეს კიუვეს მოწაფეებმა ლუი აგასიცმა და ალსიდ დორბინმა. მათი აზრით, ასეთი კატასტროფები ხდებოდა მთელ დედამიწაზე ერთდროულად. დორბინის აზრით, დედამიწაზე 27 ასეთი კატასტროფაა მომხდარი.

ამრიგად, მიუხედავად თავისი რეაქციული შეხედულებებისა, კიუვეს მეცნიერული გამოკვლევები ღირსეულ ადგილს იკავებს ბიოლოგიის ისტორიაში.

როგორც ვხედავთ, ერთსა და იმავე სამეცნიერო დაწესებულებაში მოღვაწეობს ორი თვალსაჩინო მეცნიერი — სენტ-ილერი და კიუვე, რომლებსაც ყველა ძირითად საკითხზე ერთმანეთის საწინააღმდეგო შეხედულებები აქვთ. ერთი (სენტ-ილერი) აღიარებს ცხოველთა სამყაროს ერთიანობას,

აგებულების ერთიან გეგმას, სახეობათა ცვალებადობასა და გარემოსთან კავშირში ორგანიზმთა ცვალებადობას და განვითარებას, მეორე კი (კიუვე) საყოველთაო უცვლელობის მომხრეა. ყოველივეს, რაც ცხოველთა სამყაროში არსებობს, კიუვე შემოქმედის წინასწარი მიზნის განხორციელებას უკავშირებს, უარყოფს ცვალებადობასა და განვითარებას და აგებულების ერთიან გეგმას უპირისპირდება ცხოველთა აგებულების ოთხი გეგმის აღიარებით. მიუხედავად მეგობრობისა, მათ შორის არ შეიძლებოდა არ მომხდარიყო დაპირისპირება. ეს მართლაც მოხდა 1830 წელს.

სენტ-ილერის მოწაფეებმა — *ლორანსმა* და *მეირანმა* საფრანგეთის მეცნიერებათა აკადემიის სხდომაზე წარმოადგინეს სადისერტაციო ნაშრომი, სადაც ასაბუთებდნენ, რომ თავფეხიან მოლუსკებს (სპია) აგებულების ისეთივე გეგმა აქვთ, როგორიც ხერხემლიანებს. მათ აქ კიუვე დაუპირისპირდა, რომელსაც უპასუხა სენტ-ილერმა. კამათი შვიდ კვირას გაგრძელდა. ბოლოს დავა შეწყვიტა მეცნიერებათა აკადემიამ. ამ ბრძოლაში სენტ-ილერი დამარცხდა. მას ჩამოართვეს ყველა მეცნიერული წოდება.

მართალია, ბრძოლაში ფაქტობრივი მასალა უფრო კიუვიეს პოზიციებს ამტკიცებდა, მაგრამ მისი გამარჯვება დიდხანს არ შეიძლებოდა გაგრძელებულიყო და ასეც მოხდა.

ჟან ბატისტ ლამარკის ევოლუციური თეორია

ჟან ბატისტ ლამარკი (1744-1829)

ტრანსფორმისტულმა იდეებმა სათანადო განვითარება ჰპოვეს ცნობილი ფრანგი ბიოლოგის — *ჟან ბატისტ პიერ ანტუან დე მონე ლამარკის* მოღვაწეობაში. მან ბიოლოგიური მეცნიერება ჭეშმარიტად ახალ საფეხურზე აიყვანა. ლამარკმა პირველმა მოგვცა თანმიმდევრული ევოლუციური ძოძღვრება უმარტივესებიდან დაწყებული, ადამიანის წარმოშობით დამთავრებული.

ჟ.ბ. ლამარკი დაიბადა 1744 წელს ღარიბი ფრანგი აზნაურის ოჯახში. იგი მრავალრიცხოვანი ოჯახის უმცროსი შვილი იყო. მშობლებმა ლამარკი იეზუიტურ სკოლაში მიაბარეს სასულიერო განათლების მისაღებად. ასეთი კარიერა მას სულაც არ იზიდავდა, ამიტომაც მამის გარდაცვალების შემდეგ მან მიატოვა სასწავლებელი და 17 წლის ყმაწვილი მოხალისედ წავიდა სამხედრო სამსახურში. მაშინ საფრანგეთში შვიდწლიანი ომი მიმდინარეობდა. ლამარკმა სახელი გაითქვა და იგი ოფიცრად დააწინაურეს, მაგრამ მძიმედ დაავადდა, დაინვალიდდა და მიატოვა სამხედრო სამსახური. 1763 წელს იგი მიემგზავრება პარიზს და ბუნებისმეტყველებით დაინტერესებული ჭაბუკი იწყებს მოღვაწეობას ამ სფეროში.

1772 წელს ლამარკი გახდა სამედიცინო ფაკულტეტის სტუდენტი. სტუდენტობის წლები მან ნაყოფიერად გამოიყენა საბუნებისმეტყველო საგნების და განსაკუთრებით, ბიოლოგიის შესწავლისათვის. იგი განსაკუთრებით საფუძვლიანად სწავლობს ბოტანიკას. ბოტანიკის სიყვარულმა განაპირობა მისი დაკავშირება საფრანგეთის სამეფო ბაღთან, რომელსაც მაშინ ცნობილი ტრანსფორმისტი ბიუფონი ხელმძღვანელობდა. მაშინ ამავე ბაღში მოღვაწეობდა უდიდესი ბოტანიკოსი ანტუან ჟუსიეც. ამიტომაც ლამარკის დაახლოებას ამ ბაღთან უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა მისი შემდგომი მუშაობისათვის.

ლამარკი მოკლე დროში საფუძვლიანად სწავლობს საფრანგეთის მცენარეულობას და 1778 წელს უნივერსიტეტის დამთავრებიდან ორი წლის შემდეგ აქვეყნებს სამტომიან შრომას „საფრანგეთის ფლორა“. ამ წიგნმა ბიუფონისა და ჟან-ჟაკ რუსოს მაღალი შეფასება დაიმსახურა და სახელი გაუთქვა ლამარკს, როგორც მეცნიერს და იგი, როგორც გამოჩენილი ბოტანიკოსი, მიწვეული იქნა საფრანგეთის დიდი ენციკლოპედიის გამოცემაში მონაწილეობის მისაღებად.

ბიუფონის დახმარებით ლამარკი გახდა საფრანგეთის მეცნიერებათა აკადემიის ადიუტანტი, რაც ლამარკის მეცნიერული მუშაობისათვის ახალი საგზური იყო.

ლამარკი იმდენად დაუახლოვდა ბიუფონს, რომ ბიუფონმა იგი თავის შვილს გააყოლა ევროპაში სამოგზაუროდ. მოგზაურობისას ლამარკმა მდიდარი ბოტანიკური მასალა

შეაგროვა. იგი ცნობილი ბოტანიკოსი გახდა და დაახლოებით 50 წლის ასაკამდე ემსახურა ბოტანიკურ კვლევას.

ამ პერიოდში პარიზის ბუნების ისტორიის მუზეუმში ვაკანტური იყო „მწერებისა და ჭიების“ კათედრის ხელმძღვანელის ადგილი. მაშინ ზოოლოგიის ეს დარგი იმდენად შეუსწავლელი და ჩამორჩენილი იყო, რომ კათედრის დაკავების მსურველიც არავინ იყო. ეს თანამდებობა შესთავაზეს ლამარკს, რომელიც ჩაუდგა კიდეც სათავეში კათედრას და 24 წლის განმავლობაში (ვიდრე ეკავა ეს თანამდებობა) შეძლო მთლიანად გარდაექმნა ზოოლოგიის ეს დარგი. იგი მოგვევლინა უხერხემლოთა ზოოლოგიის ფუძემდებლად. მასვე ეკუთვნის ტერმინი „უხერხემლოები“ და თვით სიტყვა „ბიოლოგიის“ დამკვიდრებაც მეცნიერებაში.

ლამარკი ხანგრძლივმა და დაუღალავმა კვლევამ უხერხემლოთა ზოოლოგიაში მიიყვანა მისი უმნიშვნელოვანესი მეცნიერული შრომის — „უხერხემლო ცხოველთა ბუნებრივი სისტემა“ — შექმნამდე. შრომაში მოცემულია ამ ცხოველთა კლასიფიკაციის პრინციპები და სისტემა.

მნიშვნელოვანი ბიოლოგიური განზოგადებებია მოცემული ლამარკის შრომაში „ზოოლოგიის ფილოსოფია“ (1809). სწორედ, ამ შრომაში ჩამოაყალიბა ლამარკმა თავისი, მეცნიერებაში პირველი მწყობრი ევოლუციური თეორია. მან გაბედულად თქვა, რომ „ბუნებას ჰქონდა შესაძლებლობა ყველა მის გამოვლინებაში ემოქმედა მხოლოდ თანდათანობით, არ შეეძლო წარმოექმნა ყველა ცხოველი უეცრად: მან პირველად წარმოქმნა ყველაზე დაბალგანვითარებული და შემდეგ ისინი გარდაქმნა უფრო რთულად“. ამით ის დაუპირისპირდა კუვეს სისტემას და საერთოდ, მეტაფიზიკას. ამიტომაც იყო, რომ ამ შრომას ბრძოლა დაუწყეს, ხოლო თვით ლამარკი უნაყოფო მეოცნებედ მონათლეს.

საერთოდ, ლამარკის დროს საფრანგეთში ბატონობს რელიგიურ-ფილოსოფიური მოძღვრება — დეიზმი. იგი თიშავს მატერიასა და ბუნებას და ქადაგებს, რომ სამყარო შექმნა ღმერთმა. იცვლება ბუნება, მაგრამ ეს ხდება შემოქმედის მიერ დადგენილი გეგმის მიხედვით. დეიზმი აისახა ლამარკის მსოფლმხედველობაშიც. მისი აზრით, მატერია ღმერთის მიერ

არის შექმნილი, მაგრამ მას ახასიათებს განფენილობა, ცვალებადობა და განვითარება. ის თვლის, რომ მატერია პასიურია და მას აქტიურს ხდის რაღაც შინაგანი ძალა. ლამარკის ნაკლოვანებები ბიოლოგიურ აზროვნებაში ძირითადად აღნიშნულმა მსოფლმხედველობრივმა შეზღუდულობამ განაპირობა.

მიუხედავად აღნიშნულისა, ლამარკი უდიდესი მოვლენა იყო ბიოლოგიის ისტორიაში. ის პირველი მეცნიერია, რომელმაც გააშუქა ევოლუციური მოძღვრების თითქმის ყველა პრინციპული საკითხი. ლამარკი მეცნიერების მთავარ ამოცანად მიიჩნევს იმ ძირითადი კანონზომიერებების გამოკვლევას, რომელსაც ადგილი აქვს ცოცხალ ბუნებაში. ამ მხრივ, მეცნიერებას დიდად უშლის ხელს ხელოვნური სისტემები, ამიტომაც, ლამარკი მიიჩნევს „ბუნებრივი მეთოდის“ დამკვიდრების აუცილებლობას. „ბუნებრივი მეთოდის“ ქვეშ ლამარკს ესმის ადამიანის მიერ იმ გზის დადგენა, „რომლითაც ქმნიდა ბუნება თავის შემოქმედებას“. მეცნიერებამ უნდა შეისწავლოს ის ობიექტური, ბუნებრივი კანონზომიერებანი, რითაც ბუნება ქმნიდა ყოველ ახალ ცოცხალს. ცოცხალი ბუნების დაყოფა „კლასებად, გვარებად და სახეობებად უნდა გვაძლევდეს იმ თანმიმდევრობას, რაც ყველაზე სწორი საშუალებაა ბუნების შესწავლისათვის“... რაც საბოლოოდ მიგვიყვანს „ბუნების შესწავლის საშუალებების, მსვლელობისა და კანონების დადგენამდე“. ასეთმა მიდგომამ ბუნების შესწავლისადმი ლამარკს მისცა საშუალება, შეექმნა კლასიფიკაციის გენეალოგიური პრინციპი, ორგანიზაციის მატებადი გართულების გზით „კლასების იმ ბუნებრივი თანმიმდევრობის“ დადგენისა, რომელიც ითვალისწინებს „ნათესაობას“ და „ნათესაურ კავშირებს“. მისი აზრით, სწორედ ეს არის გზა, რომელიც მოგვცემს საშუალებას, ბუნების შესწავლისას გადავიდეთ „შეტად ცნობილიდან ნაკლებად ცნობილზე“.

ლამარკის ევოლუციური შეხედულებების კანონზომიერი შედეგია მისი წარმოდგენები სახეთა ცვალებადობის შესახებ. მას მიაჩნია, რომ სახეობები მუდმივ, თანმიმდევრულ ცვლილებებს განიცდიან. ამის მეცნიერულ საბუთად მას მოაქვს სახესხვაობის არსებობა. 1816 წელს სტატიაში „სახეობა“ ლამარკი წერს:

„მაშასადამე, სახესხვაობების არსებობა ყოველთვის იქნება სახეთა უცვლელობის წინააღმდეგ ნათელი საბუთი“. ლამარკის აზრით, ვისაც დიდი ხნის განმავლობაში საქმე ჰქონია სახეობასთან და დაკვირვებია მას, ძნელი არ არის დაინახოს, თუ როგორ შეუმჩნეველად გადადიან სახეობები ერთმანეთში. ასეთი გადასვლები იმდენად თანდათანობითია, რომ სახეობები ერთმანეთისაგან გამიჯნული არც კი არიან. გამომდინარე აქედან, აკეთებს დასკვნას, რომ სახეობები ისევე, როგორც სხვა ტაქსონომიური ერთეულები, პირობითია და ისინი არ შეესაბამებიან ბუნების რეალობას. სახეობათა შორის ზღვარის არარსებობა ლამარკმა გამოიყენა, როგორც მნიშვნელოვანი საბუთი სახეთა უცვლელობის წინააღმდეგ.

ლამარკის აზრით, შეხედულება სახეობათა უცვლელობაზე იმიტომ შეიქმნა, რომ ჯერ ერთი, ყველა წინამორბედი მკვლევარი სახეობებს განიხილავდა, როგორც განკერძოებულ ფორმებს, მსგავს ინდივიდთა კრებულს, რომლებიც ინარჩუნებენ მშობელთა ნიშან-თვისებებს, ე.ი. შვილი ყოველთვის მშობლის ნიშან-თვისებებს ინარჩუნებს. მართლაც, არ არის ძნელი ბუნებაში ამის დანახვა. მაგრამ, მეორე მხრივ, მრავალი თაობის განმავლობაში ყოველთვის აღმოცენდებიან ცვალებადობანი. ე.ი. ცვალებადობა მეტად ნელი, თანმიმდევრული და ისტორიული პროცესია. ყოველივე ამის გამო ძნელია ბუნებაში სახეთა ცვალებადობის დანახვა. ამის წარმოსადგენად ლამარკს მოჰყავს ასეთი შედარება: დავუშვათ, რომ ადამიანის სიცოცხლის ხანგრძლივობა შეესაბამება ჩვეულებრივ საათში წამების აღმნიშვნელი ისრის გადაადგილებას ერთი ერთეულით (ერთი წამით), ხოლო სახეობათა ცვალებადობის დრო კი — საათის პატარა ისრის (საათების აღმნიშვნელი) გადაადგილებას ერთი საათით (რასაც 3600 წამი სჭირდება). ბუნებრივია, ადამიანს (ერთი წამის მანძილზე) არ შეეძლება, შეამჩნიოს სახეობათა ცვალებადობა (რასაც ერთი საათი სჭირდება).

ლამარკის აზრით, სახეობათა შორის გარდამავალი ფორმების არარსებობა ჩვენი უცოდინარობის ბრალია. შემდგომისათვის შეიცვლება ეს სიცარიელეებიც. მისი აზრით, სახეობებს შორის რომ არ არის მკვეთრი საზღვრები, ეს მათ

ცვალებადობაზე მიუთითებს. ძნელია საზღვრების მონახვა ისეთ სახეობებში, როგორიცაა: მწერები, მღიერები, ისლები და ა.შ.

ლამარკის უდიდესი დამსახურება მდგომარეობს იმაშიც, რომ მან სახეობა განიხილა მუდმივი ცვალებადობისა და განვითარების პროცესში. ამით კი „დააკანონა“ ისტორიული განვითარების ფაქტის არსებობა ბუნებაში. მას უკვე მყარად სწამს, რომ ბუნების საგნები „წარმოადგენენ მართლაც დიდი დროის მანძილზე თანდათანობით წარმოქმნილ ბუნების ქმნილებას“. ლამარკი ნაკლებად შესაძლებლად მიიჩნევს ბუნებაში სახეობათა ამოწყვეტას. ამას იგი აღიარებს ძირითადად ადამიანის ჩარევით. თუმცა, ადასტურებს ბრინციბული განსხვავებების არსებობას ოდესღაც განამარხებულ და თანამედროვე ფორმებს შორის. ამას ხსნის ორი მიზეზით. პირველი ის არის, რომ ადამიანს სათანადოდ ჯერ კიდევ არა აქვს შესწავლილი დედამიწის ბუნება და შესაძლებელია დედამიწის შეუსწავლელ ნაწილში არსებობდნენ კიდეც წარსულის მსგავსი ფორმები. მეორე მიზეზი არის ის, რომ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ცვალებადობის გავლენით შეიძლება ვეღარ ვამჩნევთ იმ ნათესაურ კავშირსა და მსგავსებას, რაც არსებობდა კიდეც ოდესღაც განამარხებულ და თანამედროვე ფორმებს შორის.

სახეობათა ცვალებადობის აღიარებამ ლამარკი მიიყვანა ორგანული სამყაროს ევოლუციის აღიარებამდე. მას მტკიცედ სწამს, რომ ცოცხალი სამყარო განიცდის ისტორიულ განვითარებას. იგი წერს: „ბუნებამ როგორც ერთ, ისევე მეორე სფეროში (მცენარეები და ცხოველები — ა.დ.) შექმნა ნამდვილი კიბე იმ გაგებით, რომ მასზე მოცემულია ცოცხალი სხეულების ორგანიზაციის გართულება“.

ლამარკი არა მარტო აღიარებს ევოლუციის არსებობას, არამედ გვთავაზობს კიდეც მისეულ კონცეფციას ევოლუციის მამოძრავებელი ძალების შესახებ. *ცვალებადობისა და განვითარების ძირითად ფაქტორებად ლამარკი ასახელებს გრადაციებსა და შეგუებით დიფერენცირებას.*

გრადაციების ქვეშ ლამარკი გულისხმობს ცხოველთა ორგანიზაციის თანდათანობით გართულებას. მან იმ დროისათვის გააკეთა უმნიშვნელოვანესი დასკვნა, რომ ორგანიზმთა

ცვალებადობას აქვს არა შემთხვევითი, არამედ სრულყოფისაკენ მიმართული კანონზომიერი ხასიათი. ორგანული სამყაროს განვითარება მიდის თანდათანობითი სრულყოფისა და ორგანიზაციის გართულების მიმართულებით. თავის მოძღვრებას ლამარკმა საფუძვლად დაუდო იმ პერიოდისათვის გავრცელებული მოძღვრება „არსებათა კიბის“ შესახებ. მაგრამ ლამარკის შეხედულება გრადაციებზე და მაშინ არსებული შეხედულება „არსებათა კიბის“ შესახებ პრინციპულად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. „არსებათა კიბე“ ორგანიზმებს ალაგებდა მინერალებიდან დაწყებული — უმაღლესი ცხოველებით დამთავრებული, მაგრამ იგი ვერ ხედავდა პრინციპულ განსხვავებას ცოცხალსა და არაცოცხალს შორის. ასევე, „არსებათა კიბის“ საფუძვლებს იგი არ განიხილავდა, როგორც განვითარების შედეგს და, რაც მთავარია, ვერ ხედავდა საფეხურებრივი აღმასვლის მიზეზებს და მას წინასწარი გეგმის განხორციელების შედეგად თვლიდა. ლამარკი კი აღიარებს პრინციპულ განსხვავებას არაცოცხალსა და ცოცხალს შორის. მისი აზრით, ცოცხალი ხასიათდება „აღდგენის, განახლებისა და ზრდის უნარით და საჭიროებს კვებას“.

ლამარკმა გრადაციები განიხილა, როგორც ორგანიზმთა ორგანიზაციის თანდათანობითი გართულების შედეგი, სადაც დაბალორგანიზებული დასაბამს აძლევს უფრო რთულისა და მაღალორგანიზებულის წარმოშობას. რადგანაც ცვალებადობა და განვითარება ცოცხალ სამყაროში მეტად ნელი და თანმიმდევრული პროცესია, ამიტომაც გრადაციების შემჩნევა, მათი „უეჭველი დასაბუთება“, ლამარკის აზრით, შეიძლება მხოლოდ მსხვილი ჯგუფების ურთიერთშედარებისას. მან სწორედ, გრადაციები დაუდო საფუძვლად თავის ორიგინალურ ცხოველთა სისტემას. ლამარკი ბუნებრივ სისტემას შემდეგნაირად განმარტავს: „როგორც ერთ, ასევე მეორე სამეფოში (მცენარეთა და ცხოველთა — ა.დ.) ბუნებამ შექმნა ერთიანი საფეხურებრივი რიგი, რომლის არსი მდგომარეობს ცოცხალ სხეულთა ორგანიზაციის თანდათანობით გართულებაში“.

ლამარკი თავის გრადაციულ სისტემას უმარტივესებით იწყებს და გამოთქვამს მოსაზრებას უმარტივესების წარმოშობის

შესახებაც. მას მიაჩნია, რომ უმარტივესების წარმოშობა ხდება თვითჩასახვის გზით „ფაქიზი სითხის“, ანუ „ფლუიდების“ მოქმედებით. იგი თვლიდა, რომ არაორგანული მასალისაგან ორგანულ ფორმათა თვითჩასახვა ხდებოდა უწინ და იგი მიმდინარეობს ამჟამადაც. ამასთანავე, მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროს დამოუკიდებელი უმარტივესები გააჩნია. ამჟამად მცენარეთა და ცხოველთა შორის არ არის გარდამავალი საფეხურები. უმარტივესებმა შემდგომ დასაბამი მისცეს შესაბამის — მცენარეთა და ცხოველთა — სამყაროს. ლამარკის აზრით, თანამედროვე უმარტივესები ახლად ჩასახული ფორმებია, რომლებსაც ჯერ კიდევ არ განუცდიათ მნიშვნელოვანი გართულების პროცესი. იგი ამბობს: „ბუნება სითბოს, სინათლის, ელექტრობისა და ტენის მეშვეობით ახორციელებს თვითნებურ ანუ უშუალო ჩასახვებს ცოცხალი სხეულების თითოეული სამეფოს იმ ბოლოზე, რომელიც უმარტივესი სხეულებითაა დაკავებული“.

დაწყებული უმარტივესებიდან მთელ ცხოველთა სამყაროში ლამარკი გამოყოფს ექვს გრადაციულ საფუხურს, რომლებშიც აერთიანებს მის მიერ გამოყოფილ ცხოველთა 14 კლასს.

ლამარკის ცხოველთა სისტემა ასეთია:

I საფეხური

1. ინფუზორიები — არა აქვთ არც ნერვები, არც სისხლის მიმოქცევის სისტემა. ჩანასახოვანი სახით ჩნდება საჭმლის მომნელებელი სისტემა.
2. ბოლიპები — ბოლიპებში ჩნდება საჭმლის მომნელებელი მილის ხვრელი-პირი. პირზე ვითარდება მსუსხავები და საცეცები.

II საფეხური

3. სხივოსნები — თავისუფლად მცხოვრები ორგანიზმებია. გარდა საჭმლის მომნელებელი სისტემისა, აქვთ სხვა შინაგანი ორგანოებიც. არა აქვთ თავი, ფეხი, გასწვრივ-კვანძოვანი ტვინი და სისხლძარღვები.
4. ჭიები

III საფეხური

5. მწერები
6. ობობასნაირები

აქვთ დანაწევრებული ფეხები, თვალი, სუნთქვის ორგანოები-ტრაქეები. აქვთ ნერვები, რომლებიც უერთდება გასწვრივ-კვანძოვან ტვინს. ობობასნაირებს აქვთ სისხლის მიმოქცევის სისტემის ჩანასახი.

IV საფეხური

7. კიბოსნაირები
8. რგოლოვანი ჭიები
9. ულვაშფეხიანები
10. მოლუსკები

ვითარდება სისხლის მიმოქცევის სისტემა და სრულყოფილი ხდება სუნთქვის ორგანოები. კიბოსნაირებში, რგოლოვან ჭიებში და ულვაშფეხიანებში ვითარდება ლაყუჩები და გასწვრივ-კვანძოვანი ტვინი. მოლუსკებში ნერვები თავს იყრის თავის ტვინში. ჩნდება არტერიები და ვენები.

V საფეხური

11. თევზები
12. რეპტილიები

ვითარდება ხერხემალი. თევზებში ჩნდება ორსაკნიანი გული. ორთავეს აქვს ერთსაკნიანი პარკუჭი. ნერვები თავს იყრის თავის ტვინში, რომელიც მოლიანად ვერ ავსებს თავის ქალას. სისხლი ცივი აქვთ.

VI საფეხური

13. ფრინველები
14. ძუძუმწოვრები

სრულყოფილი ხდება თავის ტვინი. იგი აესებს მთელ თავის ქალას. ნერვები შედიან თავის ტვინში. აქვთ ორპარკუჭიანი გული, სისხლი — ცხელი. ფრინველებს უვითარდებათ ბუმბული, ძუძუმწოვრებს — ბეწვი.

როგორც ვხედავთ, ლამარკმა ცხოველთა სისტემას საფუძვლად დაუდო არსებითი თვისებების ჯგუფი. იგი იძლევა თითოეული გრადაციული საფეხურის მორფოლოგიურ-ანატომიურ დახასიათებას და იმ გართულებებს, რომლებსაც ყოველი ახალი საფეხური განიცდის წინა საფეხურთან შედარებით.

ლამარკმა პირველმა გამოყო ინფუზორიების, ობობასნაირებისა და კიბოსნაირების კლასები. ეკალკანიანები გამოყო ბოლიპებისაგან, ულვაშფეხიანები — მოლუსკებისაგან. ცალკე იქნა გამოყოფილი ასციდიები. მანვე გამოარკვია ბოლიპების კოლონიური ბუნება.

მიუხედავად ყოველივე აღნიშნულისა, ლამარკი უხეშ შეცდომებს უშვებს გრადაციების ანუ ორგანიზმთა საფეხურებრივი გართულების მიზეზების ახსნის დროს. გრადაციის მიზეზად ლამარკი თვლის: „ბუნებრივ წესრიგს, რომელიც წინასწარაა დადგენილი უმაღლესი შემოქმედის მიერ". თანაც მიაჩნია, რომ რაკი ეს ერთხელ იქნა დადგენილი, იგი შემდგომისათვის აღარ საჭიროებს ჩარევას მისი შენარჩუნებისათვის. ბუნებას „ჰქონდა მიზანი, მიეღწია ისეთი ტიპის ორგანიზაციისათვის, რომელიც შესაძლებელს გახდიდა სრულყოფილებას უმაღლესი ხარისხით". მაშასადამე, ლამარკი განვითარების წყაროდ აღიარებს შემოქმედის მიერ ორგანიზმისათვის წინასწარ ნაბოძებ შინაგანი სწრაფვის უნარს, რომელსაც მიჰყავს ორგანიზმი სრულყოფისაკენ.

გამოდის, რომ ლამარკის შინაგანი სწრაფვა არის ორთოგენეზური, შინაგანი ძალით განსაზღვრული.

ლამარკის აზრით, გრადაციები არ წარმოადგენს ევოლუციის ერთადერთ მიზეზს. ევოლუციური განვითარება არ მიდის მარტო გრადაციების გზით. იდეალურ გრადაციულ განვითარებას ვნახავთ მხოლოდ მაშინ, თუ დედამიწაზე არ შეიცვლება გარემო პირობები. განსხვავებული გარემო პირობები კი მოქმედებს ორგანიზმებზე და იწვევს გადახრებს ნორმალური გრადაციებისაგან (ანუ „ანომალიებს"). ლამარკის მიხედვით გრადაციული განვითარება კანონზომიერი მოვლენაა, ხოლო გრადაციებისაგან გადახრა კი — კერძო და შემთხვევითი. რადგანაც დედამიწაზე გარემო პირობები მეტად მრავალგვარია,

გრადაციული განვითარებიდან გადახრებიც მრავალმხრივია. გრადაციებისაგან გადახრა ორგანიზმს აგუებს კონკრეტულ გარემო პირობებთან. ამიტომაც, ლამარკი მას *შეგუებით დიფერენციაციას* უწოდებს. ლამარკის აზრით, ჩვენ იდეალურ გრადაციებს წყლის ცხოველებში ვნახავდით მხოლოდ მაშინ, წყლის გარემო სრულიად ერთფეროვანი რომ იყოს მთელ დედამიწაზე და ცხოველებიც მასში ერთსა და იმავე სიღრმეზე ცხოვრობდეს, „მაგრამ ბუნებამ თავისი სიძლიერე არ მოაქცია ასეთ ჩარჩოებში“. მაშასადამე, ლამარკის აზრით, ევოლუციის მიზეზებს წარმოადგენენ: 1) გრადაციები ანუ „საერთო კანონები“, რაც ორგანიზმში მოცემულია, როგორც „შინაგანი მიზანი“ და განაპირობებს ორგანიზმთა პროგრესულ ისტორიულ განვითარებას და 2) შეგუებითი დიფერენცირება ანუ „კერძო კანონები“, ე.წ. “სახეთა ცვალებადობის მიზეზები“ (cause modifiante), რაც გამოწვეულია ორგანიზმზე გარემო პირობების გავლენით და, რომელიც იწვევს ორგანიზმთა ინდივიდუალურ ცვლილებებს. ეს კი საბოლოოდ განაპირობებს მრავალფეროვნებას მრავალგვარ გარემო პირობებთან მათი შეგუების გზით. ყოველივე აღნიშნული ლამარკმა „ზოოლოგიის ფილოსოფიაში“ შემდეგნაირად ჩამოაყალიბა: „ცხოველთა თანამედროვე მდგომარეობა არის, ერთი მხრივ, ორგანიზაციის მატებადი გართულების შედეგი, გართულებისა, რომელიც მიისწრაფვის სწორი გრადაციისაკენ, ხოლო მეორე მხრივ – შედეგი ძლიერი და უკიდეგანოდ ნაირგვარი გარემო პირობების გავლენისა, რომელიც მუდმივად იწვევს ორგანიზაციის გართულებაში გრადაციის სწორი მსვლელობის დარღვევას“.

ეს აზრი ლამარკმა კიდევ უფრო განავითარა სიცოცხლის ბოლო წლებში თავის სტატიაში „უნარი“. ის ცხოველებში გამოყოფს ორი სახის უნარს:

1. *უნარი ძირითადი*, რომელსაც აქვს პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა. მას განაპირობებს მხოლოდ სიცოცხლის ძალები.

2. *უნარი არაძირითადი*, რომელიც განიცდის ცვლილებებს სხვადასხვა, ნაკლებ მნიშვნელოვანი ფაქტორების მოქმედებით.

პირველი ტიპის უნარში ლამარკი გამოყოფს: საჭმლის მონელებას, სუნთქვას, მუსკულატურის საშუალებით მოძრაობისა და მოქმედების შესრულებას, სქესობრივი გამრავლების უნარს,

ცოცხალშობიარობის უნარს, სხეულის ძირითადი სითხის ცირკულაციის უნარს, გონებისა და მსჯელობის უნარს.

მეორეხარისხოვან უნარში ლამარკი აერთიანებს: კიდურების შეგუებას სირბილისადმი, ცურვისა და ფრენისადმი, გრძნობათა ორგანოების განვითარების, საჭმლის დაგლეჯის, დანაწევრებისა და დაღეჭვის უნარს, თავდასხმისა და თავდაცვის უნარს, ბგერების გამოცემის უნარს და სხვა.

ლამარკის აზრით, პირველი ჯგუფის ნიშნები ევოლუციის ძირითადი კანონების ანუ გრადაციების მოქმედებას ექვემდებარება, ხოლო მეორე ჯგუფისა — არაძირითად კანონებს ანუ შეგუებით დიფერენცირებას.

ლამარკი დეტალურად შეეხო ცოცხალ ორგანიზმზე გარემო პირობების გავლენის საკითხებსაც. მან გააანალიზა მცენარეთა და ცხოველთა ჯიშების ჩამოყალიბების მიზეზები, რაც მხოლოდ მოშინაურების პირობების გავლენაზე დაიყვანა, კერძოდ, იგი მიიჩნევს, რომ ადამიანის მიერ შექმნილმა პირობებმა გამოიწვია ფორმათა თანდათანობითი ცვალებადობა სასარგებლო ჯიშური თვისებების დაგროვების გზით. ამიტომაც არის, რომ, — აღნიშნავს იგი, — ჯიშების კვლავ დაბრუნება ბუნებრივ პირობებში იწვევს ჯიშური თვისებების თანდათანობით გაქრობას და ბუნებრივი თვისებებისაკენ დაბრუნებას. ორგანიზმზე გარემო პირობების გავლენა, ლამარკის აზრით, დამოკიდებულია თვით ორგანიზმების განვითარების დონეზე. ამ მხრივ, განსაკუთრებული როლი განეკუთვნება ორგანიზმთა „მგრძნობელობის“ უნარს. აღნიშნულის მიხედვით, ლამარკი ცოცხალ ორგანიზმებს ყოფს მცენარეებად (არ ახასიათებთ გაღიზიანებადობა, არ მოძრაობენ ნებისყოფისა და გაღიზიანებადობის მოქმედებით), უმდაბლეს ცხოველებად (რომლებიც გადაინაცვლებენ მხოლოდ გაღიზიანების შედეგად და არ აქვთ თავისუფალი ნებისყოფის უნარი — ინფუზორიები, პოლიპები, სხივოსნები, ჭიები და მათ „მგრძნობელობას მოკლებული ცხოველები“ უწოდა) და უმაღლეს ცხოველებად (რომლებსაც გააჩნიათ თავისუფალი ნებისყოფის გამომუღავნების უნარი და განსაზღვრული რეაქციით პასუხობენ გარემო პირობების გავლენას).

მცენარეებსა და უმდაბლეს ცხოველებში გარემო პირობების ზემოქმედება ორგანიზმებზე არის პირდაპირი. როგორადაც იცვლება გარემო პირობები, ორგანიზმშიც შესაბამისი ანუ ადექვატური „სასიცოცხლო ცვლილებები“ აღმოცენდება „და მათი თანდათანობითი დაგროვება ხდება ძალიან შესამჩნევი“. გამოდის, რომ ამ შემთხვევაში გარემო პირობებს ორგანიზმზე უშუალო, მექანიკური გავლენა აქვს.

გარემო პირობების გავლენას განსხვავებული ხასიათი აქვს უმაღლეს ცხოველებზე. აქ გარემოს მოქმედება გაშუალებულია და მას არაპირდაპირი ხასიათი აქვს. „ძლიერი ცვლილებები გარემო პირობებში იწვევს ცვლილებებს ცხოველის მოთხოვნილებებში“. მას უჩნდება სურვილი, შეიცვალოს პირობების ცვლილებების შესაბამისად. „ცვლილებები მოთხოვნილებებში უცილობლად იწვევს ცვლილებებს ცხოველთა მოქმედებაში“. თუ გარემო პირობების ცვლილებები ხანგრძლივია, ცხოველი იძენს შესაბამის ჩვევებს. ამის პარალელურად ორგანიზმი ნერვული მილების საშუალებით შესაბამის ორგანოებში აგზავნის „ფაქიზ ნერვულ სითხეს“. ყოველივე ამას ორგანიზმის სურვილი განაპირობებს და მას მოსდევს სათანადო ცვლილებები. ამ გზით გაუჩნდათ წყლის ფრინველებს თითებს შუა საცურაო აპკი, სანაპირო ფრინველებს — გრძელი ფეხები და გრძელი კისერი, ჩლიქოსნებს — რქები, ჟირაფს — გრძელი წინა ფეხები და კისერი, კენგურუს — ჩანთა, მცირე ზომის წინა კიდურები, გრძელი და ძლიერი უკანა კიდურები, კუდი და სხვა.

მაშასადამე, ლამარკი თვლის, რომ „ბუნება იძულებულია, დასაწყისში საარსებო გარემოსაგან ისესხოს გამღიზიანებელი ძალა სასიცოცხლო მოძრაობებისა და ცხოველთა სრულყოფისათვის, რითაც უზრუნველყოფს ცხოველთა ორგანიზაციის თანდათანობით გართულებას“.

ლამარკის აზრით, ყოველივე ამის შემდეგ ზოგი ორგანო ინტენსიურად მოქმედებს, ზოგიც კი შედარებით უმოქმედოა. ინტენსიურად მოქმედი ორგანოები უფრო აქტიურდებიან და ძლიერდებიან, ხოლო უმოქმედო ან ნაკლებად მოქმედი კი — თანდათან სუსტდებიან, ატროფირდებიან და ზოგჯერ ქრებიან კიდეც (მაგალითად, თვალები თხუნელებში).

გამოდის, რომ ორგანოთა სიძლიერე დამოკიდებულია ფუნქციურ დატვირთვაზე. ზოგჯერ ამას უწოდებენ ორგანიზმის ცვალებადობაზე ლამარკის *გარჯისა და უგარჯისობის კანონს.* იგი ლამარკმა შემდეგნაირად ჩამოაყალიბა: „ყოველ ცოცხალში, რომელსაც არ მიუღწევია თავისი განვითარების საზღვრამდე, ამა თუ იმ ორგანოს უფრო ხშირი და შეუსუსტებელი მოქმედება ნელ-ნელა აძლიერებს ამ ორგანოს, ავითარებს მას, ადიდებს და ანიჭებს ძალას, რომელიც თვით მოქმედების ხანგრძლივობის შესაბამისია. მაშინ, როცა ორგანოს მუდმივი უმოქმედობა შეუმჩნეველად ასუსტებს, აკნინებს მას, თანმიმდევრულად ამცირებს მისი ცხოველმყოფელობის უნარს და ბოლოს, იწვევს მის სრულ გაქრობას“. თანაც გვაფრთხილებს, რომ „ყოველივე ეს სულაც არ არის ჰიპოთეზა, ან კერძო აზრი“... „არამედ არის ჭეშმარიტება“. ლამარკი სწორად მოიქცა, როცა დასვა საკითხი ცოცხალში ფორმისა და ფუნქციის ურთიერთდამოკიდებულების შესახებ. მას ორგანიზმთა ცვალებადობის საფუძვლად მიაჩნია ორგანოთა ფუნქცია. ორგანოსა და ორგანიზმის ფორმა კი არ განსაზღვრავს ფუნქციას, როგორც ამას მეტაფიზიკოსები ამტკიცებდნენ, არამედ ფუნქციური მდგომარეობა განსაზღვრავს ორგანოთა სტრუქტურულ თავისებურებებს. ამით ლამარკი დაუპირისპირდა კიუვეს მორფოლოგიურ სკოლას და თქვა, რომ საკითხისადმი მარტო მორფოლოგიური მიდგომა ვერ გადაწყვეტს ევოლუციის პრობლემას.

ლამარკი, ამასთანავე, ასაბუთებს, რომ საერთოდ, გარემო პირობების გავლენით და მათ შორის — ვარჯიშითა და უვარჯიშობით გამოწვეული ცვლილებები, თუ იგი ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ხდება, თაობებს მემკვიდრეობით გადაეცემა. ლამარკის სიტყვებით: „ყოველივეს, რაც ბუნებამ იძულებითი გზით შესძინა ან დააკარგვინა ინდივიდებს ამა თუ იმ ორგანოს უფრო მეტად გამოყენების, ან ამა თუ იმ ნაწილის მუდმივი უმოქმედობის გამო იმ გარემო პირობების ზეგავლენით, რომელშიდაც იმყოფებოდნენ ისინი დიდი ხნის განმავლობაში ინარჩუნებენ გამრავლების მეშვეობით ახალ თაობებში, მაშინ, თუკი შეძენილი ცვლილებები ორთავე სქესისათვის საერთოა“.

ძნელია, არ დაეთანხმო ლამარკს ფუნქციური დატვირთვის მნიშვნელობაზე თვით ორგანოს გაძლიერების

საქმეში, მაგრამ სერიოზულ გაუგებრობებს იწვევს ლამარკის მეორე კონცეფცია — გარემოსთან ურთიერთობაში შეძენილი ნიშნების თაობებში მემკვიდრეობით გადაცემის შესაძლებლობის შესახებ. ყველაზე სერიოზულად ეს პრობლემა ბიოლოგიაში ლამარკის შემდეგ დადგა (თუმცა, ზოგი მას მანამდეც აღიარებდა), რაც იმანაც განაპირობა, რომ ლამარკმა გადააფასა მისი ბიოლოგიური მნიშვნელობა. „ამ კანონს, — ამბობს ლამარკი, — მე ვთვლი ერთ-ერთ უძლიერეს საშუალებად, რასაც იყენებს ბუნება სახეთა ცვალებადობისათვის". აღნიშნულ საკითხს ყოველთვის ჰყავდა ბიოლოგიაში მომხრეებიც და მოწინააღმდეგეებიც და ეს კამათი დასრულებულად დღესაც არ შეიძლება ჩაითვალოს.

თუმცაღა, თანამედროვე ბიოლოგიამ საფუძვლიანად დაასაბუთა, რომ გარემოსთან ურთიერთობაში ორგანიზმების მიერ შეძენილი ნიშან-თვისებები წარმოადგენენ მოდიფიკაციური გზით წარმოქმნილ შეგუებით ცვლილებებს და ისინი თაობებს არ შეიძლება გადაეცეს მემკვიდრეობით, რადგანაც ასეთი ცვლილებების საფუძველს არ წარმოადგენს ორგანიზმთა გენეტიკურ აპარატში მომხდარი ცვლილებები. ისინი მხოლოდ მემკვიდრული ინფორმაციის რეალიზაციის პროცესში რეაქციის ნორმის ფარგლებში გარემო პირობების გავლენით გამოწვეული ცვლილებებია.

ლამარკს ყურადღების გარეშე არ დაუტოვებია ადამიანის წარმოშობის საკითხიც. ის ადამიანს განიხილავს, როგორც ცხოველთა სამყაროს განვითარების უმაღლეს საფეხურს და ასაბუთებს მის ცხოველურ წარმოშობას. თვლის, რომ ადამიანი წარმოადგენს ე.წ. „ოთხხელიანთა" რიგის ორგანიზმებიდან წარმოშობილ ორხელიანთა ერთადერთ სახეობას. ადამიანის წინაპრად იგი თვლის მაიმუნების მსგავს ფორმებს, რომლებიც თანდათან ჩამოვიდნენ ხიდან ძირში, გადავიდნენ ორი ფეხით სიარულზე და წინა კიდურებმა შეიძინეს ხელების ფუნქცია. გაადამიანების პროცესში ლამარკი მთავარ როლს ანიჭებს გარემო პირობების ცვლილებებს, ვარჯიშსა და, რასაკვირველია, შინაგან სწრაფვას.

ლამარკმა შრომები მიუძღვნა მეტეოროლოგიის საკითხებსაც. ის მზისა და მთვარის ურთიერთმდებარეობის

ანალიზით იძლეოდა ამინდის პროგნოზს, მაგრამ მისი შეხედულებები არ გამართლდა. აღნიშნულისა და ევოლუციური შეხედულებების გამო მას დასცინოდნენ, აბუჩად იგდებდნენ. 1829 წელს იგი დაბრმავებული, უპატრონოდ, მარტოობაში გარდაიცვალა. დაკრძალვაზე მისი ქალიშვილი ამბობს „თაობები შურს იძიებენ შენს გამო, მამა“.

ასე რომ, მიუხედავად შეცდომებისა (შინაგანი სწრაფვა, „სასიცოცხლო ძალისა“ და შეძენილი ცვლილებების მემკვიდრეობის აღიარება, დეისტური მსოფლმხედველობა და სხვა) და იმ მთავარი ნაკლისა, რომ მისი თეორია უფრო მეტად არის თეორიული განზოგადებები და დასკვნები სათანადო ფაქტობრივი ბიოლოგიური მასალის დაშოწმების გარეშე, ლამარკმა ბიოლოგია მაინც ჭეშმარიტად ახალ სიმაღლეზე აიყვანა და დაიმკვიდრა კიდეც კანონიერი ადგილი ბიოლოგიის ისტორიაში.

ჩარლზ დარვინის ევოლუციური თეორია

ჩარლზ დარვინის ევოლუციური თეორიის ჩამოყალიბების წინაპირობები

დარვინამდელი პერიოდის ბიოლოგიური აზროვნება თანმიმდევრულ ევოლუციას განიცდიდა. მისი ლოგიკური შედეგი იყო ტრანსფორმისტული იდეების დამკვიდრება და განვითარება. ტრანსფორმისტული პერიოდის კანონზომიერი შედეგი კი იყო ჟ. ბ. ლამარკის ევოლუციური მოძღვრება. მართალია, ლამარკმა შეცდომები დაუშვა ევოლუციის მიზეზებისა და მექანიზმების ახსნის დროს, მაგრამ მისი მთავარი დამსახურება ის იყო, რომ მეცნიერული საფუძველი შეუქმნა ევოლუციონიზმს — მოძღვრებას ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარების შესახებ. ამით ლამარკიზმმა გარკვეულად მოამზადა ნიადაგი ნამდვილი ევოლუციური მოძღვრების შექმნისათვის.

XIX საუკუნის პირველი ნახევრისათვის ბიოლოგიაში უკვე დამკვიდრებულია შედარებით-მორფოლოგიური და შედარებით-ანატომიური მეთოდი. სენტ-ილერის შეხედულებებმა აჩვენეს, რომ შედარებითი მეთოდის გამოყენება პირდაპირ გვიბიძგებს

ცხოველთა სამყაროს აგებულების ერთიანობისაკენ. ასეთი შეხედულებების გამოყენებამ სისტემატიკაში შექმნა წარმოდგენები ცოცხალ ორგანიზმთა ბუნებრივი ჯგუფების არსებობის შესახებ. კიუვეს მორფოლოგიურმა სკოლამ დაასაბუთა მსხვილი სისტემატიკური ჯგუფების არსებობა და მათში ნიშან-თვისებათა ორგანიზაციული დონის სხვადასხვაობა. ასევე, პალეონტოლოგიურ მასალაზე დაყრდნობით აშკარა გახდა დროში ცხოველთა ცვალებადობის ფაქტი.

შედარებითი მეთოდი ფეხს იკიდებს ემბრიოლოგიაშიც. ცნობილი მეცნიერი *კარლ ბერი* ასაბუთებს სხვადასხვა ცხოველური ორგანიზმის საჩანასახო მსგავსებას და აყალიბებს კანონს, რომლის მიხედვითაც განსხვავებული ორგანიზმები ჩანასახოვანი განვითარების დროს შედარებით მსგავს პერიოდებს გაივლიან *(ბერის საჩანასახო მსგავსების კანონი)*. ამან კიდევ უფრო საფუძვლიანი გახადა შეხედულება ცხოველური სამყაროს ერთიანი წარმოშობის შესახებ.

ამავე საუკუნის 30-იან წლებში გერმანელი მეცნიერების *შლეიდენის, შვანისა* და *ვირხოვის* მიერ შეიქმნა *უჯრედული თეორია*. იგი ახალ საფუძველს იძლევა დედამიწაზე სიცოცხლის ერთიანობის დასაბუთებისათვის. მართლაც, თუ ყველა ცოცხალს დედამიწაზე უჯრედული აგებულება აქვს, მცენარეული და ცხოველური უჯრედები ძირითადად მსგავსნი არიან და ამასთან, ყოველი უჯრედი მხოლოდ უჯრედისაგან წარმოიშობა, მაშინ იქმნება მტკიცე საბუთი იმისათვის, რომ ვაღიაროთ ცოცხალი სამყაროს აგებულებისა და წარმოშობის ერთიანობა უჯრედულ დონეზე.

ევოლუციური მოძღვრების შექმნას გარკვეული საფუძველი მოუმზადა ბიოგეოგრაფიის მიღწევებმაც. სხვადასხვა ქვეყნის ბუნების შესწავლის შედეგებმა აჩვენეს, რომ ცოცხალი ორგანიზმები დედამიწის სხვადასხვა რეგიონში ერთიანდებიან ადგილობრივი არაცოცხალი და ცოცხალი ბუნების გარკვეული კავშირ-ურთიერთობების საფუძველზე. ასეთმა მიდგომამ ბუნების შესწავლისადმი ცნობილ ბიოგეოგრაფს *ა. ჰუმბოლტს* საშუალება მისცა, შეექმნა მოძღვრება ლანდშაფტების შესახებ. 1799 წელს მან ხუთი წლით იმოგზაურა სამხრეთ ამერიკაში, შეაგროვა მდიდარი ბოტანიკური მასალა, შეისწავლა

კლიმატური, ნიადაგობრივი და გეოლოგიური ფაქტორები, რამაც საფუძველი მისცა, მცენარეთა გავრცელებისა და დაჯგუფების კანონზომიერებანი დაეკავშირებინა არაცოცხალ და ცოცხალ გარემო პირობებთან. ასეთმა მიდგომამ იგი მიიყვანა ლანდშაფტური მოძღვრების ჩამოყალიბებამდე და აჩვენა, რომ ყოველ ლანდშაფტში მთავარი როლი მცენარეთა სამყაროს განეკუთვნება. მის მიერ სამხრეთ ამერიკის მაგალითზე შექმნილი მოძღვრება ლანდშაფტური კანონზომიერებების შესახებ, საერთო აღმოჩნდა სხვა გეოგრაფიული ზონებისთვისაც. ამით ნათელი გახდა, რომ დედამიწაზე ცოცხალი სამყაროს დაჯგუფებასა და გავრცელებას საერთო კანონზომიერებები უდევს საფუძვლად.

საინტერესო გამოკვლევები ტარდება ამ პერიოდისათვის ევროპის სხვა ქვეყნებშიც. ამ მხრივ, განსაკუთრებით საყურადღებოა რუს ზოოლოგ-ევოლუციონისტთა სკოლის ხელმძღვანელის *კ. რულიეს* მოღვაწეობა. მისი ორიგინალური ევოლუციური შეხედულებები გადმოცემულია მოსკოვის უნივერსიტეტის ლექციების ციკლში. მათ მაღალ შეფასებას აძლევს მისი სტუდენტი ი. სეჩენოვი.

მოსკოვის გუბერნიის მხარფეხიანების შესწავლის მაგალითზე რულიემ დაადგინა, რომ ცხოველები იცვლებოდნენ დროში და განვითარებას ჰქონდა გართულების მიმართულება. ცხოველთა აგებულების ერთიანობით იგი ასაბუთებს მათი წარმოშობის ერთიანობასაც. რულიე ცვალებადობაში მთავარ როლს გარემო პირობებს ანიჭებს. ამასთან, აღნიშნავს მოშინაურების გავლენას ცვალებადობაზე.

რულიე გაბედულად აღიარებს ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარების იდეას. სწორედ ამიტომ იყო, რომ მისი საფლავის ქვაზე მეგობრებმა შემდეგი სიტყვები დააწერეს: „ბუნებაში არ არის სიწყნარე, არ არის უცვლელობა“.

აღნიშნული პერიოდისათვის ისტორიული მეთოდი დამკვიდრდა არა მარტო ბიოლოგიაში, არამედ გეოლოგიაშიც. ეს გახდა საფუძველი ისტორიული გეოლოგიის ჩამოყალიბებისათვის, რაც სათავეს ცნობილი ინგლისელი გეოლოგის *ჩ. ლაელისაგან* იღებს. ლაელის მიხედვით დედამიწის ისტორიულ ფორმირებაში იგივე გეოლოგიურმა ძალებმა ითამაშეს მთავარი როლი, რომლებიც ახლაც მოქმედებენ

(ვულკანური მოქმედებები, მიწისძვრები, წყალი, ქარები, მდინარეთა დინებები და სხვა). იგი გამოვიდა კიუვეს კატასტროფების თეორიის წინააღმდეგ და განავითარა აზრი, რომ დედამიწას თავისი განვითარების ისტორია აქვს. ეს უკვე აშკარას ხდიდა, რომ თუ დედამიწა ყალიბდებოდა ისტორიულად, ასევე ისტორიულად იცვლებოდა მასზე ცოცხალი სამყაროც.

ყოველივე ზემოთქმულს ევოლუციური თეორიის შექმნის საქმეში დაემატა სელექციის მიღწევებიც. კაპიტალისტური ცხოვრების წესმა მოითხოვა ნედლეულის ბაზის გაძლიერება, რამაც მძლავრი სტიმული მისცა მცენარეთა და ცხოველთა სელექციის მიღწევებს. სელექციურმა საქმიანობამ კი თავის მხრივ აჩვენა, რომ თანდათანობითი გადარჩევის გზით შეიძლება ცოცხალი ორგანიზმების მიმართული შეცვლა. ეს უკვე ევოლუციის შესაძლებლობის პრაქტიკული დასაბუთება იყო.

ასე რომ, საუკუნეების განმავლობაში დაგროვილმა ბიოლოგიურმა ცოდნამ და განსაკუთრებით, ახალმა მიღწევებმა XVIII-XIX საუკუნეების მიჯნაზე, მოამზადეს სათანადო სამეცნიერო წანამძღვრები მეცნიერული ევოლუციური მოძღვრების შექმნისათვის. საჭირო იყო ბიროვნება — სუბიექტი, რომელიც გამოიყენებდა არსებულ ობიექტურ სიტუაციას და შექმნიდა სრულყოფილ მოძღვრებას ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარების კანონზომიერებათა შესახებ. ამ მხრივ კი ინგლისს გამორჩეული შესაძლებლობები ჰქონდა. იგი, როგორც ძლიერი საზღვაო ქვეყანა, ბირობებს უქმნიდა ნატურალისტებს, ეშოგზაურათ შორეულ ქვეყნებში და გაცნობოდნენ ევროპისაგან განსხვავებულ ბუნებას. აქაური მკვლევარები მეცნიერულ დასკვნებს აკეთებდნენ არა ე.წ. „მაგიდის პროფესორების“ ხელმძღვანელობით, არამედ დამოუკიდებლად, ბუნებაში მოგზაურობის დროს, უშუალო დაკვირვებებითა და ადგილზე შესწავლის გზით. ამიტომაც არის, რომ განსხვავებით დანარჩენი ევროპისაგან, ამ ეპოქის ინგლისელი ბიოლოგები უფრო მეტად ინდივიდუალისტები იყვნენ და ხასიათდებოდნენ ბირადი ინიციატივებით. ისინი გამოირჩეოდნენ მრავალმხრივი განათლებით და ფართო განზოგადების უნარით. სწორედ ინგლისში, სადაც ამისათვის ყველაზე ნაყოფიერი ბირობები იყო, დაიბადა ასეთი ბიროვნება — ჩარლზ დარვინი.

ჩარლზ რობერტ დარვინი
(1809-1882)

ჩარლზ რობერტ დარვინი დაიბადა 1809 წლის 12 თებერვალს ინგლისის ქალაქ შრიუსბერში. მისი მამა და ბაბუა ექიმები იყვნენ. 1825 წელს შრიუსბერის სკოლის დამთავრების შემდეგ ჩარლზ დარვინი ძმებთან ერთად შეიყვანეს ედინბურგის უნივერსიტეტის სამედიცინო ფაკულტეტზე.

უნივერსიტეტში გატარებულ წლებს დარვინისათვის ბევრი არაფერი მიუცია. მაგრამ დარვინი თვითონ ესწრაფვის მისთვის საინტერესო ცოდნის მიღებას. დარვინი აქ გაეცნო ზოოლოგ გრანტს, რომელმაც გააცნო დარვინს ლამარკის ევოლუციური მოძღვრება. დარვინს იტაცებს საბუნებისმეტყველო წიგნები. ახლო ურთიერთობა აქვს ცნობილ ნატურალისტებთან და ხშირად მონაწილეობს ექსკურსიებში ბუნების შესასწავლად.

ნათელი გახდა, რომ დარვინს არ იტაცებდა სამედიცინო განათლება, ამიტომაც ორი წლის შემდეგ მამამ იგი კემბრიჯის უნივერსიტეტის ღვთისმეტყველების ფაკულტეტზე გადაიყვანა. მაგრამ ახალმა სპეციალობამ კიდევ უფრო ნაკლებად დააინტერესა დარვინი. დარვინი აქ დაუკავშირდა ბოტანიკოს ჰენსლოსა და გეოლოგ სეჯვიკს. იგი ხშირად ესწრებოდა მათ ლექციებს და ჰენსლოსა და სეჯვიკთან ერთად სისტემატურად მონაწილეობდა ექსპედიციებში გეოლოგიისა და ცოცხალი ბუნების შესასწავლად. ასეთმა ინტერესმა დარვინს შესძინა ბუნების მეცნიერული კვლევის უნარი, კვლევის ჩვევები, კოლექციის შეგროვების გამოცდილება.

იგი პარალელურად ეწაფება მისთვის საინტერესო ლიტერატურის კითხვას. დარვინი წერს: „მე ვთვლი, რომ ყოველივე ღირებული, რაც მე შევიძინე, შევისწავლე თვითგანათლებით“. როგორც თვითონ იხსენებს შემდგომში, ჯონ ჰერშელის თხზულებამ „წინასწარი მსჯელობანი ბუნებისმეტყველების შესწავლაზე“ მასში აღძრა დაუოკებელი სურვილი, თავისი ბატარა წვლილი შეეტანა ბუნების შესწავლის საქმეში. ა.ჰუმბოლტის წიგნმა ცენტრალური და სამხრეთ

ამერიკის აღწერილობის შესახებ დარვინში გააცოცხლა სურვილი, ემოგზაურა ამ ქვეყნებში და გაცნობოდა იქაურ ბუნებას. მასში განსაკუთრებული იყო ბუნებისადმი სიყვარული. „ჩემი სიყვარული, — წერს იგი, — ბუნებისმცოდნეობისადმი იყო უცვლელი და უეჭველი“, რამაც გამოიღო კიდეც სათანადო შედეგი.

ყოველივე ზემოთქმულმა და დარვინის განსაკუთრებულმა ნატურალისტურმა ნიჭმა და კვლევის ჟინმა განაპირობა ის, რომ უნივერსიტეტის დამთავრების დროისათვის (1831 წ.) დარვინი უკვე მომზადებული იყო, როგორც მკლევარი ნატურალისტი.

ჩ. დარვინის მოგზაურობა გემ „ბიგლით“

1831 წელს ინგლისის თავდაცვის სამინისტრო აწყობს ექსპედიციას სამხრეთ ამერიკის სამხედრო სტრატეგიული შესწავლის მიზნით, კონტინენტის ბუნებრივი რესურსების შესასწავლად და ჰიდროლოგიური გამოკვლევების ჩასატარებლად. პროფესორ ჰენსლოსა და სეჯვიკის რეკომენდაციითა და დახმარებით დარვინი ერთ-ერთ სამხედრო გემ „ბიგლის“ (მეძებარი) ეკიპაჟში ჩაირიცხა ნატურალისტად (სამინისტრომ დარვინს, როგორც ძალიან ახალგაზრდასა და ნატურალისტურ საქმეებში გამოუცდელს, პირველად კატეგორიული უარი უთხრა, მაგრამ გემის კაპიტნის მონდომებით მაინც მოხერხდა დარვინის აყვანა ნატურალისტად).

1831 წლის 27 დეკემბერს გემი „ბიგლი“ გადის ლონდონიდან. გემმა გადაკვეთა ატლანტიკის ოკეანე, მიადგა სამხრეთ ამერიკის აღმოსავლეთ ნაპირებს, შემოუარა კონტინენტს სამხრეთიდან, ჩრდილოეთით გააგრძელა გზა დასავლეთ სანაპიროების გასწვრივ. ცენტრალური ამერიკიდან გემი მიდის დასავლეთით, გაიარა გალაპაგოსის კუნძულები, მიადგა ავსტრალიის სამხრეთ ნაპირებს, გაიარა ფილიპინის კუნძულები, შემოუარა აფრიკას და კვლავ დაბრუნდა სამხრეთ ამერიკის აღმოსავლეთ სანაპიროზე (სურ. 6).

ჩარლზ რობერტ დარვინი (1809-1882)

ჩარლზ რობერტ დარვინი დაიბადა 1809 წლის 12 თებერვალს ინგლისის ქალაქ შრიუსბერში. მისი მამა და ბაბუა ექიმები იყვნენ. 1825 წელს შრიუსბერის სკოლის დამთავრების შემდეგ ჩარლზ დარვინი ძმებთან ერთად შეიყვანეს ედინბურგის უნივერსიტეტის სამედიცინო ფაკულტეტზე.

უნივერსიტეტში გატარებულ წლებს დარვინისათვის ბევრი არაფერი მიუცია. მაგრამ დარვინი თვითონ ესწრაფვის მისთვის საინტერესო ცოდნის მიღებას. დარვინი აქ გაეცნო ზოოლოგ გრანტს, რომელმაც გააცნო დარვინს ლამარკის ევოლუციური მოძღვრება. დარვინს იტაცებს საბუნებისმეტყველო წიგნები. ახლო ურთიერთობა აქვს ცნობილ ნატურალისტებთან და ხშირად მონაწილეობს ექსკურსიებში ბუნების შესასწავლად.

ნათელი გახდა, რომ დარვინს არ იტაცებდა სამედიცინო განათლება, ამიტომაც ორი წლის შემდეგ მამამ იგი კემბრიჯის უნივერსიტეტის ღვთისმეტყველების ფაკულტეტზე გადაიყვანა. მაგრამ ახალმა სპეციალობამ კიდევ უფრო ნაკლებად დააინტერესა დარვინი. დარვინი აქ დაუკავშირდა ბოტანიკოს ჰენსლოსა და გეოლოგ სეჯვიკს. იგი ხშირად ესწრებოდა მათ ლექციებს და ჰენსლოსა და სეჯვიკთან ერთად სისტემატურად მონაწილეობდა ექსპედიციებში გეოლოგიისა და ცოცხალი ბუნების შესასწავლად. ასეთმა ინტერესმა დარვინს შესძინა ბუნების მეცნიერული კვლევის უნარი, კვლევის ჩვევები, კოლექციის შეგროვების გამოცდილება.

იგი პარალელურად ეწაფება მისთვის საინტერესო ლიტერატურის კითხვას. დარვინი წერს: „მე ვთვლი, რომ ყოველივე ღირებული, რაც მე შევიძინე, შევისწავლე თვითგანათლებით“. როგორც თვითონ იხსენებს შემდგომში, ჯონ ჰერშელის თხზულებამ „წინასწარი მსჯელობანი ბუნებისმეტყველების შესწავლაზე“ მასში აღძრა დაუოკებელი სურვილი, თავისი პატარა წვლილი შეეტანა ბუნების შესწავლის საქმეში. ა.ჰუმბოლტის წიგნმა ცენტრალური და სამხრეთ

ამერიკის აღწერილობის შესახებ დარვინში გააცოცხლა სურვილი, ემოგზაურა ამ ქვეყნებში და გაცნობოდა იქაურ ბუნებას. მასში განსაკუთრებული იყო ბუნებისადმი სიყვარული. „ჩემი სიყვარული, — წერს იგი, — ბუნებისმცოდნეობისადმი იყო უცვლელი და უეჭველი“, რამაც გამოიღო კიდეც სათანადო შედეგი.

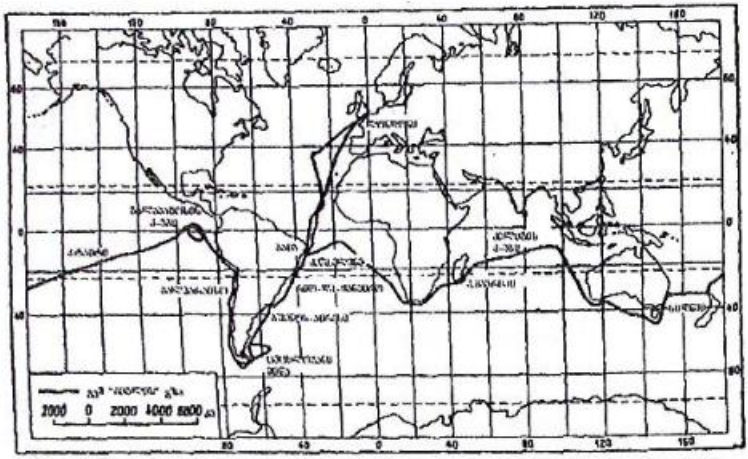
ყოველივე ზემოთქმულმა და დარვინის განსაკუთრებულმა ნატურალისტურმა ნიჭმა და კვლევის უნარმა განაპირობა ის, რომ უნივერსიტეტის დამთავრების დროისათვის (1831 წ.) დარვინი უკვე მომზადებული იყო, როგორც მკლევარი ნატურალისტი.

ჩ. დარვინის მოგზაურობა გემ „ბიგლით“

1831 წელს ინგლისის თავდაცვის სამინისტრო აწყობს ექსპედიციას სამხრეთ ამერიკის სამხედრო სტრატეგიული შესწავლის მიზნით, კონტინენტის ბუნებრივი რესურსების შესასწავლად და ჰიდროლოგიური გამოკვლევების ჩასატარებლად. პროფესორ ჰენსლოსა და სეჯვიკის რეკომენდაციითა და დახმარებით დარვინი ერთ-ერთ სამხედრო გემ „ბიგლის“ (მეძებარი) ეკიპაჟში ჩაირიცხა ნატურალისტად (სამინისტრომ დარვინს, როგორც ძალიან ახალგაზრდასა და ნატურალისტურ საქმეებში გამოუცდელს, პირველად კატეგორიული უარი უთხრა, მაგრამ გემის კაპიტნის მონდომებით მაინც მოხერხდა დარვინის აყვანა ნატურალისტად).

1831 წლის 27 დეკემბერს გემი „ბიგლი“ გადის ლონდონიდან. გემმა გადაკვეთა ატლანტიკის ოკეანე, მიადგა სამხრეთ ამერიკის აღმოსავლეთ ნაპირებს, შემოუარა კონტინენტს სამხრეთიდან, ჩრდილოეთით გააგრძელა გზა დასავლეთ სანაპიროების გასწვრივ. ცენტრალური ამერიკიდან გემი მიდის დასავლეთით, გაიარა გალაპაგოსის კუნძულები, მიადგა ავსტრალიის სამხრეთ ნაპირებს, გაიარა ფილიპინის კუნძულები, შემოუარა აფრიკას და კვლავ დაბრუნდა სამხრეთ ამერიკის აღმოსავლეთ სანაპიროზე (სურ. 6).

1836 წლის 2 ოქტომბერს გემი „ბიგლი“ დაბრუნდა ინგლისში. მოგზაურობის მთელი პერიოდიდან დარვინმა 3 წელი ხმელეთზე გაატარა.



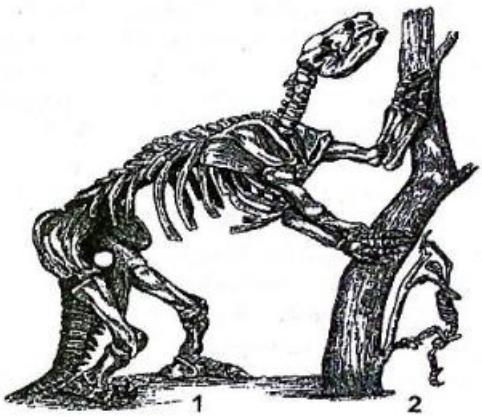
სურ. 6. გემ „ბიგლით“ ჩ. დარვინის მოგზაურობის მარშრუტი (1831-1836).

ჩ. დარვინის დაკვირვების ძირითადი შედეგები

გემის ყოველი გაჩერების დროს, როცა ოფიცრები აწარმოებდნენ კარტოგრაფიულ გაზომვებს, დარვინი რამდენიმე თანმხლებ პირთან ერთად გადადიოდა ხმელეთზე და სწავლობდა იქაურ ბუნებას.

გემის კაპიტან ფიც როისთან შეთანხმებით დარვინმა ბაიაბლანკადან ბუენოს-აირესამდე (სამხრეთ ამერიკა) მანძილი ფეხით გაიარა. 200 მ^2 ფართობზე გათხრებიც აწარმოვა და აღმოაჩინა ცხრა გიგანტური ძუძუმწოვარა ცხოველის ნამარხი (ტოქსოდონი, მილოდონი, მაკროუხენია და სხვ.). ასეთი ცხოველები დღეს დედამიწაზე უკვე აღარ არსებობენ. პატაგონიის პამპასებში შემდგომი კვლევის შედეგად დარვინი ნახულობს მსგავსებას სამხრეთ ამერიკულ ამომწყდარ

არასრულკბილიანებსა და თანამედროვე ზარმაცებს, ჭიანჭველჭამიებსა და ჯავშნიანებს შორის (სურ. 7).



სურ. 7. სამხრეთ ამერიკული ზარმაცას ჩონჩხი. *1 — განამარხებული Mylodon robustus; 2 — თანამედროვე Bradipus tridactylus.*

ძველ და თანამედროვე ფორმებს შორის ასეთმა მსგავსება-განსხვავებამ დარვინს სერიოზული ეჭვი აღუძრა კუვიეს კატასტროფების (კატაკლიზმების) თეორიის მიმართ. ამის თაობაზე დარვინის დღიურში გაჩნდა პირველი ჩანაწერი: „მე ეჭვი არ მეპარება იმაში, რომ ეს საოცარი მსგავსება ერთი და იგივე კონტინენტის ამომწყდარ და თანამედროვე ცხოველებს შორის, ოდესმე უფრო მეტ შუქს მოჰფენს დედამიწის ზედაპირზე ორგანიზმების ამოწყვეტისა და გადაშენების საკითხს, ვიდრე რომელიმე სხვა რიგის ფაქტორები“. ყოველი ახალი დაკვირვება სულ უფრო არწმუნებს დარვინს ამ აზრის სისწორეში. კორდილიერებზე ერთ-ერთი ექსკურსიის დროს მთის ცენტრალურ ნაწილში, ზღვის დონიდან 2000 მეტრის სიმაღლეზე დარვინმა ორმოცდაათამდე გაქვავებული ხის ტანი აღმოაჩინა. გაქვავების მიხედვით მან დაადგინა, თუ რა პროცესებს ჰქონდა ადგილი. ოდესღაც ეს მცენარეები

იზრდებოდნენ ვულკანური წარმოშობის სანაპირო ზონაში. შემდეგ იგი დაძირულა ზღვის ფსკერზე და მასზე დალექილა ზღვის ქანები. მერე კი ის წყლის სიღრმეში ამონთხეულ ვულკანურ ლავას დაუფარავს. დაახლოებით 5-ჯერ განმეორებულა ასეთი პროცესები. შემდეგ ზღვის ფსკერი ამოწეულა და აზიდულა 2000 მ-ის სიმაღლეზე. ამ დაკვირვების შედეგები დარვინმა შეაჯამა შრომაში „გეოლოგიური გამოკვლევები სამხრეთ ამერიკაში“(1846). დაკვირვებისას მიღებული მსგავსი შედეგების საფუძველზე დარვინი აკეთებს გაბედულ დასკვნას, რომ „ერთი და იგივე ქვეყნის ტერიტორიაზე არსებული და ამომწყდარი ორგანიზმები მჭიდრო კავშირში არიან ერთიანი წარმოშობით“.

დარვინი განცვიფრებაში მოიყვანა სამხრეთ ამერიკის კონტინენტზე 7500 კმ-ის მანძილზე ბუნებრივი ზონების კანონზომიერმა მონაცვლეობამ, მცენარეთა და ცხოველთა საოცარმა შეგუებულობამ თითოეული ზონის პირობებთან. მაგრამ ამის მიზეზები ამ პერიოდში დარვინისათვის აუხსნელი დარჩა.

ჩრდილო და სამხრეთ ამერიკას შორის ფაუნისტური განსხვავება დარვინმა იმით ახსნა, რომ ეს კონტინენტები დიდი ხანია, რაც ერთმანეთს გამოეყო და შეურევლობამ განაპირობა მძლავრი ფაუნისტური სპეციალიზაცია.

ყველაზე საფუძვლიანი მეცნიერული მასალა დარვინმა დააგროვა კუნძულების ფლორისა და ფაუნის შესწავლის დროს. ამ მხრივ განსაკუთრებულია გალაპაგოსის კუნძულების მაგალითი.

გალაპაგოსის არქიპელაგი წარმოადგენს 10-მდე მოზრდილ და სხვა მცირე ზომის კუნძულს, რომელიც მდებარეობს სამხრეთ ამერიკის ჩრდილო დასავლეთ სანაპიროდან 950 კმ-ის მოშორებით, ეკვატორული ზონის სიახლოვეს. აქაური კლიმატი შედარებით გრილია, რასაც განაპირობებს აქ გამავალი სამხრეთ-პოლარული დინება. ფლორისტულ-ფაუნისტური შედგენილობით კუნძულები ხასიათდებიან ძლიერი ენდემურობით. მაღალი ენდემიზმი ახასიათებს არა მარტო საერთოდ ამ არქიპელაგს, არამედ მასში შემავალი ყოველი კუნძულიც საკუთარი ენდემებით ხასიათდება. მაგ., კუნძულ

ჯემზე სულ არსებული 38 სახეობის მცენარიდან 30 ამ კუნძულისათვის ენდემურს წარმოადგენს. მეორე კუნძულზე 26 სახეობის გალაპაგოსური მცენარიდან 22 ენდემურია ამ კუნძულისათვის. დარვინს მსგავსი მაგალითები მოჰყავს ცხოველთა სამყაროდანაც. კუნძულებზე მან შეისწავლა 26 სახეობის ხმელეთის ფრინველი, აქედან 21 ენდემური იყო კუნძულებისათვის. ოკეანური ფრინველების 11 სახეობიდან კი — მხოლოდ ორი იყო ენდემური. ასევე, მაღალი ენდემურობით ხასიათდებიან ხმელეთის მოლუსკები, მაშინ, როცა ზღვის ფორმების არც ერთი ენდემური მოლუსკი კუნძულებზე არ გვხვდება. კუნძულებზე შესწავლილი იქნა 15-მდე სახეობის ხმელეთის გიგანტური კუ. თითოეული სახეობა სახლობდა მხოლოდ ცალკეულ კუნძულზე. ცენტრალურ კუნძულ ელბმარდზე კი იყო ამ კუების ოთხი სახეობა ერთდროულად. მაგრამ ამ კუნძულზე არის 5-მდე ვულკანი (სხვა კუნძულებზე მხოლოდ თითოა) და არის ვარაუდი, რომ იგი წარმოშობილია ხუთი კუნძულის გაერთიანების შედეგად. მიუხედავად ასეთი ძლიერი ენდემურობისა, გალაპაგოსის ცოცხალი სამყარო დარვინის სიტყვებით: ატარებს „ამერიკული წარმოშობის ბეჭედს", ე.ი. ისინი მაინც წარმოშობის მიხედვით ახლოს დგანან სამხრეთ ამერიკულ ფორმებთან. დარვინს მოჰყავს გალაპაგოსის კუნძულების მთიულების მაგალითი. იგი აშკარად ამჩნევს, რომ ცალკეული კუნძულისათვის დამახასიათებელი ენდემური ფორმები მსგავსებას იჩენენ, ერთი მხრივ, ერთმანეთთან, ხოლო მეორე მხრივ, საერთოდ — სამხრეთ ამერიკულ ფორმებთან.

დეტალურად შეისწავლა დარვინმა გალაპაგოსის ხვლიკებიც. აღმოჩნდა, რომ კუნძულებზე ცხოვრობს ხვლიკების ორი ფორმა — ხმელეთისა და წყლის სანაპირო ზოლის. მიუხედავად დიდი მსგავსებისა, მათ შორის არის განსხვავებაც. წყლის სანაპირო ფორმებს ხმელეთის ფორმებისაგან განსხვავებით კუდზე აქვთ საცურაო გამონაზარდები, ხოლო თვით კუდი შებრტყელებულია. ორივე ფორმა ძალიან ახლოს დგას სამხრეთ ამერიკის ტროპიკულ იგუანებთან.

მსგავსი სურათი ნახა დარვინმა კუების შესწავლისას და გააკეთა საგარაუდო, მაგრამ გაბედული დასკვნა: „შეიძლება ნამდვილად წარმოვიდგინოთ, რომ ერთი სახეობა

მოდიფიცირებული იქნა არქიბელაგის სხვადასხვა ბოლოზე". თუ ყოველივე შექმნილია შემოქმედის მიერ, მაშინ რატომ უნდა იყოს მსგავსება კუნძულებისა და მიმდებარე კონტინენტის ცოცხალ სამყაროს შორის აგებულების მიხედვით? — სვამს კითხვას დარვინი.

გალაპაგოსისათვის დამახასიათებელი ძლიერი ენდემიზმი დარვინმა დაუკავშირა ადგილობრივ პირობებს. დინებებისა და შესაბამისად, ძლიერი ქარების გამო, კუნძულებს შორის მკვეთრი იყო იზოლაცია, ვერ ხერხდებოდა ორგანიზმთა მიგრაციები. ამიტომაც, ცალკეული კუნძული ჩამოყალიბდა, როგორც შედარებით დამოუკიდებელი ფლორისტულ-ფაუნისტური ფრაგმენტი.

დარვინი მწვანე კონცხის კუნძულების ფაუნის შესწავლით დარწმუნდა, რომ მიუხედავად კუნძულზე შექმნილი ძლიერი სპეციალიზაციისა, აქაური სახეობები ძალიან ახლოს დგანან აფრიკის შესაბამისი სანაპირო ზონის ცოცხალ ორგანიზმებთან.

გალაპაგოსის, მწვანე კონცხისა და სხვა კუნძულების მაგალითმა დარვინი დაარწმუნა, რომ კუნძულების ფლორა და ფაუნა წარმოშობილია კუნძულებზე ურთიერთ შორის განსახლებისა და საერთოდ, კონტინენტების სანაპირო ზონიდან კუნძულებზე ორგანიზმთა გადასვლის გზით. ვულკანურ კუნძულებსა და მათ ცოცხალ სამყაროს უძღვნა შრომა „გეოლოგიური დაკვირვებები ვულკანურ კუნძულებზე" (1844).

ფილიპინის კუნძულებზე დარვინის ყურადღება მიიქცია რიფებმა და განსაკუთრებით კი — ატოლებმა. კლინგის ანუ ქოქოსის კუნძულის ატოლებზე დაკვირვების მაგალითზე დარვინმა ჩამოაყალიბა სრულიად ახალი მეცნიერული მოსაზრება ატოლების წარმოშობის შესახებ. რადგანაც მარჯნებს უყვართ ყანგბადით მდიდარი სანაპირო ზონა, ამიტომაც ისინი ხშირად კუნძულების ირგვლივ (სადაც ხმელეთი და წყალი ესაზღვრება ერთმანეთს) სახლდებიან. როცა კუნძული თანდათან იძირება, რიფის ზრდა ხდება ზევით და ბოლოს, კუნძულის სრული დაძირვის შემდეგ იქ რჩება რიფების მიერ შექმნილი წრე, ე.წ. წყლის „კუნძული". ზოგჯერ ასეთ ატოლებში, როცა ხმელეთი მთლიანად არ არის დაძირული,

უხვადაა მცენარეები, ზოგჯერ კი იქმნება წრე ოკეანეში, სადაც წყალი ყოველთვის შშვიდია (რადგანაც ძლიერი რიფების შრითაა შემოსაზღვრული). ამ საკითხს დარვინმა სპეციალური შრომაც კი უძღვნა 1842 წელს: „მარჯნის რიფების აგებულება და გავრცელება“.

რიფების წარმოშობის შესახებ საკუთარი აზრი ჰქონდა დარვინის მასწავლებელს — ლაელს (რომლის წიგნი „გეოლოგიის საფუძვლები“ თან ჰქონდა წაღებული მოგზაურობაში). როცა ლაელმა წაიკითხა დარვინის მოსაზრება, მაშინვე უარყო თავისი შეხედულება.

დარვინი განაცვიფრა კუნძულ წმინდა ელენეს ბუნებამ. დარვინამდე 120 წლით ადრე ეს ტერიტორია აღწერილი ჰქონდა გენერალ ბეტსოს. იგი აღნიშნავდა, რომ აქ არის უზარმაზარი ტროპიკული ტყეები, რომელთაც ზოგჯერ დიდ ტყეებსაც უწოდებდნენ. დარვინმა კი ნახა, რომ იგი თითქმის უდაბნოდ იყო ქცეული. გათხრების შედეგად დარვინმა აქ აღმოაჩინა რვა სახეობის ტყის მოლუსკი, რომლებიც აშკარად აღარ არსებობენ.

კუნძულზე ბუნების ასეთი ცვლილება დარვინმა დაუკავშირა კოლონიზატორების მიერ იქ თხებისა და ღორების შემოყვანას. მათ მტაცებლები არ ჰყავდათ და ისე სწრაფად გამრავლდნენ, რომ კუნძულის მდიდარი ბუნება გაანადგურეს. დარვინმა ამ მაგალითით დაადასტურა, თუ როგორ შეუძლიათ თვით ცოცხალ ორგანიზმებს ბუნების შეცვლა.

დარვინი განსაკუთრებული ნატურალისტური ნიჭით ხასიათდებოდა. ამის შესახებ თვითონაც წერს ბიოგრაფიულ ჩანაწერებში: „ჩემდა სასიკეთოდ ...საშუალო დონის ადამიანებს ვჯობნი ისეთი საგნების აღქმის უნარით, რომლებიც სწრაფად ქრებიან ყურადღებიდან და საჭიროებენ სიღრმისეულ დაკვირვებას. ფაქტობრივ მასალაზე დაკვირვებასა და მათ შეგროვებაში გამოვლენილი ჩემი სიბეჯითე იმდენად მაღალი იყო, რამდენადაც ის საერთოდაა შესაძლებელი“.

ინგლისში გემის დაბრუნების შემდეგ (1836 წლის 2 ოქტომბერი) დარვინი სპეციალურ კომისიასთან ერთად იწყებს მის მიერ შეგროვილი მასალის მეცნიერულ დამუშავებას. ძირითადი მეცნიერული შედეგები და განზოგადებანი სათანადოდ არის ასახული მის მეცნიერულ შრომებში.

ჩ. დარვინის ძირითადი მეცნიერული შრომები

დარვინის პირველი მეცნიერული შრომა „ნატურალისტის მოგზაურობა დედამიწის გარშემო“ გამოდის 1839 წელს. მასში ფართოდაა გადმოცემული დაკვირვებისა და კვლევის შედეგები. ეს შრომა მაშინვე ითარგმნა მსოფლიოს მრავალ ენაზე.

1839-1843 წლებში გამოდის 5-ტომიანი შრომა საერთო სახელწოდებით: „გემ „ბიგლით“ მოგზაურობის ზოოლოგიური შედეგები“. ყველა ამ ტომს დარვინი რედაქტორობდა, ხოლო ტომი, რომელიც ფრინველებს ეხებოდა, მან თვითონ დაწერა. დანარჩენი ტომები დაიწერა მისი ჩანაწერებისა და დაკვირვებების მიხედვით.

დარვინი ძალიან დაინტერესდა კიბოსნაირებით. განსაკუთრებით დეტალურად შეისწავლა ულვაშფეხიანი კიბოები. 1846 წლიდან რვა წელი მათ შესწავლას მოანდომა. ამ ცხოველებზე სულ ოთხი ტომი გამოსცა. გამოიკვლია როგორც ამოწყვეტილი, ისე თანამედროვე სახეობები. აღწერა ულვაშფეხიანთა 150-მდე სახეობა. ულვაშფეხიანების დარვინისეული კლასიფიკაცია დღესაც დასაყრდენია ზოოსისტემატიკოსებისათვის.

გემ „ბიგლით“ მოგზაურობას უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა მასში მეცნიერული მსოფლმხედველობისა და საერთოდ, მეცნიერად მისი ჩამოყალიბებისათვის.

ვიდრე გემ „ბიგლით“ იმოგზაურებდა, დარვინი მორწმუნე იყო. ამის შესახებ თვითონ წერს: „გემ „ბიგლით“ მოგზაურობის დროს მე ვიყავი ორთოდოქსური (ბერძ. Orthodoxos — მართლმორწმუნე) ქრისტიანი. მახსენდება, როცა რამდენიმე ოფიცერი (თუმცა, ისინიც მორწმუნენი იყვნენ) მთელი გრძნობით იცინოდა ჩემზე, როცა მე რომელიღაც ზნეობრივ საკითხში ციტირებას ვუკეთებდი ბიბლიას, როგორც ურყევ ავტორიტეტს“. აქედან გასაგებია, თუ მანამდე რატომ არ ებარებოდა ეჭვი დარვინს კიუვეს კატასტროფების თეორიაში.

მაგრამ ექსპედიციის შემდეგ დარვინი აშკარად წინააღმდეგია რელიგიური ავტორიტეტისა და ბუნების განვითარება მის შეგნებაში უკვე ემყარება მატერიალისტურ კანონებს. თავის ავტობიოგრაფიაში ის წერს: „თანდათანობით

ყალიბდებოდა ჩემს გონებაში ურწმუნოება და საბოლოოდ მე გავხდი სრულიად ურწმუნო". ახლა ის უკვე გაბედულად ებრძვის კიუვეს კატასტროფების თეორიას.

ამდენად, გემ „ბიგლით" მოგზაურობას გადამწყვეტი მნიშვნელობა ჰქონდა დარვინის, როგორც უდიდესი მეცნიერ-მატერიალისტის ჩამოყალიბებაში. აფასებს რა ამ მოგზაურობის მნიშვნელობას თვითონ დარვინი, ამბობს, რომ „გემ „ბიგლით" მოგზაურობა იყო ყველაზე მნიშვნელოვანი მოვლენა ჩემს ცხოვრებაში", მაშინ მიღებულმა ჩვევებმა „მომცა შესაძლებლობა, გამეკეთებინა ყოველივე ის, რის გაკეთებაც შევძელი მე მეცნიერებაში".

ექსპედიციიდან დაბრუნების შემდეგ, მართალია, საფუძვლიანად იყო შერყეული დარვინის კრეაციონისტული შეხედულებანი, მაგრამ ჯერ კიდევ ბოლომდე არ იყო გამოკვეთილი მისი ევოლუციური აზროვნება.

მოპოვებულ მასალებზე დაძაბული მუშაობისას მისი ჯანმრთელობა შეირყა. ამიტომაც, ის 1842 წელს გადადის ლონდონთან ახლოს მდებარე პატარა მყუდრო სოფელ დაუნში, სადაც აგრძელებს მეცნიერულ მუშაობას. სწორედ, აქ ჩამოაყალიბა მან თავისი ევოლუციური კონცეფცია.

დარვინი აქვე გარდაიცვალა 1882 წლის 19 აპრილს 73 წლის ასაკში (ცნობილია, რომ იგი, 17 აპრილს, მძიმე ავადმყოფი ცდას აკვირდებოდა). დარვინი დაკრძალულია ვესტმინსტერის აკლდამაში ნიუტონის გვერდით.

უკვე 1842 წელს დარვინის შეხედულებები სახეობათა წარმოშობის შესახებ საკმაოდ დაკონკრეტებული იყო. 1844 წლისათვის ეს შეხედულებები მას ჩამოყალიბებული აქვს ხელნაწერის სახით. ამის შესახებ იგი გამოუტყდა კიდეც უდიდეს ბოტანიკოს ჰუკერს შემდეგი სიტყვებით: „მე თითქმის დარწმუნებული ვარ, რომ სახეობები უცვლელი არ არის". 1848 წელს სახეთა წარმოშობის საკითხებზე 35-გვერდიანი ჩანაწერები მან დაურიგა კიდეც მასთან ერთ-ერთ წვეულებაზე მისულ ცნობილ მეცნიერებს. 1855 წლისათვის თავისი მოსაზრებანი დარვინს მთლიანად ჩამოყალიბებული აქვს. ამის შესახებ საქმის კურსში ჩააყენა კიდეც ლაელი. 1856 წელს ამ უკანასკნელის დაჟინებული მოთხოვნით იწყებს კიდეც მუშაობას

შრომაზე „სახეობათა წარმოშობა“, მაგრამ გამოქვეყნებისაგან თავს იკავებს ორი მიზეზის გამო. ერთი მხრივ, კრეაციონისტული შეხედულებებისაგან თავის დასაზღვევად, მეორე მხრივ — მისთვის დამახასიათებელი მოკრძალებულობის გამო (არ უყვარდა ზედმეტად თავის გამოჩენა).

1858 წელს დარვინი იღებს თავისი ახალგაზრდა მეგობრის — ა. უოლესის წერილს, რომელიც დარვინის მსგავსად, ერთ-ერთ სამხედრო გემს ნატურალისტად ახლდა მალაის არქიპელაგზე. უოლესი წერილთან ერთად დარვინს უგზავნიდა სტატიას სახელწოდებით: „სახესხვაობათა მისწრაფება განუსაზღვრელი ცვალებადობისადმი მათი პირველდაწყებითი ტიპიდან“. უოლესი დარვინს სთხოვდა, წაეკითხა სტატია, ეჩვენებინა ლაელისათვის და თუ დაიმსახურებდა მეცნიერულ ინტერესს, გამოექვეყნებინა. უოლესი სტატიაში იძლეოდა ცნობებს ბუნებრივი გადარჩევის შესახებ, მაგრამ იგი არ იყო ჩამოყალიბებული მწყობრი მოძღვრების სახით.

ნახა რა დარვინმა უოლესის შეხედულებების მსგავსება თავის თეორიასთან, გადაწყვიტა, უარი ეთქვა თავის 20-წლიან ნამუშევარზე და გამოექვეყნებინა უოლესის სტატია. მაგრამ ლაელმა და ჰუკერმა, რომლებიც უკვე ნაწილობრივ იცნობდნენ დარვინის შეხედულებებს, რითაც განცვიფრებულნი იყვნენ, დარვინს არ დაანებეს (როგორც დარვინი ამბობს: „ლაელისა და ჰუკერის დაჟინებული მოთხოვნით შევუდექი მუშაობას სახეობათა ტრანსმუტაციური ტომის მოსამზადებლად“) და აიძულეს იგი, უოლესის სტატიასთან ერთად მოეხსენებინა თავისი შეხედულებებიც. ეს მოხდა 1858 წელს ლინეს საზოგადოების სხდომაზე. აქ ყველამ აღიარა დარვინის პრიორიტეტი და მასთან კამათიც არავის დაუწყია. უკვე ერთი წლის შემდეგ, 1859 წლის 24 ნოემბერს გამოქვეყნდა დარვინის ძირითადი შრომა სახელწოდებით: „სახეობათა წარმოშობა ბუნებრივი გადარჩევის გზით ანუ შეგუებულთა გადარჩენა არსებობისათვის ბრძოლაში“. წიგნმა უდიდესი ინტერესი გამოიწვია. მისი ყველა ეგზემპლარი (1250) პირველსავე დღეებში გაიყიდა. სასწრაფოდ გამოვიდა მეორე გამოცემის 3 000 ეგზემპლარი. დარვინის სიცოცხლეში წიგნი 6-ჯერ გამოიცა და

სწრაფად ითარგმნა მსოფლიოს ძირითად ენებზე. თავად დარვინი დიდ შეფასებას აძლევდა ამ შრომას და აღნიშნავდა: „ეს, უეჭველია, წარმოადგენს მთავარ შრომას მთელს ჩემს ცხოვრებაში“. ი. შმალჰაუზენი თვლის, რომ „სახეობათა წარმოშობა“ იყო ეპოქის ყველა მეცნიერულ აზრთა სინთეზი“.

დარვინის შემდგომი შრომები ფაქტიურად ბუნებრივი გადარჩევის თეორიის გაგრძელებას წარმოადგენს.

დარვინმა თავიდანვე აქტიურად მოკიდა ხელი კულტურულ მცენარეთა და შინაურ ცხოველთა შესწავლის საქმეს. სწორედ, სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკის ანალიზი გახდა მეორე მთავარი პირობა დარვინის მიერ სახეობათა ცვალებადობის აღიარების და დასაბუთებისათვის. ამის შესახებ თვითონ დარვინი წერს: „პირველად ჩემს გამოკვლევებში მე სავარაუდოდ მქონდა წარმოდგენილი, რომ შინაურ ცხოველთა და კულტურულ მცენარეთა დაწვრილებითი შესწავლა მომცემდა საუკეთესო საშუალებას ამ საკითხში გარკვევისათვის და მე არ შევმცდარვარ“. ამ მხრივ დაგროვილი დიდძალი მასალა მან განაზოგადა შრომაში: „მცენარეთა და ცხოველთა ცვალებადობა მოშინაურებულ მდგომარეობაში“. შრომაში აღწერილია კულტურულ მცენარეთა და შინაურ ცხოველთა ძირითადი რასებისათვის დამახასიათებელი თავისებურებანი. დადგენილია ზოგიერთი ველური წინაპარი და ის ცვალებადობანი, რასაც განიცდიან ორგანიზმები მოშინაურებულ პირობებში. ამ შრომის „მეორე ტომში, — ამბობს დარვინი, — განხილვას დაექვემდებარა ცვალებადობის მიზეზები და კანონები და სხვა საკითხები იმ დონეზე, თანამედროვე ცოდნის რა დონეც იყო მიღწეული“.

დარვინი ბუნებრივი გადარჩევის თეორიით მიუდგა ადამიანის წარმოშობის საკითხსაც. ამაზე უშუალო მსჯელობა არ არის „სახეობათა წარმოშობაში“ (ასე უწოდებენ მოკლედ დარვინის ძირითად შრომას), მაგრამ როცა ის დარწმუნდა, რომ „სახეობები წარმოადგენენ ცვალებადობის პროდუქტს“, მიუთითა: „მე არ შემეძლო გვერდი ამევლო დასკვნისათვის იმის შესახებ, რომ ადამიანიც ექვემდებარება ამ კანონებს. ეს შრომა შუქს მოჰფენს ადამიანის წარმოშობას და მის ისტორიას“. ამ საკითხებს შემდგომისათვის მან მიუძღვნა სპეციალური შრომები.

1871 წელს დაწერა „ადამიანის წარმოშობა და სქესობრივი გადარჩევა“, ხოლო 1872 წელს — „ემოციების გამოსახვა ადამიანსა და ცხოველებში“. შრომა 5267 ეგზემპლარად გამოვიდა. როგორც თვითონ ამბობს, ყველა ერთ დღეში გაიყიდა. დარვინმა ყველაზე საფუძვლიანად დაასაბუთა ადამიანის ცხოველური წარმოშობა, თუმცა ბოლომდე ვერ ახსნა „ვაადამიანების“ კანონზომიერებანი.

უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ დარვინს ამ შრომაში რამდენიმეჯერ ჰყავს მოხსენებული ქართველები, თანაც კარგი აზრით. ერთ ადგილას ის იმოწმებს მოგზაურ შარდენის სიტყვებს, რომ სპარსელების „სისხლი ამჟამად ფრიად მნიშვნელოვნად გაკეთილშობილდა ცალკეული ქორწინებით ქართველებთან და ჩერქეზებთან — ორ ხალხთან, რომლებიც სჯობნიან ყველა სხვას მსოფლიოში სილამაზით. სპარსეთში თითქმის არ არის, თუნდაც ერთი მცოდნე ადამიანი, რომლის დედაც არ იყო ქართველი ან ჩერქეზი“. მეორე ადგილას მოჰყავს დოქტორ როლეს სიტყვები, რომელიც ეყრდნობა ხანიკოვას დაკვირვებას, რომ „გერმანელი ოჯახების უმრავლესობამ, რომლებიც გადასახლდნენ საქართველოში, ორი თაობის მანძილზე შეიძინა მუქი თვალები და თმები“.

სამი შრომა მიუძღვნა დარვინმა ერთ პრობლემას: „სხვადასხვა შეგუება ორქიდეებში მწერებით დამტვერვისადმი“ (1862), „ჯვარედინი და თვითდამტვერვის მნიშვნელობა მცენარეთა სამყაროში“ (1876) და „ერთი სახეობის მცენარეთა ყვავილის სხვადასხვა ფორმის შესახებ“ (1877). ამ შრომებში დარვინი ასაბუთებს ჯვარედინი დამტვერვის ბიოლოგიურ უპირატესობას თვითდამტვერვასთან შედარებით, ახასიათებს ამ მხრივ ძირითად შეგუებულობებს და ყოველივე ამას ხსნის ბუნებრივი გადარჩევით. მისი დასკვნები ეფუძნება არა მარტო დაკვირვებებს, არამედ 54 სახეობის მცენარეზე მის მიერ ჩატარებული ჰიბრიდიზაციის შედეგად მიღებულ ექსპერიმენტულ შედეგებსაც. ასევე, ბუნებრივი გადარჩევის თეორიით ახსნა დარვინმა მცენარეებში სხვადასხვა სახის მოძრაობის უნარის წარმოშობა, მწერიჭამიობის უნარის გამომუშავება და სხვა. ამ პრობლემებს უძღვნა შრომები: „მცენარეთა მოძრაობის უნარი“ (1870), „მცოცავი მცენარეების

მოძრაობა და ჩვევა“ (1875) და სხვა. სულ დარვინის თხზულებათა 12 ტომი გამოიცა, რომელთა უმეტესობა სახეთა წარმოშობის საკითხებს ეხება, ცალკეული შრომა კი ბიოლოგიის კერძო პრობლემებს აშუქებს. დარვინის ცხოვრების შინაარსი მთლიანად იყო დაკავშირებული მეცნიერულ საქმიანობასთან, რაც კარგად ჩანს მის სიტყვებში: „მთელი ცხოვრების მანძილზე ჩემი მთავარი სიამოვნება და ერთადერთი საქმიანობა იყო მეცნიერული შრომები“.

ჩ. დარვინის ხელოვნური გადარჩევის თეორია

დარვინმა საგანგებო გამოკვლევები მიუძღვნა კულტურულ მცენარეთა და შინაურ ცხოველთა შესწავლას. ჯიშებზე დაკვირვებამ მას დაანახა, რომ ჯიშებს ახასიათებთ სამი მთავარი საერთო თავისებურება: 1. დიდი მრავალფეროვნება; 2. ისინი მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და თავისი წინაპრებისაგან და 3. ყველა ჯიში, როგორც წესი, შეესაბამება ადამიანის ინტერესებს, აკმაყოფილებს მის მოთხოვნებს.

ჯიშებზე ზერელე დაკვირვებაც კი საკმარისია, რომ დავრწმუნდეთ მათ მრავალფეროვნებაში. ამ ფაქტს განცვიფრებაში მოჰყავდა თვით დარვინიც. ჯერ კიდევ დარვინამდე ცნობილი იყო ხორბლის 150-300 ჯიში, ვაზისა — 700-1000, მტრედების — 150-მდე ჯიში და სხვა.

რა თქმა უნდა, ჯიშების სიმრავლე იზრდება საზოგადოების განვითარებასთან ერთად. არაა ძნელი იმის დანახვა, რომ ჯიშები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან. კიდევ უფრო იოლად შესამჩნევია განსხვავება ჯიშებსა და მათ ველურ წინაპრებს შორის.

ჯიშებისათვის დამახასიათებელი ყველაზე საინტერესო თავისებურება მაინც ის არის, რომ იგი ყოველთვის თავისი ჯიშური თავისებურებებით აკმაყოფილებს ადამიანის მოთხოვნილებებს: მის საშეურნეო, ესთეტიკურ, სპორტულ თუ სხვა ინტერესებს.

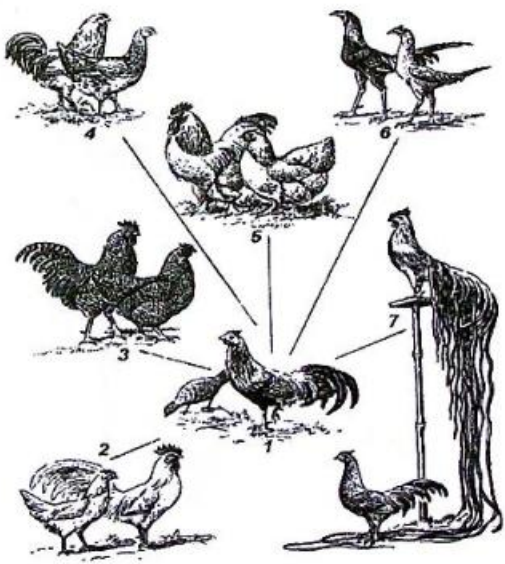
დარვინი სვამს ბუნებრივ კითხვას: როგორ მოხდა ჯიშების წარმოშობა, რა განაპირობებს ჯიშური

თავისებურებების ჩამოყალიბებას? ერთ-ერთ მთავარ ამოცანად დარვინმა ამ კითხვებზე პასუხის გაცემა დაისახა. მაგრამ დარვინს კარგად ესმის ყოველი ჯიშის წარმოშობის კანონზომიერებათა გარკვევის სირთულეც. იგი წერს: „ჩვენი შინაური ცხოველების დიდი ნაწილის წარმოშობა, ალბათ კვლავ რჩება უცნობი, მაგრამ მე აქ უნდა განვაცხადო, რომ მთელი დედამიწის შინაური ძაღლების განხილვისა და მათ შესახებ არსებული მონაცემების შეკრების შემდეგ, მე მივედი დასკვნამდე, რომ მათი წარმოშობა დაკავშირებულია Canidal-ის გვარის რამდენიმე გარეულ სახეობასთან, მათი სისხლი შერეულია და ჩქეფს ჩვენი შინაური ძაღლების ძარღვებში“.

დარვინამდე ფიქრობდნენ, თითქოს ყოველ ჯიშს ჰყავს თავისი შესაბამისი წინაბარი ბუნებაში და ჯიშები მოშინაურებული ველური ფორმებიაო. დარვინი სასტიკად აკრიტიკებს ჯიშთა შექმნის ასეთ პოლიფილურ (მრავალი ძირი) თეორიას. თითოეულ ჯიშს რომ თავისი ველური წინაბარი (პროტოტიპი) ჰყავდეს, მაშინ ასეთი ფორმების ნაწილი მაინც უნდა არსებობდეს დღეს ბუნებაში. თუ კი ისინი ამოწყდნენ, მაშინ ნამარხების სახით უნდა გვხვდებოდეს. როცა ამ არგუმენტების დამამტკიცებელი საბუთები არ არსებობს, დარვინის მიხედვით, უნდა ვიფიქროთ, რომ ჯიშთა წარმოშობა სხვაგვარად მოხდა.

დარვინმა ჯიშთა წარმოშობის პოლიფილურ თეორიას დაუბირისპირა მონოფილური თეორია, რომლის მიხედვითაც ყველა ჯიშს თავისი წინაბარი კი არა ჰყავს, არამედ ერთი საერთო წინაბრისაგან წარმოიშვა უამრავი ჯიში. დარვინს მოჰყავს ჯიშთა მონოფილური წარმოშობის მთელი რიგი მაგალითები. შინაური ქათმის უამრავ ჯიშს ჰყავს ერთი საერთო წინაბარი — ბანკივის ქათამი (Gallus bankiva) (სურ. 8). გარეული ანუ ბანკივის ქათამი დღესაცაა გავრცელებული ინდოეთსა და ინდოჩინეთში, ფილიპინებსა და მალაის არქიპელაგზე. დარვინის მიხედვით გარეული ქათამი შინაურ ქათმებს ემსგავსება ხმით, გარეგნობით, ბუმბულოვანი სამოსით. იგი ადვილად შინაურდება და შინაურ ქათმებთან შეჯვარებისას იძლევა ნაყოფიერ შთამომავლობას. გარეული ქათამი ინდოეთში 2000 წლის წინ მოიშინაურეს.

დარვინი არ გამორიცხავს ჯიშთა წარმოშობის ბოლიფილურ გზასაც. მაგრამ ასეთ ჯიშთა წინაპრები მაინც არ ყოფილა ბევრი — სულ რაღაც რამდენიმე წარმომადგენელია. მაგალითად, ევროპული მსხვილფეხა რქოსანი საქონელი წარმოიშვა ორი სახეობის გარეული ტურისაგან — სტეპის მსხვილი და ტყის მცირე ფორმებისაგან. შინაური ღორი წარმოიშვა ევროპული და აზიური გარეული ღორებისაგან. ცნობილია, რომ ცხვრის ჯიშები წარმოშობილია ევროპული მუფლონისაგან, არგარისა და არხარისაგან.

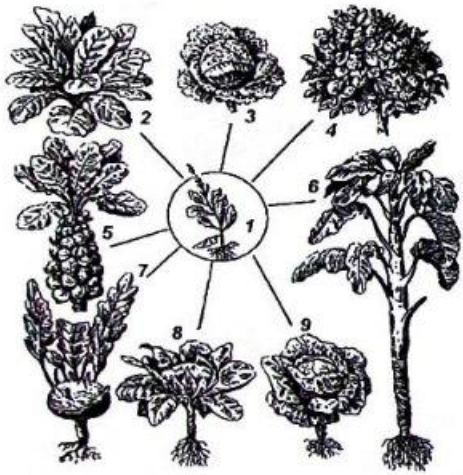


სურ. 8. ბანკივის ქათამი (1) და შინაური ქათმის ჯიშები: 2 — ლეგჰორნი; 3 — პლეშუტროკი; 4 — იურლოვის მოშყვანი ჯიში; 5 — კოხინხინი; 6 — მეომარი; 7 — იაპონური მამალი — ფენიქსი.

მცენარეებიდან მონოფილური წარმოშობა ახასიათებთ სიმინდს, კომბოსტოს, პარკოსნებს, კარტოფილს, ჭერამს და სხვა, ხოლო პოლიფილური გზით წარმოშობილა ხორბლის სხვადასხვა ჯიში.

დარვინი დეტალურად აანალიზებს ჯიშთა წარმოშობის საკითხებს მტრედებში, ქათმებში, ძაღლებში, ბოცვრებში, იხვებში, კომბოსტოში და ა. შ. (სურ. 9, 10).

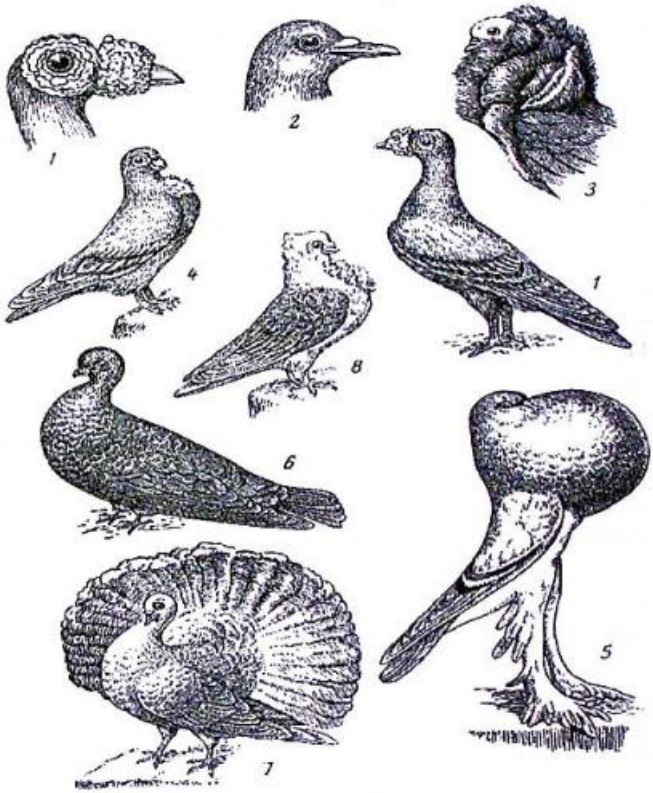
ჯიშთა და ამასთან, მათთვის დამახასიათებელი ჯიშური თვისებების სიმრავლე აშკარას ხდის, რომ ჯიშთა წარმოქმნაში აუცილებლად მონაწილეობს ადამიანი, მაგრამ საჭირო იყო იმის გარკვევა, თუ როგორია ჯიშთა წარმოშობის კონკრეტული მექანიზმები.



სურ. 9. ველური კომბოსტო *(1)* და კულტურული კომბოსტოს ჯიშები:
2 — ფოთლოვანი; 3 — ყვავილა; 4 — ბროკოლი; 5 — ბრიუსელის;
6 — საჭმელი; 7 — კოლრაბი; 8 — ყვავილოვანი; 9 — თავხვეული.

დარვინის თანადროულებს ამ საკითხებზე სხვადასხვა შეხედულება ჰქონდათ. კრეაციონისტები თვლიდნენ, რომ თითქოს ადამიანმა ჯიშები დახატა მისთვის საჭირო თვისებებით

და მერე ღმერთმა ჩაბერა სული. იყო მეცნიერული მოსაზრებებიც:



სურ. 10. შინაური მტრედის ჯიშები:
1 — შაირია; 2 — ველური (ვარეული) მტრედი; 3 — ახალბინელი; 4 — ბუსტბური; 5 — ჩიასტყა; 6 — ტურმანი; 7 — მებუკე; 8 — ჭოჭორა.

1. ჯიშები წარმოიშობიან უეცარი მემკვიდრეობითი ხასიათის ცვლილებებით;

2. ჯიშები ყალიბდებიან მოვლა-შენახვის პირობების გავლენით;

3. ჯიშების წარმოშობის ერთადერთი მიზეზი შეჯვარებაა.

დარვინმა ყველა ეს შეხედულება კრიტიკულად გააანალიზა. იგი არ უარყოფს უეცარი მემკვიდრული ცვლილებების გზით ჯიშთა წარმოშობის შესაძლებლობას. მოჰყავს საამისო კონკრეტული მაგალითებიც: ძაღლის ჯიშები — ტაქსა, ტერნერი; ქათმის რამდენიმე ჯიში (პოლონური და სხვა); მტრედების ზოგიერთი ჯიში, ანაკონკის ჯიშის ცხვარი. უეცარი ცვლილებებით ჯიშთა წარმოშობა განსაკუთრებით ძლიერაა გავრცელებული მცენარეთა სამყაროში: ქლიავში, ატამში (საერთოდ ხეხილოვნებში), ბანანში, ვარდში, ქრიზანთემაში და სხვა მცენარეებში. უეცარი კვირტობრივი ცვალებადობანი, რომელთაც დარვინი „სპორტებს“ ანუ „კვირტობრივ ვარიაციებს“ უწოდებს, ეს არის „ნახტომისებურად გადახრილი მცენარეები“ („Sporting plants“). როგორც დარვინი ამბობს, ხშირად ისინი ხდებიან ჯიშთა შექმნის ძირითადი საფუძველი. დარვინი დაასკვნის, რომ „მცირე რაოდენობის შემთხვევაში ჯიშების წარმოშობა მოხდა უეცრად“.

მაგრამ ამ გზით ჯიშთა წარმოშობის შესაძლებლობები საკმაოდ განსაზღვრულია. ეს იმიტომ, რომ ჯერ ერთი, ასეთი უეცარი ცვლილებები ბუნებაში საკმაოდ იშვიათია, ხოლო მეორე მხრივ, ყველა ასეთი ცვლილება არ შეესაბამება ადამიანის ინტერესებს და ისინი თანდათანობით ქრებიან. აქედან გამომდინარე, დარვინი ასკვნის: „ჩვენ არ შეგვიძლია დავუშვათ, რომ ყველა ჯიში წარმოიშვა უეცრად, ასე სრულყოფილი და სასარგებლო, როგორადაც მათ ჩვენ ვხედავთ ახლა. მართლაც, ხშირ შემთხვევაში ჩვენ ვიცით, რომ მათი ისტორია ასეთი არ არის“. მაშასადამე, მარტო უეცარი ცვალებადობით არ შეიძლება აიხსნას ჯიშთა დიდი სიმრავლისა და ადამიანის ინტერესებისადმი მათი შესაბამისობის წარმოშობა.

დარვინის მიხედვით, ხანგრძლივად მოქმედი შენახვის პირობები მართლაც ახდენს გავლენას ჯიშის თვისებებზე და მნიშვნელოვნად ცვლის მას.. კვების პირობებზე

დამოკიდებულებით იცვლება ორგანიზმის ზომა და სხვა, მაგრამ შენახვის პირობები არ შეიძლება იყოს ჯიშის შექმნის მთავარი მიზეზი. საამისოდ დარვინი მრავალ არგუმენტს ასახელებს. ჯიშთა დიდი ნაწილი ხშირად არსებობს განსხვავებულ პირობებში, მაგრამ ისინი მეტ-ნაკლებად მაინც ინარჩუნებენ ჯიშურ თვისებებს. ერთსა და იმავე პირობებში მნიშვნელოვანი ცვლილებები აღმოცენდება მხოლოდ ცალკეულ ინდივიდში, ხოლო ფორმათა აბსოლუტური უმრავლესობა უცვლელი რჩება, თანაც ასეთი ცვლილებები შეიძლება სრულიად სხვადასხვა მიმართულებისა იყოს. ძნელია იმის წარმოდგენა, რომ მხოლოდ შენახვის პირობების გავლენით გამოუმუშავდათ ჯიშებს ადამიანის ინტერესების შესაბამისი ნიშნები.

ყოველივე ამის შემდეგ დარვინი ასკვნის: „ძალიან დიდი გაბედულება იქნებოდა, ამ ფაქტორით ვცადოთ ავხსნათ განსხვავება ჯიშებს შორის“.

დარვინი საგანგებოდ ეხება შეჯვარების მნიშვნელობას ჯიშების წარმოქმნის საქმეში. ზოგიერთი ჯიში, — თვლის იგი, ჰიბრიდიზაციის გზით არის წარმოქმნილი (ზოგიერთი ჯიშის ქათამი, ღორი, ცხვარი, ძაღლი, ხორბალი, ბევრი ხეხილოვანი და სხვა), მაგრამ ჯიშთა უმრავლესობას მაინც მონოფილური წარმოშობა აქვს. დარვინი თვლის, რომ შეჯვარების გზით თავდაპირველი ჯიშების წარმოშობა ნაკლებ სავარაუდოა, რადგანაც თაობებში ჯიშური ნიშნები თანდათან ქრება.

დარვინმა იმის დასამტკიცებლად, რომ ყოველი განხილული ფაქტორი ვერც ცალ-ცალკე და ვერც ერთად აღებული ვერ ხსნის ჯიშთა წარმოშობის ნამდვილ არსს, მოიყვანა მტრედების ჯიშობრივი შემადგენლობის ანალიზი. მას ამისათვის მტრედი შემთხვევით არ აურჩევია. ეს განაპირობა მტრედისათვის დამახასიათებელმა შემდეგმა თავისებურებებმა: პირველყოვლისა, მტრედების ჯიშობრივი „მრავალფეროვნება ჭეშმარიტად განსაცვიფრებელია“, ამასთანავე, ისინი სწრაფად მრავლდებიან და მოკლე დროში შეიძლება დიდძალი მასალის მიღება; მონოგამიური ფრინველები არიან და იოლია თაობებში მშობლების ნიშან-თვისებათა მემკვიდრული ანალიზი. მაშინ მტრედების ჯიშობრივი შემადგენლობა კარგად იყო შესწავლილი და მასზე არსებობდა მდიდარი ლიტერატურა,

მტრედების შენახვა და მათზე დაკვირვება არ მოითხოვდა დიდ ეკონომიკურ დანახარჯებს.

დარვინი ამტკიცებს, რომ მტრედებში ჯიშთა შორის სხვაობა ეხება ნიშან-თვისებათა ფართო სპექტრს: გარეგნობას, სხეულის ზომას, ჩონჩხის აგებულებას, ბუმბულოვან სამოსელს, კვერცხის ფორმას და ზომას, ფრენას, ხმას, ზნე-ჩვეულებებს და სხვა. სხვადასხვა ჯიშში იცვლება ქალას ძვლების ფორმა, მალების რაოდენობა, ყბების ზომა და ფორმა, საჭის ბუმბულის რაოდენობა (12 დან 48-მდე). ჩიჩახვა მტრედს ახასიათებს ჩიჩახვი, შიკრიკა მტრედისათვის დამახასიათებელია ძლიერი, წაგრძელებული ნისკარტი და თავზე კანისეული ხორცმეტი, ტურმანები გამოირჩევიან მოკლე ნისკარტითა და მოკლე სხეულით და სხვა (სურ. 10). დარვინი დეტალურად ახასიათებს მტრედის ძირითადი ჯიშების თვისობრივ თავისებურებებს. აღნიშნავს იმასაც, რომ ზოგიერთ ჯიშს იმდენად განსხვავებული თავისებურებები აქვს, რომ ბუნებრივ პირობებში შეხვედრის შემთხვევაში ნებისმიერი დონის ორნითოლოგსაც აფიქრებინებს, რომ ის „კარგად გამოკვეთილი დამოუკიდებელი სახეობაა“. უფრო მეტიც, „ნებისმიერი ორნითოლოგი, — ამბობს დარვინი, — ინგლისურ კარიერს, მოკლენისკარტა ტურმანს, ესპანურ მტრედს, ინდურ მტრედს, ჩიჩახვასა და მილოვან მტრედს გააერთიანებდა ერთ გვარში... რამდენიმე ქვეგვარით — სრულყოფილი მემკვიდრეობითი ნიშნებით ან სახეობებით“.

განსხვავების მიუხედავად მტრედებს ახასიათებთ საერთო ნიშნები: საზოგადოებრივი ფრინველებია, არ სხდებიან და არ იკეთებენ ბუდეს ხეზე, ირჩევენ ერთნაირ საკვებს, მდედრებთან კვლაცობისას მამრები ავლენენ ერთნაირ ჩვევებს. ყველაფერი ეს მტრედის ჯიშების საერთო წარმოშობაზე მიუთითებს.

ამას ისიც ადასტურებს, რომ ყველა ჯიშის მტრედი თავისუფლად ეჯვარება როგორც ერთმანეთს, ისე გარეულ მტრედს (Columba livia) და იძლევა ნაყოფიერ შთამომავლობას. ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, დარვინი აკეთებს დასკვნას, რომ მტრედების წინაპარი არის გარეული ანუ კლდის ველური მტრედი (C. livia), ყველა შინაური ჯიში „წარმოიშვა კლდის ველური მტრედისაგან“, — ასკვნის დარვინი.

მტრედის ჯიშებში არის ისეთებიც, რომლებსაც ადამიანის მზრუნველობის გარეშე არსებობა არ შეუძლიათ. მაგ., ჩიჩახვა მტრედს დიდი ჩიჩახვის გამო არ შეუძლია აკენკოს საკვები და თუ მას ადამიანი ხელით არ მიაწვდის საკვებს, ის ვერ იარსებებს. ტურმანებს კი მცირე ნისკარტის გამო არ შეუძლიათ შიგნიდან კვერცხის ნაჭუჭის გატეხა. ამიტომაც, თუ ამას ადამიანი არ გააკეთებს, ბარტყი ვერ გამოიჩეკება. ასეთი ჯიშების წარმოშობისა და არსებობის ახსნა დარვინამდე არსებულ მოსაზრებებს არ შეუძლიათ. ასევე არ შეუძლიათ მათ ჯიშის სხვა თავისებურებების წარმოშობის ახსნა (ვერც ცალ-ცალკე და ვერც ყველა მოსაზრებას — ერთად). დარვინისათვის აშკარა გახდა, რომ ჯიშთა წარმოშობაში აუცილებლად ადამიანის ხელი ურევია.

დარვინი ცვალებადობისა და მემკვიდრეობის შესახებ

შინაურ ცხოველთა და კულტურულ მცენარეთა ჯიშების დეტალური შესწავლის შემდეგ დარვინი მტკიცედ დარწმუნდა, რომ ეს ორგანიზმები განიცდიან მრავალმხრივ ცვლილებებს. ძნელი არ იყო იმის დანახვა, რომ ერთი ჯიშის თაობები ერთმანეთისაგან მეტ-ნაკლებად, მაგრამ ყოველთვის განსხვავდებიან, როგორც ზოგადად ბიოლოგიური, ასევე ჯიშური თავისებურებითაც. თუნდაც ის, რომ ჯიშები ერთი ან რამდენიმე წინაპრისაგან არიან წარმოშობილნი და, ამასთანავე, დიდი მრავალფეროვნებითაც ხასიათდებიან, მოშინაურებულ პირობებში ორგანიზმთა ცვალებადობის ნათელი დადასტურებაა. ცვალებადობის ფაქტი დარვინისათვის ნათელი იყო, მაგრამ ამის აღიარებამ დარვინი მიიყვანა ცვალებადობის მიზეზების ძიებამდე.

მაშასადამე, დარვინის წინაშე გამოიკვეთა კონკრეტული პრობლემა — რა არის მოშინაურებულ მდგომარეობაში ორგანიზმთა ცვალებადობის მიზეზები?

დარვინის პერიოდისათვის საკითხი ორგანიზმთა ცვალებადობისა თუ მემკვიდრეობის მექანიზმებისა და მათი მიზეზების შესახებ ძალიან ბუნდოვანი იყო. ამასთან დაკავშირებით თვითონ დარვინი წერს: „მაგრამ ჩვენ ძალიან ცოტა ვიცით ვარიაციების მიზეზებისა და კანონების შესახებ,

რათა შევადგინოთ მათი საიმედო კლასიფიკაცია“. ამ საკითხებზე სხვადასხვა მეცნიერს სრულიად სხვადასხვაგვარი შეხედულება ჰქონდა. ზოგიერთი მათგანი საერთოდ უარს აცხადებდა ცვალებადობის მიზეზების ძიებაზე და მათ აღიარებდა „ბუნებრივ კანონებად“ ან ორგანიზმთა „დაბადებით მიდრეკილებად“. დარვინი კი მივიდა იმ მტკიცე დასკვნამდე, რომ დაუჯერებელია, ცვალებადობა ყოველგვარი პირობებისათვის იყოს თანდაყოლილი (დაბადებითი), „ყოველგვარ ცვლილებას უნდა ჰქონდეს თავისი მიზეზი“.

მკვლევარ-ნატურალისტთა ერთი ჯგუფი ცვალებადობის მიზეზად მხოლოდ შეჯვარებას აღიარებდა და არავითარ ანგარიშს არ უწევდა გარემო პირობებს. მათ ცვალებადობა მხოლოდ განსხვავებულ ფორმათა შეჯვარებამდე დაჰყავდათ. რა თქმა უნდა, დარვინის მიხედვით შეჯვარება და სქესობრივი პროცესი წარმოადგენს ინდივიდუალური ცვალებადობის ერთ-ერთ მთავარ მიზეზს, მაგრამ მისივე აზრით, მთელი ინდივიდუალური ცვალებადობის მხოლოდ სქესობრივ პროცესებამდე დაყვანა ძლიერ უხეში შეცდომა იქნებოდა.

აღნიშნული დასკვნის ნათელსაყოფად დარვინს მოჰყავს შემდეგი საბუთები, რომ ჯერ ერთი, კვირტობრივი ვარიაციები, რასაც ძალიან დიდი სიხშირით აქვს ადგილი მცენარეებში, არავითარ კავშირში არაა სქესობრივ გამრავლებასთან და შეჯვარებასთან, ხოლო მეორე მხრივ, ხანგრძლივი თვითშეჯვარების პირობებშიც წარმოიშობიან ინდივიდუალური ცვალებადობანი. მაშასადამე, ვერც ეს მოსაზრება ხსნის სრულყოფილად ცვალებადობის მიზეზებს.

დარვინმა შენიშნა მეტად საყურადღებო ფაქტი, რომ ორგანიზმები მოშინაურებულ პირობებში ხასიათდებიან უფრო ძლიერი ინდივიდუალური ცვლილებებით, ვიდრე ბუნებრივ პირობებში. „მემკვიდრეობითი მრავალფეროვნება ანუ შინაურ ცხოველთა და კულტურულ მცენარეთა რასები თავისი საწყისი სახეობისაგან განსხვავებით ხასიათდებიან ნაკლები ერთფეროვნებით“, — ამბობს დარვინი. ამის მიზეზი დარვინმა იმაში დაინახა, რომ მოშინაურებულ მდგომარეობაში ორგანიზმებს გარემოს თვითონ ადამიანი უქმნის. ამიტომაც, არსებობის პირობების ცვალებადობა მოშინაურებულ პირობებში

ყოველთვის უფრო ძლიერია, ვიდრე ბუნებრივ პირობებში. აღნიშნულმა ფაქტმა დარვინი მიიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ ცვალებადობის ერთ-ერთი მთავარი მიზეზი არის ორგანიზმზე გარემო პირობების გავლენა. ამიტომაცაა, რომ მნიშვნელოვანი გარდაქმნები გარემო პირობებში იწვევს ორგანიზმთა ცვალებადობის მნიშვნელოვან ზრდას.

დარვინის აზრით, სასიცოცხლო პროცესების ცვლილება შეიძლება მოხდეს ორი გზით: როცა ორგანიზმი აღმოჩნდება ახალ გარემოში ადგილმონაცვლეობის გამო, ან იცვლება ადგილსამყოფელის გარემო პირობები.

დარვინი ორგანიზმზე გარემო პირობების გავლენის ორ სახეს არჩევს: პირდაპირსა და არაპირდაპირს. პირდაპირი გავლენის ქვეშ გულისხმობს ორგანიზმთა რამდენიმე თაობის მანძილზე გარემოს უშუალო ზემოქმედების გზით ცვალებადობის აღმოცენებას. არაპირდაპირი გავლენის ქვეშ კი ესმის გარემოს გავლენა სქესობრივ პროცესებზე, რომლის შედეგადაც თაობებში აღმოცენდებიან ცვლილებები.

გარემო პირობების პირდაპირი თუ არაპირდაპირი გავლენის შედეგად ცოცხალ ორგანიზმებში, დარვინის აზრით, აღმოცენდება ორი სახის — *განსაზღვრული* და *განუსაზღვრელი* ცვლილებები. გარემო პირობების გავლენით განსაზღვრული ცვალებადობის ქვეშ დარვინს ესმის ერთი ან რამდენიმე თაობის განმავლობაში გარკვეულად შეცვლილი გარემო პირობების გავლენით გამოწვეული „უმეტესი ჯგუფის ან ყველა ორგანიზმის ერთნაირი მიმართულებით ცვალებადობა“. განუსაზღვრელ ცვალებადობაში კი დარვინი გულისხმობს გარემო პირობების ისეთ მოქმედებას, როცა ის ერთ ორგანიზმს აიძულებს „შეიცვალოს ერთი, ხოლო მეორეს — სხვა მიმართულებით, რასაც ჩვენ ხშირად ვხედავთ მცენარეებსა და ცხოველებში, როცა ისინი რამდენიმე თაობის განმავლობაში განიცდიან შეცვლილი სასიცოცხლო პირობების გავლენას“. ასეთი ცვლილებები არის მრავალმხრივი და უმნიშვნელო (მცირე განსხვავებები) ხასიათის. ისინი, როგორც წესი, არ წარმოადგენენ მშობლებისა და შორეული წინაპრების ნიშნების მემკვიდრულ გამოვლინებას. „ასეთი ცვლილებები აღმოცენდებიან მხოლოდ ცალკეულ ინდივიდებში და სწორედ

ისინი ასრულებენ მთავარ როლს ჩვენი შინაური ჯიშების წარმოქმნაში".

ძნელია, სათანადოდ იქნეს შეფასებული დარვინისეული წარმოდგენა სასიცოცხლო პირობების პირდაპირი და არაპირდაპირი გავლენისა თუ განსაზღვრულ და განუსაზღვრელ ცვალებადობათა აღმოცენების შესახებ. ამა თუ იმ ცვალებადობის აღმოცენებაში, რა თქმა უნდა, ერთდროულია დარვინისეულად გაგებული სასიცოცხლო პირობების პირდაპირი და არაპირდაპირი გავლენა, ხოლო აღმოცენებული ცვალებადობა ყოველთვის ამა თუ იმ მიზეზითაა განპირობებული. მის მიერ წარმოდგენილი განსაზღვრული და განუსაზღვრელი ცვალებადობანი კარგად შეესაბამება ჯგუფური და ინდივიდუალური ცვალებადობის ხასიათს. ასეთი გაგებით, აღნიშნული ტიპის ცვლილებები საგნებით რეალურია. ჯგუფური ცვალებადობანი განსაზღვრულია იოლად დასანახი კონკრეტული მიზეზებით, ხოლო ინდივიდუალური ცვალებადობანი ატარებს განუსაზღვრელ ხასიათს იმიტომ, რომ ისინი ინდივიდუალური გადახრებია, რომლებიც ზოგჯერ ერთსა და იმავე გარემო პირობებში, მსგავს ორგანიზმებშიც კი, სრულიად სხვადასხვა მიმართულებით ხდება. ამის გამო წარმოგვიდგება ისინი განუსაზღვრელად. ასეთ შემთხვევებში ძნელად დასანახია ცვალებადობის მიზეზი.

ცვალებადობის მიზეზების ძიებამ დარვინი მიიყვანა მეტად საგულისხმო და დიდი მეცნიერული ღირებულების მქონე მოვლენის ანალიზამდე. ეს არის ორგანიზმის შინაგანი თავისებურებებისა და გარემო პირობების თანაფარდობის როლი ორგანიზმთა ცვალებადობის საქმეში. დარვინი ხედავს, რომ ერთსა და იმავე გარემო პირობებში სხვადასხვა ჯიში ცვლილებას სხვადასხვა მიმართულებით განიცდის, რაც საფუძველი ხდება შესაბამისი ჯიშური ნიშნების ჩამოყალიბებისათვის. აღნიშნული უნარი განპირობებულია კონკრეტული ორგანიზმის ინდივიდუალური განვითარების პროცესში და ჯიშის თუ სახეობის ისტორიული განვითარების პროცესში ჩამოყალიბებული მემკვიდრული თავისებურებებით. აქედან გამომდინარე, დარვინის მიხედვით ინდივიდუალური ცვლილებების აღმოცენებაში „არის ორი ფაქტორი: ორგანიზმის

ბუნება და პირობების ხასიათი. პირველი, რა თქმა უნდა, უფრო მნიშვნელოვანია, რადგანაც მსგავსი ინდივიდუალური განსხვავებანი აღმოცენდებიან, რამდენადაც ჩვენ შეგვიძლია განვსაჯოთ, არამსგავს პირობებში, ხოლო მეორე მხრივ, არამსგავსი ინდივიდუალური განსხვავებანი აღმოცენდებიან თითქმის ერთნაირ პირობებში".

დარვინისეულად გაგებული ორგანიზმის შინაგანი თავისებურებების როლი ცვალებადობის საქმეში გამორიცხავს ყოველგვარ შინაგან სწრაფვას სასარგებლო ცვლილებების აღმოცენებაში. მართალია, დარვინი ზოგჯერ ხმარობს კიდეც გამოთქმას — „თვითნებური ცვალებადობა", მაგრამ ისევ დარვინის თქმით, „მხედველობაში გვაქვს ისეთი ინდივიდუალური ცვალებადობანი, რომლებიც ჩვენი უცოდინარობით გვეჩვენება ჩვენ თვითნებურად". დარვინი რომ გამორიცხავს ყოველგვარ შინაგან სწრაფვას, ამას მოწმობს მისი სიტყვები, როცა იგი აფასებს ჟ.ბ. ლამარკის შეხედულებას ორგანიზმის შინაგანი სწრაფვის შესახებ. დარვინი პუკერისადმი მიწერილ წერილში წერს: „დამიფაროს ცამ ლამარკის უმადური სწრაფვისაგან პროგრესისა და ხანგრძლივი სწრაფვით გამოწვეული „შეგუებისაგან".

დარვინი განასხვავებს ინდივიდუალური ცვალებადობის ორ სახეს: ცალკეულ გადახრებს და ინდივიდუალურ განსხვავებებს. გარემო პირობების ცვალებადობას ზოგჯერ შეუძლია გამოიწვიოს „ცალკეული გადახრები" ანუ ცალკეული ინდივიდის წარმოშობა, რომლებიც განსხვავდებიან სხვებისაგან. ცალკეული გადახრა შეიძლება იყოს უცარი და შემთხვევითი, მკვეთრად ან სუსტად გამოხატული. მკვეთრად გამოხატული ასეთი ცვლილებების უმეტესობა ტოვებს ორგანიზმში სიმახინჯეების შთაბეჭდილებას.

რაც არ უნდა მსგავსი იყოს სახეობის, ჯიშის თუ ერთი გენერაციის ფორმები, მათ შორის ყოველთვის შეინიშნება მცირედ შესამჩნევი განსხვავებანი. სწორედ ეს არის ინდივიდუალური განსხვავებანი. „მრავალმხრივი უმნიშვნელო განსხვავებანი, რომლებიც წარმოიშობიან შთამომავლობაში", გვაფიქრებინებს, რომ „პრაქტიკულად სრულიად ერთნაირი ფორმები ბუნებაში არ შეიძლება არსებობდნენ", — ამბობს

დარვინი. ამ აზრს ასაბუთებს მის მიერ მოტანილი მრავალმხრივი მონაცემები, რომლებიც ჯიშთა ან სახეთა შიგნით ინდივიდთა ბიომეტრულ გაზომვებთანაა დაკავშირებული.

დარვინი სწავლობდა რა მცენარეთა და ცხოველთა ცვალებადობის გამოვლენის ფაქტებს, აღმოაჩინა მეტად საყურადღებო კანონზომიერება: ორგანიზმში ერთი ორგანოს ცვალებადობა მნიშვნელოვნად განაპირობებს მეორე ორგანოს ცვალებადობასაც — გაძლიერებას ან შესუსტებას. ასეთ ცვლილებებს *თანაფართობითი* ანუ *კორელაციური* ეწოდება. იგი წერს: „არაუმნიშვნელო როლი შეასრულა... კორელაციურმა ცვალებადობამ, როცა ერთი ნაწილის შეცვლით იცვლება მეორეც“. როცა ადამიანი გადარჩევას ახდენს ერთი ნიშნის მიხედვით, ბუნების ამ „საიდუმლოებით მოცული კორელაციის კანონების“ გამო, მისგან დამოუკიდებლად (შეუგნებლად) ცვლის მეორე ნიშანსაც. დარვინს მოჰყავს უამრავი სათანადო მაგალითი ცხოველთა ჯიშებში.

მსგავს ცვლილებებს კიუვეც აღიარებდა, მაგრამ იგი თვლიდა, რომ ასეთი უნარი ორგანიზმში შინაგანად თავიდანვეა მოცემული. დარვინს კორელაციური ცვალებადობის მრავალი მაგალითი მოჰყავს: ჭაობის გრძელფეხიან ფრინველებს, ჩვეულებრივ, კისერიც გრძელი აქვთ; თეთრი ცხვრები და ღორები მცენარეული საკვებით გაცილებით იოლად იწამლებიან, ვიდრე სხვა ფერებისა; უბეწვო ძაღლებს, ჩვეულებივ, ანომალური კბილები აქვთ; ცხოველებში ხშირად კორელაციაშია ბეწვიანობა და კბილები. დარვინს მოჰყავს უამრავი მაგალითი, როგორც მცენარეთა, ასევე ცხოველთა პრაქტიკიდან, როცა შეფერილობა ან სხვა ნიშანი დაკავშირებულია ამა თუ იმ დაავადებასთან. მაგალითად, ცისფერთვალა თეთრი კატები, ჩვეულებრივ, ყრუები არიან, მოკლეულისკარტა მტრედებს მოკლე ფეხები აქვთ და ბირიქით.

ორგანიზმთა ცვალებადობის პარალელურად დარვინი იხილავს მემკვიდრეობის საკითხსაც. იგი თვლის, რომ არ საჭიროებს განსაკუთრებულ მტკიცებას ორგანიზმთა თაობებში ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობით გადაცემა, ეს ისედაც ნათელი ფაქტია. მემკვიდრულია არა მარტო ძველი ნიშან-თვისებები, არამედ, წარმოშობილი ინდივიდუალური გადახრებიც. აქედან

გამომდინარე, დარვინი აკეთებს დასკვნას: „ოითოეული თვისების შემკვიდრეობა შეიძლება ჩაითვალოს წესად, ხოლო მისი არამემკვიდრეობა — გამონაკლისად“.

ჩ. დარვინს მემკვიდრეობის განმაპირობებელი ფაქტორების შესახებ საკმაოდ ბუნდოვანი შეხედულება ჰქონდა. მან შექმნა მემკვიდრეობის პანგენეზის თეორია. მისი აზრით, ორგანიზმის უჯრედში არის მემკვიდრეობის უმცირესი მატერიალური ერთეულები ე.წ. გემულები. ისინი ორგანიზმში მოძრაობენ, კომბინირებენ და განაპირობებენ შესაბამის ნიშან-თვისებებს. გამრავლების წინ გემულები თავს იყრიან სასქესო უჯრედში და ახალი კომბინაციებით გადაეცემიან თაობებს.

ბიოლოგიური ცოდნის მაშინდელი დონიდან გამომდინარე, ძნელია მოსთხოვო დარვინს მემკვიდრეობის მექანიზმების სრულყოფილი ცოდნა. თვითონაც კარგად გრძნობდა, რომ მისი ჰიპოთეზა არ იყო სრულყოფილი. იგი წერს: „შეუმოწმებელი ჰიპოთეზა წარმოადგენს არასრულ ღირებულებას ან კიდევ, სულ არა აქვს მას იგი, მაგრამ თუ ვინმე მომავალში შეუდგება დაკვირვებებს, რომლებსაც შეეძლება დაასაბუთოს რომელიმე მსგავსი ჰიპოთეზა, მაშინ მე მისთვის კეთილი სამსახურის გამწევი აღმოვჩნდები“. მთავარი ის იყო, რომ დარვინის შეხედულებებმა მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის საკითხებში ჭეშმარიტად დიდი როლი შეასრულა. მან მემკვიდრეობა და ცვალებადობა გამოაცხადა ზოგადბიოლოგიურ მოვლენებად და დაამკვიდრა მატერიალიზმი ცოცხალი სამყაროს ამ ძირითადი თვისებების გაგების საქმეში. ის სწორად აფასებს არამემკვიდრული და მემკვიდრული ცვალებადობის როლს ცოცხალ სამყაროში. იგი წერს: „არამემკვიდრული ცვალებადობა ჩვენთვის არაარსებითია, მაგრამ მემკვიდრული ცვალებადობის რიცხვი და მრავალფეროვნება კი როგორც აგებულების მიხედვით, ასევე ფიზიოლოგიურად, უმნიშვნელო თუ ძლიერ საჭირო მნიშვნელობით, უსაზღვროა“. დარვინმა საფუძვლიანად დაამუშავა ცვალებადობის მიზეზები, კერძოდ, ორგანიზმის შინაგანი თავისებურებებისა და გარემო პირობების როლი ამ საქმეში და უკუაგდო ამ მხრივ სენტ-ილერისა და ჟ.ბ. ლამარკის მცდარი მექანისტური და ორთოგენეზური შეცდომები. როცა

აკრიტიკებდა ცვალებადობაში გარემოს როლის შესახებ მექანისტურ შეხედულებებს, დარვინმა დენთის აალება ცვალებადობას შეადარა, ხოლო გარემოს როლი ნაპერწკლამდე დაიყვანა. დენთის სახით მან ორგანიზმის ბუნება წარმოიდგინა. იგი თვლის, რომ გარემოს არ შეიძლება ჰქონდეს სხვა ფუნქცია ცვალებადობაში, ვიდრე ნაპერწკალს — დენთის აალების საქმეში. მიუხედავად ამ, ზოგიერთის აზრით, მოუხერხებელი შედარებისა, დარვინი თავის შრომაში სხვა ადგილას საკმაოდ სწორად აფასებს ორგანიზმის შინაგანი შემკვიდრული კონსტიტუციისა და გარემო პირობების როლს ორგანიზმის ცვალებადობის საქმეში. იგი წერს: „ინდივიდუალურ ცვალებადობათა ხასიათი, უმეტეს შემთხვევაში, გაცილებით მეტი ხარისხითაა დამოკიდებული თვით ორგანიზმის ბუნებაზე ანუ ორგანიზმის კონსტიტუციაზე, ვიდრე გარემოს ცვალებადობის ხასიათზე“.

ისიც უნდა ითქვას, რომ დარვინი გარკვეულად ცდებოდა ცვალებადობაში ჩვევების, ვარჯიშისა და უვარჯიშობის როლისა და ცხოველებში მათი გაჯერებით ახალი ნიშნების ჩამოყალიბების შეფასებაშიც.

ხელოვნური გადარჩევა და მისი ფორმები

მას შემდეგ, რაც დარვინმა დაასაბუთა ჯიშთა მრავალფეროვნება და მათი თავისებურებანი, ჯიშების ცვალებადობა და მისი გამომწვევი მიზეზები, იგი შეუდგა იმის ახსნას, თუ როგორ შეიძლებოდა წარმოშობილიყვნენ ჯიშები. დარვინი საკმაოდ ფრთხილობს და აღნიშნავს, რომ „ჩვენი შინაური ცხოველების დიდი ნაწილის წარმოშობა, ალბათ, ყოველთვის დარჩება გაურკვეველი“. მაგრამ აქ ძირითადად გულისხმობს იმას, თუ როგელი ჯიში რომელი წინაპრისაგან წარმოიშვა. რაც შეეხება იმას, თუ რამ განაპირობა ჯიშებში ძირითადი ჯიშური თვისებების მიზანშეწონილობა ადამიანის ინტერესებისადმი, ეს საკითხი დარვინმა ახსნა თავისი ხელოვნური გადარჩევის თეორიით.

დარვინი ხაზგასმით აღნიშნავს, რომ მარტო ცვალებადობა არ არის საკმარისი საჭირო ჯიშის შექმნისათვის.

ორგანიზმთა ცვალებადობა მრავალმხრივი მიმართულებით მიდის, ხოლო ჯიშს, როგორც წესი, ყოველთვის ახასიათებს ადამიანისათვის სასარგებლო თვისებები. აქედან გამომდინარე, დარვინი ასკვნის, რომ „ჩვენ იძულებული ვართ, ამის ახსნა ვეძიოთ რამდენადმე უფრო ღრმად, ვიდრე ცვალებადობის უბრალო ფაქტია“.

ადამიანისათვის სასარგებლო ჯიშური თვისებების წარმოქმნა-დაგროვებაში უდიდეს შემოქმედებით როლს ასრულებს ხელოვნური გადარჩევა. მოშინაურებულ პირობებში მცენარეთა და ცხოველთა გადარჩევის ფაქტი, დარვინის აზრით, სათავეს უხსოვარი დროიდან იღებს. ამაზე უძველესი ცივილიზაციის მატერიალური კულტურის მასალები მოწმობენ. „შრომის დიდი დანაწილება, ამასთანავე, დაკავშირებული იყო გადარჩევასთან“. დარვინისეული გადარჩევა გულისხმობს ადამიანის მიერ წარმოებულ თანმიმდევრულ საქმიანობას. ხელოვნური გადარჩევის „გასაღები, — წერს დარვინი, — მდგომარეობს ადამიანის უნარში, დააგროვოს ცვლილებები გადარჩევის გზით; ბუნება იძლევა თანმიმდევრულ ცვლილებებს, ადამიანი აგროვებს მათ გარკვეული, მისთვის სასარგებლო მიმართულებით. ამ აზრით, შეიძლება ითქვას, რომ ადამიანმა თვითონ შექმნა მისთვის სასარგებლო ჯიშები“.

ხელოვნური გადარჩევა წარმოადგენს სამი შემადგენელი ნაწილის ერთობლიობას: 1. საუკეთესო ფორმების გადარჩევა და შენახვა; 2. ადამიანისათვის არასასარგებლო ნიშნების მქონე ორგანიზმების წუნდება და 3. საჭირო წყვილების შერჩევა შეჯვარებისა და სასარგებლო ცვლილებების მქონე ფორმების მისაღებად.

ადამიანისათვის სასარგებლო ჯიშური ცვლილებები უეცრად არ გამოვლენილა. ამიტომაც, ჯიშების შექმნა მხოლოდ სათანადო ცვლილებების მქონე ორგანიზმთა უბრალოდ გადარჩევა და გამრავლება არ არის. ჯიშების ჩამოყალიბება ხდება ხანგრძლივი ისტორიული პერიოდის განმავლობაში. დარვინს მცენარეთა და ცხოველთა სხვადასხვა ჯიშის მაგალითი მოჰყავს, თუ როგორ თანდათანობით, წლებისა და საუკუნეების განმავლობაში ხდებოდა ჯიშური თვისებების დაგროვება. გამომდინარე ფაქტების ანალიზიდან, დარვინი აკეთებს დასკვნას:

„გადარჩევის პრინციპის უდიდესი მნიშვნელობა მდგომარეობს ძირითადად იმ უნარში, რომ შერჩეული იქნეს ძლივს შესამჩნევი ცვლილებები, რომლებიც წარმოადგენენ მემკვიდრულს და, რომლებიც შეიძლება დაგროვდეს მანამდე, ვიდრე შედეგი არ გახდება ნათელი ყოველი დამკვირვებლისათვის“. თუ ინდივიდებში სხვა მრავალმხრივ ცვლილებათა შორის გამოჩნდება თუნდაც უმნიშვნელო, მაგრამ ადამიანისათვის საინტერესო ინდივიდუალური გადახრები, ასეთ ორგანიზმებს ადამიანი გადაარჩევს და უქმნის პირობებს მსგავსი თვისებების შემდგომი თანდათანობითი გაძლიერებისათვის. დარვინს მოჰყავს უამრავი მაგალითი იმისა, თუ როგორ გროვდებოდა თანდათანობით მცენარეთა და ცხოველთა ჯიშებში თაობების მანძილზე ესა თუ ის სასარგებლო ჯიშური თვისება.

ასეთი ცვლილებების აღმოცენებისათვის შეჯვარება ხშირად იძლევა კარგ შესაძლებლობებს. ამიტომაც, ადამიანის მიერ შეირჩევა მშობელთა სათანადო წყვილები და თაობებში ხდება სასარგებლო ცვლილებების მქონე ინდივიდთა გადარჩევა. ასე რომ, შეჯვარება კი არ იძლევა ჯიშს, არამედ იძლევა საჭირო ცვლილებებს, რომელთა გადარჩევასა და თანდათანობით დაგროვებას მივყავართ ჯიშების შექმნამდე.

რადგანაც ადამიანი მრავალმხრივ მოთხოვნებს უყენებს ჯიშებს (სამეურნეო, საკვები ღირებულება, დეკორატიულ-ესთეტიკური, სამკურნალო, სპორტული და მრავალი სხვა), ამიტომაც, ორგანიზმთა ჯიშობრივი შემადგენლობაც მეტად მრავალგვარია. ერთი წინაპრისაგან და შემდეგ — მიღებული ჯიშებისაგან ხდება ჯიშთა მრავალფეროვანი სპექტრის მიღება.

ერთი და იგივე საწყისისაგან მიღებული ჯიშები ზოგჯერ თავისი ჯიშური ნიშნებით არა მარტო განსხვავებული, არამედ ურთიერთსაწინააღმდეგო ნიშნებითაც კი ხასიათდებიან. ამას განაპირობებს, ერთი მხრივ, ცვალებადობის განუსაზღვრელი შესაძლებლობები, ხოლო მეორე მხრივ, ადამიანთა სხვადასხვა ინტერესი ჯიშის მიმართ.

ხელოვნური გადარჩევის გზით შეძენილი ნიშნები ჯიშისათვის ბიოლოგიური თვალსაზრისით უმეტეს შემთხვევაში საზიანოა, რაც ზოგჯერ იმდენად ძლიერაა გამოხატული, რომ თუ არა ადამიანის მზრუნველობა, ისინი არსებობასაც ვერ

შეძლებდნენ (მოკლეფეხება ცხვარი, მძიმეწონიანი ღორები, მტრედის ჯიშები — ჩიჩახვა თუ ტურმანი და მრავალი სხვა).

ყოველი ცოცხალი ორგანიზმი მეტ-ნაკლები ხარისხით განიცდის ინდივიდუალურ ცვლილებებს. ასეთი ცვლილებები ეხება ორგანიზმის ნებისმიერ ნიშანსა და თვისებას, ამასთან, შეიძლება იყოს განუსაზღვრელი, ზოგჯერ — ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებისაც კი. ასეთი ცვლილების გარკვეული ნაწილი მემკვიდრული ხასიათისაა. აქედან გამომდინარე, გადარჩევისათვის ნებისმიერი მიმართულებით შეიძლება აღმოცენდეს ჩვენთვის საინტერესო ცვლილებები ცოცხალ ორგანიზმში. ამიტომაც არის, რომ ხელოვნური გადარჩევის და საერთოდ, ჯიშთა შექმნის შესაძლებლობები ამოუწურავია. დარვინს მოჰყავს არა ერთი მაგალითი, როცა სპეციალურ გამოფენებზე მსაჯები ჯიშებს უწუნებდნენ ამა თუ იმ ნიშანს, ან გამოთქვამდნენ სურვილს ამა თუ იმ ნიშნის არსებობის შესახებ და მომდევნო გამოფენებზე უკვე (რამდენიმე წლის შემდეგ) ჯიშების აღნიშნული ნაკლი გამოსწორებული იყო.

ჯიშები რომ ადამიანის მიერ წარმოებული გადარჩევის შედეგია, ამაზე ისიც მეტყველებს, რომ ჯიშთა მრავალფეროვნება ძირითადად, სწორედ, ჯიშური თვისებებით არის განპირობებული. სხვა ბიოლოგიური ნიშნებით ჯიშები ხშირად ერთმანეთის მსგავსნი არიან. თვითონ დარვინი ამბობს: შეხედეთ, როგორ მრავალფეროვანია იაფუჟუნას ყვავილები და როგორ ერთნაირია მათი ფოთლები, მაშინ, როცა ძალიან დიდია განსხვავება კომბოსტოს ჯიშების ფოთლებს შორის და დიდია მსგავსება ყვავილების მიხედვით. ასე რომ, ხელოვნური გადარჩევის დროს ცვლილებას ექვემდებარება ჯიშური ნიშნები და უმნიშვნელოდ — ბიოლოგიური. გამოდის, რომ ადამიანმა ხელოვნური გადარჩევის გზით მისთვის საინტერესო მიმართულებით წარმართა შინაურ ცხოველთა და კულტურულ მცენარეთა ევოლუცია.

დარვინი განასხვავებს ხელოვნური გადარჩევის ორ ფორმას: *შეგნებულს* ანუ *მეთოდურს* და *შეუგნებელს* ანუ *სტიქიურს.*

ორგანიზმთა გადარჩევა არსებული ჯიშების შენარჩუნებისა და ახალი ჯიშების შექმნისათვის სათავეებს უძველესი პერიოდიდან იღებს. ძველი რომაელები, ინდოელები, ბერძნები, არაბები ფართოდ იყენებდნენ გადარჩევას ძაღლების, ცხენების, დეკორატიული მცენარეების ჯიშების შექმნისათვის. დარვინი აღნიშნავს, რომ „ყველა ძველი აფრიკული ტომი თავის საქონელს აფასებდა თითქმის ისევე, როგორც ცოლს და ამაყობდა ჯიშიანი ცხოველებით," ზოგი ბუნებაში, ნადირობის დროსაც კი არ კლავდა გამორჩეულ ეგზემპლარებს. ისინი ანადგურებდნენ მხოლოდ მოხუცებს, დაავადებულებს და ა.შ. (პერუელი ინკები).

ჯიშების შექმნისათვის ხელოვნური გადარჩევა კიდევ უფრო გაძლიერდა შუა საუკუნეებში, როცა ამის აუცილებლობა ნედლეულზე მოთხოვნილების გაზრდამ განაპირობა.

მეთოდური ხელოვნური გადარჩევა ემყარება ადამიანის წინასწარ დასახულ გეგმიურ მუშაობას. ასეთი საქმიანობა ეფუძნება არა მარტო სასარგებლო ცვლილებების მქონე ფორმების გადარჩევას და შემდგომ გაძრავლებას, არამედ წუნდებული ფორმების (საზიანო ცვლილებებით) ელიმინაციასაც (მოსპობა, განადგურება). ასეთი პროცესები უზრუნველყოფს საინტერესო ცვლილებების მქონე ორგანიზმების ბიოლოგიურ იზოლაციას, რომ არ მოხდეს მათი შეჯვარება არასტანდარტულ ფორმებთან. ამის გარეშე სასარგებლო ცვლილებები თაობებში შეიძლება შესუსტდეს და დაიკარგოს კიდეც.

სტიქიური ანუ შეუგნებელი გადარჩევის დროს ადამიანს წინასწარ არა აქვს დასახული მიზნად ჯიშის შექმნა, მაგრამ ცხოვრებისეული საქმიანობიდან გამომდინარე, მისგან დამოუკიდებლად აკეთებს ამას.

უძველესი ადამიანები სანაშენოდ ყოველთვის საუკეთესო ორგანიზმებს იტოვებდნენ, ცუდს კი ანადგურებდნენ. მათი მთავარი ინტერესი იმაში მდგომარეობდა, რომ კარგი ორგანიზმი ასევე სასარგებლო ნიშნების მქონე თაობას დატოვებდა და ამით ადამიანს უკეთესი მოსავალი ექნებოდა, უფრო პროდუქტიული ცხოველები ეყოლებოდა. ასეთი საქმიანობა ადამიანის არსებობის მთელი ისტორიის მანძილზე თავისთავად განაპირობებდა ახალი

ჯიშების შექმნას. ამას, ჩვეულებრივ, ხალხურ სელექციას უწოდებენ.

საკმაოდ ძლიერია ასეთი სტიქიური გადარჩევის ძალა. დარვინს მოჰყავს შემზარავი მაგალითები. როცა კუნძულ ცეცხლოვანი მიწის ველურ ტომებს უჭირდათ საკვები, ამჯობინებდნენ მოხუცი ქალების დახოცვას, ხორცს თვითონ ჭამდნენ, ხოლო მათი სარგო საკვებით ძაღლებს კვებავდნენ. ეს იმიტომ, რომ „მოხუცებს არ შეეძლოთ სარგებლობის მოტანა, ხოლო ძაღლები კი მთიხვებს იჭერდნენ“. ადამიანი, რა თქმა უნდა, შეინახავდა და გამოკვებავდა ისეთ ძაღლებსა და ლეკვებს, რომლებიც კარგად ნადირობდნენ, ამით იქმნებოდა მონადირე ძაღლების ჯიშები.

სტიქიური გადარჩევა დღესაც ხდება ჩვენგან დამოუკიდებლად, ყოველდღიური სამეურნეო საქმიანობის პროცესში. დიასახლისი ყოველთვის ცდილობს ჯერ ნაკლები კვერცხისმდებელი ქათმები დაკლას, ამით იგი ქმნის ხვალინდელი კვერცხის გარანტიას, მაგრამ სრულიად გაუთვითცნობიერებლად ხელს უწყობს კვერცხისმდებელი ქათმების გამრავლებას და თაობებში ამ ნიშნის განმტკიცებას. მსგავსად იქცევა მეურნე, როცა მოსავლის აღების დროს წინასწარ არჩევს და სათესლედ ინახავს ყველაზე კარგ ნაყოფებს, თესლებს. იგი სულაც არ ფიქრობს ჯიშის შექმნაზე, მაგრამ მომდევნო წლებში კარგი მოსავლის მიღების მიზნით თავისდა უნებურად ახდენს ჯიშების სრულყოფას.

მაშასადამე, დარვინმა საკმაოდ ძლიერი მეცნიერული არგუმენტაციით დაასაბუთა ცოცხალ ორგანიზმთა ცვალებადობის ფაქტი, მისი თვალთახედვით გააანალიზა მათი მიზეზები და ყოველივე ამის საფუძველზე დაასაბუთა მოშინაურებულ პირობებში მცენარეთა და ცხოველთა ევოლუციის ფაქტი და ხელოვნური გადარჩევის თეორიით ახსნა მისი მექანიზმები.

დარვინის ხელოვნური გადარჩევის თეორიის დედაარსი მდგომარეობს იმის აღიარებაში, რომ მოშინაურებულ პირობებში ცვალებადობა იძლევა მასალას სელექციისათვის, მემკვიდრეობა უზრუნველყოფს აღმოცენებული ცვლილებების დამაგრებას თაობებში, ხოლო ხელოვნური გადარჩევა ასრულებს

შემოქმედებით, წარმმართველ და მოშინაურებულ პირობებში ევოლუციის მამოძრავებელი ძალის ფუნქციას.

ჩ.დარვინის ბუნებრივი გადარჩევის თეორია

ჩ. დარვინი ცვალებადობის შესახებ ბუნებრივ პირობებში

როცა დარვინმა დაამუშავა მცენარეთა და ცხოველთა ჯიშების წარმოქმნის მეცნიერული საფუძვლები, ამით მან ერთი მხრივ დაასაბუთა მცენარეთა და ცხოველთა ევოლუციის შესაძლებლობა მოშინაურებულ პირობებში, მეორე მხრივ კი ნათელი მოჰფინა ადამიანის გავლენით შინაურ ცხოველთა და კულტურულ მცენარეთა გარკვეული (ჯიშთა შექმნის) მიმართულებით თანდათანობითი, ისტორიული განვითარების მექანიზმებსა და კანონზომიერებებს. ყოველივე ამან მას საშუალება მისცა, მსგავსადვე დაეწყო ბუნებაში ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარებისა და სახეობათა წარმოშობის პრობლემის ანალიზი, მისი მიზეზებისა და კანონზომიერებათა მექანიზმების შესწავლა. რაც მთავარია, დარვინი ჯიშთა შექმნის კანონზომიერებების შესწავლამ დაარწმუნა „რომ ველური სახეობების ევოლუცია განპირობებულია იგივე ფაქტორების მოქმედებით, რითაც კულტურული ფორმების ევოლუცია“, ე.ი. — „ცვალებადობით, მემკვიდრეობით და გადარჩევით“. ასე რომ, დარვინმა ბუნებაში ევოლუციური კანონზომიერებების ასახსნელად შესანიშნავად გამოიყენა კაცობრიობის მიერ ჩატარებული გიგანტური ექსპერიმენტები ხელოვნური გადარჩევის სახით. თუ მოშინაურებულ პირობებში ევოლუციის ძირითადი შედეგი არის ჯიშების წარმოშობა, უნდა დადგენილიყო ის კანონზომიერება, რაც ბუნებრივ პირობებში განაპირობებდა სახეობათა წარმოშობას. პასუხი უნდა გასცემოდა კონკრეტულ კითხვებს: რატომ ხასიათდება ცოცხალი სამყარო სახეობრივი სიმრავლით? როგორ ხდება ახალ სახეობათა წარმოშობა და როგორაა შესაძლებელი იმ მიზანშეწონილობის ჩამოყალიბება ცოცხალ სამყაროში, რომელიც არსებობს ცოცხალ ორგანიზმებში შინაგან სტრუქტურასა და ფუნქციას და, ამასთან, ცოცხალ ორგანიზმსა და გარემოს შორის? მაგრამ ამის გაკეთება გაცილებით უფრო

რთული იყო, რადგანაც ერთი მხრივ, ცოცხალი ბუნება საოცარი მრავალფეროვნებით ხასიათდება, ხოლო მეორე მხრივ, ძნელად დასანახია ის მიზეზები და კანონზომიერებანი, რაც ამ პროცესებს არეგულირებს. ამასთანავე, ყოველთვის უნდა გვახსოვდეს, რომ ბუნებრივი გადარჩევა თვისობრივად განსხვავდება ხელოვნურისაგან.

დარვინის აზრით, ბუნებრივ პირობებშიც ისევე, როგორც მოშინაურებულ გარემოში, ცოცხალი სამყაროს განვითარებისათვის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს ცოცხალი ორგანიზმების (სახეობების) ცვალებადობა, მაგრამ ცვალებადობის ფაქტი იოლი დასანახია მოშინაურებულ პირობებში (რადგანაც აქ ეს პროცესი უფრო ძლიერია), ხოლო მისი არსებობის დასაბუთება ბუნებრივ პირობებში ურთულესი პრობლემაა.

დარვინს ესმოდა, რომ მოშინაურებულ პირობებში ჯიშთა ცვალებადობისაგან განსხვავებით, ბუნებრივ პირობებში სახეობათა ცვალებადობაზე უშუალო დაკვირვება შეუძლებელია. ამიტომაც, ბუნებრივ პირობებში სახეობათა ცვალებადობის დასაბუთება დარვინმა სცადა არაპირდაპირი საბუთებით. ერთ-ერთი ასეთი საბუთი, დარვინის აზრით, არის თვით ჯიშისათვის დამახასიათებელი თავისებურება — ჯიშური ნიშნების მყარად გადაცემა თაობებში, ანუ უნარი იმისა, რომ „შეინარჩუნოს თავისი ჯიში სუფთად“. თუ ჩავთვლით, რომ ჯიშები „წარმოიშობა ერთი სახეობისაგან, მაშინ მსგავსი ფაქტები გვაიძულებენ სერიოზულად დავეჭვდეთ ბევრი ახლონათესაური ბუნებრივი სახეობის უცვლელობაში“, რადგანაც ვხედავთ, რომ სახეობათა რასები ანუ ჯიშები თაობებში ინარჩუნებენ შეცვლილ რასობრივ (ჯიშურ) ნიშნებს. მეორე მხრივ, ლამარკის მსგავსად, დარვინმაც ბუნებაში სახეობათა ცვალებადობის დასასაბუთებლად მოიმარჯვა თანაფარდობა სახეობებსა და სახესხვაობებს შორის.

ლამარკამდე და დარვინამდე სახეობები უცვლელად მიაჩნდათ და, შესაბამისად, არ აღიარებდნენ გენეტიკურ კავშირებს სახეობათა შორის. მანამდე ბევრი თვლიდა, რომ ბუნებაში ცვლილებები ხდება მხოლოდ სახესხვაობათა დონეზე. მაგრამ ასეთი ცვლილებები არასდროს არ გამოდის სახეობის

ფარგლებს გარეთ, ამიტომაც სახეობები ყოველთვის გამოყოფილია ნათლად გამოხატული საზღვრებით. ცალკეულ შემთხვევაში სახეობები მართლაც მკვეთრად არიან გამიჯნულნი, მაგრამ არც თუ იშვიათად არსებობენ ისეთი სახეობებიც, რომელთა შორისაც საზღვრის გავლება ძალზე უჭირთ შესაბამისი პროფილის სისტემატიკოსებსაც კი. ეს განსაკუთრებით შეიმჩნევა მსხვილი სისტემატიკური გვარების სახეობებში. ასეთ სახეობებს დარვინი ხშირად „საეჭვოს“ უწოდებდა. დარვინმა ბუნებაში სახეთა ცვალებადობის დასადასტურებელ ერთ-ერთ საბუთად, სწორედ, საეჭვო სახეობების არსებობა გამოიყენა.

დარვინს მოჰყავს ალფონსისა და დეკანდოლის მონაცემები, რომ საეჭვო სახეობები განსაკუთრებით ბევრია მუხაში (Quercus). დარვინის დროს ამ გვარის მცენარეში 200-მდე სახეობას ითვლიდნენ, აქედან 2/3 საეჭვო სახეობას წარმოადგენდა. რაც უფრო დეტალურად შეისწავლებოდა ცოცხალი სამყარო სისტემატიკური თვალსაზრისით, მით უფრო იზრდებოდა საეჭვო სახეობების რაოდენობა. დარვინი თვლის, რომ სახეობათა შორის გარდამავალი — შუალედური ფორმების არსებობა სახესხვაობათა სახით ნამდვილად მიუთითებს იმაზე, რომ ბუნებაში სახეობები განიცდიან ცვალებადობას. მან ჩათვალა, რომ სახესხვაობები, ეს შეცვლილი და ახალ სახეობათა ფორმირების სხვადასხვა ეტაპზე მყოფი ფორმებია.

სახეობები რომ იცვლებიან და ამას ძირითადად განაპირობებს ცვლილებები საარსებო გარემო პირობებში, ამის საბუთად დარვინს მოჰყავს საეჭვო სახეობების სიმრავლის შესაბამისობა არეალის სიდიდესთან. რაც დარვინის მიხედვით, ცვალებადობის დამადასტურებელი კიდევ ერთი საბუთია. რაც უფრო ფართო გავრცელების არეალი გააჩნია სახეობას, მით უფრო მეტია მასში საეჭვო სახეობებიც. სახეობები, რომლებიც „მრავალრიცხოვნებით“, „აყვავებით“, „გაბატონებით“ და შესაბამისად, „ფართო განსახლებით“ ხასიათდებიან, — ამბობს დარვინი, — „ყველაზე მეტად აძლევენ დასაბამს კარგად გამოკვეთილ ნაირსახეობებს“ ანუ „დამწყებ (ჩანასახოვან)“ სახეობებს. ამიტომაც, სახეობრივი ვარიაციები ყველაზე ძლიერადაა წარმოდგენილი კოსმოპოლიტურ სახეობებში.

მაგალითად, მუხა ფართო არეალით ხასიათდება, ამიტომაც სახესხვაობებიც მასში სიმრავლით გამოირჩევა.

ზოგჯერ სახეთა ცვალებადობის უარსაყოფად იყენებენ ფაქტს, რომ ბუნებაში ხშირად არ არის გარდამავალი, შუალედური სახეობები. უმეტესად არც მათი ნამარხები მოიპოვება ქანებში. დარვინი ამას შემდეგნაირად ხსნის: „დედამიწის ქერქი მასში განამარხებული მასალებით განსილული უნდა იქნეს არა როგორც მდიდარი მუზეუმი, არამედ როგორც ღარიბი კოლექცია, რომელიც, ჩვენდა საბედნიეროდ შექმნილია გადარჩენილი ორგანიზმების ხარჯზე“.

სახეობათა ცვალებადობის დამტკიცებისათვის დარვინი კიდევ ერთ, მესამე საბუთად ასახელებს ზოგჯერ აშკარა შეუსაბამობის არსებობას ორგანოს აგებულებასა და ფუნქციას შორის. მთის ბატები, რომლებიც კარგა ხანია მოშორდნენ წყლის გარემოს და მთის პირობებში გადავიდნენ, ჯერ კიდევ ხასიათდებიან კიდურებზე თითებს შორის საცურაო აპკის არსებობით. ეს ნიშანი მთის პირობებში ამ ფრინველებისათვის სრულიად არაადაპტურია, უფრო მეტიც, აუარესებს მათი არსებობის შესაძლებლობებს. ასევე, ზოგიერთ ოკეანურ კუნძულებზე მცენარეთა თესლები ხასიათდებიან სამარჯვეებით, რითაც თესლი ემაგრება ძუძუმწოვრების ბეწვს და ასე ვრცელდება, მაშინ, როცა ზოგიერთ ასეთ კუნძულზე საერთოდ არაა ძუძუმწოვრები. ასეთი ფაქტების მიზეზად დარვინი იმას ასახელებს, რომ ყოველი ცოცხალი ორგანიზმი თანდათანობითი ცვალებადობის დაგროვების გზით ეგუება გარემოს და ასეთ შემთხვევებში სათანადო ადაპტური ცვლილებები ჯერ კიდევ არ შეხებია კიდურებზე თითებს შორის აპკს, ან კიდევ თესლების შესაბამის სამარჯვეებს. გავა დრო, — თვლის დარვინი, — და ეს ნიშნები თანდათან გაქრება, ან შესაბამისი ორგანიზმები განადგურდებიან.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, დარვინი აკეთებს გაბედულ დასკვნას: „არ შეიძლება ეჭვის შეტანა იმაში, რომ სახეობათა უმრავლესობა ვითარდება უაღრესად თანდათანობით“.

ჩ. დარვინი არსებობისათვის ბრძოლის შესახებ

როცა დარვინი სწავლობდა ბუნებაში სახეობათა ცვალებადობის ფაქტს და მის მიზეზებს გარემო პირობებთან ურთიერთკავშირში, შეამჩნია ცოცხალი სამყაროსათვის დამახასიათებელი მნიშვნელოვანი კანონზომიერება, ე.წ. სწრაფვა ინტენსიური გამრავლებისაკენ ანუ ჭარბდასახლებისადმი მიდრეკილება.

დედამიწაზე არსებული ყოველი ცოცხალი ორგანიზმი გაცილებით უფრო მეტ შთამომავალს წარმოქმნის, ვიდრე გადარჩება და მიაღწევს ზრდასრულ მდგომარეობას. წარმოვიდგინოთ, როგორ სწრაფად მრავალდებიან ბაქტერიები (საათებსა და წუთებში), როგორი დიდი რაოდენობით ქვირითს ყრიან თევზები, როგორ მოკლე დროში იძლევიან დიდი რაოდენობით თაობებს მწერები, როგორი რაოდენობის თესლებს წარმოქმნიან ყვავილოვანი მცენარეები და სხვა. ცხადია, რომ ბუნებაში მართლაც არსებობს საყოველთაო სწრაფვა გაძლიერებული გამრავლებისა და ინტენსიური დასახლებისაკენ.

ყველა წარმოქმნილ ბაქტერიულ უჯრედს რომ გადარჩენის საშუალება ჰქონდეს, რამდენიმე დღე-ღამის განმავლობაში დედამიწის ზედაპირი ბაქტერიების რამდენიმე სმ-ის სისქის შრით დაიფარებოდა. ერთი წყვილი სპილოდან, რომელიც თავის სიცოცხლეში ექვს შვილს შობს, 750 წლის მანძილზე წარმოიშობოდა 19 მილიონი ინდივიდი. დედამიწაზე ერთ-ერთი ყველაზე ნელი გამრავლების უნარის მქონე ამ ცხოველის ყველა ნაშიერი რომ გადარჩეს და მიაღწიოს ზრდასრულ მდგომარეობას, მაშინ რამდენიმე ასეული წლის შემდეგ მთელი დედამიწის ზედაპირს სპილო დაიკავებდა და დასადგომი ადგილიც აღარ დარჩებოდა. ისმის კითხვა: რა განაპირობებს დედამიწაზე ცოცხალი ორგანიზმების სწრაფვას ინტენსიური გამრავლებისადმი?

დარვინმა შეამჩნია, რომ განსაკუთრებით ინტენსიურად მრავლდებიან ისეთი ორგანიზმები, რომლებიც უფრო მეტად ექვემდებარებიან საარსებო გარემოს გამანადგურებელ მოქმედებას. ბაქტერიები იმიტომ მრავლდებიან ძალიან სწრაფად, რომ მათ მზის სხივები ანადგურებს. თევზები იმიტომ ყრიან დიდი რაოდენობით (მილიონობით) ქვირითს, რომ მათ

გარეგანი განაყოფიერება ახასიათებთ, ამიტომაც დიდია შანსი გაუნაყოფიერებლობის ან სხვა თევზებისა და მტაცებლების მიერ ქვირითისა და ლიფსიტების განადგურებისათვის. მეორე მხრივ, სპილოს გამრავლება იმიტომ ხდება ნელა, რომ მის შთამომავლობას გადარჩენის მეტი შანსი აქვს (მტაცებლების სიმცირე, საკვების შედარებით უხვად არსებობა და სხვა). მსგავსი მაგალითების ანალიზის საფუძველზე დარვინი აკეთებს დასკვნას, რომ ორგანიზმთა კვლავწარმოქმნის თავისებურებანი პირდაპირაა დაკავშირებული საარსებო გარემოში ორგანიზმთა ამა თუ იმ ჯგუფისა და სახეობის რიცხობრიობის ოპტიმალური დონის შენარჩუნების შესაძლებლობებთან. „ხშირად უშვებენ, — ამბობს დარვინი, — რომ სახეობათა რიცხობრივი სიჭარბე დამოკიდებულია მის მაღალ თუ დაბალ ნაყოფიერებაზე. მაგრამ ფაქტები მოწმობენ, რომ ეს პირობა ან უმნიშვნელოა, ან აქვს ძალიან მცირე მნიშვნელობა“. სახეობათა რიცხობრივ რეგულაციაში მთავარია საარსებო პირობების ათვისების შესაძლებლობები. ე.ი. დარვინმა არა მარტო შენიშნა ცოცხალ სამყაროში ჭარბდასახლებისადმი სწრაფვა, არამედ დაასაბუთა, რომ იგი წარმოადგენს სახეობის არსებობის შენარჩუნების პირობას. სრულიად გასაგებია, რომ რაც უფრო მაღალია აბიოტური და ბიოტური ფაქტორების გავლენით ამა თუ იმ სახეობის განადგურების ხარისხი, მით მეტად ეძლევა უფრო მაღალი ნაყოფიერების უნარის მქონე ფორმებს შთამომავლობის დატოვების შანსი, რაც თავისთავად იწვევს სახეობის ინტენსიური გამრავლების უნარის გაძლიერებას. „ასე რომ, — ამბობს დარვინი, — მცენარეთა და ცხოველთა საშუალო რაოდენობა მხოლოდ ირიბადაა დამოკიდებული თესლებისა და კვერცხების რაოდენობაზე“. გამოდის, რომ ნაყოფიერება კი არ განსაზღვრავს რიცხობრიობას, არამედ ნაყოფიერების უნარი თვითონ არის სახეობის რიცხობრივი რეგულაციის შედეგი. იგი ასევე აღნიშნავს: „მოაშორეთ ესა თუ ის დაბრკოლება, თუნდაც უმნიშვნელოდ შეამცირეთ განადგურება და სახეობის რიცხობრიობა ნებისმიერ საზღვრებამდე მომენტალურად გაიზრდება“. კვლავგანახლების ინტენსივობა და ტემპები უზრუნველყოფს სახეობის გადარჩენის შესაძლებლობებს

შესაბამის გარემოში. სხვანაირად სახეობა არსებობას ვერ შეინარჩუნებდა.

დარვინის აზრით, გადარჩენის რაც არ უნდა დიდი შანსი ჰქონდეთ სახეობებს მთელ ცოცხალ სამყაროში, როგორც წესი, აუცილებლად ხდება წარმოქმნილი შთამომავალთა ნაწილის განადგურება. ამიტომაც, ყოველი ცოცხალი, ინდივიდუალური განვითარების ყველა ეტაპზე თუ წლის ყველა სეზონის პირობებში, იბრძვის სიცოცხლისათვის (the struggle for life). სიცოცხლისათვის ბრძოლა კი ვლინდება, ერთი მხრივ, ცოცხალ ორგანიზმებს შორის მრავალმხრივი სასიცოცხლო ურთიერთდამოკიდებულების (ბიოტური გარემო) სახით, ხოლო მეორე მხრივ, ცოცხალ ორგანიზმსა და არაცოცხალ (აბიოტურ) გარემოს შორის ურთიერთობის სახით.

ცოცხალ ორგანიზმებს შორის მრვალფეროვანი სასიცოცხლო ურთიერთდამოკიდებულება არსებობს. მტაცებლის რაოდენობა დამოკიდებულია მსხვერპლის რაოდენობაზე, როგორც საკვებზე, მსხვერპლის რაოდენობაც რეგულირდება მტაცებლების არსებობით. თითქმის ანალოგიურია დამოკიდებულება პარაზიტ-მეპატრონეს შორის. ასევე, ცხოველი დამოკიდებულია მცენარეზე და პირიქით. მრავალმხრივი ურთიერთდამოკიდებულება არსებობს თვით მცენარეებს ან ცხოველებს შორის. ცნობილია ურთიერთობათა უამრავი ფორმა (სქესებს შორის, მშობლებსა და შთამომავლობას შორის, ერთი და იგივე ან სხვადასხვა სახეობის ორგანიზმებს შორის და მრავალი სხვა). სრულიად სხვადასხვა ფილოგენეტური ჯგუფების წარმომადგენელთა სასიცოცხლო ურთიერთდამოკიდებულების მაგალითად დარვინს მოჰყავს კატების რიცხობრიობის გავლენა სამყურას მოსავლიანობაზე. ეს მცენარე იმტვერება კრაზანებით, მაგრამ მათ ბუდეებს თაგვები ანადგურებენ, თაგვებს კი — კატები, რითაც ეს უკანასკნელნი არაპირდაპირ, მაგრამ მაინც მონაწილეობენ აღნიშნული მცენარის დამტვერვაში. ორგანიზმთა შორის ასეთი რთული ურთიერთდამოკიდებულება არეგულირებს ცალკეული ცოცხალი ორგანიზმის გამრავლებისა და შთამომავლობის დატოვების შესაძლებლობას. ეს კარგად ვლინდება როგორც სახეობათა შორის ურთიერთობაში, ასევე ორგანიზმებს შორის სახეობის შიგნით.

ამასთანავე, ყოველი ცოცხალი ორგანიზმი დამოკიდებულია არაცოცხალ გარემო პირობებზე (ტემპერატურა, სინესტე, სინათლე, მარილიანობა, რელიეფი და სხვა), რაც ასევე განსაზღვრავს ძირითადად სიცოცხლის კვლავგანახლებისა და შენარჩუნების უნარს.

ასე რომ, ცოცხალ ორგანიზმებს ყოველთვის უხდებათ ბიოტური და აბიოტური გარემო პირობების წინააღმდეგობების დაძლევა, ე.ი. ისინი გამუდმებით ახდენენ „სიცოცხლისათვის ბრძოლას“ და როგორც დარვინი აღნიშნავს, „არ არის არაფერი იმაზე ადვილი, რომ ვაღიაროთ სიცოცხლისათვის საყოველთაო ბრძოლა“.

როგორი სპეციფიკურიც არ უნდა იყოს ურთიერთდამოკიდებულება ცოცხალ ორგანიზმებს შორის ან ცოცხალი ორგანიზმების დამოკიდებულება არაცოცხალი გარემოსადმი, მაინც, ბიოეკოლოგიურად ერთმანეთთან ახლოს მდგომ ფორმებს ამ მხრივ გააჩნიათ შესამჩნევი მსგავსებანი — ისინი შედარებით მსგავს მოთხოვნებს უყენებენ საარსებო გარემოს. ასეთ ურთიერთდამოკიდებულებას დარვინი უწოდებს „სასიცოცხლო შეჯიბრს“ ანუ ორგანიზმთა ურთიერთშეჯიბრს სასიცოცხლო პირობების უკეთ გამოყენებისათვის. „შეჯიბრი შედარებით მკაცრი უნდა იყოს უფრო ახლოს მდგომ ფორმებს შორის, რომლებსაც თითქმის იგივე ადგილი უკავიათ ბუნების ეკონომიკაში, — ამბობს დარვინი, — მაგრამ ალბათ, ერთ შემთხვევაშიც კი ჯერ შევძლებთ განვსაზღვროთ, თუ რატომ იმარჯვებს მაინცდამაინც ერთი სახეობა მეორეზე დიდ სასიცოცხლო ბრძოლაში“.

როგორც დარვინის მსჯელობიდან ჩანს, ცოცხალ ორგანიზმთა შორის სასიცოცხლო ურთიერთობათა მრავალფეროვნებაში სასიცოცხლო შეჯიბრი ერთ-ერთ სახეს წარმოადგენს. იგი შეიძლება იყოს შედარებით ღია და ფარული. მას უფრო აშკარა ხასიათი აქვს სისტემატიკურად ახლოს მდგომ ფორმებს შორის. სასიცოცხლო შეჯიბრს ეკოლოგიური პირობების მსგავსება განაპირობებს. რადგანაც სისტემატიკურად ახლობელ ჯგუფებს შედარებით მსგავსი ეკოლოგიური პირობები გააჩნიათ, აქ უფრო მკვეთრია სასიცოცხლო შეჯიბრის გამოვლინება.

სასიცოცხლო შეჯიბრი ვლინდება ცოცხალ ორგანიზმთა ნებისმიერ ჯგუფში ინდივიდუალური განვითარების ყველა ეტაპზე (თესლი, ღივი, კვერცხი, მატლი, ახალგაზრდა ორგანიზმი, ზრდასრული ორგანიზმი და სხვა), ორგანიზმთა სასიცოცხლო ურთიერთდამოკიდებულების ნებისმიერი ფორმით (პარაზიტობა, მტაცებლობა, სიმბიოზი, თაობებზე ზრუნვა, სქესებს შორის ურთიერთობა და სხვა).

გამოდის, რომ სასიცოცხლო შეჯიბრი ცოცხალი სამყაროსათვის უნივერსალურია, მაგრამ ფორმათა სასიცოცხლო ურთიერთდამოკიდებულების ერთ-ერთი სპეციფიკური ფორმაა. იგი ვლინდება მსგავსი საარსებო გარემო პირობების მქონე ორგანიზმთა ურთიერთდამოკიდებულების სახით და გამოიხატება საარსებო პირობების უკეთ გამოყენების შესაძლებლობაში.

გარდა განხილული ცნებებისა (სიცოცხლისათვის ბრძოლა და სასიცოცხლო შეჯიბრი), დარვინი ხმარობს ზოგად ტერმინს „არსებობისათვის ბრძოლა“ (struggle for existence). ამასთან, გვაფრთხილებს, რომ მას ეს ესმის მეტაფორული გაგებით და აქ გულისხმობს ცოცხალ სამყაროში არსებულ ყოველგვარ სასიცოცხლო ურთიერთდამოკიდებულებათა (ცოცხალ ორგანიზმებს შორის ყოველგვარი დამოკიდებულება, დამოკიდებულება ცოცხალსა და არაცოცხალ გარემოს შორის) ერთობლიობას. დარვინი წერს: „მე უნდა გაგაფრთხილოთ, რომ ამ ტერმინს ვიყენებ ფართო და მეტაფორული გაგებით, იმის გათვალისწინებითაც, რომ ერთი ორგანიზმის არსებობა დამოკიდებულია მეორეზე, ასევე იმის ჩათვლითაც, რომ (რაც უფრო მნიშვნელოვანია) აქ იგულისხმება არა მარტო ერთი ინდივიდის სიცოცხლე, არამედ, მის მიერ მოპოვებული წარმატება შთამომავლობის დატოვების საქმეში“. გამოდის, რომ არსებობისათვის ბრძოლა მოიცავს როგორც სიცოცხლისათვის ბრძოლას, ასევე სასიცოცხლო შეჯიბრს ერთად აღებულს. ურთიერთობათა აღნიშნული ფორმები შეუმჩნევლად გადადიან ერთმანეთში და „მე მოხერხებულობის გამო მივმართავ ზოგად ტერმინს „არსებობისათვის ბრძოლა“, — ამბობს დარვინი.

დარვინის მიხედვით, არსებობისათვის ბრძოლას მიეკუთვნება: სასიცოცხლო შეჯიბრი მხეცებს შორის, რომელიც

ვლინდება პირდაპირი ბრძოლის ფორმით მსხვერპლის დაუფლებისათვის; მსგავს მცენარეებს შორის სასიცოცხლო შეჯიბრი, რომელიც ვლინდება პასიური ფორმით სივრცისა და საკვებისათვის; პარაზიტის დამოკიდებულება თავის ბიოლოგიურ მეპატრონისადმი; სასიცოცხლო შეჯიბრი საერთო მეპატრონის მქონე პარაზიტებს შორის; სასიცოცხლო შეჯიბრი სხვადასხვა სახეობის ორგანიზმებს შორის ეკოლოგიური გარემოსადმი მსგავსი მოთხოვნების გამო; ცოცხალი ორგანიზმების დამოკიდებულება გარემოს აბიოტური ფაქტორებისადმი და მრავალი სხვა.

ასე რომ, დარვინისეული არსებობისათვის ბრძოლა არ უნდა გავიგოთ პირდაპირი მნიშვნელობით. აქ იგულისხმება ცოცხალ სამყაროში არსებული ყოველგვარი ურთიერთობა „ერთი მხრივ, ცოცხალ ორგანიზმებს შორის, ხოლო მეორე მხრივ, ცოცხალი ორგანიზმების დამოკიდებულება არაცოცხალი გარემოსადმი“ (დარვინი). ცოცხალ ორგანიზმებს შორის პირდაპირი წინააღმდეგობა (ბრძოლა) არსებობისათვის ბრძოლის მხოლოდ ერთ-ერთი კონკრეტული გამოვლინებაა. აქ იგულისხმება ორგანიზმთა ის აქტიურობა, რომელიც მიმართულია სიცოცხლის შენარჩუნებისა და თაობების დატოვებისათვის, თანაც არა იმდენად ბრძოლა, არამედ აქტიურობა ამ თვალსაზრისით. დარვინისეულად გაგებული არსებობისათვის ბრძოლა შეიცავს ცოცხალ ორგანიზმთა შორის სასარგებლო ურთიერთდამოკიდებულებასაც, ე.წ. „თანამშრომლობას“, უშუალო დახმარებასაც. იგი ზოგადი გაგებით იხმარება და არ შეიძლება დაყვანილი იქნეს ცოცხალ სამყაროში მხოლოდ წინააღმდეგობისა და ბრძოლის გამოვლინებამდე. დარვინისეულ არსებობისათვის ბრძოლას ლ. დავითაშვილი შემდეგნაირად აფასებს: „არსებობისათვის ბრძოლის ქვეშ დარვინი გულისხმობდა ორგანიზმების ყოველგვარ მოქმედებას, რაც მიმართული იყო თავისი სიცოცხლის შენარჩუნებისა და რაც შეიძლება მეტი შთამომავლობის დატოვებისკენ, ამით – ნებისმიერი წინააღმდეგობის გადალახვისკენ, რომელიც მას ამ გზაზე ხვდება“. ამასთანავე, საყურადღებოა ისიც, რომ შშალჰაუზენი მიუთითებს, ინგლისური სიტყვა „struggle“ უფრო „აქტიურობას“, „მოქმედებას“ ნიშნავს, ვიდრე ბრძოლას.

დარვინმა ტერმინი „არსებობისათვის ბრძოლა“ „ისესხა“ ინგლისელ ეკონომისტ მალთუსისაგან, რომელმაც თავის შრომაში „მოსახლეობის ეკონომიკური კანონების გამოცდილებიდან“ გაატარა აზრი, რომ ადამიანები დედამიწაზე გაცილებით უფრო სწრაფად მრავლდებიან, ვიდრე მათი მოთხოვნების დაკმაყოფილების შესაძლებლობანი. ის თვლის, რომ ადამიანები მრავლდებიან გეომეტრიული პროგრესიით, როცა მათი არსებობის საშუალებები მატულობს არითმეტიკული პროგრესიით. აქედან გამომდინარე, იქმნება შეუსაბამობა ადამიანთა გამრავლების ტემპსა და მოთხოვნების დაკმაყოფილების შესაძლებლობებს შორის. ყოველივე ამას მივყავართ არსებობისათვის ბრძოლის ფაქტისაკენ. ასე რომ, იგი აყენებს ადამიანთა გამრავლების ტემპების რეგულირების საჭიროების პრობლემას. გამოდის, რომ არსებობისათვის ბრძოლის მალთუსისეული და დარვინისეული გაგება მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. შეიძლებოდა დარვინს არც კი ეხმარა გამოთქმა „არსებობისათვის ბრძოლა“, მის მიერ გამოყენებული ტერმინი „სიცოცხლისათვის ბრძოლა“, ალბათ, მნიშვნელოვნად ავსებს კიდეც დარვინისეულ წარმოდგენას ყოველი ცოცხალის დამოკიდებულების შესახებ ცოცხალ თუ არაცოცხალ გარემოსთან. ასეთ შეშთხვევაში თვით დარვინის მოსაზრებით, ყურადღების გარეშე დარჩებოდა სასიცოცხლო შეჯიბრი.

დარვინი გამოყოფს არსებობისათვის ბრძოლის სამ ფორმას: *არსებობისათვის ბრძოლა სახეობის შიგნით, სახეობათა შორის და ბრძოლა არახელსაყრელ გარემო პირობებთან* (კონსტიტუციური — ფრანგ. არსებითი, ძირითადი).

არსებობისათვის ბრძოლა ბუნებაში საოცრად მრავალფეროვანია, როგორც გამოვლინებით, ასევე თავისი შედეგებით.

არსებობისათვის ბრძოლა ყველა დონეზე სხვადასხვა სახით ვლინდება, დაწყებული სასარგებლო ურთიერთდამოკიდებულებიდან (სიმბიოზი, ურთიერთდახმარება), დამთავრებული აშკარა, მწვავე ბრძოლით (შტაცებლობა, პარაზიტიზმი, კანიბალიზმი და სხვა). ლ. დავითაშვილის აზრით, „თუ ფაქტებს ყურადღებით შევისწავლით, აღმოჩნდება, რომ ამა

თუ იმ ორგანიზმში არსებობს არა მარტო შიდასახეობრივი კონკურენცია, არამედ პირდაპირი კანიბალიზმიც, თანაც ამ მოვლენების აღიარებაში, რაც ნამდვილად არსებობს, არ არის და არც შეიძლება იყოს არავითარი „რეაქციულობა“. კანიბალიზმი არსებობდა არა მარტო უწინ, არამედ სრულიად ახლახან ნამდვილ ადამიანებშიც — Homo sapiens-ის წარმომადგენლებში. იქამდე მისულა საქმე, რომ მგლები ჭამენ თავიანთ სუსტ, ავადმყოფ თანამოძმეებს ან ქარიყლაპია იკვებება თავისი ლიფსიტებით. რატომაა, რომ ამის აღიარება არის „ჭკუის შემშლელი რეაქციული იდეა?“.

დარვინს ბუნებაში არსებობისათვის ბრძოლის აღიარებისაკენ უბიძგა მის მიერ აღმოჩენილმა კანონზომიერებამ — ცოცხალ ორგანიზმთა სწრაფვამ ინტენსიური გამრავლებისა და ჭარბდასახლებისაკენ. „რადგანაც ჩნდებიან ორგანიზმები უფრო მეტი რაოდენობით, — ამბობს დარვინი, — ვიდრე შეუძლიათ გადარჩნენ, თითოეულ ასეთ შემთხვევაში უნდა წარიმართოს არსებობისათვის ბრძოლა ერთი სახეობის ან სხვადასხვა სახეობის ინდივიდებს შორის ან კიდევ — ფიზიკურ სასიცოცხლო პირობებთან“.

როგორც ვხედავთ, დარვინმა შეამჩნია ჭარბდასახლებისაკენ სწრაფვა ცოცხალ სამყაროში და სწორადაც შეაფასა მისი ბიოლოგიური მნიშვნელობა. ყოველივე ამან მას დაანახა, რომ ყველა გაჩენილი ცოცხალი ვერ გადარჩება, ვერ მიაღწევს ზრდასრულ მდგომარეობას და ვერ დატოვებს შთამომავლობას. ამიტომაც, ამ აუცილებელი სასიცოცხლო პირობისათვის ორგანიზმები ებმებიან მრავალმხრივ ურთიერთდამოკიდებულებაში ერთმანეთთან და არაცოცხალ გარემოსთან, ე.ი. ცოცხალ სამყაროში გაბატონებულია ბრძოლა არსებობისათვის — ბრძოლა სიცოცხლის შენარჩუნებისათვის.

როცა საკითხი ეხება არსებობისათვის ბრძოლის დარვინისეულ კონცეფციას, აქ საკამათო ის კი არ არის, არსებობს თუ არა ბუნებაში დარვინისეულად გაგებული არსებობისათვის ბრძოლა, ცხადია, ეს რეალობაა და ადრე თუ გვიან მას აუცილებლად აღიარებენ. დარვინთან ამ მხრივ საკამათოა ის, რომ ინტენსიურ გამრავლებას და ჭარბდასახლებისაკენ სწრაფვას მართლაც მივყავართ თუ არა

არსებობისათვის ბრძოლისაკენ. ისმის კითხვა: მაღალი ნაყოფიერება არის არსებობისათვის ბრძოლის მიზეზი თუ პირიქით, — არსებობისათვის ბრძოლის შედეგია ნაყოფიერების რეგულაცია ცოცხალ სამყაროში. ს. სევერცოვის მიხედვით, ცოცხალ სამყაროში ნაყოფიერების ხარისხი შესაბამისი ბიოლოგიური დაჯგუფებისათვის ისეთივე ადაპტური თავისებურებაა, როგორც ევოლუციურად გამომუშავებული სხვა ადაპტური ნიშანი. დარვინისეული წარმოდგენა, რომ ჭარბდასახლებას (მაღალი ნაყოფიერების საფუძველზე) მივყავართ არსებობისათვის ბრძოლის აუცილებლობამდე, ვერ გამოდგა მყარი არგუმენტი. პრობლემაში უფრო ღრმად ჩახედვა გვარწმუნებს, რომ მაღალი ნაყოფიერება კი არ არის არსებობისათვის ბრძოლის მიზეზი, არამედ პირიქით, ნაყოფიერების რეგულაცია ცოცხალ სამყაროში არსებობისათვის ბრძოლის შედეგია. არსებობისათვის ბრძოლის მთავარი მიზეზი არის საარსებო გარემოს ე.წ. „სასიცოცხლო დაწოლა“ და შესაბამისი ბიოლოგიური დაჯგუფების სასიცოცხლო აქტიურობა. ასეთ პირობებში არსებობისათვის ბრძოლის საიდუმლოება იმალება ნებისმიერი ცოცხალი სუბიექტის არაერთგვაროვან (ინდივიდუალურ) ადაპტურ შესაძლებლობებში, საარსებო გარემოს დაწოლისაგან თავდაცვის განსხვავებულ უნარში, რაც რასაკვირველია, მემკვიდრული ინდივიდუალიზმით არის განპირობებული. ასეთ სიტუაციაში ნებისმიერი რანგის ბიოლოგიურ დაჯგუფებაში ბუნებრივი გადარჩევა ასტაბილიზებს შობადობისა და სიკვდილიანობის ბალანსს.

ბუნებრივი გადარჩევა

დარვინის მიერ ბუნებაში შემჩნეულმა ისეთმა კანონზომიერებებმა, როგორიცაა: ა) ცოცხალი ორგანიზმების მრავალმხრივი ინდივიდუალური განუსაზღვრელი ხასიათის ცვალებადობის შედეგად ორგანიზმთა დიდი მრავალფეროვნების არსებობა ცალკეულ ნიშან-თვისებათა მიხედვით, ბ)ნაყოფიერების ამაღლების ხარჯზე ყოველი ცოცხალისათვის დამახასიათებელი სწრაფვა ჭარბდასახლებისადმი, გ) საარსებო გარემო რესურსების განსაზღვრულობის (დეფიციტის) გამო ყველა ცოცხალის

გადარჩენის შეუძლებლობა, ამის საფუძველზე ცოცხალ სამყაროში საყოველთაო ბრძოლა არსებობისათვის... და სხვა — დარვინი მიიყვანა ცოცხალ სამყაროში ბუნებრივი გადარჩევის არსებობის აღიარებამდე.

ბუნებრივი გადარჩევის ქვეშ დარვინს ესმის პროცესი, რომლის დროსაც არსებობისათვის ბრძოლაში გადარჩენის უპირატესობით სარგებლობენ ორგანიზმები, რომლებსაც გააჩნიათ თუნდაც უმნიშვნელო, მაგრამ სხვებისაგან განსხვავებული სასარგებლო ინდივიდუალური ცვლილებები. ამ დროს ისეთი ორგანიზმები, რომლებიც არ ხასიათდებიან სასარგებლო ცვლილებებით ან შეიცავენ საზიანო ცვლილებებს, სხვადასხვა ხარისხით ექვემდებარებიან ელიმინაციას ანუ განადგურების პროცესს. დარვინი ამბობს: *„სასარგებლო ინდივიდუალური გადახრებისა და ინდივიდუალური ცვლილებების შენახვისა და საზიანოთა მოსპობის პროცესს მე ვუწოდე ბუნებრივი გადარჩევა ანუ შეგუებულთა გადარჩენა“*.

ცნება „გადარჩევა“ ბუნებაში საკმაოდ პირობითი მნიშვნელობით იხმარება. ფაქტიურად, აქ შემოქმედებით გადარჩევას არავინ ახდენს. უბრალოდ, საარსებო რესურსების დეფიციტის პირობებში გადარჩენისა და შთამომავლობის დატოვების მეტი შანსი ეძლევათ ორგანიზმებს, რომლებიც სასარგებლო (საარსებო ბუნებრივი რესურსების უკეთ გამოყენებით) ინდივიდუალური ცვლილებებით ხასიათდებიან. ამასთანავე, იღუპებიან, ე.ი. ველარ ტოვებენ შთამომავლობას და შესაბამისად, თაობებშიც ქრება საზიანო ნიშნების მქონე ორგანიზმები. ამით ხდება ბუნებაში მხოლოდ სასარგებლო ნიშნების მქონე ორგანიზმთა გადარჩენისა და გამრავლების პროცესი. ამდენად, გადამრჩევი ფაქტორის როლში თვით ბუნების სასიცოცხლო პირობები გამოდის.

გამოდის, რომ ბუნებრივი გადარჩევის დროს მიმდინარეობს ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო პროცესი — ბიოლოგიურად სასარგებლო ცვლილებების მქონე ორგანიზმების გადარჩენა (გადარჩევა) და საზიანო ცვლილებების მქონეთა ელიმინაცია (მოსპობა). ამიტომაც, ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით განვითარება მიდის გარემოსთან ორგანიზმთა უკეთ შეგუების (ადაპტოგენეზის) მიმართულებით.

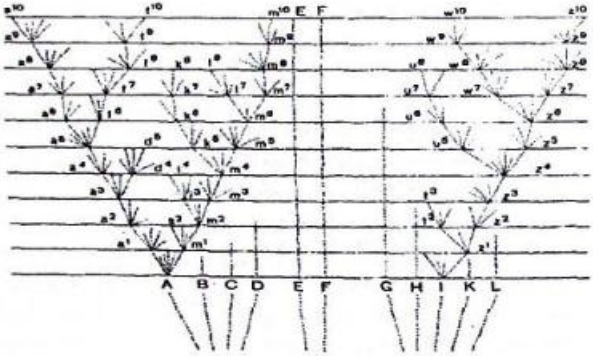
როგორც ვხედავთ, დარვინი არსებობისათვის ბრძოლას უკავშირებს ჭარბდასახლებისადმი სწრაფვას, მაგრამ მას არ თვლის არსებობისათვის ბრძოლის ერთადერთ პირობად. ჭარბდასახლება მხოლოდ აძლიერებს არსებობისათვის ბრძოლის პროცესს. არსებობისათვის ბრძოლის მთავარი მიზეზი არის ის, რომ ყოველი ორგანიზმი მხოლოდ შეფარდებით არის შეგუებული საარსებო პირობებს. ინდივიდუალური თავისებურებებით ყოველი ორგანიზმი ყოველთვის მეტ-ნაკლებად განსხვავებულად აკმაყოფილებს გარემოს მოთხოვნებს. ეს განპირობებულია იმით, რომ ერთი მხრივ, ყოველთვის ხდება ცვლილებები საარსებო გარემოში, ხოლო მეორე მხრივ, ყოველი ცოცხალი ყოველთვის განიცდის ინდივიდუალურ ცვლილებებს, რომლებიც განსხვავებულ შესაძლებლობებს აძლევს მათ, უპირატესობა მოიპოვონ გარემოს უკეთ გამოყენების თვალსაზრისით.

დარვინმა ბუნებრივი გადარჩევის შესახებ თავისი შეხედულებების ილუსტრირება მოახდინა ჟირაფის მაგალითზე. მან დაუშვა შესაძლებლობა, რომ ჟირაფის ადრეულ წინაპართა პოპულაციებში ცალკეული არსებები მცირედ განსხვავდებოდნენ კისრისა და წინა კიდურების სიგრძის მიხედვით. მშობლიურ სავანებში საკვების ნაკლებობის პერიოდში მაღალი და დაბალი ტანის ცხოველები ურთიერთკონკურენციაში ებმებოდნენ ხის ფოთლების მოპოვებისათვის. ასეთ პირობებში უფრო მაღალ ცხოველებს ეძლეოდათ საშუალება, მისწვდომოდნენ ფოთლებს ხის მაღალ ტოტებზე, რაც მიუწვდომელი იყო დაბალი ტანის ჟირაფებისათვის. ეს უკანასკნელნი საკვების დეფიციტის გამო იღუპებოდნენ. მათთან ერთად ქრებოდა მათთვის დამახასიათებელი ნიშნებიც — მოკლე კისერი და მოკლე ფეხები. მაშინ, როცა გრძელი კისრისა და გრძელი ფეხების მქონე ჟირაფები ინტენსიურად მრავლდებოდნენ და ამ თვისებებს გადასცემდნენ თაობებს. ამ გზით აღნიშნული ნიშნები თაობებში თანდათანობით ძლიერდებოდა. ასე რომ, თანამედროვე ჟირაფი არის შედეგი თანმიმდევრული, უწყვეტი თაობათა ცვლის მანძილზე მაღალი არსებების თანდათანობითი გადარჩენისა და გამრავლების უპირატესობის შექმნისა.

დარვინი წერს: განა „შეიძლება დაეჭვება იმაში, რომ ცალკეული არსებისათვის რაღაც მიმართულებით სასარგებლო ცვლილებები წარმოიშვნენ რთულ და მკაცრ სასიცოცხლო ბრძოლაში თაობათა ხანგრძლივი, თანდათანობითი რიგის გარეშე? თუ ასეთი ცვლილებები გამოვლინდებიან, შეგვიძლია კი ჩვენ (როცა ვიცით, რომ იბადებიან გაცილებით მეტი არსებები, ვიდრე შეუძლიათ გადარჩენა) გამოვთქვათ ეჭვი იმაში, რომ არსებები, რომლებსაც თუნდაც უმნიშვნელო უპირატესობა გააჩნიათ სხვებთან შედარებით, ექნებათ მეტი შანსი, გადარჩნენ და გააგრძელონ თავისი მოდგმა? მეორე მხრივ, შეგვიძლია ვიყოთ დარწმუნებული, რომ ყოველგვარი ცვალებადობა, თუნდაც ცოტათი საზიანო, აუცილებლად დაექვემდებარება განადგურებას. სასარგებლო ინდივიდუალურ განსხვავებათა შენარჩუნებასა და საზიანო ცვალებადობათა განადგურებას მე ვუწოდებ ბუნებრივ გადარჩევას“. დარვინი თავისი ბუნებრივი გადარჩევის თეორიით დაუპირისპირდა ცოცხალი სამყაროს ღვთაებრივი შექმნის იდეას. ამ მოსაზრების გასაძლიერებლად მოჰყავს ასეთი მაგალითი: ოკეანური კუნძულების უმრავლესობაზე საერთოდ არ გვხვდებიან ბატრახიები (ბაყაყები, გომბეშო, ტრიტონი), მაშინ, როცა იქ არსებობს მათთვის საუკეთესო პირობები. ისინი ზღვის წყალს ვერ უძლებენ და ამ გზით მათი იქ გადასახლება შეუძლებელი იყო. მსგავსად შეიძლება აიხსნას ძუძუმწოვრების არარსებობა ოკეანურ კუნძულებზე, მაშინ, როცა ზოგიერთ ასეთ კუნძულზე გვხვდება მფრინავი ძუძუმწოვრები.

ბუნებრივ გადარჩევას დივერგენტული ხასიათი აქვს. ერთმა საწყისმა დაჯგუფებამ შეიძლება დასაბამი მისცეს სხვადასხვა მიმართულებით შეცვლილ ჯგუფებს. ამის საუკეთესო მაგალითი თვითონ დარვინმა მოიყვანა კუნძულ მადეირაზე უფრთო და მძლავრი ფრთების მქონე მწერების შესახებ. ამ კუნძულზე სულ აღწერილი 550 სახეობის ბზიკიდან 200 არ ფრინავს (საერთოდ არ აქვს ფრთები, ან რუდიმენტის სახით შემორჩათ). 29 გვარის ენდემური მწერიდან 23 გვარის წარმომადგენლებს საერთოდ არ გააჩნია ფრთები. მათი გაჩენა დარვინმა ძლიერ ქარებს დაუკავშირა. მწერები, რომელთა ცვალებადობა ფრთების გაზრდის მიმართულებით წავიდა,

გადარჩნენ, რადგანაც უფრო ძლიერი ფრთების მქონე ფორმები უფრო იოლად უწევდნენ ქარს წინააღმდეგობას. ასევე გადაურჩებოდა ქარს მწერები, რომლებსაც ფრთები საერთოდ არ ჰქონდათ, ვერ ფრენდნენ და დაცოცავდნენ მიწაზე. ხოლო შუალედურ ფორმებს, რომლებსაც ფრენა შეეძლოთ, მაგრამ ვერ უწევდნენ წინააღმდეგობას ქარს, ქარი წყალში ყრიდა და ანადგურებდა. ე.ი. კიდურა დაჯგუფებები გადარჩნენ, ხოლო შუალედურები ამოწყდნენ.



სურ. 11. სახეობათა დივერგენტული ევოლუციის სქემა (დარვინის მიხედვით).
A-L — ერთი ტაქსონის სახეობები (A,I — სახეობები ქვესახეობებით);
E-E, F-F — სახეობები, რომელთაც არ განუცდიათ ცვლილებები;
B,C,D,G,H,K,L — ამოწყდარი სახეობები; $a^{19} - z^{10}$ — ახალი სახეობები.

დივერგენტული ევოლუცია ბუნების სახეობრივი მრავალფეროვნების ერთ-ერთი მთავარი მიზეზია (სურ. 11). დარვინი წერს: „ერთი და იგივე გვარის სახეობები და ერთი და იგივე ოჯახის გვარები რიცხობრივად მხოლოდ ნელა და თანდათანობით შეიძლება გაიზარდონ. რიგი ნათესაური ფორმების ცვალებადობა და წარმოშობა, როგორც წესი, აუცილებლად უნდა იყოს ნელი და თანდათანობითი პროცესი — ერთი სახეობა საწყისს აძლევს, პირველყოველისა, ორ ან სამ სახესხვაობას, რომლებიც თანდათანობით გარდაიქმნებიან სახეობებად, ისინიც ისეთივე ნელი გარდაქმნებით წარმოქმნიან სხვა სახესხვაობებსა და სახეობებს და ა.შ. დიდი ხის მსგავსად, რომლის ტოტებიც ერთი ღეროსაგან ვითარდება. ეს ხდება მანამ,

ვიდრე დაჯგუფება არ მიაღწევს ფართო განვითარებას". ასე რომ, ბუნებრივი სისტემა სხვადასხვა რანგის ნათესაურად ურთიერთდამოკიდებული ჯგუფებით წარმოადგენს ევოლუციის დარვინისეული გაგების რეალურ და ლოგიკურ შედეგს.

ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად ცოცხალ სამყაროში მყარდება გარკვეული წონასწორული თანაფარდობა — მიზანშეწონილობა. ამ დროს ცოცხალი ორგანიზმი განიცდის სრულყოფას და გარემოსთან შეგუების პროცესს.

გამოდის, რომ დარვინის მიხედვით ბუნებრივი გადარჩევის მთავარი შედეგია: სახეობათა წარმოშობა, ადაპტოგენეზი და ცოცხალი სამყაროს პროგრესული განვითარება. ყოველივე ამას შედეგად ახლავს ცოცხალ სამყაროში ერთიანი ბუნებრივი სისტემის ჩამოყალიბება. „ჯგუფების განლაგება ყოველი კლასის შიგნით საჭირო დაქვემდებარებაშია ერთმანეთის მიმართ და ეს რომ ბუნებრივი იყოს, აუცილებელად მკაცრად გენეალოგიური უნდა იყოს". „საერთო წინაპართან სისხლით მსგავსება შეიძლება საკმაოდ მნიშვნელოვნად ირყეოდეს. ამითაა განპირობებული ფორმათა განლაგება სხვადასხვა გვარში, ოჯახში, ქვერიგსა და რიგში",— ამბობს დარვინი.

დარვინი ცოცხალ ბუნებაში არსებულ ყოველგვარ თავისებურებას ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით ხსნის. იგი ამბობს: „შესაძლებელი რომ იყოს ჩვენება, რომ არსებობს რთული ორგანო, რომელიც შეიძლება წარმოიშვას მრავალმხრივი თანდათანობითი უმნიშვნელო ცვალებადობის გარეშე, მაშინ ჩემი თეორია სრულ კრახს განიცდიდა". იგი თვლის, რომ თვალი, ჰიდროიდული მედუზების თვალის ლაქიდან დაწყებული, თანამედროვე პრიმატების ურთულესი თვალით დამთავრებული, ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების შედეგად ჩამოყალიბდა. დარვინი ბუნებრივი გადარჩევის თეორიით შესანიშნავად ხსნის ცოცხალ სამყაროში ორგანიზმთა შორის ურთიერთშეგუების (კოადაპტაციის, შეუღლებული ევოლუციის) მაგალითებს. მცენარეებში ყვავილის შეფერილობისა და სურნელების, როგორც ნიშნების ჩამოყალიბება, მისი აზრით, დაკავშირებულია მწერების მიერ მცენარის მიგნებასთან. მცენარეებში ეს ნიშნები (ყვავილის მკვეთრი შეფერილობა და

სურნელება) მწერების სასარგებლოდ კი არ გამომუშავებულა, არამედ ჩამოყალიბდა თვით მცენარის გადარჩენისა და თაობების დატოვებისათვის. ამ მოვლენის მექანიზმების ახსნა შეუძლებელია ბუნებრივი გადარჩევის გარეშე.

დარვინი ამ თეორიის გამოყენებით ხსნის მცენარეებში ჯვარედინი დამტვერვის გზების წარმოშობას და მწერიჭამიობის თვისების გამომუშავებას, ელექტრულ მოვლენებს ცხოველებში, შრომის განაწილებისა და ოჯახში უსქესო და უნაყოფო თაობების წარმოშობას საზოგადოებრივ მწერებში. დარვინი ამბობს: „საზოგადოებრივ ცხოველებში იგი (გადარჩევა — ა.დ.) აგუებს ყოველ ინდივიდს მთელი საზოგადოების მოთხოვნილებებს. ეს ხდება მაშინ, როცა მხოლოდ მათი ერთიანობა მიიღებს სარგებლობას გადარჩევას დაქვემდებარებული ინდივიდების ცვლილებების გზით“. დარვინის აზრით, ბუნებრივი გადარჩევა იწვევს ცოცხალის ყოველმხრივ ცვლილებას. „მას შეუძლია იმოქმედოს ყოველგვარ შინაგან ორგანოზე, — ამბობს დარვინი, — კონსტიტუციური თავისებურების ყოველ გამოვლენაზე, ყოველგვარ სასიცოცხლო მექანიზმზე“. გამოდის, რომ დარვინის მიხედვით, ბუნებრივი გადარჩევა უზრუნველყოფს ცოცხალ სამყაროში ყველა მისი ძირითადი კანონზომიერებისა და თავისებურების, სასიცოცხლო მექანიზმების ბიოევოლუციურ ჩამოყალიბებას. ამიტომაც, იგი ცოცხალი სამყაროს ევოლუციის ძირითადი მამოძრავებელი ფაქტორია.

შედარება ხელოვნურ და ბუნებრივ გადარჩევას შორის

ხელოვნურ და ბუნებრივ გადარჩევას შორის არის როგორც მსგავსება, ასევე მნიშვნელოვანი განსხვავებაც.

მსგავსება გამოიხატება იმაში, რომ ორივე შემთხვევაში ხდება გადარჩევის პროცესი, ცოცხალ ორგანიზმთა გარკვეული დახარისხება, რომლის გადარჩენული ნაწილი აგრძელებს არსებობას და ეძლევა შთამომავლობის დატოვების საშუალება, ხოლო მეორე ჯგუფი, ე.წ. „დაწუნებული“ ნაწილი, გადარჩევის შედეგად განიცდის განადგურებას.

ორივე გადარჩევის დროს გადარჩევისათვის მასალის მიმწოდებელი არის მემკვიდრეობითი ინდივიდუალური

ცვალებადობანი. ორივე შემთხვევაში „გადარჩეული“ ნიშანთვისებები მაგრდება და თანდათანობით ძლიერდება თაობების მანძილზე.

როგორც ხელოვნური, ასევე ბუნებრივი გადარჩევის დროს გადარჩევის ეფექტურობა დამოკიდებულია გადასარჩევ ორგანიზმთა რაოდენობაზე. რადგანაც სიმრავლის პირობებში მაღალია საჭირო ინდივიდუალური მემკვიდრეობითი ცვლილებების აღმოცენების რისკი და გადარჩენისა და ელიმინაციის ეფექტურობაც. ორივე შემთხვევაში გადარჩევას აქვს დივერგენტული ხასიათი, რასაც განაპირობებს, ერთი მხრივ, მემკვიდრულ ცვალებადობათა განუსაზღვრელი ხასიათი, ხოლო მეორე მხრივ, გადამრჩევ ფაქტორთა დიფერენცირებული მოქმედება კონკრეტული ტიპის ცვალებადობის პირობებში.

ორივე გადარჩევის დროს ხდება სასარგებლო ნიშანთვისებათა თანდათანობითი დაგროვების პროცესი და ეფექტი იზრდება დროის განმავლობაში. ამიტომაც, ორივე გადარჩევა თანდათანობითი ისტორიული პროცესია.

ბუნებრივ და ხელოვნურ გადარჩევას შორის მთავარი განსხვავება გამოიხატება მოქმედების მექანიზმებსა და ძირითად შედეგებში.

ხელოვნურ გადარჩევას აწარმოებს ადამიანი და მას წარმართავს საკუთარი ინტერესების შესაბამისად, მაშინ, როცა ბუნებრივ გადარჩევას არეგულირებს არსებობის პირობები და მას წარმართავს გარემოსადმი ორგანიზმთა შეგუების მიმართულებით.

ხელოვნური გადარჩევის შედეგად იქმნება ჯიშები, ხოლო ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით — სახეობები.

ხელოვნური გადარჩევის დროს დაგროვილი ნიშნები ძირითადად საზიანოა თვით ორგანიზმისათვის, მაშინ, როცა ბუნებრივი გადარჩევა მხოლოდ ბიოლოგიურად სასარგებლო ნიშნების დაგროვებას ეფუძნება.

ხელოვნური გადარჩევის მოქმედება დაიწყო ადამიანის მიერ მცენარეთა და ცხოველთა მოშინაურების შემდეგ, მაშინ, როცა ბუნებრივი გადარჩევა დაიწყო მას შემდეგ, რაც გაჩნდა დედამიწაზე ელემენტარული ცოცხალი სისტემა.

ჩ. დარვინის ევოლუციური თეორიის საერთო შეფასება

ჩ. დარვინმა თავისი ევოლუციური თეორიით ნამდვილი რევოლუცია მოახდინა არა მარტო ბიოლოგიურ მეცნიერებაში, არამედ, ცოცხალი სამყაროს განვითარებასთან დაკავშირებულ მსოფლმხედველობის სფეროშიც.

დარვინის მოძღვრება ეფუძნება თვისობრივად ახალ ბიოლოგიურ აზროვნებას. თუ მანამდე ბიოლოგია საერთოდ უარყოფდა ცოცხალი სამყაროს წარმოშობა-განვითარებას და ყველაფერს ყოვლისშემძლე შემოქმედის ძალას უკავშირებდა (კრეაციონიზმი) ან აღიარებდა სახეთა ცვალებადობას და ისტორიულ განვითარებას, თუმცა მის მიზეზებად ორგანიზმის შინაგან ძალებს აცხადებდა (ლამარკიზმი), დარვინმა არა მარტო აღიარა ევოლუციური განვითარება, არამედ, მდიდარ ფაქტობრივ მასალაზე დაყრდნობით დაასაბუთა კიდეც მისი არსებობა. ამასთანავე, შეისწავლა ევოლუციის მამოძრავებელი ძალები ანუ ძირითადი ევოლუციური ფაქტორები, გააანალიზა მათი მოქმედების მექანიზმები და ძირითადი შედეგები.

დარვინმა დაასკვნა, რომ ევოლუციურ განვითარებას არეგულირებს ისეთი ძირითადი ფაქტორები, როგორიცაა: ცვალებადობა, არსებობისათვის ბრძოლა და ბუნებრივი გადარჩევა. ამასთან, ევოლუციის მთავარ მარეგულირებელ ფაქტორად მან ბუნებრივი გადარჩევა გამოაცხადა. ამ თეორიით დარვინმა ახსნა ცოცხალ ბუნებაში სახეთა მრავალფეროვნების, გარემოსთან ორგანიზმთა შეგუებისა და, საერთოდ, ცოცხალ სამყაროში პროგრესისა და მიზანშეწონილობის წარმოშობის მთავარი მიზეზები.

აქედან გამომდინარე, დარვინის ევოლუციური თეორია ბიოლოგიაში ამკვიდრებს მატერიალისტურ აზროვნებას და ზოგადბიოლოგიური მეცნიერების ქვაკუთხედი ხდება. ამიტომაც თვლიან, რომ დარვინის მოღვაწეობის შემდეგ თვისობრივად ახალი პერიოდი იწყება ზოგადად ბუნებისმეტყველებაში და კერძოდ, ბიოლოგიის ისტორიაში.

დარვინის შემდგომი პერიოდი ევოლუციური ბიოლოგიის განვითარებაში

ჩ. დარვინის ევოლუციური თეორია თვისობრივად ახლებური აზროვნების დასაწყისი იყო ბიოლოგიურ მეცნიერებაში. ამიტომაც, სრულიად გასაგებია სიძნელეები, რომლებიც ამ მოძღვრებას შეექმნა კრეაციონისტული აზროვნების მხრიდან. ამას ემატებოდა სხვა ხასიათის წინააღმდეგობანიც. რადგანაც ევოლუციური მოძღვრების მთელი რიგი დებულებები ვერ ეფუძნებოდა სათანადო ცდებსა და უშუალო დაკვირვებებს ბუნებაში, ამიტომაც, ნაყოფიერი პირობები იქმნებოდა მთელი რიგი ახალი, ზოგჯერ სპეკულაციური შეხედულებების განვითარებისათვის. ამან განაპირობა ევოლუციურ მოძღვრებაში უამრავი ახალი ვარიაციის ჩამოყალიბება. ზოგიერთი მათგანი აშკარა არადარვინისტულ საფუძველზეც კი იდგა. ცალკეულ შემთხვევაში წინააღმდეგობას განაპირობებდა თვით ევოლუციური მოძღვრების კვლევის ობიექტის სირთულე და შესწავლის მეთოდების არასრულყოფილება. ევოლუციის ფაქტორების, მიზეზებისა და მექანიზმების შესახებ ყალიბდებოდა ურთიერთგამომრიცხველი შეხედულებები. ამას ემატებოდა სიძნელეები, რომლებიც უკავშირდებოდა ბიოლოგიის სხვადასხვა დარგის წარმომადგენელთა განსხვავებულ მეთოდოლოგიურ მიდგომას ევოლუციის პრობლემებისადმი. ხშირად, პრობლემების ინტერპრეტაციის დროს გენეტიკოსები სათანადო ანგარიშს არ უწევენ ეკოლოგიურ და ბიოგეოცენოლოგიურ საკითხებს, პალეონტოლოგები კი ზოგჯერ მხოლოდ ფაქტობრივ მასალას ეყრდნობიან და არ ითვალისწინებენ ზოგადბიოლოგიურ კანონზომიერებებს.

ზოგჯერ იქამდეც მიდიოდა საქმე, რომ ეჭვის ქვეშ დგებოდა ევოლუციური მოძღვრების, როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერების, არსებობის საკითხიც.

ყოველივე ამან და სხვა სიძნელეებმა თავისი გავლენა მოახდინეს დარვინისშემდგომი პერიოდის ევოლუციური თეორიის განვითარებაზე. იმისდა მიხედვით, თუ რომელი მიმართულება იკავებდა წამყვან ადგილს, გამოყოფენ სხვადასხვა პერიოდს. მათ

შორის რუსულ ლიტერატურაში პოპულარობით სარგებლობს კ.ზავადსკის პერიოდიზაცია (ცხრ. 1):

ცხრილი 1

დარვინისშემდგომი პერიოდის ევოლუციური მოძღვრების პერიოდიზაცია (კ.ზავადსკის მიხედვით)

პერიოდი	დრო, რომელსაც მოიცავს პერიოდი (წლები)	პერიოდის დახასიათება
I	1859-1864	ბრძოლა ევოლუციური თეორიის დამკვიდრებისათვის. რევოლუციური გარდაქმნის პერიოდი ბიოლოგიაში. სახეთა უცვლელობის რღვევა.
II	1865-1900	დარვინიზმისა და ევოლუციის სხვა ძირითად მიმართულებათა ფორმირება. დაპირისპირება მათ შორის. ევოლუციური ბიოლოგიის ჩამოყალიბება ისტორიული შეთოდის საფუძველზე. ორი ქვეპერიოდი: ა) გარემოსთან ურთიერთობაში შეძენილი ნიშნების მემკვიდრეობით გადაცემის შეუძლებლობის დამტკიცება (ვეისმანი, 1883) ანუ ნეოდარვინიზმის ფორმირება; ბ) ორგანიზმთა ინდივიდუალური განვითარების ექსპერიმენტული გამოკვლევების პრინციპების დაფუძნება.
III	1901-1920	ევოლუციური მოძღვრების თეორიული საფუძვლების კრიზისი, რაც გამოწვეული იყო გენეტიკის, როგორც მეცნიერების, წარმოშობით და მისი წინააღმდეგობით დარვინიზმთან, ევოლუციის სხვა კონცეფციების (ნოოგენეზი, პოლიგენეზი და სხვა) დაწოლით დარვინიზმზე. ანტიდარვინიზმის ყველა ფორმის გაძლიერება.
IV	1921-1940	გენეტიკური ანტიდარვინიზმის რღვევა და ევოლუციაში პოპულაციური აზროვნების ჩამოყალიბებისათვის წინამძღვრების ფორმირება. არსებობისათვის ბრძოლისა და ბუნებრივი გადარჩევის ექსპერიმენტული გამოკვლევების დასაწყისი.
V	თანამედროვე პერიოდი	ევოლუციის სინთეზური თეორიის ფორმირება და განვითარება. სახეთა წარმოშობის მამოძრავებელი ძალებისა და ევოლუციის ელემენტარული შექანიზმების შესწავლისათვის ბიოლოგთა ერთობლივი სწრაფვა.

დარვინიზმის დაცვა და პროპაგანდა მოწინავე ბიოლოგების მიერ

დარვინის მოძღვრება ცოცხალი სამყაროს ბიოლოგიური ევოლუციის მატერიალისტური გაგების ქვაკუთხედია. ამისათვის თითქმის საუკუნეების განმავლობაში მზადდებოდა ბიოლოგიური აზროვნება. ამიტომაც, ეს მოძღვრება მაშინვე აიტაცეს მოწინავე ბიოლოგებმა და საერთოდ, ფართო საზოგადოებრიობამ. ამაზე ისიც მეტყველებს, რომ დარვინის ძირითადი შრომა „სახეთა წარმოშობა“ ერთ წელიწადში სამჯერ გამოიცა. ცხადია, მას არც რელიგიური სამყარო შეხვედრია გულხელდაკრეფილი. მათ საყოველთაო ბრძოლა გამოუცხადეს ამ მოძღვრებას.

1859 წელს, „სახეობათა წარმოშობის“ გამოქვეყნებისთანავე, პრესაში ფართო პოლემიკა დაიწყო დარვინის მოძღვრების ირგვლივ. როცა აკრიტიკებენ დარვინს, ამასთანავე, ძლიერ ამახინჯებენ მის ძირითად პრინციპებსა და დებულებებს. დარვინი მოელოდა კიდეც ასეთ ხანგრძლივ ბრძოლას. იგი აღნიშნავდა: „ბრძოლა გაგრძელდება მას შემდგომაც, როცა ჩვენ აღარ ვიქნებით“. დარვინი მაინც ობტიმისტურად უყურებდა ბრძოლის საბოლოო შედეგებს და მიაჩნდა, რომ დამახინჯებათა მოქმედება ხანგრძლივი ვერ იქნება. იგი წერს: „ასეთ დაჟინებულ დამახინჯებათა ძალა დიდია, მაგრამ როგორც მეცნიერების ისტორია გვასწავლის, მისი მოქმედება ხანმოკლეა“, „მე ვენდობი მომავალს — ახალგაზრდა მზარდ ნატურალისტთა თაობას, რომელსაც ექნება შესაძლებლობა მიუკერძოებლად აწონოს საკითხის ორთავე მხარე“.

დარვინის კრიტიკა თავდაპირველად მიმდინარეობდა მთავარი საკითხის მიმართ — არსებობს თუ არა ევოლუცია? დარვინის წინააღმდეგ გამოვიდნენ უდიდესი გეოლოგები — სეჯვიკი, ლაელი; პალეონტოლოგები — ოუენი, აგასიცი, ფიხტე; ბიოლოგები — კარპენტერი, ფლურანსი და სხვები. პროფესორი ხუოტონი დარვინისა და უოლესის შრომების გაცნობის შემდეგ პრესაში წერდა: „ყველაფერი ახალი მათში არასწორია, ხოლო რაც სწორია, ახალი არ არის“. ფლურანსი კი აღნიშნავდა: „დარვინმა დაწერა წიგნი სახეობათა წარმოშობის შესახებ, მაგრამ სწორედ ამ წიგნში არ არის სახეობათა წარმოშობა“.

დარვინმა თავისი ევოლუციური მოძღვრებით გაუსწრო თავის თანამედროვეებს. უფრო მეტიც, მისმა ზოგიერთმა ადრინდელმა თანამებრძოლმაც კი შეიტანა ეჭვი დარვინის მოძღვრების სისწორეში. დარვინის მასწავლებელი და მეგობარი სეჯვიკი „სახეობათა წარმოშობის“ გაცნობის შემდეგ წერს: „მე არ ვფიქრობ, რომ დარვინი ათეისტია, თუმცა არ შეიძლია მისი მატერიალიზმი არ წარმოვიდგინო, როგორც ათეისტური“. ის უკვე აშკარა სიძულვილს გამოხატავს დარვინის „დარწმუნებული მატერიალიზმის“ მიმართ.

დარვინს გაუჩნდნენ ერთგული დამცველებიც მაშინდელი გამოჩენილი მეცნიერების სახით: ინგლისში — თ. ჰექსლი და ა. უოლესი, გერმანიაში — ე. ჰეკელი, აშშ-ში — ა. გრეი და სხვები.

დარვინის მოძღვრების საკითხებზე გაჩაღებული ბრძოლის კარგი მაგალითი იყო ოქსფორდის ცნობილი დისპუტი, რომელიც „სახეობათა წარმოშობის“ გამოსვლიდან შვიდი თვის თავზე, 1860 წელს გაიმართა. დარვინი ავადმყოფობის გამო დისპუტს არ დასწრებია, მისი დაცვა პროფესორმა *თ. ჰექსლიმ* იკისრა.

დისპუტისადმი საზოგადოების ინტერესი იმდენად დიდი იყო, რომ გამოყოფილმა დარბაზმა მსურველები ვერ დაიტია და შეკრება მუზეუმის დიდ დარბაზში გადაიტანეს. მიუხედავად იმისა, რომ დარბაზში 700 კაცი ეტეოდა, ყველა მსურველი მაინც ვერ მოთავსდა.

დისპუტზე პირველი სიტყვა აიღო ქ. ოქსფორდის ეპისკოპოსმა *ვილბერფორსმა*. იგი ცნობილი ორატორი იყო და მისი ენაწყლიანი გამოსვლა მთლიანად მიუძღვნა დარვინის დაცინვას და მისი მოძღვრების ლანძღვას. სიტყვის დასასრულს იგი მიუბრუნდა პროფესორ ჰექსლის და შემდეგი სიტყვებით მიმართა: „მე მინდა ვკითხო პროფესორ ჰექსლის, რომელიც ჩემს პირდაპირ ზის და მზად არის შუაზე გამგლიჯოს, როცა მე დავამთავრებ ჩემს გამოსვლას, თქვას, რას ფიქრობს მაიმუნისაგან ადამიანის წარმოშობის თაობაზე? თვლის თუ არა, რომ ის წარმოიშვა მაიმუნისაგან, მაშინ გვიპასუხოს, ბებიას თუ ბაბუას ხაზით?“ მან მიაღწია აუდიტორიის ოვაციებს და ტაშის გრიალში დაასკვნა, რომ დარვინის თეორია მავნეა იმიტომ, რომ იგი ეწინააღმდეგება ყოვლისშემძლე არსების იდეებს.

ვილბერფორსის წარმატება ძალიან ხანმოკლე აღმოჩნდა. ჰექსლიმ თავის საპასუხო სიტყვაში ეპისკოპოსის ლამაზ, მაგრამ არამეცნიერულ გამოსვლას დაუპირისპირა მეცნიერულად არგუმენტირებული, ფაქტობრივი მასალით დასაბუთებული დარვინის თეორია. მან წარმოაჩინა ეპისკოპოსის არაკომპეტენტურობა ბიოლოგიაში და მის მიერ დარვინის მოძღვრების სრული უცოდინარობა.

ვილბერფორსის დამცინავ სიტყვებს მან უპასუხა: „ადამიანს არა აქვს მიზეზი ისირცხვილოს, რომ მისი წინაპრები მაიმუნებია. მე უფრო შემრცხვებოდა, რომ ვიყო წარმოშობილი ისეთი მოუსვენარი და მოლაყბე ადამიანისაგან, რომელიც არ კმაყოფილდება დროებითი შედეგით საკუთარ მოღვაწეობაში და ეჩრება მეცნიერულ საკითხებში, რომელზედაც მას არავითარი წარმოდგენა არა აქვს, ცდილობს თავისი რიტორიკით დაჩრდილოს მეცნიერება და მსმენელთა ყურადღება კამათის ნამდვილი პუნქტიდან გადაიტანოს რელიგიური წარმოდგენების ენაწყლიან ქადაგებამდე“. ჰექსლის წამოძახილით დაემთხვა დარბაზში მჯდომი უდიდესი ბოტანიკოსი ჰუკერი, რომელმაც პირდაპირ აღიარა, რომ ვილბერფორსი სრულ უცოდინარობას ავლენს ბოტანიკაში და არც კი წაუკითხავს ის, რასაც აკრიტიკებსო.

დისპუტი დამთავრდა დარვინის მომხრეთა გამარჯვებით.

ჰექსლი გამოჩენილი ბიოლოგი იყო. იგი დარვინის მსგავსად, სამი წლის განმავლობაში ცურაობდა ავსტრალიის ნაპირებთან. მასაც საინტერესო დაკვირვებები ჰქონდა ბუნებაზე. იგი „სახეობათა წარმოშობით“ მიღებულ შთაბეჭდილებებს ელვას ადარებდა, რომელიც უეცრად გაუნათებს გზას გზააბნეულ კაცს სიბნელეში. მან თავის ლექციებში „ადამიანის ადგილი ბუნებაში“, განავითარა კიდეც დარვინის მოძღვრება. შედარებით-ანატომიური, ემბრიოლოგიური და პალეონტოლოგიური გამოკვლევებით ჰექსლი დარვინზე ადრე ასაბუთებდა ადამიანის ცხოველურ წარმოშობას. იგი იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ ადამიანსა და ანთროპოიდებს შორის თავის ტვინის აგებულების მიხედვით უფრო მცირე განსხვავებაა, ვიდრე უმაღლეს და უმდაბლეს მაიმუნებს შორის. მან დაასაბუთა ხერხემლიანების თავის ქალის აგებულების ერთნაირობა, გამოყო

მტევანფარფლიანების რიგი, დაასაბუთა ნათესაური კავშირების არსებობა ქვეწარმავლებსა და ფრინველებს შორის მენჯისა და კიდურების აგებულების მიხედვით და სხვა. ასე რომ, იგი თავისი კვლევის შედეგებითა და შეხედულებებით მთლიანად დგას დარვინის პოზიციებზე. ჰექსლი ამისათვის მეცნიერულად სათანადოდ იყო მომზადებული. იგი დარვინის შრომის გაცნობის შემდეგ გაკვირვებით წარმოთქვამს: „როგორი ბრიყვია კაცობრიობა, რომ აქამდე ვერ მიხვდა ამას“. ჰექსლის პიროვნულ და მეცნიერულ ღირსებებს დიდ შეფასებას აძლევდა დარვინი. იგი წერს: „მე არ გამოვირჩევი განსჯის სისწრაფით, არც გონებამახვილობით — თვისებებით, რომლებითაც ხასიათდება ბევრი ჭკვიანი ადამიანი, მაგალითად, ჰექსლი“. ჰექსლი იმდენად ერთგული იყო დარვინისა, რომ მას დაცინვით „დარვინის ბულდოგსაც“ კი ეძახდნენ, მაგრამ ეს მისთვის სულაც არ იყო შეურაცხმყოფელი.

დარვინის ერთგული დამცველი იყო მისი მეგობარი და თანამოაზრე ა. *უოლესი*. უოლესმა ახალგაზრდობისას იმოგზაურა სამხრეთ ამერიკაში, შემდეგ სპეციალურად გაემგზავრა მალაის არქიპელაგზე, რათა შეესწავლა დედამიწის ამ საოცრად საინტერესო ახიური სამყაროსა და ავსტრალიის შემაერთებელი ნაწილის ბუნებრივი ისტორია. იგი განსაკუთრებული ინტერესით სწავლობდა მწერებს, მათ შორის პეპლებს. მოგზაურობის პერიოდში მან ჩამოაყალიბა სახეთა ტრანსფორმიზმის თეორია, რომელიც ორი შრომის სახით გამოაქვეყნა: პირველი — 1855 წელს სახელწოდებით — „ახალ სახეობათა წარმოშობის მარეგულირებელი კანონის შესახებ“ და მეორე — „სახესხვაობათა მისწრაფება განუსაზღვრელი ცვალებადობისადმი მათი პირველადი ტიპიდან“. ეს უკანასკნელი მან გამოსაქვეყნებლად დარვინს გაუგზავნა. უოლესი ცდილობს დაასაბუთოს სახეთა წარმოშობის თანდათანობითობა. იგი ახალ სახეობათა წარმოშობას უკავშირებს დროის განმავლობაში სივრცობრივ განცალკევებულობას. „ყოველი სახეობა, — წერს იგი, — როგორც სივრცეში, ასევე დროში წარმოიქმნება ადრე არსებული, მასთან ახლოს მდგომი სახეობებისაგან“. მისი აზრით, ბუნებაში სახეობები შეიძლება უშუალოდ ერთმანეთისაგან არ იყვნენ წარმოშობილი, მაგრამ ისინი ნათესავები იყვნენ იმის

გამო, რომ წარმოიშვნენ საერთო წინაპრისაგან. ამით ის ასაბუთებს ოკეანური კუნძულებისა და შესაბამისი მატერიკების სახეობათა შორეულ ნათესაობას. ნათესაობის დასასაბუთებლად უოლესი იყენებს რუდიმენტული ორგანოების არსებობასაც. იგი აკრიტიკებს ლამარკს ბუნებრივ პირობებში ცხოველებში ახალი ნიშნების წარმოშობის მექანიზმების ახსნაში. ის ამბობს, რომ ჟირაფს კისერი იმიტომ კი არ დაუგრძელდა, რომ საჭიროებამ მას ამის სურვილი გაუჩინა, არამედ იმიტომ, რომ წარმოქმნილ სახესხვაობათა შორის გრძელი კისრის მქონეს ბუნებაში გადარჩენის მეტი შანსი მიეცა. ეს ნიშანი თაობებში თანდათან გაძლიერდა. უოლესი ფაქტიურად, ბუნებრივი გადარჩევის თეორიის ერთ-ერთი თანამოაზრეა, მაგრამ არასდროს წარმოუჩენია საკუთარი დამსახურება და ყოველთვის დარვინის პრიორიტეტს აღიარებდა.

მიუხედავად იმისა, რომ უოლესი ევოლუციის პროცესის დასაბუთების ერთ-ერთი თანაავტორიც იყო, ზოგიერთ საკითხში არ ეთანხმებოდა დარვინს და თვლიდა, რომ ადამიანის სულიერი ბუნება ღვთაებრივი წარმოშობისაა. თუმცა, ყოველთვის აღიარებდა დარვინის უდიდეს დამსახურებას ამ თეორიის შექმნის საქმეში და მისი ერთგული დამცველი დარჩა ბოლომდე. მან 1864 წელს დაწერა შრომა „ბუნებრივი გადარჩევა“ და მოჰყავს დამატებითი საბუთები ბუნებრივი გადარჩევის არსებობის დადასტურებისათვის. მას ეკუთვნის სხვა შრომებიც: „ტროპიკული ბუნება“ (1878), „დარვინიზმი“ (1889). ის ყველგან აქტიურად იცავს დარვინის მოძღვრებას და დარვინს „ბუნებისმეტყველების ნიუტონს“ უწოდებს.

დარვინიზმი სწრაფად იკიდებს ფეხს აშშ-შიც. მას წინ აღუდგა ცნობილი პალეონტოლოგი, კიუვეს მოწაფე ლუი აგასიცი. იგი 1860 წელს გამოვიდა პრესაში დარვინის შრომის გარჩევით და მას უწოდა „ტენდენცია ბოროტებისაკენ“. იგი ცოცხალი სამყაროს ცვალებადობის თეორიას და მის სათანადო დამამტკიცებელ საბუთებს მეცნიერულ შეცდომად მიიჩნევს.

აგასიცს შეეკამათა ცნობილი მეცნიერი *ასა გრეი*. მათ შორის დაპირისპირება აშკარა ბრძოლის ხასიათს ატარებდა. ბოლოს აგასიცი იძულებული გახდა, ეღიარებინა კიდეც, რომ „მე არასდროს არ მოველოდი, რომ ეს თეორია ამგვარად

დაეუფლებოდა ჩვენი დროის ყველაზე ჭკვიან ადამიანებს, მისმა მიღწევებმა გადააჭარბა ყველაფერს, რაც მე შემეძლო წარმოშედგინა“.

დარვინიზმისათვის ბრძოლა ასევე მწვავე ხასიათს იღებს გერმანიაში. ამის მკაფიო მაგალითი გახდა 1877 წელს მიუნხენში გამართული ექიმთა და ბუნებისმეტყველთა ყრილობა. ყრილობაზე დარვინის დაცვა ითავა ცნობილმა ბიოლოგმა *ე. ჰეკელმა*. იგი თავის გამოსვლაში „განვითარების თეორია თანამედროვე პირობებში და მისი დამოკიდებულება საერთო მეცნიერებასთან“, შეეხო დარვინის მოძღვრების ძირითად დებულებებს და მისცა მათ სათანადო შეფასება. დარვინის ერთ-ერთ მთავარ დამსახურებად იგი თვლიდა ადამიანის ცხოველური წარმოშობის დასაბუთებას.

ყრილობაზე ჰეკელის წინააღმდეგ გამოვიდა ცნობილი გერმანელი ბათოლოგ-ანატომი, უჯრედული თეორიის ერთ-ერთი ავტორი რ. ვირხოვი, რომელიც დარვინიზმის მთავარ ნაკლს იმაში ხედავს, რომ იგი ებრძვის რელიგიის იდეებს.

კრეაციონისტული ძალების სიძულვილი ე. ჰეკელისადმი კიდევ უფრო გაძლიერდა, როცა გამოვიდა მისი შრომა „სამყაროს გამოცანები“. ჰეკელს სწერენ ანონიმურ წერილებს, უწოდებენ „ულმერთოს“, „უკანონოს“, „ძაღლსა“ და „მაიმუნს“. ბოლოს მას ვერაგულად დაესხნენ თავს და მოკლეს.

ჰეკელს პირადი ურთიერთობა ჰქონდა დარვინთან. იგი დარვინს სწერს: „მე ვფიქრობ, რომ თქვენ მიუთითეთ სახეთა წარმოშობის ნამდვილ მიზეზებზე“.

ჰეკელი მოხიბლული იყო დარვინის მეცნიერული ნიჭით. იგი წერს: „რაც უფრო მეტად ვეცნობი მე მას, მით უფრო წარმომიდგება იგი სრულყოფილ მეცნიერულ იდეალად“.

ჰეკელმა განავითარა დარვინიზმი მაიმუნისაგან ადამიანის წარმოშობის საკითხებში. მან ივარაუდა მაიმუნებსა და ადამიანებს შორის გარდამავალი (შუალედური) ფორმების არსებობა და მათ „პითეკანთროპი“ უწოდა.

ჰეკელი გამოყოფს „პროგრესულ მემკვიდრეობას“, რომელშიც გულისხმობს იმ ნიშნების გადაცემას თაობებში, რომელთაც ორგანიზმები იძენენ ინდივიდუალური განვითარების პროცესში. „კონსერვატიული მემკვიდრეობის“ ქვეშ კი მას ესმის

ორგანიზმთა მიერ „მემკვიდრულად ადრე მიღებული ნიშნების“ გადაცემა. ევოლუციის მამოძრავებელ ძალად მას მიაჩნია ბრძოლა „კონსერვატიულ“ და „პროგრესულ“ მემკვიდრეობას შორის. ამას ჰეკელი უწოდებს „მემკვიდრეობისა და შეგუებულობის ბრძოლის კანონს“. ჰეკელი ევოლუციის მონოფილური და დივერგენტული ბუნების აღიარების საფუძველზე ასაბუთებს ორგანული სამყაროს წარმოშობის ერთიანობას.

გერმანიაში დარვინიზმისათვის ბრძოლა ყოველთვის იყო აქტუალური. დარვინის შრომის — „სახეობათა წარმოშობის“ გამოქვეყნებიდან 100 წლის აღსანიშნავად გერმანიაში გამოვიდა სპეციალური საიუბილეო კრებული (1959), რომლის რედაქტორმა ა. გაზამ დარვინის შრომის შესახებ აღნიშნა, რომ ეს არის ნაწარმოები, რომელმაც შექმნა ეპოქა.

დარვინიზმი სწრაფად გავრცელდა რუსეთშიც. საამისოდ ამ ქვეყანაში საკმაოდ კარგი პირობები არსებობდა მაშინ. როგორც ადრე ითქვა, აქ ძალიან დიდი იყო რულიეს მორფოლოგიური სკოლის გავლენა. მათ აქტიურად უჭერდა მხარს ახალგაზრდა მეცნიერი კ.ა.ტიმირიაზევი, რომელმაც მთელი თავისი სიცოცხლე დარვინიზმისათვის ბრძოლაში გაატარა. ჯერ კიდევ ახალგაზრდამ უძღვნა ამ საკითხს ნაშრომი „დარვინის შრომა, მისი კრიტიკოსები და კომენტატორები“. შემდეგშიც მრავალი სპეციალური შრომა დაწერა.

რუსეთში დარვინის შრომის — „სახეობათა წარმოშობის“ თარგმნასა და გამოცემაში და საერთოდ, დარვინისტული იდეების პროპაგანდაში დიდია რაჩინსკის, კუტორგასა და სხვათა დამსახურება, თუმცა, რუსეთში იყო დარვინის მოწინააღმდეგეთა საკმაოდ აქტიური ფრთაც, რომელსაც მეთაურობდა ცნობილი ანტიდარვინისტი დანილევსკი.

ევოლუციის დარვინისეული კონცეფცია აღიარეს და განავითარეს კიდეც პალეობიოლოგიაში ცნობილმა ქართველმა მეცნიერებმა. დარვინისტული მიმდინარეობის ქართული სკოლის მამამთავარი ლ. დავითაშვილი წერდა: „საყოველთაოდაა ცნობილი, რომ დარვინმა თავისი თეორია ააგო იმ ერთობლივი მონაცემების საფუძველზე, რაც მაშინ ბუნებისმეტყველებას გააჩნდა. ის იყო უდიდესი ბოტანიკოსი, მან შეისწავლა

მცენარეთა მორფოლოგია, ფიზიოლოგია და ეკოლოგია, ამავდროულად იყო უდიდესი ზოოლოგ-მორფოლოგი, გამოჩენილი ზოოლოგ-ეკოლოგი, მცენარეთა და ცხოველთა ცვალებადობის ავტორიტეტული მკვლევარი, შესანიშნავი ზოოფსიქოლოგი, კლასიკური პალეონტოლოგიური გამოკვლევების ავტორი, ანთროპოლოგი, რასათმცოდნე, შესანიშნავი გეოლოგი. ამასთანავე, მან ევოლუციურ მოძღვრებაში მოგვცა გენიალური განზოგადებები, იგი ყოველთვის ოსტატურად უთავსებდა ანალიზსა და სინთეზს".

დარვინის მოძღვრებასთან დაკავშირებული დაპირისპირება არ დამთავრებულა პირველ პერიოდში (1859-1900 წწ.). ის საკმაოდ აქტიურად გაგრძელდა შემდეგაც და არ არის დამთავრებული დღესაც. ამის საბუთად მარტო აშშ-ის მაგალითიც იქნება საკმარისი. 1920 წელს ტეხასის შტატში მიღებული იქნა კანონი, რომლის მიხედვითაც ევოლუციური სწავლება დანაშაულად ჩაითვალა.

საყოველთაოდ ცნობილია 1925 წელს ტენისის შტატში მომხდარი ფაქტი, რომელიც დაფიქსირდა, როგორც „მაიმუნური პროცესი". ამ შტატშიც ისევე, როგორც ბევრგან სხვაგანაც, კანონით აკრძალული იყო სკოლებში დარვინის ევოლუციური თეორიის სწავლება. ამის მთავარი მიზეზი ის იყო, რომ ეს თეორია აღიარებდა ადამიანის ცხოველურ წარმოშობას. დაიტონის კოლეჯის ახალგაზრდა მასწავლებელი ჯონს სკოპსი გაასამართლეს იმის გამო, რომ მან გაკვეთილზე ბავშვებს გააცნო დარვინის ევოლუციური თეორია. ბრალდებას არჩევდა აშშ-ის ყოფილი სახელმწიფო მდივანი ბრაიანი. სკოპსის დასაცავად გამოვიდა საზოგადოების ფართო წარმომადგენლობა. მათ პროკურორი აიძულეს ეღიარებინა, რომ იგი გათვითცნობიერებული არ არის ბიოლოგიის სფეროში. მიუხედავად ამისა, სკოპსი აღიარეს „დამნაშავედ და მოღალატედ".

მხოლოდ 1968 წელს მიიღო აშშ-ის უმაღლესმა სასამართლომ გადაწყვეტილება სასწავლებლებში დარვინის თეორიის სწავლების აკრძალვის გაუქმების შესახებ. მიუხედავად ამისა, მისისიპის შტატის სასამართლომ მხოლოდ 1970 წელს გაბედა, მხარი დაეჭირა ფედერალური სასამართლოს აღნიშნული

გადაწყვეტილებისათვის. ფუნდამენტალისტები ითხოვდნენ, რომ ბიოლოგიის სასკოლო სახელმძღვანელოებში თანაბრად ყოფილიყო წარმოდგენილი სამყაროს შექმნის ბიბლიური ვერსია და ევოლუციის დარვინისეული თეორია. ისინი ცდილობენ დაასაბუთონ ე.წ. „შეცნიერული კრეაციონიზმის“ არსებობა და ევოლუცია გამოაცხადონ, როგორც „თეორია და არა ფაქტი“. ისინი ძლიერ ზეგავლენას ახდენენ სასკოლო საბჭოებზე და საქმე კვლავ სასამართლო განხილვამდე მიდის. ახალ „სკოპსის პროცესზე“, რომელიც 1981-1982 წლებში ჩატარდა არკანზასში, კანონი „ღმერთის მიერ სამყაროს შექმნისა და ევოლუციური თეორიის ბალანსირებული განხილვის შესახებ“ კონსტიტუციის საწინააღმდეგოდ ჩათვალეს.

ასე რომ, ევოლუციური მოძღვრების წინააღმდეგ ბრძოლა თითქმის პერმანენტულ ხასიათს ატარებს.

დარვინიზმის გავლენა სხვა ბიოლოგიურ მეცნიერებებზე

დარვინის ევოლუციური მოძღვრება მოითხოვდა ახლებურ მიდგომას ცოცხალი ბუნების კანონზომიერებათა შესწავლის საქმეში, რამაც აუცილებელი გახადა ისტორიული მეთოდის გამოყენება ბიოლოგიაში პრობლემათა შესწავლის დროს. ამან განაპირობა ისტორიული მეთოდის ფართოდ დამკვიდრება ბიოლოგიაში.

ამგვარმა მიდგომამ ცოცხალი სამყაროს შესწავლის საქმეში განაპირობა სამი უმთავრესი შედეგი: 1. ევოლუციური მოძღვრება ჩამოყალიბდა, როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერება; 2. ბიოლოგიაში ჩამოყალიბდა ახალი მიმართულება, ე.წ. ევოლუციური ბიოლოგიის სახით და 3. ბიოლოგიაში უაღრესად პოპულარული გახდა ფილოგენეტური მიმართულება.

დარვინის ევოლუციური მოძღვრებისათვის ბრძოლის მსვლელობამ მოწინავე ბიოლოგთა მიერ ევოლუციის, როგორც ბუნების მოვლენის დარვინისეული საბუთების ანალიზმა და ახალი დამასაბუთებელი ფაქტების ძიებამ სულ უფრო ნათელი გახადა, რომ ევოლუცია რეალობაა და ევოლუციურმა მოძღვრებამ უნდა შეისწავლოს ამ ისტორიული პროცესის ძირითადი კანონზომიერებანი. ყოველივე ეს კი ნიშნავდა, რომ

ევოლუციური მოძღვრება ჩამოყალიბდა, როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერება, რომელმაც ფართოდ დაამკვიდრა ბიოლოგიურ კვლევაში ისტორიული მეთოდი.

რაც უფრო ძლიერდებოდა ევოლუციური მოძღვრება, მით უფრო იზრდებოდა მისი გავლენა სხვა ბიოლოგიურ მეცნიერებებზე. ცალკეულ ბოლოგიურ მეცნიერებათა მიერ ფაქტობრივი ბიოლოგიური მასალა სულ უფრო მეტად გაიაზრება ევოლუციურ ჭრილში, ზოგადბიოლოგიური განზოგადებანი თანდათანობით ეფუძნება ევოლუციურ აზროვნებას და ყოველივე ამას კი შედეგად მოჰყვა ევოლუციური ბიოლოგიის ჩამოყალიბება.

ევოლუციური ბიოლოგიის ჩამოყალიბება

ევოლუციური მოძღვრების პოზიტიური გავლენა სულ უფრო ძლიერდება ისეთ კერძო ბიოლოგიურ დარგებზე, როგორიცაა: ემბრიოლოგია, მორფოლოგია, ეკოლოგია, სისტემატიკა, პალეონტოლოგია და სხვა. ევოლუციური აზროვნების გავლენით ამ დარგებში ჩამოყალიბდა ერთიანი მიდგომა ემპირიული ფაქტობრივი მასალის განზოგადების საქმეში. ამიტომაც, ამ საერთო მიმართულებას ბიოლოგიაში უწოდებენ *ევოლუციურ ბიოლოგიას.*

ევოლუციური ბიოლოგიის საერთო დამახასიათებელი თავისებურება ის არის, რომ იგი ეყრდნობა ისტორიული მეთოდის ფართოდ გამოყენებას და მიზნად ისახავს ევოლუციის, როგორც პროცესის არსებობის დასაბუთებას და მის აღწერას. ასე რომ, მან ფაქტიურად დაასაბუთა კიდეც ევოლუციის რეალობა და პრობაგანდა გაუწია ევოლუციურ მოძღვრებას, მაგრამ იგი თვისობრივად ახალ საფეხურზე ვერ აიყვანა.

ევოლუციური პროცესის დასაბუთებამ ბუნებრივად წარმოშვა უდიდესი ინტერესი ცოცხალ ორგანიზმთა ჯგუფებს შორის ფილოგენეტიკური კავშირების შესწავლისათვის. უაღრესად მოდური გახდა ე.წ. „ფილოგენეტიკური ხის“ შედგენა, რომელიც ეფუძნებოდა ნათესაურ კავშირებს. „ხის ტოტებს“ შორის კავშირი განსაზღვრავდა თითოეული ბიოლოგიური დაჯგუფების ადგილმდებარეობას, წარმოშობას და გენეალოგიურ კავშირ-

ურთიერთობას. ბიოლოგიის გენერალურ ხაზად გამოცხადდა მცენარეთა და ცხოველთა გენეალოგიური იერარქიის შექმნა.

ევოლუციური ბიოლოგიისა და გენეალოგიური მიმართულების მთავარი შედეგები გახდა საფუძველი ისეთი მნიშვნელოვანი კანონზომიერებების დადგენისა, როგორიც იყო:

- ძირითადი „ბიოგენეტიკური კანონის“ ჩამოყალიბება (ჰეკელი, მიულერი);
- დივერგენციის ანუ ჯგუფებში ადაპტური რადიაციის კანონი (დარვინი, ოსბორნი);
- ევოლუციის შეუქცევადობის კანონი (დოლო);
- ადაპტური და ინადაპტური ევოლუციის კანონი (კოვალევსკი) და სხვა.

ევოლუციური პალეონტოლოგია

ევოლუციური ბიოლოგიის დარგთა შორის განსაკუთრებული აღმავლობა განიცადა ევოლუციურმა პალეონტოლოგიამ. არქეოპტერიქსისა (1861) და სხვა გარდამავალი ნამარხი ორგანიზმების აღმოჩენამ განსაკუთრებით გაზარდა ინტერესი პალეონტოლოგიისადმი. გაბატონდა აზრი, რომ ევოლუციური განვითარების პროცესის არსებობის პირდაპირი დასაბუთება, სწორედ, პალეონტოლოგიურ მასალებს შეუძლია. ევოლუციური პალეონტოლოგიის დაფუძნება-განვითარებაში დიდია რუსი მეცნიერის ვ. კოვალევსკის (ცხენის ევოლუციის მაგალითზე) და ცნობილი მეცნიერის მ. ნეიმაიერის (ნამარხი მოლუსკების მაგალითზე) დამსახურება. მათ თავიანთი პალეონტოლოგიური მასალები აქტიურად გამოიყენეს ბუნებაში გადარჩევის პროცესის მოქმედების დასასაბუთებლად. ამასთანავე, მთავარი როლი გარემო პირობების ცვლილებებს დაუკავშირეს.

ვ. კოვალევსკი ცხენის ევოლუციის კანონზომიერებათა შესწავლის საფუძველზე ასკვნის, რომ გადარჩევა ეფუძნება განუსაზღვრელი ხასიათის მემკვიდრულ ცვლილებებს. მისი აზრით, ევოლუციის მთავარი მამოძრავებელი ფაქტორია ბუნებრივი გადარჩევა, ხოლო გადარჩევის მთავარ საფუძვლად ის ცოცხალ ორგანიზმებს შორის ბიოტურ კავშირებს ასახელებს.

ამიტომაც იყო, რომ მან ცხენის ევოლუცია ლანდშაფტის ცვლილებასთან ერთად მტაცებლების გავლენას დაუკავშირა.

ვ. კოვალევსკიმ განავითარა ადაპტური და ინადაპტური ევოლუციური მოძღვრება. ადაპტური მიმართულების დროს გარდაქმნას განიცდის ორგანიზმის მთელი ადაპტური სისტემა კორელაციურ კავშირში და იგი არ განისაზღვრება მხოლოდ ორგანიზმის ცალკეული სტრუქტურის გარდაქმნით. ამიტომაც, იგი ადაპტურ ევოლუციას „კორელაციურ ევოლუციას", ზოგჯერ კი „კოორდინაციულ ევოლუციას" უწოდებს.

ინადაპტური ანუ „დისკოორდინაციული" ევოლუცია ხდება მაშინ, როცა გადარჩევის ინტენსივობა იზრდება, ევოლუცია იძენს სწრაფ ტემპებს და ძველი ადაპტური სისტემები ვერ ასწრებენ სათანადო გარდაქმნებს ახლად წარმოქმნილ ადაპტაციებთან შედარებით. ასე წარმოიქმნება დისკოორდინაცია უკვე არსებულ ადაპტურ სისტემასა და ახლადწარმოქმნილ ადაპტაციებს შორის. ასეთ შემთხვევებში ევოლუცია იღებს ინადაპტურ მიმართულებას. როცა რომელიმე ორგანო ექვემდებარება გადარჩევის მკაცრ მოქმედებას, სწრაფად გარდაიქმნება ადაპტურად. როცა სხვა ორგანოებში არ ხდება სათანადო გარდაქმნები, მაშინ მთელს ორგანიზმში ირღვევა კორელაციური სისტემა.

როცა ხდება „კორელაციური ევოლუცია" და მიიღება ადაპტური ჯგუფები, მაშინ კონკურენციის შედეგად ინადაპტური ჯგუფები ნადგურდებიან. ინადაპტური ევოლუცია ვ.კოვალევსკის მიერ ჩათვლილია, როგორც „პროცესის ძალიან დაჩქარების მაგალითი, ამიტომაც ის არის უნაყოფო პროგრესი".

ვ. კოვალევსკი გამოყოფს სიცოცხლისათვის აუცილებელ ნიშნებს და ე.წ. „განცხრომის ნიშნებს". ეს უკანასკნელნი ევოლუციის შედეგად წარმოიშობიან მას შემდეგ, „როცა მთლიანად გადაწყვეტილია სიცოცხლისათვის საჭირო საკითხები". გადარჩევა, უპირატესად, მიდის სიცოცხლისათვის აუცილებელი ნიშნების სრულყოფის მიმართულებით. ჩლიქოსნებში (ცხენებში) ასეთი იყო: თითების რედუქცია და მასთან კორელაციაში — კიდურების ჩონჩხის სათანადო ცვლილებები, კბილების ცვლილებები ქსეროფიტული

მცენარეებით კვებასთან დაკავშირებით და მასთან კორელაციაში — კუჭის ადაპტური ცვლილებები და სხვა.

ევოლუციური პალეონტოლოგიის განვითარებაში დიდია ლ. დოლოს დამსახურება. პალეონტოლოგიური მასალების შესწავლის საფუძველზე მან ჩამოაყალიბა ევოლუციის შეუქცევადობის კანონი. მისი აზრით, ევოლუციის პროცესში არ ხდება სრულყოფილი რევერსიები — ძველის განმეორება. ევოლუციის შეუქცევადი ხასიათის თეორიული საფუძვლები კი დარვინმა ჩამოაყალიბა. იგი თვლის, რომ ერთხელ ამოწყვეტილი სახეობა მეორედ ვეღარ განმეორდება, მაშინაც კი, შესაძლებელი რომ იყოს ძველი საარსებო გარემოს (ბიოტური და აბიოტური) სრულყოფილი განმეორება. ამას განაპირობებს ის, რომ მათ მაინც არ ექნებათ გარემოსთან შეგუების ერთნაირი შესაძლებლობები და მექანიზმები. იმიტომ, რომ ისინი წარმოშობილი არიან სხვადასხვა წინაბრისაგან და მემკვიდრულად მათგან ღებულობენ განსხვავებულ შეგუებით შესაძლებლობებს. ასევე განსხვავებული იქნება მათი შეგუებითი ხასიათის ცვლილებების შესაძლებლობებიც.

დოლოს მეცნიერული მემკვიდრეობის წარმოჩენაში დიდი როლი მიუძღვის ქართველ მეცნიერს ლ. გაბუნიას, რომელმაც დეტალურად შეისწავლა დოლოს მეცნიერული მემკვიდრეობა და მას სპეციალური შრომა მიუძღვნა. საერთოდ, ევოლუციური პალეონტოლოგიის განვითარებაში უმნიშვნელოვანესი როლი შეასრულა პალეონტოლოგთა ქართულმა სკოლამ (დავითაშვილი, გაბუნია, მუსხელიშვილი, ვეკუა და სხვები), რომელთა პალეოტოლოგიურმა გამოკვლევებმა და ევოლუციური ხასიათის განზოგადებებმა მსოფლიო აღიარება ჰპოვეს.

როგორც ვხედავთ, ევოლუციური პალეონტოლოგია დაგროვილი მასალების საფუძველზე უეჭველს ხდის ევოლუციის პროცესის არსებობას და ასაბუთებს დარვინის მიერ შემოთავაზებული ევოლუციური ფაქტორების რეალურ მოქმედებას. ამიტომაც, ყოველ ახალ მიღწევას მეცნიერების ამ დარგში, განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ევოლუციონიზმის მეცნიერული საფუძვლების განმტკიცებისათვის.

ევოლუციური პალეონტოლოგიის მეთოდები საშუალებას იძლეოდა, დამუშავებულიყო ისეთი ცხოველების ფილოგენეზი, რომელთა ნამარხებიც შეინახებოდა დედამიწის ქანებში. მაგრამ მთელ რიგ ცხოველთა ჯგუფებში (განსაკუთრებით უხერხემლოებში) ასეთი ნამარხები არ არსებობდა. მათი ფილოგენეზის შესწავლაში თავისი სიტყვა თქვა ევოლუციურმა ემბრიოლოგიამ. რუსმა მეცნიერებმა *ა. კოვალევსკიმ* და *ი. მეჩნიკოვმა* ცხოველთა ემბრიოლოგიური განვითარების კანონზომიერებათა შესწავლის საფუძველზე გადაწყვიტეს ცხოველთა სამყაროს ურთულესი ფილოგენეტური ბრობლემები.

ა. კოვალევსკიმ დეტალურად შეისწავლა ცხოველთა თითქმის ყველა ტიპის წარმომადგენელთა ემბრიონული განვითარების თავისებურებანი. განსაკუთრებული ყურადღება მიაქცია ისეთი ფორმების ემბრიონული განვითარების თავისებურებების შესწავლას, რომელთა სისტემატიკური ადგილი ფილოგენეტურ ხეზე არ იყო გარკვეული.

ამფიოქსუსის (A. Lanceolatum) სისტემატიკური მდგომარეობის შესახებ მეცნიერთა შორის განსხვავებული მოსაზრება იყო. ბალახი მათ მოლუსკებს აკუთვნებდა, ზოგი მეცნიერი კი თევზებში აერთიანებდა. ა. კოვალევსკის მიერ ამ ცხოველის ემბრიოგენეზის კანონზომიერებების შესწავლამ იგი დაარწმუნა, რომ ამფიოქსუსი გარდამავალ ადგილს იკავებს უხერხემლო და ხერხემლიან ცხოველებს შორის. ამ ცხოველებში ემბრიონულ თუ პოსტემბრიონულ პერიოდებში ერთმანეთს ერწყმის როგორც უხერხემლოების (სხეულის სეგმენტაცია, პრიმიტიული გამომყოფი სისტემა, უფერული სისხლი, ბირველადი ბორცვების განვითარება), ასევე ხერხემლიანი ცხოველებისათვის დამახასიათებელი ნიშნები (ნერვული და სისხლის მიმოქცევის სისტემები, ლაყუჩები, ქორდა). ამით მან ხიდი გასდო ცხოველთა ორ სამეფოს შორის მანამდე არსებულ ფილოგენეტურ უფსკრულზე. ამიტომაც, ამფიოქსუსს ზოგჯერ უხერხემლო ხერხემლიანს უწოდებენ. ე.ი. ამფიოქსუსი გარდამავალი ფორმა აღმოჩნდა ამ ორ ფილოგენეტურ ჯგუფს შორის.

აღნიშნული ფილოგენეტური კავშირი კიდევ უფრო განამტკიცა ა. კოვალევსკის მიერ ასციდიების ემბრიონული განვითარების თავისებურებების შესწავლამ. მანამდე ასციდიებს უთავო მოლუსკებს აკუთვნებდნენ.

აღმოჩნდა, რომ ასციდიების ლარვის ზოგიერთი ნიშანი (ქორდა, ნაწლავი, ლაყუჩის ხვრელები, ნერვული სისტემა, სასმენი ბუშტუკი, თვალისმაგვარი ორგანო) ამფიოქსუსის მსგავსია. როცა ლარვა სუბსტრატს ეშაგრება, ზრდასრულ, მჯდომარე ასციდიად მას გარდაქცევასთან ერთად ეს მსგავსებები ქრება. ემბრიონული და ლარვის განვითარების თავისებურებების ანალიზმა ა. კოვალევსკის მისცა საშუალება, გაეკეთებინა დასკვნა, რომ ასციდიები დეგრადირებული (მიმაგრებულ ცხოვრების ნირზე გადასვლის გამო) ქორდიანები არიან. ამით გაჩნდა კიდევ ერთი ფილოგენეტური კავშირი უქორდოებსა და ქორდიანებს შორის.

ჩ. დარვინი იცნობდა ამ შრომებს და აფასებდა, როგორც უდიდეს აღმოჩენას, რომელიც ხერხემლიანთა წარმოშობის გასაღებს იძლევა.

ა. კოვალევსკიმ შეისწავლა აგრეთვე ზღვის ნაწლავითმსუნთქავი ჭიის — ბალანოგლოსუსის ემბრიონული განვითარება და ცხოვრების ნირი. არც ამ ცხოველის სისტემატიკური ადგილი იყო ცნობილი. აღმოჩნდა, რომ ბალანოგლოსუსი ერთდროულად აერთიანებს ცხოველთა სამი ტიპის ნიშნებს, როგორიცაა: ჭიები, კანეკლიანები და ქორდიანები.

არაბეთში წითელ ზღვაში ა. კოვალევსკიმ აღმოაჩინა მცოცავი სავარცხლურა. ის აღმოჩნდა გარდამავალი ფორმა ნაწლავღრუიანებსა და ჭიებს შორის. თავისი მეგობრის ი.მეჩნიკოვის პატივისცემის ნიშნად ა.კოვალევსკიმ მას Celoplana Mechnikovi — უწოდა.

დარვინი ორივე ძმის — კოვალევსკების შრომებს იცნობდა და ვლადიმერს სწერდა: „ოქვენ და თქვენს ძმას, ორივეს მოგელით დიდი მომავალი, თითოეულს — თავის სფეროში“.

ევოლუციური ემბრიოლოგიის განვითარება ასევე განუყრელად არის დაკავშირებული ი. მეჩნიკოვის სახელთან. მან

მთელი თავისი მოღვაწეობა ევოლუციური თეორიის დასაბუთებას მიუძღვნა.

ემბრიონული განვითარებისას ძირითადი საჩანასახო ფურცლების დიფერენცირების კანონზომიერებების დადგენით ი.შეჩნიკოვმა დაასაბუთა უხერხემლო და ხერხემლიანი ცხოველების ფილოგენეტური ერთიანობა. ზღვის ვარსკვლავებისა და ზოგიერთი სხვა უხერხემლოს მაგალითზე აღმოაჩინა მან უჯრედშიდა მონელების ტიპი, რომელიც საფუძვლად დაუდო მრავალუჯრედიანთა წარმოშობის „ფაგოციტელას“ თეორიას და თეორიული საფუძველი შეუქმნა მოძღვრებას იმუნიტეტის შესახებ.

მეჩნიკოვი ახალგაზრდობაში გულგრილი იყო დარვინის მოძღვრების მიმართ, მაგრამ შემდეგ ირწმუნა იგი და მისი აქტიური დამცველიც გახდა. მან დარვინიზმის დაცვასა და განვითარებას არაერთი შრომა მიუძღვნა: „ნარკვევები სახეობათა წარმოშობის შესახებ“, „არსებობისათვის ბრძოლა ფართო გაგებით“, „დარვინიზმის ზეიმი კემბრიჯში“, „დარვინიზმი და მედიცინა“ და მრავალი სხვა.

მეჩნიკოვმა განავითარა კიდეც დარვინიზმი. იგი დარვინს ეკამათება ევოლუციაში ჭარბდასახლების როლის შეფასებაში. მისი აზრით, ხშირად ჭარბდასახლებას არ ახლავს დივერგენცია და საქმე გვაქვს მონოტიპიურობასთან, როცა პირიქით ხდება — მცირე სიმჭიდროვის პირობებში არეალის გაფართოებასთან ერთად იზრდება ახალი რასების წარმოშობის შესაძლებლობა.

ევოლუციური ემბრიოლოგიის განვითარების კანონზომიერი შედეგი იყო ძირითადი *ბიოგენეტიკური კანონის* შექმნა.

ჯერ კიდევ რულიე, ეყრდნობოდა რა კ. ბერის საჩანასახო მსგავსების კანონს, გამოთქვამდა მოსაზრებას, რომ „ცხოველთა ასაკობრივი განვითარება პარალელურია კლასის ფილოგენეზისა“. ამაზე ამახვილებდა ყურადღებას დარვინიც და ამბობდა, რომ გარეგნულად განსხვავებულ ცხოველთა საჩანასახო მსგავსება მიუთითებს მათი წარმოშობის ერთიანობაზე. მისი აზრით: „ჩანასახების აგებულების მსგავსება დაკავშირებულია მათი წარმოშობის ერთიანობასთან“. ის ჩანასახებში ხედავდა „წინაპართა მკრთალ პორტრეტებს“. დარვინი ბერის კანონს ბუნების ერთ-ერთ საოცარ ფაქტს

უწოდებს და აღნიშნავს, რომ „ჩანასახი არის, თითქოსდა, იმ წარსულის მოწმე, რომელიც გაუვლია სახეობას.“.

მაინც, ორგანიზმთა ინდივიდუალური განვითარებისა (ონტოგენეზი) და შესაბამის ორგანიზმთა ისტორიულ განვითარებას (ფილოგენეზი) შორის კავშირის კანონზომიერებათა დადგენაში უდიდესია გერმანელი მეცნიერების ე. ჰეკელისა და ფ. მიულერის დამსახურება. ისინი ადარებდნენ ერთმანეთს კიბოსნაირების ლარვებსა და ზრდასრულ ფორმებს და მივიდნენ დასკვნამდე, რომ „დარვინის მოძღვრება ჩვენ ნამდვილად გვაძლევს გასაღებს კიბოსნაირების განვითარების ისტორიის გაგებისათვის“.

ჰეკელი ემბრიონული კანონზომიერებების შესწავლით მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ ჩანასახები ინდივიდუალური განვითარების პერიოდში გაივლიან იმ ძირითად სტადიებს, რომლებიც მათმა წინაბრებმა გაიარეს ფილოგენეტური განვითარების პროცესში. ამ კანონზომიერებებზე დაყრდნობით მან მიულერთან ერთად 1866 წელს ჩამოაყალიბა ძირითადი ბიოგენეტიკური კანონი. ჰეკელის მიხედვით, ონტოგენეზი არის ფილოგენეზის მოკლე და სწრაფი განმეორება. მაგრამ შემდეგ თვით ჰეკელი დარწმუნდა, რომ მთლად ასე არ არის. ნახა, რომ ჩანასახის განვითარებისას წინაბართა ზოგიერთი ნიშანი მართლაც მეორდება ანუ განიცდის რეკაპიტულაციას (ასეთ ნიშნებს ბალინგენეზები ეწოდება), ხოლო ნიშნების ნაწილი ჩანასახებში ახლად ვითარდებიან. ასეთი ნიშნები ჩანასახებში ემბრიონულ შეგუებებს წარმოადგენენ (ცენოგენეზები). მსგავს ემბრიონულ შეგუებებს ჩანასახების განვითარებაში ხშირად ჰეკელი დამახინჯებებს უწოდებს და კანონსაც შესაბამისად, შემდეგნაირ ფორმულირებას აძლევს: ***ონტოგენეზი არის ფილოგენეზის შემოკლებული და დამახინჯებული ასახვა.***

ჰეკელს მიაჩნდა, რომ ფილოგენეტური ხასიათის ცვლილებები ხდება ჩანასახების ემბრიონული განვითარების ბოლო ეტაპებზე, ე.წ. მიშენების წესით. საწინააღმდეგო შეხედულება ჰქონდა მიულერს. ის თვლიდა, რომ ფილოგენეზური ხასიათის ცვლილებები შეიძლება მოხდეს ონტოგენეზური განვითარების არა მარტო ბოლო, არამედ ნებისმიერ სტადიაზე. მაშინ ჰეკელის ავტორიტეტი იმდენად

დიდი იყო, რომ მიულერის შეხედულებებმა ვერ ჰპოვეს აღიარება.

ჰეკელ-მიულერის ძირითადი ბიოგენეტიკური კანონი ორი ძირითადი ნაკლით ხასიათდება: 1) იგი ცალმხრივია და 2) მექანისტურია. კანონის ცალმხრივობა იმაში გამოიხატება, რომ იგი აღიარებს ფილოგენეზის ასახვას ონტოგენეზში (ფილოგენეზური ცვლილებები ფიქსირდება ონტოგენეზში), პირიქით კი არ ხდება (ონტოგენეზური ცვლილებები არ ფიქსირდება ფილოგენეტურად). თუმცა, ჰეკელი მიუთითებდა ჰეტეროქრონიებსა (ცვლილებები ჩანასახის განვითარებისას ორგანოთა ჩასახვის დროში) და ჰეტეროტოპიებზე (ცვლილებები ორგანოთა ჩასახვის ადგილმდებარეობის მიხედვით), მაგრამ მათ არ აძლევს ფილოგენეტურ მნიშვნელობას.

კანონის მექანისტური ხასიათი კი იმაში გამოიხატება, რომ იგი აღიარებს ახალი ფილოგენეტური ნიშნების წარმოქმნას მხოლოდ მიშენების გზით, ემბრიონული განვითარების ბოლო ეტაპზე ზრდასრულ ორგანიზმებში. ეს კი ხორციელდება გარემოსთან ზრდასრული ორგანიზმების ურთიერთობის გზით. ასეთი ნიშნები ფიქსირდებიან მემკვიდრეობით და იძენენ ფილოგენეტურ მნიშვნელობას. როგორც ვხედავთ, ძირითადი ბიოგენეტიკური კანონის შექმნამ, მიუხედავად მისი ნაკლოვანებებისა, დაასაბუთა ონტოგენეზისა და ფილოგენეზის ერთიანობა, რითაც ნათელი გახადა ევოლუციის, როგორც რეალური პროცესის არსებობა. ამით დიდი სამსახური გაუწია დარვინის მოძღვრების დასაბუთებას.

ევოლუციური მორფოლოგია

დარვინის ევოლუციური მოძღვრება ფართოდ აისახა მორფოლოგიასა და სისტემატიკაში. დარვინის შემდგომი პერიოდისათვის ბიოლოგიური სისტემატიკის პრინციპები ეფუძნება დარვინისეულ კონცეფციას, რომლის მიხედვითაც „წარმოშობის ერთიანობა არის ერთადერთი ცნობილი მიზეზი ორგანიზმთა შორის ნათესაური მსგავსებისა და ეს კავშირები მათ შორის... იშლება ჩვენს წინაშე კლასიფიკაციის შედეგად“. ე.ჰეკელი თავის შრომაში „ზოგადი მორფოლოგია“ მიუთითებს

ევოლუციური იდეების გამოყენების აუცილებლობის შესახებ სისტემატიკაში. სწორედ, ამ პრინციპით ჩამოაყალიბა მან რადიოლარიების სისტემატიკა 1862 წელს.

ეს პერიოდი, როგორც ითქვა, ფილოგენეტური მიმართულების პერიოდადაც ითვლება ბიოლოგიის ისტორიაში. ამ პერიოდის ჭეშმარიტი კორიფე გახდა ე.ჰეკელი. ფილოგენეტური მიმართულების მძლავრ გაქანებას თვით ჰეკელის დიდი ავტორიტეტიც განაპირობებდა.

ჰეკელმა ბევრი ახალი რამ თქვა ფილოგენეტიკაში. იგი ეყრდნობოდა რა დარვინისეულ კონცეფციას იმის შესახებ, რომ „ბუნებრიცი სისტემა გამომდინარეობს ნათესაური წარმოშობის ფაქტიდან“ და რომ, „ყოველგვარი სწორი კლასიფიკაცია არის გენეალოგიური კლასიფიკაცია“, საკუთარი გამოკვლევების საფუძველზე მან სათავე დაუდო სრულიად ახალი, ე.წ. ფილოგენეტიკური მიმართულების ჩამოყალიბებას. ჰეკელმა მთელი რიგი შრომები უძღვნა ფილოგენეტური კავშირების დადგენას. ამ მიმართულების წარმატებებს ისიც განაპირობებდა, რომ იგი იყო ლოგიკური, ნათელი და უბრალო საშუალება სისტემატიკაში ისტორიული მეთოდის გამოყენებისათვის. აქ თვალნათლივ აისახება ჰეკელის მიერ შემოთავაზებული „სამმაგი პარალელიზმის“ მეთოდის შედეგები.

პარალელიზმის მეთოდი ბიოლოგიაში გულისხმობს მრავალი ბიოლოგიური მეცნიერების მიერ დაგროვილი მეცნიერული მასალების შეპირისპირების საფუძველზე ამა თუ იმ ცოცხალი დაჯგუფების ფილოგენეტური ადგილისა და ევოლუციური განვითარების კანონზომიერებების დადგენას. ჰეკელს ასეთ ძირითად მეცნიერებად მიაჩნდა ემბრიოლოგია, პალეონტოლოგია და შედარებითი ანატომია-მორფოლოგია.

ემბრიოლოგია ასაბუთებს, რომ ცხენის ჩანასახს აქვს სამი თითი. თუ შევადარებთ ცხენის ჩლიქს სხვა კენტჩლიქიანის (ტაპირი, მარტორქა) თითებს, დავრწმუნდებით, რომ ცხენის ჩლიქი არის შუა თითის განვითარების შედეგი. პალეონტოლოგიაც ასაბუთებს, რომ ცხენის წინაპარი იყო მრავალთითიანი ცხოველი, შემდეგ კი თანდათანობით მოხდა სხვა თითების რედუქცია. ყველა ეს დასკვნა გვაძლევს საშუალებას, სწორად შევადგინოთ ჩლიქოსანთა ფილოგენეტური ხე,

დავადგინოთ მათი ნათესაური კავშირები და სისტემატიკური ადგილი. „სამშაგი პარალელიზმის“ მეთოდით შესაძლებელი გახდა, ხერხემლიანებში შესწავლილიყო შინაგანი აგებულების ჰომოლოგობა, რაც მათი ფილოგენეტური ერთიანობის საბუთი გახდა.

მაშასადამე, ფილოგენეტური მიმართულების ჩამოყალიბება ევოლუციის საუკეთესო დადასტურება იყო.

ეკოლოგიური კვლევის საწყისები ევოლუციურ მოძღვრებაში

დარვინის ევოლუციური მოძღვრების ქვაკუთხედი იყო იმ მექანიზმების გარკვევა, რითაც ცოცხალი ორგანიზმები ეგუებიან საარსებო გარემოს. სწორედ, ამ საკითხში მოახდინა დარვინის თეორიამ მთავარი გადატრიალება. დარვინისეული ევოლუციური ფაქტორების მოქმედების შედეგად მყარდება სწორედ ის მიზანშეწონილი დამოკიდებულება ორგანიზმსა და საარსებო გარემოს შორის, რაც ყოველთვის იყო საკამათო და რასაც დამაჯერებელი პასუხი პირველად მხოლოდ დარვინმა გასცა. ამიტომაც, განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენდა ამ საკითხებში დარვინისეული კონცეფციის ფაქტობრივი მასალებით დასაბუთება.

ბუნებრივი გადარჩევის არსებობის შესახებ პირველად მდიდარი ფაქტობრივი მასალა შეაგროვა ინგლისელმა ენტომოლოგმა *ბეტსმა*. მან 1863 წელს გამოაქვეყნა შრომა „ნატურალისტი მდინარე ამაზონზე“. შრომა გამოვიდა დარვინის წინასიტყვაობით, ხოლო შემდეგ ბეტსისადმი მიწერილ წერილში დარვინმა ამ გამოკვლევას უწოდა „შესანიშნავი“, „დიდებული“ და „აღმატებული“. ივი *უოლესთან* ერთად 1848 წლიდან სწავლობდა ამაზონის ხეობას და აქ გავრცელებული მწერების მაგალითზე პირველად დაასაბუთა მიმიკრიის (როცა ერთი სახეობის ცხოველი ფორმით, ზომით, შეფერილობით, ე.ი. გარეგნობით ემსგავსება მეორეს) მოვლენა. მათ დაადგინეს, რომ პელიკონიდების (Heliconidae) ამერიკული სახეობები შხამიანია და ფრინველები მათ არ ეტანებიან. მეორე მხრივ, ნახეს, რომ პელიკონიდებს იმდენად ჰგავს პეპლების გვარი Lentalis (ოჯახი

Pieridae — თეთრულები), რომ ფრინველებს მათი გარჩევა ერთმანეთისაგან თითქმის არ შეუძლიათ. ეს ყველაფერი მათ ახსნეს ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით. ოჯახი Pieridae-ს წარმომადგენლები სულაც არ შეიცავენ შხამიან ნივთიერებებს და ისინი ფრინველებისათვის საუკეთესო საკვებია. ამიტომაც, ფრინველებისაგან მათი გადარჩენის შანსს იძლეოდა მხოლოდ შემთხვევითი სასარგებლო ცვლილებების თანდათანობითი დაგროვების გზით ჰელიკონიდებისადმი დამსგავსება.

გამოდის, რომ მიმიკრიის ეს კლასიკური მაგალითი ბუნებრივი გადარჩევის გზით ჩამოყალიბებული შეგუებითი ნიშანია. ამ ფენომენს „ბეტსის მიმიკრიის სახელწოდებით“ მოიხსენიებენ.

ბეტსმა შეისწავლა ჰელიკონიდების ორი რასა: H. thetociope და H. melpomene, რომელთაგან ერთი არის ნესტიანი დაბლობის ფორმა, მეორე კი — მაღალი მშრალი ადგილების. აღმოჩნდა ამ ორ ჯგუფს შორის სხვადასხვა საფეხურზე მდგომი გარდამავალი ჯგუფებიც იმის მიხედვით, ამ ორ გარემოს შორის თუ როგორ პირობებში ცხოვრობდნენ ისინი. ეს გამოკვლევა იყო ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით ახალი რასებისა და სახეობების წარმოშობის აშკარა დასაბუთება. თვით დარვინი ბუნებრივი გადარჩევის თეორიის დასაბუთებისათვის აღნიშნულ გამოკვლევას უდიდეს მნიშვნელობას ანიჭებდა.

ბეტსისა და უოლესის გამოკვლევებით იწყება ევოლუციური ეკოლოგიის ჩამოყალიბება.

ევოლუციის ეკოლოგიურ კანონზომიერებათა შესწავლის დროს სულ უფრო აშკარა ხდებოდა ბუნებაში არსებობისათვის ბრძოლის რეალობა. ამ მხრივ საინტერესო გამოკვლევები ეკუთვნის *ნ. ლუგაკოვსკის*. მან თავის შრომაში „ერთი მცენარის მიერ მეორის გამოდევნის შესახებ“, შეაჯამა მდიდარი დაკვირვების მასალა მცენარეებში არსებობისათვის ბრძოლის საკითხებზე. ფაქტიურად ეს პირველი შრომაა, რომელიც იძლევა არსებობისათვის ბრძოლის რაოდენობრივი მხარის შესწავლის შედეგებს. ის მთლიანად ეთანხმება დარვინის მოსაზრებებს არსებობისათვის ბრძოლის ფორმების შესახებ და თვლის, რომ მცენარეებში არსებობისათვის ბრძოლაში წარმატებებს განაპირობებს: 1. გავრცელების არეალის გაფართოების

შესაძლებლობა; 2. ნიადაგში წყლისა და მინერალური მარილების არსებობა; 3. თესლში არსებული საკვები ნივთიერების მარაგი; 4. სახეობის შიგნით ინდივიდთა სიმრავლე; 5. თესლის აღმოცენების უნარი და ხანგრძლივობა; 6. კლიმატი და სხვა მრავალი. მისი აზრით, არსებობისათვის ბრძოლაში მთავარ როლს სხვადასხვა გარემოში სხვადასხვა პირობები ასრულებს. ჩრდილოეთში ეს უფრო კლიმატი შეიძლება იყოს, სამხრეთში კი — სახეთა შიგნით და სახეთაშორისი ბიოტური ურთიერთკავშირები.

ასე რომ, ლევაკოვსკის გამოკვლევის შედეგები დარვინის შეხედულებებს აშკარად ასაბუთებდა და ამდიდრებდა ფაქტობრივი მასალით.

მცენარეებზე ეკოლოგიური ფაქტორების გავლენის შესასწავლად საინტერესო ექსპერიმენტები ჩაატარეს *გასტონ ბონემ* და მისმა მოწაფეებმა. ისინი 203 სახეობის მცენარეზე იკვლევდნენ, როგორც ბუნებრივი პირობების გავლენას, ასევე ექსპერიმენტულად ცვლიდნენ მცენარეთა გარემო პირობებს და ხანგრძლივი დროის მანძილზე სწავლობდნენ მისი გავლენის შედეგებს. დადგინდა, რომ გარემო პირობების ხანგრძლივი ცვლილება იწვევს არა მარტო მცენარეთა ანატომიური, მორფოლოგიური და ფიზიოლოგიური ხასიათის ცვლილებებს, არამედ იგი სერიოზულ გავლენას ახდენს მცენარეთა ონტოგენეზურ განვითარებაზეც.

მთელ მცენარეზე, კვირტებზე თუ სხვა ნაწილებზე გარემოს ზემოქმედების შესწავლისას მათ დაადგინეს, რომ მცენარეებში მაღალია მოდიფიკაციური შეგუებითი ცვლილებების უნარი. მათ აჩვენეს, რომ ერთი და იგივე მცენარეები მთის პირობებში ჯუჯები რჩებიან, მაშინ, როცა ბარში ნორმალურად ვითარდებიან. თუ მცენარეებს მშრალ პირობებში გავზრდით, ისინი იძენენ ზოგიერთ ქსეროფიტულ თვისებას. ასეთი ცვლილებების აღმოცენება მათ შეაფასეს, როგორც გარემოსთან ურთიერთობაში შეძენილი ნიშნების მემკვიდრეობით გადაცემის გამოვლინება.

გ. ბონე მცენარეებს რგავდა ალპებში, ზღვის დონიდან 2400 მ-ის სიმაღლეზე, პირენეებში — 2300 მ-ის სიმაღლეზე. ეს ცდები დაიწყო 1884 წელს და გრძელდებოდა 36 წელიწადს.

ბონე უარყოფდა ცვლილებებში სახეობისათვის დამახასიათებელი რაღაც შინაგანი კონსტანტური ძალების მოქმედებას და ყოველივეს გარემო პირობების გავლენას უკავშირებდა.

გ. ბონე მცენარეთა ნაწილს მთის პირობებში ზრდიდა, მეორე ნაწილს კი — ბარში. შენიშნა, რომ მთის პირობებში გაზრდილი მცენარეები იძენდნენ სათანადო ნიშნებს, ხოლო ბარში კი — ბარის პირობების შესაბამისს. ზოგჯერ ის მკაცრი კლიმატის იმიტაციისათვის მაცივარსაც კი იყენებდა. მან დაადგინა, რომ ნოტიო პირობებში გაზრდილი მცენარეები ყოველთვის უხვად ივითარებდნენ ფოთლებს და მცირდებოდა მათში ეკლების განვითარების სიძლიერე.

მართალია, მცენარეებში ფორმაწარმომქმნელი პროცესები გ. ბონეს ესმის, როგორც მცენარის შეგუებითი რეაქცია გარემო პირობების ცვლილების მიმართ, მაინც, მისმა შედეგებმა დაასაბუთეს, რომ სწორედ ეკოლოგიური პირობების გავლენით აღმოცენდა მორფოლოგიური ადაპტაციები.

ევოლუციური მიდგომა ფართოდ იკიდებს ფეხს ცალკეული სასიცოცხლო პირობის შესწავლის შედეგების განზოგადების საქმეში. ამ მხრივ განსაკუთრებული წარმატებები აღინიშნა რუსეთში. *კ. ტიმირიაზევმა* შეისწავლა ფოტოსინთეზი და იგი განიხილა, როგორც ევოლუციის გზით მწვანე მცენარის მიერ მზის ენერგიის გამოყენების სპეციფიკური შეგუება. ის დაბეჯითებით ასაბუთებს, რომ მწვანე მცენარეში ქლოროფილის წარმოქმნა და მისი საშუალებით მზის ენერგიის ორგანული კავშირების ენერგიად გარდაქმნა (ფოტოსინთეზი) შეუძლებელია აიხსნას ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების გარეშე.

საერთოდ ევოლუციური ბიოლოგიისა და გენეალოგიური ბრინციპების დამკვიდრების კიდევ ერთი შედეგი იყო ევოლუციის დივერგენციული ხასიათის დარვინისეული კონცეფციის განვითარება. რამდენადაც ბუნებრივი გადარჩევა ეფუძნება ცოცხალი ორგანიზმების განუსაზღვრელი ხასიათის ცვლილებებს, შესაძლებელია გარემოსადმი ცოცხალის ადაპტაცია წარიმართოს სხვადასხვა გზით და მიმართულებით. ეს კონცეფცია გახდა კარგი საფუძველი ბიოლოგიური ჯგუფების *ადაპტური რადიაციის* (სხვადასხვა გარემოსადმი შეგუება სხვადასხვა გზით) მექანიზმებისა და საერთოდ, ევოლუციური

განვითარების დროს ფორმათა მრავალფეროვნების წარმოშობის მიზეზების ასახსნელად.

ძირითადი დარვინისტული მიმართულებანი

როგორც დავინახეთ, დარვინის შემდეგ საკმაოდ ინტენსიურად ხდება ევოლუციური მოძღვრების ცალკეული დებულების შესწავლა ექსპერიმენტებითა თუ ცოცხალ ბუნებაზე უშუალო დაკვირვების გზით. ამასთანავე, საკმაოდ დიდია ევოლუციური პრობლემების გადაწყვეტაში თეორიული მოსაზრებებისა და ჰიპოთეზების მნიშვნელობა. ყოველივე ამან ზოგიერთ მეცნიერს მისცა საშუალება, კრიტიკულად გადაეხედა ევოლუციური მოძღვრების ცალკეული საკითხისათვის. ჩამოყალიბდა სხვადასხვა მიმართულება ევოლუციურ თეორიაში. ასეთი იყო: 1. კლასიკური დარვინიზმი; 2. ლამარკო-დარვინიზმი და 3. ნეოდარვინიზმი.

კლასიკური დარვინიზმი

ეს მიმართულება ძირითადად აღიარებს დარვინის მიერ ჩამოყალიბებულ (1859) და შემდეგ მის მიერვე განვითარებულ ევოლუციურ მოძღვრებას. ამ მიმართულების მიმდევრები ორთოდოქსული დარვინისტები არიან. მათი აზრით:

1. ევოლუციაში მთავარი მნიშვნელობა აქვს განუსაზღვრელი ხასიათის ინდივიდუალურ ცვლილებებს, ხოლო გარემოსთან ურთიერთობაში შეძენილ ნიშნებს დაქვემდებარებული როლი განეკუთვნება;
2. ევოლუციის მთავარი მამოძრავებელი ფაქტორი არის ბუნებრივი გადარჩევა. იგი ეფუძნება არსებობისათვის ბრძოლას. გადარჩევის ძირითად შედეგებს წარმოადგენს: ადაპტოგენეზი, ახალი სახეობების წარმოშობა და ცოცხალი სამყაროს პროგრესული განვითარება;
3. ბუნებრივი გადარჩევის განხორციელებაში წამყვანი როლი ეკისრება ბიოტურ კავშირ-ურთიერთობებს ცოცხალ ორგანიზმებს შორის. მიუხედავად აღნიშნულისა, ჭეშმარიტ დარვინისტებს შორისაც კი ცალკეულ საკითხში არ არის

აზრთა სრული ერთიანობა. პექსლი თვლიის, რომ დარვინმა დამატებითი სიძნელეები შექმნა, როცა უკრიტიკოდ მიიღო პრინციპი „Natura non fasit saltum" (ბუნება არ აკეთებს ნახტომებს).

ტიმირიაზევი აკრიტიკებს დარვინის პანგენეზის თეორიას და ედავება არსებობისათვის ბრძოლის საკითხებში. იგი წერს: „ოცი წლის მანძილზე მე გადმოვცემ მის მოძღვრებას და არასდროს წამომცდენია ეს უბადრუკი გამოთქმა: „არსებობისათვის ბრძოლა".

უოლესი დარვინის შეცდომად თვლიდა ბუნებრივი გადარჩევის ნაირსახეობად სქესობრივი გადარჩევის აღიარებას და მიიჩნევდა, რომ სქესობრივი გადარჩევა არის ბუნებრივი გადარჩევისაგან განსხვავებული განსაკუთრებული ევოლუციური ფაქტორი. „ამ საკითხში, — ამბობს უოლესი, — მე სრულიად არ შემიძლია გავყვე დარვინის გზას". უოლესი ფრინველებში შეფერილობისა და სიძლიერის მიხედვით მდედრსა და მამრს შორის განსხვავებას ხსნის იმით, რომ მამრებს გააჩნიათ განსაკუთრებულად ძლიერად გამოხატული სასიცოცხლო ენერგია. თავიანთი სისწრაფისა და ფრენის ძლიერი უნარის წყალობით ისინი უკეთ იცავენ თავს მტაცებელი ფრინველების თავდასხმისაგან. სქესობრივი გადარჩევის გამოხატულებად უოლესი მიიჩნევს მხოლოდ იმ შემთხვევებს, როცა ხდება ერთი სქესის ორგანიზმებს შორის შეტაკება — ბრძოლა. ამიტომაცაა, რომ იგი სქესობრივ გადარჩევას არ ანიჭებს განსაკუთრებულ ევოლუციურ მნიშვნელობას. უოლესი დარვინს არ ეთანხმებოდა ადამიანის ევოლუციის გზით წარმოშობის საკითხებშიც, განსაკუთრებით — მისი სულიერი სფეროს ჩამოყალიბებაში.

კლასიკური დარვინიზმის წარმომადგენლების საერთო ურყევი პოზიცია იყო ბუნებრივი გადარჩევის წამყვანი როლის აღიარება ევოლუციაში.

ლამარკო-დარვინიზმი

ევოლუციური მოძღვრების ეს მიმართულება დარვინიზმისა და ლამარკიზმის გარკვეულად შეხამების ცდას წარმოადგენს. მისი მიმდევრები თითქმის თანაბარ მნიშვნელობას ანიჭებენ ევოლუციაში ბუნებრივ გადარჩევასა და პირდაპირ

შეგუებებს. ეს მიმდინარეობა აშცირებს, ზოგჯერ კი უგულებელყოფს კიდეც ბუნებრივი გადარჩევის ევოლუციურ-შემოქმედებით როლს. ასეთი მიმართულების მომხრეები იყვნენ ჰეკელი, ნეიმაიერი და სხვები. ამ მიმართულებას ზოგჯერ ჰეკელიანურ დარვინიზმსაც უწოდებენ.

ნეოდარვინიზმი

ამ მიმართულების ფუძემდებელია ცნობილი გერმანელი გენეტიკოსი ვეისმანი. მას მხარს უჭერდა გალტონიც.

ნეოდარვინისტები ამტკიცებენ, რომ გარემოსთან უშუალო ურთიერთობაში შეძენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობით გადაცემა არათუ „არ არის დამტკიცებული, არამედ, თეორიულადაც წარმოუდგენელია“. ისინი ევოლუციის მარეგულირებელ ფაქტორად აღიარებდნენ ბუნებრივ გადარჩევას.

ბუნებრივი გადარჩევის განმსაზღვრელი როლი ევოლუციაში ვეისმანს ესმის ორი მნიშვნელობით: პირველი — არეგულირებს ყოველგვარ ევოლუციურ პროცესს პირდაპირი შეგუების გარეშე; მეორე — როგორც უნივერსალური ფაქტორი, რომელიც მოქმედებს არა მარტო ორგანიზმულ დონეზე, არამედ ორგანიზმის შიგნით — ქსოვილურ და მოლეკულურ დონეზეც.

ის აღიარებს ცოცხალში საჩანასახო მატერიალური ნაწილების — ე.წ. დეტერმინანტების არსებობას და უშვებს გადარჩევის მოქმედების შესაძლებლობას დეტერმინანტების დონეზეც.

ვეისმანმა საჩანასახო გადარჩევის თეორია თავისი მოღვაწეობის ბოლოს განავითარა. მან მეცნიერ რუსაგან ისესხა აზრი არსებობისათვის ბრძოლის შესახებ უჯრედულ და ქსოვილურ დონეზე და გაავრცელა იგი საჩანასახო პლაზმის ელემენტების — დეტერმინანტების დონეზეც. ამით მან გადარჩევა ევოლუციის უნივერსალურ ფაქტორად გამოაცხადა. მისი აზრით, არსებობისათვის ბრძოლაში გამარჯვებული დეტერმინანტების კომბინაცია დასაბამს აძლევს ყოველ ცოცხალ ინდივიდს დამახასიათებელი თვისებებით. განსხვავებულ ორგანიზმებში არსებობისათვის ბრძოლის პირობების

სხვადასხვაობა იძლევა გამარჯვებული დეტერმინანტების სხვადასხვაგვარი კომბინაციის შესაძლებლობას. ეს კი განსაზღვრავს ორგანიზმთა მრავალფეროვნებას განუსაზღვრელი ცვალებადობის სახით.

მართალია, თანამედროვე ბიოლოგიამ უარყო საჩანასახო გადარჩევა, მაგრამ ვეისმანის დამსახურება ევოლუციური თეორიის განვითარებაში განუზომლად დიდია.

ფილიბჩენკოს მიხედვით, ვეისმანის ყველაზე დიდი დამსახურება ის არის, რომ მან უარყო გულუბრყვილო ლამარკიზმი შეძენილი ნიშნების მემკვიდრეობით გადაცემის შესახებ და პირდაპირი შეგუებებისაგან გაათავისუფლა დარვინიზმი.

შმალჰაუზენი თვლის, რომ ნეოდარვინიზმი ეს დარვინიზმზე მეტია, ის არის უფრო თანმიმდევრული დარვინიზმი, ვეისმანიზმი კი არის დარვინიზმი ლამარკიზმის გარეშე.

ზავადსკის მიხედვით, ვეისმანის დამსახურება ისაა, რომ მან განავითარა გადარჩევის ყოვლისმომცველი მოძღვრება, რითაც კიდევ უფრო განამტკიცა დარვინიზმი. თუმცა, როცა უარყოფს შეძენილი ნიშნების მემკვიდრულ როლს, ამით ის ვარდება მეორე უკიდურესობაში — მთლიანად უარყოფს ფენოტიპის როლს ევოლუციაში (იხილეთ შემდეგ).

საბჭოთა პერიოდის ლიტერატურაში ნეოდარვინიზმს იხილავდნენ, როგორც ანტიდარვინიზმს. სინამდვილეში კი იგი საფუძველს უმაგრებს დარვინიზმს, რადგანაც დაბეჯითებით იცავს ბუნებრივი გადარჩევის პრინციპს, როგორც ევოლუციური თეორიის მეცნიერულ ფუნდამენტს.

როგორც ვხედავთ, ჭეშმარიტ დარვინისტებს შორისაც კი ყოველთვის არ არის ერთიანი აზრი ევოლუციური თეორიის ზოგიერთ პრობლემაზე, ამიტომაც განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს ევოლუციონიზმის ცალკეული ფუძემდებლური დებულების ექსპერიმენტულად შესწავლა.

მემკვიდრეობის, ცვალებადობისა და ბუნებრივი გადარჩევის, როგორც ევოლუციის ფაქტორების ექსპერიმენტული შესწავლის დასაწყისი

დარვინის ევოლუციური თეორიის სუსტ მხარედ ყოველთვის რჩებოდა ის, რომ მისი შეხედულებები მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის საკითხებზე და ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების გამოვლინება ვერ ემყარებოდა კონკრეტულ, სათანადო ცდებით შემოწმებულ შედეგებს. ამიტომაც, ამ საკითხებში დარვინის მოსაზრებების ექსპერიმენტული დასაბუთება უდიდეს მნიშვნელობას იძენდა.

დარვინის პერიოდში და თვით დარვინისთვისაც, საკმაოდ ბუნდოვანი იყო წარმოდგენები მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ბუნებისა და კანონზომიერებათა შესახებ, შესწავლას საჭიროებდა ცვალებადობის სახეები და მათი ევოლუციური მნიშვნელობა.

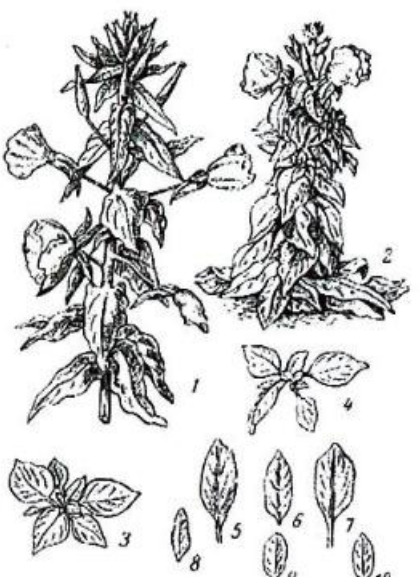
ახალი სახეობების წარმოშობის საქმეში მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის, როგორც ევოლუციური ფაქტორის, როლის შესახებ მწყობრი შეხედულება ჩამოაყალიბა ჰოლანდიელმა მეცნიერმა *ჰუგო დე-ფრიზმა*. შრომაში „მუტაციური თეორია" მან შექმნა კლასიკური მუტაციური მოძღვრება და განავითარა შესაბამისი თეორიაც სახეობათა წარმოშობის შესახებ.

დე-ფრიზის მუტაციურმა თეორიამ უდიდესი პოპულარობა შეიძინა ალბათ იმიტომაც, რომ მან დაანგრია კლასიკური გენეტიკის პოსტულატი გენის უცვლელობის შესახებ, აღიარა გენის ცვალებადობა და ევოლუციის კანონები გამოაცხადა ბუნებრივ კანონზომიერებად.

დე-ფრიზი 15 წლის მანძილზე ატარებდა ცდებს მცენარე ენოთერაზე (Oenothera lamarkiana). მან მიიღო შეცვლილი ფორმები, რომლებიც ახალ ნიშნებს კონსტანტურად გადასცემდნენ თაობებს. გამოარჩია შვიდი მკვეთრად განსხვავებული მცენარე, რომლებიც ბუჩქის სიმაღლით, ფოთლის ფორმით, შეფერილობით, დაძარღვითა და სხვა ნიშნებით არ თავსდებოდნენ ამ სახეობისათვის დამახასიათებელი ნიშნების ჩარჩოებში (სურ. 12). ისინი დე-ფრიზმა ახლად წარმოშობილ

დამოუკიდებელ სახეობებად ჩათვალა და მათ მისცა სათანადო ბინარული ლათინური სახელწოდება.

დე-ფრიზი მუშაობდა სხვა მცენარეებზეც და მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ მიღებული ახალი ფორმები წარმოიშობიან უეცრად, ყოველგვარი შუალედური გადასვლების გარეშე. ასეთ უეცარ ცვლილებებს მან *მუტაციები* უწოდა და იგი დაუდო საფუძვლად საკუთარ თეორიას სახეობათა წარმოშობის შესახებ. დე-ფრიზის აზრით, ბუნებაში სახეობები წარმოიშობიან არა თანდათანობით, სასარგებლო ცვლილებების დაგროვების გზით



სურ. 12. მუტაცია მცენარე ენოთერაში (დე-ფრიზის მიხედვით).
1 — ნორმალური მცენარის წყვრის ნაწილი; 2— ჯუჯა მუტანტი თვით მასშტაბში; 3,4 — ნორმალური მცენარის ფოთლები; 5-10 — სხვადასხვა მუტანტის ფოთლები.

(როგორც დარვინი ფიქრობდა), არამედ უეცრად — ნახტომისებურად, „აფეთქების მსგავსად“. ასეთი ცვლილებები და შესაბამისად, ახალი სახეობების წარმოშობაც არ არის

დამოკიდებული გარემო პირობებზე. ასეთი გზით მკვეთრი ცვლილებების წარმოშობა და ახალი სახეობების მიღება ხდება რაღაც უეცარი აგზნებით, ე.წ. შინაგანი „შემქმნელი ძალის“ მოქმედებით. ამ გზით წარმოქმნილი ახალი სახეობები დიდი ხნის მანძილზე ინარჩუნებენ მდგრადობას, ვიდრე არ დადგება ახალი მუტაციური პერიოდი. ყოველი სახეობისათვის მოსვენების პერიოდები განსაკუთრებულად ხანგრძლივია მაშინ, როცა მუტაციური პერიოდი ხანმოკლე და უეცარია.

დე-ფრიზის აზრით, ახალი სახეობები წარმოიშობიან მხოლოდ „სახეთაწარმომშობი ცვალებადობით“ და არც არსებობისათვის ბრძოლას, არც ბუნებრივ გადარჩევას აქ არავითარი როლი არ განეკუთვნებათ. „სახეთა წარმოშობა არ არის დამოკიდებული სასიცოცხლო გარემოზე“, — ამბობს იგი და განაგრძობს: „ამისათვის საჭირო არ არის თაობათა რიგი, არც არსებობისათვის ბრძოლა, არც უყარგის ფორმათა მოშორება და გადარჩევა“. ევოლუციის დარვინისეული ფაქტორები — არსებობისათვის ბრძოლა და ბუნებრივი გადარჩევა — ხდება მხოლოდ სახეთაშორის დონეზე და მოქმედებას იწყებენ მხოლოდ მას შემდეგ, როცა „სახეთაწარმომშობი“ ძალების მოქმედებით უკვე წარმოქმნილია ახალი სახეობები.

გამოდის, რომ დე-ფრიზის მიხედვით, ევოლუციის დარვინისეული ფაქტორები კი არ იწვევენ ფორმათა მრავალფეროვნების წარმოქმნას, არამედ პირიქით, ამცირებენ მათ უვარგისი (გარემოსთან ნაკლებშეგუებული) ფორმების განადგურების ხარჯზე.

დე-ფრიზი ახალ სახეობათა წარმოშობის თვალსაზრისით, გამოყოფს პროგრესულ და რეგრესულ მუტაციებს. მისი აზრით, პროგრესული ევოლუცია ისეთი მუტაციებით მიიღწევა, რომლებიც იწვევენ სახეობათა რიცხვის ზრდას, რასაც ახლავს „დიფერენციაციისა და სპეციალიზაციის სერია“. ასეთი პროგრესი მხოლოდ ნახტომისებურად მიიღწევა. პროგრესული სახეთა წარმოშობა იშვიათია. სახეობათა წარმოშობა უმეტესად რეგრესული ხასიათისაა. პროგრესული ევოლუცია სიცოცხლის გაჩენიდან დღემდე შეიძლება გაიხომოს მუტაციური პერიოდების რიცხვით. თანამედროვე უმარტივესები იმიტომ დარჩნენ ასეთნი, რომ მათში მცირე იყო მუტაციური

პერიოდების რიცხვი, ხოლო პრემუტაციური პერიოდი ძალიან ხანგრძლივი ჰქონდათ.

დე-ფრიზი არ ეთანხმება დარვინს პროგრესული ევოლუციის მექანიზმების ახსნაში. იგი კატეგორიულად უარყოფს სასარგებლო ნიშნების თანდათანობითი დაგროვების პროცესს, რადგანაც თვლის, რომ ამას „არ ეყოფოდა მილიონობით საუკუნე“. ბუნებრივ გადარჩევას დე-ფრიზი უპირესად კონსერვატიულ ფაქტორად მიიჩნევს და მის როლს მხოლოდ იმაში ხედავს, რომ იგი უკვე წარმოქმნილ სახეობებს „უნარჩუნებს იმას, რასაც ქმნიან მემკვიდრეობა და მუტაციური ცვალებადობა“. დე-ფრიზი თავისი მუტაციური თეორიით ხსნის ცოცხალ სამყაროში სისტემატიკური იერარქიის წარმოშობას. ის დარვინის მსგავსად თვლის, რომ სახეთაზედა ევოლუციის დროს ახალი ფორმები წარმოიშობიან საწყისი ერთიანი ფორმის განტოტების გზით. უმაღლესი ტაქსონების წარმოშობა ხდება ცვალებადობათა თანდათანობით დაგროვების გზით და იგი ხორციელდება დროში. დე-ფრიზი წერს: „შედარებით შორეულ აფეთქებებს შეესაბამება ზეოჯახები, ოჯახები და უფრო მაღალი სისტემები“, „შესაბამისად, რამდენი ახალი ნაბიჯიც გადადგა ცოცხალმა სამყარომ ორგანიზაციულად თავისი დასაწყისიდან დღემდე, ამდენივე იყო მუტაციური პერიოდიც“.

თუმცა ბოლოს, 1910 წელს დაწერილ სტატიაში „ცვალებადობა“ იგი ამბობს: „ახალი სახეობების წარმოშობა ნაწილობრივ დაკავშირებულია მუტაბილობასთან, მაგრამ ძირითადად ის განპირობებულია ბუნებრივი გადარჩევით. ...ხანგრძლივი გეოლოგიური პერიოდების მანძილზე გადარჩევა განსაზღვრავს ორგანული სამყაროს ევოლუციას“.

დე-ფრიზი გვევლინება ევოლუციაში ფინალისტური მიმდინარეობის მომხრედ. მისი აზრით, ევოლუცია ადრე უფრო სწრაფად მიმდინარეობდა და „ადამიანის გამოჩენის შემდეგ, მიზანი ეტყობა მიღწეული იქნა და ახლა ყველაფერი მიდის ისე ზანტად, რომ პროგრესი თითქმის დამთავრებულია“.

თითქმის ანალოგიურ აზრებს ავითარებს რუსი ბოტანიკოსი *კორჟინსკიც*. ის გვთავაზობს „ჰეტეროგენეზის“ თეორიას, რომლის მიხედვითაც ორგანიზმებში ხდება სხვადასხვა

სახის უეცარი გადახრა, ე.წ. „ჰეტეროგენური ვარიაციები". მისი აზრით, ახალ სახეობათა წარმოშობა ხდება „ჰეტეროგენეზისა" და ჰიბრიდიზაციის მოქმედებით.

კორჟინსკი აღიარებს „ენერგიის სიჭარბით" გამოწვეულ გადახრებს. ამით იგი ფაქტიურად იზიარებს აზრს, რომ „მოვლენის მიზეზი არ უნდა ვეძიოთ გარე ფაქტორებში, აქ საქმე გვაქვს რაღაც შინაგან პროცესებთან, რაღაც ცვლილებებთან კვერცხუჯრედში, რომლის არსზე ჩვენ ჯერ არ შეგვიძლია რაიმე აზრის შექმნა". ასე რომ, მისი აზრით, განვითარების მიმართულება, ორგანიზაციის დონის ამაღლება ან დადაბლება „რჩება სრულიად გაუგებარი". სახეთა უეცარი (სალტაციური) წარმოშობის თეორიები საკმაოდ ფეხმოკიდებულია თანამედროვე ევოლუციურ თეორიაშიც. ჰოლდშმიდტი სახეთა ამგვარ წარმოშობაში განსაკუთრებულ როლს მსხვილ ანუ ე.წ. „მაკრომუტაციებს" („სისტემურ მუტაციებს") აკუთვნებს, მაგრამ ასეთი უეცარი გარდაქმნებით სახეთა წარმოშობა ნაკლებსავარაუდოა, როგორც გენეტიკური, ასევე ეკოლოგიური თვალსაზრისით. მსხვილი მუტაციები ყოველთვის დაარღვევს ორგანიზმთა გენოტიპურ ბალანსს, დაირღვევა ორგანიზმის შინაგანი მდგრადი ჰარმონია (სტრუქტურული და ფუნქციური ოპტიმიზაცია), ამასთანავე, ძნელად წარმოსადგენია, რომ ასეთი მსხვილი ცვლილებებით უეცრად ჩამოყალიბდეს ეკოფენები (გარემოსთან წონასწორი ფენოტიპები), რომლებიც უბირატესობას მოიპოვებენ გარემოსთან შეგუების თვალსაზრისით.

ამრიგად, დაიწყო ინტენსიური ექსპერიმენტული შესწავლა ევოლუციის ერთ-ერთი მთავარი დარვინისეული ფაქტორისა, როგორიცაა მემკვიდრეობითი ცვალებადობა, მაგრამ ამასთანავე, იწყება დაპირისპირება დარვინის თეორიის ძირითადი იდეის — ევოლუციაში ბუნებრივი გადარჩევის შემოქმედებითი როლის აღიარების მიმართ. ამიტომაც, დარვინის ევოლუციურ შეხედულებათა მეცნიერული საფუძვლიანობის დადასტურებისათვის განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენდა ბუნებაში ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების დამამტკიცებელი მეცნიერული არგუმენტების შეგროვება.

ბუნებრივი გადარჩევის როლის ექსპერიმენტული შესწავლის დასაწყისი

დარვინის მოწინააღმდეგეებში ყველაზე დიდ ეჭვს იწვევდა ბუნებაში სელექციურობის პრინციპის მოქმედების შესაძლებლობა. ამიტომაც, დარვინიზმის გამარჯვების საქმეში მთავარი მნიშვნელობა ჰქონდა ბუნებრივი გადარჩევის ექსპერიმენტულ შესწავლას და შესაბამისად, სელექციურობის პრინციპის რეალურად არსებობის დასაბუთებას.

ამ მხრივ მეტად მარტივი, მაგრამ ძალიან ორიგინალური ცდები ჩაატარეს ინგლისელმა ენტომოლოგმა ე. **ბაულტონმა** და იტალიელმა მეცნიერმა *ა. ჩესნოლამ.* ბაულტონი 40 წლის მანძილზე ატარებდა ცდებს, რის საფუძველზეც დაამტკიცა მფარველობითი შეფერილობის სელექციური წარმოშობა. მან ბებელა მეჭინჭრიას რამდენიმე ათეული ჭუბრი მოათავსა სხვადასხვა სუბსტრატზე — ხის ქერქზე, ღობეზე, კედელზე და ჭინჭრის ფოთლებზე. ფრინველების მიერ მათი განადგურების აღრიცხვამ აჩვენა, რომ ჭინჭარი ნამდვილად ქმნის ყველაზე საუკეთესო დამცველ ფონს. ფრინველებმა ყველაზე ნაკლებად ჭუბრები სწორედ ჭინჭრის ფოთლებზე გაანადგურეს. აქ ექსპერიმენტულად პირველად დადასტურდა მწერების ამორჩევითი ელიმინაცია და შესაბამისად, მფარველობითი შეფერილობის სელექციური წარმოშობის შესაძლებლობა.

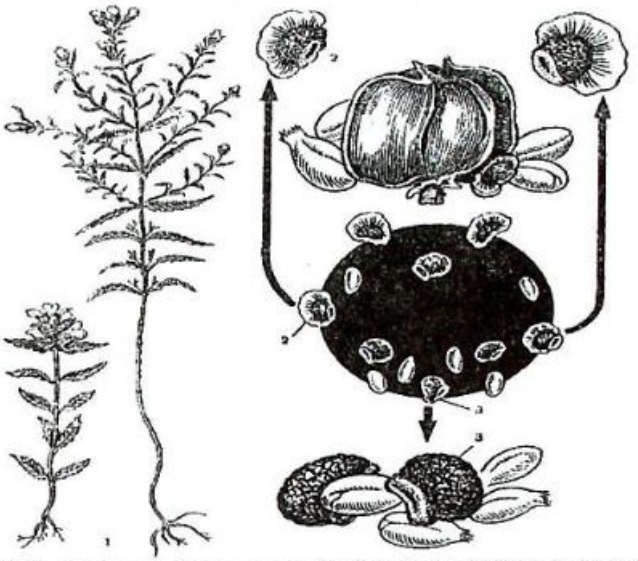
ბაულტონმა ასევე დაასაბუთა, რომ ერთი და იგივე გადამრჩევი ფაქტორის მიმართ შეგუება შეიძლება განხორციელდეს ორგანიზმში სხვადასხვა სახის მორფოფუნქციური ცვლილებების გზით. ფრთების გამჭვირვალობა ბეპლების ზოგიერთ რასაში მიიღწევა ქერცლის ზომის შემცირებით, ზოგში — პიგმენტების გაქრობით, ზოგშიც — ქერცლების რედუქციითა თუ პიგმენტაციის შესუსტებით. ერთი და იგივე ნიშნის ფენოტიპური ადაპტაციების სხვადასხვა გზით მიღწევა ასაბუთებს, ერთი მხრივ, ამ ნიშნის სელექციურობის გზით წარმოშობას, ხოლო მეორე მხრივ — ბუნებრივი გადარჩევის საფუძველზე ევოლუციური განვითარების დივერგენტულ შესაძლებლობას. ყოველივე ეს დარვინის

მოძღვრების ძირითადი დებულების ექსპერიმენტული დასაბუთება იყო.

ბუნებრივი გადარჩევის როლის ექსპერიმენტული შემოწმების მიზნით კიდევ უფრო მოხერხებული ცდები ჩაატარა იტალიელმა მეცნიერმა ა. ჩესნოლამ. იგი სხვადასხვა ფერის კალიებს — ღვთისმლოცველებს (Mantis religioza) ძაფით ამაგრებდა სხვადასხვა ფონზე. მან 20 მწვანე და 45 რუხი მწერი დაამაგრა მწვანე ფოთლებზე. სამი კვირის შემდეგ ნახა, რომ ფრინველებმა გაანადგურეს 35 რუხი მწერი, ხოლო მწვანე — ოცივე გადარჩა. როცა რუხ ბალახზე მიამაგრა 20 რუხი და 25 მწვანე მწერი, შედეგი მთლიანად შეიცვალა. მე-12 დღეს ყველა მწვანე მწერი განადგურდა, ხოლო ცდის მე-19 დღეს ყველა რუხი მწერი უვნებელი იყო. თვალნათლივ გამოიკვეთა ბუნებაში სელექციურობის პრინციპი და საერთოდ, ბუნებრივი გადარჩევის გზით მფარველობითი შეფერილობის — მორფოლოგიური შეგუებების წარმოშობის შესაძლებლობა.

ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების გზით ახალი რასების ჩამოყალიბების შესაძლებლობა მოხერხებული დაკვირვებებით დაასაბუთეს ჯერ ინგლისელმა მეცნიერმა *ვეტშტეინერმა* მცენარე ნაღველაზე (Gentiana) და შემდეგ რუსმა მეცნიერმა *ჟუკინგერმა* მცენარე ხრიალაზე (Alectorolophus major). ხრიალა ნახევრადპარაზიტი მარცვლოვანია. მისი სხვადასხვა რასა ბუნებრივ პირობებში ყვავილობს თითქმის გაზაფხულიდან შემოდგომამდე. იგი არის სარეველა კულტურულ მარცვლოვნებში. რაკი მარცვლოვნები არის საგაზაფხულოც და საშემოდგომოც, ხრიალაშიც ჩამოყალიბდა ორი რასა — ერთი, რომელშიც თესლების მომწიფება ემთხვევა საგაზაფხულო მკას, ხოლო მეორე რასა — საშემოდგომოს. ამასთანავე, აღნიშნულმა რასებმა დაკარგეს კოლოფის თვითგახსნის უნარი და თესლებზე საფრენი ფრთები (A. apterus) (სურ. 13). ყველა ეს ნიშანი მათ კულტურულ მარცვლოვნებთან ერთად გავრცელების საშუალებას აძლევს. საგაზაფხულო და საშემოდგომო გენერაცია ხრიალას აძლევს შესაძლებლობას, მისი ციკლი მთლიანად დაემთხვეს კულტურული მარცვლოვნების გენერაციის ციკლს. ნაყოფის თვითგახსნის უნარის დაკარგვა მას აძლევს საშუალებას, თესლები არ გაიბნეს თავისთავად და მოხვდეს

კულტურული მარცვლოვნების თესლებთან ერთად. ნაყოფის ფრთების დაკარგვაც ხრიალას აძლევს შესაძლებლობას, მისი თესლები მარცვლის გასუფთავების დროს არ გაჰყვეს ქარს და დარჩეს კულტურულ მარცვლოვნებთან ერთად. ხრიალას



სურ. 13. უფრთო და უხსნადი კოლოფების მქონე რასის წარმოშობა მცენარე ხრიალაში (Alectorolophus apterus).
1 — ტიპური ფორმა; 2 — ჩვეულებრივი ხრიალას თესლი კარგად განვითარებული „ფრთებით"; 3 — უფრთო ხრიალას თესლები.

ასეთი რასები რომ კულტურულ მარცვლოვნებთან ადაპტური მიმსგავსების გზით არის წარმოქმნილი, ამას ადასტურებს ცინგერის მიერ ჩატარებული ცდებიც. მან ხრიალას ერთი კოლოფის თესლებიდან მიღებული 195 მცენარე შეისწავლა და დაადგინა, რომ 60 აღმოჩნდა უფრთო, 107 მცენარეს ჰქონდა ფრთის ვიწრო ნაწიბური, 25-ს — ვიწრო, მაგრამ საკმაოდ შესამჩნევი ფრთა, ხოლო სამი მცენარე იყო ტიპური — ფრთიანი თესლებით. უკვე ნათელი იყო, რომ ხრიალას რასები უხსნადი კოლოფებითა და უფრთო თესლებით თავდაპირველი სახეობისაგან (A.major-სგან, რომელსაც აქვს მხოლოდ

თვითხსნადი კოლოფები და ფრთიანი თესლები) არის წარმოშობილი და ეს ყოველივე მომხდარა მას შემდეგ, რაც ადამიანმა კულტურაში შეიყვანა მარცვლოვნები. კულტურაში საგაზაფხულო და საშემოდგომო მკას შორის მოყვავილე ხრიალას შუალედური ჯგუფები ნადგურდებოდა, რადგანაც მათ არ ეძლეოდათ თაობების დატოვების საშუალება, ხოლო პოპულაციის ის ჯგუფები, რომელთა გენერაციის პერიოდიც ემთხვეოდა კულტურული მარცვლოვნების საგაზაფხულო და საშემოდგომო მკას, გადარჩებოდნენ და ტოვებდნენ შთამომავლობას. ასე ჩამოყალიბდა სრულიად განსხვავებული რასები (A.aestivalis და A.vernalis). არის მოსაზრება, რომ მსგავსი გზით მოხდა შვრიისა და ჭვავის კულტურულ ფორმებად ჩამოყალიბებაც. ისინი თავდაბირველად ხორბლისა და ქერის სარეველები იყვნენ და კულტურაში მათთან ხანგძლივმა ევოლუციურმა მიმსგავსებამ ისინი ჩამოაყალიბა, როგორც კულტურული ფორმები.

გამოდის, რომ ექსპერიმენტული გამოკვლევებით შესაძლოა ბუნებაში დარვინის გადარჩევის თეორიის საფუძვლიანობის დამტკიცება.

ევოლუციური თეორიის კრიზისი

კრიზისის მიზეზები

XX საუკუნის დასაწყისში სწრაფად იწყებს განვითარებას გენეტიკა. სულ უფრო ცხადი ხდება ისიც, რომ დამემკვიდრება გაცილებით უფრო რთული კანონზომიერებებით ხასიათდება, ვიდრე მანამდე ჰქონდათ წარმოდგენილი და მისი მექანიზმების გარკვევის გარეშე ვერ იქნება სათანადოდ გაგებული ევოლუციური გარდაქმნების ბუნება.

1901 წელს ხელახლა იქნა აღმოჩენილი მენდელის კანონზომიერებანი. 1901-1903 წლებში დე-ფრიზის მიერ შეიქმნა მუტაციური თეორია, 1903 წელს გამოვიდა იოჰანსენის შრომა „მემკვიდრეობა პოპულაციებსა და წმინდა ხაზებში“.

მემკვიდრეობის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებმა რევოლუცია მოახდინეს გენეტიკაში. მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ბუნების ასახსნელად უამრავი სპეკულაციური თეორიის ნაცვლად ადგილს იმკვიდრებს ფუნდამენტური გამოკვლევის შედეგები. ასეთ აღმოჩენათა შორის უმნიშვნელოვანესი იყო: მემკვიდრეობის დისკრეტულობის მატერიალური ბუნების დადგენა, გენის მატერიალისტური გაგება, ქრომოსომის მემკვიდრული როლის დასაბუთება, ქრომოსომებში გენების ხაზობრივი განლაგების დადგენა, გენთა ჭდომილების, კროსინგოვერისა და საერთოდ, გენეტიკური რეკომბინაციის კანონზომიერებათა დამუშავება, გაძეტათა სიწმინდის ჰიპოთეზის შექმნა, დათიშვის კანონზომიერებათა უნივერსალური ხასიათის დადგენა, მუტაციების წარმოქმნის შესაძლებლობის დასაბუთება, სახეობის რთული გენეტიკური სტრუქტურის დადგენა, პოპულაციაში გენთა განაწილების კანონზომიერებების დადგენა, ჰიბრიდოლოგიური ანალიზის მეთოდების დამუშავება, წმინდა ხაზების არსებობის შესაძლებლობის დადგენა და მრავალი სხვა. ყოველივე ამან განაპირობა გენეტიკის დიდი პოპულარობა და გამოჩენილ ბიოლოგთა დიდი ნაწილის გადასვლა მენდელიზმის პოზიციებზე. გენეტიკას შეექმნა შესაძლებლობა, წამყვანი პოზიციები დაეკავებინა ბიოლოგიაში, მაგრამ მას წინ ელობება არა ნაკლებ ავტორიტეტული დარვინის ევოლუციური მოძღვრება.

ყოველივე ამან განაპირობა გენეტიკასა და დარვინიზმს შორის არა მარტო დაპირისპირება, არამედ პირდაპირი ბრძოლაც კი. აღნიშნული დაპირისპირების ძირითადი მიზეზები იყო:

1. ექსპერიმენტული გამოკვლევების საფუძველზე გენეტიკა აღწევს რა უდიდეს შედეგებს, ცდილობს განიმტკიცოს პოზიციები და აიმაღლოს ავტორიტეტი. ამიტომაც, გენეტიკა მწვავე ბრძოლას უცხადებს საკმაოდ პოპულარულ ევოლუციურ მოძღვრებას. გენეტიკოსების ბრალდებით ევოლუციური თეორია, თითქოსდა, სპეკულაციურ მოსაზრებებზეა დაფუძნებული და არ შეიძლება მისი დებულებების ექსპერიმენტული გამოკვლევა. ახალგაზრდა გენეტიკოსი ბეტსონი გენეტიკას, როგორც „ზუსტ მეცნიერებას მემკვიდრეობის შესახებ“ უპირისპირებს

დარვინიზმს, როგორც გადმონაშთს, „იალქნიანი გემების პერიოდის რომანტიკულსა“ და „ბუნებრივი გადარჩევის ძალის მორწმუნეს“. ის კატეგორიულად აცხადებს, რომ „ჩვენ მეტად აღარ გვჭირდება ევოლუცია ზოგად იდეებში“.

2. გენეტიკის წინააღმდეგობა ევოლუციურ მოძღვრებასთან განაპირობა იმანაც, რომ გენეტიკოსთა მთავარი დასაყრდენი — გენი მათ მიერვე გაგებული იყო მეტაფიზიკურად. გენის მდგრადობა მათ გააიგივეს გენის უცვლელობასთან და მას გარემო პირობებისაგან სრულიად დამოუკიდებელ ერთეულად თვლიდნენ. დომინანტობა და რეცესიულობა გენეტიკოსებს მიაჩნდათ, როგორც გენის უცვლელი, მუდმივი თვისებები. ყოველგვარი ცვლილება მემკვიდრულ მასალაში მათ ესმოდათ, როგორც უცნობი, შინაგანი ძალებით განპირობებული თვითნებური პროცესი, რომელზედაც გარემო პირობები ვერავითარ გავლენას ვერ ახდენს.

3. გენეტიკასა და ევოლუციურ მოძღვრებას შორის დაპირისპირების ერთ-ერთი მთავარი მიზეზი იყო იოჰანსენის გამოკვლევები პოპულაციებისა და წმინდა ხაზების შესახებ. მან ექსპერიმენტულად დაამტკიცა, რომ გადარჩევა უსაფუძვლოა გენეტიკურად ერთგვაროვან მასალაში (წმინდა ხაზებში), რომელშიც გადარჩევის მოქმედებას არავითარი ახლის შექმნა არ შეუძლია. აქედან გაკეთდა დასკვნა, რომ გენეტიკამ თითქოს უარყო გადარჩევის თეორია. იოჰანსენის ავტორიტეტი იმდენად დიდი იყო, რომ ასეთ მოსაზრებას მხარი დაუჭირეს წამყვანმა ბიოლოგებმა და საერთოდ უარყვეს სელექციურობის პრინციპი ევოლუციაში.

4. დაპირისპირების ერთ-ერთი მიზეზი თვით ევოლუციური მოძღვრების სუსტი პოზიციაც იყო იმის თაობაზე, რომ თითქოს გარემოსთან ურთიერთობაში შეძენილი ნიშნები თაობებს მემკვიდრეობით გადაეცემა და მათ აქვთ შეგუებულობის წარმოშობაში გარკვეული მნიშვნელობა. ამან საშუალება მისცა გენეტიკოსებს, გაერთიანებულიყვნენ ნეოდარვინისტებთან ლამარკისეული შეხედულებების წინააღმდეგ ბრძოლაში.

ასე რომ, XX საუკუნის დასაწყისში ბიოლოგიაში დაიწყო მძიმე კრიზისი და იგი განაპირობა, ერთი მხრივ, ფუნდამენტური

ხასიათის უდიდესმა გენეტიკურმა აღმოჩენებმა და მეორე მხრივ, ევოლუციური მოძღვრების მიერ შედეგების განზოგადებისა და გამოყენების ხასიათს შორის დაპირისპირებამ.

კრიზისმა ხელი შეუწყო ყოველგვარ ანტიდარვინისტულ მიმართულებათა გაძლიერებას. დაპირისპირება იზრდება ერთი მხრივ დარვინიზმსა და გენეტიკას შორის, ხოლო მეორე მხრივ, დარვინიზმსა და ლამარკიზმს შორის. ამან კიდევ უფრო გააძლიერა ევოლუციური თეორიის კრიზისი. წინააღმდეგობა იზრდება ძველ ნატურალისტ-ბიოლოგებსა და ახალ — ბიოლოგ-ექსპერიმენტატორებს შორის. ამასთანავე, კიდევ უფრო აშკარა ხასიათს იღებს ბრძოლა მატერიალისტურ პოზიციებზე მყოფ მეცნიერებსა და მეტაფიზიკურ-თეოლოგიური შეხედულებების მქონე მოღვაწეთა შორის. ასეთ პირობებში კიდევ უფრო იზრდება დარვინიზმის წინააღმდეგ მებრძოლ ბიოლოგთა რიცხვი. როგორც ლ. დავითაშვილი აღნიშნავს, ეს ძირითადად მეცნიერთა ის კატეგორიაა, რომელთაც არ უნდათ სათანადოდ გაისარჯონ, რათა „გაეცნონ ევოლუციონიზმის შესახებ ლიტერატურას და საერთოდ თეორიულ ბიოლოგიას“.

გენეტიკური ანტიდარვინიზმი

გენეტიკის პოზიციებზე მყოფი ყველა ანტიდარვინისტული მიმდინარეობისათვის საერთო იყო ის, რომ ისინი აღიარებდნენ გენების უცვლელობას და მუტაციების „თვითაღმოცენებას“. ფილიპჩენკო იხრებოდა არა მარტო გენეტიკური ანტიდარვინიზმისაკენ, არამედ ფილოგენეტური ავტოგენეზისკენაც. ის თვლიდა: „საჭიროა გვქონდეს აზრი, რომ ევოლუციის დროს მთავარ როლს თამაშობენ შინაგანი ძალები, რომლებიც მოცემულია თვით ორგანიზმში“. ამასთანავე, ის არ ეძებს ამ ძალების მიზეზებს, რადგანაც მათ შესახებ არაფერია ცნობილი. სწორედ, ასეთი შეხედულებების საფუძველზე ჩამოყალიბდა გენეტიკური ანტიდარვინიზმი, რომელიც გამოვლინდა სამი მიმართულებით:

1. ***მუტაციონიზმი.*** იგი ახდენს მსხვილი მუტაციების აბსოლუტიზაციას და თვლის, რომ გადარჩევის გარეშე, ნახტომების გზით ხდება სახეობათა უეცარი წარმოშობა. სწორედ, ამას თვლიდნენ ისინი ევოლუციის ერთად-ერთ

მიზეზად. როგორც უკვე ვიცით, ასეთი მიმართულების ფუძემდებლები იყვნენ დე-ფრიზი და კორჟინსკი.

2. *ჰიბრიდოგენეზი.* იგი ახდენს ევოლუციაში კომბინაციური ცვალებადობის აბსოლუტიზაციას. თითქოს ახალი სახეობების წარმოშობა ხდება უცვლელი გენების სასარგებლო კომბინაციების წარმოქმნის გზით. გადარჩევის როლს სედავენ მხოლოდ შეჯვარების დროს არასასარგებლო გენური კომბინაციების დაბრკოლებებში ასეთი ინდივიდების ელიმინაციის გზით. ეს მიმდინარეობა ფაქტიურად უარყოფს მუტაციებსაც და ამ გზით პროგრესული ევოლუციის შესაძლებლობას. ამ მიმართულების მთავარი წარმომადგენელი ბეტსონი ავითარებს ე.წ. „მონაწილეობა — არმონაწილეობის“ მცდარ თეორიას. იგი თვლის, რომ პროგრესული ევოლუციის საფუძველი არის პირველადი მემკვიდრული ერთეულების, გენების კომბინაცია — გაერთიანება. იგი მუტაციებად მიიჩნევს მენდელისეული რეცესიული გენების გადასვლას ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში. მსგავს შეხედულებებს ავითარებს ლოტსიც. ლოტსი თვლის, რომ გენები მუდმივია, ჰიბრიდიზაციის დროს მათი კომბინაციები იწვევენ ცვლილებებს და მხოლოდ ამ გზით ხდება ახალ სახეობათა წარმოქმნა. მას მოჰყავს ასეთი შედარება: გენები ანალოგიურია ქიმიური ელემენტებისა, სახეობები კი — ქიმიური ნივთიერებებისა. გენთა კომბინაციების თეორია კი, რომელიც ეფუძნება მენდელიზმს, არის მოძღვრება ქიმიური ელემენტების კომბინაციების შესახებ.

3. *პრეადაპტაციონიზმი.* ეს თეორია 1901 წელს შემოგვთავაზა კენომ, ხოლო 1903 წელს განავითარა ლეგენჰორტმა. ისინი თავიანთ თეორიას მუტაციური მოძღვრების გაგრძელებად თვლიან. მიაჩნიათ, რომ ხდება მუტაციები, რომელთა დიდი ნაწილი არაა სასარგებლო, მაგრამ მათ ეძლევათ შანსი ადაპტური მნიშვნელობის გახდნენ მომავალში, გარემოს შეცვლის შემთხვევაში ან კიდევ მაშინ, თუ ორგანიზმი გადავა ახალ საარსებო პირობებში. 1911 წელს კენომ მის თეორიას უწოდა „წინასწარი შეგუების თეორია“. გამოდის, რომ მუტაციების გზით ჯერ სახეობები წარმოიშობა და

შემდეგ ხდება მაოი შეგუება შესაბამის გარემო პირობებში გადასვლის გზით.

კენოს აზრით, შეგუების საკითხი ბიოლოგიაში ჯერ კიდევ ვაკუუმია და აუხსნელი რჩება. დარვინის გადარჩევის თეორია ეფუძნება მხოლოდ უმნიშვნელო ცვლილებებს და ის ვერ ხსნის ადაპტოგენეზის პრობლემას. ამას ვერც ლამარკიზმი ხსნის, რადგანაც გარემოსთან ურთიერთობაში შეძენილი ნიშნები მემკვიდრეობით არ გადაეცემიან. იგი თვლის, რომ ბუნებრივი გადარჩევა — ეს ნეგატიური, „კონსერვატიული და არა შემოქმედებითი“ ფაქტორია, იგი ვერ ხსნის უსარგებლო ნიშნების წარმოშობას. ის არ შეიძლება იყოს ევოლუციის შემოქმედებითი ფაქტორი.

პრეადაპტური თეორია, კენოს აზრით, არის ახალ სახეობათა ნახტომისებური გზით წარმოშობის აღიარება. ასეთ სახეობებს ახასიათებთ „უსარგებლო და ნახევრადსასარგებლო ნიშნები, რომლებსაც აქვთ უნარი სასიცოცხლო პირობების შეცვლის შემთხვევაში გახდნენ აშკარად შეგუებითი ნიშნები“. ამის მაგალითად ის ასახელებს ხმელეთის ფორმების გადასვლას ღრმულებში, წყლის ფორმებისა — ხმელეთზე, მტკნარი წყლის ფორმებისა — ზღვაში და პირიქით, და ა.შ. „აი ევოლუციის მაგალითები, რომლებიც მხოლოდ პრეადაპტაციებით აიხსნება“, — თვლის იგი. მაგრამ თუ ჩავთვლით, რომ მღვიმის ფორმებმა წინასწარი მუტაციებით დაკარგეს მხედველობა და მერე გადავიდნენ მღვიმეში, როგორც კარგად შეგუებული ფორმები, მაშინ როგორ ავხსნათ ის, რომ ასეთ ორგანიზმებს ახასიათებთ მთელი რიგი სხვა შეგუებითი ნიშნები (მფარველობითი შეფერილობის არარსებობა, მხედველობის დაკარგვის საკომპენსაციოდ გრძნობის სხვა ორგანოების ძლიერი განვითარება), რომლებიც არანაირ კავშირში არ არიან მხედველობის დაკარგვასთან? გამოდის, რომ ასეთი შეგუებითი ნიშნების კომპლექსი ჩამოყალიბდა, როგორც სპეციალური შეგუებულობანი სიბნელეში ცხოვრების პირობებთან. ეს კი დარვინისეული ევოლუციის დასაბუთებაა.

ბიოლოგიაში შექმნილმა კრიზისულმა სიტუაციამ, გარდა გენეტიკური ანტიდარვინიზმისა, გამოიწვია სხვა ანტიდარვინისტულ მიმართულებათა აღმოცენებაც. ერთ-ერთი ასეთი იყო ნეოლამარკიზმი. ნეოლამარკიზმისადმი მხარდაჭერა იმანაც განაპირობა, რომ იგი ლოგიკურად ძალიან მარტივად ხსნიდა ევოლუციური გარდაქმნის მექანიზმებს, ორგანიზმსა და გარემოს შორის წონასწორული თანაფარდობის ჩამოყალიბების პროცესს, მაგრამ ეს მხოლოდ ფორმალური ლოგიკა იყო და ნაკლები კავშირი ჰქონდა ჭეშმარიტ მეცნიერებასთან. ნეოლამარკისტები, ეყრდნობიან რა ლამარკის სხვადასხვა დებულებას, სხვადასხვა მიმართულებად ყალიბდებიან, მაგრამ ყველა მათგანს ჰქონდა შემდეგი საერთო საფუძველი:

1. ანტიდარვინისტული ხასიათი. მათი მიზანი იყო დარვინიზმის უგულებელყოფა. ამას ცდილობდნენ ყველა საშუალებით — თეორიული მოსაზრებებით, ექსპერიმენტებით და სხვა. ისინი ყველაზე მეტად უპირისპირდებიან ბუნებრივი გადარჩევის თეორიას, ცდილობენ საერთოდ უარყონ იგი და განსაკუთრებით კი — მისი შემოქმედებითი როლი.
2. ახდენენ ცოცხალ ორგანიზმთა ნიშან-თვისებების მკვეთრად გამიჯვნას. თვლიან, რომ შეგუებითი ნიშნები წარმოიშობიან გარჯიშით ან პირდაპირი შეგუებით, ხოლო ე.წ. ორგანიზაციული ნიშნები წარმოიშობიან შინაგანი ძალების გავლენით, „სრულყოფის პრინციპის“ მოქმედებით.
3. ორთოგენეზური ევოლუციის აღიარება. პროგრესისაკენ სწრაფვა ეყრდნობა შინაგანი ძალების აღიარებას. მათი ორთოგენეზი არამატერიალური შინაგანი ძალის აღიარებაა. ერთმანეთისაგან თიშავენ განვითარებაში შინაგანი და გარეგანი ფაქტორების მოქმედებას.

ევოლუციაში ლამარკისეული შინაგანი ძალების არსებობის აღიარებით „გარკვეული გეგმით“ ევოლუციური განვითარების შესაძლებლობას აქტიურად უჭერს მხარს გერმანელი ბოტანიკოსი *კ. ნეგელი*. ის აღიარებს „სრულყოფილებისა“ და „შეგუებულობის“ შინაგანი ძალების არსებობას. ფილოგენეზსა და ადაპტოგენეზში იგი ხედავს განსხვავებული შინაგანი ძალების მოქმედებას. ყოველივე ამის

საფუძვლად ნეგელი აღიარებს უჯრედშიდა მემკვიდრულ ფაქტორებს ე.წ. „იდიოპლაზმას“ და „ტროფოპლაზმას“. „იდიოპლაზმა“, მისი აზრით, ხასიათდება ურთულესი აგებულებით და გართულებისაკენ შინაგანი სწრაფვით. ნეგელი გვევლინება ორთოგენეზური (ავტოგენეზური) ევოლუციური თეორიის ერთ-ერთ ავტორად, მისი სიტყვები — „ფილოგენეტური განვითარება მდგომარეობს... იმაში, რომ იდიოპლაზმა მუდმივად რთულდება შინაგანი ძალების მოქმედებით“, — ამის ნათელი დასტურია.

მექანოლამარკიზმის დებულებების აღიარებით გაერთიანდნენ ანტისელექციონერები და ავტოგენეტიკური თეორიის მოწინააღმდეგეები. ისინი ცდილობენ, ხელოვნურად „შექმნან ევოლუცია“ და იგი მთლიანად შეისწავლონ ექსპერიმენტულად. უპირისპირდებიან რა ავტოგენეტიკურ თეორიებს, ყოველივეს მიაწერენ გარემო პირობებს (ექტოგენეზი). მათი მთავარი დასაყრდენი ხდება გ. სპენსერის დებულება, რომ „ან არსებობს შეძენილი ნიშნების მემკვიდრეობა, ან არ არსებობს ევოლუცია“. ამან განაპირობა მექანოლამარკისტების მხარეზე ევოლუციის ფილოგენეტიკური მიმართულების მომხრეების, ეკოლოგების, ბიოგეოგრაფების, ექსპერიმენტული მორფოლოგიის მიმდევრების გადასვლა. ამ მიმართულებას ლიდერობდნენ კამერერი და დეტო.

ფსიქოლომარკიზმის ფუძემდებელი იყო ფრანსე. ის აღიარებს „მცენარეულ სულს“ და „უჯრედულ სულს“. ეს მიმართულება განვითარების წყაროს ხედავს რაღაც „შინაგან იმპულსში“, ცოცხალის შემოქმედებით აქტივობაში. უმდაბლეს ცხოველებში ეს შინაგანი „ზრდის ძალები“ არის „ძალდატანება საჭიროების გავლენით“, უფრო მაღალგანვითარებულ ცხოველებში — „არჩევანი“, ხოლო გონიერ ცხოველებში „შეგნებული არჩევანი“. ფსიქოლამარკისტები (ფრანსე, კობი, ვაგნერი და სხვა) თვლიან, რომ ევოლუციის წამყვანი და ერთადერთი ფაქტორი არის ცხოველთა თავისუფალი „სწრაფვა“, მათი ფსიქიკა და მეხსიერება. ზოგი მათგანი მიიჩნევს, რომ ცნობიერება პირველადია თვით სიცოცხლესთან შედარებით. კობის მიხედვით, შინაგანი ძალები — „ზრდის ძალა“ ანუ ივიევე ბატმიზმი სხვადასხვა ბიოლოგიური ჯგუფის ორგანიზმებში

ვლინდება არათანაბარზომიერად. ის ზოგჯერ აჩქარებს, ზოგჯერ კი ანელებს განვითარებას. მათი მოსაზრება, რომ „გვარების გარდაქმნა ხდება უეცრად და სწრაფად, ხოლო შუალედური ფორმების მუდმივობის პერიოდი შეიძლება საკმაოდ ხანგრძლივი იყოს“, — ველარ თავსდება ლამარკისეულ აზროვნებაში და ეხმაურება თანამედროვე ანტისელექციურ ევოლუციურ შეხედულებას.

ანტიდარვინისტულმა მიმართულებებმა ასახვა ჰპოვეს სოციალურ სფეროშიც. ამას გარკვეული საფუძველი შეუქმნა დარვინის თეორიამ არსებობისათვის ბრძოლის შესახებ. საზოგადოებრივ ცხოვრებაში არსებობისათვის ბრძოლის ცნების პირდაპირი მნიშვნელობით გადატანით შეიქმნა სოციალდარვინიზმი.

ინგლისელი ფილოსოფოსი გ. სპენსერი ვერ ხედავს განსხვავებას ბუნებისა და საზოგადოების განვითარების კანონებს შორის. შესაბამისად, არსებობისათვის ბრძოლის იდეას იგივე მნიშვნელობას აძლევენ საზოგადოების განვითარებაში, როგორც ეს ხდება ბუნებაში. აქედან გამომდინარე, დარვინის თეორიაზე დაყრდნობით თვლიან, რომ თითქოს სახეთა შიგნით ბრძოლა პირდაპირ მოქმედებს საზოგადოებაში. ამიტომ ზოგიერთი ანტიდარვინისტი დარვინის კანონს უწოდებს არაზნეობრივს. ეს მოსაზრებები შემდგომში ბევრმა რეაქციულმა პოლიტიკურმა მიმდინარეობამ თავის სასარგებლოდ გამოიყენა და შეეცადა, გაემართლებინათ ომები, რასათა შორის და ერთა შორის უთანასწორობის არსებობა და სხვა, მაგრამ დარვინისეული არსებობისათვის ბრძოლის კონცეფციის ამგვარად გადატანა და გავრცელება საზოგადოებრივ ცხოვრებაზე არა მარტო მეცნიერული თვალსაზრისითაა არასწორი, არამედ ის საზოგადოებრივი ცხოვრებისათვის მიუღებელი და შეუსაბამოა.

სწრაფვა კრიზისის დაძლევისათვის

საერთოდ, მეცნიერული კრიზისი თავდაპირველად ბიოლოგიას არ შეხებია. მსგავსი მაგალითები ცნობილია მეცნიერების სხვა დარგებშიც. მაგრამ საერთო ის არის, რომ მეცნიერულ კრიზისს მოჰყვება ხოლმე შესაბამისი მეცნიერების

ახალი აღმავლობა. ეს კანონზომიერება შეეხო ევოლუციურ მოძღვრებასაც.

კრიზისის შემდგომი მეცნიერული აღმავლობა ყოველთვის კრიზისული სიტუაციის დაძლევით იწყება. ასე მოხდა ბიოლოგიაშიც და იგი იწყება XX საუკუნის პირველი ათწლეულიდანვე.

ჯერ კიდევ 1908 წელს სტატიაში „დარვინიზმის თანამედროვე მდგომარეობა“ უოლესი გამოვიდა დარვინიზმის დაცვით. მან გენეტიკის ცდას, შეეცვალა დარვინიზმი, „უცნაური პრეტენზიები“ უწოდა. ის აღნიშნავს, რომ დარვინმა მოგვცა საშუალება, უკეთესად გაგვეგო მემკვიდრეობის არსი მენდელის კანონების მიხედვით და ამ გამოკვლევების მნიშვნელობა სახეობათა წარმოშობის საკითხში.

დარვინიზმსა და გენეტიკას შორის წინააღმდეგობათა დაძლევის საქმეში მობრუნების ეტაპად გადაიქცა დარვინის მოძღვრების ნახევარსაუკუნოვანი იუბილეს აღნიშვნა (1907 წ.). ამ თარიღს ამერიკელმა მეცნიერმა რ. ლოკმა მიუძღვნა შრომა „დარვინიზმი დღეს“, რომელშიც კრიტიკულად გააანალიზა დარვინის მოძღვრებაც და ანტიდარვინისტების შეხედულებებიც. მან პირდაპირ დასვა საკითხი, რომ გენეტიკა კი არ უნდა დაუბირისპირდეს დარვინიზმს, არამედ საჭიროა მათი სინთეზი. მენდელის აღმოჩენები კი არ ეწინააღმდეგება დარვინიზმს, არამედ პირიქით, ავსებს და აძლიერებს მას. მენდელისა და საერთოდ, გენეტიკის მიერ დადგენილი მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებანი უფრო ნათელს ხდის გადარჩევისათვის მასალის მიწოდების რეალობას. ამდენად, დარვინიზმისა და გენეტიკის სინთეზით შეიძლება შეიქმნას ნამდვილი ევოლუციური თეორია. ამ შრომაში მოცემული იყო არა მარტო დარვინიზმის დაცვა, არამედ გაბედულად იყო ნათქვამი გენეტიკის ზოგიერთი ნაკლის შესახებაც. შრომამ დიდი გავლენა იქონია ახალგაზრდა მეცნიერებზე (ვ. მილერი, ა.სტერტევანტი და სხვ.).

1910 წელს გამოდის დარვინისადმი მიძღვნილი საიუბილეო კრებული „დარვინიზმი და თანამედროვე მეცნიერება“. მასში დაიბეჭდა დ.ჰუკერის წერილი და 28 სტატია. მათ შორის დარვინიზმის ბატრიარქების — ჰეკელისა და ვეისმანის, წამყვანი

გენეტიკოსებისა და ციტოლოგების — ბეტსონის, დე-ფრიზის, სტრასბურგერის, პალეონტოლოგების — სკოტის, სეჯვიკის და სხვათა სტატიები. აღნიშნულმა შრომამ და საერთოდ, იუბილეს აღნიშვნამ კიდევ ერთხელ დაადასტურა დარვინის ევოლუციური თეორიის სისწორე და აღიარა ბუნებრივი გადარჩევა, როგორც ევოლუციის ძირითადი ფაქტორი.

დარვინის იუბილე აღინიშნა რუსეთშიც. სწორედ, საიუბილეო შრომაში ჩამოაყალიბა სეჭერცოვმა თავისი ფილემბრიოგენეზების თეორია, რითაც დაიცვა დარვინი.

დარვინის შემდეგ ბუნებრივი გადარჩევის, არსებობისათვის ბრძოლისა და ახალი რასების წარმოშობის მიმართულებით ჩატარებული ექსპერიმენტები და გამოკვლევები თვალნათლივ ასაბუთებენ ბუნებრივი გადარჩევის შემოქმედებით როლს. ამასთანავე, მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებათა შესწავლა, განსაკუთრებით კი სახეობის შიგნით გენთა გავრცელების კანონზომიერებების არსებობა სულ უფრო ნათელს ხდიდა გენეტიკის მიღწევებს და დარვინის მოძღვრებას შორის არა შეუთავსებლობას, არამედ მათი სინთეზის აუცილებლობას. ეს მართლაც განხორციელდა XX საუკუნის 30-იანი წლებისათვის.

სწრაფვა ევოლუციის სინთეზური თეორიის შექმნისათვის

ახალი ევოლუციური მოძღვრების — ევოლუციის სინთეზური თეორიის შექმნის საქმეში დიდია რუსი მეცნიერის ს. ჩეტვერიკოვის დამსახურება. მან 1926 წელს გამოაქვეყნა შრომა „ევოლუციური თეორიის ზოგიერთი საკითხის შესახებ თანამედროვე გენეტიკის შუქზე“, რომელშიც აჩვენა, რომ დროზოფილას ბუნებრივი პოპულაციები გაჯერებულია უამრავი რეცესიული მუტაციით, რაც გადარჩევისათვის მდიდარ მასალას წარმოადგენს. ამან შესაძლებელი გახადა დარვინიზმის წინააღმდეგ არსებული ერთ-ერთი სიძნელის დაძლევა, რომ თითქოს, მემკვიდრული ცვლილებების სახით გადარჩევისათვის საკმარისი მასალა არ არსებობს ბუნებაში. გამოირკვა, რომ

გადარჩევას საქმე აქვს არა მარტო ახლად აღმოცენებულ მუტაციებთან, არამედ უდიდეს მუტაციურ ფონდთან, რომელიც ფარულ რეცესიულ მდგომარეობაშია დაგროვილი პოპულაციებში.

ფ. დობჟანსკი თავის შრომაში „მენდელიზმი, დარვინიზმი და ევოლუციონიზმი“ წერს, რომ ჩეტვერიკოვმა შექმნა ევოლუციის სინთეზური თეორიის კონტურები. თუმცა, გენეტიკასა და დარვინიზმს შორის კონფრონტაცია ამ პერიოდისათვის მაინც იმდენად ძლიერია, რომ არ შეიძლება მათი დაკავშირება ჩეტვერიკოვს მივაწეროთ, თუმცა მისი როლი ამ საქმეში ძალიან დიდია. ამ პერიოდისათვის მუშავდება ახალი მეთოდები და პრობლემები. დიდი მიღწევები აღინიშნა როგორც გენეტიკაში, ასევე ევოლუციურ მოძღვრებაში, რამაც შემდეგ საბოლოოდ განაპირობა ევოლუციური მოძღვრების, გენეტიკისა და ეკოლოგიის ინტეგრაცია.

ექსპერიმენტული მუტაგენეზის აღმოჩენით (მიულერი, ფილიპჩენკო, საპეგინა, სტადლერი) საბოლოოდ დაინგრა დოგმა გენის უცვლელობის შესახებ. დადგინდა, რომ გარემო პირობებს (რადიაცია, ტემპერატურა, ქიმიური ფაქტორები და სხვა) შეუძლიათ გამოიწვიონ გენეტიკური ცვლილებები შემკვიდრულ მასალაში. ეს, პირველყოვლისა, ეხება გენების ცვლილებებს.

ისწავლება პოპულაციებში გენთა განაწილების კანონზომიერებანი, დგინდება თაობებში გენთა განაწილების მიხედვით მდგრადობის პირობები და მისი დინამიკის გამომწვევი ფაქტორები. ყოველივე ეს საფუძვლად დაედო გენეტიკის ახალი დარგის — პოპულაციური გენეტიკის ჩამოყალიბებას. აღმოჩნდა, რომ პანმიქტურ (თავისუფლად შეჯვარებად) პოპულაციებში გენთა განაწილება თაობებში ემყარება ზუსტ მათემატიკურ კანონზომიერებებს. აღნიშნული დებულებები ჩამოყალიბდა კანონის სახით (ჰარდი-ვაინბერგის კანონი).

სულ უფრო ნათელი ხდება, რომ ევოლუციის კანონზომიერებებიც ხშირ შემთხვევაში შეიძლება მათემატიკური სიზუსტითაც გამოისახოს. ამის საუკეთესო დადასტურება იყო 30-იან წლებში ინგლისელი მეცნიერების რ. ფიშერის, ჯ.ჰოლდეინისა და ს. რაიტის მიერ ევოლუციის მათემატიკური

თეორიის შექმნა. იგი მთლიანად ეფუძნებოდა ბუნებრივი გადარჩევის გენეტიკურ თეორიას.

ბუნებრივი გადარჩევის მათემატიკურმა თეორიამ მოახდინა ბიომეტრიის, გენეტიკისა და ბუნებრივი გადარჩევის თეორიების სინთეზი. ყოველივე ამის შედეგად შეიქმნა ახლებური წარმოდგენა ბუნებრივ გადარჩევაზე, როგორც სტატისტიკურ ალბათობით პროცესზე, რომელიც იწვევს პოპულაციაში გენთა სიხშირის ცვალებადობას.

ახალი ეტაპი იწყება ეკოლოგიური ფაქტორების ევოლუციური როლის შესწავლის საქმეშიც. ექსპერიმენტული წესით ისწავლება არსებობისათვის ბრძოლის სიძლიერე ეკოლოგიურ პირობებთან დამოკიდებულებაში. რუსი მეცნიერები — საპეგინა, პისარევი და კულეშოვი სწავლობენ სხვადასხვა სახეობის მცენარეთა ერთობლივ ჯგუფებში არსებობისათვის ბრძოლის სიმწვავეს სხვადასხვაგვარი სიმჭიდროვის პირობებში. გ.სუკაჩევმა დაადგინა, რომ მრავალძარღვას ერთი ხაზისა და სხვადასხვა ხაზის ერთდროული თესვის პირობებში განსხვავებული სიმძაფრით ვლინდება არსებობისათვის ბრძოლა.

არსებობისათვის ბრძოლის შედეგები ისწავლება ცხოველთა სამყაროშიც. დადგინდა, რომ დასახლების სიხშირე მოქმედებს ცხოველური ორგანიზმების ცხოველმყოფელობაზე, ზრდაზე, აქტიურობაზე, ნაყოფიერებაზე და სხვა (ალპატოვი, პაუზე და სხვა).

დადგენილი იქნა სახეობების რთული სტრუქტურა. სისტემატიკაში სულ უფრო აქტიურად გამოიყენება ციტოგენეტიკური მეთოდები (კარიოლოგიური თავისებურებების შესწავლისათვის).

ევოლუციურ თეორიაში, გენეტიკაში, ეკოლოგიასა და სხვა მეცნიერებებში დაგროვილმა მეცნიერული კვლევის შედეგებმა თანდათან ნათელი გახადეს ახალი ტიპის ევოლუციური მოძღვრების შექმნის აუცილებლობა, სადაც აღნიშნული მიღწევები ინტეგრირებული სახით ახლებურად წარმოგვიჩენდა ევოლუციური მოძღვრების კანონზომიერებებს. ამ მიმართულებით დაიწყო კიდეც აქტიური მუშაობა, რომელსაც სათავეში ჩაუდგნენ ებოქის ყველაზე გამოჩენილი ევოლუციონისტები.

ევოლუციური მოძღვრების, გენეტიკის, სისტემატიკისა და პალეონტოლოგიის მიღწევათა ინტეგრირების საფუძველზე ახალი ტიპის ევოლუციური მოძღვრების ჩამოყალიბება ძირითადად განხორციელდა XX საუკუნის 30-40-იან წლებში. ევოლუციის სინთეზური თეორიის (მას დავითაშვილი „პოსტნეოდარვინიზმს“ უწოდებს) ძირითადი დებულებების ჩამოყალიბებაში გადამწყვეტი როლი შეასრულეს საუკუნის ისეთი გამოჩენილი მეცნიერ-ევოლუციონისტების შრომებმა, როგორიც იყვნენ: ფიშერი („ბუნებრივი გადარჩევის გენეტიკური თეორია“, 1930), ჰოლდეინი („ხელოვნური და ბუნებრივი გადარჩევის მათემატიკური თეორია“, 1931), რაიტი („ევოლუცია მენდელისეულ პოპულაციებში“, 1931), ფ. დობჟანსკი („გენეტიკა და სახეთა წარმოშობა“, 1937), ჯ. ჰექსლი („ევოლუცია, თანამედროვე სინთეზი“, 1942), ე. მაიერი („სისტემატიკა და სახეთა წარმოშობა“, 1944), დ. სიმპსონი („ევოლუციის ტემპები და ფორმები“, 1948), ი. შმალჰაუზენი („ევოლუციური პროცესის გზები და კანონზომიერებანი“, 1939, „ევოლუციის ფაქტორები“, 1946). ამ ავტორების შრომები ითვლება „დროის დროშად“ ევოლუციურ თეორიაში. მათ დაიკავეს უარყოფითი პოზიცია სხვადასხვა სახის ანტიევოლუციური, მეტაფიზიკური და ორთოგენეტიკური თეორიების მიმართ, რამაც ძირითადად განსაზღვრა ბევრი ბუნების მკვლევარის მყარი ევოლუციური შეხედულებების ჩამოყალიბება. ევოლუციის სინთეზური თეორია ბევრი მეცნიერის ერთობლივი შემოქმედება იყო. როგორც სიმპსონი აღნიშნავს: „სინთეზურ თეორიას არ ჰყავს თავისი დარვინი, იგი არსებითად მრავალი მეცნიერის ერთობლივი შემოქმედებაა“.

ჯულიან ჰექსლი (1887-1975)

ევოლუციის სინთეზური თეორიის შემქმნელთა შორის ლიდერის პოზიცია ეკავა ცნობილ ამერიკელ პალეონტოლოგ-ევოლუციონისტს *ჯ. სიმპსონს*. მას თვლიან ჩვენი დროის უდიდეს ევოლუციონისტად, რამდენადაც მისი შრომები ევოლუციურ აზროვნებაში უდიდესი მიღწევაა. იგი აშკარად

წინააღმდეგია არისტოგენეზისა, რაც დიდი პოპულარობით სარგებლობდა ცნობილი ამერიკელი მეცნიერის *გ. ოსბორნის* მოღვაწეობაში. გასული საუკუნის 30-იან წლებამდე ოსბორნის მოღვაწეობა უდიდეს მიღწევად იყო შეფასებული დარვინის შემდგომი ევოლუციური აზროვნების განვითარებაში. მას ხშირად უწოდებენ კიდეც „ახალი დროის დარვინს". ოსბორნის შეხედულებებს, როგორც ორთოევოლუციურს, გაბედულად დაუბირისპირდა დ. სიმპსონი. ასეთ მიმართულებას ევოლუციაში სიმპსონი უწოდებს „დაბრუნებას უცნობისაკენ". მსგავსი თეორიები, მისი აზრით, მეტაფიზიკურად და არამეცნიერულად უნდა ჩაითვალოს. ასეთ მოსაზრებებს იგი სიცილის მომგვრელად თვლის და აღნიშნავს, რომ წავიდა „ის დრო, როცა ასეთი თეორიები იყო განსაკუთრებით მოდური, თუმცა მათ ყოველთვის ჰყავთ მიმდევრები და სრულიად შესაძლებელია ისინი კვლავ მოდურები გახდნენ".

ზემოთ ჩამოთვლილ შრომებში, გარდა ანტიდარვინისტულ მიმდინარეობათა მწვავე კრიტიკისა, ევოლუციურ გენეტიკასა და ეკოლოგიაზე დაყრდნობით არა მარტო საფუძველი ჩაეყარა ევოლუციური მოძღვრებისა და გენეტიკის სინთეზს, არამედ განმტკიცდა კავშირები ევოლუციურ მოძღვრებასა და ბიოლოგიის სხვა დარგებს შორის (მორფოლოგია, ემბრიოლოგია, ფენოგენეტიკა, ბიოცენოლოგია, პალეონტოლოგია და სხვა). ასეთი კავშირების ძირითად თავისებურებას ის წარმოადგენს, რომ იგი ყოველმხრივ დასაბუთდა ფაქტობრივად და თეორიულად. სტებინსის აზრით, ევოლუციის სინთეზური თეორია თანაბარი ძალით აღიარებს, ერთი მხრივ, დარვინის ბუნებრივი გადარჩევის თეორიას, მეორე მხრივ, მემკვიდრეობის მენდელისეულ და მუტაციების დეფრიზისეულ, მორგანისეულ და მათი მიმდევრების მოძღვრებებს.

სხვადასხვა ავტორმა განავითარა ევოლუციის სინთეზური თეორიის სხვადასხვა დებულება. ფიშერის, ჰოლდეინის, რაიტის და სხვათა მოღვაწეობაში მთავარი იყო პოპულაციის გენეტიკური კანონზომიერებების დამუშავება, პოპულაციური გენეტიკისა და ევოლუციური თეორიის სინთეზის საჭიროების დასაბუთება.

თეოდოსი გრიგორის ძე დობჟანსკი (1900–1975)

ივანე იუანეს ძე შმალჰაუზენი (1884–1963)

თ. დობჟანსკი ახდენს დროზოფილას ბუნებრივი პოპულაციების გენეტიკის ფართო განზოგადებებს. ამ საკითხებისადმი მისი მიდგომა ეფუძნება, ერთი მხრივ, გენეტიკის უახლეს მიღწევებს, კერძოდ, გადარჩევის მათემატიკურ თეორიას, ხოლო მეორე მხრივ, დარვინიზმის კლასიკურ პრინციპებს. ის თავის შრომებში ძირითად ყურადღებას ამახვილებს პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურის გარდაქმნაზე ევოლუციის სხვადასხვა ფაქტორის ერთდროულ მოქმედებასთან კავშირში. ამ ფაქტორთა და მიზეზთა შორის იგი ასახელებს მემკვიდრულ ცვალებადობას, პოპულაციის რიცხობრივ ცვლილებებს, მიგრაციებს, ახალ ფორმათა რეპროდუქციულ იზოლაციას, ბუნებრივ გადარჩევას. იგი ახალ სახეობათა წარმოშობის მექანიზმებს იხილავს გენეტიკის იმდროინდელი მიღწევების შუქზე. მის მიერ საკითხის ამ სახით დაყენებას თავისთავად მივყავართ გენეტიკის, ეკოლოგიისა და ევოლუციური მოძღვრების სინთეზისაკენ. დობჟანსკი გვთავაზობს სახეობათა შიგნით ევოლუციური გარდაქმნის სამ დონეს. პირველ დონედ ის ასახელებს მემკვიდრეობით ცვლილებებს — გენურ და ქრომოსომურ მუტაციებსა და რეკომბინაციებს. მუტაციებისა და რეკომბინაციების შემდეგი ბედი დამოკიდებულია ფაქტორთა კომპლექსზე, რომელთა მოქმედება განაპირობებს ევოლუციური გარდაქმნის მეორე დონეს. აღნიშნულ დონეზე ხდება შედარებით სასარგებლო მუტაციებისა და კომბინაციების გადარჩევა. იგი თითქმის პირველი ამახვილებს საგანგებოდ ყურადღებას მიგრაციებსა და იზოლაციებზე, როგორც ევოლუციის

ფაქტორებზე. მიგრაციები იწვევენ მუტაციების განსახლებას შედარებით სასარგებლო სასიცოცხლო პირობებში და ეს შეიძლება გახდეს სახეთაშიდა ქვედაჯგუფებების წარმოშობის მიზეზი. გადარჩევა, მიგრაცია და იზოლაცია, — აღნიშნავს დობჟანსკი, — იწვევს სახეობის გავრცელების არეალში სხვადასხვა გარემო პირობების შესაბამისად პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურის გარდაქმნას. ასე რომ, მეორე დონეზე ევოლუციური გარდაქმნის შედეგი არის სახეთაშიდა დიფერენციაცია. სწორედ, ამ დონეზე ბუნებრივი გადარჩევის კონტროლის ქვეშ ხდება პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურის „გაშალაშინება“, რასაც შედეგად ახლავს გარემოს მოქმედებით პოპულაციებში ისტორიული გარდაქმნები. დობჟანსკის შემდეგ მიგრაცია და იზოლაცია გადარჩევასთან ერთად განიხილება, როგორც ევოლუციის ფაქტორები.

დობჟანსკის მიხედვით ევოლუციური განვითარების მესამე დონეზე ხდება იმ შედეგების ფიქსირება, რაც მიღწეულია პირველ ორ საფეხურზე და სახეთაშიდა ფორმებიდან ახალი სახეობები ყალიბდება. დობჟანსკიმ დაბეჯითებით აღიარა, რომ ევოლუციური გარდაქმნა შეუძლებელია რომელიმე ევოლუციური ფაქტორის ცალმხრივი მოქმედებით (მიუხედავად იმისა, რომ გადარჩევას ევოლუციაში მთავარი მამოძრავებელი როლი აკისრია). ახალ სახეობათა წარმოშობა და საერთოდ, ევოლუციური გარდაქმნა, მისი აზრით, ეფუძნება ფაქტორთა ერთობლივ მოქმედებას. ასეთი მეთოდოლოგიური საფუძველი დობჟანსკიმ ოსტატურად გამოიყენა სახეთა წარმოშობის საქმეში იზოლაციისა და მიგრაციის როლის შეფასებისათვის. მას შემოაქვს ტერმინი „იზოლაციური მექანიზმები“, რომლის ქვეშ გულისხმობს ნებისმიერ აგენტს, რაც ხელს უშლის ან ამცირებს გენთა გაცვლას ორგანიზმთა ჯგუფებს შორის. იგი იზოლაციურ მექანიზმებს ყოფს გეოგრაფიულად, ფიზიოლოგიურად და რებროდუქციულად. მიაჩნია, რომ რებროდუქციული იზოლაცია არის ბუნებრივი გადარჩევის შედეგი. მისი აზრით, ბუნებრივი პოპულაციების მიერ რებროდუქციული იზოლაციური მექანიზმების თანდათანობითი გაძლიერება მას სძენს სახეობის სტატუსს და ამდენად, სახეთა წარმოშობა არის მიკროევოლუციის საბოლოო შედეგი. ამიტომაც, სახეობები

ევოლუციის ეტაპებია და იგი არის ორგანული მრავალფეროვნების საფუძველი და ძირითადი დისკრეტული ერთეულები.

დობჟანსკი ყოველთვის მყარად იდგა მატერიალისტურ პოზიციებზე და მკაცრად აკრიტიკებდა ანტიდარვინისტულ მიმართულებებს ევოლუციურ მოძღვრებაში. იგი გაბედულად აცხადებდა, რომ „ავტოგენეზის აღიარება სინამდვილეში გულისხმობს თვით ევოლუციის ფაქტის უარყოფას“ და ნებისმიერი ევოლუციური თეორია, რომელიც არ ეფუძნება ბუნებრივი გადარჩევის კონცეფციას, აღნიშნული გზით მიდის.

გამოდის, რომ მოცემულ შრომაში დობჟანსკის მიერ დამუშავებული იყო მიკროევოლუციური მოძღვრების საფუძვლები და სახეთა წარმოშობის თანამედროვე ბიოლოგიური კონცეფცია. ამან კი გადამწყვეტი როლი შეასრულა გენეტიკისა და ევოლუციური მოძღვრების მტკიცედ დაკავშირების საქმეში.

ევოლუციის სინთეზური თეორიის ჩამოყალიბებაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა რუსმა მეცნიერმა *ი. შმალჰაუზენმა.* ის 30-იან წლებში ემბრიოლოგიასა და მორფოლოგიაში მუშაობდა და შეეცადა, მოეხდინა ამ დარგების შეერთება ევოლუციურ მოძღვრებასთან. მის შრომებში: „ორგანიზმი, როგორც მთლიანი, ინდივიდუალური და ისტორიული განვითარების პროცესში“, „ევოლუციის გზებისა და კანონზომიერებათა შესახებ“, „ევოლუციის ფაქტორები“ და მრავალი სხვა, — მოცემულია მთელი რიგი ევოლუციური პრობლემების ნოვატორული გადაწყვეტა.

ევოლუციური თეორიის, ემბრიოლოგიის, მორფოლოგიის, პალეონტოლოგიისა და გენეტიკის ურთიერთშებირისპირების საფუძველზე შმალჰაუზენმა ღრმად შეისწავლა ცოცხალ სამყაროში ინდივიდუალური და ისტორიული განვითარების თანაფარდობის საკითხები. დაადგინა მნიშვნელოვანი კანონზომიერებანი, რომლებიც ეხება ევოლუციის მიმართულების ძირითად გზებს, სხვა ფუნდამენტურ ევოლუციურ განზოგადებებს. მან საფუძვლიანად დაამუშავა დარვინისეული არსებობისათვის ბრძოლის, როგორც ევოლუციის ფაქტორის თეორიული საფუძვლები. გვიჩვენა, თუ როგორ ვლინდება არსებობისათვის ბრძოლის დროს ცოცხალ სამყაროში

მუდმივმოქმედი რთული წინააღმდეგობანი, რითაც არსებობისათვის ბრძოლა გამოდის, როგორც ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობა. მის მიერ არსებობისათვის ბრძოლასა და წარმმართველ გადარჩევას შორის თანაფარდობის საკითხის შესწავლა, — ეს არის საუკეთესო მაგალითი განვითარების მატერიალისტური კონცეფციის დასაბუთებისა ცოცხალ სამყაროში.

შმალჰაუზენმა დაამუშავა საკითხები წარმმართველი და მასტაბილიზებელი გადარჩევის შესახებ. მათ შორის კავშირისა და განსხვავების ანალიზის საფუძველზე შეაფასა მათი მნიშვნელობა და მოქმედების თავისებურებანი, რის შემდეგაც გააკეთა დასკვნა, რომ ცოცხალი სამყაროსათვის ისევე აუცილებელია ცვალებადობა, როგორც მდგრადობა. მას ეკუთვნის ფრაზა: „მდგრადობის გარეშე არ არსებობს ცვალებადობა“. შმალჰაუზენმა სწორად შეაფასა ევოლუციური პროცესის ზოგადი თავისებურებანი — თანაფარდობა სტატიკასა და დინამიკას — მდგრადობასა და მოძრაობას შორის. ყოველივე ამით მან სათანადო წვლილი შეიტანა ევოლუციის ფილოსოფიური პრობლემების გადაწყვეტაშიც.

ერნსტ მაიერი
(1904-1987)

ჯორჯ გეილორდ
სიმპსონი (1902-1984)

40-იან წლებში სინთეზური მიდგომა ფრცელდება ბიოლოგიურ სისტემატიკაზეც. ამ საქმეში ლიდერის როლი ეკუთვნის *ე. მაიერს.* მან შრომებში: „სისტემატიკა და სახეთა

წარმოშობა“, „ზოოლოგიური სახეობა“ და მრავალი სხვა, — საფუძველი ჩაუყარა ბიოლოგიური სახეობის კონცეფციას. სახეობების პრობლემისადმი ასეთი მიდგომა გულისხმობდა მორფოლოგიური, გენეტიკური, ეკოლოგიური და გეოგრაფიული კრიტერიუმების კომპლექსის ორიგინალურ გამოყენებას სახეობათა იზოლაციის საქმეში. საკითხისადმი ამდაგვარმა მიდგომამ დიდად შეუწყო ხელი როგორც ევოლუციის თეორიის, ასევე პრაქტიკული სისტემატიკის განვითარებას. ამის შემდეგ ბიოლოგიაში ახლებურად დაისვა სახეობისა და სახეთა წარმოშობის პრობლემები.

ე. მაიერი თავის შრომებში ევოლუციურ პრობლემებს სვამს ფართოდ. გამოაცხადა რა სახეობა ევოლუციური გარდაქმნის საფუძვლად, სახეობათა გაგებასა და ევოლუციას მან საფუძვლად დაუდო პოპულაციური პრინციპი. ბიოლოგიური სახეობის გაგების ტიპოლოგიური პრინციპის (რეალობა და უცვლელობა) შეცვლას პოპულაციური პრინციპით (ცვალებადი და დროებით არსებობა) მაიერი უწოდებს „უდიდეს იდეურ რევოლუციას ბიოლოგიაში“.

ევოლუციური კანონზომიერებების შესწავლაში უდიდესი როლი შეასრულა პალეონტოლოგიამ. განამარხებული მასალები, როგორც ევოლუციის უტყუარი საბუთები, იძლევა საშუალებას, დადგინდეს ძირითადი ფილოგენეტური კანონზომიერებანი, ევოლუციის მიმართულება და ტემპები, ძირითადი გარდატეხის მომენტები ევოლუციურ განვითარებაში, ამოწყვეტის მიზეზები და მრავალი სხვა.

ჯ. სიმპსონმა პალეონტოლოგიის, ევოლუციური გენეტიკისა და ევოლუციური ეკოლოგიის მონაცემების საფუძველზე დააშუშავა ისეთი საკითხები, როგორიცაა: ევოლუციის ტემპები და ფორმები, ევოლუციის მიმართულება, პროგრესული განვითარების მექანიზმები და სხვა კანონზომიერებანი. ევოლუციის ტემპებსა და ფორმებს ის უკავშირებს ევოლუციის ისეთი ფაქტორების კომპლექსურ მოქმედებას, როგორიცაა: მუტაციათა სიხშირე და ხასიათი, თაობათა ცვლის ხანგრძლივობა, პოპულაციის სიდიდე, გადარჩევა და სხვა. მან პალეონტოლოგიის, ეკოლოგიის, გენეტიკისა და ევოლუციური თეორიის სინთეზის საფუძველზე

დაამუშავა საკითხი ევოლუციის მიმართულებათა შესახებ. ის ავითარებს დარვინის აზრს, რომ ევოლუციის პროცესში ადგილი აქვს განშტოებებს, რომელთაგან ბევრი ისპობა არსებობისათვის ბრძოლის პროცესში.

ევოლუციის სინთეზური თეორია ფაქტიურად თვისობრივად ახალი ტიპის ევოლუციური მოძღვრების სახით ჩამოყალიბდა. მართალია, იგი ეყრდნობა დარვინის ფუძემდებლურ დებულებებს, მაგრამ მთელ რიგ საკითხებში ახლებურად ავითარებს დარვინისეულ ევოლუციურ პრინციპებს. ამის შესახებ თვით სიმპსონი აღნიშნავს, რომ ევოლუციის სინთეზური თეორია „სრულიად განსხვავებულია დარვინის ევოლუციური თეორიისაგან და იყენებს მასალებს სხვადასხვა წყაროდან, მეტწილად არადარვინისტულს, ზოგჯერ — ანტიდარვინისტულსაც". სიმპსონის აზრით, თვით ბუნებრივი გადარჩევის თეორია მნიშვნელოვნად განსხვავდება დარვინისეული და ევოლუციის სინთეზური თეორიის ხედვით. ამიტომაც ახალ მიმართულებას ევოლუციურ თეორიაში არ შეიძლება ეწოდოს „ნეოდარვინიზმი", „ახალი დარვინიზმი" და მით უმეტეს „დარვინიზმი". ამდენად, ამ ახალ ევოლუციურ მიმართულებას „ევოლუციის სინთეზური თეორია" ეწოდა.

ასე რომ, 30-40-იან წლებში მიკროევოლუციური პროცესების ექსპერიმენტული შესწავლისა და ზოგადად ბიოლოგიაში დაგროვილი მეცნიერული კვლევის შედეგებისა და ევოლუციის საერთო კანონზომიერებათა განზოგადების შედეგად აღმოცენდა ახალი შეხედულებები ევოლუციური სუბსტრატის, ევოლუციის ფაქტორების, ევოლუციურ გარდაქმნათა მიზეზებისა და კანონზომიერებათა შესახებ. ამის პირობები შექმნა ევოლუციური თეორიის, გენეტიკის, ეკოლოგიის, ემბრიოლოგიისა და პალეონტოლოგიის სინთეზმა, შედეგად ჩამოყალიბდა სინთეზური მიმართულება ევოლუციურ მოძღვრებაში. იწყება ევოლუციის თანამედროვე პერიოდი, რომელმაც გამოხატულება ჰპოვა ევოლუციის სინთეზური თეორიის შემდგომ განვითარებაში.

მიუხედავად იმისა, რომ ევოლუციის სინთეზური თეორიის ზოგიერთი დებულება თანამედროვე პირობებში გარკვეულ რევიზიას განიცდის, ამ თეორიის ძირითადი პრინციპები მაინც რჩება ჩვენი დროის ევოლუციური მოძღვრების საფუძველი.

თანამედროვე პირობებში ევოლუციური მოძღვრების სრულყოფა დაკავშირებულია მოლეკულური ბიოლოგიის, პოპულაციური გენეტიკის, ეკოლოგიის, ბიოგეოცენოლოგიის, პალეონტოლოგიის, მიკროევოლუციური პროცესების ექსპერიმენტული კვლევისა და ბიოლოგიაში მათემატიკური მეთოდების გამოყენების მიღწევებთან. ბოლო ათწლეულებში სასიცოცხლო პროცესების მოლეკულური მექანიზმების შესახებ წარმოდგენა და საერთოდ, ბიოლოგიური აზროვნება მნიშვნელოვნად შეცვალა ნუკლეინის მჟავების გენეტიკური ფუნქციის აღმოჩენამ. ჩამოყალიბდა ახლებური თვალთახედვა სასიცოცხლო მოვლენების მოლეკულური მექანიზმების, ცოცხალი სტრუქტურების კვლავგანახლების რეგულაციის, მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის მოლეკულური კანონზომიერებების შესახებ.

ამის პარალელურად სულ უფრო ძლიერდება მიკროევოლუციური პროცესების ექსპერიმენტული შესწავლა. ახლებურად ჩამოყალიბდა მოძღვრება პოპულაციის შესახებ. პოპულაცია ფაქტიურად გამოცხადდა მიკროევოლუციური პროცესების პლაცდარმად (გრანტი). სულ უფრო აშკარად იკვეთება პოპულაციებში მიმდინარე გენეტიკური და ეკოლოგიური კანონზომიერებების როლი მიკროევოლუციურ გარდაქმნებში. ევოლუციის საკითხებში სულ უფრო ძლიერდება პოპულაციოცენტრული აზროვნება, რამაც მიგვიყვანა იმის აღიარებამდე, რომ პოპულაცია არის ელემენტარული ევოლუციური სტრუქტურა ანუ ერთეული. ასეთი აზროვნების საფუძველზე ახლებურად გაიაზრება ძირითადი ევოლუციური ფაქტორების მოქმედების მექანიზმები და შედეგები.

დღეს უკვე ახლებურად დგება მიკროევოლუციური პროცესების მოდერნირებისა და საერთოდ, ევოლუციური პროცესების მიმართულებებისა და მასში ადამიანის ჩარევის

პრობლემები. ამ და სხვა თავისებურებებმა ახლებური ელფერი შესძინა ევოლუციის თანამედროვე სინთეზურ თეორიას.

ევოლუციის სინთეზური თეორიის ძირითადი დებულებები ძალიან შემოკლებული სახით შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოვაყალიბოთ:

1. უმარტივესი ცოცხალი სისტემა წარმოიშვა არაცოცხალი მატერიისაგან აბიოგენურად — ქიმიური ევოლუციის გზით. ცოცხალისა და არაცოცხალის ქიმიური შემადგენლობა, მოლეკულურ და უჯრედულ დონეზე სასიცოცხლო პროცესების მსგავსება მთელი ცოცხალი სამყაროსათვის მიუთითებს სიცოცხლის ერთიან საწყისზე. სიცოცხლის წარმოშობის გზაზე განმსაზღვრელი იყო ღია ცოცხალი სისტემის ჩამოყალიბება, რომელიც ხასიათდება უჯრედული სტრუქტურულ-ფუნქციური ორგანიზაციით, თავისებური — მხოლოდ ცოცხალისათვის დამახასიათებელი, ინფორმაციისა და ენერგიის კოდირებითა და რეალიზაციით.

2. გარემოსთან ურთიერთობაში ორგანიზმთა ადაპტური უპირატესობანი დაკავშირებულია ჯგუფურ ორგანიზაციასთან. ამან განაპირობა ორგანიზმთა განცალკევებული ჯგუფების — პოპულაციებისა და სახეობების ჩამოყალიბება. ისინი გადაიქცნენ ორგანიზმთა არსებობის მთავარ ფორმებად და ევოლუციის ობიექტებად მიკრო- და მაკროევოლუციაში. ევოლუციის ელემენტარული ერთეული არის პოპულაცია. ამიტომაც, ევოლუციის მექანიზმების დადგენა მოითხოვს პოპულაციის გენეტიკურ-ეკოლოგიურ კანონზომიერებათა შესწავლას. ამ მხრივ მიღწეულია მთავარი შედეგი: დადგინდა პოპულაციური პოლიმორფიზმის უნივერსალური ხასიათი და ევოლუციის ორგანიზმოცენტრული თეორია შეიცვალა პოპულაციოცენტრული თეორიით. სახეობის ტიპოლოგიური (რეალური და უცვლელი) წარმოდგენა შეიცვალა პოპულაციურით (ცვალებადი და დროებით არსებული).

3. ევოლუცია წარმოადგენს უწყვეტ ადაპტოგენურ პროცესს, რომელიც სტრუქტურულად და ფუნქციურად აგუებს ცოცხალ ორგანიზმს ცვალებად გარემო პირობებთან. ევოლუციური გარდაქმნა ხორციელდება მემკვიდრეობითი ცვალებადობის, პოპულაციის რიცხობრივი დინამიკის,

იზოლაციის, მიგრაციებისა და არსებობისათვის ბრძოლის პროცესების ერთობლივი მოქმედებით, სადაც განმსაზღვრელი მნიშვნელობა აქვს ბუნებრივ გადარჩევას.

4. პოპულაციის ევოლუციური გარდაქმნისათვის ელემენტარული ევოლუციური მასალის მიმწოდებელია მუტაციები. ამ მხრივ მდიდარ რეზერვს წარმოადგენს კომბინაციური და რეკომბინაციური ხასიათის ცვლილებები, ფარულ მდგომარეობაში მყოფი პოტენციური რეცესიული მუტაციები. ასეთი მუტაციებით პოპულაციების გაჯერების ხარისხი განსაზღვრავს მის ევოლუციურ შესაძლებლობას.

5. ბუნებრივი გადარჩევა მოქმედებს ფენოტიპის დონეზე, რომელიც ყალიბდება გენოტიპისა და გარემოს ერთობლივი ურთიერთმოქმედების შედეგად. ეს კი განაპირობებს ევოლუციის პროცესში პოპულაციებისა და სახეობების გენეტიკური სისტემისა და რეაქციის ნორმის აუცილებელ, თანდათანობით გარდაქმნას. უკუკავშირს — ფენოტიპი → გენოტიპი — კი არ აქვს ადგილი ლამარკისეული შეხედულებების შესაბამისად, შეძენილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობით გადაცემის შესახებ, არამედ — პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურის ცვალებადობას, რომელიც ეფუძნება პოპულაციური გენეტიკის კანონზომიერებებს და ბალანსირდება გარკვეულ გარემო პირობებში.

პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურის ცვალებადობა ვლინდება გენოტიპის რაოდენობრივ და თვისობრივ თანაფარდობაში და დიდად არის დამოკიდებული გარემო პირობებზე. ყოველივე ეს უკავშირდება ევოლუციის ეკოლოგიურ კანონზომიერებებს და მეტ-ნაკლებად განსაზღვრავს სახეთაშიგნით და სახეთაშორის ურთიერთობის რეგულაციას.

6. ევოლუციის ეკოლოგიურ კანონზომიერებებს მივყავართ ევოლუციური გარდაქმნის ბიოგეოცენოლოგიური მექანიზმების შესწავლამდე. პოპულაციას, როგორც ელემენტარულ ევოლუციურ ერთეულსა და მიკროევოლუციის პლაცდარმს, თავისთავად არ შეუძლია ევოლუციური გარდაქმნა სხვა სახეობების პოპულაციებთან ურთიერთობის გარეშე, რაც საბოლოოდ წესრიგდება ბიოგეოცენოზის დონეზე. სახეობის შიგნით და სახეობათა შორის ორგანიზმთა წინააღმდეგობრივი

ურთიერთდამოკიდებულება, რაც რეგულირდება კვებითი ჯაჭვების საშუალებით, წარმოადგენს ევოლუციური გარდაქმნის აუცილებელ მიზეზს, ამასთანავე, ყოველი ბიოგეოცენოზი ხასიათდება თავისებური აბიოტური გარემოს კომპლექსით, რაც ასევე ევოლუციური გარდაქმნის კანონზომიერებებს სერიოზულ თავისებურებებს სძენს. ამიტომაც ბიოგეოცენოზი წარმოადგენს ევოლუციური გარდაქმნის არენას და ამასთანავე, თვით ბიოცენოზიც ყალიბდება და ვითარდება ევოლუციური გარდაქმნის გზით. ევოლუციური გარდაქმნების ამგვარი იერარქია საბოლოოდ უზრუნველყოფს მთელი ბიოსფეროს ევოლუციურ ფორმირება-განვითარებას.

7. ბიოლოგიური ევოლუცია დედამიწაზე იწყება მოლეკულური ევოლუციის გზით წარმოქმნილი კვლავგანახლების უნარის მქონე ელემენტარული ცოცხალი სისტემის ჩამოყალიბებიდან. იგი გრძელდებოდა მთელი შემდეგდროინდელი გეოლოგიური პერიოდების მანძილზე. მას შედეგად მოჰყვა სიცოცხლის მრავალფეროვნების, ცოცხალის სტრუქტურული და ფუნქციური ორგანიზაციის სრულყოფის (პროგრესი), ცოცხალი ორგანიზმების გარემოსთან შეგუების (ადაპტოგენეზის) პროცესი.

8. ევოლუციური გარდაქმნა მიმდინარეობს მიკრო- (ეფუძნება სახეობის შიგნით, პოპულაციათა შორის ბიოლოგიური ურთიერთობების კანონზომიერებებს და მისი მთავარი შედეგია ახალ სახეობათა წარმოშობა) და მაკროევოლუციურ (ეფუძნება სახეობათაშორის ბიოლოგიური ურთიერთობის კანონზომიერებებს და მისი მთავარი შედეგია სახეთაზედა სისტემატიკური დაჯგუფებების წარმოშობა) დონეზე. თუმცა, ასეთი დაყოფა პირობითია და ისინი გადადიან კიდეც ერთმანეთში.

9. მაკროევოლუცია ადგენს ბიოლოგიური ფილუმების (ევოლუციის შედეგად წარმოქმნილი ჯგუფები) ევოლუციური განვითარების გზებს, ფილეტური, დივერგენციული, პარალელური და კონვერგენციული ევოლუციური განვითარების მექანიზმებსა და კანონზომიერებებს; ბიოლოგიური და, საერთოდ, ევოლუციური პროგრესის ბუნებას, განხორციელების გზებსა და რეგულაციურ კანონზომიერებებს; ევოლუციური გარდაქმნის ტემპებსა და მასზე ფაქტორთა მოქმედების მექანიზმებს;

ონტოგენეზური და ფილოგენეზური განვითარების ურთიერთდამოკიდებულებას და ძირითად მიმართულებებს, მათი ევოლუციური რეგულაციის მექანიზმებსა და კანონზომიერებებს.

10. ევოლუციური განვითარების უმაღლესი საფუხური არის ადამიანის წარმოშობა.

ევოლუციური მოძღვრების შემდეგი თავები აღნიშნულ დებულებებთან დაკავშირებული პრობლემების განხილვას ეძღვნება.

ბიოევოლუციური მოძღვრების თანამედროვე პრობლემები

ევოლუციური პროცესის მექანიზმების შესწავლამ მეცნიერები მიიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ ბიოევოლუციური გარდაქმნა ხორციელდება ორ ძირითად დონეზე: სახეთაშიდა — პოპულაციებისა და სახეობათაზედა — უფრო მაღალი სისტემატიკური დაჯგუფებების დონეზე. ჰოლდშმიდტი ევოლუციური პროცესის ამგვარ დაყოფას უწოდებს მიკრო- და მაკროევოლუციას. თუმცა, სხვა მეცნიერები (გრანტი) გამოყოფენ სამ დონეს: მიკროევოლუცია, სახეთაწარმოშობის პროცესი და მაკროევოლუცია. მიკროევოლუციის დროს ელემენტარული ევოლუციური პროცესები მოქმედებენ სახეთაშიდა უმცირესი დაჯგუფებების — პოპულაციების დონეზე. ამ დონეზე ევოლუციური კანონზომიერებანი ემყარება პოპულაციის შიგნით და პოპულაციათა შორის ინდივიდთა ურთიერთდამოკიდებულებას და პოპულაციური გენეტიკის კანონზომიერებებს, სადაც მთავარი გადამწყვეტი ფაქტორის როლში გამოდის პოპულაციის გავრცელების არეალის ბირობებით განსაზღვრული საარსებო გარემო. გამოდის, რომ მიკროევოლუცია არის პოპულაციის ადაპტოგენური გარდაქმნა ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით. მიკროევოლუციის ძირითადი შედეგია პოპულაციური დივერგენცია, სხვადასხვა რანგის

პოპულაციურ დაჯგუფებათა (ეკოლოგიური და გეოგრაფიული რასები) წარმოქმნა და ახალი სახეობების ჩამოყალიბება. მაკროევოლუციის დროს, როგორც ითქვა, ხორციელდება სახეობის ზედა დაჯგუფებების (გვარი, ოჯახი, რიგი, კლასი, ტიპი) წარმოშობა. ამ დროს ურთიერთობა მყარდება სხვადასხვა სახეობასა და უფრო მაღალი სისტემატიკური დონის პოპულაციებს შორის. ცოცხალ ორგანიზმთა ურთიერთობის ეს განსხვავებული დონე, განსხვავებული ეკოლოგიური და გენეტიკური კანონზომიერებების გამო, თავის სპეციფიკურ გავლენას ახდენს ევოლუციურ გარდაქმნაზე. ამიტომაც გამოყოფენ მაკროევოლუციას.

თუმცა, ისიც უნდა ითქვას, რომ ევოლუციური პროცესის ამგვარი დაყოფა საკმაოდ პირობითია. თავისთავად მიკრო- და მაკროევოლუცია არ არსებობს ერთმანეთის გარეშე და ისინი უწყვეტად გადადიან ერთმანეთში. მაკროევოლუცია მიმდინარეობს მიკროევოლუციის ბაზაზე და ევოლუციური ფაქტორების მოქმედების მექანიზმებიც ძირითადად მსგავსია ორივე შემთხვევაში. განსხვავება უფრო მეტად შედეგებში აისახება. აქედან გამომდინარე, მიკრო- და მაკროევოლუცია უნდა განვიხილოთ, როგორც ერთიანი ევოლუციური პროცესის ორი მხარე.

მიკროევოლუცია

მიკროევოლუციის ქვეშ იგულისხმება ელემენტარული ევოლუციური გარდაქმნების ერთობლიობა, რაც მიმდინარეობს პოპულაციურ დონეზე. ხშირად ამბობენ, რომ მიკროევოლუცია — ეს პოპულაციის ადაპტოგენური გარდაქმნის ისტორიული პროცესია. ევოლუციური გარდაქმნა კი, რაც არ უნდა ელემენტარულ დონეზე ხდებოდეს, მოითხოვს აუცილებელ პირობებს. აქ იგულისხმება თვით ელემენტარული ევოლუციური გარდაქმნის ერთეულის ანუ სტრუქტურის არსებობა, ელემენტარული ევოლუციური მასალის წარმოქმნა და პოპულაციაში მისი გავრცელების კანონზომიერებანი, ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორების მოქმედების თავისებურებანი, მთავარი შედეგები და სხვა. ასე რომ,

მიკროევოლუციის კანონზომიერებებში გარკვევა აუცილებლად მოითხოვს პოპულაციურ დონეზე დასახელებული პირობების არსებობის დასაბუთებას და მათი მოქმედების მექანიზმების გარკვევას.

პოპულაცია, როგორც ელემენტარული ევოლუციური სტრუქტურა

ცნობილი ევოლუციონისტი მაიერი თვლის, რომ პოპულაციური მოძღვრება დარვინის თეორიისაგან იღებს სათავეს. მართალია, დარვინი გადარჩევის განხორციელებაში მთავარ მნიშვნელობას ცალკეულ ორგანიზმთა ინდივიდუალურ ცვლილებებს ანიჭებდა და თვლიდა, რომ სასარგებლო ინდივიდუალური ცვლილებების დაგროვებისა და საზიანოთა მოსპობის შედეგად ხდება ბუნებრივი გადარჩევა, მაგრამ იგი ამასთანავე აღნიშნავდა, რომ მნიშვნელოვანია არა იმდენად თვით ინდივიდის გადარჩენის პროცესი, რამდენადაც მისი უნარი, გამრავლდეს და დატოვოს შთამომავლობა. აქ დარვინი გულისხმობდა იმას, რომ შთამომავლობის დატოვების შედეგად ორგანიზმები, ჯერ ერთი, სასარგებლო თვისებებს თანდათანობით დაგროვების შესაძლებლობას აძლევენ, ხოლო მეორე მხრივ, გამრავლების შედეგად ეს თვისებები ორგანიზმთა ჯგუფების (პოპულაციის) კუთვნილებად გადაიქცევა. უნდა ვიფიქროთ, რომ მაიერს სწორედ ეს ჰქონდა მხედველობაში, როცა ევოლუციაში პოპულაციური აზროვნების საწყისებს დარვინთან აკავშირებდა. მიუხედავად ამისა, დარვინის ევოლუციური მოძღვრება მაინც ძირითადად ორგანიზმოცენტრულ თეორიას ეფუძნება.

თანამედროვე სინთეზური ევოლუციური თეორიის მიხედვით ორგანიზმს მართლაც აქვს უმნიშვნელოვანესი ფუნქცია ევოლუციაში. ორგანიზმი წარმოადგენს ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების ობიექტს. საქმე იმაშია, რომ გადარჩევა პოპულაციისა და მასში შემავალი ორგანიზმების ნიშან-თვისებათა ბიოლოგიურ სარგებლიანობას აფასებს ფენოტიპურად ჩამოყალიბებული თავისებურებების მიხედვით. გადარჩევა ვერ აფასებს ნიშნების სარგებლიანობას ცალკეული გენისა და გენოტიპის დონეზე. რაკი კონკრეტული ორგანიზმი, მისთვის

დამახასიათებელი ნიშან-თვისებებით, წარმოადგენს განსაზღვრულ გარემო პირობებში გარკვეული გენოტიპის რეალიზაციის შედეგს, გამოდის, რომ ყოველი ინდივიდი (ორგანიზმი) გენოტიპისა და გარემოს ერთობლივი მოქმედების შედეგად ყალიბდება. ორგანიზმის გადარჩენას და შემდგომ თაობების დატოვების შესაძლებლობას განსაზღვრავს ის, თუ რამდენად სასარგებლოა ჩამოყალიბებული ნიშან-თვისებები მოცემული პირობებისათვის. ე.ი. გადარჩევა აკონტროლებს ორგანიზმთა ნიშან-თვისებების სარგებლიანობას ფენოტიპის დონეზე და ამით არეგულირებს შესაბამისი გენოტიპების ბიოლოგიურ სარგებლიანობასაც. გამოდის, რომ ფენოტიპი კავშირს ამყარებს გადარჩევასა და გენოტიპს შორის. გადარჩევის მოქმედება ორგანიზმის დონეზე ხდება, ჯერ ერთი იმიტომ, რომ ყოველი ინდივიდი წარმოადგენს დისკრეტულს, სივრცობრივად განცალკევებულ, რეალურად არსებულ ობიექტს. მეორე მხრივ, ყოველი ორგანიზმი მეტ-ნაკლებად, მაგრამ მაინც გარკვეული ფენოტიპური ინდივიდუალობით ხასიათდება და განსხვავდება სხვა ორგანიზმისაგან. ნიშან-თვისებათა ფენოტიპურად გამოვლენის ხარისხის ცვლილება ეხება ნიშნების ბიოლოგიური (ანუ სელექციური) სარგებლიანობის მახასიათებლებსაც. ბიოლოგიურად სასარგებლო ნიშნების არატოლფასოვნება კი განაპირობებს იმას, რომ ორგანიზმი ხდება გადარჩევის მოქმედების უშუალო ობიექტი. მაშასადამე, გადარჩევა მოქმედებს ცალკეულ ორგანიზმზე — მათ ფენოტიპზე. ამდენად, ორგანიზმის როლი ევოლუციაში იმაში მდგომარეობს, რომ ის წარმოადგენს ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების ობიექტს.

რაკი ბუნებრივი გადარჩევა აუცილებლად დაკავშირებულია თაობებში სასარგებლო ნიშან-თვისებების თანდათანობით დაგროვების პროცესთან, ხოლო ეს უკანასკნელი შეუძლებელია სასარგებლო ნიშან-თვისებათა განმაპირობებელი გენოტიპური აპარატის თაობებში გადაცემის გარეშე, გამოდის, რომ ორგანიზმს ევოლუციაში მეორე მნიშვნელოვანი ფუნქციაც ჰქონია. ეს არის თაობებში სასარგებლო ნიშან-თვისებათა შესაბამისი გენოტიპური თავისებურებების გადაცემა. ყოველივე ზემოაღნიშნულის გამო ხშირად ამბობენ, რომ ორგანიზმი

ბუნებრივი გადარჩევის ერთეულიცაა. ეს გასაგებიცაა, რადგანაც თაობებში ქრებიან ან მრავლდებიან არა ნიშნები, არამედ ორგანიზმები, გადაირჩევიან არა გენები, არამედ გენოტიპები (სევერცოვი).

მიუხედავად ევოლუციაში ორგანიზმის ასეთი დიდი მნიშვნელობისა, იგი არ შეიძლება იყოს მიკროევოლუციური გარდაქმნის ერთეული — სტრუქტურა იმ უბრალო მიზეზის გამო, რომ კონკრეტულ ორგანიზმს არ გააჩნია ევოლუციური ბედი. ყოველი ორგანიზმის სიცოცხლე მკვეთრადაა განსაზღვრული დროში. ევოლუციური გარდაქმნა კი მეტად ხანგრძლივი პროცესია. ამიტომაც, ევოლუციის ერთეული დროში ისევე ხანგრძლივად უნდა არსებობდეს, როგორსაც მოითხოვს ელემენტარული ევოლუციური გარდაქმნა. ევოლუციის სუბსტრატის როლში ორგანიზმის განხილვა შეცდომაა იმიტომაც, რომ მაშინ ევოლუცია დაიყვანებოდა ონტოგენეზური გარდაქმნების ერთიანობამდე. ასეთ გარდაქმნებს განიცდიან, სწორედ, ორგანიზმები სასიცოცხლო ციკლის განმავლობაში. ასევე, დროში არსებობის შეზღუდულობის გამო ამ ფუნქციის შესრულება არ შეუძლია ორგანიზმთა დროებით დაჯგუფებებსაც — ოჯახს, ჯოგს, კოლონიას და სხვა.

ევოლუციაში ასეთ ფუნქციას ასრულებს მხოლოდ პოპულაცია. მხოლოდ მას შეუძლია ელემენტარული ფორმით თაობათა ხანგრძლივი ცვლის ხარჯზე იარსებოს ევოლუციური დროის მანძილზე. სწორედ, პოპულაციის დონეზეა შესაძლებელი გარკვეული გარემო პირობების შესაბამისად გენეტიკური სტრუქტურის გარდაქმნა — სახეობის შიგნით ლოკალურ საარსებო პირობებთან ორგანიზმთა დაჯგუფების ადაპტური მორგება. სწორედ, ამან განაპირობა ევოლუციის ორგანიზმოცენტრული თეორიის შეცვლა პოპულაციოცენტრული თეორიით.

ცნება „პოპულაცია“ სიტყვასიტყვით ნიშნავს „დასახლებას“. სახეობის არეალის ფარგლებში საარსებო პირობები ხშირად ლოკალური თავისებურებებით ხასიათდებიან. პოპულაციები, სწორედ, სახეობის შიგნით ასეთი ლოკალური პირობებისადმი შეგუებულ ფორმათა დაჯგუფებაა. ამით ის გვევლინება სახეობის შიგნით ეკოლოგიური ერთეულის სახით.

ასეთი პოპულაციების საშუალებით სახეობა ახერხებს თავისი არეალის ათვისებას. ამიტომაც, ხშირად პოპულაციებს სახეობის არსებობის, მის მიერ არეალის ათვისების ფორმადაც მიიჩნევენ. სახეობის პოპულაციური სტრუქტურა უზრუნველყოფს მისი ადაპტური შესაძლებლობების მაქსიმალურ გამოვლინება-გამოყენებას არეალის ფარგლებში.

პოპულაციის სტრუქტურის შესახებ ხშირად განსხვავებული შეხედულებები არსებობს. რუსულ ლიტერატურაში მის განმსაზღვრელ ნიშნებად ასახელებენ არეალს, რომელსაც პოპულაცია იკავებს; რიცხობრიობას, რომელსაც პოპულაციაში შემავალი ინდივიდების რაოდენობა განსაზღვრავს; დასახლების სიმჭიდროვეს, რასაც იწვევს პოპულაციის გავრცელების არეალში ინდივიდთა დასახლების ინტენსივობა და ასაკობრივ შემადგენლობას, რაც გულისხმობს თანაფარდობას ასაკობრივად განსხვავებულ ჯგუფებს შორის. პოპულაციის ყველა ამ თავისებურებას სპეციფიკური მნიშვნელობა აქვს პოპულაციაში მიმდინარე ელემენტარული ევოლუციური პროცესების განხორციელებაში.

დასავლურ ლიტერატურაში (ვ. გრანტი) პოპულაციის სტრუქტურის განსაზღვრაში მთავარ მნიშვნელობას ოთხ ნიშანს ანიჭებენ: პოპულაციის სიდიდეს ანუ რეპროდუქციული ასაკის მქონე ინდივიდთა რაოდენობას, სივრცობრივ კონფიგურაციას (არეალი), გამრავლების სისტემას და მიგრაციის სიჩქარეს. პოპულაციის სიდიდე, განსაკუთრებით კი რეპროდუქციული ასაკის ინდივიდთა რიცხობრიობა სერიოზულ გავლენას ახდენს პოპულაციის გენეტიკურ, ეკოლოგიურ და შესაბამისად, ევოლუციური გარდაქმნის შესაძლებლობებზე, ამიტომაც თვლიან, რომ იგი არსებით გავლენას ახდენს პოპულაციის სტრუქტურულ თავისებურებებზე.

სივრცობრივი კონფიგურაციის მიხედვით გამოყოფენ: მსხვილ, უწყვეტ პოპულაციებს (რომლებიც უწყვეტად ვრცელდებიან გარკვეულ არეალში), მცირე კოლონიურ პოპულაციებს (ანუ კუნძულის ტიპის პოპულაციებს) და ხაზობრივ პოპულაციებს. მათ შორის ხშირად გამოიყოფა მრავალმხრივი შუალედური პოპულაციებიც.

როცა პოპულაციის გამრავლების სისტემაზე საუბრობენ, მხედველობაში აქვთ ის, თუ როგორაა უზრუნველყოფილი პოპულაციის რეპროდუქციული მთლიანობა. ჩვეულებრივ, პანმიქტურ პოპულაციაში ეს პროცესი რეგულირდება მთელი პოპულაციის დონეზე და ამიტომაც, ხშირად პოპულაციას რეპროდუქციულ ერთეულსაც უწოდებენ. თუმცა, ყოველი პოპულაცია ღია გენეტიკური სისტემაა და შესაძლებლობის შემთხვევაში ხდება თავისუფალი შეჯვარება იმავე სახეობის სხვა პოპულაციებთან.

პოპულაციის მიგრაციის სიჩქარე გულისხმობს ახალ არეალში პოპულაციის გადანაცვლების ტემპებს. ამას ხშირად ახლავს პოპულაციათა შორის გენთა გაცვლის პროცესები და არსებობისათვის ბრძოლის პირობების ცვალებადობა.

პოპულაცია ძირეულად განსხვავდება ფორმათა შემთხვევითი ან დროებითი დაჯგუფებებისაგან. პოპულაციის არსებითი თავისებურება მდგომარეობს იმაში, რომ იგი მდგრადი ორგანიზაციული სისტემაა, რომელსაც ახასიათებს კვლავგანახლებისა და ისტორიული განვითარების უნარი. პოპულაცია ყალიბდება ისტორიულად, გარკვეული დროის განმავლობაში.

ამრიგად, ***პოპულაცია არის ერთი სახეობის ორგანიზმთა ისტორიულად ჩამოყალიბებული უმცირესი დაჯგუფება, რომელიც იკავებს სახეობის არეალის ნაწილს, თავისუფალი პანმიქსიის უნარის მიუხედავად, შედარებით იზოლირებულია ამავე სახეობის სხვა დაჯგუფებებისაგან, ახასიათებთ მდგრადობა და ამასთანავე, ევოლუციური განვითარების უნარი.***

პოპულაციის მდგრადობა განპირობებულია, ერთი მხრივ, ისტორიულად ჩამოყალიბებული თვითგანახლების უნარით, რომელიც უზრუნველყოფილია თაობათა მუდმივი ცვლის ხარჯზე, ხოლო მეორე მხრივ, თვითრეგულაციის უნარით, რის განხორციელებაც შესაძლებელი ხდება ცვალებადი გარემო პირობების შესაბამისად თავისი გენეტიკური სტრუქტურის სათანადო გარდაქმნებით.

გამოყოფენ *პანმიქტურ* და *კლონურ* პოპულაციებს. პანმიქტურ პოპულაციებში რეპროდუქციული მთლიანობა უზრუნველყოფილია ფორმათა თავისუფალი შეჯვარებით.

ბანმიქსიის პროგრესულობამ განაპირობა გენოტიპური და ფენოტიპური ორგანიზაციის მთელი რიგი თავისებურებანი. სწორედ, მას უკავშირდება დიპლოიდობისა და შესაბამისად, ქრომოსომათა ჰომოლოგობის გაჩენა. ამ მოვლენას უდიდესი ევოლუციური მნიშვნელობა აქვს. დიპლოიდობა უზრუნველყოფს გენთა ალელობას, ჰეტეროზიგოტურობას, რეცესიული ალელების შენახვას ფარულ მდგომარეობაში, შეჯვარებისას გენთა ახალი კომბინაციებისა და რეკომბინაციების წარმოქმნას და სხვას. ყოველივე ამისა და ახალი მუტაციების წარმოქმნის წყალობით ბანმიქტურ პოპულაციებში გენეტიკური ცვალებადობის რეზერვის შექმნის შესაძლებლობა შეუდარებლად დიდია. კლონური პოპულაციები (წმინდა ხაზები, ვეგეტაციური და უსქესო გამრავლების გზით წარმოქმნილი პოპულაციები) კი შედარებით გენეტიკური ერთგვაროვნებით ხასიათდებიან, რაც მნიშვნელოვნად აღარიბებს მათ გენოფონდს.

ბანმიქტურ პოპულაციაში რეპროდუქციული სისტემის ერთიანობა საშუალებას იძლევა პოპულაციამ შეასრულოს რეპროდუქციული ერთეულის ფუნქციაც. მიუხედავად ამისა, პოპულაციაში ყოველთვის არის ალელურ გენთა სიმრავლე. ალელთა თავისუფალი კომბინაციების შესაძლებლობა განსაზღვრავს პოპულაციის გენოტიპურ მრავალფეროვნებას. პოპულაციაში გენთა სიმრავლე და მრავალფეროვნება რეპროდუქციული ერთიანობის პირობებში პოპულაციის, როგორც სისტემის, საერთო კუთვნილებას წარმოადგენს. იგი ყოველი პოპულაციისათვის უნიკალურობით ხასიათდება და მას *პოპულაციის გენოფონდს* უწოდებენ. ასე რომ, ყოველ პოპულაციას თავისი გენოფონდი გააჩნია.

პოპულაციის ისტორიული გარდაქმნა ხორციელდება მათი შეგუებით ცვალებადი გარემო პირობებისადმი. ევოლუციური გარდაქმნა შესაძლებელია იმის გამო, რომ პოპულაცია არის ჰეტეროგენური სისტემა ანუ შედგება ფორმებისაგან, რომლებიც გარემოსთან შეგუების განსხვავებული უნარის მქონე გენოტიპებით ხასიათდებიან. მხოლოდ ამგვარად გაჯერებულ სისტემებზე შეიძლება იმოქმედოს ბუნებრივმა გადარჩევამ.

პოპულაცია, როგორც ელემენტარული ევოლუციური სტრუქტურა, უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს: სივრცესა და დროში უნდა წარმოადგენდეს ერთიან მთელს და არ უნდა შეიცავდეს ქვედაჯგუფებებს; თაობების მანძილზე უნდა იცვლებოდეს მეშკვიდრულად; ბუნებრივ პირობებში უნდა არსებობდეს რეალურად და კონკრეტულად (არსებობს, როგორც ფორმათა ერთობლიობა); უნდა ახასიათებდეს ცვალებადი პირობებისადმი ადაპტური მორგების უნარი გენეტიკური სტრუქტურის ცვალებადობის გზით და სხვა. რაც მთავარია, ევოლუციურ პროცესში პოპულაცია წარმოადგენს უმცირეს, დაუყოფად ერთეულს, რომელსაც ახასიათებს ეკოლოგიური, მორფოლოგიური და გენეტიკური ერთიანობა. პოპულაციის მოტანილი ზოგადი თავისებურებების განხილვის შემდეგ შეიძლება დავრწმუნდეთ, რომ ელემენტარული ევოლუციური პროცესები შეიძლება განხორციელდეს მხოლოდ პოპულაციურ დონეზე და მხოლოდ იგი წარმოადგენს ელემენტარულ ევოლუციურ ერთეულს ანუ სტრუქტურას.

ელემენტარული ევოლუციური პროცესი

ელემენტარული ევოლუციური პროცესის ქვეშ უნდა ვიგულისხმოთ იმ ელემენტარულ გარდაქმნათა ერთობლიობა, რომელსაც ადგილი აქვს პოპულაციებში და იწვევს მის თანმიმდევრულ ადაპტოგენურ ცვლილებებს. ეს მეტად რთული და საკმაოდ ხანგრძლივი პროცესია, რომელსაც საფუძვლად უდევს პოპულაციის გენეტიკური და ეკოლოგიური კანონზომიერებანი, რასაც შედეგად მოჰყვება თვითგანახლებადი ბიოლოგიური ერთეულების — გენების, გენოტიპებისა და პოპულაციების რიცხობრიობის მატება და საერთოდ, რეპროდუქციული პროცესების სრულყოფა. ყველა ამ ფაქტორის მოქმედების თავისებურებებისა და მათთან დაკავშირებული პროცესების მექანიზმებში გარკვევა მოგვცემს საშუალებას, ღრმად ჩაგწვდეთ მიკროევოლუციური პროცესის კანონზომიერებებში.

მიკროევოლუციური გარდაქმნა კი უეჭველადაა დაკავშირებული ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორების ერთობლივ მოქმედებასთან.

ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორები

ჯერ კიდევ არ არსებობს ერთიანი აზრი ევოლუციის ელემენტარული ფაქტორების შესახებ. სხვადასხვა ავტორი ელემენტარულ ფაქტორებს ევოლუციის სხვადასხვა ძალას მიაკუთვნებს. ამას განაპირობებს თვით ევოლუციური პროცესის სირთულე და ელემენტარულ ევოლუციურ გარდაქმნაში უამრავი ფაქტორის მონაწილეობა. საკმაოდ სპეციფიკური და განსხვავებული სიძლიერისაა მათი ევოლუციური მოქმედების პირობები, ხასიათი, ხანგრძლივობა და შედეგები. ამის გამო ჭირს ამ ფაქტორთა საყოველთაოდ მისაღები ერთიანი დაჯგუფება.

თვით ევოლუციური თეორიის ავტორი ჩ. დარვინი ევოლუციის ფაქტორებად განიხილავდა ცოცხალი ორგანიზმის ისეთ ზოგად თვისებებს, როგორიცაა: მემკვიდრეობა, ცვალებადობა, ინტენსიური გამრავლებისადმი სწრაფვა და ისეთ ძირითად ფაქტორებს, როგორიცაა: არსებობისათვის ბრძოლა და ბუნებრივი გადარჩევა. თანამედროვე სინთეზური თეორიის ერთ-ერთი ავტორი ფ. დობჟანსკი ევოლუციის ფაქტორებად, გარდა მემკვიდრეობისა და ცვალებადობისა, განიხილავს პოპულაციის რიცხობრივ ცვალებადობას, იზოლაციას, მიგრაციებსა და ბუნებრივ გადარჩევას.

რუსი მეცნიერი *ნ. ტიმოფეევ-რესოვსკი* XX საუკუნის 40-იან წლებში აყალიბებს ორიგინალურ მოძღვრებას მიკროევოლუციის შესახებ. იგი გამოყოფს ელემენტარულ ევოლუციურ სტრუქტურას (პოპულაცია), ელემენტარულ ევოლუციურ მოვლენას (პოპულაციის გენეტიკური შედგენილობის ცვალებადობა), ელემენტარულ ევოლუციურ მასალას (მუტაციები) და ელემენტარულ ევოლუციურ ფაქტორებს. თავის მხრივ, ელემენტარულ ევოლუციურ ფაქტორებში აერთიანებს: მუტაციურ პროცესს, პოპულაციურ ტალღებს (პოპულაციის რიცხობრივ ცვალებადობას), იზოლაციას და ბუნებრივ გადარჩევას.

ცნობილი რუსი ევოლუციონისტი *კ. ზავადსკი* ევოლუციურ ფაქტორებს ყოფს ზოგად (რომელიც მოქმედებს მთელი ცოცხალი სამყაროს ისტორიული განვითარების პროცესზე, ყველა გეოლოგიურ დროსა და ყველა რეგიონში) და კერძო (რომელიც მოქმედებს ცალკეულ რეგიონში, მხოლოდ ფილოგენეზის კონკრეტულ ეტაპზე, ან კიდევ, მხოლოდ ცალკეული ტაქსონის ფილოგენეზზე) სახეებად. როგორც ზოგად, ასევე კერძო ფაქტორებში იგი გამოყოფს მთავარ ევოლუციურ ფაქტორებს, რომლის გარეშეც საერთოდ შეუძლებელია ევოლუციური განვითარება. ასეთ ფაქტორებად მას მიაჩნია: მუტაციური პროცესი, ბუნებრივი გადარჩევა და იზოლაცია. სხვა ფაქტორები კი (პოპულაციის რიცხობრივი ცვალებადობა, მიგრაციები და სხვა) სხვადასხვა ავტორის მიერ შეფასებულია განსხვავებული სიძლიერის ევოლუციური მნიშვნელობის მქონე არააუცილებელ ფაქტორებად.

ევოლუციის სინთეზური თეორიის ერთ-ერთი თანაავტორი *ი. შმალჰაუზენი* ევოლუციის ფაქტორებად ასახელებს მუტირებას, ბუნებრივ გადარჩევას, იზოლირებული პოპულაციის გენეტიკური შემადგენლობის შემთხვევით ცვლილებებს და იზოლაციის სხვადასხვა ფორმის დროს თავისუფალი შეჯვარების შეზღუდვას.

ცნობილი ევოლუციონისტი ვ. გრანტი ევოლუციის ფაქტორებად განიხილავს მუტაციურ პროცესს, გენურ ნაკადებს, გენურ დრეიფებსა და გადარჩევას.

დღეისათვის სულ უფრო პოპულარული გახდა აზრი, რომ მიკროევოლუციურ პროცესებში, გარდა მუტაციებისა, უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს სხვა სახის მემკვიდრეობითი (კომბინაციური და რეკომბინაციური) ცვლილებებიც. ასევე, სპეციფიკურ მნიშვნელობას ანიჭებენ არამემკვიდრულ მოდიფიკაციებსაც.

ყოველივე ზემოთქმულის გათვალისწინებით, ჩვენ ელემენტარულ ევოლუციურ ფაქტორებს განვიხილავთ შემდეგი თანმიმდევრობით: მუტაციური პროცესი (ცვალებადობაში მისი მთავარი გამოვლინებებით: მუტაციები, კომბინაციები, რეკომბინაციები, ადაპტური მოდიფიკაციები, კორელაციები); პოპულაციის რიცხობრივი ცვალებადობა — გენური დრეიფებით;

მიგრაციები — გენური ნაკადებით; იზოლაცია და ბუნებრივი გადარჩევა.

მუტაციური პროცესი, როგორც ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორი

მუტაციური პროცესის, როგორც ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორის როლი, გამოიხატება მიკროევოლუციური გარდაქმნისათვის ელემენტარული ევოლუციური მასალის მიწოდებაში. ცოცხალისათვის დამახასიათებელი ცვალებადობის ყოველი სახე — მეკვიდრეობითი (მუტაციები, კომბინაციები, რეკომბინაციები, გენის მდებარეობით გამოწვეული, ალელურ და არაალელურ გენთა ურთიერთგავლენა და სხვა) თუ არამემკვიდრეობითი — (მოდიფიკაციური, კორელაციური, ონტოგენეზური და სხვა) ყოველთვის თავისი გენეზისით პირდაპირ თუ არაპირდაპირ უკავშირდება მუტაციურ პროცესს. ცვალებადობის ნებისმიერი ფორმა თავისი სიძლიერით, ხასიათით, მოქმედების ხანგრძლივობით და საზღვრებით, პირველ რიგში, გენეტიკური აპარატის თავისებურებებითაა გამოწვეული. მართალია, ცვალებადობის აღმოცენების ყველა კონკრეტულ შემთხვევაში მნიშვნელოვანი როლი გარემო პირობებსაც განეკუთვნება, მაგრამ ძირითადი მნიშვნელობა მაინც გენეტიკურ კონსტიტუციას გააჩნია. რადგანაც, სწორედ, მუტაციური ცვლილებებია ცოცხალში ცვალებადობის პირველადი წყარო და ფაქტიურად, სწორედ ის განსაზღვრავს ნებისმიერი ცვალებადობის, როგორც წარმოშობისა და რეალიზების, ასევე საერთო ევოლუციურ შესაძლებლობებს, აქედან გამომდინარე, მუტაციური პროცესი ის ევოლუციური ფაქტორია, რომელიც პოპულაციის გენეტიკური შემადგენლობის ცვალებადობის გზით მთლიანობაში განაპირობებს ელემენტარული ევოლუციური გარდაქმნისათვის მასალის მიმწოდებლის პირველად და მთავარ ფუნქციას.

საკითხის ლოგიკიდან გამომდინარე, ალბათ, უმჯობესია ჯერ საერთოდ შეფასდეს ცვალებადობის ევოლუციური როლი,

გაირკვეს ცვალებადობის ცალკეული სახის დიფერენცირებული ევოლუციური ფუნქცია და ამის შემდეგ შეჯამდეს, თუ რატომ არის ყველა სახის ცვალებადობაში მუტაციები პირველადი და რატომ წარმოადგენს სწორედ ის ელემენტარულ ევოლუციურ მასალას.

საერთოდ, საყოველთაო ჭეშმარიტებაა, რომ სიცოცხლის განვითარება შეუძლებელი ყოფილა მემკვიდრეობისა და მემკვიდრული ცვალებადობის გარეშე. ამიტომაც არიან ისინი მიჩნეული ევოლუციის ფაქტორებად. მემკვიდრეობის, როგორც ევოლუციის ფაქტორის როლი იმაში გამოიხატება, რომ იგი უზრუნველყოფს სხვადასხვა დონის კვლავწარმოქმნადი ცოცხალი სისტემებისა (გენების, გენოტიპების, პოპულაციებისა და სხვა) და იმ ცვლილებების მდგრადობას დროში, რომელთა დაშაგრება თაობებში ცოცხალი სამყაროს ევოლუციური გარდაქმნის აუცილებელი პირობაა.

ცვალებადობა კი ცოცხალ სამყაროში გამოდის ახლის წარმოქმნისათვის მასალის მიმწოდებლის როლში, რის გარეშეც ასევე შეუძლებელია ევოლუციური გარდაქმნა. ასეთი პროგრესული (ადაპტური თუ რეპროდუქციული) ცვლილებების დროში მდგრადობის ფუნქციას კი ასრულებს მემკვიდრეობა, როგორც ევოლუციის ფაქტორი.

უფრო მეტიც, იმდენად დიდია მათი ერთობლივი მოქმედების როლი ევოლუციურ გარდაქმნაში, რომ თვით ევოლუციურმა პროცესმა შექმნა მათ შორის გარკვეული სასარგებლო ბალანსი ცოცხალ სამყაროში და შესაბამისად, გამომუშავდა მისი რეგულირების მთელი ბიოლოგიური სისტემა (იხილეთ შემდეგ).

მემკვიდრეობითი ცვალებადობის, როგორც ევოლუციური ფაქტორის როლის შეფასება მოითხოვს მემკვიდრეობითი ცვალებადობის ცალკეული სახის ევოლუციური როლისა და შესაძლებლობების გარკვევას.

მემკვიდრეობით ცვალებადობას, რომელსაც ყოველთვის ახლავს შედეგად პოპულაციის გენეტიკური შემადგენლობის ცვალებადობა, ტიმოფეევ-რესოვსკი ევოლუციის ელემენტარულ მოვლენად მიიჩნევს, რასაც აქვს გარკვეული გამართლება, რამდენადაც იგი დროის შუალედში იწვევს პოპულაციის

ჰეტეროგენურობის წარმოქმნას და ამ მოვლენის გარეშე კი მართლაც შეუძლებელია ელემენტარული ევოლუციური გარდაქმნა.

როგორც ცნობილია, მემკვიდრეობით ცვალებადობას ყოფენ მუტაციურ, კომბინაციურ და რეკომბინაციურ ცვალებადობად. მუტაციური ცვალებადობა დაკავშირებულია გენეტიკურ აპარატში მომხდარ თვისობრივ და ზოგჯერ რაოდენობრივ გარდაქმნებთან, კომბინაციური ცვალებადობის საფუძველს წარმოდგენს ქრომოსომთა ქცევის თავისებურებანი სქესობრივი გამრავლების პროცესში. რეკომბინაციურ ცვალებადობას კი უწოდებენ მემკვიდრულ ცვალებადობას, რომელიც განპირობებულია კროსინგოვერის შედეგად ჰომოლოგიურ ქრომოსომთა შორის გენების გაცვლის პროცესით. რამდენადაც კომბინაციური და რეკომბინაციური ცვლილებები ეხება ქრომოსომთა და გენთა ახალი კომბინაციების წარმოქმნას თაობებში, ამდენად, ევოლუციურ ლიტერატურაში ორთავეს ერთად ხშირად უწოდებენ რეკომბინაციურ ცვლილებებს. შემდგომში იგი ძირითადად ასეთი მნიშვნელობით იქნება გამოყენებული.

რამდენადაც მემკვიდრეობითი ცვალებადობის საკითხები გენეტიკის კურსის ცენტრალური პრობლემაა, დეტალურად იგი აღარ იქნება განხილული.

მუტაციური ცვალებადობა და მისი ევოლუციური როლი

ტიმოფეევ-რესოვსკის მიხედვით მუტაციური პროცესი მიჩნეულია ელემენტარულ ევოლუციურ ფაქტორად, ხოლო ცალკეული მუტაცია — ელემენტარულ ევოლუციურ მასალად. მართლაც, მუტაციური პროცესი გენისა და გენოტიპის ცვლილების ხარჯზე გამოდის გადარჩევისათვის მასალის მიმწოდებლის როლში. ამდენად, ის გვევლინება ევოლუციის ფაქტორის როლში. საკუთრივ მუტაციები კი სხვა მემკვიდრული ცვლილებების მსგავსად წარმოადგენენ თვით იმ მასალას, რასაც ემყარება გადარჩევის პროცესი.

როგორც ცნობილია, მუტაციური ცვალებადობა შეიძლება იყოს გენური (გენში ხდება თვისობრივი ანუ

ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის ცვლილება), ქრომოსომური (ირღვევა ქრომოსომის სტრუქტურა ანუ გენთა განლაგების თავისებურებანი) ან გენომური (იცვლება გენომების ჯერადი რაოდენობა). თითოეულ მათგანს, როგორც ევოლუციური გარდაქმნისათვის საჭირო მასალას, ცალკეული გენოტიპისა და საერთოდ, პოპულაციის გენოფონდის ცვალებადობაში თავისი განსხვავებული შესაძლებლობები და შედეგები გააჩნია.

გენური მუტაციების როლი პოპულაციის გენოფონდის ცვალებადობაში

პანმიქტური პოპულაცია ხასიათდება გენოფონდის განსაკუთრებული მრავალფეროვნებით. რამდენადაც, ასეთი პოპულაციის შიგნით არ არსებობს რეპროდუქციული იზოლაცია, არის ყველა პირობა იმისათვის, გენოფონდის ფარგლებში განხორციელდეს გენების, ქრომოსომებისა და გენომების გენეტიკურად შესაძლებელი თავისუფალი კომბინაციები. ამიტომაც, ხშირად ხმარობენ გამოთქმას, რომ პოპულაცია რეპროდუქციული ერთეულიცაა.

პოპულაციის გენოფონდის მრავალფეროვნებას განაპირობებს მრავალი ფაქტორი. მათ შორის ერთ-ერთი მთავარი არის ალელების სიმრავლე. როგორც ცნობილია, დიპლოიდურ ორგანიზმებში ყოველი გენი წყვილია. როცა ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან (ადეტერმინანტებენ ერთ ნიშანს, მაგრამ განსხვავებულად), მათ ალელებს უწოდებენ (მაგ., A და a). პოპულაციაში ყოველთვის არის მრავალმხრივი ალელიზმი — მოვლენა, რომლის დროსაც ერთი გენი მრავალ ალელურ მდგომარეობაში გვხვდება. ალელების სიმრავლე კი პროპორციულად ზრდის წყვილებად მათი კომბინირების შესაძლებლობას.

თუ მხედველობაში მივიღებთ იმასაც, რომ ყოველი ორგანიზმი დიდი რაოდენობით გენს შეიცავს (ადამიანში 40 000-ზე მეტ სტრუქტურულ გენს ითვლიან) და თითოეულს შეიძლება ჰქონდეს ორი და უფრო მეტი ალელი, გასაგები გახდება პოპულაციის ფარგლებში გენთა მრავალფეროვანი კომბინაციების

მოსალოდნელობა. მართალია, ამას გარკვეულად ზღუდავს გენთა ჭდომილება (გენთა ლოკალიზება ერთ ქრომოსომაში), მაგრამ ჭდომილების ჯგუფები (ქრომოსომური წყვილების რაოდენობა) იძლევა საშუალებას, ქრომოსომთა დონეზე თითოეული ალელის მრავალი კომბინაცია წარმოიქმნას. ალელების ასეთ კომბინაციათა შესაძლო რაოდენობა დიპლოიდურ ორგანიზმებში იანგარიშება ფორმულით $\frac{n}{2}$ (n+1), სადაც n პოპულაციაში ერთი გენის ალელთა საერთო რაოდენობაა.

მიუხედავად ასეთი მრავალფეროვნებისა, პოპულაციის გენოფონდი გარკვეული მდგრადობითაც ხასიათდება. თუ პოპულაციაზე არ მოქმედებენ მისი წონასწორობის დამრღვევი ფაქტორები (მუტაციური პროცესი, გადარჩევის მოქმედება, მიგრაციები, პოპულაციის რიცხობრივი ცვლილებები და სხვა), გენოფონდი თაობების მანძილზე ინარჩუნებს გენთა მდგრად თანაფარდობას. როგორც ცნობილია, ეს კანონზომიერება დაადგინეს ჰარდიმ და ვაინბერგმა და იგი ცნობილია ჰარდი-ვაინბერგის კანონის სახელწოდებით [$(p + q)^2$, სადაც p და. q ალელების საწყისი თანაფარდობაა].

რამდენადაც ყოველი პოპულაციის გენოფონდი ჩამოყალიბებულია შესაბამის პირობებთან ხანგრძლივი ევოლუციური ურთიერთობის შედეგად, ამდენად, იგი მოცემულ პირობებში მდგრადია და შეგუებულია შესაბამისი არეალის პირობებს. ჰომო- თუ ჰეტეროზიგოტური, ან კიდევ, ქრომოსომური თუ გენომური კომბინაციებით წარმოდგენილი გენეტიკური ჯგუფები პოპულაციის გენოფონდის ფარგლებში უზრუნველყოფენ შესაბამისი პოპულაციის რეგულაციას პოპულაციის შიგნით და მის გარეთ ბიოტურ თუ აბიოტურ ფაქტორებთან შესაბამისობაში. ყოველივე ეს განაპირობებს პოპულაციაში გენეტიკურად განსხვავებული ჯგუფების წონასწორ თანაფარდობას თაობების განმავლობაში. გენოფონდის მიხედვით პოპულაციის ასეთ წონასწორ თანაფარდობას გენეტიკურად განსხვავებულ ჯგუფებს შორის ***გენეტიკურ პოლიმორფიზმს*** უწოდებენ.

პოპულაციაში გენოფონდის წონასწორობის თანაფარდობას არღვევენ ელემენტარული ევოლუციური

ფაქტორები, როგორიცაა: მუტაციური დაწოლა, პოპულაციის რიცხობრივი ცვალებადობა, მიგრაციები, იზოლაცია და გადარჩევა.

პოპულაციის გენოფონდის წონასწორობის დარღვევაში დიდია გენური მუტაციების როლი. თუნდაც ერთი ახალი ალელის გაჩენა მუტაციის გზით პოპულაციის გენოფონდში სერიოზულ გენოტიპურ და ფენოტიპურ ცვლილებებს გამოიწვევს. პოპულაციაში ყოველი ახალი ალელი თავისუფალ კომბინაციებს წარმოქმნის ამავე გენის სხვა ალელებთან. შესაბამისად, მიიღება ახალი დაჯგუფების გენოტიპები ამ ალელების მიხედვით ჰომო- თუ ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში. ყოველ ამ ჯგუფს შესაბამისი ფენოტიპური თავისებურებანი გააჩნია. ამიტომაც, ისინი ხასიათდებიან განსხვავებული სელექციური მაჩვენებლებით და შესაბამისად, განსხვავებულად ექვემდებარებიან გადარჩევის კონტროლს. გარდა ამისა, აღნიშნული ალელები პანმიქსიის სიძლიერის შესაბამისად პოპულაციის საერთო კუთვნილება ხდება. ასეთი ალელი მონაწილეობს სხვადასხვა გენოტიპში და ხვდება სხვადასხვა გენეტიკური ფონის პირობებში, სადაც განიცდის როგორც არაალელური გენების გავლენას (კომპლემენტარობა, ეპისტაზი, პოლიმერია, პლეიოტროპია, ექსპრესირება, მამოდიფიცირებელი გავლენა, დომინანტობის მამოდიფიცირებელი გენების ზემოქმედება და სხვა), ასევე მთელი გენოტიპის ზემოქმედებასაც. ყოველივე ამის გამო სხვადასხვა გენოტიპში აღნიშნული მუტანტური ალელის გამოვლინება სხვადასხვა იქნება. საბოლოოდ იგი გახდება მთელი პოპულაციის კუთვნილება და შესაბამისად, იწვევს პოპულაციის გენოფონდის წონასწორობის დარღვევას.

გენური მუტაციების ევოლუციური მნიშვნელობა ძირითადად თვით გენური ცვლილების ფენოტიპურად გამოვლენილი თავისებურებების ადაპტურობის მახასიათებლებით ფასდება. ადაპტურად სასარგებლო გენები ექვემდებარებიან სწრაფ გამრავლებას (შესაბამისი გენოტიპების ინტენსიური გამრავლებისა და გადარჩენის წყალობით) და პოპულაცია განიცდის აღნიშნული გენით გაჯერების პროცესს. თუ ასეთი გენი დომინანტურია, გადარჩევა მას აძლევს უპირატესობას და

იგი მალე გადაიქცევა მთელი პოპულაციის კუთვნილებად. რეცესიული გენების გზა ამ მხრივ უფრო ხანგრძლივია. ისინი ჯერ პოპულაციის გაჯერებას იწვევენ ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში და შემდეგ ეძლევათ საშუალება ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში გადასვლისათვის. მხოლოდ ამის შემდეგ ვლინდება შესაბამისი მუტაცია ფენოტიპის დონეზე და იგი ექცევა გადამრჩევი ფაქტორის ფილტრის ქვეშ. შემდგომში ადაპტური სარგებლიანობის სიძლიერის შესაბამისად ხდება რეცესიული ჰომოზიგოტების გამრავლება.

როცა გენური მუტაცია ლეტალურია ან არაადაპტურია, პოპულაციაში მათი გზა სასარგებლო მუტაციების საწინააღმდეგოა. დომინანტური ლეტალები შესაბამის გენოტიპთა განადგურების ხარჯზე მცირდებიან და ქრებიან. ასეთი რეცესიული გენები კი მაინც არსებობენ ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში და განაგრძობენ პოპულაციის გაჯერებას. ამ რეცესიული გენების მუტაციებით ანუ როგორც მას ხშირად უწოდებენ სახეთაშიდა ცვალებადობის სამობილიზაციო რეზერვით განსაკუთრებით მდიდარია ისეთი ბუნებრივი პოპულაციები, სადაც ასეთი რეცესიული გენების საზიანო (სელექციურად უარყოფითი) ეფექტი ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში უმნიშვნელოა. ბუნებრივი გადარჩევა ამგვარი გენების ელიმინაციას ახერხებს მხოლოდ შესაბამისი გენების ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში გადასვლისას. მსგავსი რეცესიული გენები ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში ინახებიან ფარულად, მუტაციური რეზერვის სახით. ამ მოვლენას ევოლუციურად დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგანაც ასეთი გენები არსებობის პირობების შეცვლის ან ახალ გარემოში ორგანიზმის გადასვლის შემთხვევაში ხშირად აღმოჩნდებიან ადაპტურად სასარგებლონი. ამით ხელს უწყობენ გადარჩევისათვის მასალის გამდიდრებას და აქტიურად მონაწილეობენ პოპულაციის გენოფონდის ჩამოყალიბებაში.

მართალია, ევოლუციაში დიდ როლს თამაშობს ყველა ტიპის შემკვიდრული ცვალებადობა (კომბინაციური, რეკომბინაციური, ქრომოსომური და გენომური მუტაციები), მაგრამ გენური მუტაციების მნიშვნელობა მაინც

განსაკუთრებულია. განსაკუთრებულობა გამომდინარეობს თვით გენური მუტაციების თავისებურებებიდან.

გენის მუტაციური ცვლილება განუსაზღვრელია. იგი ეხება ცოცხალის ნებისმიერი ნიშნისა და თვისების განმაპირობებელ გენს. ამასთანავე, გენი შეიძლება შეიცვალოს ნებისმიერი და ზოგჯერ ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით, რასაც ევოლუციისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს. ზოგჯერ ერთსა და იმავე გარემო პირობებს ცოცხალი ეგუება ერთი და იგივე ნიშნის სხვადასხვა და ზოგჯერ საწინააღმდეგო მიმართულებით ცვლილებების გზითაც.

რაკი ერთსა და იმავე საწყის გენებს შეუძლიათ შეიცვალონ სხვადასხვა და ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებითაც, გამოდის, რომ სწორედ გენის ეს თვისება აძლევს საწყისს დივერგენციულ ევოლუციას. ყოველივე ეს კი იძლევა საფუძველს ვაღიაროთ, რომ ევოლუციის შესაძლებლობები თითქმის ამოუწურავია.

სხვა სახის მემკვიდრული ცვლილებების დროს გენოტიპური ცვალებადობის შესაძლებლობა მეტ-ნაკლებად ყოველთვის განსაზღვრულია. ამ დროს საქმე გვაქვს გენთა გადაჯგუფებით, რაოდენობრივი ცვლილებებით ან ახალი კომბინაციებით გამოწვეულ გენეტიკურ ეფექტთან. გენური მუტაციები კი ყოველთვის თვისობრივი ხასიათისაა და ამასთანავე, იძლევიან კომბინაციური, რეკომბინაციური თუ მდებარეობის ეფექტით გამოწვეული მემკვიდრული ცვალებადობის ახალ შესაძლებლობებს.

ცალკეულ გენში მომხდარი ცვლილებების ფენოტიპური შედეგები შედარებით უმნიშვნელოა. ამიტომაც, ისინი მართალია, იწვევენ სრულიად ახალი თვისებების გაჩენას, მაგრამ ხშირად არ ახდენენ შესაბამისი ორგანიზმების ადაპტური ბალანსის ისეთ მნიშვნელოვან დარღვევას, რომ მათი ელიმინაცია ან ცხოველმყოფელობის სერიოზული გაუარესება გამოიწვიოს.

გენური მუტაციების განხილული და სხვა თავისებურებანი, განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ანიჭებს მათ ევოლუციაში. ამიტომაც, სწორედ გენური მუტაციებია აღიარებული გადარჩევისათვის ელემენტარული ევოლუციური მასალის მიმწოდებლად.

ზემოთ განხილული კანონზომიერებანი გენური მუტაციის ევოლუციური შესაძლებლობის შესახებ წარმოადგენს მარტივ მოდელს, რომელსაც ხშირად ერთლოკუსიან მუტაციას უწოდებენ. როცა ასეთი ცვლილება ხდება ერთი გენის სხვადასხვა ალელში სხვადასხვა მიმართულებით, სხვადასხვა არაალელურ გენში განუსაზღვრელი მიმართულებით, პოპულაციის სრულიად სხვადასხვა გენოტიპში, მაშინ უკვე გასაგები გახდება ის რთული გავლენა, რასაც ახდენს გენური მუტაციები პოპულაციის გენოფონდის ცვალებადობაზე.

მართალია, გენის მუტირების ტემპები არც თუ ისე დიდია და იგი საშუალოდ 10^{-7}-10^{-10}-ის ფარგლებში მერყეობს, მაგრამ თუ გავითვალისწინებთ ცალკეულ ორგანიზმში გენთა სიმრავლეს, პოპულაციაში გენოტიპთა რაოდენობას და ევოლუციური დროის განმავლობაში თაობათა ცვლის შედეგებს, გასაგები გახდება გენური მუტაციების აღმოცენების შესაძლებლობა და მისი გავლენის სიძლიერე პოპულაციის გენოფონდზე.

სხვა სახის მუტაციების ევოლუციური როლი

გარდა გენურისა, გარკვეული ევოლუციური მნიშვნელობა აქვთ ქრომოსომურ და გენომურ მუტაციებსაც. როგორც ცნობილია, ***ქრომოსომურ მუტაციას უწოდებენ გენეტიკური მასალის ისეთ გადაჯგუფებას, რომელიც დაკავშირებულია ქრომოსომის სტრუქტურის ცვლილებასთან.*** ქრომოსომური აბერაციები (მთლიანობის დარღვევა) ვლინდება ინვერსიების (ქრომოსომის შუა ნაწილის 180^0-ით გადაბრუნება), დუპლიკაციების (ერთი ჰომოლოგიური ქრომოსომის ნაწილის მეორე ჰომოლოგზე მიმაგრებით), უკმარობის (როცა წყვეტის შემდეგ იკარგება ქრომოსომის გარკვეული ნაწილი) და ტრანსლოკაციების (არაჰომოლოგიურ ქრომოსომებს შორის გადაჯგუფების) სახით.

ინვერსიის დროს ირღვევა ჰომოლოგიურ ქრომოსომებს შორის კონიუგაციის პირობები. ეს ხორციელდება მეიოზის დროს და იწვევს არაცხოველმყოფელი გამეტების ჩამოყალიბებას.

უკმარობის (***დელეცია*** ან ***დეფიშენსი***) დროს ხდება ქრომოსომის გარკვეული ნაწილის ფრაგმენტაცია. ქრომოსომის

ნაწილი, რომელსაც ცენტრომერი არ გააჩნია (აცენტრული ფრაგმენტი), კარგავს ორიენტაციის უნარს, აღარ მიიზიდება დაყოფის დროს უჯრედის პოლუსებისაკენ და ელიმინირდება.

უკმარობაც შეიძლება იყოს მიკრო- (როცა ერთი ან ორი ქრომომერი იკარგება) და მაკრო- (როცა რამდენიმე ქრომომერი იკარგება). მაკროუკმარობა ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში ლეტალურია, რადგანაც იგი ძლიერ არღვევს ორგანიზმის გენოტიპურ ბალანსს. დელეციები უმეტესად პლეიოტროპული (მოქმედებენ მრავალ ნიშანზე) ეფექტით ხასიათდებიან და იწვევენ ორგანიზმის ცხოველმყოფელობის დასუსტებას.

დუპლიკაციების დროს ჰომოლოგიური ქრომოსომების წყვილში ურთიერთშორის წყვეტა-შეერთების შედეგად ერთი ქრომოსომის გენური ბლოკები გადადიან მეორე ჰომოლოგზე. ამ უკანასკნელში ხდება შესაბამისად გენური ლოკუსების გაორმაგება.

ქრომოსომთა შორის გადაჯგუფების (*ტრანსლოკაცია*) დროს ერთი ქრომოსომის ფრაგმენტი გადადის მეორე — არაჰომოლოგიურ ქრომოსომაზე. ქრომოსომაში გენთა გადაჯგუფებებს ახლავს ე.წ. „მდებარეობის ეფექტი“ (გენის მდებარეობა გავლენას ახდენს მის მოქმედებაზე).

როგორც უკვე ითქვა, ქრომოსომურ აბერაციებს თითქმის ყოველთვის ახასიათებს საკმაოდ ძლიერად გამოკვეთილი ფენოტიპური ეფექტი. ეს კი განაპირობებს ამგვარი მუტაციების ევოლუციურ მნიშვნელობას.

გენთა უკმარობა, ზოგიერთ გენოტიპში — მომატება, გენთა ადგილმდებარეობის შეცვლა და სხვა სახის გენოტიპური ცვლილებებით გამოწვეული ფენოტიპური თავისებურებანი „იფილტრება“ გადარჩევის მოქმედებით და იძენს ევოლუციურ მნიშვნელობას. გასათვალისწინებელია ისიც, რომ ზოგჯერ ქრომოსომურ აბერაციებს არაცხოველმყოფელი გამეტების წარმოქმნის გამო მოჰყვება იზოლაციაც, რასაც ასევე, თავისებური ევოლუციური მნიშვნელობა აქვს.

ანეუპლოიდიას, ჩვეულებრივ, გენომურ მუტაციებში აერთიანებენ. ალბათ, უფრო სწორია ქრომოსომურ მუტაციებში მისი გაერთიანება, რამდენადაც ანეუპლოიდიის დროს გენოტიპის ცვლილება ხდება ერთეული ქრომოსომის რაოდენობრივი

ცვლილებებით — მომატებით ან შემცირებით. ამიტომაც, ის პირველყოვლისა, ქრომოსომური ტიპის მუტაციაა. რაც შეეხება გენომის ცვალებადობას, ის ხდება ყველა ტიპის მუტაციის დროს (გენური, ქრომოსომური თუ გენომური).

ანეუპლოიდია ქრომოსომთა ისეთი რიცხობრივი ცვალებადობაა, როცა დიპლოიდურ კომპლექტში ხდება ცალკეული ქრომოსომის რაოდენობრივი შემცირება ან მომატება. როცა რომელიმე გენომს აკლია ერთი ქრომოსომა (2n-1), წოდებულია ***მონოსომიკად***, ხოლო როცა აკლია ორთავე ჰომოლოგი (2n-2) — ***ნულისომიკია***. თუ გენომს მომატებული აქვს ერთი ქრომოსომა, იწოდება ***ტრისომიკად*** (2n+1), შეიძლება წარმოიქმნას ***ტეტრა-***, ***პენტა-*** და უფრო მაღალი სომიკები.

ანეუპლოიდური მუტაციების წარმოშობის ძირითადი მიზეზია ცალკეული ქრომოსომური წყვილის განუცალკევებლობა მეიოზის დროს. ასეთ შემთხვევებში ზედმეტ ქრომოსომას ერთ-ერთი გამეტა ატარებს და ნორმალურ გამეტასთან მისი შეერთებისას წარმოიქმნება ტრისომიკი (2n+1) ორგანიზმი. აღნიშნული გამეტის განაყოფი მეორე პარტნიორი უკრედი კი ატარებს ერთი ქრომოსომით ნაკლებს (n-1) და ნორმალურ გამეტასთან კომბინაციისას ის წარმოქმნის მონოსომიკურ (2n-1) ორგანიზმს.

ჩვეულებრივ, ანეუპლოიდია სერიოზულ ფენოტიპურ ცვლილებებთან არის დაკავშირებული და ხშირად ასეთი გამეტები არაცხოველმყოფელიცაა.

ყოველივე აღნიშნული განსაზღვრავს ასეთი მუტაციების ევოლუციურ მნიშვნელობას. საყურადღებოა იმის აღნიშვნაც, რომ ანეუპლოიდია სერიოზულად არღვევს ორგანიზმთა გენოტიპურ ბალანსს, ამიტომაც ცხოველებში იგი თითქმის ყოველთვის ლეტალურია. მცენარეებში კი ანეუპლოიდები აღწერილია ხორბალში, სიმინდში, ბამბაში, თამბაქოში, ჩაიში და სხვა.

გენომური მუტაციები დაკავშირებულია გენომების ჯერად ცვლილებასთან. გენომების მატების დროს ხდება პოლიპლოიდია, ხოლო შემცირების დროს კი — ჰაპლოიდია. პოლიპლოიდია საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში, განსაკუთრებით მცენარეთა სამყაროში. ფარულთესლოვან

მცენარეთა თითქმის 1/3 ბუნებრივი პოლიპლოიდებია (ზოგი თვლის, რომ ეს მონაცემი კიდევ უფრო მაღალია). ზოგჯერ მცენარეებში არსებობს პოლიპლოიდური რიგებიც. მაგ., ხორბალში სამი პოლიპლოიდური რიგია ცნობილი: 14, 28 და 42 ქრომოსომით. მისი გენომი შვიდი ქრომოსომისაგან შედგება.

პოლიპლოიდურ მუტაციებს ყოველთვის ახლავს სათანადო ფენოტიპური ეფექტი. ასეთი ორგანიზმები უმეტეს შემთხვევაში გიგანტიზმით ხასიათდებიან. მაგრამ იგი შეიძლება ყოველთვის არ იყოს დაკავშირებული მარტო პოლიპლოიდური უჯრედების ზომის მატებასთან (როცა უჯრედი პოლიპლოიდია, იზრდება ბირთვის ზომა, ბირთვულ-პლაზმური თანაფარდობის კანონზომიერებათა გამო მოცულობაში იზრდება ციტოპლაზმაც და საერთოდ, უჯრედიც). ასეთი მოვლენები განსაკუთრებით საგრძნობია ისეთ პოლიპლოიდებში, რომლებიც სხვადასხვა გენომის მატების ხარჯზე წარმოიქმნება. შესაძლოა, რომ აქ გიგანტიზმი მარტო საკუთრივ პოლიპლოიდური ეფექტის შედეგი კი არ იყოს, არამედ თავს იჩენდეს გენთა სასარგებლო ბალანსის ფენომენიც *(ჰეტეროზისი)*. პოლიპლოიდიის დროს საკმაოდ იცვლება ორგანიზმის ქიმიური შემადგენლობა და ფიზიოლოგიური თავისებურებებიც.

განსაკუთრებული და მრავალმხრივია პოლიპლოიდიის ევოლუციური მნიშვნელობა. პოლიპლოიდური ფორმები უფრო მდგრადი არიან გარემო პირობების მიმართ და მაღალი ადაპტური თვისებებით ხასიათდებიან. ამაზე ისიც მეტყველებს, რომ დღეს შემორჩენილი ზოგიერთი რელიქტური ფორმა — ე.წ. „ცოცხალი ნამარხები“ პოლიპლოიდური ფორმებია (ქოქსაღიზი, ტაუ-საღიზი და სხვა). მათი დიპლოიდები გადაშენდნენ, შემორჩნენ მხოლოდ პოლიპლოიდები.

პოლიპლოიდების მაღალ ადაპტურ შესაძლებლობაზე ისიც მიუთითებს, რომ არქტიკის უმკაცრეს პირობებში დღეს არსებული მცენარეების უმრავლესობა პოლიპლოიდია (შპიცბერგენის მიწის კუნძულები და სხვა).

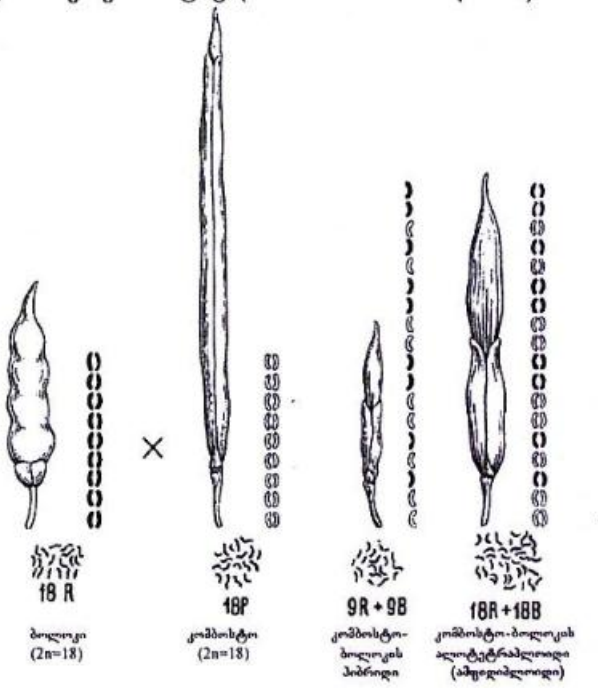
ასეთი ორგანიზმების ბიოლოგიური ამტანობა, შესაძლოა, სასარგებლო გენური ბალანსითაც იყოს განპირობებული. გენოტიპში განსხვავებული ალელების სიმრავლე ჰეტეროზისური პროცესების გაძლიერებას იწვევს. აღნიშნულს უნდა დაემატოს

ისიც, რომ პოლიპლოიდებში ძლიერაა შემცირებული უარყოფითი რეცესიული გენების ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში გამოვლენის შესაძლებლობა. რადგანაც გადარჩევა ორგანიზმთა მხოლოდ ფენოტიპურ სარგებლიანობას აფასებს, რეცესიული გენები ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში გადარჩევის კონტროლის გარეშე რჩება და ინახება ცვალებადობის რეზერვის სახით.

პოლიპლოიდების ევოლუციური შესაძლებლობები იმითაც არის განპირობებული, რომ მას ახლავს ორგანიზმთა ნაყოფიერების შემცირებაც. ამის მიზეზია მეიოზის ნორმალური მსვლელობის დარღვევის გამო ქრომოსომების შემცველობის მიხედვით არაბალანსირებული გამეტების ჩამოყალიბება. ასეთი გამეტები უმეტესწილად არაცხოველმყოფელია, რის გამოც ვეღარ ხერხდება პოლიპლოიდების შეჯვარება საწყის დიპლოიდურ ფორმებთან, ამით კი ძლიერდება იზოლაცია, რაც განსაზღვრავს სწორედ მის ევოლუციურ მნიშვნელობას. პოლიპლოიდიის შენარჩუნება მცენარეებში გამრავლების რიგი საშუალებებით შეიძლება, როგორიცაა: ვეგეტაციური, აპომიქტური, პართენოგენეზური და სხვა. ცხოველები კი ასეთი გამრავლების შესაძლებლობას მოკლებულია. ესაა ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზი იმისა, რომ პოლიპლოიდები მათში დიდ იშვიათობას წარმოადგენს.

პოლიპლოიდიის ევოლუციურ მნიშვნელობაზე მიუთითებს ამ გზით მცენარეთა ახალი სისტემატიკური ჯგუფების წარმოქმნის შემთხვევებიც. ამ მხრივ ხორბლის მაგალითიც გამოდგებოდა, მაგრამ კიდევ უფრო ნათლად ჩანს პოლიპლოიდების ფორმაწარმომქმნელი მნიშვნელობა რუსი მეცნიერის — კარპეჩენკოს მიერ ჩატარებული ცდების მაგალითზე. მან შეძლო მიეღო ბოლოკ-კომბოსტოს ჰიბრიდი. მაგრამ, როგორც ხშირად ხდება ხოლმე, შორეული ჰიბრიდები სტერილურები არიან (მაგ., ჯორი — ცხენისა და ვირის ჰიბრიდი). რაკი ასეთ შემთხვევაში ირღვევა ქრომოსომთა ჰომოლოგობა, მეიოზის დროს აღარ ხდება მათი კონიუგაცია, ირღვევა მეიოზისათვის დამახასიათებელი ქრომოსომთა ბოლუსებზე განაწილების კანონზომიერებანი და შედეგად წარმოიქმნება ქრომოსომური შემადგენლობით არაბალან-

სირებური გამეტები, რომლებიც არაცხოველმყოფელია. კარპეჩენკომ მოახერხა ბოლოკ-კომბოსტოს ჰიბრიდში (Raphano-Brassica) აღედგინა ფერტილობის უნარი (სურ. 14). ბოლოკსა და კომბოსტოს გენომში 9-9 ქრომოსომა აქვთ, მაგრამ ისინი მკვეთრად განსხვავდებიან ერმანეთისაგან. მათ ჰიბრიდს გააჩნია ცხრა ქრომოსომა ($n^{ბ}=9$) კომბოსტოსი და 9 ($n^{ბ}=9$) ბოლოკისა. მასში მეიოზის დროს ქრომოსომთა განაწილება პოლუსებზე სრულიად შემთხვევით ხდება. შეიძლება პირველი მეიოზური დაყოფის დროს ერთ პოლუსზე წავიდეს ჰიბრიდის 18-ვე ქრომოსომა (9 ბოლოკის და 9 კომბოსტოსი), ხოლო მეორე უჯრედში — არც ერთი. შეიძლება არსებობდეს მათ შორის ნებისმიერი სხვა ვარიანტიც (17-1; 16-2; ... 0-18 და ა.შ.).



სურ. 14. კომბოსტო-ბოლოკის ალოტეტრაპლოიდის მიღება ბოლოკისა (2n=18) და კომბოსტოს (2n=18) შეჯვარებისას.

აღმოჩნდა, რომ უჯრედები, რომლებშიც 18-ვე ქრომოსომა მოხვდა, ხშირად ცხოველმყოფელ გამეტებს აძლევენ დასაბამს. ასეთი ვარიანტების დაფიქსირებით კარპეჩენკომ შეძლო ჰიბრიდში ქრომოსომთა რაოდენობა ორჯერ გაეზარდა. ამ გზით მან მიიღო ტეტრაპლოიდური ჰიბრიდი 36 ქრომოსომით, სადაც 2 გენომი ბოლოკისაა და ორიც — კომბოსტოსი $(9^კ + 9^ბ) + (9^კ + 9^ბ) = (9^კ + 9^ბ + 9^კ + 9^ბ)$. ამგვარად, მოხერხდა ქრომოსომთა ჰომოლოგობის აღდგენა და ტეტრაპლოიდური ჰიბრიდი ფერტილური (სქესობრივი გამრავლების უნარის მქონე) ორგანიზმი გახდა. ასეთ ჰიბრიდებს *ამფიდიპლოიდებს* უწოდებენ. ი. მიჩურინმა შეძლო მიეღო ფერტილური ჰიბრიდი — ცერაშადუსი (შოთხისა და ალუბლის ჰიბრიდი). შემდგომ ამის მსგავსი ჰიბრიდები აღმოჩნდა ბუნებრივ პირობებშიც (თალიშის მთები). ლიუნგარდმა კი შეძლო ყაყაჩოს სხვადასხვა კრებულის მქონე ფორმების შეჯვარებით ფერტილური ჰიბრიდის მიღება.

როგორც ვხედავთ, პოლიპლოიდურ მუტაციებს ფართო შესაძლებლობა აქვთ მცენარეთა სამყაროს ევოლუციაში.

კორელაციური ცვალებადობის როლი ევოლუციაში

გამოყოფენ ე.წ. თანაფარდობით ანუ კორელაციურ ცვალებადობას. ამ დროს ერთი ნიშანი იწვევს მეორე ნიშნის გაძლიერებას ან შესუსტებას. ცვალებადობის აღნიშნულ სახეს უფრო მეტად მოდიფიკაციურს მიაკუთვნებენ, თუმცა ასეთი ურთიერთგავლენის საფუძვლებს მაინც გენური თავისებურებებით დეტერმინირებული ორგანოები განაპირობებს.

ასეთ ცვალებადობასაც აქვს თავისებური ევოლუციური მნიშვნელობა. შესაძლოა, რომელიმე ნიშანს ინდივიდისათვის ან საერთოდ პოპულაციისათვის არ ჰქონდეს რაიმე შესამჩნევი ადაპტური მნიშვნელობა (არ სარგებლობდეს გამოკვეთილი სელექციური უპირატესობით), მაგრამ მისი გავლენით (გაძლიერებით ან შესუსტებით) განპირობებული სხვა ნიშანი ხასიათდებოდეს სელექციური ღირებულებით. ასეთ შემთხვევაში გადარჩევა პოპულაციებში ერთდროულად ამფიქსირებს ორივე კორელაციურ თავისებურებას.

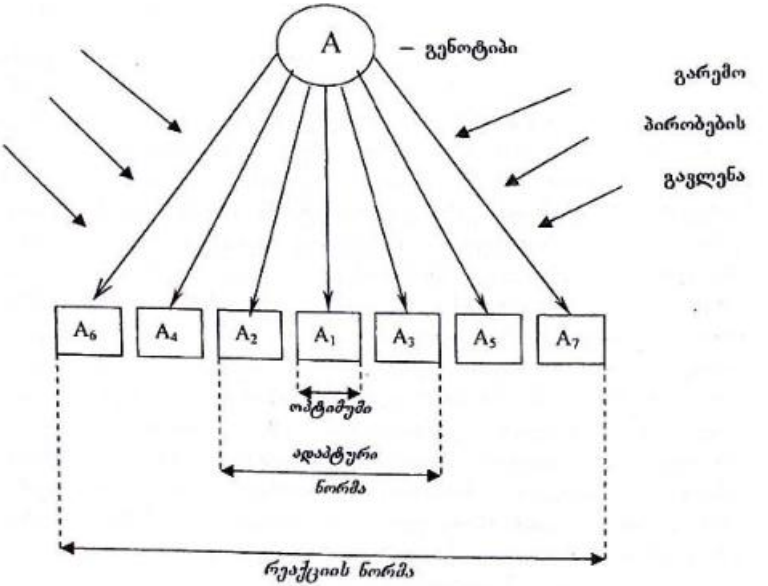
გენთა პლეიოტროპული თუ სხვა სახის ურთიერთქმედება ცვლის გადარჩევის ეფექტს. მაშინ, როცა პლეიოტროპული ეფექტი ვლინდება ორ ნიშანზე, რომელთა შორის ერთი სელექციური მახასიათებლით სასარგებლოა, მეორე კი — საზიანო, ასეთ შემთხვევებში გადარჩევის მოქმედებით მათ შორის მყარდება გარკვეული ბალანსი — შედეგები შეიძლება გადაიხაროს ერთის ან მეორის მიმართულებით, რაც განსაზღვრავს თითოეული მათგანის პლევარირებას (გაძლიერებას).

ეს საკითხი გარკვეულად პასუხს სცემს არაადაპტური ნიშნების ჩამოყალიბების მექანიზმს. დარვინის მოწინააღმდეგეები ყოველთვის უყენებდნენ მას პრეტენზიებს, რომ ბუნებრივი გადარჩევის თეორიას აუხსნელი რჩება არაადაპტური ნიშან-თვისებების წარმოქმნის საკითხი. ეტყობა, ზოგიერთ ნიშანს შეიძლება არ ჰქონდეს უშუალო ადაპტური მნიშვნელობა (ესეც საკმაოდ ძნელი სათქმელია, რადგანაც ადაპტურობის შემჩნევა ვიზუალურად ხშირად შეუძლებელი ხდება), მაგრამ მისი კორელაციური გავლენა მეორე ადაპტურ ნიშანზე უზრუნველყოფს მასზე გადარჩევის სელექციური მოქმედების შესაძლებლობას. ასეთი კორელაცია შეიძლება ხდებოდეს ემბრიოგენეზის ან ზრდასრული ორგანიზმის დონეზე. ამის მაგალითად შეიძლება განხილული იქნეს ხახვის ბოლქვის შეფერილობა. თითქოს ბოლქვის შეფერილობას არ უნდა ჰქონდეს ადაპტური ხასიათი. აღმოჩნდა, რომ ბოლქვში შეფერილობის განმსაზღვრელი პიგმენტები მონაწილეობენ ნივთიერებათა შექმნაში, რომლებიც ანადგურებენ ამ მცენარის ზოგიერთი დაავადების გამომწვევებს.

არამემკვიდრული ცვალებადობის როლი ევოლუციაში

არამემკვიდრულს ანუ მოდიფიკაციურს უწოდებენ ცვალებადობას, რომლის დროსაც იცვლება ორგანიზმის ფენოტიპური თუ სხვა სახის თავისებურებანი არა გენოტიპში მომხდარი ცვლილებების გამო, არამედ მემკვიდრული ინფორმაციის რეალიზაციის პროცესში სათანადო რეაქციების მსვლელობაზე გარემო პირობების გავლენით. ყოველი ნიშნის ან

თვისების მოდიფიკაციურ ცვალებადობას გააჩნია საკმაოდ ფართო სპექტრი, რომლის ვარიაბილობის დონე დამოკიდებულია გენის და საერთოდ, ორგანიზმის რეაქციის ნორმის სიდიდეზე. ***რეაქციის ნორმის*** ქვეშ იგულისხმება ორგანიზმისა და გენის უნარი, მოახდინოს მემკვიდრული ინფორმაციის რეალიზაცია გარემო პირობების ცვალებადობის გარკვეულ ფარგლებში (სურ. 15).



სურ. 15. მოდიფიკაციური ცვალებადობის ფარგლების ამსახველი სქემა $A_1 \ldots\ldots A_7$ — ფენოტიპური ვარიაციები

ცნობილია, რომ ყოველ გენს თავისი რეაქციის ნორმა გააჩნია, მაგრამ ორგანიზმებში გენები არ ფუნქციონირებენ ორგანიზმისაგან დამოუკიდებლად. გენის მოქმედების რეგულაციისა და ექსპრესირების დონე განპირობებულია მთელი გენოტიპით. რაკი გენოტიპი გენთა მექანიკური ჯამი არ არის

და მის ინტეგრალურ ერთიანობას წარმოადგენს, გენოტიპის რეაქციის ნორმაც არ არის ცალკეულ გენთა რეაქციის ნორმის მექანიკური ჯამი. ამდენად, როცა ვსაუბრობთ რეაქციის ნორმის შესახებ ზოგადად და მის ევოლუციურ მნიშვნელობაზე, მხედველობაში გვაქვს არა ცალკეული გენის, არამედ მთელი ორგანიზმის რეაქციის ნორმა.

ჩვეულებრივ, გენში (გენოტიპში) ჩაწერილია ინფორმაცია ნიშნის ან თვისების ჩამოყალიბების შესახებ. ინფორმაციის რეალიზაცია კი უამრავი ეტაპობრივი რეაქციის განხორციელების სარჯზე ხდება. ეს სქემა გამარტივებულად შემდეგნაირად შეიძლება წარმოვიდგინოთ: გენი→ტრანსკრიპცია (ინფორმაციული რნმ)→ ტრანსლაცია (ნუკლეოტიდური ინფორმაციის შესაბამისად პოლიპეპტიდის აწყობა)→ სხვადასხვა პოლიპეპტიდის დაკავშირება (ფერმენტების ჩამოყალიბება)→ ფერმენტული რეაქციები (მიმდინარეობს მრავალ საფეხურად)→ ნიშანი ან თვისება.

აღნიშნული რეაქციების განხორციელება მოითხოვს არა მარტო შესაბამისი ინფორმაციის (პროგრამის) არსებობას, არამედ რეაქციათა განხორციელებისათვის საჭირო გარკვეულ პირობებსაც. საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ქიმიური (ზოგადად) თუ ბიოქიმიური (კერძოდ) რეაქციების მსვლელობა გარკვეულ პირობებს საჭიროებს. როცა რეაქციის პირობები გენში ან გენოტიპში ჩაწერილი ინფორმაციის რეალიზაციისათვის ოპტიმალურია, მაშინ ყალიბდება მოსალოდნელი ნიშანი (ფენოტიპი). რეაქციის პირობების მცირედი ცვლილებები სერიოზულ გავლენას ვერ ახდენენ ნიშნის ჩამოყალიბებაზე. ჩვეულებრივ თვლიან, რომ რეაქციის მსვლელობისათვის პირობების ცვლილებების ასეთი საზღვრები ოპტიმალურია. ოპტიმალურ პირობებსაც თავისი საზღვრები გააჩნია და იგი ითვლება ადაპტურ ნორმად. აღნიშნული ნორმის საზღვრებში პოპულაციის ინდივიდებში ნიშან-თვისებათა ცვალებადობა შეგუების ოპტიმალური ნორმის ფარგლებშია.

როცა რეაქციათა პირობები ადაპტური ნორმის ფარგლებს სცილდება, მას შესაბამის ნიშან-თვისებათა ცვალებადობის გაძლიერება მოსდევს. გარემო პირობების ცვალებადობის გარკვეულ ფარგლებში მეშკვიდრულად

განპირობებული რეაქციები შეცვლილად, მაგრამ მაინც რეალიზდება. რეაქციათა განხორციელების პირობები არ არის უსაზღვრო. რაღაც საზღვარზე დგება კრიტიკული პერიოდი. პირობების შემდგომი ცვლილებებისას რეაქციები ბლოკირდება და წყდება მემკვიდრული ინფორმაციის რეალიზაცია. სწორედ, რეაქციათა პირობების ცვლილების იმ საზღვრებს, რომლის ფარგლებშიც ხდება მემკვიდრული ინფორმაციის რეალიზაცია, *რეაქციის ნორმას* უწოდებენ. ე.ი. ამ საზღვრებში მაინც ხდება მემკვიდრული ინფორმაციის შესაბამისად ნიშან-თვისებათა ჩამოყალიბება. რეაქციის ნორმის ფარგლებში ჩამოყალიბებული ნიშან-თვისებები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან. ასეთი ცვლილებები გამოწვეულია არა მემკვიდრული ინფორმაციის ცვლილებით, არამედ ინფორმაციის რეალიზაციის პროცესში გარემო პირობების გავლენით. ამიტომაც, აღნიშნული ცვლილებები მხოლოდ ინდივიდის კუთვნილებაა და თაობებს მემკვიდრეობით არ გადაეცემიან (რადგანაც თაობებს ნიშან-თვისებები კი არ გადაეცემა, არამედ მათი შესაბამისი ინფორმაციის ერთეულები ანუ გენები).

რეაქციის ნორმის სიდიდე (ფარგლები) გენისა და გენოტიპის თვისებითაა განპირობებული. მოდიფიკაციური ცვალებადობის ანალიზისას არ უნდა შეგვექმნას მცდარი წარმოდგენა, რომ თითქოს ნიშნების მოდიფიკაციური ცვლილებები (მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური და სხვა) იყოს ორგანიზმის განუსაზღვრელი უნარი, თავისი სასიცოცხლო პროცესების თავისებურებებით მოერგოს გარემო პირობების ცვლილებებს და ამ საქმეში განმსაზღვრელი მნიშვნელობა ჰქონდეს გარემო პირობების გამღიზიანებელ გავლენას. საჭიროა, ნათლად გამოიკვეთოს მოდიფიკაციური ცვალებადობის აღმოცენებაში თვით ორგანიზმის მემკვიდრული თავისებურებების მთავარი როლი.

გარემო პირობები მოდიფიკაციური ცვალებადობის აღმოცენებაში მართლაც ასრულებს გამღიზიანებლის როლს, მაგრამ შესაბამისი ცვლილებების ხასიათი და სიძლიერე განპირობებულია გენის, გენოტიპისა და შესაბამისად, პოპულაციის გენოფონდის თავისებურებებით, მათი რეაქციის ნორმის ფარგლებით. ამ აზრის მართებულობას ამყარებს ის

ფაქტიც, რომ მოდიფიკაციები ყოველთვის არ არის ადაპტური ხასიათის. როცა ორგანიზმზე მოქმედებს უჩვეულო (არატიპური) გარემო პირობები, მაშინ ხშირად აღმოცენდება არაშეგუებითი მოდიფიკაციური სიმახინჯეები ე.წ. *მორფოზები*. ეს ყოველივე მიუთითებს იმაზე, რომ მოდიფიკაციური ცვალებადობის (განსაკუთრებით ადაპტური მოდიფიკაციები) შესაძლებლობები შესაბამისი ბიოლოგიური დაჯგუფების ისტორიული განვითარების პროცესშია ჩამოყალიბებული და მემკვიდრეობითი თავისებურებების შესაბამისად ატარებს ინდივიდუალურ ხასიათს. გამოდის, რომ მართალია, მოდიფიკაციური ცვალებადობა არამემკვიდრეობითია, მისი შესაძლებლობა მაინც მემკვიდრეობითაა განპირობებული. ამიტომაც, ხშირად ამბობენ, რომ თაობებში მემკვიდრეობს არა ნიშან-თვისება, არამედ შესაბამისი რეაქციის ნორმა. რაკი მოდიფიკაციური ცვალებადობა თაობებს მემკვიდრეობით არ გადაეცემა, ხშირად არასწორად ფასდება მისი ევოლუციური მნიშვნელობა. ცვალებადობამ რომ შეიძინოს ევოლუციური მნიშვნელობა, იგი თაობებს მემკვიდრეობით უნდა გადაეცეს. სხვანაირად ბიოლოგიურად სასარგებლო ცვლილებები უკვალოდ ქრება და ვერ იძენს ადაპტურ ღირებულებას.

მაგრამ საქმე იმაშია, რომ მოდიფიკაციური ცვლილებები, მართლაც, თვითონ უშუალოდ არ მონაწილეობენ ევოლუციურ გარდაქმნაში, მაგრამ ასეთი ცვლილებები ხშირად ადაპტური მნიშვნელობისაა. გარემოს უშუალო ზემოქმედებით გამოწვეული ფენოტიპური ცვლილებების დიდი უმრავლესობა გარემო ფაქტორების ადექვატურია. ასეთ ადაპტურ მოდიფიკაციებს, რომლებიც ხშირად ადაპტური მუტაციებით გამოწვეული ფენოტიპური თავისებურებების კოპირებას ახდენენ, *ფენოკოპიებს* უწოდებენ.

მოდიფიკაციების გამოწვევა შეუძლია გარემოს ცალკეულ ბიოტურ და აბიოტურ ფაქტორებს, შესაბამისად, წარმოქმნილ მოდიფიკაციებს უწოდებენ ტემპერატურულს, მოდიფიკაციებს სინათლის მიმართ, ბიოტურ მოდიფიკაციებს და სხვა.

რაკი ადაპტური მოდიფიკაციები ფენოტიპური ხასიათისაა და გადარჩევა კი ნიშან-თვისებათა ბიოლოგიურ სარგებლიანობას

აფასებს ფენოტიპის დონეზე, ამდენად სასარგებლო ანუ ადაპტური მოდიფიკაციები შესაბამის ორგანიზმებს უპირატესობას აძლევს არსებობისათვის ბრძოლაში და მათ გადარჩენისა და შთამომავლობის დატოვების უკეთეს შანსს უქმნის.

რაკი ადაპტური მოდიფიკაციები უზრუნველყოფენ შესაბამისი გენოტიპის გადარჩენას და თაობების დატოვებას, ამით უზრუნველყოფენ უამრავი რეცესიული გენის ფარული მუტაციური რეზერვის გადარჩენას. შესაძლოა, ბევრი მათგანი ადაპტურად სასარგებლო იყოს და მათ მიეცეთ მომდევნო თაობებში ფენოტიპური გამოვლენის შესაძლებლობა. ასეთ შემთხვევაში ისინი მოხვდებიან გადარჩევის „ფილტრის“ გავლენის ქვეშ. ასევე იქმნება შესაძლებლობები გენური ნაკადებისა თუ სხვა გზით ახალი სასარგებლო მუტაციების გაჩენისა.

გამორიცხული არც ისაა, რომ ასეთ ორგანიზმებში ფენოტიპური ადაპტაციების მფარველობის ქვეშ (როცა ისინი დაცული არიან გადარჩევის ელიმინაციური მოქმედებისაგან) აღმოცენდეს ახალი სასარგებლო მუტაციები, მით უმეტეს, რომ არსებობს შესაძლებლობა ე.წ. ხანგრძლივი მოდიფიკაციების ჩამოყალიბებისათვის.

ჩვეულებრივ შემთხვევაში მოდიფიკაციური ცვლილებები ქრება ინდივიდის სიკვდილთან ერთად, თუმცა ხანგრძლივი მოდიფიკაციების დროს მოდიფიკაციური ნიშნები თაობებში შეიძლება განმეორდეს. ამის მიზეზი არის იმავე გენოტიპების მქონე ორგანიზმების კვლავგანახლება იგივე პირობებში. ცნობილია, რომ მსგავსი პირობები მსგავსი გენოტიპებისაგან რამდენადმე მსგავსი მოდიფიკაციების განვითარებას გამოიწვევს.

არსებობს გარკვეული პარალელიზმი ადაპტურ მოდიფიკაციებსა და ფილოგენეზურად გამომუშავებულ შეგუებით ნიშნებს შორის. ი. შმალჰაუზენმა მდიდარი ფაქტობრივი მასალის ანალიზის საფუძველზე აჩვენა გარემო პირობების ცვალებადობის გავლენით წარმოქმნილი ადაპტური მოდიფიკაციის მსგავსება შესაბამის ფილოგენეზურ ადაპტაციებთან. მაგალითად, ხშირად მცენარეებში სიცივის გავლენით ვლინდება ადაპტური მოდიფიკაციები (ჯუჯაობა),

სიცხის გავლენით — ფოთოლცვენა. შესაბამის პირობებში სწორედ ასეთი ადაპტური ფილოგენეზური ჯგუფები არსებობენ ბუნებაში. ასევე, ცხოველებში დაბალი ტემპერატურის გავლენით ჩამოყალიბებული ადაპტური მოდიფიკაციებია: ბეწვიანობის გაძლიერება, გამომფენი ორგანოების შემცირება ზომაში, მაღალი ტემპერატურისას კი — საპირისპირო ცვლილებები, პიგმენტაციის გაძლიერება და სხვა.

მოდიფიკაციური ცვალებადობის განხილული კანონზომიერებანი გასაგებს ხდის, რომ იგი უცვლელი გენოტიპის შემთხვევაში უზრუნველყოფს ორგანიზმების გადარჩენას გარემოს არახელსაყრელი პირობების ელიმინაციური გავლენისაგან. ეს თავისთავად ნიშნავს ინდივიდუალურ შეგუებას მემკვიდრული სტაბილურობის პირობებში. ცდებით დადგენილია, რომ გადარჩევა ძალიან მკაცრად აფასებს ისეთ ნიშნებს, რომლებსაც რეაქციის ვიწრო ნორმა გააჩნიათ.

ორგანიზმებს, რომელთაც რეაქციის ფართო ნორმა ახასიათებთ, უცვლელი მემკვიდრეობის შემთხვევაში შეგუების მეტი შესაძლებლობა აქვთ. რაკი მცენარეები მიმავრებულ ცხოვრებას ეწევიან, შეგუების მეტი ინდივიდუალური თავისებურებებით ხასიათდებიან. ამის შესაძლებლობას მათ დამახასიათებელი რეაქციის ფართო ნორმა აძლევთ. ფართო რეაქციის ნორმის წყალობით მათ შეგუების მეტი შესაძლებლობები აქვთ. მცენარეთა სახეობების დიდი ნაწილი გავრცელების ფართო არეალით ხასიათდება. მიუხედავად ამისა, მათში ახალ სახეობათა წარმოშობა ნაკლები ინტენსივობით მიმდინარეობს. სწორედ, ძირითადად ამის შედეგი უნდა იყოს, რომ მცენარეთა სამყაროში ნახევარ მილიონამდე სახეობას ითვლიან, მაშინ, როცა ცხოველთა სამყაროში მათი რაოდენობა სამ მილიონამდეა. ეტყობა ცოცხალის რეაქციის ნორმის გაფართოება ევოლუციური პროცესის თვითრეგულაციის გამოვლინებაცაა, რამეთუ ამით იგი ახერხებს საარსებო პირობებისაგან უფრო მეტი დამოუკიდებლობის გამომუშავებას.

ასე რომ, მოდიფიკაციური (ფენოტიპური) ცვლილებებიც ასრულებენ თავიანთ სპეციფიკურ როლს პოპულაციის ევოლუციური გარდაქმნის საქმეში.

მუტაციები, როგორც ელემენტარული ევოლუციური მასალა

როგორც დავინახეთ, მემკვიდრულ (მუტაციურ, კომბინაციურ, რეკომბინაციურ) თუ არამემკვიდრულ (მოდიფიკაციურ, კორელაციურ, ონტოგენეზურ) ცვლილებებს თავისი როლი და შესაძლებლობები გააჩნიათ პოპულაციის გენეტიკური შემადგენლობის ცვალებადობასა და საერთოდ, ევოლუციურ გარდაქმნაში. ცვალებადობის ამ საერთო მნიშვნელობის ფონზე გამორჩეული და განსაკუთრებულია მუტაციების მნიშვნელობა.

როგორც უკვე ითქვა, მუტაციების მნიშვნელობის განსაკუთრებულობა იმაში გამოიხატება, რომ ისინი ცოცხალ სამყაროში იწვევენ ჭეშმარიტად ახალი (რომლებიც მანამდე არ არსებობდა) ნიშნებისა და თვისებების გაჩენას. ცვალებადობის სხვა სახეების დროს ცვლილების მიზეზი არ არის დაკავშირებული თვით მემკვიდრული ერთეულების — გენების თვისობრივ ცვლილებებთან. თუ კომბინაციური, რეკომბინაციური და სხვა სახის ცვლილებების დროს ნიშნის ცვლილება დაკავშირებულია გენთა კომბინაციების ან ურთიერთგავლენის ეფექტთან, მუტაციების დროს (განსაკუთრებით გენურის) ხდება ისეთი გენების გაჩენა, რომლებიც შეიძლება საერთოდ ახალი იყოს ბუნებაში. ამდენად, მუტაციები პირველადი მემკვიდრეობითი ცვლილებებია.

ყველა სხვა ტიპის ცვლილება, ფაქტიურად, გენების თვისებებით არის განპირობებული. ახალი გენები ახალი კომბინაციებისა და რეკომბინაციების საშუალებას იძლევა. ამდენად, მემკვიდრული ცვალებადობის ყველა ტიპის დროს პირველადი მნიშვნელობა მუტაციებს განეკუთვნება. გენის თვისებას წარმოადგენს აგრეთვე მოდიფიკაციური ცვალებადობის უნარიც. როგორც ითქვა, მოდიფიკაციური ცვლილებები გენის რეალიზაციის პროცესში გარემო პირობების გავლენით გამოწვეული ცვლილებებია. ამ მხრივ სხვადასხვა გენს განსხვავებული ცვალებადობის ფარგლები ანუ განსხვავებული რეაქციის ნორმა გააჩნია. ამ ტიპის ცვლილებებიც გენის თვისებითაა განპირობებული. როგორც შმალჰაუზენი ამბობდა:

„მუტაციები ხასიათდებიან არა მარტო ორგანიზაციის გარეგნულად გამოხატული ნიშნებით, არამედ გარემო პირობების ცვალებადობაზე თავისი ტიპური რეაქციების უნარითაც.“

ანალოგიურად შეიძლება ვიმსჯელოთ კორელაციურ ცვალებადობაზეც. ერთი გენის მოქმედება მეორეზე და საერთოდ, გენთა ურთიერთგავლენის ყველა სახე (ალელური, არაალელური, მამოდიფიცირებელი და სხვა) აისახება შესაბამის ორგანოთა სტრუქტურულ და ფუნქციურ თავისებურებაზე და ამდენად, ორგანოთა ურთიერთგავლენაც საბოლოოდ გენის თავისებურებებით არის განსაზღვრული. ყოველივე ზემოთქმულს ითვალისწინებდა აკადემიკოსი ნ. დუბინინი, როცა ამბობდა: „მუტაციათა ობიექტური შემთხვევითობა, გარდატეხილი გადარჩევის ფილტრში, ქმნის აუცილებლობას ნიშნების შეგუებულობისათვის.“

რამდენადაც გადარჩევა ხდება ფენოტიპის დონეზე, ამდენად, ამა თუ იმ სახეობაში შემავალი პოპულაციის ინდივიდთა შეგუებულობა განისაზღვრება ფენოტიპური ნიშნების შეხამებით საარსებო გარემოსთან. ფენოტიპური ცვალებადობა კი ყოველთვის სამი გზითაა განპირობებული: ***გენეტიკური,*** რომელიც ყალიბდება მუტაციებითა და გენთა კომბინაციებით; ***პარატიპური,*** რომელიც განპირობებულია რეაქციის ნორმის ფარგლებში გარემოს გავლენით და ***ონტოგენეზური*** (ებიგენეზური), რომელიც ეფუძნება ებიგენეზურ ურთიერთგავლენას ციტოგენეზის, ჰისტოგენეზისა და მორფოგენეზის დროს, მაგრამ ფენოტიპური ცვალებადობის ყველა ეს სახე საბოლოოდ მაინც სხვადასხვა სიძლიერით ექვემდებარება გენეტიკურ კონტროლს.

გამოდის, რომ ყველა განხილული ცვალებადობის პირველადი საწყისები ახალი გენების წარმოქმნასთან (მუტაციებთან) არის დაკავშირებული. ზემოთქმულს უნდა დავუმატოთ ის თავისებურებები, რაც მუტაციებს გააჩნიათ. კერძოდ, მუტაციები:

ა) სხვადასხვა სიხშირით, მაგრამ მაინც აღმოცენდებიან ყველა ცოცხალში;

ბ) არიან განუსაზღვრელი მიმართულების და ეხებიან ორგანიზმის ნებისმიერ ნიშანსა და თვისებას;

გ) ცვლიან ე.წ. „ბიოლოგიურად საჭირო“ ნიშნებსაც;

დ) აღმოცენდებიან ყველა ბუნებრივ პოპულაციაში და გროვდებიან გარკვეული სიხშირით;

ე) მათ აქვთ საშუალება, გამოვიდნენ ევოლუციურ არენაზე და მონაწილეობა მიიღონ მცირე ბიოლოგიური დაჯგუფებების წარმოქმნაში;

ვ) პოპულაციები ასეთი ცვლილებებით ყოველთვის ჰეტეროგენურია და ისინი ვლინდებიან ფენოტიპური თავისებურებების სახითაც. აღნიშნულიდან გამომდინარე, გასაგებია, რატომ არის მიჩნეული მუტაციები ელემენტარულ ევოლუციურ მასალად.

მუტაციები იმიტომაც ითვლება ელემენტარულ ევოლუციურ მასალად, რომ მიუხედავად გადარჩევისათვის მასალის მიწოდების უნივერსალური მნიშვნელობისა, თვით ევოლუციური გარდაქმნის (მიკროევოლუციის) პროცესში მისი როლი მაინც ელემენტარულია. იგი მაინც ვერ უზრუნველყოფს ევოლუციური გარდაქმნის მსვლელობას, როგორც პროცესს. ეს უკანასკნელი ხორციელდება ევოლუციის ფაქტორების ერთობლივი მოქმედებით, რასაც ახლავს სახეთაშიდა დიფერენცირებული ჯგუფების წარმოშობა.

მაშასადამე, მუტაციები არის ელემენტარული ევოლუციური მასალა, ხოლო მუტაციური პროცესი, როგორც ელემენტარული ევოლუციური გარდაქმნისათვის მასალის მიმწოდებლის ძირითადი მარეგულირებელი მოვლენა, ითვლება ელემენტარულ ევოლუციურ ფაქტორად.

პოპულაციის რიცხობრივი ცვალებადობა, როგორც ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორი

პოპულაციის რიცხობრიობა მისი სტრუქტურული თავისებურებების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი განმაპირობებელი ნიშანია. რიცხობრიობა პირდაპირ უკავშირდება არეალის ფარგლებში პოპულაციის სიმჭიდროვეს, რაც თავის მხრივ განაპირობებს არეალის სასიცოცხლო რესურსების ათვისების

შესაძლებლობებს და არსებითად განსაზღვრავს არსებობისათვის ბრძოლის სიმწვავეს.

პოპულაციის რიცხობრიობასთან დაკავშირებულია აგრეთვე ახალი მუტაციების აღმოცენების, პოპულაციის შიგნით რეზერვის სახით არსებული თუ გარედან შესული განსხვავებული გენებით პოპულაციის გაჯერების პირობები და ევოლუციურ არენაზე მათი გამოსვლის შესაძლებლობები. გამოდის, რომ პოპულაციის რიცხობრიობა და სიმჭიდროვე მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურის ცვალებადობისა და საერთოდ, ევოლუციური გარდაქმნის პირობებს. ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ყოველ პოპულაციაში რიცხობრივი მახასიათებლები ევოლუციურად გამომუშავებული საკმაოდ მყარი მექანიზმებით რეგულირდება.

ბუნებრივია, ასეთ პირობებში პოპულაციის რიცხობრიობის უეცარი, შემთხვევითი ცვლილებები სერიოზულ გავლენას მოახდენს მის ევოლუციურ შესაძლებლობებზე.

ზოგჯერ უეცარი ცვლილებები გარემო პირობებში (ფლუქტუაციები), როგორიცაა: მასობრივი ეპიდემიები, კლიმატური პირობების უეცარი ცვლილებები, შემთხვევითი ცვლილებები სეზონურ პერიოდულობაში, საკვების მოსავლიანობა, წყალდიდობები, ტყის ხანძრები, ყინვები, გვალვები და სხვა, იწვევენ პოპულაციის რიცხობრიობის მნიშვნელოვან შემცირებას. ასეთ ცვლილებებს *„პოპულაციის რიცხობრიობა დინამიკა“* ეწოდება. ნ. ჩეტვერიკოვი მას *„სიცოცხლის ტალღებს“* ან *„პოპულაციურ ტალღებს“* უწოდებს. ნ. დუბინინი ასეთ ცვლილებებს მოიხსენიებს, როგორც გენეტიკო-ავტომატურ პროცესებს, ხოლო ს. რაიტი *გენების დრეიფებს* უწოდებს.

როცა ხდება პოპულაციის რიცხობრიობის აფეთქებითი მატება, მას თან ახლავს ახალი მუტაციების აღმოცენების შესაძლებლობის ზრდაც. თუ საშუალოდ ერთი მუტანტი ჩნდება 100 ათას ორგანიზმზე, მაშინ ორგანიზმთა 100-ჯერ მატების შემთხვევაში შესაბამისად იზრდება მუტანტური ორგანიზმების რიცხვიც. მას მოჰყვება ახალი ტიპის რეკომბინაციების წარმოქმნის შესაძლებლობის ზრდაც. ყოველივე ამას ახლავს თავისებური ფენოტიპური გამოვლინება. ამასთანავე, იქმნება

შესაძლებლობა ახალ გენოტიპებში გენთა ურთიერთმოქმედებით გამოწვეული ფენოტიპური მრავალფეროვნების შექმნისათვის.

გარდა აღნიშნულისა, რიცხობრიობის მატებას შეიძლება მოჰყვეს არეალის გაფართოებაც. პოპულაციის ასეთი კონტინგენტი უკვე დაექვემდებარება ახალ გადამრჩევ ფაქტორთა კომპლექსის მოქმედებას. შესაძლოა, ნაწილი დარჩეს კიდეც ახალ არეალში და დასაბამი მისცეს ახალ პოპულაციურ დაჯგუფებას. ახალ პირობებში აღმოჩენილი მცირე ჯგუფი, რა თქმა უნდა, გენოტიპურად შედარებითი ერთფეროვნებით ხასიათდება და დედა პოპულაციის გენოფონდის მხოლოდ მცირე ნაწილს შეიცავს. მიუხედავად ასეთი გენეტიკური ერთფეროვნებისა, პოპულაციის ეს მცირე ჯგუფი, ზოგჯერ კი ერთი განაყოფიერებული ორგანიზმიც კი შეიძლება გახდეს ახალი პოპულაციის „დამფუძნებელი“. ამ მოვლენაზე პირველად მაიერმა მიუთითა და იგი მაიერის „დამფუძნებლის პრინციპის“ სახელით არის ცნობილი. ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს გენური დრეიფების გზით ახალი პოპულაციის ჩამოყალიბების კლასიკურ შემთხვევასთან.

მიუხედავად გენოტიპური ერთგვაროვნებისა, ასეთი პოპულაციები ხშირად საკმაოდ ფართოდ ვრცელდებიან და დასაბამს აძლევენ ახალ სისტემატიკურ დაჯგუფებებს. ალბათ, ამ გზით უნდა იყოს ხშირ შემთხვევაში წარმოშობილი ოკეანური კუნძულების ენდემური სახეობები, რომლებიც ატარებენ ახლომდებარე კონტინენტთა აშკარა ნათესაური კავშირის კვალს (გალაპაგოსის კუნძულების დარვინისეული მაგალითი).

დამფუძნებლის პრინციპი რომ ხშირად, მართლაც, ახალი პოპულაციური დაჯგუფებების წარმოქმნის მიზეზი ხდება, ამაზე ისიც მიუთითებს, რომ კოლონიზატორების მიერ ახლად აღმოჩენილ ტერიტორიებზე შეყვანილი ცხოველთა თითო-ოროლა ეგზემპლარი, საკმაოდ მცირე დროის განმავლობაში ისე გავრცელდა, რომ პრობლემად აქციეს კიდეც მათი გამრავლების შემდგომი შეზღუდვის საკითხი. ეს ცხოველები ზოგჯერ განადგურებას უქადის ადგილობრივ სახეობებს.

რიცხობრიობის ფლუქტუაციური მატების შემდეგ პოპულაციის რიცხობრიობის შემდგომი შემცირების დროს, როცა მოხდება რიცხობრიობის ნორმალური მდგომარეობის აღდგენა,

შეიძლება პოპულაცია თავდაპირველთან შედარებით მნიშვნელოვანი გენეტიკური სიჭრელით ხასიათდებოდეს. განსხვავებული იქნება მუტაციათა თანაფარდობა, გენოფონდიც შესაბამისად, გარკვეულად შეცვლილი იქნება. ზოგი ახლად აღმოცენებული მუტაცია გაქრება, ზოგიც შემცირდება, მაგრამ ცალკეული მათგანი შეიძლება გადარჩევის მოქმედებით გამრავლდეს კიდეც.

პოპულაციათა ასეთი ფლუქტუაციური რიცხობრივი შემცირების შემთხვევაში ხშირად იცვლება გადარჩევის ინტენსივობა და მიმართულება. იოლი წარმოსადგენია, რომ პოპულაციაში ალელების კონცენტრაცია პოპულაციის რიცხობრიობასთან უკუპროპორციულ დამოკიდებულებაშია.

დუბინინმა და რამაშოვმა პოპულაციის რიცხობრიობის შემთხვევით ცვლილებებსა და გადარჩევას შორის ურთიერთდამოკიდებულება მათემატიკურად გამოსახეს.

დავუშვათ, რომ ორ პოპულაციას გააჩნია ალელთა ერთნაირი [A (0,5) და a (0,5)] კონცენტრაცია და ერთი პოპულაციის რიცხობრიობა ნახევარი მილიონია, ხოლო მეორესი კი მხოლოდ 50, პირველი პოპულაცია წარმოქმნილია შესაბამისი რაოდენობის — 0,5 მილიონი კვერცხუჯრედისა და 0,5 მილიონი სპერმატოზოიდისაგან, ხოლო მეორე კი — 50 კვერცხუჯრედისა და 50 სპერმატოზოიდისაგან. ცნობილია, რომ გამეტების შეერთება ყოველთვის შემთხვევითია, ამასთან, სტანდარტული ცდომილება პირველ პოპულაციაში შეადგენს ±500, მეორეში — ±5, რაც პირველი პოპულაციისათვის 0,1%, მეორისათვის კი — 10%-ია. აქედან ჩანს, რომ გენეტიკო-ავტომატური პროცესები მცირერიცხოვან პოპულაციებში 100-ჯერ უფრო ინტენსიური იქნება, ვიდრე მრავალრიცხოვანში.

გამოდის, რომ მცირერიცხოვან პოპულაციებში იშვიათ მუტაციებს ევოლუციურ არენაზე გამოსვლის გაცილებით მეტი შანსი აქვს, ვიდრე მრავალრიცხოვანში. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, პოპულაციების უეცარი რიცხობრივი ცვლილებების ევოლუციური მნიშვნელობა შემდეგში მდგომარეობს:

1. მკვეთრად იცვლება პოპულაციაში გენოტიპების კონცენტრაცია და ამ გაგებით „პოპულაციური ტალღები“ გადარჩევისათვის მასალის მიმწოდებლის როლში გამოდიან;

2. „პოპულაციური ტალღები“ ხშირად იწვევენ არეალის გაფართოებას. ამით მუტანტური და ნორმალური გენოტიპები ექცევიან ახალი ტიპის გადამრჩევი ფაქტორების გავლენის სფეროში;
3. პოპულაციის რიცხობრივი ცვალებადობა მნიშვნელოვნად ცვლის იმავე არეალის პირობებში არსებობისათვის ბრძოლის შესაძლებლობებს;
4. პოპულაციის რიცხობრიობის მაქსიმალური დონის მიღწევის შემდეგ, იწყება რა მათი ფლუქტუაციური რაოდენობრივი შემცირება, ამ დროს ინტენსიურ განადგურებას ექვემდებარებიან ის ჯგუფები, რომლებიც რიცხობრიობის მატებისას აღმავლობას განიცდიდნენ (რადგანაც პირობები საწინააღმდეგო მიმართულებით იცვლება, უპირატესობის მქონე ჯგუფები ახლა უარეს პირობებში აღმოჩნდებიან). ამის გამო იშვიათი მუტაციების მქონე ორგანიზმებს რიცხობრიობის შემცირების შემდეგ ევოლუციურ არენაზე გამოსვლის მეტი შანსი ეძლევათ.

მართალია, პოპულაციის რიცხობრივი ცვლილებები თავისთავად ვერ იწვევენ მემკვიდრულ ცვლილებებს, მაგრამ მასთან დაკავშირებულია მუტაციებისა და რეკომბინაციების სიხშირის ცვლილებები. ამით იშვიათ მუტაციებს და შესაბამის გენოტიპებს ევოლუციურ არენაზე გამოსვლის შესაძლებლობა ეძლევათ, ექცევიან რა გადარჩევის ინტენსიური მოქმედების გავლენის ქვეშ.

გამოდის, რომ პოპულაციის რიცხობრივი ცვალებადობა მნიშვნელოვნად ცვლის პოპულაციის ევოლუციურ შესაძლებლობებს და იგი ამით გვევლინება, როგორც ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორი.

გენური ნაკადები, როგორც ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორი

მართალია, პანმიქტური პოპულაცია მეტ-ნაკლებად იზოლირებული რებროდუქციული ერთეულია, მაგრამ იგი ამ მხრივ არ წარმოადგენს ჩაკეტილ სტრუქტურას. სახეობის ფარგლებში პოპულაციათა შორის არ არსებობს

რეპროდუქციული ბარიერები და თავისუფლად ხდება პოპულაციათა შორის შეჯვარება. ასეთ პროცესებს ახლავს ერთი პოპულაციიდან მეორეში ცალკეული გენის ან გენთა ბლოკების მიგრირება. პოპულაციის გენოფონდის ამგვარ შევსებას ახალი გენებით ***გენურ ნაკადებს*** უწოდებენ.

გენური ნაკადები იწვევენ როგორც იმიგრანტი, ასევე იმ პოპულაციის გენოფონდის განახლებას, რომელშიც მოხდა გენთა მიგრირება. ასეთ პოპულაციათა გენეტიკური შემადგენლობის ცვალებადობის ინტენსივობა მრავალ პირობაზეა დამოკიდებული. რა თქმა უნდა, ამ მხრივ ყველაზე მნიშვნელოვანია გენური ნაკადების გზით პოპულაციებში მოხვედრილი გენისა თუ გენების სელექციურობის მაჩვენებელი. რაც უფრო მაღალია გენების სელექციურობის ხარისხი, მით უფრო სწრაფად ვრცელდება იგი ახალ პოპულაციებში. არანაკლები მნიშვნელობა აქვს ცალკეულ გენთა პოპულაციის გენოფონდის ფარგლებში წარმოქმნილი გენური კომბინაციების შედეგად მიღებული გენოტიპების სელექციურ სარგებლიანობასაც. გადარჩევის მოქმედებით ეს მაჩვენებელი ფასდება არა მარტო ცალკეული გენის ან გენთა კომბინაციების, არამედ გენთა ურთიერთგავლენით გამოწვეული ფენოტიპური თავისებურებების მიხედვითაც. რადგანაც გენურ ნაკადებს ახლავს გენთა ჯგუფების მიგრირება და მათი ერთობლივი მოქმედება გადარჩევის მიერ უკვე აბრობირებულია, ამდენად მუტაციებთან შედარებით გენური ნაკადები უფრო მაღალი სელექციურობის მაჩვენებლებით ხასიათდებიან.

ასევე მნიშვნელობა აქვს იმასაც, დომინანტურია თუ რეცესიული მიგრირებული გენები. როგორც ცნობილია, დომინანტური გენების სელექციური უპირატესობის შეფასებას გადარჩევა იწყებს პირველი თაობიდანვე, ხოლო რეცესიული გენების გადარჩევა დაიწყება მხოლოდ მას შემდეგ, რაც მოხდება პოპულაციის გაჯერება და ჰეტეროზიგოტების შეჯვარების შედეგად რეცესიული ჰომოზიგოტური ორგანიზმების გამოთიშვა. გენური ნაკადის მნიშვნელობა განსაკუთრებით ძლიერია აქტიურად მოძრავ ცხოველებში. კარგად ჩანს ამის მაგალითები ადამიანის სინამდვილეშიც. ადამიანთა განსახლება სხვადასხვა რეგიონსა თუ კონტინენტზე და იქ ადგილობრივ პოპულაციებთან

შეჯვარება მნიშვნელოვნად აძლიერებს გენთა ნაკადების გამოვლინებას.

ასე რომ, პოპულაციაში მოხვედრილ ყოველ ახალ გენს, იგი მუტაციის გზითაა წარმოქმნილი თუ გენთა ნაკადების შედეგად, აქვს თავისი გზა, ვიდრე ისინი პოპულაციის გენოფონდის კუთვნილებად გადაიქცეოდნენ და გაამდიდრებდნენ მას. რამდენადაც გენთა ნაკადები იწვევენ პოპულაციების გენეტიკური შემადგენლობის ცვალებადობას, იმდენად ამდიდრებენ და ერთიანს ხდიან სახეობის გენოფონდს. გენთა მიგრირება სახეობის ფარგლებში, ერთი მხრივ, განაპირობებს სახეობის შიგნით პოპულაციათა გენოფონდის ცვალებადობას და ამით სტიმულს აძლევს მიკროევოლუციურ პროცესებს, მეორე მხრივ კი ამტკიცებს სახეობის, როგორც ჩაკეტილი სისტემის მდგრადობას და აძლიერებს მის რეპროდუქციულ ერთიანობას.

ყოველივე აღნიშნულის გამო გენთა ნაკადები განიხილება, როგორც ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორი.

იზოლაცია, როგორც ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორი

როცა იზოლაციაზე ვსაუბრობთ, მხედველობაში გვაქვს პოპულაციათა რეპროდუქციული განცალკევების პროცესი. მისი, როგორც ევოლუციური ფაქტორის მნიშვნელობა ძირითადად იმაში გამოიხატება, რომ იგი ამცირებს თავისუფალ პანმიქსიას პოპულაციათა შორის და ხელს უწყობს მათ ევოლუციურ განცალკევებას. ეს კი იწვევს გენთა ნაკადების შეწყვეტას და ხელს უწყობს პოპულაციათა გენოფონდის იზოლირებას, რასაც შედეგად მოჰყვება პოპულაციათა დიფერენციაცია. მეორე მხრივ, იზოლაცია განცალკევებულ პოპულაციას ან ნებისმიერი რანგის ბიოლოგიურ დაჯგუფებას აყენებს აღნიშნული არეალისათვის დამახასიათებელი გადამრჩევი ფაქტორების გავლენის ქვეშ, რაც იწვევს შესაბამისი დაჯგუფების სპეციალიზაციას. ყოველგვარი გენეტიკური დიფერენციაციის საწყისი სტადიები პოპულაციის შიგნით მაგრდება და ძლიერდება იზოლაციის გავლენით.

იზოლაციის, როგორც ევოლუციის ფაქტორის უდიდეს მნიშვნელობაზე მიუთითებდა თავად ევოლუციური თეორიის

ავტორი ჩ. დარვინი. მან გალაბაგოსის კუნძულების მაგალითზე გვიჩვენა, თუ რამდენად ძლიერი გავლენა აქვს იზოლაციას ადგილობრივი პირობებისადმი შეგუებულ ფორმათა დიფერენცირებული ჯგუფების წარმოშობის საქმეში. ი.შმალჰაუზენი თვლის, რომ იზოლაცია არის ტიპური დივერგენციული ევოლუციის აუცილებელი წინაპირობა, მაგრამ იგი საერთოდ ევოლუციის აუცილებელი პირობა არ არის. უკანასკნელს მაშინ აქვს ადგილი, როცა ევოლუციის დროს სახეთაშიდა დიფერენცირება არ ხდება და სახეთა წარმოშობა მიმდინარეობს დროში თანმიმდევრული სტადიების მიხედვით, პირობების ცვლილებების შესაბამისად (მონოფილური ევოლუცია).

იზოლაციის ევოლუციური მნიშვნელობის შეფასებისათვის მარტო ბაიკალის ტბის მაგალითიც გამოდგებოდა. 20-24 მილიონი წელი გავიდა მას შემდეგ, რაც ბაიკალი გამოეყო მსოფლიო ოკეანეს. ამ ხნის მანძილზე უძველესი ცენტრალურ-აზიური და ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანის ფორმებისაგან სპეციალიზაციის საფუძველზე იზოლაციის შედეგად ცხოველთა საწყისი 20-27 სახეობისაგან ამ ტბაში წარმოიშვა შვიდი ახალი ოჯახი, 52 გვარი, 390 სახეობა.

იზოლაციის მიზეზი მრავალფეროვანია. იგი შეიძლება გამოიწვიოს მექანიკური ბარიერების გამო ბარტნიორთა შეხვედრის შეუძლებლობამ, ეკოლოგიური პირობების თავისებურებებმა, არეალის განცალკევებულობამ, სხვადასხვა სახის ბიოლოგიურმა შეუთავსებლობამ და სხვა მრავალმა. სწორედ, ასეთი თავისებურებების მიხედვით გამოყოფენ *სივრცობრივსა და ბიოლოგიურ იზოლაციას.*

სივრცობრივი იზოლაცია, თავის მხრივ, შეიძლება იყოს გეოგრაფიული, როცა შეუჯვარებულობა განპირობებულია გარკვეული გეოგრაფიული სივრცითა და გეოგრაფიული ბარიერებით (მთაგრეხელები, უდაბნოები, ზღვები, მდინარეები, სრუტეები, ყურეები და სხვა). სივრცობრივი იზოლაციის მეორე სახეს შეიძლება მიეკუთვნოს გავრცელების არეალით განსაზღვრული იზოლაცია, როცა პოპულაციათა შეხვედრის შესაძლებლობა განპირობებულია სხვადასხვა ეკოლოგიური

ფაქტორის გავლენით (მდინარისა და ზღვის ფორმები, ტყისა და მდელოს ფორმები და სხვა).

სივრცობრივი იზოლაცია გამოწვეული არ არის შეჯვარების შეუძლებლობით ფორმათა შორის ბიოლოგიური განსხვავებულობის გამო. ამას მხოლოდ მექანიკური ან ეკოლოგიური ბარიერები განაპირობებენ. მაგრამ ხანგრძლივი სივრცობრივი იზოლაცია ხშირად მთავრდება *ბიოლოგიური იზოლაციით.*

ბიოლოგიურს უწოდებენ იზოლაციას, როცა პარტნიორთა ერთად ყოფნის მიუხედავად შეჯვარება ვერ ხორციელდება ფიზიოლოგიური, მორფო-ფუნქციური, გენეტიკური თუ სხვა სახის შეუთავსებლობის გამო. ბიოლოგიური იზოლაციის დროს საერთოდ ვერ ხდება შეჯვარება ან მიიღება სტერილური თაობები. ე. მაიერი ბიოლოგიური იზოლაციის ორ სახეს გამოყოფს: პრეკოპულაციურს (შეუთავსებლობა გამეტების დონეზე ხდება) და პოსტკოპულაციურს (განაყოფიერება ხდება, მაგრამ ორგანიზმები ვერ მრავლდებიან სტერილურობის გამო). საკუთრივ ბიოლოგიურ იზოლაციაში გამოყოფენ რამდენიმე ფორმას. ესენია: ეკოლოგიური, მორფო-ფუნქციური, ფიზიოლოგიური, ეთოლოგიური და გენეტიკური.

იზოლაციის ეკოლოგიური ფორმა განისაზღვრება არსებობის პირობების რეგლამენტაციით. იგი ვლინდება გამრავლების ადგილისა და დროის თავისებურებების შესაბამისად. ამდენად, ეკოლოგიურ იზოლაციას კიდევ ყოფენ ბიოტოპურ და სეზონურ სახეებად.

ბიოტოპური იზოლაცია განპირობებულია ახალი ფორმების განცალკევებით ადგილსამყოფელის მიხედვით. მაგ., ბაყაყის ერთი სახეობა მრავლდება ტბორებსა და ჭაობებში, მეორე კი ირჩევს ნაკადულებსა და გუბეებს. მსგავსი მაგალითები ბევრია ბარაზიტ მწერებში, როცა ისინი ირჩევენ სხვადასხვა მასპინძელს.

სეზონური ეკოლოგიური იზოლაცია დაკავშირებულია გამრავლების სეზონებისადმი სათანადოდ მომზადებასთან. სევანის ტბაში ენდემური კალმახების ხუთი რასა მოსახლეობს. მათი გამრავლების პერიოდები რამდენიმე დღითაა

განსხვავებული, რაც ხშირად შეჯვარებისათვის სერიოზული დაბრკოლებაა.

მორფო-ფუნქციური იზოლაცია განპირობებულია ჯგუფებს შორის სასქესო აპარატის განსხვავებული აგებულებითა და ფუნქციონირებით. მორფოლოგიური განსხვავება გამოიხატება სასქესო ორგანოების შეუსაბამობაში. ამის ბევრი მაგალითია ცნობილი მწერებში.

ფიზიოლოგიური იზოლაცია ვლინდება ცხოველებში გამეტათა იმუნურ თუ ჰორმონულ შეუთავსებლობაში. ხშირად ერთი სახეობის ინდივიდთა სპერმატოზოიდები იღუპებიან მეორე სახეობის ინდივიდთა სასქესო გზებში. მცენარეებში იგი აშკარად ჩანს მტვრის მარცვლის გაღივების თავისებურებებში (არ ღივდება ან ღივდება ძალიან ნელა) მეორე მცენარის ყვავილის დინგზე.

ეთოლოგიური იზოლაცია დაკავშირებულია პარტნიორების მიერ ურთიერთგამოცნობის, შერჩევისა და მიგნების მეტად დამახასიათებელ ქცევით თავისებურებებთან. ეს განსაკუთრებით ძლიერაა გამოხატული ისეთ ცხოველებში, რომელთაც მეტ-ნაკლებად კარგად აქვთ განვითარებული პირობით რეფლექსური მოქმედებანი (ძუძუმწოვრები, ფრინველები, ამფიბიები, თევზები, მწერები). ასეთ ცხოველებს ახასიათებთ სქესობრივი დიმორფიზმი — განსაკუთრებით კარგად გამოხატული მეორეული სასქესო ნიშნები. ერთი სქესი ეძებს ან იზიდავს მეორეს სხვადასხვა გამღიზიანებლის მეშვეობით: ბგერებით, რიტუალებით, შეხებით, სუნით, მორთულობებით და სხვა (იხილეთ „სქესობრივი გადარჩევა“).

მთავარი მნიშვნელობა მაინც აქვს *გენეტიკურ იზოლაციას.* აქ იგულისხმება შეუთავსებლობა გენურ, ქრომოსომურ თუ გენომურ დონეზე. ზოგჯერ კიდეც ხდება თაობების წარმოქმნა, მაგრამ ისინი იღუპებიან ონტოგენეზის სხვადასხვა სტადიაზე ან სტერილურები არიან. ამიტომაც, როცა საქმე ეხება კარგად გამოკვეთილ ბიოგენეტიკურ იზოლაციებს, ი. შმალჰაუზენის სიტყვებით: იგი „წინ არ უძღვის ევოლუციას, არამედ მის ერთ-ერთ გამოხატულებას წარმოადგენს“.

ბიოლოგიური ხასიათის იზოლაცია ევოლუციური განვითარების შედეგად ყალიბდება და იგი უზრუნველყოფს, ერთი მხრივ, სახეობის შიგნით თავისუფალი პანმიქსიის შესაძლებლობას, ხოლო მეორე მხრივ, სახეობათა რეპროდუქციულ დამოუკიდებლობას, ამით იგი ხელს უწყობს სახეობის მდგრადობის შენარჩუნებას, ამიტომაც მის სხვადასხვა სახეს ხშირად სახეობის კრიტერიუმებადაც განიხილავენ.

განხილული ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორები ევოლუციურ გარდაქმნაში ასრულებენ სპეციფიკურ როლს. კერძოდ: მუტაციური პროცესი იძლევა მასალას გადარჩევისათვის; პოპულაციის რიცხობრივ ცვალებადობას, მუტაციების აღმოცენების შესაძლებლობათა ცვლილების გარდა, იშვიათი გენები დაჩქარებულად გამოჰყავს ევოლუციურ არენაზე გენური დრეიფების გზით; გენთა ნაკადები მიგრირებისა და გადაჯგუფების გზით უზრუნველყოფენ პოპულაციაში გენთა განსახლებასა და დაფუძნებას, ან კიდევ ახალ კომბინაციებს, რითაც ისინი ხელშეშლყობ პირობებს ქმნიან გადარჩევისათვის მასალის მიწოდების თვალსაზრისით; იზოლაცია ზღუდავს თავისუფალ შეჯვარებას და ხელს უწყობს სპეციალიზაციასა და დივერგენციას. მიუხედავად აღნიშნულისა, ყველა მათგანის (ელემენტარულ ევოლუციურ ფაქტორთა) ერთობლივი მოქმედება ელემენტარულ დონეზეც კი ვერ უზრუნველყოფს ევოლუციური გარდაქმნის განხორციელებას, მის რეგულაციას. ამიტომაც, განხილული ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორები ევოლუციის მხოლოდ წინაპირობებია და გამოდიან რა ევოლუციის „აღმძვრელი მექანიზმების“ როლში, ქმნიან საფუძველს ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებისათვის. ასე რომ, ევოლუციაში მთავარი მამოძრავებელი ფაქტორის როლს ასრულებს ბუნებრივი გადარჩევა. სწორედ ის უზრუნველყოფს ცოცხალი სამყაროს ვექტორიზებულ გარდაქმნას დროში ადაპტოგენეზის, ბიომრავალფეროვნებისა და ორგანიზაციული დონის სრულყოფის მიმართულებით.

ბუნებრივი გადარჩევა, როგორც ევოლუციის მთავარი მამოძრავებელი ფაქტორი

არსებობისათვის ბრძოლა, როგორც გადარჩევის წინაპირობა

როგორც უკვე ადრე იყო აღნიშნული, ბუნებრივი გადარჩევის დარვინისეული კონცეფცია ეფუძნება არსებობისათვის ბრძოლის აღიარებას. ჭარბდასახლებისაკენ სწრაფვა, შესაბამისად, არსებობის პირობების უკმარობა, ცოცხალ ორგანიზმთა შორის არსებული მრავალმხრივი ურთიერთდამოკიდებულება და დამოკიდებულება არაცოცხალ გარემოსთან, ამასთან, ცოცხალ ორგანიზმთა ინდივიდუალური განსხვავებანი ბიოლოგიურად სასარგებლო ნიშნების მიხედვით, უზრუნველყოფენ სასარგებლო ნიშნების მქონეთა უკეთ შეგუებას, გამრავლებისა და შთამომავლობის დატოვების გზით თაობებში სასარგებლო ცვლილებების დაგროვებას და საზიანო ცვლილებების მქონე ორგანიზმთა ელიმინაციის გზით ასეთი ნიშნების განადგურებას. მაშასადამე, დარვინი და მისი მიმდევრები აღიარებდნენ ზოგიერთი სახეობრივი ნიშნის ცვლილებებს, რომლებზედაც დამოკიდებულია სიცოცხლე ან სიკვდილი „არსებობისათვის ბრძოლაში“. სიმპსონი კი პირდაპირ აღნიშნავს, რომ „გადარჩევა არის დიფერენცირებული სიკვდილის“ პროცესი, რომელსაც თან ახლავს დიფერენცირებული კვლავგანახლება. აქედან გამომდინარე, ხდება გადარჩევა ანუ უკეთ შეგუებულთა გადარჩენა.

გადარჩევის თანამედროვე თეორია, ეყრდნობა რა პოპულაციაში გენთა განაწილება-დაგროვების გენეტიკურ და მათემატიკურ კანონზომიერებებს, აგრეთვე ცალკეული გენის, გენთა ბლოკებისა თუ გენოტიპების სელექციური უპირატესობის მაჩვენებლებს, თვლის, რომ გადარჩევის განხორციელებისათვის მთავარი მნიშვნელობა აქვს სელექციურობის ხარისხს. ის განსაზღვრავს სწორედ, შესაბამის გენოტიპთა გადარჩენისა და ნაყოფიერების ამაღლების შესაძლებლობებს, რაც გადარჩევის მთავარ შედეგს წარმოადგენს. ამასთან, აგრეთვე თვლის, რომ გადარჩევის, როგორც ელემენტარული ფაქტორის მოქმედების დროს მთავარი შეგუების წარმოქმნა კი არ არის, არამედ თაობების დატოვება და საერთოდ, რებროდუქციული თავისებურებების სრულყოფა. ამისათვის კი ყოველთვის არ არის

აუცილებელი ჭარბდასახლება, არსებობის პირობების უკმარობა და სხვა. გადარჩევის მოქმედება ინტენსიური ყოველთვის არაა იქ, სადაც ორგანიზმთა ჭარბდასახლებასთან გვაქვს საქმე (წყლის მცენარეების დიდი სიმჭიდროვის მიუხედავად იქ გადარჩევა არაეფექტურია). ამასთან, ორგანიზმთა წინააღმდეგობა თუ პირდაპირი ბრძოლა არის მაშინაც, როცა რესურსების დეფიციტი არ იგრძნობა (მტაცებლები მსხვერპლს ანადგურებენ ყოველთვის, მიუხედავად იმისა, აკლიათ თუ არა საკვები; მხეცები ხშირად ებრძვიან ერთმანეთს იმის მიუხედავად, არის თუ არა ამის საჭიროება). გამოდის, რომ ბუნებრივი გადარჩევის განხორციელებისათვის აუცილებელი არ არის ყველა ის პირობა, რასაც დარვინი ზოგადად არსებობისათვის ბრძოლას უწოდებს.

მაგრამ დარვინი ხომ არსებობისათვის ბრძოლაში მარტო ცოცხალ ორგანიზმთა წინააღმდეგობრივ სასიცოცხლო ურთიერთდამოკიდებულებას არ გულისხმობდა. ის მასში აერთიანებდა აგრეთვე ყოველგვარ ბიოტურ სასიცოცხლო ურთიერთობას ცოცხალ ორგანიზმებს შორის და დამოკიდებულებას არაცოცხალ გარემოსთანაც. როცა გადარჩენისა და თაობების დატოვების უპირატესობას ეხება საქმე, აქ ყველა სახის ბიოტური კავშირი და არაცოცხალ გარემოსთან . დამოკიდებულება არსებით და თანაც დიფერენცირებულ როლს ასრულებს.

გადარჩევის თანამედროვე კონცეფცია, თუმცა ეყრდნობა გენოტიპთა და სუბპოპულაციურ დაჯგუფებათა სელექციურ მახასიათებლებს, გულისხმობს იმასაც, რომ გადარჩევა ვერ განხორციელდება გადამრჩევი ფაქტორის გარეშე. გადამრჩევი ფაქტორი კი ყოველთვის არის არსებობის პირობები, რომელიც გულისხმობს აბიოტურ და ბიოტურ ფაქტორთა ერთობლიობას, სადაც დომინანტური ანუ ძირითადი გადამრჩევი ფაქტორის როლში გამოდის გარემოს აბიოტური ან ბიოტური ფაქტორების ცალკული კომპონენტი. ეს შეიძლება იყოს ტემპერატურა, ქარი, საკვები, კონკურენტული ურთიერთდამოკიდებულება ორგანიზმებს შორის, ზოგჯერ — პირდაპირი ბრძოლაც კი.

რაკი ყოველივე ამას, ერთად აღებულს, დარვინი არსებობისათვის ბრძოლას უწოდებს, გამოდის, რომ

არსებობისათვის ბრძოლა მეტ-ნაკლები ხარისხით ამა თუ იმ გამოვლინებით ყოველთვის მონაწილეობს გენოტიპებისა და პოპულაციების სელექციურობის ხარისხის შეფასებაში. ამასთანავე, წარმატებები თაობათა წარმოქმნასა და დატოვებაში თავისთავად გულისხმობს სასიცოცხლო კავშირ-ურთიერთობას თაობებს შორის. ასე რომ, არსებობისათვის ბრძოლა (დარვინისეული გაგებით) წარმოადგენს არა მარტო გადარჩევის წინაპირობას, არამედ ზოგჯერ გადამრჩევ ფაქტორსაც.

ამდენად, არ უნდა იყოს შეცდომა, თუ ვაღიარებთ არსებობისათვის ბრძოლის როლს ბუნებრივი გადარჩევის განხორციელების საქმეში (ზოგიერთი საერთოდ ერიდება „არსებობისათვის ბრძოლის“ ტერმინის ხმარებას და ხშირად მხოლოდ „კონკურენციას“ ან „სიცოცხლისათვის ბრძოლას“ ან კიდევ „გადარჩენისათვის ბრძოლას“ იყენებს, თანაც მას არ ანიჭებენ სათანადო მნიშვნელობას). ბოლოს და ბოლოს სიცოცხლე და გადარჩენა — ეს ხომ იგივე ბრძოლა და გამარჯვებაა.

არსებობისათვის ბრძოლა არის რთული ურთიერთდამოკიდებულება ორგანიზმთა შორის სახეობის შიგნით, სახეობათა შორის და გარემოს ფიზიკურ პირობებთან.

ცოცხალ ორგანიზმთა შორის ურთიერთობის ყველა ფორმას აქვს თავისი დიფერენცირებული მნიშვნელობა გადარჩევის განხორციელებისათვის. მაგრამ ამ მხრივ განსაკუთრებულია კონკურენციული ურთიერთობის როლი. კონკურენციული დამოკიდებულება განპირობებულია, ერთი მხრივ, გარემოსადმი ორგანიზმთა მსგავსი მოთხოვნილებით, მეორე მხრივ, გარემოს ერთნაირი პირობებით. ორგანიზმები, რომლებიც განსხვავებულ მოთხოვნებს უყენებენ გარემოს, კონკურენციულ ურთიერთობაში (შეჯიბრში) არ ებმებიან. კონკურენციული ურთიერთობის სიმწვავე დამოკიდებულია გარემო რესურსების დეფიციტსა და ორგანიზმთა რაოდენობრივ სიჭარბეზე. კონკურენციის დროს ნათლად ვლინდება ორგანიზმთა აქტიური როლი სასიცოცხლო პირობებისათვის ბრძოლაში. პოპულაციის რიცხობრიობის მატება, ბუნებრივია, ხდება სიკვდილიანობის შემცირების ხარჯზე, მაგრამ ამ დროს მწვავდება კონკურენცია საარსებო რესურსების შემცირების

გამო, მაშინ, როცა პოპულაციაში რიცხობრიობის შემცირება ხდება პირდაპირი ბრძოლის გაძლიერების გამო, რასაც კონკურენციის შემცირება ახლავს თან.

გამოყოფენ ორი სახის კონკურენციას: 1. *ტროფიკულს*, როცა ორგანიზმთა შორის წინააღმდეგობა განპირობებულია საკვების მოპოვების შესაძლებლობით და 2. *რეპროდუქციულს*, რომელიც უკავშირდება გამრავლებისათვის უკეთესი პირობების მიღწევას.

ტროფიკული კონკურენცია გაცილებით უფრო მკაცრია სახეობის შიგნით, რადგანაც ამ შემთხვევაში საკვებისადმი ორგანიზმთა მოთხოვნები მსგავსია. იგი ზოგჯერ იმდენად მწვავე ხასიათს ატარებს, რომ ჭარბდასახლება ხშირად მიდის კანიბალიზმამდეც (მწერები ჭამენ საკუთარ კვერცხებს, თევზები კი — საკუთარ ლიფსიტებს და სხვა). ტროფიკული კონკურენცია ყოველთვის არ არის დაკავშირებული ჭარბდასახლებასთან. ხშირად ცხოველებს შორის მონიშნული და განაწილებულია არეალი და ისინი სხვებს არ აძლევენ მასში შესვლის უფლებას. ასეთი დამოკიდებულება ხშირადაა გამოკვეთილი ჯგუფებს შორის (ხროვა, ოჯახი, ჯოგი). სახეთაშორისი კონკურენცია მიმდინარეობს ცხოველებში, რომლებიც მსგავსი საკვებით იკვებებიან, ხოლო მცენარეებში — სინათლისა და საკვებისათვის. ტროფიკული კონკურენცია დიდად არის დამოკიდებული ეკოლოგიურ პირობებზეც. პირობების ცვლილებები მეტ-ნაკლებ უპირატესობას აძლევს სხვადასხვა ჯგუფს. ტროფიკული კონკურენციის ევოლუციური მნიშვნელობა იმაში გამოიხატება, რომ იგი უქმნის წინაპირობას გადარჩევის იმგვარ მოქმედებას, რომელიც იწვევს ორგანიზმთა მორფო-ფუნქციური და ქცევითი ადაპტაციების სრულყოფას. ეს დაკავშირებულია საკვების მოპოვებისა და ორგანიზმის მიერ მისი გადამუშავების საშუალებების სრულყოფასთან. სწორედ ამითაა განპირობებული, რომ საქსაულს სიღრმიდან წყლის შესათვისებლად ფესვები უვითარდება 10 მეტრის სიღრმეზე, ხოლო ზოგიერთ სხვა მცენარეს გამოუმუშავდა მრავალნაირი საშუალება წყლის აორთქლების შემცირების, მისი მარაგის სახით შენახვისა თუ სხვა შეგუებანი.

სახეთაშორისი ტროფიკული კონკურენცია ცხოველებში აძლიერებს სწრაფი სირბილის უნარის, გრძნობათა ორგანოების სრულყოფისა და სხვა მნიშვნელოვან შეგუებათა გამომუშავებას.

კონკურენციის *რეპროდუქციული* ფორმა ვლინდება ორგანიზმებს შორის წინააღმდეგობაში თაობათა წარმოქმნის საქმეში უბირატესობის მოპოვებისათვის. იგი ვლინდება ცოცხალ ორგანიზმთა ყველა დონეზე, სიცოცხლის რეპროდუქციული პერიოდის თითქმის ყველა ეტაპზე. ცხოველებში იგი ვლინდება აგრეთვე მეორე სქესის დაუფლებისათვის უბირატესობის მოპოვებაშიც.

რეპროდუქციული კონკურენცია იწვევს სქესობრივი პროცესისა და საერთოდ, გამრავლების საშუალებების სრულყოფას. ის ცხოველებში იწვევს მეორეული სასქესო ნიშნების გაძლიერებას (მამრის სხეულის გაზრდა, რქების განვითარება, ბუმბულის შეფერვა, ბგერების გამოცემა, საქორწინო რიტუალები და სხვა).

რეპროდუქციული კონკურენცია ხშირად ჯგუფურ ხასიათსაც ატარებს. მცენარეებში რეპროდუქციული კონკურენციის შედეგების გამოხატულებაა დამტვერვისადმი შეგუებულობის, თესლის გავრცელების სამარჯვეების გამომუშავებისა და სხვა თვისებათა სრულყოფა.

თუ ტროფიკული კონკურენცია ეფუძნება ორგანიზმის ურთიერთობას გარემოს ბიოტურ და აბიოტურ ფაქტორებთან, *პირდაპირი ბრძოლის* დროს ორგანიზმები უშუალოდ ამყარებენ კავშირს ერთმანეთთან. აქაც გამოიყოფა *ტროფიკული* და *რეპროდუქციული პირდაპირი ბრძოლა.*

ტროფიკული პირდაპირი ბრძოლა მკაცრი და ანტაგონისტურია სხვადასხვა სახეობის ორგანიზმებს შორის. ეს ვლინდება მცენარეებსა და მცენარისმჭამელ ცხოველებს, მტაცებელსა და მსხვერპლს, პარაზიტსა და მეპატრონეს, პათოგენურ მიკრობებსა და სხვა ორგანიზმებს შორის, ვირუსებსა და ბაქტერიებს შორის და სხვა. სახეთა შიგნით პირდაპირი ბრძოლის უკიდურესი ფორმაა კანიბალიზმი.

პირდაპირი ბრძოლის პასუხად მცენარეებში გამომუშავდა სხვადასხვა დაცვითი საშუალება (ეკლები, სქელი

კუტიკულა, ბაქტერიოციდული ნივთიერებებისა და შხამების დაგროვება და სხვა).

ცხოველებში ტროფიკული პირდაპირი ბრძოლის საპასუხოდ გადარჩევა აძლიერებს სწრაფი სირბილის, გრძნობათა ორგანოების სრულყოფის, მალულად ცხოვრების უნარის გაძლიერებას, ხოლო პათოგენური მიკრობების წინააღმდეგ — იმუნური უნარის სათანადოდ განვითარებას.

ასევე, მკაცრ ხასიათს ატარებს *რეპროდუქციული პირდაპირი ბრძოლაც*. იგი განსაკუთრებით ძლიერ ვლინდება ერთი სქესის ინდივიდებს შორის მეორე სქესის დაუფლებისათვის.

არახელსაყრელ გარემო პირობებთან ბრძოლა სრულყოფს შეგუებებს გარემოს ფიზიკურ ფაქტორებთან. ეს არის პროგრესული ევოლუციის ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზი.

არსებობისათვის ბრძოლის ყველა ფორმა — მთლიანობაში უზრუნველყოფს გადარჩევის ეფექტური მოქმედებისათვის ისეთი პირობების შექმნას, რომელიც განსაზღვრავს ბიოგეოცენოზებში რთულ სასიცოცხლო კავშირ-ურთიერთობათა გამომუშავებას, პოპულაციათა რიცხობრივი რეგულაციის თავისებურებების სრულყოფას და სხვა. არსებობისათვის ბრძოლის მსგავსი გამოვლინებანი ხელს უწყობს ბიოგეოცენოზში ორგანიზმთა შორის ურთიერთშეუღლებული ევოლუციური მექანიზმების სრულყოფასაც. ამის შედეგია გარკვეული წონასწორი რაოდენობრივი თანაფარდობა: მტაცებელი ← მსხვერპლი, პარაზიტი ← შეპატრონე და სხვა.

მცენარეებში ურთიერთშეუღლებული ევოლუციის კლასიკური მაგალითია მწერებით დამტვერიანებული მცენარეებისა და შესაბამისი მწერების ურთიერთშეგუება.

ასე რომ, არსებობისათვის ბრძოლა თავისი მრავალფეროვანი გამოვლინებით გადარჩევის წინაპირობაა. მისი ფორმები და სიძლიერე განსაზღვრავს გადარჩევის ხასიათსა და ინტენსივობას. შესაძლოა, ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში აშკარად არ ჩანდეს მისი მოქმედების რეალობა, მაგრამ პროცესების სიღრმისეული შესწავლის შედეგად რაღაც ფორმით აუცილებლად შევამჩნევთ მისი მოქმედების კვალსა და ევოლუციურ შედეგებს.

ბუნებრივი გადარჩევის თანამედროვე თეორია

პოპულაციაში ინდივიდთა სიმრავლე, მათი გენოტიპური და ფენოტიპური მრავალგვარობა, არსებობისათვის ბრძოლის გამოვლინებანი და პოპულაციის გავრცელების არეალის საარსებო პირობებით განპირობებული გადამრჩევი ფაქტორების ერთობლივი მოქმედება უზრუნველყოფს ორგანიზმთა დახარისხებას გენების, გენთა ბლოკებისა და გენოტიპების სელექციური უპირატესობების საფუძველზე, რომელსაც ბუნებრივი გადარჩევა ეწოდება.

ბუნებრივი გადარჩევა ორგანიზმებს, სუბპოპულაციურ დაჯგუფებებსა და პოპულაციებს ახარისხებს ორი მიმართულებით: სელექციური უპირატესობების მქონეთ აძლევს საშუალებას, გამრავლდნენ და დატოვონ შთამომავლობა, ხოლო მათ კი, რომლებიც უარყოფითი სელექციური მაჩვენებლებით ხასიათდებიან, სპობს ან არ აძლევს თაობების დატოვების შესაძლებლობას.

გამოდის, რომ ბუნებრივი გადარჩევის არსი მდგომარეობს სელექციური უპირატესობის მქონე ინდივიდთა ჯგუფების გამრავლებასა და ამ მხრივ უარყოფითი მაჩვენებლების მქონე დაჯგუფებათა განადგურებაში. ე.ი. გადარჩევა გულისხმობს ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო პროცესის — ორგანიზმთა ერთი ჯგუფის გადარჩენისა და მეორე ჯგუფის განადგურების ერთობლიობას. თანაც, ამას ახორციელებს ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორების ერთობლივი მოქმედება. ტიმოფეევ-რესოვსკი ელემენტარულ ევოლუციურ ფაქტორთა სწორედ ასეთ ერთობლივ მოქმედებას, რომელსაც სახეთაშიდა დაჯგუფების წარმოქმნის გზით ცვალებადი პოპულაცია გამოყავს ევოლუციურ არენაზე და შედეგად ახლავს ელემეტარული ევოლუციური გარდაქმნის პროცესი, უწოდებს ევოლუციის აღმძვრელ მექანიზმებს.

მაგრამ პოპულაციებში მიმდინარე გადარჩევის შემოქმედებითი მნიშვნელობა არავითარ შემთხვევაში არ დაიყვანება მხოლოდ სელექციური უპირატესობის მქონე ორგანიზმთა ჯგუფის უბრალო გადარჩენასა და საწინააღმდეგოთა ელიმინაციის პროცესამდე. გადარჩენულთა გადარჩენა, ასევე უკავშირდება ბუნებრივი გადარჩევის ისეთ

მნიშვნელოვან თანმხლებ პროცესებს, როგორიცაა: ალბათობის ხასიათი, დაგროვებითი მოქმედება, ინტეგრალური ბუნება, ადაპტური მიმართულება და სიცოცხლის პროგრესირებადი სრულყოფა.

გადარჩევა აუცილებლად უკავშირდება სიმრავლეს. რიცხობრიობის გარეშე შეუძლებელი იქნებოდა სელექციურობის მახასიათებლებით ორგანიზმთა დახარისხება. გადარჩევა შეიძლება განხორციელდეს მხოლოდ ისეთ სისტემაში, სადაც გადასარჩევ ობიექტთა ერთმანეთთან ურთიერთშებირისპირების პირობებია. ამიტომაც, გადამრჩევი ფაქტორების მოქმედება შესაძლებელია მხოლოდ გადასარჩევ ობიექტთა რიცხობრივი სიმრავლისა და მათი სელექციური ნიშნის მიხედვით არატოლფასი ინდივიდუალური თავისებურებების პირობებში.

გადამრჩევ ფაქტორთა ერთობლიობაში, ყოველ კონკრეტულ პირობებში, ორგანიზმთა გადარჩენისა თუ ელიმინაციის საქმეში მთავარი ანუ დომინანტური გავლენა აქვს რომელიმეს. დანარჩენი ფაქტორების გავლენა ამ თვალსაზრისით შეიძლება ატარებდეს შედარებით ნეიტრალურ ხასიათს. დომინანტურის ანუ ძირითადი გადამრჩევი ფაქტორის გავლენა ორგანიზმზე ანუ გადასარჩევი სისტემის ელემენტებზე ატარებს გარკვეულად შემთხვევით ხასიათს. შეიძლება კონკრეტულ პირობებში ორგანიზმს ჰქონდეს გადარჩენის მეტი შანსი, მაგრამ ის ხასიათდებოდეს დაბალი ნაყოფიერებით ან საერთოდ სტერილური იყოს და ვერ ტოვებდეს შთამომავლობას. ასეთი ორგანიზმები ვერ დაექვემდებარებიან გადამრჩევი ფაქტორის „ფილტრის“ მოქმედებას იმ უბრალო მიზეზის გამო, რომ გადარჩევა უპირველესად ნიშნავს შთამომავლობის დატოვების შესაძლებლობას. გამორიცხული არ არის, გადარჩენის უკეთესი შანსის მქონე ერთეული ორგანიზმები იმსხვერპლოს შემთხვევითმა პროცესებმა (ინფექცია, მტაცებელი, ხანძარი, ნიაღვარი და ა.შ.). ასე რომ, მსგავსი ალბათობები ნაკლებად იძლევა შანსს, აუცილებლად გადარჩეს და დატოვოს შთამომავლობა კონკრეტული გადამრჩევი პირობებისათვის ყველაზე მაღალი სელექციურობის მაჩვენებლების მქონე ერთეულმა ინდივიდმა. ყოველივე ამის გამო, გადარჩენისა და თაობების დატოვების პროცესს (გადარჩევას) მხოლოდ მაშინ

აქვს ეფექტი, როცა მაღალი სელექციურობის ხარისხით ხასიათდება პოპულაციის ორგანიზმთა გარკვეული ჯგუფი. ასეთი ჯგუფებიდან გადარჩენილ ორგანიზმთა გადარჩევის მთავარი შედეგი უკავშირდება მათ მიერ თაობების დატოვების უნარსა და შესაბამისად, რეპროდუქციული თავისებურებების უპირატესობას.

გადარჩევის შემოქმედებითი შედეგი ვლინდება გადარჩენილ ორგანიზმთა გამრავლებისა და თაობების დატოვების უნარში გამრავლებასთან დაკავშირებული ბიოლოგიურად სასარგებლო ნიშნების თანდათანობითი დაგროვების გზით. როგორც ადრე იყო აღნიშნული, ძლიერი მემკვიდრული ცვლილებები არღვევენ ორგანიზმთა გენოტიპურ მთლიანობას, ორგანიზმსა და გარემოს შორის ევოლუციურად ჩამოყალიბებულ ბალანსს და ამიტომაც, აქვეითებენ მათ ცხოველმყოფელობას ან იწვევენ განადგურებას. ყოველივე ამის გამო გადარჩევის მოქმედება ეფუძნება თაობების მანძილზე სელექციურად თუნდაც სუსტად გამოხატულ, მაგრამ მაინც სასარგებლო ნიშნების თანდათანობით დაგროვების პროცესს.

სელექციური თვალსაზრისით, რაც არ უნდა სასარგებლო იყოს ორგანიზმისათვის ცალკეული ნიშნის ცვალებადობა, ის ვერ დაფიქსირდება გადარჩევის მოქმედებით, თუ ასეთი ნიშნები დადებით კორელაციურ ურთიერთობაში არ არის ორგანიზმის, როგორც სისტემის, საერთო სტრუქტურულ და ფუნქციურ კონსტრუქციასთან. წინააღმდეგ შემთხვევაში დაირღვევა ორგანიზმთა კოორდინაციული სისტემა, რაც მათ განადგურებას გამოიწვევს. გამოდის, რომ გადარჩევის მოქმედებას გენოტიპების თუ პოპულაციების დონეზე ყოველთვის აქვს გენოტიპებისა და გენოფონდის ინტეგრალურად გარდაქმნის ხასიათი.

ბუნებრივი გადარჩევის განხილული თავისებურებანი პირდაპირ უკავშირდება გადარჩევის მოქმედების მთავარ შედეგს — საარსებო პირობებისადმი ორგანიზმის შეგუების თანდათანობით სრულყოფის, მისი უნივერსალიზაციის პროცესს. სწორედ, ადაპტოგენეზი წარმოადგენს ბუნებრივი გადარჩევის ძირითად ევოლუციურ შედეგს და განსაზღვრავს გადარჩევის მთავარ შემოქმედებით როლს და ევოლუციურ შინაარსს.

ბუნებრივი გადარჩევის განხილული კანონზომიერებანი ასევე ბუნებრივად იწვევს ცოცხალი სისტემის სტრუქტურული და ფუნქციური ორგანიზებულობის, სასიცოცხლო პროცესების ეფექტურობის, რეგულაციური პროცესებისა და რებროდუქციული თავისებურებების სრულყოფის დონის თანდათანობით ამაღლებას, რასაც თავისთავად ახლავს ბიოევოლუციური პროგრესი. ამიტომაც, ბუნებრივი გადარჩევის ერთ-ერთ მთავარ შედეგად სიცოცხლის პროგრესული განვითარება უნდა ჩაითვალოს.

როგორც აღნიშნული იყო, გადარჩევის მოქმედება გულისხმობს არა მარტო სასარგებლო სელექციური ღირებულების მქონე ორგანიზმთა გადარჩენას, არამედ იმ ორგანიზმთა ელიმინაციასაც, რომელთა სელექციურობის ხარისხი უარყოფითია. გამოდის, რომ გადარჩევის საერთო მექანიზმი გულისხმობს ორგანიზმთა ჯგუფის გადარჩენას მეორე ჯგუფის ელიმინაციის ხარჯზე. აქედან გამომდინარე, ელიმინაციაც ბუნებრივი გადარჩევის გამოხატულებაა.

იმისდა მიხედვით, თუ როგორია ელიმინაციის მიმდინარეობის ინტენსივობა, მოქმედების ხასიათი, მისდამი დაქვემდებარებული კონტინგენტის თანაფარდობა პოპულაციის საერთო რიცხობრიობასთან და ელიმინაციური ფაქტორის მოქმედების თავისებურება, გამოყოფენ ელიმინაციის სხვადასხვა ფორმას. მოქმედების ხანგრძლივობის მიხედვით გამოიყოფა *მუდმივმოქმედი* და *პერიოდული ელიმინაცია*.

ელიმინაციური ფაქტორების თავისებურებების მიხედვით გამოყოფენ *ფიზიკურს* (იწვევს გარემოს ფიზიკური ფაქტორები — სიცივე, გვალვა და სხვა), *ფიზიოლოგიურს* (შიმშილისა და სხვათა გამო), *ბიოლოგიურს* (მტაცებლების, პარაზიტებისა და სხვათა გავლენით) და სხვა სახის ელიმინაციას.

ელიმინაციის ობიექტის მიხედვით არსებობს *ინდივიდუალური, ოჯახური, პოპულაციური, სახეობრივი* და სხვა სახის ელიმინაციები. ელიმინაციის ობიექტის ასაკის მიხედვით ხშირად განასხვავებენ *გამეტურ, ჩანასახოვან, ახალგაზრდა* და *ზრდასრული ორგანიზმების ელიმინაციებს*.

ელიმინაცია შეიძლება იყოს *ამორჩევითი* და *არაამორჩევითი*.

ამორჩევითი ელიმინაციის დროს განადგურებას ექვემდებარებიან ინდივიდები და ორგანიზმთა ჯგუფები, რომლებიც უარყოფითი სელექციურობის მაჩვენებლებით ხასიათდებიან. ამ შემთხვევაში ელიმინაციის ხარისხი დამოკიდებულია შესაბამისი კონტინგენტის ორგანიზმთა სელექციურობის მაჩვენებლების უარყოფითობის სიძლიერეზე. ასეთი ტიპის ელიმინაცია ატარებს ამორჩევით ანუ ინდივიდუალურ ხასიათს, სადაც შეჯიბრი ემყარება ბიპულაციათა შიგნით გენეტიკურად განსხვავებული ჯგუფების გადარჩენას და თაობების დატოვებას სელექციურობის (სარგებლიანობის) ხარისხის შესაბამისად. სწორედ, ამ ტიპის ელიმინაცია ასრულებს მთავარ როლს მიკროევოლუციური გარდაქმნის დროს.

გამოყოფენ *ოჯახურ* ელიმინაციასაც. ასეთ შემთხვევაში ნადგურდება წყვილი მშობლების შთამომავლობა. ივი ფაქტიურად ამორჩევითი ელიმინაციის სახეა, რადგანაც ერთი ოჯახის შთამომავლობას მემკვიდრეობითი მსგავსების გამო ხშირად მსგავსი სელექციურობის მაჩვენებლები გააჩნიათ.

ამორჩევითი ელიმინაცია შეიძლება იყოს პირდაპირი, როცა ძირითადი გადამრჩევი ფაქტორი უშუალოდ იწვევს ორგანიზმთა განადგურებას და ფარული, როცა ასეთი ფაქტორები ანადგურებენ დასუსტებულ ორგანიზმებს (ინფექციების, შიმშილობისა და სხვათა გამო).

არაამორჩევითი ელიმინაცია ეფუძნება არა ბიოლოგიურ განსხვავებას ორგანიზმებს შორის, არამედ გარემო ფაქტორების ისეთ შემთხვევით ცვლილებებს, რომლის დროსაც გადარჩენის უპირატესობა კარგავს ძალას.

არის *კატასტროფული ელიმინაციაც*, როცა პოპულაცია ან სხვა რანგის ბიოლოგიური დაჯგუფება განიცდის ერთიან განადგურებას. ეს ხშირად ხდება საარსებო გარემოში ძლიერი, უეცარი ხასიათის ცვლილებების გამო.

ელიმინაციის ინტენსივობას ანგარიშობენ ფორმულით: $e=\frac{m-n}{m}$, სადაც m ინდივიდთა საწყისი რიცხვია, ხოლო n _ ორგანიზმთა რაოდენობა, რომლებიც გადარჩნენ შემდეგ გამრავლებამდე. ელიმინაცია გადარჩენასთან ერთად ხელს

უწყობს შეგუებებს, როგორც გარემოს აბიოტური ფაქტორებისადმი (შეფერილობა, ტემპერატურისა და სინესტის ცვლილებებისადმი შეგუება, ქცევითი რეაქციების გამომუშავება, გამრავლების ინტენსიურობის ზრდა და სხვა), ასევე ბიოტური ფაქტორებისადმი (სწრაფი მოძრაობა, გრძნობათა ორგანოების სრულყოფა, აქტიური წინააღმდეგობის გაწევის უნარი, შხამების გამომუშავება, საშიში პოზების მიღება და მრავალი სხვა).

ბუნებრივი გადარჩევის მექანიზმების შესწავლაში პოპულაციური გენეტიკისა და ეკოლოგიის კანონზომიერებათა გათვალისწინებამ და მათემატიკური მეთოდების გამოყენებამ შესაძლებელი გახადა გადარჩევის მთელი რიგი მახასიათებლები შეფასებულიყო საკმაოდ ზუსტი მათემატიკური პარამეტრებით.

ერთ-ერთ ასეთ მნიშვნელოვან მაჩვენებელს წარმოადგენს *გადარჩევის კოეფიციენტი*. პოპულაციის სხვადასხვა გენოტიპს გააჩნია გადარჩენისა და კვლავწარმოქმნის სხვადასხვა უნარი. გენოტიპის ამ მახასიათებელს *ადაპტურ ღირებულებას* უწოდებენ. იგი ფაქტიურად გამოსახავს გენოტიპის ადაპტურობის ხარისხს და მისი მაჩვენებელი აღინიშნება N – ასოთი. რაც უფრო მაღალი ადაპტურობის მაჩვენებელი გააჩნიათ ორგანიზმებს პოპულაციაში, მით უფრო მაღალია გადარჩევის შედეგად მათი გადარჩენის შანსი. ადაპტურობის მაჩვენებელი იცვლება 1-დან 0-მდე. როცა პოპულაციის ყველა ინდივიდი გადარჩება, მაშინ N=1, ხოლო როცა ადაპტურობის მაჩვენებელი 0-ის ტოლია, მაშინ ორგანიზმები მთლიანად ექვემდებარებიან ელიმინაციას ან ვერ იძლევიან თაობებს. რაც უფრო მაღალია ადაპტურობის მაჩვენებელი (N), მით უფრო მცირეა გადარჩევის კოეფიციენტი (S). როცა N=1, მაშინ S=0.

გამოდის, რომ როცა პოპულაციის ან რომელიმე გენოტიპური ჯგუფის ყველა ინდივიდი გაუძლებს გადარჩევის დაწოლას (გადარჩება), მაშინ ადაპტურობის მაჩვენებელი ერთის ტოლია, ხოლო გადარჩევის კოეფიციენტი S=O. ე.ი. ადაპტურობის ხარისხი წარმოადგენს გადარჩევის კოეფიციენტის ფუნქციას (N =1-S).

თუ რომელიმე გენეტიკურ ჯგუფში 100 ორგანიზმიდან გადარჩება 100-ვე, მაშინ მისი გადარჩევის კოეფიციენტი ნულის

ტოლია, ხოლო, როცა 100-დან გადარჩება 99, მაშინ ამ უკანასკნელის ადაპტურობის მაჩვენებელი იქნება 0,99. თუ პირველ შემთხვევაში გადარჩევის კოეფიციენტი არის 0-ის ტოლი, მეორე შემთხვევაში იგი იქნება: 1,00-0,99=0,01. თუ პოპულაციაში ალელთა კონცენტრაცია არის შეფარდებით: 99A და 100a, მაშინ S=0,01-ს, ხოლო ადაპტურობის მაჩვენებელი N ტოლი იქნება 0,99-ის ანუ 99A : 100a=0,99.

რაც უფრო მაღალია გადარჩევის კოეფიციენტი, მით უფრო საგრძნობია გადარჩევის ეფექტურობა. გადარჩევის სიჩქარე დამოკიდებულია, როგორც სელექციურობის კოეფიციენტზე, ასევე გადარჩეულ ფორმათა კონცენტრაციაზე. სელექციურობის კოეფიციენტის დაბალი მაჩვენებლის შემთხვევაში ერთი თაობის განმავლობაში გადარჩეულ ფორმათა კონცენტრაციის ზრდა იანგარიშება ფორმულით: $\Delta p \approx sp(1-p)=pqs$ (სადაც q ელიმინირებული ფორმების კონცენტრაციაა, p – გადარჩენილი ფორმების კონცენტრაცია, ხოლო s – გადარჩევის კოეფიციენტი). დღეისათვის გადარჩევის სიჩქარის გამოსახატავად გამოყენებულია აღიარებული ფორმულა: $\Delta p=pq\frac{s}{1-qs}$. როცა სელექციურობის კოეფიციენტის მაჩვენებელი დაბალია, მაშინ აღნიშნული ფორმულა იღებს გამარტივებულ სახეს ($\Delta p=pqs$).

საერთოდ, ბუნებრივი გადარჩევის შესაძლებლობები გარემო პირობების ცვალებადობის სიძლიერესთან ერთად განპირობებულია გადასარჩევი მასალით, ე.ი. შესაბამისი პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნებით. ბუნებრივი გადარჩევის სიჩქარის მაქსიმალური შესაძლებლობები განისაზღვრება იმ ნიშნების ცვალებადობის მასშტაბებით, რომელთაც რაღაც მნიშვნელობა აქვთ არსებობისათვის ბრძოლის საქმეში. პოპულაციის ინდივიდთა ცვალებადობა დამოკიდებულია სხვადასხვა სახის მუტაციით მისი გაჯერების ხარისხზე, რაც თავის მხრივ დამოკიდებულია მათი აღმოცენების სიხშირესა და ბიოლოგიურ (სელექციურ) სარგებლიანობაზე.

მუტაციურ დაწოლასა და ბუნებრივი გადარჩევის სიჩქარეს შორის მყარდება გარკვეული წონასწორი

დამოკიდებულება. ასეთი წონასწორობა უფრო ძლიერია პირობით სასარგებლო და ნეიტრალური მუტაციების შემთხვევაში და დაბალია საზიანო და განსაკუთრებით — ლეტალური და ნახევრადლეტალური დომინანტური მუტაციების შემთხვევებში. პოპულაციის გენეტიკური შემადგენლობის მრავალფეროვნება და განსაკუთრებით — სხვადასხვა მუტაციის მიხედვით ჰეტეროზიგოტების სიმრავლე წარმოადგენს მემკვიდრეობითი ცვალებადობის იმ ძირითად ფონდს ანუ რეზერვს, რომელიც საგრძნობს ხდის ბუნებრივი გადარჩევის ეფექტურ მოქმედებას და პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურის სწრაფი გადაჯგუფების შესაძლებლობებს. ასეთი გადაჯგუფების შედეგად ზოგიერთი მუტაცია ელიმინირდება, ზოგიც კი, პირიქით, გროვდება და თანდათან გადადის ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში. ასე რომ, მუტაციები ბალანსირდებიან ახალი ადაპტური ნორმის ფარგლებში.

თუ ღრმად ჩავიხედავთ ბიოევოლუციური გარდაქმნის მექანიზმებში, დავრწმუნდებით, რომ იგი გარკვეულად ავტორეგულაციური პროცესია. პოპულაციას, რომელიც ელემენტარული ევოლუციური გარდაქმნის ერთეული და პლატდარმაცაა, ბუნებრივი გადარჩევის გავლენით უკუკავშირის მექანიზმების მოქმედებით გადაეცემა ინფორმაცია მისი შემადგენლობის შესაბამისობის შესახებ საარსებო გარემოს პირობებთან. ასეთი ეკოლოგიური ურთიერთქმედება ბიოგეოცენოზებში აისახება კიდეც პოპულაციის სათანადო სტრუქტურული თავისებურებების ცვლილებების სახით.

ბუნებრივი გადარჩევის სიჩქარე დამოკიდებულია არა მარტო პოპულაციაში დაგროვილი ცვალებადობის რეზერვზე, არამედ ახალი მუტაციების აღმოცენების სიჩქარეზეც (მუტაციური დაწოლა). სასარგებლო მუტაციების აღმოცენება აჩქარებს გადარჩევას, საზიანო კი, პირიქით, ამცირებს მას. მაგრამ გადარჩევა არ ხდება ცალკეული მუტაციის მიხედვით. მუტაციების სელექციური სარგებლიანობა ყოველთვის ფასდება კორელაციურ კომბინაციაში მთელი გენოტიპის სელექციურობის მაჩვენებლების მიხედვით. ამიტომაც, ცალკეული მუტაცია ვერ განსაზღვრავს ბუნებრივი გადარჩევის კანონზომიერ სიჩქარესა და მიმართულებას, თუმცა იგი გარკვეულად მოქმედებს ამ

პროცესებზე. ბუნებრივი გადარჩევის სიჩქარესა და ეფექტურობაზე მოქმედებს ევოლუციის ელემენტარულ ფაქტორთა მთელი ერთობლიობა (საარსებო პირობების ცვლილებები, არსებობისათვის ბრძოლის ხასიათი და სიმწვავე, შუტაბილობის ხარისხი და ხასიათი, პოპულაციის რიცხობრივი ცვალებადობა, მოდიფიკაციური ცვალებადობის სიძლიერე, იზოლაცია, გენური ნაკადები და სხვა), მაგრამ მათი გავლენა კონკრეტული სიტუაციის მიხედვით იცვლება და ატარებს საერთო კომბინირებულ ხასიათს.

ბუნებრივი გადარჩევის ფორმები

ბუნებრივი გადარჩევის დაწოლის ინტენსივობა ბუნებრივი გადარჩევის ევოლუციური მოქმედების შედეგის მხოლოდ რაოდენობრივი მხარის მახასიათებელს წარმოადგენს. რაც შეეხება გადარჩევის თვისობრივი შედეგების თავისებურებებს, იგი შედარებით ნათლად აისახება გადარჩევის მიმართულებასა და გამოვლენის ფორმებში. ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების სირთულე და ხასიათი, მისი დამოკიდებულება საარსებო გარემოს ცვალებადობის ხასიათსა და სიძლიერეზე, პოპულაციის გენეტიკურ და სტრუქტურულ თავისებურებებზე, არსებობისათვის ბრძოლის პირობებსა და სიმწვავეზე და, რაც მთავარია, გადარჩევის დონეებზე, მიმართულებებზე, მოქმედების მექანიზმებსა და შედეგებზე, ართულებს ამა თუ იმ ნიშნის მიხედვით გადარჩევის ფორმების დაჯგუფებას. ამიტომაცაა, რომ შესაბამისი სპეციალისტები გადარჩევის რამდენიმე ათეულ ფორმას გამოყოფენ. მიკროევოლუციურ დონეზე, რომელიც ეხება პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურის ცვალებადობის თავისებურებებსა და შედეგებს, გამოყოფენ გადარჩევის რამდენიმე ფორმას, რომლებსაც აერთიანებენ სამ ძირითად ჯგუფში: ***მამოძრავებელი, მასტაბილიზებელი*** და ***დიზრუპციული.***

მამოძრავებელი გადარჩევა იგი პირველად რ. ფიშერმა გამოყო, ხოლო ტერმინი შემოიტანა ს. შმალჰაუზენმა. მას ზოგჯერ დარვინისეულ გადარჩევასაც უწოდებენ. თუმცა, კლასიკური დარვინიზმი გადარჩევის თავისებურებებს

უკავშირებდა ორგანიზმულ დონეზე (ორგანიზმოცენტრული თეორია) შეგუებად სპეციფიკურობებს. აქცენტირება ხდებოდა მის შეგუებულობაზე აგებულების, ფუნქციის და განსაზღვრული სასიცოცხლო ვითარებების მიმართ. შესაბამისად გამოყოფდნენ გადარჩევის ფორმებს, რომლებიც იწვევდნენ კერძო შეგუებულობებს. ეს პირველყოვლისა, ეხებოდა კვების, აქტიური და პასიური დაცვის, გამრავლების და თაობებზე ზრუნვის, ნაყოფიერების და სხვა ცხოველმყოფელი ფორმების გამოვლინების თავისებურებებს. ბუნებრივი გადარჩევის გენეტიკური თეორიის მიმდევრები გადარჩევის ფორმებს უკავშირებენ პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურის თავისებურებებს (სიმპსონი). თანამედროვე სინთეზური თეორიის მიხედვით მამოძრავებელი გადარჩევა ითვლება ევოლუციის ძირითად შემოქმედ ძალად. ამიტომაც, მას ზოგჯერ წამყვან გადარჩევასაც უწოდებენ. ასეთი გადარჩევის მექანიზმი მდგომარეობს ძველი ადაპტური ნორმის მატარებელი ორგანიზმების ელიმინაციასა და სასარგებლო ცვლილებების თანდათანობით დაგროვების შედეგად (შესაბამისი ორგანიზმების გადარჩენისა და თაობათა წარმოქმნის უპირატესობის გზით) ახალი ადაპტური ნორმის ჩამოყალიბებაში.

ჩვეულებრივ, უნდა გამოვყოთ გენების, გენოტიპებისა და პოპულაციის ადაპტური ნორმა. როცა ვსაუბრობთ გენის ადაპტურ ნორმაზე, მხედველობაში გვაქვს გენში ჩაწერილი მემკვიდრული ინფორმაციის რეალიზაციის პროცესზე გარემო პირობების გავლენით რეაქციის ნორმის ფარგლებში გენის თვისებით განსაზღვრული ისეთი ფენოტიპური თავისებურებების ჩამოყალიბება, რომლებიც უზრუნველყოფენ მოცემულ პირობებში გენის მაქსიმალურ კვლავწარმოქმნასა და გამრავლებას თაობებში. ანალოგიურია გენოტიპის ადაპტური ნორმაც, ოღონდ იგი ყალიბდება არა ცალკეული გენის, არამედ გენთა ინტეგრალური ერთიანობის ფენოტიპურად გამოვლენის (ორგანიზმის) დონეზე (სურ. 15).

პოპულაციის ადაპტური ნორმა კი გულისხმობს ისეთი გენოტიპების ერთობლიობას, რომელთა რეაქციის ნორმის საშუალო მაჩვენებელი ყველაზე ოპტიმალურია მოცემულ პოპულაციაზე მოქმედი ძირითადი გადამრჩევი ფაქტორების

მიმართ, რაც უზრუნველყოფს მათ მაქსიმალურ გამრავლებასა და თაობების დატოვების უნარს.

ასე რომ, საშუალო ადაპტური ნორმის სახელწოდებით გაგებული უნდა იქნეს გენის, გენოტიპის ან გენოფონდის ფენოტიპური ცვლილების ფარგლების ანუ რეაქციის ნორმის ის ნაწილი, რომელიც ყველაზე მეტად აგუებს (გადაარჩენს და თაობების დატოვების საშუალებას მისცემს) შესაბამის ფენოტიპებს მოცემულ გარემო პირობებთან.

კონკრეტული პირობების შესაბამისად ადაპტური ნორმის საშუალო მაჩვენებლები განსხვავებულია. ადაპტური ნორმის ცვლილებას უფრო მეტად ექვემდებარება ორგანიზმთა რაოდენობრივი ნიშნები (რომელთაც რეაქციის ფართო ნორმა გააჩნიათ), ხოლო თვისობრივი ნიშნების შესაბამისი ადაპტური ნორმა გაცილებით მეტი მდგრადობით ხასიათდება.

მამოძრავებელი გადარჩევის დროს ხდება ადაპტური ნორმის ცვლილება ერთი გარკვეული მიმართულებით, რასაც შედეგად ახლავს ძველი ადაპტური ნორმის ნაცვლად ახალი ადაპტური ნორმის თანდათანობითი ჩამოყალიბება. მამოძრავებელი გადარჩევის მოქმედება ეფუძნება, ერთი მხრივ, გარემო პირობების ცვლილებებს გარკვეული მიმართულებით, ხოლო მეორე მხრივ, პოპულაციაში არსებულ ან ახლად აღმოცენებულ მემკვიდრეობით ცვლილებებს. ასეთი ცვლილებები შეიძლება იყოს პოპულაციაში სამობილიზაციო რეზერვის სახით არსებული რეცესიული მუტაციები, ახლად აღმოცენებული მუტაციები, კომბინაციური და რეკომბინაციური ცვლილებები, გენური ნაკადები, გენური დრეიფები და სხვა. აქ იგულისხმება ისეთი მემკვიდრეობითი ცვლილებები, რომელთა ფენოტიპური გამოვლინება ახლად ფორმირებადი ადაპტური ნორმის ფარგლებში მერყეობს. ყოველივე ამის გათვალისწინებით, მამოძრავებელ გადარჩევას შეიძლება ეწოდოს გარემო პირობების ცვლილების შესაბამისად პოპულაციის ადაპტოგენური ოპტიმიზაცია ანუ გარდაქმნა-სრულყოფის პროცესი.

როცა ვსაუბრობთ ზოგადად სხვადასხვა რანგის ბიოლოგიურ დაჯგუფებათა (პოპულაცია, სახეობა და სხვა) ადაპტურ ნორმაზე, მხედველობაში გვაქვს შესაბამისი

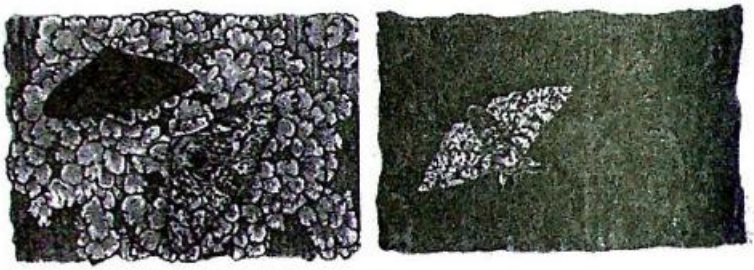
გენოფონდის ფარგლებში სათანადო გენეტიკური სისტემის ორგანიზაციული მდგრადობის სრულყოფა-შენარჩუნების შესაძლებლობები. მსგავსი სისტემების თვისობრივი თავისებურებანი არ დაიყვანება შემადგენელი ელემენტების (გენები, ქრომოსომები) უბრალო თვისებებამდე. ადაპტური ნორმის დეტერმინირება ხდება ჩანასახოვანი უჯრედების სახესპეციფიკური გენეტიკური ფაქტორების ერთიანი გავლენით. იგი შეიძლება გამოვლინდეს ურთიერთშენაცვლებადი უამრავი გენეტიკური ვარიანტით და ხასიათდება საერთო უნარით, უზრუნველყოს შესაბამისი ადაპტური ნორმის რეალიზაცია ტიპურ გარემოში განვითარების პროცესში. როგორც ჩანს, ადაპტური ნორმა არ ზღუდავს გენეტიკურ მრავალფეროვნებას (გენოფონდის სიმდიდრეს), პირიქით, ადაპტური ნორმის სტაბილიზაციის შესაძლებლობები ძლიერდება გენეტიკური პოლიმორფიზმის პირობებში. გამოდის, რომ გადარჩევის მამოძრავებელი ფორმის გენეტიკურ საფუძველს წარმოადგენს პოპულაციის მემკვიდრული მრავალფეროვნება, ხოლო ეკოლოგიური მიზეზი არის ძირითადი გადამრჩევი ფაქტორების ცვლილება გარკვეული მიმართულებით. ამის მთავარი შედეგი არის პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურის გარდაქმნა გარემო პირობების ცვლილებებთან ადაპტური ნორმის მორგების გზით და ყოველივე ეს ხორციელდება შესაბამისი მუტაციების, სარეზერვო თუ გარედან შემოსული გენების გამრავლებისა და თაობებში დაგროვების ხარჯზე.

მამოძრავებელი გადარჩევის მოქმედების მაგალითად შეიძლება განვიხილოთ არყის მზომელას (Biston betularia) მაგალითი, რომელიც ევოლუციურ ლიტერატურაში ცნობილია ინდუსტრიული მელანიზმის სახელწოდებით. ეს მწერი ფართოდაა გავრცელებული ინგლისში. იგი აქტიურია ღამით, დღისით კი ისვენებს ხის ღეროზე ან ტოტებზე. მას აქტიურად ანადგურებენ მწერიჭამია ფრინველები, რომელთაც როგორც ცნობილია, შესანიშნავი მხედველობა აქვთ. ბეპლის ტიპური ფორმა თეთრია შავი ლაქებით. მეორე ფორმა ხასიათდება შავი სხეულითა და შავი ფრთებით, რომელიც ცნობილია სახელწოდებით B. carbonaria. ტიპური ფორმა კარგად ეხამება არყის ნათელ ქერქს, რომელზეც უხვად არის მღიერების ლაქები,

ამის შედეგად მზომელა საუკეთესოდაა შენიღბული და იცავს თავს ფრინველების მიერ განადგურებისაგან. შავი ფორმა კი მკვეთრად შესამჩნევია არყის ნათელ ქერქზე. სამაგიეროდ, ის კარგად არის დაცული გაჭვარტლულ მუქ მცენარეებზე. ტიპური და მელანისტური ფორმა ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მხოლოდ ერთი გენით. თეთრი ფორმა გენს შეიცავს რეცესიულ მდგომარეობაში, ხოლო შავი ფორმა წარმოდგენილია აღნიშნული დომინანტური გენის ჰომო- თუ ჰეტეროზიგოტური მდგომარეობით. ინგლისში სამრეწველო რევოლუციამ გამოიწვია მრეწველობისა და კერძოდ, მეტალურგიის მძლავრი აღმავლობა. ამას კი შედეგად მოჰყვა ატმოსფეროში ჭვარტლის უხვად გამოყოფა. მცენარეებზე ჭვარტლის დაგროვებამ მღიერები გაანადგურა, ხოლო არყის ტანი და ტოტები გამუქდა. ამან კი სერიოზული გავლენა იქონია Biston-ის პოპულაციის შემადგენლობაზე. ინდუსტრიამდე ინგლისში არყის მზომელა თითქმის მთლიანად ტიპური მწერის პოპულაციისაგან შედგებოდა. იგი ამ სახითვე რჩებოდა არასამრეწველო რაიონებშიც. მელანისტური ფორმა B.carbonaria, როგორც მუტანტური ფორმა, პირველად შენიშნული იქნა 1848 წელს მანჩესტერში. 1848-1898 წლებში ამ ფორმის სიხშირე სამრეწველო რაიონებში მკვეთრად გაიზარდა. ის გახდა ძირითადი ფორმა, მაშინ, როცა ტიპური გამჭვირვალე ფორმა იშვიათობად გადაიქცა. დომინანტური ალელის კონცენტრაცია აღნიშნული წლების განმავლობაში გაიზარდა 99%-ით. ამას დასჭირდა სულ რაღაც 50 თაობა. აღნიშნული ცხადჰყოფს, რომ შესაბამისმა დომინანტურმა ალელმა შეიძინა მაღალი სელექციური უპირატესობა. აქ ძირითადი გადამრჩევი ფაქტორის როლი შეასრულეს კარგი მხედველობის მქონე მწერებით მკვებავმა ფრინველებმა. ტიპური ფორმა, უჭვარტლო ლიქენებით მდიდარ მცენარეზე ფრინველებისათვის შეუმჩნეველი იყო კარგად შენიღბვის გამო, ხოლო მელანისტური ფორმა კი ასევე კარგად იყო დაცული ჭვარტლით დაფარულ მცენარეებზე (სურ. 16).

ექსპერიმენტულ გამოკვლევებში, როცა მწერებს უშვებდნენ და შემდეგ იჭერდნენ, დადგინდა, რომ არასამრეწველო რაიონებში (სადაც ჭვარტლი არ არის) ტიპური

ფორმების გადარჩენის ხარისხი ორჯერ უფრო მაღალი იყო, ვიდრე მელანისტური ფორმებისა, ხოლო ქ. ბირმინგემთან ახლოს (სადაც ინტენსიური იყო გაჭვარტვლა), პირიქით, მელანისტური ფორმების გადარჩენა იყო ორჯერ უფრო მაღალი, ვიდრე ტიპური ფორმებისა. მსგავსი შემთხვევები აღწერილია ინგლისში ღამის მწერების 70-მდე სახეობაში. მათში აშკარად შეიმჩნევა ჭვარტლის ფონზე ღია ფერის მუქით შეცვლის კანონზომიერება. დღეისათვის მსგავსი მაგალითებია დაფიქსირებული ევროპაში, კანადაში, აშშ-ში.



სურ. 16. ინდუსტრიული მელანიზმის მაგალითი არყის მზომელაში (Biston betularia).

განხილულ მაგალითზე კარგად ჩანს მამოძრავებელი გადარჩევის მოქმედების შესაძლებლობები ადაპტური ნორმის ერთი ან მეორე მიმართულებით გარდაქმნის საქმეში ძირითადი გადამრჩევი ფაქტორის მოქმედების სიძლიერის შესაბამისად.

ამავე მაგალითზე შეიძლება კარგად იქნეს დანახული მამოძრავებელი გადარჩევის ერთ-ერთი სახის ე.წ. ტრანზიტული გადარჩევის მოქმედების მექანიზმი. *ტრანზიტულს* ანუ *გარდამავალს* უწოდებენ ისეთ მამოძრავებელ გადარჩევას, როცა საწყისი მცირერიცხოვანი ჯგუფი ინტენსიური გამრავლებისა და გავრცელების ხარჯზე უბირატესობას იძენს მრავალრიცხოვან დაჯგუფებასთან შედარებით. ტრანზიტული გადარჩევა, როგორც მამოძრავებელი გადარჩევის სახე, გამოყოფილი იქნა სამი თავისებურების გამო. პირველი იმაში მდგომარეობს, რომ იგი, როგორც წესი, არ აგროვებს თანდათანობით სასარგებლო ცვლილებებს, არამედ პირდაპირ იღებს „სტარტს“ მუტანტური

ფორმებისაგან. მისი მოქმედება გამოიხატება მუტანტური ფორმების სწრაფ გაშრავლებასა და დამკვიდრებაში. მეორე მხრივ, ტრანზიტული გადარჩევა არ იწვევს საწყისი პოპულაციის დანაწევრებას რამდენიმე ახალ პოპულაციად. მესამე თავისებურება კი იმაში გამოიხატება, რომ ტრანზიტულ გადარჩევას შეიძლება ჰქონდეს შექცევადი ხასიათი. გადარჩევის პირობების უკუცვლილების შესაბამისად, შეიძლება გადარჩევის მიმართულებაც საწინააღმდეგოდ შეიცვალოს.

გამოყოფენ მამოძრავებელი გადარჩევის კიდევ ერთ სახეს, რომელსაც *წარმმართველ გადარჩევას* უწოდებენ. ამ შემთხვევაში ორგანიზმები საკმაოდ სწრაფი ტემპით ავროვებენ ადაპტური ნორმის სასარგებლო გარდაქმნებს. ამის მაგალითია ანტიბიოტიკებისა და სხვა შხამქიმიკატებისადმი მიკროორგანიზმებისა და მწერების გამძლეობის ზრდა. ოთახის ბუზებში დდტ-ს გამოყენებით რამდენიმე თაობის მანძილზე რეზისტენტობა 400-ჯერ გაიზარდა. საკითხი კიდევ უფრო ნათელია მიკრობებში ანტიბიოტიკების დოზებისადმი გამძლეობის ზრდის მაგალითზე. ოქროსფერ სტაფილოკოკებში (Staphylococcus aureus) 10-12 თაობის მანძილზე ქლორომიცეტინზე გამძლეობა გაიზარდა 193-ჯერ, აურეომიცინზე — 210-ჯერ, Na-პენიცილინზე 187 000-ჯერ, ხოლო სტრეპტომიცინზე — 250 000-ჯერ. მართალია, ასეთ ფორმებში სუსტდება პათოგენურობა და ზოგიერთი სხვა ნიშანიც, მაგრამ ისინი ალარ იღუპებიან. ანტიბიოტიკებისა და სხვა სახის ძლიერმოქმედი შხამების და მედიკამენტებისადმი მიკროორგანიზმების რეზისტენტულობის ზრდის ასეთი მაღალი ხარისხი მეცნიერებს აფიქრებინებს, რომ გარდა შესაბამისი მუტანტების გადარჩევის გზით დავროვებისა, ხომ არ მოქმედებს სხვა მექანიზმებიც. კერძოდ, ხომ არ ხდება უფრო უშუალო ზემოქმედება, როცა ანტიბიოტიკი მიკრობებში რეზისტენტობის უნარის გაძლიერებას იწვევს. ამ მოსაზრების ავტორებმა დაასაბუთეს, რომ ასეთი გზით შეძენილი რეზისტენტობის უნარი დამოკიდებულია თვით მაინდუცირებელი ფაქტორის მოქმედების ხანგრძლივობაზე. თუ მიკრობი ანტიბიოტიკის ხანმოკლე ზემოქმედებით იძენს რეზისტენტობას, ამ თვისებას შედარებით იოლად და სწრაფად კარგავს იგი ნორმალურ საკვებ

არეზე გადათესვისას. ანტიბიოტიკის მოქმედების ვადის გახანგრძლივების შემთხვევაში რეზისტენტულობის თვისება სულ უფრო მყარი ხდება. თუმცა, ანგარიშგასაწევია, რომ მიკრობების შემთხვევაში (ჰაბლოიდურ მდგომარეობაში არსებობის გამო) ჩქარდება ნებისმიერი მუტაციის ფენოტიპური გამოვლენის შესაძლებლობა, ამასთან, ასეთი ორგანიზმების მოკლე გენერაციული ციკლი და ძალიან მაღალი ნაყოფიერება მნიშვნელოვნად აჩქარებს ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების ეფექტურობას, ამიტომაც გადარჩევის შედეგიც უფრო სწრაფი და თვალნათელია. თუმცა, გამოითქვა აზრი (დინი), რომ აქ გარდა შესაბამისი მუტაციების დაგროვებისა, ხდება პირდაპირი შეგუებაც ე.წ. არაგენური გზით — „პირდაპირი ინდუქციით". ბევრი მეცნიერი თავს იკავებს კატეგორიული დასკვნისაგან — ეს არის მუტაცია-რევერსიის პროცესების ერთობლიობა თუ საქმე გვაქვს მართლაც, რაღაც ჯერ კიდევ აუხსნელ პირდაპირ შეგუებულობასთან. არის ვარაუდი იმის შესახებაც, რომ ადაპტური მოდიფიკაციების დროს გამორიცხული არ არის უჯრედში ხდებოდეს გენეტიკური აპარატის გარკვეული რეკონსტრუირებაც (მობილური გენეტიკური ელემენტების ხარჯზე — სტრუქტურულ და რეგულატორულ გენეტიკურ ნაწილებს შორის). მსგავსი რეკონსტრუქციები დროებითია და ზემოქმედი ფაქტორის მოქმედების შეწყვეტის შემდეგ კვლავ აღდგება გენეტიკური აპარატის თავდაპირველი მდგომარეობა.

მასტაბილიზებელი გადარჩევა. გადარჩევა ასეთი სახელწოდებით მეცნიერებაში ი. შმალჰაუზენმა დაამკვიდრა. თუმცა, მისი არსებობის შესახებ ადრეც მიუთითებდნენ. რ. ფიშერი და ჯ. სიმპსონი მას ცენტრისკენულ გადარჩევას უწოდებენ. თავისი მოქმედების ხასიათისა და შედეგების მიხედვით მასტაბილიზებელი გადარჩევა მამოძრავებელი გადარჩევის პირდაპირ საწინააღმდეგოა. თუ მამოძრავებელი გადარჩევის დროს ახალი ადაპტური ნორმის ფორმირება ხდება, მასტაბილიზებელი გადარჩევის დროს, პირიქით, ადგილი აქვს არსებული ადაპტური ნორმის შენარჩუნებას. აღნიშნულის განხორციელების მექანიზმი მდგომარეობს, ერთი მხრივ, გადარჩევის მოქმედებით მოცემული პირობების ნორმისაგან გადახრილი ჯგუფების ელიმინაციასა და მეორე მხრივ, ნორმის

ფარგლებში მყოფი ორგანიზმების შენარჩუნებისა და თაობების წარმოქმნის გზით მათ გამრავლებაში. მასტაბილიზებელი გადარჩევის მოქმედებით ხდება ადრე ჩამოყალიბებული ადაპტაციების შენახვა და გაძლიერება, უფრო მყარი და სრულყოფილი ხდება ორგანიზმთაშორისი ურთიერთობისა და საერთოდ, საარსებო პირობებთან მათი დამოკიდებულების რეგულაციური მექანიზმები. რა თქმა უნდა, ასეთ პირობებშიც განიცდის პოპულაცია მუტაციურ ზეწოლას, არსებობისათვის ბრძოლის სხვადასხვა ფორმა ავლენს თავის წინააღმდეგობრივ თუ სხვაგვარ ხასიათს. ყოველივე ამაზე რეაგირებს ბუნებრივი გადარჩევა, მაგრამ მაინც ხდება სასარგებლო ადაპტური ნორმის შენარჩუნება. ეს ყოველივე შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, როცა პოპულაციის არსებობის პირობები, განსაკუთრებით კი ძირითადი გადამრჩევი ფაქტორები, ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში უცვლელია — ინარჩუნებენ სტაბილურობას. როგორც კი შეიცვლება არსებობის პირობები, უკვე უსარგებლო აღმოჩნდება ძველი ადაპტური ნორმა და დაიწყება ახალი ადაპტური ნორმის ჩამოყალიბება. შესაბამისად, მოქმედებას იწყებს მამოძრავებელი გადარჩევა. შმალჰაუზენის მიხედვით მასტაბილიზებელი გადარჩევა ნიშნავს „გარკვეული წონასწორობის არსებობას პოპულაციასა და გარემო პირობებს შორის“.

გამოდის, რომ მასტაბილიზებელი გადარჩევა უზრუნველყოფს პოპულაციის გარკვეული გენოტიპური და ფენოტიპური ორგანიზებულობის შენარჩუნებას, ერთგვარ პოპულაციურ „ნორმალიზებას“, მაგრამ როგორც კი იცვლება გარემო პირობები, მუდმივმოქმედი მადეზორგანიზებელი ფაქტორების მოქმედებით (მუტაციები, გენური დრეიფები, გენური ნაკადები, კომბინაციური ცვალებადობა) აღნიშნული პოპულაციები გამოდიან მასტაბილიზებელი გადარჩევის კონტროლის ფარგლებიდან და კვლავ მიდის პოპულაციის ახალი ორგანიზებულობის ჩამოყალიბება. მოქმედებას იწყებს რა მამოძრავებელი გადარჩევა, ეს პროცესები თანდათანობითი სრულყოფის გზით კვლავ მიდის ახალი, სხვა დონის ორგანიზებულობის ჩამოყალიბება-დაბალანსებამდე, რასაც შედეგად მოჰყვება გადარჩევის მასტაბილიზებელი მოქმედება.

გადარჩევის მასტაბილიზებელ მოქმედებას ექვემდებარებიან ორგანიზმთა ისეთი ნიშნები, რომლებიც გადარჩევის მაკონტროლებელი გავლენის ქვეშ იმყოფებიან. როგორც კი რომელიმე ნიშანი ან თვისება (და შესაბამისი ორგანო) ექცევა გადარჩევის მოქმედების სფეროს გარეთ, მაშინვე დაიწყება ასეთი ორგანოებისა და თვისების გენეტიკური საფუძვლების რღვევა. როცა შესაბამის პირობებში ესა თუ ის ნიშანი საჭირო აღარ არის, მაშინ ის ექცევა გადარჩევის გავლენის სფეროს გარეთ. გადარჩევის მასტაბილიზებელი კონტროლის გარეშე დარჩენილი ორგანოების მემკვიდრულ საფუძვლებში გროვდება უამრავი მუტაცია, რომელთა აბსოლუტური უმრავლესობა საზიანოა. მათი თანდათანობითი მატება იწვევს სათანადო ნიშნის ან თვისების (და სათანადო სტრუქტურების) შესაბამისი გენეტიკური აპარატის გადაგვარებას. ასეთი ნიშნები, რა თქმა უნდა, სტაბილიზაციას არ ექვემდებარებიან. ასე რომ, მასტაბილიზებელი გადარჩევის მოქმედება აკონტროლებს ორგანოთა და შესაბამის ნიშანთა სტრუქტურული და ფუნქციური მდგრადობის რეგულაციასაც.

მასტაბილიზებელი გადარჩევის მოქმედება კარგად შეიძლება გაანალიზდეს ჩვენს მიერ უკვე განხილული ინდუსტრიული მელანიზმის მაგალითზე. როცა ჭვარტლის გავლენა არ შეიმჩნეოდა არყის მზომელას პოპულაციებში, სტაბილური მდგომარეობა გააჩნდათ ტიპურ ფორმებს (ღია შავი ლაქებით). როგორც კი შეიცვალა პირობები, ჭვარტლმა გაამუქა არყის ხის ტანი და ტოტები, ძირითადი გადამრჩევი ფაქტორის მოქმედებამ (მწერიჭამია ფრინველები) განაპირობა მამოძრავებელი გადარჩევის მოქმედების დაწყება და ტიპური ფორმები შეიცვალნენ მუქი ფერის განმაპირობებელი ალელის მატარებელი (Carbonaria) ფორმებით. ვიდრე არსებობდა ჭვარტლიანი გარემო, მასტაბილიზებელი გადარჩევის გავლენით ხდებოდა შესაბამისი პოპულაციების სტაბილიზაცია.

ზოგიერთი მეცნიერი მასტაბილიზებელ გადარჩევაში გამოყოფს მაკანალიზებელ და მაბალანსირებელ სახეებს.

მაკანალიზებელი გადარჩევა უზრუნველყოფს ისეთი გენოტიპების გადარჩენასა და გამრავლებას და შესაბამისად, მათი ადაპტური ნორმის სტაბილიზაციას, რომლებსაც გააჩნიათ

უფრო მდგრადი ონტოგენეზური საფუძვლები. ასეთი დაჯგუფებები ნაკლებად რეაგირებენ ორგანიზმის შინაგანი თუ გარეგანი შემთხვევითი (ფლუქტუაციური) ხასიათის ცვლილებებზე. ამით ისინი, ფლუქტუაციების მიუხედავად, უზრუნველყოფენ ინდივიდუალური განვითარების ნორმალურ მსვლელობას.

არც თუ ისე იშვიათად, გვიან შემოდგომაზე ან ადრე გაზაფხულზე შეიძლება მოხდეს ტემპერატურის მომატება და მცენარეთათვის ზრდის ნორმალური პირობების დადგომა. ეს გარემოს მიერ „შემოთავაზებული პროვოკაციებია“, რადგანაც შემდეგ აუცილებლად დაიწყება აცივება და თუ მცენარეები წამოეგებიან ასეთ პროვოკაციებს (დაიწყებს ვეგეტაციას), განადგურდებიან. ამისაგან თავდასაცავად მცენარეებს გამოუმუშავდათ შესანიშნავი თვისება — ფოტოპერიოდიზმის უნარი. ეს იმას ნიშნავს, რომ მცენარეებში წლის სეზონის მიხედვით, სასიცოცხლო პროცესების რეგულაციის ძირითად სიგნალიზატორს წარმოადგენს არა ტემპერატურა (რაც არამდგრადია), არამედ დღის ხანგრძლივობა (ეს კანონზომიერად ცვალებადი ფაქტორია). ამის წყალობით, უზრუნველყოფილია მცენარეთა ონტოგენეზური განვითარების მდგრადი ციკლის შენარჩუნება. იგი აღარ რეაგირებს გარემოს შემთხვევით — დამლუპველ ცვლილებებზე, რითაც უზრუნველყოფილია ორგანიზმის ონტოგენეზური ავტონომიზაცია და შესაბამისად, ონტოგენეზური მდგრადობა. ფოტოპერიოდიზმით რეგულირდება გადამფრენი ფრინველების მიგრაციული თავისებურებანიც. ეს არის მაკანალიზებელი გადარჩევის პირველი თავისებურება. მისი მეორე თავისებურება უკავშირდება გადარჩევის მოქმედებით ორგანიზმთა რეაქციის ნორმის თანდათანობით შევიწროებას. ბაბუაწვერას აღზრდის პირობების შესაბამისად შეიძლება განუვითარდეს ორი ტიპის ადაპტური მოდიფიკაცია — ბარისა და მთის. ისინი განსხვავდებიან გარეგნობით, ზომით, ნივთიერებათა ცვლის ინტენსივობით და სხვა. თუ ბაბუაწვერა, რომელსაც ასეთი ფართო რეაქციის ნორმა გააჩნია, დიდი ხნის განმავლობაში იზრდება მთის პირობებში, სადაც მკვეთრად იცვლება სასიცოცხლოდ აუცილებელი პირობები (ტემპერატურა, სინესტე და სხვა), მცენარე მოახდენს სათანადო რეაგირებას

შესაბამისი, მთისათვის ტიპური მოდიფიკაციების წარმოქმნით. მასტაბილიზებელი გადარჩევა ასეთ ფართო რეაქციის მქონე ფორმებში მოახდენს მოდიფიკაციების ფიქსირებას. ფენოტიპური ნიშნები ფიქსირდებიან რეაქციის ნორმის ფარგლებში ისე, რომ ღებულობენ ადაპტური ნორმის შესაბამის გამოხატულებას. თუ ასეთი პროცესები ხანგრძლივია, შეიძლება მოხდეს გენოკოპირებაც (შესაბამისი გენური კომბინაციების ფიქსირება). შმალჰაუზენი თვლის, რომ ასეთ პირობებში სელექციური უპირატესობა ექმნებათ რეაქციის ვიწრო ნორმის მქონე ორგანიზმებს, რაც უზრუნველყოფს სტაბილური ფორმების შენარჩუნებას. მაგალითად, თუ მთისათვის უჩვეულო დროს დათბა და გარემო დანესტიანდა, შეიძლება განვითარდეს ბარის ტიპის მოდიფიკაციები. ასეთი მცენარეები, როგორც მთის პირობებისათვის შეუსაბამო, დაექვემდებარებიან ელიმინაციას. ამის შედეგად, ხანგრძლივი პერიოდის შემდეგ მცენარე თანდათან კარგავს მთის პირობებისათვის არაადაპტური მოდიფიკაციების წარმოქმნის უნარს და შესაბამისად, იძენს მთის პირობებისათვის შესაბამის სასარგებლო მოდიფიკაციებს. თუ ასეთი მცენარის თესლებს დავთესავთ ბარში, მისგან განვითარდება არა ბარის, არამედ მთის ტიპური ფორმა. ასე რომ, მიუხედავად რეაქციის ფართო ნორმისა, მთის პირობებში მცენარის ხანგრძლივად არსებობის შემთხვევაში მოხდა მთის ფორმის მოდიფიკაციების მემკვიდრული დამაგრება ანუ გენოტიპის რეაქციის ნორმის შევიწროება. ამან კი განაპირობა ბარის ტიპის მოდიფიკაციების წარმოქმნის უნარის თანდათანობით შესუსტება-დაკარგვა. მაშასადამე, ის მოდიფიკაციები, რომლებმაც მოცემულ პირობებში შეიძინეს მდგრადი შეგუებითი მნიშვნელობა, სტაბილიზდებიან, ე.ი. ხდებიან ე.წ. „ნორმის“ შემადგენელი ნაწილი, ხოლო ის მოდიფიკაციები, რომლებმაც ახალ პირობებში დაკარგეს ადაპტური მნიშვნელობა, განიცდიან დეზინტეგრირებას და ვარდებიან რეაქციის ნორმის ფარგლებიდან. ისინი თანდათანობით კარგავენ შესაბამის მემკვიდრულ საფუძვლებსაც.

ცხოველებში მაკანალიზებელი გადარჩევის შედეგად გახანგრძლივებულია ემბრიონული განვითარების პერიოდი, რითაც იგი ამ დროს უფრო დამოუკიდებელი ხდება გარემოს

არახელსაყრელი პირობებისაგან, რადგანაც დაცულია კვერცხში ან დედის ორგანიზმში. ესეც ონტოგენეზის ავტონომიზაციის გამოვლინებაა. ზემოთ განხილული „ცვლილებები, რასაკვირველია, დაკავშირებულია რეაქციის ნორმის მემკვიდრულ ცვლილებებთან, — აღნიშნავს შმალჰაუზენი, — მასტაბილიზებელი ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით მცირდება ინდივიდუალურ განვითარებაში გარემო პირობების მადეტერმინანტებელი როლი და იზრდება შინაგანი მემკვიდრული ფაქტორების მნიშვნელობა“. მასტაბილიზებელი გადარჩევის თეორია, შმალჰაუზენის აზრით, ეყრდნობა იმას, რომ იგი უზრუნველყოფს „მდგრადი მემკვიდრული აპარატის ჩამოყალიბებას, რომელიც ხდება როგორც ინდივიდუალური განვითარების, ასევე მისი პროგრესული განვითარების მექანიზმების საფუძველი“. ასე რომ, მასტაბილიზებელი გადარჩევა უზრუნველყოფს არსებული ადაპტაციების შენარჩუნებას, ონტოგენეზური განვითარების ავტონომიზაციას (დამოუკიდებლობას, მდგრადობას) და მის სრულყოფას, ორგანოთა და შესაბამის ნიშანთა სტრუქტურულ და ფუნქციურ მდგრადობას.

ამასთან, მასტაბილიზებელი გადარჩევა, — გვაფრთხილებს შმალჰაუზენი, — თავისი კონკრეტული გამოვლინებებით არ არის გადარჩევის განცალკევებული ფორმა“. უფრო „სწორი იქნებოდა საუბარი ბუნებრივი გადარჩევის პროცესის მამოძრავებელი და მასტაბილიზებელი ეფექტის შესახებ“.

მაბალანსირებელი (გამაწონასწორებელი) გადარჩევა უზრუნველყოფს ამა თუ იმ ალელის მიხედვით პოპულაციის გენოტიპური ჯგუფების წონასწორი თანაფარდობის დამყარებას. თუ ერთი ალელური წყვილის მიხედვით ჰომო- და ჰეტეროზიგოტური ჯგუფები სელექციურად არატოლფასი ღირებულებისაა, მაშინ იქმნება ბალანსური პოლიმორფიზმის ჩამოყალიბების პირობა. ხშირ შემთხვევაში ჰეტეროზიგოტები (Aa) შესაბამის ჰომოზიგოტებთან (AA; aa) ან რომელიმე მათგანთან შედარებით მაღალი სელექციურობის მაჩვენებლებით ხასიათდებიან. ასეთ შემთხვევაში პოპულაციაში მათი შეფარდება დაბალანსდება იმგვარად, რომ მასში მაქსიმალური გამოსავლიანობით წარმოდგენილი იქნება ჰეტეროზიგოტები.

წონასწორობის დონე დამოკიდებულია ჰეტეროზიგოტების სელექციური უპირატესობის ხარისხზე. ამის მაგალითად შეიძლება განხილული იქნეს ადამიანთა პოპულაციებში ნამგლისებური ანემიის განმაპირობებელი გენის განაწილების კანონზომიერებანი ტროპიკულ ზონებში.

ცნობილია, რომ ნამგლისებური ანემია ადამიანში გამოწვეულია ნორმალური ალელის რეცესიული მუტაციით, რაც იწვევს ცვლილებებს ცილა ჰემოგლობინის მოლეკულის სტრუქტურაში. ჩვეულებრივ, ადამიანის ჰემოგლობინი 4 პოლიპეპტიდური ჯაჭვისაგან შედგება — ორი α (თითოეული შეიცავს 141 ამონომჟავას) და ორი β ჯაჭვისაგან (თითოეული შეიცავს 146 ამინომჟავას). მუტაცია შესაბამის გენში (იცვლება კოდი — ერთი ტრიპლეტი) — ერთ-ერთ პოლიპეპტიდურ ჯაჭვში განაპირობებს ერთი ამინომჟავას ადგილმდებარეობის შეცვლას (კერძოდ, გლუტამინის მჟავა იცვლება ვალინით). ჰემოგლობინის მოლეკულის სტრუქტურის ასეთი ცვლილება განაპირობებს იმას, რომ ერითროციტები კარგავენ ჟანგბადის ტრანსპორტირების უნარს და ნორმალური დისკოსებური ფორმის ნაცვლად ღებულობენ ნამგლისებურ ფორმას (ამიტომაც ეწოდება ამ დაავადებას ნამგლისებური). აღნიშნული მუტაცია თავისი ბუნებით რეცესიულია და ამ ალელის მიხედვით ჰომოზიგოტურ ადამიანებში ვითარდება მწვავე ანემია, რასაც როგორც წესი, ლეტალური ეფექტი ახლავს. ჩვეულებრივ, ასეთი გენებისგან პოპულაცია ბუნებრივი გადარჩევის გზით თანდათან უნდა იწმინდებოდეს. როცა ლეტალური გენი დომინანტურია, პოპულაცია მისგან სწრაფად თავისუფლდება, ხოლო თუ ასეთი გენი რეცესიულია, ის დიდხანს რჩება პოპულაციაში ჰეტეროზიგოტურ, ფარულ მდგომარებაში და მისგან პოპულაცია ნელა თავისუფლდება. ნამგლისებური ანემიის რეცესიული გენის დროს საქმე გვაქვს სპეციფიკურ შემთხვევასთან. ამ გენს ახასიათებს პლეიოტროპული ეფექტი — იგი მოქმედებს ორგანიზმის სხვა ნიშან-თვისებებზეც. ამასთანავე, ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაშიც ეს გენი იძლევა გარკვეულ ეფექტს (ალელურ გენთა მოქმედების შუალედური ან სხვა ტიპი). ამიტომაც, ამ გენით ჰეტეროზიგოტური ადამიანები ნაწილობრივ განიცდიან ნამგლისებური ანემიის პათოლოგიურ

გავლენას. მაგრამ სამაგიეროდ, ისინი ამტანები არიან არანაკლებ საშიში ინფექციისადმი, როგორიცაა ტრობიკული მალარია. შესაბამის ქვეყნებში ეს ინფექცია მუსრს ავლებს ადამიანებს. ამიტომაც, ბუნებრივი გადარჩევა გადარჩენის უპირატესობას აძლევს ადამიანებს, რომელთა სიცოცხლისუნარიანობა ნაწილობრივ შესუსტებულია ნამგლისებური ანემიის მოქმედებით (რაც არც თუ ისე ძლიერია ჰეტეროზიგოტურ ინდივიდში), მაგრამ სამაგიეროდ, ისინი იოლად იტანენ ტრობიკულ მალარიას. შედეგად, ასეთ ქვეყნებში ადამიანთა პოპულაციებში გენეტიკურად განსხვავებულ ჯგუფებს შორის (ნამგლისებური ანემიის გენის მიხედვით ჰომოზიგოტები და ჰეტეროზიგოტები) მყარდება გარკვეული წონასწორობა, რასაც ჩვეულებრივ, *ბალანსურ პოლიმორფიზმს* უწოდებენ. ეს უკანასკნელი მაქსიმალურად უზრუნველყოფს ჰეტეროზიგოტური ფორმების წარმოქმნის შესაძლებლობებს. სწორედ, ამითაა განპირობებული, რომ ამ გენის მიხედვით ჰეტეროზიგოტური ადამიანები აფრიკაში შეადგენენ 20—40%-ს.

დიზრუპციული გადარჩევა. ეს ბუნებრივი გადარჩევის ისეთი ფორმაა, რომელიც იწვევს პოპულაციათა *გამიჯვნას, განცალკევებას.* მას ჯ. სიმპსონი დამაშრევებელ გადარჩევას, ხოლო ზოგიც გამაცალკევებელ გადარჩევას უწოდებს. ფაქტიურად იგი დარვინისეული დივერგენციული ევოლუციის საფუძველია. დიზრუპციული გადარჩევა მოქმედებს მაშინ, როცა ერთ ტერიტორიაზე განსხვავებული გენოტიპური ჯგუფები სელექციურობის მაჩვენებლებით ვერ აღწევენ აბსოლუტურ უპირატესობას, ერთსა და იმავე პირობებს ხშირად ეგუებიან სხვადასხვაგვარი სასარგებლო ცვლილების დაგროვების გზით. ეს იწვევს შუალედური ფორმების ელიმინაციას და კიდურა ვარიანტების განვითარებას (მაკრატლის პრინციპი).

დიზრუპციული გადარჩევის მაგალითია აფრიკული პეპელა იალქანას (Papilio dardanus) წაბაძვითი მსგავსება ფრინველებისათვის საკვებად უვარგისი სხვა სახეობების პეპლებთან. P. dardanus-ს სახეობაში არის რამდენიმე ტიპის მდედრი, რომელთაც ახასიათებთ მიმიკრია სხვადასხვა სახეობის მიმართ (სურ. 17). აღნიშნულ შემთხვევაში გადარჩენისა და თაობების დატოვების შანსი გაცილებით მაღალია, ვიდრე იმ

შემთხვევაში, როცა წამბაძველი სახეობა ემსგავსება მხოლოდ ერთ სახეობას. ასე რომ, სახეობის გადარჩენისათვის სასარგებლოა, მას ახასიათებდეს რამდენიმე წამბაძველი ჯგუფი, რაც საბოლოოდ იწვევს სახეთაშიდა პოლიმორფიზმის ჩამოყალიბებას. განხილულ მაგალითში კარგად ჩანს მამოძრავებელი, მასტაბილიზებელი და დიზრუპციული გადარჩევის ერთობლივი მოქმედება.

ბუნებრივი გადარჩევის ფორმების გამოყოფას ხშირად ახდენენ იმის მიხედვითაც, ბიოლოგიური ორგანიზაციის რა დონეზე ავლენს იგი მოქმედებას. გამოყოფენ სუბორგანიზმულ გადარჩევას (გამეტების დონეზე), ინდივიდუალურ გადარჩევას ორგანიზმის დონეზე, ოჯახურ გადარჩევას, ჯგუფურ ანუ მასობრივ გადარჩევას, გადარჩევას სახეობათა შორის და სხვა. ოჯახური გადარჩევის თავისებურებები ჯერ კიდევ დარვინის მიერ იქნა განხილული სათანადო მეცნიერული შედეგებით.

სურ. 17. მიმიკრიული მრავალფეროვნება ამერიკული იალქანას (Papilio dardanus) მდედრებში დიზრუპციული გადარჩევის მოქმედებით.
ზემოთ – მამრის ტიპური ფორმა; მარცხნივ – სამი საჭმელად უვარგისი ფორმა; მარჯვნივ – ამერიკული იალქანას მდედრის სამი სახის შესაბამისი მიმიკრია.

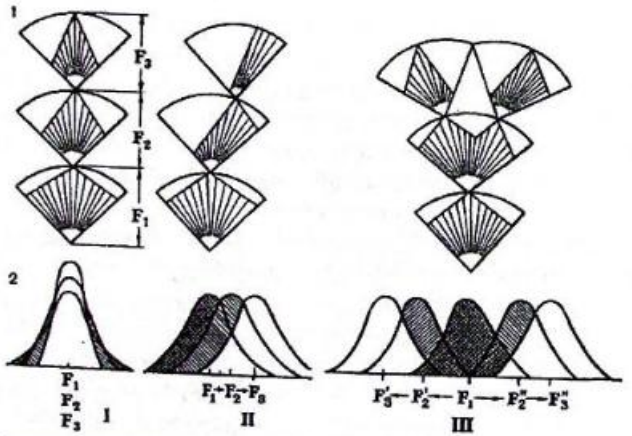
დარვინი საზოგადოებრივ ცხოველებში (ფუტკრები, ტერმიტები და სხვა) შრომის განაწილებას შესაბამისი ინსტინქტების ჩამოყალიბებასა და სრულყოფას, სწორედ, ოჯახურ გადარჩევას უკავშირებს. ოჯახური გადარჩევის დროს ძლიერდება თაობებზე ზრუნვის სხვადასხვა ფორმა (ბუდის შენება, კვერცხებზე ჯდომა, თაობათა დაცვა, მათი გამოკვება და სხვა). ინდივიდთა თაობები, რომლებიც ხასიათდებიან შთამომავლობაზე ზრუნვის მეტი სრულყოფილებით, გადარჩებიან და ამ ნიშნებს თაობებს გადასცემენ. გადარჩევის ასეთი მიმართულება ოჯახში თავისთავად იწვევს „შრომის განაწილების“ ინსტინქტების თანდათანობით სრულყოფას. ასეთი გადარჩევა მიდის არა მარტო გარემოსთან ოჯახის ერთიანი შეგუების, არამედ ამასთანავე, ოჯახის შიგნით ჯგუფებს (მდედრები, მამრები, ჯარისკაცები, მომმარაგებლები, სანიტრები და სხვა) შორის საერთო ფუნქციური დიფერენცირებისა და ოჯახის, როგორც გადარჩევის საერთო ობიექტის, რეგულაციური მთლიანობის გაძლიერების მიმართულებით. ასეთ შემთხვევებში ინდივიდი ხშირად ნაწილობრივ კარგავს თავის დისკრეტული და დამოუკიდებელი ერთეულის პირვანდელ ფუნქციას და ხდება ერთობის ნაწილი. მსგავსი საკითხების ევოლუციურ კანონზომიერებებს სწავლობს ე.წ. „სოციობიოლოგია“ (ე.უოლსონი).

ჯგუფური გადარჩევის დროს ხდება შიგაბოპულაციური ჯგუფების (დემები) ფორმირება. გადარჩევის ასეთი ფორმა, როგორც ჩანს, განპირობებულია ე.წ. „ჯგუფური ეფექტის“ ბიოლოგიური სარგებლიანობით, რაც ბუნებაში საკმაოდაა გავრცელებული. ჯგუფური გადარჩევა ეფუძნება არა პოპულაციათა გადარჩენას ან მათ ამოწყვეტას, არამედ ჯგუფის წევრებს შორის შეგუებულობის სრულყოფას. ეს არის ე.წ. „ჯგუფური ეფექტი“ — ჯგუფური ადაპტაცია, რომელიც ისევე, როგორც საერთო ადაპტაციები, ამცირებენ ელიმინაციას.

სახეობრივი გადარჩევა პირველად შემოგვთავაზა სტენლიმ (1975). დღეისათვის, ჩვეულებრივ, სახეობათა დონეზე გამოყოფენ გადარჩევის სამ მიმართულებას. პირველი დაკავშირებულია ეკოლოგიურ დივერგენციასთან, მეორე — სახეობათა შეცვლასთან (როცა ერთი სახეობა გამოდევნის

მეორეს), მესამე კი — რებროდუქციულ იზოლაციასთან. აქედან საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული სახეობრივი ანუ იგივე „სახეთაშორისი გადარჩევის“ მიმართულება, როცა სახეობებს გააჩნიათ ერთიანი გავრცელების არეალი (სიმპატრული სახეობები) და გადარჩევის მექანიზმებით ერთი გამოდევნის მეორეს. მაგ., ავსტრალიის დიდ ნაწილში დინგომ (Canis familiaris Dingo) ისტორიული დროის განმავლობაში გამოდევნა ჩანთოსანი მგელი (Thylacinus), ხოლო კალიფორნიაში ვირმა (Equus asinus) — თოვლის ცხვარი (Ovis canadensis).

ბუნებრივი გადარჩევის ყოველგვარი დაჯგუფება პირობითია. გადარჩევა არის რთული, მაგრამ ერთიანი პროცესი. მისი ფორმები გამუდმებულ ურთიერთკავშირში იმყოფებიან და გადადიან კიდეც ერთმანეთში (სურ. 18).



სურ. 18. გადარჩევის სხვადასხვა ფორმის მოქმედების სქემა.
I — მასტაბილიზებელი; II — მამოძრავებელი; III — დივერსიფიცირებული გადარჩევა. პოპულაციურ მრუდებზე (2) დაშტრიხულია გადარჩევის მოქმედებით ელიმინირებული გარიანტები. ზემოთ (1) ნაჩვენებია ელიმინირებული ორგანიზმები ერთი ოპტიმის მანძილზე.

გამოდის, რომ ბუნებრივი გადარჩევის ფორმების ურთიერთკავშირი და საერთო ევოლუციური რეგულაცია ასაბუთებს, ერთი მხრივ, მათ ერთიანობას და

ურთიერთგანპირობებულობას, ხოლო მეორე მხრივ, მათ უნივერსალურ მნიშვნელობას.

სქესობრივი გადარჩევა

სქესობრივი გამრავლების ბიოლოგიურმა უპირატესობამ (უსქესოსთან შედარებით) განაპირობა თვით სქესობრივი პროცესის ევოლუციური სრულყოფა. სწორედ ამით უნდა აიხსნას ის განსხვავებანი, რაც არსებობს ზოგიერთ ბაქტერიაში სქესობრივი პოტენციის მიხედვით მხოლოდ ფიზიოლოგიური სხვაობით („+" — მამრობითი, ხოლო „-" — მდედრობითი) გამოხატულ თავისებურებებსა და თანამედროვე უმაღლესი ძუძუმწოვრებისათვის დამახასიათებელ, ყოველმხრივ მოწესრიგებულ ურთულეს სქესობრივ თავისებურებებს შორის. სქესობრივი პროცესების ორგანიზებულობის ევოლუციურ პროგრესში გადამწყვეტი როლი უდაოდ შეასრულა ბუნებრივმა გადარჩევამ. მაგრამ დარვინმა ცხოველებში ზოგიერთი მეორეული სასქესო ნიშნის (რომლებიც დაკავშირებული არ არიან სასქესო ჯირკვლებისა და სასქესო უჯრედების მორფო-ფიზიოლოგიურ თავისებურებებთან, მაგრამ გარკვეულ როლს ასრულებენ შეუღლების პროცესში) ევოლუციური ჩამოყალიბება ვერ ახსნა ბუნებრივი გადარჩევის კანონზომიერებებით. ჩვეულებრივ, ბუნებრივი გადარჩევის გზით ჩამოყალიბებული ნიშნები ორგანიზმისათვის სასარგებლოა ადაპტური თვალსაზრისით. ისინი ზრდიან ორგანიზმის ცხოველმყოფელობას და ამცირებენ მისი განადგურების შესაძლებლობებს. მაგრამ სხვადასხვა სქესის ინდივიდებს შორის მთელი რიგი განმასხვავებელი ნიშნები ზოგჯერ აშკარად ეწინააღმდეგებიან აღნიშნულ კანონზომიერებებს. ასეთ მაგალითად შეიძლება განხილული იქნეს ზოგიერთ ფრინველში კაშკაშა შეფერილობა და სხვადასხვა სახის მორთულობა მამრებში (რაც შესამჩნევს ხდის მტაცებლებისათვის). ან კიდევ, საჭის ბუმბულის არსებობა სამოთხის ჩიტისა და ფრინველ ლირის მამრებში (რაც ხელს უშლის ფრენაში); გამრავლების წინ ერთად შეჯგუფებისა და ძლიერი ბგერების გამოცემის ინსტინქტი ზოგიერთ ფრინველში (რაც ზრდის მტაცებლების მიერ მათი განადგურების შანსს),

სხვადასხვა სქესის ცხოველების მიერ მძაფრი სუნის გამოცემა, რაც ასევე ზრდის მათი განადგურების რისკს და მრავალი სხვა. ყველა ეს თავისებურება ეწინააღმდეგება ბუნებრივი გადარჩევის გზით დამცველობითი შეგუებულობის წარმოშობას. მსგავსი თვისებების ევოლუციური ჩამოყალიბება დარვინს ახსნილი აქვს სქესობრივი გადარჩევით. სქესობრივი გადარჩევის ჰიპოთეზა დარვინმა ჩამოაყალიბა მეცნიერულ თეორიად ფაქტობრივი მდიდარი მასალის ანალიზის საფუძველზე. მაგრამ წინასწარვე უნდა შევნიშნოთ, რომ ზემოთ დასახელებული, თითქოსდა, არაშეგუებითი ნიშნების ჩამოყალიბება შეუძლებელია მომხდარიყო ბუნებრივი გადარჩევის მონაწილეობის გარეშე. ჯერ ერთი, ბუნებრივი გადარჩევა ნიშნავს არა მარტო თვით ორგანიზმთა გადარჩენის უპირატესობას, არამედ უნარს, მის შემდეგ დატოვოს შთამომავლობა. ამიტომაც, სქესებს შორის ყოველგვარი განსხვავება, რაც ემსახურება შთამომავლობის დატოვების უნარის გაძლიერებას, ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების შედეგად უნდა ჩაითვალოს. ასეთ ფონზე, ერთი მშობლის აშკარად გამოკვეთილი გარეგანი სქესობრივი თავისებურებანი (განსაკუთრებით მამრებში) მეორე მშობლის (განსაკუთრებით მდედრის) მფარველობითი გარეგნული თავისებურებების გზით უზრუნველყოფს თაობების (განაყოფიერებული კვერცხების ან დედის ორგანიზმში არსებული ჩანასახების) დატოვების გაზრდილ შესაძლებლობებს, ე.ი. სახეობის გავრცელებას. გამოდის, რომ მამრისათვის მსგავსი მეორეული სქესობრივი თავისებურებანი თვით ინდივიდის გადარჩენისათვის არასასარგებლოა, ზოგჯერ — საზიანოც კია, მაგრამ სარგებლობის მომტანია სახეობისათვის. ამიტომაცაა, რომ ხშირად გამოყოფენ კიდეც ე.წ. „ალტრუისტულ გადარჩევასაც“, რამდენადაც აქ შეიძლება დავინახოთ ალტრუიზმის (ინდივიდის სიცოცხლე ეწირება სახეობის ინტერესებს) ელემენტები. ემერსონმა ტერმიტების მაგალითზე შეშოგვთავაზა გადარჩევის გავლენით ე.წ. „სოციალური ჰომეოსტაზის“ სრულყოფის შესაძლებლობა. მთავარი მის მოსაზრებაში არის ის, რომ ტერმიტებში „სოციალური ჰომეოსტაზი“, გახდა რა გადარჩევის განმსაზღვრელი ფაქტორი, თანდათან გააძლიერა ინდივიდზედა ადაპტური ერთიანობა,

რომელსაც ძალიან ხშირად ახლავს ცალკეული კოლონიისშიდა ჯგუფების (ე.წ. კასტების) ორგანიზაციის რეგრესიული მორფოლოგიური (და ხშირად — ადაპტური) ცვლილებებიც. აქედან გამომდინარე, ასეთი ნიშნები ყოველთვის არ შეიძლება ჩაითვალოს ინდივიდის ინტერესების საწინააღმდეგოდ (მიუხედავად მათი განადგურების მაღალი რისკისა), რადგანაც ისინი საკუთარი დაჯგუფების გენოფონდის თაობებში სტაბილიზაციის გზით ემსახურებიან სახეობის გადარჩენასა და გამრავლებას. საერთოდ, ევოლუციური თვალსაზრისით, მამრების განადგურების ინტენსივობა მდედრებთან შედარებით ნაკლებ მტკივნეულია. ჯერ ერთი იმიტომ, რომ მდედრის განადგურება ხშირად ნიშნავს კვერცხების ან მუცლადმყოფი ჩანასახების განადგურებასაც, რაც ევოლუციურად მკვეთრად საზიანოა, მაშინ, როცა მამრების შედარებით ინტენსიური ელიმინაცია ნაკლებ ევოლუციურ მსხვერპლთან არის დაკავშირებული. რადგანაც, მამრების სიმცირის პირობებშიც კი შესაძლებელია, მნიშვნელოვნად არც კი შეფერხდეს რეპროდუქციული პროცესი, რამდენად ერთ მამრს შეუძლია გაანაყოფიეროს რამდენიმე მდედრი ან კვერცხუჯრედი.

ამასთან, როგორც გამილტონი აღნიშნავს, „გადარჩევის კლასიკური მათემატიკური თეორია " ვერ ხსნის ვერც ერთ ისეთ შემთხვევას, როცა ცხოველის მოქმედებანი სასარგებლოა სახეობის სხვა წევრებისათვის, რომლებიც არ არიან მისი უშუალო შთამომავლები, მაგრამ მსგავსი მოქმედება საზიანოა თვით ცხოველისათვის. აღნიშნული საკითხი ევოლუციონისტების მეტ ყურადღებას მოითხოვს. ამასთან, ევოლუციური ცოდნის დღევანდელი დონისათვის მსგავსი მოვლენები საკმაოდ რთული ასახსნელია.

მეორე მხრივ, აშკარად გამოკვეთილი მეორეული სასქესო ნიშნები, რომლებიც ხშირად ერთ-ერთ სქესს ახასიათებს, გარკვეულ როლს ასრულებენ სახეობათა იზოლაციაში. ისინი გვევლინებიან, როგორც სახესპეციფიკური ნიშნები და მნიშვნელოვანი არიან სახეობათა შორის ურთიერთგამოცნობის პროცესში. ასეთი ნიშნების ჩამოყალიბებაში შეიძლება მონაწილეობდეს რეპროდუქციული იზოლაციის განმაპირობებელი ბუნებრივი გადარჩევის

მექანიზმებიც. ამა თუ იმ ნიშნის ევოლუციური დიფერენცირების დროს სახესპეციფიკური გამოსაცნობი ნიშნები ხშირად გამოდიან სქესობრივი გადარჩევისათვის მასალის როლში, რადგანაც სასქესო ნიშნებით მკვეთრად გამოხატული ინდივიდები იოლად იპყრობენ მეორე სქესის ყურადღებას. შესაბამისად, წარმატებით ეჯვარებიან მას და ტოვებენ შთამომავლობასაც.

იმისათვის, რომ შევაფასოთ სქესობრივი გადარჩევის თეორიის თანამედროვე მდგომარეობა, საჭიროა, წარმოვიდგინოთ მეორეული სასქესო ნიშნების ძალიან დიდი მრავალფეროვნება. თითოეულ მათგანს ცხოველთა სიცოცხლეში აქვს სხვადასხვა ფუნქცია. ყველა ამ თვისებათა წარმოშობა არ შეიძლება აიხსნას მხოლოდ რომელიმე ერთი ტიპის გადარჩევის მოქმედებით. მამრებსა და მდედრებს შორის განსხვავება შესაძლებელია განპირობებული იყოს გადარჩევის ისეთი მიმართულებით, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს ეკოლოგიური დივერგენცია (რა თქმა უნდა, აქ მონაწილეობს სქესობრივი გადარჩევაც). მამრის ძლიერი რქებისა და მრავალი სხვა „იარაღის“ წარმოშობა შეიძლება განპირობებული იყოს ტერიტორიის დაუფლებისათვის, საზოგადოებაში დომინანტური მდგომარეობის შექმნისათვის ან, რასაკვირველია, მდედრის დაუფლებისათვის ბრძოლით. მამრებისათვის დამახასიათებელი მორთულობანი, მათი დემონსტრირება, გალობა, სუნი, სპეციფიკური მოქმედებანი და სხვა, შეიძლება ასევე განხილული იქნეს, როგორც სტიმულატორი გამოსაცნობი სახესპეციფიკური ნიშნებისათვის.

ასე რომ, სქესობრივი განსხვავებანი ვლინდება არა მარტო სხვადასხვაგვარი მეორეული სასქესო ნიშნების წარმოშობით და მათი განსხვავებული ბიოლოგიური მნიშვნელობით, არამედ ზოგადად სქესობრივი პროცესის თავისებურებათა მიხედვითაც.

დარვინი სქესებს შორის გამოკვეთილ გარეგნულ განსხვავებებს (სქესობრივი დიმორფიზმი) ხსნიდა, როგორც სქესობრივი გადარჩევის შედეგს. იგი გადარჩევის ამ სახეს ხშირად გადაჭარბებულ ბიოლოგიურ მნიშვნელობას ანიჭებდა. ამიტომაც იყო, რომ მას ამ საკითხებში ეკამათებოდნენ მისი თანამოაზრეებიც კი.

სქესობრივი გადარჩევა გამოკვეთილი სახით ვლინდება ცალსქესიან ცხოველებში, თანაც — ერთი სქესის ინდივიდებს შორის. მის არსს დარვინი შემდეგნაირად გადმოგვცემს: „გადარჩევის ეს ფორმა განისაზღვრება არსებობისათვის ბრძოლით არა სხვა ორგანიზმების ან გარემო პირობების წინააღმდეგ, არამედ ერთი და იგივე სქესის ინდივიდებს, უპირატესად, მამრებს შორის მეორე სქესის ინდივიდთა დაუფლებისათვის. ამის შედეგად წარუმატებელი მამრი კი არ კვდება, არამედ ხდება მისი შთამომავლობის მოცემის უნარის შეზღუდვა ან სრული შეწყვეტა“.

გამოდის, რომ სქესობრივი გადარჩევა ეფუძნება სელექციურ არაერთფეროვნებას ერთი სქესის წარმომადგენელთა მიერ მეორის დაუფლების საქმეში. იგი უზრუნველყოფს რებროდუქციული ხასიათის ეთოლოგიური იზოლაციის საქმეში მთავარი მამოძრავებელი ფაქტორის როლის შესრულებას. ეს უნდა ჩაითვალოს, როგორც ინდივიდუალური გადარჩევის განსაკუთრებული ფორმა, რომელშიც მონაწილეობენ პოპულაციის მხოლოდ ერთი სქესის წარმომადგენლები.

სქესობრივი გადარჩევა იწყება სქესობრივი გამრავლების ევოლუციის იმ ეტაპზე, როცა სქესებს შორის ხდება „შრომის დანაწილება“ გამეტებისა თუ ორგანიზმის დონეზე. კვერცხუჯრედებს შორის განსხვავება ძირითადად მიმართული იყო ჩანასახის დაცვისა და კვების უზრუნველყოფისაკენ, ხოლო სპერმატოზოიდები კი სპეციალიზდებოდნენ კვერცხუჯრედის მიგნებისა და განაყოფიერების უზრუნველყოფის მიმართულებით. ასეთმა ევოლუციამ განაპირობა სპერმატოზოიდების წარმოქმნის სიმრავლე (კვერცხუჯრედებთან შედარებით) და მოძრაობის უნარის, მამრობითი ორგანიზმების აქტიურობისა და ფიზიკური სიძლიერის წარმოშობა. ყოველივე ეს გახდა ერთი სქესის ინდივიდებს შორის სელექციური განსხვავებულობის მიზეზი.

რაც შეეხება პირველად სასქესო ნიშნებს, ისინი როგორც სხვა ორგანიზაციული ნიშნები, ემსახურებიან ორგანიზმთა შეგუებით თავისებურებებს. ბუნებრივია, ისინი ჩამოყალიბდნენ ბუნებრივი გადარჩევის გზით, როგორც საშუალება თაობათა კვლავწარმოქმნისათვის. მეორეული

სასქესო ნიშნები კი შედარებით მეტი მრავალფეროვნებით ხასიათდებიან.

ი. შმალჰაუზენი მეორეულ სასქესო ნიშნებს შემდეგ ჯგუფებად ყოფს:

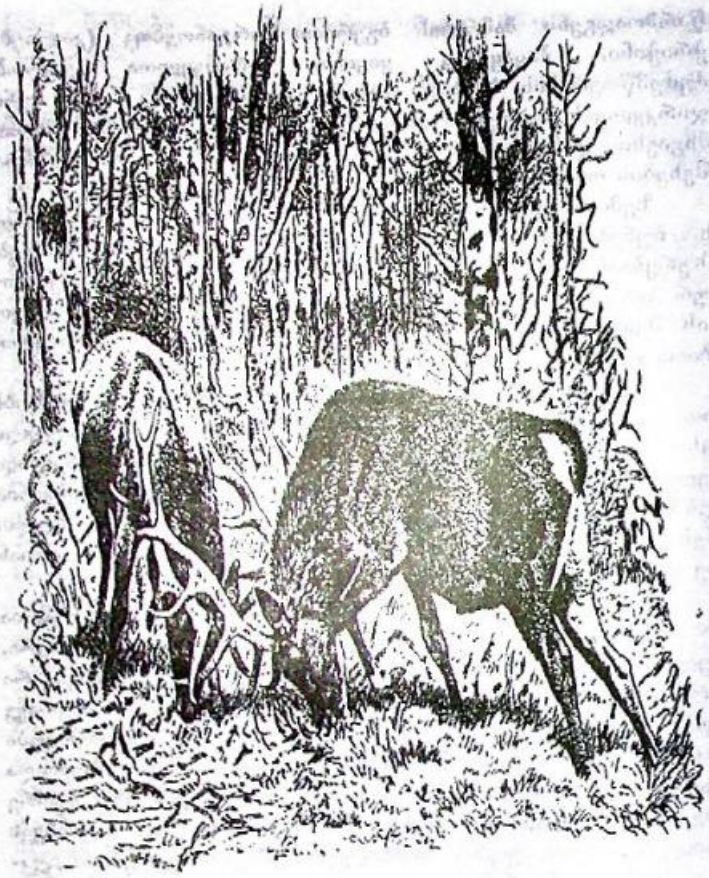
1. ერთი სქესის ინდივიდებში პასიური დაცვის საშუალებები. ჩვეულებრივ, ეს ახასიათებთ მდედრებს და მათ თაობებს (მფარველობითი შეფერილობა, მიმიკრია);
2. ერთი სქესის ინდივიდებში აქტიური დაცვის საშუალებები. ჩვეულებრივ, ახასათებთ მამრებს (ეშვები, რქები და სხვა);
3. თაობაზე ზრუნვის ორგანოები (ჩანთები და საკნები ნაშიერთა ტარებისათვის, სარძევე ჯირკვლები ძუძუმწოვრებში);
4. შეგუებანი, რომლებიც განკუთვნილია შეულლებისათვის (მამრის მიერ მდედრის საჭირო პოზაში დაკავებისათვის შესაბამისი ორგანოები. მაგალითად, კოერი ზოგიერთი ამფიბიის პირველ თითზე);
5. ორგანოები, რომლებიც აადვილებენ მეორე სქესის მიგნებას. ამ ორგანოებში აშკარადაა გამოკვეთილი სქესებს შორის ურთიერთშეგუების თავისებურებანი (მკვეთრი შეფერვა, ხმოვანი ორგანოები, სუნის გამომყოფი ჯირკვლები, ნათების ორგანოები, მხედველობის, სმენისა და შეხების გრძნობების გაძლიერება და მოძრაობის ორგანოების გაძლიერებული განვითარება);
6. შეგუებულობანი, რომლებიც იწვევენ სქესობრივი აგზნების რეფლექსების წარმოქმნას. ეს უმეტესად მამრებს ახასიათებთ. ასეთ როლში ხშირად გამოდის მკვეთრი შეფერილობა, გამოსაცნობი გამოსახულებანი და ნიშნები (პეპლებში, თევზებში, ამფიბიებში, რეპტილიებში, ფრინველებში, მაიმუნებში). ისინი ხშირად ჩნდებიან სქესობრივი აქტიურობის დროს, რომლის დროსაც წარმოექმნებათ განსაკუთრებული საჭორწინო მორთულობა-მოკაზმულობა, შეფერილობა, ხშირად — დამატებითი წარმონაქმნები და გამონაზარდები (რქები, წვერი, ქოჩორი, კანის გამონაზარდები, სპეციალური ბუმბული), აგრეთვე ცხოველისათვის დამახასიათებელი მოძრაობები (მწერების ცეკვა, ფრინველების ტიხტიხი, მამრების ჩხუბი ფრინველებსა და ძუძუმწოვრებში). მდედრების მიზიდვის საშუალებას

წარმოადგენს მამრების ბგერითი ორგანოებიც (კალიების ჭრიჭინი, ბაყაყების ყიყინი, ფრინველთა გალობა, ძუძუმწოვრების ხმები). ასეთივე მნიშვნელობა აქვს სუნის ჯირკვლებს ბეხლებში და ავრეთვე, ძუძუმწოვრებში. ხშირად მსგავსი დანიშნულება აქვს მეორე სქესის ორგანიზმთან შეხების ორგანოთა ხახუნსაც.

ზემოთ განხილული ნიშნები ჩამოყალიბებული უნდა იყოს ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით. ასეთი ნიშნები ემსახურებიან თაობებზე ზრუნვას, რომელიმე სქესის აქტიურ თუ პასიურ დაცვას, შეუღლებისა და მეორე სქესის მიგნებისათვის ხელის შემწყობს და სხვა. ყოველივე აღნიშნული მიმართულია თაობათა დატოვების უპირატესობის მომოვებისაკენ.

დარვინი სქესობრივი გადარჩევის თეორიას გვთავაზობს ზემოთ განხილულიდან მხოლოდ ორი კატეგორიის მეორეული სასქესო ნიშნების ევოლუციური ჩამოყალიბების ასახსნელად. პირველს მიეკუთვნება ის ორგანოები, რომლებიც განკუთვნილია მამრებში მდედრის დაუფლებისათვის საბრძოლველად, ხოლო მეორეს — ორგანოები, რომლებიც სპეციალიზებულნი არიან მეორე სქესის აგზნებისა და მიზიდვისათვის.

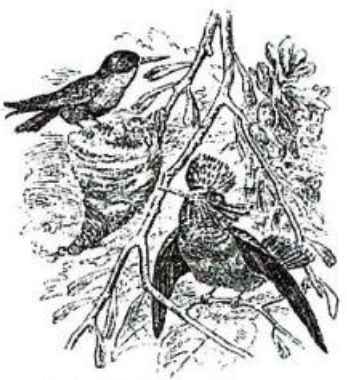
პირველ შემთხვევაში მამრებს შორის კონკურენცია ხდება მდედრის დაუფლებისათვის. უფრო ძლიერი, ცხოველმყოფელი და კარგად შეიარაღებული მამრი ეუფლება რა მდედრს, ამით იგი ტოვებს შთამომავლობას და თავის ასეთივე ნიშნებს გადასცემს მამრ თაობებს, რითაც ძლიერდება შთამომავლობაში აღნიშნული ნიშნები. ზოგჯერ ასეთი ბრძოლა სამკვდრო-სასიცოცხლო ხასიათისაც კი არის (სურ. 19). მეორე შემთხვევაში მდედრი იჩენს აქტიურობას და ირჩევს შეწყვილებისათვის უფრო მიმზიდველ, კაშკაშა ფერებით, ცეკვებით, სუნით, ბგერებით, ლამაზი ბუდისა თუ საერთოდ შთამომავლობის თავშესაფრის კეთების უნარით აღჭურვილ, აგზნებად მამრებს (სურ. 20,21,22). ყოველივე ეს უზრუნველყოფს მამრებისათვის დამახასიათებელი ასეთი თვისებების გაძლიერებას თაობებში. დარვინის სიტყვებით რომ ვთქვათ: „სქესობრივი გადარჩევა... დამოკიდებულია უპირატესობაზე, რომელიც ეხება მხოლოდ კვლავგანახლებას, რითაც ხასიათდებიან ერთი სახეობისა თუ სქესის ინდივიდები მეორეთა მიმართ“. როცა



სურ. 19. ირმების ბრძოლა მდედრის დაუფლებისათვის.

მსგავსი ნიშნების მიხედვით საქმე გვაქვს ერთი სქესის ინდივიდებს შორის სელექციურ განსხვავებასთან, „ასეთ შემთხვევებში მოქმედება უნდა დაიწყოს სქესობრივმა გადარჩევამ". გამოდის, რომ სქესობრივი გადარჩევის პირველი სახის დროს ხდება შეჯიბრი და ბრძოლა „მამრებს შორის",

ხოლო მეორე შემთხვევაში ყველაფერი დამოკიდებულია მდედრის „გემოვნებაზე“, აირჩიოს „უკეთესი მამრი“.



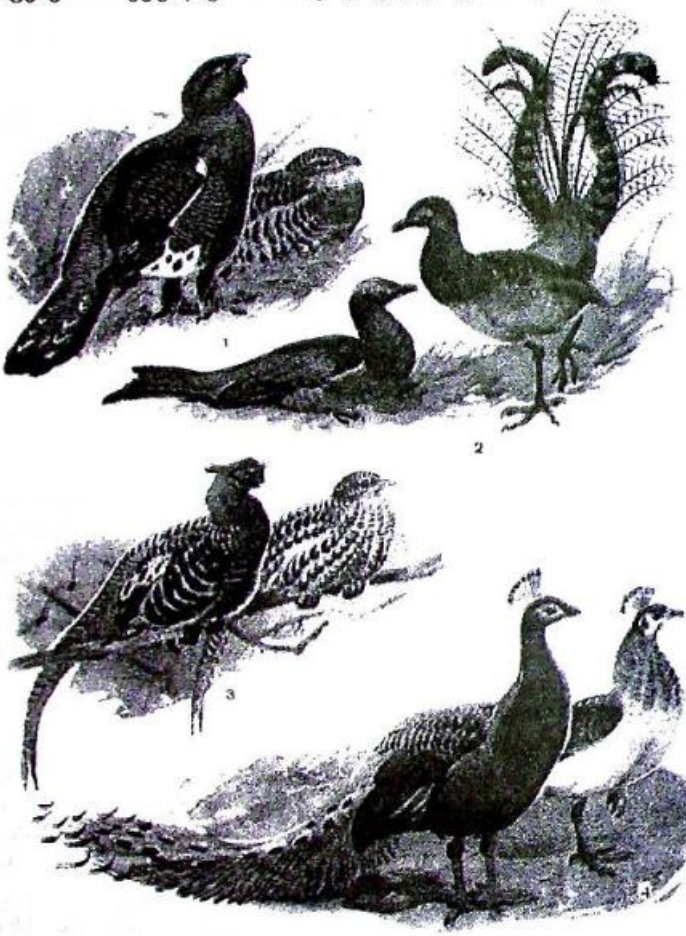
სურ. 20. საქორწინო რიტუალი კოლიბრში (Lophornis ornatus)

სურ. 21. მოტიხტიხე ხოხობი არგუსი (Argusianus argus).

ზოგიერთი მეცნიერი ცდილობს, სქესობრივი გადარჩევის თეორია გაავრცელოს მცენარეთა სამყაროზეც. ისინი იმოწმებენ მტვრის მარცვლების სიმრავლეს და დედა მცენარის უნარს ამორჩევითი განაყოფიერებისადმი. მაგრამ ძალიან ძნელია, აქ დავინახოთ სქესობრივი გადარჩევის მოქმედების რეალობა. როგორც ჩანს, სქესობრივი გადარჩევა აქტიურად მხოლოდ ცხოველთა სამყაროში მოქმედებს.

პროფესორი ლ. დავითაშვილი იხილავს მდიდარ პალეონტოლოგიურ მასალას (მოლუსკებით დაწყებული და ძუძუმწოვრებით დამთავრებული), სადაც ნაჩვენებია სქესობრივი გადარჩევის ევოლუციური გზა ცხოველთა სამყაროში. ის მიანიშნებს ორგანიზაციული დონეების სრულყოფის შესაბამისად სქესობრივი გადარჩევის პროგრესულ ცვლილებებზე. მას მიაჩნია, რომ „ამ ფაქტორის (სქესობრივი გადარჩევის — ა.დ.) განვითარება დამოკიდებულია მხედველობის, სმენის და სხვა გრძნობათა ორგანოების სრულყოფილების დონეზე, ასევე უმაღლესი ნერვული სისტემის ამ მავალ განვითარებაზე“. გასაგებიცაა, რადგანაც გრძნობათა ორგანოებისა და ნერვული

სისტემის სრულყოფილების დონე, შესაბამისად, იწვევს როგორც საერთო სასიცოცხლო თავისებურებათა, ასევე რეპროდუქციული პროცესების რეგულაციის პროგრესულ განვითარებასაც.



სურ. 22. სქესობრივი დიმორფიზმი ფრინველებში.
1 — ხოლო (Tetrao urogallus); 2 — კუდქნარა (Menura superba); 3 — ხოხობი (Phasianus colchicus); 4 — ფარშავანგი (Pavo cristatus).

ყოველივე ზემოთქმულიდან გასაგები ხდება, რომ დარვინს სქესობრივი გადარჩევა წარმოდგენილი ჰქონდა, როგორც ბუნებრივი გადარჩევის უფრო ფართო და უფრო გავრცობილი სახე. ამიტომაც, მას იგი ანიჭებდა განსაკუთრებულ როლს მეორეული სასქესო ნიშნების ევოლუციაში.

როგორც ადრე ითქვა, თანამედროვე ევოლუციური მოძღვრება სქესობრივ გადარჩევას მიიჩნევს, როგორც ბუნებრივი გადარჩევის კერძო სახეს და განიხილავს მის სპეციფიკურ გამოვლინებად. ამიტომაცაა, რომ ხშირ შემთხვევაში მათ შორის მკვეთრი საზღვრების გავლება შეუძლებელიც კი ხდება.

პოპულაციური პოლიმორფიზმი, როგორც გადარჩევის წინაპირობა და მისი მოქმედების შედეგი

როგორც ადრე იყო ნათქვამი, გენეტიკური შემადგენლობისა და რეპროდუქციული თავისებურებების მიხედვით გამოიყოფა ორი ტიპის — კლონური და პანმიქტური პოპულაციები. კლონური პოპულაცია უსქესოდ მრავლდება ან კიდევ, მკაცრი თვითშეჯვარების (ინბრიდინგის) გზით წარმოქმნის თაობებს. ამიტომაც, მსგავსი პოპულაციები გენეტიკური შემადგენლობით მონოტიპურია (ერთგვაროვანია). გენეტიკურად ერთგვაროვან ასეთ თაობებს *წმინდა ხაზებს* ან *კლონებს* უწოდებენ.

ასეთი ტიპის პოპულაციებში თავისებურად მიმდინარეობს მიკროევოლუციური პროცესები და მათი შესაძლებლობებიც შედარებით შეზღუდულია.

ბუნებრივი გადარჩევის აქტიური მოქმედებისათვის ფართო შესაძლებლობები იქმნება პანმიქტურ პოპულაციაში. ამის ძირითად პირობას წარმოადგენს მასში შემავალ ფორმათა გენოტიპური და ფენოტიპური მრავალფეროვნების არსებობა. პოპულაციაში ერთდროულად გენოტიპებისა და ფენოტიპების მრავალფეროვნებას პოპულაციურ პოლიმორფიზმს უწოდებენ.

პოპულაციური პოლიმორფიზმის ძირითადი მიზეზები ორი სახისაა — გენეტიკური და ეკოლოგიური.

გენეტიკური პოლიმორფიზმი მრავალი მიზეზით შეიძლება იყოს გამოწვეული. მისი პირველი წყარო ყოველთვისაა დაკავშირებული მუტაციურ პროცესთან. ახალი მუტაციები ყოველთვის იწვევენ პოპულაციის გენეტიკური წონასწორობის დარღვევას. ასეთი პროცესების ინტენსივობა დამოკიდებულია მუტაციის ტიპზე. იმისდა მიხედვით, მუტაციები გენურია, ქრომოსომურია თუ გენომური, განსხვავებული იქნება პოპულაციაში მათი გავრცელების თავისებურებანი, აღნიშნული მუტაციებით პოპულაციის გაჯერების პირობები და გადარჩევისათვის ელემენტარული ევოლუციური მასალის როლში მათი გამოსვლის შესაძლებლობები. ჩვეულებრივ, მსხვილი ქრომოსომური და გენომური მუტაციები პოპულაციის მიკროევოლუციურ გარდაქმნაში შედარებით ნაკლებ როლს ასრულებენ. ამის მიზეზი ისაა, რომ მაკრო- და ე.წ. „სისტემური“ მუტაციები უფრო მეტად არღვევენ პოპულაციის გენოფონდის მთლიანობას. ასეთი მუტაციების დაბალი ადაპტური მნიშვნელობისა და ლეტალური მოქმედების გამო ირღვევა პოპულაციის გენეტიკური მდგრადობა. რამდენადაც ასეთი მუტაციები პოპულაციებში უარყოფითი სელექციური ღირებულების გამო ვერ ინარჩუნებენ მდგრადობას, ამდენად, შედარებით შეზღუდულია მათი როლიც პოპულაციაში გენეტიკური პოლიმორფიზმის გაძლიერების საქმეში.

ამ მხრივ მთავარ როლს გენური ან სხვა სახის მიკრომუტაციები ასრულებენ. პოპულაციის გენეტიკური პოლიმორფიზმის შექმნაში განსხვავებულია თვით დომინანტური და რეცესიული გენური თუ სხვა მიკრომუტაციების მნიშვნელობა. როცა მუტაცია დომინანტურია, მაშინ ეფექტურად ებმება გადარჩევის მაკონტროლებელი მოქმედება გენის სელექციური სარგებლიანობის შეფასებაში და ძირითადად ერთლოკუსიანი გადარჩევის შედეგად მისგან საკმაოდ სწრაფად გაიწმინდება პოპულაცია ან იგი მალე გახდება პოპულაციის მთელი გენოფონდის კუთვნილება.

გაცილებით რთულია რეცესიული ხასიათის მუტაციების ბედი. მათი სელექციური სარგებლიანობის შეფასება, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ შუალედურ ეფექტს, გადარჩევას შეუძლია მხოლოდ ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში, როცა მათ

აქვთ სათანადო ფენოტიპური ეფექტი. ეს კი შესაძლებელია მაშინ, როცა პოპულაცია უკვე გაჯერებულია ასეთი ტიპის მუტაციებით. მხოლოდ მსგავს შემთხვევაში იქმნება ჰეტეროზიგოტების შეჯვარებისა და რეცესიული გენების ჰომოზიგოტიზაციის პირობა. ასე რომ, სხვადასხვა მუტაციას ევოლუციურ არენაზე გამოსვლისათვის განსხვავებული დრო სჭირდება. ასევე განსხვავებულია მათი ევოლუციური ბედიც. რეცესიული გენები უმეტესად სელექციურად საზიანოა პოპულაციისათვის, მაგრამ ის მაინც მრავლდება პოპულაციაში და ხდება ამგვარი მუტაციებით პოპულაციის გაჯერება. პოპულაციის გენოფონდში მსგავსი ტიპის მუტაციების არსებობა წოდებულია, როგორც *გენეტიკური ტვირთი.* ასეთი მუტაციური რეზერვის არსებობას დიდი როლი აქვს გადარჩენისათვის ელემენტარული ევოლუციური მასალის მიწოდების თვალსაზრისით. პოპულაციური პოლიმორფიზმი განსაკუთრებული სიძლიერით ვლინდება სელექციურად ნეიტრალური მუტაციების მიხედვით.

პოპულაციის პოლიმორფულობა დადასტურებულია მოლეკულურ დონეზეც. ელექტროფორეზული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ დროზოფილის პოპულაციებში ბევრ ფერმენტულ ლოკუსს ახასიათებს პოლიმორფულობა. შესწავლილი 19 ფერმენტული ლოკუსიდან 42% პოლიმორფული აღმოჩნდა, ამასთანავე დადგენილია, რომ ზოგიერთი ფერმენტის გენები არ არიან ნეიტრალური სელექციურობის თვალსაზრისით (როგორც ამას ვარაუდობს კიმურა).

ცალკეული ალელის მიხედვით პოპულაციის ჰეტეროგენურობას სხვა მნიშვნელოვანი როლიც აქვს. დადგენილია, რომ პოპულაციებში ჰეტეროზიგოტები მეტი უბირატესობით სარგებლობენ, ჯერ ერთი იმიტომ, რომ შეგუების თვალსაზრისით გაცილებით მეტი პლასტიკურობით ხასიათდებიან. მეორე მხრივ, ჰეტეროზიგოტებს ჰომოზიგოტებთან შედარებით უფრო ფართო რეაქციის ნორმა აქვთ.

ამდენად, მათ გაცილებით მეტი შესაძლებლობები გააჩნიათ ადაპტური მოდიფიკაციების წარმოქმნისათვის. ამას თუ დავუმატებთ იმასაც, რომ ჰეტეროზიგოტურობას ხშირად ახლავს

„ჰიბრიდული ძალის“ (ჰეტეროზისის) გამოვლინება, გასაგები გახდება ჰეტეროზიგოტურობის მრავალმხრივი მნიშვნელობა გადარჩევისათვის.

გენეტიკური პოლიმორფიზმის უმნიშვნელო წყაროს არც გენთა დრეიფები და გენური ნაკადები წარმოადგენენ. პოპულაციათა შორის გენეტიკური ბარიერების არარსებობა იძლევა პოპულაციებში სხვადასხვა გზით ახალი გენებისა თუ გენური ბლოკების მოხვედრის საშუალებას.

გენეტიკური პოლიმორფიზმის შექმნაში, რა თქმა უნდა, მთავარი როლი ახალი გენების გავლენით პოპულაციის გენოტიპური შემადგენლობის ცვალებადობას განეკუთვნება. მაგრამ არც თუ მცირე მნიშვნელობა აქვს სხვადასხვა გენოტიპში ასეთი გენების კომბინაციებით, მათი დომინანტობისა და ექსპრესირების სხვადასხვაობით ან გენთა ურთიერთგავლენით ფენოტიპური მრავალფეროვნების გამოწვევის შესაძლებლობებს.

ყოველივე ზემოთქმული და კიდევ სხვა მთელი რიგი კანონზომიერებანი, რომლებიც დაკავშირებული არიან პოპულაციის გენეტიკურ პოლიმორფიზმთან, ქმნიან ფონს გადარჩევის მოქმედებისათვის. უბირველესად, იგი გამოიხატება გადარჩევისათვის მასალის მოწოდებასა და თვით გადარჩევის ობიექტის (ორგანიზმის) მრავალფეროვნებაში.

გამოდის, რომ პოპულაციური პოლიმორფიზმი გადარჩევისათვის უმნიშვნელოვანეს წინაპირობას წარმოადგენს. თუმცა რიგი მეცნიერებისა (ი. ალტუხოვი) ვარაუდობს, რომ პოლიმორფული პოპულაცია, როცა ის ამ ნიშნით გადახრილია ისტორიული ოპტიმუმისაგან, განიცდის დეგრადაციას და არ იძლევა არავითარ ევოლუციურ სიახლეს. ალტუხოვი თვლის, რომ პოპულაციური პოლიმორფიზმი მხოლოდ სახეობაშიდა ადაპტაციაა და არა ევოლუციური გარდაქმნის შესაძლებლობა. ალტუხოვისა და რიჩკოვის გამოკვლევებით, პოპულაციაში გენომის ის ლოკუსები, რომლებიც განაპირობებენ შიდაპოპულაციურ პოლიმორფიზმს, მთელი გენომის მხოლოდ ერთ მესამედს შეადგენენ, დანარჩენი ორი მესამედი ნაწილი მონომორფულია. სწორედ ეს ლოკუსები განაპირობებენ სახესპეციფიკურ ნიშნებს და ხასიათდებიან მაღალი ხარისხის კონსტანტურობით. მათი აზრით, გამოდის, რომ გენომის

მონომორფული ნაწილი აკოდირებს მხოლოდ სახესპეციფიკურ ცილებს, რაც აკონტროლებს კიდეც სახეობრივი ნიშნების განვითარებას. ხსენებული მეცნიერები თვლიან, რომ პოპულაციის გენეტიკური პოლიმორფულობა არ არის მიკროევოლუციის აუცილებელი წინაპირობა, იგი უბრალოდ, პოპულაციის ადაპტური შესაძლებლობის გამოხატულებაა, რაც თავის მხრივ, სახეობრივი თავისებურებებით არის განპირობებული. ისინი ამ საკითხებში არ ეთანხმებიან ევოლუციის სინთეზურ თეორიას.

მიუხედავად განსხვავებული შეხედულებებისა, ასეთივე არგუმენტაციით შეგვიძლია დავასაბუთოთ, რომ პოპულაციური პოლიმორფიზმი გადარჩევის მოქმედების შედეგიცაა.

საქმე იმაშია, რომ გადარჩევა პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნების სელექციურ სარგებლიანობას თუ საზიანო მნიშვნელობას აფასებს ფენოტიპურად მათი გამოვლენის თავისებურების მიხედვით. ამდენად, როცა გენეტიკურად განსხვავებული შიდაპოპულაციური ჯგუფები ფენოტიპის დონეზე განსხვავებული სელექციური მაჩვენებლებით ხასიათდებიან, მაშინ გადარჩევა, აძლევს რა უპირატესობას სხვადასხვა ფენოტიპს, ამით გარკვეულად პოპულაციებში და მათ თაობებში ამაგრებს შესაბამის გენებს, გენოტიპებსა და გენთა ბლოკებს. შედეგად, ხშირად პოპულაციებში გენეტიკურად განსხვავებულ ჯგუფებს შორის მყარდება გარკვეული წონასწორი თანაფარდობა. რასაც, როგორც ადრე ითქვა, ბალანსურ პოლიმორფიზმს უწოდებენ.

ბალანსური პოლიმორფიზმის მიზეზი ზოგჯერ შეიძლება იყოს ერთი გენის მრავალმხრივი ალელიზმის სახით არსებობა პოპულაციაში. როგორც ცნობილია, როცა სხვადასხვა ალელი და მათი დაჯგუფებები განსხვავებულ ფენოტიპურ ეფექტს ავლენენ, ასეთი მრავალფეროვანი პოპულაციური ჯგუფების მიუხედავად, ფენოტიპური კონტრასტულობა პოპულაციისათვის შეიძლება ადაპტურად მაინც სასარგებლო იყოს. ასეთი ალელები ხშირად შესაბამის ფენოტიპურ ჯგუფებს გადარჩენის მეტ შანსს აძლევენ წლის სეზონების მიხედვით. ამის საუკეთესო მაგალითად ბაღის ლოკოკინა (Cepaea namorallis) გამოდგებოდა. მასში ერთი გენის სხვადასხვა ალელი იწვევს ნიჟარის მკვეთრად განსხვავებულ

შეფერილობას (ვარდისფერი, ყავისფერი, ყვითელი და გარდამავალი). მათ მასიურად ანადგურებენ ფრინველები, განსაკუთრებით კი — მომღერალი შაშვი. ფრინველებს კარგი მხედველობა აქვთ და მათგან თავდაცვა ლოკოკინას სჭირდება წლის ყოველ სეზონში. ნიუარის სხვადასხვა ფერი კარგად არის შეხამებული სხვადასხვა ტიბის ტყის თუ წლის სეზონების ფონთან და ამით სახეობას უკეთესი შანსი ეძლევა გადარჩენისათვის. აქ სახეზეა გადარჩევის მიერ დაბალანსებული გენოტიპური და ფენოტიპური პოლიმორფიზმი. ბალანსური პოლიმორფიზმის გამოვლენის თვალსაჩინო სახედ შეიძლება განვიხილოთ ჩვეულებრივ ფურისულაში (Primula officinalis) მტვრიანებისა და ბუტკოს სიმაღლის მიხედვით ყვავილების დიმორფიზმის უნარი. ერთსა და იმავე მცენარეზე ამ ნიშნით განსხვავებული ყვავილების არსებობა საუკეთესო შეგუებულობაა მწერებით დამტვერვასთან ან კიდევ წყლის ისარფოთოლას ფოთლების ფორმის ცვალებადობა წყლისა თუ ხმელეთის ბირობების შესაბამისად.

ყოველ ლოკალურ პოპულაციას ახასიათებს მისთვის დამახასიათებელი პოლიმორფული ტიპების წონასწორობა, რომლებიც ჩამოყალიბებულნი არიან გენთა ნაკადებისა და სხვადასხვა ფორმის გადარჩევის მოქმედებით. ამის საუკეთესო მაგალითია სისხლის ჯგუფების მიხედვით ადამიანის პოპულაციური შემადგენლობის დაბალანსებული თანაფარდობა დედამიწის სხვადასხვა რეგიონში.

გარდა ბალანსური პოლიმორფიზმისა, შეიძლება არსებობდეს გარდამავალი პოლიმორფიზმიც. გარდამავალი პოლიმორფიზმი ატარებს დროებით ხასიათს. ეს ხდება მანამ, ვიდრე მაკონტროლებელი გადარჩევის გავლენით ერთი ტიპის ფორმები არ შეიცვლებიან მეორეთი.

პოპულაციებში ამგვარი პროცესების შედეგად მისი გენოფონდის ფარგლებში გამომუშავდება გარკვეული, გენეტიკურად დარეგულირებული, გენოტიპური და ფენოტიპური თანაფარდობა, რომელიც სპეციფიკურია ყოველი პოპულაციისათვის და მისი მდგრადობის შენარჩუნების მექანიზმით განისაზღვრება პოპულაციის გენეტიკური პომეოსტაზის სიძლიერე.

ყოველივე ეს ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების შედეგად ყალიბდება.

გადარჩევა გენეტიკური პოლიმორფიზმის სტაბილიზაციას უზრუნველყოფს ფენოტიპური ანუ შეგუებითი თავისებურებების მიხედვით. ამის ხაზგასასმელად ხმარობენ ტერმინს — ადაპტური პოლიმორფიზმი.

გამოდის, რომ გადარჩევა აკონტროლებს კიდეც გენეტიკურ პოლიმორფიზმს ადაპტური პოლიმორფიზმის სახით. ამ საქმეში თავისებური მნიშვნელობა აქვს გადარჩევის ყოველი ფორმის მოქმედებას. მასტაბილიზებელი გადარჩევა იწვევს პოპულაციური პოლიმორფიზმის მდგრადობის შენარჩუნებას, მამოძრავებელი კი უზრუნველყოფს ახალი ადაპტური ჯგუფების წარმოშობას, ხოლო დიზრუპციული კი განაპირობებს პოპულაციის ფარგლებში ახალი განსხვავებული დაჯგუფებების ჩამოყალიბებას.

გენეტიკური პოლიმორფიზმი მასტაბილიზებელი გადარჩევის კონტროლის ქვეშ უზრუნველყოფს პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურის წონასწორობის შენარჩუნებას კონკრეტულ საარსებო პირობებში, ხოლო ამ უკანასკნელის მკვეთრი ცვლილებების დროს ქმნის ნაყოფიერ პირობებს მამოძრავებელი გადარჩევის ინტენსიური მოქმედებისათვის.

საბოლოოდ, ყველა ეს პროცესი ერთ მთლიანობაში არეგულირებს პოპულაციური პოლიმორფიზმის ჩამოყალიბების, სრულყოფისა და მდგრადობის შენარჩუნების განმსაზღვრელ მექანიზმებს, რაც აწესრიგებს პანმიქტურ პოპულაციებში დამახასიათებელი გენეტიკური სტრუქტურის შენარჩუნებას გარკვეულ გარემო პირობებში. პოპულაციის ასეთ გენეტიკურ მდგომარეობას *გენეტიკურ ჰომეოსტაზს* უწოდებენ.

მაშასადამე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ პოპულაციის გენეტიკური (გენური, ქრომოსომური, გენომური მუტაციების მიხედვით, ასევე გენეტიკური ეფექტებით, რაც დაკავშირებულია გენთა ურთიერთქმედებასთან) პოლიმორფიზმი ბუნებრივი გადარჩევის წინაპირობაა, ხოლო პოპულაციათა ბალანსური (ადაპტური) პოლიმორფიზმი გადარჩევის შედეგს წარმოადგენს.

მიკროევოლუცია, როგორც პოპულაციაში მოქმედი ევოლუციური გარდაქმნების ერთიანობა

წინა თავებში დასაბუთებული იქნა, თუ რატომ წარმოადგენს პოპულაცია ელემენტარულ ევოლუციურ სტრუქტურას (ერთეულს). ამასთანავე, უკვე გავეცანით ელემენტარულ ევოლუციურ ფაქტორებს, განვიხილეთ მათი მოქმედების მექანიზმი და შედეგები. ახლა უკვე შეგვიძლია დავრწმუნდეთ, თუ რატომაა შესაძლებელი პოპულაციაში ელემენტარული ევოლუციური გარდაქმნების განხორციელება ანუ როგორ მიმდინარეობს მიკროევოლუციური პროცესები.

როგორც აღნიშნული იყო, მიკროევოლუციის ქვეშ გულისხმობენ ევოლუციურ გარდაქმნებს პოპულაციების დონეზე, რომლებიც იწყება შიდაპოპულაციური დაჯგუფებების წარმოქმნით და მთავრდება ახალ სახეობათა წარმოშობით.

გამოდის, რომ მიკროევოლუცია არის პოპულაციის ადაპტური ტრანსფორმაციის პროცესი, რომელიც რეგულირდება ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორების ერთობლივი მოქმედებით.

პოპულაციის ევოლუციური გარდაქმნისათვის საჭიროა:

1. არსებობდეს გადასარჩევ ობიექტთა სიმრავლე. რაკი გადარჩევა ეფუძნება სელექციურობის პრინციპს, იგი ვერ ხორციელდება მეორე შესაბირისპირებელი (შესადარებელი) ობიექტის გარეშე. ამდენად, გადარჩევა მხოლოდ რიცხობრივი სიმრავლის პირობებში შეიძლება განხორციელდეს. ამ მოთხოვნას ყოველმხრივ აკმაყოფილებს პოპულაცია, რადგანაც იგი ყოველთვის რიცხობრივი სიმრავლით ხასიათდება;
2. გადასარჩევი ობიექტი უნდა იყოს ინდივიდუალური. ისინი გენოტიპურად და ფენოტიპურად უნდა განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისაგან. ამასთანავე, განსხვავება უნდა არსებობდეს სელექციური (ბიოლოგიურად საჭირო) ნიშნების მიხედვით. შესაძლებელი უნდა იყოს ასეთი თავისებურებების დამაგრება (გადაცემა) თაობებში.

მართლაც, პოპულაციები საკმაოდ გამოკვეთილი გენეტიკური მრავალფეროვნებით ხასიათდებიან. ამას კიდევ

უფრო აძლიერებს მუტაციური პროცესი. თავისუფალი პანმიქსია ქმნის პირობებს კომბინაციური და რეკომბინაციური ცვალებადობის თითქმის ამოუწურავი შესაძლებლობისათვის. ცვალებადობის დამატებითი რეზერვი ხდება რეცესიული მუტაციების ჰომოზიგოტიზაცია, რასაც ემატება გენის დრეიფები და გენური ნაკადები. ასე რომ, პოპულაცია შეიცავს მდიდარ მასალას გადარჩევის მოქმედებისათვის;

3. პოპულაციის შიგნით და პოპულაციათაშორის ურთიერთობა, პოპულაციაში შემავალი გენოტიპების განსხვავებული სელექციური მაჩვენებლები განსხვავებული სიმწვავით განაპირობებენ არსებობისათვის ბრძოლის სხვადასხვა ფორმის გამოვლენის შესაძლებლობებს. ასეთ ფონზე პოპულაციაში უკვე იქმნება პირობები, რომ დაიწყოს მოქმედება გადარჩევამ — მოხდეს სელექციური უპირატესობის მქონე გენოტიპების გადარჩენა, თაობებში მათი გამრავლება და ამასთანავე, საზიანო (უარყოფითი) სელექციური თვისებების მქონე გენოტიპებისა და პოპულაციური ჯგუფების ელიმინაცია. ამ საქმეში ერთდროულად მონაწილეობს ელემენტარულ ევოლუციურ ფაქტორთა ერთობლიობა. მას გამოჰყავს ცვალებადი პოპულაცია ევოლუციურ არენაზე, ხოლო შემდგომ პროცესებს წარმართავს და არეგულირებს ბუნებრივი გადარჩევა. გამოდის, რომ პოპულაცია ის პლაცდარმია, სადაც მიმდინარეობს მიკროევოლუციური გარდაქმნები.

ასეთი პროცესების მსვლელობა თანდათან იწვევს პოპულაციათა ფენოტიპური ჯგუფების განცალკევებას (პოპულაციის ადაპტური პოლიმორფიზმი). იწყება დივერგენტული პროცესები. ინდივიდუალურ გადარჩევასთან ერთად პროცესში ერთვება გადარჩევის მოქმედება უფრო მაღალ — ჯგუფურ დონეზე. ამოქმედდება იზოლაციური პროცესებიც. ყოველივე აღნიშნული იწვევს პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურის ცვალებადობას (მისი გენოფონდის მორგებას ახალი პირობებისადმი), ძლიერდება განსხვავება პოპულაციურ დაჯგუფებებს შორის, თანდათან ყალიბდება სხვადასხვა რანგის პოპულაციური დაჯგუფება (ეკოლოგიური და გეოგრაფიული

რასები) და პროცესები მიდის ახალი სახეობების ჩამოყალიბებისაკენ.

სქემატურად წარმოდგენილ ამგვარ ელემენტარულ ევოლუციურ გარდაქმნებს ეფუძნება, სწორედ, მიკროევოლუციური პროცესები.

ასეთი გარდაქმნების ევოლუციურ შედეგებს წარმოადგენს: 1. ახალი ადაპტაციების ჩამოყალიბება, 2. ახალი სახეობების წარმოშობა და 3. ცოცხალი სამყაროს გრადაციული განვითარება პროგრესულ დიფერენცირებასთან ერთად.

მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ბალანსის ბიოლოგიური რეგულაცია ცოცხალ სამყაროში

მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის როლის ზოგადი შეფასება

ევოლუციური მოძღვრების ერთ-ერთ ყველაზე საკამათო საკითხს წარმოადგენს მეთოდოლოგიური პრობლემები მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის თანაფარდობის შესახებ ევოლუციის პროცესში. ევოლუციური განვითარების შედეგად ცოცხალ სამყაროში მყარდება მაქსიმალური მიზანშეწონილობა (მოწესრიგებულობა), მაშინ, როცა ევოლუციური გარდაქმნისათვის საჭირო მასალა (მემკვიდრეობითი ცვალებადობა, განსაკუთრებით — მუტაციები) შემთხვევითი ცვალებადობის გზით წარმოიქმნება. ამიტომაც, ძალიან ძნელდება, შეუთავსო ერთმანეთს ცოცხალ სამყაროში ასეთი შემთხვევითი ცვალებადობის გზით მაქსიმალური მოწესრიგებულობის ჩამოყალიბების შესაძლებლობა. აღნიშნული პრობლემა არაერთი ორთოგენეზური ევოლუციური მიმართულების საფუძველი გამხდარა. ისინი, დაწყებული არისტოტელეს „ენტელექიით“, ლამარკის „შინაგანი სწრაფვის“, დე-ფრიზის „შინაგანი ენერგიის“, კორჟინსკის „წარმომქმნელი ძალის“, ოსბორნის „არისტოგენეზის“, ბერგის „ნომოგენეზისა“

და სხვათა მიერ უცნობი შინაგანი ევოლუციური ძალების აღიარებით დამთავრებული, ცდილობენ მაქსიმალური მოწესრიგებულობის ჩამოყალიბება ცოცხალ სამყაროში დაუკავშირონ ცოცხალისათვის ღვთის მიერ ნაბოძები შინაგანი შესაძლებლობის აღიარებას, რასაც მკაცრად უპირისპირდება ევოლუციის თანამედროვე ორთოსელექციური კონცეფცია. ამდენად, მიზანშეწონილია, საგანგებოდ იქნეს განხილული მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ურთიერთდამოკიდებულების პრობლემა ევოლუციურ განვითარებაში.

როგორც ცნობილია, მემკვიდრეობა უზრუნველყოფს გენეტიკური მასალის (დნმ), უჯრედისა და საერთოდ, ცოცხალი ორგანიზმის კვლავწარმოქმნის (კვლავგანახლების) პროცესს, ცოცხალი სისტემისათვის დამახასიათებელი ბიოქიმიური შემადგენლობის, სასიცოცხლო პროცესების რეგულაციური მდგრადობის შენარჩუნებას (ჰომეოსტაზს), ორგანიზმის ინდივიდუალური განვითარების პროცესში მათ ეტაპობრივ გარდაქმნას და განსაზღვრავს საარსებო პირობების შესაბამისად მათი შესაძლო ვარირების ფარგლებს. ყოველივე ეს უზრუნველყოფს თაობებში ინდივიდთა გენეტიკური თავისებურებებისა (გენოტიპი) და შესაბამისი ნიშან-თვისებების (ფენოტიპი) გარკვეულად მდგრად, მაგრამ ამასთანავე, ახლებურ რეკონსტრუქციას.

მემკვიდრეობის გარეშე შეუძლებელი იქნებოდა, ერთი მხრივ, ცოცხალში სასიცოცხლო პროცესებისა და მეორე მხრივ, თაობათა მდგრადობა დროში. მემკვიდრეობის გარეშე ვერ მოხერხდებოდა ცოცხალ ორგანიზმში სასიცოცხლო პროცესების რეგულაციური კონტროლი ინდივიდუალური განვითარების პროცესში. უფრო მეტიც, ორგანიზმი, როგორც მდგრადი სისტემა, ვერ იარსებებდა საერთოდ. თუ არა მემკვიდრეობა, შეუძლებელი იქნებოდა თაობათა წარმოქმნა, გაქრებოდა ყოველგვარი მსგავსება მშობელსა და შთამომავლობას შორის. ეს კი ნიშნავს იმას, რომ სიცოცხლე ვერ შეინარჩუნებდა არსებობას დროში. სწორედ, მემკვიდრეობის წყალობით ხდება, რომ ინდივიდები (ორგანიზმები), როგორც წესი, კვდებიან, ხოლო შესაბამისი ბიოლოგიური დაჯგუფება (პოპულაცია, სახეობა და ა.შ.) არსებობას განაგრძობს. მაშასადამე, თაობათა

კვლავგანახლების წყალობითაა შესაძლებელი სიცოცხლის მდგრადობა დროში.

რაც შეეხება ცვალებადობას, იგი იწვევს ცოცხალში მემკვიდრეობის მიერ დაპროგრამებული ორგანიზებულობის დარღვევას. მემკვიდრული ცვლილებები, განსაკუთრებით კი მუტაციები, ცოცხალში იწვევენ ევოლუციურად ჩამოყალიბებული მემკვიდრული მდგრადობის ანუ ორგანიზებულობის დეზორგანიზაციას. ამდენად, ცვალებადობა მემკვიდრეობის საბირისპირო მოვლენაა, მაგრამ სიცოცხლისათვის ისიც არანაკლებ აუცილებელი თვისებაა. თავის მხრივ, ცვალებადობა ცოცხალში ახალი ორგანიზებულობის ჩამოყალიბების პირობა ხდება, რაც აუცილებელია ცოცხალის არსებობისათვის, როგორც მემკვიდრულად განპირობებული მდგრადობა. ცვალებადობა იძლევა მასალას გარემოსთან ცოცხალი სისტემის შეგუებისა და მისი სტრუქტურული და ფუნქციური სრულყოფისათვის (პროგრესი).

ცოცხალი — ეს ისეთი სისტემაა, რომელიც გამუდმებულ კავშირშია საარსებო გარემოსთან და მის გარეშე არსებობა არ შეუძლია. საარსებო გარემო კი იცვლებოდა გეოლოგიური პერიოდების მანძილზე და კვლავაც შეიცვლება მომავალში. გარემოში ძირეული ცვლილებები მოხდა დედამიწაზე სიცოცხლის გაჩენის შემდეგ. ერთი მხრივ, ცოცხალის გავლენა არაცოცხალ (აბიოტურ) გარემოზე, რაც განსაკუთრებით გაძლიერდა ადამიანის წარმოშობის შემდეგ, ხოლო მეორე მხრივ, თვით ცოცხალი ორგანიზმების ურთიერთგავლენა (ბიოტური გარემო) მნიშვნელოვნად აძლიერებს და მომავალში კიდევ უფრო საგრძნობს გახდის ცვლილებებს საარსებო გარემოში.

ცოცხალი არსება გარემოს გარეშე ვერ იარსებებს, ცოცხალის ორგანიზებულობა გარემოსთან ურთიერთობის შედეგია, გარემოს ცვლილება ცოცხალის ორგანიზებულობის სათანადო გარდაქმნის გარეშე თვით ცოცხალის განადგურებამდე მივა. ამდენად, ცოცხალის არსებობა დროში აუცილებლად მოითხოვს მისი ორგანიზებულობის გარდაქმნას გარემოს ცვლილების შესაბამისად. ასეთი გარდაქმნა (ადაპტოგენეზი)

ცოცხალში შეუძლებელია მემკვიდრეობითი ცვალებადობის გარეშე.

გამოდის, რომ ცოცხალის არსებობა დროში შეუძლებელი იქნებოდა, როგორც მემკვიდრეობის, ასევე ცვალებადობის გარეშე.

როგორც ვხედავთ, ვლინდება საყოველთაოდ ცნობილი კანონზომიერება: ორი, თითქოსდა, ურთიერთგამომრიცხავი მოვლენა (ცვალებადობა და მემკვიდრეობა) განაპირობებს და სრულყოფს ერთმანეთს და უზრუნველყოფს ერთ ფენომენს — სიცოცხლის არსებობას დროში.

რამდენადაც ცვალებადობა და მემკვიდრეობა სიცოცხლის არსებობისათვის უპირობოდ აუცილებელი და ამასთანავე, ურთიერთსაწინააღმდეგო პროცესებია, ამდენად, ცოცხალ სამყაროში ევოლუციურად გამომუშავდა მექანიზმები, რომლებმაც ცოცხალ სისტემებში გარკვეულად დაარეგულირეს მათი თანაფარდობის ბიოლოგიურად სასარგებლო ბალანსი.

მემკვიდრული მასალის გენეზისისა და მისი შემდგომი ევოლუციის პროცესში მემკვიდრეობის მდგრადობის ბიოლოგიური სარგებლიანობა განაპირობებდა მთელ ცოცხალ სამყაროში ისეთი თავისებურებების გაჩენას, რომლებიც მოლეკულური, ქიმიური, ბიოლოგიური თუ სხვა სახის რეგულაციით უზრუნველყოფდა თაობებში ყველა დონის ბიოორგანიზებულობის კვლავწარმოქმნის, მდგრადობის შენარჩუნებისა და შესაბამისი სტრუქტურების კანონზომიერი განაწილებისათვის საჭირო სტაბილური მექანიზმების ჩამოყალიბებას. მსგავსი მექანიზმები თვალში საცემია მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებათა რეგულაციის ყველა დონეზე. იგი გამოხატულებას პოულობს, როგორც მემკვიდრული მასალის მოლეკულური ორგანიზაციის, სტრუქტურული სპეციფიკურობის, კვლავწარმოქმნისა და ფუნქციონირების თავისებურებების, უჯრედულ და ორგანიზმულ თაობებში განაწილების მექანიზმებისა და ასევე ფილოგენეტურად შესაბამისი პროცესების რეგულატორული სრულყოფის თვალსაზრისითაც. ინტერესმოკლებული არ იქნება ასეთი მექანიზმების მოკლედ განხილვა.

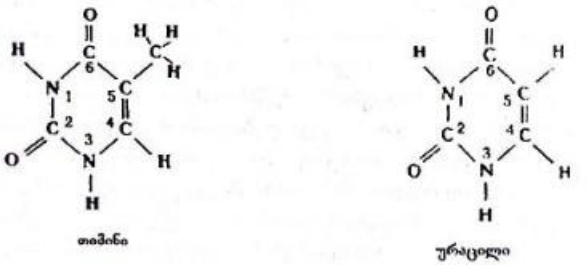
მემკვიდრეობის სტაბილიზაციის ძირითადი მექანიზმები ცოცხალ სამყაროში

დნმ-ას მოლეკულის სტრუქტურული თავისებურებები, როგორც მემკვიდრეობის სტაბილიზაციის საშუალება

როგორც ადრე იყო აღნიშნული, მემკვიდრული მასალის ევოლუციის პროცესში რნმ-ას, როგორც ცილის სინთეზისათვის საჭირო ინფორმაციის მატარებელი მოლეკულების შეცვლა დნმ-ათი, მისი ფუნქციური სრულყოფის გარდა, მემკვიდრეობის სტაბილურობის შენარჩუნების მექანიზმების გამომუშავებასთანაც იყო დაკავშირებული.

როგორც ცნობილია, რნმ და დნმ მთელი რიგი თავისებურებებით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. განსხვავება არის როგორც მოლეკულის შემადგენლობის, ასევე სტრუქტურული თავისებურებებისა და ორგანიზაციის მიხედვითაც.

რნმ ქიმიურად შედგება აზოტოვანი ფუძეებისაგან: ადენინი (ა), გუანინი (გ), ციტოზინი (ც) და ურაცილი (უ), დნმ-ში კი ურაცილი შეცვლილია თიმინით (სურ. 23).



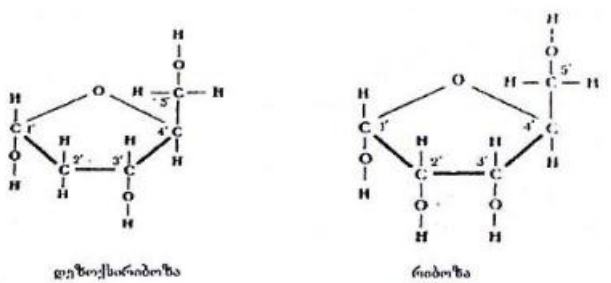
სურ. 23. ბირიმიდინული ფუძეები, რითაც რნმ განსხვავდება დნმ-საგან. *დნმ შეიცავს თიმინს, რნმ – ურაცილს.*

თიმინისა და ურაცილის ქიმიური თავისებურებები ორმაგი წყალბადური ბმების წარმოქმნის სიძლიერის მიხედვით კომპლემენტურ აზოტოვან ფუძესთან (ადენინთან), შესაძლოა,

განსხვავებული იყოს. ამასთან, გამორიცხული არ არის, რომ კომპლემენტარობის ხარისხი თიმინს ქიმიურად უფრო ძლიერი აქვს, ვიდრე ურაცილს. შესაძლოა, ამითაა განპირობებული, რომ მემკვიდრული მასალის მოლეკულური ევოლუციის პროცესში რნმ-დან დნმ-ზე გადასვლისას ურაცილი შეიცვალა თიმინით. ეს უკანასკნელი დნმ-ას მოლეკულას მეტ მდგრადობას სძენს ადენინთან უფრო საიმედო წყალბადური კავშირების დამყარების ხარჯზე.

როგორც ცნობილია, დნმ-ში მემკვიდრული ინფორმაცია მოლეკულის გასწვრივ აზოტოვანი ფუძეების (შესაბამისად, ნუკლეოტიდების) თანმიმდევრობის თავისებურებითაა განპირობებული. ამდენად, აზოტოვანი ფუძეების ლოკალიზაციის სიმყარე განსაზღვრავს დნმ-ას მემკვიდრული მდგრადობის სიძლიერეს.

ანალოგიური მსჯელობა შეიძლება დნმ-ას ნახშირწყლოვანი ჯგუფების მიმართაც. ცნობილია, რომ დნმ შეიცავს დეზოქსირიბოზას, ხოლო რნმ — რიბოზას. მათ შორის ძირითადი განსხვავება ისაა, რომ დეზოქსირიბოზა ერთით ნაკლებ OH-ჯგუფს შეიცავს (სურ. 24). ამასთანავე ცნობილია,



დეზოქსირიბოზა რიბოზა

სურ. 24. ნუკლეინის მჟავების შემადგენლობაში შემავალი შაქარი.

რომ დნმ-ას მოლეკულაში აზოტოვანი ფუძე, სწორედ, დეზოქსირიბოზას უკავშირდება. რამდენადაც შაქარი რიბოზა დეზოქსირიბოზასთან შედარებით OH-ის მეტ რაოდენობას შეიცავს, რაც გარკვეულად განსაზღვრავს მისი ფუძე-თვისების

შესუსტებას, ამდენად, ერთით ნაკლები OH ჯგუფის შემცველი დეზოქსირიბოზა მეტი ფუძე-თვისებით ხასიათდება და, შესაძლოა, ფოსფორმჟავას ნაშთთან უფრო მტკიცე ქიმიურ კავშირს ამყარებს, ვიდრე რიბოზა. ეს კი ხელს უშლის სხვადასხვა ფაქტორის ზემოქმედებისას დიეთერული კავშირების გაწყვეტას და ხელს უწყობს დნმ-ას გვერდითი ჯაჭვის სიმტკიცეს. ანალოგიურად, შეიძლება მსგავსი მექანიზმებით განისაზღვროს დნმ-ში შაქართან აზოტოვანი ფუძის დაკავშირების სიძლიერეც. როგორც თიმინის, ასევე დეზოქსირიბოზას მონაწილეობა დნმ-ას მოლეკულაში აძლიერებს მოლეკულურ მდგრადობას (რნმ-ასთან შედარებით). გარდა აღნიშნულისა, დნმ-ას მოლეკულაში ურაცილის შეცვლა თიმინით, შესაძლოა, დაკავშირებული იყოს რეპარაციის უნარის გაძლიერებასთან.

მემკვიდრეობის სტაბილიზაციის საქმეში დნმ-ას მოლეკულის სტრუქტურული თავისებურებებიდან ყველაზე მთავარი უნდა იყოს მისი ორჯაჭვიანობა.

ცნობილია, რომ რნმ-ასაგან განსხვავებით (იგი ერთჯაჭვიანია) დნმ-ას მოლეკულა ორჯაჭვიანი სტრუქტურით ხასიათდება. თანაც, მთელ ცოცხალ სამყაროში ჯაჭვები ანტიპარალელურია და ქიმიურადაც არაფრით არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. დნმ-ას შემცველ პრო- თუ ეუკარიოტულ (უბირთვო თუ ბირთვიან) ორგანიზმებში დნმ-ას გასწვრივი ჯაჭვები იქმნება დეზოქსირიბოზასა და ფოსფორმჟავას ნაშთების მკაცრი მორიგეობითი დაკავშირებით. ეს თავისთავად ნიშნავს, რომ დნმ-ას ამ ჯაჭვებს მემკვიდრული ინფორმაციის კოდირებაში რაღაც განსაკუთრებული როლი არ უნდა ჰქონდეთ. დნმ-ას უოტსონ-კრიკისეული სტრუქტურული მოდელის მიხედვით, მართლაც, გვერდითი ჯაჭვები ქიმიურად უნივერსალურია მთელ ცოცხალ სამყაროში და ისინი ემსახურებიან მხოლოდ მოლეკულის გასწვრივ განლაგებული აზოტოვანი ფუძეების სტაბილურად ფიქსირების საქმეს. მემკვიდრული მასალის ორჯაჭვიანობის შემთხვევაში აზოტოვანი ფუძეების თანმიმდევრობის სტაბილიზაცია გაცილებით უფრო ძლიერია, ვიდრე ერთჯაჭვიანობის დროს. უკანასკნელ შემთხვევაში აზოტოვანი ფუძის მდგრად ფიქსაციას

განაპირობებს არა მარტო დეზოქსირიბოზასთან დაკავშირება, არამედ წყალბადური ბმებით კომპლემენტურ აზოტოვან ფუძესთან ქიმიური კავშირიც და განსხვავებაც დაშორების მანძილში კომპლემენტურ ფუძეებს შორის. მოლეკულაში აზოტოვანი ფუძეების ორმხრივი კავშირების არსებობა კი დნმ-აში უფრო საიმედოს ხდის ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის და, შესაბამისად, მემკვიდრული ინფორმაციის (გენეტიკური კოდის) შედარებით სტაბილურობას.

დნმ-ას ორჯაჭვიანობა რომ მართლაც ძირითადად მხოლოდ მემკვიდრული მასალის გენეტიკური მდგრადობის შენარჩუნებას ემსახურება, ამის სასარგებლოდ ის არგუმენტიც გამოდგება, რომ მემკვიდრული ინფორმაციის მატარებელია დნმ-ას არა ორივე ჯაჭვი, არამედ მხოლოდ ერთი, ე.წ. მატრიცული ჯაჭვი. მეორე კი, როგორც ჩანს, ემსახურება მხოლოდ მატრიცული ჯაჭვის მდგრადობის შენარჩუნებას.

დნმ-ას ორჯაჭვიანობის მემკვიდრული მდგრადობის მასტაბილიზებელი ფუნქცია კარგად ჩანს დნმ-ას რეპარაციის დროსაც, როცა ორთავე ჯაჭვი ასრულებს მატრიცულ ფუნქციას მეორე ჯაჭვის დაზიანებული ნაწილების აღდგენაში.

უჯრედში მემკვიდრული მასალის ორგანიზაცია, როგორც მემკვიდრეობის სტაბილიზაციის საშუალება

მემკვიდრეობის სტაბილიზაციის განმაპირობებელი ფაქტორები მოლეკულურ დონეზე

დნმ-ას ორჯაჭვიანი მოლეკულა დეზოქსირიბოზასთან აზოტოვანი ფუძეების დაკავშირების კუთხის სხვადასხვაობისა და თერმოდინამიკური კანონზომიერებების გამო ეხვევა ჰიპოთეტური ღერძის გარშემო. პირველადი სტრუქტურა გადადის მეორეულ და უფრო მაღალი ხარისხის სტრუქტურაში და იგი ღებულობს სამ განზომილებიან სივრცობრივ ორგანიზაციას. დამატებითი შიდამოლეკულური კავშირები, მოლეკულის სივრცობრივი

მდგრადობა და შედარებით ინერტულ მდგომარეობაში მისი გადასვლა მოლეკულის სტაბილიზაციის ფუნქციას ემსახურება. იოლი წარმოსადგენია, რომ აღნიშნული თავისებურება მოლეკულის მდგრადობის შენარჩუნების ეფექტური საშუალებაა. ამიტომაცაა, რომ დნმ სწორედ ამ სახით ინახება ცოცხალში.

მემკვიდრული მასალის ორგანიზაციის თვალსაზრისით არანაკლებ საინტერესოა ცილებთან მისი დაკავშირება და ე.წ. ნუკლეოპროტეიდების წარმოქმნა. სწორედ, ამ სახით (ქრომატინი) არსებობს მემკვიდრული მასალა არააქტიურ მდგომარეობაში (როცა არ ხდება ავტორეპროდუქცია და ტრანსკრიპცია) ცოცხალ უჯრედებში.

ცნობილია, რომ დნმ-ას გასწვრივი ჯაჭვების შენებაში მონაწილე ფოსფორმჟავას ნაშთი $\left(\begin{matrix}OH\\|\\HO\text{-}P\text{-}OH\\\|\\O\end{matrix}\right)$ჰიდროქსილის სამ ჯგუფს შეიცავს. აქედან ორი ხმარდება მის ზევით და ქვევით განლაგებულ დეზოქსირიბოზასთან დაკავშირებას. ერთი OH-ის ჯგუფი რჩება თავისუფალი და განსაზღვრავს დნმ-ას მჟავურ თვისებას. აღნიშნული თავისუფალი კავშირების ხარჯზე დნმ უკავშირდება უჯრედულ ცილებსა (განსაკუთრებით აქტიურად კი — ფუძე ტიპისას, როგორიცაა პროტამინები და ჰისტონები) და მეტალებს.

ასეთ მდგომარეობაში არსებული დნმ (ქიმიურად შედარებითი ინერტულობისა და ორგანიზაციული თავისებურებების გამო) უფრო მდგრადია გარემო ფაქტორების ზემოქმედებისადმი და ინარჩუნებს თავის სპეციფიკურ სტრუქტურას. ამით საიმედოდაა დაცული მემკვიდრული ინფორმაციის მდგრადობა.

მსგავს ფუნქციურ თავისებურებას უნდა ემსახურებოდეს ქრომატინისაგან ქრომოსომური სტრუქტურების ჩამოყალიბება. ქრომოსომები, როგორც მორფოლოგიურად გაფორმებული სტრუქტურული წარმონაქმნები, ყალიბდებიან მხოლოდ უჯრედული ციკლის იმ ეტაპზე, როცა იწყება გაორმაგებული მემკვიდრული მასალის განაწილება შვილეულ უჯრედებში (საკუთრივ მიტოზისა და მეიოზის დროს). ინტერფაზაში

მემკვიდრული მასალის გაორმაგების შედეგად ყალიბდება ქრომატიდურ-ქრომოსომური სტრუქტურები. თითეული ქრომოსომა ყოველთვის ორი, ზუსტად იდენტური ქრომატიდისაგან შედგება. ქრომატიდებისა და ქრომოსომების ჩამოყალიბება ხდება დნმ-ასთან დაკავშირებული ცილების სპირალიზაციისა და კონდენსაციის გზით.

ქრომოსომების ამგვარ ორგანიზაციას ორგვარი მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს: ერთი მხრივ, ქრომოსომაში მაქსიმალური კომპაქტურობის გამო (ცილებთან მყარი კავშირი, სპირალიზაცია, კონდენსაცია, ზოგიერთი ქრომოსომის სიმყარის განმაპირობებელი ქიმიური ელემენტების — Mg, Ca და სხვათა არსებობა) საიმედოდ ინახება უჯრედის დაყოფის პროცესში მემკვიდრული ნივთიერება. მეორე მხრივ, ასეთი ორგანიზაცია საუკეთესო საშუალებაა უჯრედულ თაობებში მემკვიდრული მასალის კანონზომიერი განაწილებისათვის (იხ. „მემკვიდრული მასალის ფუნქციონირების თავისებურებანი, როგორც მემკვიდრეობის სტაბილიზაციის საშუალება“), რაც ასევე მემკვიდრული სტაბილიზაციის აუცილებელი პირობაა.

მემკვიდრული მასალის სტაბილურობის განმაპირობებელი ორგანიზაციული თავისებურებანი ვლინდება არა მარტო მოლეკულურ და ქრომოსომურ, არამედ უჯრედისა და ორგანიზმის დონეზეც.

მემკვიდრული მასალის სტაბილიზაციის განმაპირობებელი ფაქტორები უჯრედის დონეზე

ცნობილია, რომ მემკვიდრული მასალა ლოკალიზებულია უჯრედის ბირთვში, ციტოპლაზმაში კი ხდება მემკვიდრული ინფორმაციის რეალიზაცია უჯრედულ დონეზე. ამიტომაც, ზოგჯერ პოპულარულ ლიტერატურაში უჯრედს სახელმწიფოს ადარებენ, სადაც ბირთვი დედაქალაქის ფუნქციას ასრულებს. არც თუ ისე უსაფუძვლოა ასეთი შედარება. მართლაც, სახელმწიფოს დედაქალაქში პარლამენტი ფუნქციონირებს და კანონებს აყალიბებს, ხოლო სახელმწიფოს

დანარჩენი ნაწილი ემსახურება ამ კანონების რეალიზაციას და კანონების შესაბამისი წესით ცხოვრობს. დედაქალაქის ადგილად, ჩვეულებრივ, ქვეყნის ცენტრალურ ნაწილს ირჩევენ. ჯერ ერთი იმიტომ, რომ იქიდან შესაძლოა თანაბარი გავლენა ყველა რეგიონზე, ხოლო მეორე მხრივ, ქვეყნის ცენტრში ლოკალიზებული დედაქალაქი უფრო მეტადაა დაცული უცხო ძალების თავდასხმისა და ზეგავლენისაგან. ეს მოთხოვნები თითქოს მთლიანადაა უზრუნველყოფილი უჯრედში მემკვიდრულ მასალასთან მიმართებაში.

მემკვიდრული მასალა უჯრედის ბირთვშია ლოკალიზებული და უჯრედებში, სადაც დნმ თავის მემკვიდრულ ფუნქციას ასრულებს, ბირთვი ძირითადად ცენტრალურ მდებარეობას იკავებს. ეს პირველყოვლისა, შეეხება გონიალურ და ემბრიონულ (არადიფერენცირებულ დაყოფად) უჯრედებს. მართალია, ზოგიერთი ტიპის ფუნქციურად დიფერენცირებულ უჯრედში შეცვლილია ბირთვის მდებარეობა და საერთო თვისებები, ამასთანავე, მისი მემკვიდრული მასალა უმოქმედოდ კი არაა, არამედ ფუნქციონირებს (ჰეტეროსინთეზური ინტერფაზის დროს, როცა უჯრედი სპეციალიზებულია და ყოველთვის ასინთეზებს რაღაც სპეციფიკურ ნივთიერებას – სეკრეტორული, ნერვული და სხვა უჯრედები), მაგრამ ასეთი უჯრედები, ჩვეულებრივ, ახალი უჯრედული და საერთოდ, შვილეული თაობების წარმოქმნაში აღარ მონაწილეობენ და მათი მემკვიდრული აპარატის არამდგრადობა ბიოლოგიურად ნაკლებად საშიშია.

უჯრედის მემკვიდრული აპარატი ბირთვის ცენტრალური მდებარეობით საიმედოდ არის დაცული ბირთვშიდა არამემკვიდრული მასალით (კარიოლიმფა და სხვა), ბირთვის გარსის ორმაგი მემბრანით (თითოეული სამშრიანია, ისევე, როგორც პლაზმური მემბრანა), ციტოპლაზმითა და უჯრედის მემბრანით. მემკვიდრული მასალის ამგვარი ორგანიზაცია მისი მდგრადობის შენარჩუნებასაც ემსახურება.

მემკვიდრული მასალა დამატებითი დამცველობითი ორგანიზაციული თავისებურებებით ხასიათდება მრავალუჯრედიან ორგანიზმებში. ეს პროცესები სულ უფრო სრულყოფილი

ხდება ცოცხალი სამყაროს ორგანიზაციული დონეების სრულყოფის შესაბამისად.

მემკვიდრული აპარატის მდგრადობის ორგანიზაციული თავისებურებანი ორგანიზმის დონეზე

ევოლუციურად მრავალუჯრედიანობის წარმოშობის საწყის ეტაპზევე ხდება საჩანასახო უჯრედებისა და ქსოვილების დიფერენცირება და გამოცალკევება. ჯერ კიდევ კოლონიური ორგანიზმების დონეზე შეიმჩნევა გამრავლებისათვის სპეციალიზებული უჯრედების ფორმირება. ისინი შედარებით თავისუფლდებიან სხვა ფუნქციებისაგან და სიცოცხლის ფილოგენეტური დონეების შესაბამისად სპეციალიზდებიან გამრავლების ფუნქციის შესასრულებლად. თანდათან ყალიბდება საჩანასახო სასქესო ორგანოების ქსოვილები და ბოლოს — ორგანოები. ისინი იძენენ შედარებითი დამოუკიდებლობის უნარს და სრულყოფილი ხდება ორგანიზმის დონეზე მათი საიმედო დაცვის მექანიზმები. დავკმაყოფილდეთ ამ საკითხების მოკლე ანალიზით მხოლოდ ყვავილოვან მცენარეებსა და ძუძუმწოვრებში.

ყვავილოვან მცენარეებში, როგორც მდედრობითი, ასევე მამრობითი სასქესო უჯრედების ჩამოყალიბება ხდება გარემო პირობების უარყოფითი გავლენისაგან კარგად დაცულ სასქესო ორგანოებში. სხვა თვისებებთან ერთად მცენარის ყვავილი გარემო ფაქტორებისაგან საჩანასახო უჯრედების მემკვიდრული აპარატის დაცვის საუკეთესო ორგანიზაციული თავისებურებებით ხასიათდება. ჯერ ერთი, სასქესო უჯრედების ჩამოყალიბება — სპოროგენეზი და გამეტოგენეზი მიმდინარეობს დაცულ გარემოში, სასქესო ორგანოებში — ქსოვილის შიგნით. მეორე მხრივ, ეს პროცესები მცენარეთა უმეტესობაში მიმდინარეობს წლის ისეთ სეზონში, როცა პირობები ყველაზე ოპტიმალურია უჯრედების ნორმალური ცხოველმყოფელო-ბისათვის.

ორგანიზაციული თვალსაზრისით კარგად არის დაცული მიკრო- და მაკროსპოროგენეზური პროცესები, რადგანაც

დანარჩენი ნაწილი ემსახურება ამ კანონების რეალიზაციას და კანონების შესაბამისი წესით ცხოვრობს. დედაქალაქის ადგილად, ჩვეულებრივ, ქვეყნის ცენტრალურ ნაწილს ირჩევენ. ჯერ ერთი იმიტომ, რომ იქიდან შესაძლოა თანაბარი გავლენა ყველა რეგიონზე, ხოლო მეორე მხრივ, ქვეყნის ცენტრში ლოკალიზებული დედაქალაქი უფრო მეტადაა დაცული უცხო ძალების თავდასხმისა და ზეგავლენისაგან. ეს მოთხოვნები თითქოს მთლიანადაა უზრუნველყოფილი უჯრედში მემკვიდრულ მასალასთან მიმართებაში.

მემკვიდრული მასალა უჯრედის ბირთვშია ლოკალიზებული და უჯრედებში, სადაც დნმ თავის მემკვიდრულ ფუნქციას ასრულებს, ბირთვი ძირითადად ცენტრალურ მდებარეობას იკავებს. ეს პირველყოფილისა, შეეხება გონიალურ და ემბრიონულ (არადიფერენცირებულ დაყოფად) უჯრედებს. მართალია, ზოგიერთი ტიპის ფუნქციურად დიფერენცირებულ უჯრედში შეცვლილია ბირთვის მდებარეობა და საერთო თვისებები, ამასთანავე, მისი მემკვიდრული მასალა უმოქმედოდ კი არაა, არამედ ფუნქციონირებს (ჰეტეროსინთეზური ინტერფაზის დროს, როცა უჯრედი სპეციალიზებულია და ყოველთვის ასინთეზებს რაღაც სპეციფიკურ ნივთიერებას — სეკრეტორული, ნერვული და სხვა უჯრედები), მაგრამ ასეთი უჯრედები, ჩვეულებრივ, ახალი უჯრედული და საერთოდ, შვილეული თაობების წარმოქმნაში აღარ მონაწილეობენ და მათი მემკვიდრული აპარატის არამდგრადობა ბიოლოგიურად ნაკლებად საშიშია.

უჯრედის მემკვიდრული აპარატი ბირთვის ცენტრალური მდებარეობით საიმედოდ არის დაცული ბირთვშიდა არამემკვიდრული მასალით (კარიოლიმფა და სხვა), ბირთვის გარსის ორმაგი მემბრანით (თითოეული სამშრიანია, ისევე, როგორც პლაზმური მემბრანა), ციტოპლაზმითა და უჯრედის მემბრანით. მემკვიდრული მასალის ამგვარი ორგანიზაცია მისი მდგრადობის შენარჩუნებასაც ემსახურება.

მემკვიდრული მასალა დამატებითი დამცველობითი ორგანიზაციული თავისებურებებით ხასიათდება მრავალუჯრედიან ორგანიზმებში. ეს პროცესები სულ უფრო სრულყოფილი

ხდება ცოცხალი სამყაროს ორგანიზაციული დონეების სრულყოფის შესაბამისად.

მემკვიდრული აპარატის მდგრადობის ორგანიზაციული თავისებურებანი ორგანიზმის დონეზე

ევოლუციურად მრავალუჯრედიანობის წარმოშობის საწყის ეტაპზევე ხდება საჭანასახო უჯრედებისა და ქსოვილების დიფერენცირება და გამოცალკევება. ჯერ კიდევ კოლონიური ორგანიზმების დონეზე შეიმჩნევა გამრავლებისათვის სპეციალიზებული უჯრედების ფორმირება. ისინი შედარებით თავისუფლდებიან სხვა ფუნქციებისაგან და სიცოცხლის ფილოგენეტური დონეების შესაბამისად სპეციალიზდებიან გამრავლების ფუნქციის შესასრულებლად. თანდათან ყალიბდება საჭანასახო სასქესო ორგანოების ქსოვილები და ბოლოს — ორგანოები. ისინი იძენენ შედარებითი დამოუკიდებლობის უნარს და სრულყოფილი ხდება ორგანიზმის დონეზე მათი საიმედო დაცვის შექანიზმები. დავკმაყოფილდეთ ამ საკითხების მოკლე ანალიზით მხოლოდ ყვავილოვან მცენარეებსა და ძუძუმწოვრებში.

ყვავილოვან მცენარეებში, როგორც მდედრობითი, ასევე მამრობითი სასქესო უჯრედების ჩამოყალიბება ხდება გარემო პირობების უარყოფითი გავლენისაგან კარგად დაცულ სასქესო ორგანოებში. სხვა თვისებებთან ერთად მცენარის ყვავილი გარემო ფაქტორებისაგან საჭანასახო უჯრედების მემკვიდრული აპარატის დაცვის საუკეთესო ორგანიზაციული თავისებურებებით ხასიათდება. ჯერ ერთი, სასქესო უჯრედების ჩამოყალიბება — სპოროგენეზი და გამეტოგენეზი მიმდინარეობს დაცულ გარემოში, სასქესო ორგანოებში — ქსოვილის შიგნით. მეორე მხრივ, ეს პროცესები მცენარეთა უმეტესობაში მიმდინარეობს წლის ისეთ სეზონში, როცა პირობები ყველაზე ოპტიმალურია უჯრედების ნორმალური ცხოველმყოფელო-ბისათვის.

ორგანიზაციული თვალსაზრისით კარგად არის დაცული მიკრო- და მაკროსპოროგენეზური პროცესები, რადგანაც

სწორედ ამ დროს მიმდინარე რთული გარდაქმნების გამო მოსალოდნელია არასასურველი ცვლილებები მემკვიდრულ აპარატში.

ყვავილოვან მცენარეებში მემკვიდრეობის სტაბილიზაციის საშუალებას ორგანიზმის დონეზე უნდა წარმოადგენდეს ზოგიერთი ოჯახის მცენარეთა გადასვლა აპომიქტურ (თესლით გამრავლების სახე არაზიგოტური სომატური უჯრედების ხარჯზე) გამრავლებაზე. ამის კარგი მაგალითია Citrus-ის გვარი. ციტრუსებს ახასიათებს ინდუცირებული ტიპის პოლიემბრიონია (მრავალჩანასახიანობა). მათ ერთ თესლში შეიძლება არსებობდეს მრავალი ჩანასახი. აქედან ერთ-ერთი აუცილებლად ზიგოტურია (წარმოქმნილია განაყოფიერების შედეგად), დანარჩენი კი ვითარდება ნასკვის სომატური (ნუცელუსის თუ ტაპეტუმის) უჯრედებისაგან. დადგენილია, რომ ციტრუსში აპომიქტური გამრავლებისათვის დამტვერვა და განაყოფიერება აუცილებელი პირობაა. აქ დამატებითი (ნუცელარული) ჩანასახების ინდუცირება, სწორედ, სომატურ უჯრედებზე მტვრის მილის შიგთავსისა თუ ზიგოტის გავლენით ხდება. ასეთ მცენარეებში ზიგოტური ჩანასახები მემკვიდრეობითი ცვალებადობის ყველა იმ კანონზომიერებით ხასიათდებიან, რაც საერთოდ დამახასიათებელია სქესობრივი გამრავლებისათვის, ხოლო ნუცელარული ორგანიზმები დედა მცენარის კლონებს წარმოადგენენ და მთლიანად ინარჩუნებენ დედისეული გენების კომბინაციურ თავისებურებებს.

შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ რადგანაც ციტრუსებს სასიცოცხლო ციკლი საკმაოდ ხანგრძლივი აქვთ, აქ გვარის (როგორც ბოტანიკური დაჯგუფების) ფარგლებში ფაქტიურად არ არსებობს შეჯვარების გენეტიკური ბარიერები, ამიტომაც პოპულაციურ დონეზე ძნელდება მდგრადი სასარგებლო გენეტიკური ბალანსის მქონე ევოლუციური დაჯგუფების ჩამოყალიბება. ბიოლოგიურად სასარგებლო გენური ბალანსის მქონე ორგანიზმთა (რომლებიც არ დაექვემდებარებიან თაობებში დათიშვას) მდგრადობის შენარჩუნება, როგორც ჩანს, აქ დარეგულირდა აპომიქტური გამრავლების უნარის გაჩენით. ასეთი გზით გამრავლებისას Citrus-ის გვარი, ერთი მხრივ, ინარჩუნებს სქესობრივი გამრავლების უნარს მისთვის

დამახასიათებელი ბიოლოგიური უპირატესობებით, ხოლო მეორე მხრივ, უზრუნველყოფს ორგანიზმის დონეზე ბიოლოგიურად სასარგებლო გენური ბალანსის მდგრადობის შენარჩუნებას (მემკვიდრეობით სტაბილურობას) თაობებში.

სასქესო უჯრედების გენეტიკური აპარატის დაცვითი მექანიზმები კიდევ უფრო სრულყოფილია ცხოველთა სამყაროში, განსაკუთრებით კი ძუძუმწოვრებში. ძუძუმწოვრების სასქესო ორგანოების აგებულება და მათში სასქესო გამეტების ჩამოყალიბების მთელი გზა ამის საუკეთესო დასაბუთებაა. ეს კანონზომიერებები იმდენად კარგადაა ცნობილი, რომ მისი აღწერა საჭირო არაა.

განვიხილოთ ოოგენეზის (მდედრობითი სასქესო გამეტების ჩამოყალიბება) ზოგიერთი თავისებურება, რომელიც დაკავშირებულია საჩანასახო უჯრედების მემკვიდრეობითი სტაბილურობის შენარჩუნებასთან. როგორც ცნობილია, ადამიანში მდედრობით ჩანასახებში ჩანასახოვანი სასქესო ქსოვილი ემბრიოგენეზის ადრეულ სტადიაზე გამოცალკევდება. მისი უჯრედები სქესობრივი სიმწიფის სტადიამდე რაიმე სერიოზულ ცვლილებებს არ განიცდიან. მხოლოდ ორგანიზმის სქესობრივი სიმწიფის პერიოდში იწყება აქტიური პროცესები, რაც ოოგენეზსაც მოიცავს. საჩანასახო უჯრედების ასეთი ხანგრძლივი შესვენება უმთავრესად მათი მემკვიდრული აპარატის სტაბილურობის შენარჩუნებას ემსახურება. გასაგები ხდება, რომ რაც უფრო მეტადაა უჯრედები ფუნქციურად დატვირთული და რაც მეტ ეტაპობრივ გარდაქმნას განიცდიან ისინი, მით უფრო მეტი უჩვეულო ცვლილებაა მოსალოდნელი მათ გენეტიკურ აპარატში. ამ მიმართებით ჩანასახოვანი სასქესო უჯრედები ცვლილებებისაგან შედარებით დაცული არიან. მსგავსი პროცესები მეტ-ნაკლები ხარისხით ვლინდება მთელ ცხოველთა სამყაროში.

მემკვიდრული აპარატის სტაბილიზაციის თვალსაზრისით საინტერესო ცვლილებები ხდება სპერმატოგენეზის იმ სტადიაზე, როცა ადგილი აქვს სპერმატიდებისაგან (მეიოზური დაყოფის შედეგად მიღებული ჰაპლოიდი უჯრედები) სპერმატოზოიდების ჩამოყალიბებას (სპერმიოგენეზი ანუ სპერმატოზოიდების ფორმირების სტადია). ამ დროს საკმაოდ

ღრმა, სპეციალიზებულ გარდაქმნებს განიცდიან უჯრედული სტრუქტურები და მემკვიდრული აპარატი. სპერმატიდის ბირთვში მცირდება წყალი, იზრდება ფუძე ტიპის ცილების რაოდენობა. განსაკუთრებით იზრდება პროტამინების ხვედრითი წილი. ისინი მყარ ქიმიურ კავშირებს ამყარებენ სპერმატიდის დნმ-ას მოლეკულებთან და გადადიან რა მაქსიმალურად ინერტულ მდგომარეობაში, თითქმის ნახევრადკრისტალურ ორგანიზაციას იღებენ. ასეთ მდგომარეობაში სპერმატოზოიდის ბირთვი მაქსიმალურად დაცულია გაუთვალისწინებელი ცვლილებებისაგან. სპერმატიდის გოლჯის კომპლექსისაგან სპერმატოზოიდის წინა ნაწილში ყალიბდება სპეციალური წარმონაქმნი — აკროსომა ანუ ფარი. იგი კვერცხუჯრედის გარსებში შეღწევის პროცესში (განაყოფიერებისას) სპერმატოზოიდის მემკვიდრულ აპარატს იცავს დაზიანებისაგან.

ორგანიზმებში ზემოთ აღნიშნული და მრავალი სხვა ხასიათის თავისებურება დაკავშირებულია მემკვიდრული აპარატის ისეთ ორგანიზაციასთან, რომელიც ხელს უწყობს ორგანიზმის მემკვიდრული აპარატის მდგრადობის შენარჩუნებას თაობებში.

მემკვიდრული მასალის ფუნქციონირების თავისებურებანი, როგორც მემკვიდრეობის სტაბილიზაციის საშუალება

როცა ვსაუბრობთ მემკვიდრული მასალის (დნმ) ფუნქციონირების შესახებ, იგულისხმება პროცესთა ორი მთავარი ჯგუფი. პირველი ეხება დნმ-ას რეპლიკაციას, რომელიც განაპირობებს მემკვიდრული აპარატის თვითგანახლებას და უჯრედულ თუ ორგანიზმულ თაობებში მისი განაწილების კანონზომიერებებს. მეორე კი დაკავშირებულია გენებში ჩაწერილი მემკვიდრული ინფორმაციის რეალიზაციასთან, რაც ხორციელდება ტრანსკრიბციისა და ტრანსლაციის გზით. ამ დროს სინთეზირდება ინფორმაციული, ტრანსპორტული, რიბოსომული რნმ-ას მოლეკულები, გენის უშუალო პროდუქტები — პოლიპეპტიდები და მათგან წარმოქმნილი ცილა-ფერმენტები.

რამდენადაც ზემოთ აღნიშნული პროცესების დროს ხდება დნმ-ას ფუნქციონირება, ამდენად ამ დროსაა იგი ყველაზე აქტიური — თავისუფალია შემაკავშირებელი ცილებისაგან, დარღვეულია მოლეკულის ბუნებრივი სივრცობრივი კონფიგურაცია და მოკლებულია მისი მდგრადობის განმსაზღვრელი სხვა ფაქტორების გავლენას. ამიტომ სწორედ ამ დროსაა ყველაზე მაღალი რისკი დნმ-ას მოლეკულებში „შეცდომებისა“ და მოლეკულის მდგრადობის დარღვევისა. აღნიშნული პროცესების რეგულაციური თავისებურებანი იმგვარად ხორციელდება, რომ დნმ-ას მოლეკულები მაქსიმალურად არიან დაცული შეცდომებისაგან.

დნმ-ას რეპლიკაციის განმსაზღვრელი რეგულაციური ფაქტორები, როგორც მემკვიდრული მასალის სტაბილიზაციის საშუალება

ცნობილია, რომ მემკვიდრული მასალის კვლავწარმოქმნა ხდება უჯრედული ციკლის ინტერფაზის პერიოდში. სწორედ ინტერფაზაშია უჯრედი ფუნქციურად ყველაზე აქტიური. ინტერფაზულ მდგომარეობაში ხდება აგრეთვე მემკვიდრული ინფორმაციის რეალიზაცია და შესაბამისად, გენთა ფუნქციონირება. აქედან გამომდინარე, გამოყოფენ ორი ტიპის ინტერფაზას: ავტოსინთეზურს (როცა განახლებას განიცდის გენეტიკური აპარატი) და ჰეტეროსინთეზურს (როცა ფუნქციონირებს გენეტიკური აპარატი).

ავტოსინთეზურ ინტერფაზას გაივლის ყველა დაყოფადი უჯრედი — როგორც ემბრიონული, ასევე — ზოგიერთი დიფერენცირებულიც. მემკვიდრეობის სტაბილიზაციის თვალსაზრისით განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია გონიალური თუ სხვა ემბრიონული უჯრედები, რამდენადაც ისინი შეიძლება გახდნენ ახალი თაობის გენეტიკური თავისებურებების განმსაზღვრელი.

დიფერენცირებული უჯრედების დაყოფის წინ, ინტერფაზაში, როგორც ჩანს, უფრო ნაკლებადაა დაცული

მემკვიდრული მასალის მდგრადობა. ალბათ, უფრო აქტიურად ხდება მუტაციებიც და ამას ეფუძნება, სწორედ, ბიოლოგიური სიბერის მუტაციური თეორია. თვლიან, რომ დაყოფად თუ დაუყოფად სომატურ უჯრედებში ორგანიზმის ასაკის შესაბამისად გროვდება უარყოფითი მუტაციები, ირღვევა უჯრედის გენეტიკური ბალანსი, რაც იწვევს უჯრედშიდა ჰომეოსტაზური პროცესების მოშლას და უჯრედი განიცდის შეუქცევად ცვლილებებს, რაც წოდებულია სიბერედ.

ამ მხრივ შედარებით მეტადაა დაცული გონიალური და ემბრიონული უჯრედები. ასეთი უჯრედების დაყოფა უმეტესად ხდება ორგანიზმის ახალგაზრდა ასაკში. ასაკის მატებასთან ერთად ტემპი მცირდება და ბოლოს ქრება კიდეც. უნდა ვიფიქროთ, რომ ასაკის მატებასთან ერთად იზრდება უჯრედებში უარყოფით მუტაციათა დაგროვების შესაძლებლობა, ამიტომაც გონიალურ უჯრედებში დაცული აღარ იქნება მემკვიდრული მდგრადობა. სწორედ ამითაცაა განპირობებული გონიალური ქსოვილების ნაადრევი გამოცალკევება ემბრიოგენეზის დროს და მათი თითქმის კონსერვაცია სქესობრივი აქტიურობის ასაკამდე, სქესობრივი აქტიურობის ცვალებადობა ასაკის შესაბამისად და ა.შ.

მემკვიდრული მასალის მდგრადობის შენარჩუნების ხელშემწყობი პირობები იქმნება თვით ავტოსინთეზური ინტერფაზის პერიოდში. ცნობილია, რომ ინტერფაზის პერიოდში უჯრედში გამოყოფენ სამ ქვეფაზას: სინთეზისწინა (G_1), სინთეზის (S) და სინთეზის შემდგომს (G_2). პრესინთეზურ (ანუ სინთეზის წინა) პერიოდში უჯრედი ემზადება მაკრომოლეკულების სინთეზისათვის, განსაკუთრებით კი დნმ-ას გაორმაგებისათვის. წინასწარ სინთეზირდება დნმ-ას შენებაში მონაწილე ყველა ნუკლეოტიდი (აზოტოვანი ფუძის, დეზოქსირიბოზასა და ფოსფორმჟავას ნაშთის დაკავშირების გზით). ეს პროცესები საკმაოდ ხანგრძლივია, რადგანაც აქვე ხდება იმ აუცილებელი ფერმენტების წარმოქმნაც (დნმ-პოლიმერაზები და სხვა), რომლებიც აუცილებელია დნმ-ას ავტორეპროდუქციისათვის. სინთეზური პერიოდისათვის უჯრედი მომზადებულია ყოველმხრივ, როგორც მონომერებითა და ფერმენტებით, ასევე ენერგეტიკულად. ყოველივე ეს ქმნის

პირობებს იმისათვის, რომ დნმ-ას ავტოსინთეზური პროცესები განხორციელდეს უმოკლეს დროში და მოწესრიგებულად. რაც უფრო ხანმოკლე იქნება დნმ-ას მოლეკულის კვლავწარმოქმნა, მით უფრო მცირდება ამ დროს ფუნქციონირებად დნმ-აში მუტაციების აღმოცენების შესაძლებლობა.

დნმ-ას მოლეკულის მდგრადობის შენარჩუნებას ხელს უწყობს თვით დნმ-ას ავტორეპროდუქციის მექანიზმებიც. მეზელსონისა და სტალის მიერ მიკრობებში იზოტოპური აზოტის (N^{15}) გამოყენებითა და ტეილორის მიერ უმაღლეს ორგანიზმებში დნმ-ას ჯაჭვებში მძიმე წყალბადის (H^3) იზოტოპის ჩართვის კანონზომიერებების შესწავლის საფუძველზე დადასტურდა, რომ დნმ-ას რეპლიკაციას აქვს ნახევრადკონსერვატორული (ნახევრადგანახლებადი) ხასიათი. ეს იმას ნიშნავს, რომ დნმ-ას დედისეული მოლეკულიდან შვილეული მოლეკულების წარმოქმნის დროს დედისეული მოლეკულის ერთი ჯაჭვი უცვლელი ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობით გადადის ერთ შვილეულ მოლეკულაში, ხოლო მეორე დედისეული ჯაჭვი მონაწილეობს მეორე შვილეული მოლეკულის წარმოქმნაში. შვილეული მოლეკულების მეორე ჯაჭვები ახლად სინთეზირდებიან დედისეული ჯაჭვის მატრიცაზე მკაცრი კომპლემენტარობის წესით. რეპლიკაცია მოწესიგებული პროცესია და ხასიათდება მთელი რიგი კანონზომიერებებით: რეპლიკაციის საწყისი წერტილი ცის-მოქმედ საიტს წარმოადგენს. თუ რეპლიკაცია დაიწყო, იგი გრძელდება მანამ, სანამ არ მოხდება მთელი რეპლიკონის რედუპლიკაცია. ეუკარიოტულ გენომში (რომელიც მრავალ რეპლიკონს შეიცავს) რეპლიკაცია ყველა რეპლიკონში ერთდროულად არ მიმდინარეობს. ამასთან, ერთი უჯრედული ციკლის პერიოდში თითოეული რეპლიკონის გაორმაგება ხდება მხოლოდ ერთხელ.

გარკვეული თავისებურებებით ხასიათდება თვით რეპლიკაციის მსვლელობის პროცესიც. ის მთელ ქრომოსომაზე არ ხდება ერთდროულად, არამედ იწყება ქრომოსომის რომელიმე უბანზე და დნმ-პოლიმერაზას მეშვეობით ირღვევა დედისეული მოლეკულის ჯაჭვებს შორის წყალბადური კავშირები. ერთ ჯაჭვზე ეს პროცესი მიდის უწყვეტად $5^1—3^1$-ის

მიმართულებით, ხოლო იმავდროულად, საბირისპირო, კომპლემენტური ჯაჭვის მატრიცაზე ასევე 5^1—3^1-ის მიმართულებით სინთეზირდება რამდენიმე ნუკლეოტიდისაგან შემდგარი ფრაგმენტი (ოკაზაკის ფრაგმენტები). მათი შემდგომი დაკავშირება კი მაინც 3^1—5^1-ის მიმართულებით ხდება. ეს პროცესები საკმაოდ სწრაფად მიმდინარეობს და ვრცელდება ქრომოსომის ორივე მხარეს. წარმოქმნილი რეპლიკაციური ჩანგალი მას გადაანაცვლებს ქრომოსომის სხვა უბანზე, რასაც ხელს უწყობს წინასწარ სინთეზირებულ ნუკლეოტიდთა სიმრავლე (ეს აადვილებს კომპლემენტური ნუკლეოტიდების დაკავშირების სიჩქარეს) და ავტოსინთეზური პროცესების გენეტიკური მოწესრიგებულობის მაღალი დონე. ასე რომ, ამ შემთხვევაშიც დნმ-ას აქტიური ჯაჭვები არ რჩება თავისუფალი და სწრაფად აღიდგენენ სტაბილურ ორჯაჭვიან სტრუქტურას.

განხილული მექანიზმებით წარმოქმნილი შვილეული მოლეკულები ერთმანეთისა და დედა მოლეკულის იდენტურებია. გამოდის, რომ დნმ-ას მოლეკულაში კომპლემენტარობის ბრინციპი არა მარტო მოლეკულის ჯაჭვებს შორის მდგრადობის შენარჩუნებასა და ამით დნმ-ას მოლეკულის საერთო სტრუქტურულ სტაბილიზაციას უზრუნველყოფს, არამედ განაპირობებს დედისეული ჯაჭვის იდენტური კომპლემენტური ახალი ჯაჭვის შენებასაც მემკვიდრული მასალის კვლაწარმოქმნის პროცესში. ასეთი მექანიზმით შესაძლებელი ხდება, რომ მოლიანად იქნას დაცული ორივე შვილეულ ჯაჭვში დედისეული მოლეკულის ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის კონსერვატორული ბუნება. ყოველივე აღნიშნული თაობებში მემკვიდრული მდგრადობის შენარჩუნების ყველაზე რაციონალური მექანიზმია.

მემკვიდრეობის მდგრადობის უზრუნველყოფის თვალსაზრისით საუკეთესოდაა დარეგულირებული შვილეულ უჯრედებში გაორმაგებული მემკვიდრული მასალის კანონზომიერი განაწილების მექანიზმებიც.

მემკვიდრული მასალის განაწილების კანონზომიერებანი უჯრედის დაყოფის პროცესში, როგორც მემკვიდრეობის მდგრადობის შენარჩუნების პირობა

რეპლიკაციის შემდეგ წარმოქმნილი დნმ-ას შვილეული მოლეკულები სწრაფადვე უერთდებიან ცილოვან მოლეკულებს.

მათგან ჩამოყალიბდება შედარებით დამოუკიდებელი ქრომატიდური სტრუქტურები, რომლებიც ერთი ცენტრომერით არიან დაკავშირებულნი და მორფოლოგიურად ერთ ქრომოსომად არიან ორგანიზებულნი. სწორედ ამ ეტაპზე ჩანან უჯრედში ქრომოსომები, როგორც მორფოლოგიური სტრუქტურები. ასე რომ, უჯრედში ვიზუალურად გამოკვეთილი ყოველი ქრომოსომა ორმაგი ქრომატიდის სახითაა ორგანიზებული და იდენტური მემკვიდრული მასალისაგან შედგება (დისეული ქრომატიდები).

საკუთრივ მიტოზი ემსახურება მემკვიდრული მასალის ზუსტ და თანაბარ განაწილებას შვილეულ უჯრედებში. მეტაფაზაში ქრომოსომები ლოკალიზდებიან ეკვატორულ სიბრტყეში და უჯრედში ამ დროს ჩამოყალიბებული პოლარობის, ბიოელექტრული და ენერგეტიკული ძალებისა თუ აქრომატული გორგლის ძაფების მოქმედებით ყოველი ქრომოსომა ფიქსირდება ისე, რომ ერთი ქრომატიდით მიმართულია უჯრედის ერთი, ხოლო მეორე ქრომატიდით — მეორე პოლუსისაკენ. რაკი ქრომატიდები იდენტურებია (დისეული), მნიშვნელობა არა აქვს, რომელი ქრომატიდა რომელი პოლუსისაკენ იქნება მიმართული. თითისტარას ძაფებისა და სხვა უჯრედშიდა ძალების მოქმედებით ცენტრომერის ზონიდან ქრომატიდები შორდებიან ერთმანეთს, გადაიქცევიან შვილეულ ქრომოსომებად და გადაადგილდებიან სხვადასხვა პოლუსზე. ასე იქცევა უჯრედის ყველა ქრომოსომა, რის შედეგადაც საბოლოოდ წარმოქმნილი შვილეული უჯრედები გენეტიკურად იდენტურები იქნებიან და ერთმანეთის ასლებს წარმოადგენენ.

დნმ-ას რეპლიკაციური პროცესების შედეგად წარმოქმნილი შვილეული უჯრედები მემკვიდრული აპარატის მიხედვით ერთნაირებია და დედა უჯრედის ასლებს

წარმოადგენენ. ამგვარადაა უზრუნველყოფილი მიტოზის დროს უჯრედულ თაობებს შორის მემკვიდრული მდგრადობა, რაც განაპირობებს მიტოზის გენეტიკურ მნიშვნელობას.

როგორც ვხედავთ, მიტოზური ციკლის პერიოდში, მიუხედავად პროცესების სიმრავლისა და სირთულისა, მთლიანადაა უზრუნველყოფილი უჯრედის მემკვიდრული აპარატის სტაბილიზაცია.

დნმ-ში ჩაწერილი მემკვიდრეობითი ინფორმაციის რეალიზაციის პროცესი, როგორც მემკვიდრეობითი სტაბილიზაციის საშუალება

გენის ექსპრესირების (ფუნქციონირების) საერთო სქემა დღეს კარგად არის ცნობილი. ჩვეულებრივ, მემკვიდრული ინფორმაცია ცილის, ტრანსპორტული ან რიბოსომული რნმ-ას მოლეკულების სტრუქტურის შესახებ გენში კოდირებულია ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის წესით. გენი ამ ინფორმაციის საფუძველზე კომპლემენტარობის პრინციპის დაცვით დნმ-ას მატრიცაზე ასინთეზებს პირველად ტრანსკრიპტს, რომელიც განიცდის რა პროცესინგს (მომწიფებას), ყალიბდება უჯრედისათვის საჭირო სპეციფიკურ მოლეკულებად.

რამდენადმე თავისებურია პროცესების სქემა, როცა ხდება იმ გენების ექსპრესირება, რომელშიც ჩაწერილია პოლიპეპტიდის შენებისათვის საჭირო მემკვიდრული ინფორმაცია. ამ დროს გენური მატრიციდან ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობა (გენეტიკური კოდი) ჯერ გადაიწერება მატრიცულ ანუ ინფორმაციული რნმ-ას მოლეკულებზე. ისინი შემდეგ მიდიან ციტოპლაზმაში, დაუკავშირდებიან რიბოსომებს და დნმ-ადან მოტანილი ინფორმაციის საფუძველზე აშენებენ პოლიპეპტიდს. საბოლოოდ, დნმ-აში ჩაწერილი მემკვიდრული ინფორმაციის (კოდის) შესაბამისად ხდება ამინომჟავების დაკავშირება პოლიპეპტიდის შენების დროს.

გენეტიკურ კოდს ახასიათებს მთელი რიგი ზოგადი თვისებები:

- კოდი ტრიპლეტურია ბუნებისაა (შეიცავს სამ ნუკლეოტიდს);
- კოდი უნივერსალურია (არ იცვლება შესაბამისობა კოდსა და ამინომჟავას შორის) მთელი ცოცხალი სამყაროსათვის;
- კოდი იკითხება მძიმეების გარეშე (თუ ჩაემატება ან ამოვარდება რომელიმე ნუკლეოტიდი, გენში ირღვევა ტრიპლეტური კომბინაციები და იცვლება კოდის შინაარსი);
- არ ხდება კოდის გადაფარვა (ერთი და იგივე ნუკლეოტიდი ერთდროულად არ შეიძლება მონაწილეობდეს ორი კოდის შემადგენლობაში);
- კოდის შინაარსი შეიძლება შეიცვალოს მუტაციის გზით (მისენს-მუტაცია, როცა იცვლება კოდის შინაარსი და ნონსენს-მუტაცია, როცა კოდი ხდება უშინაარსო);
- კოდს ახასიათებს გადაგვარება (ხშირად, ტრიპლეტში მესამე ნუკლეოტიდის ცვლილება არ იწვევს კოდის შინაარსის ცვლილებას და მიიღება ე.წ. კოდონ-სინონიმები).

თავისთავად, აღნიშნული თავისებურებების ერთიანობა მთელ ცოცხალ სამყაროში გენის ფუნქციონირების საქმეში მემკვიდრეობის სტაბილურობის საუკეთესო გამოვლინებაა. გამოდის, რომ მემკვიდრეობამ უზრუნველყო მემკვიდრული ინფორმაციის რეალიზაციის პროცესში მთელ ცოცხალ სამყაროში თითქმის ერთიანი მოლეკულური მექანიზმების შენარჩუნება.

მიუხედავად ამისა, გენში ჩაწერილი ინფორმაციის ორგანიზაციის მიხედვით, გარკვეული განსხვავება არსებობს პროკარიოტებსა და ეუკარიოტებს შორის.

პროკარიოტების გენომი ცისტრონული ბუნებისაა, ე.ი. მათ გენებში პოლიპეპტიდის შენებისათვის საჭირო ინფორმაცია ჩაწერილია უწყვეტად, ოღონდ მხოლოდ ამინომჟავური თანმიმდევრობის შესახებ მაკოდირებელი (შინაარსიანი, მისენს) კოდონების საშუალებით. ამიტომაც პროკარიოტებში

ტრანსკრიპციის შემდეგ (დნმ-ადან ინფორმაციულ რნმ-აზე ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის გადაწერა კომპლემენტარობის პრინციპით) ტრანსლაცია (რნმ-ას კოდონური ინფორმაციის შესაბამისად, რიბოსომაში ამინომჟავების თანმიმდევრული დალაგება პოლიპეპტიდური ჯაჭვის შენების დროს) მიმდინარეობს უწყვეტად.

ეს პროცესები საკმაოდ განსხვავებულია ეუკარიოტებში. ეუკარიოტულ გენებს აქვთ ეკზონ-ინტრონული სტრუქტურა. ეს იმას ნიშნავს, რომ დნმ-ას შესაბამის უბანზე შინაარსიანი კოდონების (ეკზონი) წყებას მოჰყვება უშინაარსო (ინტრონი) კოდონის ჯგუფი. გენის ექსპრესიის პროცესში ინფორმაციული რნმ დნმ-ასაგან ინფორმაციას გადაიწერს უწყვეტად. ამიტომაც, ტრანსკრიპციის შემდეგ წარმოქმნილი ინფორმაციული რნმ შეიცავს შინაარსიანი და უშინაარსო კოდონების მქონე ინფორმაციას. ასეთ ინფორმაციულ რნმ-ას პროინფორმაციულ რნმ-ას უწოდებენ.

პროკარიოტებისაგან განსხვავებით, ეუკარიოტებში პროინფორმაციული რნმ განიცდის პროცესინგს (პოპულარულ ენაზე მას რედაქტირებას უწოდებენ). სპეციალური ფერმენტების (ნუკლეაზები-რესტრიქტაზები) საშუალებით ის იჭრება ეკზონ-ინტრონულ საზღვრებზე დიეთერული კავშირების გაწყვეტის შედეგად და შემდეგ ლიგაზების („წკერავი“ ფერმენტები) საშუალებით ეკზონები პირდაპირ უკავშირდებიან ერთმანეთს (სპლაისინგი) ისე, რომ გენში ეკზონური თანმიმდევრობა არ ირღვევა. ასეთი მომწიფებული ინფორმაციული რნმ შემდეგ მიდის რიბოსომებში და ხდება ტრანსლაცია.

სავარაუდოა, რომ ეუკარიოტებში გენთა ამგვარი სტრუქტურა გენისა და საერთოდ, მემკვიდრეობის სტაბილიზაციის საქმეს ემსახურება.

საქმე იმაშია, რომ რაც უფრო მაღალ საფეხურზე დგას ცოცხალი ორგანიზაციული დონის მიხედვით, მით უფრო სრულყოფილია მასში შინაგანი და გარეგანი ჰომეოსტაზური პროცესები, მით უფრო უზრუნველყოფილია ორგანიზმის მთლიანობა, დიფერენციაციის პროპორციულად ამაღლებულია ორგანიზმში ინტეგრაციული დონე. ამიტომაც, ორგანიზმი შიდა და გარე ჰარმონიული ბალანსის მიხედვით რთული

ინტეგრაციული სისტემაა და მასში შემთხვევითი მუტაციური ცვლილებები პროკარიოტებთან შედარებით უფრო მეტად დაარღვევს ევოლუციურად ჩამოყალიბებულ ბალანსს.

ამან განაპირობა იმის აუცილებლობა, რომ კოდში შემთხვევითი მუტაციების გარკვეული რაოდენობა რაღაც მექანიზმებით გაუვნებელყოფილიყო და მას არ მოეხდინა მადისბალანსებელი გავლენა მთელ ორგანიზმზე. უნდა ვიფიქროთ, რომ გენის ინტრონული უბნები — ეს ის მუტირებული კოდონებია (ნონსენს-კოდონები), რომლებიც ორგანიზმმა გააუვნებელყო იმით, რომ მათ, თითქოსდა, „აუკრძალა“ შემდგომი მემკვიდრული ფუნქცია. თუ ეს ვარაუდი მისაღებად ჩაითვლება, მაშინ ამავე მექანიზმით შეიძლება აიხსნას ქრომოსომის ჰეტეროქრომატინული უბნების არსებობაც.

გენისა და ქრომოსომების ასეთი უშინაარსო ინფორმაციის მქონე უბნებმა შემდგომში შეიძინეს კიდეც გარკვეული ფუნქცია. გენებში ასეთი კოდონები ხშირად ტერმინაციულ (ინფორმაციის დამასრულებელ) ფუნქციას ასრულებენ, ქრომოსომებში კი — ახალი გენების წარმოქმნის ფუნქციას (რადგანაც ნორმალური გენის მუტირება სერიოზულ უარყოფით ეფექტს იწვევს ორგანიზმში, ჰეტეროქრომატინულ უბნებში ასეთი ცვლილებები ორგანიზმისათვის უარყოფით ეფექტს არ იძლევა და იქმნება საშუალება მუტაციისა და გადარჩევის მოქმედებით ახალი სასარგებლო გენების წარმოქმნისათვის).

მსგავსი მექანიზმით შეიძლება აიხსნას ე.წ. კოდონ-სინონიმების არსებობაც. ცნობილია, რომ ყოველი კოდი (ტრიპლეტი) შეესაბამება გარკვეულ ამინომჟავას (კოლინეარობის პრინციპი). კოდის შინაარსი განისაზღვრება ტრიპლეტში ნუკლეოტიდების ტიპებით და მათი თანმიმდევრობით. ტრიპლეტებად დალაგებული ოთხი ტიპის ნუკლეოტიდი იძლევა 64 კომბინაციას (კოდონს), მაშინ, როცა ცილის სინთეზში მონაწილეობს ძირითადად 20 ტიპის ამინომჟავა. აღმოჩნდა, რომ ზოგიერთი ტრიპლეტი უშინაარსოა და ტერმინაციულ ფუნქციას ასრულებს (უაგ-ამბერ, უაა-ოხრა, უგა-ოპალი). დანარჩენი 61 კოდონი 20 ჯგუფად იყოფა და თითოეული ჯგუფი შეესაბამება ერთ კონკრეტულ ამინომჟავას. სწორედ, მათ უწოდებენ კოდონ-

სინონიმებს. ეტყობა, აქაც კოდონის მესამე ნუკლეოტიდის ცვალებადობა (მუტაციის გზით) ნაკლებად აისახება ამინომჟავის კოდირებაში და ამით ხდება კოდონური მუტაციების უარყოფითი ეფექტის მოხსნა. სწორედ, ეს უდევს საფუძვლად კოდის გადაგვარების თვისებას.

როგორც ვხედავთ, გენის ექსპრესირების ნორმალური მსვლელობის დარღვევის თავიდან ასაცილებლად ეუკარიოტებში ჩამოყალიბდა მთელი რიგი სავარაუდო შეგუებულობანი, რაც საბოლოო ანგარიშში ემსახურება მემკვიდრეობის სტაბილიზაციის საქმეს.

მემკვიდრული მასალის ფუნქციონირებასთან დაკავშირებული მემკვიდრეობის მასტაბილიზებელი მექანიზმები მარტო განხილულით არ შემოიფარგლება. ამის კიდევ ერთ გამოხატულებას წარმოადგენს მემკვიდრული მასალის რეპარაციის (დაზიანებული ნაწილების აღდგენა) უნარი.

დნმ-ას რეპარაციული მექანიზმები, როგორც მემკვიდრეობითი სტაბილიზაციის საშუალება

მემკვიდრული მასალის სხვა მასტაბილიზებელ ფაქტორთა შორის ყველაზე გამორჩეულია რეპარაცია. ამ შემთხვევაში მემკვიდრული მასალის სტაბილურობის რეგულაცია ხდება დნმ-ას მოლეკულაში დაზიანებული ნაწილების აღდგენის უნარით. მუტაგენური (მუტაციის გამომწვევი) ფაქტორების ზემოქმედებით დნმ-ას ცალკეულ ჯაჭვში შეცვლილი უბნები უჯრედებში არსებული მუდმივმოქმედი კონსტიტუტიური (ძირითადი, არსებითი) თუ ინდუცირებული ფერმენტების მოქმედებით ამოიკვეთება და შეიცვლება თავდაპირველი ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის მქონე ფრაგმენტებით. თუ ვერ ხორციელდება დნმ-ას ჯაჭვების თავდაპირველი მდგომარეობის აღდგენა, მაშინ ხდება მუტაცია. გამოდის, რომ დნმ-ას მოლეკულაში მუტაგენური ფაქტორების მოქმედებით გამოწვეული ბირველადი ცვლილებები მუტაციის ფიქსაციის მხოლოდ საწყისი ეტაპია. ასეთი პოტენციური

ცვლილებები შემდგომში შეიძლება აღდგენილი იქნას. დნმ-ას მოლეკულის მდგრადობის მოსალოდნელობა რეპლიკაციის პროცესში შეადგენს 10^{-5}—10^{-7}-ს. მაგრამ გენომში ნუკლეოტიდთა დიდი სიმრავლე (ადამიანის უჯრედში იგი შეადგენს $3{,}3\times10^{9}$) განაპირობებს მუტაციის აღმოცენებას ერთი უჯრედული თაობის განმავლობაში რამდენიმე სტრუქტურულ გენში. ასეთი „შეცდომების" გასწორება ხდება რეპარაციული მექანიზმებით.

ბაქტერიებსა და სოკოებში უკვე აღმოჩენილია ათეულობით გენი, რომლებიც აკონტროლებენ უჯრედების რეპარაციულ უნარს. როცა ფაგ λ-ში დეფექტური იყო რეპარაციული დნმ-პოლიმერაზები, ცალკეულ გენთა მუტირების ხარისხი იზრდებოდა 10^{3}-ჯერ.

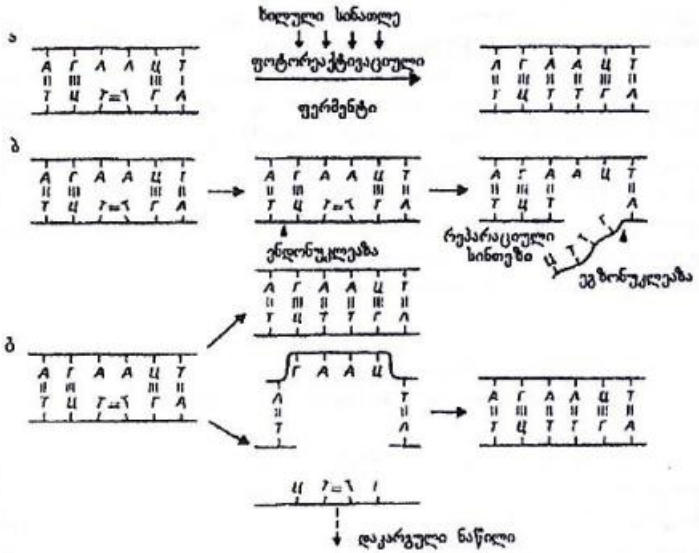
გამოყოფენ დნმ-ას დაზიანებული ნაწილების რეპარაციის ორ ძირითად ტიპს: *წინარეპლიკაციურს* და *რეპლიკაციის შემდგომს*.

ბაქტერიებზე ულტრაიისფერი სხივების მოქმედებით დადგინდა, რომ მაღალია მისი ლეტალური ეფექტი. ამის მიზეზი აღმოჩნდა ბაქტერიის დნმ-ას მოლეკულაში მეზობლად თუ სხვადასხვა მდგომარეობაში მყოფი თიმინის ფუძეების კოვალენტური ბმების ხარჯზე ე.წ. თიმინის დიმერების წარმოშობა. როცა დასხივებული ბაქტერიები ამყოფეს განათებულ პირობებში, სიკვდილიანობა მკვეთრად შემცირდა. აღმოჩნდა, რომ განათებულ პირობებში იზრდება რეპარაციული ეფექტი და დიმერული კავშირები დნმ-ას მოლეკულაში ქრება. აღნიშნულ წინარეპლიკაციურ რეპარაციას *ფოტორეაქტივაციულს* უწოდებენ. როგორც ჩანს, სინათლის მოქმედებით აქტიურდება რეაქტივაციული ფერმენტი და იგი არღვევს კავშირებს თიმინის დიმერებს შორის. რაკი რადიაციითა თუ სხვა მუტაგენური ფაქტორებით ზემოქმედებისას დიმერების წარმოქმნის უნარი მხოლოდ თიმინს გააჩნია, შესაძლოა, ვიფიქროთ, რომ რნმ-ადან დნმ-აზე ევოლუციური გადასვლის პროცესში ურაცილის შეცვლა თიმინით ნაწილობრივ ამანაც განაპირობა. როგორც ჩანს, თიმინს აქვს უნარი, შთანთქოს ზემოქმედი ენერგია და იგი გამოიყენოს მეთილის ჯგუფებს შორის დროებით დიმერული კავშირის წარმოქმნაზე, რომელიც შემდეგში სინათლის ეფექტით კვლავ აღდგება. ამით საბოლოოდ

უზრუნველყოფილია მასზე მოქმედი ფაქტორის ზეგავლენით შექცევადი ცვლილებების აღმოცენება და დაზღვეულია დნმ-ას მოლეკულა იგივე ფაქტორის ზემოქმედებით შეუქცევადი ცვლილებებისაგან (რომლის რისკიც მაღალი იქნებოდა დნმ-აში ურაცილის არსებობისას). წინარეპლიკაციური რეპარაციის მეორე სახეა *ექსციზიური რეპარაცია*, როცა მუტაგენის მიერ გამოწვეული დარღვევა აღმოიფხვრება სიბნელის პირობებში. რეპარაციის სიბნელის ეფექტი უფრო მრავალეტაპობრივია. ამ დროს ხდება სპეციალური ენდონუკლეაზური ფერმენტებით დნმ-ას დაზიანებული ნაწილების „ამოჭრა". შემდგომ დნმ-პოლიმერაზას საშუალებით ხდება დნმ-ას აღნიშნული უბნის რეპლიკაცია დნმ-ას მეორე ჯაჭვის მატრიცის ბაზაზე და ლიგაზების საშუალებით ხდება მათი „ჩაკერება" დაზიანების ადგილას.

რეპლიკაციის შემდგომი რეპარაციის დროს დაზიანებული ნაწილის აღდგენა ხდება უშუალოდ რეპლიკაციის პროცესში დისეული მოლეკულის შესაბამისი დაუზიანებელი ნაწილის მატრიცული რეკომბინაციის გზით. შედეგად შეიცვლება დაზიანებული ჯაჭვის ნაწილი (სურ. 25).

გამოყოფენ აგრეთვე *SOS* და *არაგეგმიანი რეპარაციის მექანიზმებს*. არაგეგმიანი სინთეზი ანუ შეფარდებით სუსტი სინთეზი ექსციზიური რეპარაციის დონის ერთ-ერთი მაჩვენებელია. ასეთი სუსტი სინთეზი წარმოებს არა ნახევრადკონსერვატორული მექანიზმით, არამედ დნმ-ას ძველ ძაფში ხდება ახლადსინთეზირებული ნუკლეოტიდების ჩართვა. SOS რეპარაცია კი გულისხმობს უჯრედის მყისიერ პასუხს ისეთ ზემოქმედებაზე, რომელიც დნმ-ას დაზიანებას იწვევს. ამ დროს უჯრედში იწყება ერთ-ერთი ცილა-ფერმენტის დიდი რაოდენობით სინთეზი, რაც იწვევს უჯრედში მოქმედი მეორე, ე.წ. რეპრესორული ცილის გაჭრას და ინაქტივაციას. ჩვეულებრივ, უჯრედში ცილა-რეპრესორის ფუნქციას ე.წ. SOS ბლოკის რეპარაციული გენების რეპრესირება წარმოადგენს. ვინაიდან გარემოს მაინდუცირებელი ზემოქმედების დროს წარმოებს ცილა-რეპრესორის გაჭრა და ინაქტივაცია, იგი ვეღარ ბლოკავს SOS რეპარაციულ გენებს და იწყება დნმ-ას აღდგენა.



სურ. 25. რეპარაციის სამი ტიპი: ა — ფოტორეაქტივაცია TT დიმერის გახლეჩა; ბ — ექსციზიური რეპარაცია — ენდონუკლეაზით TT დიმერის ამოჭრა და სიცარიელის გაჩენა ახალ დასინთეზებულ მოლეკულაში (მატრიცულ ძაფში), არსებულ სიცარიელეში სათანადო უბნის ჩაშენება; გ — პოსტრეპლიკაციული რეპარაცია ერთ-ერთ ქრომატიდაში.

ჩვეულებრივ, SOS რეპარაცია რეკომბინაციური პრინციპით მიმდინარეობს. როგორც კი მოიხსნება უჯრედზე მაინდუცირებელი ზემოქმედება, წყდება შესაბამისი რეპრესორ-მაბლოკირებელი ცილა-ფერმენტის სინთეზი. უჯრედში კვლავ გროვდება ცილა-რეპრესორი, რომელიც ბლოკავს SOS გენებს და რეპარაციის პროცესიც წყდება. E. coli-ში დნმ-ას ნებისმიერი დაზიანება მაშინვე იწვევს მრავალი გენის (15-მდე) გაძლიერებულ ტრანსკრიბირებას და იწყება მარეპარირებელი ცილების მყისიერი სინთეზი. რეპარაციული პროცესები უნივერსალური მნიშვნელობის აღმოჩნდა მთელი ცოცხალი სამყაროსათვის. მსგავსი ფერმენტები აღმოჩენილია მცენარეებში, ცხოველებში და ადამიანებში. ყოველივე ეს იმას ნიშნავს, რომ რეპარაცია გენეტიკურად კონტროლირებადი პროცესია და

მემკვიდრეობის სტაბილურობის შენარჩუნების ევოლუციურად გამომუშავებული ეფექტური საშუალებაა.

დნმ-ასთან, როგორც მემკვიდრულ მასალასთან დაკავშირებული ზემოთ განხილული და ბევრი სხვა უცნობი კანონზომიერებანი სულ უფრო გვარწმუნებს, რომ დნმ-ას მოლეკულები ჯერ კიდევ ბევრ ამოუცნობ საიდუმლოებას ინახავს. მომავალშიც შეიძლება მასში ამოკითხული იქნეს, როგორც თვით სიცოცხლის თვისობრივი თავისებურებების რეგულაციის, ასევე ბიოევოლუციის ისტორიული ეტაპის თავისებურებანი და შესაძლო კანონზომიერებანი.

ორგანიზმების ანტიმუტაგენური მოქმედება, როგორც მემკვიდრეობითი სტაბილიზაციის საშუალება

ცნობილია, რომ შხამის შემცველი მომწამლავი ნივთიერებებისა და მათ შორის მუტაგენური ფაქტორების ზემოქმედებაზე საპასუხოდ ორგანიზმები გამოიმუშავებენ სპეციალურ გამაუვნებელყოფელ ნივთიერებებს, რაც გარკვეულად ამცირებს მომწამლავ თუ მუტაგენურ ეფექტს.

ხშირად ასეთი ნივთიერებების განმეორებითი ზემოქმედებისას დოზის მატება ვერ იძლევა ორგანიზმზე შესაბამის პროპორციულ ეფექტს. დადგენილია, რომ აღნიშნული ნივთიერებების ზემოქმედებას გარკვეულ ფარგლებში თანდათან ეგუებიან არა მარტო ორგანიზმები, არამედ უჯრედები და ქსოვილებიც in vitro პირობებში.

რა თქმა უნდა, განმეორებითი ზემოქმედებისას სულაც არ მცირდება მოქმედი ფაქტორის მაინდუცირებელი გავლენა. ეფექტის შემცირება ხშირად დაკავშირებულია ორგანიზმის მიერ ზემოქმედი ფაქტორების მიმართ გამაუვნებელყოფელი ნივთიერებების წარმოქმნასთან.

მეცნიერების მიერ ინტენსიურად ისწავლება ორგანიზმის მიერ წარმოქმნილი ბუფერული ნაერთები გენეტიკური კოდირების მექანიზმით სინთეზირდებიან, თუ უჯრედული ნივთიერებების ქიმიური ცვლილების გზით — უჯრედზე ამა თუ იმ ფაქტორის ზემოქმედებისას. ორთავე შემთხვევაში შედეგი

ერთია — ორგანიზმი დაცული აღმოჩნდება მომწამლავი ნივთიერებებისა თუ მუტაგენებისაგან.

ორგანიზმის მიერ მუტაგენური ფაქტორების ზემოქმედების გაუვნებელყოფის უნარს *ანტიმუტაგენეზს* უწოდებენ, ხოლო ორგანიზმის მიერ წარმოქმნილ შესაბამის ბუფერულ ნაერთებს — ანტიმუტაგენებს.

ცოცხალის ეს თვისებაც მემკვიდრეობის სტაბილიზაციას ემსახურება.

არამემკვიდრეობითი ცვალებადობა, როგორც მემკვიდრეობის სტაბილურობის საშუალება

როგორც ადრე იყო ნათქვამი, არამემკვიდრული ანუ მოდიფიკაციური ცვალებადობა არის ორგანიზმის გენოტიპით განსაზღვრული რეაქციის ნორმის ფარგლებში გარემო პირობების გავლენით გამოწვეულ ნიშან-თვისებათა ფენოტიპური ვარიაციები. ასეთი ცვლილებები შესაბამისობაშია გარემო პირობების ცვლილების სიძლიერესთან და უმეტესწილად გარემოსთან შეგუების ხასიათს ატარებს. მსგავსი შეგუებითი ცვლილებები ორგანიზმებს შესაბამის გარემო პირობებში გადარჩენის მეტ შანსს აძლევენ. შესაბამისად, რაც უფრო ფართო რეაქციის ნორმა ახასიათებთ ორგანიზმებს, მით უფრო მეტია მათში ფენოკოპიების წარმოქმნის შესაძლებლობა. ასეთი ორგანიზმები ხშირად ეგუებიან გარემოს მოდიფიკაციური ცვლილებების წყალობით და ამით შენარჩუნებული ხდება გენოტიპური (მემკვიდრეობითი) მდგრადობა. გამოდის, რომ არამემკვიდრეობითი ცვალებადობაც (გარკვეულ ფარგლებში) მემკვიდრეობის მდგრადობის შენარჩუნების საშუალება ყოფილა. იგი უზრუნველყოფს უცვლელი გენოტიპის შემთხვევაში ორგანიზმების გადარჩენას გარემოს არახელსაყრელი პირობების ელიმინაციური გავლენისაგან. აქ საქმე გვაქვს ორგანიზმთა ინდივიდუალურ შეგუებებთან მემკვიდრეობის სტაბილურობის პირობებში. ადაპტური მოდიფიკაციები ასუსტებს გადარჩევის მოქმედების ძალას, რაც ხორციელდება ინდივიდთა სელექციურობის ხარისხის განსხვავების შემცირების გზით.

ამრიგად, მემკვიდრეობის მდგრადობის ბიოლოგიური სარგებლიანობის გამო ცოცხალ სამყაროში როგორც მოლეკულურ, ასევე უჯრედულ და ორგანიზმულ დონეზე გამომუშავდა სტრუქტურული, ორგანიზაციული, ფუნქციური და სხვა სახის მექანიზმები მდგრადი მემკვიდრული ბალანსის შენარჩუნებისათვის.

მემკვიდრეობითი ცვალებადობა, მისი ბიოლოგიური რეგულაცია (კონტროლი) და ევოლუციური როლი

ისევე როგორც მემკვიდრეობა, მემკვიდრეობითი ცვალებადობაც დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს. როგორც ადრე ითქვა, მემკვიდრეობითი ცვალებადობის გარეშე შეუძლებელი იქნებოდა საარსებო გარემოსთან ცოცხალის ადაპტაცია, სიცოცხლის მრავალფეროვნების ზრდა, ცოცხალი სამყაროს პროგრესული განვითარება, მიზანშეწონილობის წარმოშობა და მისი შემდგომი რეგულირება ორგანულ სამყაროში და მრავალი სხვა. თუმცა, აღნიშნულ კანონზომიერებათა გენეზისი მარტო მემკვიდრეობითი ცვალებადობით შეუძლებელია აიხსნას. მათი ჩამოყალიბება და რეგულაცია ფაქტორთა ფართო სპექტრის (მემკვიდრეობა, ცვალებადობა, არსებობისათვის ბრძოლა, ბუნებრივი გადარჩევა, პოპულაციათა რიცხობრივი ცვალებადობა, იზოლაცია, მიგრაციები და სხვა) ერთობლივი მოქმედების შედეგია, მაგრამ მემკვიდრეობითი ცვალებადობის როლი ყველა ამ პროცესში განსაკუთრებულია. ივი ყოველთვის გამოდის ორგანულ სამყაროში ახალი თვისობრიობის ჩამოყალიბებისათვის მასალის მიმწოდებლის როლში. ძველი თუ არ შეიცვალა, ისე ახალი ვერ წარმოიშობა. თანაც, ისეთი ცვალებადობა შეიძლება გახდეს ცოცხალ სამყაროში ახლის წარმოქმნის წყარო, რომელიც თაობათა მანძილზე კვლავ წარმოიქმნება, მემკვიდრულად ინარჩუნებს მდგრადობას, ეხება ყველა ბიოლოგიურ ნიშანს და თვისებას, იცვლება განუსაზღვრელი მიმართულებით და ექვემდებარება საარსებო გარემოს კონტროლს ბიოლოგიური სარგებლიანობის დონის მიხედვით. სწორედ ასეთი თვისებებით ხასიათდება მემკვიდრეობითი ცვალებადობა, რაც სძენს მას

საშუალებას, გახდეს განვითარების წყარო და განსაზღვროს სიცოცხლის არსებობის შენარჩუნება დროში.

ყოველივე აღნიშნულმა შექმნა ცოცხალ სამყაროში მემკვიდრეობითი ცვალებადობის წარმოქმნის საკმაოდ მდიდარი შესაძლებლობები და მისი სასარგებლო ბალანსის რეგულაციის ბიოლოგიური მექანიზმები.

კომბინაციური და რეკომბინაციური მემკვიდრეობითი ცვლილებები, მათი ბიოლოგიური რეგულაცია და ევოლუციური შესაძლებლობები

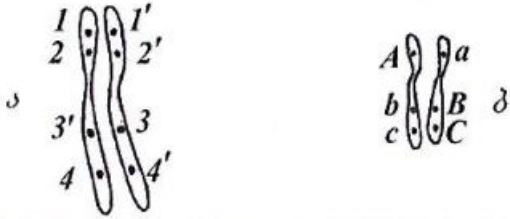
ჩვეულებრივ, *კომბინაციურს* უწოდებენ მემკვიდრეობით ცვალებადობას, რომელიც განპირობებულია გენოტიპში გენთა (მშობლებისაგან განსხვავებული და ამასთანავე, ინდივიდუალური) კომბინაციებით. მაგრამ კომბინაციური ცვალებადობის ამგვარი განმარტება საკმაოდ პირობითია. საქმე იმაშია, რომ ამ ტიპის მემკვიდრეობითი ცვალებადობის დროს კომბინაციის ერთეულს გენი არ წარმოადგენს. ორგანიზმის ყველა გენი რომ თავისუფალ კომბინაციებს ექვემდებარებოდეს, მაშინ შეჯვარების შედეგად გენთა ისეთი კომბინაციური მრავალფეროვნება მიიღებოდა, რომ თითქმის შეუძლებელი იქნებოდა გარკვეულ დონეზე მემკვიდრული მდგრადობის შენარჩუნება. ამდენად, მემკვიდრეობითი ცვალებადობის კომბინაციის ერთეული არის ქრომოსომა ანუ გენთა ჭდომილება. ცნობილია, რომ ცოცხალ ორგანიზმში გენთა რაოდენობა ყოველთვის გაცილებით უფრო მეტია, ვიდრე ქრომოსომების რაოდენობა. ეს იმას ნიშნავს, რომ გენთა გარკვეული ჯგუფი ჭდომილია (შეჭიდულია) და ლოკალიზებულია ერთ ქრომოსომაში.

გენთა ჭდომილება ცოცხალის საკმაოდ მდგრადი გენეტიკური თვისებაა და მისი ჯგუფების რაოდენობა ცოცხალ ორგანიზმებში განსაზღვრულია ქრომოსომთა წყვილების რაოდენობით. კომბინაციური მემკვიდრეობითი ცვალებადობის შესაძლებლობები დაკავშირებულია, სწორედ, ცოცხალ ორგანიზმთა ქრომოსომური წყვილების რაოდენობასთან. კომბინაციური მემკვიდრული ცვალებადობის ორი მთავარი

წყარო არსებობს. ერთი მათგანი დაკავშირებულია უჯრედის მეიოზური დაყოფის დროს არაჰომოლოგიური ქრომოსომების დამოუკიდებელ განაწილებასთან (რაც არსებითია გამეტოგენეზის პროცესში), ხოლო მეორე — განაყოფიერების პროცესში გამეტათა თავისუფალი კომბინაციების შესაძლებლობასთან.

ჩვეულებრივ, ჰომოლოგიურს უწოდებენ ქრომოსომურ წყვილს, რომელთაგან ერთს მომავალი ორგანიზმი განაყოფიერების პროცესში ღებულობს დედისაგან, ხოლო მეორეს — მამისაგან. დედისეული და მამისეული ქრომოსომები ფორმით, ზომით, გენთა ჭდომილებით (ორთავეში ორგანიზმის მსგავსი ნიშან-თვისებების განმაპირობებელი გენებია შეჭიდული) ერთმანეთის მსგავსია. მათ შორის განსხვავება ეხება მხოლოდ გენის თვისებებს. ჭდომილების ერთ ჯგუფში (ჰომოლოგიური ქრომოსომები) განსხვავება შეიძლება იყოს მხოლოდ ალელების (ერთი ნიშნის განმაპირობებელი განსხვავებული ინფორმაციის მატარებელი გენები) მიხედვით.

არაჰომოლოგიური ქრომოსომები ჭდომილების სხვადასხვა ჯგუფს მიეკუთვნება, რადგანაც მათში სხვადასხვა ნიშნის განმაპირობებელი გენებია მოთავსებული, ჩვეულებრივ, ასეთი ქრომოსომები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფორმითაც და ზომითაც (სურ. 26).



სურ. 26 ორი წყვილი ჰომოლოგიური ქრომოსომა. ა და ბ წყვილები არაჰომოლოგიურებია (ფორებითა და ასოებით აღნიშნულია გენები).

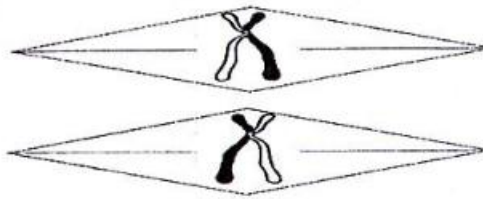
გამოდის, რომ ყოველ ორგანიზმს ჭდომილების იმდენი ჯგუფი გააჩნია, რამდენ წყვილ ქრომოსომასაც შეიცავს მისი უჯრედის ბირთვი (კარიოტიპი).

ქრომოსომთა წყვილების რაოდენობა და მათი ინდივიდუალური თავისებურებანი მდგრადობას ინარჩუნებენ სახეობის ფარგლებში. ეს ყველაფერი კი კომბინაციური ცვალებადობის შესაძლებლობებს განსაზღვრავს სახეობის შიგნით და სახეთა შორის რეპროდუქციული განცალკევების გზით ახდენს კიდეც სახეობის დონეზე მემკვიდრეობის გარკვეულ სტაბილიზაციას.

როგორც აღინიშნა, კომბინაციური ცვალებადობის შესაძლებლობები განსაზღვრულია სახეობის ფარგლებში. იგი დაიყვანება არა გენთა, არამედ არაჰომოლოგიურ (ჰდომილების სხვადასხვა ჯგუფის) ქრომოსომთა თავისუფალი კომბინაციების წარმოქმნის ალბათობამდე. ქრომოსომთა ამგვარი კომბინაციების ფარგლები კი დაკავშირებულია შესაბამის ორგანიზმთა ქრომოსომური წყვილების რაოდენობასთან, რაც განაპირობებს გამეტათა გენეტიკურ მრავალფეროვნებას არაჰომოლოგიურ ქრომოსომთა კომბინაციების მიხედვით.

ცნობილია, რომ მეიოზურ დაყოფას განიცდიან ის უჯრედები, რომლებიც მომავალ გენერაციულ თაობას აძლევენ დასაბამს. ბუნებრივია, ყოველივე ეს დაკავშირებულია კომბინაციური მემკვიდრეობითი ცვალებადობის ბიოლოგიურ სარგებლიანობასთან. ევოლუციურად სწორედ ამან განაპირობა თვით მეიოზური დაყოფის წარმოშობაც და მისთვის დამახასიათებელი ქრომოსომური ქცევის თავისებურებებიც.

პირველი მეიოზური დაყოფის პროფაზაში ჰომოლოგიური ქრომოსომები ჯერ კონიუგირებენ (ემთხვევიან ერთმანეთს ზუსტად შესაბამისი გენური ლოკუსებით), შემდეგ კი თითისტარას ძაფების მეშვეობით გადაადგილდებიან სხვადასხვა პოლუსზე. ასე რომ, ერთი ჰომოლოგიური წყვილის პარტნიორი ორივე ქრომოსომა ნორმალურ შემთხვევაში ერთ უჯრედში ვერ აღმოჩნდება. მაგრამ რომელ შვილეულ უჯრედში წავა ჰომოლოგიური წყვილის დედისეული თუ მამისეული ქრომოსომა, ეს დამოკიდებულია იმაზე, ეკვატორულ სიბრტყეზე კონიუგირებული ქრომოსომური ბივალენტი რომელი ქრომოსომით (დედისეულით თუ მამისეულით) იქნება მიმართული უჯრედის ამა თუ იმ პოლუსისაკენ. ეს უკანასკნელი კი სრულიად შემთხვევითია (სურ. 27).



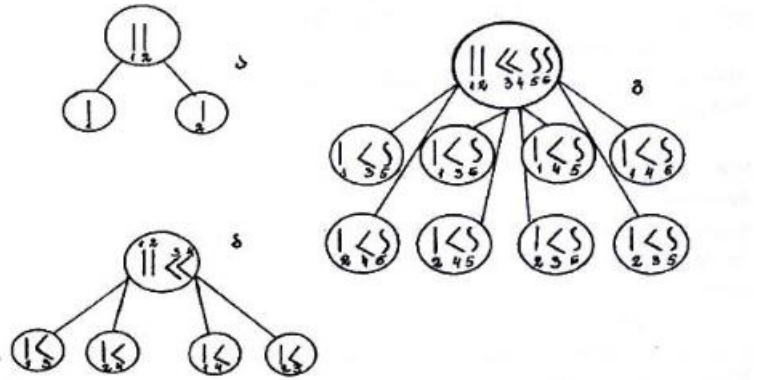
სურ. 27 უჯრედის ეკვატორულ სიბრტყეზე ბივალენტის მდგომარეობის ვარიანტები.

ასე რომ, რედუქციული დაყოფის დროს დედისეულ და მამისეულ ქრომოსომთა განაწილება შვილეულ უჯრედებში შემთხვევითობის წესით ხდება.

აღნიშნული კანონზომიერება ეხება უჯრედის ნებისმიერ კონიუგირებულ ჰომოლოგიურ ქრომოსომურ წყვილს. ამასთანავე, სრულიად შემთხვევითია სხვადასხვა წყვილის დედისეული და მამისეული ქრომოსომების განაწილება პოლუსზე და ერთმეორეზე (და სხვა წყვილებზე) არ არის დამოკიდებული. სხვა სიტყვებით — ერთი წყვილის დედისეულ და მამისეულ ქრომოსომთა განაწილება პოლუსებზე მეორე, ნებისმიერი წყვილისაგან დამოუკიდებლად ხდება. აღნიშნულ კანონზომიერებას უწოდებენ *არაჰომოლოგიურ ქრომოსომთა დამოუკიდებელი განაწილების კანონს.* ყოველივე ეს უზრუნველყოფს სხვადასხვა უჯრედში მეიოზური დაყოფის შედეგად წარმოიქმნას არაჰომოლოგიურ ქრომოსომთა განსხვავებული კომბინაციები. კომბინაციათა შესაძლო რიცხვი კი დამოკიდებულია ქრომოსომური წყვილების რაოდენობაზე. როცა უჯრედში ჰომოლოგიურ ქრომოსომთა ერთი წყვილია, შეიძლება წარმოიქმნას გენეტიკურად ორი ტიპის უჯრედი, როცა ორი წყვილია — ოთხი (2^2), როცა სამი — 8 (2^3) და ა.შ. (სურ. 28).

ქრომოსომური წყვილების რაოდენობა და არაჰომოლოგიურ ქრომოსომთა კომბინაციების შესაძლო რაოდენობა პირდაპირ დამოკიდებულებაშია და გამოიანგარიშება ფორმულით 2^n, სადაც n არის ქრომოსომური წყვილების რაოდენობა უჯრედში. მაგალითად, ადამიანში შეიძლება მეიოზის შედეგად წარმოიქმნას 2^{23} ტიპის უჯრედი (≈8,5

მილიონი), ე.ი. ყოველ მამაკაცსა და ქალში თეორიულად შესაძლებელია წარმოიქმნას ამდენი ტიპის გამეტა.



სურ. 28. არაჰომოლოგიურ ქრომოსომთა შესაძლო კომბინაციები ქრომოსომური წყვილების სხვადასხვაობის შემთხვევაში.

ბუნებრივია, განაყოფიერების პროცესში თითოეული ასეთი გამეტა განსაზღვრავს ზიგოტის გენოტიპების ინდივიდუალურ თავისებურებებს.

როგორც ვხედავთ, არაჰომოლოგიურ ქრომოსომთა დამოუკიდებელი განაწილება განაპირობებს კომბინაციური მემკვიდრეობითი ცვალებადობის დიდ შესაძლებლობებს. კომბინაციური მემკვიდრეობითი ცვალებადობის მეორე წყარო არის განაყოფიერების პროცესში გამეტათა თავისუფალი შეხვედრის შესაძლებლობა. მართალია, ზოგიერთ ორგანიზმში შენიშნულია სპერმატოზოიდების მიერ კვერცხუჯრედების ამორჩევითი განაყოფიერების უნარი (სელექციური განაყოფიერება), მაგრამ ეს მაინც არ ზღუდავს სხვადასხვა ტიპის გამეტის შეხვედრის ალბათობას. თუ მამაკაცში 8,5 მილიონი ტიპის სპერმატოზოიდი შეიძლება წარმოიქმნას, ხოლო ქალში ამდენივე ტიპის კვერცხუჯრედი, მაშინ განაყოფიერებისას მათი შეხვედრის შესაძლებლობათა თეორიული მაჩვენებელი 70 მილიონამდე შეადგენს. ეს იმას ნიშნავს, რომ 70 მილიონამდე

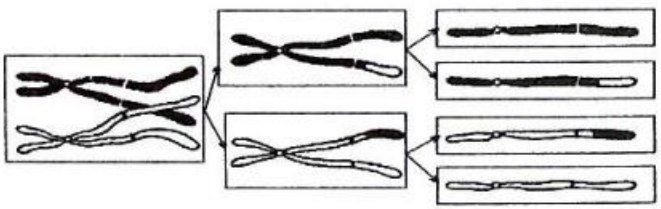
ზიგოტიდან გენოტიპურად ყოველი მათგანი ინდივიდუალური იქნება.

როგორც ვხედავთ, მეიოზისა და განაყოფიერების წყალობით რეგულირდება კომბინაციური მემკვიდრეობითი ცვალებადობის უსაზღვროდ ფართო შესაძლებლობები.

ცოცხალ სამყაროში კომბინაციური ცვალებადობის შესაძლებლობებს კიდევ უფრო აძლიერებს რეკომბინაციური პროცესები.

რეკომბინაციის (ხელახალი კომბინაცია) ქვეშ გულისხმობენ პროცესს, როცა ირღვევა ქრომოსომაში გენთა ჰდომილება ჰომოლოგიურ ქრომოსომებს შორის გენთა გადაჯგუფების გამო. ყოველივე ამის შედეგად ქრომოსომებში, რომლებმაც განიცადეს რეკომბინაცია, მიიღება გენთა ახალი კომბინაცია. ამ მოვლენას *კროსინგოვერი* ეწოდება.

აღნიშნული პროცესების განხორციელებაც მეიოზური დაყოფის დროს ხდება. პირველი მეიოზური დაყოფის პროფაზაში კონიუგირებული ქრომოსომების არადისეულ (ჰომოლოგიური ქრომოსომების ქრომატიდები) ქრომატიდებს შორის ხდება გენური ლოკუსების გაცვლა (სურ. 29).



სურ. 29 კროსინგოვერის სქემა (ერთი წყვილი ქრომოსომის მაგალითზე).

თუ ერთი წყვილი ქრომოსომის შემცველ უჯრედში მეიოზის დროს კროსინგოვერის გარეშე მიიღებოდა ორი ტიპის უჯრედი, კროსინგოვერის შემთხვევაში მიიღება ოთხი ტიპის უჯრედი. აქედან ორი არის მოსალოდნელი, ხოლო ორიც — რეკომბინანტული ანუ კროსოვერული.

უჯრედში ქრომოსომური წყვილების ზრდის კვალობაზე კროსინგოვერის შესაძლებლობებიც იზრდება. ამას უნდა

დაემატოს ისიც, რომ ჰომოლოგიურ ქრომოსომებს შორის შეიძლება განხორციელდეს ერთჯერადი და მრავალჯერადი კროსინგოვერი. ეს კიდევ უფრო ზრდის რეკომბინანტული გამეტების მიღების შესაძლებლობებს.

რეკომბინაციური პროცესები კიდევ უფრო აძლიერებს კომბინაციური მემკვიდრული ცვალებადობის შესაძლებლობებს. ერთჯერადი კროსინგოვერის შემთხვევაში მეიოზის შედეგად გენეტიკურად განსხვავებულ უჯრედთა (გამეტათა) რიცხვი იზრდება 2^{n+1}-ით, ორი კროსინგოვერის დროს კი 2^{n+2}-ით და ა.შ. ყოველივე ეს იმას ნიშნავს, რომ თუ ადამიანში მეიოზის დროს მოხდა ერთი კროსინგოვერი, გაიზრდება კროსოვერული ქრომოსომების კომბინაციების შესაძლებლობა დანარჩენ არაკროსოვერულ არაჰომოლოგიურ ქრომოსომებთან სიდიდით 2^{23+1}, ორი კროსინგოვერის შემთხვევაში კი — 2^{25}-ით და ა.შ., რაც ძალზე დიდი რიცხვებია.

კროსინგოვერის შესაძლებლობები რეგულირდება ბიოლოგიურად. იგი დამოკიდებულია ქრომოსომაში გენთა დაშორებაზე, ქრომოსომის სტრუქტურასა და გენეტიკურ თავისებურებებზე, ორგანიზმის სქესზე, ასაკზე, გენოტიპურ თავისებურებებზე და ასევე გარემო პირობებზეც.

როგორც ვხედავთ, კროსინგოვერმა შესაძლებლობა შექმნა, დარღვეულიყო გენთა ჭდომილება და ამით კიდევ უფრო გააძლიერა კომბინაციური მემკვიდრეობითი ცვალებადობა.

რადგანაც კომბინაციური და რეკომბინაციური მემკვიდრეობითი ცვალებადობა სიცოცხლის ბიოლოგიური პროგრესისათვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენს, ამ პროცესებმა განიცადეს თანდათანობითი ევოლუციური სრულყოფა და მიაღწიეს სათანადო ორგანიზებულობას.

კომბინაციური ცვალებადობის უნარის წარმოშობა ცოცხალ სამყაროში დაკავშირებული იყო მემკვიდრული მასალის დიპლოიდურ ორგანიზაციაზე გადასვლასთან. ამას შედეგად მოჰყვა ქრომოსომთა ჰომოლოგობა და ალელური გენების გაჩენის შესაძლებლობა. ერთი ნიშნის მადეტერმინანტებელი გენების წყვილადობა არა მარტო კომბინაციური, რეკომბინაციური და მუტაციური ცვალებადობის გაძლიერებასთანაა დაკავშირებული, იგი ასევე ხელს უწყობს

მემკვიდრეობის სტაბილურობის შენარჩუნებასაც. ეს უკანასკნელი იმაში გამოიხატება, რომ გენების წყვილადობა მუტაციების შემთხვევაში რეცესიულობისა თუ დომინანტობის გამოვლინების საშუალებას იძლევა. თუ მუტაციები რეცესიული ბუნების იქნება, მაშინ დომინანტური ალელის ფუნქციონირების სარჯზე ორგანიზმის მემკვიდრეობა ამ ნიშნის მიხედვით უცვლელი იქნება. მაგრამ ზემოთ აღნიშნული თავისებურებების წარმოშობა მაინც უფრო კომბინაციური ცვალებადობის გაძლიერების თვალსაზრისით წარმოადგენდა პროგრესულ თვისებას ცოცხალ სამყაროში. სწორედ ამან განაპირობა ცოცხალი სამყაროს ევოლუცია ჰაპლოიდობიდან დიპლოიდობისაკენ, უსქესო გამრავლებიდან სქესობრივი გამრავლებისაკენ. რასაკვირველია, სქესობრივ გამრავლებასა და დიპლოიდობას მთელი რიგი სხვა ბიოლოგიური უპირატესობანიც გააჩნიათ.

ევოლუციური სრულყოფა განიცადეს რეკომბინაციურმა პროცესებმაც. როგორც ცნობილია, პროკარიოტებში იგი წარმოდგენილია ტრანსფორმაციით, ტრანსდუქციითა და კონიუგაციით. რეკომბინაციის აღნიშნული ტიპების დროს გენეტიკური მასალის გადაჯგუფება ნაწილობრივია, არ ატარებს კანონზომიერ ხასიათს და არ ხორციელდება ყველა ინდივიდში.

საერთოდ, კომბინაციური და რეკომბინაციური პროცესების ევოლუციამ განაპირობა მეიოზური დაყოფის წარმოშობა და მისი ორგანიზაციული და თვისობრივი სრულყოფა. გაჩნდა პირველი და მეორე მეიოზური დაყოფა, რასაც ახლავს ქრომოსომთა რედუქცია, არაჰომოლოგიურ ქრომოსომთა კომბინაციების უსაზღვრო ვარიაციები, კროსინგოვერი და გენთა რეკომბინაცია. ყველა ეს პროცესი უკავშირდება განაყოფიერებას, გამეტათა კომბინაციების დიდ შესაძლებლობებს, ქრომოსომთა დიპლოიდობის აღდგენას, ერთ ორგანიზმში ორი მშობლიური ორგანიზმის მემკვიდრული შესაძლებლობების გაერთიანებას და სხვა მრავალი. ყველა ეს პროცესი პირდაპირაა დაკავშირებული მემკვიდრეობასა და ცვალებადობასთან, მათ ბიოლოგიურ კონტროლთან და ურთიერთსასარგებლო ბალანსის შენარჩუნებასთან. ყველა ამ თავისებურებათა წარმოშობა ცოცხალ სამყაროში საგსებით

კანონზომიერია, რამდენადაც კომბინაციურ და რეკომბინაციურ მემკვიდრეობით ცვალებადობას და მათი ბიოლოგიური კონტროლის უნარის გაჩენას თან ახლავს უდიდესი ევოლუციური შესაძლებლობები.

აღნიშნულ ცვალებადობათა განსაკუთრებულ ევოლუციურ მნიშვნელობას ისიც განსაზღვრავს, რომ ამ დროს სერიოზულად იცვლება ორგანიზმთა გენოტიპები, მაგრამ ეს ხდება ბუნებრივი გადარჩევის მიერ „გაფილტრული“ და ადაპტურად ამრობირებული გენების კომბინაციების ხარჯზე. ამიტომაც ასეთი გენოტიპების შესაბამისი ფენოტიპური თავისებურებანი მუტაციებისაგან განსხვავებით ხშირად არ არიან დაკავშირებული ცხოველმყოფელობის დაქვეითებასთან და ლეტალურ ეფექტთან. ამასთანავე, ასეთი ცვლილებები ცალკეული ნიშნის მცირე, მაგრამ მრავალმხრივ ცვლილებებს იწვევს, რაც სულაც არ არის უმნიშვნელო ევოლუციური განვითარების თვალსაზრისით.

კომბინაციური და რეკომბინაციური პროცესები დაკავშირებულია სქესობრივ გამრავლებასთან და გარკვეულწილად, თავისუფალი შეჯვარების უნარის გაჩენასთან. სწორედ ამან განაპირობა შეჯვარების შესაძლებლობის ბიოლოგიური კონტროლი.

როგორც ცნობილია, თავისუფალი პანმიქსია ხორციელდება სახეობის შიგნით პოპულაციათა დონეზე და ამ მხრივ სახეობათა და უფრო მაღალი სისტემატიკური კატეგორიების დონეზე არსებობს ბიოლოგიური ბარიერები. ამით ბიოლოგიურად იზღუდება კომბინაციური და რეკომბინაციური მემკვიდრეობითი ცვალებადობა შესაბამის დონეზე და მდგრადი ხდება მემკვიდრეობა. ამიტომაცაა, რომ სახეობათა დონეზე შეჯვარების ბლოკირებისათვის გაჩნდა უამრავი ბიოლოგიური საშუალება. მცენარეებში ეს ძირითადად ვლინდება ფიზიოლოგიური და გენომური შეუთავსებლობით, გამრავლების პერიოდულობით, ეკოლოგიური პირობებით, დამტვერვის საშუალებებით და სხვა. ცხოველებში კი ასევე: გენეტიკური და ფიზიოლოგიური შეუთავსებლობით, საკოპულაციო ორგანოთა შეუსაბამობით, გამრავლების პერიოდულობით, ეთოლოგიური

თავისებურებებით, ეკოლოგიური პირობებით, სქესობრივი გადარჩევის გაჩენით და მრავალი სხვა.

ყოველივე აღნიშნული გასაგები ხდება, რადგანაც პანმიქსია სახეობის შიგნით პოპულაციის დონეზე კომბინაციურ და რეკომბინაციურ ცვალებადობასთან დაკავშირებულ თავისებურებებს, დიპლოიდობას და გენთა ალელობას, ჰაპლო- და დიპლოფაზების ცვლას ორგანიზმთა სასიცოცხლო ციკლში უდიდესი ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს, რადგანაც ისინი დიდად განსაზღვრავენ მიკროევოლუციური პროცესებისა და საერთოდ, სიცოცხლის პროგრესის შესაძლებლობებს.

პანმიქტურ პოპულაციაში რებროდუქციული მთლიანობა უზრუნველყოფილია ფორმათა თავისუფალი შეჯვარებით. სწორედ, ამან განაპირობა ზემოხსენებული გენოტიპური და ფენოტიპური ორგანიზაციის დამატებითი თავისებურებების ევოლუციური ჩამოყალიბება. ყველა მათგანს აქვს სპეციფიკური ევოლუციური მნიშვნელობა.

დიპლოიდობა უზრუნველყოფს ჰეტეროზიგოტებში რეცესიული მუტაციების შენახვას ფარული (მობილიზაციური რეზერვის) სახით. ასევე, გენებს აძლევს შეჯვარებისას მრავალფეროვანი კომბინაციების წარმოქმნის საშუალებას და ქმნის შესაძლებლობას კროსინგოვერის (რეკომბინაციის) განხორციელებისათვის. კომბინაციებისა და მუტაციების წყალობით პანმიქტურ პოპულაციებში გენეტიკური ცვალებადობის რეზერვი შეუდარებლად დიდია, ვიდრე კლონურ (წმინდა ხაზების ან ვეგეტაციურად მამრავლ) პოპულაციებში. პანმიქტური პოპულაციების ასეთი თავისებურებანი მას სძენს უდიდეს ევოლუციურ შესაძლებლობებს.

როგორც ადრე იყო აღნიშნული, პოპულაციებში ჰეტეროზიგოტები შესაბამის ჰომოზიგოტებთან შედარებით ხშირად უფრო მეტი უპირატესობით სარგებლობენ. ისინი შეგუების თვალსაზრისით უფრო მეტი პლასტიკურობითა და ამტანობით ხასიათდებიან, გააჩნიათ რეაქციის ფართო ნორმა, რაც არეგულირებს ცვალებად პირობებში შეგუების განსხვავებულ ინდივიდუალურ უნარს.

მხოლოდ პოპულაციებში იქმნება შესაძლებლობა მრავალმხრივი ალელიზმის ფენოტიპური გამოვლინებისათვის.

შეჯვარების დროს ალელთა სხვადასხვა კომბინაცია (კომბაუნდი) ქმნის პირობებს პოპულაციაში ერთი და იგივე ნიშნის ფენოტიპური სხვადასხვაობისათვის. პოპულაციაში ალელთა სიმრავლე (მრავალმხრივი ალელიზმი), ასევე პირდაპირ დამოკიდებულებაშია სხვა ქრომოსომებში ჭდომილი არაალელური გენების კომბინაციების ზრდასთან. მაგ., თუ ადამიანის პოპულაციაში რომელიმე გენი არსებობს ოთხი ალელის სახით, მაშინ ამ ალელებთან მიმართებაში ქრომოსომთა კომბინაციების შესაძლებლობა იზრდება 2^{25}-მდე. ყოველივე ეს უზრუნველყოფს ორგანიზმთა გადარჩენის მეტ შანსს წლის სხვადასხვა სეზონში ცვალებად გარემო პირობებში და ინდივიდუალური განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე.

გამოდის, რომ კომბინაციური და რეკომბინაციური პროცესები მნიშვნელოვნად აძლიერებენ პოპულაციათა ჰეტეროგენურობას (პოლიმორფულობა). ეს უკანასკნელი კი არსებობის პირობების ცვალებადობის შესაბამისად პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურის გარდაქმნისათვის (სასარგებლო გენოფონდის ჩამოყალიბებისათვის) ანუ იგივე პოპულაციის ადაპტოგენური მიმართულებით შეცვლისათვის მეტად მნიშვნელოვან პირობას წარმოადგენს.

ამრიგად, განხილული კანონზომიერებებით არის უზრუნველყოფილი კომბინაციური და რეკომბინაციური მემკვიდრეობითი ცვალებადობის მექანიზმები, მათი ევოლუციური სარგებლიანობა და ბიოლოგიური რეგულაცია.

მუტაციური ცვალებადობა, მისი გენეტიკური კონტროლი და ევოლუციური როლი

როგორც ცნობილია, მუტაციების ქვეშ იგულისხმება ცოცხალი ორგანიზმის მემკვიდრულ აპარატში მომხდარი თვისობრივი, სტრუქტურული და რაოდენობრივი ცვლილებები. რადგანაც მემკვიდრულ მასალას თვითგანახლების უნარი გააჩნია, მასში მომხდარი ყოველგვარი ცვლილება კვლავ წარმოიქმნება და მოლეკულურ, უჯრედულ თუ ორგანიზმულ თაობებს გადაეცემა. რამდენადაც მემკვიდრულ აპარატში

მომხდარი ცვლილებები დაკავშირებულია გენეტიკური ინფორმაციის ცვლილებასთან, ამდენად მუტაციები მემკვიდრეობითი ცვლილებებია.

დე-ფრიზის კლასიკური მუტაციური თეორიის მიხედვით (ჰ. დე-ფრიზი, 1901-1903წწ. „მუტაციური თეორია"):

- მუტაციები აღმოცენდებიან უეცრად, ყოველგვარი გადასვლების გარეშე;
- მიღებული მუტანტები კონსტანტურები არიან;
- მუტაციები ყოველთვის თვისობრივი ცვლილებებია;
- მუტაციები ხდება მრავალმხრივი მიმართულებით და შეიძლება იყოს როგორც უარყოფითი, ასევე დადებითიც;
- მუტაციების გამოვლენის შესაძლებლობა დამოკიდებულია საანალიზოდ აღებულ ორგანიზმთა რაოდენობაზე;
- ერთი და იგივე მუტაცია შეიძლება აღმოცენდეს განმეორებით.

დე-ფრიზმა გადააფასა მუტაციური თეორიის მნიშვნელობა და ჩათვალა, რომ ახალ სახეობათა წარმოშობის ერთადერთი გზა ახალი მუტაციების აღმოცენებაა. ეს ხდება „აფეთქების" მსგავსად, ერთი ნახტომით, რითაც იგი როგორც აღნიშნული იყო, მთლიანად დაუპირისპირდა ჩ. დარვინის ბუნებრივი გადარჩევის თეორიას. ყოველივე ეს საფუძვლად დაედო გენეტიკური ანტიდარვინიზმის ჩამოყალიბებას.

მართალია, დე-ფრიზის მუტაციურმა თეორიამ შეარყია კლასიკური გენეტიკის გაბატონებული პოსტულატი გენის უცვლელობის შესახებ, მაგრამ მაინც ვერ შეძლო, ჩასწვდომოდა მუტაციური ცვალებადობის მიზეზს. ჩათვალა რა ის ცოცხალის რაღაც განსაკუთრებულ თვისებად, აღიარა შინაგანი — ე.წ. „შემქმნელი ძალა" და უარი თქვა მისი მიზეზების ძიებაზე.

შემდგომში გენეტიკაში ახალი აღმოჩენების შესაბამისად დამუშავდა და შეივსო მუტაციური თეორია. ჯერ კიდევ არ არსებობს ყველას მიერ აღიარებული მუტაციათა კლასიფიკაცია. ეს თავისთავად, მუტაციათა კლასიფიკაციის სირთულეზე მიუთითებს. იმისდა მიხედვით, თუ რას ავიღებთ კლასიფიკაციის

საფუძვლად, მუტაციათა სხვადასხვაგვარ დაჯგუფებას მივიღებთ. გამოყოფენ გენერაციულ და სომატურ მუტაციებს. *გენერაციულს* უწოდებენ მუტაციებს, რომლებიც ხდება სასქესო ან იმ უჯრედებში, საიდანაც შემდგომ სასქესო უჯრედები ან სპორები ყალიბდებიან. *სომატური მუტაციები* კი აღმოცენდებიან სხეულის ამგებ ნებისმიერ უჯრედში.

მუტაციათა ამგვარი დაჯგუფება მხოლოდ იმაზეა დამოკიდებული, თუ რომელ უჯრედში (გენერაციულში თუ სომატურში) ხდება მუტაცია. მათ შორის არსებითი განსხვავება არ არის. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მხოლოდ თაობებში მუტაციის გადაცემის შესაძლებლობით. რადგანაც სქესობრივად მამრავლ ორგანიზმებში სომატური უჯრედები თაობების წარმოქმნაში მატერიალურად უშუალოდ არ მონაწილეობენ, ამდენად მათში აღმოცენებული მუტაციებიც თაობებს ვერ გადაეცემა, მაშინ, როცა გენერაციული მუტაციების თაობებში გადაცემის შესაძლებლობა ძალიან დიდია.

ვეგეტაციურად მამრავლ ორგანიზმებში კი სომატური მუტაციები შეიძლება გადაეცეს თაობებს, რამდენადაც აქ ახალ თაობებს სომატური უჯრედები აძლევენ დასაბამს.

მუტაციათა კლასიფიკაციას ახდენენ იმის მიხედვითაც, თუ როგორი სახის ფენოტიპურ ცვლილებებს იწვევენ ისინი ორგანიზმში. ამ მხრივ გამოიყოფა: მორფოლოგიური (როცა იცვლება ორგანიზმის მორფოლოგიური ნიშნები: ფერი, ფორმა და ა.შ.), ბიოქიმიური (იცვლება ორგანიზმის ბიოქიმიურ გარდაქმნათა ჯაჭვი ან ბიოქიმიური შედგენილობა, მაგრამ იგი არ ტოვებს ფენოტიპურ კვალს) და ფიზიოლოგიური მუტაციები (როცა ცვლილებები ხდება სასიცოცხლო პროცესების თავისებურებებში).

გამოყოფენ ბუნებრივ ანუ *სპონტანურ* მუტაციებს, რომლებიც ხდება ბუნებაში ბუნებრივი მუტაგენური (მუტაციის გამომწვევი) ფაქტორების ზემოქმედებით და *ინდუცირებულ* მუტაციებს, რომლებიც აღმოცენდებიან ექსპერიმენტულად ხელოვნური მუტაგენური ფაქტორების ზემოქმედებით.

მუტაციათა კლასიფიკაციას ახდენენ მისი *ბიოლოგიური სარგებლიანობის* (ადაპტური თავისებურებების) მიხედვითაც. საერთოდ, მუტაციათა ადაპტურობის პრობლემა საკმაოდ რთული

და ამასთანავე, ევოლუციური გენეტიკის ერთ-ერთი ცენტრალური საკითხია. საქმე იმაშია, რომ მუტაციების დროს იცვლება ცოცხალის გენეტიკური აპარატი. მემკვიდრული თავისებურებანი ცოცხალში ჩაწერილია არა უშუალოდ ნიშნებისა და თვისებების სახით, არამედ — ინფორმაციული წესით. გენეტიკური ინფორმაციის თავისებურება განპირობებულია ნუკლეოტიდების (ტრიპლეტების) გასწვრივი თანმიმდევრობით. როცა მუტაგენური ფაქტორი მოქმედებს გენეტიკურ აპარატზე, იგი მასში ცვლის არა ნიშნებსა და თვისებებს (რადგანაც მემკვიდრულ აპარატში ისინი ამ სახით არაა ჩაწერილი), არამედ მათ შესაბამის ინფორმაციას. ინფორმაციის ცვლილება კი მისი რეალიზაციის შემდგომ მატერიალიზდება ნიშნებისა და თვისებების ცვალებადობაში. ამიტომაც ისევე, როგორც საერთოდ ინფორმაციულ სისტემაში, აქაც მოქმედი (მუტაგენური) ფაქტორის მიერ გამოწვეული ცვლილება ვერ იქნება ინფორმაციის რეალიზაციის შედეგად ჩამოყალიბებული ნიშნის ან თვისების ადექვატური (ანუ პირდაპირ შესაბამისი). ასეთი პირდაპირი შესაბამისობა მოქმედ ფაქტორსა და ცოცხალის ნიშან-თვისებებს შორის შეიძლება გამოვლინდეს მხოლოდ მაშინ, როცა ფიზიოლოგიური ცვლილებები ორგანიზმზე უშუალო ზემოქმედების შედეგად ხდება ან ცვლილებები ხდება მემკვიდრული ინფორმაციის რეალიზაციის პერიოდში (მოდიფიკაციური ცვალებადობა). ასე რომ, მუტაციური ცვალებადობა არ შეიძლება იყოს ადექვატური მოქმედი ფაქტორის მიმართ. რაკი მუტაციები შემთხვევითი ცვლილებებია, ბუნებრივია, იგი დაარღვევს როგორც ორგანიზმის შინაგან ჰომეოსტაზურ გარემოს, ასევე ორგანიზმსა და გარემოს შორის ევოლუციურად ჩამოყალიბებულ ჰარმონიულ თანაფარდობას. მუტაციების, როგორც შემთხვევითი ცვლილებების მადეზინტეგრირებელი მოქმედება ვლინდება, როგორც ორგანიზმის ონტოგენეზური მთლიანობის, ასევე ევოლუციური ბალანსის დარღვევის ხარჯზე. ადაპტური ბალანსის დარღვევა იწვევს ორგანიზმთა ცხოველმყოფელობის დასუსტებას. ზოგჯერ გავლენა იმდენად საზიანოა, რომ ორგანიზმის სიკვდილს იწვევს. ასე რომ, მუტაციები, როგორც შემთხვევითი ცვლილებები, უმრავლეს შემთხვევაში

ბიოლოგიურად საზიანოა. მიუხედავად ამისა, ცოცხალ სამყაროში ახალი თვისობრივი ცვლილებები მუტაციების გზით ჩნდება. თუმცა კომბინაციური და რეკომბინაციური მემკვიდრეობითი ცვლილებები სერიოზულად ცვლიან ორგანიზმის გენოტიპურ ბალანსს და დაკავშირებული არიან ფენოტიპური ცვალებადობის საკმაოდ ძლიერ ეფექტთან, ამ გზით მაინც მხოლოდ გენთა გადაჯგუფების ფენოტიპურ შედეგებთან გვაქვს საქმე და თვისობრივად ახალი გენების წარმოშობა არ ხდება. ცოცხალში ჭეშმარიტი ახალი თვისობრიობა ახალ გენებთან არის დაკავშირებული. ამას ისიც უნდა დაემატოს, რომ ახალ გენებს ახალი კომბინაციები და რეკომბინაციები ახლავს ხოლმე. ამიტომაც მუტაციების მნიშვნელობა პირველადი და განსაკუთრებულია ცოცხალი სამყაროს ევოლუციაში.

1937 წელს რუსმა გენეტიკოსმა ნ. დუბინინმა გამოთქვა საინტერესო მოსაზრება, რომ მუტაბილობის (მუტაციების წარმოქმნის) დონე სახეობის ადაპტურ ნიშანს წარმოადგენს. ეს დაახლოებით იმას ნიშნავს, რომ რაც არ უნდა უარყოფითი იყოს მუტაციები ადაპტურად, სახეობის დონეზე მასიურად აღმოცენებულ მუტაციათა სიმრავლეში გამოჩნდება ბიოლოგიურად სასარგებლო ცვლილებებიც. ევოლუციის პროცესში ასეთი მუტაციების უბრალო შეჯამება კი არ ხდება, არამედ ისინი კომბინირდებიან და გადაჯგუფდებიან კონკრეტულ საარსებო გარემოში ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით გარკვეული, ადაპტურად სასარგებლო გამოვლინებების მიმართულებით. ყოველივე ამას აქვს სრულიად კანონზომიერი ხასიათი, რაც მიდის მუტაციათა ონტოგენეზურ და ევოლუციურ ინტეგრაცია-ჰარმონიზაციამდე. ამიტომაც, რაც უფრო ძლიერ ექვემდებარება სახეობა მუტაციებს, მით უფრო იზრდება შანსი შემთხვევითი ადაპტური ცვლილებების წარმოქმნისათვის, რაც გარემო პირობებისადმი შეგუების მეტ შესაძლებლობას აძლევს მას.

ასე რომ, მუტაციათა ძალიან მცირე ნაწილი შეიძლება იყოს ადაპტური ანუ ბიოლოგიურად სასარგებლო. სწორედ ის ხდება ძირითადი მასალის მიმწოდებელი ევოლუციური გარდაქმნისათვის.

როგორც უკვე ცნობილია, მუტაციათა დიდი უმრავლესობა მაინც რჩება ბიოლოგიურად საზიანო. როცა მუტაციის საზიანო ხარისხი იმდენად დიდია, რომ ორგანიზმის სიკვდილს იწვევს, ასეთ მუტაციას *ლეტალურს* უწოდებენ. გამოყოფენ *ნახევრად ლეტალურ* მუტაციებსაც, რომლებიც მართალია, ასუსტებენ ორგანიზმის ცხოველმყოფელობას, მაგრამ ხშირად ლეტალური ეფექტით მაინც არ ხასიათდებიან.

ბიოლოგიური სარგებლიანობის მიხედვით გამოყოფენ *პირობით საზიანო* მუტაციებსაც, რომლებიც გარემოს განსაზღვრულ პირობებში შეიძლება საზიანო იყოს, მეორეში კი — სასარგებლოც.

ადაპტური ღირებულების მიხედვით გამოიყოფა *ნეიტრალური* მუტაციებიც. ისინი, მართალია, იწვევენ ორგანიზმთა რაღაც ნიშან-თვისების ცვალებადობას, მაგრამ არ მოქმედებენ ორგანიზმის საერთო ცხოველმყოფელობაზე და არ ეხებიან ადაპტურ თავისებურებებს.

მემკვიდრეობითი ცვალებადობის ბიოლოგიური რეგულაცია ცოცხალ სამყაროში

როგორც მემკვიდრეობითი ცვალებადობის კანონზომიერებათა გაცნობიდან ვხედავთ, მათი უმრავლესობა, თითქოსდა, შემთხვევითობის პრინციპებს ეფუძნება. ასე ხდება არაჰომოლოგიურ ქრომოსომათა კომბინაციებისას პირველი მეიოზური დაყოფის პროფაზაში და გამეტათა შეერთების დროს განაყოფიერების პროცესში. ყოველივე ეს კომბინაციური მემკვიდრული ცვალებადობის საფუძველია. ასევე მაღალია ალბათობის ხარისხი გენური მუტაციების დროს ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის ცვლილების პროცესში.

ამ მხრივ გამონაკლისი არც ქრომოსომური მუტაციებია, რასაც ადგილი აქვს ქრომოსომის სტრუქტურის დარღვევისა თუ გენომში ცალკეული ქრომოსომის რაოდენობრივი ცვლილებების დროს. შემთხვევითობის ელემენტები საკმაოდაა შესამჩნევი პოლიპლოიდიის დროსაც. აქ მსგავსი მექანიზმები ჩანს არა მარტო გენომის გაორმაგების პროცესში, არამედ პოლიპლოიდებში (ჰომოლოგიური ქრომოსომების სიმრავლისას) მეიოზის

დროს პოლუსებზე მათი განაწილების შემთხვევაშიც და მრავალი სხვა. ისმება ბუნებრივი კითხვა: მემკვიდრეობითი ცვალებადობა მართლაც მთლიანად შემთხვევითობის პრინციპებს ეფუძნება თუ გარკვეულ ფარგლებში ხდება მისი ბიოლოგიური რეგულირება?

მემკვიდრეობითი ცვალებადობის საქმეში ევოლუციურად ჩამოყალიბებულ ორგანიზმის გენეტიკურ კონსტიტუციას ანუ შინაგან ბიოლოგიურ თავისებურებებს რომ წამყვანი მნიშვნელობა აქვს, ამაზე სერიოზული, საფუძვლიანი მეცნიერული მოსაზრებები ჯერ კიდევ ჩ. დარვინმა ჩამოაყალიბა. როგორც ადრე იყო ნათქვამი, დარვინის დროს საკითხი მემკვიდრეობისა და მისი ცვალებადობის შესახებ ძალიან ბუნდოვანი იყო. ამის შესახებ თვითონ დარვინიც მიუთითებდა. სხვადასხვა მეცნიერის შეხედულებანი ამ საკითხებზე სრულიად სხვადასხვაგვარი იყო. ზოგიერთი მათგანი საერთოდ უარს ამბობდა ცვალებადობის მიზეზების ძიებაზე და აღიარებდა ცვალებადობას „ბუნებრივ კანონებად“ ან ორგანიზმთა „დაბადებით მიდრეკილებად“. დარვინის აზრით, ყოველგვარ ცვალებადობას აქვს თავისი მიზეზი. მას დაუჯერებლად მიაჩნდა ე.წ. თანდაყოლილი ცვალებადობა, რაც გულისხმობდა ცვალებადობაში რაღაც უცნობი, უმიზეზო შინაგანი შესაძლებლობების აღიარებას.

დარვინი თვლის, რომ „ინდივიდუალური ცვალებადობის ხასიათი უმეტეს შემთხვევაში გაცილებით მეტი ხარისხით დამოკიდებულია თვით ორგანიზმის ბუნებაზე ან ორგანიზმის კონსტიტუციაზე, ვიდრე გარემოს ცვალებადობის ხასიათზე“. ყოველივე ეს იმას ნიშნავს, რომ რაც არ უნდა შემთხვევითი ხასიათისა იყოს მემკვიდრეობითი ცვალებადობა, ის მაინც ექვემდებარება ორგანიზმის გენეტიკურ კონტროლს.

როგორც ადრე ითქვა, კომბინაციური მემკვიდრეობითი ცვალებადობა, მართალია, ქრომოსომისა და გამეტების შემთხვევითი კომბინაციების გზით ხორციელდება, მაგრამ კომბინაციების შესაძლებლობებს არეგულირებს მთელი რიგი ბიოლოგიური ფაქტორები. ჯერ ერთი, კომბინაციები მხოლოდ ქრომოსომების (ჰდომილების) დონეზე ხდება და ამით ახალი თაობა დაცულია გენების თავისუფალი კომბინაციებისაგან. აქ

უკვე შემთხვევითი კომბინაციური ცვალებადობის საზღვრები დარეგულირებულია მემკვიდრეობით. ასევე, მემკვიდრული მასალის ორგანიზება ქრომოსომის სახით (ქრომოსომური ორგანიზაციის მდგრადობა) ზღუდავს გენთა კომბინაციების ალბათობას. ამასთან, გენეტიკურად დარეგულირებულია რეკომბინაციის (ჭდომილების დარღვევის) შესაძლებლობებიც. როგორც ცნობილია, კროსინგოვერი გენეტიკურად რეგულირებადი პროცესია და გარემო პირობების გავლენა ამ მხრივ მეტად შეზღუდული შესაძლებლობების ფარგლებით განისაზღვრება.

ბიოლოგიურად სრულიად უკონტროლოდ, ეტყობა, არც გამეტათა კომბინაციები ხდება. ჯერ ერთი, ფიზიოლოგიური, გენეტიკური, მორფო-ფუნქციური, სახეობრივი და სხვა სახის იზოლაციური მექანიზმებით შეუძლებელი ხდება ნებისმიერ ორგანიზმთა გამეტების კომბინაციები. მეორე მხრივ, დადგენილია ამორჩევითი ანუ სელექციური განაყოფიერების უნარი ცალკეული ორგანიზმისა თუ პოპულაციის დონეზე.

ძნელი არ არის დავრწმუნდეთ, რომ კომბინაციური და რეკომბინაციური ცვალებადობის მექანიზმების გარკვეულად შემთხვევითი ბუნება თვით ორგანიზმთა სტაბილური მემკვიდრეობითი თვისებებით არის განსაზღვრული. არაჰომოლოგიურ ქრომოსომთა წყვილების რაოდენობა და ინდივიდუალური თავისებურებანი (რაც კომბინაციური ცვალებადობის შემთხვევითობის ძირითადი განმაპირობებელი ფაქტორია) მყარ სახეობრივ ნიშანს წარმოადგენს და თითქმის არ ექვემდებარება სერიოზულ ცვლილებებს პოპულაციურ დონეზე. საყურადღებოა ისიც, რომ ასეთი კომბინაციების გენომური ორგანიზაცია თავისთავად ზღუდავს კომბინაციურ ფარგლებს. ასევე, გარკვეულ სტაბილურ შეზღუდვებს ექვემდებარება რეკომბინაციებიც სახეობათაშორის ფარგლებში.

თვით სიცოცხლის არსებობა ორგანიზმულ, პოპულაციურ და სახეობრივ ორგანიზაციულ დონეზე ნიშნავს მემკვიდრეობით მდგრადობას და მემკვიდრეობით ცვალებადობას შორის გარკვეული ბალანსის დარეგულირებას.

სახეობის დონეზე თითქმის შეზღუდულია კომბინაციური და რეკომბინაციური მემკვიდრეობითი ცვალებადობა, ხოლო

პოპულაციისა და ორგანიზმის დონეზე იგი ვლინდება მეტნაკლებად, ბიოლოგიურად განპირობებულ ფარგლებში თითქმის შეუზღუდავად, შესაბამისი კანონზომიერებებით.

საყოველთაოდაა ცნობილი ევოლუციურად გამომუშავებული მექანიზმების სიმრავლე, რომელიც უზრუნველყოფს, ერთი მხრივ, სახეთაშორის იზოლაციას და მეორე მხრივ, სახეობის შიგნით თავისუფალი პანმიქსიისა და შესაბამისად, გენთა კომბინაცია-რეკომბინაციის საშუალებების სრულყოფას.

თავისი შემთხვევითობის მიუხედავად გარკვეულ გენეტიკურ კონტროლს ექვემდებარება მუტაციური მემკვიდრეობითი ცვალებადობაც.

საერთოდ, ცოცხალ სამყაროში მუტაციური ცვალებადობის სიხშირე საკმაოდ მცირეა. ყოველი 10 ათასი შემთხვევიდან ერთჯერ ხდება გენის ცვალებადობა. ეს მაჩვენებელი განსხვავებულია სხვადასხვა ცოცხალ ორგანიზმში. დროზოფილაში გენის მუტაციის სიხშირე 0,01%-ია. ამ ორგანიზმებში ყოველი 100 გამეტიდან ერთი ახალი მუტაციის მატარებელია.

საფუძვლიანად არის დადგენილი, რომ სხვადასხვა გენი სხვადასხვა სიძლიერით ექვემდებარება მუტაციურ ცვალებადობას. ზოგი გენი მაღალი მუტაბილობით ხასიათდება და წარმოქმნის ალელების მთელ სერიას. ამასთან, სხვადასხვა გენი განსხვავებულ გენოტიპშიც სხვადასხვა სიძლიერით ექვემდებარება მუტაციურ ცვალებადობას. ექსპერიმენტული მუტაგენეზით დადგინდა, რომ წინასწარ ძნელია იმის პროგნოზირება, თუ რომელ გენში როგორი ტიპის მუტაცია აღმოცენდება, მაგრამ იმის დადგენა საკმაოდ შესაძლოა, თუ რომელი გენური ლოკუსი ექვემდებარება უფრო ძლიერ მუტაციურ ცვალებადობას. ყოველივე ეს ამტკიცებს, რომ მუტაბილობის უნარი თვით გენის თვისებაც ყოფილა.

მუტაციების გენოტიპური კონტროლის არსებობას ადასტურებს ე.წ. გენი-მუტატორების არსებობაც. ისინი აძლიერებენ მუტაციების წარმოქმნის შესაძლებლობებს ცალკეულ გენსა თუ გენოტიპში. ვარაუდობენ, რომ ეს ის გენებია, რომლებიც იწვევენ დეფექტური დნმ-პოლიმერაზების სინთეზს. ეს უკანასკნელი, რასაკვირველია, გამოიწვევს სათანადო

შეცდომებს გენის გაორმაგების დროს, რადგანაც ირღვევა გენში ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობა.

შემთხვევითობის მიუხედავად, მუტაციებიც რომ არ არის თავისუფალი გენოტიპური კონტროლისაგან, მდიდარ მასალაზე დაყრდნობით დაასაბუთა ცნობილმა რუსმა გენეტიკოსმა ნ.ი.ვავილოვმა.

ვავილოვმა მარცვლოვნების (ხორბალი, ქერი, ჭვავი და ა.შ.) მაგალითზე აჩვენა, რომ მათში ბუნებრივ პირობებში შედარებით მსგავსი (ტიპური) მუტაციები აღმოცენდებიან. ეს მოვლენა იმდენად კანონზომიერი აღმოჩნდა, რომ მან იწინასწარმეტყველა კიდეც ზოგიერთ მარცვლოვანში ტიპური მუტაციების არსებობის შესაძლებლობა, რაც მართლაც დადასტურდა შემდგომში. ვავილოვმა განხილული კანონზომიერება ჩამოაყალიბა, როგორც ***მემკვიდრეობითი ცვალებადობის ჰომოლოგიური რიგების კანონი***, რომლის მიხედვითაც ბიოლოგიურად ერთმანეთთან ახლოს მდგომი სისტემატიკური დაჯგუფებები შედარებით მსგავს მუტაციურ ცვლილებებს განიცდიან.

მუტაციური პროცესის ორგანიზმული კონტროლის თავისებურ გამოვლინებას წარმოადგენს მოძრავი ანუ ე.წ. ტრანსპოზური გენების არსებობა. მათ შეუძლიათ გენომის ფარგლებში გადაადგილდნენ და „ჩაეკერონ“ საჭირო ქრომოსომურ უბნებში. ტრანსპოზური ელემენტები, ჯერ ერთი, თვითონ იწვევენ მუტაციურ ცვლილებებს და მეორე მხრივ, ახალი მუტაციების აღმოცენების მიზეზიც ხდებიან. ამ მოვლენის აღმომჩენის, მაკ-კლინტოკის აზრით, ტრანსპოზური ანუ მობილური გენეტიკური ელემენტების მოქმედებით მუტაციების სიხშირე ჩვეულებრივთან შედარებით იზრდება 100-ჯერ, 1000-ჯერ და უფრო მეტად.

მუტაციური პროცესის ბიოლოგიური კონტროლის თავისებურ გამოვლინებას წარმოადგენს ე.წ. ***ბიომუტაგენების*** არსებობაც. ეს ისეთი ქიმიური ნაერთებია, რომლებიც ცოცხალში წარმოიქმნებიან და აინდუცირებენ ახალი მუტაციების წარმოქმნას. ამ მხრივ, კიდევ უფრო ნიშანდობლივია ე.წ. ავტომუტაგენების არსებობა, ცოცხალში გამომუშავებული ისეთი

ნივთიერებები, რომლებიც მუტაგენურ ზეგავლენას ახდენენ საკუთარ გენეტიკურ აპარატზე.

როგორც ადრე ითქვა, მუტაბილობა სახეობის ადაპტური ნიშანია. სახეობის გადარჩენისათვის საჭიროა მუტაბილობის გარკვეული დონე. ამასთან, საზიანოა მისი გადამეტებული ხარისხიც. ცხადია, რომ თვით ცოცხალში უნდა გამომუშავებულიყო რაღაც მექანიზმი, რომელიც არსებობის პირობების შეცვლის შემთხვევაში სახეობაში დაარეგულირებდა ბუნებრივი მუტაციების წარმოქმნის უნარს.

ერთ-ერთ ასეთ მექანიზმს უნდა წარმოადგენდეს, სწორედ, *ავტომუტაგენური მოქმედება*. როცა ორგანიზმები (განსაკუთრებით, მცენარეული) ხვდებიან განსხვავებულ საარსებო გარემოში და მისი რეაქციის ნორმის ფარგლები არ იძლევა ნორმალური არსებობის შესაძლებლობას, სწორედ მაშინ ძლიერდება ავტომუტაგენური მოქმედება. ეტყობა, ამ დროს გენოტიპით მკაცრად განსაზღვრული რეაქციის ნორმის ჩარჩოები ვერ უზრუნველყოფენ გენში ჩაწერილი მემკვიდრული ინფორმაციის სრულყოფილ რეალიზაციას. ხდება სათანადო ბიოქიმიური რეაქციების ბლოკირება სხვადასხვა ეტაპზე. რეაქციათა ბლოკირების შედეგად დაგროვილი შუალედური პროდუქტები ვეღარ მოიხმარება უჯრედებისა და ორგანიზმის მიერ, ისინი გროვდებიან უჯრედებში და როგორც უცხო ნაერთები, ზემოქმედებენ საკუთარი უჯრედის გენეტიკურ აპარატზე. მუტაციური პროცესის ავტომუტაგენური რეგულაციის საბუთად შეიძლება გამოყენებული იქნეს ციტრუსების მაგალითი.

სპონტანური მუტაციები, კვირტობრივი ვარიაციების სახით არც თუ ისე იშვიათია ვეგეტაციურად მამრავლ მცენარეებში, რასაც თავის დროზე ჩ. დარვინმა მიაქცია ყურადღება და მათ სპორტები უწოდა. მაგრამ ეს თვისება საკმაოდ ძლიერად ვლინდება ციტრუსებში. ციტრუსების განსაკუთრებული მიდრეკილება სპონტანური მუტაციების წარმოქმნისადმი არაერთი ავტორის მიერ არის დადასტურებული (ფერარიუსი, ფოლკამერი, სვინგლე, ვებერი, ტანაკა, შმელი, ლუსი, მაისურაძე, გოლიაძე, კაბანაძე, ქერქაძე, დიასამიძე, თუთბერიძე და სხვები).

ციტრუსებში სწორედ სომატური მუტაციების შედეგად არის მიღებული ბირველხარისხოვან ჯიშთა უმრავლესობა: მანდარინი უნშიუ, ფორთოხალი იაფსი, პომპელმუსები — მარისიდლესი, ფოსტერი, ლიმონი ევრიკა და სხვა. სხვადასხვა მეცნიერის მიერ გამოვლენილი იქნა ვასეს ტიპის მანდარინის 50 დამოუკიდებელი ფორმა, აქედან 30 ფორმისათვის დადგენილია, რომ ისინი წარმოშობილი არიან კვირტობრივი ვარიაციების გზით. ლუსის აზრით, სხვა 20 ფორმაც ასეთივე გზით არის წარმოშობილი. ტ. ტანაკას მიერ მანდარინ უნშიუს ბლანტაციების გამოკვლევის გზით გამოყოფილია ვასეს 11 ვარიაცია. მის მიერ სულ გაანალიზებული იყო 123 ათასი მცენარე. ასე რომ, სომატური მუტაციების აღმოცენების სიხშირე აქ შეადგენს 0,01%.

ფორთოხლის ერთ-ერთი ყველაზე საუკეთესო ჯიში ვაშინგტონ-ნაველი მიღებულია ბრაზილიურ ჯიშ სელექტასაგან როგორც სომატური მუტანტი.

ცნობილი იაფსის ჯიშის ფორთოხალიც კვირტობრივი ვარიაციის გზით არის მიღებული არაბულ ჯიშ ბელადისაგან. ვაშინგტონ-ნაველისაგან კლონური გზით მიღებულია მრავალი ჯიში.

ლიმონის მრავალმხრივ სპონტანურ მუტანტთა სპექტრში განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ჯიშ იურეკის სპონტანური ვარიაციები. ამავე გზითაა მიღებული ქართული ლიმონიც. პომპელმუსების ძირითადი ჯიშებიც სომატური მუტანტებია.

ციტრუსებში ბუნებრივ პირობებში ხშირად წარმოიქმნებიან პოლიპლოიდები და ანეუპლოიდები. აღნიშნულია შემთხვევები, როცა ერთ ხეზე არის სხვადასხვა პლოიდობის ტოტები. თვლიან, რომ ციტრუსების თანამედროვე ჯიშების 80% მიღებულია სპონტანური მუტაციების გზით.

მიუხედავად ზემოაღნიშნულისა, ჯერჯერობით სათანადო თეორიული შეფასებები არ გაკეთებულა იმის ასახსნელად, თუ რატომ ახასიათებთ ციტრუსოვნებს განსაკუთრებით ძლიერი მიდრეკილება სომატური მუტაციების წარმოქმნისადმი.

სომატური მუტაციები ციტრუსებში ისევე, როგორც მუტაციები საერთოდ, ცოცხალი ორგანიზმისათვის უმეტეს

შემთხვევაში საზიანოა, როგორც ბიოლოგიური (ადაპტური), ასევე სელექციური თვალსაზრისითაც. მიუხედავად ამისა, ცნობილია, რომ მუტაბილობის დონე სახეობის ადაპტური ნიშანია.

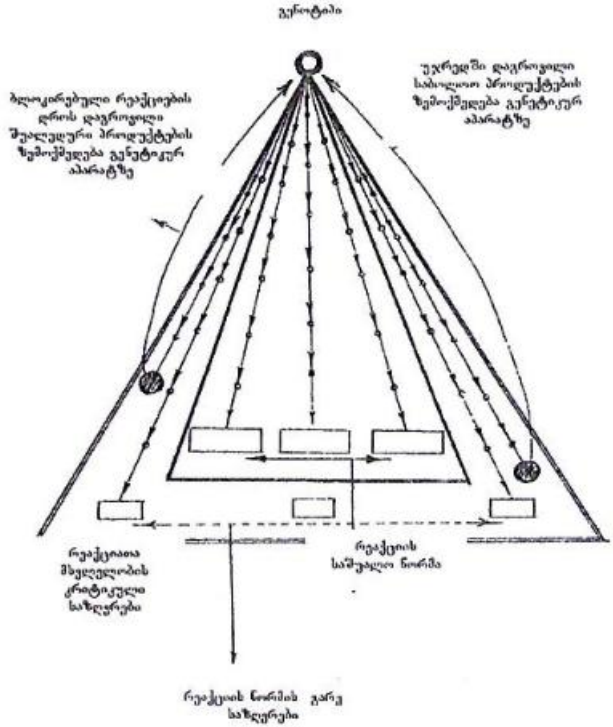
სწორედ ამ პოზიციებიდან უნდა ავხსნათ ციტრუსებისათვის დამახასიათებელი მაღალი სპონტანური მუტაბილობა.

როგორც ცნობილია, ციტრუსების, როგორც ბოტანიკური დაჯგუფების გენეზისი მჭიდროდ არის დაკავშირებული მუსონური ტიპის ტროპიკულ და სუბტროპიკულ კლიმატთან. ასეთი რბილი კლიმატის პირობებში მოხდა ამ გვარის გენოფონდის ევოლუციური ფორმირება. ციტრუსების გავრცელების თანამედროვე საზღვრებმა შორს გადაინაცვლეს პირველადი გენოცენტრისაგან. ახალი, შედარებით მკაცრი პირობებისადმი შესაბამის ადაპტურ თვისებად უნდა განვიხილოთ ციტრუსებში ბუნებრივი მუტაციების წარმოქმნის ძლიერი უნარი.

ისმება კითხვა: რა მექანიზმი უზრუნველყოფს ციტრუსებში ბუნებრივი მუტაბილობის გაძლიერებულ დონეს?

სპონტანური მუტაციური პროცესის გამომწვევ ბუნებრივ ფაქტორთა შორის (რადიაციის ბუნებრივი ფონი, ტემპერატურული მერყეობანი, ქიმიურ ფაქტორთა ზემოქმედება და სხვა) ციტრუსებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს ბიოქიმიური და ტემპერატურული ფაქტორების ერთობლივ ზემოქმედებას. ასეთი ზემოქმედების შედეგს უნდა წარმოადგენდეს ციტრუსებში ავტომუტაგენური ნივთიერებების დაგროვების შედარებით მაღალი ხარისხი. ციტრუსებს ტემპერატურული ფაქტორის მერყეობისადმი ევოლუციურად ჩამოყალიბებული, შედარებით შეზღუდული რეაქციის ნორმა აქვთ. ასეთ პირობებში, უპირატესად — კულტურულ ფორმებში, ჯერ კიდევ არ უნდა იყოს ჩამოყალიბებული რეაქციის ნორმის ფარგლებში საშუალო ადაპტური ნორმა. ყოველივე ამის გამო გარემოს ტემპერატურული ამპლიტუდის მცირე მერყეობისას ევოლუციურად ჩამოყალიბებული მემკვიდრული პოტენციალის რეალიზაცია მიმდინარეობს შედარებით მკაცრი ტემპერატურული რეჟიმის პირობებში. ამის გამო გენეტიკურად განპირობებული ბიოქიმიური რეაქციების ჯაჭვების მსვლელობა

ხორციელდება შედარებით უჩვეულო ტემპერატურულ გარემოში. ეს იწვევს რეაქციათა შუალედური თუ საბოლოო პროდუქტების შესაბამის ცვლილებებს. ზოგჯერ ალბათ, რეაქციათა ცალკეული ეტაპის ბლოკირებაც ხდება და გროვდება ჭარბი შუალედური პროდუქტებიც. მართალია, ასეთი ცვლილებები თავისი ხასიათით მოდიფიკაციური ბუნებისაა, მაგრამ შესაბამისი ბიოპროდუქტები უდაოდ ახდენენ მუტაგენურ გავლენასაც უჯრედის გენეტიკურ აპარატზე და შესაბამისად, იზრდება სომატური მუტაციების გამოვლინებაც (სურ. 30).



სურ. 30. სპონტანური მუტაგენეზის ავტომუტაგენური მექანიზმის სქემა.

აღნიშნულ თვალსაზრისს კიდევ უფრო ადასტურებს ი.ქერქაძის გამოკვლევები (1974-75). მის მიერ დასაბუთებული იქნა ციტრუსოვან მცენარეთა სხვადასხვა ორგანოს გამონაწურის განსაკუთრებული ბიომუტაგენური აქტივობა.

ციტრუსებში სპონტანური მუტაგენეზის ავტომუტაგენური მექანიზმით განპირობებულობას ასაბუთებს ის ფაქტიც, რომ კვირტობრივი ვარიაციები უმეტესად აღმოცენდებიან ასაკოვან (20 წელზე მეტი ხნის) მცენარეებში.

როგორც ჩანს, ეს გამოწვეულია მუტაციის მაინდუცირებელი ფაქტორის — ავტომუტაგენების თანდათანობითი დაგროვებით მცენარის ასაკის შესაბამისად. შესაძლოა, ავტომუტაგენური მოქმედების ძალა დიდი არ არის, მაგრამ მისი კომპენსაცია ხდება მოქმედების ხანგრძლივობის ხარჯზე.

ბიომუტაგენების არსებობა დასაბუთებულია სხვა ბიოლოგიური ობიექტების მიმართაც.

საერთოდ, სქესობრივი გამრავლების დროს ცვალებადობა ემყარება გენთა კომბინაციების გენეტიკურ ეფექტს და ისინი იშვიათად გამოდიან მშობლიური ორგანიზმების თავისებურებათა ფარგლებიდან.

ციტრუსი ამ მხრივაც თავისებური ობიექტია. კომბინაციური ცვალებადობის გარდა გენერაციულ თაობაში აქ არც თუ იშვიათად ვლინდება უჩვეულო მუტაციური ცვალებადობის მსგავსი შემთხვევები. ასეთი ხასიათის ცვლილებებს განიცდიან ციტრუსების როგორც ზიგოტური, ასევე ნუცელარული ორგანიზმები. ზიგოტური ნათესარების ცვალებადობის მექანიზმი შედარებით იოლი გასაგებია. ცნობილი მიზეზების გამო აქ მიიღება სხვადასხვა სახის კომბინანტული და რეკომბინანტული ორგანიზმები. მაგრამ ციტროლოგები ერთხმად აღიარებენ ციტრუსების ზიგოტურ თაობებში უჩვეულო ცვლილებებს, რომლებიც ვერ თავსდებიან მშობლიური ნიშან-თვისებების უბრალო კომბინაციების ჩარჩოებში. შესაძლოა, ეს ადრე აღმოცენებული რეცესიული მუტაციებია, რომლებსაც ზიგოტურ თაობებში ფენოტიპურად გამოვლენის შესაძლებლობა ეძლევათ.

როგორც უკვე ითქვა, ციტრუსებს ძლიერი სომატური მუტაციური პროცესი ახასიათებს. ხანგრძლივი ვეგეტაციური გამრავლების პროცესში სომატური მუტაციების თანდათანობითი დაგროვების გზით მათში თაობათა მანძილზე იქმნება მაღალი ჰეტეროგენურობა. კლონური გზით მიღებული სხვადასხვა ორგანიზმი და სხვადასხვა უჯრედიც ერთი ორგანიზმის ფარგლებში შეიცავს ცალკეული გენის მრავალმხრივ ალელს. სქესობრივი გამრავლების პროცესში მუტაციების მიხედვით მაღალი ჰისტოგენურობის გამო სხვადასხვა ორგანიზმისა და ერთი ქიმერული ორგანიზმის მიერ წარმოქმნილი გამეტები მრავალმხრივი, განსხვავებული ალელების მატარებელია.

განაყოფიერების შედეგად გამეტათა სხვადასხვა კომბინაცია კომპაუნდის გზით იძლევა რეცესიულ გენთა ჰომო- თუ ჰეტეროზიგოტურ დაჯგუფებებს, რაც განაპირობებს ერთი ნიშნის მიხედვით მრავალფეროვანი სპექტრის მუტანტური ფენოტიპების წარმოქმნას.

მართალია, ეს ძირითადად რეცესიულ ალელებს შეეხება, მაგრამ მსგავსი ბედი, გარკვეულწილად, შეიძლება ჰქონდეს დომინანტურ მუტანტურ გენებსაც.

როცა მცენარეულ ორგანიზმში ცალკეულ უჯრედში აღმოცენდებიან დომინანტური მუტანტური ალელები, მათ ყოველთვის (სხვადასხვა დროსა და სხვადასხვა ქსოვილში ფუნქციონირების გამო) არ ეძლევათ ფენოტიპურად გამოვლენის შესაძლებლობა. მაგრამ როცა ასეთი გენური მუტაცია ჰიგოტაში აღმოჩნდება, ის უცილობლად ავლენს ფენოტიპურ ეფექტს.

ასე რომ, ციტრუსებში ჰიგოტური ნათესარების ცვალებადობის ერთ-ერთი მიზეზი განხილული მექანიზმებიც შეიძლება იყოს.

ამგვარად, ციტრუსებისათვის დამახასიათებელი ცვალებადობის თავისებურებანი მათი ზოგიერთი სპეციფიკური ბიოლოგიური თავისებურებითაც არის განპირობებული.

თუ ვაღიარებთ ავტომუტაგენური მოქმედების ფაქტს და მის განმაპირობებელ განხილულ კანონზომიერებებს, მაშინ უნდა ვირწმუნოთ, რომ იგი მუტაციური ცვალებადობის ბიოლოგიური რეგულირების თავისებური გამოვლინებაა და შესაძლოა, აღნიშნული მექანიზმებითაც ბალანსირდება ცოცხალ სამყაროში

მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ბიოლოგიურად სასარგებლო თანაფარდობა.

მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ბალანსის ბიოლოგიური რეგულაციის თავისებური გამოვლინებაა ორგანიზმთა ადაპტურობის მაჩვენებლისა და პოპულაციის (სახეობის) ადაპტური ნორმის მდგრადობის კონტროლი ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით.

ორგანიზმის უნარი, გადარჩეს და კვლავწარმოქმნას შესაბამისი ნიშნები თაობებში, წოდებულია, როგორც გენოტიპის *ადაპტური ღირებულება.* იგი ჩვეულებრივ, გამოსახავს გენოტიპის ადაპტურობის ხარისხს. მაღალი ადაპტური ღირებულების მქონე გენოტიპთა მემკვიდრული მდგრადობა კონტროლირდება ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით. რაც უფრო სასარგებლოა ადაპტურობის მახასიათებელი, მით უფრო მაღალი მდგრადობით ხასიათდებიან შესაბამისი გენოტიპური თავისებურებანი. გადარჩევა ორგანიზმის, როგორც გადარჩევის მოქმედების ობიექტის, გადარჩენისა და შთამომავლობის დატოვების უნარს აკონტროლებს ფენოტიპურად გამოვლენილი ნიშან-თვისებების დონეზე და აფასებს მათ სელექციურ სარგებლიანობას. ამით ის უზრუნველყოფს შესაბამისი გენეტიკური საფუძვლების რეგულირებას. ცნობილია, რომ ფენოტიპი გენოტიპისა და გარემოს ერთობლივი მოქმედების შედეგია. ადაპტურად სასარგებლო ფენოტიპური ნიშნების მქონე ინდივიდთა გადარჩევით იქმნება შესაბამისი გენოტიპების გადარჩენისა და თაობებში ასეთი გენოტიპური თავისებურებების კვლავწარმოქმნის შესაძლებლობა. აღნიშნულ გენოტიპებში მუტაციური თუ სხვა სახის მემკვიდრული ცვლილებები, რომლებიც ასუსტებენ გენოტიპის ადაპტურობის ხარისხს, გადარჩევის გავლენით ელიმინაციას ექვემდებარებიან. გამოდის, რომ რაც უფრო მაღალია გენოტიპის ადაპტური ღირებულება, მით უფრო მეტად არის დაცული გადარჩევის მოქმედებით გენოტიპის მდგრადობა მემკვიდრული და კერძოდ, მუტაციური ცვალებადობის მადეზორგანიზებელი მოქმედე-ბისაგან. ასეთი გენოტიპები ახალ გადამრჩევ ფაქტორთა კომპლექსის მოქმედებამდე კვლავ წარმოიქმნებიან, რის შედეგადაც

მემკვიდრულად სტაბილურნი რჩებიან და თითქმის არ ექვემდებარებიან ცვალებადობას.

მსგავსი მექანიზმები მოქმედებენ პოპულაციისა და სახეობის დონეზე ადაპტური ნორმისა და შესაბამისად, მემკვიდრული მდგრადობის სტაბილურობის საქმეშიც.

როგორც ადრე იყო ნათქვამი, ადაპტური ნორმა პოპულაციის რეაქციის ნორმის ფარგლებში ფენოტიპური თავისებურებების ისეთი გამოვლინებაა, რომელიც უზრუნველყოფს მოცემული გადამრჩევი ფაქტორების მოქმედების პირობებში მაქსიმალურ შეგუებულობას და შესაბამისი ჯგუფების გადარჩენას. ეს თავისთავად განაპირობებს თაობებში გენოტიპური და ფენოტიპური თავისებურებების შენარჩუნების მდგრადობას. ასეთი ბალანსის პირობებში პოპულაციებში აღმოცენებული ახალი მუტაციები უმრავლეს შემთხვევაში არღვევენ ადაპტურ ბალანსს და შესაბამისი გადახრები დაექვემდებარებიან ელიმინაციას.

ასე რომ, თუ მამოძრავებელი გადარჩევა სასარგებლო მემკვიდრული ცვლილებების დაგროვების გზით იწვევს ახალი ადაპტური ნორმის ორგანიზებას, მასტაბილიზებელი გადარჩევა, პირიქით, უზრუნველყოფს არსებული ადაპტური ნორმის სტაბილურობის შენარჩუნებას. აღნიშნული არეგულირებს ცოცხალ სამყაროში მემკვიდრეობის სტაბილიზაციისა და მემკვიდრული ცვალებადობის სასარგებლო ბალანსის შენარჩუნებას.

ყოველივე განხილული გვაძლევს საშუალებას, დავასკვნათ, რომ დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობის ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა მემკვიდრეობასა და ცვალებადობას შორის ბიოლოგიურად სასარგებლო ბალანსის შენარჩუნება. ცოცხალის ამ ზოგადი თვისებების ზომიერი თანაფარდობის გარეშე სიცოცხლე შეუძლებელი იქნებოდა. როგორც უცვლელი მემკვიდრეობა, ასევე გაძლიერებული ცვალებადობა მემკვიდრეობის გარეშე ცოცხალის უცილობელ განადგურებას გამოიწვევდა. ამიტომაც, მათი სასარგებლო ბალანსი გენეტიკური მექანიზმებით რეგულირდება. ამაში მით უფრო მეტად ვრწმუნდებით, რაც უფრო საფუძვლიანად ვეცნობით

მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებებს და ვაანალიზებთ მათ ევოლუციურ მნიშვნელობას.

ადაპტოგენეზი, როგორც ევოლუციის შედეგი

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ევოლუციური გარდაქმნა რიგი ევოლუციური ფაქტორებით რეგულირდება. ყველა მათგანის მნიშვნელობა გამორჩეული და უნიკალურია, მაგრამ მარეგულირებელი მაინც ბუნებრივი გადარჩევაა. ფაქტორთა ერთობლივი მოქმედება სამი ტიპის მთავარ ევოლუციურ შედეგამდე მიდის. ეს არის ადაპტოგენეზი, ახალ სახეობათა წარმოშობა და სიცოცხლის ორგანიზაციული სრულყოფა.

ადაპტაცია არის ორგანიზმთა მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური, ეთოლოგიური თუ ნებისმიერი სხვა სახის ნიშანთა და თავისებურებათა ერთობლიობა, რომელიც უკეთ უზრუნველყოფს კონკრეტულ საარსებო გარემოში მათ არსებობას და შთამომავლობის დატოვებას. ჩვეულებრივ, ადაპტურობის დონის მახასიათებლად მიიჩნევენ ორგანიზმთა ცხოველმყოფელობის დონეს, კონკურენტუნარიანობასა და ფერტილობის ხარისხს.

ცხოველმყოფელობა განპირობებულია ტიპურ გარემოში ორგანიზმის ნორმალური ზრდა-განვითარების უნარით. ასეთი ორგანიზმების ადაპტური ნორმა სტაბილურ თანაფარდობაშია საარსებო პირობებთან და მკაცრად რეაგირებს მუტაციების მადეზორგანიზებელ მოქმედებაზე. ამის გამო სტაბილურ გარემოში მათი ადაპტურობის ხარისხი ინარჩუნებს მდგრადობას.

კონკურენტუნარიანობა გულისხმობს ორგანიზმთა უნარს, უკეთ გაუძლოს საარსებო პირობების დაწოლას და მოიპოვოს უპირატესობა არსებობისათვის ბრძოლაში.

განსაკუთრებულია ფერტილობის ადაპტური მნიშვნელობა. რაც არ უნდა ცხოველმყოფელი და კონკურენტუნარიანი იყოს ორგანიზმი სხვა მხრივ, თუ იგი მოკლებულია ნორმალური გამრავლების უნარს ან საერთოდ სტერილურია, მაშინ იმის გამო, რომ ვერ დატოვებს შთამომავლობას, გაქრება მისი სხვა ადაპტური უპირატესობანი. ასე რომ, ადაპტურობის მთავარ მახასიათებლებს გამრავლებისა და თაობების დატოვების სრულყოფილების დონე განსაზღვრავს.

ადაპტურობის სამივე მაჩვენებელი ერთ მთლიანობაში განსაზღვრავს ორგანიზმთა გადარჩენისა და თაობების დატოვების ხარისხს და იგი ყალიბდება ისტორიულად, ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების შედეგად. ამ გზით ჩამოყალიბებული ადაპტური ნორმა ოპტიმალურია კონკრეტულ საარსებო გარემოში და იგი ევოლუციური განვითარების ერთ-ერთ მთავარ შედეგს წარმოადგენს.

შეიძლება გამოიყოს ადაპტაციის სხვადასხვა სახე. ყველაზე კარგადაა გამოკვეთილი მორფოლოგიური ადაპტაციები. აქ იგულისხმება ორგანიზმთა გარეგნული ნიშან-თვისებები, რომლებიც ამაღლებენ მისი ადაპტურობის დონეს (გადარჩენას და გამრავლებას). მორფოლოგიურ ადაპტაციებში ერთიანდება შეგუებები, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან ორგანიზმთა შეფერილობისა და ფორმის შეგუებით ცვლილებებთან. შეფერილობით შეგუებებს ***დამცველობითი შეფერილობას*** უწოდებენ. ასეთი შეგუების მთავარი შედეგი არის ის, რომ ორგანიზმი უკეთ დაცული ხდება საარსებო ფონზე. მასში გამოიყოფა ორი ფორმა: ***მფარველობითი*** და ***გამაფრთხილებელი შეფერილობა.***

მფარველობითი (კრიპტული) შეფერილობა ცხოველს შეუმჩნეველს ხდის საარსებო ფონზე. ფონთან ფერით შესამებული მსხვერპლი ნაკლებად შესამჩნევი ხდება მტაცებლისათვის, ხოლო მტაცებელს ასეთი ფერი აძლევს საშუალებას, მალულად ჩაუსაფრდეს ან მიეპაროს მსხვერპლს. მფარველობითი შეგუებანი ფართოდ არის გავრცელებული ცხოველთა სამყაროში (მწერები, თევზები, ამფიბიები, ქვეწარმავლები, ძუძუმწოვრები). ასეთი შეგუებანი ხშირად ეხამება ნიადაგის, ფოთლის, ბალახის, ხის, ქერქისა და სხვა

საგნების ფერს. მფარველობითი შეფერილობა ვლინდება ცხოველთა ონტოგენეზური განვითარების ნებისმიერ ეტაპზე. ზღვის მრავალი პლანქტონური ცხოველის კვერცხები, ლარვები და ზრდასრული ფორმები გამჭვირვალეა და მტრისათვის შეუმჩნეველი რჩება. ასევე, მრავალ ფრინველთა კვერცხი ზოლებიანია, მწერების მუხლუხები მწვანეა და ა.შ. ყოველი მათგანი შეხამებულია საცხოვრებელი გარემოს ფონთან. თუმცა, ზოგიერთი ცხოველის კვერცხებს (თუ მათ დებენ ნიადაგში, სოროებში და საერთოდ მტაცებლებისათვის მიუწვდომელ ადგილებში) არ ემუქრებათ განადგურება. მათ არ ახასიათებთ მფარველობითი შეფერილობა და ხშირად ისინი თეთრია.

გარემოს ფონთან შესაბამისობაშია ბევრი ზრდასრული ცხოველის ფერი — მწვანე გარემოში მობინადრე ცხოველების ფერიც მწვანეა (კუტკალია, მწვანე ჩოქელა, მწვანე ბაყაყი, ვასაკა, მწვანე ხვლიკი და სხვა). ზღვის ნექტონურ (ბერძნ. nekton-მცურავი) ფორმებს სარკისებური მუცელი და მურა მწვანე ზურგი აქვთ. ქვემოდან სარკისებური ფერი ცხოველს შეხამებულს ხდის წყლის მენისკური ფენის ფონზე, ზემოდან კი წყლის მუქ ფერთან შეხამება უზრუნველყოფს მის დაცვას. ღამის ცხოველების ფერი რუხია (ბუ, ღამურა, ვირთაგვა, თაგვი), უდაბნოსი — მურა-მოყვითალო (უდაბნოს კალია, ვარანი, კობრა და სხვა). პოლარული ზონის ცხოველები თეთრი ფერისაა (თეთრი დათვი, ყარსაღი, თეთრი ბუ და სხვა). ამ ზონის ზოგიერთი ცხოველი ფერს იცვლის წლის სეზონების მიხედვითაც (სიასამური, ყარსაღი, თეთრი კურდღელი, თეთრი გნოლი და სხვა). ბევრი ცხოველი კანის ფერს იცვლის ფონის ცვალებადობის შესაბამისად (ქამელეონი, სკაროსი, კამბალა).

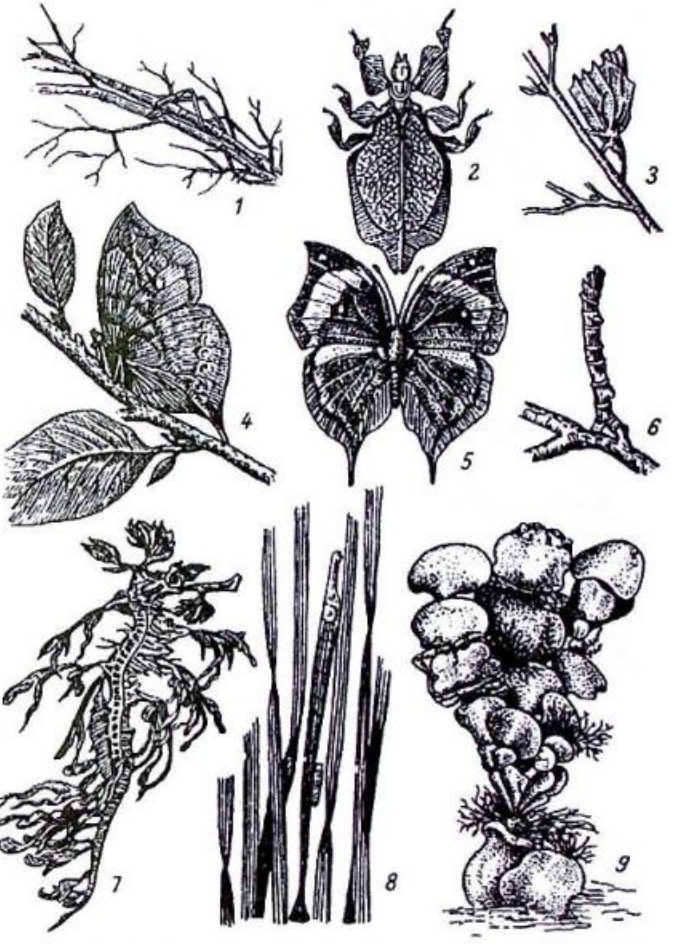
ზოგიერთი ცხოველი (ზებრა, ვეფხვი) განსაკუთრებული ზოლებით ხასიათდება. ზოლების სპეციფიკურობა ნაშიერს დედის გამოცნობაში ეხმარება. ამასთან, ზებრაში იგი თავდაცვის საშუალებასაც წარმოადგენს. ზებრა ჯოგურ ცხოვრებას ეწევა. როცა ჯოგი გარბის, ასეთი ფერი მტაცებლებს არ აძლევს საშუალებას, პატარა ნაშიერები გარკვევით გამოარჩიონ სამიზნედ. ამასთანავე, 50-70 მეტრის მანძილზე ასეთი ცხოველები ძნელი შესამჩნევია სხეულზე არსებული ზოლებისა და გარემოს შუქ-ჩრდილების თანხვედრის გამო. საერთოდ,

ზოლებიანი ფერები შესაბამის ობიექტს გამოკვეთს არა როგორც განცალკევებულ ერთეულს, არამედ ვერტიკალური ან ჰორიზონტალური მუქი ზოლების მონაცვლეობით იქმნება ერთიანი ფონი, სადაც ნაკლებად შესამჩნევია კონკრეტული ორგანიზმი.

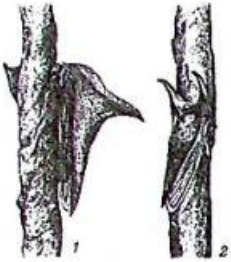
გამაფრთხილებელი შეფერილობის დროს ცხოველები ხასიათდებიან მკვეთრი, დემონსტრაციული შეფერილობით, რაც ყოველთვის თვალში საცემია. გამაფრთხილებელი შეფერილობა ახასიათებთ ცხოველებს, რომლებსაც აქვთ მსუსხავი უჯრედები (ზოგიერთი აქტინია), შხამიანი ჯირკვლები და ეკლები (ზოგიერთი მწერი, თევზი, ამფიბია), შხამიანი სხეული ან ლორწო (სალამანდრა, გომბეშო, ვასაკა, ზოგიერთი შხამიანი გველი), არასასიამოვნო სუნი ან შხამიანი სითხის გამოყოფის უნარი (ზოგიერთი ხოჭო, ბაღლინჯოები, პეპლები და სხვა), გესლიანი კბენა (კრაზანები, ბაზები, ზოგიერთი შხამიანი გველი) და სხვა. ასეთი ცხოველებისათვის სასარგებლოა სხეულის დემონსტრირება კაშკაშა ფერით, პოზებით, ნელი მოძრაობით და ა.შ. ისინი აფრთხილებენ იმ ცხოველებს, რომლებიც მათი მსგავსი ორგანიზმებით იკვებებიან, რომ არჩევანში არ შეცდნენ.

დამცველობითი მორფოლოგიური ადაპტაციის თავისებური სახეა *მიმიკრია*. ამ შემთხვევაში დამსგავსება ხდება არა მარტო ფერით, არამედ ფორმითაც. დამსგავსება შეიძლება მოხდეს რაღაც სხეულებთან (კვირტთან, ფოთლებთან, ეკლებთან და სხვა — სურ. 31, 32, 33) ან კიდევ, კარგად დაცულ და საკვებად უვარგის სხვა არამონათესავე ცხოველებთან (ჰელიკონიდები და პეპელა პიერიდა, ჭიამაია და სხვა ხოჭოები, გველები — სურ. 34). გამოყოფენ ბეიტსისა (როცა გარემოში არსებობს წასაბაძი ცხოველის მოდელი) და მიულერის (როცა იმუნური ცხოველები ერთმანეთს ბაძავენ) ტიპის მიმიკრიებს.

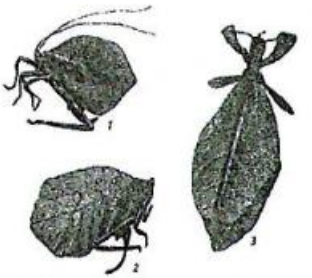
ხშირად იმუნურ ცხოველებსაც, განსაკუთრებით მწერებს, სათანადო ინსტინქტების არქონის გამო მაინც ანადგურებენ ახალგაზრდა ფრინველები. როცა ასეთი ცხოველები ერთმანეთს ემსგავსებიან, მაშინ მსხვერპლთა რაოდენობა ნაწილდება წამბაძველ სახეობებზე და თითოეულისათვის მსხვერპლის წილი მცირდება.



სურ. 31. დამცველობითი შეფერილობა და ფორმის მსგავსება ცხოველებში.
1 – ჩხარასებერა Bacillus rossii; 2 – მაქედონა ფოთოლი Phyllium siccifolium;
3 – პეპელა Libythea celtis; 4 – პეპელა Kallima inachis დაკეცილი ფრთებით;
5 – იგივე გაშლილი ფრთებით; 6 – ქლიავის ჭრთმელას Angerona prunaria შეხლუნა;
7 – ზღვის ცხენი Phyllopterus; 8 – ნემსთევზა Syngnathus ზღვის მცენარეებში;
9 – კატარჩხალა Hyenia წყალმცენარეებში (პარცხნივ და ზევით).



სურ. 32. ბრაზილიური ციკადების დამსგავსება ეკლებთან (ცხოვრობენ ეკლიან ბუჩქნარებში).
1. Umbalia pyramidalis, 2. Hemiptera punctata.



სურ. 33. ფოთლისადმი დამსგავსება ხვრინტიანებში
1 და 2 — Cyclopterus-ს ჩახუტება 3 — Chitoniscus feedjeanus

სურ. 34. მიმიკრია გველებში.
1 — უშხაო (Erythrolamprus venustissimus); 2 — შხაბაო (Elaps fulvius).

მიმიკრია არსებობს მცენარეებშიც (ჭინჭარსა და ჭინჭრის დედას შორის, ზოგიერთ უნექტრო და ნექტრიან ყვავილს შორის და სხვა).

საერთოდ, მორფოლოგიური ადაპტაციების, განსაკუთრებით მიმიკრიის დროს, ადაპტურ ცვლილებებს ძირითადად ექვემდებარება შეგუებითი მორფოლოგიური ნიშნები, ხოლო ორგანიზაციული (ფილოგენეტური დონის განმსაზღვრელი) ნიშნები კი შენარჩუნდებიან.

მორფოლოგიურ ადაპტაციებში ერთიანდება აგრეთვე თავდაცვის მთელი რიგი პასიური საშუალებები (ჯავშანი, ქიტინი, რქოვანი ფარები, მცენარეთა ეკლები, ქაცვები, ბუსუსები და სხვა).

გარდა მორფოლოგიურისა, შეიძლება გამოიყოს *ფიზიოლოგიური ადაპტაციებიც*. ისინი იწვევენ გარემოსადმი ორგანიზმთა შეგუებას ფიზიოლოგიურ თავისებურებათა პარამეტრების სრულყოფის მიხედვით: ორგანიზმის მუდმივი ტემპერატურა, სისხლში შაქრებისა და მარილების კონცენტრაციული მდგრადობა, გარემოს მარილიანობის,

სინესტის, ტემპერატურის ცვლილებებისადმი შეგუებითი ფიზიოლოგიური თავისებურებების გამომუშავება და სხვა.

ადაპტაციის თავისებური სახეა *ეთოლოგიური ადაპტაცია*. აქ იგულისხმება მოქმედებათა და ქცევათა თავისებურებანი, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან გამრავლებასთან (პარტნიორის მონახვა, შეუღლებაში უპირატესობის მიღწევა, შთამომავლობაზე ზრუნვა), საკვების მოპოვებასთან (ტროფიკული ადაპტაციები — ჯოგებად გაერთიანება), გარემოს აბიოტური პირობებისადმი შეგუებასთან (არახელსაყრელი პირობებისადმი თავის არიდება, მოსვენების მდგომარეობაში გადასვლა, მიგრაციები და მრავალი სხვა) და ა. შ.

ზოგიერთი სახის ადაპტაციებს მნიშვნელობა აქვთ არა ორგანიზმულ, არამედ პოპულაციისა და სახეობის დონეზე. ამ ტიპს მიეკუთვნება ორგანიზმთა სხვადასხვა სახის გაერთიანება, რაც დაკავშირებულია საკვების მოპოვებასთან — ტროფიკული კოოპერაცია, გამრავლებასთან — რეპროდუქციული კოოპერაცია ან არახელსაყრელი გარემოს აბიოტური პირობების წინააღმდეგობის დაძლევასთან — კონსტიტუტიური (არსებითი) კოოპერაცია. ასევე, სახეობრივი ტიპის ადაპტაციებს მიაკუთვნებენ მუტაბილობის დონეს, სახეთაშიდა პოლიმორფიზმს, ოპტიმალურ რიცხობრიობას და სხვა.

ადაპტოგენეზი არის რეაქციის ნორმის ისტორიული ცვლილება კონკრეტული პირობებისათვის სასარგებლო გადახრების თანდათანობითი დაგროვების გზით. ადაპტოგენეზი შინაგანად წინააღმდეგობრივი პროცესია. ამ დროს ხდება ორგანიზმებისა და სახეობების გენეტიკური საფუძვლების თანდათანობითი გარდაქმნის შედეგად ახალი ორგანიზებულობის ჩამოყალიბება. ყოველივე ეს ხორციელდება ძველი ორგანიზებული მდგომარეობის (რეაქციისა და ადაპტური ნორმის) დეზორგანიზაციის ხარჯზე. გამოდის, რომ ადაპტაციების ჩამოყალიბება დაკავშირებულია შესაბამისი ორგანოებისა და მთელი ორგანიზმის სტრუქტურულ-ორგანიზაციულ და ფუნქციურ ცვლილებებთან. არაშეგუებითი ორგანიზაცია ცოცხალში არ არსებობს. რა ხარისხითაც არ უნდა მოხდეს ნებისმიერი ორგანოს სტრუქტურისა და ფუნქციის ცვლილება, იგი ყოველთვის დაკავშირებულია შეგუებით ჰარმონიზაციასთან

ორგანიზმის, როგორც სისტემის, საერთო ფუნქციური მთლიანობის პირობებში. თვალნათელია, რომ ცოცხალის ორგანიზაცია არის ზოგადი ადაპტაციების თანდათანობითი ევოლუციური დაგროვების შედეგი. ცოცხალის ამგვარი სტრუქტურული და ფუნქციური მთლიანობის პირობებში ახალი ადაპტაციების ჩამოყალიბება დაკავშირებული იქნება ძველი სტრუქტურულ-ფუნქციური მთლიანობის დეზორგანიზებასა და ახალი ორგანიზებულობის ჩამოყალიბებასთან.

ასეთი მადეზორგანიზებელი ფაქტორებია მემკვიდრული ცვლილებები (მუტაციები, კომბინაციები, რეკომბინაციები), რომლებიც უმეტეს შემთხვევაში არღვევენ ორგანიზმების ადაპტური ნორმის ნორმალურ მდგომარეობას. თუმცა, მემკვიდრული ცვლილებების მადეზორგანიზებელ მოქმედებას აქვს დადებითი მნიშვნელობაც. საზიანო რეცესიული მუტაციებიც კი ამდიდრებენ პოპულაციაში მემკვიდრეობითი ცვალებადობის რეზერვს. ხშირად ასეთი ცვლილებები პოტენციური ადაპტური მნიშვნელობისაა. სხვა გარემოში გადასვლისას ან არსებობის პირობების შეცვლის შემთხვევაში ისინი ხშირად იძენენ ადაპტურ მნიშვნელობას. მსგავსი რეზერვის სახით არსებულ მუტაციურ მარაგს ზოგჯერ არსებითი მნიშვნელობა აქვს პოპულაციის საარსებო გარემოსადმი ადაპტური მორგების (გენეტიკური სტრუქტურის სათანადოდ გარდაქმნით) თვალსაზრისით.

ადაპტოგენეზის პროცესში გამოყოფენ სამ ფაზას: *ინადაპტურს, პრეადაპტურსა* და *პოსტადაპტურს.*

ინადაპტური ფაზის დროს ძლიერია ელიმინაციის მოქმედება. შეცვლილ გარემო პირობებში გადარჩება პოპულაციის მხოლოდ გარკვეული ნაწილი. ელიმინაციის დონე უფრო ძლიერია მაღალორგანიზებულ ჯგუფებში. გარემო პირობების ცვლილებების სიძლიერე პირდაპირ დამოკიდებულებაშია ელიმინაციურ ეფექტთან, შესაბამისად იზრდება პოპულაციაზე მის მიერ მიყენებული ზიანის სიდიდეც. ზოგჯერ პოპულაციის სრული განადგურებაც კი ხდება. ელიმინაციის მოქმედება და პოპულაციური მსხვერპლი იზრდება დაჯგუფების ბიოლოგიური რანგის მატების შესაბამისად. ასე

რომ, რაც უფრო მაღალი ფილოგენეტური დონისაა პოპულაცია, მით უფრო ძლიერია მსხვერპლი. ეს გასაგებიცაა, რადგან გარემოს ცვალებადობის შესაბამისად ძნელი ხდება მაღალორგანიზებული გენოტიპების ჰარმონიზაცია მუტაციებისა თუ სხვა სახის მემკვიდრული ცვლილებების პირობებში.

პრეადაპტური ფაზა გულისხმობს პოპულაციებში გარკვეული წინაპირობების არსებობას შეცვლილი გარემო პირობებისადმი შესაგუებლად მზადყოფნის თვალსაზრისით. როცა არსებობის პირობები სწრაფად იცვლება, ახალი მუტაციების აღმოცენების ტემპი აშკარად არასაკმარისი იქნება სათანადო ადაპტაციისათვის. ასეთ შემთხვევებში აქტიურად გამოიყენება ორგანიზმთა სარეზერვო ადაპტური შესაძლებლობანი. ამგვარი წინაპირობის არსებობის შესახებ მიუთითებდა ჯერ კიდევ ჩ. დარვინი. ამ აზრს არასწორი ინტერპრეტაცია მისცეს ანტიდარვინისტებმა. მათ შექმნეს ე.წ. „წინასწარი შეგუების“ თეორია. თანამედროვე სინთეზური თეორიის მიხედვით პრეადაპტაცია არის ორგანიზმის უნარი, შეეგუოს შეცვლილ გარემო პირობებს სათანადო რეზერვების გამოყენების ხარჯზე. ეს უნარი ბუნებრივი გადარჩევის გზით არის ჩამოყალიბებული და იგი ემყარება ორგანიზმთა რეაქციის ნორმის სიდიდეს (რაც აძლევს შეცვლილ პირობებში გადარჩენის მეტ შანსს) და სარეზერვო, ე.წ. სახეთაშიდა ცვალებადობის „სამობილიზაციო რეზერვის“ სახით მყოფი რეცესიული მუტაციების არსებობას (რაც გადარჩევისათვის მასალის წინასწარ მზადყოფნას განაპირობებს). ამ მხრივ გარკვეულ როლს ასრულებს ახალ პირობებში ორგანიზმთა ფუნქციონირებაზე ორგანოთაშორისი სასარგებლო კორელაციური გავლენაც.

პრეადაპტაციის თავისებური გამოვლინებაა შემთხვევები, როცა ერთ გარემოში ჩამოყალიბებული ადაპტური ნიშანი ადაპტურ უპირატესობას სძენს ორგანიზმს ახალ საარსებო გარემოშიც. მსგავსი ტიპის პრეადაპტაციის მაგალითებია წყლის ცხოველებში ნიჟარის არსებობა, რაც მას აქ მტაცებლებისაგან იცავს, იგი საუკეთესო ადაპტური ნიშანია ხმელეთზე გადასვლის დროსაც, რადგან ცხოველს იცავს გამოშრობისა და მტრებისაგან.

პოსტადაპტურ ფაზაში ხდება უკვე არსებული ადაპტაციების თანდათანობითი სრულყოფა. ადაპტაციის ყველა აღნიშნული ფაზის დროს მოქმედებს გადარჩევის ყველა ფორმა, რაც ცალკეულ შემთხვევაში დაკავშირებულია კონკრეტულ შედეგებთან.

ადაპტაციებს გარემოსთან შეგუების დიაპაზონის მიხედვით ყოფენ *ზოგად* და *კერძო ადაპტაციებად*. ზოგადი ადაპტაცია ბიოპულაციებს აძლევს საშუალებას ფართო ხასიათის შეგუებისათვის. იგი ქმნის ორგანიზმთა გადარჩენისა და თაობების დატოვების შესაძლებლობებს საარსებო პირობების ფართო დიაპაზონში (ფრინველის ფრთა). კერძო ადაპტაციები კი ორგანიზმებს აგუებს კონკრეტულ საარსებო პირობებთან (კოდალას ნისკარტი, მწერიჭამიობა მცენარეებში და სხვა).

ადაპტაციები თავისი სრულყოფის დონის შესაძლებლობებით არ შეიძლება იყოს აბსოლუტური. მას აქვს გარკვეული შეზღუდულობანი, თუნდაც იმიტომ, რომ ყოველგვარი ადაპტაცია გარკვეული გარემო პირობებისადმი შეგუებას განაპირობებს. სხვა პირობებში იგივე ნიშნები, პირიქით, ხშირად აუარესებს შეგუებას. მაგალითად, მფარველობითი შეფერილობა ცხოველს აგუებს გარემოს ფონთან. როგორც კი გადავა ცხოველი განსხვავებულ პირობებში, აღნიშნული ადაპტაცია ცხოველს უკეთებს დემონსტრირებას და იგი იოლად ხდება მტაცებლების მსხვერპლი. ასე რომ, *ადაპტაციები ყოველთვის შეფარდებითია.*

ასევე, განსხვავებულია ადაპტაციები სრულყოფის დონის მიხედვითაც. საერთოდ, ევოლუციური პროცესის ძირითადი შინაარსი ადაპტოგენეზის სრულყოფაში მდგომარეობს, რასაც ბუნებრივი გადარჩევა არეგულირებს. მაგრამ ადაპტაციის ევოლუცია არ შეიძლება იყოს უსაზღვრო. მის აბსოლუტიზაციას ხელს უშლის წინააღმდეგობები, რომლებიც დამოკიდებულია როგორც თვით ცოცხალის ორგანიზაციულ თავისებურებაზე და ადაპტაციის ბუნებაზე, ასევე იმ გარემო პირობებზე, რომელშიც ხდება ადაპტური ნიშნების ევოლუცია.

სრულყოფის დონის მიხედვით ადაპტაციები იყოფა სამ ჯგუფად: 1. სრულყოფის რეალურ საზღვრებს თითქმის მიღწეული ადაპტაციები; 2. ასეთ საზღვრებს მიახლოებული

ადაპტაციები და 3. ადაპტაციები, რომლებსაც გააჩნიათ სრულყოფის საკმაო რეზერვი და შესაძლებლობები.

ადაპტაციების პირველ ჯგუფში იქმნება შთაბეჭდილება, რომ აღნიშნული ნიშნების მიხედვით ევოლუცია თითქოს დასრულებულია. აქ შეიძლება განვიხილოთ:

მოლეკულური ადაპტაციები — როცა ზოგიერთი ბიოლოგიური პროცესი იმდენადაა დარეგულირებული მოლეკულურ დონეზე, რომ თითქმის ერთნაირია მთელ ცოცხალ სამყაროში. მაგ., მემკვიდრული მასალის (დნმ) სტრუქტურა, მემკვიდრული ინფორმაციის ჩაწერის წესი, მემკვიდრული ინფორმაციის რეალიზაციის პროცესები, ფერმენტების კატალიზური მოქმედების ბუნება, ცილის მოლეკულის ამინომჟავური სტრუქტურა, უჯრედის დაყოფის მექანიზმი, უჯრედშიდა სტრუქტურების სუბორგანიზაცია და ფუნქციები, მემკვიდრული მასალისა და ქრომოსომური აპარატის კვლავწარმოქმნის მექანიზმი და სხვა. ყველა ეს პროცესი მაქსიმალურადაა მოწესრიგებული და ტიპურია მთელ ცოცხალ სამყაროში, რაც მათი მაღალი ადაპტურობის მაჩვენებელია.

მექანიკური ადაპტაციები — ფრინველებისა და ძუძუმწოვრების ოთხსაკნიანი გული მაქსიმალურად უზრუნველყოფს ვენური და არტერიული სისხლის განაწილებას და საჭიროებისამებრ მიწოდების რეგულაციას ორგანიზმში. ძალიან საეჭვოა, რომ ევოლუციის შედეგად წარმოიქმნას უფრო მეტსაკნიანი გული.

ბგერითი ადაპტაციები. ადამიანისა და ღამის მტაცებლების სმენა იმდენად სრულყოფილია, რომ ზოგჯერ მათი სმენის ორგანო იჭერს მოლეკულების სითბური მოძრაობებით გამოწვეულ ბგერებსაც კი.

ოპტიკური ადაპტაციები — განსაკუთრებით სრულყოფილია ადამიანსა და ფრინველებში. ისინი აღიქვამენ სინათლის შეგრძნების შესაძლო მაქსიმუმს.

მეორე ჯგუფში შედის ისეთი ადაპტაციები, რომლებშიც შესაძლებელია გარკვეული სრულყოფა. ასეთია ცოცხალის მექანიკური ქსოვილების სიმტკიცე. ზოგიერთი ცხოველის ჩონჩხის სიმტკიცე 10 ბალიანი სისტემის შესაბამისად უდრის 6-ს, მაშინ, როცა ალმასისათვის ეს მაჩვენებელი 10 ერთეულია. ასევე

შეიძლება ითქვას ბოჭკოების გაწყვეტისადმი გამძლეობის, ბიოლოგიური პროცესების მარგი ქმედების კოეფიციენტისა და სხვათა შესახებაც. ასეთი ადაპტაციები არც თუ სრულყოფილია.

მესამე ჯგუფში გაერთიანებულია ადაპტაციები, რომლებიც ჯერ კიდევ საჭიროებენ სერიოზულ სრულყოფას. მაგ., იმპულსის გატარების სიჩქარე ნერვულ ბოჭკოებში შეადგენს 10 მ/წმ, მაშინ, როცა სპილენძის მავთულში დენი გატარდება 300 ათასი კმ/წმ სიჩქარით.

ანალოგიური რამ შეიძლება ითქვას პოპულაციაში ინდივიდთა გადარჩენის საშუალო უნარის მიმართ. აქ იგულისხმება ერთი თაობის ინდივიდებიდან გადარჩენილ ორგანიზმთა რაოდენობა. კამბალაში ყოველი ერთი მილიონი ქვირითიდან გადარჩენის საშუალო მაჩვენებელი მხოლოდ 10 ორგანიზმია. შთამომავლობაზე ძლიერი ზრუნვის მიუხედავად ფრინველებში ეს მაჩვენებელი მხოლოდ 10-30%-ია.

ადაპტურობის სრულყოფის აბსოლუტიზაციას ზღუდავს მთელი რიგი ფაქტორები. როგორც დარვინი ამბობდა, გადარჩევა მუდმივად სრულყოფს ადაპტაციებს, „როცა და სადაც ამისათვის შემთხვევა იქნება“. რა მიზეზები იწვევენ მისი განუსაზღვრელი სრულყოფის შეზღუდვას? პირველყოვლისა, ეს განპირობებულია თვით ცოცხალის შინაგანი ორგანიზაციის თავისებურებებით. ციტოპლაზმა თავისი ფიზიკური პარამეტრებით პრინციპულად განსხვავდება ალმასის, სპილენძის, კაბრონის ბოჭკოსა და სხვათაგან, ამიტომაც ცოცხალის ადაპტური სრულყოფა ვერ მიაღწევს, უკიდურეს შემთხვევაში ვერ გადააჭარბებს მათ საზღვრებს.

ასე რომ, ადაპტაციის ყველა ფორმა და საერთოდ ადაპტოგენეზი ბიოევოლუციური მოქმედების ძირითადი შედეგია და მას ევოლუციის სხვა ფაქტორებთან ერთად არეგულირებს ბუნებრივი გადარჩევა. მიუხედავად იმისა, რომ ადაპტოგენეზი ბიოევოლუციის პროცესში თანდათანობით სრულყოფას განიცდის, მისი შესაძლებლობები მაინც შეფარდებითია და მის აბსოლუტიზაციას ზღუდავს თვით ცოცხალი მატერიის შინაგანი ორგანიზაციული თავისებურებები.

სახეობისა და სახეობათა წარმოშობის პრობლემა ბიოლოგიაში

ადაპტოგენეზთან ერთად ბიოევოლუციური განვითარების მეორე უმნიშვნელოვანეს შედეგს წარმოადგენს ახალ სახეობათა და საერთოდ, ბუნების სახეობრივი მრავალფეროვნების წარმოშობა. აქამდე განხილული ევოლუციური კანონზომიერებანი ეხებოდა თვითგანახლებად პოპულაციურ სისტემას. ლოკალური პოპულაციები კი ერთიანდებიან უფრო მსხვილ პოპულაციურ სისტემებად, როგორიცაა: სხვადასხვა რანგის რასა და რეპროდუქციულად იზოლირებული სახეობა. თუ თვითგანახლებადი პოპულაცია წარმოადგენს ელემენტარული ევოლუციური პროცესების სტრუქტურას და პლაცდარმს, შეიძლება ვთქვათ, რომ პოპულაციური გაერთიანებებისა თუ რეპროდუქციულად იზოლირებულ სახეობათა დონეზე მიმდინარეობს ისეთივე ევოლუციური გარდაქმნები, ოღონდ — ბიოლოგიური ორგანიზებულობის შესაბამისი დონის განმაპირობებელი თავისებურებებით.

განვიხილოთ ევოლუციური კანონზომიერებანი, რომლებიც ახასიათებს ახალი სახეობების ჩამოყალიბების პროცესს. თავდაპირველად საჭიროა გაირკვეს, თუ რა იგულისხმება სახეობის ცნების ქვეშ.

წარმოდგენების ევოლუცია სახეობის შესახებ სახეობის გაგების პრობლემა

ცოცხალ ორგანიზმთა ნიშან-თვისებებს შორის მსგავსება-განსხვავების საფუძველზე ჯერ კიდევ უძველეს პერიოდში ჩამოყალიბდა აზრი ორგანიზმთა დაჯგუფების საჭიროების შესახებ, რასაც ემყარებოდა კიდეც არისტოტელეს მიერ 454 სახეობის ცხოველისა და თეოფრასტეს მიერ მცენარეთა 450 სახეობის გამოყოფა. მსგავსი პრინციპით მცენარეთა და ცხოველთა დაჯგუფებების შექმნა გრძელდებოდა მთელი შუა საუკუნეების მანძილზე.

შემდგომისათვის ნიშან-თვისებათა მსგავსება-განსხვავების საფუძველზე ორგანიზმთა ასეთი სახის დაჯგუფებებს *სახეობა* ეწოდა.

სიტყვა „სახეობა“ მეცნიერებაში პირველად შემოიტანა ინგლისელმა მეცნიერმა ჯონ რეიმ შრომაში „მცენარეთა ისტორია“. მან არა მარტო იხმარა სახეობის ცნება, არამედ მას საკმაოდ მეცნიერულად დასაბუთებული განმარტებაც მისცა. მისი აზრით, სახეობა არის ერთმანეთისაგან განცალკევებულ ფორმათა დაჯგუფება, რომელიც თაობებში ინარჩუნებს თავის სპეციფიკურობებს და „ფორმები, რომლებიც ეკუთვნიან სხვადასხვა სახეობას, ინარჩუნებენ თავისი სახეობის უცვლელ ბუნებას, ერთი სახეობა არასდროს არ წარმოიშობა მეორის თესლისაგან და პირიქით“.

სახეობა, როგორც სისტემატიკური კატეგორია, მეცნიერებაში დაამკვიდრა კარლ ლინემ. მან სახეობა განიხილა, როგორც ბინარული ნომენკლატურისა და საერთოდ, სისტემატიკის ძირითადი საფუძველი. ლინეს მიხედვით, სახეობები ერთმანეთისაგან გამიჯნულ, რეალურად არსებულ ფორმათა დაჯგუფებებია. ლინეს სახეობა წარმოდგენილი აქვს, როგორც უცვლელი, კონსტანტური რამ, რომელიც ზებუნებრივი ძალის მიერ არის შექმნილი. ლინეს აზრით, ქვეყნად იმდენი სახეობა არსებობს, რამდენიც თავდაპირველად შექმნა ყოვლისშემძლე არსებამ. იგი თვლის, რომ სახეობაში შემავალი ფორმები გამრავლების პროცესში განიცდიან მხოლოდ რაოდენობრივ მატებას. მართალია, სიცოცხლის ბოლო პერიოდში მას გარკვეულად ეჭვი შეეპარა სახეობათა უცვლელობის საკითხში, მაგრამ იგი მეცნიერებაში მაინც სახეობათა უცვლელობის იდეოლოგად დარჩა.

საქმე იმაშია, რომ მაშინ ნატურფილოსოფოსების მიერ გამოიყოფოდა სახეობის ე.წ. „ბუნებრივი ჯიშის“ ტიპი. მას მიიჩნევდნენ, როგორც განცალკევებულს, უცვლელსა და მუდმივ ჯიშს. ტაქსონომიური სახეობის განმარტებაში იგრძნობოდა ამ ფილოსოფიური კონცეფციის გავლენა, რასაც ვერ ასცდა ისეთი დიდი მეცნიერი, როგორიც იყო კ. ლინე.

სახეობის შესახებ შეხედულებები შემდგომ განავითარა ჟ.ბ. ლამარკმა. ლამარკი უდიდეს მნიშვნელობას ანიჭებდა

სახეობის პრობლემის სათანადოდ დამუშავებას. იგი წერს: „სულაც არ არის უაზრო ამოცანა, ჩამოყალიბდეს სწორი წარმოდგენა ე. წ. სახეობის შესახებ ცოცხალ სხეულთა შორის და დადგინდეს არის თუ არა უეჭველი სახეობათა მუდმივობა და სიძველე, ისევე როგორც ბუნებისა. თავიდანვე იყვნენ თუ არა ისინი ისეთივე, როგორადაც დღეს ვხედავთ მათ, თუ პირიქით, ექვემდებარებოდნენ გარემოს ზემოქმედებას და თუნდაც ნელა, მაგრამ შეიცვალნენ დროის განმავლობაში, როგორც ფორმით, ასევე ნიშან-თვისებებით“. თავისი მოღვაწეობის დასაწყისში ლამარკს ეჭვი არ ეპარებოდა სახეობაზე, როგორც რეალურად არსებულ თვისობრივ განსაზღვრულობაზე (როგორც ორგანიზმთა დაჯგუფებაზე). სახეობის, როგორც თვისობრივი განსაზღვრულობის ქვეშ იგულისხმება იმ ძირითად თვისებათა ერთობლიობა, რაც მასში შემავალ ორგანიზმებს (ინდივიდებს) ახასიათებს.

საფრანგეთის მეთოდურ ენციკლოპედიაში გამოქვეყნებულ სპეციალურ შრომაში „სახეობა“ ლამარკი წერდა: „სახეობა უნდა შედგებოდეს ურთიერთმსგავს თვისებათა ერთობლიობისაგან, რომელიც ასეთივე რჩება გამრავლების შემდეგ. მხედველობაში მაქვს მხოლოდ მთავარი თვისებები“. „ზოოლოგიის ფილოსოფიაში“ კი იგი წერს, რომ სახეობებს „აქვთ განსაკუთრებულად გამოკვეთილი შეფარდებითი მუდმივობა და ისინი არ შეიძლება იყვნენ ისეთივე ძველი, როგორც ბუნება“. გამოდის, რომ ევოლუციური დროის ფარგლებში სახეობათა რეალურად არსებობაში ლამარკს ეჭვი არ ეპარება. პირიქით, იგი კატეგორიულად ასაბუთებს კიდეც, რომ სახეობათა „მუდმივობა შეფარდებითია და მათი უცვლელობა ატარებს განსაკუთრებულად დროებით ხასიათს“.

მაგრამ შემდეგში სახეობათა ცვალებადობისა და ევოლუციის აღიარებამ ლამარკი დააეჭვა სახეობის, როგორც რეალური განსაზღვრულობის არსებობაში. მან ვერ შეუთავსა ერთმანეთს ცვალებადი და რეალურად არსებული სახეობა და ფაქტიურად რეალურად არსებობა უცვლელობასთან გააიგივა. რაკი იგი დარწმუნებული იყო სახეობათა ცვალებადობაში, იძულებული გახდა, უარი ეთქვა სახეობათა რეალურად არსებობაზე. ლამარკი ამ საკითხებში მთლიანად დაუბირისპირდა

კ. ლინეს კონცეფციას „სახეობა ევოლუციის გარეშე“ და წამოაყენა ალტერნატიული დებულება: „ევოლუცია სახეობის გარეშე“. მისი აზრით, სახეობები რეალურად არ არსებობენ, არსებობენ მხოლოდ ინდივიდები. სახეობა, როგორც გარკვეული შინაარსის მატარებელი, შექმნა ადამიანმა ცოცხალი ბუნების შესწავლის გაადვილების მიზნით.

ლამარკი თვლის, რომ გარემო პირობების გავლენით სახეობები თანდათანობით, მაგრამ მუდმივად გადადიან ერთმანეთში, მათ შორის ყოველთვის არსებობს გარდამავალი ფორმები, ამიტომაც სახეობებს შორის არ არის მკვეთრი საზღვრები. ლამარკის აზრით, თუ ჩვენ სახეობებს შორის ვერ ვხედავთ გარდამავალ ფორმებს, ეს ჩვენი უვიცობის ბრალია. „ჩვენ ყველგან გვეჩვენება სახეობები განცალკევებულად, — წერს ლამარკი, — ეს იმიტომ ხდება, რომ ჩვენ ჯერ კიდევ არ ვიცით უფრო მონათესავე, უფრო ახლო სახეობები“. რადგანაც სახეობებს შორის მკვეთრი საზღვრები არ არსებობს, რაკი ისინი ურთიერთგადასვლით „ერწყმიან ერთიმეორეს“, ამიტომაც არ შეიძლება გამოიყოს სახეობა, როგორც თვისობრივი განსაზღვრულობა. სახეობები ბუნებაში არ არსებობენ, „ამის მსგავსი ბუნებას არაფერი შეუქმნია“, არსებობენ მხოლოდ სახეობათა სახელწოდებები (ნომინალები), — ამბობს ლამარკი. ასე რომ, ლამარკმა სახეობათა ცვალებადობის აღიარებით უარყო სახეობათა რეალობა. როგორც ზემოთ ითქვა, მან ვერ შეუთავსა ერთმანეთს რეალურად არსებული და ცვალებადი სახეობა.

სახეობის რაობის საკითხი ახალ მეცნიერულ სიმაღლეზე ჩ.დარვინმა აიყვანა. მან მოგვცა სახეობათა წარმოშობის დასაბუთებული თეორია. თუმცა დარვინის „სახეობათა წარმოშობაში“ ვხვდებით ფრაზას, რომ „ტერმინ „სახეობას“ მე ვიყენებ სავსებით პირობითად, რომელიც მოგონილია მოხერხებულობის მიზნით ერთმანეთთან ახლოს მდგომ ფორმათა ჯგუფების აღსანიშნავად და არსებითად იგი არ განსხვავდება ტერმინ „სახესხვაობისაგან“, რომლითაც აღნიშნავენ უფრო ნაკლებად განსხვავებულ და თავისი ნიშნების მიხედვით უფრო ცვლად ფორმებს. ასევეა ტერმინი „სახესხვაობა“ ინდივიდუალურ განსხვავებებთან შედარებით, რაც მოხერხებულობის მიზნით არის შემოტანილი“.

თუ მოტანილ ფრაზებს დარვინის ერთიანი მოძღვრებისაგან განცალკევებულად განვიხილავთ, შეიქმნება შთაბეჭდილება, რომ დარვინს სახეობა ესმის იმგვარად, როგორადაც მას ლამარკი ახასიათებდა. აღნიშნული გამონათქვამის დარვინისეული ინტერპრეტაცია შეესაბამება წარმოდგენას იმის შესახებ, რომ სახეობების შიგნით ინდივიდთა შორის განსხვავებანი მკვეთრად განსაზღვრავენ უფრო მდგრად განსხვავებებს სახესხვაობების სახით. ინდივიდთა შორის განსხვავებანი თანდათან აყალიბებს ქვესახეობებს, ეს უკანასკნელნი კი — ახალ სახეობებს. ამიტომაც დარვინი სახესხვაობებს განიხილავს, როგორც „ჩანასახოვან სახეობას". მისი აზრით, სახეობასა და სახესხვაობას შორის არ არის მკვეთრი თვისობრივი სხვაობა, ისინი არიან მხოლოდ განსხვავებული მასშტაბის ჯგუფების ჩამოყალიბების გარკვეული ეტაპები. ასეთი გარდაქმნის კანონზომიერი შედეგია სწორედ ახალ სახეობათა წარმოშობა. რასაკვირველია, დარვინიც — ჯერ კიდევ ახალგაზრდა მეცნიერი, — თავისი ეპოქის შვილია და დასაწყისში მასაც ჰქონდა რიგი უხერხული გამონათქვამები თუ შეცდომები. ამიტომაც დარვინის შეფასების დროს ახალგაზრდა დარვინის ცალკეულ გამონათქვამს კი არ უნდა დავეყრდნოთ, არამედ უკვე ჩამოყალიბებული მეცნიერის მიერ გაკეთებულ ფუნდამენტურ დასკვნებსა და განზოგადებებს. დარვინის მთელი მოძღვრების ქვაკუთხედი, სწორედ სახეობათა წარმოშობის კანონზომიერებების დამუშავებაა. დარვინის მიერ სახეობა გაგებულია, როგორც ევოლუციის თანმიმდევრული ეტაპი, როგორც კონკრეტული შინაარსის მქონე რამ. რასაკვირველია, თუ არ არსებობენ სახეობები, მაშინ არც მათი წარმოშობის კანონზომიერებებზე შეიძლება ლაპარაკი. დარვინის ძირითად შრომას ხომ სწორედ „სახეობათა წარმოშობა" ჰქვია. გამოდის, რომ დარვინის მთელი მოძღვრება პირდაპირ ეწინააღმდეგება ზემოთ მოტანილ მის გამონათქვამს. ასეთი აზრით, მსგავსი გამოთქმისადმი დარვინს უბიძგა იმან, რომ „დღემდე ვერ ხერხდება მკვეთრი საზღვრების გავლება სახეობებსა და ქვესახეობებს,... ქვესახეობებსა და მკვეთრად გამოხატულ სახესხვაობებს შორის მათთვის დამახასიათებელი ინდივიდუალური თავისებურებებით. ეს განსხვავებანი

ეჯაჭვებიან ერთმანეთს, შეუმჩნეველად ერწყმიან ერთ უწყვეტ რიგად, ხოლო ყოველგვარი რიგი ჩვენს გონებაში წარმოშობს ნამდვილი გადასვლების შთაბეჭდილებას“ (დარვინი). საერთოდ კი, როგორც ლ. დავითაშვილი აღნიშნავს: „იმისათვის, რომ გავარკვიოთ დარვინის ძირითადი კონცეფცია, საჭიროა მისი შრომების გააზრებული შესწავლა და არა ცალკეული გამონათქვამის ძიება, რომლებიც შეიძლება ვერ ჯდებოდეს მის მიერ (დარვინის) აღიარებულ კონცეფციაში“. ისიც უნდა ითქვას, რომ დარვინის წინაშე არც მდგარა ამოცანა, დაესაბუთებინა სახეობა, როგორც რეალურად არსებული რამ. მისი მიზანი იყო, სახეობა განეხილა, როგორც პროცესისა და დროის შედეგი, მუდმივ ცვალებადობასა და სრულყოფა-განვითარების მდგომარეობაში მყოფი რამ. მან მკაფიოდ დაასაბუთა, რომ სახეობა, როგორც უცვლელი, ყოველთვის თავისი თავის მსგავსი და მკვეთრად განსაზღვრული, ბუნებაში არ არსებობს. როგორც ვ. კომაროვი აღნიშნავს, დარვინმა სახეობა დაგვიხატა, როგორც მოძრავი, როგორც მუდმივი ჩამოყალიბების პროცესში მყოფი, როგორც ბუნებრივ-ისტორიული კატეგორია.

დარვინი სახეობას განიხილავს, როგორც ცოცხალ ორგანიზმთა არსებობის განსაკუთრებულ ფორმას. ის ბუნებაში არავის შემოუტანია. იგი არის ბუნების მოვლენა — „განსაკუთრებული ორგანიზმი“. დარვინის მოძღვრებაში სახეობის შესახებ მთავარი ის არის, რომ სახეობა ანუ ეს „განსაკუთრებული ორგანიზმი“ წარმოვიდგინოთ, როგორც მოვლენა, რომელიც ყალიბდება ისტორიულად.

როგორც ადრე იყო ნათქვამი, დარვინის მიერ სახეობა გაგებულია, როგორც გარკვეული შესვენებები ევოლუციური განვითარების პროცესში. სწორედ, ამაზე მეტყველებს მისი სიტყვები: „მე არ ვფიქრობ, თითქოს პროცესი იყოს განუწყვეტელი. უფრო მეტად სარწმუნოა, რომ ყოველი ფორმა დიდი დროის განმავლობაში რჩება უცვლელი, ხოლო შემდეგ კვლავ იცვლება“. დარვინის მოწინააღმდეგეები ხშირად იმოწმებენ დარვინის მიერ ჯერ კიდევ ევოლუციური თეორიის ჩამოყალიბებამდე ნათქვამ სიტყვებს, რომ „სახეობები შექმნილია განსაზღვრული დროისათვის“, თითქოს ეს ნიშნავდეს იმას, რომ დარვინი იზიარებს აზრს იმის შესახებ, რომ სახეობათა

სიკვდილიც ისევე დაპროგრამებულია, როგორც ინდივიდისა. ასევე ხშირად აპელირებენ გამონათქვამზე, რომ სახეობები გარდაიქმნებიან „სელტაციების გზით“, „ერთი დარტყმით“.

1860 წლის 11 აგვისტოს აზა გრეისადმი მიწერილ წერილში დარვინი ილაშქრებდა რა აგასიცის წინააღმდეგ, წერდა: „თუ სახეობები არ არსებობენ, მაშინ როგორღა შეიძლება შეიცვალონ?“ „...თითქოს ვინმე ეჭვობდეს მათ დროებით არსებობას“. ეს სიტყვები სრულიად ნათელს ხდის დარვინის აზრს სახეობის, როგორც ბუნებაში არსებული ცვალებადი რეალობის შესახებ.

რეალობის თვალსაზრისით, სახეობის პრობლემის გარკვევას შეეცადა კ. ტიმირიაზევი შრომაში „ისტორიული მეთოდი ბიოლოგიაში“. მისი აზრით, ბიოლოგები ერთმანეთში ხშირად ურევენ სახეობის შესახებ წარმოდგენებს სახეობის რეალურად არსებობაში. იგი წერს: „სიტყვა „სახეობა“, გამოყენებული ორგანიზმთა აღსანიშნავად, იძენს ორნაირ შინაარსს. პირველი გაგებით, სახეობა არის განყენებული ცნება, ხოლო მეორეთი — რეალური ფაქტი“. ტიმირიაზევი ილაშქრებს სახეობის ვულგარული გაგების წინააღმდეგ, რომ სახეობა წარმოიდგინონ ისეთივე თვალსაჩინო შეგრძნებადი ფორმით, როგორადაც შეიძლება ცალკეული ინდივიდის წარმოდგენა. მან სახეობა გაიგო, როგორც ზოგადის სპეციფიკის გამოსახვა მსგავს თვისებათა ჯგუფში. მისი აზრით, თუ სახეობას შევადარებთ სხვა სახეობას, იგი წარმოგვიდგება, როგორც რეალური ფაქტი. ხოლო თუ შევადარებთ სახესხვაობას, მაშინ იგი განყენებული ცნებაა. ტიმირიაზევი ასკვნის: „სახეობა, როგორც კატეგორია, მკვეთრად განსაზღვრული, ყოველთვის თავისივე თავის მსგავსი და უცვლელი, ბუნებაში არ არსებობს; საწინააღმდეგოს მტკიცება კი ნიშნავს, მართლაც გავიმეოროთ სქოლასტიკოსი რეალისტების ძველი შეცდომა. მაგრამ მიუხედავად ამისა, ამ დასკვნისაგან სრულიად დამოუკიდებლად, ჩვენ უნდა ვაღიაროთ, რომ სახეობებს ჩვენი დაკვირვების მომენტში ახასიათებთ რეალურად არსებობა“.

ცნობილ ევოლუციონისტ ლ. დავითაშვილის აზრით, სპეციალისტებს შორის კამათი სახეობათა რეალობის შესახებ ჩვეულებრივი მოვლენაა. „რადგანაც ცოცხალი ბუნება განიცდის

ევოლუციას, ზოგიერთი მეცნიერი მიდის დასკვნამდე, რომ სახეობები მხოლოდ ადამიანთა წარმოსახვაში არსებობენ, ისინი (მეცნიერები) ლაბარაკობენ ორგანიზმებზე, სინამდვილეში კი სახეობები არ არსებობენ. მეორენი პირიქით, სახეობებს წარმოიდგენენ, როგორც ძლიერ გაშოკვეთილ პობულაციებს". „ევოლუციონიზმი სრულიად არ გამორიცხავს სახეობის რეალობას, როგორც ისტორიული განვითარების პროცესში წარმოშობილ ერთეულს". „ზოგს არ შეუძლია გაიგოს, რომ სახეობა ერთსა და იმავე დროში შეიძლება იყოს სტაბილურიც, გარკვეული აზრით, მდგრადიც და ლაბილურიც, ბოლოს და ბოლოს — განვითარებადი, ყოველთვის გარდაქმნის უნარის მქონე". დავითაშვილი დაბეჯითებით ასკვნის, რომ „არ არის საფუძველი ვიფიქროთ, რომ რეალურად არსებობენ მხოლოდ სახეობები და არა ქვესახეობები და სახესხვაობები. მით უმეტეს, რომ სახეობები არსებობენ, როგორც უფრო სტაბილური ტაქსონები. მათი განმსაზღვრელი ნიშნები უფრო ხანგრძლივია, ისინი არსებობენ უფრო ფართო არეალის პირობებში და უფრო ხანგრძლივად, ვიდრე ქვედაჯგუფებები".

სახეობის რეალობის საკითხი მჭიდროდ უკავშირდება კერძოსა და ზოგადის ურთიერთობის ფილოსოფიურ პრობლემას. ფილოსოფოსების აზრით, „ზოგადი არის სიმრავლისათვის დამახასიათებელ საერთო ნიშანთა ერთობლიობა. იგი არ არის რეალურად არსებული საგანი. რეალურად არსებობს ერთეული და სიმრავლე. ...ერთეული და ზოგადი არ არსებობს განცალკევებით. არ არსებობს ნიშნები, რომლებიც ერთეულია და მათ გვერდით კიდევ ნიშნები, რომლებიც ზოგადია. ნებისმიერი თვისება ერთეულიცაა და ზოგადიც. ეს დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორ განვიხილავთ მას. თუ იგი განვიხილეთ, როგორც ამ საგნის კონკრეტული თვისება, მაშინ ერთეულია, მაგრამ თუ იგივე თვისება განვიხილეთ, როგორც სიმრავლისათვის დამახასიათებელი, მაშინ — ზოგადია" (ვ. ერქომაიშვილი). ცნობილი ევოლუციონისტი, თანამედროვე ევოლუციის სინთეზური თეორიის ერთ-ერთი ავტორი ერნსტ მაიერი სახეობასთან დაკავშირებულ ამ რთულ პრობლემას შედარებით მარტივად და მიმზიდველად ხსნის: რადგანაც ყოველი ცოცხალი ორგანიზმი ინდივიდუალურია, ამდენად მათი

ერთიანობა (საერთო თავისებურება) შეიძლება აღიწეროს მხოლოდ სტატისტიკური ტერმინებით. ინდივიდები ქმნიან პოპულაციებს, რომელთა მიმართაც ცვალებადობა შეიძლება განვსაზღვროთ, როგორც არითმეტიკული საშუალო და ამით სტატისტიკურად შევაფასოთ ცვალებადობა. თავისთავად ასეთი საშუალო ციფრები სტატისტიკურ აბსტრაქციებს წარმოადგენენ. რეალურია მხოლოდ ინდივიდები, რომლებისგანაც შედგება პოპულაციები. აქედან გამომდინარე, „ტიპოლოგის აზრით, ტიპი რეალობაა, ხოლო ცვალებადობა — ილუზია, მაშინ, როცა პოპულაციონისტისათვის ტიპი (საშუალო) აბსტრაქციაა, რეალურია მხოლოდ ცვალებადობა“. ასეთი მსჯელობებიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ სახეობის, როგორც ზოგადის საგნობრივ გამოხატულებას (გამოვლინებას) კონკრეტული ორგანიზმი წარმოადგენს. ინდივიდები (კერძო) სახეობის (ზოგადი) საგნობრივი სინამდვილეა. სახეობა რეალურია, როგორც ევოლუციური განვითარების შედეგად წარმოქმნილი ერთეული.

ასე რომ, სახეობა არის ცოცხალი სამყაროს არსებობის საფუძველი დროში. მიუხედავად იმისა, რომ მისი არსებობა შედარებით დროებითია, იგი მაინც მდგრადია და ევოლუციური პერიოდის განმავლობაში ინარჩუნებს თავის თვისობრივ განსაზღვრულობას. იგი რეალურია, როგორც ევოლუციური განვითარების შედეგად წარმოქმნილი ერთეული.

სახეობის სრულყოფილი განმარტება საკმაოდ რთული საქმეა. ამას განაპირობებს თვით სახეობის რთული, წინააღმდეგობრივი ბუნება.

სახეობა დისკრეტულიცაა (როგორც ფორმათა განცალკევებული დაჯგუფება) და რთული სისტემაც (სხვადასხვა რანგის პოპულაციური დაჯგუფების შედეგი). იგი გვევლინება, როგორც გენოფონდისა (გენეტიკური სტრუქტურა) და ფორმათა ფენოტიპური თავისებურებების ერთობლიობა — შინაგანისა და გარეგანის მთლიანობა.

სახეობას ახასიათებს მდგრადობა — დიდი ხნის მანძილზე ინარჩუნებს თავის განსაზღვრულობას და ამასთანავე, არის დინამიკური სისტემა — მისი არსებობა დროში შეფარდებითია. ასევე რთული და წინააღმდეგობრივია წარმოდგენა

სახეობაზე ისეთ ორ განცალკევებულ თანაფარდობას შორის ურთიერთობებით, როგორიცაა: ცალკეული ორგანიზმი და ცალკეული სახეობა. ამის შესაბამისად, სახეობის რეალობა შეიცავს ორ მხარეს: ზოგად სახეობრივ რეალობას — ასახულს ცალკეულ თვისებებში (ორგანიზმებში) და სახეობის რეალობას, როგორც სიცოცხლის ორგანიზაციის სახეობრივი დონის თავისებურებათა მატარებელ ერთეულს. შესაბამისად, გამოყოფენ სახეობათა ანალიტიკურ გაგებას, რომელიც სხვა არაფერია, თუ არა მოცემული სახეობის შემადგენელი ინდივიდების თავისებურებების გათვალისწინება. ეს ემყარება არა სახეობის შეცნობას საერთოდ, არამედ ამა თუ იმ სახეობაში შემავალი ინდივიდების შეცნობას, ხოლო სახეობის სინთეზური გაგება — იმ ახალ თვისობრივ თავისებურებათა შეცნობას, რომლებიც აღმოცენდნენ ცალკეულ ინდივიდთა ბიოლოგიურ სისტემად გაერთიანებისას და რომელსაც თავის მხრივ ახასიათებს ინდივიდზედა გაერთიანების ბუნება. სწორედ სახეობის სინთეზური გაგება არის სახეობის, როგორც ცოცხალი ბუნების თავისებური, სპეციფიკური გამოვლენა, რომელიც არ დაიყვანება ცალკეულ ორგანიზმამდე.

ზემოთქმულის გარდა, სახეობის ყოველგვარი გაგება შეფარდებითი იქნება იმიტომაც, რომ შეფარდებითია თვით კრიტერიუმებიც (იხილეთ შემდეგ), რომლითაც ვახდენთ სახეობათა გამოყოფას. ყოველი სახეობის გამოყოფას სისტემატიკოსები შემოქმედებითად უდგებიან. მეტ-ნაკლებ უპირატესობას ანიჭებენ ამა თუ იმ კრიტერიუმს. ეს იმიტომ, რომ ცალკეული სახეობის გამოყოფა არ ექვემდებარება ერთიან სტანდარტულ სქემას და ცალკეულ შემთხვევაში ინდივიდუალურ მიდგომას საჭიროებს.

მიუხედავად წინააღმდეგობრივი ბუნებისა, შესაძლებელია სახეობას მიეცეს მეტ-ნაკლებად მისაღები ერთიანი განმარტება.

საერთოდ, მეცნიერული შეცნობის ისტორია და ლოგიკა გვასწავლის, რომ მუდმივად ცვალებადი და განვითარებადი ბუნება შეიძლება საკმაოდ ზუსტად აისახოს ისეთ ცნებებში (განზოგადებებში), რომლებიც თვითონაც იცვლებიან და

ვითარდებიან. ამიტომაც, სახეობის განმარტებაც მუდმივი სრულყოფის პროცესში იმყოფება.

ვიდრე თვით სახეობას განვმარტავდეთ, საჭიროა დავასახელოთ ის ძირითადი ბიოლოგიური თავისებურებანი, რომლებიც მეტ-ნაკლებად გამოხატულად, მაგრამ მაინც უნდა ახასიათებდეს სახეობას, როგორც ფორმათა დაჯგუფების გზით შექმნილ თვისობრივ განსაზღვრულობას. ასეთია:

1. სახეობაში შემავალ ფორმათა შინაგანი და გარეგანი ანუ ანატომიურ-მორფოლოგიური აგებულების მემკვიდრეობითი მსგავსება;
2. ნივთიერებათა ცვლის და საერთოდ, სასიცოცხლო პროცესების დამახასიათებელი რეგულაცია, რომელიც გამოხატულებას პოულობს ბიოქიმიური შემადგენლობის სპეციფიკურობაშიც;
3. გარემოსთან ურთიერთობაში ენერგეტიკული ცვლის სპეციფიკა და დამახასიათებელი ადაპტური თავისებურებანი;
4. განსაზღვრული გენოფონდი, რომლის ფარგლებშიც შენარჩუნებულია გენეტიკური პოლიმორფიზმი, ხოლო ფარგლებს გარეთ — იზოლაციური თანაფარდობა;
5. სახეობები წარმოდგენილია შიდასახეობრივი დაჯგუფებებით — სხვადასხვა რანგის პოპულაციებით, რომლის სირთულეც განსაზღვრავს სახეობის სტრუქტურას;
6. ყოველ სახეობას გააჩნია გავრცელების გარკვეული არეალი და სპეციფიკური იზოლაციები;
7. სახეობებს ახასიათებთ მის შიგნით ფორმათა შორის (სქესებს, მშობლებსა თუ შთამომავლობას და თაობებს შორის) და სხვა სახეობების ორგანიზმებთან სპეციფიკური ურთიერთდამოკიდებულებანი, რაც ვლინდება სასიცოცხლოდ აუცილებელი ეთოლოგიური თავისებურებების სახით.
8. სახეობა ცვალებადი, დინამიკური სისტემაა, ევოლუციის გარკვეული ეტაპობრივი რგოლია.

ყოველივე აღნიშნულის გათვალისწინებით, სახეობას შეიძლება მიეცეს შემდეგი განმარტება: ***სახეობა არის ევოლუციურად, ისტორიული დროის განმავლობაში ჩამოყალიბებული, თავისებური გენოფონდის მქონე ფორმათა ერთობლიობა, რომელიც გარკვეული არეალის ფარგლებში***

სასიათდება შინაგანი და გარეგანი ფაქტორების გამოვლინების სპეციფიკურობით, შესაბამისი ადაპტაციებით, იზოლაციური ბარიერებით, სტრუქტურული (პოპულაციური) თავისებურებებით, თავისუფალი ბანმიქსიით და ამასთანავე, ინარჩუნებს მდგრადობასა და ევოლუციური განვითარების უნარს.

ამ სახით სახეობა წარმოგვიდგება, როგორც ცოცხალი მატერიის არსებობის ზეორგანიზმული ფორმა.

სახეობის განხილული თავისებურებანი ახასიათებს ე.წ. *ბიოლოგიურ სახეობას.* თანამედროვე ევოლუციონისტები (ვ.გრანტი) გამოყოფენ სახეობის სხვა ტიპებსაც.

სახეობის კრიტერიუმები

როგორც ადრე ითქვა, სახეობათა გამოყოფა საკმაოდ რთული საქმეა. სიძნელე იმაშია, რომ არ არსებობს ერთიანი სტანდარტული საზომი, რითაც შესაძლებელია სახეობათა იზოლირება. ამის მიუხედავად, პოპულაციურ დაჯგუფებათა ერთ სახეობრივ სისტემაში გაერთიანებისათვის გამოიყენება სხვადასხვა კრიტერიუმი. ასეთებია: მორფოლოგიურ-ანატომიური, ფიზიოლოგო-ბიოქიმიური, ეკოლოგო-გეოგრაფიული და გენეტიკო-რეპროდუქციული. *მორფო-ანატომიური* კრიტერიუმი გულისხმობს სახეობათა გამოყოფას ძირითადად მორფოლოგიური და როცა საჭირო ხდება, ანატომიური ნიშან-თვისებების მიხედვით. ჩვეულებრივ, სხვადასხვა სახეობაში გაერთიანებული ინდივიდები განსხვავდებიან გარეგნული და შინაგანი აგებულების მიხედვით. ადრე სისტემატიკოსები ძირითადად სწორედ ამ კრიტერიუმს ეყრდნობოდნენ. მაგრამ აღმოჩნდა, რომ მორფოლოგიური ნიშნები ყოველთვის არ გამოდგება სახეობათა გამიჯვნისათვის. ზოგჯერ გარეგნულად ძალიან მსგავსი ფორმები სხვა, სერიოზული ბიოლოგიური თავისებურებებით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ამის მაგალითია სახეობა-ორეულები. ისინი იმდენად გვანან გარეგნულად ერთმანეთს, რომ ხშირად სისტემატიკოსები მათ ერთ სახეობაში აერთიანებენ მიუხედავად იმისა, რომ ისინი შეიძლება სხვადასხვა სახეობას და ქვესახეობას მიეკუთვნებოდნენ.

ადრე ფიქრობდნენ, რომ ევროპაში მალარიის კოღო (Anopheles maeulipennis) მხოლოდ ერთი სახეობით იყო

წარმოდგენილი. შემდეგ აღმოჩნდა, რომ იგი ამ ტერიტორიაზე გვხვდება ექვსი სახეობა-ორეულის სახით. ზოგი მათგანი კბენს მხოლოდ ადამიანს, ზოგიც — მხოლოდ შინაურ ცხოველებს. ზოგიერთები მრავლდებიან მარილიან წყალში, ზოგიც კი — მტკნარში, განსხვავდებიან ქცევებით, მალარიის გადატანის უნარით და სხვა. ისინი რეპროდუქციულადაც იზოლირებულნი არიან — განსხვავდებიან კვერცხების შეფერილობით, ქრომოსომთა მორფოლოგიით, მაგრამ გარეგნულად ყველანი ძალიან გვანან ერთმანეთს.

ანალოგიური შემთხვევაა დროზოფილაში (Drosophila melanogaster). ადრე დაფიქსირებული იყო მისი მხოლოდ ერთი სახეობა (D. Pseudoobseupa) ორი რასით. სინამდვილეში ისინი დამოუკიდებელი სახეობები აღმოჩნდნენ, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან სასქესო ორგანოების ჰისტოლოგიური თავისებურებებით. ერთი მათგანი სქესობრივ სიმწიფეს აღწევს გამოჩეკიდან 32-36 საათის განმავლობაში, მეორე კი — 44-48 საათის შემდეგ. განსხვავდებიან სადღეღამისო აქტიურობით, სინათლის მიმართ აქტივობით და სხვა. ორეული სახეობები აღწერილია ამფიბიებში, ფრინველებში და ძუძუმწოვრებშიც. გამოდის, რომ მორფოლოგიურ-ანატომიური კრიტერიუმი ყოველთვის არ არის საიმედო.

ფიზიოლოგო-ბიოქიმიური კრიტერიუმი გულისხმობს განსხვავებას სასიცოცხლო პროცესების ინტენსივობისა და ბიოქიმიური შემადგენლობის მიხედვით. დადგენილია, რომ სხვადასხვა სახეობაში სასიცოცხლო პროცესების თავისებურებანი სპეციფიკურია და საარსებო პირობებთან დამოკიდებულებაში დიფერენცირებულია მათი ინტენსივობა და შედეგებიც. ასევე საკმაოდ მყარია სახეობებში ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერების შემცველობა. ამ მხრივ განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვთ ნუკლეინის მჟავებისა $\left(\frac{A-T}{G-C}\text{ შეფარდება}\right)$ და ცილების მოლეკულურ თავისებურებებს (ამინომჟავური შემადგენლობა). მაგრამ არის ისეთი შემთხვევებიც, როცა ფილოგენეტურად საკმაოდ დაშორებულ სახეობებსაც კი ზოგჯერ მსგავსი ცილები (ციტოქრომი) და სხვა მაკრომოლეკულები ახასიათებთ. ასე რომ,

ეს მაჩვენებელიც ვერ გამოდგება ყოველთვის სახეობის გამოყოფისათვის.

ეკოლოგო-გეოგრაფიული კრიტერიუმის მიხედვით სახეობათა გამოყოფა ეფუძნება გავრცელების არეალისა და ეკოლოგიური პირობებისადმი სახეობის დამოკიდებულების თავისებურებათა ანალიზს. ყოველ სახეობას გავრცელების გარკვეული საზღვრები გააჩნია. ეს განსაკუთრებით აშკარადაა გამოკვეთილი კუნძულებრივი ტიპისა და ენდემური სახეობებისათვის.

მაგრამ ამასთანავე, არსებობენ კოსმოპოლიტი სახეობებიც, რომლებიც თითქმის მთელ დედამიწაზე არიან გავრცელებული. მათთვის აღნიშნული კრიტერიუმი თითქმის გამოუსადეგარია.

შედარებით უფრო მეტი საფუძვლიანობით გამოირჩევა *გენეტიკო-რეპროდუქციული* კრიტერიუმი. იგი პირველყოვლისა, ეფუძნება სახეობათა რეპროდუქციულ იზოლაციას. განსხვავებული სახეობები, ჩვეულებრივ, ერთმანეთს არ ეჯვარებიან ან თუ ეჯვარებიან, არ იძლევიან ნაყოფიერ შთამომავლობას. აღნიშნული კრიტერიუმი ემყარება აგრეთვე კარიოტიპურ თავისებურებებს. როგორც ცნობილია, ყოველ სახეობაში გაერთიანებულ ორგანიზმებს ქრომოსომთა ერთნაირი რაოდენობა და ინდივიდუალური თავისებურებები ახასიათებთ. ყოველივე ამის გამო აღნიშნული კრიტერიუმი უფრო ზუსტი და საფუძვლიანია, თუმცა აქაც არის გამონაკლისები. ზოგჯერ შეჯვარება ხდება არა მარტო სახეობათა შორის (ციტრუსების სახეობებში ამ მხრივ არავითარი ბარიერი არ არსებობს), არამედ გვარებს შორისაც კი (Citrus და Poncirus). აღნიშნული კრიტერიუმი ხშირად სათანადო გამოყენებას ვერ პოულობს უსქესოდ მამრავლ სახეობებში.

გამოდის, რომ არც ერთ კრიტერიუმს არ აქვს სახეობათა იდენტიფიკაციაში გადამწყვეტი მნიშვნელობა. სხვადასხვა კრიტერიუმი მეტ-ნაკლები სიძლიერით გამოიყენება ბიოლოგიურად (ფილოგენეტურად) სხვადასხვა ორგანიზაციული დონის სახეობათა გამოცალკევება-სისტემატიზაციაში. მორფოლოგიურ-ანატომიური კრიტერიუმი უფრო მეტად უმაღლეს მცენარეებსა და ხერხემლიან ცხოველებში პოულობს

გამოყენებას. ეს ორგანიზმები ხასიათდებიან ვიზუალურად კარგად გამოკვეთილი გარეგანი და შინაგანი ნიშნებით. მაგრამ აღნიშნული კრიტერიუმი სუსტია მიკროორგანიზმთა სახეობრივი დიფერენციაციის საქმეში. აქ ძირითადი კრიტერიუმის როლში გამოდის ფიზიოლოგო-ბიოქიმიური თავისებურებანი.

სახეობათა მნიშნელოვან თავისებურებას წარმოადგენს სახეობის შიგნით ინდივიდებს შორის ურთიერთობა (სქესებს შორის დამოკიდებულება, მშობლებსა და შთამომავლობას შორის ურთიერთობა და ერთი თუ სხვადასხვა თაობის ორგანიზმებს შორის ურთიერთდამოკიდებულება). ასეთი ნიშნები განსაკუთრებით თავისებურია ცხოველთა სამყაროში. იმდენად სპეციფიკურია სახეობებში აღნიშნული ურთიერთობანი, რომ ხშირად მათი გათვალისწინება იძლევა საფუძვლიან მონაცემებს სახეობათა გამოყოფის საქმეში.

სახეობათა ტიპოლოგიის პრობლემა

სხვადასხვა ავტორი ხშირად გამოყოფს სახეობის რამდენიმე ტიპს. ვ. გრანტი ასახელებს ოთხ ტიპს: 1. ბიოლოგიური სახეობა; 2. თანმიმდევრული (პალეონტოლოგიური, ქრონოლოგიური) სახეობა; 3. მიკროსახეობა; და 4. ტაქსონომიური (მორფოლოგიური) სახეობა.

ბიოლოგიური სახეობა სქესობრივად მამრავლ პოპულაციათა დაჯგუფებაა, რომლის წარმომადგენლები არ ეჯვარებიან სხვა სახეობების პოპულაციებს მიუხედავად იმისა, რომ ისინი არსებობენ ერთსა და იმავე დროში.

პალეონტოლოგიური ანუ ***თანმიმდევრული სახეობა*** არის გეოლოგიური დროის მანძილზე თანდათანობითი გენოტიპური და ფენოტიპური ცვალებადობის გზით წარმოქმნილი დაჯგუფება. აქ ყურადღება ექცევა სახეობის გავრცელებას არა მარტო სივრცეში, არამედ დროში. პალეონტოლოგები მათ სხვადასხვა სახეობრივ სტატუსს ანიჭებენ. ფაქტიურად ეს არის ფილეტური ევოლუციის საკვანძო სტადიები. ისინი საკმაოდ ძლიერ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. მათი წარმოშობა ხდება ფილეტურად და არა დივერგენციული ევოლუციის გზით. სახეობათა გამოყოფა ეფუძნება მხოლოდ მორფოლოგიური და

რეკონსტრუქციული კრიტერიუმების გამოყენებას. აქ საუბარია ისეთ შემთხვევებზე, როცა ქანებში ქრონოლოგიურად არის განამარხებული განსხვავებული თანმიმდევრული მორფოლოგიური ჯგუფები. თუ ბიოლოგიური სახეობები სიმპატრულია (აქვთ გავრცელების საერთო არეალი), ისინი ერთმანეთზე მოქმედებენ ეკოლოგიურადაც და ზოგჯერ გენეტიკურადაც. პალეონტოლოგიურ სახეობებს შორის ასეთი ურთიერთობა შეუძლებელია, რადგანაც ისინი სხვადასხვა დროში არსებობენ.

თავისებური შინაარსი აქვს სახეობებს აგამურად ან პარასექსუალურად მამრავლ ორგანიზმებში. ასეთი ორგანიზმებიც წარმოქმნიან პოპულაციებს. ისინი ფაქტიურად კლონებია და შედგებიან გენეტიკურად იდენტური გენოტიპებისაგან. ასეთი დაჯგუფება წარმოადგენს არა გენეტიკურ მთლიანობას, არამედ გენეტიკურად დამოუკიდებელი კლონების ან წმინდა ხაზების ჯამს. ასეთი პოპულაციები ხასიათდებიან გარემოს ეკოლოგიური პირობებისადმი თავისებური მოთხოვნებით. ისინი, ბუნებრივია, არ ეჯვარებიან ერთმანეთს და არ არიან გაერთიანებული დისკრეტულ ბიოლოგიურ სახეობებად. ამ ჯგუფებში გაერთიანებულია უმეტესად უმდაბლესი მცენარეები და მიკროორგანიზმები. ასეთი სახეობები ცვალებადობის თავისებურების მიხედვით მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან პანმიქტური ჯგუფებისაგან. პოლიმორფული ჯგუფების ნაცვლად აქ არის ერთფეროვან ლოკალურ პოპულაციათა რიგი, რომლებიც წარმოშობილია ერთი ან რამდენიმე ადაპტური გენოტიპისაგან. ასეთი ჯგუფებიც განიცდიან ცვლილებებს ადგილსამყოფელის პირობების შესაბამისად. თუ ასეთ ჯგუფებს ახასიათებთ ცხოვრების პირობების ფართო სპექტრი, რომელიც მოიცავს დიდ ტერიტორიას, მაშინ გენოტიპური ჯგუფები შეიძლება აღწევდეს ასეულებს და ათასეულებს. ასეთ შემთხვევებში უკიდურესი გენოტიპური ჯგუფები შეიძლება საკმაოდ ძლიერადაც განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისაგან.

ასეთი ჯგუფების გაერთიანება არ შეიძლება იყოს ბიოლოგიური სახეობა. მათ შორის შეუძლებელია პანმიქსია (სქესობრივი გამრავლების უნარის არარსებობის გამო) და ისინი

არ წარმოადგენენ ერთიან, გენეტიკურად დახურულ რეპროდუქციულ სისტემას. ისინი ვერც ტაქსონომიურ სახეობებს შეესაბამებიან, რადგანაც წარმოდგენილნი არიან უწყვეტი ჯაჭვების სახით და გამოყოფილი არ არიან, როგორც მკვეთრი ტაქსონომიური ერთეულები. გენოტიპურად ასეთ ერთნაირ პოპულაციებს ან მათ ჯგუფებს, რომლებიც ფენოტიპურად საკმაოდ განსხვავებულნი არიან, ბოტანიკოსები *მიკროსახეობებს* უწოდებენ.

მიკროსახეობა დაახლოებით შეესაბამება ერთ დროს ბოტანიკაში ძალიან მოდურ „ელემენტარულ სახეობას“ ანუ ჟორდანიდებს. თუმცა, ასეთი ჯგუფები პანმიქტურ პოპულაციებშიც გამოიყოფოდა, რომლებიც ჰომოზიგოტურობის გამო ალარ ითიშებოდნენ.

განსაკუთრებულობა ახასიათებთ ავტოგამურ მცენარეებს. ასეთ შემთხვევებშიც მიიღება მაქსიმალური ჰომოზიგოტურობა და იგი შედეგით უტოლდება აგამურ ჯგუფებს. მაგრამ არ არსებობს სრულყოფილი ავტოგამია. პერიოდულად მაინც ხდება ჯვარედინი განაყოფიერება. ეს თავის გავლენას ახდენს პოპულაციათა გენეტიკურ გაერთიანებაზე და თავისთავად — სახეობაზეც.

როცა პართენოგენეზი, აპოგამია ან თვითგანაყოფიერებაა მუდმივი, — გამრავლების ერთადერთი ნორმალური საშუალება, მაშინ ნულამდეც კი დადის პოპულაციებში კომბინაციური ცვლილებები და თაობებში ყალიბდება წმინდა ხაზები. ასეთი სახეობების ევოლუციაც შესაბამისად გართულებულია. ამიტომაცაა, რომ მუდმივი პართენოგენეზი (ან აპოგამია) შეიმჩნევა მხოლოდ ცალკეულ სახეობაში ან იგი ძალიან უმნიშვნელოდ ვრცელდება მცენარეთა და ცხოველთა უმაღლეს ჯგუფებს შორის.

ტაქსონომიაშიც სახეობა წარმოადგენს ძირითად ერთეულს. ტაქსონომია ახდენს ორგანიზმთა ფორმალურ კლასიფიკაციას სახეობის თუ რასების დონეზე. ამდენად, ტაქსონომიაში სახეობა, პირველყოვლისა, კლასიფიკაციის ერთეულია.

ბიოლოგიურ სახეობებს შორის იზოლაციური თავისებურებები იძლევიან საშუალებას, გამოცალკევდეს

ტაქსონომიური სახეობებიც. ზოგჯერ ისინი ემთხვევიან კიდეც ერთმანეთს. არის შემთხვევები, როცა ბიოლოგიური სახეობის კრიტერიუმები არ ემთხვევა ტაქსონომიური სახეობის კრიტერიუმებს.

ბიოლოგიურ სახეობაში რასებსა და პოპულაციურ დაჯგუფებებს შორის ყოველთვის არ არის მკვეთრი საზღვრები და ისინი დაკავშირებულნი არიან შუალედური — გარდამავალი ჯგუფებით. ტაქსონომიურ სისტემატიკაში არ არის ასეთი შუალედური ჯგუფების შესაბამისი კატეგორიები (გრანტი).

ტაქსონომიურ სისტემატიკაში ასევე არ არის ადგილი ორეული სახეობებისათვის. ისინი გარეგნულად არ განსხვავდებიან და დამოუკიდებელ ტაქსონომიურ ერთეულებს არ წარმოადგენენ. ტაქსონომიური და ბიოლოგიური სახეობები არ ემთხვევიან ერთმანეთს აგამურ და პარასექსუალურ ორგანიზმებშიც. ასეთ ორგანიზმებშიც ბიოლოგიური (ევოლუციური-პოპულაციური) სახეობა (კლასიკური გაგებით) არ არსებობს.

ასე რომ, სახეობის ტიპოლოგიის საკითხი საკმაოდ საკამათოა. ჩვეულებრივ, როცა ბიოლოგიაში ვსაუბრობთ სახეობაზე, მხედველობაში გვაქვს ბიოლოგიური (პოპულაციური-ევოლუციური) სახეობა.

სახეობის სტრუქტურა

ბიოლოგიური სახეობის ერთ-ერთ მთავარ მახასიათებელს მისი სტრუქტურული თავისებურება წარმოადგენს. სახეობის სტრუქტურის ქვეშ იგულისხმება სახეთაშიდა პოპულაციური დაჯგუფების სისტემის სირთულე. ამ მხრივ კი სახეობები საკმაოდ გამოკვეთილად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

ჩვეულებრივ სახეობებს, რომლებიც რთული პოპულაციური შემადგენლობით ხასიათდებიან, *პოლიტიპურს* უწოდებენ. მონოტიპური სახეობები კი შედარებით ერთფეროვანია და არ შედგებიან გამოკვეთილი სახეთაშიდა პოპულაციური დაჯგუფებებისაგან. ასეთი სახეობები უმეტესად ვიწრო, ერთფეროვანი არეალით ხასიათდებიან. ისინი ძირითადად გვხვდებიან მთის

მწვერვალებზე, პატარა ტბებში ან კუნძულების ტიპის იზოლირებულ ტერიტორიებზე. სახეობათა უმრავლესობა პოლიტიპურია, ე.ი. მათ ახასიათებთ რთული პოპულაციური სტრუქტურა.

რადგანაც სახეობის ფარგლებში პოპულაციათა შორის არ არის გენეტიკური ბარიერი და ხდება თავისუფალი პანმიქსია, ამიტომაც მოსაზღვრე პოპულაციებს შორის ხშირად არის *შერეული* ანუ *ჰიბრიდული* პოპულაციები.

სახეთაშიდა სტრუქტურულ ერთეულებს — სხვადასხვა რანგის დაჯგუფებათა ეკოლოგიური გამოცალკევების თავისებურებების მიხედვით ყოფენ ალოპატრულ და სიმპატრულ ჯგუფებად. ალოპატრული სახეთაშიდა ჯგუფები ერთმანეთისაგან განცალკევებულად არსებობენ, ხოლო სიმპატრული ჯგუფები კი მოსახლეობენ ერთად.

ვ. გრანტი თვლის, რომ სიმპატრია (სიმპატრულობა) შეიძლება გამოწვეული იყოს ორი სიტუაციით: პირველ შემთხვევაში პოპულაციები თანაარსებობენ გენეტიკურად, მაგრამ არა ეკოლოგიურად. მეორეში კი თანაარსებობა ატარებს როგორც გენეტიკურ, ასევე ეკოლოგიურ ხასიათს. პირველი სიტუაცია ცნობილია, როგორც შერეული სიმპატრია, მეორე კი — როგორც ბიოტიპური.

შერეული სიმპატრიის დროს ორი ან რამდენიმე პოპულაცია ეკვრის ერთმანეთს. მათ შორის არ არის მკვეთრი საზღვრები და გამოყოფილი არიან მხოლოდ ფართო გეოგრაფიული ოლქებით. სიმპატრიის ასეთი ტიპი ჩვეულებრივ, ახასიათებთ ეკოლოგიურ რასებს.

ბიოტიპური სიმპატრიის დროს ხდება ურთიერთშორის არა მარტო გამეტათა თავისუფალი შეხვედრა, არამედ კონტაქტი მყარდება სასიცოცხლო ციკლის არარეპროდუქციულ სტადიებზეც. პარაპატრია ატარებს მათ შორის შუალედურ ხასიათს. პოპულაციები იკავებენ შერეულ, მაგრამ არაგადაფარვით ოლქებს და ამიტომაც ვერ ეჯვარებიან ერთმანეთს.

ალოპატრული ტიპის დაჯგუფებებს მიეკუთვნება პოპულაცია, ეკოლოგიური რასა (ეკოტიპი) და გეოგრაფიული რასა (ქვესახეობა).

პოპულაცია, როგორც ადრე იყო აღნიშნული, სახეობის არეალის ფარგლებში იკავებს გარკვეულ ლოკალურ ტერიტორიას. იგი ალოპატრული ფორმების საწყისი რგოლია და შედარებით იზოლირებულია იმავე სახეობის სხვა პოპულაციებისაგან. მაგრამ იგი სახეობის რეპროდუქციული მთლიანობის შემადგენელი რგოლია და ინტეგრალურ ერთიანობაშია სხვა სახეთაშიდა დაჯგუფებებთან. მიუხედავად ამისა, პოპულაციას აქვს დამოუკიდებლად არსებობისა და ევოლუციური განვითარების უნარი. პოპულაციების გზით სახეობა ითვისებს არეალის საარსებო პირობებს, რადგანაც ყოველი პოპულაცია, პირველყოვლისა, სახეთაშიდა დაჯგუფების დიფერენცირებული ადაპტური მორგებაა კონკრეტულ საარსებო პირობებთან.

ეკოლოგიური რასა ანუ *ეკოტიპი* არის სუპერპოპულაცია ან პოპულაციათა ჯგუფი, რომელსაც ახასიათებს არეალის ფარგლებში ადგილსამყოფელის ეკოლოგიური პირობებისადმი საგრძნობლად გამოკვეთილი, მემკვიდრულად დამაგრებული ადაპტაციები. ამიტომაც, ლიტერატურაში იგი ეკოფენის სახელწოდებითაცაა ცნობილი. ეკოლოგიური რასების დიფერენცირება დაკავშირებულია გარკვეულ გენოტიპურ და ფენოტიპურ სპეციალიზაციასთან. ისინი შეგუებული არიან სახეობის გავრცელების ტერიტორიის ცალკეული ადგილსამყოფელის პირობებს. შეხვედრის ადგილებში შეჯვარება თავისუფალია, მაგრამ ისინი მაინც ინარჩუნებენ დამახასიათებელ რასობრივ ნიშნებს, რომლებიც ძირითადად დაკავშირებულნი არიან დასახლების პირობებთან. ასე რომ, ეკოლოგიური რასები ალოპატრულ ან შერეულ-სიმპატრულ სახეთაშიდა დაჯგუფებას მიეკუთვნებიან (გრანტი). ეს არის სახეთაშიდა დამოუკიდებელი ერთეული, რომელსაც მიკროევოლუციური გარდაქმნების შედეგად შეუძლია ავიდეს კიდეც ახალი სახეობის რანგში.

როცა ერთი სახეობა იკავებს მთის, ტყის, მდელოს თუ სხვა ეკოლოგიურ არეალს, მას ხშირად გააჩნია შესაბამისი ეკოტიპები.

გეოგრაფიული რასა ანუ *ქვესახეობა* არის პოპულაციათა ერთობლიობა, რომელიც იკავებს შედარებით ერთფეროვან

გეოგრაფიულ ტერიტორიას და დაჯგუფებათა შორის იგრძნობა რეპროდუქციული იზოლაცია. ისინი ხშირად მკვეთრად განსხვავდებიან გენეტიკური შემადგენლობის მიხედვით. ასეთ ჯგუფს მიეკუთვნება მთის, ბარის, კუნძულებისა და სხვა სახის ქვესახეობები. დაბლობი ადგილების ქვესახეობებს აქვთ შედარებით ერთნაირი გენოფონდი, რაც იმით აიხსნება, რომ მათ შორის ხშირად არ არის შეჯვარების შემზღუდავი მექანიკური ბარიერები. მთის რასებში კი, პირიქით, შეიმჩნევა რთული გენეტიკური სტრუქტურა. ამის მიზეზი არის ის, რომ მთის რასებში არეალის მკვეთრი იზოლაციის გამო შეუძლებელი ხდება თავისუფალი შეჯვარება. კუნძულების ქვესახეობები კი ანალოგიურია შეჯვარებისა და მცირერიცხოვნების გამო ხასიათდებიან მაღალი ჰომოზიგოტურობით. საერთოდ, ქვესახეობებს შორის ყოველთვის არის გარდამავალი ფორმები. ქვესახეობათა სიმრავლე დამოკიდებულია არეალის სიდიდეზე.

ზოგიერთი სისტემატიკოსი გამოყოფს ე.წ. *ნახევარსახეობებსაც.* ეს ისეთი პოპულაციური სისტემებია, რომელთა გაერთიანება კარგად იზოლირებულ სახეობებად ან გამოკვეთილ რასებად ძალიან ძნელია. ისინი შეიძლება ჩაითვალოს დიფერენცირებულ შუალედურ ფაზებად განცალკევებულ გეოგრაფიულ რასებსა და ალოპატრულ სახეობებს შორის, ეკოლოგიურ რასებსა და სიმპატრულ სახეობებს შორის. ასეთ პოპულაციურ სისტემებში შეიძლება შევამჩნიოთ რასებისა და სახეობების შერეული ნიშნები. ასეთი ნახევარსახეობების ერთობლიობა ქმნის ქვესახეობას. საერთოდ, სისტემატიკოსების უმრავლესობა, როცა მსგავს დაჯგუფებათა შორის რეპროდუქციული იზოლაცია აღწევს 75%-ს, მას უკვე მიიჩნევს ქვესახეობად. როგორც ვხედავთ, გეოგრაფიული რასები დგანან ახალი, დამოუკიდებელი სახეობების ფორმირების გზაზე.

ხშირად გეოგრაფიულ რასებს უკავშირდება ე.წ. უწყვეტი გეოგრაფიული ცვალებადობა. ასეთი ტიპის ცვალებადობა ახასიათებთ თავისუფლად შეჯვარებად ორგანიზმებს, რომლებიც წარმოქმნიან მსხვილ უწყვეტ პოპულაციებს. ამის მაგალითია ადამიანი, დროზოფილა და ბევრი ტყისა და დაბლობის ბალახოვანი მცენარე. წყვეტილი გეოგრაფიული ცვლილებების დროს კი წყვეტილობები ემთხვევა პოპულაციის

ადგილსამყოფელის დანაწევრების საზღვრებს. ეს საზღვრები ხშირად უკავშირდება გეოგრაფიული რასების გავრცელების არეალს. აღნიშნულ შემთხვევაში სახეობები წარმოდგენილია გეოგრაფიულად განცალკევებული რასებით. ასეთი საზღვრებით ხშირად იზღუდება გენთა ნაკადების შესაძლებლობები და ძლიერდება გენთა დრეიფები. ზოგჯერ მსგავსი გეოგრაფიული რასები ყალიბდებიან ქვესახეობებად.

ზოგიერთი სისტემატიკოსი გამოყოფს აგრეთვე *ბიოლოგიურ რასას* ანუ *რასას მეტატრონის მიხედვით*. იგი გვხვდება პარაზიტულ ფორმებში და წარმოადგენს ცალკეულ პოპულაციათა ერთობლიობას, რომელიც შეგუებულია გარკვეული მეტატრონის სხეულში პარაზიტობას. აღნიშნულ შემთხვევაში ერთი და იგივე სახეობის სხვადასხვა ბიოლოგიური რასა პარაზიტობს სხვადასხვა ორგანიზმზე. მაგ., ფოთლისმჭამელა მწერების ერთი რასა პარაზიტობს არყზე, მეორე კი — ტირიფზე.

წარმოდგენილი სახეთაშიდა ალოპატრული ჯგუფების სტრუქტურა მეტად პირობითია და სხვადასხვა შემთხვევაში შეიძლება ჰქონდეს განსხვავებული სახე.

სახეთაშიდა დაჯგუფების მეორე ტიპს მიეკუთვნება სიმპატრული ჯგუფები. აქ აერთიანებენ *ბიოტიპებს*. ეს არის გენეტიკურად ერთგვაროვანი გენოტიპების ჯგუფი, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ცალკეული ალელის მიხედვით. ბიოტიპებს მიეკუთვნება წმინდა ხაზები (ინცუხტ-ხაზები) მცენარეებში, რომლებიც მიიღება თვითდამტვერვის შედეგად. ბიოტიპები ბუნებაში ვერ არსებობენ სხვა ბიოტიპებთან დამოკიდებულების გარეშე. ისინი ფაქტიურად პოლიმორფული პოპულაციის ცალკეული გენეტიკური ჯგუფია. ზოგიერთი ავტორი „ბიოტიპს“ ხმარობს მხოლოდ მცენარეთა სამყაროსათვის, ცხოველებში მგავს დაჯგუფებებს *დემებს* უწოდებენ.

როგორი რთულიც არ უნდა იყოს სახეობის სტრუქტურა, მასში შემავალ ქვედაჯგუფებებს შორის არსებობს გენეტიკური ინფორმაციის თავისუფალი ან ნაწილობრივ შეზღუდული გაცვლა, მაშინ, როცა სახეობათა შორის წყდება გენეტიკური რეკომბინაცია და სახეობა ხდება დახურული სისტემა. ამით

სახეობა გვევლინება, როგორც რეპროდუქციული სისტემა, იგი ღიაა შიგნით — ქვედაჯგუფებების დონეზე და იზოლირებულია სხვა სახეობებისაგან გენეტიკური მექანიზმებით.

სახეობათა წარმოშობა

ახალ სახეობათა წარმოშობის კანონზომიერებების შესწავლა ევოლუციური მოძღვრების ყველაზე რთული და ამასთანავე, უმნიშვნელოვანესი პრობლემაა. ყოველი ახალი სახეობა მიკროევოლუციური პროცესების შედეგად ჩამოყალიბებული სისტემაა. ასეთი გარდაქმნების მთავარი შედეგია ადაპტურად სასარგებლო გენთა რეკომბინაციური შესაძლებლობების მდგრადი ბალანსის ჩამოყალიბება. ეს უკანასკნელი კი რეგულირდება, ერთი მხრივ, სახეობების სტრუქტურულ ერთეულებს შორის თავისუფალი შეჯვარებისა და მეორე მხრივ, თვით სახეობის, როგორც ჩაკეტილი, რეპროდუქციულად იზოლირებული სისტემის თავისებურებებით. ახალი სახეობების ფორმირების დროს ხდება გენოფონდის განცალკევება და ადაპტაცია ახალ საარსებო პირობებთან. ახალი ტაქსონომიური ერთეული ყოველთვის გვევლინება ცალკეული, ერთეული ორგანიზმის სახით და საბოლოოდ ყალიბდება პოპულაციის ფორმით. ისინი არსებითად განსხვავდებიან მოცემული სახეობის თუ ქვესახეობის, სახეთაშიდა სხვა დაჯგუფებებისაგან, მაგრამ ჯერ კიდევ არ არის შესაბამისი რანგის ტაქსონები. ლ. დავითაშვილი ფიქრობს, რომ აქ რაოდენობრივი ხასიათის ცვლილებების თვისობრივად გარდაქმნა გამოიხატება ერთნაირად შეცვლილი ფორმებისაგან შემდგარი პოპულაციის ჩამოყალიბებაში, რომელიც მის წინამორბედთან შედარებით თვისობრივად შეცვლილია. ამგვარი ცვლილებები, ბირველყოვლისა, ვლინდება გარემოსთან ახლებური ურთიერთობით. ყოველი ასეთი ცვლილება კი მეტ-ნაკლები ხარისხით არის თავისებური ნახტომი ახალი ტაქსონური ჯგუფების ჩამოყალიბების გზაზე. „ახალ სახეობათა წარმოშობაც თავისებური ნახტომია ევოლუციაში, - აღნიშნავს დავითაშვილი, — ნახტომისებურობის

მოვლენა განაპირობებს სახეობებს შორის საზღვრების არსებობას, თუნდაც, ყველაზე ახლო ნათესაურს შორისაც კი".

ამიტომაც, ევოლუციური პროცესები სახეობის შიგნით ყოველთვის იწყება ელემენტარული ევოლუციური გარდაქმნებით და მთავრდება ახალი სახეობების, როგორც ევოლუციის თვისობრივად ახალი ეტაპის, ჩამოყალიბებით.

დივერგენცია, როგორც სახეთა წარმოშობის საფუძველი

ევოლუციური განვითარების დივერგენტული ხასიათი საფუძვლიანად ჩ.დარვინმა დაასაბუთა. სწორედ მისგან მომდინარეობს ევოლუციის დივერგენტული თეორია. მან კუნძულ მადეირაზე უფრთო და გრძელფრთიანი მწერების მაგალითზე აჩვენა, რომ ერთნაირი საწყისი ფორმებისაგან მსგავსი გადამრჩენი ფაქტორების მოქმედებით ერთი და იგივე ნიშნის საპირისპირო მიმართულებით ცვალებადობის გზით ყალიბდება ორი ადაპტური ჯგუფი: უფრთო და ძლიერი ფრთების მქონე მწერები. ეს კლასიკური მაგალითია იმისათვის, რომ სწორად წარმოვიდგინოთ დივერგენტული ევოლუციის ბუნება და შესაძლებლობები. თვით ევოლუციური განვითარების ხასიათი პირდაპირ უკავშირდება ჯგუფების დივერგენტული დიფერენცირების აუცილებლობას. ამას მრავალი წინაპირობა უდევს საფუძვლად.

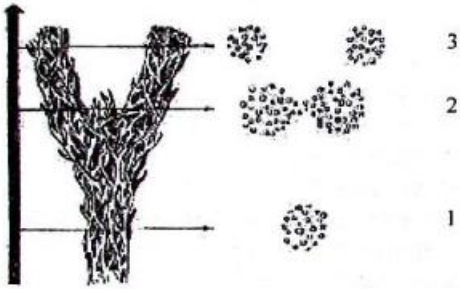
მათგან შეიძლება გამოვყოთ შემდეგი:

1. მსგავსი გადამრჩენი ფაქტორების მოქმედებას ცოცხალი შეიძლება შეეგუოს განსხვავებულ ნიშან-თვისებათა ცვალებადობით სხვადასხვა მიმართულებით. უამრავი შესაბამისი მაგალითის მოტანა შეიძლება მთელი ცოცხალი სამყაროს სინამდვილიდან. ჩრდილოეთის მკაცრ ზამთარს ცხოველები სხვადასხვა გზით ეგუებიან: ზოგი კანქვეშ აგროვებს ზედმეტ ცხიმს, ზოგი ზამთრის ძილქუშს ეძლევა, ზოგიც იყინება ზამთრობით წყალში და გაზაფხულზე იწყებს აქტიურ ცხოვრებას, ზოგი თბილ ბუნაგს იმზადებს, ზოგიც თბილ რეგიონებში მიგრირებს, ზოგი კი აქტიური რჩება მკაცრ პირობებშიც და სხვა.

2. ერთსა და იმავე პირობებს ზოგიერთი ცოცხალი ეგუება ერთი და იგივე ნიშნის სხვადასხვა და ზოგჯერ ურთიერთსაპირისპირო მიმართულებით ცვალებადობის გზით. ამის დადასტურებაა დარვინის ცნობილი (განხილული) მაგალითი კუნძულ მადეირაზე სრულიად უფრთო და ძალიან ძლიერი ფრთის მქონე მწერების წარმოშობის შესახებ.
3. თვით ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების მექანიზმი უზრუნველყოფს ფორმათა დაჯგუფებების განცალკევებას (დივერგენციას) გადარჩენისა და რეპროდუქციული პროცესების სრულყოფის დონის მიხედვით.
4. თვით მემკვიდრეობითი ცვალებადობის ბუნება იძლევა დივერგენციის შესაძლებლობას. როგორც ცნობილია, მუტაციური ცვალებადობა არ არის გარემოს ადექვატური. იგი ამ თვალსაზრისით შემთხვევით ხასიათს ატარებს. მუტაციები შეიძლება შეეხოს ცოცხალის ნებისმიერ ნიშანსა და თვისებას. ამასთანავე, ცვალებადობის ხასიათი შეიძლება იყოს ნებისმიერი, ზოგჯერ კი — ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებისაც. ყოველივე ეს იძლევა კარგ შესაძლებლობას გადარჩევის მიერ მათი ადაპტური ღირებულების დიფერენცირებული შეფასების გზით ახალი დივერგენტული ჯგუფების ჩამოყალიბებისათვის.

ამ თვალსაზრისით, შესაძლებლობები არც კომბინაციური და რეკომბინაციური მემკვიდრეობითი ცვალებადობის დროს არის შეზღუდული. ცნობილია, რომ სახეობის ფარგლებში გენური კომბინაციები სქესობრივი გამრავლებით რეგულირდება. გენთა სხვადასხვა კომბინაციას განსხვავებული ადაპტური ღირებულება გააჩნია. არაადაპტური კომბინაციების მატარებელი გენოტიპები და ჯგუფები ნადგურდებიან. ასეთი ჯგუფების წარმოქმნა სახეობის რეპროდუქციული პოტენციალის არარაციონალურ ხარჯვასთან არის დაკავშირებული. განსხვავებული გენური კომბინაციები სხვადასხვა ხარისხის ადაპტური მაჩვენებლებით ხასიათდებიან. ასეთ მრავალფეროვნებას აძლიერებს ისიც, რომ ცალკეული გენი განსხვავებული გენოტიპების ფონზე, გენთა ურთიერთქმედების ან დომინანტობისა თუ ექსპრესირების მამოდიფიცირებელი გენების გავლენით განსხვავებულ ფენოტიპურ თავისებურებებს

ავლენენ. ყოველივე ეს ბანმიქტურ დაჯგუფებებში იძლევა მასალას გადარჩევისათვის დივერგენტული ჯგუფების წარმოქმნისა, გადარჩენისა და მეტ-ნაკლებად შესაძლებელი გამრავლებისათვის. ასეთი პროცესები გრძელდება მანამ, ვიდრე დივერგენტული ცვალებადობის საზღვრები არ მიაღწევს რეპროდუქციულ იზოლაციამდე. მსგავსი ბიოლოგიური ბარიერების აღმოცენება უკვე ნიშნავს ფორმათა დაჯგუფების ახალი — სახეობრივი სტატუსის გაჩენას (სურ. 35). გამოდის,



სურ. 35. დივერგენციის გზით ახალ სახეობათა წარმოშობის სქემა
(ტოტები და წერტილები შეესაბამება პოპულაციებს).
1 — სახეობის საწყისი დონე; 2 — სახეობათა დაუსრულებელი განცალკევების პროცესი; 3 — ორი ახალი სახეობა.

რომ რეპროდუქციული იზოლაცია იცავს გენთა სასარგებლო თანაფარდობას სახეობის ფარგლებში. ასეთ პროცესებს ხანგრძლივი დრო სჭირდება. საბოლოოდ, სახეობის ფარგლებში სტაბილიზდება ადაპტურად სასარგებლო გენური დაჯგუფებების შესაძლო ვარიაციები და თავისუფალი შეჯვარების უნარი. ამით სახეობა გვევლინება, როგორც რეპროდუქციულად იზოლირებული ევოლუციური განვითარების ეტაპი, რომელიც ხასიათდება დივერგენტული განვითარების სხვადასხვა საფეხურზე მდგომი შიდასახეობრივი დაჯგუფებებით.

ასე რომ, ახალ სახეობათა წარმოშობა დივერგენტული პროცესების თანდათანობით გაძლიერების შედეგად ხდება. სხვადასხვა რანგის პოპულაციური დაჯგუფებები და რასები წარმოადგენენ ევოლუციური დივერგენციის სხვადასხვა

სტადიას. ზოგადად ევოლუციის და, კერძოდ, სახეთა წარმოშობის დივერგენციული ხასიათი საფუძვლად უდევს ე.წ. ადაპტურ რადიაციას, როცა ზოგადად დივერგენტული ჯგუფები თუ ამ გზით წარმოშობილი სახეობები ფართოდ განსახლდებიან გარემოში და აყალიბებენ სხვადასხვა გარემოსადმი შეგუებულ მრავალრიცხოვან ადაპტურ ჯგუფს (სასიცოცხლო ფორმებს). საერთოდ, სახეთა წარმოშობის ერთიანი სტანდარტული გზა არ არსებობს. სხვადასხვა სახეობის შემთხვევაში ეს იმდენად სპეციფიკური პროცესია, რომ როგორც ამბობენ, სახეთა წარმოშობის იმდენი გზა არსებობს, რამდენი სახეობაც არსებულა და არსებობს დღეს ბიოსფეროში (სევერცოვი). შესაბამისად, სხვადასხვა ავტორი ასეთი რთული და სპეციფიკური პროცესების სხვადასხვა ასპექტს მეტ-ნაკლებ მნიშვნელობას ანიჭებს.

იმისდა მიხედვით, დივერგენციული პროცესები პოპულაციათა არსებობის პირობების განცალკევებასთან დაკავშირებული სპეციალიზაციითაა განპირობებული თუ იგივე პირობებში ბიოლოგიური დიფერენციაციის თავისებურებებით, გამოყოფენ ახალ სახეობათა წარმოშობის ორ ძირითად გზას: ალოპატრულსა და სიმპატრულს (ტერმინები პირველად მაიერმა იხმარა 1924 წ.).

სახეობათა ალოპატრული წარმოშობა

ეს სახეობათა წარმოშობის ისეთი გზაა, რომლის დროსაც ახალი სახეობები ყალიბდებიან არეალის განცალკევების გზით. ხანგრძლივი დროის მანძილზე სახეთაშიდა დაჯგუფებების არსებობა განსხვავებულ პირობებში, ბუნებრივია, განსხვავებული გზით წაიყვანს მათში მიკროევოლუციურ გარდაქმნებს. დივერგენციული პროცესები, რომლებიც სეგრეგაციით (გამოყოფით) ხორციელდება, თანდათან აძლიერებს ჯგუფებს შორის მორფო-ფუნქციურ განსხვავებულობას, რასაც საბოლოოდ შედეგად მოჰყვება საწყის ჯგუფებს შორის რებროდუქციული იზოლაცია. სახეობათა წარმოშობის ასეთი გზა ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში. მას ზოგჯერ გეოგრაფიულ სახეთა წარმოშობასაც უწოდებენ, რადგანაც ახალი სახეობის

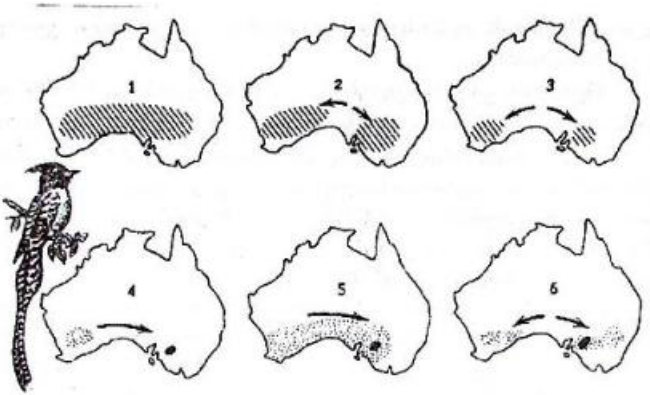
წარმოშობის მთავარი მიზეზი არის არეალის ტერიტორიული განცალკევება. ეს პროცესები უაღრესად თანდათანობითია. საარსებო პირობების განსხვავებულობის კვალობაზე სულ უფრო ძლიერდება საწყის პოპულაციებს შორის დივერგენტული განსხვავებულობის სიძლიერე, ყალიბდება ეკოლოგიური და გეოგრაფიული რასები, რაც მთავრდება ახალი სახეობების ჩამოყალიბებით. გამოდის, რომ მიკროევოლუციური პროცესების დროს გადარჩევის მიმართულება ძირითადად განპირობებულია საარსებო პირობების ცვლილების ხასიათითა და მიმართულებით. საარსებო გარემო არის არა მარტო სახეობის არსებობის პირობები, არამედ გარემო, სადაც მოქმედებს გადარჩევა და ხდება სახეობათა ევოლუციური გარდაქმნა. ამგვარმა მიდგომამ სიმბსონს მისცა საშუალება, შემოეთავაზებინა კონცეფცია ადაპტური ზონის შესახებ. ამ უკანასკნელის ქვეშ ის გულისხმობს გარემო პირობების კომპლექსს, სადაც მიმდინარეობს კონკრეტული ტაქსონის ევოლუცია, რომელიც განსაზღვრავს კიდეც მისი ევოლუციის მიმართულებას. რამდენადაც ალოპატრია დაკავშირებულია ადაპტური ზონის ცვლილებასთან, გასაგებია მისი როლიც შესაბამისი ტაქსონის ევოლუციური გარდაქმნის შესაძლებლობების თვალსაზრისით. მაგრამ სიმპსონის კონცეფციის მიხედვით, ახალ ადაპტურ ზონაში შეიძლება აღმოჩნდეს მხოლოდ ისეთი ტაქსონი, რომელიც იმდენად პლასტიკურია, რომ შეუძლია შესაბამისი გარდაქმნისათვის საჭირო ცვლილებებს დაექვემდებაროს. ალოპატრიის გზით სახეობათა წარმოშობის პროცესი უაღრესად თანდათანობითია, ამიტომაც ხშირად შეიმჩნევა შუალედური ევოლუციური ჯგუფები — ახალ სახეობათა ფორმირების სხვადასხვა საფეხურზე მდგომი დაჯგუფებები. მაიერი თვლის, რომ ჩრდილო ამერიკის ფრინველების 12,5% შუალედური სახეობებია. ჯერ კიდევ არ არის დადგენილი, დამოუკიდებელი სახეობებია თუ გეოგრაფიული რასები: კეთილშობილური ირემი (Garvus elephus), რომელიც ევრაზიაში ცხოვრობს და ვაბიტი (C.Canadensis), რომელიც გავრცელებულია ჩრდილო ამერიკასა და აღმოსავლეთ აზიაში ან ვეიმუტის ფიჭვი (Pinus strobus), რომელიც იზრდება

ჩრდილო ამერიკის აღმოსავლეთ ნაპირებზე და მთის ვეიმუტის ფიჭვი (P. Monticola).

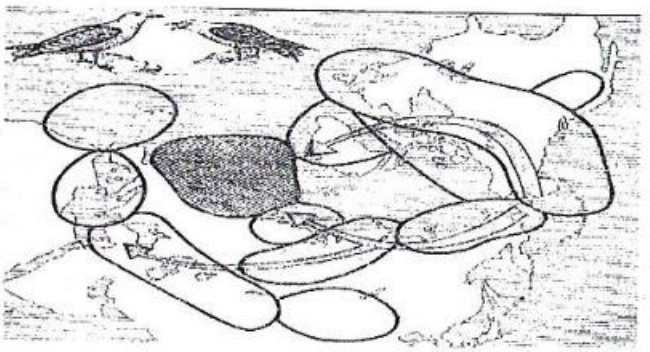
არეალის განცალკევების გზით რასებისა და სახეობების წარმოშობის მაგალითად იხილავენ შროშანას (Convolaria majalis L.) რასობრივ დიფერენციაციას. ამ მცენარეში დაფიქსირებულია ტერიტორიულად განცალკევებული 5 რასის არსებობა. ჩვეულებრივი შროშანა სახლობს ევროპის ტყის ზონაში. მისი ერთი რასა გვხვდება კავკასიის მთის კალთებზე, მეორე — იმავე მთების მწვერვალებზე, მესამე — ბაიკალისპირეთში. ერთი გამორჩეული რასა კი ცხოვრობს შორეულ აღმოსავლეთში. დედა სახეობისაგან რასების ჩამოყალიბება უნდა მომხდარიყო მეოთხეულ პერიოდში. თითოეულ მათგანს თანდათანობითი ცვალებადობის გზით შეუძენია მნიშვნელოვანი თავისებურებანი. ისინი განსხვავდებიან ფოთლებისა და გვირგვინის ფურცლების ზომითა და ფორმით, თანაფოთლების ზომითა და შეფერილობით, ფოთლის ზედაპირის თავისებურებებით და სხვა. ამასთან, იმდენად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, რომ სისტემატიკოსები მათ დამოუკიდებელ სახეობებად გამოყოფენ.

ცხოველებში სახეობათა ალოპატრული წარმოშობის კარგი მაგალითია ავსტრალიური ბუზიჭერია (გვარი Pachycephala; სახეობები P. Roforularis და P. Inornata) (სურ. 36). თავდაპირველად ავსტრალიაში ეს ფრინველი წარმოდგენილი იყო ერთი დედა სახეობით. პირობების ცვალებადობის შედეგად მოხდა დასავლეთი და აღმოსავლეთი ნაწილების განცალკევება. სივრცობრივმა გამიჯვნამ დიდი ხნის მანძილზე განაპირობა დამოუკიდებული სახეობების ჩამოყალიბება. მათი შემდგომი შერევის მიუხედავად უკვე აღარ ხდება შეჯვარება რეპროდუქციული იზოლაციის გამო.

მსგავსი გზით არის წარმოშობილი დიდი თოლიების სახეობები (ვერცხლისფერი Larus argentatus და დიდთოლია L.Fuseus) ბალტიისა და ჩრდილოეთის ზღვების სანაპიროებზე (სურ. 37). ამ სახეობებს შორის არის შუალედური ფორმებიც, რომლებიც თავისუფლად ეჯვარებიან ერთმანეთს და დაშორებული რასები — კიდური სახეობები, რომელთა შორისაც შეჯვარება აღარ ხდება.



სურ. 36. სახეობათა წარმოშობა ავსტრალიურ ბუზიჭერიაში (Pachycephala).
1, 2, 3, 4, 5, 6 — სახეობა იზოლაცია და გავრცელების თავისებურებანი (გარეშე პირობების ცვლილებებთან დაკავშირებით).



სურ. 37. ქვესახეობების (*ჯერცხლისფერა — Larus argentatus; დიდთოლია — L. Fuscus)* ფორმირების საფეხურები დიდ თოლიებში.

სახეობათა გეოგრაფიული წარმოშობის გზა შემდეგი სქემით შეიძლება წარმოვიდგინოთ: გეოგრაფიული რასა → ალოპა-ტრული ქვესახეობა →სახეობა. ბოლო პერიოდში სულ უფრო პოპულარული ხდება აზრი სახეობათა ქვანტური

წარმოშობის შესახებ (გრანტი). ზოგი მას უწოდებს „სახეობათა წარმოშობას გენეტიკური რევოლუციის გზით“ (მაიერი) ან მოიხსენიებენ კატასტროფული სახეობათა წარმოშობის სახელწოდებით (ლევენი, ლიუისი). უკანასკნელი მონაცემებით მაიერი მას დამფუძნებლის პრინციპს უწოდებს. ეს ალოპატრული სახეობათა წარმოშობის ერთ-ერთი გზაა, როცა ფართოდ გავრცელებული პოლიმორფული სახეობის პატარა (მცირერიცხოვანი) პერიფერიული იზოლანტისაგან ახალი სახეობის ჩამოყალიბება ხდება.

თუ რომელიმე პოლიმორფული სახეობის ჯგუფი (ან თუნდაც, ერთი განაყოფიერებული ორგანიზმი) დასაბამს მისცემს ახალ მიგრანტ კოლონიას, იგი სივრცობრივად გამოცალკევდება დედა სახეობისაგან. ახალ არეალში დაფუძნებულ ასეთ მცირერიცხოვან პოპულაციაში გადარჩევის დაწოლით იწყება გენოფონდის ინტენსიური ოპტიმიზაცია და ბალანსირება. სწრაფი გადაჯგუფების შედეგად დამფუძნებელ პოპულაციაში ხდება გენეტიკური წონასწორობის სწრაფი ევოლუციური დაბალანსება. ასეთ მცირერიცხოვან კოლონიაში მაქსიმალური სიძლიერით ვლინდება გენთა დრეიფები. ინბრიდინგის გამო ხდება გენთა ჰომოზიგოტიზაცია. თუ ასეთი ფენოტიპური ნიშნები ახალი პირობებისათვის არაადაპტურია, მაშინ შესაბამისი ჯგუფები იღუპება. თუ ასეთ ვარიანტთა შორის გამოჩნდება ისეთი შვილეული პოპულაციები, რომლებსაც ამ ახალი პირობებისათვის ექნებათ ადაპტური ღირებულება, მაშინ ინბრიდინგის, გენთა დრეიფებისა და გადარჩევის ერთობლივი მოქმედებით სწრაფად დამაგრდება სასარგებლო გენოტიპები. ასეთი პოპულაცია შეიძლება თანდათან გამრავლდეს და დასაბამი მისცეს დივერგენტულ სახეობას.

მართალია, გეოგრაფიულ და ქვანტურ სახეობათა წარმოშობის დროს საქმე გვაქვს ტერიტორიულ (სივრცობრივ) სახეობრივ იზოლაციასთან, მაგრამ მათ შორის არის განსხვავებაც. პირველ შემთხვევაში მონაწილეობს გადარჩევა, რომელიც განპირობებულია გარემოს რეგიონული ფაქტორებით და ხდება მსხვილ პანმიქტიურ პოპულაციურ ჯგუფებში, მეორეში კი მონაწილეობს გადარჩევა ინბრიდინგსა და გენთა დრეიფებთან ერთად შვილეულ ლოკალურ პოპულაციაში.

გეოგრაფიული სახეობათა წარმოშობის დროს ცვლილებათა დაგროვება ხდება თანდათანობით, ნელა და ატარებს კონსერვატიულ ხასიათს. ქვანტური სახეთა წარმოშობის დროს კი იგი მიდის სწრაფად და შეუძლია გამოიწვიოს მკვეთრი ცვლილებები. ამიტომაც, ამ გზით სახეთა წარმოშობა სწრაფად ხდება.

სახეობათა სიმპატრული წარმოშობა

სახეობათა სიმპატრული წარმოშობის დროს ახალ სახეობათა ჩამოყალიბება მიმდინარეობს საწყის სახეობასთან ერთად ერთიანი არეალის ფარგლებში. ამ შემთხვევაში სახეთაშიდა დაჯგუფებებს შორის დივერგენციული პროცესები მიმდინარეობს არა განსხვავებულ საარსებო პირობებთან თანდათანობითი, დიფერენცირებული ადაპტირების გზით, არამედ გენეტიკური მექანიზმებით, ფორმათა ბიოლოგიური დიფერენცირების საშუალებით და შედარებით მსგავსი გარემო პირობების ფარგლებში. ასეთ შემთხვევებში საწყისი და ახლად წარმოშობილი სახეობები ხშირად ნაკლებად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან გარეგნული ნიშნებით. მათ შორის განსხვავება უფრო გენეტიკური სტრუქტურით ვლინდება. ხშირ შემთხვევაში, სწორედ, ამ გზით უნდა ხდებოდეს ე. წ. ორეული სახეობების წარმოშობა.

აღნიშნული პროცესი შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა გზით. სახეობათა სიმპატრული წარმოშობის ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული სახეა პოლიპლოიდია.

ცნობილია, რომ სახეობის ფარგლებში ქრომოსომური აპარატი ინარჩუნებს თავის რაოდენობრივ და ინდივიდუალურ თავისებურებებს. ორგანიზმთა სასიცოცხლო ციკლში ქრომოსომური სტაბილურობა უზრუნველყოფილია მიტოზური და მეიოზური კანონზომიერებებით და განაყოფიერებით. აღნიშნული პროცესების დარღვევის გამოვლინებას მიეკუთვნება პოლიპლოიდია — ორგანიზმში გენომების რაოდენობის ჯერადი მატება ან ჰაპლოიდია — მათი განახევრება (შემცირება).

დიდია პოლიპლოიდიის როლი ახალ სახეობათა წარმოშობაში. თვლიან, რომ ფარულთესლოვან მცენარეთა სახეობების 47% და გვიმრანაირების 95% პოლიპლოიდიის გზით არის წარმოშობილი. დღეს უკვე საკმაოდ საფუძვლიანად საუბრობენ სახეობათა წარმოშობაში პოლიპლოიდიის როლზე ცხოველთა სამყაროშიც. ს. ონოს მიერ ციტოგენეტიკური და ბიოქიმიური მეთოდებით დასაბუთებული იქნა, რომ ქაშაყისნაირების სამი ოჯახი, კობრისებრთა ორი გვარი ამფიდიპლოიდური გზითაა წარმოშობილი. ასევე დასაბუთებულია, რომ ბაყაყების სამხრეთ-ამერიკული გვარი Caratophridiadae ავტოტეტრაპლოიდია, 2000 სახეობის თევზის კარიოლოგიური შესწავლით დადგინდა, რომ მათგან 150 სახეობა პოლიპლოიდია.

სიმპატრული გზით სახეობათა წარმოშობაში არანაკლები როლი განეკუთვნება ჰიბრიდიზაციას (სინთეზოგენური სახეობათა წარმოშობა). როგორც ადრე იყო აღნიშნული, კომბინაციური და რეკომბინაციური ცვალებადობის ამოუწურავი შესაძლებლობები და გენური ნაკადები სახეობის ფარგლებში ქმნიან დივერგენტული ჯგუფების წარმოქმნის უფრო ხელსაყრელ პირობებს. ზოგჯერ ასეთ ჯგუფში ძლიერდება რეპროდუქციული იზოლაცია, რაც დასაბამს აძლევს შვილეულ სახეობებს. ცალკეულ შემთხვევაში ასეთი დივერგენტული ჯგუფები გამოცალკევდებიან კიდეც ეკოლოგიური დაჯგუფებების სახით (სახეობათა შერეული სიმპატრული წარმოშობა), რაც კიდევ უფრო აძლიერებს იზოლაციური ბარიერების წარმოქმნას. ძალიან ხშირად ჰიბრიდიზაციას თან ახლავს პოლიპლოიდიის მოვლენაც. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მაშინ, როცა ერთმანეთს ეჯვარებიან ბიოლოგიურად დაშორებული ფორმები. ხშირად ისინი გენომური შეუთავსებლობის გამო უნაყოფონი — სტერილურები არიან, წარმოქმნიან არაფერტილურ გამეტებს. ასეთ ჰიბრიდებში ხშირად ხდება ქრომოსომთა რაოდენობის გაორმაგება. ამ გზით მიიღებიან ე.წ. *ამფიდიპლოიდები*, რომლებშიც აღდგება ქრომოსომთა ჰომოლოგობა და ფერტილობის უნარი. ასეთი გზით ბუნებაშიც და ექსპერიმენტის პირობებშიც შექმნილია ბევრი ახალი სისტემატიკური

დაჯგუფება შეცნარეთა სამყაროში. ასეთებია: ბამბის ამერიკული ჯიშები (Possypium hirsitom და P.barbadense), ხორბალი (Triticum aestivum), თამბაქო (Nicotiana tabacum). ალოპლოიდები ხელოვნურად მიიღეს მიუნცინგმა, შიჩურინმა, ლიუნარდმა და სხვებმა. გაჩნდა საფუძვლიანი მეცნიერული მონაცემები ამფიდიპლოიდური გზით ცხოველთა ახალი დაჯგუფებების წარმოშობის შესახებაც. დარევსკი მიუთითებს, რომ ხვლიკების მსოფლიო გენოფონდის 40 სახეობა ჰიბრიდოგენული წარმოშობისაა. მათ შორის 14 სახეობა ჩრდილო-ამერიკულია, 5 კი კავკასიური კლდის ხვლიკების სახეობებს მიეკუთვნება. მსგავსადაა წარმოშობილი ვიეტნამიური ტრიპლოიდური ხვლიკი. ყველა ჩამოთვლილი სახეობა წარმოშობილია შედარებით ახლო გეოლოგიურ პერიოდში (ჰოლოცენში და პლეისტოცენში). დარევსკისაგე მონაცემით, 18 სახეობის კავკასიის კლდის ხვლიკიდან 7 წარმოადგენს პართენოგენეზურ მდედრს. ისინი წარმოშობილი უნდა იყვნენ ბუნებრივი ჰიბრიდიზაციის გზით შუალედური ეტაპების სახით. ამ სახეობის მდედრებს აქვთ ქრომოსომთა დიპლოიდური რიცხვი (2 n) 38. ისინი თავისუფლად ეჯვარებიან ბისექსუალური სახეობების მამრებს, შედეგად მიიღება ტრიპლოიდები ქრომოსომთა რიცხვით — 3n=57. ისინი მრავლდებიან მხოლოდ პართენოგენეზურად. მათი რაოდენობა ჰიბრიდულ პოპულაციებში 10-12%-ია. ვორონცოვის მიხედვით, ბუნებაში არსებობენ ჰიბრიდები ძუძუმწოვართა სახეობებს შორისაც კი (თრია).

სიმპატრული სახეობათა წარმოშობა ხდება როგორც ანეუპლოიდიის, ასევე ქრომოსომთა სტრუქტურული ხასიათის ცვლილებების გზითაც. ქრომოსომური აბერაციებიდან ამ მხრივ განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ტრანსლოკაციას, ინვერსიას, უკმარობას, დუპლიკაციას და სხვა. ასეთი ცვლილებები ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში ხშირად უნაყოფობას განაპირობებენ. ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში კი ეს სიძნელე ხშირადაა დაძლეული, თუმცა, მსგავსი მუტაციები სერიოზულ ფენოტიპურ ცვლილებებსაც იწვევენ. მსგავსი გენოტიპური ჯგუფები არც თუ ისე იშვიათად აძლევენ დასაბამს ახალ სახეობებს.

ამის კარგი მაგალითია Clarkia biloba-ას და C. lingalata-ას ორი სახეობა. Clarkia ერთწლიანი ბალახოვანი მცენარეა და წარმოშობილია სირეა-ნევადის მთებში (კალიფორნია). ფიქრობენ, რომ ფართოდ გავრცელებული C. biloba (2n=16) მისი ეკოლოგიისა და ქრომოსომური შემადგენლობიდან გამომდინარე, არის წინაბარი, ხოლო ენდემური C. lingalata (2n=18) უეჭველად მისგან წარმოშობილი ფორმა უნდა იყოს. აღნიშნული სახეობები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ორი დამოუკიდებელი ტრანსლოკაციით, ინვერსიითა და ქრომოსომთა რიცხვით.

სიმპატრული გზით ახალ სახეობათა წარმოშობაში გარკვეული როლი შეიძლება ჰქონდეს აბომიქტურ (მცენარეებში) გამრავლებასაც. ჩვეულებრივ, ასეთ დროს მცენარის თესლში ნასკვის სომატური უჯრედებისაგან დამტვერვისა და განაყოფიერების გავლენით (და არა განაყოფიერებით) ჩნდებიან დამატებითი ჩანასახები. ისინი გენოტიპურად დედა ორგანიზმების კლონებს წარმოადგენენ და აღარ ექვემდებარებიან დათიშვას. ამით, როგორც ჩანს, შესაძლებელი ხდება ასეთ მცენარეებში ბიოლოგიურად სასარგებლო გენური ბალანსის შენარჩუნება. ისინი აბომიქტური ჩანასახების წარმოქმნის ხარჯზე ინარჩუნებენ მდგრად სასარგებლო გენურ კომბინაციებს. ასეთი გამრავლება ყვავილოვან მცენარეებში მეორეული მოვლენაა და როგორც ჩანს, მას აქვს კიდეც ევოლუციური მნიშვნელობა. აბომიქსისზე გადასვლა აღნიშნულ თავისებურებებთან ერთად ძლიერებს ასეთი ფორმების რეპროდუქციულ იზოლაციას და აქტიურად უწყობს ხელს სახეთაწარმოქმნის პროცესებს.

სახეობათა წარმოშობის განხილული გზების ცალ-ცალკე გამოყოფა საკმაოდ პირობითია. ახალ სახეობათა ჩამოყალიბება, როგორც აღინიშნა, ძალიან რთული პროცესია. აქ მეტ-ნაკლებად ყოველთვის მონაწილეობს ალოპატრია, პარაპატრია და სიმპატრია. ისინი ხშირად გადადიან ერთმანეთში და გადაფარავენ კიდეც ერთმანეთს. ახალ სახეობათა ფორმირების გზაზე ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით ხშირად წინა პლანზე გამოდის იზოლაციით გამოწვეული ეკოლოგიური პროცესები და საქმე გვაქვს ადაპტაციებთან დაკავშირებულ გენოფონდის ცვალებადობასთან ან კიდევ,

პირველად წინა პლანზე გამოდის გენეტიკური ცვლილებები და მერე ხდება მათი ადაპტური დახარისხება-სპეციალიზაცია.

მაგრამ მთავარი ის არის, რომ როგორც ადრე იყო აღნიშნული, ახალ სახეობათა წარმოშობით მთავრდება მიკროევოლუციური პროცესები. სახეობა გადაიქცევა ჩაკეტილ ბიოლოგიურ სისტემად. იგი რეპროდუქციულად იზოლირებული ხდება სხვა სახეობებისაგან. სახეობათა წარმოშობის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ამ დროს ყალიბდება ადაპტურად სასარგებლო გენთა თანაფარდობა, რომლის მდგრადობა (სახეობის გენოფონდის ფარგლებში) შენარჩუნებული ხდება რეპროდუქციული იზოლაციის გზით. რეპროდუქციული იზოლაცია იცავს გენთა სასარგებლო თანაფარდობას სახეობის ფარგლებში. გენთა მსგავსი სასარგებლო დაჯგუფების ჩამოყალიბებას სჭირდება დიდი დრო. ამას ეწირება პოპულაციათა გარკვეული ნაწილი (არასასარგებლო კომბინაციების განადგურების ხარჯზე). ბოლოს სტაბილიზდება ადაპტურად სასარგებლო გენური დაჯგუფებების შესაძლო ვარიანტები, რომლებიც ჩაიკეტებიან სახეობის ჩარჩოებში რეპროდუქციული იზოლაციის აღმოცენებით. ამგვარად, სახეობა წარმოგვიდგება, როგორც სრულიად ერთიანი — ინტეგრალური და ამასთანავე, მკვეთრად განცალკევებული ბიოლოგიური სისტემა. მისი მთლიანობა უზრუნველყოფილია ბანმიქსიითა და რეპროდუქციული იზოლაციით. ამის შემდეგ სახეობათა დონეზე უკვე იწყება ბიოლოგიურ ურთიერთობათა ახალი ტიპი, ევოლუციური ფაქტორებიც მოქმედებენ ახალ ორგანიზაციულ დონეზე, რასაც ***მაკროევოლუციას*** უწოდებენ. თუმცა, ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ ბიოლოგიურ სახეობათა წარმოშობის განხილული მოდელი ძირითადად ეფუძნება ევოლუციის დარვინისეულ კონცეფციას და სინთეზური თეორიის მთავარ საბაზო დებულებებს და იგი სერიოზული კრიტიკის ობიექტი ხდება ზოგიერთი თანამედროვე მეცნიერის მხრიდან. სადღეისოდ კომპიუტერული მეთოდებით უკვე შესაძლებელია გენეტიკური ინფორმაციის კოდირების პრინციპების გამოყენებით შევაფასოთ, თუ რა შესაძლებლობა არსებობს იმისა, რომ შემთხვევითი (გარემოს მიერ დაუპროგრამებელი, არაადექვატური — სწორედ ასეთია მუტაციის ბუნება) ხასიათის

მუტაციების აღმოცენებასა და მაღალი ხარისხით მათი ცვლილებების — ბიოლოგიური სარგებლიანობის იშვიათად გამოვლენის პირობებში, სელექციურობის პრინციპის მოქმედებით თანდათანობითი, სასარგებლო ცვლილებების დაგროვების გზით მოხდეს ახალ სახეობათა წარმოშობა. მეცნიერები ამ მხრივ დამაიმედებელ შედეგებს ვერ იღებენ. გენეტიკური ინფორმაციის გაჩენიდან (2,5-3 მლრდი წელი) დღემდე მსგავსი მექანიზმებით შეუძლებელი იქნებოდა ბიოევოლუციის განხორციელება მთელი თავისი მრავალფეროვნებითა და სრულყოფილებით. მუტაციების გზით ცვალებადობის ყოველგვარი მაქსიმალური შესაძლებლობის პირობებშიც კი აღნიშნული დრო ვერანაირად ვერ ეყოფოდა ევოლუციურ გზას პროკარიოტიდან ადამიანამდე (სპეტნერი, სმიტი). რასაკვირველია, კითხვები და პასუხგაუცემელი პრობლემები მრავლადაა. თუმცა, ისიც უნდა ითქვას, რომ ევოლუციური პროცესის სრულყოფილი მოდელირება (თანაც კომპიუტერული) ალბათ შეუძლებელია (რაც არ უნდა მიკროდონეზე ვახდენდეთ მას). მიკროევოლუციისათვის ელემენტარული ევოლუციური მასალა მარტო მუტაციებამდე არ დაიყვანება. თუმცა მუტაციები ამისათვის, რა თქმა უნდა, მთავარი და პირველადი მასალაა. შესაძლებელია, კონკრეტულ მუტაციებს არ ჰქონდეთ პირდაპირი სელექციური ღირებულება, მაგრამ სხვა ალელურ და არაალელურ გენებთან ურთიერთგავლენის, ექსპრესირებისა და პენეტრანტობის წყალობით და საერთოდ მთელი გენოტიპის მაინტეგრირებელი გავლენით იცვლებოდეს კიდეც გენის სელექციურობის მაჩვენებელი. ამას უნდა დაემატოს ისიც, რომ დაბალი სელექციურობის მატარებელი გენოტიპების ელიმინაცია (რაც ხდება გადარჩევის მოქმედებით) ათავისუფლებს შემდგომ თაობებს უარყოფითი ადაპტური მაჩვენებლების მქონე გენებში ახალი „ექსპერიმენტების“ განხორციელებისაგან და მსგავს შემოწმებებს ყოველ ახალ თაობაში განიცდის მხოლოდ უფრო სასარგებლო გენური ბლოკები. ესეც ალბათ, რაღაც ხარისხით აჩქარებს სასარგებლო გენებისა და გენოტიპების წარმოქმნის შესაძლებლობებს. გასათვალისწინებელია ისიც, რომ გენების დამოუკიდებელ ცვალებადობას ექვემდებარება ცალკეული

გენოტიპი. მათი სიმრავლის პირობებში კი მუტაციების აღმოცენების შესაძლებლობები შესაბამისად იზრდება. მუტაციების აღმოცენებას, გარდა საერთოდ ცნობილი ფაქტორებისა, მნიშვნელოვნად აძლიერებს გენოტიპური თავისებურებანი (გენური ბალანსი, გენი-მუტატორების არსებობა, კომბინაციური და რეკომბინაციური პროცესები, ტრანსპოზური გენები, მუტაბილობის დონით გენთა ინდივიდუალური თავისებურებანი და სხვა). ამას უნდა დაემატოს ისიც, რომ სამობილიზაციო რეზერვის სახით პოპულაციებში არსებული რეცესიული მუტაციების მარაგი (რომელიც პოპულაციის თავისებურებებიდან გამომდინარე, შეიძლება ძალიან ხანგრძლივი დროის განმავლობაში დაგროვდეს) და ისიც, რომ ჯერ კიდევ ყველაფერი არ ვიცით წინა გეოლოგიურ პერიოდებში გარემოს მუტაგენური ფონის შესახებ და მრავალი სხვა, ალბათ შეუძლებელს ხდის კომპიუტერული მოდელირების გზით სრულყოფილად წარმოვაჩინოთ საგარაუდო პროცესები, რომლებიც დაკავშირებული იყო მუტაციების წარმოქმნასა და შესაძლო მიკროევოლუციურ გარდაქმნებთან. ასეთმა გარემოებებმა აიძულეს სპეტნერი, ეჭვი შეეტანა თავის თავდაპირველ კონცეფციაში. იგი დარწმუნდა, რომ ინფორმაციის მათემატიკური კონცეფცია არ არის სრულფასოვანი იმისათვის, რომ ნათელი მოვფინოთ ბიოლოგიურ პრობლემებს.

მაკროევოლუციის კანონზომიერებანი

როგორც ადრე იყო ნათქვამი, მიკროევოლუციის ქვეშ იგულისხმება პოპულაციათა გენეტიკური სტრუქტურის შეუქცევადი ადაპტოგენური გარდაქმნა, რომელიც აყალიბებს სახეობის პოლიმორფულ სტრუქტურას და განაპირობებს ახალ სახეობათა ფორმირებას. ამ დროს გენეტიკურ-ევოლუციური კანონზომიერებანი ძირითადად ეფუძნება პოპულაციათა შორის ურთიერთობებს, ყალიბდებიან სხვადასხვა რანგის პოპულაციური სტრუქტურები, რასები და საბოლოოდ — ახალი სახეობები. ე.ი. მიკროევოლუცია არის ევოლუციის პროცესი სახეობის შიგნით და იგი მთავრდება ახალ სახეობათა წარმოშობით.

მიკროევოლუციისაგან განსხვავებით, მაკროევოლუციის დროს ჩნდება ბიოლოგიური ურთიერთობის (როგორც გენეტიკური, ასევე ეკოლოგიური) ახალი ტიპი სახეობათაშორისი ურთიერთდამოკიდებულების სახით. ეს კი გარკვეულ თავისებურებებს სძენს მაკროევოლუციურ პროცესებს. მიკროევოლუციასთან შედარებით აქ ევოლუციური მასშტაბები გაცილებით უფრო დიდია. მაკროევოლუციური ცვლილებების დროს წარმოიშობა გვარების, ოჯახების, რიგების, კლასებისა და ტიპებისათვის დამახასიათებელი თავისებურებანი. ასეთი გარდაქმნები უფრო ზოგადევოლუციური მასშტაბისაა და მიმდინარეობს ხანგრძლივი გეოლოგიური პერიოდების განმავლობაში. ე. ი. მაკროევოლუცია ხორციელდება სახეობის ფარგლებს გარეთ (სახეობათაშორის ურთიერთობით) და შედეგად ახლავს სახეთაზედა ფილეტური ჯგუფების ევოლუციური ფორმირება.

მიკროევოლუციურ კანონზომიერებათა შესასწავლად ძირითადად გამოიყენება გენეტიკის, ეკოლოგიისა და სისტემატიკის მეთოდები. მაკროევოლუციის თავისებურებათა შესწავლისათვის კი მთავარია პალეონტოლოგიური, შედარებით-მორფოლოგიური და ბიოგეოგრაფიული გამოკვლევები.

განსხვავებაა მიკრო- და მაკროევოლუციას შორის დროის მიხედვით. მიკროევოლუცია შედარებით მოკლე დროის განმავლობაში მიმდინარეობს და ამ ტიპის ევოლუციური გარდაქმნები შედარებით განმეორებადი და პროგნოზირებადია,

მაშინ, როცა მაკროევოლუციური გარდაქმნები გეოლოგიურ პერიოდებს საჭიროებს და იგი ხანგრძლივი ისტორიული პროცესია.

ხშირად ევოლუციონისტებს განსხვავებული მიდგომები გააჩნიათ მიკრო- და მაკროევოლუციური კანონზომიერებების თავისებურებათა გაგების საქმეში. ზოგჯერ პალეონტოლოგები ანგარიშს არ უწევენ პოპულაციური გენეტიკის კანონზომიერებებს და პირიქით, თანამედროვე მიკროევოლუციის სპეციალისტები — პალეონტოლოგიური მასალის თავისებურებებს. სინთეზური თეორიის მომხრეები თვლიან, რომ მაკროევოლუცია მიკროევოლუციის გაგრძელებაა და მაკროევოლუციურ კანონზომიერებათა შესახებ განზოგადებანი უნდა ეყრდნობოდეს მიკროევოლუციურ კანონზომიერებებს (დობჟანსკი).

გოლდშმიდტი ფიქრობს, რომ მაკროევოლუცია ეფუძნება მსხვილ, ე.წ. „სისტემურ“ მუტაციებსა და ნახტომისებურ განვითარებას, რომელიც არ ახასიათებს მიკროევოლუციას.

ევოლუციური განვითარების ბუნებისა და სახეობათა წარმოშობის ხასიათის შესახებ აშკარად გამოკვეთილი პოზიცია გააჩნია ჩ. დარვინს. იგი წერს: „რადგანაც ბუნებრივი გადარჩევა მოქმედებს უმნიშვნელო სასარგებლო ცვლილებების თანდათანობითი დაგროვების გზით, მას არ შეუძლია უეცარი ანუ მკვეთრი სახეთაწარმოშობა, ის ხორციელდება მხოლოდ ნელი და მოკლე ნაბიჯებით. აქედან გამომდინარე წესი „Natura non facit saltum“ (ბუნება ნახტომებს არ აკეთებს) ჩვენი ცოდნის გაფართოების შესაბამისად, სულ უფრო და უფრო ნათელი ხდება“. „იგი ყოველთვის მიმდინარეობს მოკლე, მაგრამ საიმედო და ნელი ნაბიჯებით“. თუმცა დარვინი იმასაც აღნიშნავს, რომ გამოთქმა: „ბუნება არ აკეთებს ნახტომებს“ შესაძლოა ნაწილობრივ გადაჭარბებულ, ძველ, ბუნებრივ-ისტორიულ გამონათქვამსაც კი წარმოადგენს.

ზოგიერთი სხვა ავტორიც აღიარებს სერიოზულ განსხვავებას მიკრო- და მაკროევოლუციას შორის (სტენლი და სხვები). სტენლის მიხედვით, არსებობს მაკროევოლუციის სამი წყარო: ფილოგენეტური დრეიფი, მიმართული სახეობათა

წარმოშობა და სახეობათა გადარჩევა. ფილოგენეტური დრეიფები პოპულაციებში გენური დრეიფების ანალოგიურია. იგი ეფუძნება შემთხვევით ბროცესებს და მისი შინაარსი სტოხასტიკური (შემთხვევითი, ალბათობითი) ფლუქტუაციებით განისაზღვრება. მიმართული სახეთაწარმოშობა მსგავსია მიკროევოლუციის დროს პოპულაციებში მუტაციური დაწოლისა. საბოლოოდ იგი უზრუნველყოფს ფილუმების ევოლუციას ერთი გარკვეული ადაპტური მიმართულებით. აქ გადარჩევა ხდება გენეალოგიურ ხაზებს შორის. სახეობები ხდებიან დიფერენცირებული გადარჩევის ობიექტები. აქედან გამომდინარე, მაკროევოლუციის დროს სახეობები გამოდიან გადარჩევისათვის ე.წ. ნედლი მასალის როლში. შემდეგ ყველაფერს გადარჩევა აკონტროლებს, კერძოდ იმას, თუ რომელი ჯგუფები გახდებიან ახალი ფილუმების საწყისი. გამოდის, რომ მაკროევოლუციის დროს გადარჩევის გამფილტრავ ძალას ექვემდებარება თვით სახეობა. შესაბამისად, სტენლი მიკრო- და მაკროევოლუციის თავისებურებებს შემდეგნაირად მიჯნავს:

მაკროევოლუცია:	*მიკროევოლუცია:*
ფილოგენეტური დრეიფი	გენეტიკური დრეიფი
მიმართული სახეობათა წარმოშობა	მუტაციური დაწოლა
სახეობათა გადარჩევა	ბუნებრივი გადარჩევა

გამოდის, რომ სტენლის სქემაში მიკროევოლუციის დროს გადარჩევის ობიექტის როლში გამოდის ორგანიზმები, ხოლო მაკროევოლუციის დროს ამ ფუნქციას ასრულებს სახეობები. მიკროევოლუციისათვის დამახასიათებელ ინდივიდუალურ ცვალებადობას (მუტაციები და რეკომბინაციები) მაკროევოლუციის დროს ცვლის სახეობათა წარმოშობა, ხოლო ბუნებრივ გადარჩევას — სახეობათა გადარჩევა. გადამრჩევი ფაქტორის როლში სახეობათა წარმოშობის დროს გამოდის ეკოლოგიური (ბიოტური და აბიოტური) ფაქტორები, ხოლო სახეობათა გადარჩევის წარმმართველი ფაქტორის როლში გვევლინება არსებულ ფილეტურ ჯგუფებს შორის სახეთა წარმოშობის დიფერენცირების ტემპები, რომლებიც მეტ-ნაკლებ

კორელაციაშია ერთმანეთის მიმართ. სტენლი მხარს უჭერს ვოლდშმიდტის მოსაზრებას მიკრო- და მაკროევოლუციის შესახებ. მაგრამ განმარტავს, „რომ სახეობები წარმოადგენენ მაკროევოლუციის ობიექტებს, რითაც მიკროევოლუცია განპირობებულია მაკროევოლუციისაგან. ყველაფერი ეს — გადარჩევა სახეობის დონეზე და გადარჩევა ინდივიდის დონეზე — ახდენს ისტორიული გამოკვლევის პროცესს“. ს. სტენლი თავის წიგნში „მაკროევოლუცია, სტრუქტურა და პროცესი“ ასაბუთებს, რომ სახეობათა წარმოშობის პრობლემა არ არის მაკროევოლუციის შედეგი, არამედ მაკროევოლუციური გარდაქმნის მთავარი რგოლია. შესაბამისად, როგორც ვნახეთ, გვთავაზობს ახალ საზღვრებს მაკრო- და მიკროევოლუციურ პროცესებს შორის.

მაშასადამე, არსებობს საკმაოდ მყარი აზრი იმის შესახებ, რომ მაკროევოლუციას არ გააჩნია ევოლუციური როლი. ის მხოლოდ სახეთაშიდა ადაპტურ დიფერენცირებას ახდენს. ასეთი აზრის მომდევრები ევოლუციას აიგივებენ მაკროევოლუციასთან, ოღონდ იმ პოზიციით, რომ მათ სახეობათა წარმოშობა მაკროევოლუციის ნაწილად მიაჩნიათ.

მაკრო- და მაკროევოლუციის შესახებ ორიგინალურ შეხედულებებს ავითარებს ლ. დავითაშვილი. მისი აზრით, მაკროევოლუციის ინტერპრეტაციის დროს ანგარიში უნდა გაეწიოს თვით სახეობის ცნების გაგებას. „როცა საუბარი მიდის სახეობის შესახებ, ყოველთვის იგულისხმება სახეთაშიდა პოპულაციები, სადაც ორგანიზმები ხასიათდებიან ურთიერთშეჯვარების უნარით, იძლევიან ნაყოფიერ შთამომავლობას. აქედან სრულიად ნათელია, რომ „მაკროევოლუცია“ მთლიანად მოიცავს მოვლენებს, რომლებიც არ წარმოადგენენ ევოლუციას; მხოლოდ „მაკროევოლუცია“ ანუ ევოლუცია „სახეობის ფარგლებს გარეთ“ უნდა იქნას გაგებული, როგორც ნამდვილი ევოლუციური პროცესი, როგორც სახეთაწარმოშობა“. „შესაბამისად, ევოლუციის, როგორც მეცნიერების მთავარი შინაარსი არის ის, რასაც ბევრი მეცნიერი დღემდე თვლის ევოლუციის ნაწილად, ანუ „მაკროევოლუციად“, ე.ი. ევოლუცია სახეობის დონის გარეთ, მართლაც ეს არის — მთელი ევოლუცია“. დავითაშვილი „მიკროევოლუციას“ მიიჩნევს

ევოლუციის წინაპირობად, რომელიც მოიცავს მემკვიდრეობასა და ცვალებადობას ანუ იგივე გენეტიკის სფეროს.

ბევრი პალეონტოლოგი (კოპი, შინდევოლფი, იანოვსკი და სხვა) და ბიოლოგი თუ გენეტიკოსი (ფილიპჩენკო, გოლდშმიდტი, დე-ფრიზი, კორუინსკი, კოროჩკინი და სხვა) იზიარებს აზრს, რომ ხშირ შემთხვევაში სახეობების და საერთოდ, უფრო მსხვილი სისტემატიკური დაჯგუფებების (გვარი, ოჯახი, რიგი, კლასი და ტიპიც) ევოლუციური წარმოშობა ხდება უეცრად, ე. წ. სალტაციური ცვლილებების გზით. მათი აზრით, მიკროევოლუციური პროცესების შედეგად მხოლოდ ახალ სახეობათა წარმოშობა ხდება. ამ დროს არ ხდება ცოცხალი სისტემის აგებულების გეგმის ცვალებადობა, იგი მერყეობს მხოლოდ არსებული აგებულების გეგმის ფარგლებში. ისინი თვლიან, რომ „გვარები" წარმოიშობიან სრულიად სხვა ევოლუციური გზებით, ვიდრე „სახეობები".

მაკროევოლუციის დროს კი ადგილი აქვს თვით აგებულების გეგმის ცვლილებას. თანაც, იგი თანდათანობით, სახარგებლო ცვლილებების დაგროვების გზით კი არ ხდება, არამედ უეცარი, ე.წ. „სისტემური" ცვლილებების გზით ერთი ან სულ რამდენიმე თაობის მანძილზე. ასეთი სალტაციები ანუ მაკროგენეზური გარდაქმნები იწვევენ სწორედ ახალი, უფრო მაღალი რანგის სისტემატიკური ჯგუფების წარმოშობას. სწორედ, ამ სახის ევოლუციურ გარდაქმნებს მიიჩნევენ ისინი მაკროევოლუციად.

მსგავსი შეხედულებები, მაკროგენეზის მექანიზმების ასახსნელად საჭირო სპეციფიკური ფაქტორების ინტენსიური ძიების მიუხედავად, მაინც ვერ ახერხებენ ასეთი მუტანტების ცხოველმყოფელობისა და საერთოდ, ამ გზით ევოლუციური გარდაქმნის დროს ორგანიზმის მორფო-ფუნქციური აპარატის ჰარმონიული ადაპტური სისტემის ჩამოყალიბების კანონზომიერებათა ახსნას. მართლაც, ძნელი წარმოსადგენია, ცოცხალის მთელი სისტემის უეცარი ცვლილების ისეთი კოორდინირებული გადაჯგუფება, რომ წარმოიქმნას ახალი დონის ორგანიზაცია, რომლის ადაპტური და რეგულაციური სისტემა ინტეგრირებული იქნება, როგორც მაკრო-ფილოგენეზური (სახეთაზედა გაერთიანების დონეზე

ბიოლოგიური ორგანიზაციის სტაბილურობის შენარჩუნების), ასევე ონტოგენეზური განვითარების (ინდივიდის ფაქიზად კოორდინირებული მორფოგენეტიკური ჰარმონიზებული სისტემის მდგრადობის შენარჩუნების) თვალსაზრისით. მით უმეტეს, რომ სალტაციურ მაკროფილოგენეზურ ევოლუციურ ცვლილებებს სათანადოდ ფაქტობრივად ვერ ასაბუთებენ ვერც ავტორები და ვერც პალეონტოლოგიური მასალები. მათივე აღიარებით (ნაზაროვი) თითქოს „ასეთი სალტაციური გენეტიკური ცვლილებების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მხარეები უცვლელი რჩება“. მხედველობაში აქვს ცოცხალი სისტემის სტრუქტურული და ფუნქციური მთლიანობის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მხარეები.

ნ. იორდანსკის მიხედვით მაკროევოლუციური გარდაქმნები ყალიბდება მიკროევოლუციური ცვლილებების საფუძველზე, მაგრამ უკანასკნელამდე არ დაიყვანება იმ აზრით, რომ ყოველი მთლიანი სისტემა არ არის მისი სტრუქტურული ელემენტების მექანიკური ჯამი. თუ მიკროევოლუცია ეფუძნება პოპულაციის, როგორც ბიოლოგიური სისტემის გარკვეულად სტოხასტიკური ხასიათის თავისებურებებს, მაკროევოლუციის მიმართული და კანონზომიერი ხასიათი განპირობებულია უფრო კოორდინირებული და კორელაციური ტიპის სისტემური ბიოლოგიური გარდაქმნებით. ეს უკანასკნელი ყალიბდება ინტეგრაციის შედეგად სახეთაზედა დაჯგუფებათა იერარქიული სისტემატიკური ჯგუფების სახით.

გრანტი თვლის, რომ ბუნებაში არ არსებობს ზღვარი მიკრო- და მაკროევოლუციას შორის, მას ავსებს სახეობათა წარმოშობა.

ასე რომ, მხარდაჭერას იმსახურებს ის აზრი, რომ ორგანული ევოლუცია ერთი მთლიანი პროცესია და არ არსებობს ცალ-ცალკე — მიკროევოლუცია, სახეთა წარმოშობა და მაკროევოლუცია. ისინი უშუალოდ გადადიან ერთმანეთში და ავსებენ კიდეც ერთმანეთს (სიმპსონი, მაიერი, გრანტი და სხვა).

სადღეისოდ უპირატესობას მაკროევოლუციის სისტემურ თეორიას ანიჭებენ, რომლის მიხედვითაც მაკროევოლუცია წარმოადგენს არა მიკროევოლუციური გარდაქმნების უბრალო მექანიკურ ჯამს, არამედ — მისი ინტეგრაციის შედეგს. ასეთ

შეხედულებას მიკრო- და მაკროევოლუციის შესახებ იზიარებს ევოლუციის თანამედროვე სინთეზური თეორია და მას ზოგჯერ *გრადუალურ თეორიასაც* უწოდებენ.

ჩვეულებრივ, მაკროევოლუციის კანონზომიერებათა განხილვის დროს ეხებიან ისეთ საკითხებს, როგორიცაა: ფილოგენეტური განვითარების გზები, ევოლუციის ტემპები და მიმართულებები, ონტოგენეზსა და ფილოგენეზს შორის თანაფარდობა, ორგანოთა და ფუნქციათა ფილოგენეტური განვითარების თავისებურებანი და ფილოგენეტური განვითარების ზოგადი კანონზომიერებები. ეს უკანასკნელი, თავის მხრივ, მოიცავს ისეთ საკითხებსაც, როგორიცაა: სიცოცხლის წარმოშობა, მცენარეთა და ცხოველთა ფილოგენეტური განვითარების თავისებურებანი, ადამიანის წარმოშობა, ბიოსფეროს ჩამოყალიბება და სხვა.

ფილოგენეტური განვითარების ძირითადი გზები

გამოყოფენ ფილოგენეტური განვითარების შემდეგ ძირითად გზებს: ფილეტური ევოლუცია, დივერგენცია, კონვერგენცია და პარალელური ევოლუცია.

ფილეტური ევოლუცია (ანაგენეზი)

ფილეტური ევოლუციის შედეგად ხდება საფეხურებრივი ჯგუფების თანდათანობითი წარმოშობა საწყისი ფორმებიდან. ამ დროს განვითარება მიდის ერთი გარკვეული ხაზის მიმართულებით და ჯგუფებს შორის შეიმჩნევა აშკარა გრადაციული გადასვლები. საწყისი ტაქსონისაგან წარმოიშობიან ახალი ტაქსონები. მათ არ ახასიათებთ განტოტებანი და იცვლებიან, როგორც მთლიანი სისტემა. ხშირად იგი გაიგივებულია ე. წ. „ვერტიკალურ ევოლუციასთან“. შეიძლება ითქვას, რომ ფილეტური ევოლუცია დროში უწყვეტი პროცესია. გამოდის, რომ აღნიშნული სახის ფილოგენეტური განვითარება მონოფილიის გზით მიდის. მონოფილური განვითარება ევოლუციის ძირითადი და ყველაზე მარტივი გზაა, ამიტომაც ხშირად მას ფილეტური ევოლუციის ელემენტარულ ფორმად თვლიან. ფილეტური ევოლუციის საუკეთესო მაგალითია

ჩლიქოსნების (სპილო, მარტორქა) პალეონტოლოგიური რიგები. მაგრამ ამ მხრივ ყველაზე სრულყოფილად შესწავლილია ცხენის ევოლუციური გზა.

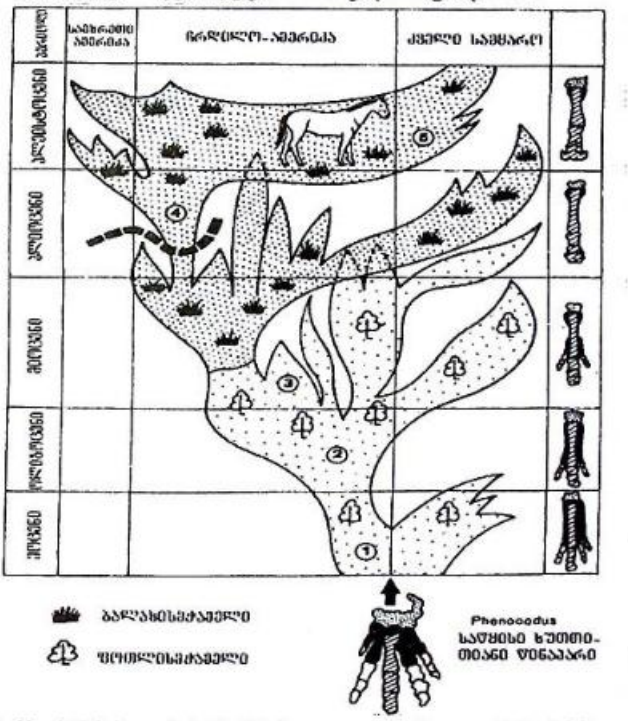
ცხენის ევოლუციის ამსახველი ყველაზე სარწმუნო მასალა მოპოვებულია მესამეული პერიოდის ქანებში. შეგროვილი მასალა შეესაბამება დროს ადრეული ეოცენიდან დღემდე და მოიცავს 55 მილიონ წელს. პატარა ოთხთითიანი Hyracotherium ანუ Eohippus-დან თანამედროვე გვარ Equis-მდე პალეონტოლოგიურ მატიანეში შენახულია თითქმის მთელი უწყვეტი რიგი ამ ორ ფორმას შორის. Equidae წარმოშობილია უძველეს პალეოცენში Condylarthra-საგან.

ევოლუცია თვალსაჩინოა თითების რედუქციის მაგალითზე: საწყის Condylarthra-ს ჰქონდა 5 თითი, Hyracotherium-ს წინა კიდურზე ჰქონდა 4, ხოლო უკანაზე — სამი თითი. ცხენები, რომლებიც ცხოვრობდნენ ოლიგოცენში — მიოცენსა და პლიოცენის დიდ მონაკვეთში — სამთითიანები იყვნენ. კარგად ჩანს გვერდითი თითების თანდათანობითი შემცირების დინამიკა. ბოლოს ჩამოყალიბდა ერთთითიანი pliohippus და Equis. თითების ცვლილებებთან ერთად იცვლება კიდურების მექანიკაც. რედუცირებას განიცდიან ბალიშებიც და ვითარდება შუა თითი ჩლიქით. ფეხი თანდათან იღებს ზამბარისებურ სახეს. გვერდითი თითები ზოგჯერ ეხმარება კიდეც ზამბარისებურ ფეხს მძიმე სხეულის ტარების დროს. „ზამბარის“ დაწევისას ზოგჯერ სდებოდა გვერდით თითებზე დაყრდნობაც. ბოლოს ერთთითიანებში გვერდითმა თითებმა რედუქცია განიცადეს. ჩლიქზე მოთავსებული კუნთები სირბილის დროს რესორის ფუნქციას ასრულებს (ბიძგების შესარბილებლად).

კიდურების ზრდა დაკავშირებული იყო სხეულის ზომის მატებასთანაც. ზომაში იზრდება თავის ქალაც, სრულყოფას განიცდის ტვინიც, ძლიერდება უმაღლესი ნერვული მოქმედებანი, ფართოვდება ქვედა ყბის ძვლები.

სტეპებით ტყეების თანდათანობითმა შეცვლამ გამოიწვია ცხენის წინაპრის გადასვლა ბალახით კვებაზე. ამან განაპირობა კბილებისა და კვების სათანადო ცვლილებები.

ასე რომ, ცხენის ევოლუციაში მთავარი შეგუებანი იყო ტყის პირობებიდან სტეპის პირობებში გადასვლა, სხეულის ზომაში მატება, კიდურების, ყბებისა და კბილების სათანადო ცვლილებები, მტაცებლებისაგან თავდაცვითი შეგუებულობის წარმოშობა. ასეთმა თანდათანობითმა ეტაპობრივმა ადაპტაციურმა ცვლილებებმა გამოიწვიეს შესაბამისი პალეონტოლოგიური რიგების: ფენაკოდუსი — ეოჰიპუსი — მიოჰიპუსი — პარაჰიპუსი — პლიოჰიპუსი — თანამედროვე ცხენი (სურ. 38) — წარმოშობა. ცხენის ევოლუციის თანმიმდევრული ეტაპები ფილეტური ევოლუციის ნათელი მაგალითია.



სურ. 38. ცხენების ოჯახის (Equidae) ევოლუციური (ფილოგენეტური) ხე.
(ჩანს ფოთლისმჭამელი ფორმების თანდათანობითი შეცვლა ბალახისმჭამელი ფორმებით და კიდურებზე თითების შემცირების ეტაპები 5-დან 1-მდე).
1- Eohippus; 2- Miohippus; 3- Parahippus; 4- Plyohippus; 5- Equis.

გარდა მონოფილური ევოლუციისა, გამოყოფენ პოლიფილურ ევოლუციასაც. აქ იგულისხმება ისეთი სისტემატიკური ჯგუფების წარმოშობა, რომელიც სათავეს იღებს ორი და მეტი დაჯგუფებისაგან. შეიძლება გამოიყოს ტაქსონების სიმბიოგენური წარმოშობა, ტაქსონების ჩამოყალიბება ჰიბრიდიზაციის გზით და ასეთ პროცესებში ტრანსდუქციისა და ტრანსფორმაციის მონაწილეობა.

როგორც ცნობილია, სიმბიოზის დროს ხდება ორი — ფილოგენეტურად განსხვავებული ორგანიზმის სასარგებლო თანაცხოვრება. იგი ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში მცენარეებში, ცხოველებში, მცენარეებსა და ცხოველებს შორის, მიკრობებსა და სხვა უჯრედებსა თუ ორგანიზმებს შორის. მაგრამ ასეთი თანაცხოვრების დროს, ჩვეულებრივ, არ ხდება ახალი სისტემატიკური ჯგუფების წარმოშობა. ამ მხრივ განსაკუთრებულ შემთხვევასთან გვაქვს საქმე მღიერებში (ლიქენები, ანუ ქარაგოზები S. Lichenes). როგორც ცნობილია, ისინი წარმოდგენილნი არიან წყალმცენარისა (Algae) და სოკოს (Fungi) სასარგებლო თანაცხოვრების სახით, რის შედეგადაც წარმოქმნილია ახალი ბიოეკოლოგიური ჯგუფი.

ჰიბრიდიზაციის გზით ახალი სახეობებისა და უფრო მაღალი სისტემატიკური ჯგუფების წარმოშობა ცნობილი მოვლენაა. მართალია, რეპროდუქციული იზოლაციის გამო სახეობები ერთმანეთს არ ეჯვარებიან, მაგრამ საკმაოდ ხშირია შემთხვევები, როცა ხდება სახეობათა და უფრო მსხვილ სისტემატიკურ დაჯგუფებათა შორისაც ჰიბრიდიზაციის გზით გენური ინტროგრესია. მცენარეებში მსგავს ჰიბრიდიზაციას ზოგჯერ ახლავს ქრომოსომური აპარატის გაორმაგებაც, რაც აღადგენს ასეთი ჰიბრიდების ფერტილობას და მიღებული ამფიდიპლოიდური ფორმები დასაბამს აძლევენ ახალ სისტემატიკურ ჯგუფებს.

მართალია, ტრანსდუქცია (ფაგების მიერ ორგანიზმებს შორის გენების გადატანის პროცესი) და ტრანსფორმაცია (დნმ-ას ფრაგმენტებით მემკვიდრული ინფორმაციის გაცვლა) საკმაოდ იშვიათია ბუნებაში, მაგრამ ისინი მაინც მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ სახეობათა და სხვა სისტემატიკურ ჯგუფებს შორის გენთა რეკომბინაციაში. უკრაინელი გენეტიკოსი ვ. კორდიუმი

ამტკიცებს, რომ გენეტიკური ინფორმაციის გაცვლა მსგავსი მექანიზმებით შეიძლება შეუზღუდავად განხორციელდეს ტაქსონომიურად განსხვავებულ ჯგუფებს შორის. ამიტომაც მას მთელი ცოცხალი სამყაროსათვის მიიჩნევს უმნიშვნელოვანეს ევოლუციურ ფაქტორად. ის პარალელს ავლებს მუტაციურ დაწოლას, როგორც ევოლუციურ ფაქტორსა და ე.წ. ინფორმაციულ დაწოლას შორის და გულისხმობს გენთა ინტროგრესიას, რაც თავს უყრის ორგანიზმში განსხვავებული ფილოგენეტური ჯგუფების გენებს სხვადასხვა გზებით. რამდენადაც ასეთი გადაჯგუფებით მიღებული რეკომბინანტი ორგანიზმების შესაბამისი ნიშნები დათიშვას არ ექვემდებარებიან, ისინი სტაბილურად მაგრდებიან თაობებში და ხშირად ახალი ჯგუფების წარმოშობას აძლევენ დასაბამს.

ზემოთ განხილული პროცესების შედეგად წარმოქმნილ ფილოგენეტურ დაჯგუფებებს ***სინთეზოგენურს*** უწოდებენ. მსგავს შემთხვევებს, როცა ჯგუფებს შორის ფილოგენეზური განვითარების პროცესში გენეტიკური ინფორმაციის ურთიერთგაცვლა ხდება, ***ბადისებური ევოლუციის*** სახელითაც მოიხსენიებენ, რადგანაც ჯგუფებს შორის ხდება მემკვიდრულ ინფორმაციათა ურთიერთგაცვლა, როგორც ვერტიკალური (თაობებში), ასევე ჰორიზონტალური (ორგანიზმთა შორის) გზით.

დივერგენცია (კლადოგენეზი)

დივერგენტული ევოლუცია დაკავშირებულია საწყისი დაჯგუფების დიფერენციაციასთან განცალკევებულ ჯგუფებად. ეს ხორციელდება საარსებო პირობებთან შეგუების პროცესში არსებული ორგანიზაციის ადაპტოგენური გადაჯგუფებით განსხვავებული პირობების შესაბამისი მიმართულებით და წარმოადგენს სიცოცხლის მრავალფეროვნების ზრდის ძირითად გზას. მსგავს ევოლუციურ განვითარებას ზოგჯერ „ჰორიზონტალურ ევოლუციას“ (კლადოგენეზს) უწოდებენ. როგორც ადრე იყო ნათქვამი, დივერგენტული ევოლუციის საფუძვლებს ქმნის ცოცხალის უნარი, განიცადოს მრავალმხრივი და ზოგჯერ ურთიერთსაპირისპირო მიმართულების

მემკვიდრული ცვლილებები და ამასთან, შეეგუოს მსგავს გარემოს სხვადასხვა ნიშნის, ცალკეულ შემთხვევაში კი — ერთი ნიშნის სპეციალიზირო მიმართულებით ცვლილების გზითაც. ამიტომაც არის, რომ დივერგენცია ევოლუციის პირველად და ძირითად გზად ითვლება, ხოლო თვით დივერგენციული ევოლუციური განვითარების შესაძლებლობები კი უაღრესად მდიდარია.

მიკროევოლუციის პროცესში დივერგენციის შედეგად ყალიბდება განსხვავებული პოპულაციები, რომელთაგან შემდგომში შეიძლება ახალი სახეობებიც ჩამოყალიბდეს. მაკროევოლუციური დივერგენციის დროს საწყისი სახეობებიდან ხდება ახალი სახეობების, გვარებისა და უფრო მსხვილი ტაქსონების წარმოშობა (სურ. 39). ამას სჭირდება ხანგრძლივი გეოლოგიური დრო. ასეთი ცვლილებები შეუქცევადი ხასიათისაა. დივერგენტული ევოლუციის შედეგად წარმოქმნილი ერთი ჯგუფის სახეობებში განსხვავებები სულ უფრო იზრდება, მაგრამ საერთო ორგანიზაციული დონე მაინც გარკვეულად მსგავსი რჩება. ეს უკანასკნელი მათ შორის ნათესაურ კავშირებზე მიუთითებს. მაშასადამე, დივერგენციის დროს მსგავსება აიხსნება ნათესაური კავშირებით ანუ წარმოშობის ერთიანობით, ხოლო განსხვავებანი — სხვადასხვა პირობებისადმი შეგუებით. მაგალითად, ძუძუმწოვრების სხვადასხვა გვარი ერთმანეთისაგან

სურ. 39. სახეობათა დივერგენციული განვითარების სქემა.
სქემაზე ჩანს, რომ ცოცხალი სამყაროს თანამედროვე სისტემა (ტაქსონომიური იერარქია) წარმოშობილია დივერგენტული ევოლუციის გზით (წყვეტილი ხაზებით წარმოდგენილია სახეობები, რომელთაც არ დაუტოვებიათ თაობები).

ძირითადად ეკოლოგიური თავისებურებებით გამოხატული შეგუებებით განსხვავდებიან, მაშინ, როცა ისინი მთლიანად ინარჩუნებენ ძუძუმწოვართა კლასისათვის დამახასიათებელ საერთო ორგანიზაციულ ნიშნებს: ცოცხალმშობიარობას, შვილების გამოკვებას რძით, თბილსისხლიანობას, თაობებზე ზრუნვის მაღალორგანიზებულ დონეს, ცენტრალური ნერვული სისტემის სრულყოფილების მაღალ დონესა და რთული ხასიათის პირობით რეფლექსურ მოქმედებებს და სხვა. გამოდის, რომ ევოლუციური განვითარების შედეგად ყალიბდება სისტემატიკური — იერარქიული დონეების მიხედვით მეტ-ნაკლებად ნათესაურად (გენეალოგიურად) დაკავშირებული ბიოლოგიური დაჯგუფებები, რომელთა ერთიანობაც წარმოგვიდგება, როგორც ბუნებრივი სისტემა. ამის შესახებ დარვინი წერდა: „ბუნებრივი სისტემა წარმოადგენს არსებათა გენეალოგიურ განაწილებას საგვარტომო ხის მსგავსად, მაგრამ სხვადასხვა ჯგუფის მიერ განცდილი ცვალებადობის ფარგლები განსაზღვრავს მათ განაწილებას ე. წ. გვარებად, ქვეოჯახებად, ქვერიგებად, რიგებად და კლასებად.“ ასე რომ, „ბუნებრივი სისტემა გამომდინარეობს ნათესაური კავშირების ფაქტებიდან“ და „ყოველგვარი სწორი კლასიფიკაცია არის სწორედ გენეალოგიური კლასიფიკაცია,“ „ნიშნები კი არ განსაზღვრავენ გვარს, არამედ გვარი განსაზღვრავს ნიშნებს. გამოდის, რომ... ჩვენი კლასიფიკაციები გულისხმობენ უფრო ღრმა კავშირებს, ვიდრე უბრალო მსგავსებაა“ (დარვინი). ამგვარად, ცოცხალი სამყაროს თანამედროვე ბუნებრივი სისტემა ევოლუციის შედეგია და ამით იგი გვეჩვენება, როგორც მისი ნათელი გამოხატულებაც და დასაბუთებაც.

გამოდის, რომ თუ ფილეტური ევოლუციის დროს ხდება ტაქსონების გრადაციული აღმასვლა გენეალოგიური ხის სხვადასხვა საფეხურზე, დივერგენციის დროს ასეთ პროცესებს ახლავს ხის დატოტვა და გვერდითი ტაქსონების წარმოშობა. ამიტომაც არის, რომ ფილეტური და დივერგენციული განვითარება ფილოგენეტური ევოლუციის ძირითად ფორმებად არის აღიარებული.

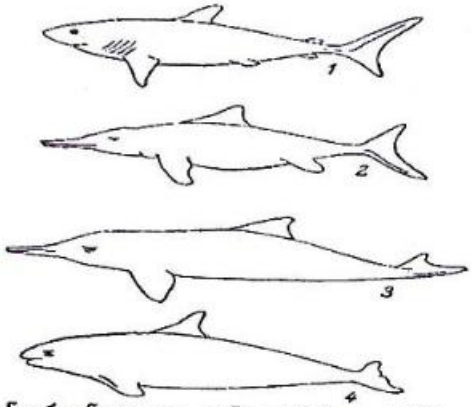
კონვერგენტული ევოლუციის დროს სისტემატიკურად განსხვავებული ჯგუფები მსგავს ეკოლოგიურ პირობებში მოხვედრის შედეგად განიცდიან მსგავს შეგუებით, უმეტესად გარეგნულ ცვლილებებს. კონვერგენციის დროს მსგავსება გამოიხატება მსგავს საარსებო პირობებთან შეგუებით, ხოლო განსხვავება — წარმოშობის სხვადასხვაგვარობით ანუ ახლო ნათესაური კავშირების არარსებობით. ახალ საარსებო პირობებში გადასვლასთან დაკავშირებით ევოლუციის პროცესში ფილუმები იძენენ შესაბამის შეგუებით ნიშნებს. მაგალითისათვის კერგელენის კუნძულების მწერები (ბზიკები, პეპლები, ბუზები) გამოდგება. რაკი კუნძულები დიდი მანძილითაა (ათასობით კმ) დაშორებული კონტინენტებიდან (სამხრეთი ამერიკა, ავსტრალია) და ამასთანავე, კუნძულებზე ძლიერი ქარები იცის, მწერების შეგუება მოხდა კონვერგენციულად — თითქმის ყველა მათგანმა დაკარგა ფრენის უნარი (ფრთების რუდიმენტირების გზით). მცენარეები კი გადავიდნენ ქარით დამტვერვაზე. მაგრამ ასეთი შეგუებითი ცვლილებების წარმოქმნა ძირითადად ხდება არა ახალი ორგანოებისა და ფუნქციების გაჩენის ხარჯზე, არამედ ძველის მოდიფიცირებით ანუ პერეადაპტაციის გზით.

საერთოდ, ორგანიზმთა ამა თუ იმ ჯგუფის აგებულების თავისებურება ფორმირდება მრავალრიცხოვანი ორგანოს ფუნქციური მთლიანობის პირობებში. ასეთი ინტეგრირებული სტრუქტურული და ფუნქციური მთლიანობა ყალიბდება ისტორიულად — ევოლუციური გარდაქმნების გზით. ორგანიზმთა სტრუქტურული და ფუნქციური აგებულების მსგავს ინტეგრალურ პირობებში ძნელია, შეიცვალოს შემადგენელი ნაწილები ისე, რომ შენარჩუნებული იქნეს ორგანიზმთა მთლიანობის მიზანშეწონილი ხასიათი. აღნიშნული თავისებურება ძლიერ ზღუდავს რადიკალური ევოლუციური ცვლილებების შესაძლებლობებს.

წარმოვიდგინოთ, რომ ცოცხალ ორგანიზმთა რომელიღაც ჯგუფი მოხვდა ახალ ეკოლოგიურ პირობებში. ახალი პირობების ათვისება მოითხოვს ახალი ტიპის ორგანოს და შესაბამისად, ახალი ფუნქციის გაჩენას. ასეთი ახალი თვისებების ჩამოყალიბება იზღუდება ზემოხსენებული სიძნელეების გამო.

აღნიშნულ შემთხვევაში უმეტესად ხდება რომელიმე ორგანოს ფორმისა და ფუნქციის ცვლილება შეცვლილი პირობების შესაბამისად. ისინი იწყებენ ახალი როლის შესრულებას. ამაში გამოიხატება, სწორედ, პერეადაპტაციის პრინციპი. ორგანოს, რომელიც ადრე ადაპტირებული იყო პირობების გარკვეულ კომპლექსთან, ზოგჯერ შეუძლია, წარმატებით განიცადოს მოდიფიცირება ახალი პირობების ასათვისებლად. ასეთი პროცესები საკმაოდ ინტენსიურად მიმდინარეობს ევოლუციის პროცესში, რადგანაც ძველის ევოლუციური მოდიფიცირება გაცილებით უფრო იოლი და სარგებლიანია, ვიდრე ახლის ჩამოყალიბება. ამაზე საფუძვლიანად ჯერ კიდევ ჩ. დარვინი მიუთითებდა: „ორგანო, რომელიც ცხოვრების ნირის ცვლილების გამო გახდა უსარგებლო ან საზიანო გარკვეული მიზნისათვის,... შეიძლება საკმაოდ შეცვლილი და გამოსადეგი იყოს სხვა მიზნისათვის“.

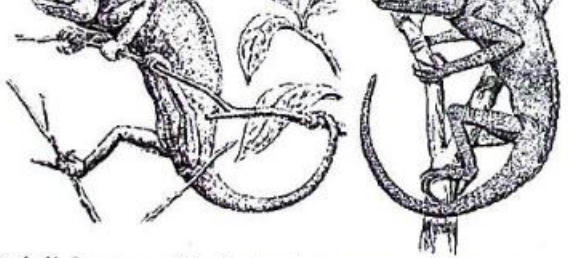
ძირითადად სწორედ ასეთი ცვლილებები უდევს საფუძვლად კონვერგენტულ ევოლუციას. ნათესაურად საკმაოდ დაშორებული ორგანიზმები მსგავს გარემოში ხანგრძლივად არსებობის პირობებში გარეგნული შეგუებითი ნიშნებით ემსგავსებიან ერთმანეთს, მთავარი ორგანიზაციული თავისებურებანი კი შენარჩუნებული რჩება. მაგალითად, ძუძუმწოვრების ნაწილი (დელფინი, სელაპი და სხვები) მეორეული მოვლენის სახით გადავიდა წყლის გარემოში. ისინი გარეგნულად (სხეულის გარსმდენი ფორმა, კიდურების გადაქცევა ფარფლთათებად, კუდის მოდიფიცირება კუდის ფარფლის მსგავს წარმონაქმნად (სურ. 40) და სხვა) იმდენად დაემსგავსნენ თევზებს, რომ გამოუცდელ თვალს ისინი თევზების ახლო ნათესავებად შეიძლება მოეჩვენოს, მაშინ, როცა მათ მთლიანად შეინარჩუნეს ძუძუმწოვრებისათვის დამახასიათებელი ყველა ორგანიზაციული თავისებურება. ზოგჯერ კონვერგენციის შედეგად შეგუებითი დაახლოება იმდენად ძლიერია, რომ ძნელდება დივერგენციისა და კონვერგენციის შედეგების განსხვავება ერთმანეთისაგან. XX საუკუნის 50-იან წლებამდე კურდღლისნაირი ცხოველები გაერთიანებული იყვნენ მღრღნელებთან. შემდგომ დადასტურდა, რომ მათ შორის მსგავსება მხოლოდ



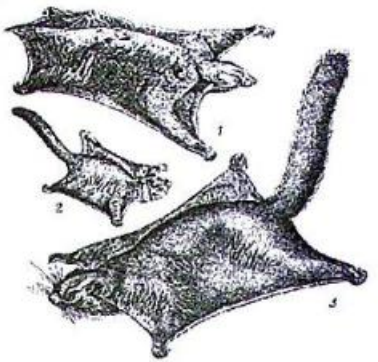
სურ. 40. კონვერგენცია სხეულის ფორმისა და საცურაო საშუალებების მიხედვით წყლის ცხოველებში. *1* — ზვიგენი; *2* — იქთიოზაური; *3-4* — დელფინი

კონვერგენციული განვითარებით არის განპირობებული. ახლა ისინი დამოუკიდებელ რიგებში არიან გაერთიანებული. კონვერგენტული ევოლუცია ვერ ცვლის ორგანიზმთა ორგანიზაციულ დონეს, ამიტომაც კონვერგენციის შედეგად გამოწვეული მსგავსება არასდროს არ არის სიღრმისეული, როგორც ეს გვხვდება ახლონათესაურ ჯგუფებს შორის.

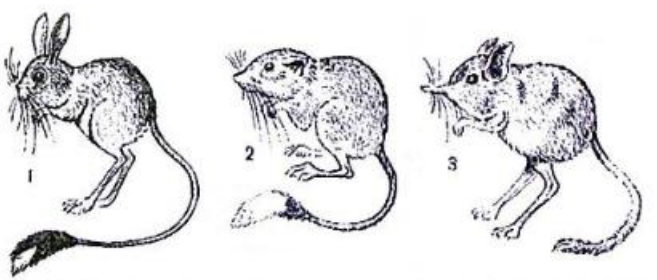
კონვერგენტული ევოლუციის მაგალითები მრავლადაა მცენარეებსა და ცხოველებში (სურ. 41, 42, 43).



სურ. 41. მცოცავი აგამას *(Lyriocephalus scutatus)* კონვერგენცია ქამელეონთან (Chameleon sp.).



სურ. 42. კონვერგენცია პლანირებად („მფრინავ“) ძუძუმწოვრებში.
1 — ბეწვფრთიანი (Galeopithecus); 2— ჩანთოსანი ცოცხი (Petaeurus); 3 — მფრინავი ცოცხი (Pteromys).

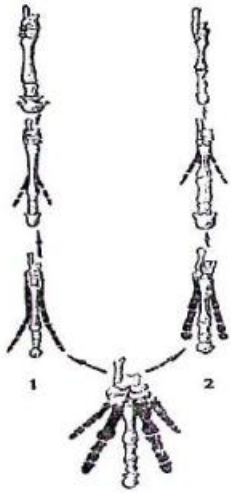


სურ. 43. კონვერგენცია სისტემატიკურად განსხვავებულ მხტომარე ძუძუმწოვრებში.
1 — მღრღნელი — მიწის კურდღელი (ევრაზია); 2 — ჩანთოსანი — კენგურუსმაგარი ვირთხა (ამერიკა); 3 — მწერიჭამია — მხტომელი (აფრიკა).

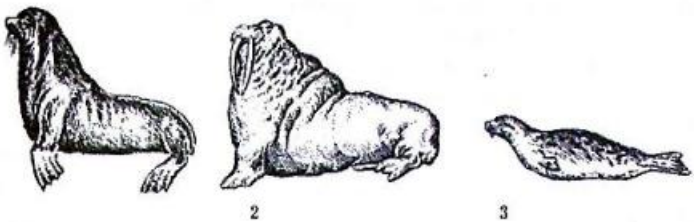
პარალელიზმი

პარალელიზმი ფილოგენეტური განვითარების ისეთი გზაა, როცა საერთო წარმოშობის ორგანიზმთა ჯგუფები დივერგენციის შედეგად დაშორდნენ ერთმანეთს, შემდეგ ისევ მოხვდნენ ერთნაირ გარემოში და ჩამოუყალიბდათ მსგავსი ადაპტური ნიშნები. პარალელიზმის დროს ხდება საერთო წარმოშობის

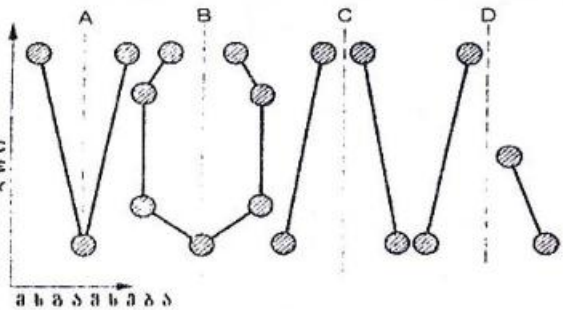
ორგანიზმთა ჯგუფებში მსგავსი შეგუებითი ნიშნების წარმოშობა. უნდა ვიფიქროთ, რომ მონათესავე ფორმებში უფრო მეტია შანსი პარალელური ევოლუციისათვის. ცნობილია, რომ სხვადასხვა გვარში გაერთიანებული ღრმა ზღვის თევზებს განუვითარდათ მსგავსი მანათობელი ორგანოები. ავრეთვე ლიტობტერნისა — Litopterna (სამხრეთ ამერიკაში) და ჩლიქოსნების — Perissodactyla-ს წინაპარი ცხენისებრთა მსგავსად გადავიდა ერთთითიან კიდურებზე (სურ. 44). ეს განაპირობა სტეპის პირობებში ხანგრძლივმა ცხოვრებამ. მათი საერთო წინაპარი ფენაკოდუსი (Phenacodus) ხუთთითიანი ცხოველი იყო. ეს არის სინქრონული პარალელიზმის მაგალითი, როცა გენეტიკურად ნათესაური ფორმები ერთდროულად არსებობენ მსგავს საარსებო გარემოში (სურ. 45). ასინქრონული პარალელიზმის დროს კი ასეთი ფორმები არსებობენ სხვადასხვა დროს (სურ. 46).



სურ. 44. ევოლუციური პარალელიზმი
1 – ლიტოპტერნა (Litopterna); 2 – ცხენისებრნი (Equidae).



სურ. 45. პარალელური ევოლუცია ფეხფარფლიანებში.
1 — ზღვის კატა; 2 — ლომჯუჯაბი; 3 — სელაპი.



სურ. 46. კონვერგენციული (C — სინქრონული, D — ასინქრონული), პარალელური (B) და დივერგენციული (A) განვითარების სქემა.

პარალელური ევოლუციისადმი ორგანიზაციული ნიშნების დაქვემდებარების დონე დამოკიდებულია შესაბამის ჯგუფთა ნათესაური კავშირების სიძლიერეზე. ზოგჯერ ახლონათესაურ ჯგუფებს შორის პარალელური ევოლუციის გზით შეძენილი მსგავსებები იმდენად ძლიერია, რომ ჭირს გარჩევა, იგი პარალელური ევოლუციის შედეგია თუ საერთო წინაპრებისაგან შემორჩენილი მსგავსება. ეს გასაგებიცაა, რადგანაც ნათესაურად ახლოს მდგომი ჯგუფები „მსგავსი

საარსებო გარემოს მიმართ შედარებით მსგავსი რეაქციებით ხასიათდებიან“ (დარვინი).

შეიძლება ითქვას, რომ კონვერგენცია და პარალელიზმი არ წარმოადგენენ დივერგენციის საწინააღმდეგო ევოლუციას (თუმცა, შედეგებით ასე ჩანს). ფილოგენეტური განვითარების აღნიშნული გზები დივერგენციის თავისებური გამოვლინებაა, მისი შედეგია. ამიტომაც მიიჩნევენ, რომ ფილეტური და დივერგენციული განვითარება ფილოგენეტური ევოლუციის ელემენტარული ფორმებია, ხოლო კონვერგენცია და პარალელიზმი — მეორადი, უფრო გართულებული ფორმები.

ბიოევოლუციის ძირითადი მიმართულებანი და გზები

წარმოდგენები ევოლუციური პროგრესისა და რეგრესის შესახებ

ევოლუციონისტებს შორის ჯერ კიდევ არ არის ერთიანი აზრი ევოლუციური პროგრესისა და რეგრესის შინაარსის გაგების შესახებ. ეს იმიტომ, რომ ძნელია ევოლუციური პროგრესის შეფასებისათვის ობიექტური კრიტერიუმების მონახვა. ჩვეულებრივ, ბიოლოგიურ ევოლუციაში პროგრესის გაგება სუბიექტურია და იგი ფასდება ადამიანური წარმოდგენებით. თუ რამდენად საფუძვლიანია ასეთი შეფასება გადატანილი იქნეს ბიოლოგიურ ევოლუციაში, ჯერ კიდევ საკამათოა. სხვადასხვა მეცნიერი მეტ-ნაკლებად განსხვავებულ შინაარსს დებს ევოლუციური პროგრესის გაგებაში. ზოგი თვლის, რომ ევოლუციური პროგრესი არის ცოცხალის ორგანიზაციის ზოგადი გართულება და სრულყოფილების დონის ამაღლება. ზოგს მიაჩნია, რომ ეს არის შესაბამისი ბიოლოგიური დაჯგუფების ბიოლოგიური აყვავება ან კიდევ გარკვეული — განსაკუთრებით კი შეგუების მიმართულებით — თანდათანობითი ევოლუციური გარდაქმნების ერთობლიობა.

ჰექსლი დაბეჯითებით ასაბუთებს, რომ პროგრესული ევოლუციური განვითარება რეალობაა. მას პროგრესის

ადამიანური გაგება გადააქვს ორგანულ ევოლუციაზე. ამასთან დაკავშირებით ჰექსლის ბევრი ევოლუციონისტი (სიმპსონი, დობჟანსკი, გრანტი) აკრიტიკებს, მაგრამ მიუხედავად ამისა, მისი ძირითადი დებულებები უძლებს ამ კრიტიკას.

ჰექსლის აზრით, თუ ევოლუციურ რიგს, რომელიც იწყება წყლის უმდაბლესი ცხოველებიდან და მთავრდება ადამიანის წარმოშობით, ჩავთვლით ევოლუციის პროგრესულ მიმართულებად, მაშინ შესაბამისი დონეების განმსაზღვრელი ცვალებადი მახასიათებლები გვაძლევენ პროგრესული ევოლუციის კრიტერიუმების საკმაოდ ობიექტურ მონაცემებს, რომლებიც შედარებით დამოუკიდებელია სუბიექტური მოსაზრებებისაგან. ასეთ მახასიათებლებად ჰექსლი მიიჩნევს: მორფოლოგიური სირთულის მატებას, სასიცოცხლო პროცესების ენერგეტიკული დონის ამაღლებას, მუტაბილური პროცესების სიჩქარის ზრდას, გამრავლების ეფექტურობის ამაღლებას, კვერცხებისა თუ ნაშიერებისადმი ზრუნვის გაძლიერებას, გარემოდან მოსული სიგნალების მიღების დონის სრულყოფას და გაღიზიანებაზე რეაგირების უნარის გაძლიერებას, გარემოს მართვის უნარის სრულყოფასა და მასზე დამოკიდებულების შემცირებას.

ალტერნატიული კრიტერიუმების მიხედვით, პროგრესული ევოლუცია მიმდინარეობს ცვალებად გარემოსთან ცოცხალის თანდათანობით შეგუების გზით. ამასთანავე, იგი სულ უფრო სცილდება და აფართოებს იმ საწყის გარემოს, რომელშიც ცხოვრობდნენ მისი წინაბრები.

როცა ვსაუბრობთ ევოლუციურ პროგრესზე, წარმოგვიდგება ხოლმე ცოცხალი სამყაროს ორგანიზაციული დონის ამაღლება. ეს პირველყოვლისა, გამოიხატება სიცოცხლის გრადაციულ სრულყოფაში, როგორც „მარტივიდან რთულისაკენ“ სვლა, ორგანიზაციის ხარისხობრივი სრულყოფა — დაწყებული სიცოცხლის გაჩენით და დამთავრებული ადამიანის წარმოშობით. საფეხურებრივ ევოლუციურ პროგრესზე მსგავსი შეხედულებები აქვს დარვინს. იგი წერს: „ცოცხალი სამყარო, თავისი ისტორიის თითოეულ თანმიმდევრულ პერიოდში სიცოცხლისათვის ბრძოლაში იმარჯვებდა თავის წინამორბედებთან. ამ გაგებით, იგი თავის წინამორბედებთან შედარებით უფრო მაღლა დგას და

ჩვეულებრივ, უფრო სპეციალიზებულია ორგანიზაციის მიხედვით. ამაში მდგომარეობს იმ საერთო აზრის საფუძვლიანობა,... რომ ორგანიზაცია ძირითადად პროგრესირებით ვითარდებოდა". თუმცა, დარვინი იმასაც აღნიშნავს, რომ ძალიან ძნელია, თვით ორგანიზაციულობის დონის შეფასება — „ორგანიზაციის დონის მიხედვით სხვადასხვა ტიპის შედარება სრულიად უიმედოა, ვინ გადაწყვეტს, რომელია უფრო მაღლა, სებია თუ ფუტკარი", — ამბობს დარვინი.

ევოლუციური რეგრესის ქვეშ, შესაბამისად, იგულისხმება ცოცხალი ორგანიზმების ორგანიზაციული დონის გამარტივება, სტრუქტურული და ფუნქციური დონის დაქვეითება. ეს უკანასკნელი არც თუ ისე იშვიათია ცოცხალ ბუნებაში.

ხშირად ასეთ წარმოდგენებს ევოლუციურ პროგრესსა და რეგრესზე, *საერთო პროგრესსა* და *რეგრესს* უწოდებენ. მიიჩნევენ, რომ ასეთი წარმოდგენა ევოლუციურ პროგრესსა და რეგრესზე ნაკლებად ასახავს საკითხის ბიოლოგიურ მხარეს. ამიტომაც უმჯობესია, ვიხმაროთ გამოთქმები „ბიოლოგიური პროგრესი" და „ბიოლოგიური რეგრესი". საქმე იმაშია, რომ ზოგჯერ საერთო ევოლუციური რეგრესის პოზიციებიდან დანახული ცოცხალის ორგანიზაციული დონის დაქვეითება ბიოლოგიურად პროგრესული ხასიათისაა.

ბიოლოგიური პროგრესის შეფასებისათვის მთავარ კრიტერიუმებად მიიჩნევენ ფორმათა გადარჩენის პოტენციალს. თუ დაჯგუფებაში ფორმათა გადარჩენის შესაძლებლობა მაღალია, იგი განიცდის ბიოლოგიურ პროგრესს. ასეთ დაჯგუფებას ახასიათებს: 1. რიცხობრიობის ზრდა; 2. საარსებო გარემოს გაფართოება; 3. სახეთაშიდა დიფერენციაციის ტემპების ზრდა (მღრღნელების მაგალითი).

ბიოლოგიური რეგრესი, შესაბამისად, ხასიათდება: 1. რიცხობრიობის შემცირებით, რომელიც გამოწვეულია სიკვდილიანობის სიჭარბით ორგანიზმთა გაჩენასთან შედარებით; 2. სახეთაშიდა მრავალფეროვნების შემცირებით; 3. არეალის შემცირებით და მთლიანობის დარღვევით (არეალის ფრაგმენტაცია); 4. მასობრივი კატასტროფული ელიმინაციით, რომელიც ზოგჯერ მთელი ჯგუფის მოსპობას იწვევს (გინკგოებისა და გიგანტური ქვეწარმავლების მაგალითი).

გამოდის, რომ თუ საერთო ევოლუციური პროგრესი (გრადაციული სრულყოფა) გულისხმობს ბიოლოგიურ პროგრესსაც, საერთო რეგრესი (ორგანიზაციული დონის დაქვეითება) ყოველთვის არ არის ბიოლოგიური რეგრესი. პირიქით, ზოგჯერ ორგანიზაციული დონის დაქვეითება სახეობისათვის ბიოლოგიურად პროგრესული ხასიათის ნიშნებით ხასიათდება. ასევე, გარკვევას მოითხოვს „პროგრესის“ და „სპეციალიზაციის“ თანაფარდობა.

საერთოდ, სპეციალიზაცია შეფარდებითი ცნებაა. ყველა ცოცხალი ასე თუ ისე სპეციალიზებულია. განსხვავება არსებობს მხოლოდ სპეციალიზაციის ხარისხში, ისიც — ძალიან ფართო დიაპაზონით. დარვინი ამბობს: „ორგანიზმის ნაწილების დიფერენციაციისა და სპეციალიზაციის ხარისხი შედარებითი სრულყოფის ანუ მისი ორგანიზაციის დონისათვის საუკეთესო მაჩვენებელია“. „რადგანაც ნაწილების სპეციალიზაცია ორგანიზმს გარკვეულ უპირატესობას ძძენს, ამიტომაც, ბუნებრივი გადარჩევა ისწრაფვის იქითკენ, რომ ყოველი არსების ორგანიზაცია გახადოს უფრო მეტად სპეციალიზებული და სრულყოფილი, ამავე აზრით, უფრო მაღალორგანიზებული“. „სამართლიანი იქნება ორგანოთა დიფერენცირება და სპეციალიზაცია ჩაითვალოს სრულყოფილების მაჩვენებლად“.

სპეციალიზაცია ადაპტაციის ერთ-ერთი ასპექტია, რომელსაც ახასიათებს ვარიაციები. თუ ორგანიზმები ადაპტირებულნი არიან გარემოს სპეციფიკური, შეზღუდული ცვალებადობის პირობებისადმი, ისინი ითვლებიან მაღალ (ღრმად) სპეციალიზებულ ანუ ვიწრო სპეციალიზაციის ორგანიზმებად. ხოლო თუ ორგანიზმები შეგუებულნი არიან გარემოს ნაკლებსპეციფიკურ, ფართო ცვალებადობის პირობებს, ისინი ფართო სპეციალიზაციით ხასიათდებიან. დარვინის აზრით, „ბუნებრივ გადარჩევას შეუძლია ბევრი არსება შეინარჩუნოს მარტივი და არასრულყოფილი სტრუქტურით, შესაბამისად — შეგუებული უბრალო არსებობის პირობებთან; ცალკეულ შემთხვევაში შეუძლია დაადაბლოს და გაამარტივოს ორგანიზაცია, რაც ასეთ გამარტივებულ არსებას მისცემს საშუალებას, უკეთ შეეგუოს ახალ საარსებო გარემოს“. მაგალითად, კოალა, რომელიც მხოლოდ ევკალიპტის ფოთლებით

იკვებება, ვიწროდ სპეციალიზებულია, ხოლო ყველაფრისმჭამელი ენოტის საკვები ბაზა ფართოა. იგი საკვების მიხედვით ფართოდაა სპეციალიზებული. ზოგიერთი მცენარე მხოლოდ კონკრეტული მწერით იმტვერება (ვიწრო სპეციალიზაცია), მაშინ, როცა რთულყვავილოვანთა დიდი ნაწილის დამტვერვა სხვადასხვა საშუალებით ხდება. ჩვეულებრივ, ფართო სპეციალიზაციის ორგანიზმები უფრო ზოგადი შეგუებულობით ხასიათდებიან. ისინი ასეთ ადაპტაციურ მნიშვნელობას ინარჩუნებენ დიდი სივრცისათვის და სხვადასხვა ეკოლოგიური პირობებისათვის. ამ ტიპის ადაპტაციები ფილოგენეტურად დიდხანს არსებობენ (მაგ., ნერვული სისტემა, ლაყუჩები, ფილტვები, გრძნობათა ორგანოები და სხვა). როცა შეგუებანი კერძო ხასიათისაა, ისინი ფილოგენეტურად სწრაფად იცვლებიან სხვა ნიშნებით.

რამდენადაც ნერვული სისტემა არეგულირებს სივრცეში ზუსტ და სწრაფ ორიენტირებას და ახდენს მოქმედებათა ზუსტ კოორდინირებას, ამდენად მას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ცხოველებისათვის. ამიტომაც, ნერვული სისტემა ნებისმიერი საარსებო გარემოსათვის ფილოგენეტური დონეების მიხედვით კი არ ქრება, პირიქით, სულ უფრო სრულყოფას განიცდის. მსგავსად შეიძლება მსჯელობა გრძნობათა ორგანოების მიმართაც. საერთოდ, რაც უფრო უნივერსალური ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს ორგანოებს, მით უფრო ხანგრძლივი ევოლუციური დროის მანძილზე შენარჩუნდებიან ან შედარებით მუდმივად ფიქსირდებიან და თანაც, განიცდიან პროგრესულ დიფერენცირებას მთელ ცოცხალ სამყაროში.

საერთოდ, ევოლუცია მიდის პროგრესული დიფერენციაციის მიმართულებით, რაც საბოლოოდ ორგანიზაციის დონის საერთო გართულებას და სრულყოფას განაპირობებს.

ჰექსლის მიხედვით, „სპეციალიზაცია... ეს არის გარკვეული გარემოსადმი შეგუების ეფექტურობის ამაღლება“, ამასთანავე, „სპეციალიზაცია ყოველთვის დაკავშირებულია ზოგიერთი ორგანოსა და ფუნქციის აუცილებელ მსხვერპლთან, იმისათვის, რომ სხვები გახდნენ უფრო ეფექტურები“. სპეციალიზაცია ზღუდავს შემდგომ განვითარებას, იგი თვითშეზღუდვებთან არის დაკავშირებული. ამიტომაც, ვიწრო

სპეციალიზაციისაკენ მიმართული ორგანული ევოლუცია ხშირად ევოლუციურ ჩიხთანაა დაკავშირებული. ღრმად სპეციალიზებული ჯგუფები ხშირად უფრო ოლად ნადგურდებიან.

ევოლუციური პროგრესი კი სასიცოცხლო მექანიზმების ეფექტურობის სრულყოფის პროცესია. ჰექსლის სიტყვებით: „ეს არის ყოველმხრივი ბიოლოგიური სრულყოფა“. შესაბამისად, პროგრესული ევოლუცია წარმოადგენს მიმართულებას, რომლის ძველი თუ ახალი ცვლილებები არ ზღუდავს მომავალ ევოლუციურ შესაძლებლობებს. ასეთი ევოლუცია არ მთავრდება ჩიხით. შმალჰაუზენი თვლის, რომ „პროგრესული ევოლუციის დროსაც კი ყოველგვარი შეგუებულობა, ყოველგვარი სპეციალიზაცია ნიშნავს არა მარტო პროგრესს, არამედ რეგრესსაც, რადგანაც იგი ზღუდავს განსხვავებული პირობების გამოყენების შესაძლებლობებს“. ხშირად თვლიან, რომ პროგრესი იმიტომაც შეიცავს რეგრესს, რომ ერთი მიმართულებით განვითარება (რაც არ უნდა პროგრესული იყოს იგი) თავისთავად ნიშნავს განვითარების შეზღუდვას სხვა მიმართულებით.

საერთოდ, ფილოგენეზის დროს პროგრესული და რეგრესული პროცესების მიხედვით ვლინდება ურთიერთკავშირიც და ზოგჯერ — ურთიერთგანპირობებულობაც კი. ცალკეულ შემთხვევაში ამის აუცილებლობაც კი ჩანს. როცა ერთი ორგანო ფილოგენეტურად იცვლება მეორეთი, ერთის პროგრესი ყოველთვის დაკავშირებულია მეორის რეგრესთან. მაგალითად, ქორდის შეცვლა ხერხემლით იწვევს პირველის რეგრესს; ან კიდევ: მღვიმეებში გადასულ ცხოველებში მხედველობის რედუქცია იწვევს სხვა გრძნობათა ორგანოების გაძლიერებას. მეორე მხრივ, ისეთ ძლიერ რეგრესულ ცვლილებებს, რომლებიც პარაზიტებს ახასიათებთ, თან ახლავს პროგრესიც, კერძოდ, ნაყოფიერების გაზრდა, კანით კვების უნარის გაჩენა და სხვა. საერთოდ, პროგრესული ევოლუციური ცვლილებები დაკავშირებულია ცოცხალის სტრუქტურული და ფუნქციური მთლიანობის ზრდასთან. ყოველგვარი დიფერენციაცია და სპეციალიზაცია ორგანიზაციული იერარქიის შესაბამისად დაკავშირებულია ორგანიზმის კოორდინაციული მთლიანობის გაძლიერებასთან. ცოცხალ სამყაროში პროგრესული დიფერენციაცია

ამავდროულად ნიშნავს ორგანიზმის შესაბამისი სტრუქტურებისა და ფუნქციების პროგრესირებად კოორდინაცია-ინტეგრალიზაციას.

გრანტი ევოლუციურ პროგრესსა და სპეციალიზაციას აჯგუფებს სამი მიმართულებით: 1. ხანმოკლე სპეციალიზაციები (ჩვეულებრივ, მთავრდება ევოლუციური ჩიხით); 2. ხანგრძლივი სპეციალიზაციები (მაგ., ჩლიქის ევოლუცია ჩლიქოსნებში) და 3. ევოლუციის პროგრესული მიმართულებები, რომლებიც იწვევენ ბიოლოგიური ორგანიზაციის ზოგად სრულყოფას. ამის მაგალითია ძუძუმწოვრებში თბილსისხლიანობა, გვიმრანაირებში — თესლიანი გვიმრების გაჩენა, ფარულთესლოვნებში — მერქნიანებისა და ბალახოვანი მცენარეების წარმოშობა და მრავალი სხვა.

ასე რომ, პროგრესი და რეგრესი ევოლუციაში საკმაოდ შეფარდებითი მნიშვნელობით უნდა გავიგოთ.

ბიოევოლუციური პროგრესის ძირითადი გზები

ბიოევოლუციური პროგრესის ძირითადი გზა არის *არომორფოზი* (ბერძნ. airō—ვწევ, გამაღლებ). ასეთი ცვლილებები დაკავშირებულია ორგანიზაციული დონის ამაღლებასთან. იგი ჩვეულებრივ, გრადაციული ევოლუციის გამოხატულებაა.

არომორფოზი იწვევს: 1. ორგანიზაციული დონის ამაღლებას; 2. ფართო მნიშვნელობის შეგუების გამომუშავებას; 3. არსებობის არეალის გაფართოებას.

ორგანიზაციული დონის ამაღლებაში, ჩვეულებრივ, გულისხმობენ: ორგანიზმის ცხოველმყოფელობის გაძლიერებას, სასიცოცხლო პროცესების ეფექტურობის სრულყოფას, ორგანიზმთა ნაწილების ძლიერ დიფერენციაციას. დიფერენციაციის შესაბამისად ორგანიზმის აგებულების რაციონალიზაციის, ოპტიმიზაციისა და მთლიანობის (ინტეგრაცია) გაძლიერებას, არსებობისათვის ბრძოლის აქტიური საშუალებების შეძენას, ნერვული სისტემისა და გრძნობათა ორგანოების სრულყოფას და სხვა.

ცოცხალ ორგანიზმთა ყველა ეს თავისებურება ერთმანეთთან არის გადაჯაჭვული და განაპირობებენ კიდეც

ერთმანეთს. მაგ., ძუძუმწოვრებში გულის გაყოფა მარჯვენა და მარცხენა ნაწილებად იწვევს სისხლის მიმოქცევის ორი წრის წარმოშობას, ეს უკანასკნელი — ფილტვების მოცულობის გაზრდას, სისხლის ჟანგვითი აქტიურობის მატებას, საბოლოოდ — ორგანოთა ფუნქციურ ინტენსიფიკაციას.

ცხოველთა ამავე ჯგუფის საჭმლის მომნელებელი სისტემის დიფერენცირება ზრდის საკვების ათვისების ხარისხს, კვების ინტენსიფიკაცია იწვევს ნივთიერებათა ცვლის სრულყოფას. იქმნება პირობები მუდმივი ტემპერატურის შენარჩუნებისათვის. ყოველივე ამასთან დაკავშირებულია მოძრაობისა და მოქმედების აქტიურობა, ნერვული სისტემის სრულყოფა და ა.შ.

ყოველგვარი რთული ხასიათის დიფერენცირებაზე ორგანიზმი ყოველთვის რეაგირებს, როგორც ერთიანი სისტემა. სივრცობრივად და ფუნქციურად დაკავშირებულ ორგანოთა ერთიანობა საერთო ევოლუციურ გარდაქმნას ექვემდებარება. ასეთი ინტეგრირება იზრდება ცოცხალის ორგანიზაციის დონის გართულების შესაბამისად. მასტაბილიზებელი გადარჩევა აწესრიგებს, ერთი მხრივ, ავტორეგულაციისა და ავტონომიზაციის პროცესების კორელაციური სისტემის ჩამოყალიბებას, ხოლო მეორე მხრივ, ორგანიზმის მდგრად და ერთიან ინტეგრალურ, ე.ი. ორგანოთა და ფუნქციათა მაღალი ხარისხით ურთიერთშეგუებულობის ჩამოყალიბებას (შმალჰაუზენი).

ასე რომ, ბიოევოლუციის პროცესში პროგრესულ სრულყოფას განიცდის ორგანიზმთა კორელაციური და კოორდინაციული სისტემაც. კერძოდ, ყალიბდება შედარებით უფრო მდგრადი და ცხოველმყოფელი ორგანიზმული მთლიანობა. ყოველივე აღნიშნულის გარეშე შეუძლებელი იქნებოდა ორგანიზაციის დონის ამაღლების, სასიცოცხლო პროცესების ოპტიმიზაციის პროცესი და საერთოდ, ევოლუციაც.

ასეთი მნიშვნელოვანი ცვლილებები (არომორფოზები), როგორც აღვნიშნეთ, ხასიათდებიან ფართო მნიშვნელობის შეგუებებით, ქმნიან პირობებს სხვა გარემოში განსახლებისთვისაც. ამიტომაც ამბობენ, რომ ბიოევოლუციის პროცესში ხდება ზოგადი ხასიათის შეგუებულობათა თანდათანობითი აკუმულირების პროცესი და იგი, ასევე თანდათანობით, მეტ-

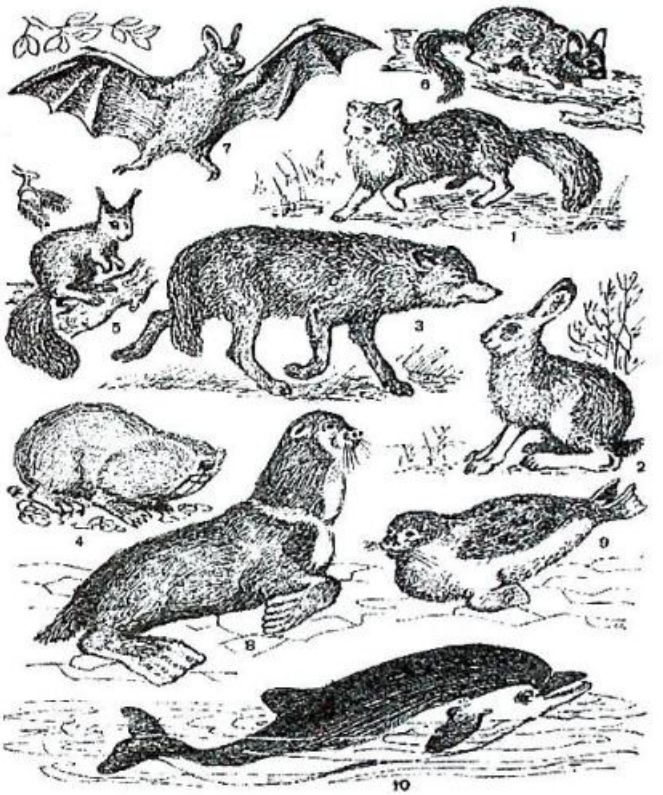
ნაკლებად მყარად კოორდინირდება შესაბამისი ბიოლოგიური დაჯგუფების ორგანიზაციულ სტრუქტურაში.

ასე რომ, აროგენეზი გრადაციული ევოლუციური სრულყოფის ძირითადი გზაა. იგი ბიოევოლუციური პროცესის აღმავალი მიმართულებაა და ხორციელდება არომორფოზული (მორფო-ფუნქციური, ორგანიზაციური) ხასიათის პროგრესული ცვლილების გზით. სწორედ, აროგენეზური ევოლუცია უზრუნველყოფს მაღალი რანგის სისტემატიკური ჯგუფების (ოჯახი, რიგი, კლასი, ტიპი) წარმოშობას.

ალოგენეზი (ბერძნ. allos— სხვა, სხვადასხვა). ეს ისეთი ბიოევოლუციური გზაა, რომელიც იწვევს ორგანიზმთა შეგუებას კონკრეტულ საარსებო გარემოსთან და რომლის დროსაც ყალიბდება ორგანიზმთა კერძო შეგუებები. თუ აროგენეზი საფეხურებრივ აღმასვლას იწვევს, ალოგენეზი არსებული გრადაციების ფარგლებში უზრუნველყოფს ორგანიზმთა შეგუებას კონკრეტულ გარემო პირობებთან (სურ. 47). როცა კერძო შეგუებები დაკავშირებული არაა ვიწრო სპეციალიზაციასთან, მას საკუთრივ ალოგენეზს უწოდებენ (მაგ., მგელი, კურდღელი და სხვა). ეს არის ალოგენეზის ყველაზე გავრცელებული ფორმა.

როცა ალოგენეზური ცვლილებები (შეგუებები) დაკავშირებულია ვიწრო სპეციალიზაციასთან (მაგ., ქამელეონი. იგი ცხოვრობს მხოლოდ ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ზონაში მცენარეთა წვრილ ტოტებზე. ხმელეთზე თითქმის ვერ მოძრაობს; ან სიღრმის თევზები, რომლებიც ვერ ამოდიან სიმაღლეზე), მას ***ტელოგენეზს*** უწოდებენ (შმალჰაუზენი). ტელოგენეზური ადაპტაციები ორგანიზმებს უპირატესობას ანიჭებს მხოლოდ შესაბამის გარემოში. ალოგენეზური სპეციალიზაცია კი უფრო ფართო ხასიათის შეგუებით ხასიათდება და დაცულია ასეთი საშიშროებისაგან.

კატაგენეზი ბიოევოლუციის ისეთი მიმართულებაა, რომლის დროსაც ფილუმები გადადიან უფრო მარტივ გარემოში, შესაბამისად იცვლიან ცხოვრების ნირს, რაც გამოიხატება ორგანიზაციის დონის დაქვეითებაში. კატაგენეზის მაგალითად შეიძლება განხილული იქნეს ცოცხალი ორგანიზმების აქტიური

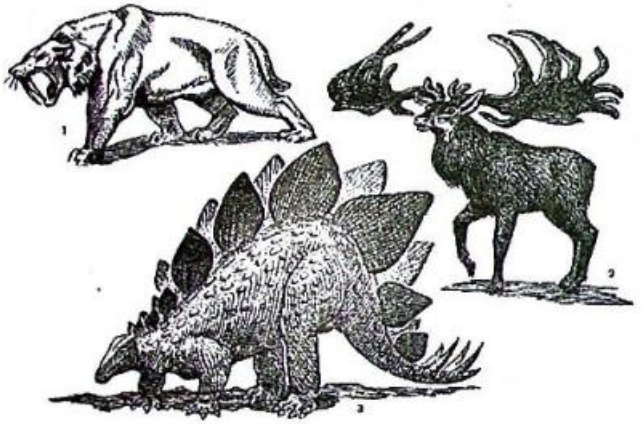


სურ. 47. ალოგენეზის მაგალითები ძუძუმწოვრებში
ჭრონობიონტები: 1 — კვერნა; 2— კურდღელი; 3 — მგელი.
ეკდაფობიონტები: 4 — ცოკორი.
დენტრობიონტები: 5 — ციყვი; 6 — ძილიანგელა.
აკვაბიონტი: 7 — დამური.
პიდრობიონტები: 8 — ზღვის კატა; 9 — სელაპი; 10 — დელფინი.

ცხოვრებიდან შედარებით ბასიურზე გადასვლა. კერძოდ, აქტიური კვებიდან — ბასიურზე, ღია სივრცეში ცხოვრებიდან — დახშულზე, თავისუფალი მოძრაობიდან — მყდომარე ცხოვრებაზე, ნიადაგში და სხვა ცოცხალი ორგანიზმების ქსოვილებში ცხოვრებაზე გადასვლა და სხვა. აქაც

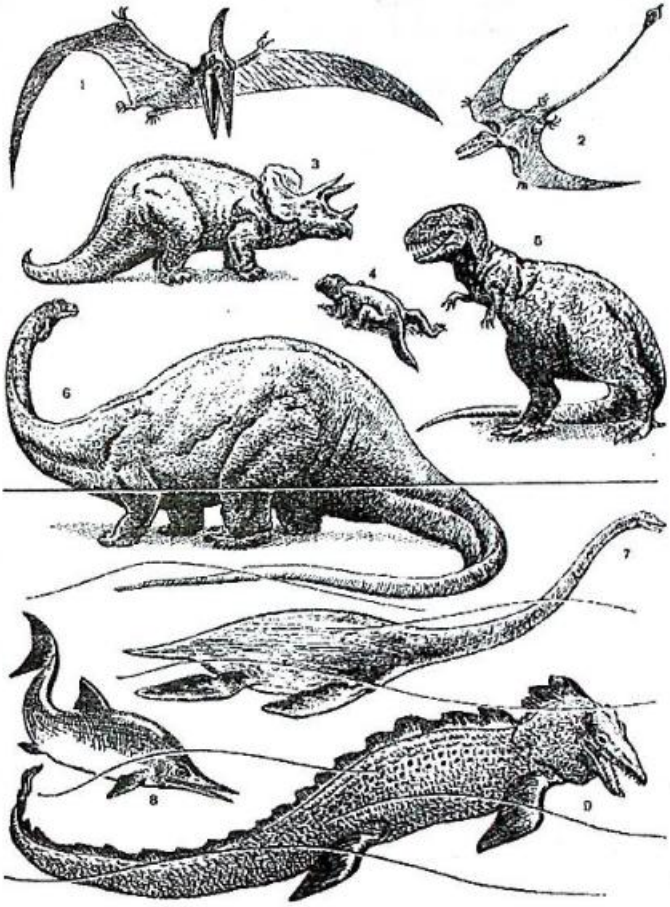
გამოიყოფა ორი შემთხვევა: 1) როცა ორგანიზაციული დონის მკვეთრი დაქვეითება იწყება ონტოგენეზის მეორე ეტაპზე (მაგ., ასციდიები. მათი ლარვა მოძრავი და აქტიურია, ზრდასრული ფორმა კი მიმაგრებული ცხოვრების ნირზე გადადის); 2) როცა ორგანიზმთა დეგრადირება ეხება მთელ ონტოგენეზს (მაგ., სირენები არ გამოდიან ხმელეთზე, აქვთ მუდმივი ლაყუჩები, განუვითარებელი ფილტვები და კიდურები (სურ. 54). კატაგენეზის ასეთ სახეს *ჰიპოგენეზს* უწოდებენ.

რაც შეეხება *ჰიპერგენეზს*, იგი ბიოევოლუციის ისეთი გზაა, როცა ხდება ორგანიზმთა მთელი სხეულის ან ცალკეული ნაწილის მატება ზომაში (სურ. 48). ხმელეთის თითქმის ყველა ხერხემლიანს (ამფიბიებიდან დაწყებული — ძუძუმწოვრების



სურ. 48. ჰიპერგენეზის მაგალითები (ამოშწყდარი ფორმები).
1 — ხმლკბილა ვეფხვი; 2 — ჯაობის ირემი; 3 — სტეგოზავრი.

ჩათვლით) ახასიათებს ასეთი ეტაპები (სურ. 49). აღნიშნულ კანონზომიერებას *კობის წესსაც* უწოდებენ. საერთოდ, სხეულის მატება ზომაში ცხოველებს უპირატესობას აძლევს მტაცებლებთან ურთიერთობაში, საკვების მოპოვებაში და საერთოდ, არსებობისათვის ბრძოლაში.



სურ. 49. ამომწყდარი რეპტილიების ძირითადი ადაპტური ჯგუფები
ავიაბიონტები: 1 — პტერანდონი; 2 — რამფორინხი.
ქტონობიონტები: 3 — ტრიცერატოპსი; 4 — სეთაურია; 5 — ტირანნოზავრი;
6 — ბრონტოზავრი.
პელრობიონტები: 7— პლეზიოზავრი; 8 — იქტიოზავრი; 9 — მეზოზავრი.

ასეთი დიდი ზომის ორგანიზმები განსაკუთრებით მგრძნობიარენი აღმოჩნდნენ გარემო პირობების რადიკალური ცვლილებების მიმართ. ამიტომაც, ისინი იოლად ამოწყდნენ. ამის ერთ-ერთი მიზეზი შეიძლება ისიც იყოს, რომ როცა ჰიპერგენეზის დროს ხდება ორგანიზმის ზომაში მატება, არც თუ იშვიათად, ირღვევა ორგანიზმებში კორელაციური წონასწორობის რეგულაციური მთლიანობა. ამას კი ახლავს ორგანიზმის ინტეგრალური, ჰარმონიული სისტემის დაქვეითება და მასთან დაკავშირებული დისკოორდინაციული ევოლუციური ცვლილებები. ასეთი ცვლილებები უმეტესად ინადაპტური ხასიათისაა. შესაბამის ორგანიზმებში ბიოევოლუციური გარდაქმნის ტემპები ჩამორჩება გარემოს ცვლილებების სიძლიერეს და ისინი ხშირად ექვემდებარებიან განადგურებას.

ფორმათა ამოწყვეტა

ფორმათა ამოწყვეტა ბიოევოლუციური პროცესის შემადგენელი ნაწილია. თვით ევოლუციური გარდაქმნა, რაც ბუნებრივი გადარჩევის უშუალო მოქმედების შედეგია, თავისთავად ნიშნავს ფორმათა ნაწილის ამოწყვეტას (ელიმინაციას). ამოწყვეტა ფილოგენეტური განვითარების ბუნებრივი პროცესია, ამით ფილოგენეტური ჯგუფები ამთავრებენ განვითარებას. ტაქსონების ამოწყვეტას იწვევს იგივე ევოლუციური ფაქტორები, რომლებიც — სახეობათა და ახალი, უფრო მაღალი ტაქსონების წარმოშობას. ასე რომ, სახეობათა ამოწყვეტა ისეთივე ბიოევოლუციური პროცესია, როგორიც ახალ სახეობათა და სხვა სახის დაჯგუფებათა წარმოშობა. დარვინი ამბობს: „ცალკეულ სახეობათა და სახეობათა მთელი ჯგუფების ამოწყვეტა, რაც ორგანული სამყაროს ისტორიაში ასე გამორჩეულ როლს ასრულებს, ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების პრინციპიდან გამომდინარე, თითქმის გარდაუვალია, რადგანაც ძველი ფორმები იცვლებიან ახალი, უფრო სრულყოფილი ფორმებით“.

პალეონტოლოგიურმა მატიანემ იცის მსხვილი სისტემატიკური ჯგუფების მასიური ამოწყვეტის არა ერთი მაგალითი.

ამოწყვეტას ექვემდებარებიან სხვადასხვა რანგისა და სიდიდის ჯგუფები.

ვ. გრანტი გამოყოფს ფორმათა დაჯგუფების ამოწყვეტის 5 მოდელურ დონეს:

1. სახეობის ამოწყვეტა თავისი გავრცელების არეალის დიდ ნაწილში; 2. სახეობის ამოწყვეტა მთლიანად; 3. ფილეტური ჯგუფის ამოწყვეტა (შედარებით დაბალი ტაქსონომიური რანგისა — გვარი და ოჯახი); 4. მაღალი ტაქსონომიური რანგის ჯგუფის ამოწყვეტა (რიგები და კლასები) და 5. მასიური ამოწყვეტა, რომელიც ეხება ერთი ეპოქის ბევრ სხვადასხვა ჯგუფს.

ზოგიერთი ზესახეობრივი ჯგუფი ისე ამოწყდა, რომ არ დაუტოვებია ფილოგენეტური შემკვიდრეები (მაგ., ბტეროზავრები). ზოგიც ამოწყდა, მაგრამ დატოვეს ფილოგენეტური ჯგუფები (მაგ., რებტილიების ჯგუფი Therapsida ამოწყდა შუა მეზოზოურ ერაში, მაგრამ მან დასაბამი მისცა ძუძუმწოვრებს).

მასიურ ამოწყვეტას დაექვემდებარა ხმალკბილა ვეფხვი, გიგანტური ირემი (Megalocetas giganteus) და სხვა. გიგანტური ირმის სიმაღლე 2 მეტრი იყო, გააჩნდა 3 მეტრის სიგრძის 25 კგიანი რქები (სურ. 48). მასიური ჯგუფური ამოწყვეტის კლასიკური მაგალითია მეზოზოური ერის გიგანტური ქვეწარმავლები (სურ. 49).

როცა ამოწყვეტა ხდება გეოლოგიურ წარსულში, ძალიან ძნელი ხდება მისი მიზეზების დადგენა. აქედან გამომდინარე, არსებობს უამრავი ჰიპოთეზა. ზოგი თვლის, რომ მასიური ამოწყვეტა დედამიწაზე მომხდარი კატასტროფული ცვლილებების შედეგია. ასეთი კატასტროფები შეეძლო გამოეწვია დედამიწაზე მეტეორიტის დაჯახებას, ვულკანების ამოფრქვევას, ძლიერ ტექტონიკურ რყევებსა და სხვა. ზოგიც მიიჩნევს, რომ ამოწყვეტა გამოიწვია კლიმატის ცვლილებებმა, განსაკუთრებით — აცივებამ (გამყინვარების პერიოდში). ზოგიერთი მეცნიერი მიიჩნევს, რომ დედამიწის ისტორიის ბოლო 600-650 მილიონი წლის მანძილზე ადგილი ჰქონდა საერთო აცივების ხუთ ეპოქას, რომლებთანაც შესაბამისად დაკავშირებული იყო გამყინვარებებიც. ზოგიც ალიარებს მასიური ინფექციების ან კიდევ ბიოტური ფაქტორების მოქმედებას.

დარვინამდე ფორმათა ამოწყვეტის მიზეზები ამოუცნობ საიდუმლოებად ითვლებოდა. დარვინის სიტყვებით: „ზოგიერთი ავტორი გვთავაზობდა კიდეც, რომ ინდივიდის გარკვეული სიცოცხლის ხანგრძლივობის მსგავსად სახეობებსაც ახასიათებთ განსაზღვრული დროით არსებობა.“

ამოწყვეტის მიზეზად პალეონტოლოგი ო. მარში თვლის სპეციალიზაციის ტემპებს. მისი აზრით, თვით სპეციალიზაცია კი არ იწვევს ამოწყვეტას, არამედ — შეუსაბამობა სპეციალიზაციის სიჩქარესა და ორგანიზმთა კორელაციური თანაფარდობის ჰარმონიას შორის. სწრაფად სპეციალიზებული და სწრაფად განვითარებადი ჯგუფები შედარებით სწრაფ განადგურებას ექვემდებარებიან.

ზოგიერთი ავტორი ამოწყვეტის მიზეზად ორგანიზმთა შინაგან ფაქტორებს ასახელებს: თითქოსდა ადგილი ჰქონდეს ფილოგენეტური შტოების „მოძველებას“ (დაბერებას), სასიცოცხლო ენერგიის ამოწურვას (დეფიციტს), პლასტიკურობისა და ცვალებადობის უნარის დაქვეითებას (დაკარგვას) და სხვა. მსგავსი თეორიების მიხედვით სიცოცხლე ამოწყვეტისაკენ მიდის, მაგრამ სხვადასხვა ფილოგენეტური ჯგუფისათვის — სხვადასხვა ინტენსივობით (დ. როზა). თუმცა, სხვადასხვა ფილოგენეტურ ჯგუფს რომ არსებობის განსხვავებული დრო ახასიათებს, ეს სულაც არ ნიშნავს სიცოცხლის ამოწყვეტის საერთო გარდაუვალობას. მართალია, ფსილოფიტები (პირველი გამტარსისტემიანი მცენარეები) ამოწყდნენ, მაგრამ მათი ზოგიერთი წარმომადგენელი დღემდე შემორჩა ტროპიკებში (Psilotum და Tmesipteris). მსგავსი მაგალითები არსებობს Nautilus-ისა (შემორჩა ეს სახეობა, დანარჩენი ამოწყდა) და Ginkgo bilola-ს (გინკოები ამოწყდა, შემორჩა მხოლოდ ეს უკანასკნელი) შემთხვევებში.

პალეონტოლოგი აბელი ფორმათა ამოწყვეტის მთავარ მიზეზად თვით ორგანიზმების ცვალებადობის სიძლიერეს ასახელებს. ჩვეულებრივ, ინტენსიურ ცვალებადობას ორგანიზმის დისჰარმონიის ხარჯზე ახლავს ნიშნების დეგენერაცია, რასაც ხშირად მივყავართ მათი ამოწყვეტისაკენ.

საერთოდ, ამოწყვეტას იშვიათად განაპირობებს ერთი რომელიმე მიზეზი. იგი უმეტესწილად მიზეზთა ისეთი ჯგუფით

უნდა იყოს განპირობებული, როგორიცაა: კლიმატის ცვლილება, მცენარეთა ცვლილებები, კონკურენცია, მტაცებლობა, დაავადებები და სხვა. დედამიწაზე ცოცხალი სამყაროს კატასტროფულ ცვლილებებზე და მათ შორის — ფორმათა ამოწყვეტაზე, — ზოგიერთი მეცნიერის აზრით, — გადამწყვეტ გავლენას ახდენს კოსმოსური ძალები და მათთან დაკავშირებული რადიაციის რადიკალური ცვლილებები. ამოწყვეტის ძირითადი მიზეზი მაინც არის შეუსაბამობა არსებობის პირობების ცვლილებათა ტემპებსა და ბიოლოგიურ დაჯგუფებათა ევოლუციურ ტემპებს შორის. ამოწყვეტა ხდება მაშინ, როცა ევოლუციური ტემპები ჩამორჩება პირობების ცვლილებათა ტემპებს.

ფორმათა მასიური (კატასტროფული) ამოწყვეტის მთავარ მიზეზად ცნობილი ამერიკელი პალეონტოლოგი ნ. ნიუელა აღიარებს მსოფლიო ოკეანის დონის ციკლურ ცვლილებებს. მისი გამოთვლებით, 600 მილიონი წლის განმავლობაში ასეთი დიდი ცვლილებები მოხდა დაახლოებით 30-ჯერ, ხოლო მცირე — რამდენიმე ასეულჯერ. შედეგად დედამიწაზე მთლიანად ამოწყდა ცხოველთა ოჯახების სამი მეოთხედი ნაწილი. კემბრული პერიოდის ბოლოს ამოწყდა ოჯახების 52%, დევონურის ბოლოს — 30%, პერმულის ბოლოს — 50%, ტრიასულის ბოლოს — 35%, ცარცულ პერიოდის ბოლოს კი — 26%. ნიუელას გათვლებით, ცხოველთა ამოწყვეტის მაქსიმალური ტემპი დედამიწაზე 17 %-ს შეადგენს, ხოლო მინიმალური — 3%-ს. მისი სიტყვებით: „ევოლუციის ტემპები მასიური ამოწყვეტის პერიოდების შემდეგ ძლიერ იზრდებოდა". ამის მიზეზი იყო თავისუფალი ეკოლოგიური ნიშის (სამყოფის) არსებობა.

ამოწყვეტის ერთ-ერთი მიზეზი არის ადამიანი. სწორედ ადამიანთან არის დაკავშირებული ბიზონის (Bison bison) ამოწყვეტა ამერიკის კონტინენტზე. ზოგი თვლის, რომ აქ ამავე მიზეზით მოხდა ცხენის ამოწყვეტაც და სხვა. ამჟამად ადამიანს ათვისებული აქვს ბიოსფეროს დიდი ნაწილი (ხმელეთის მხოლოდ 30% დარჩა აუთვისებელი). იგი დღეს გაცილებით ძლიერ უარყოფით გავლენას ახდენს ბუნებაზე, ვიდრე ნებისმიერი გეოლოგიური კატასტროფა. ბუნებაზე ანთროპოგენურმა გავლენამ მიგვიყვანა იქამდე, რომ ყოველდღიურად

დედამიწაზე ერთი სახეობის ცხოველი იღუპება, ხოლო ყოველკვი-რეულად — ერთი სახეობის მცენარე. ბოლო ერთი საუკუნის მანძილზე ადამიანის გავლენით დედამიწაზე მოისპო 25 000 სახეობის უმაღლესი მცენარე და ათასამდე სახეობის ხერხემლიანი ცხოველი.

ბუნებრივ ამოწყვეტას განსაკუთრებით ძლიერ ექვემდებარებიან ვიწროდ სპეციალიზებული ბიოლოგიური დაჯგუფებები. საარსებო გარემოში საგრძნობი ცვლილებები თითქმის მასიურ ამოწყვეტას იწვევს.

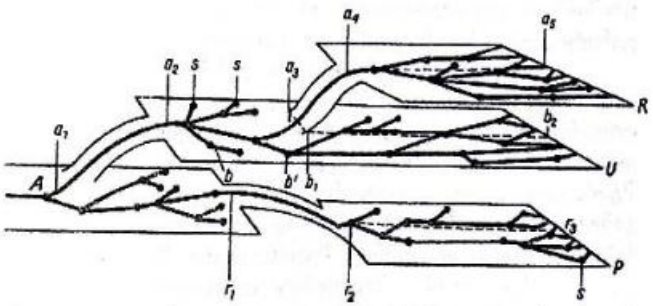
ხშირად, შედარებით ერთდროულ ამოწყვეტას ექვემდებარებიან ეკოლოგიურად და სისტემატიკურად ახლოს მდგომი ბიოლოგიური დაჯგუფებები. ამის ახსნა შემოგვთავაზა დარვინმა. იგი წერს: „ჩვეულებრივ, განსაკუთრებით მკაცრი კონკურენცია არსებობს ყოველმხრივ ურთიერთმსგავს ფორმებს შორის... თუ კი რამდენიმე ახალი ფორმა განვითარდა რომელიმე ერთი სახეობისაგან, მაშინ მასთან ახლოს მდგომი სახეობები, ე.ი. ერთ გვარში შემავალი სახეობები შედარებით ძლიერი ხარისხით ექვემდებარებიან განადგურებას.“

საერთოდ, როცა საკითხი ეხება ცალკეულ ბიოლოგიურ დაჯგუფებათა პროგრესული ევოლუციისა თუ ამოწყვეტის პრობლემებს, ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში საჭიროა საკითხისადმი დიფერენცირებული მიდგომა. საჭიროა გაანალიზდეს ორგანიზმთა ცვალებადობისა და საარსებო პირობების ცვლილებათა ტემპებს შორის რეალური თანაფარდობა. ეს თანაფარდობა ნაკლებსასარგებლოა ღრმად სპეციალიზებული ფორმებისათვის მათი დაბალი პლასტიკურობისა და არსებობის პირობების მკაცრი რეგლამენტაციის გამო. როცა ევოლუციის ტემპები ჩამორჩება არსებობის პირობების ცვლილებათა ტემპებს, ასეთი დაჯგუფებები დაბალშეგუებულობის გამო ნადგურდებიან. ცნობილი პალეონტოლოგი ლ. გაბუნია, აანალიზებს რა უძველესი რეპტილიებისა და ძუძუმწოვრების ამოწყვეტის მიზეზებს, მიუთითებს, რომ მეზოზოური ერის რეპტილიების მსხვილი ჯგუფების ამოწყვეტის მთავარი მიზეზი უნდა ყოფილიყო რთული ბრძოლის პროცესი „ახალსა და ძველს

შორის ანუ იგივე არქაული ჯგუფების გამოდევნა უფრო ახალგაზრდა — მაღალორგანიზებული ჯგუფების მიერ.

მართალია, ამოწყვეტის პროცესი ევოლუციური განვითარების ნორმალური გამოვლინებაა, მაგრამ იგი მაინც არ არის ამა თუ იმ ფილოგენეზური ჯგუფის განვითარების აუცილებელი ეტაპი.

ბიოევოლუციის განხილული გზები მჭიდრო კავშირში არიან ერთმანეთთან და ურთიერთგადასვლის გზით განაპირობებენ კიდეც ერთმანეთს (სურ. 50).



სურ. 50. აროგენეზის, ალოგენეზისა და კატაგენეზის თანაფარდობის სქემა. *აღმაგალი ხაზები (a_1; a_2; a_3; a_4) — აროგენეზები, პორიზონტალური სიბრტყეები A, U, R — ალოგენური დივერგენციის გამოხატულება; P სიბრტყე შეესაბამება კატაგენეზებსა და პიპოგენეზებს.*

ბიოევოლუციის სიჩქარე და ტემპები

ბიოევოლუციის ტემპების შესწავლა ევოლუციური მოძღვრების ურთულესი პრობლემაა. ჯ. გრანტის მიხედვით, როცა ევოლუციის სიჩქარეზე ვსაუბრობთ, მხედველობაში გვაქვს ევოლუციური ცვლილებების მიმდინარეობა დროის გარკვეულ მონაკვეთში. ევოლუციონისტებს შორის ჯერ კიდევ არ არის ერთიანი აზრი იმის შესახებ, რომ ევოლუციური ცვლილებები განიხილონ ქრონოლოგიური თუ ბიოლოგიური დროის მანძილზე. ბიოლოგიური დროის ქვეშ იგულისხმება წარმოქმნილი თაობების

(გენერაციის) რაოდენობა. როცა ერთმანეთს ვადარებთ სხვადასხვა სისტემატიკური ჯგუფის ევოლუციურ სიჩქარეს, მაშინ გამოიყენება ქრონოლოგიური დრო.

მეორე საკითხი ეხება ევოლუციური ცვალებადობის ტიპებს. უნდა გაირკვეს, ცვალებადობა ფილეტური ტიპისაა, სახეთა წარმოშობის ტიპისა თუ — ორივესი ერთად. აღნიშნულ საკითხზე პასუხი გამომდინარეობს წმინდა პრაქტიკული შესაძლებლობიდან. უნდა დავეყრდნოთ იმ მასალას, რომელიც გაგვაჩნია.

მესამე პრობლემა ეხება იმას, თუ რა ასპექტით უნდა გაიზომოს ცვალებადობა. ამ მხრივ არის სამი შესაძლებლობა: გენეტიკური, ბიოქიმიური და ეკოფენოტიპური განზომილებები.

მართალია, გენეტიკური განზომილება მთავარია, მაგრამ ამის შესაძლებლობას არ იძლევა პალეონტოლოგია. რამდენადაც ორგანიზმთა ბიოქიმიური თავისებურებანი მჭიდროდაა დაკავშირებული გენეტიკურ დეტერმინანტებთან, ამდენად, შეიძლება ამ თვალსაზრისით ბიოქიმიური შედეგების გამოყენებაც. მაგრამ ხშირად პალეონტოლოგიური მასალის მიხედვით მისი დადგენაც შეუძლებელი ხდება.

ასე რომ, პალეონტოლოგიური მასალის მიხედვით ევოლუციური სიჩქარის დასადგენად მთავარ ასპექტად რჩება ეკოფენოტიპური ნიშნები. სიმპსონი განასხვავებს ეკოფენოტიპური სიჩქარის ორ ტიპს: მორფოლოგიურსა და ტაქსონომიურს.

მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით ბიოევოლუციის სიჩქარის განსაზღვრა ხდება გარკვეული დროის განმავლობაში ერთი ნიშნის ან ნიშანთა კომპლექსის ცვალებადობის გზით. ცალკეული ნიშნის ცვალებადობის გასაზომად ჰოლდეინმა შემოგვთავაზა განზომილების ერთეული, რომელსაც *დარვინი* უწოდა. ერთი დარვინი შეესაბამება ზომის მატებას ან შემცირებას 0,001-ით 100 წლის მანძილზე. მაგრამ ასეთი განზომილება ვერ დამკვიდრდა მეცნიერებაში.

ტაქსონომიური სიჩქარე იზომება ტაქსონომიური ჯგუფების ჩამოყალიბებით დროის მონაკვეთში.

საერთოდ, ევოლუციის სიჩქარეს ანგარიშობენ გვარების წარმოშობით მილიონი წლის მანძილზე. სხვადასხვა ჯგუფში

ევოლუციის სიჩქარე სხვადასხვაა. შავ ზღვაში მეოთხეულ პერიოდში გვარ Paphia-ში ახალი სახეობა ჩამოყალიბდა სულ რაღაც 6000 წლის მანძილზე. წყლის მემინდვრიას (Arvicola terrestris) ახალი ქვესახეობის ჩამოყალიბებას დასჭირდა 150-250 ათასი თაობა (300-350 ათასი წელი). ბიზონის (Bison) ახალი სახეობა კავკასიაში პლეისტოცენში არსებობდა სულ რაღაც 50-60 ათასი თაობის მანძილზე. მისგან ახალი სახეობის ჩამოყალიბებას დასჭირდა 10-16 ათასი წელი (2-4 ათასი თაობა). მესამეული პერიოდის მანძილზე ცხენებში 8 გვარი წარმოიშვა. მაშინ, როცა ოპოსუმი (Didelphis) დღემდე არ შეცვლილა. საერთოდ, ევოლუციური კონსერვატიულობის კლასიკური მაგალითებია ოპოსუმი (Didelphis), ჰატერია (Splenodon), ნიანგი (Crocodylus), ხამანწკა (Ostrea), მახვილკუდა (Limulus) და ზღვის მხარფეხიანი Lingula (Branchiopoda).

დროის სხვადასხვა მონაკვეთში ასევე განსხვავებული სიჩქარით იცვლებოდა ჯგუფის ცალკეული ნიშანიც. სიმპსონი გამოყოფს ევოლუციური სიჩქარის სამ ტიპს: ნორმალურს (ჰოროტელიას), სუსტს (ბრადიტელიას) და ძლიერს (ტახიტელიას).

ჩვეულებრივ, სწრაფ ევოლუციურ გარდაქმნად მიიჩნევენ ისეთ ევოლუციურ ცვლილებებს, როცა სახეობათა არსებობის დრო გადაშენებამდე და მისი სხვა სახეობით (სხვა რანგის დაჯგუფებით) შეცვლამდე მოიცავს 10^6 წელზე ნაკლებს.

ბიოევოლუციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები

ჯ. გრანტის მიხედვით, ევოლუციის სიჩქარეზე მოქმედებენ შემდეგი ფაქტორები: 1. გარემოს სტაბილურობა; 2.პოპულაციის სტრუქტურა; 3. შესაბამის ორგანიზმთა ადგილი კვებითი ჯაჭვის იერარქიაში; 4. მათი ადგილი გამრავლების იერარქიაში; 5. გენეტიკური ცვალებადობის რეზერვი და 6.ორგანიზმთა გენერაციის ხანგრძლივობა.

როცა გარემო სტაბილურია და პოპულაცია შეგუებულია გარემოს, მაშინ ევოლუციის სიჩქარე შემცირებულია ან

ევოლუცია თითქმის მთლიანად ჩერდება კიდეც. ასეთ პირობებში მასტაბილიზებელი გადარჩევა ანადგურებს ახალ მუტაციებს. დროდადრო რომელიმე სხვა ადგილსამყოფელში, სადაც ეკოლოგიური პირობები განსხვავებულია, შეიძლება წარმოიშვას ახალი ვარიაციები. ეს ხდება მაშინ, როცა შესაბამის დაჯგუფებებს ექნებათ დადებითი სელექციური ღირებულება. ასეთ დროს წარმოიშობა გვერდითი ფილეტური ჯგუფები. ამასთანავე, ცენტრალური ჯგუფი რჩება უცვლელი. ასე შეემთხვა ოპოსუმებს სამხრეთ ამერიკაში. მათ გვერდითმა შტოებმა დასაბამი მისცეს 4 ოჯახს, თვითონ კი დარჩნენ უცვლელნი.

ბრადიტელურ ევოლუციას დაექვემდებარნენ ისეთი ცხოველები, რომლებიც ცხოვრობდნენ თითქმის უცვლელ პირობებში გეოლოგიური პერიოდების მანძილზე (ტროპიკული ტყეების ზომიერ თბილ ზონებში — ოპოსუმი; დიდ ტროპიკულ მდინარეებში — ნიანგები, ტროპიკულ ზღვებში — Ostrea, Lingula, Limulus და სხვა). ამასთანავე, დროებით ტბებში, მაღალ მთებში, არქტიკულ ტუნდრასა და სხვა მსგავს პირობებში ბრადიტელური ჯგუფები არ არსებობენ.

პოპულაციებს, რომლებიც ცხოვრობენ ცვალებად გარემოში, გააჩნიათ სამი ალტერნატივა: ამოწყვეტა, მიგრაცია ან ევოლუცია. ოლქები, სადაც გარემო იცვლება, ბრადიტელია არ არსებობს. ასეთ ადგილას რომ შემორჩეს პოპულაცია, იგი უნდა დაექვემდებაროს ევოლუციას. ამასთანავე, ევოლუციის სიჩქარე დამოკიდებულია პირობების ცვალებადობის სიძლიერეზე და პოპულაციის უნარზე, არ ჩამორჩეს ასეთ ცვლილებებს.

თუ რა გავლენის მოხდენა შეუძლია ევოლუციურ ტემპებზე არსებობის პირობების მკვეთრ ცვლილებებს, ამის საუკეთესო მაგალითად შეიძლება განხილულ იქნეს არალის ზღვის ეკოლოგიური კრიზისის შედეგები. კრიზისის მიზეზები ძირითადად ორი ჯგუფისაა: 1. სარწყავად გამოყენების გამო თითქმის მთლიანად შეწყდა ამუდარიისა და სირდარიის წყლის ჩადინება ზღვაში (ზღვის დონემ 16 მ-ით დაიწია, ხოლო ფართობი შემცირდა 45%-ით); 2. ახალი უცხო სახეობების შეყვანამ მკვეთრად დაარღვია (ისედაც ძლიერ შეცვლილ აბიოტურ გარემო პირობებში) აუზში ცოცხალი ორგანიზმების

ბიოტური ბალანსი. შედეგად, ერთი საუკუნის მანძილზე (1900-2000 წ.წ.), ს. ანდრეევას მონაცემებით, ძირეულად შეიცვალა არალის ფლორა და ფაუნა. მარილიანობის დონის 25-28%-მდე მიღწევის დროს ზოოპლანქტონი თითქმის ამოწყდა, შემორჩა მხოლოდ მისი 9 სახეობა, აქედან ორი ინტროდუცირებული, მლაშე ბირობების მოყვარული — ნიჩაბფეხიანი კიბოს (Calanipecdia aquaedulcis და Syndosmija segmentum-ის) ლარვები. 33 სახეობის თევზიდან გადარჩა მხოლოდ 9, ბენთოსის ბიომრავალფეროვნება 61-დან 27 სახეობამდე შემცირდა. მოკლე დროის განმავლობაში არსებობის ბირობების (აბიოტური, ბიოტური) რადიკალურმა ცვლილებებმა გამოიწვიეს ორსაგდულიანი მოლუსკების ოთხი ახალი სახეობის წარმოშობა. აქ საქმე გვაქვს აშკარა ტახიტელურ ევოლუციასთან.

განსაკუთრებულ ინტერესს იმსახურებს Cerastoderma-ს ევოლუციური ტემპები. ახალი სახეობა ჩამოყალიბდა 1970-1990 წლების ფარგლებში — სულ რაღაც ოცი წლის განმავლობაში. ევოლუციის ასეთი ტემპები მეცნიერებაში ძალიან იშვიათად თუ დაფიქსირებულა. ჰიდრობიოლოგები მიუთითებენ იმაზეც, რომ ზღვის აბიოტური ბირობების ცვალებადობის ნელი ხასიათის გამო ზღვის ცხოველები, განსაკუთრებით — უხერხემლოები, ყველაზე მეტად კი — ბენთოსური მოლუსკები, ექვემდებარებიან ბრადიტელურ ევოლუციას. მეცნიერთა გაკვირვებას იწვევს მღვიმისა და გამოქვაბულის ბირობებში მყოფი ცოცხალი ორგანიზმების (ტროგლობიონტები) ცვალებადობის ძალიან მაღალი ტემპი კანის პიგმენტაციისა და მხედველობის შესუსტების მიმართულებით. ხშირად აქ არსებობენ ახალი სახესხვაობისა და სახეობის სტატუსის მქონე დაჯგუფებებიც და მათ შორის გარდამავალი შუალედური ჯგუფებიც. აქ იმდენად ძლიერია გარემო ბირობების გავლენა ფორმათა ცვალებადობის ტემპებზე, რომ ჯერჯერობით არ არსებობს ერთნაირად მისაღები აზრი გარემო ბირობების ასეთი სწრაფი ევოლუციური გავლენის მექანიზმების ასახსნელად.

ევოლუციის სიჩქარის დამოკიდებულება პოპულაციის სტრუქტურულ თავისებურებებზე მოცემულია № 2 ცხრილში:

ცხრილი 2

პოპულაციის სტრუქტურული თავისებურებების დამოკიდებულება მათი ბიოეკოლუციური განვითარების სიჩქარეზე

პოპულაციის სახე	ძირითადი გენეტიკური და სხვა თავისებურებები	პოპულაციის ეკოლუციური ცვალებადობის სიჩქარე გარემო პირობებთან დამოკიდებულებაში		
		სტაბილური (მდგრადი) გარემო	ნელა ცვალებადი გარემო	სწრაფად ცვალებადი გარემო
1	2	3	4	5
1. მცირე, ზღვრული პოპულაციები	გადარჩენისა და გენური დრეიფების მოქმედებით სწრაფად მკვდრდება პოპულაციებში პოლიმორფული გენები. გენეტიკური ცვალებადობის რეზერვი დიდი არ არის. აქ ნაკლებია შანსი იშვიათი მუტაციების აღმოცენებისათვის, ეს თავისთავად იწვევს კომბინაციური შრავალფეროვნების შეზღუდვებს. მართალია, დაბალია გენთა ხასარგებლო კომბინაციების წარმოქმნის შესაძლებლობა, მაგრამ მაღალია მათი ფიქსირება ახლონათესაური შეჯვარების გამო.	სწრაფად ხდება ოპტიმალური ადაპტირება. ეს მიიღწევა ცვალებადობის რეზერვის სწრაფად ათვისებით. შემდეგ იწყება ეკოლუციური მდგრადობა	ცვალებადობის უკმარობა ართულებს ადექვატურ რეაქციებს. შეიძლება განიცადოს მიგრაცია ან დაექვემდებაროს თანდათანობით განადგურებას.	ცვალებადობის უკმარობა ზღუდავს შესაბამის ეკოლუციურ გარდაქმნებს შეიძლება დაექვემდებაროს მიგრაციას ან განიცადოს განადგურება
2. შესწავლილი, უწყვეტი, თავისუფლად შეჯვარებადი პოპულაციები	გადარჩენა შედარებით სუსტად მოქმედებს რეცესიულ ალელებზე. მათი მცირე სიხშირის გამო. დიდია ახალი მუტაციების აღმოცენების შესაძლებლობა, ვერ მაგრდება გენთა თავისუფალი კომბინაციები ფართო შეჯვარების შედეგად. თავისუფალი შეჯვარების სიძლიერე მკვეთრად ამცირებს სასარგებლო გენური დაჯგუფებების გამრავლებისა და დაბალანსების შესაძლებლობებს. ყალიბდება პოლიმორფული ბუნებრივი ჯგუფები, რაც ამცირებს ცვალებადობას. გადარჩენა არ ხდება გენთა დრეიფების მიხედვით.	ხდება არსებული ადაპტაციების შენარჩუნება. ნაკლებ ექვემდებარება ეკოლუციურ ცვლილებებს (მაგ., ომოზიგოტები)	განიცდის ნელ და უწყვეტ ეკოლუციურ ცვლილებებს (მაგ., ცხენი)	შეიძლება ვერ აყვეს ბირობების ცვლილებების ტემპს, არ აქვს უნარი, მოახდინოს წარმატებითი რეაგირება ანტენიურ გადარჩენაზე. შეიძლება იგი დანაწევრდეს მცირე რელიქტურ პოპულაციებად (მაგ., სექვოია) ან ამოწყდეს.

1	2	3	4	5
3. კოლონიური პოპულაციური სისტემა (ნაწევრად იზოლირებული შორეული და დიდი ზომის პოპულაციები)	ცალკეული პოპულაციები შეიძლება იყოს მონომორფული ან polymorphic. პოპულაცია ან მთელიანად პოპულაციური სისტემა ატარებს გენეტიკური ცვალებადობის დეცენტრალიზებულ რეზერვს, რომელიც ნაწილდება სხვადასხვა პოპულაციაში. ცვალებადობა გრცელდება კოლონიადან კოლონიაზე გენთა ურთიერთგაცვლის ხარჯზე. თითოეულ კოლონიას აქვს უნარი, რეაგირება მოახდინოს გარემოს ლოკალურ ცვლილებებზე. გადარჩევა მოქმედებს არსებულ ცვლილებებზე და დრეიფებზე. გენთა სასარგებლო დაჯგუფებები, ასევე ცალკეული ალელი შეიძლება დამაგრდეს ცალკეულ კოლონიაში ნაწილურად იზოლირებულობის წყალობით.	გადარჩევისა და დრეიფების მოქმედებით შეიძლება დანაწევრდეს ლოკალურ პოპულაციებად	მოხდება ზოგიერთი ლოკალური რასის ფორმირება. ისინი ფართოდებიან სხვების შემცირების ხარჯზე.	წარმოიქმნება ახალი რასები, ასანი სწრაფად მრავლდებიან, ხვდებიან ერთმანეთთან კონტაქტში, ხდება გენთა ურთიერთგაცვლა და რასათაშორისი პიბრიდიზაცია. აქმნება ნაყოფიერი პირობები გადარჩევისათვის. შეიძლება წარმართოს სწრაფი, ევოლუციური ცვლილებები

(ცხრილი შედგენილია რაიტის, სიმპსონის, შმალჰაუზენისა და გრანტის ძირითადი თეორიული დებულებების გამოყენებით).

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ევოლუციური პოტენციალი ძალიან მცირე და მსხვილი პოპულაციებისათვის შეზღუდულია. იგი გამოწვეულია ერთ შემთხვევაში ცვალებადობის ნაკლებობით და სასარგებლო გენური კომბინაციების შესაძლებლობათა დეფიციტით, მეორე შემთხვევაში კი დრეიფების არარსებობით და გენთა სასარგებლო კომბინაციების დაბალანსების დაბალი შესაძლებლობებით. არც ერთი და არც მეორე პოპულაცია არ ფლობს აუცილებელ შესაძლებლობებს სწრაფი ევოლუციური განვითარებისათვის. კოლონიური პოპულაციური სისტემები არ იზღუდება ზემოთ ხსენებული პირობებით და გააჩნია ზოგიერთი საკუთარი უპირატესობაც. ასე რომ, კოლონიურ პოპულაციურ სისტემაში არსებული პირობები სასარგებლოა სწრაფი ევოლუციური განვითარებისათვის (ტახტაჯელია).

შმალჰაუზენმა დაადგინა, რომ ევოლუციის სიჩქარეზე მოქმედებს შესაბამის ორგანიზმთა ადგილი კვებითი ჯაჭვის იერარქიაში. ორგანიზმები, რომლებიც იკავებენ კვებითი პირამიდის ქვედა საფეხურებს, განიცდიან ნელ ევოლუციურ განვითარებას. რაც უფრო მაღალ საფეხურზე დგანან ორგანიზმები, უფრო სწრაფ ევოლუციურ გარდაქმნებს ექვემდებარებიან. ორგანიზმები, რომლებიც კვებით ჯაჭვებში იკავებენ მაღალ საფეხურებს, ხასიათდებიან სხეულის დიდი ზომით, პოპულაციური რიცხოვნების სიმცირით, დაბალი ნაყოფიერებით, გრძელი ონტოგენეზური ციკლით და თაობათა ცვლის ნელი ტემპით. მიუხედავად იმისა, რომ დასახელებული თავისებურებანი, თითქოსდა, არასასარგებლო ფაქტორებს წარმოადგენს სწრაფი ევოლუციური განვითარებისათვის, ისინი მაინც უზრუნველყოფს შესაბამისი ჯგუფების შედარებით სწრაფ ევოლუციურ გარდაქმნას. ტემპები აშკარად განსხვავებულია კვებითი ჯაჭვების დაბალი დონეების ორგანიზმებთან შედარებით, მიუხედავად იმისა, რომ მათ ახასიათებთ მაღალი რიცხოვნება, აქტიური ნაყოფიერება, თაობათა სწრაფი ცვლა, ბუნებრივი გადარჩევის შედარებით აქტიური დაწოლა. შმალჰაუზენის აზრით, ამის მიზეზი არის ის, რომ უმაღლეს ცხოველებში გადარჩევა მოქმედებს არა იმდენად როგორც ევოლუციისა და სახეთაშიდა დიფერენციაციის ფაქტორი, რამდენადაც როგორც აქტიურობის გამაძლიერებელი, საკვების მოპოვებისა და ეფექტური შეთვისების და სხვა სასიცოცხლო პროცესების ინტენსიფიცირების ფაქტორი. ყოველივე ეს უზრუნველყოფს მაღალი საფეხურის ცხოველებში აქტიური შეჯიბრის საშუალებების შედარებით სწრაფ სრულყოფას.

შმალჰაუზენი კვებით პირამიდაში გამოყოფს 4 საფეხურს: 1. ორგანიზმები, რომელთა თავდაცვის ერთადერთი საშუალება სწრაფი გაშრავლებაა (პლანქტონი, ბაქტერიები, მწვანე წყალმცენარეები); 2. ორგანიზმები, რომელთაც გააჩნიათ დაცვის პასიური საშუალებები (მოლუსკები, ჯავშნიანი ცხოველები, უმაღლესი მცენარეები); 3. თავდაცვის საშუალება არის სწრაფი გადაადგილება; 4. მტაცებელი ცხოველები. I და II საფეხურებს ახასიათებთ ნელი, ხოლო მე-III-IV საფეხურებს — სწრაფი ევოლუციური განვითარება. მაღალი საფეხურის

ცხოველებში, განსაკუთრებით მტაცებლებში, აქტიური შეჯიბრი განაპირობებს პროგრესულ ევოლუციას.

ევოლუციური გარდაქმნის შესაძლებლობები მნიშვნელოვნადაა განპირობებული გამრავლების სრულყოფილების დონით. იგი დადებით გავლენას ახდენს ევოლუციის ტემპებზე. აქ იგულისხმება სასქესო გამეტათა ჩამოყალიბების თავისებურებანი, ბანმიქსიის სიძლიერე შესაბამის ბიოლოგიურ დაჯგუფებაში და ფერტილობის დონე, თაობებზე ზრუნვის სრულყოფილება, მეორეული სასქესო ნიშნების თავისებურებანი და სხვა.

არის მოსაზრება, რომ ევოლუციის სიჩქარე დამოკიდებულია მუტირების ხარისხზე. ფაქტობრივი მასალა ამას არ ასაბუთებს. ობოსუმიც და სხვა ბრადიტელური ევოლუციური ფორმები გენეტიკურად საკმაოდ პოლიმორფული არიან, მაგრამ მათი ევოლუციის სიჩქარე უმნიშვნელოა. დადგენილია, რომ ძუძუმწოვრების ევოლუცია 10-ჯერ აღემატება უკუდო ამფიბიების ევოლუციის ტემპებს, მაშინ, როცა გენური მუტაციების დაგროვების ტემპები ორთავეში დაახლოებით თანაბარია. არის ვარაუდი, რომ ევოლუციური თვალსაზრისით, შედარებით ნაკლები მნიშვნელობა აქვს სტრუქტურულ გენებში წარმოქმნილ მუტაციებს. ამ მხრივ განსაკუთრებული მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს შესაბამის რეგულატორულ გენებს, რომლებიც არ აკოდირებენ ცილებს, მაგრამ აკონტროლებენ სტრუქტურული გენების ფუნქციონირებას. ალბათ, ამით უნდა აიხსნას ის ფაქტი, რომ ეუკარიოტებში გენომის დიდი ნაწილი რეგულატორულ გენებზე მოდის. რასაკვირველია, მუტაციები და რეკომბინაციური ცვლილებები აუცილებელია ევოლუციური განვითარებისათვის, მაგრამ ეტყობა, იგი თავისთავად ვერ არეგულირებს ევოლუციის სიჩქარეს. თუმცა, ბევრი თანამედროვე ევოლუციონისტი სულ უფრო მეტად იხრება იქითკენ, რომ მაკროევოლუციურ გარდაქმნებში სერიოზული როლი უნდა ჰქონდეს ორგანიზმის შესაბამისი ბიოლოგიური სისტემების გენეტიკური ბალანსის ცვლილებების სიძლიერეს, მისი კორელაციური აპარატის გარდაქმნის შესაძლებლობებს, ამ პროცესებისადმი გენეტიკური თვითკონტროლის უნარს. ყოველივე ეს მსგავსად მოაზროვნე მკვლევარებს აფიქრებინებს,

რომ მაკროგენეზური გარდაქმნის ტემპები მნიშვნელოვანწილად დამოკიდებულია თვით ორგანიზმის შინაგან გენეტიკურ გარემოზე, მასში მიმდინარე სისტემური ცვლილებების თვითკონტროლის შესაძლებლობებზე (ალტუხოვი).

ბიოევოლუციის სიჩქარეზე გარკვეულ გავლენას ახდენს შესაბამის ორგანიზმთა გენერაციის ხანგრძლივობა. რადგანაც გადარჩევა აკონტროლებს ორგანიზმთა ადაპტურ სარგებლიანობას, ამდენად, იყო მყარი ვერსია, რომ ევოლუციური ცვლილებების დრო სწრაფი იქნებოდა ისეთი ორგანიზმებისათვის, რომლებსაც გენერაციის მოკლე პერიოდი აქვთ და მოკლე დროში წარმოქმნიან დიდი რაოდენობით თაობებს. პალეონტოლოგიური მასალა არც ამ მოსაზრების სასარგებლო არგუმენტაციას იძლევა. ოპოსუმისა და სპილოს გენერაციის ხანგრძლივობა მეტად განსხვავებულია, ევოლუციური სიჩქარე კი შეუდარებელია. რა თქმა უნდა, გენერაციის ხანგრძლივობა მოქმედებს ევოლუციის სიჩქარეზე, მაგრამ იგი განსაკუთრებულია ევოლუციის ბოლოს, სწრაფ პერიოდებში, რომლის პალეონტოლოგიური დაფიქსირება არ ხერხდება.

ბიოევოლუციის ტემპებზე საკმაოდ აშკარაა იზოლაციური ფაქტორების მოქმედება. ამაზე მეტყველებს იზოლირებული არეალის პირობებში ენდემიზმის ფართო გავრცელება. მეცნიერთა გაკვირვებას იწვევს არაჩვეულებრივად სწრაფი დივერგენციული პროცესები, არც თუ ისე დიდი ასაკის მქონე ჰავაის არქიპელაგზე, სადაც დაფიქსირებულია დროზოფილას 300-ზე მეტი ენდემური სახეობა. ამის ნათელი დადასტურებაა უკვე განხილული ბაიკალის ტბის მაგალითიც, სადაც დაახლოებით 20-24 მილიონი წლის მანძილზე საწყისი ცენტრალურ-აზიური და ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანის ფორმათა 20-27 სახეობისაგან წარმოიშვა 7 ახალი ოჯახი, 52 გვარი და 390 სახეობა.

ასე რომ, ბიოევოლუციის სიჩქარის შესწავლა მეტად რთული საქმეა და მას განსაზღვრავს ფაქტორთა მთელი კომპლექსი. მაგრამ მთავარი მნიშვნელობა მაინც აქვს გარემო პირობების ცვალებადობის სიძლიერეს და პოპულაციის სტრუქტურულ და გენეტიკურ თავისებურებებს.

ორგანოთა და ფუნქციათა ფილოგენეტური ცვალებადობის კანონზომიერებანი

მრავალუჯრედიან ორგანიზმებში ცალკეულ ორგანოს დამახასიათებელი სტრუქტურული, ფუნქციური და ორგანიზმის მიმართ გარკვეული ლოკალიზაციური თავისებურებები გააჩნია. ყოველი ორგანო ჰისტოლოგიურ-მორფოლოგიური თავისებურებების შესაბამისად, ასრულებს ორგანიზმის ამა თუ იმ სასიცოცხლო ფუნქციას. მიუხედავად ორგანოთა ფუნქციური სპეციალიზაციისა, ყოველი ორგანო მეტ-ნაკლები ხარისხით მაინც მონაწილეობს სხვა ფუნქციების შესრულებაშიც (მულტიფუნქციურობა). ამასთანავე, ორგანიზმის რთული ფუნქციების შესრულებაში ხშირად რამდენიმე ორგანო იღებს მონაწილეობას. ასე რომ, ფილოგენეტური განვითარების პროცესში ორგანოთა და ფუნქციათა სპეციალიზაციას თან ახლავს მათი ინტეგრაციისა და ურთიერთრეგულაციური სრულყოფის პროცესი.

მიუხედავად ამისა, ყოველი ორგანო სპეციალიზებულია მაინც მთავარი ფუნქციის შესასრულებლად. მისი მონაწილეობა სხვა ფუნქციების შესრულებაში არაძირითადი მნიშვნელობისაა. აქედან გამომდინარე, განასხვავებენ ორგანოთა ძირითად და არაძირითად ფუნქციებს. მთავარი, ძირითადი ფუნქციის შესრულება განპირობებულია შესაბამის ორგანოთა სტრუქტურულ-ორგანიზაციული თავისებურებებით, ხოლო არაძირითადი ფუნქცია დაკავშირებულია ორგანოს ისეთ ორგანიზაციასთან, რომელიც მას დამატებითი ფუნქციის შესრულების შესაძლებლობას აძლევს. ორგანოთა მულტიფუნქციურობას აქვს უდიდესი ეკოლოგიური და ევოლუციური მნიშვნელობა. იგი აუმჯობესებს ორგანიზმთა შეგუებას ცვალებად გარემო პირობებთან, ასევე იძლევა შესაძლებლობებს ასეთ ორგანოთა შედარებით აქტიური ფილოგენეტური ცვლილებისათვის.

როგორც ადრე იყო აღნიშნული, ფილოგენეტური განვითარების პროცესში ორგანოთა მორფო-ფუნქციური ცვლილებები უმეტესად მიმდინარეობს არა ახალი ორგანოების გაჩენის ხარჯზე (ეს ევოლუციურად რთული პროცესია), არამედ

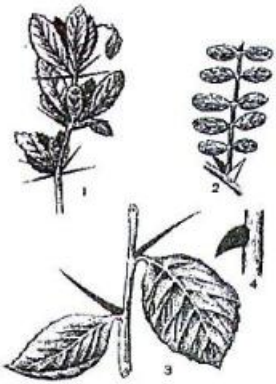
სხვა ორგანოების სტრუქტურული და ფუნქციური მოდიფიცირების გზით (პერეადაპტაცია). ორგანოთა პერეადაპტაციის ფილოგენეტურ შესაძლებლობაზე მიუთითებდა ჩ. დარვინიც: „თუ ორგანო არსებობის პირობების ცვლილებების გამო გახდა უსარგებლო ან საზიანო ერთი მიზნისათვის, შეიძლება შეიცვალოს და სასარგებლო გახდეს სხვა მიზნისათვის. ასეთი ორგანოები კვლავ წარმოიქმნებიან ემბრიონულ მდგომარეობაში, ხოლო ზრდასრულ ასაკში კი რედუცირებულ მდგომარეობაში გვხვდებიან“.

ფილოგენეზის პროცესში ორგანოთა სტრუქტურული და ფუნქციური პერეადაპტაციის არსებობის შესაძლებლობას ასაბუთებს ანალოგიური, ჰომოლოგიური და რუდიმენტული ორგანოების არსებობა.

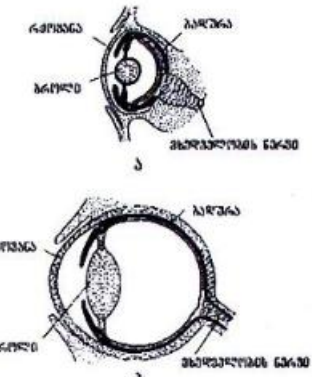
ანალოგიურს უწოდებენ ისეთ ორგანოებს, რომლებსაც განსხვავებული წარმოშობა (და შეიძლება, მდებარეობაც — ორგანიზმში) ახასიათებთ, მაგრამ მსგავს საარსებო პირობებში ფილოგენეტური განვითარების შედეგად ისინი იძენენ მსგავს ფუნქციებს და ხშირად გარეგნულადაც ემსგავსებიან ერთმანეთს. ანალოგიურს წარმოადგენს ფრინველებისა და მწერების ფრთები, ძმერხლის ფილოკლადიუმი (სახეშეცვლილი ღერო) და სხვა მცენარეთა ფოთლები, მწერებისა და ხერხემლიანების კიდურები და სხვა (სურ. 51, 52, 53).

ჰომოლოგიურს უწოდებენ ორგანოებს, რომელთაც მსგავსი წარმოშობა ახასიათებთ, ორგანიზმში უკავიათ მსგავსი მდებარეობა სხვა ორგანოთა მიმართ და ასრულებენ მსგავს (ხერხემლიანების გული) ან განსხვავებულ (ფრთები და სხვა ხერხემლიანების წინა კიდურები) ფუნქციებს. თუ ჰომოლოგიური ორგანოები ძირითადად დივერგენტული ევოლუციის შედეგად განიცდიან ფუნქციურ სპეციალიზაციას, ანალოგიურ ორგანოთა ფუნქციური დამსგავსება კონვერგენტული ევოლუციის გზით ხდება.

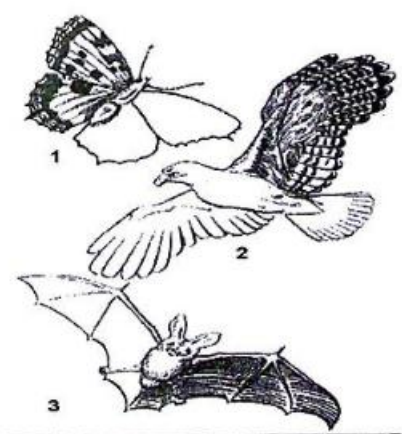
ზოგიერთი ორგანო ფილოგენეტური განვითარების პროცესში კარგავს ფუნქციებს. ფუნქციადაკარგული ორგანოები აღარ ექვემდებარებიან გადარჩევის მოქმედების კონტროლს, ამიტომაც ისინი განიცდიან თანდათანობით რედუქციას (გადაგვარებას). „უმოქმედობას, ბუნებრივი გადარჩევის



სურ. 51. ანალოგიური ორგანოების მაგალითები მცენარეებში
1 – კოწახურას (Berberis vulgaris) ჯაღვები – ფოთლისებული წარმონაშობის; 2 – თეთრი აკაციის (Robinia pseudacacia) ჯაღვები – ღეროსებული წარმონაშობის; 3 – კუნელის (Crataegus oxyacanthia) ჯაღვები – ყლორტისებული წარმონაშობის ; 4 – მაყვლის (Rubus caesius) ჯაღვები – ფურცლისებული წარმონაშობის.



სურ. 52. ანალოგიური ორგანოების მაგალითები ცხოველებში (თვალის აგებულების სქემა)
ა – ბრჭყალთან ბერტყლაში ცხოველის თვალი; ბ – ოქტოპუსის მოლუსკის თვალი.



სურ. 53. ანალოგიური ორგანოების მაგალითები ცხოველებში (ფრთების მიხედვით).
1 – პეპელა; 2 – არწივი; 3 – ღამურა.

მოქმედებით, — წერს დარვინი, — არც თუ ეშვიათად მივყავართ იმ ორგანოთა გადაგვარებამდე, რომლებიც ხდებოდნენ უსარგებლონი არსებობის პირობების ან თვით ცხოვრების ნირის ცვლილების გამო... ჩვენთვის გასაგები ხდება რუდიმენტული ორგანოების მნიშვნელობა". როცა გადარჩევა აღარ აფასებს ასეთ ორგანოთა ფუნქციურ სარგებლიანობას, მათ სტრუქტურაში ხდება უამრავი (უკონტროლო) ცვლილება, რაც ასეთი ორგანოების თანდათანობით დასუსტებას და ბოლოს, გაქრობასაც კი იწვევს. ფუნქციადაკარგულ ორგანოებს, რომლებიც ჯერ კიდევ მთლიანად გამქრალი არ არიან, *რუდიმენტულ* ორგანოებს უწოდებენ (სურ. 3). ჩვეულებრივ, რუდიმენტული ორგანოები ჩანასახის სტადიაზე უფრო ძლიერ არიან წარმოდგენილი, ვიდრე ზრდასრულ ფორმებში. ამაზე ჯერ კიდევ დარვინი მიუთითებდა, რომ „ასეთი ორგანოები განვითარების ადრეულ სტადიებზე ნაკლებრუდიმენტულს წარმოადგენენ და შეიძლება სრულიადაც არ იმსახურებენ ასეთ სახელწოდებას". დღეისათვის არის სერიოზული ვარაუდი, რომ ასეთ ორგანოებს მართლაც გააჩნიათ ემბრიოგენეზის პროცესში ქსოვილური ინდუქციის გზით ემბრიონული განვითარების ეტაპობრივი მარეგულირებელი ფუნქცია.

ყოველივე ზემოთქმული ანალოგიური, ჰომოლოგიური და რუდიმენტული ორგანოების შესახებ მეტყველებს იმაზე, რომ ევოლუციური განვითარების პროცესში ორგანოები და მათი ფუნქციები ექვემდებარებიან ფილოგენეტურ ცვლილებებს.

გამოყოფენ *ორგანოთა* და მათი *ფუნქციების ფილოგენეტური ცვალებადობის* სხვადასხვა წესს. მათგან განვიხილოთ შემდეგი:

ფუნქციათა გაძლიერება (ინტენსიფიკაცია — პლატე). ამ დროს ფილოგენეტური განვითარების პროცესში ძლიერდება ორგანოთა ძირითადი (მთავარი) ფუნქცია. იგი შეიძლება განხორციელდეს ორი გზით: ა) ორგანოთა აგებულების ჰისტოლოგიური სრულყოფის მიმართულებით. მაგალითად, გლუვი კუნთების შეცვლამ განივზოლიანი კუნთოვანი ბოჭკოებით გამოიწვია კუნთის შემკუმშავი ფუნქციის გაძლიერება; ბ) როცა ორგანოში იზრდება შესაბამისი ფუნქციის შემსრულებელი სუბერთეულების რაოდენობა. მაგ., ფილტვებში ალვეოლების

მატება იწვევს ფილტვის ფუნქციურ ინტენსიფიკაციას, ან კიდევ: სარძევე ჯირკვლებში შესაბამისი უჯრედების მატება აძლიერებს რძის სეკრეციას და სხვა.

ბიოლოგიურად უფრო საჭირო ფუნქციების მრავალობითი უზრუნველყოფის პრინციპი. რაც უფრო მეტადაა საჭირო სასიცოცხლოდ აუცილებელი ბიოლოგიური ფუნქცია, მით მეტი ქვესისტემა (სტრუქტურები) მონაწილეობს მათ განხორციელებაში. მაგალითად, თერმორეგულაცია ძუძუმწოვრებში. მის განხორციელებაში მონაწილეობს თმოვანი საფარველი, გულ-სისხლძარღვთა სისტემა, ჟანგვითი პროცესების გააქტიურება, საოფლე ჯირკვლებით შემხები ზედაპირიდან სითბოს გაცემა და სხვა.

ორგანოთა სუბსტიტუცია (ლათ. subsititutio-შეცვლა — კლეინენბერგი). ეს ორგანოთა ისეთი ფილოგენეტური ცვალებადობაა, როცა ერთი ორგანო ფუნქციურად იცვლება მეორეთი. მაგ., ხერხემლიანებში ქორდა იცვლება ხერხემლით. ძმერხლის ღერო გარდაიქმნება ფოთლად და სხვა.

ფუნქციათა რაოდენობრივი შემცირება. ამ დროს მთავარი ფუნქციის გაძლიერების ხარჯზე მცირდება დამატებითი ფუნქციების რაოდენობა. ცხენის წინაპარში კიდურებმა დაკარგა დამჭერი, პირთან საკვების მიტანის ფუნქცია, სამაგიეროდ, გაძლიერდა მოძრაობის ფუნქცია.

ფუნქციათა გაფართოება (პლატე). რაოდენობრივად იზრდება დამატებითი ფუნქციების რიცხვი და თვისობრივად იცვლება ორგანოთა მთელი ფუნქციური მდგომარეობა. ფირფიტლაყუჩიან მოლუსკებში ლაყუჩები, გარდა სუნთქვისა, ასრულებენ საკვების დაჭერისა და ჭუპრების გამოჩეკის ფუნქციასაც. სპილოს ყურის ნიჟარა, ლოკატორის გარდა, ასრულებს სითბოს რეგულატორის ფუნქციასაც (შემხები ზედაპირის ზრდის გამო გამოყოფს ზედმეტ სითბოს). მცენარეთა თესლის კანის გამონაზარდები ხშირად ასრულებენ თესლის გავრცელების ფუნქციას. ქსეროფიტულ მცენარეებში ღეროსა და ფოთლის ქსოვილები ასრულებენ წყლის დაგროვება-შენახვის ფუნქციას.

ფუნქციათა ცვლა (დარვინ-დორნი). როცა ორგანოს აქვს უნარი, შეასრულოს მრავალი ფუნქცია, მაშინ არსებობის

პირობების ცვლის შემთხვევაში შეიძლება მთავარმა ფუნქციამ დაკარგოს მნიშვნელობა მეორეხარისხოვანი ფუნქციის გაძლიერების ხარჯზე. ფუნქციათა ცვლა ორგანოთა ფუნქციის ისეთი ფილოგენეტური ცვლილებაა, როცა მთავარი ფუნქცია კარგავს მნიშვნელობას და დამატებითი ფუნქცია იძენს მის მნიშვნელობას. ფრინველების წინა კიდურებმა თანდათან დაკარგეს სიარულის და შეიძინეს ფრენის ფუნქცია, სელაპის კიდურებმა (ფარლფთათი) დაკარგეს სიარულისა და შეიძინეს ცურვის ფუნქცია და სხვა. რაც უფრო ნაკლებსპეციალიზებულია ორგანო (ასრულებს სხვადასხვა ფუნქციას), მით უფრო პლასტიკურია ფუნქციის ცვლილების მიხედვით და ფილოგენეზური განვითარების პროცესში შეიძლება მოხდეს მისი შეცვლა დამატებითი ფუნქციით. ისეთმა სპეციალიზებულმა ორგანომაც კი, როგორიცაა ფრინველის ფრთა, პინგვინებში დაკარგა ფრენის ფუნქცია და შეიძინა ცურვის ფუნქცია.

მცენარეებში ფუნქციათა ცვლის მაგალითია ფილოდიებისა და ფილოკლადიუმის განვითარება ყუნწისა და ღეროსაგან. ისინი ისედაც ასრულებენ დამატებით ფუნქციებს აიროვანი ცვლის დროს.

ფუნქციათა აქტივაცია და ინაქტივაცია (იმობილიზაცია) (სევერცოვი). აქტივაციის დროს პასიური ორგანო ხდება აქტიური. იგი დაკავშირებულია რაღაც შეგუებითი ფუნქციის შეძენასთან. მაგ., მტაცებელ ნამატოდებში პირის ხვრელში არსებული უძრავი „კბილი“. როცა ჭია მსხვერპლის კუტიკულაში ემაგრება, კბილს კუთხით შემოაბრუნებს, რაც უზრუნველყოფს ძლიერ ფიქსირებას. ან კიდევ: გველებში მათ წინაბრებთან შედარებით ორივე ყბა აქტიურია, რაც აადვილებს საკვების მოპოვებას.

ინაქტივაციის დროს კი ორგანოს თავდაპირველი ფუნქცია სუსტდება ან მთლიანად ქრება. მაგ., ზოგიერთ ხვლიკში ფეხებმა რედუცირება განიცადეს და ასეთი ორგანიზმები გადავიდნენ გველისებურ მოძრაობაზე.

ჰომოლოგიურ ორგანოთა ოლიგომერიზაცია (დოგელი). ფილოგენეტური ცვლილებების ასეთი გზის დროს ხდება ჰომოლოგიურ ორგანოთა ან მათი ნაწილების რიცხვის

შემცირება. მაგ., ფეხსახსრიანებში — მრავალფეხიანებთან შედარებით მწერებში შემცირებულია სეგმენტების რაოდენობა.

ჰომოლოგიურ ორგანოთა პოლიმერიზაცია ოლიგომერიზაციის საწინააღმდეგო ფილოგენეტური ცვლილებაა. ამ დროს მატულობს ჰომოლოგიურ ორგანოთა ან მათი ნაწილების რაოდენობა. ხერხემლიანებში კუდის სიგრძის მატება შესაბამისი მალების რაოდენობის ზრდის ხარჯზე ხდება. ამავე გზით ხდება ყვავილში გვირგვინის ფურცლებისა და მტვრიანების რიცხვის ზრდაც.

ყოველი ორგანო ერთიანია ფორმისა და ფუნქციის მიხედვით. ფილოგენეტური ცვალებადობის პროცესში ისინი ურთიერთმოქმედებენ ერთმანეთზე და განიცდიან ერთიან ცვლილებებს. ამასთანავე, ორგანოთა და ფუნქციათა ნებისმიერი სახის ფილოგენეტური ცვლილება თავისებურ ზეგავლენას ახდენს მთელ ორგანიზმზე. ამდენად, ორგანოთა და მათი ფუნქციების ფილოგენეტური ცვლილებები დაკავშირებულია შესაბამის ორგანიზმთა საერთო ფილოგენეტურ ცვლილებებთან.

ონტოგენეზისა და ფილოგენეზის თანაფარდობა

ონტოგენეზი (ბერძნ. ontos — არსება, genesis — წარმოშობა) ცოცხალ ორგანიზმთა ინდივიდუალური განვითარების ამსახველი ცნებაა. *ფილოგენეზი* (ბერძნ. phylon — გვარი, genesis — წარმოშობა) კი შეესაბამება შესაბამისი ბიოლოგიური დაჯგუფების ისტორიულ (ევოლუციურ) განვითარებას.

ონტოგენეზი გულისხმობს ორგანიზმთა ინდივიდუალური განვითარების კანონზომიერებებს ჩასახვიდან სიკვდილამდე. მას ყოფენ ემბრიონულ და პოსტემბრიონულ პერიოდებად. თუმცა, ზოგიერთი რთული გარდაქცევის ცხოველში იგი უფრო მეტი ეტაპებითაც შეიძლება იყოს წარმოდგენილი. ორგანიზმთა ინდივიდუალური განვითარების მთელი პროგრამა ჩაწერილია შესაბამისი ბიოლოგიური დაჯგუფების მემკვიდრულ აპარატში. ამიტომაც, ერთ ბიოლოგიურ დაჯგუფებაში გაერთიანებული

ორგანიზმები ინდივიდუალური განვითარების მსგავს ეტაპებს გაივლიან.

ონტოგენეზური განვითარების კანონზომიერებათა მიხედვით გარკვეული მსგავსება შეიმჩნევა განსხვავებულ ფილოგენეტურ ჯგუფებს შორისაც. როგორც ადრე ითქვა, ამ საკითხებს სერიოზული გამოკვლევები მიუძღვნეს ბერმა, რულიემ, ჰეკელმა, მიულერმა, კოვალევსკიმ, მეჩნიკოვმა და სხვებმა. კ. ბერის გამოკვლევებში (საჩანასახო მსგავსების კანონი) დარვინი ხედავდა ბუნების ისტორიის ერთ-ერთ საოცარ ფაქტს. იგი წერდა: „ჩანასახები არიან, თითქოსდა, იმ წარსულის მოწმე, რომელიც გაუვლია სახეობას". იგი ჩანასახებში ხედავდა „წინაბართა მკრთალ პორტრეტებს". დარვინი წერს: „ჩვენ უკვე აღარ გვანცვიფრებს ის ფაქტი, რომ ატმოსფერული ჰაერით მსუნთქავი ძუძუმწოვრებისა და ფრინველების ჩანასახებს აქვთ სალაყუჩე ხვრელები და არტერიული რკალები კარგად განვითარებული ლაყუჩების მქონე წყალში გახსნილი ჟანგბადით მსუნთქავი თევზების მსგავსად". კ. რულიე ასაბუთებს, რომ „ცხოველთა განვითარება ასაკის მიხედვით პარალელურია კლასის ფილოგენეზისა".

როგორც ადრე იყო ნათქვამი, აღნიშნულ კანონზომიერებათა გათვალისწინებით და საკუთარი გამოკვლევების საფუძველზე გერმანელმა მეცნიერებმა *ე. ჰეკელმა* და *ფ. მიულერმა* ჩამოაყალიბეს *ძირითადი ბიოგენეტიკური კანონი*, რომლის მიხედვითაც, *ონტოგენეზი არის ფილოგენეზის მოკლე და დაჩქარებული განმეორება*. ჰეკელ-მიულერის კანონის მიხედვით ონტოგენეზში შემოკლებული სახით აკუმულირდება ცხოველთა სამყაროს მიერ განვლილი მთელი ფილოგენეტური გზის ძირითადი ეტაპები. შესაბამისად, ონტოგენეზური განვითარების პროცესში ხდება წინაბართა ზოგიერთი ნიშნის რეკაპიტულაცია (ლათ. recapitulatio — განმეორება). თვით ასეთ ნიშნებს ისინი *პალინგენეზურს* (ბერძნ. palin — უკან, ისევ, ხელახლა) უწოდებენ.

ორგანიზმთა ონტოგენეზური განვითარების პროცესში ფილოგენეტური ნიშნები ჩაისახებიან ჩანასახის განვითარების სხვადასხვა დროს (ჰეტეროქრონია) და სხვადასხვა ადგილას (ჰეტეროტოპია). როცა ფილოგენეტური ნიშანი პროგრესულ

განვითარებას განიცდის, იგი ონტოგენეზის ადრეულ ეტაპზე ჩაისახება და, პირიქით.

ჰეკელის ბიოგენეტიკურ კანონს გააჩნია მთელი რიგი ნაკლოვანებები. ჰეკელის მიერ არ იქნა გათვალისწინებული მიულერისა და დარვინის აზრი, რომ ონტოგენეზის დროს არა მარტო წინაპართა ნიშნების რეკაპიტულაცია ხდება, არამედ ჩნდება ისეთი ნიშნებიც, რომლებსაც ფილოგენეტური მნიშვნელობა აქვთ. ჰეკელის კანონის მიხედვით, ფილოგენეზი აისახება ონტოგენეზში, ხოლო ონტოგენეზურ ცვლილებებს არა აქვს ფილოგენეზური მნიშვნელობა.

აღნიშნული კანონის მეორე ნაკლი იმაში მდგომარეობს, რომ იგი ახალი ფილოგენეტური ნიშნების წარმოშობას მხოლოდ ონტოგენეზის ბოლო სტადიაზე ასეთი ნიშნების მიშენების გზით აღიარებს. ჰეკელის აზრით, როცა ორგანიზმი იზრდება ახალ გარემო პირობებში, ახალი ფილოგენეტური ნიშნები აღმოცენდება მას შემდეგ, რაც ორგანიზმი მიაღწევს ზრდასრულ სტადიას. ასეთი ონტოგენეზური ხასიათის ცვლილებები თაობებს მემკვიდრეობით გადაეცემიან, ფიქსირდებიან და იძენენ ფილოგენეტურ მნიშვნელობას.

დადგინდა, რომ ონტოგენეზის დროს წინაპართა ნიშნების რეკაპიტულაცია მარტო „კონსერვატიული“ მემკვიდრეობის შედეგი არ არის. ეს სტადიები ჩანასახის განვითარებისათვის სასიცოცხლოდ აუცილებელი ეტაპებია, როგორც ემბრიონული კორელაციის აუცილებელი პირობა (ქსოვილური და ორგანოთა ინდუქცია ორგანოგენეზის დროს).

ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ მართალია, ჰეკელი მიუთითებდა *ცენოგენეზებზე* (ემბრიონული შეგუებები, რომლებიც ზრდასრულ ორგანიზმებს აღარ გააჩნიათ), მაგრამ მათ ონტოგენეზის დამახინჯებად მიიჩნევდა.

გამოდის, რომ ონტოგენეზი არა მარტო ფილოგენეზის შედეგია, არამედ მისი საფუძველიცაა, რადგანაც ონტოგენეზში მომხდარ ცვლილებებსაც აქვთ ფილოგენეტური მნიშვნელობა. ფილოგენეტური განვითარება ეს არის ონტოგენეზური პროცესების ისტორიული გარდაქმნების ერთობლიობა (შმალჰაუზენი).

გადარჩევის გენეტიკური თეორიები (რომლებიც ეფუძნება გადარჩევაში პოპულაციური გენეტიკის კანონზომიერებებს) ხშირად უძლურია, ახსნას ონტოგენეზური განვითარების ევოლუციური საფუძვლები. ამიტომაც გადარჩევის მსგავს თეორიებს ხშირად უბირისპირდება გადარჩევის ებიგენეზური თეორია (შიშკინი). იგი გადარჩევის მთავარ ობიექტად მიიჩნევს არა ორგანიზმებს (გენოტიპებს), არამედ ორგანიზმის მთელი ონტოგენეზური ციკლის მთლიანობას, მის ორგანიზებულობას. მსგავსი თეორიები მიიჩნევს, რომ გენი კი არ აყალიბებს ნიშანს, არამედ იგი გენოტიპში გენთა ურთიერთქმედების საერთო ბალანსს გადახრის ამა თუ იმ ფენოტიპური შედეგისაკენ. მათ მიერ ევოლუცია წარმოდგენილია, „როგორც ფენოტიპურად სტაბილური გენოვარიაციების გადარჩევა“ (შიშკინი). თვლიან, რომ გადარჩევის ამგვარი ხასიათი აძლიერებს ორგანიზმთა ონტოგენეზურ მთლიანობას, მის კანალიზებას და მდგრადობას ადაპტური მიმართულებით. მიიჩნევენ, რომ „ჭეშმარიტი ევოლუციური ცვლილებები — ეს არის განვითარების სისტემის სტრუქტურის ცვლილებები“ (შიშკინი). ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით ევოლუციურ გარდაქმნას ექვემდებარება მთლიანი ონტოგენეზური ციკლი. იგი სულ უფრო ხდება კანალიზებული და სტაბილური. ოპტიმალური ბიოქიმიური რეაქციების სტაბილიზაციის გზით ხორციელდება ინდივიდუალური განვითარების მთლიანობის მაქსიმალური უნივერსალიზაცია. სწორედ, ამაში გამოიხატება გადარჩევის მოქმედების მასტაბილიზებელი (ნორმალური) ფინალი. ეს უკანასკნელი კი ადაპტური ნორმის ფარგლებში შესაბამისობაშია სისტემის (ონტოგენეზის) მრავალმხრივი ცვლილებების წონასწორული თანაფარდობის სიძლიერესთან. საკითხისადმი ამგვარი მიდგომა უფრო გასაგებს ხდის ონტოგენეზის ევოლუციის შედეგებს.

ონტოგენეზის ევოლუცია

ონტოგენეზური განვითარება მკაცრად რეგულირებადი თვისობრივ-ეტაპობრივი გარდაქმნების ერთიანობაა, რომელიც კონტროლდება ორგანიზმთა მემკვიდრული პროგრამის

შესაბამისად. დროისა და ადგილმდებარეობის მიხედვით ემბრიონული დიფერენციაციის ეტაპების მკაცრი რეგულაცია, მათი შედარებითი დამოუკიდებლობის ზრდა გარემო ფაქტორების ზემოქმედებისაგან და მთელი რიგი სხვა მკვეთრად დაბალანსებული ემბრიონული კანონზომიერებანი მიუთითებს იმაზე, რომ ონტოგენეზური განვითარება ფილოგენეტური ევოლუციის შესაძლებლობების სანიმუშო გამოხატულებაა და ბუნების ერთ-ერთ ყველაზე სრულყოფილ პროცესს წარმოადგენს.

ევოლუციის პროცესში გარდაიქმნება და სრულყოფას განიცდის მთელი ონტოგენეზური ციკლი. ცალკეული სტადიის მომატებით არა მარტო ხანგრძლივდება ონტოგენეზი, არამედ იგი უფრო სრულყოფილი ხდება. პროგრესულ განვითარებას განიცდიან ორგანოთა სისტემები და ცალკეული ორგანოები. ამასთანავე, ხდება ინდივიდუალური განვითარების რაციონალიზაციაც, რაც ხშირად გარკვეულ გამარტივებებთან არის დაკავშირებული. მაგალითად, პლაცენტიანი ძუძუმწოვრების კვერცხუჯრედი აღარ შეიცავს ყვითრს, მაგრამ მათი გასტრულაციის პროცესის ტიპი კი არ დაუბრუნდა მცირე რაოდენობით ყვითრის შემცველი ცხოველების (კერძოდ, ამფიბიები და ამფიოქსუსი) გასტრულაციის ტიპს, არამედ ეს პროცესი გამარტივდა და სწრაფი გახდა. სასიცოცხლოდ აუცილებელი ორგანოების ჩასახვა უფრო მეტად მიისწრაფვის ემბრიოგენეზის ადრეული ეტაპებისაკენ. ცოცხალ სამყაროში საჩანასახო განვითარების სრულყოფილების ზრდა სიცოცხლის ორგანიზაციული დონეების გრადაციული მატების შესაბამისად თვალნათლივ მიუთითებს იმაზე, რომ ცოცხალი სამყაროს ევოლუციური განვითარების კვალდაკვალ, თანდათანობით ევოლუციურ სრულყოფას ექვემდებარებოდა თვით ონტოგენეზური განვითარების პროცესი და მისთვის დამახასიათებელი კანონზომიერებებიც.

ონტოგენეზის ევოლუცია წარიმართა შემდეგი ძირითადი მიმართულებებით: *ემბრიონული ადაპტაცია, ონტოგენეზის ავტონომიზაცია, ონტოგენეზური ციკლის შემცირება ნეოტენიის* (ონტოგენეზის გარკვეული, განსაკუთრებით ბოლო პერიოდების

ამოვარდნა) გზით და *ონტოგენეზური ცვლილებების მიერ ფილოგენეტური მნიშვნელობის შეძენა.*

ემბრიონულ ადაპტაციებს სხვანაირად *ცენოგენეზებს* უწოდებენ. მას პირველად ყურადღება ჰეკელმა მიაქცია, მაგრამ როგორც უკვე ითქვა, ისინი ბიოგენეტიკური კანონისაგან გადახრად ჩათვალა და ისტორიის დამახინჯება უწოდა.

ჩვეულებრივ, ემბრიონებში მეტად რთული და თანმიმდევრული გარდაქმნები მიმდინარეობს. ყოველი მათგანის განხორციელება განსაკუთრებულ პირობებს მოითხოვს. ამიტომაც, თვით ემბრიონული განვითარების პერიოდისათვის საჭირო იყო შესაბამისი შეგუებულობების ჩამოყალიბება. ასეთი ემბრიონული შეგუებები ზრდასრულ ფორმებში კარგავენ თავიანთ მნიშვნელობას და ქრებიან კიდეც. სწორედ ასეთ ნიშნებს უწოდებენ ცენოგენეზებს.

ცენოგენეზის ანუ ემბრიონული შეგუების მაგალითები უხვადაა ბუნებაში. თაგვკომბალას კბილები და გრძელი ნაწლავი მცენარეული საკვების დაქუცმაცებისა და მონელებისათვის, ნიანგის ახალგამოჩეკილი ნაშიერის ე.წ. „კვერცხის კბილი“, რომელიც მას ზედა ტუჩზე აქვს კვერცხის ნაჭუჭის გასატეხად, ძუძუმწოვრების პლაცენტა და მრავალი სხვა.

ევოლუციის პროცესში სრულყოფას განიცდის ონტოგენეზური განვითარების კორელაციური ურთიერთობის რეგულაციური მექანიზმებიც. სულ უფრო მოწესრიგებულ სახეს იღებს შინაგანი და გარეგანი ფაქტორების გავლენა ორგანიზმის ინდივიდუალური განვითარებისა და საერთოდ სასიცოცხლო პროცესების რეგულაციურ სისტემაში. ონტოგენეზის ევოლუციის პროცესში თანდათან ყალიბდება მოწესრიგებული, ორგანიზმისათვის სასარგებლო რეგულაციური სისტემა — ე.წ. „შინაგანი ჰარმონია“ (შმალჰაუზენი).

ემბრიოგენეზის სირთულე და მკაცრი მოწესრიგებულობა მემკვიდრულ პროგრამასთან ერთად რეგულირდება გარემო პირობების გავლენითაც. გარეშოს შემთხვევით, ე.წ. პროვოკაციულ ცვლილებებს შეეძლო, სერიოზულად დაერღვია საჩანასახო განვითარების კანონზომიერებანი. ამიტომაც, ონტოგენეზის ევოლუციური განვითარება წარიმართა გარემო პირობების ცვლილებებისადმი ემბრიონის დამოუკიდებლობის

გაძლიერების მიმართულებით. მაკანალიზებელი გადარჩევის მკაცრი კონტროლის შედეგად ჩანასახები თანდათან იძენენ *ავტონომიურობას* (მდგრადობა, როგორც გენეტიკურ, ასევე გარემოს გავლენით გამოწვეული დაზიანებების მიმართ) გარემო პირობების გავლენის მიმართ და მისგან შედარებით დამოუკიდებელნი ხდებიან. ეს უკანასკნელი ხორციელდება ცხოველთა კვერცხში ან დედის ორგანიზმში და მცენარეთა თესლში ჩანასახის განვითარების გახანგრძლივების გზით. განვითარების ემბრიონიზაციის ამგვარი გახანგრძლივება ცოცხალ სამყაროში სულ უფრო აშკარა ხდება მისი ორგანიზაციული დონის სრულყოფის შესაბამისად. ეს თავისთავად მიუთითებს ონტოგენეზური ავტონომიზაციის პროგრესულობაზე. განვითარების ემბრიონიზაცია არ არის სიცოცხლის საწყისი თვისება, იგი შეძენილია ევოლუციური განვითარების გზით. მისი პროგრესულობა იმაში გამოიხატება, რომ ჩანასახის რთული განვითარების პროცესი საიმედოდ ხდება დაცული დედის ორგანიზმის, კვერცხის ან თესლის შინაგანი, შედარებით მდგრადი გარემოს გავლენით.

ცხოველებში ევოლუციურად პირველადია თავისუფალი ლარვების ემბრიონული განვითარების ტიპი. იგი ახასიათებთ ცხოველებს, რომლებიც დებენ მცირე ზომის, ყვითრით ღარიბ კვერცხებს (ღრუბელები, ნაწლავღრუიანები, პოლიქეტები, კიბოსნაირები, მტკნარი წყლის სხივფარფლიანი თევზები, ამფიბიები). ასეთი ცხოველების ლარვები ეწევიან თავისუფალ ცხოვრებას და ეგუებიან შესაბამის გარემოს. ეს ცხოველებში ემბრიონული განვითარების ყველაზე პრიმიტიული ფორმაა, ამ დროს ჩანასახებს არ აქვთ განსაკუთრებული დამცველობითი ნიშნები და ისინი ვითარდებიან იგივე გარემოში, სადაც მათი ზრდასრული ორგანიზმები. ამ დროს ხდება ჩანასახების ე.წ. შედარებით თავისუფალი განვითარება.

დიდი ზომის კვერცხების გაჩენის შემდეგ, რომლებიც შეიცავენ სათანადო რაოდენობის სამარაგო ნივთიერებებს (ყვითრს), შესაბამის ცხოველებში ჭუპრის ან ლარვის სტადია თანდათან გაქრა (თავფეხიანი მოლუსკები, თავისუფლად მცხოვრები ზღვის ჭიები, ზვიგენები, ზოგიერთი წყალხმელეთა, რეპტილიები, ფრინველები, კვერცხისმდებელი ძუძუმწოვრები).

ასეთი ცხოველების ჩანასახები დიდი ხნის განმავლობაში ვითარდებიან კვერცხში, დაცული არიან კვერცხის გარსებით და მარაგდებიან ყვითრის სახით წინასწარ დაგროვილი საკვებით.

ხერხემლიანების გადასვლას ხმელეთის პირობებში თან ახლდა ემბრიოგენეზის პროცესში ლარვის სტადიის ამოვარდნა. ამფიბიებთან შედარებით რეპტილიებსა და ფრინველებში ძლიერდება ონტოგენეზის ემბრიონიზაცია კვერცხის პირობებში, რაც მათ აძლევს ხმელეთზე (წყლის გარეშე) ემბრიონული განვითარების საშუალებას. შესაბამისად, კვერცხში მატულობს საკვების მარაგი, ფორმირდება ამნიონი, ალანტოისი და სეროზული გარსი, რთულდება ჩანასახის განვითარების პროცესებიც, რის შედეგადაც კვერცხიდან გამოჩეკილი რეპტილიებისა და ფრინველების ჩანასახები უკვე ეწევიან დამოუკიდებელ ცხოვრებას. ემბრიონიზაციის პროცესები კიდევ უფრო სრულყოფილია ძუძუმწოვრებში, სადაც ჩანასახი ვითარდება დედის ორგანიზმში და იგი ფაქტიურად დამოუკიდებელია გარემო პირობებისაგან. აქ ჩანასახი კვერცხში დაგროვილი სამარაგო ნივთიერებებით კი არ იკვებება, არამედ დედის ორგანიზმი პლაცენტის გზით კვებავს მას.

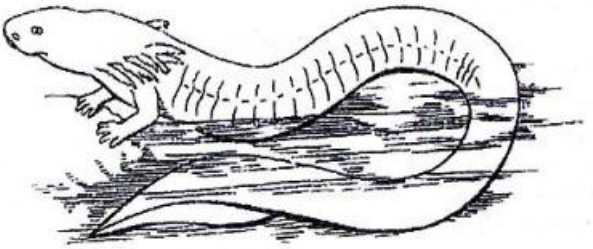
ასე რომ, ონტოგენეზის ემბრიონიზაცია ცხოველებსა და მცენარეებში იწვევს ჩანასახების განვითარების საქმეში შინაგანი ფაქტორების როლის გაძლიერებას. შესაბამისად, იზრდება ჩანასახის დამოუკიდებლობა გარემო ფაქტორების შემთხვევითი ცვლილებების მიმართ. ყოველივე ამის შედეგად, შენარჩუნებული ხდება ჩანასახის ემბრიონული განვითარების კანონზომიერებათა კონსერვატიული ბუნება, ამით უზრუნველყოფილი ხდება ონტოგენეზის მთლიანობის შენარჩუნება ევოლუციის პროცესში.

ონტოგენეზის კანონზომიერებანი რომ ფილოგენეტური განვითარების გზით არის დარეგულირებული, ამის ერთ-ერთ საბუთს ნეოტენიაც წარმოადგენს. ევოლუციის პროცესში ონტოგენეზის ადრეულ სტადიებზე (გარკვეული ეტაპის ამოვარდნის გამო) გამრავლების უნარის გაჩენას ***ნეოტენიას*** (როცა სასიცოცხლო ციკლის შემოკლების შემდეგ ორგანიზმი მრავლდება სქესობრივად) უწოდებენ. ევოლუციურ ლიტერატურაში ნეოტენიის ნაცვლად ხშირად იხმარება ცნებები

„ბედოგენეზი“ (როცა სასიცოცხლო ციკლის შემოკლების შემდეგ ორგანიზმი შრავლდება პართენოგენეზურად), „ბედომორფოზი“, „ბროგენეზი“ ან კიდევ „ფილოგენეტური ნეოტენია“.

ბედომორფოზი უფრო ფართო მნიშვნელობის ცნებაა და იგი იხმარება ნეოტენიის სხვადასხვა ფორმის ერთ მთლიანობაში გამოსახატავად.

ნეოტენიის დროს ხდება ორგანიზმის ნაადრევი მომწიფება. ზრდადაუმთავრებელი, ჯერ კიდევ ემბრიონული ფორმირების ადრეულ სტადიაზე მყოფი ფორმები იწყებენ გამრავლებას. მაგ., მუდმივლაყუჩიან ამფიბიებში, კერძოდ, სირენებში (Siren lacertina) მეტამორფოზის პერიოდი თითქმის მთლიანად ამოვარდნილია. იგი ცხოვრობს მხოლოდ წყლის გარემოში და სქესობრივი მომწიფება ჯერ კიდევ ლარვის სტადიაში ხდება (სურ. 54). ასეთ დაჩქარებულ მომწიფებას *აქსელერაციას* უწოდებენ.



სურ. 54. მუდმივლაყუჩიანი ამფიბია სირენა (Siren lacertina).

თვლიან, რომ ნეოტენიურ ფილოგენეტურ ცვლილებებს მნიშვნელობა აქვს ზოგიერთი სისტემატიკური ჯგუფის წარმოშობაში. მიიჩნევენ, რომ მწერები შრავალფეხიანების ჭუპრის სტადიიდან ნეოტენიის გზითაა წარმოშობილი. ასევე არის ჰიპოთეზა, რომ ქორდიანები წარმოშობილი არიან გარსიანების ლარვებისაგან ნეოტენიის გზით. ტახტაჯიანი მიიჩნევს, რომ ბალახოვანი მცენარეები წარმოშობილია ხე-

მცენარეებისაგან ნეოტენიის გზით. ამ მცენარეებში ასეთი ფილოგენეზური ცვლილებები მიმართული იყო სასიცოცხლო ციკლის შემცირებისაკენ. ეტყობა, შესაბამისი ბალახოვანი მცენარეულობა წარმოიშვა მკაცრი კლიმატის პირობებში, სადაც აუცილებელი იყო სიცოცხლის ხანგრძლივობის შემცირება და რებროდუქციული უნარის გაძლიერება. ფარულთესლოვან ბალახოვან მცენარეთა ნეოტენიის გზით წარმოშობის სასარგებლოდ ისიც მეტყველებს, რომ უფრო პრიმიტიულ მცენარეულ ორგანიზმებში, როგორიცაა: Magnoliales და Trochodendrales, ბალახოვანი მცენარეები უფრო იშვიათი შემთხვევაა, ვიდრე ფილოგენეტურად უფრო სრულყოფილ ჯგუფებში Asterales, Lamiales, Peoales. ამ უკანასკნელებში ბალახოვან ფორმებს გაბატონებული მდგომარეობა უკავიათ.

ნეოტენიის მეტად მნიშვნელოვანი ევოლუციური თავისებურება ის არის, რომ ამ გზით ონტოგენეზური განვითარების ციკლიდან უფრო მეტად ამოვარდება ღრმად სპეციალიზებული ეტაპები. ამით ის ხსნის ევოლუციის ვიწრო სპეციალიზებულ შეზღუდულობას და ამცირებს ევოლუციური ჩიხების არსებობას.

ნეოტენიის ევოლუციური მნიშვნელობა იმაშიც გამოიხატება, რომ იგი ამცირებს თაობათა წარმოქმნის დროის ხანგრძლივობას, იძლევა ასტრონომიული დროის მანძილზე გენერაციული განახლების სწრაფ შესაძლებლობებს. ნეოტენიის ორივე თავისებურება ევოლუციურად უფრო პლასტიკურს ხდის შესაბამისი ჯგუფის ორგანიზმებს, საშუალებას აძლევს, უფრო ეფექტურად შეეგუონ ცვლად გარემო პირობებს. ასე რომ, ნეოტენიური პროცესები აქტიურებენ შესაბამისი ბიოლოგიური დაჯგუფებების ევოლუციურ შესაძლებლობებს. ამასთანავე, ნეოტენიური ევოლუციის დროს თითქმის არ არსებობს შესაბამის ჯგუფებს შორის გარდამავალი ფორმები. განვითარების ემბრიონიზაციასა და ნეოტენიასთან დაკავშირებული ცვლილებების ძირითადი შედეგები მოცემულია № 3 ცხრილში:

ცხრილი 3

ონტოგენეზის ემბრიონიზაციასთან დაკავშირებული ცვლილებები მცენარეებსა და ცხოველებში

(იაბლოკოვისა და იუსუფოვის მიხედვით)

ემბრიონიზაციის ნიშნები	ცხოველები	მცენარეები
ჩანასახის დაცვა	კვერცხის გარსების ჩამოყალიბება, კვერცხის მომარაგება სარეზერვო საკვებით, მცირე კვერცხის შეცვლა დიდით.	თესლის კანის ჩამოყალიბება, ჩანასახის მომარაგება საკვებით, მცირე თესლის შეცვლა მსხვილით
თაობებზე ზრუნვა	კვერცხზე ჯდომა გამოსაჩეკად, შვილების შობა, ბუდის შენება, ინდივიდუალური გამოცდილების გადაცემა თაობებისათვის და ა.შ.	თესლის დაცვა ნასკვის საშუალებით (შემაგალი ნაყოფით), ვეგეტაციური ჩანასახის განვითარება დედა ორგანიზმის „პატეკუნობის" გზით.
განვითარების ციკლის გამარტივება	მეტამორფოზული განვითარებიდან პირდაპირ განვითარებაზე გადასვლა; ნეოტენია	გამეტოფიტის რედუქცია და სპოროფიტის გაძლიერება; ნეოტენია
შინაგანი გარემოს როლის გაძლიერება	პლაცენტის, ამნიონის, ალანტოისისა და ცოცხალმშობიარობის წარმოშობა	ზიგოტის განვითარების გადასვლა ჩანასახის პარკში

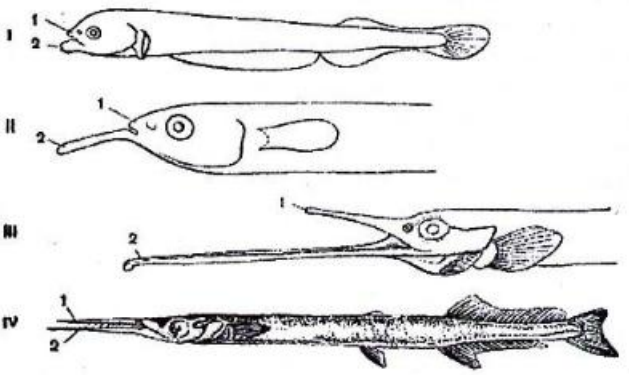
ონტოგენეზის ევოლუციური განვითარების თავისებური გამოხატულებაა ***ფილემბრიოგენეზები.***

როგორც აღნიშნული იყო, ჰეკელის ბიოგენეტიკური კანონის ერთ-ერთი ძირითადი ნაკლი მისი მექანიკური ხასიათით აიხსნება. ჰეკელი თვლიდა, რომ ახალი ფილოგენეტური ნიშნები ყალიბდებიან მხოლოდ ონტოგენეზის ბოლო ეტაპზე, ზრდასრულ ორგანიზმებში ე.წ. ახალი ნიშნების მიშენების გზით. დარვინი, მიულერი, სევერცოვი, შმალჰაუზენი და სხვები მიიჩნევდნენ, რომ ისევე, როგორც ონტოგენეზში აისახება ფილოგენეზი, ონტოგენეზიც წარმოადგენს ფილოგენეზის საფუძველს. ახალი ფილოგენეტური ხასიათის ცვლილებები შეიძლება აღმოცენდეს ონტოგენეზის არა მარტო ბოლო, არამედ ნებისმიერ სხვა ეტაპზეც. ონტოგენეზში მიმდინარე მორფოფიზიოლოგიური ცვლილებები, რომლებიც ინარჩუნებენ მდგრად ხასიათს და იძენენ ფილოგენეტურ მნიშვნელობას, სევერცოვის მიერ წოდებული იქნა ფილემბრიოგენეზებად. იმისდა მიხედვით, თუ ონტოგენეზის რომელ ეტაპზე ხდება ფილოგენეტური

მნიშვნელობის ცვლილებები, გამოყოფენ მის სამ სახეს: *ანაბოლია, დეგენერაცია* და *არქალაქსისი.*

ანაბოლია (ბერძნ. anabole-ასვლა, დაშენება). ეს ისეთი ფილემბრიოგენეზური ცვლილებაა, რომელიც ხდება ონტოგენეზის ბოლო სტადიებზე. აქ საქმე გვაქვს ახალი ნიშნების ჰეკელისეული მიშენების წესთან. ამ ტიპის ფილემბრიოგენეზები საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში. ყოველი ახალი ანაბოლიის შედეგად განვითარების წინა ანაბოლური სტადიები, თითქოს თანდათანობით ინაცვლებენ ონტოგენეზის სიღრმეში.

ანაბოლიის მაგალითად იხილავენ ყბების განვითარებას თევზ სარგანში. 10 მმ სიგრძის ჩანასახში ქვედა ყბა ოდნავ გამოწეულია. ასეთი ფორმები დღესაც არსებობენ ბუნებაში და მათ ათერინკებს უწოდებენ. როცა ჩანასახი აღწევს 21 მმ-ს, ქვედა ყბა რამდენჯერმე გრძელდება ზედა ყბასთან შედარებით. როცა ემბრიონი ზომით 3 სმ-ია, ზრდას იწყებს ზედა ყბაც. ასეთი ფორმები ბუნებაში ცნობილია გემირამფუსის სახელწოდებით (Hemiramphus sajor). შემდეგი საფეხური უკვე არის თანამედროვე სარგანი (სურ. 55). ანაბოლის მაგალითია თევზ



სურ. 55. თევზ სარგანის (Beloneacus) განვითარების თანმიმდევრული ეტაპები
I — 10 მმ სიგრძის; II — 21 მმ სიგრძის; III — 91 მმ სიგრძის; IV — ზრდასრული თევზი.
1 — ზედა ყბა; 2 — ქვედა ყბა.

ზღვის მამალში (Trigla pastinaca) მკერდის ფარფლის განვითარება, რაც დასაწყისში ისევე მიმდინარეობს, როგორც სხვა თევზებში. შემდეგ ანაბოლიის გზით წინა სამი სხივი წაიზრდება და ღებულობს თითისმაგვარი დანამატების სახეს.

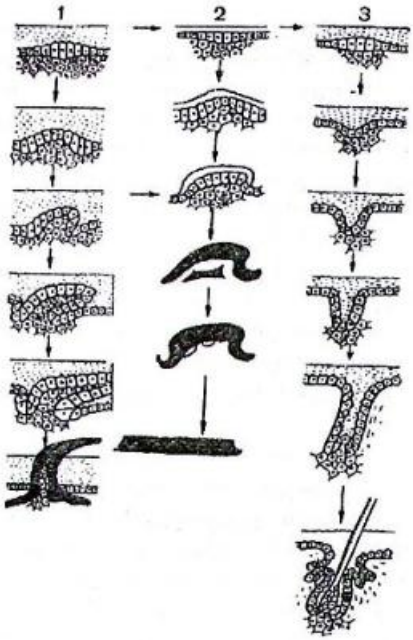
მცენარეებში ანაბოლიის მაგალითია მსხვილფოთოლა პალმებში ფოთლის განვითარება, რომელიც ჩანასახოვან მდგომარეობაში ჯერ ტიპურია, ხოლო ბოლო სტადიაზე ხდება მისი დანაწევრება მარაოს მსგავს წარმონაქმნებად.

ფილემბრიოგენეზის ანაბოლური გზა შედარებით ნაკლებ ევოლუციურ მსხვერპლთან არის დაკავშირებული. ონტოგენეზის ბოლოს მომხდარი ცვლილებები შედარებით ნაკლებად ახდენენ უარყოფით გავლენას ორგანიზმის საერთო ცხოველმყოფელობაზე. ამიტომაც, ანაბოლია საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში.

დევიაცია (ლათ. deviation— გადახრები შუა სტადიაზე) დაკავშირებულია ონტოგენეზის შუა სტადიებზე მომხდარ ფილოგენეტური ხასიათის ცვლილებებთან. ასეთ შემთხვევაში ემბრიონული განვითარების შუალედურ სტადიებზე მომხდარი ძლიერი საჩასანახო გადახრები იძენენ ევოლუციურ მნიშვნელობას და მაგრდებიან სათანადო ფილოგენეტურ ჯგუფებში.

დევიაციის კარგი მაგალითია რქოვანი ქერცლის ჩამოყალიბება რეპტილიებში. დასაწყისში ეს პროცესები თევზებში პლაკოიდური ქერცლის ჩამოყალიბების მსგავსია. ემბრიოგენეზში ამ ნიშნის ორგანოგენეზის შუა სტადიაზე, როცა ხდება ეპიდერმისის შრის შესქელება, რეპტილიების ქერცლის განვითარება არსებითად იცვლება თევზების ქერცლის განვითარებასთან შედარებით (სურ. 56). ხდება ქერცლის გარქოვანება, რაც ხმელეთის პირობებში ცხოვრებისადმი შეგუებულობას წარმოადგენს.

ა. ტახტაჯიანის აზრით, მცენარეებში დევიაციის გზით ყალიბდება ტუბერები და ბოლქვები. გვიმრანაირების მთლიანი ფოთლები წარმოშობილია დევიაციის გზით მათი წინაპრების დანაწევრებული ფოთლებისაგან.



სურ. 56. ფილემბრიოგენეზების (დევიაცია, არხალაქსისი) სქემა ქერცლებისა და ბეწვის განვითარების მაგალითზე.
1 — პლაკოიდური ქერცლის განვითარება ზღვაში;
2 — რქოვანი ქერცლის განვითარება ხმელეთში;
3 — ბეწვის განვითარება ძუძუმწოვრებში.

არქალაქსისი (ბერძნ. arche - საწყისი, alacxis - შეცვლა) ისეთი ტიპის ფილოგენეტური ცვლილებაა, რომლიც ხდება ჩანასახის განვითარების ადრეულ სტადიებზე. ასეთი ცვლილებები ყოველთვის ტოვებენ ღრმა კვალს ორგანიზმის ზოგად თავისებურებებზე. ამიტომაც, ევოლუციის ეს გზა შედარებით ნაკლებადაა გავრცელებული. ასეთი გზით ხდება უმეტესად ახალი ტიპის ორგანოების წარმოშობა (რომლებიც წინაბრებს არ ახასიათებდათ). ძლიერია ამ ტიპის ცვლილებების კორელაციური გავლენა ორგანიზმის საერთო მდგომარეობაზე. არქალაქსისის მაგალითებია ძუძუმწოვრებში ბეწვიანი საფარვე-

ლის წარმოშობის თავისებურებანი (რაც თევზებში ქერცლების განვითარებასთან შედარებით უფრო ადრე ხორციელდება ემბრიოგენეზში) (სურ. 56), გველებში ხერხემლის მალების გაზრდა და სხვა. თვლიან, რომ მცენარეებში არქალაქსისის გზით ორლებნიანებისაგან წარმოიშვნენ ერთლებნიანები.

ფილემბრიოგენეზური ცვლილებების ევოლუციური შედეგები საკმაოდ სპეციფიკურია. არქალაქსისური გარდაქმნების დროს ხდება ისეთი ახალი სტრუქტურების ჩამოყალიბება, რომლებიც არ გააჩნდა შესაბამისი ჯგუფის ევოლუციურ წინაპრებს. დევიაციის დროს ხდება არსებული სტრუქტურების გარდაქმნა, ხოლო ანაბოლიის დროს — შესაბამისი სტრუქტურები განიცდიან შემდგომ ევოლუციურ სრულყოფას.

ფილემბრიოგენეზური ცვალებადობის განხილული სახეების გენეტიკური საფუძვლები შედარებით მსგავსია. ასეთი ცვლილებები ყველა შემთხვევაში დაიყვანება შესაბამისი ნიშნებისა და პროცესების მადეტერმინანტებელი გენების ცვლილებებამდე. თუ გენები ფუნქციონირებდნენ ემბრიონული განვითარების ადრეულ ეტაპებზე, მაშინ მათში მომხდარი მუტაციები იწვევენ არქალაქსისურ თუ დევიაციურ გარდაქმნებს. ანაბოლიის დროს იცვლება ისეთი გენები, რომლებიც ამთავრებენ ემბრიონული განვითარების პროცესებს. ასეთი ცვლილებების ფილოგენეზურად დაშავრების შესაძლებლობები დამოკიდებულია გენეტიკურ აპარატში მომხდარი სათანადო ცვლილებების ადაპტურ სარგებლიანობაზე. აქ იგულისხმება, როგორც მუტაციის უშუალო შედეგის ბიოლოგიური სარგებლიანობა, ასევე მათი კორელაციური გავლენის სარგებლიანობა ონტოგენეზური განვითარების საერთო მსვლელობაზე.

საკითხის ამდაგვარი ინტერპრეტაცია სავსებით გასაგებს ხდის ფილემბრიოგენეზების არსებობის შესაძლებლობას თანამედროვე გენეტიკის მიღწევების შესაბამისად.

სიცოცხლე და მისი წარმოშობა დედამიწაზე

წარმოდგენების განვითარება სიცოცხლის არსის შესახებ

სიცოცხლის რაობისა და წარმოშობის საკითხი ბიოლოგიის ერთ-ერთი ცენტრალური პრობლემაა. იგი ოდითგანვე იყო ადამიანისათვის ყველაზე საინტერესო და ამასთანავე, გადაუჭრელი საკითხი. ამ პრობლემებზე პირველი მოსაზრებები მომდინარეობს უძველესი ინდოეთიდან და ჩინეთიდან. საინტერესო გამონათქვამები არსებობდა იმდროინდელ საბერძნეთსა და რომში. უძველესი ფილოსოფოსები ბუნებისმეტყველებიც იყვნენ. ზოგად მსოფლმხედველობრივ პრობლემებზე მსჯელობის დროს მათ წინაშე თითქმის ყოველთვის ისმებოდა კითხვები: რა არის სიცოცხლე და როგორ წარმოიშვა იგი? რა განასხვავებს ცოცხალ სხეულებს არაცოცხალისაგან? რაში მდგომარეობს ცოცხალის თვისობრივი სპეციფიკა? რა საიდუმლოებაა ცოცხალისათვის დამახასიათებელ ისეთ თავისებურებებში, როგორიცაა: გამრავლება ანუ თვითგანახლება, ზრდა, კვება, მობერება, სიკვდილი, შეგუებულობა გარემოსადმი, სრულყოფისა და განვითარების უნარი და მრავალი სხვა. ბუნებრივია, სხვადასხვა ეპოქაში ცივილიზაციის დონის შესაბამისად, ადამიანებს სხვადასხვა პასუხი გააჩნდათ აღნიშნულ კითხვებზე. თუმცა, თითქმის ყველა დროში, დასაბუთების განსხვავებული ხარისხით, მაგრამ მაინც ამ კითხვებზე არსებობდა ორგვარი პასუხი: მატერიალისტური და იდეალისტური. პირველი აღიარებს სიცოცხლის მატერიალურობას, რადგანაც მას მიიჩნევს არაცოცხალი მატერიის ნაწილად, მის მაღალორგანიზებულ (განვითარების შედეგად წარმოქმნილ) ფორმად. იდეალიზმი კი პირიქით, თვლის, რომ სიცოცხლის თვისობრივი თავისებურება მის არამატერიალურობაში მდგომარეობს და იგი დაკავშირებულია სულთან, რომელიც ღვთაებრივი წარმოშობისაა.

სიცოცხლის შესახებ იდეალისტური შეხედულებები მკაფიოდ გამოიხატა პლატონის შრომებში. მან სიცოცხლე განიხილა, როგორც სულისა და სხეულის ერთიანობა და ჩათვალა, რომ ცოცხალში პირველადი და მთავარია სული, რომელიც ღვთაებრივია და უკვდავია, სხეული კი მიწიერია და

მომაკვდავი. როცა კვდება ცოცხალი, სული ახალ სხეულში გადადის.

მართალია, აღიარებს სულს, მაგრამ სულის გაგების საკითხში მატერიალიზმს ამკვიდრებს ანტიკური პერიოდის უდიდესი ენციკლოპედისტი დემოკრიტე. მან სულის აღიარება დაუკავშირა თავის ატომისტურ თეორიას და ჩათვალა, რომ სული — ეს არის მსუბუქი, მრგვალი და სწრაფად მოძრავი ატომების კომბინაცია. მისი აზრით, სული მოკვდავია, რადგანაც მას სიკვდილი ესმოდა, როგორც სხეულებისა თუ სულის დაშლა შემადგენელ ატომებად.

სიცოცხლის რაობის საკითხს შეეხო ანტიკური პერიოდის „აზრთა გოლიათი" არისტოტელეც. მისი აზრით: „სიცოცხლე არის კვება, ზრდა და მობერება, რომლის მიზეზიც არის ენტელექია — პრინციპი, რომლის მიზანი თავის თავშია მოცემული". არისტოტელემ სიცოცხლის სპეციფიკა დაუკავშირა რაღაც შინაგანი პრინციპის ანუ იგივე სულის აღიარებას, რომელიც განსაზღვრავს სიცოცხლის მიზანს. მართალია, სასიცოცხლო თავისებურებებს სული განსაზღვრავს, მაგრამ არისტოტელეს ენტელექია არ არის უკვდავი. ის არ არსებობს სხეულის გარეშე და კვდება სხეულთან ერთად.

ბიოლოგთა უმრავლესობას შედარებით ნაკლებად აინტერესებს ცოცხალის თვისობრივი სპეციფიკის ფილოსოფიური მხარე. ისინი სიცოცხლის თვისობრივ ბუნებას, პირველყოვლისა, თვით ცოცხალის ძირითადი სასიცოცხლო პროცესების თავისებურებებს უკავშირებენ. ცნობილი ბიოლოგი ჟ.ბ. ლამარკი ცოცხალისა და არაცოცხალის თვისობრივ განსხვავებას იმაში ხედავს, რომ ცოცხალი ხასიათდება „აღდგენის, განახლებისა და ზრდის უნარით და საჭიროებს კვებას".

საზოგადოების განვითარების მთელი ისტორიის მანძილზე სიცოცხლის რაობის საკითხებზე იდეალისტურ და მატერიალისტურ შეხედულებათა დაპირისპირება მარადიულ პრობლემად რჩება. დღესაც არსებობს აზრთა სერიოზული სხვადასხვაობა. ერთნი (მორწმუნეები) სიცოცხლის უნარს ღმერთის ძალას უკავშირებენ და თვით სიცოცხლეს ღვთაებრივ შემოქმედებად თვლიან. მეორენი, ვინც აღიარებს ბუნებაში მატერიალური ძალების პრიორიტეტს, თვლიან, რომ სიცოცხლე

მატერიალურია, იგი მაღალორგანიზებული მატერიის თვისებაა. სიცოცხლე არ არის მარადიული და იგი შეიქმნა მატერიის განვითარების გარკვეულ ეტაპზე. ამ კონცეფციით მაღალორგანიზებულმა მატერიამ სიცოცხლეში თავისი არსებობა გამოავლინა და შესაბამისად, სიცოცხლეც მაღალორგანიზებული მატერიის არსებობის ფორმად წარმოგვიდგება.

სიცოცხლის მატერიალისტური გაგების კონცეფცია შემოგვთავაზა ფ.ენგელსმა. ის ასაბუთებს ცოცხალი და არაცოცხალი მატერიის ერთიანობას. მისი აზრით, არაცოცხალ და ცოცხალ მატერიაში ქიმიური ელემენტების იგივეობა და ენერგიისა და ნივთიერებათა ცვლის ურთიერთგადასვლა მათი წარმოშობის ერთიანობაზე მიუთითებს.

ენგელსის აზრით, მართალია, სიცოცხლე მატერიალურია, მაგრამ მას, როგორც მაღალორგანიზებულ მატერიას, ახასიათებს თვისობრივი თავისებურება. მეცნიერების განვითარების მაშინდელი დონის შესაბამისად, ენგელსი სიცოცხლის თავისებურებას ცილოვანი სხეულების არსებობას უკავშირებს. მისი აზრით, სიცოცხლე არის ცილოვან სხეულთა არსებობის წესი, რომლის არსებით მომენტს წარმოადგენს ნივთიერებათა მუდმივი ცვლა გარემომცველ ბუნებასთან. ნივთიერებათა ცვლის შეწყვეტასთან ერთად იწყება ცილების ხრწნა და კვდება ცოცხალი. მაშასადამე, ცილამ რომ შეინარჩუნოს არსებობა, ის არ უნდა იხრწნებოდეს, ხოლო რომ არ იხრწნებოდეს, გამუდმებულ ნივთიერებათა ცვლას უნდა ახდენდეს გარემოსთან, ე.ი. ის ცოცხალი უნდა იყოს.

ნივთიერებათა ცვლა ენგელსს წარმოდგენილი აქვს, როგორც გარემოსთან ურთიერთობაში დიამეტრულად საწინააღმდეგო პროცესების — ***ასიმილაციისა*** და ***დისიმილაციის*** დიალექტიკური ერთიანობა.

ასიმილაცია — ეს არის ცოცხალის მიერ ახლის შენების პროცესი. რომლის დროსაც იზრდება თვით ორგანიზმიც. დისიმილაცია კი პირიქით, ნიშნავს ცოცხალში მიმდინარე დაშლის პროცესების ერთიანობას, რომლის დროსაც თავისუფლდება ორგანულ ნივთიერებებში ქიმიურად აქტიური კავშირების სახით აკუმულირებული პოტენციური ენერგია. ენგელსის აზრით, სიცოცხლე ასიმილაციისა და დისიმილაციის

მთლიანობაა. აქედან გასაგები ხდება ენგელსის ცნობილი გამოთქმა „სიცოცხლე — მაშასადამე სიკვდილი“. გამოდის, რომ ნივთიერებათა ცვლა სიცოცხლის აუცილებელი პირობაა. ენგელსი ამბობს, რომ ნივთიერებათა ცვლას ადგილი აქვს არაცოცხალ ბუნებაშიც, მაგრამ იგი ბრინციპულად განსხვავდება ნივთიერებათა ცვლისაგან ცოცხალ სამყაროში. არაცოცხალი სხეულებიც იცვლებიან, იშლებიან და კომბინირდებიან ბუნებრივი პროცესების მსვლელობის შედეგად, მაგრამ ამასთანავე, ისინი აღარ რჩებიან იმად, როგორიც იყვნენ წინათ. კლდე, რომელმაც განიცადა გამოფიტვა, უკვე აღარ არის კლდე, მეტალი ჟანგვის შედეგად გადაიქცა ჟანგად. გამოდის, რომ რაც არაცოცხალ სხეულებში დაშლის (გაქრობის) მიზეზია, ცოცხალში მისი არსებობის ძირითადი საშუალებაა. როგორც კი ცილოვან სხეულში წყდება შემადგენელი ნივთიერებების გარდაქმნები — შენებისა და დაშლის მუდმივი ცვლა, — ამ მომენტიდან თვით ცილოვანი სხეულიც წყვეტს თავის არსებობას, ის იხრწნება, ე.ი. კვდება. მაშასადამე, ნივთიერებათა ცვლა არაცოცხალ სხეულში მისი მოსპობის საშუალებაა, ხოლო ცოცხალში — მისი არსებობის პირობას წარმოადგენს.

ამრიგად, ენგელსის განმარტებით, სიცოცხლე დედამიწაზე დაკავშირებულია ცილოვან სხეულებთან და ამასთანავე, სიცოცხლის არსი მდგომარეობს ცილების არსებობის წესში (საშუალებაში), რაც იგივეა, ცილოვანმა სხეულებმა შეინარჩუნონ არსებობა. ეს კი უზრუნველყოფილია ცოცხალში შემავალი ცილის უწყვეტი ნივთიერებათა ცვლით გარემო ბუნებასთან, ე.ი. ასიმილაციითა და დისიმილაციით.

სიცოცხლის არსზე ენგელსისეული წარმოდგენა რიგი ნაკლოვანებებით ხასიათდება, მაგრამ იგი შეიცავს ბევრ საინტერესო დეტალსაც და ზოგიერთი მათგანი არ იმსახურებს დავიწყებას.

საქმე იმაშია, რომ ენგელსის შემდეგ ბიოლოგიური მეცნიერება სწრაფი ნაბიჯებით წავიდა წინ. ტექნიკის განვითარებამ, ფიზიკის, ქიმიისა და მათემატიკის მეთოდების გამოყენებამ ბიოლოგიაში შესაძლებელი გახადა სიცოცხლისა და სასიცოცხლო პროცესების სპეციფიკის შესწავლა მოლეკულურ დონეზე. თანამედროვე მოლეკულური ბიოლოგიის ყველაზე დიდ

მიღწევად უნდა ჩაითვალოს დნმ-ას მემკვიდრული როლის დასაბუთება.

დღეს უკვე ყველასათვის ნათელია, რომ ორგანიზმში მიმდინარე ყოველგვარი ბიოქიმიური გარდაქმნა, რის შედეგადაც სინთეზირდება ცოცხალის სტრუქტურული ნაწილები, რეგულირდება ფერმენტების მოქმედებით. ფერმენტები წარმართავენ იმ ბიოქიმიური გარდაქმნების ჯაჭვებს, რომლის შედეგადაც ყალიბდება ორგანიზმის ესა თუ ის ნიშანი ან თვისება.

თვით ფერმენტები ცილოვანი ბუნებისაა და მათი თავისებურებანი განისაზღვრება პოლიპეპტიდურ ჯაჭვებში ამინომჟავების თანმიმდევრობითა და რაოდენობით. ამ უკანასკნელს კი განსაზღვრავს გენეტიკური კოდი ანუ შესაბამის გენებში ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის სახით ჩაწერილი მემკვიდრული ინფორმაცია. გამოდის, რომ ცოცხალ'ში ცილების (ფერმენტების) შექმნას თუ კვლავგანახლებას მთლიანად განსაზღვრავს გენეტიკური ინფორმაცია, რომელიც კოდირებულია გენებში (დნმ-ას მოლეკულებში).

ბუნებრივია, ყოველივე ეს ენგელსისათვის უცნობი იყო. ამიტომაც, ის სიცოცხლის თვითგანახლების უნარს მხოლოდ ცილოვან სხეულებს უკავშირებდა. იგი წერს: „სიცოცხლე არის ცილოვანი სხეულების არსებობის წესი და ეს წესი ამ სხეულების ქიმიური შემადგენელი ნაწილების მუდმივ თვითგანახლებაში მდგომარეობს".

რამდენადაც ცილოვან მოლეკულებს თვითგანახლების ანუ თავისი თავის სინთეზის უნარი არ გააჩნიათ, ამდენად, სიცოცხლის სპეციფიკის დაყვანა ცილოვან სხეულებამდე ენგელსისეული განმარტების ერთ-ერთი მთავარი შეზღუდულობაა.

ცილებისა თუ სხვა ქიმიური კომპონენტების კვლავგანახლება ცოცხალ ორგანიზმში დნმ-აში ჩაწერილი გენეტიკური კოდის საფუძველზე ხდება, ამიტომაც, სიცოცხლის სპეციფიკური თავისებურებანი, პირველყოვლისა, დაკავშირებულია ნუკლეინის მჟავებთან.

მაგრამ საქმე იმაშია, რომ არც ნუკლეინის მჟავებს შეუძლიათ ცილების (ფერმენტების) გარეშე თავისი ფუნქციების შესრულება. როგორც დნმ-ას კვლავწარმოქმნის, ასევე მასში

ჩაწერილი ცილის სინთეზისათვის საჭირო ინფორმაციის რეალიზაციის პროცესში აუცილებლად მონაწილეობენ სპეციფიკური ფერმენტები. ამიტომაც სიცოცხლე, როგორც გამუდმებული, რეგულირებადი დაშლა-აღდგენის პროცესების ერთობლიობა, გაგებული უნდა იქნეს, როგორც ცილისა და მისი რესინთეზისათვის საჭირო ინფორმაციის მატარებელი ნივთიერების — დნმ-ის ერთიანობა.

გარკვეულ ეჭვს იწვევს ენგელსისეული აზრი იმის შესახებაც, რომ ნივთიერებათა ცვლის შეწყვეტა ნიშნავს ცოცხალის სიკვდილს. თანამედროვე ტექნიკის პირობებში (თხევად აზოტში გაყინვისას) შეიძლება ცოცხალმა სტრუქტურამ შეინარჩუნოს სიცოცხლის უნარი. სწორედ ამას ემყარება აშშ-ის ქალაქ ფორმინგდეილში უკვე 50 წლის ისტორიის მქონე სპეციალური კლინიკის არსებობა, რომლის 200-ზე მეტი პაციენტია გაყინული და ელოდება, თუ როდის შეძლებს მედიცინა შესაბამისი დაავადებების განკურნებას, რომ დადგეს მათი გაცოცხლების დრო.

ყოველივე ზემოთქმულის გამო, მეცნიერთა ჯგუფი სრულიად მიუღებლად თვლის ენგელსისეულ წარმოდგენას სიცოცხლის არსის შესახებ. ისინი მიიჩნევენ, რომ სიცოცხლე არის სპეციფიკური (ცოცხალისათვის დამახასიათებელი) ინფორმაციისა და ენერგიის შენახვისა და რეალიზაციის პროცესი.

დღეისათვის უფრო მიღებულად ითვლება, რომ სიცოცხლე განვიხილოთ, როგორც ღია სისტემა, ე.ი. ისეთი სისტემა, რომელშიც გამუდმებული გარდაქმნები, შემადგენელი ნაწილების ცვლილებები მიმდინარეობს გარემოსთან ურთიერთობაში, რაც თვით სისტემის მდგრადობის ანუ არსებობის აუცილებელი პირობაა. ცოცხალი, როგორც ღია სისტემა, წარმოადგენს მოლეკულების (დნმ, ცილები, ფოსფორორგანული ნაერთები და სხვა) ისეთ ერთიანობას, რომელსაც გარემოსთან ურთიერთობის პროცესში ახასიათებს თვითრეგულირებისა და განვითარების უნარი, რომლის საფუძველს წარმოადგენს სპეციფიკურ ნივთიერებათა, ენერგიისა და ინფორმაციის კოდირება, შენახვა და რეალიზაცია. როგორც ვხედავთ, სიცოცხლის თვისობრივი სპეციფიკის განსაზღვრაში უმთავრეს როლს მემკვიდრული ნივთიერება ასრულებს. ასევე

აშკარაა მისი მთავარი მნიშვნელობა ცოცხალის ყველა ძირითადი თავისებურების რეგულირებაში, როგორიცაა: თვითგანახლება, ნივთიერებათა ცვლა, გარემოსთან შეგუება, მრავალფეროვნება, განვითარების უნარი და სხვა. საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ცოცხალის უმთავრესი თვისება — თავისივე მსგავსის წარმოქმნა დნმ-ას ავტორეპლიკაციას ეფუძნება. მისი მოლეკულების კვლავგანახლება ხდება საფუძველი დედა უჯრედის მსგავსი გენეტიკური აპარატის მქონე შვილეული უჯრედების წარმოქმნისათვის. ეს განსაზღვრავს შთამომავლობის იდენტურობასაც უსქესო გამრავლების დროს.

მემკვიდრულ ნივთიერებაში (დნმ) ჩაწერილი ინფორმაცია განსაზღვრავს ცოცხალის მეორე აუცილებელ თვისებასაც — ნივთიერებათა ცვლას. მასში, ჩვეულებრივ, გულისხმობენ ცოცხალში მიმდინარე პლასტიკურ ცვლას — ასიმილაციურ პროცესებს, რასაც შედეგად მოჰყვება ცოცხალი ნივთიერების, უჯრედისა და ორგანიზმული სტრუქტურების შენების პროცესი. ცოცხალში ყოველგვარი შენებისთავის საჭირო პროგრამა მემკვიდრულადაა დეტერმინირებული. ნივთიერებათა ცვლის მეორე აუცილებელი მხარეც — ენერგეტიკული ცვლა (დისიმილაცია) ასევე მემკვიდრული პროგრამის წყალობით მიმდინარეობს. სხვანაირად ასეთი პროცესები ვერ შეინარჩუნებდნენ ტიპურ ხასიათს.

რაც შეეხება გარემოსთან ცოცხალის შეგუებასა და მრავალფეროვნების ზრდას, ისინი დაკავშირებული არიან არა მარტო მემკვიდრულ სტაბილურობასთან, არამედ მის აუცილებელ ცვალებადობასთან. ასეთი თანაფარდობის გარეშე ვერ მოხდებოდა ცოცხალის ვერც ევოლუციური და ვერც მისი მემკვიდრული მასალის კვლავწარმოქმნისა და ნივთიერებათა ცვლის პროცესების სრულყოფა. მსგავსი პოზიციებიდან სრულიად გამართლებული ჩანს კ. უოდინგტონის სიტყვები: „სისტემას შეიძლება ეწოდოს ცოცხალი, თუ მასში კოდირებულია მემკვიდრულად გადაცემის უნარის მქონე ინფორმაცია, რომელიც ზოგჯერ განიცდის ცვლილებებს და ასეთი შეცვლილი ინფორმაციაც ასევე მემკვიდრულია“.

შეხედულებათა განვითარება სიცოცხლის წარმოშობის შესახებ

დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობის საკითხის გარკვევას ადამიანი ცდილობდა ყველა დროში, ამიტომაც ამ საკითხების ირგვლივ დაგროვდა უამრავი ჰიპოთეზა და მოსაზრება. განსხვავებულ მოსაზრებათა სიმრავლეს თვით სიცოცხლის წარმოშობის საკითხის სირთულე განაპირობებს. საქმე იმაშია, რომ ელემენტარული ცოცხალი იმდენად ფაქიზი იყო, რომ გეოლოგიურმა მატიანემ ვერ შემოგვინახა მათი ნამარხები. ამიტომაც, შეხედულებები იმის შესახებ, თუ როგორ მოხდა ელემენტარული ცოცხალის ჩამოყალიბება, ძირითადად ეფუძნება შეხედულებებსა და ჰიპოთეზებს, რაც ნაყოფიერ ნიადაგს უქმნის სხვადასხვა სახის — ურთიერთსაპირისპირო და სპეკულაციური მოსაზრებების განვითარებას.

პირველი შეხედულებები სიცოცხლის თვითნებური ჩასახვის (თვითჩასახვის) აღიარებასთან იყო დაკავშირებული. არისტოტელე თვლიდა, რომ ჭიები, თხუნელები და თაგვები ჩაისახებიან შლამისაგან, თევზები და ამფიბიები — წყლისაგან, ხოლო მწერები და ზოგიერთი სხვა უსისხლო — ლპობადი მასისაგან.

სიცოცხლის წარმოშობის თვითჩასახვის იდეამ დიდხანს იბატონა მეცნიერებაში. XVIII საუკუნეში შვეიცარიელი ექიმი ვილჰელმ ბარაცელსი იმასაც კი ასაბუთებდა, რომ ჰომუნკულუსიც (პატარა კაცუნა) კი შეიძლება თვითნებურად ჩაისახოს. იგი იძლეოდა საამისო რეცეპტსაც, რომ თუ შარდს მოვათავსებთ დამბალ გოგრაში, შემდეგ გადავიტანთ ცხენის კუჭში და ვკვებავთ სისხლით, მასში ჰომუნკულუსი ჩაისახებაო.

ლუბისა და მიკროსკოპის გამოყენებამ ნათელი გახადა ცოცხალ ორგანიზმთა აგებულების სირთულე. გაჩნდა ეჭვი მათი თვითჩასახვის გზით წარმოშობის შესახებ. იტალიელი ანატომი ფრანჩესკო რედი (1628-1697) შეეცადა, ცდებით დაესაბუთებინა მწერების თვითჩასახვის შესაძლებლობა, დაამტკიცა კი საწინააღმდეგო. მან ახალი ხორცი პატარა ნაჭრების სახით მოათავსა ცალ-ცალკე სინჯარაში და ზოგს მარლა გადააფარა, ზოგიც კი ღიად დატოვა. რამდენიმე დღის შემდეგ ნახა, რომ

ღიად დატოვებულ სინჯარებში ხორცზე მატლები გაჩნდა, მარლადახურულში კი მსგავსი რამ არ შეიმჩნეოდა. ამით ის დარწმუნდა, რომ მატლები ხრწნად ხორცში კი არ ჩაისახებიან, არამედ იჩეკებიან მწერების მიერ იქ დადებული კვერცხებისაგან. ამ ცდით დასაბუთდა, რომ ისეთი მაღალგანვითარებული ცხოველები, როგორიცაა მწერები, თვითჩასახვით არ წარმოიშობიან.

XVII-XVIII საუკუნეების მიჯნაზე ანტონ ვან ლევენჰუკმა აღმოაჩინა ერთუჯრედიანთა სამყარო (Protozoa). მაშინვე გაჩნდა აზრი, რომ თუ მაღალგანვითარებული ორგანიზმები თვითჩასახვის გზით არ წარმოიშობიან, ასეთი გზით ხდება უმარტივესი — ერთუჯრედიანი ორგანიზმების თვითჩასახვა. ასეთი მოსაზრების ცდისეული დასაბუთება სცადა ინგლისელმა მეცნიერმა ნიდჰემმა. მას შეეკამათა იტალიელი ლორენცო სპალანცენი. ასე რომ, საკითხი ერთუჯრედიანების თვითჩასახვის გზით წარმოშობის შესახებ გაურკვეველი დარჩა.

მიკრობების თვითჩასახვის გზით წარმოშობის საკითხის გარკვევაში ახალი ეპოქა დაიწყო ფრანგმა მიკრობიოლოგმა ლუი პასტერმა. ის თავდაბირველად დარწმუნებული იყო მიკრობების თვითჩასახვის გზით წარმოშობის შესაძლებლობაში. შეეცადა კიდეც ცდით დაესაბუთებინა, მაგრამ მის მიერ ჩატარებული ორიგინალური ექსპერიმენტების შედეგებმა იგი სრულიად საწინააღმდეგო შედეგებამდე მიიყვანეს.

პასტერმა ბულიონი (ხორცის ნახარში) მოათავსა მინის კოლბაში, რომელსაც თავი მირჩილული ჰქონდა. კოლბას ყელთან გვერდზე გაკეთებული ჰქონდა S-ისებური მილი, რომლის ბოლოც ღია იყო. ბულიონს ადუღებდა და ინახავდა. ნახა, რომ ადუღების შემდეგ ბულიონი არ იხრწნებოდა და მასში არც მიკრობები ჩაისახებოდნენ. როცა კოლბას S-ისებური მილი მოატეხა, ნახა, რომ ბულიონმა ძალიან სწრაფად დაიწყო გახრწნა და მასში გაჩნდნენ მიკროორგანიზმები. ასეთივე შედეგი მიიღო, როცა კოლბას S-ისებურ მილს არ აშორებდა, მაგრამ შიგთავსს ისე ანჯღრევდა, რომ სითხე ეხებოდა მილის ქვედა კედელს და ისევ კოლბაში ბრუნდებოდა.

ცდის შედეგები პასტერმა ახსნა შემდეგნაირად: დულილის დროს ბულიონში არსებული მიკრობები და მათი

სპორები იღუპებიან. S-ისებური მილის საშუალებით გარედან ჰაერთან ერთად მოხვედრილი მიკრობების სპორები ბულიონამდე ვეღარ აღწევენ, რადგანაც S-ისებურ მილში ზევით ვეღარ აჭყვებიან ჰაერს და მილის კედლებზე ილექებიან. როცა განჯღრევის დროს სითხე ეხება მილის კედლებს, სპორები მიჰყვებიან მას კოლბაშიც და იწყება მიკროორგანიზმების გამრავლება და ბულიონის ხრწნა.

1864 წელს ქ. სორბონში წაკითხულ ლექციაზე ლუი პასტერმა თქვა: „ამ უბრალო ცდამ სასისკვდილო დარტყმა მიაყენა თვითჩასახვის თეორიას და ამის შემდეგ ეს თეორია მიღებული აღარ იქნება“. მიუხედავად ამისა, პასტერი აღიარებდა რაღაც განსაკუთრებული პირობების არსებობას, როცა ხდება სიცოცხლის ჩასახვა. ის ამბობს: „თვითჩასახვა? მე მოვახმარე მის ძიებას 20 წელი, მაგრამ ვერ ვნახე იგი, თუმცა არ ვთვლი მას შეუძლებლად“.

ამ ექსპერიმენტით პასტერმა ერთდროულად მრავალი ზოგადბიოლოგიური ხასიათის საინტერესო პრობლემა გადაწყვიტა. ამათგან მთავარი არის შემდეგი: მიკრობების არავითარი „თვითნებური ჩასახვა“ არ ხდება, არამედ ისინი ვითარდებიან თვალით უხილავი მათივე სპორებისაგან, რომლებიც უხვადაა წყალში, ჰაერში, ნიადაგში და სხვა. მანვე დაასაბუთა პირველმა, რომ ლპობა და დუღილი მიკრობების მოქმედების შედეგია და სტერილიზებულ პირობებში (როცა წინასწარაა მოკლული მიკრობები თუ მათი სპორები და ისინი გარედან ვეღარ შედიან ჭურჭელში) ნებისმიერი საკვები შეიძლება შენახული იქნეს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. საკონსერვო მრეწველობა, მედიცინის მთელი რიგი სამსახური და მრავალი სხვა ამ პრინციპზეა დამყარებული.

პასტერს შეეკამათა მისი თანამემამულე ბუშე, რომელმაც გაიმეორა პასტერის ცდა და ვერ მიიღო მსგავსი შედეგები. ბრძოლამ იმდენად პრინციპული ხასიათი მიიღო, რომ საფრანგეთის მეცნიერებათა აკადემია იძულებული გახდა, ამ კამათისათვის სპეციალური სხდომა მოეწყო. სხდომაზე ორივე მეცნიერმა წარმოადგინა საკუთარი ცდების შედეგები. აღმოჩნდა, რომ ბუშე ცდებს ატარებდა მიკრობ თივის ჩხირზე (Bacteria subtilis), რომლებიც არ იღუპებიან წყლის დუღილის

ტემპერატურაზე (100^{0}C). მათ სტერილიზაციას სჭირდება 115-120^{0}C. პასტერის ცდის ობიექტი კი იყო საფუარა სოკო — Sacharomyces cerevisiae, რომელიც 100^{0}C-ზე იღუპება.

ამრიგად, ლუი პასტერის გამოკვლევებმა ნათლად დაასაბუთეს, რომ თვითჩასახვის გზით მიკრობების წარმოშობა შეუძლებელია.

XIX-XX საუკუნეების მიჯნაზე ჩამოყალიბდა აზრი დედამიწაზე სიცოცხლის სხვა პლანეტებიდან შემოტანის შესახებ. ზოგი თვლის, რომ კოსმოსიდან მიკრობების სპორების სახით სიცოცხლე დედამიწაზე შემოიტანა მეტეორიტებმა (კოსმოზოების თეორია). ზოგიც მიიჩნევდა, რომ ასეთი სპორები დედამიწაზე შემოტანილი იქნა მზის სხივების მოქმედებით (პანსპერმიის თეორია).

კოსმოზოების თეორია მეცნიერებაში 1865 წელს დაამკვიდრა გერმანელმა ექიმმა რიხტერმა. მისი აზრით, მიკრობების სპორები გაბნეულია კოსმოსურ სამყაროში. როცა მათ ეხება მეტეორიტები, ისინი ეწებებიან მის ზედაპირს და მეტეორიტებთან ერთად ეცემიან დედამიწაზე. მაგრამ როცა მეტეორიტები შემოდიან დედამიწის ატმოსფეროში, მასთან ხახუნის გამო, როგორც ცნობილია, იმდენად ხურდებიან, რომ მასზე ცოცხალი სპორების გადარჩენა ნაკლებსაიმედოა. ამასთან, ამ თეორიის მომხრეები თვლიან, რომ მეტეორიტების ნაბრალებში შეიძლება გადარჩეს ცოცხალი სპორა. თუმცა, ევროპისა და ამერიკის მუზეუმებში არსებული 600-ზდე მეტეორიტის ნარჩენის შესწავლის შედეგები მსგავსი დასკვნების გაკეთების შესაძლებლობას ვერ იძლევა. ამის მიუხედავად, ამ თეორიას მხარს უჭერდნენ ისეთი ცნობილი მეცნიერები, როგორიც იყვნენ ჰელმ-ჰოლცი, ტომსონი, ლაზარევი და სხვა.

პანსპერმიის თეორია პირველად 1907 წელს შვედმა მეცნიერმა სვანტე არენიუსმა შემოგვთავაზა. მისი აზრით, კოსმოსური სივრციდან სპორების შემოტანა დედამიწაზე უნდა მომხდარიყო მზის სხივების ზემოქმედებით. მზის სხივები, ხვდებიან რა გზად ძალიან მსუბუქ სპორებს, ეჯახებიან მათ, აძლევენ ინერციას და ამ გზით შეიძლებოდა სპორები მოხვედრილიყო დედამიწაზეცო. მაგრამ ცნობილია, რომ სამყაროს სივრცეში უხვადაა ულტრაიისფერი სხივები. მათ

მოკლე ტალღა და ძლიერი ენერგია გააჩნიათ. ამიტომაც, ისინი სპობენ ყოველგვარ ცოცხალს. დედამიწაზე კი ულტრაიისფერი სხივები ძალიან მცირე დოზით აღწევენ, რადგან მათ აკავებს ატმოსფეროს ზედა ფენაში არსებული ოზონის შრე. ასე რომ, ძალიან საეჭვოა, სიცოცხლე დედამიწაზე კოსმოსიდან იყოს შემოტანილი მზის სხივების მიერ.

მართლაც, რომ სხვა პლანეტებიდან იყოს შემოტანილი სიცოცხლე დედამიწაზე, ეს მაინც არ ხსნის პრობლემას სიცოცხლის წარმოშობის შესახებ. თუ ჩავთვლით, რომ სიცოცხლე სხვა პლანეტაზე გაჩნდა, მაშინ ბუნებრივად დაისმება კითხვა: როგორ მოხდა ყოველივე ეს იქ? პასუხი კითხვაზე, თუ სად გაჩნდა სიცოცხლე პირველად, არაფერს ცვლის. მთავარი იმის გარკვევაა, თუ რა გზით მოხდა სიცოცხლის წარმოშობა და როგორია მისი წარმოშობის კანონზომიერებანი.

თანამედროვე თეორიები სიცოცხლის წარმოშობის შესახებ

მას შემდეგ, რაც მეცნიერებამ უარყო სიცოცხლის „თვითნებური ჩასახვის“ ან სხვა პლანეტებიდან შემოტანის ვარაუდი, დარჩა მხოლოდ ერთი შესაძლებლობა, რომ სიცოცხლე წარმოშობილია დედამიწაზე არაორგანული მატერიისაგან თანდათანობითი ქიმიური გართულების (ქიმიური ევოლუციის) გზით. ქიმიური ევოლუციის გზით სიცოცხლის წარმოშობის თეორიულ საფუძვლიანობას გარკვეულად ეხმაურება ლ.მორგანის „ემერჯენტული (თვისობრივი ცვლილებების) თეორია“. მისი აზრით, კოსმოსური ევოლუციის შედეგად მიიღწევა სულ უფრო მაღალი საფეხურები. ყოველ ახალ საფეხურზე ანუ დონეზე ვლინდება ახალი თვისება, რომელიც არ შეიძლება ჩაითვალოს, როგორც შემადგენელი ნაწილების უბრალო ჯამი. ამიტომაც, შეუძლებელია მისი წინასწარი ხედვა. ყველაფერი ეს დამოკიდებულია ახალი კავშირებისა და ურთიერთობების აღმოცენებაზე, რაც ახალი ტიპის სინთეზის თანხვდენილია. ახალი ტიპის სინთეზში კი იგი გულისხმობს ატომების ფორმირებას ელექტრონების გაერთიანების საფუძველზე, ატომების გაერთიანება ხდება მოლეკულების

აღმოცენებისათვის და ასე თანდათანობით აღმოცენდება ახალი ერთეულები სულ უფრო მაღალი სარისხით. მისი აზრით, როცა ვსაუბრობთ ატომებზე, როგორც მოლეკულის შემადგენელ მასალაზე, ატომებს აღარ ვთვლით ისეთად, როგორიც იყო უფრო სრულყოფილი თვისობრიობის შემადგენლობაში შესვლამდე, არამედ მათ განვიხილავთ, როგორც უფრო მაღალ საფეხურზე მდგომს. ამიტომ ასეთი სინთეზი არის ახალი და იგი არ ექვემდებარება წინასწარ ხედვას. მისი აზრით, სიცოცხლეც განხილულია, როგორც ფიზიკო-ქიმიური პროცესების ყველაზე სრულყოფილი დონე. ცოცხალში მიმდინარე პროცესები უფრო მეტია, ვიდრე მისი ინტერპრეტირება შეიძლება ქიმიური და ფიზიკური ტერმინების მიხედვით, თუმცა ცოცხალში ყოველთვის აქვს ადგილი ფიზიკო-ქიმიურ პროცესებს. ცოცხალში ახალი ტიპის სასიცოცხლო კავშირები უზრუნველყოფს სიცოცხლის უნარს. ქიმიური ევოლუციის გზით სიცოცხლის წარმოშობას სხვანაირად სიცოცხლის აბიოგენურ წარმოშობასაც უწოდებენ. ბიოგენურად (თვით ცოცხალის მოქმედებით) სიცოცხლის წარმოშობა კი ცოცხალის ჩვეულებრივი გამრავლების პროცესია, რაც მუდმივად ხდება ცოცხალ სამყაროში.

დედამიწაზე სიცოცხლის აბიოგენური წარმოშობის შესახებ უამრავი თეორია არსებობს. ყველა მათგანისათვის საერთოა ის, რომ დედამიწაზე ქიმიურ ევოლუციას ისინი უკავშირებენ თვით დედამიწის წარმოშობისა და მისი გეოლოგიური განვითარების პირობებს. ასეთ თეორიათა შორის განსაკუთრებული აღნიშვნის ღირსია ა.ოპარინის კოაცერვატული (1924) და ჰ. მიულერის გენეტიკური (1929) თეორიები.

ოპარინის თეორია დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობის გზაზე გამოყოფს სამ მთავარ ეტაპს: 1) მარტივ ორგანულ ნივთიერებათა წარმოშობა; 2) რთული ორგანული ნივთიერებების წარმოშობა და 3) თვითრეგულაციის უნარის მქონე ელემენტარული ცოცხალი სისტემის წარმოშობა. ოპარინი საფუძვლიანად შესაძლებლად თვლის დედამიწის გეოლოგიური წარსულის პირობებში აბიოგენური გზით მარტივი ორგანული ნივთიერებების წარმოშობას.

არის მოსაზრება, რომ დედამიწის ისტორიის გარკვეულ ეტაპზე მაღალი ტემპერატურის გამო დედამიწის მთელი მასა

თხიერ მდგომარეობაში იყო. ნივთიერებათა დალექვა დედამიწაზე მოხდა ხვედრითი წონის მიხედვით. დედამიწის სიღრმეში დაილექა ყველაზე მძიმე — კარბიდული ნაერთები (მძიმე ლითონების ნაერთები ნახშირბადთან).

თანდათან მოხდა დედამიწის გაცივება, წარმოიქმნა ცხელი მსოფლიო ოკეანე. ჰაერი კი გაჯერებული იყო წყლის ორთქლით. ვულკანური მოქმედებების შედეგად კარბიდები ამოიფრქვეოდნენ ზედაპირზე და გახურებულ წყლის ორთქლთან ურთიერთქმედებით წარმოიქმნებოდა მარტივი ორგანული ნაერთები.

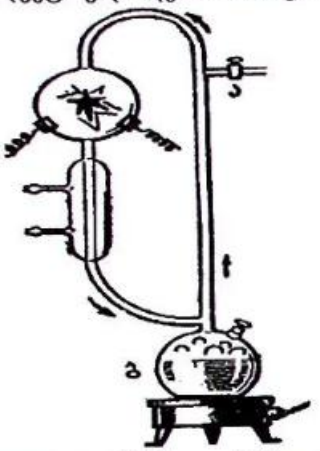
ჯერ კიდევ ი. მენდელეევმა დაასაბუთა, რომ კალციუმის კარბიდის (C_aC_2) მოქმედებისას წყლის ორთქლთან მიიღება მარტივი ნახშირწყალბადი — აცეტილენი. ანალოგიურად, დამტკიცებულია, რომ ალუმინის კარბიდის (Al_4C_3) ზემოქმედებით წყლის ორთქლთან მიიღება მეთანი.

არის ვარაუდი, რომ მაშინ მთვარე გაცილებით ახლოს იყო დედამიწასთან, შესაბამისად ძლიერი იყო გრავიტაციული გავლენაც და დედამიწის ოკეანე 100-მდე მეტრის სიმაღლის ტალღებით ეხეთქებოდა ხმელეთს. შესაბამისად, იგი აქტიურად ჩარეცხავდა ოკეანეში ქანებს, რაც ამაღლებდა ზღვის წყლის კონცენტრაციას.

ასე რომ, დედამიწის ისტორიის ადრეულ ეტაპზე შეიქმნა პირობები ქიმიური რეაქციების გზით სხვადასხვა სახის მარტივი ორგანული ნივთიერებების შექმნისათვის. დედამიწის წყალი და ატმოსფერო თანდათან გაჯერდა მეთანით, ამიაკით, აცეტილენით და სხვა მარტივი ორგანული ნაერთებით.

ოპარინის მიხედვით, ამის შემდეგ სიცოცხლის აბიოგენურად წარმოქმნაში იწყება მეორე ეტაპი — მარტივი ორგანული ნივთიერებებისაგან რთული ორგანული ნივთიერებების სინთეზი. აბიოგენური გზით ორგანულ ნივთიერებათა შემდგომი გართულების შესაძლებლობა ცდით დაასაბუთა ჰ. მიულერმა. მან დაამზადა სპეციალური აპარატი, რომელშიც შექმნილი პირობები იმიტირებდა დედამიწაზე მაშინ არსებულ პირობებს (სურ. 57). აპარატში ონკანის გზით შედის ის მარტივი ორგანული ნივთიერებები, რომლებიც შეიძლებოდა ყოფილიყო დედამიწის პირველადი ოკეანის წყალში (წყალი,

ნახშირორჟანგი, ამიაკი, მეთანი და სხვა). ნარევს ადუღებენ და შიგთავსი ორთქლდება. აპარატის ერთ-ერთ გაფართოებულ ნაწილში მირჩილულია ელექტროდები, რომლებშიც გადის ელექტრული დენი. აპარატში ხდება ნაპერწკლოვანი განმუხტვა.



სურ. 57. აპარატი მარტივი ორგანული ნაერთებიდან რთული ორგანული ნივთიერებების მისაღებად.

წყალი და მასში გახსნილი ნივთიერებები შემდეგ გაივლის მაცივარში და კონდენსირდება. აპარატში ჰაერი გაიშვიათებულია. ასე რომ, მასში შიგთავსი განიცდის ცირკულაციას (ორთქლდება, ცივდება და სითხის სახით კვლავ უბრუნდება საწყის მდგომარეობას). გარკვეული დროის შემდეგ აპარატში არსებულმა მასამ აშკარად შეიცვალა ფერი. ქიმიური ანალიზით აღმოჩნდა, რომ იქ სინთეზირებული იყო 25 სახის მაღალმოლეკულური ორგანული ნაერთი (ამინომჟავები — გლიცინი, ალანინი, ასპარაგინის მჟავა, ორგანული მჟავები, შაქრები, სპირტები, ალდეჰიდები, შარდოვანა და სხვა). შემდეგში მეცნიერებმა ელექტრული განმუხტვა შეცვალეს სხვადასხვა სახის რადიაციით, ულტრაიისფერი სხივებით და სხვა. ფაქტიურად მიღებული იქნა მსგავსი შედეგები.

მიულერის მიერ ჩატარებული ცდის პირობები ძალიან უნდა ჰგავდეს დედამიწის ჩამოყალიბების ადრეული ეტაპის პირობებს. ვარაუდობენ, რომ მაშინ დედამიწის ატმოსფეროში უხვად არსებობდა მარტივი ორგანული ნაერთები. ატმოსფერო

გაჟღენთილი იყო ცხელი წყლის ორთქლით. დედამიწაზე უხვად მოდიოდა ატმოსფერული ნალექები და ადგილი ჰქონდა ინტენსიურ ელ-ჭექს. ელ-ჭექი თავისი მექანიზმებით ძალიან ახლოსაა ელექტრულ განმუხტვასთან. ამას ემატება ისიც, რომ მაშინ დედამიწის ატმოსფეროში არ იყო თავისუფალი ჟანგბადი. ატმოსფეროს ზედა ფენებში არ არსებობდა ოზონის შრე და ულტრაიისფერი სხივები თავისუფლად აღწევდა დედამიწის თბილ ოკეანეში. ასეთი პირობების ერთობლიობა ქმნიდა მარტივი ორგანული ნივთიერებებისაგან რთული ორგანული ნაერთების ქიმიური გზით წარმოქმნის შესაძლებლობას.

როგორც ადრე იყო აღნიშნული, ცოცხალი თავის შემადგენელი მაკრომოლეკულური ქიმიური კომპონენტების სახით აუცილებლად უნდა შეიცავდეს ისეთ რთულ ორგანულ ნაერთებს, როგორიცაა: ცილები და ნუკლეინის მჟავები. ისმის კითხვა: როგორ შეიძლებოდა დედამიწაზე აბიოგენური გზით წარმოშობილიყო ცილები და ნუკლეინის მჟავები? ამ საკითხების ასახსნელად არსებობს განსხვავებული მოსაზრებები. სწორედ აქ ემიჯნებიან ერთმანეთს სიცოცხლის წარმოშობის კოაცერვატული და გენეტიკური თეორიები.

ოპარინის კოაცერვატული (ლათ. coacervatio-ერთად თავმოყრა, დაგროვება, შეწებება) თეორიის მიხედვით, დედამიწის ოკეანეში უხვად არსებული სრულიად სხვადასხვა სახის გახსნილი ორგანული ნაერთი ქმნის ე.წ. „პირველად ბულიონს". მსგავს პირობებში შესაძლებელი იყო ერთმანეთთან ამინომჟავების შემთხვევითი (სპონტანური) ურთიერთდაკავშირება. ასეთი გზით ხდებოდა სხვადასხვაგვარი ცილის მოლეკულის წარმოქმნა.

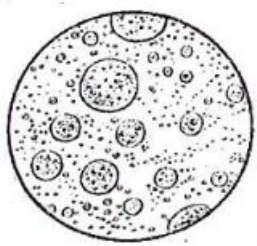
ამინომჟავების ერთმანეთთან შემთხვევითი დაკავშირების გზით ცილის მოლეკულების წარმოქმნის შესაძლებლობას ზოგიერთი მეცნიერი სკეპტიკურად უყურებს. მივმართოთ მათემატიკურ გამოთვლებს. თუ დავუშვებთ, რომ ცილის მოლეკულას აგებს 15 ტიპის ამინომჟავა (სინამდვილეში კი აგებს 20 ტიპი), მაშინ მათი სხვადასხვაგვარი თანმიმდევრობით შეერთების შედეგად შეიძლება მიღებული იქნას 10^{130} სხვადასხვა სახის მოლეკულა. დაახლოებითი გამოთვლები ადასტურებენ, რომ მას შემდეგ, რაც დედამიწაზე შეიძლებოდა შექმნილიყო

ასეთი „პირველადი ბულიონი“, გავიდა 3 მილიარდი წელი. თუ ჩავთვლით, რომ ყოველ ერთ წამში იქმნებოდა 1 მოლეკულა ცილა, მაშინ დედამიწის მთელი ამ დროის მანძილზე შეიქმნებოდა მხოლოდ 10^{60} სახის ცილის მოლეკულა. 10^{60} კი შეადგენს 10^{130}-ის მხოლოდ 10^{70} ნაწილს. ცილის ეს მოლეკულები მთელ დედამიწას დაფარავდა 1 მ სისქის ფენით. იმის მტკიცება, რომ სწორედ ამინომჟავების შემთხვევითი დაკავშირებით შექმნილი ცილის მოლეკულები აღმოჩნდნენ სიცოცხლისათვის საჭირო სასწაული თანმიმდევრობის ამინომჟავების შემცველი, რა თქმა უნდა, თითქმის უაზრობას ნიშნავს. მაშასადამე, „პირველად ბულიონში“ უნდა შექმნილიყო რაღაც ისეთი მარეგულირებელი ნივთიერება, რომელიც მოაწესრიგებდა ამინომჟავების ამორჩევით და არა შემთხვევით ურთიერთდაკავშირებას.

ზოგიერთი მეცნიერი გამოთქვამს ვარაუდს, რომ ამინომჟავების გარკვეული (სპეციფიკური) თანმიმდევრობით დაკავშირება შეიძლება მომხდარიყო თიხის ან კვარცის ზედაპირზე ამინომჟავების ადსორბციის გზით (ბერნარდი).

თვით ოპარინი თვლის, რომ მსოფლიო ბულიონში უხვად არსებული სრულიად სხვადასხვა სახის ორგანული ნაერთი ქიმიური ურთიერთქმედების გზით ქმნიდა უფრო რთულ ორგანულ ნაერთებს. ასევე შესაძლებელი იყო ამინომჟავებისაგან ცილის მოლეკულების სპონტანურად შექმნაც. იგი საგანგებოდ არ შეხებია საკითხს, თუ რა მექანიზმებით უნდა მომხდარიყო ამინომჟავების სხვადასხვა თანმიმდევრობით ურთიერთდაკავშირების მოწესრიგება.

ოპარინის აზრით, დედამიწის მაშინდელ ოკეანეში უხვად არსებობდა ცილებისა თუ სხვა მრავალნაირი ორგანული და არაორგანული ნაერთების წყალხსნარები. ზღვის ტალღების საშუალებით ისინი ერეოდნენ ერთმანეთში და წარმოიქმნებოდა ერთმანეთისაგან განცალკევებული სტრუქტურის მქონე ნაწილაკები, ე.წ. *კოაცერვატები* (სურ. 58). სხვადასხვა ტიპის ცილის შერევის გზით კოაცერვატების წარმოქმნის შესაძლებლობას ცდებიც ასაბუთებენ. შემდგომი-



სურ. 58. კოაცერვატები
ა. ი. ოპარინის მიხედვით.

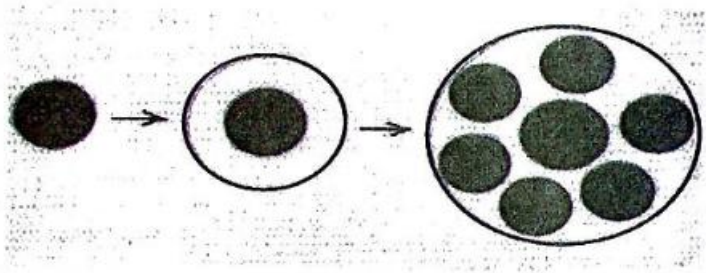
სათვის ფიზიკური ქიმიის სპეციალის-ტებმა შეძლეს, სხვადასხვა კომპონენ-ტისაგან შეექმნათ კომპლექსური კოაცერვატები და შეესწავლათ მათში მიმდინარე რეაქციები. აღმოჩნდა, რომ ზოგიერთ კოაცერვატში შეიძლება მოხდეს მეორადი შინაგანი კოაცერვაცია. კოაცერვატების შიგნით გამოიკვეთება უჯრედის ვაკუოლების მსგავსი წარმონაქმნები, რომლებიც იმავე საღებავებით იღებებიან, რითაც ცოცხალი უჯრედის ვაკუოლები. კოაცერვატების შიგნით ნივთიერებათა კონცენტრაცია 10-ჯერ და 100-ჯერ უფრო მაღალი შეიძლება იყოს გარემოს ხსნართან შედარებით. არის ვარაუდი, რომ ასეთმა კომპლექსურმა კოაცერვატებმა მრავალი მილიონი წლის განმავლობაში განიცადეს სტრუქტურული სრულყოფა და დასაბამი მისცეს ელემენტარულ ცოცხალ სისტემას.

დღეისათვის კარგად არის დამუშავებული კოაცერვატების წარმოქმნის ქიმიური ბუნება. ქიმიკოსებს კოაცერვატებად ესმით ნივთიერების განსაკუთრებული მდგომარეობა ხსნარში. თუ ასეთი (განსაკუთრებით ცილოვანი) ჰიდროფილური (იოლად უკავშირდებიან წყლის პოლარულ მოლეკულებს) ნივთიერებები მოექცევიან წყლიან გარემოში, ისინი იღებენ განსაკუთრებულ სტრუქტურას. ცილის მოლეკულების ჰიდროფობური ნაწილები შეჯგუფდებიან ცენტრში, ხოლო ჰიდროფილური ნაწილი კი მის გარშემო შემოწერს წრეს და დაუკავშირდება წყლის მოლეკულებს. ამგვარი კოაცერვატის გარე შრეზე არსებული წყლის გარსი საკმაოდ მყარია. რაც უფრო დიდი ზომისაა კოაცერვატული ნაწილაკი, მით უფრო დაშორებულია მაკრომოლეკულური ჰიდროფილური ნაწილი-საგან წყლის გარე შრე. ასეთ კოაცერვატებში წყლის მოლეკულების დაკავშირების ძალა მცირდება. მსგავსი კოაცერვატები იოლად იშლებიან.

კოაცერვატული არისათვის მარილების დამატებისას და ზოგიერთი სხვა ფაქტორის შეცვლის შედეგად იცვლება მათი მუხტი. შესაბამისად, იცვლება მათ ზედაპირზე წყლის მოლეკულების დაკავების უნარიც. ასეთი კოაცერვატები იზოლირებულად გამოიკვეთებიან. ზოგიერთი მათგანი შედარებით მყარია და ინარჩუნებს დამოუკიდებლად არსებობის უნარს.

სხვადასხვა მუხტის მქონე კოაცერვატული ნაწილაკები უერთდებიან ერთმანეთს და ქმნიან ე.წ. კომპლექსურ კოაცერვატებს. მათ ირგვლივ იქმნება წყლის საერთო გარსი (სურ. 59). მიზიდულობა-განზიდულობის ძალების შესაბამისად კომპლექსურ კოაცერვატებში მყარდება გარკვეული წონასწორობა და სისტემა უფრო სტაბილური ხდება.

ოპარინი, ეყრდნობა რა კომპლექსური კოაცერვატების ქცევის ასეთ რთულ ბუნებას, აღნიშნავს, რომ მათი ასეთი გარდაქმნები ელემენტარული ფორმით ძალიან ჰგავს ცოცხალისათვის დამახასიათებელ ნივთიერებათა ცვლას. ზოგიერთი კოაცერვატი იერთებს მის ირგვლივ არსებულ ნივთიერებებს და იზრდება. მათში ხდება გარკვეული ცვლილებები. შემდეგ ითქვამს, რაც ძალიან ჰგავს დისიმი-



სურ. 59. კოაცერვატული ნაწილაკებისაგან კომპლექსური კოაცერვატების წარმოქმნის სქემა.

ლაციისა და გაყოფის პროცესებს. კოაცერვატებისაგან ყალიბდებიან ე.წ. *პროტობიონტები*. აქედან მოქმედებას იწყებს ახალი, უკვე ბიოლოგიური კანონზომიერებაც — ბუნებრივი გადარჩევა კოაცერვატების დონეზე. უფრო ძლიერი, ბიოლოგიურად მყარი კოაცერვატები შთანთქავენ უფრო სუსტებს (ასიმილირებენ) და იწყება ევოლუციის პროცესი კოაცერვატების დონეზე. კოაცერვატულმა ევოლუციამ კი საბოლოოდ მიგვიყვანა ელემენტარული ცოცხალი სტრუქტურის ჩამოყალიბებამდე. გამოდის, რომ ქიმიურმა ევოლუციამ — ორგანულ ნივთიერებათა ქიმიური ორგანიზებულობის თანდათანობითმა ამაღლებამ შექმნა წინაპირობა ე.წ.

„წინაპირობითი“ ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების დაწყებისათვის, რასაც შედეგად მოჰყვა ფიზიკო-ქიმიური ორგანიზებულობის თანდათანობითი გადასვლა ბიოლოგიურში.

მაგრამ როგორც ცნობილია, ყოველი ცოცხალის ერთ-ერთი უნივერსალური თვისება არის თვითგანახლების უნარი. გამრავლების გზით თავისივე მსგავსი სტრუქტურის წარმოქმნის უნარის გარეშე პირველი ცოცხალი ვერ შეინარჩუნებდა არსებობას. ისმება ბუნებრივი კითხვა: როგორ გამოუმუშავდათ კოაცერვატულ სტრუქტურებსა და მათგან წარმოქმნილ ელემენტარულ ცოცხალს ზუსტად მისივე მსგავსი სტრუქტურების წარმოქმნის უნარი?

როგორც აღნიშნული იყო, ცოცხალი სტრუქტურების ძირითად ქიმიურ კომპონენტებს — ცილის მოლეკულებს თვითწარმოქმნის უნარი არ გააჩნიათ. ცოცხალში კი სპეციფიკური ცილების — ფერმენტების განახლება აუცილებელია თვით ცოცხალში მიმდინარე პროცესების უწყვეტობისათვის. ასეთი სპეციფიკური ცილოვანი მოლეკულების კვლავწარმოქმნისათვის საჭირო ინფორმაცია ნუკლეოტიდების თანმიმდევრობის წესით კოდირებულია დნმ-ას მოლეკულებში. გამოდის, რომ პირველი ცოცხალიც კი აუცილებლად უნდა შეიცავდეს არა მარტო ცილებს, არამედ აღნიშნული ცილის მოლეკულების რესინთეზისათვის საჭირო მემკვიდრულ ინფორმაციას, რომელიც ჩაწერილია დნმ-ას მოლეკულებში.

სიცოცხლის წარმოშობის გენეტიკური თეორია ასაბუთებს იმას, რომ ქიმიური ევოლუციის გზით დედამიწაზე შესაძლებელი იყო ნუკლეინის მჟავების აბიოგენური სინთეზი.

საერთოდ, სიცოცხლის აბიოგენური წარმოშობის ჰიპოთეზის ყველაზე პრობლემური საკითხი არის იმის გარკვევა, თუ როგორი იყო ქიმიური ევოლუციის შესაბამის ეტაპზე რეგულაციური თანაფარდობა მემკვიდრულ მასალასა და ცილებს შორის.

მემკვიდრული მასალის მოლეკულური სტრუქტურა და სხვა ქიმიურ-ბიოლოგიური თავისებურებები, შესაძლოა, თავდაპირველად უფრო მარტივიც იყო. მაგრამ როგორიც არ უნდა ყოფილიყო მისი მდგომარეობა, მას უნდა ჰქონოდა აუცილებელი თვისება, რომელიც უზრუნველყოფდა

ფერმენტული ბუნების ცილის მოლეკულების წარმოქმნისას მათში ამინომჟავური თანმიმდევრობის კოდირებას. დღეს მეცნიერები დაბეჯითებით ასაბუთებენ ნუკლეინის მჟავების, ასევე ცილის მოლეკულების ბიოგენური სინთეზის შესაძლებლობას. სიცოცხლის წარმოშობის გენეტიკური თეორია ძირითადად სწორედ, მემკვიდრული მასალის ბიოგენური სინთეზის შესაძლებლობებს ეყრდნობა.

სიცოცხლის წარმოშობის კოაცერვატული ჰიპოთეზის ძირითადი ნაკლი ის არის, რომ მასში არ არის გაანალიზებული სპეციფიკური, ცოცხალისათვის აუცილებელი ფერმენტული ცილის მოლეკულების კვლავწარ-მოქმნის (მასში იმავე თანმიმდევრობისა და რაოდენობის ამინომჟავური ნაშთების კვლავ აწყობის) რეგულაციური მექანიზმები. ყოველივე ეს, როგორც წესი, აუცილებლად დაკავშირებულია შესაბამისი ინფორმაციის უნარის მქონე მოლეკულების (ნუკლეინის მჟავების) არსებობასთან.

ზოგიერთი მეცნიერი პოლიპეპტიდების ბიოგენურ სინთეზს უკავშირებს უწყლო გარემოს (ფოქსი — ვულკანური კრატერის სუბსტრატზე ამინომჟავების გახურება). ს. ფოქსმა წამოაყენა კოაცერვატებისაგან განსხვავებული თეორია. მან უწყლო გარემოში ამინომჟავების გაცხელებით მიიღო ცილის მსგავსი ჯაჭვი, რომელსაც *პროტეინოიდი* უწოდა. ასეთი ნაერთების ცხელ წყალში გახსნით მიიღო მღვრიე სითხე პატარა ტივტივებით. მიკროსკოპში გასინჯვით დაადგინა, რომ ტივტივები შედგებოდა 2 მიკრონამდე ზომის ბურთულებისაგან, რომლებიც ძალიან ჰგავდნენ თანამედროვე ბაქტერიოკოკებს. ფოქსი მათ *მიკროსფერებს* უწოდებს. ზოგიერთი მიკროსფერა ზოგჯერ ჯაჭვისებურ სტრუქტურას ღებულობს და ძალიან წააგავს გაყოფადი საფუარების უჯრედებს. ელექტრონული მიკროსკოპით მათი შესწავლის შედეგად აღმოჩნდა, რომ თითოეული მიკროსფერა გარედან შემოფარგლულია ორმაგი გარსით, რომელიც ძალიან ჰგავს უჯრედის გარსს. ზოგი მეცნიერი პოლიპეპტიდის მიღებას უკავშირებს არაორგანული მასის ზედაპირზე ამინომჟავების გარკვეული წესით ადსორბციის უნარს (ბერნარდი — თიხების ან კვარცის კრისტალები), ზოგიც ასაბუთებს, რომ პირველად ცილები წარმოიქმნა და შემდეგ

მათგან მოხდა ამინომჟავების გამოცალკევება (მეტიუსი). მეტიუსმა ამიაკის, მეთანისა და ციანისაგან (ციანწყალბადმჟავა) მიიღო ბებტიდი, რომელიც 12 ამინომჟავისაგან შედგებოდა. მსგავსი ცდები ჩაატარა იაბონელმა ხ. ნოდამ და იმავე გაზებში ელექტრული ნაბერწკლის გატარებით მიიღო ბებტიდი. ნებისმიერი მსგავსი მოსაზრება მაინც ვერ ხსნის სპეციფიკური ცილების კვლავგანახლების მექანიზმებს. საქმე იმაშია, რომ ამინომჟავათა შემთხვევითი ან ნაწილობრივ რეგულირებადი მექანიზმებით ურთიერთდაკავშირება მიგვიყვანს მათ უსასრულო კომბინაციებამდე.

სიცოცხლის აბიოგენეზში ნუკლეინის მჟავებისა და ცილა-ფერმენტების რეგულაციური თანაფარდობის პრობლემა სწორედ იმის დადგენასთან არის დაკავშირებული, თუ რომელია პირველადი წარმოშობის — ნუკლეინის მჟავები თუ ცილები. სიცოცხლისათვის აუცილებელი სპეციფიკური ცილა-ფერმენტების კვლავგანახლება შესაბამისი ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის (კოდი) გარეშე შეუძლებელი ჩანს, ამასთან, აღნიშნული ინფორმაციის ავტოსინთეზი (რეპლიკაცია) და ფუნქციური მოქმედება (ტრანსკრიპცია და ტრანსლაცია) პოლიპეპტიდის შენებისათვის აუცილებლად მოითხოვს სპეციფიკური ცილა-ფერმენტების (დნმ-პოლიმერაზები და რნმ-სინთეტაზები) მონაწილეობას. აღნიშნული პროცესების რეგულაციური მექანიზმების თავისებურება მეცნიერებს უბიძგებს მოსაზრებისაკენ, რომ სიცოცხლის აბიოგენეზში ნუკლეინის მჟავებისა და ცილების წარმოქმნა უნდა მომხდარიყო შედარებით ერთდროულად, ფუნქციურად ურთიერთგანპირობებულობის ვითარებაში. თუ როგორი იყო ამ პროცესების ქიმიურ-მოლეკულური და ბიოლოგიურ-ორგანიზაციული მექანიზმები, ჯერ კიდევ დაუსაბუთებელია სათანადოდ და მის დადგენას, ალბათ, საკმაო დროც დასჭირდება. მაგრამ ნუკლეინის მჟავების აბიოგენური სინთეზის შესაძლებლობა დღეს ეჭვს თითქმის აღარ იწვევს.

დღეისათვის უკვე მეცნიერებმა შეძლეს ქიმიური გზით ნუკლეინის მჟავების ცალკეული კომპონენტის (აზოტოვანი ფუძეები, შესაბამისი ნახშირწყლები და ნუკლეოტიდები) ხელოვნური სინთეზი. ჯ. ორომ ციანწყალბადმჟავას, ამიაკისა და

წყლის ზომიერი გაცხელებით მიიღო ადენინი. მანვე ამიაკში გახსნილი შარდოვანასაგან გაზებში ელექტრული განმუხტვის გზით მიიღო ურაცილი. ს. ფოქსმა იგივე შეძლო შარდოვანასა და ვაშლის მჟავასაგან. შედარებით ძნელი აღმოჩნდა ბირიმიდინების ხელოვნური სინთეზი. მაგრამ სადღეისოდ ყველა მათგანის მიღება მოხერხდა.

მეთანის, ამიაკისა და წყლის ნარევზე მაიონიზებელი რადიაციის მოქმედებით მიღებულია ნუკლეინის მჟავების ნახშირწყლოვანი კომპონენტებიც — რიბოზა და დეზოქსირიბოზა. ბურინის ჯგუფის აზოტოვანი ფუძეების, რიბოზას, დეზოქსირიბოზასა და პოლიფოსფატების ნარევზე ულტრაიისფერი სხივების მოქმედებით მიღებულია ნუკლეოტიდები.

ბ. კორნბერგმა შეძლო ნუკლეინის მჟავების სინთეზი in vitro არეში. თუმცა, მან გამოიყენა ისეთი ფერმენტები, რომლებიც მოლეკულური ევოლუციის შესაბამის ეტაპზე არ შეიძლებოდა არსებულიყო.

დღეს უკვე პრობლემას აღარ წარმოადგენს გენების ხელოვნური გზით სინთეზი. ასეთი ექსპერიმენტი პირველად განახორციელა გ.ქორანამ 1969 წელს. მან კოლეგებთან ერთად ქიმიური სინთეზის გზით მიიღო საფუარა სოკოს ამინომჟავა ალანინის ტრანსპორტული რნმ-ას მაკოდირებელი გენი. დადგინდა, რომ აღნიშნული გენი 77 ნუკლეოტიდისაგან შედგებოდა, მაგრამ მოკლებული იყო რეგულატორულ ნაწილს და არ გააჩნდა ფუნქციონირების უნარი. მოგვიანებით ავტორთა იგივე ჯგუფმა ასევე ქიმიური სინთეზის გზით შექმნა უკვე ფუნქციურად აქტიური E. coli-ის თიროზინული ტრანსპორტული რნმ-ას სუპრესორი გენი, რომელიც შედგებოდა 200 ნუკლეოტიდისაგან.

გენის ქიმიური სინთეზისათვის აუცილებელია მისი პირველადი სტრუქტურის ცოდნა. ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის დადგენა ხდება უშუალოდ დნმ-ას ნუკლეოტიდური დაშლით, გენის მიერ პროდუცირებული ინფორმაციული რნმ-ას ან შესაბამისი ცილის მონომერული თანმიმდევრობის გარკვევით.

ქიმიური სინთეზის გზით უკვე შექმნილია ადამიანის ზრდის ჰორმონის გენი (584 ნუკლეოტიდით), ადამიანის ინსულინის გენი და სხვა. ისინი შეყვანილია ბაქტერიის უჯრედებში, სადაც ფუნქციონირებენ და ასინთეზებენ შესაბამის პროდუქტებს.

დღეისათვის საკმაოდ ბოპულარულია აზრი, რომ პირველად ცოცხალში მემკვიდრული მასალა წარმოდგენილი იყო არა დნმ-ას, არამედ რნმ-ას სახით. ასეთი მოსაზრების საფუძველს ისიც იძლევა, რომ ყველაზე პრიმიტიულმა ცოცხალმა დღემდე შეინარჩუნა მემკვიდრული მასალის ასეთი მდგომარეობა. ზოგიერთი ვირუსის მემკვიდრული მასალა თავისებური ორგანიზაციის მქონე რნმ-ას (ვირუსული რნმ) სახით არსებობს. ამასთანავე ცნობილია, რომ რნმ-ას რეპლიკაცია შეიძლება განხორციელდეს დნმ-ას მონაწილეობის გარეშე, ხოლო დნმ-ას რეპლიკაცია აუცილებლად მოითხოვს რნმ-ას მოლეკულების თანამონაწილეობას. ე.ი. უკანასკნელი პირველადი ევოლუციური წარმოშობისა უნდა იყოს.

აღნიშნულ პრობლემებთან დაკავშირებით ბევრი საყურადღებო აღმოჩენა განხორციელდა ბოლო ათწლეულებში. აღმოჩენილია რნმ-ას მრავალფეროვანი მცირედი (300-მდე ნუკლეოტიდი) მონაკვეთები (ე.წ. მინორული რნმ), რომელთა ფუნქციები ჯერ კიდევ შეუსწავლელია. ისინი უჯრედებში იმყოფებიან მცირე ზომის ნუკლეოპროტეიდების („მცირე რნმ“) სახით. ამერიკელმა მეცნიერებმა თ. ჩეკმა და ს. ალტმანმა გამოყვეს რნმ-ას ზოგიერთი ისეთი სპლაისინგური ფრაქცია, რომელთა ცალკეული უბანი თვითგანახლების პროცესში კატალიზურ ფუნქციასაც ავლენს და ცვლის შესაბამის ფერმენტებს. ასეთი თვითგანახლებადი რნმ-კატალიზატორები წოდებული იქნა რიბოზიმების სახელწოდებით. იდენტიფიცირებულია დიდი რიბოსომული რნმ-ას უბანი მაკატალიზირებელი ფუნქციით. იგი ტრანსლაციის პროცესში აკატალიზებს ტრანსპეპტიზაციის რეაქციას. მსგავსმა აღმოჩენებმა ძირეულად შეცვალა წარმოდგენა ცილებზე, როგორც ბიოქიმიური რეაქციების ერთადერთი მაკატალიზებელი ნივთიერების შესახებ. როგორც რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის წევრი ა. სპირინი აღნიშნავს, რნმ-ას სპეციფიკურ

მოლეკულებს კატალიზური ფუნქციებიც განეკუთვნება, კერძოდ: „რიბოზიმების მიერ ქიმიური რეაქციების სპეციფიკური კატალიზება ანალოგიურია ცილა-ფერმენტის ენზიმაციური რეაქციებისა“. გამოდის, რომ სიცოცხლის საწყის ეტაპზე ასეთი რნმ ერთდროულად ასრულებდა გენისა და ფერმენტის ფუნქციას, რამაც მთავარი როლი შეასრულა თვითრეგულაციური პროცესების ევოლუციაში. შესაძლოა, გენეტიკური აპარატის ევოლუციის აღნიშნულ ეტაპზე მასში კატალიზური პროცესების რეგულაციაში უმნიშვნელო როლი არც ცალკეული მეტალის კოფერმენტულ მოქმედებას განეკუთვნებოდა.

მეცნიერთა აზრი სულ უფრო მეტად იხრება იქითკენ, რომ პირველად ცოცხალში მემკვიდრული მასალა რნმ-ას სახით იყო წარმოდგენილი. ამიტომაც, პირველად ცოცხალ სამყაროს „რნმ-ას სამყაროსაც“ (უ. გილბერტი) უწოდებენ. ამიტომაც ამბობს აკადემიკოსი ა. სბირინი, რომ „ყველაფერი დაიწყო არა ცილებით, არამედ რნმ-ათი“. „მას შემდეგ, რაც დასაბუთდა რნმ-ას კატალიზური აქტივობა, სიცოცხლის წარმოშობაში რნმ-ას პირველადობის იდეამ განვითარების მძლავრი ბიძგი მიიღო და ჩამოყალიბდა კონცეფცია თანამედროვე სიცოცხლის წინაპირობად მარტო რნმ-ას სამყაროს საკმარისობის შესახებ“. ლ. ორგელი კი აღნიშნავს, რომ რნმ-ას სავარაუდო ძველი სამყარო — ეს იყო „თვითსაკმარისი ბიოლოგიური სამყარო, რომელშიც რნმ-ას მოლეკულები ფუნქციონირებდნენ, როგორც გენეტიკური მასალა და ასევე როგორც ენზიმების მსგავსი კატალიზატორები“.

ვარაუდობენ იმასაც, რომ შესაძლოა, თავდაპირველად არსებობდა მხოლოდ რიბოსომული და ტრანსპორტული რნმ. რიბოსომების ორგანიზაციაში არ მონაწილეობდა ცილის მოლეკულები და მათი გაჩენა მოლეკულური ევოლუციის შემდგომ ეტაპზე განხორციელდა. ასევე არის აზრი, რომ სათანადო ფერმენტების მონაწილეობის გარეშე, რიბოსომული და ტრანსპორტული რნმ-ას მოლეკულების ურთიერთდაკავშირების შედეგად შესაძლებელი იყო ყველაზე პრიმიტიულ დონეზე მომხდარიყო ამინომჟავათა დაკავშირების კოდირება. ამის ექსპერიმენტული დასაბუთება სულ უფრო საიმედო ხდება. ა. სბირინის ვერსიით, ცილის ბიოსინთეზის პირველადი აპარატი

ჩამოყალიბდა პირველად რნმ-ას მოლეკულებში ევოლუციური დროის მანძილზე გადაჯგუფებების (მუტაციები, რეკომბინაციები) გზით წარმოქმნილი სპეციალიზებული რნმ-ას მოლეკულების სახით და ეს განხორციელდა მანამდე, ვიდრე მოხდებოდა გენეტიკური აპარატის (რნმ-ას და დნმ-ას) შესაბამისი ენზიმატური (პოლიმერაზული) რეპლიკაციური აპარატის ჩამოყალიბება. აღნიშნული პირველადი აპარატი შეიცავდა: კატალიზურად აქტიურ პრორიბოსომულ რნმ-ას პეპტიდურ-ტრანსფერაზული აქტივობის უნარით; პროტრანსპორტულ რნმ-ას ჯგუფებს, რომელთაც შეეძლოთ ამინომჟავებისა და მცირე ზომის პეპტიდების სპეციფიკური დაკავშირება; მეორე ტიპის პრორიბოსომულ რნმ-ას, რომელსაც შეეძლო ერთდროულად ემოქმედა, როგორც პრორიბოსომული, კატალიზურ რნმ-ასთან, ასევე პრომატრიცულ და პროტრანსპორტულ რნმ-ებთანაც. ასეთ სისტემას უკვე შეეძლო ტრანსპეპტიზაციის რეაქციებით დაესინთეზებინა მისთვის დამახასიათებელი პოლიპეპტი-დური ჯაჭვები. ამ გზით შექმნილმა ცილის მოლეკულებმა შემდგომში ინფორმაციულ მოლეკულებთან ერთად ხანგრძლივი მოლეკულური ევოლუციის შედეგად თანდათან შეიძინეს ფერმენტული ფუნქცია და სასარგებლო გავლენა იქონიეს თვით მემკვიდრული მასალის ევოლუციურ სრულყოფაზე.

მემკვიდრული მასალის ევოლუციის პროცესში რნმ-ას, როგორც ცილის სინთეზისათვის საჭირო ინფორმაციის მატარებელი მოლეკულების შეცვლა დნმ-ათი, მისი ფუნქციური სრულყოფის გარდა, მემკვიდრეობის სტაბილურობის შენარჩუნების მექანიზმების გამომუშავებასთანაც იყო დაკავშირებული.

უმარტივესი ცოცხალი სისტემა არ შეიძლებოდა ყოფილიყო მარტო ცილების ან მარტო ნუკლეინის მჟავებისაგან შემდგარი სტრუქტურა. მას რომ სრულიად ელემენტარული ფორმით მაინც ჰქონოდა ცოცხალისათვის დამახასიათებელი თავისებურებანი, როგორც წესი, აუცილებლად უნდა ჰქონოდა კატალიზური პროცესების (რაც ფერმენტების გარეშე შეუძლებელია) უნარი და ასეთი ცილების სინთეზისათვის საჭირო ინფორმაცია (ნუკლეინის მჟავების სახით). ასე რომ, პირველი ცოცხალი სისტემა წარმოუდგენელი იყო ცილებისა და

ნუკლეინის მჟავების ურთიერთგანპირობებულობის გარეშე. უეჭველია, რომ სიცოცხლის აბიოგენეზში შედარებით ერთდროულად უნდა მომხდარიყო ცილებისა და ნუკლეინის მჟავების ერთობლივი წარმოშობა. სხვანაირად ალბათ, შეუძლებელია მათი ფუნქციურად ურთიერთრეგულაციური მექანიზმების მეცნიერული ახსნა.

მაშასადამე, თუ ვაღიარებთ სიცოცხლის აბიოგენურ სინთეზს დედამიწაზე, უნდა ვირწმუნოთ, რომ პირველი ცოცხალი წარმოადგენდა ნუკლეინის მჟავებისა და ცილების ორგანიზებულ სისტემას თვითგანახლების, ნივთიერებათა ცვლისა და გარემო პირობებისადმი შეგუების უნარით. პრედბიონტურ სისტემებსა (მიკროსფერები, კოაცერვატები და სხვა) და უმარტივეს ცოცხალ სტრუქტურას — პროკარიოტებს შორის განსხვავება კოლოსალურია. მაგრამ თანამედროვე ბიოლოგიური ცოდნა ჯერ კიდევ არ იძლევა საშუალებას ყოველივე ამის სრულყოფილი ანალიზისათვის. ცხადია, რომ პრედბიონტებში პროცესები რეგულირდება ფიზიკურ, ქიმიურ და ფიზიკო-ქიმიურ დონეებზე, მაშინ, როცა პროკარიოტებში უკვე საქმე გვაქვს სიცოცხლის ფიზიოლოგიური შინაარსის პროცესებთან.

ამასთანავე, სტრუქტურისა და მათში მიმდინარე პროცესების თავისებურებების მიხედვით უდიდესი განსხვავების მიუხედავად პრედბიოლოგიურ სისტემებსა და პროკარიოტებს შორის არის გარკვეული მსგავსებაც. პრედბიოლოგიურ სისტემებში შეიმჩნევა ზოგიერთი ელემენტარული ბიონტური ნიშნებიც. ამიტომაც თვლიან *პროტობიონტებს ელემენტარული ცოცხალის მეტად გამარტივებულ მოდელად.* მათში მიმდინარე პროცესებში შეიძლება ყოფილიყო უმარტივესი ცოცხალისათვის საჭირო სასიცოცხლო გარდაქმნების წინაპირობა.

პირველი ცოცხალი აბიოგენური გზით შექმნილი ორგანული ნაერთებით იკვებებოდა (ჰეტეროტროფულად). ასეთი ორგანიზმები არსებობდნენ ანაერობულ პირობებში და ენერგეტიკული ცვლა ხდებოდა დუღილის ხარჯზე. როცა ასეთი ნივთიერებები გარემოში გამოილია, სიცოცხლე დადგა კრიზისის წინაშე. ბუნებრივმა გადარჩევამ უპირატესობა მიანიჭა ისეთი ფორმების წარმოშობას, რომელთაც გამოუმუშავდათ

არაორგანული ნივთიერებებისაგან ორგანული ნივთიერებების შექმნის უნარი. მაშასადამე, გაჩნდნენ ფოტოსინთეზის უნარის მქონე პირველი ცოცხალი სტრუქტურები.

სიცოცხლის განვითარების აღნიშნული ეტაპისათვის გიგანტური ევოლუციური ნაბიჯები იყო ფოტოსინთეზის წარმოშობა, აერობული ენერგეტიკული ცვლის წარმოშობა და უჯრედული სტრუქტურის ჩამოყალიბება.

ფოტოსინთეზის უნარი ცოცხალმა სამყარომ პირველად შეიძინა დაახლოებით 3 მილიარდი წლის წინ. ფიქრობენ, რომ ასეთი ორგანიზმები უნდა ყოფილიყვნენ ანაერობული ბაქტერიები, რომლებიც თანამედროვე ფოტოსინთეზის უნარის მქონე ბაქტერიების უშუალო წინაპრები უნდა ყოფილიყვნენ. როცა გამოილია გარემოში ატოტის შემცველი ორგანული ნაერთები, წარმოიშვნენ ცოცხალი არსებანი, რომლებიც ითვისებდნენ ატმოსფერულ ატოტს. ასეთები იყვნენ ფოტოსინთეზის უნარის მქონე ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები. მსგავსი ფორმების წარმოშობისას ატმოსფეროში ჟანგბადი უკვე არსებობდა, ოღონდ — მცირე კონცენტრაციით. ამდენად, შესაძლებელია, რომ სწორედ ასეთი ორგანიზმები არიან გარდამავალი ფორმები ანაერობული და აერობული ცოცხალის ენერგეტიკულ ცვლას შორის.

ფოტოსინთეზის წარმოშობას მრავალმხრივი ბიოლოგიური მნიშვნელობა ჰქონდა. ცოცხალის უნარმა, არაორგანული ნივთიერებებისაგან შეექმნა ორგანული ნივთიერებები, სერიოზული გავლენა იქონია საერთოდ ცოცხალი სამყაროს შემდგომ ევოლუციურ განვითარებაზე. პირველყოვლისა, უნდა აღინიშნოს ის, რომ შეიქმნა პირობები ჰეტეროტროფული ორგანიზმების გაჩენისათვის (რადგანაც ისინი იარსებებდნენ ავტოტროფების ბაზაზე). ყოველივე ამან საფუძველი შეუქმნა საკვებისათვის კონკურენციული ურთიერთდამოკიდებულების ახალ შესაძლებლობებს ცოცხალ სამყაროში.

ფოტოსინთეზის უნარის გაჩენამ გამოიწვია ატმოსფეროს გაჟღენთვა თავისუფალი ჟანგბადით. ეს კი პირდაპირ უკავშირდება სუნთქვის უნარისა და ჟანგბადოვანი ენერგეტიკული ცვლის წარმოშობას.

ფოტოსინთეზის უნარის წარმოშობასთანაა აგრეთვე დაკავშირებული დედამიწის ირგვლივ ატმოსფეროს ზედა შრეებში ოზონის შრის გაჩენაც. როგორც ცნობილია, იგი აკავებს კოსმოსურ ულტრაიისფერ სხივებს და ამცირებს მის უარყოფით (მომაკვდინებელ) გავლენას ცოცხალზე.

უჯრედული სტრუქტურის ჩამოყალიბება

გასული საუკუნის ბოლოს ავსტრალიელი მეცნიერების აღმოჩენებმა დაასაბუთეს, რომ დედამიწაზე ელემენტარული ცოცხალი სტრუქტურა უჯრედამდელი ორგანიზაციული დონისა უნდა ყოფილიყო. თუ აქამდე ითვლებოდა, რომ 100 ნანომეტრზე მცირე ზომის სტრუქტურას არ შეუძლია ცოცხალისათვის დამახასიათებელი ძირითადი პროცესების (თვითგანახლება, თვითრეგუ-ლაცია, ნივთიერებათა და ენერგეტიკული ცვლა და სხვა) დამოუკიდებლად შესრულება, აღმოჩნდა რომ *ნანობს* (ასე უწოდებენ მას), რომლის ზომა 20-50 ნანომეტრია, შეუძლია დამოუკიდებლად არსებობა და ასეთი პროცესების რეგულაციაც. ამან კიდევ უფრო სარწმუნო გახადა ელემენტარული ცოცხალისაგან უჯრედული სტრუქტურის ევოლუციური ჩამოყალიბების შესაძლებლობა. მაგრამ ნანობი და მისი მსგავსი ცოცხალი სტრუქტურები მაინც არ შეიძლება ჩაითვალოს სიცოცხლის ერთიან ელემენტარულ სტრუქტურულ, ფუნქციურ, გამრავლებისა და განვითარების ერთეულად. ამ ფუნქციას ცოცხალში მაინც უჯრედი ასრულებს, რადგან მხოლოდ ის არის მთელი ცოცხალი სამყაროს ერთიანი სტრუქტურული საფუძველი.

არის მრავალი მტკიცება იმის სასარგებლოდ, რომ უმარტივესი უჯრედული სტრუქტურის მქონე პირველი ცოცხალი პროკარიოტი (ბირთვამდელი) უნდა ყოფილიყო. როგორც ცნობილია, პროკარიოტები ეუკარიოტებისაგან (ტიპური ბირთვული სტრუქტურის მქონე უჯრედული ორგანიზმები) საკმაოდ სერიოზული თავისებურებებით განსხვავდებიან. პროკარიოტები არ შეიცავენ იზოლირებულ, მორფოლოგიურად ჩამოყალიბებულ ბირთვს (თუმცა გააჩნიათ ბირთვული მასალა). მათში შემკვიდრული მასალა (დნმ) არ ღებულობს ქრომოსომურ ორგანიზაციას, არ უკავშირდება ცილებს და მოლეკულების

სახით განლაგებულია მთელს ციტოპლაზმაში. ამასთანავე, იგი ჰაბლოიდური სახით არსებობს. პროკარიოტებს არ გააჩნიათ მთელი რიგი უჯრედული სტრუქტურები, როგორიცაა: მიტოქონდრიები, უჯრედის ცენტრი, ენდოპლაზმური ბადე, გოლჯის კომპლექსი და სხვა.

ამიტომაც, მეცნიერთა ნაწილი ფიქრობს, რომ პრო- და ეუკარიოტებს შორის უფრო მეტი განსხვავებაა, ვიდრე სოკოებს, მცენარეებსა და ცხოველებს შორის. ჩამოთვლილი თავისებურებების გარდა, პრო- და ეუკარიოტები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ენერგეტიკული ცვლის მიხედვითაც. პროკარიოტები არსებობენ, როგორც უჟანგბადო (ობლიგატური ანაერობები), ასევე გარემოში ჟანგბადის სხვადასხვა ხარისხით შემცველობის პირობებში (ფაკულტატური ანაერობები და აერობები). მაშინ, როცა ეუკარიოტები, მცირე გამონაკლისის გარდა, აერობებია. ეს იძლევა საშუალებას ვარაუდისათვის, რომ პროკარიოტები წარმოიშვნენ ჯერ კიდევ მაშინ, როცა გარემოში ჟანგბადი სულ არ იყო ან იყო უმნიშვნელო რაოდენობით. ეუკარიოტების წარმოშობა კი უნდა მომხდარიყო ატმოსფეროში ჟანგბადის მდგრადი შემცველობის პირობებში.

ენერგეტიკული ცვლის თავისებური ევოლუცია პროკარიოტებიდან ეუკარიოტებისაკენ (პროკარიოტებში ხდება დუღილი, ხოლო ეუკარიოტებში — სუნთქვა, მეტაბოლიზმი კი მათ შორის პრინციპულად არ განსხვავდება) და უჯრედული ორგანიზაციის მიხედვით მთელი რიგი მსგავსებანი (უჯრედული მემბრანები, ციტოპლაზმა, რიბოსომები, ბირთვული მასალა, მთელი რიგი სასიცოცხლო ფუნქციები და სხვა) იძლევა საფუძველს ვარაუდისათვის, რომ ეუკარიოტული უჯრედი ჩამოყალიბებულია პროკარიოტებისაგან. ეს პროცესი უნდა განხორციელებულიყო დაახლოებით 1,5 მილიარდი წლის წინ. მართალია, მაშინ პროკარიოტები წარმოადგენდნენ სიცოცხლის არსებობის პირველ შუქურებს, მაგრამ გაჩენიდან 2 მილიარდი წლის გასვლის მიუხედავად მათ არ განუცდიათ პრინციპული ევოლუციური გარდაქმნა და აღმოჩნდნენ ევოლუციურ ჩიხში.

პროკარიოტებისაგან ეუკარიოტების წარმოშობის ასახსნელად არსებობს ორი ჰიპოთეზა: *ავტოგენური* და *სიმბიონტური*.

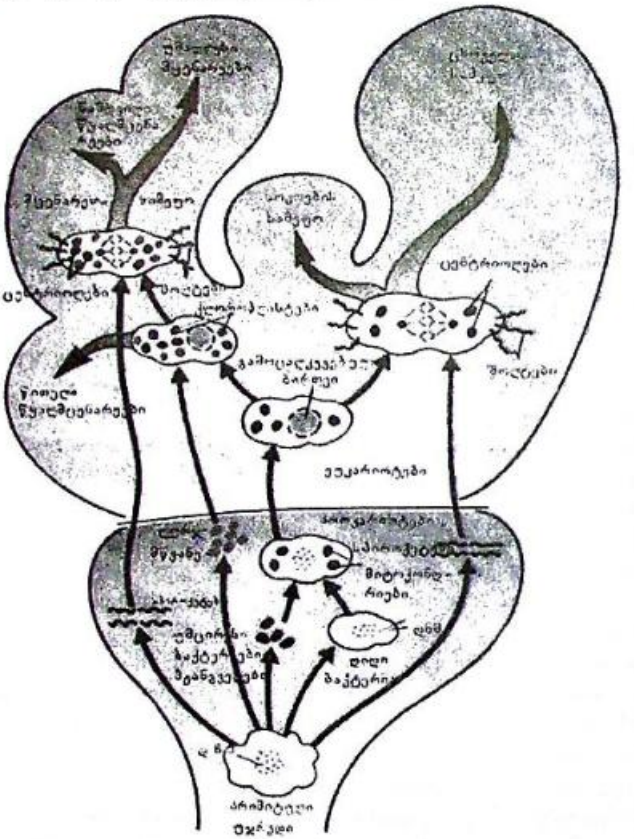
ავტოგენური ჰიპოთეზა ეუკარიოტების წარმოშობას განიხილავს, როგორც პროკარიოტული უჯრედების ევოლუციური სრულყოფის შედეგს. უჯრედის გარე მემბრანა ჩაიზარდა უჯრედის შიგნით და დასაბამი მისცა უჯრედშიდა მემბრანული სტრუქტურების წარმოშობას. ამ მოსაზრების სასარგებლოდ შეიძლება დამოწმებული იქნეს ის, რომ უჯრედშიდა ორგანელების მემბრანების ულტრასტრუქტურული აგებულება პრინციპულად მსგავსია უჯრედის გარე მემბრანისა.

სიმბიონტური ჰიპოთეზა ადრეც არსებობდა, მაგრამ მას განსაკუთრებული პოპულარობა შესძინა ამერიკელმა მეცნიერმა ლ. მარგულისმა. აღნიშნული ვარაუდი ეფუძნება პლასტიდებისა და მიტოქონდრიების ავტოგენეტიკურ თავისებურებებს. როგორც ცნობილია, ამ სტრუქტურებს გააჩნიათ საკუთარი დნმ-ას მოლეკულები, რომლებიც ატარებენ გარკვეულ ინფორმაციას მათი კვლავგანხლებისა თუ ფუნქციონირების შესახებ. დადგენილია ისიც, რომ პლასტიდური და მიტოქონდრიული დნმ ხასიათდება წრიული მოლეკულური ორგანიზაციით, რაც საერთოდ პროკარიოტებს ახასიათებთ. ეუკარიოტების დნმ კი ხაზობრივი ორგანიზაციისაა (ბირთვული). ყოველივე ზემოთქმული მეცნიერებს აძლევს საფუძველს, გამოთქვან ვარაუდი, რომ მათ სიცოცხლის საწყის ეტაპზე შეეძლოთ დამოუკიდებლად არსებობაც კი. შესაძლოა, ისინი ფუნქციონირებდნენ უმარტივესი ტიპის ბაქტერიულ უჯრედებშიც. ლ.მარგულისის აზრით, უმარტივესი პროამებოიდური ტიპის ჰეტეროტროფული სტრუქტურა დაუკავშირდა აერობული ბაქტერიის მსგავს სტრუქტურას, რომელიც შემდგომისათვის სპეციალიზდა მიტოქონდრიად. ამების მსგავსი სტრუქტურის სხეულში შესული ბაქტერიის მსგავსი აერობული წარმონაქმნი კვების პროცესში აღმოჩდა უვნებელი, ამან განაპირობა მათი სიმბიონტური ურთიერთობის ჩამოყალიბება. შემდგომისათვის ბაქტერია-სიმბიონტი ჩამოყალიბდა, სწორედ, როგორც მიტოქონდრიული სტრუქტურა. მიტოქონდრიების წარმოშობის ასეთი გზის სისწორეს ასაბუთებს დღევანდელ პირობებში ისეთი ამებების არსებობა, რომლებსაც არ გააჩნიათ მიტოქონდრიები. მათში მიტოქონდრიების როლს ასრულებს ბაქტერია-სიმბიონტი. შემდგომისათვის ასეთ

სიმბიონტს შეეძლო დაკავშირებოდა სპიროქეტის მსგავს ბაქტერიას და წარმოექმნა კინეტოსომა (ცენტროსომები, შოლტები). ამან სათავე დაუდო ცხოველური უჯრედების წარმოშობას. შემდეგ გამოცალკევდა ციტოპლაზმა და ბირთვი. უჯრედების ასეთმა ტიპმა დასაბამი მისცა სოკოებსა და ცხოველებს.

ამების მსგავსი სტრუქტურების ციანობაქტერიებთან (Cianobacteria) (ფოტოსინთეზის უნარის მქონე საწყის ფორმებთან) სიმბიონტურმა დაკავშირებამ სათავე დაუდო ფოტოსინთეზის უნარის მქონე უჯრედებს, რომლებიც შემდეგ მცენარეთა სამყაროს წარმოშობის საფუძველი გახდნენ (სურ. 60). მსგავსი ჰიპოთეზა განავითარა გ. კოზა-პოლიანსკიმ. მისი აზრით, როგორც უმდაბლესი, ასევე უმაღლესი მცენარეული ორგანიზმები სიმბიონტებია. იგი აღწერს ბაქტერიებს, რომელთა სხეულშიც ცხოვრობს მწვანე ბაქტერიები ანუ ქლორობაქტერიები. როცა ისინი სპორებს წარმოქმნიან, მასში ალმოჩნდება ორთავე სიმბიონტი. მისი აზრით, ქლოროფილშემცველი ყველა მცენარე სიმბიონტია. ქლოროფილი (გარდა უმდაბლესი წყალმცენარეებისა) კონცენტრირებულია პლასტიდებში. პლასტიდები უჯრედის პლაზმისაგან კი არ წარმოიქმნებიან, არამედ მრავლდებიან დაყოფით. უჯრედში ხელახლა კი ვეღარ წარმოიშობიან. ისინი გადაეცემიან კვერცხუჯრედით და თესლებით, ხასიათდებიან გაღიზიანებით და დამოუკიდებელი გადაადგილებით. უჯრედისაგან დამოუკიდებელნი არიან ასევე სუნთქვისა და კვების მიხედვით, უბირატესობას აძლევენ ორგანულ აზოტს, მაშინ, როცა უქლოროპლასტო უჯრედები — მინერალურ აზოტსა და ნიტრატებს. ზოგიერთი შხამი კლავს უჯრედებს, მაგრამ ამ შემთხვევაში არსებობას ინარჩუნებენ პლასტიდები. ამდენად, კოზა პოლიანსკი ასკვნის, რომ პლასტიდები და უჯრედები ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად არსებობენ. ლუბიმენკომ ნახა, რომ ბევრი მცენარის პლასტიდები უჯრედის სიკვდილის შემდეგ გარკვეული დროის განმავლობაში აგრძელებენ სიცოცხლეს. ამის საფუძველზე გააკეთა დასკვნა, რომ „პლასტიდი არის უჯრედის სრულიად დამოუკიდებელი მორფოლოგიური ერთეული“. ყოველივე აღნიშნულიდან

გამომდინარე, გაკეთდა დასკვნა, რომ პლასტიდი არის შედარებით დამოუკიდებელი ბიოლოგიური ობიექტი, რომელიც უჯრედის უფერულ ნაწილთან თანაცხოვრებაშია. გამოდის, რომ უჯრედების ჩამოყალიბების სიმბიონტური ჰიპოთეზა საკმაოდ მყარ მეცნიერულ საფუძვლებს ეყრდნობა. ასე რომ, ლ. მარგულისის მიხედვით, ყველა ეუკარიოტი სხვადასხვა გენომიანი (ბირთვული და პლასტიდური) ორგანიზმია.



სურ. 60. ეუკარიოტული უჯრედების სიმბიონტური წარმოშობის სქემა.

მკვლევართა უმრავლესობა მაინც ავტოგენურ თეორიას უჭერს მხარს.

უჯრედული ორგანიზაციის ევოლუცია წარიმართა სამი მთავარი მიმართულებით: უჯრედული აგებულების, გენეტიკური აპარატისა და გამრავლების პროცესების სრულყოფისაკენ.

აღნიშნული თვალსაზრისით გამოიყოფა სამი მთავარი ეტაპი:

1. აგამურ-პროკარიოტული, რომელიც ძირითადად წარმოდგენილია ციანებითა და ბაქტერიებით. ორგანიზაციული სიმარტივის მიუხედავად, ამ სტადიაზე მოხდა ციტოპლაზმის, ბირთვული ელემენტების, ბაზალური მარცვლებისა და ციტოპლაზმური მემბრანების დიფერენციაცია. ჩნდება კონიუგაციური პროცესები (როგორც რეკომბინაციის პრიმიტიული ფორმა). მაღალი იყო ასეთი ორგანიზმების ადაპტური შესაძლებლობები, რამაც განაპირობა მათი ფართოდ გავრცელება;

2. აგამურ-ეუკარიოტული სტადია ხასიათდება უჯრედშიდა ძლიერი დიფერენციაციითა და სპეციალიზებული უჯრედშიდა სტრუქტურების (მემბრანები, ბირთვი, ციტოპლაზმა, ენდოპლაზმური ბადე, მიტოქონდრიები, უჯრედის ცენტრი და სხვა) ჩამოყალიბებებით. ამ ეტაპზე განსაკუთრებულ სრულყოფას განიცდის უჯრედის ბირთვი. ყალიბდება ქრომოსომური სტრუქტურები, სრულყოფილი ხდება უჯრედის დაყოფა. აღნიშნულ დონეს შეესაბამება შიშველი ამებები, შოლტოსნები და სხვები;

3. სქესობრივი პროცესის წარმოშობა, რომელიც ხასიათდება ორი მშობლიური უჯრედის თანაბარი მონაწილეობით ახალი უჯრედული თაობების წარმოქმნაში. ამ ეტაპზე ჩნდება დიპლოიდობა, უჯრედების მეიოზური დაყოფა, განაყოფიერების პროცესი და სხვა. პირველ ეტაპზე (ზოგიერთ შოლტოსანში) სასქესო უჯრედები (გამეტები) არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და ხორციელდება იზოგამური განაყოფიერება, ხოლო სქესობრივი გამრავლების შემდგომი სრულყოფა დაკავშირებულია ანიზოგამურ განაყოფიერებასთან, როცა ერთმანეთს ერწყმიან ჰაპლოიდური, ერთმანეთისაგან

განსხვავებული — მდედრობითი და მამრობითი გამეტები და წარმოიქმნება დიპლოიდური ზიგოტა.

უჯრედული სტრუქტურის ჩამოყალიბება ფაქტიურად ნიშნავდა სრულფასოვანი ცოცხალი სისტემის წარმოშობას. ასეთი დასკვნის საფუძველს იძლევა ცოცხალი სამყაროს ერთიანი უჯრედული ორგანიზაცია. სადღეისოდ უჯრედი მიჩნეულია სიცოცხლის ელემენტარულ სტრუქტურულ, ფუნქციურ, გამრავლებისა და განვითარების ერთეულად. ცოცხალი სამყაროს უჯრედისშემდგომი განვითარება უკვე ეფუძნება წინა თავებში განხილულ ევოლუციურ კანონზომიერებებს.

სიცოცხლის არსებობის საკითხი სხვა პლანეტებზე

თანამედროვე კოსმოგენური თეორიების მიხედვით პლანეტების ჩამოყალიბების კანონზომიერებანი დაახლოებით ერთმანეთის მგავსია. მზის სისტემის პლანეტებს შორის პირობების მიხედვით დღეს არსებული განსხვავება ძირითადად იმის შედეგი უნდა იყოს, რომ ისინი მეტ-ნაკლები მანძილით არიან დაშორებული მზისაგან და განსხვავებულ ენერგიას ღებულობენ მისგან. ეს კანონზომიერებანი ვრცელდება გალაქტიკის სხვა პლანეტების მიმართაც.

ისმება ბუნებრივი კითხვა: ქიმიური ევოლუციის გზით სიცოცხლის შექმნისათვის საჭირო პირობების არსებობა თუ არის შესაძლებელი სხვა პლანეტებზე? ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად თანამედროვე კოსმოსური ბიოლოგია მეცნიერების სხვა დარგებთან კავშირში ინტენსიურ გამოკვლევებს აწარმოებს.

სპექტრული ანალიზის, გიგანტური ტელესკოპური დაკვირვებებისა და განსაკუთრებით ხელოვნური თანამგზავრების გამოყენებამ ამ მხრივ ბევრი საინტერესო ინფორმაცია მოგვაწოდა. დღეისათვის უკვე ბევრი რამაა ცნობილი მზის ოჯახის ზოგიერთი პლანეტის შესახებ. სანამ ადამიანი მთვარეზე მივიდოდა, მეცნიერებამ უკვე იცოდა, რომ იქ სიცოცხლე არ უნდა არსებულიყო.

მზის ოჯახის ყველაზე ახლობელი და ყველაზე ბატარა პლანეტა არის მერკური. მასზე შენიშნულია უმნიშვნელო ატმოსფერო. სულ სხვანაირად არის საქმე მზის ოჯახის ყველაზე დიდ პლანეტაზე — იუპიტერზე (მისი მასა დედამიწაზე 318-ჯერ უფრო დიდია). ის დაფარულია ატმოსფეროს სქელი ფენით. მასზე შენიშნულია მსხვილი ლაქებიც, რომლებიც იცვლიან თავიანთ მოხაზულობას და დროდადრო ქრებიან კიდეც. ფიქრობენ, რომ ეს არის მეთანისა და ამიაკის მიერ შექმნილი ღრუბელი. მასზე არ არის ნახშირბადის ჟანგბადოვანი ნაერთები. იუპიტერზე სხვა ნახშირწყალბადების აღმოჩენის ცდა უშედეგოდ დამთავრდა. მასზე ტემპერატურა — 135^0C-ია. ასე რომ, აქ სიცოცხლის არსებობას არ უნდა მოველოდეთ.

მსგავსი პირობებია სატურნზეც. რაც შეეხება ურანსა და ნეპტუნს, იქ გვხვდება მხოლოდ მეთანი. ამიაკი აღმოჩენილი არ არის.

შედარებით განსხვავებულია პირობები მარსზე და ვენერაზე. თავიანთი პირობებით ისინი მზის პლანეტათა შორის ყველაზე ახლოს არიან დედამიწასთან. ვენერას ატმოსფერო შეიცავს CO_2-ს, ხოლო მარსისა — CO_2-ს, წყალსა და მცირე რაოდენობით ჟანგბადს.

ვენერაზე გაშვებულმა კოსმოსურმა თანამგზავრებმა ჯერჯერობით ვერ მოგვცეს ვერავითარი საბუთი მასზე სიცოცხლის არსებობის შესახებ. ვენერაზე სიცოცხლე არ უნდა იყოს არსებული მაღალი ტემპერატურის გამო (+ 300 ^{0}C-მდე).

ამ მხრივ შედარებით უფრო საიმედო შედეგებს იძლევა მარსი. მის ზედაპირზე არსებული პირობები უფრო ახლოსაა დედამიწასთან და თვლიან, რომ იგი შეიძლება გამოსადეგი იყოს იმ სახის სიცოცხლისათვის, რომელიც ჩვენ ვიცით დედამიწის მაგალითით. მარსზე შემჩნეულია ფერების ცვლა წლის დროთა მიხედვით. ეს მეცნიერებს აძლევს საშუალებას დაასკვნან, რომ მარსზე შეიძლება იყოს სიცოცხლე. შეიძლება იქ სიცოცხლე იყოს სრულიად სხვა ფორმით და არ იყოს დედამიწაზე არსებული სიცოცხლის მსგავსი. თუ დედამიწაზე ცოცხალში შემავალი მთავარი ელემენტი ნახშირბადია, სხვა პლანეტებზე შეიძლება იყოს რომელიმე სხვა ელემენტი. შესაბამისად, იქ ცოცხალი სტრუქტურა და მისთვის დამახასიათებელი ენერგიისა

და ნივთიერებათა ცვლა თავისებური იქნება. ამჟამად ინტენსიურად მიმდინარეობს მარსის შესწავლა და კოსმონავტიკის განვითარება კოსმოსურ ბიოლოგიას ახლო მომავალში მისცემს საშუალებას, გასცეს პირდაპირი პასუხი კითხვაზე: არის თუ არა სიცოცხლე მარსზე და თუ არის, როგორი ფორმითაა წარმოდგენილი იგი?

როგორც ადრე იყო აღნიშნული, ბოლო გამოკვლევებმა დაასაბუთეს, რომ მარსიდან დედამიწაზე ჩამოვარდნილ მეტეორიტზე აღმოჩენილია გაქვავებული ელემენტარული ცოცხალის — ნანობის არსებობის კვალი. ეს კი მარსზე სიცოცხლის არსებობის ეჭვის საფუძველს იძლევა. თუმცა შესაძლებელია, იგი ამ პლანეტაზე არსებობდა უწინ და აღარ არსებობს დღეს.

მართალია, ჯერჯერობით გალაქტიკაში ვერ აღმოაჩინეს სიცოცხლის არსებობის პირდაპირი კვალი, მაგრამ მაინც ღიად რჩება პრობლემა. შესაძლოა, იქ სიცოცხლე იმდენად განსხვავებული ფორმით არსებობდეს, რომ ჩვენეული მეთოდებით ვერ ვახერხებთ მის აღმოჩენას.

სიცოცხლის არსებობის შესაძლებლობა უნდა ვეძიოთ სხვა გალაქტიკებშიც. სამყაროში აურაცხელი დედამიწის მსგავსი პლანეტა არსებობს და იქ სიცოცხლის არსებობა გამორიცხული არ არის.

ზოგიერთი მეცნიერი გამოთქვამს ვარაუდს, რომ შორეულ კოსმოსში სიცოცხლე უნდა იყოს ცივილიზებული სახითაც კი. ზოგი იმასაც ვარაუდობს, რომ კოსმოსური ცივილიზაციის დონე გაცილებით უფრო მაღალია დედამიწის ცივილიზაციასთან შედარებით. ფიქრობენ, რომ კოსმოსურ სამყაროში შეიძლება არსებობდნენ ე.წ. „ზეადამიანები“. დედამიწაზე მართლაც მოდის რაღაც კოსმოსური სიგნალები, მაგრამ მეცნიერთა დიდი მცდელობის მიუხედავად ჯერჯერობით ვერ ხერხდება მათი გაშიფრვა. არის აზრი იმის შესახებაც, რომ ეს სიგნალები მხოლოდ კოსმოსური ტალღებია და მათ არავითარი კავშირი არ აქვთ ცოცხალთან.

ამ საკითხებს ბევრი მსოფლიო სიმპოზიუმი მიეძღვნა. არის კამათი კოსმოსური „მფრინავი თეფშების“ შესახებაც. მაგრამ ჯერჯერობით რაიმე მყარი მონაცემები არ არსებობს,

რომლებიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს კოსმოსური ცივილიზაციის არსებობის დამადასტურებელ საბუთად. თუმცა, ბევრი ცნობილი მეცნიერი აქტიურად უჭერს მხარს ამ აზრს.

მიუხედავად ჯერჯერობით სათანადო ფაქტობრივი მასალის არარსებობისა, მაინც უნდა ვივარაუდოთ, რომ კოსმოსურ სამყაროში სიცოცხლე რაღაც ფორმით შეიძლება არსებობდეს. რამდენადაც დედამიწა არ უნდა წარმოადგენდეს ერთადერთ უნიკალურ პლანეტას მთელ სამყაროში, ამდენად, შეიძლება ვიფიქროთ, რომ რა გზითაც დედამიწაზე წარმოიშვა სიცოცხლე, მსგავსადვე იყო შესაძლებელი მისი წარმოშობა კოსმოსის სხვა „დედამიწებზეც“.

სიცოცხლის განვითარება დედამიწაზე

ძნელია მეტ-ნაკლებად ზუსტი თარიღის დასმა, თუ როდის წარმოიშვა დედამიწაზე პირველი ცოცხალი. ის მეტად ფაქიზი სტრუქტურა უნდა ყოფილიყო, ამიტომაც, მისი განამარხება დედამიწის შესაბამის გეოლოგიურ ქანებში ვერ მოხერხდებოდა. ამას ემატება ისიც, რომ უძველესმა გეოლოგიურმა ქანებმა ღრმა მეტამორფოზული ცვლილებები განიცადეს და შესაბამისად, უდაოდ გაქრებოდა მათ წიაღში არსებული პირველი ცოცხალის ნაკვალევი.

მეცნიერები მიიჩნევდნენ, რომ აშკარა სიცოცხლის ერა (ფანეროზა) იყო კემბრულის შემდგომი პერიოდი. დიდხანს ვერ ხერხდებოდა კემბრულამდელი პერიოდის სიცოცხლის აშკარა კვალის დასაბუთება.

ამ მხრივ უდიდესი აღმოჩენები განახორციელა ჩ.უოლკოტმა XX საუკუნის 50-იან წლებში. მან სამხრეთ ამერიკის დასავლეთ სანაპიროებზე აღმოაჩინა შრეებად განლაგებული კირქვოვანი ბოძები, ე.წ. სტრომატოლიტები. აღმოჩნდა, რომ ასეთ ბოძებს ქმნიდნენ ბაქტერიები და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები. შემდგომში ასეთი ცოცხალი სტრომატოლიტები აღმოჩენილი იქნა ავსტრალიის ნაპირებთანაც. ამჟამად მიკროორგანიზმების ნაშთები აღმოჩენილია კემბრულამდელი ებოქის თიხის ფიქლებშიც.

ცხრილი 4

დედამიწის გეოქრონოლოგიური ცხრილი

(იაბლოკოვისა და იუსუფოვის მიხედვით)

ერები	პერიოდები	ეპოქები	სანერძლოობა მილიონ წლებში	ზრდა ჩვენამდე მილიონი წლები	ცოცხალი ორგანიზმების გარჩენა და გაბატონება
არქაული			7900	73500	სიცოცხლის ჩასახვა. პროკარიოტების წარმოშობა. ბაქტერიებისა და მწვანე წყალმცენარეების გაბატონება
პროტეროზოული			72000	72600	ეუკარიოტებისა და მრავალუჯრედიანი მცენარეებისა და ცხოველების წარმოშობა
პალეოზოური	კემბრული		70	570	უხერხემლოების განვითარება. უმაღლეს მცენარეთა გამოჩენა
	ორდოვიული		60	500	პირველი ხერხემლიანების გამოჩენა — უყბოები
	სილურული		30	440	მცენარეებისა და ცხოველების გადასვლა ხმელეთზე
	დევონური		60	410	თევზების სხვადასხვა ჯგუფის გაბატონება. წარმოიშვნენ მწერები და ამფიბიები. გვიმრანაირების, შვინტებისა და ხავსების გაბატონება.
	ქვანახშირის		65-75	350-360	ტყეების გაფართოება. ამფიბიების გაბატონება. მფრინავი მწერების წარმოშობა. რეპტილიების წარმოშობა.
	პერმული		55	285	შიშველთესლოვნების გამოჩენა. რეპტილიების გაფართოება.
მეზოზოური	ტრიასული		35	230	რეპტილიების გაბატონება. შიშველთესლოვნების გაფართოება. პირველი ძუძუმწოვრების გამოჩენა
	იურული		58	195	რეპტილიების გაბატონება ხმელეთზე, წყალსა და ჰაერში. ფარულთესლოვნებისა და ფრინველების წარმოშობა
	ცარცული		70	137	ყვავილოვანი მცენარეებისა და მწერების განვითარება. მრავალი რეპტილიის ამოწყვეტა.
კაინოზოური	პალეოგენი	პალეოცენი ეოცენი ოლიგოცენი	11 16 13 } 40	67	ძუძუმწოვრებისა და ფრინველების გაბატონება
	ნეოგენი	მიოცენი პლიოცენი	5 19 } 24	27	ძუძუმწოვრების თანამედროვე ოჯახების წარმოშობა. თანამედროვე ფლორის ფორმირება.
	მეოთხეული	პლეისტოცენი ჰოლოცენი	0,02-0,01 2,0-3,0	3-მდე	გვარი Homo - ს წარმოშობა

დღეს უკვე მეცნიერები დაბეჯითებით ასაბუთებენ, რომ სიცოცხლე გაჩნდა გაცილებით უფრო ადრეულ გეოლოგიურ ერებში. ბირველი პროკარიოტები არქაულ ერაში უნდა წარმოქმნილიყვნენ. ეუკარიოტებისა და მრავალუჯრედიანთა წარმოშობა კი პროტეროზოულ ერაში უნდა მომხდარიყო (ცხრ.4). მრავალუჯრედიანთა წარმოშობა ცოცხალი სამყაროს ევოლუციური განვითარების უმნიშვნელოვანესი ეტაპი იყო.

მრავალუჯრედიანთა წარმოშობა

როგორც პროკარიოტებისაგან ეუკარიოტების, ასევე ეუკარიოტებისაგან მრავალუჯრედიანთა წარმოშობის დამადასტურებელი უშუალო ნამარხი მასალები არ მოიპოვება. ამიტომაც მრავალუჯრედიანების წარმოშობის საკითხიც ძირითადად თეორიულ მოსაზრებებს ეფუძნება.

არის მეცნიერული ვარაუდი, რომ დედამიწის მეორე გამყინვარების (დაახლოებით 600 მილიონი წლის წინ) შემდეგ ძლიერი ვულკანური მოქმედების გამო ატმოსფეროში უხვად დაგროვილმა გაზებმა და განსაკუთრებით CO_2-მა მთელს დედამიწაზე გამოიწვია ე.წ. სათბურის ეფექტი. ამას შედეგად მოჰყვა ტემპერატურის მკვეთრი ზრდა და ყინულის მასის გლობალური დადნობა. წყლის ტემპერატურის მატებასთან ერთად, ძლიერდებოდა ოკეანური დინებები და ტალღების მოქმედებები. ამან ადრე გეიზერების ზონებში მოსახლე მიკრობებს, განსაკუთრებით კი ფოტოსინთეზის უნარის მქონე ციანობაქტერიებს საშუალება მისცა უხვად გავრცელებულიყვნენ მთელ მაშინდელ დედამიწაზე. ამ პერიოდისათვის ატმოსფეროში უხვად გროვდება თავისუფალი ჟანგბადი. ჟანგბადიან გარემოში ცოცხალს მიეცა შესაძლებლობა აქტიურად შეექმნა კოლაგენური ნივთიერებანი. მსგავსი ნივთიერებების სინთეზთან არის დაკავშირებული სწორედ უჯრედშორისი კავშირების დამყარების შესაძლებლობა. ეტყობა სწორედ აღნიშნულ პროცესთან იყო დაკავშირებული სიცოცხლის განვითარებაში უდიდესი ევოლუციური ნახტომი და ერთუჯრედიანებისაგან მრავალუჯრედიანების წარმოშობა.

მრავალუჯრედიანობის წარმოშობის შესახებ სერიოზული მეცნიერული ვარაუდები ძირითადი ბიოგენეტიკური კანონის კანონზომიერებებს ემყარება. ამიტომაც, საინტერესო იყო აღნიშნული კანონის ავტორის — ჰეკელის გასტრეის თეორია მრავალუჯრედიანების წარმოშობის შესახებ. ჰეკელი თვლის, რომ როგორც ინდივიდუალური განვითარების პროცესში ერთი უჯრედისაგან (ზიგოტა) მიიღება მორულა, ასევე მრავალუჯრედიანთა წარმოშობაშიც უნდა არსებულიყო შესაბამისი სტადია — კოლონიური ფორმების მსგავსი „მორეადები“. შემდეგი ფილოგენეტური საფეხური უნდა ყოფილიყო ბლასტულის მსგავსი ერთშრიანი ორგანიზმები ე. წ. „ბლასტეადები“. თანამედროვე მრავალუჯრედიანების უშუალო წინაპარი კი უნდა ყოფილიყო ჰიპოთეტური ორგანიზმი „გასტრეა“, რომელიც ჩანასახის განვითარების გასტრულის სტადიას შეესაბამებოდა.

მრავალუჯრედიანთა წარმოშობის შესახებ საინტერესო მოსაზრება შემოგვთავაზა ი. მეჩნიკოვმა. წამწამიანი ჭიების მაგალითზე მან პირველმა აღმოაჩინა უჯრედშიდა მონელების ტიპი და იგი საფუძვლად დაუდო ერთუჯრედიანებისაგან მრავალუჯრედიანების წარმოშობის საკითხს.

ჰეკელის გასტრეის თეორიას იგი უპირისპირებს საკუთარ „ფაგოციტელას“ თეორიას და თვლის, რომ ზოგიერთი უხერხემლო ცხოველი ინდივიდუალური განვითარების პროცესში გაივლის გაცილებით უფრო პრიმიტიულ სტადიას, ვიდრე ჰეკელის გასტრეა. მეჩნიკოვის აზრით, მრავალუჯრედიანთა პირველი წინაპარი უნდა ყოფილიყო ჰიპოთეტური არსება ე.წ. „პარენქიმულა“. მისი სხეული შედგებოდა უჯრედების გარე შრისაგან, რომლის შიგნით არსებობდა ფაგოციტოზის (უჯრედშიდა მონელების) უნარის მქონე უჯრედების მასა (პარენქიმა).

თავისი თეორია მეჩნიკოვმაც ძირითადი ბიოგენეტიკური კანონის საფუძველზე შეიმუშავა. ის თვლის, რომ ბლასტულის შესაბამისი დონიდან გასტრულაზე გადასვლა ფილოგენეტურადაც გარე შრისაგან შიგნით უჯრედების განსახლების გზით უნდა მომხდარიყო (გასტრულაციის იმიგრაციული ტიპი). მიაჩნია, რომ სწორედ ეს არის ორშრიანი ჩანასახის

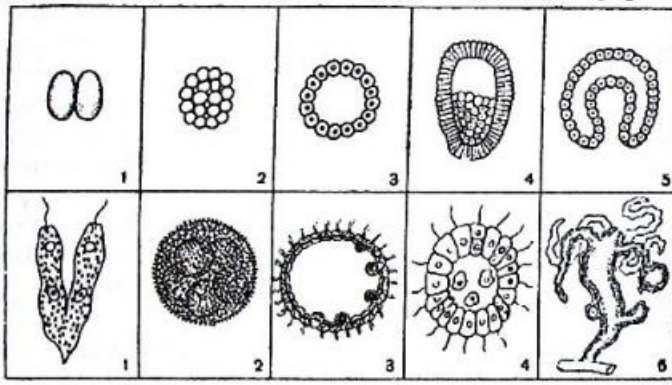
(გასტრულის) წარმოშობის ყველაზე პრიმიტიული ფორმა. განსახლებული უჯრედები ბლასტულის ტიპის ორგანიზმებში ქმნიდა მცენარის პარენქიმის მსგავს უჯრედულ სტრუქტურას და მას, შესაბამისად, *პარენქიმულას* უწოდებს. ასეთი უჯრედები ამებოიდურად მოძრაობდნენ და ხასიათდებოდნენ უჯრედშიდა მონელების — ფაგოციტოზის უნარით.

მეჩნიკოვის თეორიამ გაუძლო დროის გამოცდას. სადღეისოდ მიჩნეულია, რომ პირველი მრავალუჯრედიანების წინაპრები უნდა ყოფილიყვნენ პრიმიტიული შოლტოსნები, რომელთაც ახასიათებთ, როგორც მცენარეული (ფოტოსინთეზი), ასევე ცხოველური (პეტეროტროფული) კვება. მათი გამრავლება ხდება უჯრედების მხოლოდ გასწვრივი გაყოფით (რაც მხოლოდ მათთვის დამახასიათებელი თავისებურებაა მთელ ცოცხალ სამყაროში). ამასთანავე ცნობილია, რომ მრავალუჯრედიანთა ინდივიდუალური განვითარების პროცესში ზიგოტის დანაწევრებისას რამდენიმე დაყოფა უჯრედების მხოლოდ გასწვრივი დაყოფის გზით ხდება. ასეთი პარალელიზმიც მიუთითებს, რომ პირველი მრავალუჯრედიანები სწორედ, შოლტოსნები უნდა ყოფილიყვნენ.

მართლაც, შოლტოსნებში აღმოჩენილი იქნა კოლონიური ფორმები, რომლებიც გარკვეულ მსგავსებას ავლენენ ჩანასახების ინდივიდუალური განვითარებისას წარმოქმნილ საფეხურებთან (სურ. 61).

პირველადი სპეციალიზაციის ელემენტები („შრომის დანაწილება“ უჯრედებს შორის) შეიმჩნევა თანამედროვე კოლონიურ შოლტოსნებში. პანდორინა (Pandorina morum) 16, ეუდორინა (Eudorina elegans) კი — 32 უჯრედისაგან შემდგარი კოლონიაა, მაშინ, როცა ვოლვოქსი (Volvox globator) 20 ათასამდე უჯრედსაც კი შეიცავს. აღმოჩენილია 16-უჯრედიანი კოლონია (Gonium), რომელიც უჯრედების მექანიკური კონგლომერატია. ისინი სრულიად დამოუკიდებელნი არიან და მათ შორის არ შეიმჩნევა არავითარი ფუნქციური სპეციალიზაცია. აღნიშნულ კოლონიურ ფორმებში უჯრედული სპეციალიზაცია თანდათან ძლიერდება და ვოლვოქსში უკვე გამოკვეთილია. მისი უჯრედები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ციტოპლაზმური ხიდაკებით, რაც უზრუნველყოფს უჯრედშორისი ურთიერთო-

ბების საერთო რეგულაციას. მასში სპეციალიზებულია სომატური (ასრულებენ მოძრაობისა და კვების ფუნქციებს), გენერაციული (გონადები — ასრულებენ გამრავლების ფუნქციას) და სხვა უჯრედები. ასეთი ორგანიზმები თითქმის ბლასტულის სტადიაზე იყვნენ, გასტრულის სტადიას კი შეესაბამებიან თანამედროვე ნაწლავღრუიანები (ჰიდროიდული პოლიპები). ისინი ორშრიანი ორგანიზმებია, რომელთაც გაუჩნდათ პირველადი ნაწლავის ღრუ (გასტროცელი) და ახასიათებთ მონელების უჯრედგარე ტიპიც.



სურ. 61. ცხოველური ორგანიზმების ინდივიდუალური განვითარებისა და მრავალუჯრედიანთა წარმოშობის შედარებითი მსგავსების სქემა.
ზედა რიგი — ცხოველთა ემბრიონული განვითარების ფაზები:
1 — ორი ბლასტომერის წარმოშობა; 2 — ბრული თანაბარი დაყოფა; 3 — ბლასტულა; 4 — პარენჭიმულა; 5 — გასტრულა.
ქვედა რიგი — ცხოველები, რომლებიც ორგანიზაციულად შეესაბამებიან ინდივიდუალური განვითარების ფაზებს:
1 — დაყოფადი კვერცხი; 2 — ვუდორინას კოლონია; 3 — ვოლვოქსის კოლონია; 4 — ფაგოციტელა (მრავალუჯრედიან ცხოველთა ჰიპოთეტური წინაპარი); 5 — ჰიდრა.

გამრავალუჯრედიანებასთან ერთად უჯრედული სპეციალიზაციის ელემენტები შეიმჩნევა ღრუბლებშიც. მათში უკვე ყალიბდება უჯრედთა ხუთი მეტ-ნაკლებად დიფერენცირებული ტიპი. მათი სპეციალიზაცია გამოიხატება წყლის ფილტრაციისა და გაფილტრული საკვები ნაწილების შთანთქმის უნარის მიხედვით.

მრავალუჯრედიანთა წარმოშობა უმნიშვნელოვანესი თვისობრივი ბროგრესი იყო სიცოცხლის ბიოევოლუციურ გზაზე.

ჯერ ერთი, მას მოჰყვა უჯრედულ-ქსოვილური დიფერენციაციისა და სპეციალიზაციის პროცესი, რამაც ახალი, სერიოზული შესაძლებლობები შექმნა სასიცოცხლო პროცესების ინტენსიფიკაციის თვალსაზრისით. მეორე მხრივ კი მრავალუჯრედიანობა სიცოცხლის შემდგომი ევოლუციური გართულებების თვალსაზრისით ახალ შესაძლებლობებთან იყო დაკავშირებული, რადგანაც სიცოცხლის ორგანიზაციაში თვისობრივად ახალი დონის გაჩენა ცოცხალ ობიექტთა მეტ ინდივიდუალობასთან და შეგუებითი შესაძლებლობებით ახალი საშუალებების შეძენასთან იყო დაკავშირებული.

ამრიგად, მრავალუჯრედიანთა წარმოშობის განხილული მოსაზრება ამყარებს ფილოგენეტურ კავშირს ერთუჯრედიან და მრავალუჯრედიან ორგანიზმებს შორის.

მცენარეთა სამყაროს ფილოგენეტური განვითარების ძირითადი ეტაპები და ზოგიერთი ევოლუციური თავისებურება

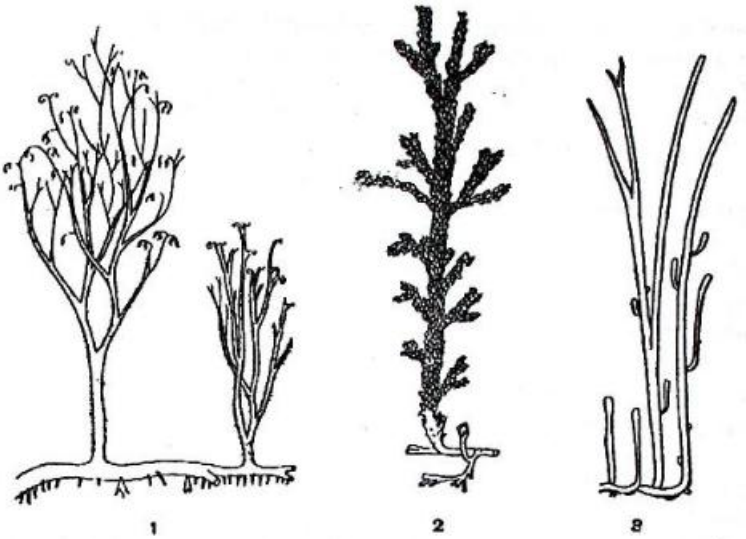
დაახლოებით ერთი მილიარდი წლის წინ, ჯერ კიდევ პროტეროზოულ ერაში უძველესი პროკარიოტებისაგან უნდა წარმოშობილიყვნენ ერთუჯრედიანი წყალმცენარეები. ვარაუდობენ, რომ მათი უშუალო წინაპრები პრიმიტიული შოლტოსნები უნდა ყოფილიყვნენ. ამავე ერაში პირველი ეუკარიოტული მცენარეებისაგან უნდა განვითარებულიყო ორი ძირითადი შტო: 1) მრავალუჯრედიანი წყალმცენარეები (მწვანე, ძოწეული და წაბლა) და 2) სოკოები. გაჩნდნენ როგორც წყალში თავისუფლად მცხოვრები (დიატომეები, ოქროსფერი წყალმცენარეები), ასევე ფსკერზე მიმაგრებული ფორმები. აღნიშნულ ფილოგენეტურ საფეხურზე მცენარეთა სასიცოცხლო ციკლში გაბატონებული მდგომარეობა უჭირავს გამეტოფიტს (შაბლიოდური ფაზა, რომლისგანაც უშუალოდ ყალიბდებიან გამეტები). გამეტების შეერთება ხდება მხოლოდ წყალში, ამიტომაც, მცენარეები ჯერ კიდევ მხოლოდ წყლის გარემოში არსებობენ.

მცენარეთა ევოლუციაში უმნიშვნელოვანესი ფილოგენეტური საფეხური იყო წყლის გარემოდან ხმელეთის პირობებზე გადასვლა. ამას საფუძველი შეუქმნა ნიადაგის ჩამოყალიბებამ ბაქტერიების, ციანოფიტას (ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეების), სოკოებისა და უმარტივესების მიერ დედამიწის ქერქის მინერალურ ნივთიერებებთან ურთიერთქმედებითა და გარემოს ფიზიკური ფაქტორების ერთობლივი გავლენით. აღნიშნული პროცესები განხორციელდა 440 მილიონი წლის წინ, პალეოზოური ერის სილურული პერიოდის ბოლოს. პირველი ხმელეთის ბინადარი მცენარეები უძველესი ფსილოფიტები იყვნენ.

ამ პერიოდისათვის დამახასიათებელი ძლიერი მთათწარმომშობი პროცესების შედეგად დედამიწის დიდი ნაწილი განთავისუფლდა წყლისაგან. ნიადაგის შრის წარმოქმნასთან ერთად წყალმცენარეებისაგან თანდათან წარმოიშვნენ ფსილოფიტები. მწვანე წყალმცენარეები წყლის გარემოში დაცული იყვნენ სხეულის გამოშრობისაგან. ასევე არ საჭიროებდნენ ისინი მექანიკურ ქსოვილს. მათთვის საჭირო საკვები ნივთიერებების შეთვისება ხდებოდა მთელი სხეულის ზედაპირის მიერ შთანთქმის წესით.

ხმელეთი გაცილებით რთული გარემო იყო. ასეთ პირობებში გადასვლა მოითხოვდა წყალმცენარეთა შესაბამის თვისობრივ ცვლილებებს. სხვა მრავალუჯრედიან მწვანე წყალმცენარეებთან შედარებით ფსილოფიტებს უვითარდებათ ფესვის მსგავსი წარმონაქმნები — რიზოიდები, ტიპური გამტარი სისტემა, ხოლო სხეული იფარება ეპიდერმისით. მფარავ უჯრედებს შორის ჩნდება ბაგეები (სურ. 62).

ფსილოფიტების ზოგიერთი წარმომადგენლის (რინია, ჰორნეა) სხეულის ზომა 20-40 სმ-ს აღწევდა. ისინი ჭაობიან პირობებში ცხოვრობდნენ. ფსილოფიტონის სიმაღლე კი 1,5-2 მეტრს შეადგენდა და შეეძლო უფრო მშრალ პირობებში არსებობაც. ასტეროქსილონის სხეული კი დაფარული იყო ქერცლისმაგვარი გამონაზარდებით, რაც პატარა ფოთლებს მოგვაგონებდა, მაგრამ არ ახასიათებდათ დაძარღვა. მათი რიზოიდები საკმაოდ ღრმად ჩადიოდა ნიადაგში.



სურ. 62. დევონური პერიოდის ფსილოფიტები.
1 — ფსილოფიტონი; 2 — ასტეროქსილონი; 3 — რინია.

დადგენილია, რომ ფსილოფიტები (Psilophyta) სოკოებთან ქმნიდნენ მიკორიზის ტიპის სიმბიოზურ ფორმებსაც. ფსილოფიტებმა იარსებეს დაახლოებით 20-30 მილიონი წელი და დევონის პერიოდის ბოლოს დასაბამი მისცეს უმაღლეს მცენარეთა სამ ძირითად შტოს: ხავსებს, ლიკოპოდიუმებსა და გვიმრანაირებს.

ხმელეთზე მცენარეთა გადასვლას თან ახლავს სასიცოცხლო ციკლში გამეტოფიტის შემცირების ხარჯზე სპოროფიტული (დიპლოიდური მდგომარეობა, რომლისგანაც ვითარდება სპორები) ფაზის გაძლიერება. ხავსები (Bryophyta) წარმოიშვნენ წყალმცენარეებისაგან. ხავსების გამრავლების ციკლში წყალმცენარის ფაზას იმეორებს წინაზრდილი. მართალია, ხავსები დაშორდნენ წყლის გარემოს, მაგრამ აუცილებლად მოითხოვენ ტენს. ისინი წყალს აგროვებენ კიდეც ფოთლის უბეებში. თვით მცენარე ხავსი წინაზრდილისაგან

ვითარდება (იგი გამეტოფიტია). გამეტების შეერთების შედეგად კი ვითარდება ზიგოტა – სპოროფიტი. იგი დამოუკიდებლად ვერ არსებობს და დამოკიდებულია გამეტოფიტზე. სპოროფიტი გამეტოფიტთან შედარებით გამძლეა სიმშრალისადმი. ამან მისცა საშუალება ხავსებს, ნაწილობრივ დაეპყროთ ხმელეთი. მაგრამ ისინი მაინც ვერ შორდებიან წყლის გარემოს (რაც აუცილებელია განაყოფიერების პროცესისათვის), რადგანაც სასიცოცხლო ციკლში გაბატონებული მდგომარეობა უჭირავს გამეტოფიტს. ამ მხრივ ბარალელი შეიძლება იქნეს გაველებული ხავსებსა და ამფიბიებს (წყალხმელეთები) შორის ცხოველთა სამყაროში.

მცენარეთა სამყაროსაგან დამოუკიდებლად ვითარდებიან სოკოები. მათ შექმნეს ცალკე სამეფო (Fungi). სოკოებმა გადაუხვიეს მცენარეთა ევოლუციის გენერალურ ხაზს და განიცადეს თავისებური ფილოგენეტური გარდაქმნები. ისინი კვების თავისებურების მიხედვით შუალედურ ადგილს იკავებენ მცენარეებსა და ცხოველებს შორის. სოკოები უმეტესად პარაზიტებია (ცხოვრობენ ან სიცოცხლის გარკვეულ ნაწილს ატარებენ სხვა ცოცხალი ორგანიზმის სხეულში), თუმცა არიან საფროფიტებიც (იკვებებიან სხვა მკვდარი ორგანიზმებით).

კიდევ უფრო ორიგინალურად განვითარდნენ მღიერები (Lycophita). აქ საქმე გვაქვს სრულიად ახალი ჯგუფის სიმბიოგენურ სინთეზთან, სადაც მონაწილეობენ წყალმცენარეები და სოკოები. სიმბიოზურმა ცხოვრებამ ღრმა კვალი დაატყო მათ ევოლუციას და გამოიწვია ორგანიზაციის გამარტივება. სულ სხვანაირად წავიდა გვიმრანაირების (Pterophyta) ევოლუცია. ლიკოპოდიალეებიც (Lycopodiales) წყალმცენარეებისაგან წარმოიშვნენ. გვიმრანაირებში კიდევ უფრო განიცადა რედუქცია გამეტოფიტმა. მიუხედავად იმისა, რომ გამეტების შეერთებისათვის კვლავ აუცილებელია წყლიანი გარემო, ამ მცენარეთა სასიცოცხლო ციკლში გაბატონებულ მდგომარეობას იკავებს სპოროფიტი. სპოროფიტს (თვით მცენარეს) უვითარდება ძლიერი ფესურა, ღერო და ფოთლები. იგი არსებობს გამეტოფიტისაგან დამოუკიდებლად. მათ ქვანახშირის პერიოდში დაიკავეს ხმელეთი, მაგრამ მათი გავრცელების შესაძლებლობები

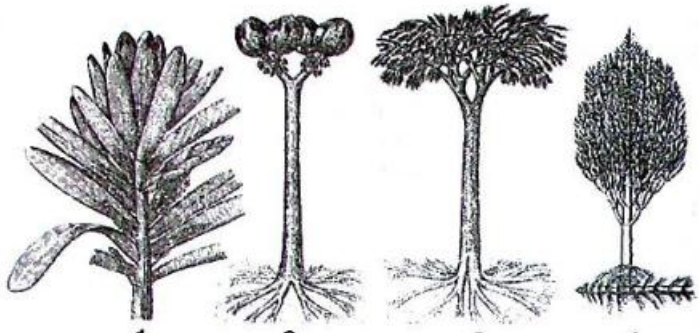
მაინც შეზღუდულია ჯერ კიდევ საკმაოდ ძლიერი გამეტოფიტური ფაზის გამო.

მცენარეთა მიერ ხმელეთის შემდგომ დაკავებასა და დაუფლებაში მთავარი მნიშვნელობა ჰქონდა სპორით გამრავლების შეცვლას თესლით გამრავლების უნარით. რასაც თან ახლდა გამეტოფიტური ფაზის დამოუკიდებლობის შემცირება. ასეთი პროგრესული ცვლილებები შეიმჩნევა ჯერ კიდევ გვიმრებში. მაგ., სიგილარიაში გამეტოფიტი (წინაზრდილი) ვითარდება არა დამოუკიდებელი სხეულის სახით, არამედ სპორის შიგნით. შემდეგ კი გამეტოფიტი განიცდის თანდათანობით რედუცირებას ჯერ თესლოვან გვიმრებში, შემდეგ — შიშველთესლოვნებში და საბოლოოდ, იგი ძალიან უსუსური სახით არსებობს ფარულთესლოვნებში. გამეტების წარმოქმნა და განაყოფიერება უკვე ქსოვილის შიგნით ხდება.

დევონურ პერიოდში უძველესი გვიმრანაირებისაგან წარმოიშვნენ პირველი შიშველთესლოვნები. ისინი თესლით გამრავლების უნარმა დააშორა წყალს. ამან კიდევ უფრო დამოუკიდებელი გახადა მცენარეთა სამყარო წყლის გარემოსაგან. ისინი უკვე არსებობენ ხმელეთის მშრალ პირობებშიც. ასეთ მცენარეებში გამეტათა შეერთებით წარმოიქმნება არა სპორები (საკვები ნივთიერებების გარეშე), არამედ თესლები, რომლებიც შეიცავენ ჩანასახისათვის საჭირო საკვებს.

ხმელეთის მცენარეებმა დიდ მრავალფეროვნებას მიაღწიეს ქვანახშირის პერიოდში. ფართოდ გავრცელდნენ შიშველთესლოვნები — ლეპიდოდენდრონი და სიგილარია. ისინი 30 მ-მდე სიმაღლისა იზრდებოდნენ. ბევრი იყო ხისმაგვარი გვიმრები და წიწვიანებისმაგვარი კალამიტები (სურ. 63). პირველადი შიშველთესლოვნებისაგან წარმოიშვნენ კორდაიტები — გრძელი ლანცეტისებური ფოთლებით.

პერმულ პერიოდში აყვავებას განიცდის შიშველთესლოვნები, კერძოდ, წიწვოვნები. ისინი გაბატონებულ მდგომარეობას იკავებენ მეზოზოურ ერაში.



სურ. 63. ქვანახშირის პერიოდის ზოგიერთი განამარხებული მცენარე.
1 – კორდაიტი (Cordaites levis); 2 – სიგილარია (Sigillaria);
3 – ლეპიდოდენდრონი (Lepidodendron); 4 – კალამიტი (Calamites).

ცარცულ პერიოდში გამოჩნდნენ ყვავილოვანი მცენარეები წვრილფოთლიანი ბუჩქებისა და მცირეტანიანი ხეების სახით. შემდეგ გაჩნდნენ დიდი ხეები ძლიერი ფოთლებით (მაგნოლიასებრნი, დაფნისებრნი). ფარულთესლოვნები კიდევ უფრო მრავალფეროვანი გახდნენ და გაბატონდნენ კაინოზოურ ერაში.

ფარულთესლოვნებში გამომუშავდა სხვა მნიშვნელოვანი აროგენეზული ცვლილებებიც. ყლორტის ნაწილმა განიცადა ღრმა მეტამორფოზული ცვლილებები და ჩამოყალიბდა ყვავილი, რაც მცენარეთა სამყაროში სქესობრივი გამრავლებისათვის ყველაზე ოპტიმალური წარმონაქმნია. გამომუშავდა დამტვერვისადმი შეგუების სხვადასხვა გზა.

ავტოტროფულმა კვებამ და ხმელეთზე გადასვლამ მცენარეებში კვების ინტენსივობის გაძლიერებისა და შესაბამისი პროგრესული ნიშნების გაჩენაც განაპირობა. სწორედ, ამის შედეგი იყო ნიადაგთან და ჰაერთან მცენარეთა შემხები ზედაპირის ზრდა. ამას თან ახლდა სხეულის ნაწილების ძლიერი დანაწევრება — ტოტების, ფოთლების, ფესვებისა და სხვათა წარმოქმნა. ფესვის განვითარებამ მცენარეები მთლიანად გადაიყვანა მიმაგრებული ცხოვრების ნირზე. ასეთი ცხოვრება მცენარეს აძლევს კვების ეფექტურ შესაძლებლობას, მაგრამ არ

აძლევს არახელსაყრელი პირობებისაგან განშორების საშუალებას (ადგილზე მუდმივად მიმაგრების გამო). უმაღლეს მცენარეებს უჩნდებათ ზოგიერთი უმდაბლესი ცხოველისათვის დამახასიათებელი ისეთი თვისება, როგორიცაა რეგენერაციის უნარი. ამის გამო მცენარეებში ცალკეული ორგანოს დაზიანებას არ მივყავართ მძიმე შედეგებთან, როგორც უმაღლეს ცხოველებში. ეს იმით აიხსნება, რომ მცენარეთა ორგანოებს შორის არ არის ისეთი მყარი კავშირი და ღრმა სპეციალიზაცია, როგორც ცხოველებში. უმაღლეს ცხოველებში დიფერენციაციას თან ახლავს ძლიერი კოორდინაციული რეგულაციაც. მცენარეთა ცალკეული ორგანო შედარებით უფრო მეტი ავტონომიურობით ხასიათდება. სწორედ ეს განაპირობებს მცენარეთა ვეგეტაციური გამრავლების უნარს ცალკეული ორგანოს საშუალებით.

მცენარეების ერთ-ერთ ევოლუციურ თავისებურებას წარმოადგენს ისიც, რომ მათ ახასიათებთ ძლიერი მოდიფიკაციური ცვალებადობის ფარგლები (რეაქციის ნორმა). ამიტომაცაა, რომ გარემო პირობების მკვეთრი ცვლილების შემთხვევაში საკმაოდ ძლიერ ცვლილებებს ექვემდებარებიან მცენარის სავეგეტაციო ორგანოები (ფესვი, ყლორტი და ფოთოლი). მიმაგრებული ცხოვრების გამო გადარჩევა მცენარეებში უპირატესობას აძლევს მოდიფიკაციური ცვალებადობის გაძლიერებას. იქ, სადაც ცხოველებს გარემოსთან შეგუებისათვის გენოტიპური თავისებურებების ცვლილება სჭირდება, ამას მცენარე ხშირად ახერხებს მოდიფიკაციური ცვალებადობის საშუალებით. ალბათ, ამითაც უნდა აიხსნას, რომ ცხოველთა სახეობრივი სიმრავლე (დაახლ. 3,5 მილიონი) გაცილებით ჭარბობს მცენარეთა (0,5 მილიონი) სახეობრივ რაოდენობას.

ამგვარად, მცენარეთა სამყაროს ევოლუციაში შეიმჩნეოდა ჰაბლოფაზიდან დიპლოფაზაზე თანდათანობითი გადასვლის გაძლიერება, განაყოფიერების პროცესში წყლის პირობებიდან თანდათანობითი განთავისუფლება, გარეგანი განაყოფიერებიდან შინაგანზე გადასვლის გაძლიერება, ჩანასახში საკვები მარაგის დაგროვების ზრდა, მიმაგრებული ცხოვრების ნირზე გადასვლის ტენდენცია, სხეულის დანაწევრება, გამტარი სისტემის სრულყოფა (ჭურჭელ-ბოჭკოვანი კონების

ცხრილი 5

მცენარეთა ძირითადი ფილოგენეტიკურ-გრადაციული ჯგუფების ზოგიერთი ორგანიზაციული თავისებურება

ჯგუფის დასახელება	ძირითადი ორგანიზაციული ნიშნები	წარმოშობის დრო და წინაპარი
1. უმარტივესები	ეუკარიოტული ერთუჯრედიანი და შრავალუჯრედიანი ორგანიზმებია. ახასიათებთ ყლაპვით, ფოტოსინთეზური და ადსორბციული კვება. უმეტესობას ახასიათებს სქესობრივი გამრავლება. გადაადგილდებიან შოლტებით ან მიმაგრებულ ცხოვრებას ეწევიან. მათ დასაბამში მისცეს სამ სამეფოს: სოკოებს, მცენარეებსა და ცხოველებს.	წარმოიშვნენ კემბრულამდელ პერიოდში, დაახლოებით 1,5 მილიარდი წლის მანძილზე. სიცოცხლე მხოლოდ მათი სახით არსებობდა დედამიწაზე. წარმოიშვნენ პროკარიოტული ფორმებისაგან.
2. ფხლოფიტები	პატარა ზომის სხეული შედგებოდა მიწისქვეშა პორიზონტალური ფესვისაგან, საიდანაც გაიზრდებოდნენ რიზოიდები. მიწის ზედა ნაწილი წარმოდგენილი იყო დიქოტომიურად დატოტვილი ტოტებისაგან. დიფერენცირებული ფესვი და ფოთოლი არ გააჩნდათ. ღეროს ცენტრში ჰქონდათ გამტარი სისტემა, რომელიც წარმოდგენილი იყო ქსილემისაგან, მას კი გარს ეხვეოდა ფლოემა. გარედან პარენქიმული ქერქი იყო განლაგებული. ღერო გარედან ეპიდერმისით იყო დაფარული, იგი შეიცავდა ბაგეებს. სპორანგიუმები განლაგებული იყო დიქოტომიურად დატოტვილი ღეროს ბოლოებში. სასიცოცხლო ციკლში ახასიათებდათ თავისუფლად მცხოვრები გამეტოფიტი და მოძრავი სპერმატოზოიდები. სპორები გარსით იყო დაფარული, რაც აადვილებდა ხმელეთზე ქარით განსახლებას.	გავრცელდნენ სილურულსა და დევონურში. წარმოიშვნენ მწვანე წყალმცენარეებისაგან.
3. გვიმრანაირები	მცენარის სხეული შედგება კარგად შეფოთლილი ღეროსა, ფესვისა და დამატებითი ფესვებისაგან. ფოთლები დიდი, სპორანგიუმები კი, ჩვეულებრივ, ერთი ტიპისა აქვთ. სასიცოცხლო ციკლში გააჩნიათ მეზოფილური დამოუკიდებელი გამეტოფიტი. მოძრავ სპერმატოზოიდებს აუცილებლად სჭირდებათ წყლის თხელი აპკი, რათა მიცურდნენ გამეტოფიტში მდებარე კვერცხუჯრედამდე. ჩანასახი და ახალგაზრდა მცენარე ვითარდება გამეტოფიტში. ზრდა-განვითარება ნოტიო გარემოში მიმდინარეობს.	გავრცელდნენ ქვანახშირში, სიუხვეს აღწევენ მეზოზოურ და კოინოზოურ ერებში. წარმოიშვნენ გვიან დევონში Trimerophytopsida-საგან.
4. შიშველთესლოვნები	მცენარის სხეული შედგება ყლორტისა და კარგად განვითარებული ფესვისაგან. სპორანგიუმები გადაქცეულია თესლკვირტად და საშტეროე პარკად. მოკრო- და მეგასპორანგიუმები შეკრებილია გრიჭებად, რომლებშიც მდებარეობს რედუცირებული გამეტოფიტი. უმეტესად ჭარით იმტვრევიან. განაყოფიერება შინაგანია. თესლკვირტი	სხვადასხვა ჯგუფი წარმოიშვა გვიან დევონში ან ქვანახშირის პერიოდში. გავრცელდნენ ქვანახშირის პერიოდში, დომინირებული იყვნენ მეზოზოურში. წარმოიშვნენ უძველესი თესლოვანი გვიმრებისაგან.

	შეიცავს სამარგო ნივთიერებას. ჩანასახი ვითარდება თესლში. გავრცელებულია ზომიერად ნოტიო, ცივ და მშრალ ოლქებში.	
5. ფარულთესლოვნები	უმეტესობას გააჩნია გამტარი ქსოვილი, რომლებიც შეიცავენ ჭურჭლებს. თესლკვირტი მოთავსებულია ნასკვში. ნასკვი და მტვრიანები მდებარეობენ ყვავილში. გვირგვინი უმეტესად შეფერილია. დამტვერვა ხდება ცხოველებით ან ქარით. გამეტოფიტი ძლიერ რედუცირებულია. თესლი შეიცავს ახალი ტიპის სამარგო ნივთიერებას — ენდოსპერმს. თესლები მწიფდება ნაყოფში და ხშირად ვრცელდება მასთან ერთად. გავრცელებულია ფართოდ — ტუნდრიდან უდაბნოს ჩათვლით.	წარმოიშვნენ ქვედა ცარცულში და ფართოდ გავრცელდნენ მის ბოლოს. ბატონობდნენ მთელ კაინოზურ ერაში. წარმოიშვნენ პრიმიტიული შიშველთესლოვნებისაგან.

ჩამოყალიბება), საყრდენი და დამცველობითი ქსოვილების დიფერენცირება, ყვავილის ჩამოყალიბება და დამტვერვის პროცესების სრულყოფა, ჩანასახის პარკის ჩამოყალიბება და ორმაგი განაყოფიერების უნარის გაჩენა, მტვრის მარცვლების, თესლებისა და ნაყოფების გავრცელების სამარჯვეების სრულყოფა, ჰერმაფროდიტიზმის გაძლიერება, პოლიპლოიდიის მაღალი ხარისხით ფიქსირება, აპომიქტური (ზოგიერთ სახეობებში) გამრავლების უნარის გაჩენა და სხვა. ყოველივე აღნიშნულმა განაპირობა მცენარეთა სამყაროს ფართოდ განსახლება დედამიწაზე (ცხრილი 5).

ცხოველთა სამყაროს ფილოგენეტური განვითარების ძირითადი ეტაპები და ზოგიერთი ევოლუციური თავისებურება

ადრეც იყო აღნიშნული, რომ როგორც მცენარეთა, ასევე ცხოველთა ფილოგენეტური საწყისები შოლტოსნებთან არის დაკავშირებული. მათგან უნდა იყოს წარმოშობილი როგორც ფესვფეხიანები, ასევე სპოროვნები და ინფუზორიებიც. შეცვლილი სახით შემორჩნენ შოლტოსნებიც. ისინი ძირითადად პარაზიტული ცხოვრების ნირზე გადავიდნენ. პარაზიტიზმისაკენ წავიდა სპოროვნების ევოლუციური განვითარებაც. ღრმა სპეციალიზაცია განიცადეს ინფუზორიებმა. მათ გაუჩნდათ

შედარებით აქტიური სამოძრაო აპარატი, რამაც ხელი შეუწყო ჰეტეროტროფულ კვებაშიც. საკვების მოპოვებაში ეხმარება ტრიქოცისტებიც. გამოუმუშავდათ ორიენტირებისა და გაღიზიანებაზე რეაგირების უნარი. მაღალმა სპეციალიზაციამ ისინი ევოლუციურ ჩიხში მოაქცია.

პრიმიტიულმა შოლტოსნებმა ზოგადად, მრავალუჯრედიანების წარმოშობასაც მისცეს დასაბამი. პირველი მრავალუჯრედიანი ცხოველების მრავალი შტო განადგურდა. შემორჩა მხოლოდ ორი ასეთი ჯგუფი: ღრუბელები და ნაწლავღრუიანები. ღრუბელები, როგორც ჩანს, საყელოიანი შოლტოსნებისაგან წარმოიშვნენ. ამაზე მიუთითებს თუნდაც ის, რომ ღრუბელებში შემდგომი სრულყოფა განიცადეს საყელოიანმა შოლტიანმა უჯრედებმა — ქოანოციტებმა. ეს უკანასკნელი ემსახურება საკვების მოპოვებისა და შეთვისების ფუნქციას. ისინი გადავიდნენ მიმაგრებული ცხოვრების ნირზე, რასაც ახლდა სხეულის გამარტივება. მიმაგრებულმა ცხოვრებამ შეზღუდა ამ ჯგუფის ევოლუციური პროგრესი.

ნაწლავღრუიანები ღრუბელებისაგან დამოუკიდებლად წარმოიშვნენ. თავისუფალმა ცხოვრებამ მათ ევოლუციური პროგრესის უფრო მეტი შესაძლებლობები შესძინა. სხეულის ღრუს წარმოშობამ განაპირობა მონელებისა და კვების პირობების გაუმჯობესება. მათში განვითარდა დამჭერი აპარატი საცეცებისა და ტრიქოცისტების სახით. ნერვული სისტემა განიცდის ცენტრალიზაციას, განვითარდა გრძნობათა ორგანოები. მაგრამ ნაწლავღრუიანებსაც გააჩნდათ ნიშნები, რაც მათ გარკვეულ ევოლუციურ ჩარჩოებში აქცევდა. ასეთია: რადიალური სიმეტრია (ამცირებს წყალში მოძრაობის უნარს), შუა საჩანასახო ფურცლის — მეზოდერმის არარსებობა (იგი იძლევა მოძრაობისადმი შეგუების მეტ შესაძლებლობებს, რადგანაც დასაბამს აძლევს კუნთებს). ასეთი ნიშნები პირველად ვითარდება სავარცხლურებში, რაც მათ აძლევს ფსკერზე ცოცვით მოძრაობის საშუალებას.

მეზოდერმა და ბილატერალური (ორმხრივი) სიმეტრია თავისი ფუნქციებით ვლინდება მხოლოდ ბრტყელ ჭიებში, კერძოდ, ტურბელარიებში. მეზოდერმა ასრულებს სამარაგო ნივთიერებებისათვის კონდენსატორის ფუნქციას, ამასთანავე,

წარმოადგენს კუნთოვანი სისტემის წარმოქმნის საფუძველს. ყოველივე ეს განაპირობებს ტურბელარიების აქტიურ გადაადგილებას. ამიტომაც თვლიან მეზოდერმის გაჩენას ორგანიზაციის დონის ამაღლების ფუნდამენტურ საფუძვლად. მან განსაზღვრა ტურბელარიების სწრაფი მოძრაობა და მტაცებლური ცხოვრების ნირი. ყოველივე აღნიშნულს მოჰყვა ნერვული სისტემის პროგრესი და გრძნობათა ორგანოების სრულყოფა.

ასევე დიდია ბილატერალური სიმეტრიის (სხეულის ზურგ-მუცლისა და წინა-უკანა ნაწილებად დაყოფა) ფილოგენეტური მნიშვნელობაც. მას ახლდა სათანადო სპეციალიზაცია. სხეულის წინა ნაწილში ფიქსირდება გრძნობათა ორგანოები (შეხება, მხედველობა, ყნოსვა). ასეთმა ლოკალურმა თავმოყრამ შექმნა პირობები ცენტრალური ნერვული სისტემის კონდენსაციისათვის. სწორედ ტურბელარიებში ჩნდება პირველად სრულყოფილი ნერვული განგლიები. ზურგის მხარე ასრულებს დამცველობით ფუნქციას, მუცლისა კი — კვებითს. ასეთმა პროგრესულმა ნიშნებმა განაპირობეს მათი ფართო გავრცელება მტკნარ წყლებში, ზღვებსა და ნიადაგში. გაჩნდა ხმელეთზე გადასვლის ნიშნებიც. თუ ნაწლავღრუიანებში თითქმის არ იყო პარაზიტიზმი, ტურბელარიების ორი კლასი პარაზიტებია: მწოველები და თასმა ჭიები. ასე რომ, ტურბელარიები გადადიან აქტიური ცხოვრების ნირზე და განიცდიან სხეულის ძლიერ პროგრესს.

ტურბელარიებისაგან წარმოიშვნენ რგოლოვანი ჭიები. მათ გაუჩნდათ რიგი ადაპტური ნიშნები: წარმოექმნათ სხეულის მეორეული სიღრუე (ცელომი), გაუჩნდათ ნამდვილი ანალური ხვრელი, განუვითარდათ პარაპოდიები, განიცადეს სხეულის მეტამერული დანაწევრება. ცელომის განვითარებამ გამოიწვია სისხლძარღვოვანი სისტემის გამოცალკევება და ხელი შეუწყო ნაწლავის დამოუკიდებელი მუსკულატურის წარმოქმნას. ამან განაპირობა ნაწლავის პერისტალტიკის უნარის გაჩენა. ნაწლავი დიფერენცირდა შესაბამისი ფუნქციებით. ყოველივე ამან რგოლოვანი ჭიები გადაიყვანა მრავალნაირი საკვებით კვებაზე. სისხლის მიმოქცევის სისტემის ჩამოყალიბებამ განაპირობა უანგვითი და საერთოდ, ნივთიერებათა ცვლის პროცესების

ინტენსიფიკაცია. სხეულის მეტამერიამ შექმნა წინაპირობა თავის, ტანისა და უკანა ნაწილების გამოცალკევებისათვის, გამოცალკევდა თვალი, გაჩნდა ბროლი. ბარაბოდიების განვითარებამ გამოიწვია ცოცვისა და ცურვის უნარის გაძლიერება. ყოველივე აღნიშნული დაკავშირებული იყო ნერვული სისტემისა და გრძნობათა ორგანოების სრულყოფასთან, რამაც განაპირობა არსებობისათვის ბრძოლის საშუალებების გაძლიერება.

ფეხსახსრიანები (Arthropoda) თავისი მრავალფეროვანი ჯგუფებით ფილოგენეტურად დაკავშირებული არიან რგოლოვან ჭიებთან. კიბოსნაირები უდაოდ რგოლოვანი ჭიებისაგანაა წარმოშობილი. მათ შენარჩუნებული აქვთ გარეგანი (კანის) ლაყუჩები, რომლებიც ჰომოლოგიურია ბარაბოდიებისა — ლაყუჩებისმაგვარი გამონაზარდებისა. პოლიქეტებთან განსაკუთრებით ახლოსაა ლაყუჩიანი კიბოები. პოლიქეტებიდან უნდა ღებულობდეს სათავეს ტრილობიტებიც, რომლებიც ფილოგენეტურად დაკავშირებულნი არიან კიბოსნაირებთან. მრავალფეხიანები კი, როგორც ჩანს, მწერების წინაპრები არიან.

უდიდესი ევოლუციური პროგრესი განიცადეს მწერებმა, რაც შესაბამისმა ნიშნებმა განაპირობეს: 1. კარგად დანაწევრებული კიდურები; 2. ტრაქეის სისტემა; 3. ფრენის უნარი; 4. უნივერსალური პირის აპარატი; 5. მძლავრად განვითარებული ქიტინოვანი საფარველი; 6. ნერვული სისტემის ძლიერი კონცენტრაცია; 7. ცხიმოვანი სხეულის გაჩენა; 8. ძლიერი ინსტინქტები; 9. სპეციალიზებული გამომყოფი სისტემა მალპიგის მილების სახით, რაც წყლის ეკონომიურ ხარჯვასთანაა დაკავშირებული და სხვა. ამ ნიშნებმა განაპირობეს ჰაერსა და ხმელეთზე მწერების ფართოდ განსახლება. მწერებს ცხოველთა ვერც ერთი სხვა ჯგუფი ვერ შეედრება ადაპტაციის მრავალფეროვნებითა და მდიდარი სასიცოცხლო ფორმებით. ამასთან, მათ უამრავი მტერი ჰყავთ, რამაც განაპირობა მათში პასიური (მიმიკრია, მფარველობითი შეფერილობა, შხამის გამომუშავება) და აქტიური (მკბენარი და მჩხვლეტავი პირის აპარატი) თავდაცვითი საშუალებების განვითარება.

რაც შეეხება უხერხემლო და ქორდიანი ცხოველების ფილოგენეტურ კავშირებს, იგი საფუძვლიანად დაამუშავეს ა.კოვალევსკიმ და ი. მეჩნიკოვმა. მათ ემბრიონული განვითარების

კანონზომიერებების შესწავლის საფუძველზე დაასაბუთეს უხერხემლოებისა და ხერხემლიანების ფილოგენეტური ერთიანობა.

მკვლევართა გარკვეული ჯგუფი თვლის, რომ ქორდიანები წარმოიშვნენ რგოლოვანი ჭიებიდან, მაკ-ფარლანის აზრით, — მტკნარი წყლის ნემერტინებისაგან. ზოგიერთი ავტორი კი მათ წინაპრად თანამედროვე მჯდომარე ფორმებს — პოლიქეტებს მიიჩნევს.

დასავლეთის ზოგიერთი მეცნიერის ვარაუდით, ქორდიანთა წინაპრები უნდა ყოფილიყვნენ ზღვის ფსკერული, ოლიგომერული, ცელომური, ჭიისმაგვარი ცხოველები, რომლებიც გადავიდნენ მჯდომარე ცხოვრების ნირზე და პასიურად იკვებებოდნენ წყლის ფილტრაციის შედეგად. მათ დასაბამი მისცეს არა მარტო ქორდიანებს, არამედ — კანეკლიანებს, პოგონოფორებსა და ნახევარქორდიანებსაც.

დღეისათვის ქორდიანთა წარმოშობის ორი ძირითადი თეორია არსებობს. გარსტანგის (1928) თეორიის თანახმად, ქორდიანთა წინაპრები შეიძლება ყოფილიყვნენ ნაწლავით მსუნთქავებთან ახლოს მდგომი წინაპრები, რომლებიც გადავიდნენ მჯდომარე ცხოვრების ნირზე და გაიუმჯობესეს წყლის ფილტრაციის მექანიზმი. მათში ხახა საკვების დაგროვების რეზერვუარიც გახდა. ლარვების მასიური დაღუპვის პირობებში ნეოტენიის გზით მათში შეიძლებოდა მომხდარიყო ზრდასრული ფაზის გაქრობა. ასე შეიძლებოდა წარმოშობილიყო ქორდიანთა მოძრავი წინაპარი, რომელსაც შეიძლებოდა ჰქონოდა ღერძული ჩონჩხი — ქორდა, კუნთები და მილისებური ნერვული სისტემა. აღნიშნული მოსაზრების სუსტი მხარე ის არის, რომ ამ თეორიის თანახმად, მართალია, ამ ცხოველებს გააჩნდათ ქორდა, მაგრამ ლარვები სუსტი, კვების უუნარო და მეტად სპეციალიზებულნი იყვნენ და არ შეეძლოთ მოეცათ თაობა, რომელიც სრულყოფილი წინაპარი იქნებოდა ქორდიანი ცხოველებისა.

სევერცოვ-ლივანოვის (1912-36) თეორიის თანახმად, ქორდიანები შეიძლებოდა წარმოშობილიყვნენ ჭიისებურად მცოცავი ან მიწის მთხრელი წინაპრებისაგან. ისინი, ეტყობა, ემსგავსებოდნენ თანამედროვე ნაწლავით მსუნთქავებს. მათ განუვითარდათ ქორდა, ხოლო დასვრეტილ ხახაში —

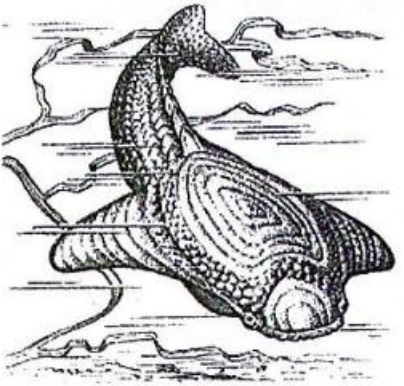
ენდოსტილი. ეს უკანასკნელი აწესრიგებს საფილტრაციო წყლიდან საკვების გამოყოფას, როგორც ეს ხდება თანამედროვე უქალოებში.

მიუხედავად ურთიერთგამომრიცხავი მოსაზრებებისა, აღნიშნული ჰიპოთეზები ადასტურებენ, რომ ქორდიანთა წინაპრებს ახასიათებდათ პასიური კვება, რაც დაკავშირებული იყო ნაკლებად მოძრავ, მჯდომარე ცხოვრების ნირთან. ერთი კი ცხადია, რომ თანდათანობით მოხდა პრიმიტიული ქორდიანების გადასვლა ზღვიდან შესართავების წინა არეში და იქიდან კი — მდინარეებში, რასაც თან ახლდა სამოძრაო საშუალებების, საკვების შეგროვებისა და კვების უნარის თანდათან სრულყოფა. აქედან გამომდინარე, მას მოჰყვა ნერვული სისტემისა და გრძნობათა ორგანოების თანდათანობითი განვითარება და რთული ფორმების — უმაღლესი ქორდიანების ანუ ხერხემლიანების წარმოშობა.

ქორდიანებისათვის დამახასიათებელია ევოლუციურად პროგრესული შემდეგი ნიშნები: 1. შინაგანი საყრდენი ღერძული ჩონჩხი — ქორდა ან ხერხემალი; 2. მილისებური ნერვული სისტემის, თავის ტვინისა და თავის ქალის განვითარება; 3. პირობითრეფლექსური პროცესების სრულყოფა.

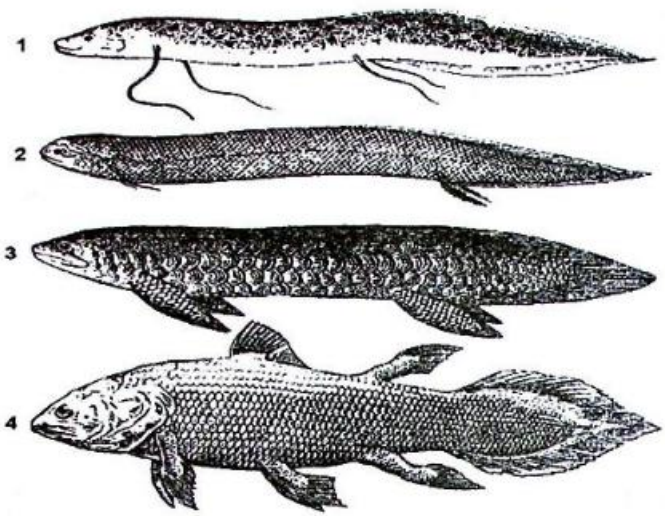
ქორდიანების (Chordata) წარმოშობა მოხდა დაახლოებით 500 მილიონი წლის წინ. პალეოზოურის დასაწყისში (შუა სილურულისა და დევონის დასაწყისში) აღინიშნა ცხოველთა მრავალი ტიპის წარმოშობა. მათგან მესამედია შემორჩენილი ჩვენამდე. დევონში უკვე ცნობილი იყო სარკოპტერიგები და აქტინოპტერიგებიც. კემბრული პერიოდის ბოლოს გაჩნდნენ პირველადი თევზები, რომლებიც წარმოდგენილნი იყვნენ უყბოებით (Agnata) (სურ. 64).

შემდგომისათვის ისინი თითქმის მთლიანად ამოწყდნენ. მათი თანამედროვე წარმომადგენლებია სალამურები და მიქსინები. დევონში ჩნდებიან ყბიანი თევზები. მათში წინა სალაყუჩე რკალი გადაქცეულია ყბად, უკვითარდებათ წყვილი ფარფლი. პირველი ყბაპირიანების წარმომადგენლები იყვნენ სხივფარფლიანები (Actinopterygii) და მტევანფარფლიანები (Grossopterygii).



სურ. 64. უცბო ჯავშნიანი თევზი.

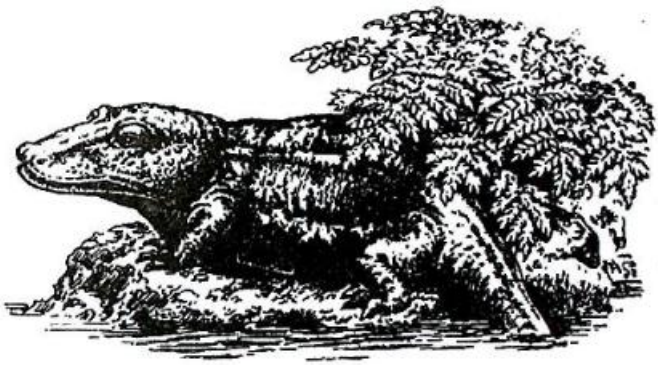
დღეს არსებული თითქმის ყველა თევზი სხივფარფლიანებისაგანაა წარმოშობილი. მტევანფარფლიანებისაგან წარმოიშვნენ ორგვარად მსუნთქავი თევზები. ადრე იყო მოსაზრება, რომ ხმელეთის ხერხემლიანებს დასაბამი მისცეს ორმაგადმსუნთქავმა თევზებმა. შემდეგში თავის ქალას აგებულების თავისებურებებიდან გამომდინარე, გამოითქვა ვარაუდი, რომ ხმელეთის ოთხფეხიანები დასაბამს მტევანფერფლიანებიდან იღებენ. მტევანფარფლიანებს ფარფლზე ჰქონდათ საყრდენი ძვლოვანი ელემენტები, საიდანაც შემდგომ ხმელეთის ფორმებში განვითარდა კიდურები. ორგვარად მსუნთქავი თევზები ფართოდ იყვნენ გავრცელებული მეზოზოური ერის დასაწყისამდე. თანამედროვე პირობებში ისინი წარმოდგენილია სამი გვარით: ნეოცერატოდი, რომელიც გავრცელებულია ჩრდილო ავსტრალიის მდინარეებში; ბროტოპტურუსი — ტრობიკული აფრიკის ამომშრალ ჭაობებსა და მცირეწყლიან მდინარეებში და ლეპიდოსირენა — ამაზონის აუზში (სურ. 65).



სურ. 65. ორგვარად მსუნთქავი და მტევანფარფლიანი თევზები.
1 — პროტოპტერუსი; 2 — ლეპიდოსირენა; 3 — ნეოცერატოდი; 4 — ლატიმერია.

მტევანფარფლიანები ფართოდ იყვნენ გავრცელებული მეზოზოურ ერამდე. მეზოზოურში ისინი მტკნარი წყლიდან გადავიდნენ ზღვებში. დღეს არსებობს მათი ერთადერთი სახეობა ლატიმერია (Latimeria chalumnae), რომელიც გვხვდება ინდოეთის ოკეანეში 400-1000 მ-ის სიღრმეზე. მტევანფარფლიანებისაგან წარმოიშვნენ ამფიბიები. ფაქტიურად მტევანფარფლიანების ჯგუფი (რომელიც ამოწყვეტილია) ხმელეთის ხერხემლიანი ცხოველების საერთო წინაპარია. მათი საცურაო აპკი გადაიქცა ფილტვის ტომსიკებად, რამაც შეუწყო ხელი ხმელეთზე გადასვლას. უძველესმა მტევანფარფლიანებმა დასაბამი მისცეს სტეგოცეფალებს (ჯავშნიან ამფიბიებს) (სურ.66), რომელთაგან განვითარდა ორი შტო — ამფიბიები და რეპტილიები. ახლახან (2004 წ.) ჩიკაგოს უნივერსიტეტის პროფესორმა *ნილ შუბინმა* და ფილადელფიის ბუნებისმეტყველების აკადემიის პროფესორმა *ედვარდ დეშლერმა* კანადის ჩრდილოეთით გათხრების შედეგად

აღმოაჩინეს უნიკალური არსების (მათ მიერ Ticatalic rosea-დ წოდებული) განამარხი. იგი კიდევ ერთი გარდამავალი ფორმა აღმოჩნდა თევზებსა და ხმელეთის ცხოველებს შორის. თევზების მსგავსად მას გააჩნია ქერცლები, ფარფლები და ლაყუჩები, მაგრამ სელაპის მსგავსად დამოუკიდებლად შეეძლო თავის მობრუნება, მიწაზე გადაადგილება. უკანა კიდურები ისე ჰქონდათ განვითარებული, რომ მიწაზე გადაადგილების საშუალებას აძლევდა. არის მეცნიერთა ვარაუდი, რომ იგი შუალედურ ადგილს იკავებს პანდერიქტისს (385 მილიონი წლის წინანდელი თევზი) და აკანტოსტეგას (ყველაზე ძველი ტეტრაპოდას (385 მილიონი წლის წინანდელი მიწაზე მცხოვრები არსება) შორის. აღმოჩენა ადასტურებს, რომ წყლიდან ხმელეთზე ცხოველთა გადასვლა განხორციელდა დაახლოებით 380-360 მილიონი წლის წინ.



სურ. 66. ჯავშანთავიანი ამფიბია Mastodontosaurus giganteus.

თუმცა არის ინგლისელი და რუსი მეცნიერების ერთობლივი კვლევების შედეგად ჩამოყალიბებული მოსაზრებაც. დეტალურად იქნა შესწავლილი ციმბირის ზეგანის გეოლოგიური და პალეონტოლოგიური თავისებურებანი და მეცნიერები მივიდნენ დასკვნამდე, რომ დაახლოებით 250 მილიონი წლის წინ ამ ტერიტორიაზე მომხდარა ძლიერი კატასტროფა. რყევითი მოძრაობის შედეგად გაჩენილა რამდენიმე კმ-ის დიდ სივრცეზე

გადაჭიმული უფსკრული, საიდანაც დედამიწის ზედაპირზე მოხვედრილა სიღრმისეული მასა. ამას შედეგად მოჰყოლია დედამიწის ისტორიაში ყველაზე ძლიერი მაგმური მასის ამონთხევა. ლავას, რომლის სისქე ოთხ კმ-მდე აღწევდა, დაუფარავს მთელი ციმბირის ზეგანი. ლავასთან ერთად ამოფრქვეულა სხვადასხვა სახის გაზების (განსაკუთრებით კი CO_2) უსაზღვროდ დიდი რაოდენობა. ლავის ტემპერატურისა და გაზების მიერ გამოწვეული სათბურის ეფექტის გავლენით მთელს დედამიწაზე მომხდარა ტემპერატურის სერიოზული ზრდა. ოკეანის ტემპერატურის მატების გამო ლღობა დაუწყია ოკეანის სიღრმეში დალექილ მეთანსაც და ამ გზითაც ძლიერ გაჯერებულა დედამიწის მაშინდელი ატმოსფერო. ეტყობა, მეთანის სათბურის ეფექტი გაცილებით უფრო მაღალია, ვიდრე სხვა გაზებისა. ყოველივე აღნიშნულის გამო დედამიწა გადახურებულა, ოკეანეები თითქმის დაშრალა, თანაც გლობალურად შემცირებულა ჟანგბადის შემცველობა ატმოსფეროში. ასეთ გლობალურ კატასტროფას გამოუწვევია მთელი დედამიწის ცოცხალი სამყაროს 95%-ის გადაშენება. ცოცხალი ორგანიზმების გადარჩენილი 5% ფლობდა ადაპტურ უპირატესობას. მათი სასუნთქი ორგანოების აგებულება ატმოსფეროში ჟანგბადის მცირე შემცველობის პირობებში არსებობის უკეთეს შესაძლებლობას იძლეოდა. სწორედ ამ გლობალურ კატასტროფას უკავშირებენ აღნიშნული ჰიპოთეზის ავტორები მაღალორგანიზებული ცოცხალი ორგანიზმების და მათ შორის — ცხოველების ინტენსიურ გადასვლას ხმელეთის პირობებში.

უძველესი ამფიბიები აღმოჩენილია ზედა დევონურის ქანებში. მათი წარმომადგენლები იქთიოსტეგები ხასიათდებოდნენ ხუთთითიანი კიდურებით, რითაც მოძრაობდნენ ხმელეთზე. შემორჩენილი ჰქონდათ კუდის საცურაო ფარფლი, რაც იმაზე მეტყველებდა, რომ ისინი უკვე წყალხმელეთა ცხოვრებას ეწეოდნენ. მათ წყალში ვერ გაუწიეს კონკურენცია სხივფარფლიან თევზებს და თანდათან გადავიდნენ საცხოვრებლად ხმელეთზე. დევონში გაიფურჩქნა სტეგოცეფალების მრავალგვარი ჯგუფი. მათ შორის განსაკუთრებით გამოირჩევიან ლაბირინთოდონტები და

ნიანგისმაგვარები. თანამედროვე კუდიანი და უკუდო ამფიბიები, როგორც ჩანს, სტეგოცეფალების სხვა ჯგუფებისაგან არიან წარმოშობილნი. თანამედროვე ამფიბიებში გამოიყოფა სამი ჯგუფი: 1) უფეხოები — ვიწროდ სპეციალიზებული, ნიადაგში მცხოვრები ფორმები; 2) კუდიანი ამფიბიები — წყლის ფორმები (ლიფსიტის ფაზას ატარებს წყალში, დანარჩენს — ხმელეთზე), სირენები კი კვლავ დაუბრუნდნენ წყალს; 3) უკუდო ამფიბიები — დაეუფლნენ ხმელეთს და ფართოდ განსახლდნენ.

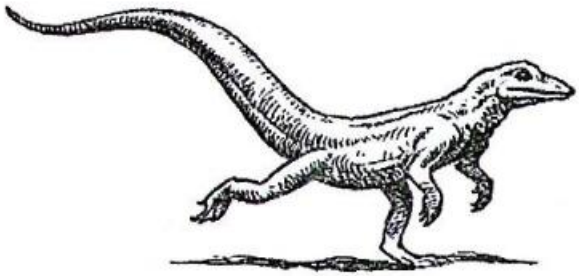
ქვანახშირის პერიოდში წარმოიშვნენ მფრინავი უხერხემლო ფორმებიც. აღნიშნულია გიგანტური მწერები. გიგანტური ჭრიჭინას ფრთების ზომა 0,75 მ-ს აღწევდა. რაც შეეხება ხერხემლიანებს, პერმულ პერიოდში წარმოიშვა რეპტილიების კიდევ ორი ჯგუფი: პირველადი ხვლიკები და მხეცთმაგვარები. განსაკუთრებულ ფილოგენეტურ ინტერესს იმსახურებს მხეცთმაგვარები. მათი პრიმიტიული ფორმები ახლოს იდგნენ კოტილოზავრებთან. შუა პერმულში წარმოიშვნენ უფრო სრულყოფილი ფორმები. მათი ერთ-ერთი წარმომადგენელია ინოსტრანცევია. ეს იყო მსხვილი მტაცებელი 4 მ სიგრძის სხეულით, გააჩნდა დიფერენცირებული კბილები და წააგავდა ვეფხვს. ფიქრობენ, რომ ძუძუმწოვრებს დასაბამი უძველესმა მხეცთმაგვარებმა მისცეს.

რეპტილიები პრიმიტიული ამფიბიებისაგან წარმოიშვნენ. პერმულ პერიოდში ხმელეთზე მათი ფართოდ განსახლება განაპირობა ფილტვებით სუნთქვაზე გადასვლამ და გარსებით კვერცხის დაფარვამ (განსაკუთრებით ნაჭუჭით). პირველადი რეპტილიებიდან განსაკუთრებულ აღნიშვნას იმსახურებს კოტილოზავრები — მცირე მწერებით მკვებავი ცხოველები და აქტიური მტაცებლები — ტერაპსიდები. მათ ტრიასულ პერიოდში ადგილი დაუთმეს გიგანტურ რეპტილიებს — დინოზავრებს, რომლებიც წარმოიშვნენ 150 მილიონი წლის წინ. ვარაუდობენ, რომ ისინი თბილსისხლიანები იყვნენ და დიდხანს იარსებეს კიდეც ძუძუმწოვრებთან ერთად. 65 მილიონი წლის წინ დინოზავრები ამოწყდნენ.

ტრიასულ პერიოდში პირველადი ხვლიკებისაგან გამოიყო ე.წ. ხორთუმიანი ხვლიკები, რომლის ერთ-ერთი

წარმომადგენელი ჰატერია დღესაც არსებობს ახალი ზელანდიის ჩრდილო ნაწილში (სურ. 5).

პირველად ხვლიკებთან ახლოს იყვნენ ტრიასული ფსევდოზუქიები (სურ. 67). ვარაუდობენ, რომ მათგან წარმოიშვა ბევრი ჯგუფი, მათ შორის ნიანგებიც. არის აზრი, რომ ფსევდოზუქიებმა დასაბამი მისცეს ფრინველების წინაპრებსაც.



სურ. 67. ფსევდოზუქია (რესტავრირებული).

ტრიასულ პერიოდში რეპტილიები გადავიდნენ ზღვებშიც. მათ მიეკუთვნებოდა იქთიოზავრები და პლეზიოზავრები. ისინი ფართოდ გავრცელდნენ იურულ პერიოდში. იურულ და ცარცულ პერიოდებში გაბატონებულ მდგომარეობას იჭერენ გიგანტური რეპტილიები — დინოზავრები, რომლებიც ფსევდოზუქიების ერთ-ერთ განშტოებას წარმოადგენენ. აღნიშნულ ჯგუფს მიეკუთვნება დედამიწის გიგანტური ცხოველებიც — ბრონტოზავრები (20 მ სიგრძის) და დიპლოდოკი (26 მ სიგრძის).

იურულ პერიოდში რეპტილიები გადავიდნენ ჰაერშიც. ხერხემლიანებიდან პირველი მფრინავი ფორმები იყვნენ მფრინავი ხვლიკები — პტეროზავრები. მათი ფრთები წარმოადგენდა კანის ნაოჭს, რომელიც გადაჭიმული იყო კანსა და წინა კიდურის დაგრძელებულ მეოთხე თითს შორის. ზოგი მათგანი შეიარაღებული იყო კბილებით. რეპტილიებს ახასიათებთ ევოლუციურად პროგრესული შემდეგი ნიშნები: გულის სრულყოფა, ფილტვების ზედაპირის ფართობისა და ფუნქციის

გაზრდა, მოძრაობის ორგანოთა აქტიური ინტენსიფიკაცია, რქოვანი ქერცლის განვითარება (რაც იცავს სხეულს გამოშრობისაგან), კვერცხის გარსისა და ყვითრის განვითარება; საჩანასახო ფურცლების წარმოშობა და სხვა.

იურულ პერიოდში გამოცალკევდა ხერხემლიანთა ახალი კლასი — ფრინველები. იურულ ნალექებში ნაპოვნია ფრინველების უძველესი წინაპრის — არქეოპტერიქსის ორი მნიშვნელოვანი ნამარხი. მასში შეთავსებულია ფრინველებისა და ქვეწარმავლების ნიშნები. მას ფრინველების მსგავსად ახასიათებს: ბუმბულოვანი საფარველი, ფრთები, ნისკარტი და სხვა; ქვეწარმავლების მსგავსად კი — კბილები, გრძელი (20-21 მალისაგან შემდგარი) კუდი, წინა კიდურის სამი თითი შეიარაღებულია ბრჭყალებით. ისინი ფსევდოზუქიებისაგან უნდა იყოს წარმოშობილი (სურ. 2).

ფრინველები ფართოდ განსახლდნენ გარეშოში. ეს განაპირობა შემდეგი პროგრესული ნიშნების გაჩენამ: ოთხსაკნიანი გული, ნივთიერებათა ცვლის გააქტიურება, სუნთქვის სრულყოფა, სხეულის მუდმივი ტემპერატურა, ცენტრალური ნერვული სისტემის სრულყოფა, შთამომავლობაზე ზრუნვის ინსტინქტის გაძლიერება, ფრენის უნარის გაჩენა და სხვა.

ჯერ კიდევ დინოზავრების ბატონობის პერიოდში ჩნდებიან პრიმიტიული ძუძუმწოვრები. ისინი წარმოშობილი არიან მტაცებელი ტერაპსიდის ერთ-ერთი ხაზისაგან. ცარცულ პერიოდში წარმოიშვა ძუძუმწოვრების სამი შტო— კვერცხისმდებლები, ჩანთოსნები და პლაცენტიანები. ერთგასავლიანების ფილოგენეზი ჯერ კიდევ შეუსწავლელია. მესამეულის დასაწყისში ჩანთოსნები ფართოდ იყვნენ გავრცელებულნი, შემდეგ ისინი შეავიწროვეს პლაცენტიანებმა.

მეზოზოურის ბოლოსათვის უკვე ცნობილია ძუძუმწოვრებისა და ფრინველების ათამდე რიგი. ისინი პალეოგენში გამოდიან პირველ ადგილზე, მთელი კაინოზოური ერა კი ხდება ხმელეთზე ძუძუმწოვრებისა და ფრინველების ბატონობის ერა, მათ მიერ ხმელეთთან ერთად წყლისა და ჰაერის დაპყრობის ერა. შეიძლება დაბეჯითებით ითქვას, რომ კაინოზოური გახდა თბილსისხლიანთა ბატონობის ერა.

პლაცენტიანებს შორის ყველაზე ძველია მწერიჭამიების რიგი, რომლისგანაც შემდეგ წარმოიშვა რამდენიმე შტო: მტაცებლები, ხელფრთიანები, არასრულკბილიანები და მღრღნელები.

მეოთხეულ პერიოდში ძუძუმწოვრები გამოდიან ევოლუციური განვითარების მოწინავე დონეზე, რასაც ხელი შეუწყო ისეთმა პროგრესულმა ადაპტაციებმა, როგორიც იყო: პლაცენტა, შთამომავლობის კვება დედის რძით, კარგად განვითარებული ცენტრალური ნერვული სისტემა, ძლიერი აქტიურობა, თბილსისხლიანობა, ბეწვიანი საფარველი და სხვა (ცხრილი 6).

ცხრილი 6

ცხოველთა ძირითადი ფილოგენეტურ-გრადაციული ჯგუფების ზოგიერთი ორგანიზაციული თავისებურება

ჯგუფის დასახელება	ძირითადი ორგანიზაციული ნიშნები	წარმოშობის დრო და წინაპარი
ერთუჯრედიანები	ორგანიზმის ყველა სასიცოცხლო პროცესი ხდება ერთ უჯრედში. ჩნდება გადამოძრავებისა (საცეცების) და თავდასხმის (ტრიქოცისტები) საშუალებები.	შესაძლოა წარმოშვნენ არქაულში, ხოლო გავრცელდნენ პროტეროზოულში. წარმოიშვნენ პროკარიოტებისაგან.
მრავალუჯრედიანები	გაჩნდათ სხეულის სიღრუე. უჩნდებათ ნერვული უჯრედები, გრძნობათა ორგანოები.	წარმოიშვნენ პროტეროზოულში, გაბატონდნენ პროტეროზოულსა და პალეოზოურ ერებში. ღრუბლები წარმოიშვნენ საყელოიანი შოლტოსნებისაგან, ნაწლავღრუიანები კი-შოლტოსნებისაგან.
ჭიები	ჩნდება მეზოდერმა და ბილატერალური სიმეტრია (ტურბელარიებში). მოძრაობენ აქტიურად. ნერვული სისტემა ჩნდება ჯუცლის ნერვული ძეწკვის სახით. უკვითარდებათ ნერვული განგლიებიც. ძლიერდება გრძნობათა ორგანოები. მათი უმეტესობა პარაზიტია. ცხოვრობენ წყალში, ზოგიც გადადის ნიადაგში (ტურბელარიები). ჩნდება მეორეული სიღრუე — ცელომი (რგოლოვანი ჭიები). ვითარდება სისხლის მიმოქცევის სისტემა, ძლიერდება ნივთიერებათა ცვლა (რგოლოვან ჭიებში).	წარმოიშვნენ და გაბატონებული არიან პროტეროზოულ ერაში. წარმოიშვნენ ნაწლავღრუიანებისაგან.
ფეხსახსრიანები	გაუჩნდათ სუნთქვის სპეციალური სისტემები: ლაყუჩებისა და ტრაქეების სახით. აქვთ დასახსრული კიდურები. არიან წყლის ფორმებიც. განსაკუთრებით ფართოდ განსახლდნენ მწერები. ეს განაპირობა:	წარმოიშვნენ უძველესი რგოლოვანი ჭიებისაგან. წარმოიშვნენ პროტერო ზოულში, გაბატონდნენ პალეოზოურსა და

	ფრთების განვითარებამ, ტრაქეის სისტემის არხებობამ, ბოლიფაგურმა კვებამ, ქიტინოვანი საფარველის წარმოშობამ, ნერვული სისტემის კოორდინაციამ.	შეზოზოურში
თევზები	ხერხემლიანებია, უწნდებათ წყვილი ფარფლი, სუნთქავენ ლაყუჩებით. აქვთ ორსაკნიანი გული	გაჩნდნენ კემბრულის ბოლოს, გაბატონდნენ სილურულში, წარმოიშვნენ უძველესი უყბოებისაგან
ამფიბიები	უკიდურესებად ორი წყვილი კიდური, ფილტვების საშუალებით სუნთქავენ პაერით, კვერცხის დება და განაყოფიერება ხდება წყალში, არსებობენ ნოტო გარეშოში.	წარმოიშვნენ დევონში, გაფრცელდნენ ქვანახშირის პერიოდში. დომინირებდა პერმულში, წინაპრები იყვნენ მტევანფარფლიანი ძვლოვანი თევზები მტევნისებური ფარფლებით. ისინი ნაწილობრივ ატმოსფერული პაერით მსუნთქავები იყვნენ.
რეპტილიები	სხეული დაფარული აქვთ რქოვანი საფარველით, რაც იცავს გამოშრობისაგან; ახასიათებთ შინაგანი განაყოფიერება; კვერცხი დაფარულია შინაგანი გარსით და დამცველი ნაჭუჭით, შეიცავს ყვითრს, პირველი რეპტილიები ეწეოდნენ წყალხმელეთა ცხოვრებას, ხოლო კვერცხს დებდნენ ხმელეთზე. ასე რომ, მათი კვერცხი უფრო ადრე გადაიდგა ხმელეთზე, ვიდრე თვით ცხოველები;	გამოჩნდნენ გვიან ქვანახშირში, გაფრცელდნენ პერმულში, გაბატონებული იყვნენ მთელ მეზოზოურში. წარმოიშვნენ სტეგოცეფალებიდან.
ფრინველები	პოიოთერმულებია, ახასიათებთ: ბუმბულოვანი საფარველი; ორფეხიანობა; ფრენა ფრთების საშუალებით; მაღალი აქტიურობა; განსაკუთრებით მზრუნველობა შთამომავლობაზე (კვერცხებისა და ნაშიერებისადმი).	გამოჩნდნენ იურულში და გაფრცელდნენ ცარცულში. მსხვილი ფრინველები გაფრცელდნენ ადრეულ მეზოზოურში, ბატონობენ მთელს კაინოზურში. წარმოიშვნენ ფსევდოზუქიებისაგან (უძველესი ხვლიკები).
ძუძუმწოვრები	პოიოთერმულებია, სხეული დაფარულია ბეწვით; ოთხფეხიანებია; აქვთ აქტიური გადაადგილების უნარი; ახასიათებთ: თავის ტვინის ძლიერი განვითარება; ცოცხალშობიარობა; ნაშიერს კვებავენ დედის რძით; ძირითადად ცხოვრობენ ხმელეთზე; გვხვდებიან ყველა გარემოში	გაჩნდნენ გვიან ტრიასულში, განვითარდნენ იურულში და ძლიერ გაფრცელდნენ ცარცულში, გაბატონდნენ კაინოზოურში. წარმოიშვნენ მხეცაბალიანებისაგან.

ამრიგად, ცხოველთა სამყაროს ევოლუციური განვითარების ძირითადი თავისებურებანი მდგომარეობს შემდეგში:

1. მრავალუჯრედიანობის ბროგრესული განვითარება და მასთან დაკავშირებული ორგანოთა ყველა სისტემის ქსოვილური სპეციალიზაცია;

2. თავისუფალი ცხოვრების ნირის გაძლიერება, რამაც თავის მხრივ განაპირობა აქტიურ მოქმედებათა თავისებურება და ონტოგენეზის დამოუკიდებლობის გაძლიერება;
3. მყარი ჩონჩხის ჩამოყალიბება, რომელიც ფეხსახსრიანებში გარეგანია, ხოლო ხერხემლიანებში — შინაგანი. გარეგანი ჩონჩხი სხეულის ზომის შემცირებისკენაა მიმართული, ხოლო შინაგანი იწვევს სხეულის ზომის მატებას;
4. ნერვული სისტემისა და გრძნობათა ორგანოების ძლიერი განვითარება;
5. ჰეტეროტროფული ტიპის კვების გაძლიერება;
6. სხეულის ძლიერი კომპაქტურობისა და შესაბამისად, ოპტიმალური არქიტექტონიკის გამომუშავება (თუ მცენარეებში ყველაზე მთავარი ორგანოები გარეთაა გამოფენილი, ცხოველებში — პირიქით, სხეულის შიგნითაა თავმოყრილი). კონსტრუქციული და ფუნქციური ორგანიზაციის საფუძვლიანი სრულყოფა;
7. პირობითი და უპირობო რეფლექსური სისტემის გაძლიერება და სხვა.

მესამეულის ბოლოდან ძირითადად უკვე ყალიბდება თანამედროვე ცხოველთა სამყარო. დედამიწაზე სიცოცხლის განსახლების საქმეში მნიშვნელოვანი ცვლილებები გამოიწვია გამყინვარების პროცესებმა. მსგავსმა კლიმატურმა და სხვა ხასიათის ცვლილებებმა განაპირობეს მეოთხეულ პერიოდში სხვადასხვა გეოგრაფიული ოლქის ფლორისა და ფაუნის კომპლექსების საბოლოო ფორმირება.

ადამიანის წარმოშობა

ადამიანის წარმოშობა არა მარტო ბიოლოგიური, არამედ მსოფლმხედველობრივი მნიშვნელობის ერთ-ერთი ყველაზე ცენტრალური და ამასთანავე, პრობლემური საკითხია. ამიტომაც, ადამიანს ოდითგანვე ჰქონდა ინტერესი, პასუხი გაეცა კითხვებზე: ვინ არის ადამიანი? როგორ გაჩნდა იგი? მრავალი საუკუნის მანძილზე ეძებს ადამიანი პასუხებს აღნიშნულ, ჯერ კიდევ საიდუმლოებებით მოცულ კითხვებზე. ადამიანის რაობით

დაიტერესება განსაკუთრებით ანტიკური პერიოდიდან იწყება. არისტოტელე ადამიანს „ზოონ-პოლიტიკონს“ — პოლიტიკურ ცხოველს უწოდებდა.

ანთროპოგენეზის საკითხის სირთულე აიძულებდა ადამიანს, ელიარებინა ყოვლისშემძლე ზებუნებრივი ძალის მიერ მისი შექმნის შესაძლებლობა.

სხვადასხვა ეპოქაში ადამიანთა მიერ შეითხზა უამრავი ლეგენდა ღმერთის მიერ ადამიანის შექმნის შესახებ. ბურიატული ლეგენდის მიხედვით, ღმერთმა ქვისგან შექმნა ადამიანის ძვლები, მიწისაგან — ხორცი, ხოლო წყლისგან კი — სისხლი. ებრაული ლეგენდის მიხედვით, ადამიანი ღმერთმა მიწისგან შექმნა. ბერძნული ლეგენდა ქადაგებს, რომ ზევსმა ადამიანი თიხისგან გამოძერწა, ხოლო აფინამ ჩაბერა მას სული (სიცოცხლე). მსგავსია ბიბლიური ვერსიაც, რომლის მიხედვითაც, პირველი მამაკაცი — ადამი ღმერთმა შექმნა წითელი თიხისაგან, ხოლო მისი ნეკნისაგან პირველი ქალი — ევა.

კაცობრიობის ისტორიის დიდი ხნის მანძილზე (განსაკუთრებით, შუა საუკუნეებში) ადამიანის ცხოველური წარმოშობის შესახებ გამოთქმული ყოველგვარი აზრისათვის ავტორები ინკვიზიციის მსხვერპლნი ხდებოდნენ. მხოლოდ, 1950 წლის 12 აგვისტოს რომის პაპმა პიი XII-მ კათოლიკებისადმი სპეციალურ მიმართვაში (ენციკლიკი) აღიარა, რომ ადამიანის სხეული, შესაძლოა, ევოლუციის გზით იყოს წარმოშობილი, ხოლო რაც შეეხება სულს, იგი ღმერთის მიერ არის შექმნილი. ვინც ამას არ აღიარებდა, იგი ენციკლიკის მიხედვით ერეტიკოსად ინათლებოდა. მოწმუნე კათოლიკეს უნდა ელიარებინა ადამიანის „სპირიტუალური“ სული. კათოლიკეს უკვე უფლება ეძლეოდა სურვილის მიხედვით ელიარებინა ორგანული სამყაროს ევოლუციური განვითარება. 1999 წელს რომის პაპი იოანე პავლე II აღიარებს, რომ ევოლუცია „არის უფრო მეტი, ვიდრე მარტო თეორია“. მსგავს აზრს ავითარებდა მოსკოვის ტელევიზიით ერთ-ერთი საკვირაო ტრადიციული გამოსვლის დროს მამა კირილიც.

რაც უფრო მეტად სწავლობდნენ ადამიანს და მისი სხეულის აგებულებას ბიოლოგები, ექიმები თუ სხვა დარგის მეცნიერები, მით უფრო რწმუნდებოდნენ ცხოველთა

სამყაროსთან მისი მსგავსებისა და ნათესაობის რეალობაში. ცნობილი კრეაციონისტი კ.ლინეც კი იძულებული იყო, ეთქვა: „ო, რამდენად ჩვენი მსგავსია მაიმუნი, მხეცი, საძაგელი“. მიუხედავად იმისა, რომ იგი ადამიანს ღმერთის ქმნილებად მიიჩნევდა, მაინც ვერ აუარა გვერდი მეცნიერულ მონაცემებს და იგი მაიმუნებთან ერთად პრიმატების რიგში გააერთიანა. ჩ. დარვინი შრომაში „ადამიანის წარმოშობა და სქესობრივი გადარჩევა“ აღნიშნავს: „გვარწმუნებდნენ, რომ მხოლოდ ადამიანს გააჩნია თანდათანობითი სრულყოფილების უნარი; რომ მხოლოდ მან იცის იარაღისა და ცეცხლის გამოყენება, შეუძლია ცხოველთა მოშინაურება, ფლობს საკუთრებას, რომ არც ერთ ცხოველს არ აქვს თვითშეგნება, ზოგადი წარმოდგენისა და აბსტრაქციის უნარი, რომ ცხოველები მოკლებულნი არიან მეტყველების უნარს, რომ მხოლოდ ადამიანს ახასიათებს ახირება, სილამაზის შეგრძნება, მადლიერების გრძნობა, საიდუმლოების შეგრძნება და ა. შ. და რომ მას ერთს სწამს ღმერთის და დაჯილდოებულია სინდისით“. დარვინი ამის საპასუხოდ უმდიდრესი ფაქტობრივი მასალის საფუძველზე იძლევა ზოგიერთი ზემოთ დასახელებული თავისებურების საწყისებს ცხოველებში, რითაც ცდილობს ცხოველთა სამყაროსთან ადამიანის ნათესაური კავშირის დასაბუთებას. იქვე აღნიშნავს, რომ საკითხის სირთულეს განაპირობებს ის, რომ „ძნელია განისაზღვროს, გონებრივი უნარის კვალი რა ხარისხით ახასიათებს ცხოველს... სიძნელე იმაში მდგომარეობს, რომ ჩვენ არა გვაქვს საშუალება, განვსაჯოთ, თუ რა ხდება ცხოველების გონებაში... მეცნიერებს ხშირად სხვადასხვანაირად აქვთ გაგებული ზემოთ აღნიშნული ცნებები“. ამიტომაც, დარვინის აზრით, ხშირად ვერ ვხედავთ ადამიანისათვის დამახასიათებელი ზოგიერთი თავისებურების ჩანასახებს ცხოველთა წარმომადგენლებში. თუმცა ზოგიერთი თვლის, რომ სქესობრივი ინსტინქტი გადაიზრდება სექსუალობაში, ეს უკანასკნელი კი — სიყვარულში; აგრესიულობა — გამბედაობაში; სიმშვიდე — თავგანწირვაში, ურთიერთსარგებლიანობაში და სხვა.

როგორც ადრე იყო აღნიშნული, ადამიანის ცხოველურ წარმოშობას ასაბუთებდნენ ცნობილი ბიოლოგები ჟ.ბ.ლამარკი, ჩ. დარვინი, თ. ჰექსლი, ე. ჰეკელი და სხვები. დარვინმა ადამიანის ცხოველური წარმოშობის დასაბუთებას სპეციალური შრომა მიუძღვნა („ადამიანის წარმოშობა და სქესობრივი გადარჩევა"). იგი მდიდარ ფაქტობრივ მასალაზე დაყრდნობით (შედარებით- ანატომიური, ემბრიოლოგიური და სხვა) ასაბუთებს ადამიანის მსგავსებას თანამედროვე ანთროპომორფულ მაიმუნებთან. ამასთანავე, მან გამოთქვა მყარი აზრი იმის შესახებ, რომ თანამედროვე მაიმუნები არ შეიძლება იყვნენ ადამიანის წინაპრები, ისინი წარმოადგენენ ერთი საერთო საწყისი ფორმის დივერგენტულ განშტოებებს.

მეცნიერთა ხანგრძლივმა შედარებით-ანატომიურმა, ანთროპოლოგიურმა, ემბრიოლოგიურმა, პალეონტოლოგიურმა და მოლეკულურ-გენეტიკურმა კვლევამ, რომელშიც ჩაერთო კომპიუტერული ტომოგრაფები, დაასაბუთა ადამიანის გენეალოგიური კავშირი ცხოველთა სამყაროსთან და განსაზღვრა მისი სისტემატიკური მდგომარეობა ორგანული სამყაროს ევოლუციურ იერარქიაში. ადამიანი ბიოლოგიურად მიეკუთვნება ქორდიანების ტიპს (Chordata), ხერხემლიანების ქვეტიპს (Vertebrata), ძუძუმწოვრების კლასს (Mammalia), პრიმატების რიგს (Primatae), ჰომინიდების ოჯახს (Hominidae), ჰომოს გვარს (Homo) და სახეობას — გონიერი ადამიანი (Homo sapiens) (ლათ. Homo — ადამიანი, sapiens — გონიერი, გონმახვილი, გამგები).

ხერხემლიანებთან ადამიანს აკავშირებს უდიდესი დიაგნოსტიკური ღირებულების ნიშნები: ზურგის სიმი ანუ ქორდა ჩანასახოვან პერიოდში, სეგმენტური აგებულების ნიშნები (ხერხემალი, გულმკერდის ყაფაზი, ნერვები, სისხლძარღვები), სიმეტრიული სხეული, წყვილი კიდურები, სასუნთქი სისტემის კედლებზე ნაოჭები ემბრიონულ ხანაში, მთელი სხეულის ჩონჩხზე აგება — დაყრდნობა, ცენტრალური ნერვული სისტემა — ზურგის მხარეს, ხოლო გული — მუცლის მხარეს, კანის აგებულება, დახშული სისხლის მიმოქცევის სისტემა, ღვიძლის

კარის ვენა და სხვა. ადამიანის ანატომიურ-ფიზიოლოგიურ და გენეტიკურ სტრუქტურაში არის უდიდესი მნიშვნელობის სხვა ნიშნებიც, რომლებიც მას საკუთრივ ძუძუმწოვართა კლასის სხვა წარმომადგენლებთან აერთიანებენ. ასეთებია: სარძევე და მუდმივი კბილების სამი სხვადასხვა ჯგუფი (საჭრელი, ეშვები და ძირითადი), თავის ქალასთან შესახსრული ქვედა ყბა, კისრის 7 მალა, კეფის ძვალზე ორი როკი ხერხემალთან შესასახსრებლად, შუა ყურის სამი სასმენი ძვალი (ჩაქუჩი, გრდემლი და უზანგი), ხრტილოვანი გარეთა ყური, მოძრავი ბაგეები, სარძევე ჯირკვლები, ნაყოფის ხანგრძლივად ტარება მუცლით, ცოცხალი ნაყოფის შობა, შედარებით მუდმივი სხეულის ტემპერატურა, ყოველგვარ გარემოში ცხოვრებისადმი ადაპტაცია (თმოვანი საფარველი, საოფლე ჯირკვლები და მთელ სხეულზე კაბილარების უხვი ქსელი არეგულირებენ ტემპერატურას ერთ დონეზე), ძირითადი სასუნთქი კუნთი — დიაფრაგმა, ერთი აორტის რკალი (თანაც, მარცხენა), სისხლის უბირთვო წითელი უჯრედები — ერითროციტები და სხვა. გარდა ამისა, ადამიანის ემბრიონული განვითარებისა და ძუძუმწოვართა ჩანასახოვანი განვითარების ანალოგიურობა იმის მაჩვენებელია, რომ ადამიანი შედის ძუძუმწოვრების კლასში.

პრიმატებში (ლათ. primates—პირველი) აერთიანებენ ლემურებს, ტუპაის, ლორს, გრძელტერფას, ახალი სამყაროს მაიმუნებს, ძველი სამყაროს მაიმუნებს, ადამიანის მსგავს მაიმუნებს და ადამიანს — სულ 50-მდე გვარს.

საერთოდ, *პრიმატებს* ყოფენ *ნახევრადმაიმუნებად* (ლემურები, ლორი, გრძელტერფა), *უმდაბლეს მაიმუნებად, ადამიანის მსგავს მაიმუნებად* და *ადამიანად*. ყველა ისინი ფილოგენეტურად სათავეს იღებენ პრიმიტიული მწერიჭამიებისაგან. რიგებს შორის შუალედური ადგილი უკავია ტუპაის. მწერიჭამიების ნამარხები ნაპოვნია ცარცულ პერიოდამდე, ხოლო პრიმატებისა — პალეოცენამდე. ეოცენსა და ოლიგოცენში პრიმატების ზოგიერთი გვერდითი შტო ამოწყდა, სხვები კი შემორჩნენ დღემდე.

პრიმატებს ახასიათებთ: 1. პლაცენტა; 2. თვალ-ბუდე; 3. დიფერენცირებული კბილები; 4. თავის ტვინი კეფის წილითა და ნეოკორტექსით; 5. ცერა თითი კიდურებზე (წინა ან უკანაზე)

უბირისპირდება სხვა თითებს, აქვთ ბრტყელი ფრჩხილები, პაპილარული ხაზები, მობილური მაჯა, მხარს გააჩნია ბრუნვის უნარი (პრონაცია, სუბინაცია); 6. ბრმა ნაწლავი; 7. წყვილი სარძევე ჯირკვალი; 8. მეხუთური ფორმებია (ადამიანის გარდა).

ხეზე ცხოვრებამ პრიმატებს ჩამოუყალიბა შემდეგი მემკვიდრული ნიშან-თვისებები: 1. წინა კიდურების ტაცების ფუნქციის განვითარება. ბრჭყალების არარსებობა აძლიერებს თითების განვითარებას. წინა ან უკანა კიდურზე დიდი (ცერა) თითი უბირისპირდება დანარჩენებს და იძენს ღერძის გარშემო მოძრაობის უნარს; 2. წინა კიდურები იძენენ საგნების მოსინჯვის, შესწავლისა და პირთან მიტანის ფუნქციას; 3. ვითარდება ბალახის ტიპის საკვების მომნელებელი სისტემა (თუმცა, ზოგიერთი მათგანი მწერებითაც იკვებება); 4. ყნოსვის ორგანო სუსტდება, რადგანაც ნაკლები გამოყენება აქვს; 5. მხედველობა ძლიერდება, მატულობს თვალის ზომა, ვითარდება ფოსო, დიფერენცირდება ბადურა. მასზე ჩნდება ჩხირისებური (ბინდისას ხედვის საშუალება) და კოლბისებური (საგნის დეტალებისა და ფერების შეგრძნების საშუალება) რეცეპტორები, ყალიბდება სტერეოსკოპული (მოცულობითი) მხედველობა; 6. ძძლავრად ვითარდება თავის ტვინი. კერძოდ, ძლიერდება წინა ტვინი, იზრდება ხვეულები და ჩნდება სილვიის ხვეული, სრულყოფას განიცდის კეფის წილი, ვითარდება პრეცენტრალური ქერქი. ტვინის პროგრესული ცვლილებები მნიშვნელოვანწილად დაკავშირებული იყო ხეზე მოძრაობასთან. ტოტებზე გადაადგილება მოითხოვდა მანძილების ზუსტ განსაზღვრას, ტოტის გამძლეობის შეფასებას და საერთოდ, გადაშოძრავებისათვის საჭირო კორექტირებას, რაც თავისთავად მოითხოვდა ასეთი რთული მოქმედების კოორდინაციას. 7.იცვლება თავის ქალა, კერძოდ, მათში სახის ქალა ტვინის ქალის გაგრძელებას კი არ წარმოადგენს, არამედ მის ქვემოთაა მოთავსებული; 8. უმეტესად შობენ ერთ შვილს (რადგანაც ძნელია ხეზე შთამომავლობაზე ზრუნვა). ამის საკომპენსაციოდ გახანგრძლივდა შვილზე ზრუნვის პერიოდი. სრულყოფილი გახდა მათი დაცვისა და საერთოდ, შთამომავლობაზე ზრუნვის რეფლექსები. თაობათა მცირერიცხოვნების საკომპენსაციოდ ძლიერდება საზოგადოებრივი ცხოვრების ნიშნები,

ურთიერთდახმარებისა და ჯოგის რაოდენობრივი მდგრადობის რეგულაციის საშუალებები. პრიმატების მნიშვნელოვანი მახასიათებელია მათი საზოგადოებრივი ცხოვრების უნარი. აქ უკვე ჯგუფია გადარჩევის კოლექტიური სუბიექტი, რაც აუცილებლად იყო დაკავშირებული ინსტინქტებით განპირობებული შინაგანი ორგანიზაციის ჩამოყალიბებასთან. საზოგადოებრივ ცხოვრებასთან დაკავშირებული ბუნებრივი გადარჩევა იწვევდა ჯოგში ურთიერთაგრესიულობის შემცირებას და უფრო სუსტი ცხოველებისადმი დახმარების უნარის გაძლიერებას. საზოგადოებრივი ცხოვრება იწვევდა ჯოგში ლიდერების გაჩენის აუცილებლობას, მათში გარკვეული იერარქიული ურთიერთობის ჩამოყალიბებას. საზოგადოებრივი ცხოვრება განაპირობებდა ჯოგის განმტკიცებას და შესაბამისი თვისებების თაობებში გადაცემის გაძლიერებას. ყოველივე ეს დაკავშირებული იყო თავის ტვინის პროგრესულ ცვლილებებთან და ჯოგის წევრებს შორის სასიგნალო კავშირ-ურთიერთობების განმტკიცებასთან, რთული საკომუნიკაციო სისტემის ჩამოყალიბებასთან.

ადამიანს, როგორც პრიმატების ჯგუფის წარმომადგენელს, მეტ-ნაკლებად ახასიათებს განხილული ნიშნები. საერთოდ, პრიმატები ხასიათდებიან ზოგიერთი პრიმიტული ნიშნით (ხუთთითიანი კიდურები, კვების შერეული ტიპი და სხვა), ამასთანავე, არ ახასიათებთ ვიწრო სპეციალიზაცია. ყოველივე ამან განაპირობა მათი მაღალი ევოლუციური პლასტიკურობა, რაც გამოიხატება სრულიად განსხვავებული გარემოსადმი შეგუებაში და ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ახალი საშუალებების შეძენაში.

ცხოველთა სამყაროსთან ადამიანის ნათესაობის დამამტკიცებელი საბუთები

ადამიანის ორგანიზმი ემსგავსება არა მარტო პრიმატებს, არამედ ივი საერთოდ, ხერხემლიანი ცხოველებისა და განსაკუთრებით, ძუძუმწოვრების სხეულის მსგავსი გეგმით არის

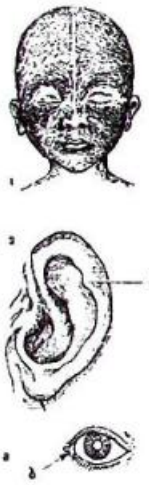
აგებული. ადამიანის თითქმის ყველა ორგანო ძუძუმწოვრების შესაბამისი ორგანოს ჰომოლოგიურია.

ცხოველებთან ადამიანის ორგანიზმის მსგავსებას ასაბუთებს შედარებით-ანატომიური და ემბრიონული მონაცემები, რუდიმენტული ორგანოები და ატავისტური გამოვლინებანი. ადამიანის სხეულის საერთო კონსტრუქცია მსგავსია ხერხემლიანი და განსაკუთრებით, ძუძუმწოვარა ცხოველებისა. დიდი მსგავსებაა ორგანოთა საერთო განლაგების, მათი ჰისტოლოგიური აგებულებისა თუ ფუნქციური თავისებურებების მიხედვით. ეს ყოველივე შეიძლება გაანალიზებული იქნეს ცალკეული ორგანოს მაგალითზე (გული, ღვიძლი, თირკმლები, გრძნობათა ორგანოები, ნერვული სისტემა, სქესობრივი თავისებურება და სხვა).

ცხოველთა სამყაროსთან ადამიანის ნათესაურ კავშირზე მიუთითებს ემბრიონული განვითარების კანონზომიერებანი. ადამიანის ჩანასახის განვითარების ძირითადი ეტაპები ძალიან ჰგავს ძუძუმწოვრების ჩანასახის განვითარების შესაბამის ეტაპებს (სურ. 4). ძირეული განსხვავებანი შეიმჩნევა მხოლოდ ემბრიოგენეზის ბოლო პერიოდში. დადგენილია, რომ 18—20-დღიანი ადამიანის ჩანასახს ეტყობა სალაყუჩე ჯიბეები. იგი წყლის ცხოველებისათვის (თევზების) დამახასიათებელი ნიშანია. ადამიანის ორთვიან ჩანასახს აქვს კუდი და მასში გრძელდება ზურგის ტვინი. ასევე, ადრეულ ჩანასახებს გააჩნიათ რამდენიმე წყვილი სარძევე ჯირკვალი. 5-6-თვიანი ადამიანის ჩანასახი ატარებს ნაზ თმას — ლანუგოს (Lanugo) და იგი მეშვიდე თვისათვის ქრება.

ცხოველთა სამყაროსთან ადამიანის მსგავსებაზე განსაკუთრებით მიუთითებს ***რუდიმენტული*** ორგანოების არსებობა. როგორც ადრე ითქვა, ეს ისეთი ორგანოებია, რომლებიც ადამიანს გააჩნია ფუნქციადაკარგული სახით, მაგრამ ისინი რედუცირებულ მდგომარეობაში ახასიათებს ყოველ ადამიანს. ჩვეულებრივ, ადამიანებს გააჩნიათ კუდუსუნის 4-5 განუვითარებელი მალა, რომლებიც ცხოველების კუდის ნაშთს წარმოადგენენ. ასევე, კუდუსუნზე არსებობს წყვილი განუვითარებელი კუდის ნერვი. ზოგიერთ ადამიანში შეინიშნება შეკუმშვის უნარის მქონე კუდუსუნის კუნთებიც კი.

უმაღლეს მაიმუნებსა და ადამიანს რუდიმენტის სახით გააჩნიათ ბრმა ნაწლავის ჭიისებური დანამატი — აპენდიქსი. იგი სხვა ცხოველებში მნიშვნელოვან ფუნქციას ასრულებს საჭმლის მონელების პროცესში. რუდიმენტს წარმოადგენს აგრეთვე ადამიანის სასის ნაოჭებიც, მაშინ, როცა ისინი ზოგიერთ ძუძუმწოვარში საკვების დაჭერისა და დამუშავების ფუნქციას ასრულებს. ასევე, ფუნქციადაკარგული ორგანოა ადამიანისათვის ხორხში არსებული მორგანის პარკუჭები, რომლებიც მაიმუნებს ღრიალში ეხმარებიან. უმოქმედოა ადამიანში ყურის ნიჟარის მამოძრავებელი კუნთები, თუმცა, ზოგიერთ მათგანში იგი ფუნქციონირებს. ასეთ ადამიანებს შეუძლიათ ყურის ნიჟარების მოძრაობა. რუდიმენტებად ითვლება ადამიანის ყურის ნიჟარის ბორცვი (დარვინის ბორცვი), სიბრძნის კბილი, მესამე ქუთუთოს ნაშთი და სხვა (სურ. 68). როგორც ადრე იყო აღნიშნული,



სურ. 68. ადამიანის რუდიმენტული ორგანოები.
1 — პალნიანი საფარკვლი ბეთოვიანი ჩანასახის თავზე;
2 — ყურის ნიჟარა დარვინის ბორცვით (ა);
3 ნაჭვარმოყანაბეური ნაოჭი (მესამე ქუთუთოს ნაშთი - ბ).

მართალია, რუდიმენტული ორგანოები ცხოველურ სამყაროსთან ნათესაური ახლობლობის დამადასტურებელია და ადამიანისათვის ფუნქციადაკარგულია, მაგრამ ბოლო პერიოდის გამოკვლევათა შედეგები ასაბუთებენ, რომ ასეთ ორგანოებსაც აქვთ დიდი მნიშნელობა ემბრიოგენეზის დროს ქსოვილური

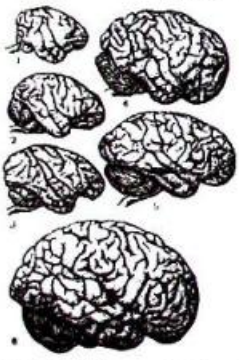
ინდუქციის საქმეში. ასეთი ორგანოები მონაწილეობენ ორგანოგენეზის საერთო პროცესებში (აინდუცირებენ ახალი ორგანოების აღმოცენებას) და ამიტომაც, ისინი აუცილებელი არიან შესაბამისი ორგანიზმისათვის (თუმცა, როგორც აღნიშნული იყო, ზრდასრულ ორგანიზმებში მათ ფუნქცია დაკარგული აქვთ).

ცხოველებთან ადამიანის ორგანიზმის მსგავსებაზე მიუთითებს ატავისტური ნიშნებიც. ***ატავიზმი*** ისეთი მოვლენაა, რომლის დროსაც ცალკეული ადამიანი იბადება აშკარა ცხოველური ნიშნებით. ზოგჯერ ადამიანები იბადებიან ბეწვიანი საფარველით. მათი ხელის მტევნისა და ტერფის შიდა ზედაპირების გარდა, მთელი სხეული დაფარულია ბალნით. ატავისტურ ნიშანს წარმოადგენს ავრეთვე პოლიმასტია (სარძევე ჯირკვლების რამდენიმე წყვილი). ზოგჯერ ყველა ისინი ფუნქციონირებს კიდეც. არც თუ ისე იშვიათია კუდიანი ადამიანების დაბადებაც (სურ. 69) და სხვა.

სურ. 69. ატავისტური ნიშნები ადამიანში.
1-2 —ბალნიანი ადამიანები ანდრიან ევტიხიევი (1) და მექსიკელი პოცეკატეპელი იულია რასტრანა (2); 3 — ათი წლის ბავშვი ინდოეთიდან რბილი კუდით; 4 — პოლიმასტიის შემთხვევა.

ადამიანს განსაკუთრებული სიახლოვე ახასიათებს ადამიანის მსგავს მაიმუნებთან. ჰალენი ადამიანის მსგავს მაიმუნებს „ადამიანის სასიცოცხლო ასლებს“ უწოდებს. მალაურ ენაზე „ორანგუტანი“ ტყის კაცს ნიშნავს. ისინი საერთოდ, ანთროპომორფულ მაიმუნებს „ტყის კაცებს“ უწოდებენ. არისტოტელე მათ ადამიანის „ნათესავებად“ თვლიდა.

განსაკუთრებული მსგავსება ადამიანსა და ადამიანის მსგავს მაიმუნებს შორის შეიმჩნევა სხეულის საერთო აგებულების მიხედვით. თითქმის მსგავსია მათი სხეულის ზომა და საერთო კონსტრუქცია. *ანთროპოიდებს* (ამ ტერმინით აღნიშნავენ ადამიანის მსგავს მაიმუნებს და აგრეთვე მათთან ერთად ადამიანის საერთო წინაპრებს) ადამიანის მსგავსად, არა აქვთ კუდი, ბრჭყალების ნაცვლად თითებზე განვითარებული აქვთ ფრჩხილები. ემთხვევა ადამიანებისა და ანთროპომორფული მაიმუნების კბილების რაოდენობა და ფორმულა. ადამიანის მსგავსად, მათ კარგად აქვთ განვითარებული სახის მიმიკური კუნთები. დიდი მსგავსებაა მათ შორის საჭმლის მომნელებელი, სისხლის მიმოქცევის, სასქესო და სხვა ორგანოების აგებულების მიხედვით. მსგავსია მათი სასქესო უჯრედებიც.

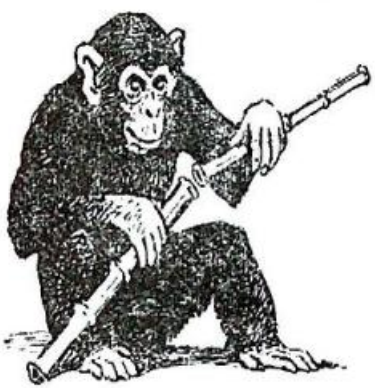


სურ. 70. მაიმუნებისა და ადამიანის თავის ტვინი.
1 — მაიმუნი ხოხბა; 2— ბაბუან გაპირული; 3 — სტრიფი გიბონი; 4 — ორანგუტანი; 5 — ჩვეულებრივი შიმპანზე; 6 — თანამედროვე ადამიანი.

ადამიანისა და ადამიანის მსგავს მაიმუნებს შორის დიდი მსგავსებაა თავის ტვინის აგებულების მიხედვითაც. ორივე მათგანში დიდი ნახევარსფეროების კეფის წილები ფარავს ნათხემს (სურ. 70). ცნობილი მეცნიერის ჰექსლის მიხედვით, უმაღლესი და უმდაბლესი მაიმუნების თავის ტვინის აგებულებაში უფრო მეტი განსხვავებაა, ვიდრე უმაღლესი მაიმუნებისა და ადამიანის თავის ტვინს შორის.

დიდი მსგავსებაა ადამიანებსა და ადამიანის მსგავს მაიმუნებს შორის უმაღლეს ნერვულ მოქმედებათა

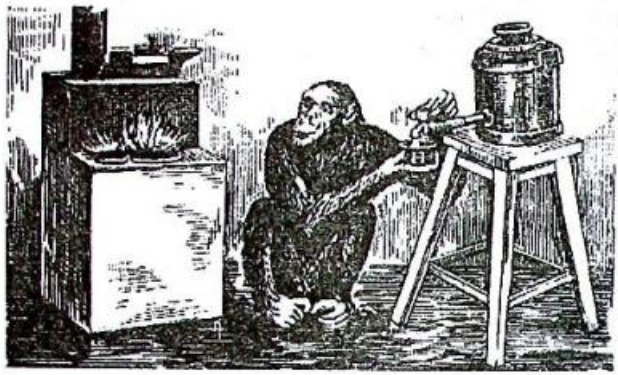
მიხედვითაც. მსოფლიოს სხვადასხვა ლაბორატორიაში ჩატარებული ცდებით დადგენილია, რომ ადამიანის მსგავს მაიმუნებს აქვთ მარტივი გონიერული მოქმედების უნარი და შეუძლიათ გადაწყვიტონ, ასევე მარტივი ამოცანებიც კი. ისინი იყენებენ მათ ირგვლივ არსებულ იარაღებსა და საგნებს მიზნის მისაღწევად (სურ. 71). ერთმანეთზე აწყობენ ყუთებს სიმაღლეზე ნაყოფების მისაწვდომად. წყლით აქრობენ ცეცხლს ცეცხლის იქით არსებული ნაყოფების მისაწვდომად (სურ. 72) და სხვა. ჯეინ-ლოვიკ-გუდოლმა შიმპანზეს ბუნებაში გადაუღო სურათები, როცა ის ტეხს ხის ტოტს, ასუფთავებს ფოთლებისგან, არჭობს ტერმიტების ბუდეში და ამით



სურ. 71. შიმპანზე აერთებს ბამბუკის ორ ჯოხს.

ახერხებს ტერმიტების დაჭერას. იაპონელმა მეცნიერებმა აღწერეს შემთხვევა, როცა შიმპანზე ნიგვზის ნაჭუჭის გასატეხად იყენებს ბრტყელ ქვას, რომელსაც ზედაპირზე აქვს ღრმული ნიგვზის ჩასადებად. თუ ქვის ძირი სწორი არ არის, ჰორიზონტალური მდგომარეობის შესანარჩუნებლად ქვას შეუყენებს სხვა ქვას. სპეციალურად შერჩეული ქვის დარტყმით ტეხს ქვის ორმოში მოთავსებულ ნიგოზს. შიმპანზე ზოგჯერ შერჩეულ ქვას ინახავს კიდეც შემდგომი გამოყენებისათვის. ე.ი. მათ ბუნებრივ პირობებშიც შეუძლიათ დაამზადონ და

გამოიყენონ მათ მიერ დამზადებული თუ ბუნებაში არსებული მარტივი იარაღები.



სურ. 72. რაფაელი წყლით აქრობს ცეცხლს, რომ ცეცხლის იქით მისწვდეს გაშლის ნაყოფს.

მაიმუნები ხასიათდებიან საინტერესო საზოგადოებრივი ქცევებით. გიბონების ოჯახები დღეში ორჯერ მღერიან გუნდურად. სიმღერა საკმაოდ მელოდიური და რთულია. სიმღერით ისინი თავის მეზობლებს ამცნობენ მათი არსებობის შესახებ.

შიმპანზე საოცრად ცნობისმოყვარე ცხოველია. ყოველ ახალს ისინი დიდი ინტერესით ეცნობიან. შეხვედრისას ესალმებიან კიდეც ერთმანეთს. მონატრებული ცხოველები ეფერებიან ერთმანეთს, გამოსცემენ სასიამოვნო ბგერებს. შიმპანზეს კარგად აქვს განვითარებული დაკვირვებისა და წაბაძვის უნარი. მსგავსი ჩვევები ხშირად ღებულობს ჯგუფური ქცევების ხასიათს. მათ თავდაცვის, თავდასხმისა და ურთიერთდახმარების დროს საკმაოდ კარგად აქვთ განვითარებული კოოპერაციული მოქმედების უნარი.

გორილები მრავალცოლიანობას მისდევენ, ცხოვრობენ ოჯახებად. მაძრი ვალდებულია, მოიპოვოს საცხოვრებელი ტერიტორია, მხოლოდ ამის შემდეგ თანხმდება მას მდედრი ცოლობაზე.

ადამიანის მსგავსი მაიმუნები გამოხატავენ მხიარულებას და მწუხარებას, ბრაზდებიან, იცინიან და ტირიან. მდედრი კვებავს და იცავს შვილს, აცლის მას ტილებს და სხვა მავნებლებს, დაბადებიდან მე-5 თვეზე ასწავლის სიარულს. მათ აქვთ კარგი გემოვნება. სიამოვნებით მიირთმევენ ჩაის, ყავას, ლუდს. თვრებიან და მეორე დღეს აწუხებთ თავის ტკივილი. მათ აქვთ ადამიანის მსგავსი სიბერე. მსგავსად ჭაღარავდებიან, ახასიათებთ კბილების დაძველება, დაცვენა და სხვა. უმაღლეს მაიმუნებს აქვთ სისხლის იგივე ჯგუფები, რაც ადამიანს. 1931 წელს თრაუზემ შიმპანზეს II ჯგუფის სისხლი გადაუსხა ადამიანს და მიიღო დადებითი შედეგი. შებრუნებული პროცესი განხორციელდა 1900 წელს ფრიდენტალის მიერ. მაიმუნებსა და ადამიანებს შორის გადანერგილია შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლებიც. ადამიანებსა და ანთროპოიდებს ახასიათებთ მთელი რიგი საერთო დაავადებები და პარაზიტები. ორთავენი ავადდებიან მუცლის ტიფით, ტუბერკულოზით, ამებური დიზენტერიით, ქოლერით და სხვა.

დიდია ადამიანისა და ადამიანის მსგავს მაიმუნებს შორის გენეტიკური მსგავსებაც. იტალიელმა კიარსელმა დაადგინა, რომ მაიმუნებს 24 წყვილი ქრომოსომა აქვთ. აქედან შიმპანზეს 12 ქრომოსომა ადამიანის ქრომოსომების მსგავსი აქვს, გორილას — 10, ორანგუტანს კი — 8.

ადამიანებსა და ადამიანის მსგავს მაიმუნებს შორის გენეტიკური აპარატის დიდი მსგავსება დადასტურებულია მოლეკულური გენეტიკის მონაცემებით. ადამიანსა და მაიმუნებს და თვით მაიმუნებს შორის ბირთვული დნმ-ას სხვაობა შემდეგ სურათს იძლევა: ადამიანი-გორილა — 1,4%; ადამიანი — შიმპანზე — 1,2%; გორილა-შიმპანზე — 1,2%; ადამიანი-ორანგუტანი — 2,4%; გორილა-ორანგუტანი — 2,4%; შიმპანზე-ორანგუტანი — 1,8%. ლუკოტის მიერ დადგენილია, რომ ადამიანსა და შიმპანზეს შორის გენების 99% ერთნაირია. მ.კინგისა და ა.ვილსონის მიხედვით ადამიანსა (Homo) და შიმპანზეს (Pan) შორის ანატომიური, ფიზიოლოგიური და ქცევითი თავისებურებების მიხედვით მნიშვნელოვანი განსხვავებების მიუხედავად, მათ შორის მოლეკულური თავისებურებების მიხედვით სხვაობა ვერ აჭარბებს

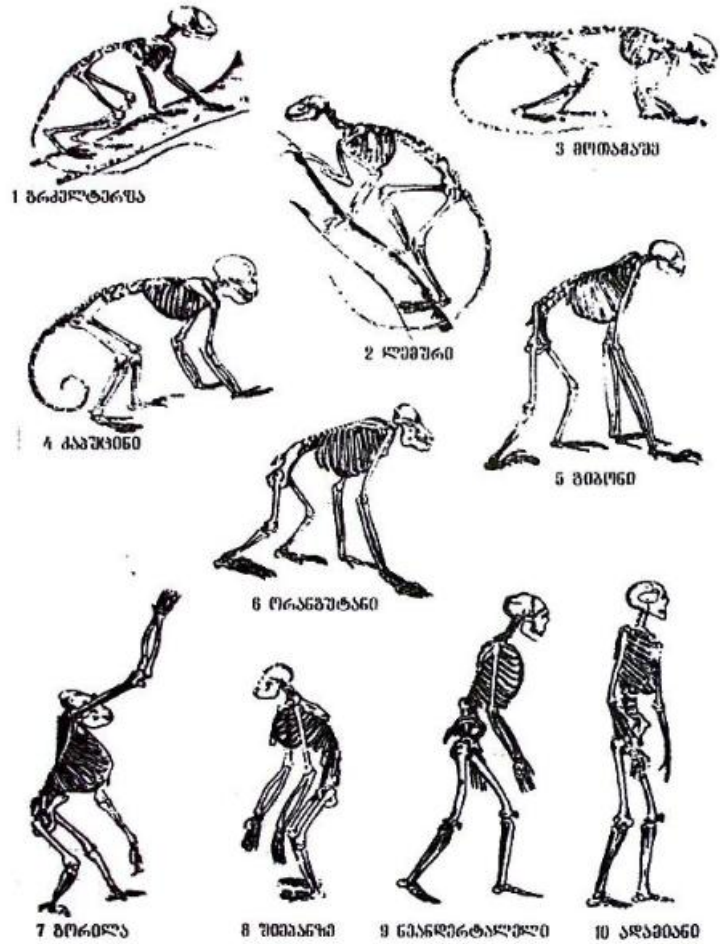
განსხვავებულობის ხარისხს დროზოფილა-ორეულებს შორის. ერთ გვარში (Rana) შემავალი სხვადასხვა სახეობა 20-30-ჯერ უფრო მეტად განსხვავდება მოლეკულური თავისებურებების მიხედვით, ვიდრე ადამიანი და შიმპანზე. ეტყობა, უმაღლეს პრიმატებსა და საერთოდ ძუძუმწოვრებში, ევოლუციის პროცესში უფრო მნიშვნელოვან გარდაქმნებს ექვემდებარებოდა რეგულატორული გენეტიკური აპარატი (გენი-რეგულატორები და გენი-მოდიფიკატორები), ვიდრე სტრუქტურული გენები.

განსხვავება ადამიანსა და ადამიანის მსგავს მაიმუნებს შორის

მიუხედავად დიდი მსგავსებისა, ადამიანსა და ანთროპომორფულ მაიმუნებს შორის არის სერიოზული განსხვავებები. ეს შეეხება, როგორც სხეულის აგებულებას, ასევე ქცევათა და მოქმედებათა თავისებურებებს.

ადამიანი გამართულად დადის, ტერფი სხეულის პერპენდიკულარულად მდებარეობს და მასში გრძელი განივი თაღები იქმნება. მართალია, ანთროპომორფულ მაიმუნებს მოკლე მანძილზე შეუძლიათ ორ ფეხზე გავლაც, მაგრამ ისინი მოძრაობის დროს ძირითადად ოთხივე კიდურს ეყრდნობიან და მოხრილები არიან. ისინი, ჩვეულებრივ, მეხეურ ცხოვრებას ეწევიან (სურ. 73). ადამიანის ხერხემალი S-ური ფორმისაა, მაშინ, როცა მაიმუნებისა — სწორია. ეს თვისება მთლიანად მათი მოძრაობის თავისებურებებით არის განპირობებული. ამავე მიზეზის გამო ადამიანის ტერფი ჩაზნექილია, მაიმუნებისა კი — სწორი. ადამიანის კეფის ხვრელი წინ არის გადაწეული, რაც განაპირობებს თავის ვერტიკალურ მდგომარეობას. მაიმუნებში კი კეფის ხვრელი უკანაა გადაწეული და თავიც ფაქტიურად, ჩამოკიდებულია. ასევე, ვერტიკალურ მდგომარეობაში სიარულთან არის დაკავშირებული ადამიანებში განიერი მენჯი, ძლიერი დიაფრაგმა, შებრტყელებული გულმკერდის ყაფაზი (მაიმუნებში იგი თითქმის სამკუთხედისებურია). მაიმუნების წინა კიდურები გაცილებით უფრო გრძელია (სურ. 74). განსხვავებულია მტევანსა და ტერფზე თითების განლაგებაც.

სურ. 73. გიბონი და ადამიანის მსგავსი მაიმუნები.
1 — გიბონი; 2 — ორანგუტანი; 3 — შიმპანზე; 4 — გორილა.



სურ. 74. ადამიანისა და სხვა პრიმატების ჩონჩხის საერთო აგებულება.

სურ. 75. ადამიანისა (მარცხნივ) და გორილას (მარჯვნივ) მტევანი და ტერფი

ადამიანში მტევანზე ცერა თითი სხვა თითების პერპენდიკულარულია, მაშინ, როცა მაიმუნებში ცერა თითს მტევანზე კი არა, არამედ ტერფზე უკავია თითქმის მსგავსი მდგომარეობა (სურ.75). ეს ყოველივე დაკავშირებულია კიდურების ფუნქციურ ცვლილებებთან. ადამიანში წინა კიდური შრომის ორგანოა, მაშინ, როცა მაიმუნებში იგი ტოტებზე მოჭიდების ფუნქციას ასრულებს. უკანა კიდურები მაიმუნებში ხის ტოტებზე საყრდენ ფუნქციას ასრულებს, ადამიანში კი — მხოლოდ ვერტიკალურ მდგომარეობაში დგომისა და მოძრაობის ფუნქციას. ადამიანსა და ანთროპომორფებს შორის დიდია განსხვავება თავის ქალის ფორმისა და აგებულების მიხედვით. ადამიანის ტვინის ქალა აღემატება სახის ქალას, მაიმუნებში — პირიქით, სახის ქალა ტვინის ქალაზე მეტი მოცულობისაა.

ადამიანის სახე ვერტიკალურია, მაიმუნისა — დაქანებული, ადამიანის ცხვირი და ნიკაპი გამოკვეთილია, ზედა ყბა U-ს ფორმისაა, V-ს საპირისპიროდ — მაიმუნებში.

სერიოზული განსხვავებაა ადამიანსა და ადამიანის მსგავს მაიმუნებს შორის ქცევების მიხედვით. საერთოდ, გარემოდან მიღებულ ინფორმაციაზე ცხოველთა ქცევა სახეობრივი ნიშანია, რაც ერთი სახეობის ცხოველებში

ერთგვაროვანია. ქცევათა კომპლექსის თავისებურებანი გენეტიკურადაა დეტერმინირებული. თუმცა, ცხოველებშიც ქცევათა გარკვეული ნაწილი ექვემდებარება დასწავლასა და გამოცდილებას. იგი ეფუძნება პირობით რეფლექსურ მოქმედებებს. საერთოდ, უმაღლეს ცხოველებში ერთ-ერთ მთავარ ფუნქციურ შეგუებულობას წარმოადგენს სწორედ ქცევათა გონებრივი საშუალებების გაჩენა. მათში ცალკეული, კონკრეტული რეაქციების გამომუშავების უნარი სულ უფრო ნაკლებად არის განსაზღვრული გენეტიკური პროგრამით და იგი ძალიან მაღალი ხარისხით რეგულირდება პირობითრეფლექსური მოქმედების თავისებურებებით, დასწავლითა და აღზრდის პირობების გავლენით. მაგრამ შესაბამისი რეფლექსების გამომუშავების შესაძლებლობები გენეტიკური პროგრამის ფარგლებით (და რეაქციის ნორმით) არის შეზღუდული. აქედან გამომდინარე, ქცევათა თავისებურებები შესაბამის ორგანიზმთა ფილოგენეტურ კავშირებზე მსჯელობის საშუალებას იძლევა.

ადამიანის თავის ტვინი ცხოველებისაგან განსხვავებით უზრუნველყოფს ინსტინქტურ ქცევათა წამყვანი როლის შემცირებას და შესაბამისად, დასწავლისა და გამოცდილების დაგროვების მნიშვნელობის გაზრდას. ადამიანს აქვს უნარი, დასწავლისა და მეხსიერების საფუძველზე ცვალოს გენეტიკური აპარატით დაპროგრამებული განსაზღვრული ქცევა. ადამიანს ეძლევა საშუალება, ქცევათა ხასიათი არეგულიროს საკუთარი სურვილების შესაბამისად ისე, რომ გასცდეს სტანდარტულ ჩარჩოებს და შეიძინოს ორიგინალური ხასიათიც. მაიმუნებში ასეთი შესაძლებლობები საკმაოდ შეზღუდულია.

მიუხედავად უამრავი უნიკალური განმასხვავებელი ნიშნისა, ფრანგ ექიმ ანტონისა და რუს ანთროპოლოგ დუბროვინის აზრით, შეუძლებელია ადამიანსა და ანთროპომორფულ მაიმუნებს შორის მკვეთრი მორფოლოგიური საზღვრების გავლება. მეცნიერთა უმრავლესობა, მათ შორის რუსი მეცნიერებიც — იაკიმოვი და კოჩეტკოვი — მხარს უჭერენ ე.წ. „ტვინის რუბიკონის“ მოსაზრებას, რომლის მიხედვითაც 700-800 სმ^3 ყოფს ადამიანისა და მის მსგავს მაიმუნებს ერთმანეთისაგან. რუს ანთროპოლოგ ზუბოვის მიხედვით,

განსაკუთრებით გამმიჯნავია ტვინის ქერქი, რომელშიც არის სპეციფიკური ადამიანური ცენტრები.

ყოველივე აღნიშნული და სხვა განმასხვავებელი ნიშნები მიუთითებენ, რომ ადამიანის უშუალო წინაბარი არ არის თანამედროვე ადამიანის მსგავსი მაიმუნები.

ადამიანის პალეონტოლოგიური მატიანე

მეცნიერული თვალსაზრისით, ადამიანის ცხოველური წარმოშობა ეჭვს აღარ იწვევს. მთავარია, გაირკვეს ის ძირითადი ფილოგენეტური გზა და კანონზომიერებანი, რომელიც ადამიანის წინაბარმა განვლო ევოლუციის პროცესში ცხოველური მდგომარეობიდან თანამედროვე ადამიანამდე.

როგორც უკვე ვნახეთ, მეცნიერული მონაცემები ყოველმხრივ ასაბუთებენ, რომ ადამიანის წინაბრები არ შეიძლებოდა ყოფილიყვნენ თანამედროვე ადამიანის მსგავსი მაიმუნები. ანთროპოიდებისა და ადამიანისათვის შორეულ წარსულში დასაბამი უნდა მიეცა ერთ საერთო წინაბარს. ჯერ კიდევ დარვინის მიერ გამოთქმულ ამ კონცეფციას ასაბუთებენ პალეონტოლოგიური მონაცემები. ნამარხები საშუალებას იძლევიან, ადამიანის ფილოგენეზი გავყოთ შემდეგ მთავარ ეტაპებად: *პროტოანთროპულ* (ადამიანის შორეული წინაბრების), *არქანთროპულ* (უძველესი ადამიანების), *პალეანთროპულ* (ძველი ადამიანების) და *ნეოანთროპულ* (თანამედროვე ტიპის ადამიანების) ჯგუფებად. მართალია, ჯერ კიდევ არ არის აღმოჩენილი ყველა ამ ეტაპის შესაბამისი უტყუარი ფაქტობრივი მასალა, მაგრამ ჩვენს ხელთ არსებული პალეონტოლოგიური მონაცემები იძლევა საფუძველს ასეთი ეტაპების გამოყოფისათვის.

უძველეს ბრიმატებს გამოეყო განსაკუთრებული პროგრესული ჯგუფი, რომლებმაც დასაბამი მისცეს პარაპითეკებსა და პროპლიოპითეკებს. პარაპითეკი ოლიგოცენის დასაწყისში ცხოვრობდა. იგი პატარა ზომის ცხვირგრძელი მაიმუნს წარმოადგენდა. პროპლიოპითეკი დიდი ზომის ცხოველი

იყო. არის ვარაუდი, რომ მან დასაბამი მისცა თანამედროვე გიბონებს.

მიოცენისათვის უკვე გაჩნდნენ ნამდვილი ანთროპომორფული მაიმუნები. მათი ზოგიერთი წარმომადგენელი გაცილებით უფრო ახლოს იდგა ადამიანთან, ვიდრე თანამედროვე ადამიანის მსგავსი მაიმუნები. მათი წარმომადგენელი უნდა ყოფილიყო დრიოპითეკი (მეხეური მაიმუნი). ასეთი ცხოველების ნამარხები ნაპოვნი იქნა საფრანგეთში, გერმანიაში, ესპანეთში. დრიოპითეკების პირველი ნამარხები აღმოაჩინა სენ-გოდინამ 1856 წელს საფრანგეთში. დრიოპითეკი ცხოვრობდა დაახლოებით 20–30 მილიონი წლის წინ. მისი სიმაღლე 150 სმ-მდე იყო, ხოლო წონა — 50 კგ-ს შეადგენდა, გააჩნდა მუქი პიგმენტირებული სხეული, ჰქონდა დაბალი შუბლი, სუსტად განვითარებული ცხვირი და ტუჩები. ტვინის მოცულობა 500–600 სმ^3-ს შეადგენდა. ყბისა და კბილების საერთო აგებულებით დრიოპითეკი ადამიანს ემსგავსებოდა, ხოლო ეშვებისა და შესაბამისი დიასთემების განვითარება დრიოპითეკს აახლოვებდა ანთროპომორფულ მაიმუნებთან.

ჯერ კიდევ დარვინმა იცოდა დრიოპითეკის ნამარხის შესახებ და მას თვლიდა *პომინიდებისა* (ადამიანისმაგვართა) და *პონგიდების* (ადამიანის მსგავსი მაიმუნები) წინაპრად. ამ აზრს იზიარებს თანამედროვე ანთროპოლოგების უმრავლესობაც.

თუმცა, 1948 წელს მ. ლიკის მიერ აფრიკაში (კუნძულ რუზინგას ახლოს, ვიქტორიას ტბაში) აღმოჩენილი იქნა პროკონსულის ნამარხი. იგი ცხოვრობდა 25 მილიონი წლის წინ. მისი ქალას ძვლების ნაშთები იძლევიან საშუალებას ვარაუდისათვის, რომ იგი უნდა წარმოადგენდეს პონგიდებისა და ჰომინიდების საერთო წინაპარს. იმავე კუნძულზე აღმოჩენილი იქნა პროკონსულის უკანა კიდურების სამი ძვალი, რომლის ანალიზის საფუძველზე ცნობილი ანთროპოლოგი ჟ. კლარკი თვლის, რომ პროკონსულისა და ადამიანის ფეხი უფრო მსგავსია ერთმანეთის, ვიდრე პროკონსულისა და თანამედროვე ადამიანის მსგავსი მაიმუნებისა. გამოთქმულია ვარაუდი, რომ ასეთმა ფორმებმა შემდგომ აფრიკიდან მიგრირება განიცადეს ინდოეთში, აზიასა და ევროპაში. შესაძლოა, იგი დრიოპითეკების ერთ-ერთ შტოს წარმოადგენდეს.

ჰომინიდების პირველ წინაპრად ბევრი მეცნიერი თვლის *რამაპითეკებს* (ეწოდა ინდუსების ღვთაების „რამას“ პატივსაცემად), რომლის ნამარხებიც აღმოჩენილია 1934 წელს ჯ.ლიუსის მიერ ინდოეთში, დაახლოებით 12 მილიონი წლის წინ განამარხებულ ქანებში. იგი დიდი ზომის მაიმუნი იყო. კბილების აგებულების მიხედვით მას შუალედური ადგილი უკავია ანთროპორფულ მაიმუნებსა და ადამიანებს შორის. რამაპითეკების შემდგომი ფილოგენეტური ჯგუფის აღმოჩენა ჯერჯერობით ვერ მოხერხდა, თუმცა ზოგიერთი მეცნიერი თვლის, რომ სწორედ მათ მისცეს დასაბამი ავსტრალოპითეკებს.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ ადამიანის ევოლუციური განვითარების შესაბამის პერიოდში უკვე ფორმირებულია ჰომინიდების ოჯახი, რომელმაც შემდეგ დასაბამი მისცა ავსტრალოპითეკებს (სამხრეთის მაიმუნი).

აფრიკული ავსტრალოპითეკებით (აფრიკული მაიმუნი — Australopithecus africanus) იწყება ადამიანის ფილოგენეზის *პროტოანთროპული* სტადია.

ავსტრალოპითეკების ნამარხები პირველად 1924 წელს იქნა აღმოჩენილი რ. დარტის მიერ სამხრეთ აფრიკაში. ავსტრალოპითეკი ბევრი ნიშნით ემსგავსება უძველეს ადამიანებს. მათ უკვე თითქმის აღარ ეტყობათ ეშვები და დიასთემები. მისი უკანა კიდურები და მენჯი ჰგავდა ადამიანისას. იგი იდგა ორ ფეხზე, სიმაღლე 150 სმ იყო, ხოლო წონა — 50 კგ. ა. მონნოს მიხედვით, მათი სიცოცხლის ხანგრძლივობა 17-22 წელი უნდა ყოფილიყო. თავის ტვინის მოცულობა 450-700 სმ^3-ს შეადგენდა, ჰქონდა მასიური ყბები. ყბებს ამოძრავებდა ბრუნვით. ქალას სახის ნაწილი შედარებით სუსტად იყო განვითარებული. სარგებლობდნენ პრიმიტიული ქვის იარაღებით. ისინი პლეისტოცენის ყველაზე ადრეული ნამარხებია. მალე, უფრო მოგვიანებითი ასაკის ქანებში ნაპოვნი იქნა ავსტრალოპითეკის შედარებით გვიანდელი ფორმა — პარანთროპი.

ავსტრალოპითეკების ჯგუფში შემავალ ორგანიზმთა მეტად საინტერესო ნამარხები აღმოაჩინეს ცოლ-ქმარმა ლ. და მ.ლიკებმა (1959-1960 წწ) ტანზანიაში (აღმოსავლეთი აფრიკა). მათ ნახეს თავის ქალას ნაწილი, მხრისა და მკერდის ძვლები, რომლებიც მთელი რიგი ნიშნებით ემსგავსებოდნენ დარტის

ავსტრალოპითეკსა და პარანთროპს. ამასთან, დაახლოებით 20 ნიშნით განსხვავდებოდა მათგან. მას ლიკებმა „ზინჯანთროპი“ (არაბულად „აღმოსავლეთ აფრიკელი“ — „ზინჯ“ აფრიკას ნიშნავს) უწოდეს. მისი თავის ტვინის მოცულობა 530 სმ³ უნდა ყოფილიყო. მართალია, იგი განვითარებით უფრო მაღლა იდგა ავსტრალოპითეკსა და პარანთროპთან შედარებით, მაგრამ მაინც ვერ იქნებოდა ადამიანის უშუალო წინაპარი. ამიტომაც ლ.ლიკი მას „ადამიანთან ახლოს“ მდგომს უწოდებს.

გარდა დარტისა და ლიკების მიერ აღმოჩენილი ავსტრალოპითეკებისა, პარიზის ბუნების მუზეუმის დირექტორის ივ კოპენისა და ამერიკელი დონ ჯოჰარსონის მიერ აღმოჩენილი იქნა ე.წ. აფარას ავსტრალოპითეკი (Australophitecus afarensis), რომელიც ეთიოპიაში აფარას რაიონში იპოვეს და მისი სახეობრივი სახელწოდებაც აქედან წარმოდგება (სურ. 76). ამ ინდივიდს მეცნიერებმა ლუსი შეარქვეს. ძვლოვანი მასალებით, რომლის მხოლოდ ნახევარი იყო წარმოდგენილი, დადგინდა, რომ იგი ორ ფეხზე დადიოდა და მისი სიმაღლე 1,2 მ-ს შეადგენდა. ჯოჰარსონის მიერ იმთავითვე გამოითქვა მოსაზრება იმის შესახებ, რომ ლუსი ჰომინიდთა ევოლუციის სათავეში დგას რამაპითეკის შემდეგ, რამაც დიდი დისკუსია გამოიწვია და ვერ მოხერხდა ჰომინიდების სისტემატიკაში მისთვის ადგილის მოძებნა. ამ აღმოჩენიდან 1 წლის შემდეგ ჯოჰარსონმა ამავე სახის 13 ინდივიდის ჩონჩხი აღმოაჩინა. ამ მასალებმა შესაძლებელი გახადა აფარენსის აღნაგობის უფრო დეტალური დადგენა. ის ძალიან ჰგავდა ადამიანს, მაგრამ ჩამორჩებოდა ბრომორციებით, განსაკუთრებით — თავის ტვინით, რომელიც ადამიანის ტვინზე 3-ჯერ ნაკლები იყო და 400 სმ³-ს არ აღემატებოდა. დათარიღების უახლესი მეთოდებით დადგინდა, რომ ლუსის და აფარენსის სხვა წარმომადგენლებს უნდა ეცხოვრათ დაახლოებით 3,6 მილიონი წლის წინათ. ავსტრალოპითეკების ორგანიზაციული ნიშნების თავისებურებათა ანალიზის საფუძველზე ანთროპოლოგებს შორის არ არის ერთიანი აზრი ამ ჯგუფის სისტემატიკური სტატუსის შესახებ. ზოგი ფიქრობს, რომ ისინი პონგიდების ქვეოჯახია, ზოგიც მათ მიიჩნევს ჰომინიდების ოჯახის ქვეოჯახად, სპეციალისტთა მესამე ჯგუფი კი

ავსტრალოპითეკებს განიხილავს ანთროპომორფული პრიმატების დამოუკიდებელ ოჯახად.

მეცნიერთა უმრავლესობა მაინც თვლის, რომ ყველა ეს ფორმა ერთი სახეობის წარმომადგენლები უნდა ყოფილიყვნენ, რომელთაც ერთად აღებულს ავსტრალოპითეკები უნდა ეწოდოს. იყვნენ თუ არა ავსტრალოპითეკები ადამიანის წინაპრები, ჯერ კიდევ სერიოზული ეჭვის საგანს წარმოადგენს.

არქანთროპის სტადიიდან უკვე სათავეს იღებს ადამიანი. მას შემდეგ, რაც ლიკი დარწმუნდა, რომ მის მიერ აღმოჩენილი საინტერესო ნამარხი „პრეზინჯანთროპი“ ავსტრალოპითეკთან შედარებით გაცილებით უფრო პროგრესული ფორმა იყო და უშუალოდ წარმოადგენდა ადამიანის წინაპარს, მას უწოდა Homo habilis („მარჯვე ადამიანი“) (სურ. 77). იგი ცხოვრობდა 1-3 მილიონი წლის წინ. მისი თავის ტვინის მოცულობა 680 სმ³ იყო, ტერფზე ცერა თითი სხვა თითების პარალელური ჰქონდა. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ ანთროპოგენეზის ამ ეტაპზე უკვე დასრულდა ამართულ სიარულზე გადასვლა. მის საცხოვრებელში აღმოჩნდა ქვის იარაღები, რომლებსაც აშკარად ეტყობოდა დამუშავების კვალი. ასეთი ქვა მას მოტანილი ჰქონდა 70 კმ მანძილიდან. მისი ხელები დაჭერი ტიპის უნდა ყოფილიყო. დაფიქსირებულია ნიკაპის ნასახიც, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ მას უკვე გააჩნდა მეტყველების ჩანასახიც. ლიკი თვლის, რომ ჰომინიდების ეს სახეობა წარმოადგენდა ადამიანის უშუალო წინაპარს. ლიკის აზრი არ არის უსაფუძვლო, რადგანაც ბიბედია არის ჰომინიდთა პირველი და უმთავრესი ადაპტური ნიშანი, რასაც ახლდა ცერებრალიზაციის დონის ამაღლება, მტევანზე შრომითი საქმიანობის გავლენის აშკარა კვალი და გარკვეულწილად, შესაბამისი დონის კულტურის შექმნა-ასოცირების უნარი.

არქანთროპების შემდგომი ევოლუციური საფეხური არის პითეკანთროპი (Pithecanthropus erectus—სწორმდგომი მაიმუნადამიანი) (სურ. 78). ისინი წარმოშობილნი უნდა იყვნენ მეოთხეულის დასაწყისში — 1-1,3 მილიონი წლის წინ. პირველი ასეთი ნამარხი 1891 წელს კუნძულ იავაზე აღმოაჩინა ჰოლანდიელმა ექიმმა ე. დიუბუამ. მის მიერ ნაპოვნია ქალას ძვლის ნაწილი და ბარძაყის ძვალი. ეს უკანასკნელი

უმნიშვნელოდ განსხვავდებოდა თანამედროვე ადამიანის შესაბამისი ძვლისაგან. შემდგომ ისევ კუნძულ იავაზე აღმოჩენილი იქნა ხუთი ასეთი ორგანიზმის ნაშთი. მათი კბილები მნიშვნელოვნად არ განსხვავდებოდა ადამიანის კბილებისაგან. პითეკანთროპის სიმაღლე 165-170 სმ-ს აღწევდა, თავის ტვინის მოცულობა კი — 900 სმ³-ს. ასეთი ნამარხები აღმოჩენილი იქნა სხვაგანაც.

სურ. 76. აფარას ავსტრალოპითეკი (Australopithecus afarensis)

სურ. 77. მარჯვე ადამიანი (Homo habilis)

სურ. 78. წელრომდგომი ადამიანი (Homo erectus)

1927 წელს ჩინელმა ბიემ პეკინის ახლოს აღმოაჩინა თავის ქალა, ქვედა ყბა, ბარძაყის და მხრის ძვლები. ამ არსების თავის ტვინის მოცულობა შეადგენდა 800- 1220 სმ^3-ს. მასზე მოხერხდა, გარჩეულიყო 120 ნიშანი. აქედან 74-ის შედარება მოხერხდა პითეკანთროპთან, ამასთან, 57 ნიშანი ორთავეში მსგავსი იყო, განსხვავებული იყო მხოლოდ 4 ნიშანი. მის საცხოვრებელში აღმოჩნდა ცეცხლის ნაშთები. მას ჩინელი ადამიანი (სინანთროპი) უწოდეს. ზოგჯერ კი პეკინელ ადამიანსაც უწოდებენ და თანამედროვე კლასიფიკაციით პითეკანთროპთან ერთად ჰომო ერექტუსს (ვერტიკალურად მოსიარულე ადამიანს) მიაკუთვნებენ.

1907 წელს ჰაიდელბერგში (გერმანია) ნაპოვნი იქნა ქვედა ყბა. იგი დაახლოებით 400 000 წლის წინ ცხოვრობდა. ნადირობდა დიდ ცხოველებზე. ყველა ეს ფორმა („მარჯვე ადამიანი", პითეკანთროპი, სინანთროპი და ჰაიდელბერგელი ადამიანები) გაერთიანებულია უძველეს ადამიანებში. მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ არქანთროპები წარმოადგენდნენ ერთ ბიოლოგიურ სახეობას (Homo erectus), რომელშიც გაერთიანებული იყო რამდენიმე ქვესახეობა.

ძველ ადამიანებს (*პალეანთროპებს*) მიეკუთვნება (Homo neanderthalensis) ნეანდერტალელი ადამიანი. მისი ნაშთები აღმოჩენილი იქნა 1856 წელს გერმანიაში მდ. ნეანდერის ნაპირას მდებარე გამოქვაბულში. მოგვიანებით ნაპოვნი იქნა 1948 წელს ესპანეთშიც, კერძოდ, გიბრალტარში. ამასთან, ევროპაში 400-მდე ადგილასაა ნაპოვნი. იგი ცხოვრობდა 200-300 ათასი წლის წინათ (ევროპა, აზია, აფრიკა). მისი სიმაღლე იყო 158 სმ, თავის ტვინის მოცულობა შეადგენდა 1400-1600 სმ^3-ს. აშკარად ეტყობოდა ნიკაპის კვალი. მსგავსი ნამარხები აღმოჩენილი იქნა ყირიმსა და უზბეკეთში. ცხოვრობდა გამოქვაბულში, ეწეოდა საზოგადოებრივ ცხოვრებას. შესაძლოა, ცხოვრობდნენ ოჯახებადაც.

ნეანდერტალელებში განსხვავებული ჯგუფებიცაა აღმოჩენილი. გამოყოფენ ე.წ. პროგრესულ ნეანდერტალელებსაც, რომელთაც უკვე გააჩნდათ პალეოლითური კულტურა. ისინი მიცვალებულებს განსაკუთრებული წესებით მარხავდნენ (აყოლებდნენ პირად ნივთებს), რაც მათი განყენებული აზროვნების საკმაო განვითარებაზე მიუთითებს.

ნეანდერტალელები ითვლებიან თანამედროვე ადამიანის წინაპრად, თუმცა მოლეკულურ-გენეტიკური გამოკვლევები ეჭვის ქვეშ აყენებენ ამის შესაძლებლობას. შესაძლოა, ნეანდერტალელი ცხოვრობდა თანამედროვე ადამიანთან ერთად. ზოგი ვარაუდობს, რომ იგი ამოწყდა H.sapiens-თან კონკურენციის გავლენით. ზოგიც თვლის, რომ იგი შეერწყა (ასიმილაცია მოხდა) თანამედროვე ადამიანს. არის ვარაუდი (ე.წ. ბრესაბიენსის თეორია), რომ არქანთროპი და პალეოანთროპი არ იყვნენ ნეოანთროპის წინაპრები და სამთავე ბლეისტოცენში წარმოიშვნენ საერთო წინაპრისაგან („ბრესაბიენსისაგან“).

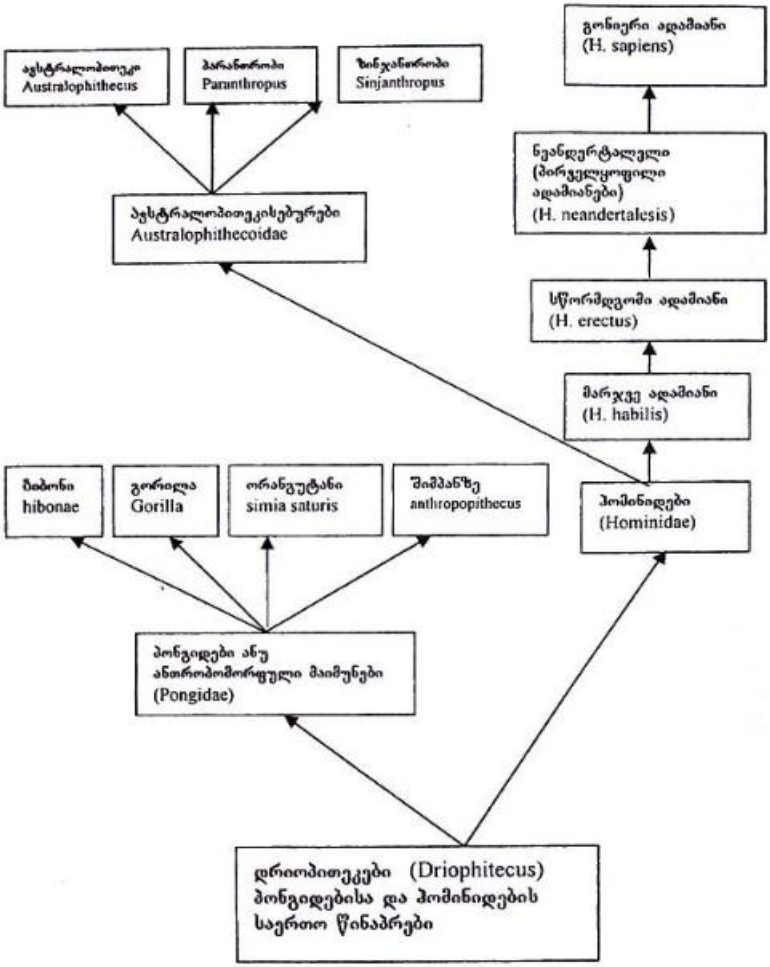
ნეოანთროპის (Homo sapiens — თანამედროვე ადამიანი) ეტაპი წარმოდგენილია კრომანიონელით. იგი თითქმის მთლიანად შეესაბამება თანამედროვე ადამიანის ანთროპოლოგიურ ტიპს და ზოგიერთი „უმნიშვნელო“ თავისებურებების (თავის ქალას ფორმა, ძლიერ განვითარებული კბილები) გარდა არ განსხვავდება თანამედროვე ადამიანისაგან. იგი ცხოვრობდა დაახლოებით 40-50 ათასი წლის წინ. ტვინის ქალას მოცულობა შეადგენდა 1500 სმ^3-ს. არის ვარაუდი, რომ პალეანთროპის შემდეგ ტვინის ქალას მოცულობა მნიშვნელოვნად აღარ გაზრდილა (ცხრ. 7). ეტყობა, იგი საკმარისი იყო უმაღლეს ნერვულ მოქმედებათა შემდგომი გართულებისათვის. ევროპული ტიპის ნეოანთროპის ნამარხები აღმოჩენილი იქნა 1868 წელს კრომანიონის გამოქვაბულში (საფრანგეთი). სახელწოდებაც ამ ადგილთან არის დაკავშირებული. მისი სიმაღლე 170-180 სმ-ის ფარგლებში მერყეობდა. მოგვიანებით მსგავსი ნამარხები აღმოჩენილი იქნა სამხრეთ საფრანგეთსა და იტალიაში. მათ ეტყობოდათ ნეგროიდული ნიშნები. ეს მეცნიერებს აფიქრებინებს, რომ ადამიანთა რასების ფორმირება მოხდა სწორედ ამ ეტაპზე და ადამიანთა თანამედროვე რასები წარმოშობილია ერთი საერთო სახეობისაგან.

ანთროპოგენეზის ძირითადი ეტაპები

(გეორგიევსკის მიხედვით)

დროის საზღვრები	ანთროპოგენეზის ეტაპები	განვითარების დამახასიათებელი თავისებურება
25 მილიონი წელი	ანთროპომორფული მაიმუნებისა და ჰომინიდების საერთო წინაპრები — დრიოპითეკები	მეხეური ცხოვრების ნირი, საგნებით მანიპულირება და ჯოგური ცხოვრება
9 მილიონი წელი	პროტოანთროპის სტადია. უძველესი ავსტრალოპითეკები	საკვების მოსაპოვებლად და თავდაცვის იარაღად საგნების გამოყენება, ჯოგური ცხოვრების შემდგომი განვითარება
2-2,5 მილიონი წელი	მარჯვე ადამიანი (Homo habilis)	თანამედროვე ადამიანის ფორმირების გარდამავალი სტადია. ტვინის მოცულობა 500-600 სმ³, პირველი იარაღების დამზადება (პალეოლითური კულტურა).
1-1,3 მილიონი წელი	არქანთროპის (ანუ პითეკანთროპის) სტადია. გამართულად მოსიარულე ადამიანი (Homo erectus)	ტვინის მოცულობა 800-1200სმ³. მეტყველების ფორმირება. ცეცხლის გამოყენება.
200-500 ათასი წელი	პალეოანთროპის სტადია. ნეანდერტალელი (Homo neandertalienisis)	თანამედროვე ადამიანისა (ტვინის მოცულობა 1200-1400სმ³) და ანთროპოიდების თავისებურებათა შეუღლება. იარაღის დამზადების მაღალი კულტურა. მეტყველებისა და ჯოგური ცხოვრების სრულყოფა.
40-ათასი წელი	ნეოანთროპის სტადია. გონიერი ადამიანი (Homo sapiens)	თანამედროვე ტიპის ადამიანის ფორმირება. საზოგადოების ჩამოყალიბება. მცენარეთა და ცხოველთა მოშენება. ბუნებრივი გარემოს ათვისებაზე გადასვლა.

ასე რომ, ჰომინიდების ევოლუცია წარიმართა შემდეგი სქემის მიხედვით (ა.გეორგიევსკი):

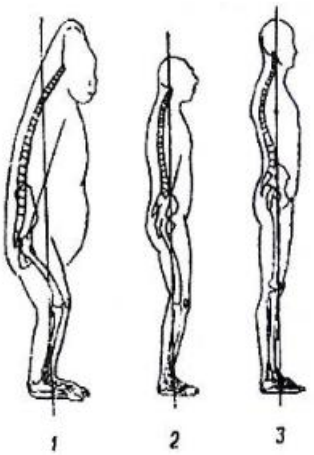


ადამიანის ევოლუციაში ძირითადად იგივე ბიოლოგიური კანონზომიერებანი ასრულებდა მთავარ როლს, რაც საერთოდ მოქმედებდა დანარჩენ ცხოველურ სამყაროში. ამის შესახებ დარვინი წერს: „ადამიანი თავისი წარმოშობით რომ განსხვავდებოდეს დანარჩენი ცხოველური სამყაროსაგან, ეს იქნებოდა უბრალოდ ბუნების თამაში. ასეთი ვარაუდი, რა თქმა უნდა, უსაფუძვლოა“. მაგრამ მიუხედავად ამისა, „გაადამიანების“ პროცესი მაინც ხასიათდებოდა მთელი რიგი თვისობრივი თავისებურებებით.

„გაადამიანების“ პროცესში ერთ-ერთი მთავარი ეტაპი უნდა ყოფილიყო ადამიანისმაგვარი უძველესი მაიმუნის ხიდან მიწაზე ჩამოსვლა. ვარაუდის მიხედვით, ასეთი ფორმა დრიოპითეკი უნდა ყოფილიყო. ეს არსება რომ ხის ფორმა იყო, ამაზე მიუთითებს მთელი რიგი მისთვის დამახასიათებელი თავისებურებანი. მხრის ძვლის სფეროსებური სახსრის საშუალებით მისი წინა კიდური მოძრაობდა ყველა მიმართულებით. მტევანი დამჭერი ტიპისა უნდა ყოფილიყო, ახასიათებდა რთული და კოორდინირებული მოძრაობანი და სხვა. შესაძლოა, დრიოპითეკი ცხოვრობდა ტყის სტეპად გადაქცევის ზღვარზე. ამ ტიპის ლანდშაფტებში გაიშვიათებული ტყის მასივები ხშირად ფრაგმენტებად იყო იზოლირებული. ისინი ესაზღვრებოდნენ ტყესტეპებსა და სტეპებს. საარსებო პირობების ამგვარმა ცვლილებებმა, როგორც ჩანს, გადამწყვეტი როლი შეასრულა დრიოპითეკებისაგან ორი დივერგენციული შტოს წარმოშობისათვის — ერთი, რომელიც კვლავ რჩება ხეზე და დასაბამს აძლევს თანამედროვე ადამიანის მსგავს მაიმუნებს (პონგიდებს), ხოლო მეორე საცხოვრებლად ჩამოდის ხიდან მიწაზე და ხდება ჰომინიდების საწყისი დაჯგუფება. ხიდან მიწაზე ჩამოსვლა დაკავშირებული იყო მოძრაობის თავისებურებათა ცვლილებებთან. გადარჩევამ უპირატესობა მიანიჭა ფორმებს, რომლებიც თანდათან გადავიდნენ ამართულ (ვერტიკალურ), ორ ფეხზე სიარულზე, რამაც გაანთავისუფლა წინა კიდურები მოძრაობის ფუნქციისაგან. ვერტიკალურ სიარულზე გადასვლა და წინა კიდურების განთავისუფლება

მოძრაობის ფუნქციისაგან — ეს ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებული უმნიშვნელოვანესი ადაპტაციები იყო ადამიანის ევოლუციური განვითარების გზაზე. საშოძრაო აპარატის ევოლუცია უზრუნველყოფდა გადამოძრავების სისწრაფის მაქსიმალურ ზრდას, გადაღლილობის შემცირებას, მანევრირების სრულყოფასა და მოძრაობის პროცესების ეკონომიურობას. ამართულ სიარულზე ადამიანის წინაბრის გადასვლა აღნიშნული პროცესების თვალსაზრისით პროგრესული ევოლუციის გამოხატულება იყო. უკანა კიდურებმა, განთავისუფლდნენ რა სხვა ფუნქციებისაგან (დამჭერი, ცოცვა ხეზე), განიცადეს მნიშვნელოვანი მორფოლოგიური და პროგრესული ლოკომოტორული ცვლილებები. ისინი დიფერენცირდნენ და შეიძინეს მთელი სხეულისათვის საყრდენი და რესორული ფუნქციებიც. ჩონჩხი და კუნთები, შესაბამისად, გაძლიერდნენ. შეიცვალა მათი მდგომარეობა მენჯის მიმართ. ცვლილებები განიცადა ტერფმაც. მისი ძირი გახდა მრუდე და ცერა თითმა დანარჩენი თითების მიმართ პარალელური მდგომარეობა დაიკავა (სურ. 75). ვერტიკალურ სიარულზე გადასვლამ გავლენა იქონია არა მარტო კიდურების აგებულების თავისებურებებზე, არამედ სხეულის საერთო მდგომარეობაზე. მნიშვნელოვნად შეიცვალა ჩონჩხის საერთო კონსტრუქცია (სურ. 74). მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდის გულ-მკერდის ყაფაზი (თანდათან ღებულობს შებრტყელებულ ფორმას), ხერხემალი (ხდება S-ისებური). ეს ყველაფერი უკავშირდება სხეულის სიმძიმის ცენტრის სათანადო ცვლილებებს (სურ. 79). შესაბამისად შეიცვალა კუნთოვანი სისტემაც. განსაკუთრებით გაძლიერდა დიაფრაგმის ფუნქცია. იგი უფრო მასიური გახდა. ვერტიკალურ სიარულზე გადასვლა სტების პირობებში ადაპტურ ნიშანს წარმოადგენდა ძლიერი მტაცებლებისაგან თავდაცვის მხრივაც. ადამიანის ევოლუციაში შესაბამის ეტაპზე მყოფ წინაბარს (ავსტრალოპითეკს) მტაცებლებისაგან თავდაცვის მთავარ საშუალებად რჩებოდა მტაცებლის დანახვა შორი მანძილიდან (რასაც ხელს უწყობდა ვერტიკალურად დგომა) და სწრაფი გაქცევის უნარი. ამასთანავე, ამ თვალსაზრისით, თავდაცვის ეფექტურ საშუალებად გადაიქცა ჯოგური ცხოვრება. ჯოგს

მასში ინდივიდთა სიმრავლის გამო უადვილდებოდა როგორც მტაცებლის შემჩნევა, ასევე მისი მოგერიებაც.



სურ. 79. გორილას (1), ნეანდერტალელისა (2) და თანამედროვე ადამიანის (3) ხერხემლისა და სიმძიმის ცენტრის მდგომარეობის ცვლილება.

ჯოგური ცხოვრების პირობებში გადარჩევამ უპირატესობა ისეთ დაჯგუფებებს მიანიჭა, რომელთაც უკეთესი ურთიერთგაგებინების საშუალებები ჰქონდათ. ევოლუციის ასეთმა მიმართულებამ განაპირობა ჯოგში ინფორმაციის გაცვლის თავისებურებათა სრულყოფა. ასეთი ურთიერთობანი პირველ ეტაპზე მიმიკითა და ჟესტიკულაციით ხორციელდებოდა, ხოლო შემდეგ მან თანდათან მიიღო ბგერით გამოხატვის სახე და საფუძველი ჩაუყარა მეტყველების ევოლუციას.

ვერტიკალურ სიარულზე გადასვლას ევოლუციური მნიშვნელობა ჰქონდა იმ თვალსაზრისითაც, რომ ადამიანის წინაპრის წინა კიდურები განთავისუფლდა მოძრაობის ფუნქციისაგან და მათ თანდათან შეიძინეს იარაღის კეთებისა და გამოყენების ფუნქცია. როგორც ადრე იყო აღნიშნული, ასეთი საქმიანობის ჩანასახები მაიმუნებშიც არის შემჩნეული. ადამიანის წინაპარში კი წინა კიდურები თანდათან გარდაიქმნა ხელებად.

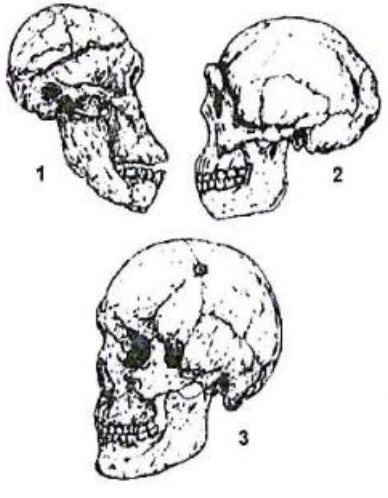
იარაღის კეთებისა და გამოყენების ადაპტური მნიშვნელობა ხელს თანდათან სძენს მთელ რიგ ახალ თავისებურებებს. ცერი უპირისპირდება სხვა თითებს, მტევანი ხდება მოქნილი და ხელი თანდათან იქცევა შრომის ორგანოდ. შრომითი საქმიანობის უნარი შესაბამის ჯგუფებს გადარჩენისა და ასეთი თვისებების შთამომავლობაში გადაცემის მეტ შანსს აძლევდა. ამიტომაც, ხელი არა მარტო შრომის ორგანო გახდა, არამედ თვით შრომითმა საქმიანობამაც მნიშვნელოვნად განაპირობა ხელის ევოლუციური სრულყოფა. აქედან გამომდინარე, ენგელსისეული გამოთქმა, რომ „ხელი არა მარტო შრომის ორგანოა, არამედ პროდუქტიცაა“ არ უნდა წარმოადგენდეს უსაფუძვლო თეზისს.

ყველაზე ძველი ქვის იარაღები აღმოჩენილი იქნა პლიოცენში, უფრო სრულყოფილები — პლეისტოცენში. თანდათან იწყება მარტივი ხელოსნობა. ყოველივე ამას თან ახლავს უმაღლეს ნერვულ მოქმედებათა სრულყოფა, რაც ჯერ კიდევ ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით კონტროლდება. ამის საბუთად ისიც გამოდგება, რომ უმაღლესმა ნერვულმა მოქმედებამ საკმაოდ ძლიერი სრულყოფა განიცადა შიმპანზესა და ორანგუტანშიც.

განხილული ცვლილებები შეუძლებელი იქნებოდა ცენტრალური ნერვული სისტემის და განსაკუთრებით, თავის ტვინის სათანადო პროგრესული ცვლილებების გარეშე.

საერთოდ, უმაღლესი ნერვული მოქმედებანი პრიმატებში ძირითადად ეფუძნება ცენტრალური ნერვული სისტემის, მხედველობისა და მტევნის ერთდროულ შეთანხმებულ მოქმედებას. თვალისა და ხელის შეთანხმებული მოქმედება იყო და რჩება ის საფუძველი, რომელმაც შესძინა ადამიანის წინაპრებს უნარი, ყურადღების კონცენტრირება მოეხდინა ცალკეულ ობიექტზე. ამანვე განაპირობა იარაღის დამზადება და გამოყენება, ამოცანების დაყენებისა და გადაწყვეტის უნარი. მსგავსი ცვლილებები უნდა განხორციელებულიყო ავსტრალოპითეკებიდან Homo-ს გვარის ჩამოყალიბების პროცესში. იგი შეესაბამებოდა პერიოდს, როცა გვარი Homo სხვა ხაზებისაგან გამოცალკევდა (ჩვენს ერამდე 2,1 — 1,5 მილიონი წლის წანათ). მისი წარმომადგენლებისათვის დამახასიათებელი იყო დიდი თავის ტვინი. გვარი წარმოდგებოდა

სამი სახეობით: H. habilis, H.erectus (პითეკანთროპი, სინანთროპი და ჰაიდელბერგელი ადამიანი კი ერთი სახეობის H.erectus-ის სხვადასხვა გეოგრაფიულ ვარიაციებს წარმოადგენდნენ) და H. sapiens. მათ აშკარად ეტყობოდათ ტვინის ქალას მოცულობის ზრდა სახის ქალას შემცირების ხარჯზე (სურ. 80). ავსტრალოპითეკებსა და Homo-ს შორის გარდამავალი სახეობა უნდა იყოს H. habilis (ორდოული ადამიანი ჰალენური კულტურით). შესაძლოა, Homo-ს აღნიშნული სახეობები მონოფილური გზით წარმოშობილი თანმიმდევრული ეტაპებია „გაადამიანების“ გზაზე. მათი არსებობის სავარაუდო ასაკი შემდეგია: H. habilis –2,1-1,5 მილიონი წელი; H.erectus – 1,5 მილიონი – 300 ათასი წელი; H. sapiens – 300 ათასი წელი – თანამედროვე ეპოქამდე.



სურ. 80. სახისა და ტვინის ქალას თანაფარდობა განამარხებულ ანთროპოიდებში.
1– Australopithecus africanus – ქვედა პლეისტოცენი (სამხრ. აფრიკა);
2 – Homo erectus – შუა პლეისტოცენი (ჰეკინი);
3 – Homo sapiens –ზედა პლეისტოცენი (ჰეკინი)

თავის ტვინის მოცულობისა და ინტელექტის განვითარების მიხედვით H.erectus უკვე მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდა ავსტრალოპითეკებისაგან. მათ გააჩნდათ უფრო

სრულყოფილი იარაღები და სხვა საშუალებები. როგორც ჩანს, ავსტრალოპითეკებთან ერთდროულად არსებობამ შესძინა სწორედ მათ უბირატესობა ირიბ თუ პირდაპირ კონკურენციულ ურთიერთობაში. შედეგი ერთია, რომ პლეისტოცენში ავსტრალოპითეკები ამოწყდნენ, ხოლო H.erectus-მა დასაბამი მისცა H. sapiens-ს. ეტყობა, იარაღის კეთების უნარისა და ინტელექტუალური შესაძლებლობების დონე დიდად იყო დამოკიდებული, როგორც თავის ტვინის მოცულობის ზრდასთან, ასევე მისი ფარგლების ცვალებადობის სიდიდესთან (ცხრ. 8).

ცხრილი 8

შიმპანზესა და სხვა ანთროპოიდებში ტვინის ქალას მოცულობა და მისი ცვალებადობის დიაპაზონი:
(გრანტის მიხედვით)

სახეობა	ტვინის ქალას მოცულობა 1 სმ³	ტვინის ქალას მოცულობის ცვალებადობის დიაპაზონი სმ³-ში
Pantroglodytes	384	282-500
Australopithecus afarensis	418	385-450
A. africanus	452	428-500
Homo habilis	638	509-752
H. erectus	930	727-1225
H. sapiens	1350	≈ 1000-2000

„გაადამიანების“ საქმეში, მართალია, დიდი როლი შეასრულა თავის ტვინის მატებამ მოცულობაში, მაგრამ როგორც ჩანს, კიდევ უფრო მნიშვნელოვანი იყო ამ მხრივ თავის ტვინში მომხდარი სტრუქტურულ-თვისობრივი ცვლილებების როლი. ეს, პირველყოვლისა, შეეხება ქერქის დანაოჭების ხარისხს, ახალი ტიპის ნეირონების (ვარსკვლავისებური) გაჩენას, შუბლის წილის გაძლიერებას (ადამიანში ტვინის შუბლის წილის ფართი თავის ტვინის საერთო ფართის 25%-ს შეადგენს) და სხვა.

ადამიანის ტვინის ევოლუცია წავიდა არა იმდენად ნერვული უჯრედების რაოდენობრივი ზრდის ხარჯზე,

რამდენადაც გენეტიკური აპარატით რეგულირებადი ცალკეული ნერვული უჯრედული კავშირებისა (ანსამბლები) და ცალკეული ფუნქციებისა და რთული ქცევითი რეაქციების გამაერთიანებელი ცენტრების მოწესრიგებულობისა და მზარდი ორგანიზებულობის მიმართულებით.

დადგენილია, რომ ადამიანის თავის ტვინი, ახალდაბადებული ბავშვიდან დაწყებული სერიოზულ ფუნქციურ სრულყოფას განიცდის: ინდივიდუალური განვითარების პროცესში მასზე სერიოზულ გავლენას ახდენს საკვები პროდუქტები, სხვადასხვა სახის გამღიზიანებლები და საერთოდ, საარსებო გარემო. სხვადასხვა გამღიზიანებელი აუცილებელია სხვადასხვა რეფლექსური ნერვული რკალის ასამოქმედებლად. რეფლექსური რკალის ამოქმედება საჭიროა თვით თავის ტვინის ზრდისა და სტრუქტურის ჩამოყალიბებისათვის. თავის ტვინში საოცრად ძლიერია თვითორგანიზებულობის უნარი. ყოველივე ამის გამო გარემოს მოქმედება ადამიანის თავის ტვინის ფუნქციურ ჩამოყალიბებაში გაცილებით უფრო ძლიერია, ვიდრე სხვა ბრიმატებში. ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ თავის ტვინის მასა, მისი ბევრი სტრუქტურული და ქიმიური მახასიათებელი (ქერქის სისქე, ნეირონების ბირთვების ზომა, სინატროგენეზი, ნერვული ქსოვილების ქიმიური შედგენილობა, შესაბამისი ფერმენტების აქტიურობა და სხვა) იცვლება ცხოველთა ცხოვრების პირობების გავლენით და იგი შეგუებით თავისებურებას წარმოადგენს. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ მსგავსი სასარგებლო ცვლილებები შეიძლება თანდათანობით გენური ცვლილებების გზით ევოლუციურადაც დაფიქსირებულიყო. ამიტომაც, გასაგები ხდება, რატომ იქონია გაადამიანების პროცესში ადამიანის წინაპრის გარემომ ძლიერი გავლენა თავის ტვინის სრულყოფაზე.

საზოგადოებრივმა ცხოვრებამ, იარაღის კეთებამ და გამოყენებამ, მეტყველების უნარის გაჩენამ, ცეცხლის გამოყენებამ და მოხარშული თუ შემწვარი საკვებით კვებამ, კულტურული პირობების ევოლუციამ თავისი დადებითი გავლენა იქონია ადამიანის თავის ტვინის ევოლუციურ სრულყოფაზე. მისთვის დამახასიათებელმა მაღალი თვითორგანიზებულობის უნარმა მნიშვნელოვნად შეუწყო ხელი მისი ფუნქციური,

კერძოდ, მაკოორდინირებელი მოქმედების თანდათანობით პროგრესს. გაადამიანების პროცესში ყველაზე მნიშვნელოვანია საზოგადოებრივი ცხოვრების ევოლუციური კანონზომიერებების გარკვევა, ენის (მეტყველების), ინტელექტისა და კულტურის ევოლუციური ჩამოყალიბება — სრულყოფის მექანიზმების მეცნიერული საფუძვლების შესწავლა.

ცნობილია, რომ პრიმატები საზოგადოებრივი ცხოველებია. მათი უმეტესობა ოჯახებად ცხოვრობს. ისინი წარმოქმნიან უფრო მაღალი რანგის ჯოგურ ჯგუფებსაც. მათ ახასიათებთ დედის ორგანიზმში გახანგრძლივებული ემბრიონიზაცია და განსაკუთრებული მზრუნველობა თაობებზე. ახალდაბადებულის უსუსურობა საჭიროებს მშობლის ხანგრძლივ მზრუნველობას, ეს აძლიერებს შთამომავლობის სოციალურ დამოკიდებულებას მშობლებისადმი, საჭირო ხდება ბინის გაჩენაც. ყოველივე ეს მოითხოვს დედისა და მამის განსაკუთრებულ ურთიერთთანამშრომლობას. ასეთი ურთიერთნდობის გაძლიერება მშობლებსა და შთამომავლობას შორის თანდათან იწვევს ოჯახური ურთიერთობის ჩამოყალიბებას. პრიმატებს ნაკლებად ახასიათებთ გამრავლების სეზონურობა, ამიტომაც, სქესებს შორის ურთიერთობა ხანგრძლივია. განსაკუთრებული ურთიერთობა დედა-შვილსა თუ მდედრსა და მამრს შორის უზრუნველყოფს, სწორედ, ოჯახური ჯგუფის ჩამოყალიბებას და ჯოგური ცხოვრების ნირს.

მათში ურთიერთობა ძირითადად მყარდება მიმიკითა და ბგერების გამოცემით. კაბუცინები და ანთრები ხასიათდებიან თავისებური ხმაურითა და ლაყლაყით. დადგენილია ზოგიერთ პრიმატში გამოცემული ბგერების შინაარსიც.

პრიმატებში მაღალია ენცეფალიზაციის კოეფიციენტი (თავის ტვინის შეფარდება სხეულის წონასთან). საერთოდ, ძუძუმწოვრებში იგი ერთის ფარგლებში მერყეობს. უმაღლეს მაიმუნებში შეადგენს 1,4-ს, ცალკეულ შემთხვევაში 2-მდე აღწევს. ადამიანში ეს მაჩვენებელი 7,3-დან 7,7-მდე მერყეობს.

ჯოგური ცხოვრებისათვის დამახასიათებელი ადაპტური თავისებურებანი უფრო მეტად ვლინდება ანთროპოიდებში. აქ ჩნდება ახალი ადაპტური ნიშანი, რაც დაკავშირებულია საზოგადოებრივ ცხოვრებასთან. სოციალურმა გარემომ

გადამწყვეტი გავლენა იქონია იარაღის დამზადების ტექნოლოგიური სრულყოფისა და თაობებში გამოცდილების გადაცემა-დაგროვების საქმეში. Homo-ს გვარში შიგაჯგუფური სოციალური კავშირები სულ უფრო ძლიერდება, იზრდება მოთმინება თავისი თანასაზოგადოების წევრებს შორის, თანდათან სუსტდება აგრესიულობის ელემენტები, უფრო ძლიერდება კოოპერაციისა და ალტრუიზმის ფორმები.

როგორც ითქვა, ტყის პირობებიდან სტეპის პირობებში ანთროპოიდების გადასვლამ ისინი ძლიერი მხეცების თავდასხმის საშიშროების წინაშე დააყენა. ჯგუფურმა ცხოვრებამ კი ამ მხრივ მათ მრავალმხრივი უპირატესობა შესძინა. ორგანიზებული ჯოგი გამოირჩეოდა სელექციური უპირატესობით მხეცებისაგან თავდაცვის მიზნით. მსგავსი მნიშვნელობა ჰქონდა ჯოგს ნადირობის თვალსაზრისითაც. ეტყობა, ანთროპოგენეზის შესაბამის ეტაპზე, სოციალური ორგანიზებულობის სრულყოფას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ჰქონდა გადარჩენის სტრატეგიის თვალსაზრისით. როგორც ჩანს, ჯოგური ცხოვრების აღნიშნული ტიპი ახასიათებდათ ავსტრალოპითეკებს.

ნადირობამ და მომპოვებლობამ თანდათან სრულყო და ორგანიზებული გახადა საზოგადოებრივი ცხოვრება. ამ ეტაპზე ბუნებრივ გადარჩევას სპეციფიკური მნიშვნელობაც ენიჭება. ჯოგში ინდივიდუალური გადარჩევა უპირატესობას აძლევს ინდივიდებს, რომლებსაც ჯგუფური ცხოვრების მეტი უნარი და შესაძლებლობა აქვთ. მოქმედებას იწყებს ჯგუფური გადარჩევაც, რაც აძლიერებს ჯგუფის ორგანიზებულობას და მას თანდათან აყალიბებს სოციალური ურთიერთობების მქონე საზოგადოებად. ეს კი სოციალურ ჯგუფს ბუნებისაგან თანდათან უფრო დამოუკიდებელს ხდის, რაც თავის მხრივ მის შემდგომ ევოლუციურ შესაძლებლობებზე სერიოზულ გავლენას ახდენს. აღნიშნულ ეტაპზე ჯოგის ორგანიზაციული და თვისობრივი სრულყოფისათვის ახალი შესაძლებლობები ჩნდება. თუ ჯოგს ახალი უნარისა და შესაძლებლობების მქონე წევრი მოევლინება, ეს „აიძულებს საზოგადოების სხვა წევრებს, მიბაძონ მას და ამ გზით მოგებული რჩება ყველა“ (დარვინი). დარვინი იქვე განაგრძობს: „ თუ ახალი გამოგონება იქნება მნიშვნელოვანი, მაშინ ჯოგი მატულობს რაოდენობრივად, თვითონ განსახლდება

სხვისი განდევნის ხარჯზე. ჯოგი, რომელიც ასეთი გზით მრავალრიცხოვანი გახდა, ყოველთვის მეტი შანსის მქონეა, რათა უფრო მეტი რაოდენობით დაიბადოს მასში გარკვეული თვისებით დაჯილდოებული წევრი". მომმოვებლობა დღესაც ახასიათებს ზოგიერთ ტომს — შოშონებსა და ალგონკინებს ჩრდილო ამერიკაში (ინდიელები), ბუშმენებსა და ნეგრიტოსებს აფრიკაში, ჯუნგლების ზოგიერთ ტომს და სხვა.

ასეთ ჯგუფში შედის 20-დან 100-მდე კაცი. მასში მრავალი ოჯახია გაერთიანებული ორივე მშობლით. ჯგუფები იკავებენ გარკვეულ ტერიტორიას და იცავენ მას. საკვების მოპოვებაში მონაწილეობენ როგორც მამაკაცები, ასევე ქალები. პროდუქტების დაგროვება და მარაგად გადანახვა არ ახასიათებთ. საზოგადოებაში გაბატონებულია სრული თანასწორობა, არ არის მმართველი კლასი და სქესობრივი დისკრიმინაცია (გრანტი).

მომმოვებელი ტიპის საზოგადოების არსებობის კარგი თანამედროვე მაგალითია ტომი კუნგი, რომელიც ცხოვრობს სამხრეთ აფრიკაში — კალახარის უდაბნოში. აღნიშნული ტომი აქ ცხოვრობს, არანაკლებ, 11 ათასი წელია. იგი საკვების მოპოვებისათვის ეწევა ნადირობას. აღნიშნული ტომი ძალიან წააგავს უმაღლესი პრიმატების მრავალმამრიან ჯოგურ ორგანიზაციას.

ცივილიზაციის დონის შესაბამისად, ადამიანთა საზოგადოების სიდიდეც იზრდება. ზრდის დიაპაზონი კი ძალიან დიდია — სოფლის დასახლებიდან — უმსხვილეს სახელმწიფოებამდე.

ასე რომ, პრიმატებისათვის დამახასიათებელი საზოგადოებრივი ცხოვრების ევოლუცია გრძელდებოდა H.Sapiens-შიც. ნახევრადმაიმუნებიდან თანამედროვე ადამიანამდე ყველა სტადიაზე იგრძნობოდა: საზოგადოებრივი ჯგუფის სიდიდისა და მის ორგანიზაციის, ტექნიკური დონის, ენის სრულყოფის, ინტელექტის განვითარების და სხვა თვისებების ზრდისა და გართულების ტენდენციები. აღნიშნული თავისებურებები ვითარდებოდა არა განცალკევებულად, არამედ ურთიერთდამოკიდებული და ურთიერთგანმაპირობებელი მიმართულებებით (გრანტი).

გაადამიანებასთან კავშირში სრულყოფას განიცდიდა კულტურული მემკვიდრეობაც, რაც ეფუძნება ტრადიციების გადაცემას თაობებს შორის. ჩვეულებრივ, აქ გულისხმობენ ყველა ცოდნის, წარმოდგენების, ხელოვნების, ჩვევებისა და ტექნოლოგიური გამოცდილებების ერთობლიობას, რომელსაც ატარებს ადამიანთა ესა თუ ის საზოგადოება თავისი ისტორიის ამა თუ იმ ეტაპზე და რაც თაობებს გადაეცემა სწავლების გზით (გრანტი). ყოველ თაობას შეუძლია საზოგადოების კულტურულ მემკვიდრუობაში შეიტანოს რაღაც ახალი, რომელიც ასევე გადაეცემა ახალ თაობებს.

კულტურული მემკვიდრეობის განვითარება და თანდათანობითი დაგროვება არის, სწორედ, კულტურული ევოლუცია.

კულტურული ევოლუციის ელემენტები შეიმჩნევა ცხოველთა სამყაროშიც. მაგ., ფრინველები და ძუძუმწოვრები შვილებს ასწავლიან გარკვეულ ქცევებს თუ „ენას“ და გადასცემენ კიდეც მას თაობებს. მიგრაციების დროს მუდმივი გზის შესახებ გამოცდილებაც, როგორც ჩანს, თაობებს ამ გზით გადაეცემა. ზოგიერთი ცხოველი, მათ შორის მაიმუნები, ერთმანეთს აგებინებს საშიშროების მოახლოებას. მაგრამ ჭეშმარიტი კულტურული მემკვიდრეობა მხოლოდ ადამიანში გადაეცემა თაობებს კულტურული ევოლუციის გზით.

პირველყოფილ და თანამედროვე ადამიანს შორის მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით განსხვავება მცირეა, მაგრამ უდიდესია იგი კულტურული მემკვიდრეობის მიხედვით. ასე მაგალითად, პალეოლითში წარმოშობილ H. sapiens-სა და თანამედროვე ადამიანს შორის განსხვავება ძირითადად მხოლოდ კულტურული ევოლუციით არის განპირობებული.

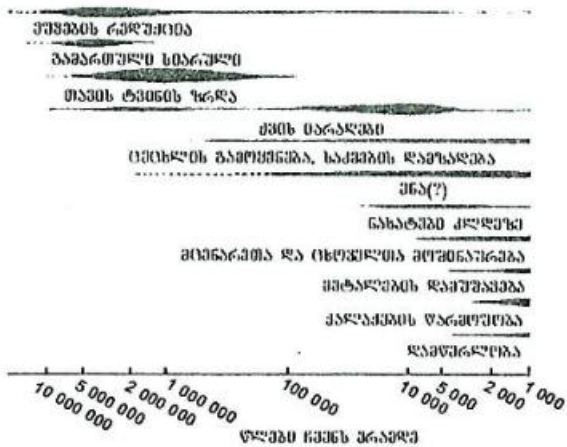
პირველყოფილ ადამიანს ახასიათებდა ქცევის ბუნებრივი ფორმები, რომლებიც მიმართული იყო გადარჩენისაკენ. გაადამიანების პროცესში ასეთი ქცევები თანდათანობით იძენს სოციალური ინსტინქტების სახეს. ადამიანი მართლაც იბადება როგორც ბიოლოგიური არსება, შემდეგ საზოგადოებაში აღზრდის შედეგად ხდება მისი ბიოლოგიური შესაძლებლობების ადამიანურში რეალიზება. ანთროპოგენეზის პროცესში ადამიანის გენოფონდში ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად,

პირველყოფილისა, ფიქსირდებოდა და თანდათანობით გროვდებოდა ისეთი გენეტიკური ცვლილებები, რომლებიც მიმართული იყო სოციალიზაციის გაძლიერების, კერძოდ, შრომითი საქმიანობისათვის საჭირო ბიოგენეტიკური საფუძვლების ჩამოყალიბების, ცნობისმოყვარეობის, განყენებული აზროვნების, მეტყველებისა და საზოგადოებრივი ურთიერთობის თვისობრივი სრულყოფისათვის საჭირო გენეტიკური სტრუქტურის ჩამოყალიბებისათვის. ამიტომაც, ადამიანში უშუალოდ კი არ მემკვიდრეობს ცალკეული ადამიანური თვისებები (ენა, მეტყველება, განყენებული აზროვნება, შრომითი უნარი, გამოცდილება და სხვა), არამედ მემკვიდრულად მხოლოდ მათი რეალიზაციის პოტენციური (ბიოლოგიური) შესაძლებლობა გადაეცემა, რაც რეალიზდება შესაბამის საზოგადოებრივ გარემოში აღზრდის პროცესში. ამ მხრივ ყოველი გამოუყენებელი შესაძლებლობა სათანადო ასაკის გავლის შემდეგ თანდათან სუსტდება და ქრება კიდეც.

გვარი Homo-ს ჩამოყალიბებასა და ევოლუციის პირველ ნაბიჯებში მნიშვნელოვანი როლი კულტურულმა ევოლუციამ შეასრულა. მხოლოდ ბიოლოგიური ევოლუცია ვერ გადააქცევდა პირველყოფილ ადამიანს თანამედროვე ადამიანად. სწორედ, კულტურული ევოლუცია იწვევს ისეთ ცვლილებებს, რასაც ვერ გამოიწვევდა ორგანული ევოლუცია. კულტურულ ევოლუციას ბიოლოგიური ევოლუციისაგან განსხვავებით, თავისი მამოძრავებელი ძალები გააჩნია. კულტურული ევოლუცია მიჩნეულია დამოუკიდებელ პროცესად, თუმცა იგი საკმაოდ გამოკვეთილ კავშირშია ბიოლოგიურ ევოლუციასთან. ამდენად, თანამედროვე ადამიანი განხილული უნდა იქნეს, როგორც ბიოლოგიური და კულტურული ევოლუციის სინთეზური პროდუქტი (სურ. 81). როცა ადამიანს განვიხილავთ, როგორც ძუძუმწოვრებისა და უმაღლესი პრიმატების წარმომადგენელს, იგი უნდა ჩავთვალოთ, როგორც ბიოლოგიური ევოლუციის პროდუქტი, მაგრამ როგორც კაცობრიობის წარმომადგენელი, ადამიანი ერთდროულად არის ბიოლოგიური და კულტურული ევოლუციის შედეგი.

ახალდაბადებული H. sapiens ბიოლოგიური არსებაა და ხასიათდება ცხოველური კონსტიტუციით. იგი ეკუთვნის

პრიმატებს და მოკლებულია ყოველგვარ კულტურას. პოსტემბრიონული განვითარების დროს ცხოველური მდგომარეობიდან იგი საზოგადოებაში აღზრდის შედეგად ბიოლოგიური შესაძლებლობების რეალიზაციის გზით თანდათან გადადის ადამიანურში. მისი გონებრივი განვითარება ხდება სოციალური ფაქტორებისა და განსაკუთრებით, განათლების გავლენით. ადამიანი იძენს იმ კულტურას, რომლის პირობებშიც იგი დაიბადა და განვითარდა. აქ არ ითვლება ის იშვიათი შემთხვევები, როცა ინდივიდს აღმოაჩნდება უნარი, გადალახოს საკუთარი მშობლიური კულტურის საზღვრები. ასეთ შემთხვევებშიც კი იგი გარკვეულ ფარგლებში ინარჩუნებს მშობლიურ კულტურას.



სურ. 81. დროში ბიოლოგიური და კულტურული ევოლუციური ცვლილებების სავარაუდო თანაფარდობის სქემა Homo -ს გვარში (გრანტის მიხედვით).

ადამიანის ერთ-ერთ განმასხვავებელ თავისებურებას წარმოადგენს მისი უნარი, იაზროვნოს განყენებული კატეგორიებით და ჩამოაყალიბოს იდეები. ასეთი კონცეპტუალური აზროვნებისათვის კი აუცილებელია ენა,

რომელსაც გააჩნია გაცილებით უფრო რთული სტრუქტურა, ვიდრე ცხოველურ „ენას“.

ცხოველური „ენა“ ყალიბდება სხეულის მოძრაობით, მიმიკით, ბგერებითა და სხვა გამოვლინებებით, რომლებიც გამოხატავს სურვილებს, შეგრძნებებს, გაფრთხილებას, ასევე, ცალკეული საგნის აღნიშვნას. ასეთი „ენა“ კონკრეტულია. ისინი ერთმანეთთან ურთიერთობებს ამყარებენ ღიმილით, გრიმასით, სხეულის სხვადასხვაგვარი მოძრაობით, უბრალო ბგერითი სიგნალებით. ჟესტების ენა ხასიათდება მთელი რიგი შეზღუდულობებით. პირველყოვლისა, ჟესტური კომუნიკაცია ვერ იქნება გამოყენებული სიბნელის ან შეზღუდული მხედველობის პირობებში, მეორე მხრივ, იგი ძირითადად მყარდება ხელების საშუალებით და ვერ განხორციელდება თუ ხელები სხვა საქმითაა დაკავებული. ამასთანავე, ძნელია ჟესტების დაყოფა შემადგენელ ნაწილებად და შესაბამისად, მისი საშუალებით შეუძლებელია გამოიხატოს რთული და მრავალმხრივი განცდები. ამიტომაც ჟესტური კომუნიკაცია თანდათან გამოდევნა ბგერითმა, ხოლო ჰომინიზაციის პროცესში იგი თანდათან ღებულობს დანაწევრებულ სახეს და სიტყვა იძენს განსაკუთრებულ მნიშვნელობას. ადამიანში სიტყვა ასრულებს სიგნალის ფუნქციას. თუ ცხოველში კონკრეტული საგნები იწვევენ შესაბამის გაღიზიანებებს, ადამიანში ამ ფუნქციას შესაბამისი საგნების აღმნიშვნელი სიტყვაც ასრულებს. სწორედ, ასეთი სიტყვები და განყენებული ცნებები აძლევენ ადამიანებს კონცეპტუალური აზროვნების უნარს. ადამიანში დიდია სიტყვების მარაგი. სიტყვები შეიძლება შეერთდეს და წარმოქმნას უამრავი ფრაზა და წინადადება. ზოგჯერ ამ გზით ძალიან რთული აზრებიც შეიძლება იქნეს გადმოცემული ძალიან ზუსტად. ადამიანის ლექსიკონში შედის არა მარტო ცალკეული საგნის აღმნიშვნელი სიტყვები, არამედ განზოგადებათა გამომსახველი სიტყვებიც და ფრაზებიც. ეს ქმნის შესაძლებლობას, აბსტრაქტულ ცნებებს შორის დაამყაროს კავშირი, რაც იძლევა აბსტრაქტული აზროვნების საშუალებას (გრანტი). ენა იძლევა საშუალებას, მოხდეს ინდივიდუალური და საზოგადოებრივი გამოცდილების ფიქსირება საზოგადოებრივად ღირებულ ცნებებში. უკვე შესაძლებელი ხდება ცნებებში

ფიქსირებული ცოდნისა და გამოცდილების თაობებში გადაცემა სოციალური მემკვიდრეობის სახით. ამიტომაც ამბობდა პავლოვი, რომ „სიტყვამ აქცია ადამიანი ადამიანადო“.

ცხოველებში ამის შესაძლებლობა არ არსებობს. ხანგრძლივი წვრთნის შედეგად მიაღწიეს, რომ შიმპანზეს აეთვისებინა 125-მდე ფოტო და ჟესტური სიმბოლო და მოეხდინა მათი დაჯგუფება 2-5 სიტყვის შეუღლებით (ჩემი შვილი, შავი სავარცხელი). შიმპანზეს გონებრივი დონე შეესაბამება პატარა ბავშვის დონეს. მას არა აქვს უნარი, დამოუკიდებლად დაეუფლოს უბრალო სიმბოლურ ენას. ეს შეუძლია მხოლოდ ადამიანს, ისიც — ინტენსიური სწავლების პირობებში.

ბავშვი თავისთავად მეტყველი არ იბადება. თუმცა, თავის ტვინის მარცხენა ჰემისფეროში, შუბლის წილის მესამე ხვეულში გააჩნია სპეციალური, ე.წ. ბროკას ცენტრი და საფეთქლის წილის მესამე ხვეულში — ე.წ. ვერნიკეს ცენტრი. ამ ორი ცენტრის ურთიერთგაყლენით ხდება შესაძლებელი მეტყველება. ბროკას ცენტრი წარმოადგენს ლაპარაკის მოტორულ ცენტრს, ხოლო ვერნიკეს ცენტრი — სენსორულ ცენტრს.

ბგერების წარმოქმნის მექანიზმი მოითხოვს მრავალი კუნთისა და ორგანოს ერთობლივ შეთანხმებულ მოქმედებას. ბგერის წარმოქმნის რეგულირება ხდება მეტყველების ცენტრით. იქიდან იმპულსები გადაეცემა ტვინის ღეროვან ნაწილსა და ზურგის ტვინს. ნერვული სიგნალები აამოქმედებენ ბგერების წარმომქმნელ ორგანოებს (ბაგეებს, კბილებს, ენას, ხახას, ხორხს).

ადამიანში ასეთი უნარი ყალიბდება თანდათანობით, ინდივიდუალური განვითარების პოსტემბრიონულ პერიოდში. იგი გარკვეულ კორელაციაშია თავის ტვინის წონაში მატებასთან. ბავშვის რეაქცია ადამიანის ხმაზე იწყება ორი თვის ასაკიდან, როცა თავის ტვინის წონა 480 გრამია. წინადადების აწყობა კი შეუძლია 23 თვის ასაკში, როცა ტვინის წონა 1070 გრამს შეადგენს. ასე რომ, მეტყველების დასწავლას ბიოლოგიური შესაძლებლობების გამოყენება სჭირდება. ბავშვი თავისთავად ვერ ისწავლის მეტყველებას. მას ამისათვის გარემო სჭირდება. დამტკიცებულია, რომ საზოგადოებისაგან იზოლირებული

ადამიანი პირველსავე თაობაში კარგავს ყოველივე იმას, რაც მას კულტურულმა ევოლუციამ შესძინა. მისი ქცევები მაიმუნებისას უახლოვდება. ჩ. დარვინი შრომაში „ადამიანის წარმოშობა და სქესობრივი გადარჩევა“ დეტალურად იხილავს დანაწევრებული მეტყველების უნარის ჩამოყალიბების ევოლუციურ შესაძლებლობას. ის თვლის, რომ „დანაწევრებული მეტყველება ყოველგვარ ხელოვნებაზე გვიან ჩამოყალიბდა და უეჭველად წარმოადგენს ყველაზე სრულყოფილ ხელოვნებას, რაც კი შეუძლია ადამიანს საერთოდ, მაშინ, როცა ვიცით, რომ ინსტრუმენტული უნარი, რიტმულად გადმოსცეს მუსიკალური ბგერები, განვითარებული აქვთ ყველაზე დაბალორგანიზებულ ცხოველებსაც. ჩვენ წავალთ ევოლუციური პრინციპების წინააღმდეგ, თუ დავუშვებთ, რომ ადამიანის მუსიკალური უნარი განვითარდა მეტყველებისა და ინტონაციის შემდეგ. ჩვენ, პირველყოვლისა, უნდა ვივარაუდოთ, რომ რიტმი და მოდულაცია ორატორის მეტყველებაში ჩამოყალიბდა ადრე განვითარებული მუსიკალური შესაძლებლობებისაგან“. როგორც ვხედავთ, დარვინი განყენებულ აზროვნებას და მეტყველების უნარს „გაადამიანების“ პროცესის სრულყოფილების ყველაზე მაღალ საფეხურად მიიჩნევს. იგი ამბობს: „მუსიკალური ბგერა წარმოადგენს ერთ-ერთ იმ ძირითად საფუძველს, რომლისგანაც შემდგომში განვითარდა ენა“.

ადამიანის მიერ გამოყენებული სიმბოლური ენის შენარჩუნებისა და სხვისთვის გადასაცემად აუცილებელია სოციალური ჯგუფი, რომელშიც წევრების რაოდენობა უნდა აჭარბებდეს გარკვეულ კრიტიკულ ზღვარს. ყოველ ახალ თაობას კი დასჭირდება სწავლა ხანგრძლივი პერიოდით, რომ აითვისოს იგი. კონცეპტუალური აზროვნება წარმოადგენს უმაღლესი — ადამიანური კულტურის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან შემადგენელ ნაწილს. ასე რომ, როგორც საერთოდ დანარჩენ ცოცხალ სამყაროში, ადამიანშიც მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური, რეფლექსური და სხვა თავისებურებანი მემკვიდრეობით გადაეცემა, მაგრამ კოლექტიური თუ ინდივიდუალური შრომის, აზროვნების, მეტყველების უნარი და კულტურული ფასეულობანი ბიოლოგიური მემკვიდრეობით არ გადადის. მისი შეძენა ხდება მხოლოდ ინდივიდუალური

განვითარების პროცესში — საზოგადოებრივი ცხოვრების პირობებში აღზრდითა და განათლებით. ასე რომ, დაბადებისას ადამიანი ხასიათდება ბიოევოლუციის გზით შეძენილი სპეციფიკური ბიოლოგიური ინფორმაციით, რაც მას სძენს ბიოლოგიური და სოციალური მზადყოფნის უნარს, შეითვისოს ცივილიზაციის პროცესში კაცობრიობის მიერ დაგროვილი კულტურულ-ისტორიული მიღწევები.

კითხვაზე — რა არის ადამიანი? — ხშირად შევხვდებით პასუხებს: ადამიანი არის პოლიტიკური ცხოველი, რელიგიური ცხოველი, ეთიკური ცხოველი, იარაღის მკეთებელი ცხოველი, გრანტის მიხედვით კი, ადამიანი არის ცხოველი, რომელსაც აყალიბებს კულტურა. ასე რომ, ძალიან ძნელია გაიცეს პასუხი კითხვაზე — რა არის ადამიანი? ასევე ძნელია, გავლებული იქნეს ზუსტი ზღვარი იქ, რომლის იქითაც ადამიანი აღარ არის ცხოველი.

ადამიანის ევოლუციაში ინდივიდუალურ და ჯგუფურ გადარჩევასთან ერთად მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სოციალურ-ჯგუფური გადარჩევაც. ასეთი გადარჩევა ეფუძნება კონკურენციას სოციალურ ჯგუფებს შორის. აქ პობულაცია შეცვლილია სოციალური ჯგუფით. სხვა ფაქტორებთან ერთად ტერიტორიის თუ სხვა რესურსებისათვის კონკურენცია აქ განპირობებულია ჯგუფის ან მათი ბელადის გონებრივი უნარით, ტექნოლოგიური გამოცდილებით, ურთიერთგაგებინების წესით, რიცხობრიობითა და სხვა. როცა აღნიშნული თვისებების მიხედვით ჯგუფებს შორის არსებობს გენეტიკური განსხვავება, მოქმედებას იწყებს ჯგუფური გადარჩევა. ასეთი ხანგრძლივი ჯგუფური გადარჩევა იწვევს ინტელექტის, ენისა და ტექნოლოგიური გამოცდილების თანდათანობით სრულყოფას. ენა საზოგადოების შენაძენია. ის საზოგადოების ურთიერთობის საშუალებაა და უდაოდ, ჯგუფური გადარჩევის შედეგადაა ჩამოყალიბებული (გრანტი).

ინტელექტიც შეგუებითი ნიშანია. ის ადაპტურია როგორც ცალკეული ინდივიდისათვის, ასევე, საზოგადოებისათვის. შესაძლოა, მის განვითარებაში უფრო მნიშვნელოვან როლს ინდივიდუალური გადარჩევა ასრულებს, მაგრამ იგი არ გამორიცხავს დამატებით სოციალური

გადარჩევის მოქმედებასაც. „ჭკვიანი“ ჯგუფი უფრო იოლად გადაწყვეტს პრობლემებს, ვიდრე „ბრიყვი“ ინდივიდებისაგან შემდგარი ჯგუფი (გრანტი).

ხმელეთის პირობებში სასარგებლო ადაპტაციას უნდა წარმოადგენდეს, ასევე დაჯგუფებაში ინდივიდთა რაოდენობის ზრდაც. ჯგუფის რიცხობრიობის ზრდის შესაბამისად იზრდებოდა მამრების ურთიერთშემწყნარებლობის პროცესიც.

სოციალურ-ჯგუფურმა გადარჩევამ უეჭველად აამაღლა ინტელექტის განვითარება. გაადამიანების პროცესში მიმდინარე ცვლილებებმა (ორი ფეხით სიარულზე გადასვლა, ხელის განთავისუფლება მოძრაობისაგან და შრომის ორგანოდ გადაქცევა, საზოგადოებრივი ურთიერთობის ჩამოყალიბება, ენისა და მეტყველების გაჩენა, კულტურის შექმნა და სხვა) შექმნეს პირობები ბიოლოგიურ, სოციალურ და კულტურულ ფაქტორებს შორის ურთიერთგავლენისა და უკუკავშირების თავისებური ზემოქმედებისათვის, რამაც ადამიანის ინტელექტი აიყვანა სულ უფრო მაღალ დონეზე. ყოველივე ზემოთქმულის ერთ-ერთ შთამბეჭდავ გამოვლინებას წარმოადგენს ამერიკელი მეცნიერების მიერ დადგენილი მეტად საინტერესო ფაქტი. როგორც ცნობილია, საკმაო დროის განმავლობაში ერთდროულად არსებობა მოუხდათ ნეანდერტალელ და თანამედროვე ადამიანს. მათ შორის კონკურენტულ ურთიერთობაში გადარჩენის უკეთესი შანსი მიეცა ჰომო საბიენსს, ნეანდერტალელი კი (მიუხედავად იმისა, რომ იგი დედამიწაზე საკმაოდ ფართოდ — აფრიკა, აზია, ევროპა, ამერიკა — იყო გავრცელებული)გადაშენდა. მათი ქალას ფუძის ძვლის თავისებურებების შესწავლით დადგინდა, რომ ნეანდერტალელის შესაბამისი ძვლის კონსტრუქცია მიუთითებს ამ ნიშნით მის გარკვეულ მსგავსებას ადამიანის მსგავს მაიმუნებთან. აღნიშნული თავისებურება უკავშირდებოდა ხორხის განვითარების შედარებით დაბალ დონეს. ყოველივე ეს ნეანდერტალელს არ აძლევდა დანაწევრებული მეტყველების სათანადო შესაძლებლობას. H. Sapiens-ში მე-7 ქრომოსომაში ლოკალიზებული გენების პროგრესულ მუტაციას მოჰყვა მეტყველების მოტორული ცენტრის (ბროკას) სრულყოფილების ამაღლება. ხორხისა და ბროკას ცენტრის ამგვარმა ცვლილებებმა

თანამედროვე ადამიანს შესძინა დანაწევრებული მეტყველების უნარი. ყოველივე ამან არა მარტო აამაღლა H. Sapiens-ის კულტურული მემკვიდრეობის შესაძლებლობა (რადგანაც დანაწევრებული მეტყველებითა და საერთოდ აბსტრაქტული აზროვნებით შეიძლება თაობებში კულტურული მემკვიდრეობის გადაცემა), არამედ განაპირობა ნეანდერტალელთან შედარებით ჰომო საპიენსის მაღალი ადაპტაციაც და შესაბამისად, მისი უპირატესობაც კონკურენტულ ურთიერთობაში.

ადამიანის წარმოშობის ადგილისა და რასობრივი განსხვავების შესახებ

ანთროპოლოგთა შორის დღემდე საკამათოა საკითხი ადამიანის წარმოშობის ადგილის შესახებ. ზოგიერთი მეცნიერი ფიქრობს, რომ თანამედროვე ადამიანი ჩამოყალიბდა სხვადასხვა არეალში ნეანდერტალელის სხვადასხვა პოლიმორფული ჯგუფისაგან. ნეანდერტალელები ცხოვრობდნენ ევროპაშიც და სხვა კონტინენტებზეც. ფიქრობენ, რომ ნეანდერტალელი უკვალოდ ამოწყდა, იგი ცხოვრობდა თანამედროვე ადამიანებთან ერთდროულად.

ადამიანის წარმოშობის ადგილთან დაკავშირებით არსებობს ორი — მონოცენტრული და პოლიცენტრული თეორია. მონოცენტრისტები თვლიან, რომ ადამიანი წარმოიშვა ერთ რეგიონში და შემდეგ მოხდა მისი ფართოდ განსახლება მთელ დედამიწაზე. პოლიცენტრისტები აღიარებენ ადამიანის პოლიფილურ წარმოშობას. მიიჩნევენ, რომ სხვადასხვა რასა ჩამოყალიბდა სხვადასხვა რეგიონში და შემდეგ მათ განიცადეს კონვერგენტული ევოლუცია. არის აზრი, რომ მონღოლოიდური რასა წარმოიშვა სინანთროპისაგან აღმოსავლეთ აზიაში.

თანამედროვე ანთროპოლოგების აბსოლუტური უმრავლესობა მხარს უჭერს ადამიანის წარმოშობის მონოფილურ თეორიას. დღეისათვის საკმაოდ პოპულარულია ე.წ. „ფართო მონოცენტრიზმის“ თეორიაც (როგინსკი), რომლის მიხედვითაც ადამიანი წარმოიშვა ერთ რეგიონში. იგი შემდეგ განსახლდა

მთელს დედამიწაზე და შეერწყა ადგილობრივ უძველეს ნეანდერტალელებს.

ფიქრობენ, რომ ადამიანის ევოლუცია დაკავშირებული იყო აფრიკის კონტინენტთან. ამის სასარგებლოდ მეტყველებს პალეონტოლოგიური მონაცემებიც. მოლეკულური კვლევის (დნმ-ას ჰიბრიდიზაციისა და მუტაციური პროცესის თავისებურებების მიხედვით) მეთოდებით ზოგიერთი ანთროპოლოგი ასაბუთებს, რომ ადამიანის უშუალო წინაპარი უნდა იყოს პიგმეების ერთ-ერთი ჯგუფი — აკაზა. კვლევის აღნიშნული მეთოდის გამოყენება ბევრ სიახლეს შეიტანს ანთროპოგენეზის საკითხებში.

ადამიანს უნდა ახასიათებდეს მონოფილური წარმოშობა. არსებული რასობრივი განსხვავების მიუხედავად, ადამიანი ერთიან ბიოლოგიურ სახეობას Homo sapiens-ს წარმოადგენს. ამის ყველაზე სარწმუნო საფუძველი ის არის, რომ ადამიანი ერთიანი გენეტიკური სისტემაა. რასებს შორის არ არის იზოლაციური ბარიერები. ამასთანავე, სხვადასხვა რასის წარმომადგენლები თავისი ბიოლოგიური შესაძლებლობებით ერთ დონეზე დგანან. რასებს შორის განსხვავება ვლინდება კულტურისა და საერთოდ, ცივილიზაციის დონის მიხედვით, რაც განპირობებულია მხოლოდ სოციალურ-ეკონომიკური და ისტორიული პირობებით. რომ სხვადასხვა რასას ერთიანი ბიოლოგიური საფუძველი აქვს, ეს დაადასტურა მოლეკულური ბიოლოგიის კვლევის შედეგებმაც. მიტოქონდრიული დნმ-ას თავისებურებების მიხედვით რასებს შორის განსხვავება ძალიან უმნიშვნელოა.

სხვადასხვა მეცნიერი რასობრივი დაჯგუფებების განსხვავებულ სისტემას გვთავაზობს. რასობრივი ნიშნების მიხედვით არსებობს ადამიანთა სამი ძირითადი ჯგუფი: *ნეგროიდული, ევროპეოიდული* და *მონღოლოიდური.* მათში გამოიყოფა ქვერასები, რომელთა რაოდენობა სადღეისოდ 30-ზე მეტია. ბოლო პერიოდში მეცნიერები სულ უფრო დაბეჯითებით ასაბუთებენ განსაკუთრებული — კაკასიური ქვერასის არსებობასაც. რასობრივი განსხვავებანი განპირობებული უნდა იყოს ადამიანთა განსახლებით დედამიწის სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში. გარემოს ფიზიკური პირობების

ზეგავლენას არ შეეძლო თავისი კვალი არ დაეჩნია ადამიანთა გარეგნულ თავისებურებებზე. გეოგრაფიულმა გარემომ ადამიანის ერთი სახეობის სხვადასხვა რასობრივ პოპულაციად (შესაძლოა ქვესახეობადაც) დიფერენცირება გამოიწვია. სწორედ ამიტომაა, რომ რასობრივი განსხვავებანი ეხება მხოლოდ გარეგნულ, გარემოსთან უშუალო შეგუებით ნიშნებს. ასეთია: კანისა და თვალის ფერი, თმის ფორმა და შეფერილობა, თავის, ცხვირის, ტუჩისა და სახის ფორმა და მათი ურთიერთპროპორციული თანაფარდობა.

ნეგროიდული რასისათვის დამახასიათებელია: კანის, თვალისა და თმის მუქი ფერი, ხუჭუჭა ან დატალღული თმა, ცხვირის ფართო ნესტოები, სქელი ტუჩები. წვერი და ულვაშები სუსტად აქვთ განვითარებული. მათ მიეკუთვნება აფრიკელი ზანგები, ბუშმენები, ჰოტენტოტები, პიგმეა-ნეგრიტოსები, მელანეზიელები.

ევროპეოიდულ რასას ახასიათებს: კანის გარდამავალი ფერი ღია შეფერილობიდან რუხამდე, რბილი დატალღული ან სწორი ღია შეფერილობიდან მუქ შეფერილობამდე — თმები, ვიწრო ცხვირი, თხელი ან საშუალო ზომის ტუჩები, უვითარდებათ წვერი და ულვაშები, აქვთ ვიწრო და ფართო თავი. ისინი მოსახლეობენ ევროპაში, ხმელთაშუა ზღვის ქვეყნებში, მცირე აზიაში, ინდოეთში, ამერიკაში და სხვაგან.

მონღოლოიდური რასა გამოირჩევა მოყვითალო კანით, შავი, სწორი და უხეში თმებით, წვერისა და ულვაშების სუსტად და გვიან განვითარებით, მოზრდილი სახით, საშუალო სიფართის ცხვირით, ფართო თავით. აღნიშნულ რასას მიეკუთვნება აზიელების უმეტესობა, ამერიკელი ინდიელები და სხვები (სურ.82).

თავისებურებებით ხასიათდება ავსტრალიის მკვიდრი მოსახლეობა. ისინი ატარებენ სხვადასხვა რასის მეტ-ნაკლებად გამოკვეთილ თვისებებს. არის აზრი, რომ მათ ახასიათებთ ადამიანის შორეული წინაპრების ნიშნები, რომლებიც მეტ-ნაკლებად შეცვლილია იზოლირებულ პირობებში ხანგრძლივი არსებობის გამო. არის საწინააღმდეგო მოსაზრებაც, რომ ავსტრალიელები წარმოშობილნი არიან სხვადასხვა რასის შერევისა და ჰიბრიდიზაციის გზით.

სურ. 82. ადამიანთა სამი ძირითადი რასის წარმომადგენლები.
1 — ევროპეოიდი; 2 — ნეგროიდი; 3 — მონღოლოიდი.

საერთოდ, ადამიანს ახასიათებს აქტიური მიგრაციები. ამიტომაც, აქ არსებითი მნიშვნელობა აქვს გენურ დრეიფებს. ამდენად, განსაკუთრებით იგრძნობა პოპულაციური პოლიმორფიზმის გაძლიერება შემთხვევითი პროცესებით. ამიტომაც არის, რომ ადამიანებში უხვადაა რასათაშორისი მრავალმხრივი შუალედური დაჯგუფება, რომლებშიც მეტ-ნაკლები ხარისხითაა გამოხატული ესა თუ ის რასობრივი ნიშანი.

დღეისათვის აღიარებულია მოსაზრება, რომ თანამედროვე ადამიანი ბირველად გამოჩნდა 150 ათასი წლის წინათ სამხრეთ აფრიკაში მდ. კლაზისისა და ეთიოპიაში მდინარე ომოს აუზებში. ევროპაში ამ დროს ბატონობდა ნეანდერტალელი ადამიანი. მეცნიერების აზრით, ნამარხ ძვლოვან მასალებზე დაყრდნობით, თანამედროვე ადამიანი მარმარილოს ზღვის სრუტეებით 100 ათასი წლის წინ მოხვდა ევროპასა და აზიის ახლო აღმოსავლეთში. გენეტიკოსებმა ჰემოგლობინის გენების შესწავლით გააკეთეს ანალიზი, რომელზე დაყრდნობითაც გამოთვალეს, რომ ასეთი „ემიგრანტების“ რაოდენობა არ უნდა ყოფილიყო 600-1000 კაცზე მეტი და რომ, სწორედ, მათ მისცეს დასაბამი კაცობრიობას.

შეიძლება დაისვას კითხვა: ხალხთა ასეთმა პატარა ჯგუფმა როგორ მისცა დასაბამი მსოფლიოს მოსახლეობას? პასუხი მარტივია. საკმარისია, გავიხსენოთ ავსტრალიის აბორიგენი და კონტინენტის თეთრი მოსახლეობა, ამერიკელი

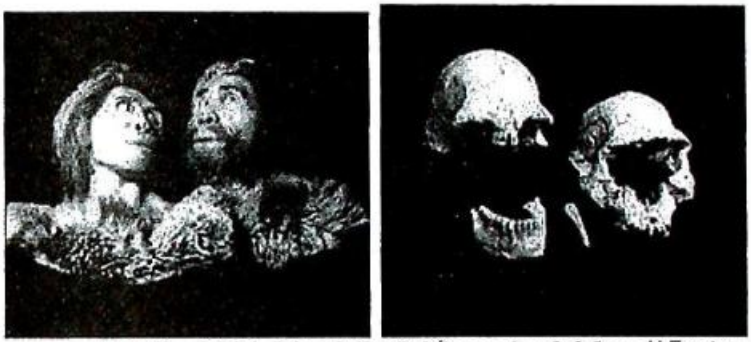
ინდიელები და ევროპელთა ჩასახლება. ეს კი თავისთავად არის მტკიცე არგუმენტი კაცობრიობის სახეობრივი და რასობრივი ერთიანობისა. უფრო შორს წავიდნენ ამერიკელი გენეტიკოსები. ისინი ამტკიცებენ იმასაც, რომ თანამედროვე კაცობრიობას დასაბამი მისცა ერთმა ქალმა, რომელიც არის მსოფლიოს თანამედროვე მოსახლეობის, ყველა რასისა თუ ერის წარმომადგენლების „წინარე დედა“. მეცნიერები ეფუძნებიან იმ ფაქტს, რომ ქალის ორგანიზმში არის ორი სახის — ბირთვის და ბირთვგარე დნმ. როგორც ცნობილია, განაყოფიერების დროს სპერმატოზოიდებსაც შეაქვთ თავისი, მაგრამ მხოლოდ ბირთვის დნმ. ბირთვგარე დნმ იმყოფება უჯრედის ციტოპლაზმაში და შთამომავლობას გადაეცემა მხოლოდ ქალის ხაზით. ის შედგება 16,5 ათასი ნუკლეოტიდისაგან, რომლებითაც შენდება ჩვენი მიტოქონდრიული გენების საფუძველი — ნუკლეინის მჟავები. საერთოდ, დნმ-ას მოლეკულები ჯერ კიდევ ბევრ ამოუცნობ ევოლუციურ საიდუმლოებას ინახავს, მასში შეიძლება ამოკითხული იქნეს თვით სიცოცხლის თვისობრივი თავისებურებების რეგულაციისა და ბიოევოლუციური პროცესების ისტორიული ნაბიჯების კანონზომიერებანი. ამ თვალსაზრისით განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მიტოქონდრიულ (რომელიც მხოლოდ დედის გზით გადაეცემა) და y ქრომოსომაში ლოკალიზებულ დნმ-ას მოლეკულების (რომელიც მხოლოდ მამის გზით გადაეცემა) თავისებურებათა შესწავლას. ეს, პირველყოვლისა, ეხება მათში მუტაციათა სხვადასხვა ტიპის დაგროვების თავისებურებებს. უახლესი გამოკვლევების შედეგად იაპონელმა მეცნიერებმა მოახდინეს იაპონელების, აფრიკელებისა და ადამიანის მსგავსი მაიმუნების მიტოქონდრიული დნმ-ას სრული სეკვენირება (მოლეკულაში ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის გაშიფრვა). შედეგების შეპირისპირებით მივიდნენ დასკვნამდე, რომ შიმპანზესა და იაპონელს შორის მიტოქონდრიული დნმ-ას მიხედვით დივერგენცია განხორციელებულა დაახლოებით 5 მილიონი წლის წინ. ადამიანთა სამ თანამედროვე რასას შორის (ნეგროიდული, მონგოლოიდური, ევროპოიდული) ასეთი განსხვავება მომხდარა დაახლოებით 143 ათასი წლის წინ, ხოლო იაპონელსა და ევროპელს შორის კი დაახლოებით 70 ათასი

წლის წინ. კომპიუტერული ანალიზით მიღებული მონაცემებით დადგინდა, რომ საჰარის სამხრეთით მცხოვრებ აფრიკელებს ბირთვგარე ნუკლეინის მჟავებში დაუგროვდათ ყველაზე მეტი ცვლილებები — მუტაციები. ამგვარად, ისინი არიან დედამიწაზე ყველაზე ძველი რასის წარმომადგენლები და, რომ კაცობრიობის „წინარე დედა“ ცხოვრობდა 200 ათასი წლის წინ ცენტრალურ აფრიკაში, საიდანაც დაიწყო მიგრაციები ჩრდილოეთის მიმართულებით. ამერიკელი გენეტიკოსების გათვლებით y ქრომოსომაში ლოკალიზებული სპეციფიკური მუტაციების მიხედვით დგინდება, რომ შუა ახიელი მოსახლეობის აბსოლუტური უმრავლესობა სათავეს იღებს ეროი საწყისისაგან. მათვე მსგავსი მეთოდებით გამოთვალეს თანამედროვე მოსახლეობაში ჩინგიზ-ხანის პირდაპირი მემკვიდრეების რაოდენობა. ასევე დაასკვნეს, რომ ამერიკელი ინდიელები ჩუქჩების (რუსეთის არქტიკული ზონის მოსახლეობა) პირდაპირი მემკვიდრეები არიან. ჩრდილოეთით მიგრაციის პროცესში ადამიანებმა თანდათანობით დაკარგეს პიგმენტი მელანინი, რომელიც ადრე აუცილებელი იყო ეკვატორული მზის სხივების ზემოქმედებისაგან დასაცავად.

მეცნიერების უახლეს აღმოჩენებს ხშირად შეაქვს კორექტივები უკვე ჩამოყალიბებულ შეხედულებებში. გამონაკლისი არც ანთროპოგენეზის საკითხია. არგუმენტები, რომლებიც მოვიტანეთ აფრიკის, როგორც ადამიანის წინარე სამშობლოს სასარგებლოდ, იმას არ ნიშნავს, რომ მომავალში მთლიანად გამორიცხულია განსხვავებული აზრი გაჩნდეს ადამიანის წარმოშობის ადგილის შესახებ. ამის თქმის საფუძველს იძლევა სამხრეთ საქართველოში დმანისის ნაქალაქარზე 1991 წელს აღმოჩენილი 1,7 მლნ წლის წინანდელი ადამიანის ოთხი ქვედა ყბა და 1999-2005 წლებში იქვე აღმოჩენილი იგივე პერიოდის თავის ქალები (სურ. 83).

მიღებული შედეგები ძირეულად ცვლის გაბატონებულ აზრს იმის შესახებ, რომ ადამიანი აფრიკიდან ევრაზიისა და სხვა კონტინენტებზე გადასახლდა 900 000 ან 1 000 000 წლის წინ. როგორც ჩანს, ასეთი პროცესები გაცილებით ადრე დაიწყო (1,6-1,8 მლნ. წლის წინ). შესაბამისად, რასობრივი ნიშან-თვისებების ჩამოყალიბებაზე ახალმა გარემომ სათანადო გავლენა იქონია და

გაცილებით დიდი დროც დასჭირვებია. გამორიცხული არც ისაა, რომ დმანისის აღმოჩენებმა გარკვეული სიახლე შეიტანოს თვით ანთროპოგენეზის საკითხებშიც. სწორედ, აღნიშნული აღმოჩენები ასაბუთებენ, რომ შესაბამისი დონის ჰომინიდების თავის ტვინის მოცულობა სავარაუდოზე უფრო მცირე ზომისა იყო, ხოლო ფეხები გაცილებით გრძელი და ძლიერი ჰქონდათ, რაც მათ აქტიურ გადაადგილებას უწყობდა ხელს. ქართველი მეცნიერები (ვეკუა, გაბუნია, ლორთქიფანიძე და სხვები) უკვე გაბედულად აცხადებენ, რომ შესაძლოა დმანისელი ადამიანი Homo-ს გვარის დამოუკიდებელ სახეობასაც კი წარმოადგენდეს. მას მიანიჭეს კიდეც სათანადო სახეობრივი სტატუსი – H.Georgicus. ეტყობა, იგი H.Erectus -თან და სხვა სახეობებთან ერთად ცხოვრობდა. ბოლო სიტყვას 21-ე საუკუნის მეცნიერება იტყვის.



სურ. 83. დმანისის ნაქალაქარზე (საქართველო) აღმოჩენილი H.Erectus – ის ჩონჩხის ნაშთები და მათგან რეკონსტრუირებული ადამიანები (ზეზვა და მზია).

ყველა სხვა ცოცხალისაგან განსხვავებით, ადამიანში შესუსტებულია ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების სიძლიერე, რამდენადაც ადამიანს თვითონ შეუძლია შექმნას მისთვის საჭირო აუცილებელი გარემო, სათანადო კომფორტის შექმნით შეეგუოს თითქმის ყოველგვარ ბუნებრივ გარემოს, მედიცინის მიღწევების გამოყენებით თავი დააღწიოს მასიურ ინფექციებსა თუ სხვა სახის დაავადებებს. ყოველივე ეს მას ნაკლებდამოკიდებულს ხდის არსებობის პირობებზე. შესაბამისად, შემცირებულია ადამიანზე ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების

ინტენსივობა. მაგრამ ეს სულაც არ ნიშნავს იმას, რომ თანამედროვე ადამიანი არ განიცდიდეს ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებას. ადამიანი, ალბათ, ჯერ კიდევ დიდხანს ვერ მიაღწევს ისეთ დამოუკიდებლობას არსებობის პირობებისაგან, რომ აღარ განიცდიდეს ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების გავლენას.

რამდენადაც დამოუკიდებელი ხდება ადამიანი საარსებო გარემოსაგან, იმდენად უფრო იზრდება მისი გავლენა ბუნებაზე. საუბედუროდ, ასეთი გავლენა უარყოფითი ტენდენციებისაკენ მიდის. ცნობილი სპეციალისტების გამოთვლებით, უახლოეს წლებში ბიოსფერო ადამიანის გავლენით დაკარგავს თავისი სახეობრივი შემადგენლობის 10-15%-ს. თუ ადამიანმა თავისი შესაძლებლობები მაქსიმალურად არ გამოიყენა ბუნების შენარჩუნებისათვის, თუ რადიკალურად არ შეიცვალა ბუნებაზე ადამიანის ზემოქმედების მთელი სტრატეგია, საშიშროება შეექმნება არა მარტო ადამიანს, არამედ საერთოდ, ცოცხალი სამყაროს არსებობასაც დედამიწაზე.

ამ საკითხებით გლობალური დაინტერესება, უამრავი საერთაშორისო ორგანიზაციის გააქტიურება ბუნების დაცვისათვის იძლევა იმის იმედს, რომ ადამიანი შეძლებს ბუნებისათვის დამახასიათებელი, ევოლუციურად დაბალანსებული, წონასწორი რეგულაციური მექანიზმების დაცვა-შენარჩუნებას და შეაჩერებს გარემოში შეუქცევად უარყოფით ანთროპოგენულ ცვლილებებს.

ეკოსისტემის ევოლუცია და ბიოსფერო

სიცოცხლის ორგანიზაციული დონეები და ევოლუციური პროცესი

როგორც ადრე იყო აღნიშნული, სიცოცხლის ორგანიზაციაში გამოიყოფა გარკვეული დონეები. ასეთებია: მოლეკულური, უჯრედულ-ორგანიზმული, პოპულაციურ-სახეობრივი და ბიოგეოცენოლოგიური. რასაკვირველია, ასეთი დონეების გამოყოფა ეფუძნება სასიცოცხლო პროცესების

რეგულაციის მექანიზმების თავისებურებებს და იგი განსხვავდება სიცოცხლის ფილოგენეტური დონეებისაგან.

ამასთანავე, ხაზი უნდა გაესვას იმასაც, რომ სასიცოცხლო პროცესების რეგულაციური მექანიზმების ორგანიზაციული სრულყოფა გარკვეული თავისებურებებით ხასიათდება ყოველ დონეზე. მოლეკულური დონიდან დაწყებული, ორგანიზმული დონის ჩათვლით, სასიცოცხლო პროცესების რეგულაცია განსაკუთრებული ინტენსივობით ეფუძნება პროგრესირებადი დიფერენციაციისა და მასთან შეუღლებული ინტეგრაციული სპეციფიკურობების ევოლუციურ სრულყოფას. აქედან გამომდინარე, თავისებურია ევოლუციური პროცესები და მისი თანმხლები შედეგები სიცოცხლის ორგანიზაციული დონეების შესაბამისად.

მოლეკულური ევოლუციის ერთ-ერთ თავისებურებას ის უნდა წარმოადგენდეს, რომ სიცოცხლის ორგანიზაციის აღნიშნულ დონეზე არ არსებობდა დისკრეტული ცოცხალი სისტემა უჯრედის ან ორგანიზმის სახით, რომელიც შეასრულებდა ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების ობიექტის როლს. ამიტომაც, სიცოცხლის განვითარების შესაბამის, შედარებით პრიმიტიულ სტადიაზე, მოლეკულურ დონეზე ევოლუციის შედეგები არ ხასიათდებოდა დისკრეტული სისტემების მრავალფეროვნებით და სასიცოცხლო პროცესების რეგულაციური მექანიზმებიც შედარებით ერგვაროვანი იყო. მოლეკულურ დონეზე სასიცოცხლო პროცესების აღნიშნული რეგულაციური თავისებურება დღესაც შეშორჩა ცოცხალ სამყაროს. საყოველთაოდ ცნობილია სასიცოცხლო პროცესების ისეთი ერთიანი მოლეკულური მექანიზმები, როგორიცაა: ენერგეტიკული ცვლა (აერობული თუ ანაერობული), ცილის ბიოლოგიური სინთეზი, მემკვიდრული მასალის მოლეკულური ორგანიზაცია, მემკვიდრული ინფორმაციის კოდირება და მისი რეალიზაციის მექანიზმები, ფერმენტული რეაქციები და მრავალი სხვა. ევოლუციურმა ბიოქიმიამ დაასაბუთა ცოცხალისათვის უნივერსალური მნიშვნელობის მქონე ფუნდამენტური ბიოქიმიური პროცესებისა და ქიმიური სტრუქტურების განსაცვიფრებელი მსგავსება და სიღრმისეული ერთიანობა. ყოველივე ეს მიუთითებს, რომ სასიცოცხლო პროცესების

მოლეკულური მექანიზმებისათვის დამახასიათებელი მაღალი კონსერვატიზმი და ევოლუციური მდგრადობა განპირობებულია მათი ევოლუციური სიძველითა და კარდინალური და უნივერსალური სასიცოცხლო მნიშვნელობით.

მოლეკულური ევოლუციის მთავარი შედეგი იყო უმარტივესი დისკრეტული ცოცხალი სისტემის — უჯრედის ჩამოყალიბება. უჯრედი უკვე გამოდის სივრცობრივად განცალკევებული, ფუნქციურად და სტრუქტურულად იზოლირებული, ელემენტარული ღია ცოცხალი სისტემის როლში. იგი, როგორც მოლეკულური ევოლუციის შედეგი, ინარჩუნებს მოლეკულური ევოლუციური თავისებურებების ძირითად ნიშნებსაც. ამით უნდა აიხსნას მთელ ცოცხალ სამყაროში უჯრედების მოლეკულური ორგანიზაციის თითქმის ერთიანი სქემის არსებობა. თუმცა, ავსტრალიის ქალაქ კვინსლენდის უნივერსიტეტის მეცნიერების უახლესი გამოკვლევებით აღმოჩენილია სიცოცხლის ყველაზე მარტივი უჯრედამდელი ფორმაც, რომელსაც „ნანობი“ უწოდეს. მათი ზომა (როგორც ადრე იყო აღნიშნული) 20-50 ნანომეტრის ფარგლებში მერყეობს (ტრადიციულად ითვლებოდა, რომ ელემენტარული ცოცხალი 100 ნანომეტრზე მცირე არ შეიძლება იყოს). მიუხედავად სიმცირისა, მათ გააჩნიათ ცოცხალისათვის აუცილებელი ყველა ორგანული ნაერთი და ასრულებენ ძირითად სასიცოცხლო ფუნქციებს. ეს შეიძლება ახალი ფილოგენეტური რგოლი იყოს მოლეკულურ ევოლუციასა და უჯრედის ჩამოყალიბებას შორის. ამ ტიპის ცოცხალის დეტალური შესწავლა ბევრ სიახლეს შეიტანს მოლეკულური და უჯრედული ევოლუციის მექანიზმების გარკვევაში. კიდეც რომ დადგინდეს „ნანობის“, როგორც ცოცხალის ელემენტარული სტრუქტურული ერთეულის მდგომარეობა, იგი მაინც ვერ შეცვლის წარმოდგენას უჯრედის შესახებ, რადგანაც ჩვენს პლანეტაზე მხოლოდ უჯრედია ცოცხალი სამყაროს ერთიანი ელემენტარული სტრუქტურული, ფუნქციური, გამრავლებისა და ინდივიდუალური განვითარების საფუძველი.

სიცოცხლის უჯრედული დონის ჩამოყალიბება სიცოცხლის საერთო ფილოგენეტურ განვითარებაში ახალი

შესაძლებლობებისა და ევოლუციური გარდაქმნების ახალი მექანიზმების გაჩენის საშუალებებთან იყო დაკავშირებული.

უჯრედი გვევლინება უკვე დისკრეტული, გარკვეული ინდივიდუალური თავისებურებების მქონე ორგანიზმის (ერთუჯრედიანები) სახით, რაც მას, როგორც სივრცობრივად განცალკევებულ ბიოლოგიურ სისტემას, აქცევს ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების ობიექტად. უჯრედის დონეზე იქმნება მემკვიდრეობითი და არამემკვიდრეობითი ცვალებადობის სხვადასხვა შესაძლებლობა (მუტაციური, კომბინაციური, რეკომბინაციური, მოდიფიკაციურ-ფენოტიპური), რაც ქმნის უჯრედების გენოტიპური და ფენოტიპური ინდივიდუალობის მრავალფეროვან სპექტრს. უჯრედულ დონეზე შექმნილი ინდივიდუალობა, სპეციალიზაცია და ბოლიმორფულობა იძლევა დივერგენტული ევოლუციის განხორციელების მრავალმხრივ შესაძლებლობებს.

სიცოცხლის ორგანიზაციის აღნიშნული დონიდან აქტიურად ხორციელდება ცოცხალის ევოლუციური დიფერენციაცია და სიცოცხლის განვითარება მიდის მრავალფეროვნების ზრდისა და თანდათანობითი ორგანიზაციული სრულყოფის მიმართულებით.

უჯრედის, როგორც ორგანიზმის, ევოლუცია წავიდა გამრავალუჯრედიანების მიმართულებით (რაც ადრე იყო განხილული), რასაც თავის მხრივ, ახლდა უჯრედული სპეციალიზაცია, ქსოვილების, ორგანოებისა და ორგანოთა სისტემების ფილოგენეტური სრულყოფა. ასეთი დიფერენციაცია ყოველთვის იყო შეუღლებული ორგანიზმის შემადგენელი სტრუქტურების ორგანიზაციულ და ფუნქციურ ინტეგრაციასთან. ორგანიზმის, როგორც სიცოცხლის ორგანიზაციული დონის, სრულყოფა ამ ორი მთავარი პრინციპით — დიფერენციაციისა და ინტეგრაციის ერთიანობით მიმდინარეობდა. ამიტომაც რაც უფრო სრულყოფილია ორგანიზმი ფილოგენეტურად ფუნქციურად და სტრუქტურულად, მით უფრო რთული ორგანიზმშიდა ქვესისტემებისაგან შედგება იგი და ამასთანავე, მით უფრო ძლიერი და აუცილებელია ორგანიზმისათვის მათი ერთობლივი ინტეგრალური არსებობა. ამგვარმა ევოლუციამ ორგანიზმი ჩამოაყალიბა, როგორც დიფერენციაციისა და ინტეგრაციის

ყველაზე სრულყოფილი ერთიანი სისტემა. ეს ყოველივე განხორციელდა ერთი მხრივ, ფუნქციურად და ულტრასტრუქტურულად უაღრესად რთულად ორგანიზებული სპეციფიკური ორგანოების ფორმირებით, ხოლო მეორე მხრივ, ნერვული სისტემის, ჰუმორული მექანიზმების, გრძნობათა ორგანოებისა და სხვა ორგანიზმშიდა და ორგანიზმგარე ურთულესი რეგულაციული ინტეგრაციული მექანიზმების ევოლუციური სრულყოფის გზით.

როგორც ცნობილია, ცოცხალის ორგანიზმზედა გაერთიანება უკვე ქმნის პოპულაციებსა და სახეობებს. როგორც ადრე იყო საუბარი, პოპულაცია თავისი სტრუქტურული თავისებურებებისა და ევოლუციური შესაძლებლობის გამო ევოლუციის პროცესში ასრულებს ელემენტარული ევოლუციური ერთეულის (სტრუქტურის) ფუნქციას. სახეობა კი, როგორც ისტორიულად ჩამოყალიბებული მდგრადი სისტემა, თავისი სირთულისა და შედარებითი მდგრადობის გამო გვევლინება, როგორც ევოლუციური გარდაქმნის მთავარი ეტაპი. სახეობების სახით ევოლუციური განვითარება ახდენს გარკვეულ შესვენებას და ამდენად, ისინი სიცოცხლის ევოლუციური მდგრადობის გამოვლინებასაც წარმოადგენენ. სახეობრივი ორგანიზაცია სიცოცხლის მრავალფეროვნების გამოვლინების საშუალებაც არის. ამიტომაც, მას ხშირად მიიჩნევენ სიცოცხლის ბიომრავალფეროვნების ძირითად ერთეულად.

მაგრამ რაც არ უნდა სრულყოფილი იყოს ცოცხალი სტრუქტურა (ორგანიზმი), იგი ყოველთვის რჩება ღია სისტემად. მისი არსებობა შეუძლებელია გარემოსთან ზოგადად და სხვა ცოცხალ ორგანიზმებთან თანაცხოვრებითი კავშირის გარეშე. ცოცხალი ორგანიზმები ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან არა მარტო წარმოშობით, არამედ სასიცოცხლო პროცესების მიხედვით მრავალმხრივი ურთიერთობებით. ეს კი განაპირობებს სიცოცხლის ორგანიზაციაში ახალი დონის — ცოცხალი ორგანიზმებისა და საარსებო გარემოს (აბიოტური და ბიოტური) ერთიანი კავშირის ჩამოყალიბებას. აღნიშნულ დონეს სიცოცხლის ორგანიზაციაში უწოდებენ ბიოგეოცენოლოგიურს ანუ ეკოლოგიური სისტემების (ეკოსისტემების) ორგანიზაციულ დონეს.

ეკოსისტემის ჩამოყალიბება, როგორც ევოლუციის შედეგი

ეკოლოგიური სისტემის (ანუ ეკოსისტემის) ქვეშ გულისხმობენ ერთიან სტრუქტურულ და ფუნქციურ სისტემას, რომელიც მოიცავს გარკვეულ ტერიტორიას (ეკოტოპს), დასახლებულს მცენარეთა (ფიტოცენოზი), ცხოველთა (ზოოცენოზი) და მიკროორგანიზმთა (მიკრობიოცენოზი) თანასაზოგადოებებით. იგი მოწესრიგებული ურთიერთობით წარმოქმნილი ერთი მთლიანობაა, მდგრადი სისტემაა, რომელსაც ახასიათებს ენერგიისა და ნივთიერებათა ცვლის, თვითრეგულაციის უნარი. ტერმინი „ეკოსისტემა“ პირველად იხმარა ინგლისელმა მეცნიერმა ტენსლიმ (1935), ხოლო რუსი მეცნიერი სუკაჩევი გარკვეულ ტერიტორიაზე ცოცხალ ორგანიზმთა მსგავს სასიცოცხლო გაერთიანებებს *ბიოგეოცენოზებს* უწოდებს. დღეს თვლიან, რომ ეს ტერმინები თავისი შინაარსით შეესაბამებიან ერთმანეთს. განსხვავება მხოლოდ იმაში უნდა იყოს, რომ ეკოსისტემა უფრო ფართო ცნებაა და ბიოგეოცენოზი თავისი ფიტოდასახლების საზღვრებით ხშირად სიცოცხლის ამ სახის ორგანიზაციული დონის უფრო გამოკვეთილი ერთეულია, ვიდრე საერთოდ, ეკოსისტემა.

ეკოსისტემის რაობის, მისი ფორმირების, ფუნქციური რეგულაციისა და საერთოდ, ბიოლოგიური თავისებურებების საკითხები საფუძვლიანადაა გაშუქებული ეკოლოგიის სახელმძღვანელოებში (მათ შორის ქართულ სახელმძღვანელოშიც). ამიტომაც, აღნიშნული დეტალების განხილვის საჭიროება აღარ არის. შევეცადოთ, ზოგადად ვაჩვენოთ ეკოსისტემის ევოლუციური ჩამოყალიბებისა და მისი, როგორც ევოლუციური გარდაქმნის არენის მთავარი ფუნქცია.

სიცოცხლის ხანგრძლივად არსებობა შეუძლებელია ცალკეული ორგანიზმის მიერ სხვა ცოცხალ ობიექტებთან კავშირის გარეშე (იგივე თუ სხვა სახეობის). ჯგუფური ორგანიზაცია, საერთოდ მთელ ცოცხალ სამყაროში, წარმოადგენს ბიოლოგიური პროგრესის საკმაოდ გავრცელებულ გამოვლინებას. მას ფრიად მნიშვნელოვანი ფუნქცია გააჩნია ცოცხალის გადარჩენის სტრატეგიის თვალსაზრისით. სწორედ, ასეთი ცენოზური კავშირ-ურთიერთობის საჭიროება აყალიბებს

პოპულაციებს (ადგილობრივი, ეკოლოგიური, გეოგრაფიული), სახეობრივ თუ სახეობათაშორის ურთიერთობებს. მსგავსი ბიოტური თანასაზოგადოებები (ცენოზები) ქმნიან განსაკუთრებულ ბიოგარემოს. ამგვარი სასიცოცხლოდ აუცილებელი სახეთაშორისი კავშირების კოევოლუცია არ ხდება მათ შორის გენეტიკური ინფორმაციის რეკომბინაციის ხარჯზე, არამედ იგი ეფუძნება სიცოცხლისათვის აუცილებელ, ევოლუციურად მდგრად ბიოლოგიურ კავშირ-ურთიერთობებს. ცალკეულ სახეობათა ევოლუციური ფორმირება შეუძლებელი ჩანს დამოუკიდებლად. მათი ფილოგენეზი ვერ განხორციელდებოდა სხვა ცენოზებთან მჭიდრო, სასიცოცხლო კავშირ-ურთიერთობების გარეშე. ასეთი ურთიერთობები კი განაპირობებდა სხვადასხვა სახეობის შეუღლებულ ევოლუციას, რომლის მთავარი შედეგია ფუნქციურად და სივცობრივად კოადაპტური თანასაზოგადოების მთლიანობის ჩამოყალიბება. სახეობათა შორის მსგავსი თანასაზოგადოებების თანდათანობითი ფორმირება ევოლუციურად აყალიბებდა სიცოცხლის არსებობის ახალ ორგანიზაციულ დონეს — ეკოსისტემებს, რომლებიც თვისობრივად ახალი რანგის ბიოლოგიურ სისტემებს წარმოადგენენ. მსგავსი გაერთიანების წყალობით ბიოგეოცენოზში ყალიბდება ზოგიერთი ისეთი განსაკუთრებული თვისობრივი თავისებურება, რომელიც არ შეიძლება გააჩნდეს მის ცალკეულ იზოლირებულ კომპონენტს (ბიოტოპი, ფიტოცენოზი, ზოოცენოზი, მიკრობიოცენოზი). ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით ეკოსისტემებში ცენოზებს შორის მყარდება ურთერთსასარგებლო სასიცოცხლო დამოკიდებულება. ხშირად, ასეთი ურთიერთობების წინააღმდეგობრივი ხასიათის მიუხედავად, იგი მაინც მათ შორის სასარგებლო თანაცხოვრებას წარმოადგენს. პოპულაციებსა და სახეობებს შორის უარყოფითი ურთიერთდამოკიდებულება თანდათანობით სუსტდება ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების შედეგად, რადგანაც მსგავს დაჯგუფებებში ორგანიზმთა ხანგრძლივი ანტაგონისტური ურთიერთობა იწვევს ერთ-ერთის ან ორივე პარტნიორის თანდათანობით ამოწყვეტას.

ბიოცენოზებში თითოეული სახეობის მონაწილეობას მნიშვნელობა აქვს არა მარტო უშუალოდ სასიცოცხლო

კავშირ-ურთიერთობების თვალსაზრისით, არამედ გარემოზე მათი ბიოქიმიური ზემოქმედებისა და საერთოდ, ეკოტოპის (ეკოსისტემის გარემოს) საერთო ტრანსფორმაციის თვალსაზრისითაც.

ყოველი სახეობის დამკვიდრება ცენოზში რეგულირდება, ერთი მხრივ, ეკოტოპის პირობების, ხოლო მეორე მხრივ, სხვა ცოცხალ ორგანიზმებთან ურთიერთობის თავისებურებათა შესაბამისად. აღნიშნული პროცესების რეგულაციაში ზოგიერთი მკვლევარი გამოყოფს კიდეც ეკოტოპური და ცენობიოტური გადარჩევის ფორმების მოქმედებას. ბიოცენოზის ყველა ცოცხალი კომპონენტი ცალ-ცალკე და ერთ მთლიანობაში ზემოქმედებს და გარდაქმნის კიდეც ეკოტოპს ბიოტოპად. აღნიშნულ პროცესებს არეგულირებს ბიოტოპური გადარჩევა (რაბოტნოვი).

ეკოტოპური გადარჩევის როლი განსაკუთრებით აქტიურია ახალი ცენოზების ფორმირების საქმეში. მასში პიონერის როლს მცენარეული საფარი ასრულებს. ეკოტოპის თავისებურებების მიხედვით, პირველი ცენოზური დაჯგუფება თითქმის ყოველთვის პროდუცენტების სახით გვხვდება. მსგავსი პროცესები რეგულირდება ეკოტოპური გადარჩევით, რომელიც თანდათან გადადის ბიოცენოზურ გადარჩევაში. ამიტომაც არის, რომ მცენარეთა რიცხობრივი სიმჭიდროვე ყოველთვის ჭარბობს ცხოველებისას. ზოგჯერ მცენარეთა სახეობრივი შემადგენლობა განისაზღვრება არა მარტო მცენარეულ ორგანიზმებს შორის კონკურენტული ურთიერთდამოკიდებულებით, არამედ ბიოცენოზის ზოოკომპონენტებისა და მიკრობიოცენოზების ზემოქმედებითაც. ამდენად, ბიოცენოზში ყოველი სახეობის დამკვიდრება რთული რეგულაციური მექანიზმებით განისაზღვრება. ამიტომაც, აქ მოქმედებს გადარჩევის ბიოცენოზური მექანიზმები (ბიოცენოზური გადარჩევა). როცა ფიტოცენოზებში დიდია მცენარეთა რომელიმე სახეობის აბსოლუტური დომინანტობის რისკი, იქ შესაბამისად მცირდება მცენარეთა სახეობრივი შემადგენლობის სპექტრიც. სახეობრივი მრავალფეროვნება იქმნება ისეთ ფიტოცენოზებში, სადაც სახეობათა შორის კონკურენცია ქმნის პირობებს მრავალი სახეობის ერთობლივი არსებობისათვის. ასეთ შემთხვევაში

შესაბამის ფიტოცენოზში გადარჩენა არ მიდის ერთი სახეობის სელექციური უპირატესობის წარმოშობის შეუქცევადი მიმართულებით და შესაბამისად, ყალიბდება სახეობათა სიმრავლე. ფიტოცენოზებში სახეობრივი შემადგენლობა სხვადასხვა გზით რეგულირდება. ზოგჯერ, მცენარეთა სახეობები ურთიერთსარგებლიანობის ხარჯზე არსებობენ ერთად, ხან ცალკეული სახეობა ხელშემწყობი ფაქტორია სხვების მიმართ, ხან კი სხვადასხვა სახეობა განსხვავებულ რესურსებს გამოიყენებს, რითაც შემცირებულია მათ შორის უარყოფითი ურთიერთდამოკიდებულება. საერთოდ ბიოცენოზურ სისტემებში სახეობათა შორის ურთიერთკავშირი ღებულობს გარკვეული სტრატეგიის სახეს, სადაც ერთი სახეობის ადაპტური უპირატესობა თავისთავად ავტომატურად იწვევს ისეთი შინაგანი წინააღმდეგობრივი ჯაჭვის ამოქმედებას, რასაც შედეგად მოყვება უამრავ სხვა სახეობათა ადაპტური სტანდარტის გაუმჯობესებაც. ამიტომაც, თამამად შეიძლება ითქვას, რომ ბიოცენოზური სისტემები ერთიან ადაპტურ გარდაქმნას ექვემდებარებიან. ამიტომაც არის, რომ რაც უფრო მეტი სახეობრივი მრავალფეროვნებით ხასიათდება ბიოგეოცენოზი, იგი მით უფრო ცხოველმყოფელია, უფრო მდგრადია დროსა და სივრცეში.

რა თქმა უნდა, ცენოზებში სახეობრივი შემადგენლობის სიმრავლე პირდაპირ უკავშირდება აბიოტური გარემოს თავისებურებებსაც. რაც უფრო მეტად იცვლება ფიზიკური გარემო წლის სეზონებისა და ფლუქტუაციების მიხედვით, მით უფრო მეტად ეძლევა საშუალება ეკოლოგიურად განსხვავებულ მცენარეულ სახეობებს ერთად არსებობისათვის.

საერთოდ, ბიოცენოზში ცალკეულ სახეობას გააჩნია ეკოლოგიური, ბიოლოგიური და გარემოშემქმნელი ინდივიდუალური თვისებები. როცა აღნიშნული თავისებურებანი მეტ-ნაკლებად შესაბამისობაშია შეგუებათა ერთიანობასთან, მაშინ იგი უზრუნველყოფს სხვა სახეობებთან ერთად მათ არსებობას შესაბამის ეკოტოპში და ეკოსისტემის საერთო რეგულაციაში მისი სტრატეგიული ადგილის დამკვიდრებას. ამით დარეგულირდა სახეობათა ჯგუფურად თანაარსებობის მექანიზმები და ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებით

ჩამოყალიბდა ეკოტოპური და ბიოცენოზური ურთიერთობის დინამიკური თვითმარეგულირებელი, თავისებური შინაგანი ორგანიზაციისა და სტრუქტურის მქონე სისტემა — ბიოგეოცენოზი (სუკაჩევი) ანუ ეკოსისტემა (ტენსლი).

ბიოტური ფაქტორების გავლენით ევოლუციის პროცესში მიმდინარეობს სახეობათა ევოლუციური ურთიერთშეგუება — კოადაპტაცია. მაშინ, როცა ფიზიკური ფაქტორების გავლენით პროცესი ცალმხრივია — ცოცხალი ეგუება ფიზიკური ფაქტორების ცვლილებებს. მართალია, ბიოტური ფაქტორების გავლენაც ცვლის ფიზიკურ გარემოს, მაგრამ ამას არა აქვს ურთიერთრეგულაციური (ურთიერთშეგუებითი) ხასიათი და ევოლუცია მიდის ერთი მიმართულებით — ფიზიკური გარემოსადმი სახეობის შეგუებით. ამდაგვარი სისტემა, უდაოდ, გარკვეული დროის მანძილზე უნდა ჩამოყალიბებულიყო. რადგანაც დედამიწაზე გეოლოგიური ერების შესაბამისად იცვლებოდა ფიზიკური გარემო, ყალიბდებოდა ახალი გარემოს შესაბამისი ეკოსისტემები. ამის მაგალითად გამოდგება, თუნდაც, გოდერძის უღელტეხილზე სუბტროპიკული და ტროპიკული ტიპის მცენარეთა უკვე თითქმის გაშიშვლებული ნამარხები. ოდესღაც აქ შესაბამისი გარემო და ეკოსისტემა არსებობდა. დროის მანძილზე ეკოსისტემების ცვლა დედამიწაზე ევოლუციური პროცესის არსებობის ნათელ დადასტურებას წარმოადგენს.

ყოველი ბიოცენოზის ფორმირება შესაბამის ტერიტორიაზე მცენარეთა დასახლებისათვის წინაპირობების შექმნით იწყება. სათანადო წინამორბედები უზრუნველყოფენ ნიადაგური პირობების შექმნას. მცენარეთა დამკვიდრებაში მთავარ როლს თვით ეკოტოპისადმი მცენარეთა დამოკიდებულება განსაზღვრავს. მცენარეთა დასახლებით იწყება ბიოტური სასიცოცხლო კავშირებისა და ფიზიკურ გარემოსთან ბიოკომპონენტების გაწონასწორებული დამოკიდებულების თანდათანობითი ფორმირება, შესაბამისად, ძლიერდება ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების როლიც.

ყოველივე აღნიშნულის გამო ბიოგეოცენოზი დინამიკური სისტემაა, ამასთანავე, იგი ხასიათდება უნარით, იარსებოს ბიოლოგიური დროის საკმაოდ დიდი ხნის მანძილზე

დინამიკური წონასწორობის მდგომარეობაში. ბიოგეოცენოზების უმეტესობა, რომლებიც დიდი ხნის მანძილზე იმყოფებიან დინამიკური წონასწორობის მდგომარეობაში, წარმოადგენენ საკმაოდ რთულ თვითრეგულირებად სისტემებს. ხელსაყრელ პირობებში ეკოლოგიური სისტემები ხასიათდებიან უნარით, უფრო სრულყონ თავიანთი სტრუქტურული ორგანიზაცია, აამაღლონ წინააღმდეგობა მადეზორგანიზებელი (დამანგრეველი) ფაქტორების მიმართ. მას, როგორც ღია სისტემას, როგორც სიცოცხლის ორგანიზაციულ დონეს, გააჩნია თვითორგანიზების უნარი. ყველაზე რთული, მრავალფეროვანი და მაღალორგანიზებული ბიოცენოზიც არ არის მუდმივი. როცა ეკოსისტემის გარდაქმნა მიმდინარეობს გარემოს თანმიმდევრული ცვლილებების გავლენით, იგი აისახება კიდეც ბიოგეოცენოზის თანასაზოგადოებების ცვლილებით და შედეგად მოჰყვება ბიოგეოცენოზის სუქცესია (კანონზომიერი გარდაქმნა). მაგრამ გარემოს უეცარი რადიკალური ცვლილებები ასუსტებენ ეკოლოგიური სისტემის მდგრადობას და იწვევენ მისი შინაგანი სტრუქტურის რღვევას. ყოველივე ეს ხშირად იწვევს რეგულაციური წონასწორობის შეუქცევად ცვლილებებს და ეკოლოგიური სისტემის კრიზისსა და დაშლას. ამიტომაც, განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს იმ მიზეზების, მექანიზმებისა და პირობების გარკვევას, რომლებიც არეგულირებენ აღნიშნულ წონასწორობას.

ეკოსისტემა, როგორც ევოლუციური გარდაქმნის არენა

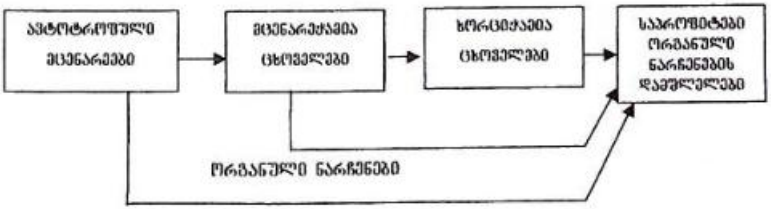
ყოველი ეკოსისტემა დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობისა და სასიცოცხლო თავისებურებების გამოვლინების სპეციფიკური ორგანიზაციული დონეა. შესაბამისად, თავისებურია სასიცოცხლო პროცესების რეგულაცია ამ დონეზე.

ეკოსისტემაში თანასაზოგადოებათა შემადგენლობა განპირობებულია არა მარტო იმით, რომ მათში შემავალი სახეობები მსგავს მოთხოვნებს უყენებენ საბინადრო გარემოს ფიზიკურ პირობებს, არამედ იმითაც, რომ ამ სახეობათა შორის მჭიდრო ურთიერთსასიცოცხლო დამოკიდებულება არსებობს.

ევოლუციის პროცესში ეკოსისტემებში შეიქმნა სახეობების ჯაჭვები, რომლებიც საწყისი საკვები მასალისაგან

თანმიმდევრობით იღებენ მათთვის საჭირო ნივთიერებებსა და ენერგიას. სხვადასხვა სახეობის ინდივიდთა შორის ასეთ ურთიერთობებს *კვებით კავშირებს* უწოდებენ. ასე რომ, კავშირი ეკოსისტემის კომპონენტებს შორის, უპირველეს ყოვლისა, წარმოიქმნება კვებითი ჯაჭვებისა და შესაბამისად, ენერგიის მიღების ხერხების საფუძველზე.

ეკოსისტემის საფუძველს ორგანული ნივთიერებების მწარმოებლები — *პროდუცენტები* ანუ *ავტოტროფული* ორგანიზმები წარმოადგენენ. ესენია ძირითადად, მწვანე მცენარეები (ფოტოტროფები), რომლებიც მზის ენერგიას გარდაქმნიან ორგანულ ნაერთთა პოტენციურ ენერგიად (ფოტოსინთეზის დროს) და აგრეთვე ზოგიერთი მიკროორგანიზმი (ქემოტროფები), რომლებიც არაორგანულ ნაერთთა დაჟანგვის შედეგად წარმოქმნილ ენერგიას გარდაქმნიან ორგანულ ნაერთთა ქიმიური კავშირების ენერგიად (ქემოსინთეზის დროს). ეს ორგანიზმები კვებითი ჯაჭვის პირველ რგოლს ქმნიან, რაც პირველ ტროფიკულ დონეს შეესაბამება. კვებითი ჯაჭვის მომდევნო რგოლებს ცოცხალი ორგანული ნივთიერებების მომხმარებლები — *კონსუმენტები* (პირველი, მეორე და ა.შ. მომდევნო რიგის) შეადგენენ (ანუ ყოველი ტიპის ფიტოცენოზურ დაჯგუფებას უკავშირდება მისი მომხმარებელი — ზოოცენოზი). ამასთან, პირველი რიგის კონსუმენტი (ძირითადად მცენარის მჭამელი ცხოველები ან პარაზიტი მცენარეებიც) მეორე ტროფიკულ დონეს შეესაბამება, მეორე რიგის კონსუმენტები (ხორცის მჭამელი ცხოველები) მესამე ტროფიკულ დონეს ქმნიან და ა.შ. ჩვეულებრივ, კვებითი ჯაჭვები შედგებიან, არაუმეტეს 5-6 რგოლისა (სურ. 84).



სურ. 84. კვებითი ჯაჭვის სქემა.

კვებითი ჯაჭვის ყველა რგოლზე ცხოველქმედების შედეგად წარმოიქმნება ორგანული ნარჩენები. აქედან გამომდინარე, ბოლო რგოლს ორგანული ნარჩენების დამშლელები — დესტრუქტორები, *რედუცენტები* ანუ *ბიორედუქტორები* წარმოადგენენ, რომლებიც ორგანულ ნივთიერებებს მარტივ მინერალურ ნაერთებამდე შლიან შემდგომი მოხმარებისათვის. ესენია ძირითადად, მიკროორგანიზმები (ბაქტერიები, სოკოები). ბიორედუქტორების მოქმედებით ხდება მინერალიზაცია, რის შედეგადაც ნიადაგში (ხმელეთის ეკოსისტემაში) წარმოიქმნება მინერალური ნივთიერებები და ჰუმუსის შრე, რაც აუცილებელია ნიადაგიდან მცენარეთა კვებისათვის. გარდა ამისა, ხრწნის შედეგად გამოიყოფა ნახშირორჟანგი, რაც მწვანე მცენარის არსებობისათვის აუცილებელი პირობაა ფოტოსინთეზის განსახორციელებლად.

ეკოსისტემებში კვებითი ჯაჭვები სწორხაზობრივი არ არის. სხვადასხვა სახეობა თითქმის ყოველთვის რამდენიმე სხვადასხვა ობიექტით იკვებება და ამასთანავე, თვითონაც არის საკვები ეკოსისტემის სხვა წევრების, რის შედეგადაც კვებითი ჯაჭვის რთული ქსელი მიიღება. თუ ბიოცენოზის ერთი რომელიმე წევრი ამოვარდა, სისტემა არ ირღვევა, ვინაიდან გამოიყენება საკვების სხვადასხვა წყარო. ეს არის ბუნებრივი ბიოგეოცენოზის მდგრადობის ერთ-ერთი მიზეზი. რაც უფრო მეტია სახეობრივი მრავალფეროვნება, მით მდგრადია სისტემა.

ზოგიერთ ეკოსისტემაში არაა ავტოტროფული ორგანიზმები. ასეთ შემთხვევაში კვებითი ჯაჭვი იწყება არაცოცხალი მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის მეტ-ნაკლებად გახრწნილი ნივთიერებებით, რომელთა მომხმარებლები — დეტრიტომჭამელი (გამონაყოფებით მკვებავი) ცხოველებია (ბევრი წვრილი ცხოველი -- უხერხემლო, რომლებიც ცხოვრობენ ნიადაგში, იკვებებიან ჩამოცვენილი ფოთლებით და ბაქტერიები, სოკო-საპროფიტები და საფუარები, რომლებიც შლიან ორგანულ ნივთიერებებს). ამ უკანასკნელი სახის კვებით ჯაჭვში პირველ ტროფიკულ დონეს ორგანული ნარჩენები შეესაბამებიან.

ბიოგეოცენოზში (ეკოსისტემაში) ნივთიერებათა ცვლა და ენერგიის გარდაქმნა სიცოცხლის არსებობის აუცილებელი

პირობაა. იგი წარმოიშვა სიცოცხლის ჩამოყალიბების პროცესში და გართულდა ცოცხალი ბუნების ევოლუციის გზით.

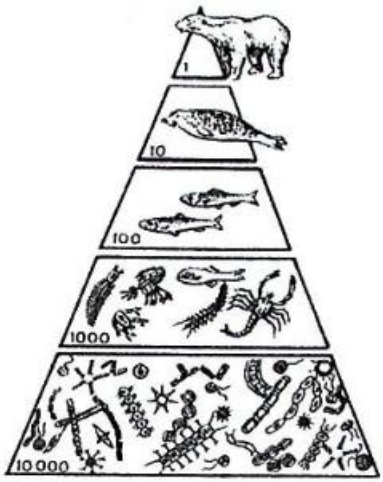
ყოველი ბიოგეოცენოზის საფუძველია ავტოტროფები (ფოტოტროფები და ქემოტროფები). ენერგეტიკული თვალსაზრისით გადამწყვეტი მნიშვნელობა მაინც ფოტოტროფულ მცენარეებს გააჩნიათ, რადგანაც ისინი ქმნიან (განსაკუთრებით ხმელეთის) ეკოსისტემებისათვის საჭირო ბიომასას. გარდა ენერგიის დაგროვებისა (ქიმიურად აქტიური ორგანული კავშირების სახით), პირველ ტროფიკულ დონეზე თავისუფალი ჟანგბადის გამომუშავებაც ხდება, რაც აუცილებელია აერობული ცოცხალის სუნთქვისა და საერთოდ, ენერგეტიკული ცვლისათვის. ასე რომ, პროდუცენტები ქმნიან ბაზას მეორე ტროფიკული დონისათვის. ჰეტეროტროფული ორგანიზმების არც ერთ სახეობას არ შეუძლია ერთბაშად მთლიანად დაშალოს მისი მოსახმარებელი ორგანული ნივთიერებები მინერალურ ნივთიერებებად (H_2O; CO_2 და სხვა). ყოველი სახეობის ინდივიდი ორგანულ ნივთიერებაში არსებული ენერგიის მხოლოდ ნაწილს იყენებს და შლის მას გარკვეულ სტადიამდე. მოცემული ინდივიდისათვის გამოუსადეგარ, მაგრამ ენერგიით ჯერ კიდევ მდიდარ ნივთიერებებს სხვა ტროფიკული დონის ორგანიზმები იყენებენ. აქედან გამომდინარე, ყოველ მომდევნო ტროფიკულ დონეზე თანდათანობითი ხასიათი აქვს ენერგიის დაკარგვას.

კვების პროცესში ენერგიის გამოყენებისა და გარდაქმნის ეფექტიანობის კანონზომიერებების არსი შემდეგში მდგომარეობს: მწვანე მცენარეზე დაცემული მზის სხივური ენერგიის ჯამის დაახლოებით 1% გარდაიქმნება მხოლოდ სინთეზური ორგანული ნივთიერებების ქიმიური ბმების პოტენციურ ენერგიად (რაც შემდეგში შეიძლება გამოყენებული იქნეს კვების დროს ჰეტეროტროფული ორგანიზმების მიერ), რაც პირველ ტროფიკულ დონეზე დაგროვილ ენერგიას შეესაბამება. როცა მეორე ტროფიკული დონის ჰეტეროტროფული ორგანიზმი საკვებად იყენებს მცენარეს, საკვებში არსებული ენერგიის უმეტესი ნაწილი ცხოველქმედების სხვადასხვა პროცესში იხარჯება, გარდაიქმნება სითბოდ და იფანტება. საკვებში არსებული ენერგიის დაახლოებით 5-20% გადადის ამ

ტროფიკული დონის ცხოველის სხეულის ახლადშექმნილ ნივთიერებაში. მომდევნო ტროფიკულ დონეზეც ასევე ადგილი აქვს ენერგიის დაკარგვას, რადგანაც თუ ბალახისმჭამელ ცხოველს შეჭამს მტაცებელი, საკვებში არსებული ენერგიის დიდი ნაწილი ასევე იკარგება, რამდენადაც ენერგია იმ ორგანულ ნივთიერებათა შექმნასაც დასჭირდა, რაც მტაცებლისათვის გამოუყენებელია ან ბალახისმჭამელი ცხოველიდან ექსკრემენტების სახითაც გამოიყოფა. ასე გრძელდება ყოველ მომდევნო ტროფიკულ დონეზე, ამასთან, კვებითი ჯაჭვი არ შეიძლება ძალიან გრძელი იყოს სასარგებლო ენერგიის ასე დიდი რაოდენობით დაკარგვის გამო ყოველ მომდევნო რგოლში.

ეკოსისტემების ტროფიკული სტრუქტურა შეიძლება გამოისახოს გრაფიკულად ენერგიის მონაცემებით, რასაც *ენერგიის პირამიდას* უწოდებენ. აღნიშნული კანონზომიერება *ეკოლოგიური პირამიდის წესის* სახელწოდებითაა ცნობილი. ენერგიის პირამიდა ეკოსისტემის გრაფიკული გამოსახვის საუკეთესო საშუალებაა. მოცემულ შემთხვევაში თითოეულ ტროფიკულ დონეს გამოსახავენ სწორკუთხედით. რომლის სიგრძე იმ ენერგიის რაოდენობის პროპორციულია, რაც ამ დონეზეა დაგროვილი ფართობის ან მოცულობის ერთეულზე დროის ერთეულში. ენერგიის პირამიდას ყოველთვის აქვს ზევით მიმართული სამკუთხედის სახე, რაც ერთი ტროფიკული დონიდან მეორეზე გადასვლისას ენერგიის დაკარგვას შეესაბამება თერმოდინამიკის კანონებით.

ენერგიის დაკარგვის შედეგად ყოველ მომდევნო კვებით დონეზე წარმოქმნილი ორგანული ნივთიერების რაოდენობა (ბიომასა) მკვეთრად მცირდება, თუმცა, ჯაჭვის გასწვრივ ცხოველები მატულობენ ზომაში და მცირდებიან რიცხობრივად. აქედან გამომდინარე, ეკოლოგიური პირამიდის წესის სახელწოდებით ცნობილი კანონზომიერებები *რიცხვთა პირამიდასა* და *ბიომასის პირამიდას* სახითაც ვლინდება. რიცხვთა პირამიდა გამოხატავს ინდივიდთა რიცხვს კვებითი ჯაჭვის ყოველ დონეზე, ბიომასის პირამიდა კი გვიჩვენებს ორგანული ნივთიერებების რაოდენობას ანუ ბიომასას კვებითი ჯაჭვის გასწვრივ (სურ. 85).



სურ. 85. ტროფიკული პირამიდა არქტიკული ბიოცენოზის მაგალითზე.
ციფრებით მითითებულია ბიომასის დაგროვება (კგ-ში).

ეკოლოგიური პირამიდები მით უფრო მაღალია, რაც უფრო მეტი ტროფიკული დონეა ჩართული მოცემულ კვებით ჯაჭვში.

ტროფიკულ დონეებსა და შესაბამის სახეობებს შორის დამოკიდებულება (ე.წ. კონსორციები) ქმნის პირობებს მათ შორის შეუღლებული ევოლუციის შედეგად წონასწორი თანაფარდობის ე.წ. ცენოტური ჰომეოსტაზის ჩამოყალიბებისათვის.

ეკოსისტემებში ეკოლოგიური თვითრეგულაციისა და მდგრადობის უნარს გარკვეულწილად განაპირობებს მასში შემავალ ბიოკომპონენტებს შორის სხვა მრავალმხრივი (კვებით ჯაჭვებთან პირდაპირი თუ ირიბად დამოკიდებული, ან ზოგჯერ დამოუკიდებელი), მეტად მნიშვნელოვანი სასიცოცხლო კავშირ-ურთიერთობანიც. მსგავსი დამოკიდებულებანი ვლინდება სიმბიოზის, კონკურენციის, ანტაგონიზმის და ურთიერთობათა სხვა ფორმების სახით.

სიმბიოზი (ბერძ. symbiosis- თანაცხოვრება) გულისხმობს ორგანიზმთა შორის ისეთ თანაცხოვრებას, რომელიც ვლინდება მუტუალიზმის, კომენსალიზმის, მტაცებლობის, პარაზიტიზმისა და სხვათა სახით.

მუტუალიზმი გულისხმობს სხვადასხვა სახეობის ორგანიზმთა შორის ისეთ თანაცხოვრებას, რომელიც სასარგებლოა ორივე პარტნიორისათვის. მსგავსი თანაცხოვრების მაგალითები უხვადაა ბუნებაში (ბიოგეოცენოზებში) მცენარეებს, ცხოველებს, მცენარესა და ცხოველს, მიკრობებს, ფაგებსა და მიკრობებსა და სხვა ცოცხალ ორგანიზმებს შორის.

მცენარეულ ორგანიზმებს შორის მუტუალიზმის კლასიკური გამოვლინებაა ურთიერთსასარგებლო თანაცხოვრება წყალმცენარეებსა და სოკოებს შორის. ასეთ სიმბიონტში წყალმცენარეები უზრუნველყოფენ ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზს, ხოლო სოკოები ასრულებენ წყლისა და მინერალური მარილების შეწოვის ფუნქციას. მსგავსი სასარგებლო თანაცხოვრება იმდენად მყარ ევოლუციურ თავისებურებას წარმოადგენს, რომ ასეთი სიმბიოტური გაერთიანებანი ქმნიან განსაკუთრებულ ბიოეკოლოგიურ დაჯგუფებას — ე.წ. ლიქენებს (Licophita).

ცხოველებს შორის მუტუალიზმის შთამბეჭდავ გამოვლინებას წარმოადგენს აქტინიდიისა და კიბო განდეგილის თანაცხოვრება. აქტინიდია თავისი მსუსხავი ძაფებით კიბოს იცავს მტაცებლებისაგან, კიბო კი ამოძრავებს აქტინიდიას და უადვილებს საკვების მოპოვებას და წყლის პირობების ცვლას.

ყვავილოვან მცენარეებსა და ცხოველებს შორის მუტუალისტური დამოკიდებულების კარგი მაგალითია მწერებისა თუ სხვა ცხოველებით დამტვერვისადმი შეგუების ურთიერთშესაბამისობა ყვავილის აგებულებასთან. მცენარესა და ცხოველს შორის მსგავსი სასიცოცხლო ურთიერთდამოკიდებულების შეტად შთამბეჭდავი მაგალითია ურთიერთობა მავრიკიის კუნძულებზე (ინდოეთის ოკეანე) ოდესღაც მცხოვრებ დიდი ზომის ფრინველ დოდოსა (დრონტი) და მცენარე Calvaria mojor-ას შორის. აღნიშნულ ფრინველს კუნძულზე ბუნებრივი მტრები არ ჰყავდა, შესაბამისად მან თანდათან დაკარგა ფრენის უნარი. ამიტომაც კოლონიზატორებმა იგი შედარებით იოლად

გაანადგურეს. ფრინველის გადაშენებას მოჰყვა დასახელებული მცენარის გამრავლების შეწყვეტაც. აღმოჩნდა, რომ თუ აღნიშნული მცენარის თესლები ვერ მოხვდება დოდოს მომნელებელ მილში ისინი უბრალოდ კარგავენ გაღივების უნარს და მათგან მცენარეები ვეღარ აღმოცენდებიან.

მცენარეებსა და მიკრობებს შორის სასარგებლო თანაცხოვრების საუკეთესო მაგალითია ე.წ. მიკორიზის არსებობა ბარკოსნებისა და აზოტობაქტერიების ურთიერთდამოკიდებულების შედეგად. აზოტობაქტერია მცენარეს ამარაგებს ატმოსფერული აზოტით, ხოლო მცენარე ბაქტერიას — ორგანული ნივთიერებებით. მსგავს გამოყენებასთან გვაქვს საქმე ნაწლავის სასარგებლო მიკროფლორასა და ადამიანის ორგანიზმს შორის. ასეთივე დამოკიდებულებაა მცხოველ ცხოველებსა და მათ ნაწლავებში მოსახლე ცელულოზის დამშლელ მიკრობებს შორის.

ფაგებსა და ბაქტერიებს შორის მუტუალისტური ურთიერთქმედების მაგალითია სასიცოცხლო დამოკიდებულება ე.წ. ლიზოგენურ ბაქტერიებსა (რომლებიც ფაგებს შეიცავენ ბროფაგის მდგომარეობაში და მხოლოდ გარკვეული პერიოდის შემდეგ ექვემდებარებიან ლიზისს) და შესაბამის ბროფაგებს შორის (ბროფაგები ბაქტერიებს სძენენ იმუნურ უნარს მისი მსგავსი ფაგის მიმართ).

კომენსალიზმი სხვადასხვა სახეობის ორგანიზმებს შორის ისეთი სასიცოცხლო ურთიერთდამოკიდებულებაა, როცა ერთიანობა სასარგებლოა ერთი პარტნიორისათვის, მეორისათვის კი აქვს ნეიტრალური (არც სასარგებლო, არც საზიანო) მნიშვნელობა. მაგალითისათვის შეიძლება დავასახელოთ ზოგიერთი ზღვის პოლიპის თანაცხოვრება თევზის ზოგიერთ სახეობასთან. პოლიპები სახლდებიან თევზის სხეულზე, იკვებებიან მათი გამონაყოფით, მაგრამ არავითარ გავლენას არ ახდენენ თევზზე.

მტაცებლობა ისეთი სასიცოცხლო ურთიერთობაა, როცა ერთი ორგანიზმი (მტაცებელი) ცხოვრობს მეორის (მსხვერპლის) განადგურების ხარჯზე. რასაკვირველია, მსგავსი ურთიერთდამოკიდებულება საზიანოა მსხვერპლისათვის, მაგრამ ხშირად ასეთი ურთიერთობისას მტაცებელი უშირატესად ანადგურებს რა

დაავადებულ თუ სხვადასხვა სასიცოცხლო ნიშნით ნაკლებადაპტურ ეგზემპლარებს, ამით გარკვეულად სასარგებლო გადამრჩევი ფაქტორის როლშიც გამოდის მსხვერპლის პოპულაციისათვის.

პარაზიტიზმის დროს ერთი ორგანიზმი (პარაზიტი) ცხოვრობს მეორის (მეპატრონის) ხარჯზე, მაგრამ მტაცებლისაგან განსხვავებით იგი არ ანადგურებს მეპატრონეს, რადგანაც მეპატრონის სიკვდილი ნიშნავს საკუთარი სიცოცხლის მოსპობასაც. ჩვეულებრივ, მეპატრონე ორგანიზმი ზომით ყოველთვის მეტია პარაზიტთან შედარებით, იგი პარაზიტის გავლენით ავადდება, მაგრამ იშვიათად იღუპება. ამან განაპირობა ის, რომ პარაზიტ-მეპატრონის ურთიერთობის ევოლუცია ძირითადად წავიდა ისეთი მიმართულებით, რომლის დროსაც მეპატრონისადმი პარაზიტის უარყოფითი გავლენის ტენდენცია თანდათანობით სუსტდება.

პარაზიტიზმის ევოლუციის პროცესში პარაზიტებმა უპირატესად განიცადეს იმ ორგანოების რედუქცია, რომლებსაც არ გააჩნიათ რაიმე მნიშვნელოვანი დატვირთვა პარაზიტის ფუნქციონირებაში, სამაგიეროდ, პროგრესულ ცვლილებებს ექვემდებარებიან ისეთი ნიშნები, რომლებიც აუმჯობესებენ მათ ცხოველმყოფელობას მეპატრონის ორგანიზმში.

ანტაგონიზმის დროს ერთი სახეობის ორგანიზმი ასუსტებს მეორე სახეობის ორგანიზმთა ცხოველმყოფელობას. ზოგიერთი მცენარე გამოიმუშავებს ფიტონციდებს, ზოგი — ანტიბიოტიკებს და სხვა სახის ნივთიერებებს, რომლებიც თრგუნავს მეორე სახეობის მცენარეთა ცხოველმყოფელობას.

რაც შეეხება *კონკურენტულ* დამოკიდებულებას, მისი მიზეზები და ევოლუციური შედეგები განხილული იყო წიგნის წინა თავებში. გამოდის, რომ ბიოგეოცენოზში ბიოკომპონენტებს შორის სასიცოცხლოდ აუცილებელი კავშირები მყარდება არა მარტო კვებითი ჯაჭვების სახით, არამედ გარკვეული მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე სხვა სახის სასიცოცხლო კავშირ-ურთიერთობებს, რაც ასევე აქტიურად მონაწილეობს ბიოგეოცენოზის მდგრადობისა და მისი ფუნქციური რეგულაციის საქმეში.

ამრიგად, ყოველი ეკოსისტემა, გარდა ზოგადი თავისებურებებისა, ინდივიდუალურიცაა. ეს, უპირველეს ყოვლისა, ტროფიკული დონეებისა თუ ენერგიისა და ნივთიერებათა წრებრუნვისა და ბიოკომპონენტების სხვადასხვა სახეობას შორის სასიცოცხლო თავისებურებებით განისაზღვრება. ასე რომ, ყოველ ეკოსისტემაში ხდება ენერგიისა და ნივთიერებათა ცვლის ციკლური გარდაქმნა, რომელიც მოწესრიგებული წრებრუნვის ხასიათს ატარებს. მისი ზოგადი შედეგი ენერგიის აკუმულაცია და ტრანსფორმაციაა. სწორედ, აღნიშნულ დონეზე რეგულირდება ბიოგეოქიმიური გარდაქმნები. ამიტომაც, ხშირად ბიოგეოცენოზს ბიოლოგიური წრებრუნვის ელემენტარულ ერთეულს უწოდებენ. ამგვარ გარდაქმნებში მთავარი როლი ეკოსისტემის ბიოკომპონენტებს განეკუთვნება, თუმცა, იგი ყოველთვის დაკავშირებულია ეკოტოპურ თავისებურებებთან. გამოდის, რომ ყოველ ეკოსისტემაში ყალიბდება შინაგანად აუცილებელი და ხშირად, წინააღმდეგობრივი კავშირ-ურთიერთობანი, ერთი მხრივ, ბიოკომპონენტებს (ტროფული), ხოლო მეორე მხრივ, ეკოტოპურ გარემოსა და ბიოცენოზურ დაჯგუფებათა შორის (ტოპური). ეკოსისტემის სტრუქტურული თავისებურებების შესაბამისად, ასეთი კავშირები მეტ-ნაკლებად გამოკვეთილია, მაგრამ ყოველი ეკოსისტემის მდგრადობისათვის აუცილებელი პირობაა. სწორედ, ასეთ ეკოსისტემაში ხდება შესაძლებელი სახეობათა შიგნით, სახეობათა შორის და გარემოს ფიზიკურ პირობებთან არსებობისათვის ბრძოლის გამოვლინება იმ სახით, რაც აუცილებელია ევოლუციური განვითარებისათვის. ეკოსისტემაში შექმნილი საერთო გარემო გამოდის გადამრჩევი ფაქტორის როლში და განაპირობებს მიკრო- თუ მაკროევოლუციურ გარდაქმნებს. ამიტომაც ითვლება ეკოსისტემა ანუ ბიოგეოცენოზი ევოლუციური გარდაქმნის არენად. სწორედ, მასში მიმდინარე ევოლუციური პროცესები აბალანსებს მის სტრუქტურას, მდგრადობისა და თვითრეგულაციის უნარს, ენერგიისა და ნივთიერებათა ცვლის რეგულაციის თავისებურებებს.

ეკოსისტემის თვითრეგულაცია ნიშნავს იმას, რომ ყოველი სახეობის ინდივიდთა რაოდენობა შენარჩუნებულია ერთ

განსაზღვრულ, შედარებით მუდმივ დონეზე. ბიოცენოზის (ეკოსისტემის) მრავალრიცხოვანი ბინადარი ერთად არსებობს, მაგრამ ისინი მთლიანად კი არ ანადგურებენ ერთმანეთს, არამედ მხოლოდ ზღუდავენ თითოეული სახეობის ინდივიდთა რაოდენობას განსაზღვრული დონით. თუმცა, კონსუმენტი სახეობების რაოდენობა (მაგ., ტყეში) გაცილებით მეტია, ვიდრე იმ მცენარეთა სახეობების რიცხვი, რომელთა ხარჯზეც ისინი არსებობენ. მაგრამ ცხოველთა მთელი ბიომასა მცენარეებთან შედარებით მცირეა. თანაფარდობა პროდუცენტებსა და კონსუმენტებს შორის შეშთხვევითი არ არის. იგი კანონზომიერი ხასიათისაა და დაცულია ავტომატურად მოქმედი მექანიზმებით, რომლებიც არეგულირებენ სახეობების, პოპულაციების რიცხობრიობას ბიოცენოზში. პოპულაციაში იმაზე ბევრად მეტი ინდივიდი წარმოიშობა, ვიდრე მის მიერ დაკავებულ ტერიტორიაზე არსებობაა შესაძლებელი (ორგანიზმთა გამრავლების ინტენსივობაზე მიუთითებდა ჯერ კიდევ დარვინი). შეუსაბამობა პოპულაციებში წარმოშობილ ინდივიდთა რიცხვსა და მათი სიცოცხლისათვის აუცილებელ საარსებო საშუალებათა შორის გარდაუვალად იწვევს არსებობისათვის ბრძოლას, რასაც თან ახლავს ნაყოფიერების შემცირება და სახეობის ინდივიდთა ნაწილის დაღუპვა, მაგრამ ყოველივე ეს მთელი რიგი თაობების განმავლობაში სახეობას ხელს უწყობს სულ უფრო უკეთ შეეგუოს საბინადრო გარემოს და იმ ფაქტორებს, რომლებიც ასეთ ბრძოლებს იწვევს, ანუ დაიმკვიდროს ბიოგეოცენოზში საკუთარი ნიშა.

როგორც ვხედავთ, ბიოგეოცენოზი სიცოცხლის თავისებური ორგანიზაციული დონეა. ამ მხრივ მას ზოგჯერ ცოცხალ ორგანიზმს ადარებენ. რა თქმა უნდა, ბიოგეოცენოზშიც საკმაოდ სრულყოფილია შინაგანი სტრუქტურების დიფერენციაციული და ინტეგრალური ერთიანობა, მაგრამ იგი ამ თვალსაზრისით უდაოდ ჩამოუვარდება ორგანიზმს, როგორც ცოცხალ სისტემას. ორგანიზმისაგან განსხვავებით, ეკოსისტემის ცალკეულ კომპონენტს შეუძლია დამოუკიდებლად არსებობაც, თუმცა, აქ იგულისხმება დროებით არსებობა და იგი არ გულისხმობს ხანგრძლივ — ევოლუციურ დროს.

როგორც ვხედავთ, ბიოცენოზი თავისი სტრუქტურული, ენერგეტიკული და ნივთიერებათა ცვლის თავისებურებით, თვითრეგულაციის, დინამიკურობის, შედარებითი მდგრადობისა და შინაგანად წინააღმდეგობრივი, მაგრამ აუცილებელი კავშირების წყალობით გამოდის ელემენტარული ევოლუციური გარდაქმნის არენის როლში.

ბიოსფერო, როგორც სიცოცხლის ორგანიზაციული დონე

ტერმინი ბიოსფერო ბიოლოგიაში პირველად ლამარკმა გამოიყენა, პალეონტოლოგიაში იგი ზიუსმა დაამკვიდრა, ხოლო მოძღვრება ბიოსფეროს შესახებ ჩამოაყალიბა ვერნადსკიმ. ჩვეულებრივ, ბიოსფეროს ქვეშ იგულისხმება დედამიწის ცოცხალი ორგანიზმებით დასახლებული სპეციფიკური გარსი. იგი მთლიანად მოიცავს დედამიწის წყლის გარსს (ჰიდროსფეროს), რადგანაც წყლის გარემო თითქმის მთლიანადაა დასახლებული ცოცხალი ორგანიზმებით, ატმოსფეროს ქვედა ფენებს, კერძოდ, 10-20 კილომეტრიან შრეს და ლითოსფეროს ზედა ნაწილს (რომლის უკიდურესი ქვედა საზღვარი 7-10 კმ-ს აღწევს).

ბიოსფერო დედამიწის თვისობრივად სპეციფიკური სფეროა. სიცოცხლის არსებობამ მას განსაკუთრებული თავისებურებები შესძინა, რითაც იგი განსხვავდება დედამიწის ჩვეულებრივი სფეროებისაგან.

ბიოსფეროს ელემენტარული სტრუქტურული ქვედანაყოფები არის ბიოგეოცენოზები. ბიოგეოცენოზი, ამასთანავე, ნივთიერებათა წრებრუნვის, ბიოგეოქიმიური გარდაქმნების ელემენტარული ერთეულიცაა. გამოდის, რომ ბიოსფერო დედამიწაზე სიცოცხლის ორგანიზაციის ყველაზე მაღალ ორგანიზაციულ დონეს წარმოადგენს. ბუნებრივია, იგი ცოცხალი ორგანიზმების თანაცხოვრების თავისებური, მაგრამ უმსხვილესი სისტემაა. მისი შემადგენლობა, აგებულება, ნივთიერებათა წრებრუნვა და ენერგეტიკული პროცესები მასში სიცოცხლის არსებობითაა განპირობებული.

ეკოსისტემებში და საერთოდ, მთელს ბიოსფეროში დინამიკური წონასწორობის მდგრადობის, მისი დამრღვევი

ბირობებისა და მექანიზმების ცოდნის გარეშე შეუძლებელია, გაგებული იქნეს ბუნებაში ევოლუციური პროცესების მოქმედება. ასეთი გარდაქმნები კი ყოველთვის ხდება დინამიკურ ეკოსისტემებში და მით უფრო მსხვილ კომპლექსებში — ლანდშაფტებში. მით უმეტეს, ასეთი ცოდნის გარეშე ადამიანს არ შეეძლება, რაციონალურად და სასარგებლოდ ჩაერთოს დედამიწის ბიოსფეროში მიმდინარე პროცესებში.

სადღეისოდ, როცა განსაკუთრებით გაძლიერებულია ადამიანის გავლენა ეკოსისტემებსა და საერთოდ, ბიოსფეროზე, უფრო აქტუალური ხდება ბიოწონასწორობის რეგულაციის ევოლუციური კანონზომიერებების შესწავლა. ასევე აუცილებელია, საფუძვლიანად იქნეს შესწავლილი ადამიანის ყოველმხრივი გავლენა ბიოსფეროზე და მისი შედეგების სწორი და მეცნიერულ საფუძვლებზე დაფუძნებული პროგნოზირება.

როცა ადამიანი იყენებს ბუნებას, რის გარეშეც ადამიანის არსებობა შეუძლებელია, იგი ამასთანავე, ვალდებულია, თვით ბიოსფეროს თვითრეგულაციური კანონზომიერებების კარგი ცოდნის საფუძველზე, რაც შეიძლება მცირე უარყოფითი ზეგავლენა მოახდინოს ეკოსისტემების მიერ ევოლუციურად გამომუშავებულ რეგულაციურ მექანიზმებზე. თუ ასე არ მოხდა, მაშინ ადამიანი დაარღვევს ეკოსისტემის დინამიკური წონასწორობის შესაბამისი პირობებისათვის ბუნებრივად დარეგულირებულ ბალანსს, რაც ჩვეულებრივ შემთხვევაში მის დეგრადაციას იწვევს. ეკოსისტემებზე ადამიანის ზეგავლენის ინტენსივობის შესაბამისია თვითრეგულაციური ბალანსის დარღვევის დონეც. როცა ნეგატიური გავლენა ძლიერია, ეკოსისტემა კარგავს წონასწორობის აღდგენის უნარს, მასში მიდის შეუქცევადი ცვლილებები, რამაც შეიძლება მისი, როგორც სისტემის მოშლა და სხვადასხვა ხარისხით გამოვლენილი ეკოლოგიური კრიზისები გამოიწვიოს. ასეთ პროცესებს შეიძლება საბოლოოდ მოჰყვეს ეკოსისტემის შეუქცევადი ნგრევა-გადაგვარება ე.წ. ეკოლოგიური კატასტროფა.

თუ მხედველობაში არ მივიღებთ თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნიკური რევოლუციის პირობებში ბიოსფეროზე ანთროპოგენური ზემოქმედების გლობალურ მასშტაბებს, რაც

თავისთავად საგანგაშოა, ბუნებათსარგებლობის ინტერესებიდან გამომდინარე, ეკოსისტემებზე ადამიანის ზემოქმედების პროცესები შეიძლება კონტროლირებადი და ნაკლებსაზიანო იყოს. საქმე ეხება ბუნების რაციონალურ გამოყენებას. თუ კარგად შევისწავლით ეკოსისტემებისა და უფრო მსხვილი ლანდშაფტური კომპლექსების ბიოწონასწორობის მექანიზმებს, შეგვეძლება კიდეც გამოვიყენოთ ბუნება, მაგრამ მივაყენოთ ნაკლები ან უმნიშვნელო ზიანი. ზოგჯერ ამ თვალსაზრისით, შევხვდებით მეტად კატეგორიულ და სკეპტიკურ გამონათქვამებს, რომ ბუნებაზე ზემოქმედება გამოიწვევს ბიოსფეროს დესტაბილიზაციას და დეზინტეგრაციას, რომ თითქოს, ადამიანის მიერ ბუნების გამოყენება კატასტროფამდე მიგვიყვანს, მოხდება ბიოსფეროს დეგრადაცია (ალტუხოვი). ბუნების რაციონალური გამოყენების შემთხვევაში ასეთი განგაში უსაფუძვლოა.

ადამიანს გონივრული მიდგომით შეუძლია ბუნების გაკეთილშობილებაც კი. ეკოსისტემებისა და საერთოდ, მთელი ბიოსფეროსათვის დამახასიათებელ თვისობრივ თავისებურებათა და რეგულაციური მექანიზმების ცოდნას არა აქვს მარტო აკადემიური მნიშვნელობა. საჭიროა კაცობრიობამ უფრო მეტად იზრუნოს, ერთი მხრივ, ბუნების დაცვის გაძლიერების აუცილებლობის, ხოლო მეორე მხრივ, ბიოსფეროს ბიოლოგიური პროდუქტიულობის ამაღლებისა თუ ბუნებრივ და კულტურულ ლანდშაფტებში ბიოლოგიური წრებრუნვის პროცესების გაძლიერების მიმართულებით სათანადო ღონისძიებების გატარებისათვის. ამის მიღწევა, უწინარესად, შეიძლება მელიორაციული ღონისძიებებით, უნაყოფო ტერიტორიებზე დედამიწის მწვანე სამყაროს (მცენარეთა) ფართობის გაზრდით. ეს, პირველყოვლისა, უნდა გაკეთდეს ისეთი მცენარეების ბაზაზე, რომელთაც ფოტოსინთეზური თვალსაზრისით მაღალი მარგი ქმედების კოეფიციენტი ახასიათებთ. ამასთანავე, სახეობათა შერჩევის დროს გათვალისწინებული უნდა იქნეს ბიოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნებისა და დარღვევის კანონზომიერებები.

დედამიწის ბიოპროდუქტიულობის ამაღლების მეტად პერსპექტიული გზაა ბუნებაში არსებული უდიდესი მარაგის –

ველური მიკრობების, მცენარეებისა და ცხოველების მოშინაურება და გაკულტურულება. არის ვარაუდი, რომ ამ გზით შეიძლება 2-3-ჯერ ამაღლდეს ბიოლოგიური პროდუქტიულობა. ამას ემატება სელექციური საქმიანობის უდიდესი შესაძლებლობები. მიკრობული შტამების, მცენარეებისა და ცხოველების მაღალპროდუქტიული ჯიშების შექმნა სელექციის თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით დედამიწაზე ბიოპროდუქტიულობის ამაღლების ჭეშმარიტად ამოუწურავ შესაძლებლობებს იძლევა. ყოველივე აღნიშნულს ემატება თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური შესაძლებლობებისა და აგროტექნიკურ ღონისძიებათა შემდგომი სრულყოფის ხარჯზე ბიოპროდუქტიულობის ამაღლების მდიდარი რეზერვებიც. თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის პირობებში მსგავსი პრობლემების გადაწყვეტის შესაძლებლობა სულ უფრო რეალური ხდება.

ყოველგვარი ასეთი მიღწევა პირდაპირ თუ არაპირდაპირ უკავშირდება ბიოევოლუციური მოძღვრების განვითარების შედეგებსა და ზოგად კანონზომიერებებს. როგორც თვით ცხოვრებამ აჩვენა, ყოველი ახალი დიდი წარმატება ცივილიზაციის გზაზე საკაცობრიო ღირებულებების თვალსაზრისით სათანადო მეცნიერულ დასაბუთებას და განზოგადებას საჭიროებს. როცა საქმე ეხება ბუნებასთან ადამიანის ურთიერთობის სტრატეგიულ პრობლემებს, ბუნების რეგულაციური პროცესების მდგრადობისა და პროგნოზირების საკითხებს, ყოველივე ამაში ადამიანის, როგორც თვით ბუნების ნაწილის სათანადო როლისა და ადგილის შეფასებას, აუცილებელი ხდება ბიოსფეროში ბიოევოლუციური კანონზომიერებების თავისებურებათა ხედვა-პროგნოზირება აკადემიურ დონეზე და შესაბამის ფარგლებში — მისი რეგულირებაც საჭიროებისამებრ. ამდენად, აშკარა ხდება ევოლუციური მოძღვრების არა მარტო თეორიული, არამედ უდიდესი პრაქტიკულ-გამოყენებითი მნიშვნელობაც.

მართალია, სიცოცხლის განხილული ორგანიზაციული დონეები ხასიათდებიან საკუთარი თავისებურებებითა და კანონზომიერებებით, მაგრამ მთლიანობაში მთელი ცოცხალი ბუნების იერარქია თვითრეგულირებადი სისტემაა, რომელიც

გამუდმებულ თანაფარდობაშია არაორგანულ სამყაროსთან. უკუკავშირის გზით აქ პროცესები მიდის ენტროპიის დაძლევისა და შინაგანი სტრუქტურის მოწესრიგებულობისაკენ, თვითორგანიზებულობის დონის ამაღლებისაკენ და ყველაზე მთავარი ისაა, რომ ადამიანმა აქ არ უნდა შეასრულოს ნეგატიური როლი.

ზოგიერთი ანტისელექციური (ანტიდარვინისტული და ანტისინთეზური) ევოლუციური მიმდინარეობა

ჩ. დარვინის ევოლუციური თეორია, ეყრდნობა რა ორგანულ სამყაროში ორგანიზმთა საყოველთაო სწრაფვას ჭარბდასახლებისადმი, აღიარებს არსებობისათვის ბრძოლის კონცეფციას და მის საფუძველზე უშვებს ცოცხალ ბუნებაში ბუნებრივი გადარჩევის შესაძლებლობას. დარვინის ევოლუციური მოძღვრების ქვაკუთხედს წარმოადგენს ცოცხალ სამყაროში გაბატონებული განუსაზღვრელი ხასიათის ინდივიდუალური ცვალებადობის აღიარება და ამის საფუძველზე ორგანიზმთა დახარისხება ინდივიდუალურ ცვალებადობათა ადაპტური სარგებლიანობის დონის მიხედვით. როგორც ვიცით, მან ამ პროცესს ბუნებრივი გადარჩევის ანუ სასარგებლო ინდივიდუალური ცვლილებების მქონე ორგანიზმთა გადარჩენისა (და შესაბამისად, ასეთი ნიშნების თაობებში გამრავლებისა და განმტკიცების) და საზიანო ცვლილებების მქონე ორგანიზმთა განადგურების (რაც აღარ აძლევს საშუალებას, თაობებში დამაგრდეს საზიანო ანუ ადაპტურად უსარგებლო ცვლილებები) პროცესი უწოდა. დარვინის მიხედვით, სწორედ, ბუნებრივი გადარჩევა წარმოადგენს ევოლუციის მთავარ მამოძრავებელ ძალას, რადგანაც ბუნებრივი გადარჩევის პრინციპი საშუალებას იძლევა აგვხსნათ ევოლუციური განვითარების ადაპტური, სასარგებლო ნიშნების თანდათანობითი დაგროვების ისტორიული ხასიათი, ევოლუციური განვითარების პროგრესული ბუნება, ცოცხალი სამყაროს მრავალფეროვნებისა და საერთოდ, ახალ სახეობათა წარმოშობის მიზეზები და მექანიზმები. ეს ყოველივე, დარვინის თეორიის მიხედვით, ეფუძნება ბუნებაში მოქმედ ობიექტურ და მატერიალისტურ კანონზომიერებებს. იგი შორსაა ყოველგვარი არამეცნიერული, შეუცნობადი და სასწაულმოქმედი ძალების აღიარებისაგან. ამიტომაც, დარვინისეული ხედვა ცოცხალი მატერიის თვისობრივი თავისებურებების, მისი განვითარების მიზეზების, მექანიზმებისა და კანონზომიერებათა შესახებ

სრულიად ახლებური ტიპის მოვლენა იყო ცივილიზაციის ისტორიაში.

დარვინისშემდგომ პერიოდში ბიოლოგიაში ბევრი მეცნიერული სიახლე დაგროვდა. როგორც ცნობილია, XX საუკუნე გენეტიკის საუკუნედ იქნა აღიარებული. პირველყოვლისა, დიდ წარმატებას მიაღწია გენეტიკამ, მოლეკულურმა ბიოლოგიამ, ბიოგეოცენოლოგიამ, იმუნოლოგიამ, კოსმოსურმა ბიოლოგიამ და სხვ. ბევრი რამ ცნობილი გახდა თვით მემკვიდრული ინფორმაციის ბუნების და მისი მატარებელი ბიომოლეკულების შესახებ, კარდინალურად შეიცვალა შეხედულებები მემკვიდრეობისა თუ მემკვიდრული (შუტაციური, კომბინაციური, რეკომბინაციური) და არამემკვიდრული (მოდიფიკაციური, ონტოგენეზური, კორელაციური) ცვალებადობის ბუნების შესახებ. ბევრი რამ გაირკვა ბიოგეოცენოზში ცოცხალ ორგანიზმთა სასიცოცხლო კანონზომიერებათა რეგულაციის თვალსაზრისით. ახალმა მიღწევებმა თავისთავად მოითხოვა დარვინის ევოლუციური თეორიის ცალკეული დებულების კორექტირება. სწორედ, ასეთი ახლებური ხედვით ჩამოყალიბდა ახალი ტიპის ევოლუციური თეორია, რომელიც, როგორც უკვე ვიცით, მეცნიერებაში შევიდა, როგორც ევოლუციის სინთეზური თეორია (ესთ).

ევოლუციის სინთეზურმა თეორიამ მთელი რიგი ცვლილებები შეიტანა ევოლუციის დარვინისეულ წარმოდგენაში. კერძოდ, აღიარა, რომ ბუნებრივი გადარჩევის თეორია ეფუძნება არა ორგანიზმოცენტრულ (ტიპოლოგიურ) აზროვნებას, არამედ პოპულაციოცენტრულ (პოპულაციის გენეტიკურ-ევოლუციურ) კონცეფციას, რომ კონკრეტული ორგანიზმები ევოლუციაში ასრულებენ ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების ობიექტის — გადარჩევის ერთეულის ფუნქციას, ისინი ფენოტიპური თავისებურებებით კავშირს აყარებენ გადარჩევასა და გენოტიპებს შორის, ხოლო დროში შეზღუდული არსებობის გამო მათ არ გააჩნიათ ევოლუციური ბედი და ისინი ვერ შეასრულებენ მიკროევოლუციურ გარდაქმნებში ელემენტარული ევოლუციური ერთეულის ანუ სტრუქტურის მატარებელ ფუნქციას. მიკროევოლუციაში ასეთ ფუნქციას

პოპულაცია ასრულებს. ევოლუციის სინთეზურმა თეორიამ შეავსო დარვინისეული, ზოგჯერ მცდარი წარმოდგენები მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებათა შესახებ. ახლებური ხედვით გადააფასა მემკვიდრეობის, ცვალებადობის, არსებობისათვის ბრძოლის, მიკრო- და მაკროევოლუციური განვითარების მექანიზმების, გზებისა და მიმართულებების შესახებ დარვინისეული კონცეფცია. მაგრამ კიდევ უფრო სრულყო და საფუძვლიანი გახადა დარვინისეული თეორია ბუნებრივი გადარჩევის შესახებ. ევოლუციის სინთეზური თეორიაც აღიარებს, რომ ევოლუციის მთავარი ფაქტორი, ძირითადი მამოძრავებელი ძალა არის ბუნებრივი გადარჩევა. პოპულაციური გენეტიკის, გენთა მუტირებისა და თაობებში გავრცელება-დაგროვების კანონზომიერებათა შესწავლის საფუძველზე დაასკვნა, რომ ბუნებაში მოქმედებს სელექციურობის პრინციპი და ამ საფუძველზე ადგილი აქვს გენების, გენოტიპებისა და პოპულაციების გადარჩევას. ამით ევოლუციის სინთეზურმა თეორიამ აღიარა ბუნებაში გადარჩევის წარმმართველი და შემოქმედებითი მნიშვნელობა, რითაც მან გაიზიარა დარვინისეული შეხედულება ცოცხალი ბუნების ევოლუციური განვითარების საკითხებში მატერიალისტური ბუნებრივი ძალების მოქმედების პრიორიტეტის შესახებ. მაგრამ არც ევოლუციის სინთეზური თეორია აღმოჩნდა ნაკლოვანებისაგან დაზღვეული. ლ.დავითაშვილი მთელ რიგ საკითხებში ედავება პოსტნეოდარვინიზმს (როგორც თვითონ უწოდებს ევოლუციის სინთეზურ თეორიას). იგი მიიჩნევს, რომ „პოსტნეოდარვინიზმი არ შეიძლება ჩაითვალოს სრულფასოვან ევოლუციურ მოძღვრებად, რომელიც დგას ბიოლოგიური მეცნიერების მიღწევების დონეზე“. ლ. დავითაშვილი აკრიტიკებს ევოლუციის სინთეზურ თეორიას ისეთი საკითხების ევოლუციური მექანიზმებისა და მნიშვნელობის სათანადო მეცნიერულ საფუძვლიანობაში, როგორიცაა: სიმბსონის „ქვანტური ევოლუციის“ რეალობა და ევოლუციური მნიშვნელობა, ალომეტრული (ორგანიზმისა და ცალკეული ორგანოების ძლიერი მატება ზომაში) მიზეზებისა და შედეგების, ევოლუციური მექანიზმებისა და მნიშვნელობის ახსნა; ბუნებრივი გადარჩევის მათემატიკური თეორიით ევოლუციური

პროცესების გადამეტებული მათემატიზაცია და მისი ევოლუციური მნიშვნელობის უნივერსალიზაცია; რაიტის „გენეტიკური დრეიფის“ კონცეფციის ევოლუციური მნიშვნელობის გადაჭარბებული შეფასება, არაქრომოსომური მემკვიდრეობის ევოლუციური როლის შეფასება და სხვა. პოსტნეოდარვინისტებს მოუწოდებს მსგავსი საკითხების მეცნიერული ინტერპრეტირებისაკენ დარვინის შრომების უფრო სიღრმისეულად გაცნობის საფუძველზე.

ევოლუციის სინთეზური თეორიის არასრულფასოვნებაზე მიუთითებენ: მიჩიგანის უნივერსიტეტის ზოოლოგიის პროფესორი მ. ბეიტსი (გარემოს ევოლუციური როლის შეფასებაში) შრომაში „ეკოლოგია და ევოლუცია“; ჩიკაგოს უნივერსიტეტის პროფესორი, პალეონტოლოგი ე. ოლსონი (ციტოპლაზმური მემკვიდრეობისა და მიკრობული გენეტიკის აღმოჩენების ევოლუციური როლის შეფასებაში და საერთოდ, ევოლუციის ზედმეტად მენდელიზაციაში) შრომაში — „მორფოლოგია, პალეონტოლოგია და ევოლუცია“. ზოგიერთი თვლის, რომ ევოლუციის სინთეზური თეორია — ეს არის „ლამაზი სამუშაო ჰიპოთეზა“ (ლ. მორე), ზოგიც მიიჩნევს, რომ იგი არის „თეორიული ეიფორია“ და მეტი არაფერი (ჟ. ლემანი). ზოგიც თვლის, რომ ეს არის „სასარგებლო აბსტრაქცია“ (კამშილოვი), ან კიდევ — „დროებითი და გამარტივებული“ წარმოდგენები (სოლბრინგი) და სხვა.

ევოლუციის სინთეზური თეორიის ზოგიერთ შეზღუდულობაზე მიუთითებენ ამ თეორიის მამამთავრები — სიმპსონი (ევოლუციის მიმართულების მექანიზმების ახსნის საქმეში), მაიერი (ევოლუციური სიახლეების ბუნებრივი გადარჩევის გზით ჩამოყალიბების შესახებ, როცა აღნიშნული ნიშნის ფენოტიპურად გამოვლენა საწყის პერიოდში ვერ მოხდება) და სხვები. მიუხედავად ზოგიერთი ნაკლოვანებისა, ევოლუციის სინთეზური თეორია ევოლუციაში სელექციურობის პრინციპის აღიარებით მაინც მყარ მეცნიერულ საძირკველს ეყრდნობა, რაგანაც სელექტოგენური ევოლუციის უარყოფა ფაქტიურად ნიშნავს ევოლუციის მთავარ ფაქტორად საოცრებების აღიარებას.

ჩვენ წინა თავებში უკვე გვქონდა საუბარი მთელ რიგ

ანტიდარვინისტულ მიმდინარეობებზე (მექანოლამარკიზმი, ფსიქოლამარკიზმი, ნეოლამარკიზმი, გენეტიკური ანტიდარვინიზმი, სოციალ-დარვინიზმი და სხვა). თანამედროვე პირობებში ჩამოყალიბდა ახალი ანტიდარვინისტული და ანტისინთეზურ-ევოლუციური მიმდინარეობანი, რომლებიც პრეტენზიებს აცხადებენ ახალი ტიპის (არადარვინისტული და არასინთეზური) ევოლუციური თეორიების შექმნაზე. როგორც დავითაშვილი აღნიშნავს, „ბოლო წლებში სამეცნიერო პრესაში პირველად თავშეკავებით, შემდეგ უფრო გაბედულად დაიწყო გამოსვლები ბუნებრივი გადარჩევის თეორიის წინააღმდეგ, ყოველივე იმის წინააღმდეგ, რაც შეიძლება წარმოვიდგინოთ, თუნდაც შეცდომით — დარვინის სასარგებლოდ. საქმე ფართოდ გაჩაღებულ კამპანიამდე მივიდა ევოლუციურ პროცესში ყოველგვარი ბუნებრივი განსჯის წინააღმდეგ სახეთა წარმოშობის და ბუნების განვითარებაში რაღაც საოცრებების აღიარებით, რაც არ აიხსნება ბუნებაში მოქმედი არანაირი ფაქტორების გავლენით“. უმდიდრესი მიღწევები მოლეკულურ ბიოლოგიაში, განსაკუთრებით კი მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის მოლეკულური მექანიზმების ახსნაში ზოგიერთ მკვლევარს აფიქრებინებს, რომ მხოლოდ მოლეკულურ ბიოლოგიას შეუძლია გადაწყვიტოს ყველა ევოლუციური პრობლემა, ამიტომაც საეჭვო ხდება შემდგომ ევოლუციურ კვლევებში ტრადიციული კლასიკური ბიოლოგიური მიმართულებების გამოყენების მიზანშეწონილობა.

ახალი ტიპის ევოლუციური მიმდინარეობანი ტრადიციულ ევოლუციურ თეორიას უპირისპირდებიან ისეთ ძირითად და საკვანძო საკითხებში, როგორიცაა:

- თვით ევოლუციური გარდაქმნის შინაარსის გაგება;
- მთავარი ევოლუციური ძალის აღიარების საკითხი;
- სახეობათა წარმოშობის მექანიზმების, გზებისა და თავისებურებების ახსნა;
- ევოლუციური გარდაქმნების ბერიოდულობისა და ტემპების საკითხების ინტერპრეტაცია;
- ევოლუციური განვითარების მიმართულების (აღმავალი თუ დაღმავალი) პრობლემის ანალიზი და სხვა.

ზოგიერთი თანამედროვე ანტისელექციური ევოლუციური თეორია ზემოთ ჩამოთვლილ საკითხებში იკავებს პრინციპულად მსგავს, მაგრამ ზოგიერთ დეტალში — განსხვავებულ პოზიციებს. განსხვავებულ შეხედულებებს შეძლებისდაგვარად გადმოვცემთ ცალკეული მიმდინარეობის განხილვის დროს. ახლა დავკმაყოფილდეთ იმ ძირითადი საერთო პოზიციების დაფიქსირებით, რაც ამ მიმდინარეობებს ახასიათებთ ზემოთ დასახელებულ საკითხებთან მიმართებაში.

სახელმძღვანელოს შესავალში ევოლუციის სინთეზური თეორიის მიხედვით დახასიათებული იქნა ევოლუციური განვითარების ბუნება. ითქვა, რომ ევოლუცია ისეთი განვითარებაა (დროში ცოცხალი სამყაროს ცვალებადობა), რომელსაც ახასიათებს ძლიერ გამოხატული მემკვიდრეობითობა, თანმიმდევრულობა (არარევოლუციური, არააფეთქებითი ხასიათი), ადაპტური მიმართულება და შეუქცევადობა. სწორედ, ამ თავისებურებებიდან გამომდინარე, მისთვის დამახასიათებელი სპეციფიკურობის გამოსახატავად მას ვუწოდეთ ბიოევოლუცია.

ახალი ტიპის ევოლუციონისტები თვლიან, რომ ევოლუციური განვითარება ხდება აფეთქების წესით, რევოლუციის გზით, ნახტომისებურად. თანაც ევოლუციას არ ახასიათებს ადაპტური მიმართულება, პირიქით ნახტომების (სალტაციები, მაკრომუტაციები) გზით ხდება ახალი ფილუმების წარმოშობა და ისინი შიდა გენეტიკური ორგანიზებულობით შესაბამისი არიან გარემოს კრიზისული ფაქტორების (რაც შინაგან ფაქტორებთან ერთად იწვევს ასეთ აფეთქებებს) მიმართ. ამასთანავე, ისინი ასაბუთებენ, რომ შეიძლება ახალი ფილეტური ჯგუფების წარმოშობა განმეორდეს ანუ ევოლუციური განვითარება არის შექცევადი.

მათი აზრით, ევოლუციური გარდაქმნის, სალტაციური ცვლილებების მთავარი განმაპირობებელი ძალა არის ცოცხალის შინაგანი გენეტიკური სისტემა, მასში მომხდარი სისტემური გადაჯგუფებები. აქ არ არსებობს შემთხვევითობა, უსისტემობა და შეუსაბამობა ზემოქმედი გარემო ფაქტორების (კოსმოსური თუ დედამიწისეული) მიმართ. დე-ფრიზისეული მუტაციები — ეს არის დნმ-ას წყვეტები, მისი დამახინჯებები და იგი ყოველთვის არღვევს ცოცხალის ნორმალურ განვითარებას,

ამიტომაც, ის არ შეიძლება იყოს რაიმე ახლის შემქმნელი ცოცხალ სამყაროში. ევოლუციური გარდაქმნისათვის საჭირო სულაც არ არის ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედება, წარმოქმნილი გენეტიკური ჯგუფების დახარისხება სელექციურობის საფუძველზე. ისინი თვლიან, რომ სელექციურობის პრინციპი და საერთოდ, ბუნებრივი გადარჩევა არ არსებობს და არავითარ როლს არ ასრულებს ევოლუციურ გარდაქმნაში. მათ მიაჩნიათ, რომ რაკი სახეობებს შორის არ არსებობს გარდამავალი (შუალედური) ფორმები და მათი აღმოჩენა თითქმის ვერ ხერხდება პალეონტოლოგიურ მასალაში, უნდა ვიფიქროთ, რომ სახეობები წარმოიშობიან უცრად — სალტაციური ცვლილებების გზით. სახეთა წარმოშობის მთავარი გზა პოპულაციური პოლიმორფიზმი და დიფერენცირება კი არ არის, არამედ — ცალკეული ორგანიზმების აფეთქებითი გზით წარმოქმნილი ტიპები (ტიპოლოგიური გზა). სახეობათა ცვალებადობა დასაშვებია მხოლოდ განვითარების შინაგანი კანონების ალიარებით, რომლითაც ხასიათდება ყოველი ცოცხალი ორგანიზმი. ცვლილებები პოპულაციის დონეზე — ეს არის სახეობის უნარი, შეეგუოს არეალის გარემო პირობებს. პოპულაციურ პოლიმორფიზმს არანაირი საერთო არა აქვს სახეობათა წარმოშობასთან. პოპულაციების დონეზე არსებული გენეტიკური ცვლილებები გენების და საერთოდ, მემკვიდრული მასალის იმ ნაწილების ცვლილებით არის განპირობებული, რომელიც არ არეგულირებს სახესპეციფიკური ცვლილებების გენეტიკურ კონტროლს. მათი აზრით, მუტაციები და საერთოდ, გენეტიკური ცვლილებები ევოლუციის მიზეზი კი არ არის, არამედ მისი შედეგია. გენოტიპის ცვალებადობა კი არ განსაზღვრავს ევოლუციას და მის მიმართულებას, პირიქით, ორგანიზმის ევოლუცია განსაზღვრავს მისი გენოტიპის ცვალებადობას. აფეთქებითი სახეთა წარმოშობი ცვლილებები, სწორედ, გენომის სახესპეციფიკურ გენეტიკურ მასალაში ხდება. მათი აზრით, ბიოლოგიური სახეობები დროის დიდი ნაწილის განმავლობაში იმყოფებიან სტაზისურ მდგომარეობაში, მხოლოდ თავისი არსებობის დროის ბოლო მომენტში განიცდიან მუტირებას, რათა არ გაწყდეს ნათესაური ძაფები. თვლიან, რომ

სახეობათა შორის გენეტიკური იზოლაცია შეფარდებითია. კრიზისული სიტუაციების დროს ეკოსისტემებში სახეთაშორის რეპროდუქციული იზოლაცია თავის ფუნქციას წყვეტს და სხვადასხვა სახის მობილური გენეტიკური ელემენტების საშუალებით სახეობის გენომებში სქესობრივი პროცესის გარეშე გადაიტანება სხვა სახეობის გენები, რაც ბიოტის რევოლუციურ ცვლილებებს იწვევს. ასევე თვლიან, რომ გრადუალისტური (დარვინისეული, ესთ-ისეული) ევოლუცია იმიტომაც არის უსაფუძვლო, რომ შემთხვევით და თანაც საკმაოდ იშვიათ მუტაციებზე დაფუძნებულ ევოლუციას არ ეყოფოდა გეოლოგიური დრო. ამ ტემპებით 3,5 მილიარდი წლის მანძილზე შეუძლებელი იქნებოდა ცოცხალი სამყაროს ევოლუცია იმ სახით, რა სახითაც მისი შედეგი ვლინდება დღეს დედამიწაზე. ევოლუციური გარდაქმნები შესაძლებელი იყო განხორციელებულიყო მხოლოდ პერიოდული ევოლუციური აფეთქებების გზით. შესვენების პერიოდების შემდეგ აფეთქებით ხდებოდა უამრავი ახალი ბიოლოგიური დაჯგუფების და თუნდაც, ეკოსისტემების წარმოშობა. თვლიან, რომ ევოლუციური განვითარების ტემპები განსაკუთრებით ძლიერი იყო დედამიწის გეოლოგიური ისტორიის საწყის ერებში. ფანეროზული (სიცოცხლის არსებობის აშკარა, გამოკვეთილი) პერიოდის ბოლო ეტაპზე ევოლუციური აქტივობა თანდათან სუსტდება — „ადამიანის წარმოშობით მიზანი, ეტყობა, მიღწეულია და ახლა ყველაფერი მიდის ისე ზანტად, რომ თითქოს პროგრესი დასრულდა. ჩვენ გვჯერა, რომ მასთან ერთად ვასრულებთ ბოლო ნაბიჯებს“ (დე-ფრიზი). თანაც, ამ მიმართულების მიმდევართა აზრით, ევოლუციური გარდაქმნა ხდებოდა არა აღმავალი გზით (სახეობები და შემდეგ უფრო მაღალი რანგის სისტემატიკური დაჯგუფებების წარმოშობა), არამედ პირიქით, — მაკროგენეზური აფეთქებების გზით ჯერ წარმოიშობიან მაღალი რანგის სისტემატიკური დაჯგუფებები და შემდეგ ხდება მათი სპეციალიზაცია დაბალი რანგის ტაქსონომიურ ჯგუფებად. მიიჩნევენ, რომ ონტოგენეზის მსგავსად ფილოგენეზიც გარკვეულად დაპროგრამებულია თითოეული ორგანიზმის „ბიოლოგიურ ორგანიზაციაში“. ორგანული ევოლუცია მთლიანობაში არის „მიზანშეწონილი და

რეგულირებადი პროცესი“. „ყოველი ტაქსონი, სახეობიდან დაწყებული, ატარებს დაპროგრამებულ პოტენციას აყვავებისათვის და აქვს გაფურჩქვნისა და სიცოცხლის განსაზღვრული დრო“.

როგორც ვხედავთ, ანტისელექციური ევოლუციური თეორიების მიმდევრები მთლიანად ამბობენ უარს თანდათანობით — გრადუალისტურ ევოლუციურ შესაძლებლობაზე და ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებას უპირისპირებენ შინაგანი ძალებით გამოწვეულ უეცარ ევოლუციურ გარდაქმნებს. ამიტომაც, ევოლუციის სინთეზური თეორიის მომხრეებსა (გრადუალისტები) და ანტისელექციონერებს (სალტაციონისტები) შორის რამდენიმე ათეული წელია დისკუსია ძირითადად მიდის შემდეგი მთავარი საკითხების ირგვლივ: გრადუალიზმი თუ სალტაციონიზმი, ცვალებადობისა და ევოლუციის პროცესების მიმართულებათა შემთხვევითობა თუ მართული ხასიათი, მაკროევოლუციის დამოუკიდებლობა თუ მიკროევოლუციაზე მისი დამოკიდებულება, მონოფილია თუ პოლიფილია და მრავალი სხვა.

თანამედროვე ანტისელექციური ევოლუციური მიმდინარეობანი დიდი მრავალფეროვნებით ხასიათდებიან. მათგან შეიძლება რამდენიმეს დასახელება. ესენია: „წყვეტილობითი“ წონასწორობა, ფინალიზმი, ნომოგენეზი, სალტაციონიზმი, ნეოკატასტროფიზმი, კოსმოსური გავლენის მომხრეები, ნეიტრალურობის თეორია, გენეტიკური ინფორმაციის ჰორიზონტალურად გადატანის მომხრეები, სიმგენეზი (სიმბიოგენეზი) და სხვა. მათ უმრავლესობას აქვს ისტორიული ფესვები და ძველი ანტიდარვინისტული მიმდინარეობების თანამედროვე, განახლებულ მემკვიდრეობას წარმოადგენენ. მიუხედავად იმისა, რომ მათ მთავარ პრინციპებში ბევრია საერთო, ისინი მაინც ინარჩუნებენ ინდივიდუალობას. ყველა მათგანისათვის საერთოა ის, რომ მათი ამოსავალი პრინციპი არის ანტიდარვინისტული — ანტისელექციური. ისინი მთლიანად უარყოფენ ან მინიმუმამდე აკნინებენ ბუნებრივი გადარჩევის როლს ევოლუციაში. სხვადასხვა მიმდინარეობა დარვინისტული ევოლუციის ფუძემდებლურ პრინციპებს უპირისპირდება ცალკეული პრობლემის საპირისპირო ხედვით; სხვადასხვა სახის

ნეოლამარკისტული მიმდინარეობა და ნომოგენეზი ერთმანეთს ვერ უთავსებს ევოლუციის სელექციური თეორიის კონცეფციებს და ცვალებადობათა შემთხვევითი ბუნებისა და საყოველთაო მიზანშეწონილობის ევოლუციური ჩამოყალიბების პრობლემებს; ფინალიზმი დგას მყარ პოზიციაზე, რომ ევოლუციას ახასიათებს დაპროგრამებული მიზანმიმართულება და ის მიისწრაფვის თავისი ფინალისაკენ; ევოლუციის დივერგენტული ხასიათის წინააღმდეგ გამოდიან ნომოგენეზისა და რეგრესიული ევოლუციის მიმდევრები; ადაპტური ნიშნების სელექციურად ფორმირების წინააღმდეგნი არიან ნეიტრალიზმისა და სალტაციონიზმის ჰიპოთეზის მიმდევრები. როგორც ვხედავთ, თითქმის ყველა უარყოფს ევოლუციაში ბუნებრივი გადარჩევის მთავარ და შეშოქმედებით ფუნქციას, მაგრამ ამ მხრივ ყველაზე რადიკალური პოზიციები გააჩნია ფინალიზმს, სალტაციონიზმს, ნომოგენეზს და სხვა მიმდინარეობებს. მეტ-ნაკლებად აღიარებენ, მაგრამ არ აძლევენ გადამწყვეტ მნიშვნელობას ევოლუციაში ბუნებრივი გადარჩევის პრინციპის მოქმედებას ნეიტრალიზმი და პუნქტუალიზმი. უმეტეს შემთხვევაში აშკარადაა გამოკვეთილი შეუსაბამობა ნეოლამარკისტულ და თითქმის ყველა სხვა ანტისელექციურ ევოლუციურ შეხედულებათა შორის. ამიტომაც არის, რომ ხშირად ზოგიერთი მეცნიერი ერთდროულად რამდენიმე მიმდინარეობას აღიარებს. მაგ., ნომოგენეზური მიმდინარეობის ავტორი, აკადემიკოსი ბერგი ერთდროულად ემხრობა ნომოგენეზის, ლამარკიზმის, სალტაციონიზმის და ფინალიზმის კონცეფციებს, ხოლო სპენსერი — ლამარკიზმისა და დარვინიზმის პრინციპებს და სხვა.

ბევრი საერთო აქვთ სხვადასხვა ანტისელექციური ევოლუციის მიმდევრებს ევოლუციის ცალკეული პრობლემის ინტერპრეტირების დროს. ცვალებადობის საქმეში მიმდინარეობათა უმეტესობის მიერ აღიარებულია მაკრომუტაციები; ფინალიზმი და ნეიტრალიზმი კი მხარს უჭერენ ძველ წარმოდგენას მუტაციებზე და აღიარებენ ნებისმიერი მუტაციის როლს; ნომოგენეზისა და ნეოლამარკიზმის მიმდევრების მიერ აღიარებულია განსაზღვრული კანონზომიერი ცვალებადობა, მაგრამ ლამარკისტებისათვის ეს

არავითარ შემთხვევაში არ არის მუტაციები. ეს თეორიები შედარებით ერთსულოვნები არიან სახეთა წარმოშობის საკითხებში. მიმდინარეობათა აბსოლუტური უმრავლესობა აღიარებს სახეობათა წარმოშობას სალტაციური ცვალებადობის გზით. რაც შეეხება ევოლუციის მიმართულებას, აქ კიდევ უფრო მეტი ერთსულოვნებაა — თეორიათა აბსოლუტური უმრავლესობა აღიარებს შინაგანი ძალების პრიორიტეტულ როლს. ნეიტრალიზმი აღიარებს გადარჩევას, მაგრამ გამორიცხავს მის მაკანალიზებელ მოქმედებას, ხოლო ნეოლამარკიზმი გადარჩევას ანიჭებს დამატებით ფუნქციას და აღიარებს შინაგანი, ზოგჯერ ფსიქიკური ძალების როლს. წყვეტილობითი წონასწორობის თეორია გადარჩევას ანიჭებს მნიშვნელოვან როლს, მაგრამ გადააქვს იგი მხოლოდ სახეობრივი გადარჩევის დონეზე.

განვიხილოთ ზოგიერთი, ყველაზე გამოკვეთილი ანტისელექციური ევოლუციური მიმდინარეობა.

„წყვეტილობითი წონასწორობის“ თეორია

აღნიშნული ანტიდარვინისტული თეორია ძირითადად იხილავს დარვინისტული და ევოლუციის სინთეზური თეორიების ალტერნატიულ ვარიანტებს ისეთ საკითხებში, რომლებიც ეხება სახეობათა წარმოშობას და მაკროევოლუციის თვისობრივ განსაკუთრებულობას. თვლიან, რომ ამ საკითხებში პირველი ძირითადი გამოწვევა გრადუალისტური (დარვინისტული და სინთეზურ-ევოლუციური) თეორიების მიმართ ეკუთვნის ცნობილ ამერიკელ პალეონტოლოგებს ნ. ელდრიჯს და ს. გულდს. მათი თეორია უპირისპირდება ევოლუციის გრადუალისტურ თეორიას პულსირებადი პროცესის აღიარებით. მათი (იგივე — პუნქტუალისტები) აზრით, ფილუმები დიდი ხნის განმავლობაში იმყოფებიან სტაზისურ (ტიპოსტაზისურ) მდგომარეობაში, რომელიც იცვლება მოკლე და სწრაფი მაკროფილუმების წარმოშობის (ტიპოგენეზის) პროცესით. აღიარებული გრადუალიზმის ნაცვლად, რომელიც დამახასიათებელია ფილეტური ევოლუციისათვის, შემოაქვთ პუნქტუალიზმი და

კლადისტური (დანაწევრებითი) სახეთა წარმოშობა. მათ მიერ ევოლუციაში მთავარი ყურადღება ექცევა არა პოპულაციათა ფენოტიპური ნიშნების ცვალებადობას, არამედ ორგანიზმთა რეპროდუქციული იზოლაციის პირველადობას, რომელსაც თავისთავად არ აქვს ადაპტური ხასიათი და ეფუძნება სტოხასტიკურ (შემთხვევით) ბუნებას. მათი აზრით, მიკრო- და მაკროევოლუცია თვისობრივად განცალკევებულია — ცვალებადობას პოპულაციებში არ მივყავართ ახალ სახეობათა წარმოშობამდე.

ზოგიერთი რუსი ავტორი (პავერი, ვორონცოვი, ტატარინოვი და სხვა) მიიჩნევს, რომ ელდრიჯ-გულდის წყვეტილობის თეორია არც ისე რადიკალურია ევოლუციის გრადუალისტური თეორიის მიმართ. თუ მას მოვაშორებთ მიკრო- და მაკროევოლუციის მკვეთრი განცალკევების აზრს, მაშინ დარჩება ზომიერი სალტაციონიზმი, სადაც დასაშვებად არის შემცირებული ბუნებრივი გადარჩევის სახეთაწარმომშობი როლი. თუმცა, რადიკალური ალტერნატიული მიმდინარეობები მათი შეხედულებების საფუძვლად ზოგადად ასახელებენ მოლეკულური გენეტიკის თანამედროვე მიღწევებს, მაგრამ კონკრეტულად ვერ იმოწმებენ შესაბამის ფაქტობრივ მასალას. ისინი უფრო მეტად იმოწმებენ ქრომოსომური ტიპის მუტაციების შესაძლებლობებს — „ქრომოსომთა სალტაციური ცვლილებების“ არსებობას. თვლიან, რომ ქრომოსომური გადაჯგუფებები მაკრომუტაციებისათვის ასრულებენ რეგულატორულ ფუნქციას. ქრომოსომური მუტაციების გზით სახეობათა წარმოშობას განსაკუთრებულ შემთხვევებში არ უარყოფს ევოლუციის სინთეზური თეორიაც.

გასული საუკუნის 60-70-იან წლებში ჩამოყალიბდა შეხედულება, რომ განსხვავებით მიკროევოლუციისაგან, რომლის საფუძველიც არის სტრუქტურულ გენებში მომხდარი მუტაციები, მაკროევოლუცია ეფუძნება რეგულატორული გენების მუტაციებს, რაც რადიკალურად ცვლის ორგანიზმთა ონტოგენეზის შესაძლებლობებს. ამ გზით წარმოქმნილ ფილეტურ ჯგუფებს შორის დიდია მსგავსება სტრუქტურული გენებით პროდუცირებულ ცილებს შორის და არის უდიდესი განსხვავება მორფოლოგიური და რეპროდუქციული

თავისებურებების მიხედვით.

ევოლუციური თვალსაზრისით, განსაკუთრებით საყურადღებო გახდა ეუკარიოტებისათვის დამახასიათებელი ე.წ. მოქარბებული ანუ სატელიტური დნმ, რომელიც განსაკუთრებულად მაღალი განმეორებებით და რაოდენობრივი სიჭარბით ხასიათდება მაღალორგანიზებულ ფილეტურ ჯგუფებში. ამ თავისებურებაზე დაყრდნობით იაპონელმა ბიოქიმიკოსმა ს. ონომ პროგრესული მაკროევოლუცია დაუკავშირა გენთა ტანდემური დუპლიკაციისა და პოლიპლოიდიზაციის ურთიერთმორიგეობას. ონო შეეცადა ერთმანეთთან დაეკავშირებინა მაკროევოლუციური გარდაქმნები და გენთა მრავალჯერადი დუპლიკაცია და ამის საფუძველზე ბიროვული დნმ-ას რაოდენობრივი ზრდა. მისი აზრით, ტანდემური გენების დუპლიკაცია პოლიპლოიდიასთან ერთად იწვევს ახალი, როგორც სტრუქტურული, ასევე რეგულატორული გენების წარმოშობას, რომლებიც განაპირობებენ მსხვილ მორფოლოგიურ და ფილოგენეტიკურ გარდაქმნებს.

გაჩნდა აზრი გენეტიკური სტრუქტურების ობლიგატური და ფაკულტატური კომპონენტების არსებობისა და მათი ურთიერთგავლენით გამოწვეული გენეტიკური შედეგების შესახებ. ობლიგატურ სტრუქტურებში მომხდარი ცვლილება ჩაითვალა მუტაციად კლასიკური გაგების შესაბამისად, ხოლო ფაკულტატურში — ვარიაციულად (ფილიპჩენკო). ვარიაციული მუტაციები მიჩნეული იქნა მემკვიდრეობითი ცვალებადობის უფრო ძლიერ გენერატორად, ვიდრე სტრუქტურული გენების ცვლილებები. მოინახა კიდეც გარკვეული ფაქტორი, რითაც მსხვილი მემკვიდრეობითი ცვლილებები უკავშირდება გარემო პირობების ცვლილებებს. ჩათვალეს, რომ ფაკულტატური გენეტიკური ცვლილებები ძალიან მგრძნობიარე აღმოჩნდა გარემო პირობების ზემოქმედების მიმართ და როცა ეს უკანასკნელი (გარემო პირობები) მდგრადად მეორდება ხუთი-ექვსი და უფრო მეტი თაობის მანძილზე, მაშინ ასეთი ვარიაციული მემკვიდრული ცვლილებები უკვე იძენენ ობლიგატური მუტაციების სახეს და ხდება მყარად მემკვიდრული. თითქოს აქ საქმე გვაქვს „გენეტიკური

მეხსიერების ორგანიზაციის დინამიკური სახით გამოვლენილ“ ფორმასთან, რომელიც „არანაირად არ ვლინდება გენოტიპურად და ხშირად ფენოტიპურადაც, მემკვიდრეობს არა გენეტიკური კანონების მიხედვით, არამედ ხანგრძლივი მოდიფიკაციების ტიპით“ (ნაზაროვი). ასაბუთებენ, რომ „ვარიაციული და ეპიგენეტიკური (დაფუძნებული რეგულატორულ გენებზე) მემკვიდრეობის რეალიზაციაში უდიდეს როლს ასრულებს ეპიგენები, ტრანსპოზონები და მობილური გენეტიკური ელემენტები“ და, რაც მთავარია, „ვარიაციული და ეპიგენეტიკური ცვლილებები, როგორც ჩვეულებრივი გარემო პირობებით გამოწვეული ცვლილებები, მუტაციებისაგან განსხვავებით, ხასიათდებიან წინასწარ განსაზღვრული მიმართულებით და მასიურობით“ (ნაზაროვი). „ასეთი ცვლილებები უმალ აღმოცენდებიან უამრავ გეოგრაფიულად დაშორებულ პოპულაციებში და ალბათ, წარმოადგენენ ბუნებაში ფართოდ გავრცელებული მემკვიდრული ცვალებადობის ტიპს“ (ნაზაროვი, გოლუბოვსკი). ასეთი მიმდინარეობის ავტორები თვლიან, რომ განხილული ჰიპოთეზები „საკმაოდ მაღალი მეცნიერული სტატუსით“, შესაბამისი სოლიდური მეცნიერული ფაქტებით იმ აგურებს წარმოადგენენ, რომლებიც აყალიბებენ „მშენებარე მაკროევოლუციის შენობის ფუნდამენტს“.

მიკროევოლუციისაგან მაკროევოლუციის თვისობრივი განცალკევების თვალსაზრისით, საკმაო რადიკალობით ხასიათდება რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის გენეტიკის ინსტიტუტის დირექტორის, აკადემიკოს ი. ალტუხოვისა და გ.რიჩკოვის ჰიპოთეზა. ისინი ასაბუთებენ სახეთა წარმოშობას, როგორც ნახტომისებური ევოლუციის შედეგს და მისგან ბრინციპულად განსხვავებულ სახეთაშიდა ადაპტური დიფერენცირების პროცესის არსებობას.

მათ გენეტიკურ მარკერებად გამოიყენეს ცილები და შეისწავლეს მათი თავისებურებანი სახეთაშიდა და სახეთაშორის ცვალებადობის პირობებში. ისინი ფიქრობენ, რომ დაადგინეს ცილების სინთეზის თვალსაზრისით უმაღლესი ეუკარიოტული ორგანიზმების გენომების სტრუქტურულ-ფუნქციური ორგანიზაციის ორმხრივი ბუნება, რომ ყოველ ორგანიზმში არსებობს გენური ლოკუსების ორი ჯგუფი. ერთი

მათგანი აკოდირებს პოლიმორფულ ცილებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ სახეთაშიდა მრავალმხრივ პოლიმორფულობას, მეორე კი ადეტერმინანტებს ინვარიანტულ, მონომორფულ ცილებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ სახეობათა მდგრადობას მემკვიდრული ნიშნების მიხედვით სახეობის მთელი არეალის ფარგლებში. გენომის მონომორფული ნაწილი არ იცვლება, ამიტომაც შესწავლისათვის მიუწვდომელია და აკონტროლებს ცოცხალის კარდინალურ სასიცოცხლო ფუნქციებს, რომლებიც ყოველი სახეობისათვის უნიკალურია და გამოარჩევენ მას სხვა სახეობებისაგან. სწორედ, ეს არის მონომორფული — გამორჩეულად კონსტანტური და კონსერვატიული სასიცოცხლო სახეობრივი ნიშანი. სახეობაში შემავალი ყველა ორგანიზმისათვის ეს თვისება მსგავსია, როგორც სახეობრივი ნიშანი. ორგანიზმები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მხოლოდ პოლიმორფული ლოკუსებითა და შესაბამისი ცილებით, რაც ორგანიზმთა და პოპულაციათა ადაპტაციის მაჩვენებელია და მეტი არაფერი. ახალი სახეობების წარმოშობა ხდება გენომის მონომორფული ნაწილის არსებითი რეორგანიზაციის შედეგად, რასაც საკმაოდ იშვიათი ხასიათი აქვს. ისინი იზიარებენ გოლდშმიდტის „სისტემური მუტაციების“ და დე-ფრიზის „სახეობათაწარმომშობი“ მუტაციების თეორიებს და მიიჩნევენ, რომ სახეობათა წარმოშობა ეს არის პოლიმორფულობის გამომწვევი მუტაციებისაგან თვისობრივად განსხვავებული რეორგანიზაცია გენეტიკურ მასალაში. ისინი მთლიანად ეთანხმებიან გოლდშმიდტის ცნობილ კონცეფციას საკუთრივ სახეობათა წარმოშობისა და სახეთაშიდა ადაპტური დიფერენციაციის თვისობრივი განსხვავებულობის შესახებ. გენომის მონომორფულ ნაწილებში მსგავსი რეორგანიზაცია და საერთოდ, გენეტიკური მასალის ორგანიზებულობის ორმაგი ბუნება შესაბამისობაშია სახეთა წარმოშობის ბუნქტუალურ ჰიპოთეზასთან — სახეთა წარმომშობი ცვლილებების შემდეგ სახეობათა ხანგრძლივი სტაბილურობის შენარჩუნების მოსაზრებებთან. ალტუხოვ-რიჩკოვის მიერ შემოთავაზებულ ჰიპოთეზას გენომების ორმაგი (მონომორფული და პოლიმორფული) ბუნების შესახებ გარკვეულად ეხმაურება აშერიკელი გენეტიკოსის — ხ. კარ-

სონის მოსაზრება ცვალებადობის გენეტიკური სისტემების „ღია“ და „დახურულ“ ტიპებად დაყოფის შესახებ.

მსგავსმა ლოგიკამ გასული საუკუნის 80-იან წლებში რუსი მეცნიერები — კოროჩკინი და გერასიმოვი მიიყვანა ჰიპოთეზამდე, რომ სახეობები წარმოიშობიან უეცრად, ნახტომისებურად, „აფეთქების გზით, რისი საფუძველიც არის ქრომოსომთა არასტაბილური გენების უეცარი გადაჯგუფება, რაც გენეტიკურ აპარატში იწვევს ერთჯერად გარდაქმნებს“.

ამგვარი მოსაზრებები უარყოფს დარვინისეულ კონცეფციას სახეობათა თანდათანობითი, დივერგენციული პროცესების გზით წარმოშობის შესახებ, რომ სახესხვაობა სახეობათა ფორმირების ეტაპი არ არის, ახალ სახეობათა წარმოშობას საფუძვლად პოპულაციის გენეტიკურ-ევოლუციური კანონზომიერებანი არ უდევს (ევოლუციის სინთეზური თეორიის კონცეფცია), სახეთა წარმოშობა არის არა მიკრო-, არამედ მაკროევოლუციური პროცესი. სახეობის სტრუქტურა (შიდასახეობრივი დაჯგუფებანი) არის მხოლოდ სახეობის არსებობის ფორმა, მისი ადაპტური შესაძლებლობების გამოვლინება და არა მისი ევოლუციური განვითარების ეტაპი.

თუ მიიჩნევა, რომ სახეობათა წარმოშობა წარმოადგენს მაკროევოლუციის ცენტრალურ საკითხს, მაშინ გასაგებია, რომ მაღალი ტაქსონების ფორმირების გზებიც პირდაპირ უკავშირდება სახეობათა წარმოშობის თავისებურებებს. აქედან გამომდინარე, ახალ სახეობათა წარმოშობის გზებად უნდა ჩაითვალოს: ძველ სახეობათა გარდაქმნა ახალ სახეობებად (ფილეტურად); ძველი სახეობა ნაწევრდება ორ და უფრო მეტ სახეობად (სეგრეგაცია) და ახალი სახეობა წარმოიშობა ორი ძველი სახეობის შერწყმის შედეგად (სინთეზოგენური).

პირველ შემთხვევაში ახალი სახეობის წარმოშობა ხდება ფილეტურად, დროში ჯაჭვურად ურთიერთდაკავშირებული ქრონოსახეობების სახით. მაგრამ ბუნებაში საკმაოდ იშვიათია მეტ-ნაკლებად გახანგრძლივებული, მით უმეტეს, რამდენიმე ეტაპობრივი, ერთმანეთთან დაკავშირებული ქრონოსახეობების არსებობა. ამ სახის ფილეტური მაკროევოლუციური გარდაქმნა სუფთა სახით ბუნებაში იშვიათად გვხვდება.

დობჟანსკი და მაიერი მხარს უფრო „დანაწევრებით“ სახეობათა წარმოშობას უჭერენ, როცა ახალი სახეობების წარმოშობა ხდება ძველი სახეობის სეგრეგაციის შედეგად. ძნელია, სახეობათა წარმოშობის ეს გზა განასხვაო დარვინისეული დივერგენციული სახეობათა წარმოშობისაგან. სახეობათა წარმოშობის მსგავს გზას სხვანაირად კლადისტურს უწოდებენ, მაიერი კი მას გეოგრაფიულ, ალოპატრულ სახეობათა წარმოშობის მოდელს უწოდებს.

გასაგებია, რომ სინთეზოგენური სახეობათა წარმოშობა დაკავშირებულია ჰიბრიდიზაციასთან ან სახეობათაშორისი მემკვიდრული მასალის გაერთიანების სხვა შესაძლებლობებთან, მაგრამ როგორ გამოიყურება მაკროევოლუცია სახეობათა წარმოშობის „წყვეტილობითი“ მოდელის მიხედვით? მას საფუძვლად უდევს სახეობათაშორისი (პუნქტუალისტების მიხედვით კი — სახეობათა) გადარჩევა. ეს კი უზრუნველყოფს უფრო მაღალი რანგის ტაქსონების ჩამოყალიბებას. სწორედ, ასეთ წარმოდგენას ეფუძნება უატის, კარსონის, სტენლის, ვორონცევისა და სხვათა წარმოდგენა სახეთაზედა ტაქსონების წარმოშობის შესახებ. ზოგიერთის (შინდევოლფი, კორობკინი, გოლუბოვსკი, ივანოვსკი და სხვები) ვარაუდით, სახეთაზედა ტაქსონები წარმოიშობიან მომენტალურად და ნახტომისებურად, უბრალოდ, სისტემური მუტაციების შესაბამისი ამბლიტუდებით.

სახეობათა წარმოშობის ალტერნატიული (ალტუხოვი, რიჩკოვი, კარსონი) მოდელი თითქმის მსგავსია ზემოთ განხილულისა და ამასთან, იგი ემსგავსება გოლდშმიდტის სქემას, ოღონდ იმ განსხვავებით, რომ მათი აზრით, სახეობათა წარმოშობა ხდება ორი-სამი თაობის მანძილზე და მისი მთავარი განმაპირობებელი არის რებროდუქციული იზოლაცია.

მაშასადამე, სახეობათა წარმოშობის სელექციურობის პრინციპის ნაცვლად, რომელსაც მხარს უჭერენ მიკროევოლუციის გენეტიკურ-პოპულაციური თეორიის მომხრეები, ალტერნატიული, ანტისელექციური მოდელის მომხრეები მიიჩნევენ, რომ სახეობათა წარმოშობა — ეს არის მთავარი მაკროევოლუციური პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს სახესპეციფიკური გენეტიკური ლოკუსების ქრომოსომური გადაჯგუფების გზით. ამიტომაც, სახეთაშიდა პოპულაციური

დაჯგუფებები არ წარმოადგენენ სახეობათა წარმოშობის თანმიმდევრულ ეტაპებს, არამედ ეს, უბრალოდ, არის სახეთაშორისი ადაპტური შესაძლებლობების გამოვლინება, რომელსაც არაფერი აქვს საერთო ნამდვილ სახეობათა წარმოშობასთან.

ფინალიზმი

სიტყვა „ფინალიზმი“ წარმოშობილია ლათინური სიტყვიდან „Finis“. მეცნიერებაში მისი ფართო გამოყენება დაიწყო შუა საუკუნეებიდან. მას აქვს ორმაგი შინაარსი — „საბოლოო“ და „მიზნობრივი“. ევოლუციაში ორთავე მნიშვნელობა ერთიანობაში გამოიყენება. ფინალიზმი ევოლუციაში ისეთი მიმართულებაა, რომელსაც ნაკლებად ახასიათებს დამოუკიდებელი, თავისთავადი სახე. ის ყველა ევოლუციურ მიმართულებაში ხედავს სპეციფიკურ ევოლუციურ ფენომენებს, მიმართულებასა და შედეგებს.

ფინალიზმი აღიარებს ევოლუციაში ზებუნებრივი ძალების მოქმედებას. ეს, პირველყოვლისა, გამოიხატება რაღაც ზესაოცარი ძალების აღიარებაში, რომელიც იწვევს ორგანული სამყაროს ფილოგენეტურ განვითარებას და სიცოცხლის ევოლუცია მიჰყავს წინასწარ დადგენილი მიზნისაკენ. ამ მიმდინარეობის სახელი დაკავშირებულია ფინალთან — მიზანთან, რომლისკენაც თითქოსდა, ისწრაფვის ცოცხალი ბუნება ევოლუციური განვითარების პროცესში. წარსული ვიტალისტური და ფინალისტური მიმდინარეობებისაგან გარკვეული განსხვავების ხაზგასასმელად ფინალისტური ჰიპოთეზის თანამედროვე მიმდინარეობები საკუთარ თავს უწოდებენ ნეოფინალისტებს, როგორც უფრო სრულყოფილს, მეცნიერების თანამედროვე დონესთან უფრო შესაბამისს. მაგრამ ეს არ ცვლის საკითხის ჭეშმარიტ არსს. მათ მიერ ხშირად გამოიყენება ტერმინი „ორთოგენეზი“, რომელიც გულისხმობს ისეთ სწორხაზობრივ ევოლუციურ განვითარებას, რომელიც სრულიად დამოუკიდებელია საარსებო გარემოსაგან.

ევოლუციურ მიმართულებას, რომელიც უარყოფს განვითარებაზე ეკოლოგიური ფაქტორების გავლენას და იგი დაჰყავს მხოლოდ შინაგანი (თანაც უცნობი) ძალების მოქმედებამდე, წოდებულია ავტოგენეზის სახელწოდებით. ხშირად, ანტიდარვინისტი ბიოლოგები მსგავს ორთოგენეზურ-ავტოგენეზურ მიმართულებებს გამოხატავენ სხვა ტერმინებითაც, როგორიცაა: ნომოგენეზი, არისტოგენეზი, ტიპოგენეზი, დირიგიზმი, ფიქსიზმი და მრავალი სხვა. ისიც ხაზგასასმელია, რომ ნეოფინალისტური მიმდინარეობანი საკმაოდ ძლიერადაა წარმოდგენილი თანამედროვე ევოლუციონისტურ მიმართულებათა შორის. ცნობილი ფრანგი ბოტანიკოსი რ. ჟანელი სიამაყით აცხადებდა, რომ ფინალიზმის იდეა, რომელიც ადრე არამეცნიერულად ითვლებოდა, დღეისათვის ურყევად არის აღიარებული ბევრი ცნობილი თანამედროვე ბიოლოგის მიერ.

ევოლუციის ფინალისტური იდეები კ. ბერისაგან მომდინარეობს. ამაზე მოწმობს მისი სიტყვები, რომ ყველა ცოცხალში ჩადებულია რაღაც „განსაზღვრული მიზნისაკენ სწრაფვა“, იგი მიმართულია სახეობის შენარჩუნებისკენ, რასაც უზრუნველყოფს სასიცოცხლო პროცესების ერთიანობა, შეთანხმებულობა, მოწესრიგებულობა და მიზანმიმართული განვითარება. ასეთი მიზანსწრაფულობა თავისთავად უზრუნველყოფს უწყვეტ პროგრესს — მარტივიდან რთულისაკენ, ნაკლებად ჰარმონიულობიდან უფრო ჰარმონიულობაზე გადასვლას. ასეთ გზას მივყავართ საბოლოო მიზნისაკენ — ადამიანის ჩამოყალიბებამდე, რომელიც უკვე იღებს პასუხისმგებლობას სულიერ პროგრესზეც.

ბერის აზრით, „უმაღლესი მიზნისაკენ“ სწრაფვა არის „აბსოლუტური აუცილებლობა“, რომელიც დიამეტრულად საწინააღმდეგოა შემთხვევითობისა. მიზანმიმართული განვითარების წყაროს ის ხედავს ერთიან სულიერ საწყისში, რაც წარმოადგენს ბუნების ყველა კანონის ერთიან პირველ მიზეზს. იგი თვლის, რომ შეცდომა იქნებოდა იმის მტკიცება, რომ ორგანიზმები არ ემორჩილებიან ბუნების კანონებს: სასიცოცხლო პროცესები არ შეიძლება გრძელდებოდეს გარემო პირობების მუდმივი გავლენის გარეშე, მაგრამ ეს ყველაფერი თავსდება „ორგანიზმის განვითარების საკუთარი ნორმის“ ფარგლებში.

გამოდის, რომ ყოველ ცოცხალს გააჩნია საკუთარი მიზანსწრაფვის წინასწარგანსაზღვრულობა. საერთოდ, ცოცხალ სამყაროში შინაგანი მიზნის (მიზეზის) იდეა არისტოტელესაგან მომდინარეობს. მისი შეხედულებები ცოცხალ სამყაროში მოქმედი შინაგანი ძალებისა და საერთოდ, მოძღვრება „ენტელექიის“ შესახებ, რომელიც ორგანულ სხეულებს ასულიერებს (ტელეოლოგია), დღესაც საკმაოდ მიღებულია.

ეიმერი ევოლუციური განვითარების წყაროდ ხედავს ორგანიზმთა შინაგან კონსტიტუციურ განსაზღვრულობას, რაც იწვევს მკვეთრად მიმართულ განვითარებას. მსგავს განვითარებას ის უწოდებს ორთოგენეზს და აცხადებს, რომ ის არის ევოლუციის უნივერსალური კანონი.

როგორც ზემოთ დავინახეთ, ნეგელი ეიმერისაგან განსხვავებით აცხადებს, რომ ევოლუციური პროგრესი ყოველმხრივ განსაზღვრულია წინასწარ — „შინაგანი სწრაფვით სრულყოფისაკენ“, რომელიც ჩადებულია ორგანიზმის იდიოპლაზმაში. კოპი კი ევოლუციის მიზეზად თვლის უცნობი „ბატმიზმის ძალას“, რომელსაც ვიტალიზმი ცნობიერებას უკავშირებს. ლეკონტ დიუ ნიუის მიხედვით, ფინალიზმი აღიარებს ერთადერთ მიზანს, ჯერ შეუცნობელს და საერთოდ შეუცნობადს, რომელიც სამყაროს შექმნიდან დაწყებული ისწრაფვის თავისი რეალიზაციისათვის. ეს მიზანი არის თავისებური წარმმართველი ძალა, რომელიც მოქმედებდა და იმოქმედებს მომავალშიც. ზეადამიანიც არის მიზანი, რომელსაც მივყავართ „დიდი ადამიანის შექმნამდე. ეს ფაქტორი მიუწვდომელია სუფთა ინტელექტის მიერ“. მისი აზრით, „ჭეშმარიტებისაკენ სვლა მეცნიერების გზით აბსურდია“. „ზებუნებრივი ინტერპრეტაციის“ გარეშე უახლესი მეცნიერული აღმოჩენების კოლოსალური მასალა აზრს კარგავს.

მიუხედავად იმისა, რომ ამ ავტორებს მეტ-ნაკლებად განსხვავებული შეხედულებები გააჩნიათ ევოლუციის მთავარი მარეგულირებელი ფაქტორების შესახებ, ისინი ერთიანი აზრისანი არიან იმაში, რომ ცოცხალში არის ორგანიზაციული და შეგუებითი ხასიათის ნიშნები. აქედან, ევოლუციური პროგრესი დაკავშირებულია მხოლოდ პირველთან — ორგანიზაციული ნიშნების პროგრესულ ცვლილებებთან.

ამასთანავე თვლიან, რომ ინდივიდუალური განვითარების მსგავსად, ფილოგენეზური განვითარებაც (რაც იწვევს ორგანიზაციული ნიშნების პროგრესულ ცვლილებებს) ატარებს პროგრამირებულ — მიმართულ ხასიათს.

გერმანელ პალეონტოლოგ კ. ბაირლენის მიხედვით, ყოველი ფილოგენეტური ჯგუფი, ორგანიზმის ონტოგენეზური განვითარების მსგავსად, გაივლის ციკლურ — ახალგაზრდობის, სიმწიფის, სიბერისა და სიკვდილის — სტადიებს. ასე რომ, ფილოგენეტური განვითარების დრო და კანონზომიერებები, ისევე, როგორც ინდივიდისა — ონტოგენეზის დროს, წინასწარ დაპროგრამებულია და არ არის დამოკიდებული გეოლოგიური პერიოდების განმავლობაში არსებობის პირობების ცვალებადობაზე. ასეთი ლოგიკით გამოდის, რომ განვითარება მხოლოდ შინაგანი პროგრამის შესაბამისად, ყოველგვარი გარე ძალების მასტიმულირებელი გავლენის გარეშე, ევოლუციას წაიყვანს მხოლოდ დადგენილი გზით და გამორიცხული იქნება ყოველგვარი გვერდითი გადახრები. ჩანს, რომ ევოლუციური განვითარებისთვის მკაცრი წინასწარი პროგრამირების აღიარება ფინალისტური ევოლუციის ყველა წარმომადგენელს აერთიანებს ერთი დასკვნის გარშემო, რომ ნებისმიერი ფილეტური ჯგუფის ისტორიული განვითარება ხდება ონტოგენეზური განვითარების მსგავსად. რუსი მეცნიერი ლ.კოროჩკინი პირდაპირ ამბობს, რომ თუ ჩვენ ვაღიარებთ ონტოგენეზის მიზანშეწონილობას, მაშინ „აქედან გამოდის ვარაუდი ევოლუციური პროცესის მიზანშეწონილობის შესახებაც.“

ფინალისტები ხასიათდებიან იმ საერთო აღიარებითაც, რომ ევოლუციური განვითარების პროცესში გარდაუვალი დასასრულისადმი მოძრაობისაკენ სწრაფვისას ხდება საწყისი ევოლუციური პოტენციის (ძალის) თანდათანობითი ხარჯვა და შემცირება. პროფესორი ბერტენა თვლის, რომ „ყოველ ხაზს გააჩნია გარკვეული ევოლუციური პოტენციალი“ და რომ, „ევოლუცია თავისთავად შეიცავს განადგურებას იმავე ზოგადი კანონის საფუძველზე, რასაც სიცოცხლე აუცილებლად მიჰყავს სიკვდილამდე.“ გამოდის, რომ ფილუმები გაივლიან ახალგაზრდობის, სიმწიფისა და სიბერის სტადიებს იმისათვის,

რომ საბოლოოდ ამოწყდნენ.

ასე რომ, ევოლუციის ფინალისტური კონცეფციების საერთო კრიტერიუმები ეხება ევოლუციური განვითარების ისეთ პარამეტრებს, როგორიცაა: ევოლუციის მიმართულება, მამოძრავებელი ძალები და მიმდინარეობის ხასიათი. მათი მთავარი განმასხვავებელი თავისებურება მდგომარეობს რაღაც სულიერი საწყისის — ისეთი ძალის აღიარებაში, რაც წარმოადგენს ევოლუციური განვითარების მთავარ მამოძრავებელ ფაქტორს. როგორც ლ. დავითაშვილი აღნიშნავს, ფინალიზმის განსაზღვრის მთავარი კრიტერიუმი არის იმის აღიარება, რომ „ზებუნებრივი ძალები.... სიცოცხლის ევოლუციურ განვითარებას მიმართავს რაღაც წინასწარდადგენილი მიზნისაკენ“. ამიტომაც არის, რომ ევოლუციის ფინალისტური ჰიპოთეზის მომხრეებს ვხვდებით სხვადასხვა ევოლუციური მიმდინარეობის წარმომადგენელთა შორის.

თანამედროვე ფინალიზმი არ შემოიფარგლება მარტო წინასწარი მიზნობრივი თავისებურებებით. იგი ასევე თვლის, რომ ფინალიზმის მნიშვნელოვან თავისებურებას წარმოადგენს იმ ბიოლოგიური ფენომენის აღიარება, რომ ევოლუციური განვითარება შინაგანად დაპროგრამებულია და მას გააჩნია გარდაუვალი დასასრული. ფინალისტური თეორიის აღნიშნულ კონცეფციას ვ. ნაზაროვი შემდეგნაირად ახასიათებს: „ციკლური დოქტრინის მრავალრიცხოვანი წარმომადგენლები, რომლებიც სხვადასხვა სპეციალობებს წარმოადგენენ, ერთსულოვნად იჩემებენ მამოძრავებელი ძალების ავტოგენეტიკურ ბუნებას, რომელიც წარმოადგენს ციკლის საფუძველს. მათ წარმოუდგენიათ, რომ ევოლუციის ფილოგენეტური ხაზი მიდის ორთოგენეზური გზით განსაზღვრული მიზნისაკენ და თითქოს მას ამოძრავებს რაღაც შინაგანი მისტიკური ძრავა, რომელიც საბოლოოდ, როცა მისი პოტენციური ენერგია ამოიწურება, გაჩერდება, როგორც დასუსტებული ზამბარა“. ფინალისტების აზრით, დედამიწაზე სიცოცხლე აქამდე ჩაქრებოდა, მაგრამ ხდება მისი გამუდმებული გაახალგაზრდავება. დროდადრო ამა თუ იმ ფილეტურ ჯგუფში ნეოტენიური წესით გამოჩნდება ახალგაზრდა ტიპები, რომლებსაც გააჩნიათ „ჩანასახების“ ახალი კომპლექსები, ფართო პოტენცია შემდგომი

განვითარებისათვის. ამგვარი გაახალგაზრდავება ანუ ნეომორფოზები ნიშნავს ახალი ფილოგენეტური შტოების დაბადებას, რომლებსაც გააჩნიათ ევოლუციური განვითარების ახალი შესაძლებლობები.

ფინალიზმი, ნეოლამარკიზმის მსგავსად, ყოველმხრივ ეყრდნობა ევოლუციაში ორგანიზმოცენტრულ (ტიპოლოგიურ) თეორიას. იგი ევოლუციური პროგრამის მატარებლად მიიჩნევს თითოეულ კონკრეტულ ორგანიზმს (ინდივიდს), მის ავტონომიურ ძალას. შესაბამისად, ფინალიზმის მიერ ხდება ბიოლოგიური ორგანიზაციის პოპულაციური თეორიის იგნორირება, რაც თავისთავად გულისხმობს ბიოევოლუციაში შემთხვევითი და სავარაუდო მოვლენების უგულებელყოფას. შემთხვევითი ცვლილებების როლის იგნორირებით ფინალიზმი ასევე უარყოფს ბუნებრივი გადარჩევის როლს ევოლუციაში, განსაკუთრებით კი — მის შემოქმედებით და მამოძრავებელ ფუნქციას. უარყოფენ რა სელექციური კანალიზაციის პრინციპს, ამით გადარჩევას განიხილავენ, როგორც მხოლოდ დამცველობით, კონსერვატიულ და გამანაწილებელ ფაქტორს.

როგორც ითქვა, ფინალისტური თეორია ეყრდნობა ციკლური ევოლუციური განვითარების აღიარებას. ეს კი თავისთავად დაკავშირებულია მოსაზრებებთან, რომ „თანამედროვე ეპოქაში პროგრესული ევოლუცია მთლიანად დასრულებულია და ჩვენ ვართ მოწმე მხოლოდ და მხოლოდ სახეთაწარმოშობის ევოლუციისა“. ფინალიზმისათვის ამ ტიპურ დასკვნას ხშირად უკავშირებენ ადამიანის წარმოშობას, როგორც „ევოლუციის აპოგეას, რითაც ორგანიზაციით თუ შესაძლებლობებით მან მიაღწია საბოლოო მიზანს“ (ნახაროვი).

თანამედროვე პერიოდში ფინალისტური მიმდინარეობები სრულიადაც არ თმობენ თავიანთ პოზიციებს, პირიქით, ცდილობენ თავიანთი პრინციპები გადაიტანონ მოლეკულურ ბიოლოგიაში და ამ მიმართულებით ახალი აღმოჩენები და კანონზომიერებები ახსნან ფინალისტური კონცეფციებით. როგორც ვ. ნახაროვი აღნიშნავს, თანამედროვე ფინალისტების ჰიპოთეზებით, „სატელიტურ დნმ-ში ჩაწერილია ფილოგენეზის რამდენიმე მორფოლოგიური სცენარი, რომელიც რეალიზდება გენომების გაერთიანების

კვალობაზე, რაც გარდაუვალია მობილური გენეტიკური ელემენტების მიერ მათი რეორგანიზაციის დროს. ევოლუცია, ამასთანავე, მიდის როგორც აღმავალი, ასევე დაღმავალი მიმართულებით, მაგრამ ორთავე შემთხვევაში იგი წინასწარ განსაზღვრულია გენომის აგებულებით და ატარებს იმანენტურად მიმართულ ხასიათს, სხვა სიტყვებით — ფინალისტურია". ფინალისტური ევოლუციის წარმომადგენლების დიდი ნაწილი თვლის, რომ თანამედროვე პირობებში მაკროევოლუცია ძლიერ შესუსტებულია და შესაძლებელია, გაჩერებულია კიდეც. ამიტომაც არის, რომ მაკრომუტაციები აღარ აღმოცენდებიან. უმსხვილესი სისტემატიკური ჯგუფები წარმოშობილია მხოლოდ წინა გეოლოგიურ ეპოქებში და დღეს მსგავსი მოვლენები არ ხდება. ინგლისელი პალეონტოლოგი ჯ.ბორი ევოლუციას ორ ეტაპად ჰყოფს. პირველს ტიპოგენეზის ეპოქას უწოდებს. ამ დროს მაღალი სიხშირით ხდებოდა მასშტაბური მუტაციები და ისინი ყოველთვის იყვნენ მიმართული ხასიათის. ასეთი მუტაციები წარმოქმნიდნენ სიცოცხლის „უდიდეს ტალღებს", როცა უეცრად წარმოიქმნებოდა ტიპები, კლასები, რიგები. მეორე ეტაპზე უკვე უმაღლესი ტაქსონები აღარ წარმოიქმნებიან, რადგანაც მაკრომუტაციების წარმოქმნის პოტენციური ენერგია გამოილია. თანამედროვე პირობებში ხდება ჩვეულებრივი მუტირების პროცესი, ამიტომაც წარმოიშობიან მხოლოდ და მხოლოდ მცირე ტაქსონები. სწორედ, ამ პროცესების შემდეგ დაიწყო მოქმედება ბუნებრივმა გადარჩევამ.

ლ. დავითაშვილი, აფასებს რა ფინალისტური მიმდინარეობების მნიშვნელობას, მის მიმართ ავლენს უარყოფით დამოკიდებულებას, მაგრამ ამასთანავე, აღნიშნავს: „ბიოლოგ-ფინალისტების შრომებში, ევოლუციის ასახსნელად ჩართულია რა ზებუნებრივი ძალების მონაწილეობის ჰიპოთეზები, არც თუ იშვიათად, არის ღირებული მასალაც, მიღწევებიც და აღმოჩენებიც. ეს ეხება, რა თქმა უნდა, არა მარტო ფაქტებს, არამედ ზოგიერთ თეორიულ დებულებასაც".

სიტყვა „სალტაცია“ (ლათინურიდან saltation – ნახტომი) ბიოლოგიაში შეესაბამება უეცარ, ნახტომისებურ და ხშირად ახალი ფილეტური ჯგუფების წარმომშობ ფილოგენეტურ ცვლილებებს. იგი მეტ-ნაკლებად, მაგრამ ანტისელექციური ევოლუციური თეორიების უმეტესობის მიერ აღიარებული ფილოგენეტური ცვლილებებია, რომლებიც საფუძველშივე უპირისპირდება ევოლუციის თანდათანობით – გრადუალისტურ კონცეფციას. სალტაციონიზმში, როგორც ევოლუციური განვითარების კონცეფციაში, ხშირად აერთიანებენ ისეთ მიმდინარეობებს, როგორიცაა: მაკროგენეზი, მაკრომუტაციონიზმი და ნეოკატასტროფიზმი.

სალტაციონისტური მიმდინარეობის ჩამოყალიბება ეფუძნება დარვინისეული ევოლუციური და ევოლუციის სინთეზური თეორიების იმ შეზღუდვებს, რაც ერთი მხრივ, დაკავშირებულია დღეისათვის ბუნებაში სახეობათა შორის შუალედური, გარდამავალი ფორმების რეალურად არარსებობასთან და მეორე მხრივ, შესაბამისი შუალედური ჯგუფების დეფიციტთან პალეონტოლოგიურ ნამარხებში. ამასთანავე, მრავალი პალეონტოლოგის მიერ შესწავლილ დედამიწის გეოლოგიურ ქანებში, – მორიგეობით დალექილ შრეებში განამარხებული ორგანიზმები საკმაოდ მკვეთრად გამოხატული ორგანიზაციული თავისებურებებით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ამ საკითხებზე დარვინისეული შეხედულება ჩვენს მიერ წიგნის წინა თავებში იყო განხილული. ანტიდარვინისტები და განსაკუთრებით – ანტისელექციონერები ამას იყენებენ ორთოსელექციური ევოლუციის საწინააღმდეგოდ და აყალიბებენ ევოლუციის სალტაციონურ მიმდინარეობებს.

ბუნებაში სალტაციური ხასიათის ცვლილებების შესახებ შეხედულებები ჯერ კიდევ დარვინამდე იყო ცნობილი. ცალკეულ შემთხვევაში (განსაკუთრებით, ჯიშთა წარმოქმნის დროს) მსგავს ცვლილებებს არც დარვინი გამორიცხავდა, მაგრამ მას ეშვიათ გამონაკლისად თვლიდა.

როგორც ლ. დავითაშვილი აღნიშნავს, შესაძლებელია მოტანილი იქნეს ბიოლოგებისა და პალეონტოლოგების

გრძელი სია, რომლებიც გვთავაზობენ სხვადასხვა ვარიანტს აფეთქებითი, უეცარი გზით ახალი სახეობებისა და უფრო მაღალი რანგის ტაქსონების, მათ შორის ტიპების ჩათვლით, წარმოქმნის შესაძლებლობას. მსგავსი აზრები გამოთქმული იყო დარვინამდეც, დარვინის დროსაც და დარვინის შემდეგაც. მაგრამ ამ ჰიპოთეზის ავტორები ვერ იძლევიან სახეობათა „უეცარი“ წარმოქმნის მეცნიერულ ახსნას და ხშირად მიუთითებენ დაუსაბუთებელ მიზეზებზე ასეთი სალტაციების შესახებ ან კიდევ, გამჭვირვალედ მიანიშნებენ მასზე.

თავდაპირველად ფორმათა სალტაციურ ცვლილებებს უკავშირებდნენ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ, განსაკუთრებით კი კლიმატურ გავლენას (ე. ზიუსიე, ო. გეერი და სხვა). შემდეგში ა. კელიკერი მსგავს სალტაციურ ცვლილებებს ხსნის ორგანიზმის განვითარების შინაგანი კანონით.

სალტაციური მიმდინარეობების ახალი ტალღა ემთხვევა ჰ. დე-ფრიზის და ს. კორჟინსკის მიერ სახეობათა წარმოშობის მუტაციური თეორიის ჩამოყალიბებას.

ბიოლოგიაში სალტაციური ევოლუციის აღიარება ახალი ძალით ვლინდება გასული საუკუნის 30-იან წლებში (ლ. ბერგი, დ. სობოლევი, ა, ლიუბიშჩევი, ი. ფილიპჩენკო, ე. გიიენო და სხვა). გიიენოს მიერ ევოლუციის ერთადერთ წყაროდ გამოცხადებული იქნა მხოლოდ მემკვიდრეობითი მუტაციური ცვალებადობა. ამასთან, იგი აღნიშნავს, რომ მცირე მუტაციები აყალიბებს რასებს, სახესხვაობებს და ქვესახეობებს, ხოლო მსხვილი მუტაციები საწყისს აძლევს ახალ სახეობებს, გვარებს და ოჯახებს. იგი იზიარებს დე-ფრიზის მოსაზრებებს მუტაციური ცვალებადობის პერიოდულობისა და მოსვენების (პრედმუტაციური), აგრეთვე მუტაციური ფაზების მორიგეობის შესახებ.

თვისობრივად ახალი პერიოდი სალტაციური ევოლუციური თეორიის განვითარებაში იწყება XX საუკუნის 50-იანი წლებიდან. იგი ჩამოყალიბებულია რ. გოლდშმიდტის, ა.დალკას და ო. შინდევოლფის შრომებში.

ნახტომისებური პროგრესული ევოლუციური კონცეფცია, რომელიც ეფუძნება მაკრომუტაციურ ცვლილებებს და დაკავშირებულია სისტემური ხასიათის ეფექტთან,

უკავშირდება ცნობილი გერმანელი ციტოგენეტიკოსის რ.გოლდშმიდტის სახელს. ის ადრე იზიარებდა დარვინის შეხედულებებს და ამუშავებდა კიდეც მიკროევოლუციურ პრობლემებს, მაგრამ თუთის აბრეშუმჭვევიას გენეტიკური კანონზომიერებების შესწავლის შემდეგ რადიკალურად შეიცვალა შეხედულებები და იგი გადავიდა მაკრომუტაციონიზმის პოზიციებზე.

ორგანიზმზე გავლენის მიხედვით გოლდშმიდტი მუტაციებს ყოფს ორ ჯგუფად: მიკრომუტაციები და სისტემური მუტაციები. პირველს აკუთვნებს, ჩვეულებრივ, გენურ ანუ წერტილოვან მუტაციებს, რომლებიც იწვევენ ორგანიზმის ცალკეული ნიშნის ზედაპირული ხასიათის ცვლილებებს. მათი დაგროვება თაობებში იწვევს სახეთაშიდა ევოლუციას ანუ მიკროევოლუციას. მისი განმარტებით, „მიკროევოლუცია მიკრომუტაციების დაგროვების გზით, ჩვენ შეგვიძლია ვთქვათ, რომ არის „ნეოდარვინისტული“ ევოლუცია. ეს არის პროცესი, რომელიც იწვევს ძველის დივერსიფიკაციას (გამრავალფეროვნება) სახეობის ფარგლებში და, ჩვეულებრივ, თუ არა გამონაკლისი, ხორციელდება სახეობათა ადაპტაციის სასარგებლოდ“ იმ ტერიტორიის პირობებისადმი, რომელიც სახეობას უჭირავს. მსგავსი პროცესები იწვევენ სახეთაშიდა დაჯგუფებების ჩამოყალიბებას და მათ აქვთ ადაპტური მნიშვნელობა. რაც შეეხება სახეობებს, მათ შორის საზღვრები, გოლდშმიდტის აზრით, არ შეიძლება შევხებული იქნეს ჩვეულებრივი გენური მუტაციების მიერ. ამიტომაც ასკვნის იგი: „ქვესახეობები მართლაც არ წარმოადგენენ არც ჩანასახოვან სახეობებს და არც მოდელს ახალი სახეობების წარმოშობისათვის. ისინი, ასე თუ ისე, სხვადასხვაგვარი ევოლუციური ჩიხია სახეობის შიგნით. ევოლუციაში გადამწყვეტი ნაბიჯი, პირველი ნაბიჯი მაკროევოლუციისაკენ, ნაბიჯი ერთი სახეობიდან — მეორეზე, საჭიროებს სხვაგვარ ევოლუციურ მოდელს, განსხვავებულს მიკრომუტაციების უბრალო დაგროვებისაგან“.

ასეთ „სხვაგვარ ევოლუციურ მოდელს“ იგი უწოდებს მაკროევოლუციას. მაკროევოლუციის წყარო არის მუტაციების მეორე სახე — ე.წ. „სისტემური“ ანუ მაკრომუტაციები.

ვ.ნაზაროვის გამოთქმით, გოლდშმიდტი „სისტემური მუტაციების ქვეშ გულისხმობს ქრომოსომური სტრუქტურების ისეთ რადიკალურ გარდაქმნებს, რომლებიც მთლიანად ცვლიან ორგანიზმების ფიზიოლოგიურ რეაქციულ სისტემებს თუ ინდივიდუალური განვითარების სახეობრივ თავისებურებებს და მივყავართ ახალი ფენოტიპებისა და ახალი სახეობების ჩამოყალიბებამდე, რომლებიც მკვეთრად განსხვავდებიან ძველისაგან მთელი რიგი საჭირო ნიშნებით. სისტემური მუტაციების განუყოფელი თვისებაა წარმოქმნილი მორფოლოგიური (ფენოტიპური) ცვლილებების მაკოორდინირებელი ხასიათი და მისი ფორმირება ერთი თაობის განმავლობაში, რის წყალობითაც ახალი სახეობრივი ფორმა განცალკევებული აღმოჩნდება საწყისი — მშობლიური ფორმისაგან, ყოველგვარი გარდამავალი გადასვლების გარეშე“.

როგორც თვით გოლდშმიდტი ამბობს, „სისტემური სტრუქტურული მუტაცია წარმოადგენს მთავარ გენეტიკურ პროცესს, რომელსაც მივყავართ მაკროევოლუციისაკენ, ე. ი. ევოლუციისაკენ მიკროევოლუციური ჩიხების გარეშე“.

გოლდშმიდტი სისტემურ მუტაციებს არ უკავშირებს მხოლოდ ევოლუციურად სასარგებლო ცვლილებებს. მისი აზრით, ასეთი მუტაციების გზით ძირითადად აღმოცენდება სიმახინჯეები, არამაკოორდინირებელი ცვლილებები. აქ ხედავს იგი სწორედ გადარჩევის მნიშვნელობას. გოლდშმიდტი თვლის, რომ გადარჩევა ათავისუფლებს შესაბამის ჯგუფებს მსგავსი სიმახინჯეებისაგან ასეთი მუტანტური ორგანიზმების განადგურების გზით, თუმცა, უშვებს იმის შესაძლებლობასაც, რომ ხშირ შემთხვევაში ე.წ. „დამაიმედებელი სიმახინჯეები“ ახალი გარემოს ათვისებით შეიძლება გახდეს ახალი ფილეტური ჯგუფის წარმოშობის მიზეზი.

გოლდშმიდტი მაკრომუტაციების ქიმიური საფუძვლების განხილვისას იხრება ერთიანი საჩანასახო პლაზმის არსებობისაკენ. იგი მკაცრად აკრიტიკებს კლასიკური გენეტიკის წარმოდგენებს გენის შესახებ და აღნიშნავს, რომ იგი „ბლოკირებას უკეთებს ევოლუციურ აზროვნებას“ და არაა სასარგებლო არც გენეტიკისათვის და არც ევოლუციური მოძღვრებისათვის.

გოლდშმიდტს თავისი მაკროგენეზური ევოლუციური თეორიის სასარგებლოდ ვერ მოჰყავს სათანადო მაგალითები. ბუნებაში მართლაც ძნელია, მონახო ისეთი სისტემური მუტაციები, რომლებიც ერთი-ორი თაობის განმავლობაში იწვევდნენ ახალი სისტემატიკური დაჯგუფებების წარმოშობას. გოლდშმიდტი თავისი თეორიის დასაბუთებას სათანადო მაგალითებით არც მოელოდა ახლო მომავალისათვის. გარკვეული სიცარიელე თეორიულ მოსაზრებებსა და ფაქტობრივ დასაბუთებებს შორის აშკარაა დღესაც.

მაკროგენეზური ცვლილებების, როგორც განვითარებისათვის აუცილებელი წყაროს, ბუნებისა და ევოლუციურ პროცესში მისი მონაწილეობის თავისებურებების მიხედვით საინტერესოა კიდევ ერთი სალტაციონისტის, ბელგიელი ზოოლოგის — ა. დალკას შეხედულებები. იგი მიიჩნევს, რომ კემბრიული პერიოდიდან დაწყებული, ცხოველთა სამყაროში არსებობს 20-30 ტიპის აგებულების გეგმა (არქეტიპი). უნდა დადგინდეს, „რადიკალური ტრანსფორმაციის“ გზით რომელი მათგანისაგან ყალიბდება ესა თუ ის ბიოლოგიური დაჯგუფება ემბრიონული განვითარების ადრეულ სტადიებზე. ამიტომაც, ცხოველთა ჯგუფებს შორის ორგანიზაციაში ფუნდამენტური განსხვავების დადგენაში ჩვენ უნდა გამოვიყენოთ ემბრიოლოგია. „ჩვენი ერთადერთი იმედი, — ამბობს იგი, — გავიგოთ წესი, რითაც ნაწლავღრუიანების არქეტიპი დასაბამს აძლევს სხვადასხვა ძირითად ჯგუფს, არის ემბრიოლოგია“. ამის გაკეთება შეიძლება ემბრიონული განვითარების ადრეული სტადიების შესწავლით. ზრდასრულ ორგანიზმებში აგებულების მკვეთრი გადაჯგუფება უცილობელ კატასტროფას გამოიწვევს და ორგანიზმს დაღუპავს. საჩანასახო სტადია კი ამ მხრივ უფრო პლასტიკურია და მას გააჩნია მაღალი რეგულაციური უნარი. იგი კვერცხუჯრედში აღმოცენებულ უცარ, მკვეთრ, ღრმა და რადიკალურს, მაგრამ ამასთანავე, ცხოველმყოფელ მუტაციებს უწოდებს „ონტომუტაციებს“. ამის მაგალითად ის ასახელებს კვერცხის სიმეტრიის ცვლილების გზით პირველადბირიანებიდან მეორეულბირიანების წარმოშობას. როცა ძუძუმწოვრების მაგალითზე დაიწყო ონტომუტაციების ფილეტური როლის შესწავლა, იგი იძულებული გახდა დაემატებინა, რომ

ონტომუტაციები აუცილებლად დაკავშირებულია „ერთიანი ბირთვული სისტემის მთლიან ცვლილებებთან“. აღნიშნული მიმართულების მიმდევრები პალეონტოლოგიური მასალების ონტოგენეტიკურ წყვეტილობას ხსნიდნენ, სწორედ, ონტომუტაციების გავლენით. დალკას აზრით, ონტომუტაციები, პირველყოვლისა, აღმოცენდება მდედრ ორგანიზმებში და ისინი შესაბამისად ფიქსირდებიან კვერცხუჯრედებში. მისი აზრით, სწორედ კვერცხის ნატიფ ორგანიზაციაშია დეტერმინირებული ემბრიონული განვითარების ადრეული სტადიების პროგრამა. შესაბამისად, მომავალი ორგანიზმის ძირითადი მორფოლოგიური თავისებურებანი განსაზღვრულია ჯერ კიდევ განაყოფიერებამდე, კვერცხუჯრედული თავისებურებებით და მასში გენომთან ერთად უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს ციტოპლაზმა. დალკა ზოგიერთი სხვა სალტაციონისტის მსგავსად მთლიანად არ უარყოფს გადარჩევის როლს ევოლუციაში, მაგრამ კატეგორიულად აცხადებს, რომ იგი არ ასრულებს წამყვან როლს აგებულების გეგმის (არქეტიპი) ჩამოყალიბებაში. მისი აზრით, „ევოლუციური განვითარების ფაქტებს უნდა შევხედოთ არა ადაპტაციის, არამედ ორგანიზაციის თვალთახედვით“.

XX საუკუნის დასაწყისიდან ევოლუციის გრადუალისტურ თეორიას უბირისპირდებიან ცნობილი პალეონტოლოგები (აბელი, ოსბორნი, როზა, დეპერი და სხვა). ისინი დარვინისტულ ევოლუციურ თეორიას უბირისპირებენ პროგრესული ევოლუციის რაღაც ავტონომიურ შინაგან ძალებს, ამ ძალების მუდმივმოქმედებას მთელი ცოცხალი სამყაროსათვის და ამით ევოლუციის ნახტომისებურ და მსხვილმასშტაბიან ხასიათს. ისინი განსაკუთრებით ევოლუციის უწყვეტი და თანდათანობითი ხასიათის აღიარების წინააღმდეგნი არიან. მათი მთავარი ლოზუნგი ხდება ლაიბნიცის აფორიზმის — „ბუნება არ აკეთებს ნახტომებს“ — საწინააღმდეგო ვარიანტი — „ბუნება აკეთებს ნახტომებს“. მათი აზრით, ცოცხალ ბუნებაში პერიოდული თანმიმდევრობით ხდება შინაგანი „იმპულსების“ ან ენერგიის „აფეთქებები“, რაც ხდება უფრო მაღალი ორგანიზებულობის საფუძველი და ყალიბდება ორგანული სამყაროს ახალი სისტემატიკური დაჯგუფებები.

ევოლუციის ტემპების, ხასიათისა და მსხვილმასშტაბიანი ევოლუციური გარდაქმნების შესახებ გოლდშმიდტის შეხედულებებს მთლიანად ემთხვევა გამოჩენილი გერმანელი პალეონტოლოგის — ო. შინდევოლფის დასკვნები. იგი მთლიანად იზიარებს მაკროევოლუციის ტიპოლოგიურ პოზიციას და მხარს უჭერს მოსაზრებებს, რომ მაკროევოლუცია არის ფილოგენეტური ჯგუფების მკაცრი ორთოგენეზური განვითარება, რომელსაც იწვევს ორგანიზმის რაღაც უცნობი შინაგანი ძალები. ეს უკანასკნელი კი ორგანიზმისათვის არის თანდაყოლილი უნარი მიზანმიმართული განვითარებისათვის. ასეთი იდეოლოგია, რასაკვირველია, გამორიცხავდა ბუნებრივი გადარჩევის რაიმე როლის აღიარებას ევოლუციაში. მან ჩამოაყალიბა ე.წ. ტიპოსტროფიზმის თეორია, რომელიც ეფუძნება ტიპოგენეზს — ახალი ტიპების უეცარ და სწრაფ წარმოშობას ძველი ტიპისაგან მათი „გამოძერწვის“ გზით. ასეთი გარდაქმნის მთავარი მიზეზი არის კომპლექსური მუტაციები. ისინი წარმოიშობიან თავისთავად და იწვევენ ერთდროულ ძირეულ ჰარმონიულ გარდაქმნებს ორგანიზმის სტრუქტურისა და ფუნქციის რთულ სისტემაში. მაკრომუტაციები ცალკეულ ინდივიდში იწვევენ მსხვილმასშტაბიან გენეტიკურ რეკონსტრუქციას და სწორედ ასეთი ორგანიზმების ზოგიერთი წარმომადგენელი ხდება ახალი ტიპის საწყისი. ტიპების ტრანსფორმაციის სიძლიერე დამოკიდებულია მუტაციების მასშტაბებზე. ასეთი მუტაციების მაგალითად მას მოჰყავს ცხენებში ერთთითიანი კიდურის წარმოშობა მრავალთითიანისაგან მაკრომუტაციის გზით. ასეთ ცვლილებებს ანუ ტიპოგენეზს ის უკავშირებს ორგანიზმების ემბრიონულ სტადიებს და ამ საქმეში გამორიცხავს გარემო პირობების ყოველგვარ გავლენას და შესაბამისად, ევოლუციაში გადარჩევის რაიმე როლს. ის ერთმანეთისაგან მკვეთრად გამიჯნავს ტიპოგენეზს და ადაპტურ ევოლუციას. მათ მოიხსენიებს მაკრო- და მიკროევოლუციად, რომელთა შორის ხედავს მკვეთრ განსხვავებებს და უპირისპირებს კიდეც ერთმანეთს. მისი აზრით, ჭეშმარიტი ევოლუცია — ტიპოსტროფი ხორციელდება არა სახეობათა წარმოშობის გზით, არა მცირე ცვლილებების დაგროვების გზით, არამედ ტიპის ნიშნების

(არქეტიპი) უეცარი „გამოჭედვის“ გზით. ამ დროს ხდება „ტიპის ერთიანი ცვალებადობა“ და „უმაღლესი ტიპების დანაწევრება მცირე ერთეულებად“. გამოდის, რომ განვითარება მიდის არა სპეციფიკურიდან ზოგადისაკენ, არამედ — ზოგადიდან სპეციფიკურისაკენ, თანაც პროგრესული განვითარების საწყის პუნქტად გამოდის უფრო დაბალი, არადიფერენცირებული ორგანიზაცია.

მას თავისებური შეხედულებები გააჩნია სახეობისა და სახეობათა წარმოშობის შესახებ. მისი აზრით, სახეობათა წარმოშობას აქვს ზედაპირული ხასიათი და არაფერი აქვს საერთო იმ ნიშნის ცვლილებებთან, რომლებიც უზრუნველყოფენ ტიპების ჩამოყალიბებას.

ევოლუციის ფინალისტური ჰიპოთეზის მიმდევრებისათვის ძალიან მნიშვნელოვანი იყო მათი თეორიის შესაბამისობა დედამიწის პალეონტოლოგიურ მატიანესთან. ამ მხრივ კი შეიმჩნეოდა აშკარა შეუსაბამობა. ეს შესანიშნავად დაინახეს გოლდშმიდტმა, დალკემ და შინდევოლფმა. ამიტომაც მათ, დედამიწაზე გეოლოგიური ერების შესაბამისად, ევოლუციური ფაქტორების უნიმორფულობის, მუდმივობისა და უცვლელობის ნაცვლად შემოგვთავაზეს მათი უეცარი გლობალური ხასიათის ცვალებადობის შესაძლებლობა. ისინი უარყოფენ რაიმე ურთიერთდამოკიდებულებას ევოლუციური მიზეზების მიხედვით ძველ და ახალ გეოლოგიურ ეპოქებს შორის. სალტაციური ევოლუციის ამგვარი წარმოდგენები, კიუვეს კატასტროფების თეორიის მსგავსად, დღეისათვის წოდებულია ნეოკატასტროფიზმის სახელწოდებით. იგი ჩამოყალიბდა გასული საუკუნის დასაწყისშივე და მიიღო მკაფიო ანტიდარვინისტული ხასიათი.

ნეოკატასტროფიზმის მიმდევრების უმრავლესობა აღიარებს ევოლუციის მიზეზებისა და ფაქტორების პერიოდულ მონაცვლეობას სიცოცხლის ევოლუციური განვითარების მანძილზე. ამ საქმეში მნიშვნელოვან როლს ანიჭებენ დედამიწის ფიზიკო-გეოგრაფიული პირობების კატასტროფულ ცვლილებებს გეოლოგიური ერების მიხედვით ან კოსმოსური ძალებისა და მზის სხივოსნური რადიაციის გავლენას. ყოველივე ამით ცდილობენ, ახსნან ევოლუციური გარდაქმნების თავისთავადობა

და სპეციფიკურობა სხვადასხვა გეოლოგიურ ერაში და უარყონ თანდათანობითი ევოლუციური განვითარების პროცესი მთელი ფანეროზოის მანძილზე. დედამიწაზე გეოლოგიური კატასტროფებისა და ფიზიკო-გეოგრაფიული პირობების ცვალებადობა ქრონოლოგიურად ერთმანეთთან თანხვედრილია. ამიტომაც, დედამიწის ზედაპირზე სასიცოცხლო პირობების ცვალებადობაც ექვემდებარება გარკვეულ ციკლურ გარდაქმნებს. საარსებო გარემოს რიტმული ცვალებადობის შესაბამისად, ცოცხალი სამყაროს ცვალებადობაც პერიოდულია. ასეთ ციკლურ ცვლილებებს დედამიწაზე ხშირად აქვს კატასტროფული (რევოლუციური) ხასიათი და ზოგჯერ განამარხებული ორგანიზმების ორგანიზაციის დონე ქრონოლოგიურად პირდაპირ არ შეესაბამება ქანების გეოლოგიურ ასაკს. ე.ი. მათ მიერ აღიარებული იქნა ე.წ. „ციკლური ნეოკატასტროფიზმი“.

დედამიწის პირობების კატასტროფული ცვალებადობისა და შესაბამისად, ცოცხალ ორგანიზმთა მსხვილმასშტაბიანი ევოლუციური გარდაქმნების შეუღლებული ხასიათი, სალტაციონიზმის მიმდევრების თვალთახედვით, ვერ აიხსნება გრადუალისტური ევოლუციური წარმოდგენებით. აქ, მათი აზრით, საქმე გვქონდა პირობების კატასტროფული ცვლილებების შესაბამისად, სალტაციური ევოლუციური ცვლილებების გზით, ორგანიზაციულად სრულიად განსხვავებული ფილეტური ჯგუფების წარმოშობასთან. რადგანაც ასეთი ცვლილებები ხშირად ძალიან მასშტაბური იყო და ეხებოდა დედამიწის ძალიან დიდ ნაწილს, ამიტომაც შესაბამისად, ერთდროულ მაკროევოლუციურ ცვლილებებს განიცდიდა დედამიწის ცოცხალი სამყაროს უდიდესი ნაწილი. სიცოცხლე შედარებით მდგრადი იყო კატასტროფული ცვლილებების შუალედურ პერიოდებში, რაც თითქოს შეესაბამება გეოლოგიური ერების მონაცვლეობის შუალედურ დროს. ცნობილი პოლონელი მეცნიერის — გ. ამილაცკის აზრით, „ორგანული სამყაროს განვითარების მთავარი მომენტები, რის საფუძველზეც ხდება დედამიწის ქერქის დაყოფა ჯგუფებად და სისტემებად, შესაბამისად, დედამიწის მთელი ისტორიისა — ერებად და პერიოდებად, თანხვდენილია

დედამიწის სახის განვითარების მთავარ მომენტებთან". დედამიწისეული ძალების გავლენით გამოწვეული კატასტროფული ცვლილებების დროს შეუღლებული ევოლუციური თეორიის მთავარი ნაკლი ის არის, რომ ისინი გეოლოგიური ფაქტორების მოქმედებას იხილავენ ევოლუციის ბიოლოგიური ფაქტორებისაგან იზოლირებულად. პასუხს ვერ სცემენ ისეთ ელემენტარულ საკითხებზე, თუ როგორ შეეძლო ზოგიერთ ბიოლოგიურ დაჯგუფებას, რომლებიც შემდგომ ევოლუციურ ჯგუფებს აძლევენ დასაბამს, გადარჩენა ასეთი კატასტროფების დროს.

ევოლუციური ფაქტორების უეცარი ცვალებადობის შედეგად დედამიწაზე ფაუნის ციკლური ცვალებადობის შესახებ პირველი ჰიპოთეზა ეკუთვნის შინდევოლფს. მისი ტიპოსტროფიზმის თეორია ეფუძნებოდა ავტოგენეტიკური ძალების აღიარებას, მაგრამ შემდეგ რადიკალურად შეიცვალა პოზიცია და ტიპოგენეზის საქმეში ცოცხალში არსებული შინაგანი ძალების ნაცვლად, ბიოლოგიურ ევოლუციაში უპირატესობა მიანიჭა კოსმოსურ ფაქტორებს. კოსმოსური ძალები ცოცხალზე ახდენდნენ რადიკალურ გავლენას და იწვევდნენ არსებული ფორმების შესუსტებას და ახალი „გამართლებული" მაკრომუტაციების აღმოცენებით უფრო პროგრესული და მაღალორგანიზებული ფორმების წარმოშობას. მისი აზრით, ნეოკატასტროფიზმი და „კოსმოსური აფეთქებები" — ეს არის ფაქტების გამოვლენა და არა ფილოსოფიისა და მსოფლმხედველობის მოგონილი გავლენა. კოსმოსური ძალების გავლენით ასეთ ცვლილებებს ექვემდებარება მთელი დედამიწის ბიოსფერო ერთიანად. რადიაციის უარყოფით გავლენას განსაკუთრებით ძლიერ ექვემდებარებოდნენ ისეთი ცხოველები, რომელთა რეპროდუქციული პერიოდი ხანგრძლივი იყო. ამიტომაც, კოსმოსური ცვლილებები უფრო მეტად ანადგურებდნენ მსხვილ ცხოველებს. იგი ამით ხსნის ცარცულის ბოლოს დინოზავრების ამოწყვეტას და მასიური ამოწყვეტისა და ნეოკატასტროფიზმის მიერ ორგანიზმთა ახალი ტიპის (აგებულების გეგმის) წარმოშობის ციკლურობის აღიარების მომხრეა.

ფორმათა მასიური ამოწყვეტის მიხედვით ერების

შესაბამისად, მცენარეთა და ცხოველთა ქრონოლოგიურ შეუსაბამობას შინდელვოლფი იმით ხსნის, რომ ზოგადად კოსმოსური და კერძოდ, რადიაციული ფაქტორების მიმართ მცენარეები და ცხოველები განსხვავებული მგრძნობელობით ხასიათდებიან. შინდელვოლფის ნეოკატასტროფიზმის კოსმოსურმა ჰიპოთეზამ ვერ ჰპოვა სათანადო მხარდაჭერა, თუმცა კოსმოსურ ძალებთან ნეოკატასტროფიზმის დაკავშირება სულ უფრო აქტიურდება მსოფლიო მასშტაბით. აქ მხედველობაში ღებულობენ არა მარტო მზის ოჯახის კოსმოსური ძალების გავლენას, არამედ მთელი მზის სისტემის გალაქტიკაში კანონზომიერი მოძრაობის გამო უშვებენ შესაძლებლობას, რომ იცვლება დედამიწაზე სხვა გალაქტიკების რადიაციული მოქმედების სიძლიერე, რაც თავის გავლენას ახდენს დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოშობა-განვითარებაზე. ზოგი იმასაც მიიჩნევს შესაძლებლად, რომ ადამიანის წინაპარიც შეიძლებოდა წარმოშობილიყო კოსმოსური მუტაგენეზის შედეგად (სალოპი). სალოპის აზრით, „არა მარტო მზის ოჯახი, არამედ შორეული ვარსკლავეთი — გალაქტიკური, კოსმოსური სხივები სიცოცხლისშემქმნელია. მათ გარეშე შეუძლებელია გადარჩენაც, არსებობაც და განვითარებაც“.

როგორც ვხედავთ, ევოლუციის სალტაციონური თეორიები აღიარებენ ფილუმების უეცარ, ნახტომისებურ წარმოშობას და ხშირად უშვებენ ამ მხრივ ციკლური პროცესების შესაძლებლობებს დედამიწის გეოლოგიური ისტორიის მანძილზე. სალტაციური ევოლუციური განვითარების მთავარ მიზეზებად ასახელებენ შინაგან — ავტოგენეტიკურ, ორთოევოლუციურ ან გარე, დედამიწისეული თუ კოსმოსური ძალების მოქმედებას. მსგავს წარმოდგენებს მხედველობაში აქვთ უეცარი, ძირეული და ამასთანავე, ჰარმონიული გარდაქმნების ერთიანობა ცოცხალის ესოდენ რთულ სტრუქტურულ და ფუნქციურ მთლიანობაში. ასეთი ნახტომის ბუნება კი აუხსნელი რჩება ბუნებრივი ფაქტორების მოქმედებით. ის შეიძლება გაგებული იქნეს, როგორც მხოლოდ საოცრება, რომელსაც იწვევს არაბუნებრივი ძალები.

ნომოგენეზი, როგორც ევოლუციური კანონზომიერება, (ლათ. nomos – კანონი) ბიოლოგიაში პირველად აკადემიკოსმა ლ. ბერგმა შემოიტანა შრომაში „ნომოგენეზი ანუ ევოლუცია კანონზომიერებათა საფუძველზე“. ბერგის ნომოგენეზი ანუ ევოლუციური განვითარების კონცეფცია პრინციპულად მსგავსია ევოლუციის ფინალისტური კონცეფციისა. ნომოგენეზი მოიაზრება, როგორც ევოლუციის პროცესი, რომელიც ეფუძნება ორგანიზმის შინაგანად დაპროგრამებულ, იმანენტურ ევოლუციურ კანონზომიერებებს. ბერგის თქმით, ეს არის „განვითარება მყარი კანონების მიხედვით, განსხვავებით დარვინის მიერ შემოთავაზებული ევოლუციისაგან, რომელიც შემთხვევითობის გზით ხდება.“

ევოლუციის მთავარ კანონად ნომოგენეზი აცხადებს „ავტონომიურ ორთოგენეზს“, რაც გულისხმობს ცოცხალის შინაგან უნარს, გარემო პირობებისაგან დამოუკიდებლად წარმოქმნას უფრო სრულყოფილი ფორმები. ბერგი პრეტენზიულად აცხადებს, რომ დღემდე ევოლუციურმა თეორიებმა ვერ გაარკვიეს ვერც ერთი ძირითადი პრობლემა და ამას პირველად ნომოგენეზი აკეთებს.

თავისთავად, მსგავსი მოსაზრებები ევოლუციური თეორიის ისტორიაში ახალი არ იყო. მსგავსი შეხედულებები უკვე გამოთქმული იქნა ბერის, დანილევსკის, კოპის, ნეგელის და სხვათა მიერ.

ბერგი თვითკრიტიკულიცაა და აცხადებს, რომ ევოლუციური პროგრესისა და „ჭეშმარიტად ახალწარმონაქმნების“ მიზეზებზე მისთვის არაფერი არ იყო ცნობილი. ერთადერთი, რითაც ბერგი „ავტონომიური ორთოგენეზის“ რაობის მეცნიერულ ინტერპრეტირებაზე მიუთითებს, ჩანს მის სიტყვებში იმასთან დაკავშირებით, რომ ცოცხალს შინაგანად აქვს უნარი მიზანშეწონილად იმოქმედოს „ციტოპლაზმის ცილების სტერეოქიმიურ თვისებებზე“, რაც მხოლოდ პოსტულატია და მეტი არაფერი. იგი თვლის, რომ სასიცოცხლო პროცესები შეუქცევადია, ევოლუცია მიზანსწრაფული პროცესია და მისი მიზეზების ძიება უაზრობაა.

საშაგიეროდ, იგი დარწმუნებით წერს ევოლუციის განხორციელების საშუალებების შესახებ. მისი აზრით, ცოცხალის ავტონომიური ფაქტორები ცვლიან „არსებით ნიშნებს, რომლებიც განსაზღვრავენ შესაბამისი ჯგუფის აგებულების გეგმას“ და წარმართავენ მას პროგრესისაკენ. ამგვარად წარმოიშობიან ახალი ნიშნები და შესაბამისად, დაჯგუფებები — სახეობიდან დაწყებული, კლასებით დამთავრებული. ბერგის აზრით, ამ წესით აღმოცენდება არა მარტო სასარგებლო ნიშნები, არამედ უსარგებლო და ზოგჯერ — საზიანოც კი. ორგანიზმში შინაგანად „თავდაპირველი მიზანშეწონილობით“ დაპროგრამებული ნიშნები ევოლუციურად ბრეადაპტირებულნი არიან. ცვლილებები, რის საფუძველზეც აღმოცენდება ახალი ნიშნები, არასდროს არ არის შემთხვევითი. მსგავსი ცვლილებები ყოველთვის აღმოცენდებიან კანონზომიერად, ე.ი. საჭირო დროს და მიმართული არიან შესაბამისი ორგანიზმის სასარგებლოდ. იგი თვლის, რომ „არსებითად არ ხდება არავითარი ახალი ნიშნების წარმოქმნა; ახალი ნიშნები არსებობდნენ ადრეც, მაგრამ ვერ ვლინდებოდნენ“. სწორედ „ამაში მდგომარეობს ევოლუციის მთელი მარილი: სასარგებლო წარმოიქმნება შემთხვევით თუ კანონზომიერად?“ — კითხულობს ბერგი. ასე რომ, ნომოგენეზის არსი თითქოს მდგომარეობს ცვალებადობაში მყარი კანონზომიერების აღიარებისა და შემთხვევითობის უარყოფაში. ბერგი მყარად აცხადებს, რომ „ახალწარმონაქმნები ორგანულ ფორმებში ყალიბდებიან არა შემთხვევით, არამედ სრულიად კანონზომიერად. ის ერთდროულად მოიცავს ინდივიდთა უდიდეს მასას“. გამოდის, რომ თვისობრივად ახლის წარმოქმნას ორგანულ სამყაროში აქვს არა ინდივიდუალური, არამედ ერთიანი და მასიური ხასიათი, ე.წ. „მასიური ტრანსმუტაციური“ ბუნება. ყოველივე ამის საფუძველი კი ბერგის მიხედვით არის „ყოველი ცოცხალის საწყისი მიზანშეწონილობა“. ბერგი წერს: „ნეოლამარკიზმი ვერაფერს ვერ ახსნის, თუ მას საფუძვლად არ დაუდო ჩვენს მიერ აღიარებული პრინციპი ყველა ცოცხალის საწყისი მიზანშეწონილობის შესახებ“. ამ მხრივ ის უახლოვდება ნეოლამარკიზმს და ამას არც უარყოფს — „ჩვენი პოსტულატი ფარული სახით ჩადებულია, როგორც ლამარკის სისტემაში,

ასევე მის უახლეს მიმდინარეობებში," — განაგრძობს იგი. ოსბორნი თვლის, რომ „ნიშნები წარმოიქმნებიან რაღაც უცნობი კანონების მოქმედებით, მაგრამ არა შემთხვევით". ყოველივე ამის საფუძველი კი ბერგის მიხედვით „ყოველი ცოცხალის საწყისი მიზანშეწონილობაა". ნომოგენეზი კატეგორიული წინააღმდეგია ევოლუციურ განვითარებაში შემთხვევითობისა. „ანტიშემთხვევითობა", — აღნიშნავს ლეკონტო დიუ ნოუი, — „თავისთავად შეიძლება, წოდებული იქნეს ღმერთად".

ნომოგენეზის მიხედვით, ფორმათა ცვალებადობაში გარკვეული მნიშვნელობა აქვს გეოგრაფიული ლანდშაფტისა და საერთოდ, საარსებო პირობების „მაიძულებელ გავლენას". ამ დროს გეოგრაფიული იზოლაცია იწვევს პოპულაციათა იზოლირებული ჯგუფების ჩამოყალიბებას. გეოგრაფიული ლანდშაფტის გავლენა ფორმათა ცვალებადობაში იმდენად მოკრძალებულია, რომ ამ გზით შეიძლება წარმოიქმნას მხოლოდ ქვესახეობები და სხვა სახეთაშიდა დაჯგუფებები. თუმცა, აკეთებს მეტად გაბედულ დასკვნასაც, რომ ყოველგვარი მიმიკრია გამოწვეულია იმით, რომ „ერთსა და იმავე ლანდშაფტის პირობებში ორგანიზმებს აქვთ მიდრეკილება, გამოავლინონ ერთნაირი ნიშნები". საერთოდ, ბერგს საკითხების ინტერპრეტირების დროს ხშირად ახასიათებს გაორებული პოზიციები.

ბერგის აზრით, სახეობათა წარმოშობაში მთავარი როლი განეკუთვნება ორგანიზმის შინაგან ავტოგენეტიკურ სისტემას, ამასთან, ახალ სახეობათა წარმოშობა ძირითადად ხდება დედა სახეობის შეცვლით. იგი სახეობათა წარმოშობაში გამოყოფს ორ გზას — დივერგენციას და სახეთა შეცვლას. პირველ შემთხვევაში დივერგენცია მიდის არა დარვინისეული სქემით, არამედ ინდივიდთა უსაზღვრო რაოდენობის „მასობრივი გარდაქმნის გზით". მეორე შემთხვევაში „სახეობები მუტაციის გზით იცვლებიან (ვააგენის მუტაცია), თანაც უფრო ახალგაზრდა სახეობა ცვლის დედა სახეობას ასევე — მასობრივი გარდაქმნის გზით". სახეობათა წარმოშობ მუტაციებს აქვთ ჭეშმარიტად ნახტომისებური ხასიათი, ამიტომაც სახეობათა შორის არასდროს არ არსებობს გარდამავალი — შუალედური ფორმები. „მასობრივი გარდაქმნები, — ამბობს ბერგი, — არის

გეოლოგიური ხასიათის მოვლენა. ის დაკავშირებულია შესაბამისი ჰორიზონტის ფაუნის ცვალებადობასთან და მიმდინარეობს დროის გარკვეულ მონაკვეთში, იმიტომ, რომ შემდგომ კვლავ ხანგრძლივი დროით შეწყდეს. სწორედ, ეს არის პროგრესული ევოლუციის გზა". სახეთა წარმოშობაში შუალედური გარდამავალი ჯგუფების არსებობას ბერგი აღიარებს მხოლოდ იმ შემთხვევებში, როცა „გარდამავალ ფორმებს, წარმოშობილს ჰიბრიდიზაციის შედეგად, აქვთ სახეთაწარმოშობითი მნიშვნელობა, მაგრამ ივი საკმაოდ უმნიშვნელოა".

ახალწარმონაქმნთა მასშტაბები სრულიად სხვადასხვაგვარია, მაგრამ ის ყოველთვის არის მკვეთრი და შესამჩნევი ნაბიჯი. ასეთი გზებით წარმოიშობიან ახალი გვარები, რიგები, კლასები. ასეთი რადიკალური პროგრესული ევოლუციური ცვლილებები პირველად უმეტესად ორგანიზმთა ემბრიონულ ან ახალგაზრდა ასაკში აღმოცენდებიან. ის გამოყოფს მუტაციების ორ კატეგორიას — ერთი, რომელიც სერიოზული ფილოგენეტიკური ხასიათის ცვლილებებს იწვევს და აღმოცენდება იშვიათად, გეოლოგიური ერების მანძილზე, რაც საფუძვლად უდევს ევოლუციურ განვითარებას და მეორე, ე.წ. დე-ფრიზისეული მუტაციები, რომლებიც აღმოცენდებიან ცალკეულ ინდივიდში და არავითარი სახეთაწარმოშობი და საერთოდ ევოლუციური მნიშვნელობა არ გააჩნია. ფილოგენეტური მუტაციები ხდება პერიოდულად, ნახტომისებურად. ზოგ პერიოდში მათი წარმოქმნა აქტიურია, შესაბამისად, ბუნების შემოქმედებითი ძალა იძლევა ორგანულ ფორმათა მთელ ჯგუფებს, მაშინ, როცა ზოგ პერიოდში ეს ძალა მიძინებულია. მას მიაჩნია, რომ ნახტომისებური განვითარება არის პროგრესული ევოლუციის მთავარი კანონი.

ბერგი სახეთაშიდა დაჯგუფებების ევოლუციური გზით წარმოშობის აღიარების წინააღმდეგია. მისი აზრით, ფილოგენეტური ნახტომებით ჯერ სახეობები წარმოიშობიან, ისინი კი თავისთავად ნაწევრდებიან სახეთაშიდა ჯგუფებად. სახეთაშიდა ჯგუფები დივერგენციის გზით ვერასდროს „ვერ მიაღწევს" სახეობრივ სტატუსს. აქ ყოველთვის საქმე გვაქვს პირუკუ პროცესთან: სახეობა ⟶სახეთაშიდა დაჯგუფებები. ივი

თვლის, რომ დივერგენციული პროცესები ბუნებაში „არ ხორციელდება იმ მასშტაბებით, როგორადაც ამას დარვინი აღწერს“. თუმცა, იხილავს რა იგი ევოლუციაში კონვერგენციული და პარალელური განვითარების წამყვან როლს, იქვე აღნიშნავს, რომ „გარდა ამისა, მცირე ტაქსონომიური ერთეულები (გვარები, სახეობები, ქვესახეობები) სათავეს იღებენ ავრეთვე განცალკევების — დივერგენციის გზით. ასე რომ, ჩვენი შეხედულებები რაღაც შუალედურია მონოფილიზმსა, რომლისკენაც დარვინი იხრება და იმ აბსოლუტურ პოლიფილიზმს შორის, რომელსაც პირველად აღიარებდა ლინე, ხოლო მას შემდეგ იცავდა ლოტსი“. იხილავს რა მუტაციების (არა დე-ფრიზისეულ, არამედ ვააგენის), როგორც სახეთაშიდა დაჯგუფებებისა და ახალ სახეობათა მატრანსფორმირებელი ფაქტორის როლს, ბერგი იძლევა სამი მთავარი მოვლენის მიზეზების მეცნიერულად ახსნის ცდას. ესენია: 1) პოლიფილიზმი (როგორც მცირე, ასევე მსხვილი ჯგუფებისა). მისი მიზეზია ახალ ფორმათა წარმოშობის პოლიფილური წესი, რომელსაც ერთდროულად ექვემდებარება ინდივიდთა დიდი რაოდენობა ან სახეობათა თითქმის მთელი შემადგენლობა; 2) სახეობათა უეცარი წარმოშობა; 3) სახეობათა შორის გადასვლების არარსებობა. ახალ სახეობათა წარმოშობა ხდება გეოლოგიური პერიოდის მანძილზე მუტაციური გარდაქმნის გზით, რასაც ექვემდებარება მთელი მასა ინდივიდებისა ან სახეობა — გავრცელების დიდ ტერიტორიაზე, ან კიდევ, გეოგრაფიული იზოლაციის გზით, როცა პროცესის შედეგად ინდივიდთა დიდი ნაწილი მორფოლოგიურად მკვეთრად განსხვავებული აღმოჩნდება მისი მონათესავე დაჯგუფებისაგან თვისებათა კომპლექსით.

ბერგი ევოლუციაში მონოფილური მიმართულების წინააღმდეგია. იგი უარყოფს ფილოგენეტურ კავშირებს მსხვილ სისტემატიკურ ჯგუფებს შორის და უშვებს სახეობებისა და უფრო მაღალი ტაქსონების გამეორებით წარმოშობის შესაძლებლობას, ე.ი. სჯერა ევოლუციის შექცევადობის.

მსგავსი მიდგომით ის ხსნის კონვერგენტული ევოლუციის კანონზომიერებებს ცოცხალ ბუნებაში. მისი აზრით,

კონვერგენციას იწვევს არა იმდენად საარსებო ბირობების მსგავსება და ნათესაური კავშირები ფილეტურ ჯგუფებს შორის, რამდენადაც „შემკვიდრული მიდრეკილება, განიცადონ ვარირება გარკვეული მიმართულებით“, რაც „ორგანული სამყაროს ევოლუციის ძირითადი კანონია“ და რაც იწვევს ცოცხალის განვითარებას მსგავსი კანონების მიხედვით.

ბერგი ცოცხალ სამყაროში სხვადასხვა ფილეტურ ჯგუფს შორის არსებულ სტრუქტურულ და ფუნქციურ მსგავსებას ხსნის ევოლუციაში არა დივერგენტულ-გენეალოგიური პრინციპის მოქმედებით, არამედ როგორც — კონვერგენტული ევოლუციის შედეგს. იგი წერს: „პოლიფილიზმი ჩვენ მიგვითითებს ცალკეულ ჯგუფებს შორის გარდამავალი ფორმების არარსებობაზე. რამდენადაც არ უნდა ჩავულრმავდეთ ჩვენ ამა თუ იმ ჯგუფის ისტორიას, მათი განსხვავება მეზობლისაგან არ მცირდება; მათ შორის საერთო არ არის; განსხვავება აღმოჩნდება თავდაპირველი, მსგავსება — მეორეული“. „ორგანული სამყაროს განვითარება მიდის არა დივერგენტულად, არამედ კონვერგენტულად“. ამის საბუთად ის იმასაც ასახელებს, რომ ცალკეული ორგანოების მიხედვით კონვერგენცია ხშირად უფრო ძლიერადაა გამოხატული შორეული ფილეტური ჯგუფის ორგანიზმების წარმომადგენლებში, ვიდრე ახლონათესაურში (რაც ნაკლებად შესაბამისია დივერგენტული ევოლუციისათვის). ბერგის ნომოგენეზის თეორიის მთავარი და განმსაზღვრელი პრინციპი მაინც ევოლუციაში შემთხვევითობის უარყოფაა. ის მთლიანად უჭერს მხარს ამერიკელი პალეონტოლოგის, ე.წ. არისტოგენეზის თეორიის ავტორის — ოსბორნის ცნობილ თეზისს, რომ „ორგანულ სამყაროში ზუსტად ისევე, როგორც არაორგანულ სამყაროში, შემთხვევითობა არ არსებობს და სხეულთა ბევრი დეტალის სარგებლიანობა ყალიბდება კანონების მიხედვით და არა შემთხვევითობით ან შემთხვევითი ვითარებით“.

ბუნების განვითარების ერთიანი კანონების შესაბამისად, ბერგის აზრით, „ევოლუცია მიდის გარკვეული მიმართულებით“, ცოცხალის ავტოგენეტიკურ აპარატში დაპროგრამებული შინაგანი ინფორმაციის მოქმედებით, ამიტომაც მას ყოველთვის აქვს კანონზომიერი და არა შემთხვევითი, მიზანშეწონილი და

არა ქაოსური, ციკლური და არა უწყვეტი, პოლიფილური და არა დივერგენტული ხასიათი. მისი აზრით, კონვერგენციას ექვემდებარება ცოცხალი ორგანიზმის არა მარტო გარეგნული ნიშნები, არამედ შინაგანი ორგანიზაციაც. კონვერგენცია და პარალელიზმი, ბერგის მიხედვით, არის იმის საუკეთესო დასაბუთება, რომ „ორგანიზმები ვითარდებიან შინაგანი, მათში არსებული წინასწარი ძალების შესაბამისად". ამგვარი მიდგომა ევოლუციური პრობლემებისადმი ბერგს აძლევს საშუალებას, კატეგორიულად განაცხადოს, რომ დარვინიზმი წარმოადგენს ევოლუციური განვითარების მუხრუჭს, მისგან უნდა გადავაგდოთ „ყალბი წარმოდგენა არსებობისათვის ბრძოლისა და ბუნებრივი გადარჩევის, როგორც პროგრესის ფაქტორის შესახებ". გადარჩევის როლს ბუნებაში ის ხედავს მხოლოდ არსებობის შენარჩუნებასა და ფორმათა გეოგრაფიულ განაწილებაში. იგი ბუნებაში აღიარებს არსებობისათვის ბრძოლის რეალობას, მაგრამ მიაჩნია, რომ მას არავითარი ევოლუციური როლი არ გააჩნია.

თვით ბერგი დარვინის ევოლუციურ თეორიასა და ნოომოგენეზს შორის განსხვავებებს შემდეგნაირად წარმოგვიდგენს:

დარვინის შეხედულება	ნოომოგენური თეორიის მიხედვით
1. ყველა ორგანიზმი განვითარდა ერთი ან რამდენიმე პირველადი ფორმისაგან, ე. ი. მონოფილურად ან ოლიგოფილურად.	1. ორგანიზმები განვითარდნენ მრავალი ათასი საწყისი ფორმისაგან, ე.ი. პოლიფილურად.
2. შემდგომი განვითარება მიმდინარეობდა დივერგენტულად.	2. შემდგომი განვითარება მიმდინარეობდა უპირატესად კონვერგენტულად (ნაწილობრივ დივერგენტულად).
3. შემთხვევითი ვარიაციების საფუძველზე.	3. კანონზომიერების საფუძველზე.

4. რასაც ექვემდებარებოდა ცალკეული, ერთეული ინდივიდი.	4. რასაც ექვემდებარებოდა ინდივიდთა უდიდესი მასა ფართო ტერიტორიაზე.
5. ნელი, ძლივს შესამჩნევი უწყვეტი ცვლილებების გზით.	5. ნახტომისებურად, ბაროქსიზმებით, მუტაციურად.
6. მემკვიდრული ვარიაციები მასიურია (უამრავია) და ისინი აღმოცენდებიან ყველა მიმართულებით.	6. მემკვიდრული ვარიაციები შეზღუდული რაოდენობისაა და ისინი მიდიან განსაზღვრული მიმართულებით.
7. პროგრესის ფაქტორებია არსებობისათვის ბრძოლა და ბუნებრივი გადარჩევა.	7. არსებობისათვის ბრძოლა და ბუნებრივი გადარჩევა არ არიან პროგრესის ფაქტორები, გარდა ამისა, თავიანთი კონსერვატორული ქმედებებით ნორმის დამცველებია.
8.დივერგენციულად წარმოშობილი სახეობები ერთმანეთთან დაკავშირებულნი არიან ურთიერთგადასვლებით.	8. სახეობები თავიანთი მუტაციური წარმოშობით ერთმანეთისაგან მკვეთრად გამიჯნულია.
9. ევოლუციის პროცესი ვლინდება ახალი ნიშნების ერთიანად წარმოქმნაში.	9. ევოლუცია მნიშვნელოვანწილად არის უკვე არსებული ნასახების (წინასწარპროგრამირებულის) გამოვლენა.
10. ორგანიზმთა გადაშენება ხდება გარემო ფაქტორების გავლენით: არსებობისათვის ბრძოლისა და უკეთშეგუებულთა გადარჩენით.	10. გადაშენება არის, როგორც შინაგანი (ავტონომიური), ისე გარეგანი (ხორონომიული) ფაქტორების შედეგი.

ბერგის ნომოგენეზის თეორიის პალეონტოლოგიური საფუძვლების განმტკიცებას ცდილობს სობოლევი თავის ბიოგენეზის თეორიაში, რომელსაც თვითონ „ისტორიულ ბიოგენეტიკას“ უწოდებს. ისიც მყარად იცავს აზრს, რომ ფილოგენეტური ჯგუფების წარმოშობა ხდება სალტაციური

ცვალებადობის გზით. ის იზიარებს ფინალისტური მიმდინარეობის აზრს, რომ სალტაციური ცვალებადობის კვალდაკვალ ხდება ევოლუციური მემკვიდრეობითი ფაქტორის თანდათანობითი შემცირება, რაც იწვევს ევოლუციის შესუსტებას. მისი აზრით, ფილოგენეტური ცვლილებები უკვე ჩამოყალიბებულია ორგანიზმთა დაბადების მომენტისათვის. ასე რომ, „ინდივიდუმების მსგავსად, უმაღლესი ორგანული ერთეულებიც, ალბათ ისევე იბადებიან. ისინი აღმოცენდებიან მეტ-ნაკლებად სიღრმისეული გარდაქმნების საშუალებით ანუ ფილოგენეტური მეტამორფოზის გზით“. იგი ასევე ეთანხმება ბერგს ევოლუციის შექცევადობის შესაძლებლობაში და ამ პროცესს ევოლუციურ „გაახალგაზრდავებას“ უწოდებს.

სობოლევი გამოყოფს ევოლუციური გარდაქმნის სამ სახეს: კომბინაციურს, გრადაციულს და დე-ფრიზისეულ მუტაციურს. მათგან ევოლუციაში მთავარ როლს ანიჭებს გრადაციული ხასიათის გარდაქმნებს, თუმცა მიუთითებს კომბინაციების გარკვეულ მნიშვნელობაზე და მის საფუძველზე „ორგანული სამყაროს ბადისებრ აგებულებაზე“. დე-ფრიზისეული მუტაციები, როგორც შემთხვევითი ცვლილებები ევოლუციაში, რაიმე როლს არ ასრულებენ, — თვლის სობოლევი და საერთოდ არ განიხილავს მის ევოლუციურ მნიშვნელობას.

ზოგიერთი თანამედროვე ავტოგენეტიკური ევოლუციის წარმომადგენელი ბიოლოგიური ევოლუციის მიზეზების ახსნას ეძებს არა თვით ცოცხალის თვისობრივ თავისებურებაში, არამედ საერთოდ — მატერიისა და ენერგიის უნივერსალურ თვისებებში. ფრანგი მეცნიერის — ლიმა-დე-ფარის აზრით, ავტოევოლუცია, როგორც ბიოლოგიური პროგრამის გამოხატულება, განპირობებულია ტრანსფორმაციის პროცესებით, რაც მოცემულია პირველად მატერიასა და ენერგიაში. ყოველგვარი განვითარება დამოუკიდებელია გარემო ფაქტორებისაგან, რაზეც მიუთითებს თვითაწყობისა და თვითორგანიზებულობის უნარი მთელ მატერიალურ სამყაროში, დაწყებული პირველადი მატერიით და ადამიანთა საზოგადოებით დამთავრებული. სპონტანური მოწესრიგებულობის ფენომენი ვლინდება, როგორც ელემენტარული ნაწილაკების, ატომებისა და მოლეკულების, ასევე უჯრედის, ორგანოს, ორგანიზმისა და საზოგადოების

დონეზეც.

ყოველივე ამის გამო, — ფიქრობს ლიმა-დე-ფარი, ბიოლოგიურ მოვლენებში ადგილი არ არის შემთხვევითობის და თუ გნებავთ მუტაციებისთვისაც, რადგანაც მოლეკულური განსაზღვრულობა ატარებს მიმართულ ხასიათს. აქედან გამომდინარე, მისი აზრით, ევოლუციური განვითარების კანონები ჯერ კიდევ ელოდება აღმოჩენას და ამ საქმეში გენები და ქრომოსომები ასრულებენ მეორეხარისხოვან როლს.

როგორც ვხედავთ, ნოშოგენეზი ბევრ პრინციპულ საკითხში იზიარებს ფინალიზმის საკვანძო დებულებებს. მისი მიმდევრები თვლიან, რომ „არის შემთხვევები, როცა ევოლუციური გზა წინასწარგანსაზღვრულია“, თუმცა ორთოგენეზური ძალების აღიარებით მისი სიახლოვე იგრძნობა ასევე ნეოლამარკიზმთანაც. ამასთანავე, ნახტომისებური განვითარებისა და კონვერგენტული ევოლუციის აღიარებით ის მსგავსებას ავლენს სალტაციონიზმთანაც.

ნეიტრალობა და ზოგიერთი სხვა მიმდინარეობა

დარვინიზმისა და ევოლუციის სინთეზური თეორიის მიმდევრების ძირითადი ამოსავალი დებულება, რასაც ეყრდნობა მათი ევოლუციური თეორია, მდგომარეობს ცოცხალ ბუნებაში სელექციურობის პრინციპის აღიარებაში. ბუნებრივი გადარჩევის შემოქმედებითი როლის მთელი სიძლიერე იმაში მდგომარეობს, რომ ადაპტური ნიშნების თანდათანობითი დაგროვების გზით ევოლუციის სელექციური მიმართულება უზრუნველყოფს ცოცხალ სამყაროში არსებული მიზანშეწონილი ურთიერთობების ჩამოყალიბებას. მაგრამ ბევრი მეცნიერი დარვინისშემდგომ პერიოდშიც და დღესაც არ ეთანხმება ევოლუციის საფუძვლად სელექციურობის პრინციპის აღიარებას. მართლაც, ძნელია სხვადასხვა სისტემატიკური ჯგუფის წარმომადგენლებში ყოველთვის ყველა ნიშანს თუ თვისებას მოუნახო ადაპტური საფუძველი და მისი ევოლუციური ფორმირება მიიჩნიო, როგორც სელექციურობის საფუძველზე ჩამოყალიბებული თავისებურება.

თუმცა, ევოლუციის სელექციურობის პრინციპის მიმდევრები არაადაპტური ნიშნების ჩამოყალიბებას ხსნიან ე.წ. კორელაციური ევოლუციის ანუ არაადაპტური ნიშნების სხვა ძლიერ ადაპტურ ნიშნებთან შეუღლებული ევოლუციის მოქმედებით ან კიდევ იმით, რომ ნიშნის ადაპტურობა ყოველთვის ძნელია შეაფასო ვიზუალურად ან იმ მეთოდებით, რომლებსაც ჩვენ სადღეისოდ ვფლობთ და ხშირად ნიშანი, რომელიც არაადაპტურად ან ნეიტრალურად გვეჩვენება, შეიძლება ხასიათდებოდეს საკმაოდ მაღალი ხარისხის ადაპტურობით. ევოლუციის სინთეზური თეორიის მომხრეები, მსგავსი (არაადაპტური) ნიშნების ევოლუციურ ჩამოყალიბებაში იმოწმებენ ე.წ. „ეპისელექციური ევოლუციის“ შესაძლებლობებსაც. ა. სევერცოვის (2005) მიხედვით „ეპისელექციური ევოლუცია“ ისეთი პროცესია, როცა ფენოტიპის ცვალებადობა თაობების მანძილზე მიმართულად ფიქსირდება არა ბუნებრივი გადარჩევის პირდაპირი მოქმედებით, არამედ — ირიბ დამოკიდებულებაში და არ არის მასთან უშუალო ფუნქციურ, მორფოგენეტიკურ თუ კორელაციურ კავშირში. მსგავსი ევოლუცია ვლინდება ძირითადად სამ შემთხვევაში: 1. როცა ეპიგენეტიკური ნიშნებს გააჩნიათ ფართო რეაქციის ნორმა; 2. როცა გენეტიკური სისტემები სუსტად ან საერთოდ არ მოქმედებენ ფენოტიპების შეგუებულობაზე და 3. ისეთი ნიშნების მიმართ, რომელთა შორის კავშირი არ წარმოადგენს ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების ობიექტს.

როცა ნიშნებს გააჩნიათ ფართო რეაქციის ნორმა, შესაბამისად შესუსტებულია მასზე ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების ეფექტი. ასეთი ნიშნები, რეაქციის ნორმის ფარგლებში არსებობის პირობების ცვლილებების შესაბამისად, ვლინდებიან ადაპტური მოდიფიკაციების გაძლიერებული შესაძლებლობით, რაც ამცირებს გადარჩევის დაწოლას და შესაბამის ადაპტურ ჯგუფებს (და საერთოდ პოპულაციას) აძლევს გადარჩენის მეტ შანსს. მსგავს მაგალითს უნდა წარმოადგენდეს ვერცხლისფერი თოლიას (Larus agrentatus) შეგუებულობა მტაცებლობისადმი გადარჩევის მოქმედების გარეშე. 1960 წლიდან დაგროვდა ცნობები (ბუზუნი, 1889) თოლიების მტაცებლობის შესახებ სხვა ფრინველებისა და მცირე

ზომის ძუძუმწოვრების მიმართაც. ბუდობის პერიოდში პირველად თოლიები იკვებებოდნენ მკვდარი ფრინველებით, შემდეგ შეეჩვივნენ დაავადებული და სუსტი ფრინველებით კვებას, ბოლოს კი დაიწყეს ნადირობა ჯანსაღი ფრინველების მიმართაც. მტაცებლობა თოლიებისათვის ფაკულტატური თვისებაა, მაგრამ ის განიცდის თანდათანობით პროგრესირებას. უკვე ხდება ჯგუფური ნადირობაც კი, ისინი ნისკარტის თავში დარტყმით კლავენ მსხვერპლს. გამოდის, რომ ეს თვისება რეაქციის ნორმის ფარგლებში „დასწავლისა“ და გამოცდილების დაგროვების გზით თანდათან იძენს ადაპტურ ფუნქციას.

ეპისელექციური ევოლუციის გამოვლინებაა ევოლუციური პროცესი, როცა ნიშნები მკაცრად დეტერმინირდება გენეტიკურად, მაგრამ არ მოქმედებს ფენოტიპის შეგუებულობაზე. აქ შეიძლება განხილული იქნეს კარიოტიპების ევოლუციური ფორმირების ძირითადი მექანიზმები, ნეიტრალური და ანტიდარვინისეული ევოლუციის მაგალითები, რაც ხშირად ვლინდება მოლეკულურ დონეზე ცილებში ამინომჟავებისა და დნმ-აში ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობების ცვალებადობის არასელექციური შედეგებით (კომურა) და სხვა. თუმცა კარიოტიპების ევოლუციური ფორმირება, ალბათ, დაკავშირებული უნდა იყოს რეპროდუქციული ბროცესების სახეობრივ დონეზე რეგულაციის ადაპტურ თავისებურებებთან.

ისეთი ფენოტიპური ნიშნების ევოლუცია, რომლებიც უშუალოდ არ ექვემდებარებიან გადარჩევის მოქმედებას, ხშირად აუხსნელი რჩება სელექტოგენური ევოლუციის გზით. ასეთი მაგალითები განსაკუთრებით ხშირად გვხვდება მორფოგენეზის კანონზომიერებათა ანალიზის დროს. საბოლოო შედეგების მიხედვით მორფოგენეზური პროცესების დეტერმინირება ვერ აიხსნება სელექტოგენური განვითარებით. ეს, პირველყოვლისა, ეხება უჯრედთა და ქსოვილთაშორის ინდუქციის შედეგებს ორგანოგენეზის პროცესში და საერთოდ ჩანასახების ავტონომიზაციის გაძლიერებას.

ევოლუციაში ნიშან-თვისებათა ადაპტურ ნეიტრალობაზე ან კიდევ არაადაპტურ ევოლუციაზე მიუთითებდნენ ინგლისელი ბოტანიკოსი კ. უილისი, რუსი გენეტიკოსი ს. ჩეტვერიკოვი და

სხვები. უილისი თვლიდა, რომ თვით ცვალებადობას, რომელიც აღმოცენდება ცოცხალ ორგანიზმში, აქვს გარემოს შესაბამისი ხასიათი, ამიტომაც ევოლუციაში აღარ რჩება ადგილი ადაპტოგენური სელექციისათვის. ჩეტვერიკოვის აზრით, ადაპტური ევოლუციის გვერდით მოქმედებს არაადაპტური (ნეიტრალური) ევოლუციაც. ის მყარად აცხადებს, რომ ჩვენ „არა გვაქვს საფუძველი, უარვყოთ არაადაპტური ევოლუციის შესაძლებლობა“. უნდა დავუჭიროთ მხარი მოსაზრებას, რომ „ადაპტურ ევოლუციასთან ერთად... არსებობს არაადაპტური ევოლუციაც. მას სახეთაშიდა დიფერენციაცია და ცოცხალი ფორმების მრავალფეროვნება და მათი სახეობრივი ნიშნები მიჰყავს გზით, რომელსაც არა აქვს სელექციური მნიშვნელობა“.

ევოლუციის თანამედროვე ნეიტრალიზმის კონცეფციის ჩამოყალიბება ეფუძნება მოლეკულური ბიოლოგიის გამოკვლევებს. ცნობილი იაპონელი მეცნიერი, პოპულაციური გენეტიკის აღიარებული სპეციალისტი მ. კიმურა ძუძუმწოვრების თაობებში სწავლობდა ცილების ამინომჟავური შემადგენლობისა და თანმიმდევრობის მდგრადობას. დაადგინა, რომ პოლიპეპტიდებში ამინომჟავური თანმიმდევრობის ცვალებადობის ხარისხი რამდენჯერმე აღემატება ორგანიზმთა ინდივიდუალური ცვალებადობის მაჩვენებლებს. ხშირად, ამინომჟავური თანმიმდევრობით განსხვავებულ ცილებს მსგავსი ბიოქიმიური ფუნქციები გააჩნიათ. ზოგჯერ ცილაში განსხვავებული ამინომჟავები ფუნქციურად ექვივალენტურნი არიან. დღეისათვის უკვე დადგენილია, რომ ორგანიზმებში საშუალოდ ერთი ლოკუსის ჰეტეროზიგოტურობა პოლიპეპტიდური თავისებურებების მიხედვით 50%-მდე აღწევს.

პოპულაციური პოლიმორფიზმის მდგრადობის ძირითად საფუძვლად მიჩნეული იყო ბალანსური პოლიმორფიზმი, რომელიც ეყრდნობოდა ჰეტეროზიგოტების სელექციურ უპირატესობას (ფიშერი). ამასთანავე, ჰეტეროზიგოტურობის ხარისხი დაახლოებით ფასდებოდა 7-15%-ის ფარგლებში. პოპულაციებში უამრავი ალელია, რომლებიც განაპირობებენ ცილების პოლიმორფულობას. ასეთ პირობებში, კიმურას მიხედვით, გულუბრყვილობა იქნება მხარდაჭერა აზრისა, რომ თითოეული ჰეტეროზიგოტა ხასიათდება ადაპტური

ღირებულებებით და მათი დახარისხება ხდება გადარჩევის მოქმედებით. აქედან გამომდინარე, კიმურა აკეთებს დასკვნას, რომ გენებში ნუკლეოტიდური ცვლილებები სელექციურად ნეიტრალურია და მათი ფიქსირება პოპულაციებში ხდება გენეტიკური დრეიფების გზით. შესაბამისად, ალელთა პოლიმორფულობა პოპულაციებში შენარჩუნებულია, ერთი მხრივ, მუტაციური დაწოლით, მეორე მხრივ, შემთხვევითი (არაამორჩევითი) ელიმინაციით, ე. ი. მათი ბალანსით. მიუხედავად იმისა, რომ კიმურას აზრით, შეგუებითი გადარჩევა ძალიან იშვიათად მოქმედებს მოლეკულურ დონეზე, მიუთითებს იმაზეც, რომ მოლეკულურ დონეზე მოქმედებას ავლენს უარყოფითი გადარჩევაც, რომლის წყალობითაც ელიმინირდება უარყოფით მუტაციათა დიდი რაოდენობა. მისი გათვლებით ნეიტრალურს (ნაკლებად საზიანოს) წარმოადგენს საერთოდ აღმოცენებულ მუტაციათა დაახლოებით 10%, ხოლო 90% უნდა იყოს უდაოდ საზიანო ხასიათის და მათ არა აქვთ პოპულაციაში დაფიქსირების შანსი (რადგანაც მათ ანადგურებს გადარჩევა). მუტაციათა ნეიტრალობის ერთ-ერთ მაგალითად ასახელებენ კოდი-სინონიმების არსებობას, როცა განსხვავებული ნუკლეოტიდური შემადგენლობის ტრიპლეტები ცილის სინთეზისას აკოდირებენ ერთსა და იმავე ამინომჟავას. თვითონ კიმურა თვლის, რომ მისი თეორია მოლეკულურ დონეზე ევოლუციის ნეიტრალობის შესახებ არ ეწინააღმდეგება დარვინის ევოლუციურ თეორიას. მას მიაჩნია, რომ ორგანიზმთა ფენოტიპურ დონეზე სამართლიანია სელექციურობის თეორია, მაშინ, როცა მოლეკულურ დონეზე ხდება ნეიტრალური მუტაციების შენარჩუნება წმინდა შემთხვევითი სახის გენური დრეიფების გზით. ამიტომაც, ფენოტიპური ევოლუცია არაერთფეროვანია, ხოლო მოლეკულური ევოლუცია ხასიათდება მდგრადობით, ამდენად, „კანონები, რომლებიც არეგულირებენ მოლეკულურ ევოლუციას, სრულიად განსხვავდება იმ კანონებისაგან, რომლებიც მართავენ ფენოტიპურ ევოლუციას“ (კიმურა).

რაც შეეხება თანამედროვე თეორიებს სახეთა წარმოშობის სინთეზოგენურ (ჰიბრიდოლოგიური, სიმბიონტური) ანუ სიმგენეზურ და საერთოდ, ევოლუციაში გენეტიკური

ინფორმაციის ჰორიზონტალური გადატანისა და უცხო გენომების მონაწილეობის საკითხს (ტრანსფორმაცია, ტრანსდუქცია და სხვა მექანიზმებით), აქ შენიშნული კანონზომიერებანი და ევოლუციური მექანიზმები დღეს აღიარებულია თითქმის ყველა ანტისელექციური მიმდინარეობის მიერ და იგი მეტ-ნაკლებად თავსდება ევოლუციის სინთეზური თეორიის კონცეფციის ფარგლებში (ამაზე იყო საუბარი წინა თავებში და ამიტომაც მათზე საგანგებოდ მსჯელობას საჭიროდ აღარ მივიჩნევთ). უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ ასეთი მიმდინარეობების ზოგიერთი თანამედროვე ავტორი სრულიად განსხვავებულ განზოგადებებს აკეთებს და ფიქრობს, რომ „უნდა ვისაუბროთ სახეობათა ევოლუციის შესახებ არა როგორც ინფორმაციულად დახურული ჯგუფების ჯამზე, არამედ ბიოსფეროს ევოლუციაზე, როგორც ერთიან მთლიანზე, სადაც ევოლუციის თითოეული კონკრეტული გამოვლინება გადაეცემა ყველასაგან ყველას“ (კორდიუმი). იგი ევოლუციის ერთეულად ასახელებს ცენოზს, რაც შესაბამისობაშია ნოოგენეზურ ევოლუციასთან, რომელიც აღიარებს ევოლუციას, როგორც მთელი ცენოზური სისტემის ერთდროულ ცვალებადობას. კორდიუმის ევოლუციის ინფორმაციული თეორიის მიხედვით (გენური ნაკადები ნებისმიერი დაჯგუფებიდან შეიძლება გადატანილი იქნეს ნებისმიერ სხვაზე — სხვადასხვა გზით). ბროკარიოტებში ასეთი გზებით მოხვედრილი გენური ინფორმაცია მალევე ფუნქციონირებს და იძლევა ფენოტიპურ ეფექტს (რადგანაც ისინი ჰაპლოიდებია და არ შეიცავენ ე. წ. მოჭარბებულ ანუ სატელიტურ დნმ-ას), მაშინ, როცა ეუკარიოტებში მსგავსი ინფორმაციული ნაკადები გროვდება „მდუმარე“ მდგომარეობაში არაექსპრესირებადი გენეტიკური მასალის სახით. თითქოს, სწორედ ამით არის განპირობებული ეუკარიოტების მაღალი ორგანიზებულობა. მათ შეუძლიათ „გაითვალისწინონ“ მომავალი. თუ დაიწყება ახალი გეოლოგიური კატასტროფა, მაშინ დაგროვილი ინერტული გენეტიკური ინფორმაცია ტრანსპოზონების, „მაწანწალა“ პრომოტორების თუ სხვა ფაქტორების გავლენით არღვევს ხანგრძლივ მდუმარებას და დაიწყება ისეთი გადაჯგუფება, რომ მის საფუძველზე აღმოცენდეს სხვანაირი, ახალი პირობების შესაბამისი, ე. წ.

„გადამრჩენი“ გენეტიკური ორგანიზაცია. მათი აზრით, ევოლუცია მიდის პოლიფილიის გზით. პოლიფილია წარმოადგენს წესს, მონოფილია კი — გამონაკლისს. ტაქსონების პოლიფილიის, პარალელიზმისა და კონვერგენციის გზით განვითარებას საფუძვლად უდევს შესაბამის ჯგუფებში გარედან შესული ერთნაირი ინფორმაცია.

გამოდის, რომ ევოლუციის ინფორმაციული თეორია, რომელიც ეფუძნება გენთა ჰორიზონტალური გადაჯგუფების მექანიზმებს და ნომოგენეზი მთელ რიგ საკითხებში ავსებს ერთმანეთს. როგორც ვხედავთ, სინთეზოგენური ევოლუციის შესაძლებლობას, რომელიც ეფუძნება ჰიბრიდიზაციას, არატიპური სქესობრივი პროცესების გზით გენთა ჰორიზონტალურ გადაჯგუფებას და საერთოდ ბადისებრ ფილეტურ ევოლუციას აღიარებენ, როგორც ორთოსელექციური, ასევე არასელექციური თეორიები, მაგრამ მათი ხედვა პრინციპულად განსხვავებულია ევოლუციური პროცესების მექანიზმების, კანონზომიერებებისა და შედეგების შესახებ.

ევოლუციური კანონზომიერებების არატრადიციული, ანტისელექციური მექანიზმებით ასახსნელად გარკვეული რესტავრაცია განიცადეს ლამარკისტულმა მიმდინარეობებმაც. ისინი ცდილობენ მოლეკულური გენეტიკის ზოგიერთი მიღწევის საფუძველზე ორგანიზმისა და გარემოს ურთიერთობის ლამარკისეული კონცეფციები ახალი ტერმინების გამოყენებით ახლებური ვარიაციებით წარმოადგინონ. გარკვეულ პერიოდში მოდური იყო ე.წ. „ქიმიური ლამარკიზმის“ კონცეფცია, რომელიც ჩამოაყალიბა ჰ. ვენტრებერმა. მისი აზრით, ადაპტაციებს აყალიბებს პროტოპლაზმა, ხოლო შემდეგ იგი გადაიცემა გენებით. გარემოს ზემოქმედებაზე ორგანიზმი პასუხობს პროტოპლაზმური რეაქციების გზით. ყოველ უჯრედში დნმ შეიძლება ქიმიურად შეუერთდეს შესაბამისი გენის ნუკლეოპროტეიდულ ნივთიერებას. როცა ხდება მსგავსი შეერთება, იცვლება სახეობის მემკვიდრეობა. ასეთი გზით შექმნილი გენები წარმოადგენენ მემკვიდრეობითი ცვალებადობის ერთადერთ ინსტრუმენტს. შესაბამისად, ევოლუცია არის ადაპტური ტრანსფორმაციების ერთობლიობა, რომელიც იწყება პროტოპლაზმაში. მას სტიმულს აძლევს გარემო პირობები და

ყველაფერი ეს ფიქსირდება გენების საშუალებით.

ს. მარტინის აზრით, ახალი ნიშნები ყალიბდება ჩვეულებრივი მოდიფიკაციების სახით. ისინი შემდეგ გადაიქცევიან ხანგრძლივ მოდიფიკაციებად, მერე კი, ჩვეულებრივ — მენდელისეულ მემკვიდრულ ნიშნად.

მსგავსი შეხედულებები ფაქტიურად უარყოფენ მუტაციურ მოვლენებს, რომელთაც ევოლუციაში ანიჭებენ დამატებით მნიშვნელობას და ძირითადი ევოლუციური გარდაქმნები დაიყვანება მოდიფიკაციურ ონტოგენეზურ ცვლილებებამდე.

ანტისელექციური ევოლუციის მიმდევრები, რომლებიც აღიარებენ დედამიწის გეოლოგიური ისტორიის მანძილზე პირობების ცვალებადობისადმი შეუღლებულ ევოლუციას, სულ უფრო ცდილობენ გარემოს შესაბამისი მაკროევოლუციური გავლენის შესაძლებლობა ახსნან ნეოლამარკისეული პოზიციებით, განსაკუთრებით კი — გარემოს ფორმათწარმომქმნელი როლის აღიარებით და შეძენილი ნიშნების მემკვიდრულად გადაცემის დასაბუთებით. ევოლუციაში გარემოს ფორმათწარმომქმნელი როლის შესახებ განსაკუთრებით მაღალი აქტიურობით გამოირჩეოდა ყოფილ საბჭოთა კავშირში გაბატონებული მიმართულება, ე.წ. „მიჩურინული ბიოლოგია“ ანუ „საბჭოთა შემოქმედებითი დარვინიზმი“, რომლის მამამთავარიც იყო აკადემიკოსი ტ. ლისენკო. ეს მიმართულება უარყოფდა უჯრედის ქრომოსომური აპარატის განსაკუთრებულ როლს მემკვიდრეობაში. მიაჩნდათ, რომ ცოცხალის მემკვიდრეობა ყალიბდება უჯრედისა და ორგანიზმის ონტოგენეზური განვითარების პროცესში გარემოსთან ნივთიერებათა ცვლის შედეგად. მათი აზრით, როგორ გარემოშიც ყალიბდება ორგანიზმი ონტოგენეზურად, როგორ გარემოშიც ახდენს იგი ინდივიდუალური განვითარების პროცესში ასიმილაციურ პროცესებს, ისეთივე მემკვიდრეობაც უყალიბდება მას. ლისენკოს მიაჩნდა, რომ მემკვიდრეობა — ეს არის ორგანიზმის მიერ ასიმილირებული გარემო პირობები. მემკვიდრეობაზე მსგავს წარმოდგენას ეფუძნება სწორედ, ლისენკოს მოსაზრებები გარემოს გავლენით მცენარეთა და ცხოველთა „ბუნების გადაკეთების“ შესახებ. იგი ძირითადად

ამაში ხედავს გარემოს გავლენის შედეგებს ცოცხალი სამყაროს ევოლუციურ განვითარებაზე. აღნიშნული მიმდინარეობა უშვებს შესაძლებლობას, რომ სათანადო გარემო პირობების გავლენით ერთი სახეობა შეიძლება გარდაიქმნას მეორე სახეობად სულ რაღაც ერთი-ორი თაობის მანძილზე, მაგრამ მათ მიერ მოტანილი მაგალითები ხშირ შემთხვევაში ფალსიფიცირებული აღმოჩნდა და სინამდვილეში ჭეშმარიტად ახალი სახეობის წარმოშობის არც ერთი მაგალითი საფუძვლიანი არ იყო. ლისენკო და მისი მიმდევრები კატეგორიულად უარყოფენ სახეობათა შიგნით არსებობისათვის ბრძოლის ფაქტს და მისი აშკარა გამოვლინებების ახსნას ცდილობენ სრულიად გაუგებარი და დაუსაბუთებელი „თვითგამოხშირვის“, თითქოსდა, საყოველთაო კანონზომიერებების არსებობით. ლისენკოს მექანისტური შეხედულებები საბჭოთა პერიოდში სახელმწიფო პოლიტიკის დონეზე იყო აყვანილი, რამაც სერიოზული უარყოფითი გავლენა იქონია მაშინდელი საბჭოთა კავშირისა და სხვა სოციალისტურ ქვეყნებში ბიოლოგიის საერთო განვითარებაზე და იგი რამდენიმე ათეული წლით დაამუხრუჭა კიდეც.

ადაპტური მუტაციების აღმოცენების შესაძლებლობებზე მიუთითებენ ამერიკელი გენეტიკოსები ბ. ხოლი, დ. შაბირო და სხვები. თვლიან, რომ შაბიროს მიერ დამუშავებული იქნა მიმართული მუტაციების აღმოცენების თეორიული საფუძვლები. შაბირო ადაპტური მუტაციების აღმოცენების ფენომენს ხსნის ორი მექანიზმით: 1) თითქოს, ცოცხალ უჯრედში არსებობს ბიოქიმიური კომპლექსები ანუ „ბუნებრივი გენეტიკური ინჟინერიის სისტემები“, რომლებსაც შეუძლიათ საჭიროების შემთხვევაში მოახდინონ გენომების რეკონსტრუირება. ასეთი კომპონენტების აქტიურობა მკვეთრად იცვლება უჯრედების ფიზიოლოგიური მდგომარეობის მიხედვით. ეს განსაკუთრებით ეხება სხვადასხვა სახის სტრესულ პროცესებს, რომლებზედაც უჯრედები, როგორც წესი, ყოველთვის სათანადოდ რეაგირებენ. მით უმეტეს, რომ ცნობილი გენეტიკოსი მ. კლინტოკი აღიარებს ე.წ. „გენეტიკურ სტრესს“, რაშიც გულისხმობს სტრესული ფაქტორების მოქმედების საპასუხოდ გენეტიკური ორგანიზაციის რეკონსტრუქციის შესაძლებლობას. მისი აზრით, ცოცხალი

უჯრედი მობილური გენეტიკური ერთეულების გამოყენებით ხასიათდება უნარით, მიზანმიმართულად გარდაქმნას თავისი გენომი. იგი თვლის, რომ ფიზიოლოგიური და გენეტიკური სტრესები აყალიბებენ ერთიან ადაპტურ მექანიზმებს, რაც იცავს უჯრედს და ორგანიზმს უცხო სტრესული ფაქტორების ზემოქმედებისაგან. რუსი მეცნიერი ჩაიკოვსკი უფრო რადიკალურია შეფასებაში და აღნიშნავს, რომ უჯრედი თავისი სისტემური მემკვიდრული მეხსიერებით ხასიათდება უნარით, აქტიურად უპასუხოს გარემოს გამოწვევას ადექვატური და მოწესრიგებული გენეტიკური ძიებებით. ის სულაც არ ელოდება პასიურ, შემთხვევით აღმოცენებულ ადაპტურ მუტაციებს. ცნობილი რუსი მეცნიერი ბელიაევი პირდაპირ ამბობს, რომ „სტრესი არის ევოლუციის უმნიშვნელოვანესი მოდუსი, მისი ფაქტორი“. 2) მუტაციები თუ სხვა სახის გენეტიკური გადაჯგუფებები აღმოცენდება არა ერთეულ უჯრედებში, არამედ უჯრედთა ჯგუფებში. ყალიბდება გენეტიკურად განსხვავებული უჯრედების დიდი მრავალფეროვნება და შესაძლებლობა იქმნება ვირუსების, პლაზმიდებისა და მრავალი სახის მობილური გენეტიკური ელემენტის წყალობით მოხდეს უჯრედებს შორის ინფორმაციის ჰორიზონტალური გადატანა. შაპიროს ხატოვანი გამოთქმით, „ჩვენ იქ ვნახეთ გენეტიკური ინჟინერი მოფიქრებული მოლეკულური ინსტრუმენტების შთამბეჭდავი კრებულით — დნმ-ას მოლეკულების რეორგანიზაციისათვის.“ გასაგებია, რომ მსგავსი ლოგიკით დედამიწაზე კატასტროფული ცვლილებები ცოცხალ უჯრედში წარმოქმნილი სტრესული ფიზიოლოგიური ცვლილებების გზით გამოიწვევდნენ ბირობებთან შეუღლებულ მუტაციებს თუ სხვა სახის გენეტიკურ გადაჯგუფებებს.

ზოგიერთი ევოლუციონისტი და განსაკუთრებით მოლეკულური გენეტიკის წარმომადგენლები, ცდილობენ აღადგინონ ლამარკის მეორე დებულება — შეძენილი ნიშნების მემკვიდრეობის შესახებ. მათი აზრით, მოლეკულური ბიოლოგიის კანონზომიერებები იძლევა იმის მტკიცების საფუძველს, რომ სხვა სახის მემკვიდრეობის გვერდით კანონიერი უფლებები აქვს იარსებოს შეძენილი ნიშნების მემკვიდრეობამაც.

მოლეკულური გენეტიკის ზოგიერთი წარმომადგენელი

ასაბუთებს, რომ გენეტიკური ინფორმაციის გადაცემის კლასიკური კრიკისეული მოდელი:ნუკლეინის მჟავა → ნუკლეინის მჟავა → ცილა — არ წარმოადგენს ერთადერთ გზას. შესაძლებელია გენეტიკური ინფორმაციის გადაცემა მეორე გზითაც: ცილა → ცილა → ნუკლეინის მჟავა. ყოველივე ეს უნდა უკავშირდებოდეს გენის პროდუქტების (ცილების) გარკვეულ მარეგულირებელ გავლენას გენეტიკურ ინფორმაციაზე. ეს პირველყოვლისა, ეხება გენეტიკური აპარატის ფუნქციონირების რეგულაციას. კერძოდ, აქ საქმე გვაქვს გარაუდთან, რომ არაქრომოსომური ფაქტორებით რეგულირდება გენეტიკური სისტემის ფუნქციონირების ერთი სისტემიდან მეორეზე გადართვა. ამ დროს არ ხდება სტრუქტურული გენების ცვლილებები, არამედ ადგილი აქვს გენთა აქტიურობის რეგულაციას, რადგანაც გენეტიკური აპარატი მდიდარია, ერთი მხრივ, გენთა ალელური მრავალფეროვნებით, რაც ქმნის ჰეტეროზიგოტურობის დიდ შესაძლებლობებს, ხოლო მეორე მხრივ, გენომის ფაკულტატურ ნაწილში არსებული არააქტიური ტანდემური მრავალმხრივი გამეორებების არსებობა იძლევა საშუალებას, გენური პროდუქტების უკურეგულაციური გავლენით მოხდეს მათ შორის გადაჯგუფება და ჩამოყალიბდეს უამრავი შესაძლებლობის ფუნქციონირებადი გენეტიკური აპარატი და გამოვლინდეს ნიშანთა ფენოტიპური ცვალებადობის კოლოსალური მრავალფეროვნება. ამ პროცესების რეგულაციის თვალსაზრისით უდაოდ აქვს მნიშვნელობა გარემო პირობებს. პირობების გავლენა ცვლის ცილის (გენის პროდუქტის) მეორეულ და მესამეულ სტრუქტურულ თავისებურებებს, რაც სპეციფიკურ უკუგავლენას ახდენს მთელ გენოტიპზე და არეგულირებს ეპიგენეტიკურ პროცესებს (ეპიგენეტიკა პირველად უიდინგტონმა იხმარა და ამით აღნიშნა „მიზეზობრივი შედეგები გენებსა და მათ პრდუქტებს შორის, რომლითაც ყალიბდება ფენოტიპი“. მას ზოგჯერ უწოდებენ განვითარებას „ზეორგანიზმულ დონეზე“). მსგავსი მექანიზმებით ხსნიან ე.წ. გახანგრძლივებული მოდიფიკაციების შესაძლებლობასაც (რაზეც წიგნის წინა ნაწილში იყო საუბარი). აქედან გამომდინარე, არსებობის პირობების ცვალებადობას გარკვეულად შეუძლია, შეუღლებულად შეცვალოს ფენოტიპების ფორმირების

რეგულაციაც.

მსგავსი შეხედულებების საილუსტრაციოდ ლ. დავითაშვილს მაგალითად მოჰყავს ცნობილი ფრანგი პალეონტოლოგის — რ. ლოყოკას მოსაზრება, რომ „გარედან მიღებული ინფორმაციის გავლენით ყოველი ინდივიდი გამომუშავებს თავის ინდივიდუალურ პროგორამას, რომელიც ავსებს შესაბამისი სახეობის პროგრამას. ეს პროგრამები გროვდება ნერვულ სისტემაში ან სხვა მეხსიერების სისტემებში“, რაც ხდება გენომის ინფორმაციის წყარო და, რომელიც შეიძლება შეიცვალოს ამ ინდივიდუალური პროგრამის გავლენით. აქ არის ევოლუციური აზრის კიბერნეტიკულ ენაზე გადმოცემის მცდელობა, რაც საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული თანამედროვე მეცნიერებაში და კერძოდ, ბიოლოგიაში.

ასეთი ლოგიკის მომხრეები უფრო შორსაც მიდიან და ასაბუთებენ, რომ სხვადასხვა სახის გენეტიკური (ეპიგენები, ფაგები, ტრანსპოზონები და სხვა სახის მობილური გენეტიკური ელემენტები) და არაგენეტიკური (გარემოს გავლენა და ამ გზით უჯრედშიდა ფუნქციური არის ცვალებადობა) ფაქტორებით გამოწვეული გადაჯგუფებები გენომის მოფუნქციონირე და სატელიტურ ნიშნებს შორის ხშირად ინარჩუნებს სტაბილურ ხასიათს და თაობებს გადაეცემა მემკვიდრულად მყარად დარეგულირებული ფენოტიპური ნიშნების სახით, ე.ი. ხდება გარემოსთან ურთიერთობაში შეძენილი ნიშნების მემკვიდრეობა.

საკმაოდ ძნელია, შემოთავაზებული ევოლუციური შეხედულებების სათანადოდ კომენტირება. მაგრამ ერთი ცხადია, რომ ევოლუციური მოძღვრების განვითარების ყველა ეტაპზე, ნებისმიერი ევოლუციური თეორიისათვის ე.წ. საჭოთირო საკითხს წარმოადგენდა იმის გარკვევა, თუ რა მექანიზმებით მონაწილეობს გარემო პირობები ორგანიზმის გენოტიპური სტრუქტურის გარდაქმნის რეგულაციაში — ეს ხდება მხოლოდ სასარგებლო (გარემოსთან შესაბამისი) გენოტიპური ცვლილებების დაგროვებითა და სელექციურად საზიანოთა განადგურების (გადარჩევის) გზით, თუ გარემო რაღაც მექანიზმებით მონაწილეობს გენოტიპში გარემოსთან შესაბამისი (ადექვატური) ცვლილებების აღმოცენებაშიც.

როგორც ზემოთ იყო მითითებული, გენეტიკური ინფორმაციის რეალიზაციის ძირითადი პრინციპების განხილვისას ფ. კრიკი გვთავაზობს ე. წ. ცენტრალურ პოსტულატს, რომ გენეტიკური ინფორმაციის გადაცემა შეიძლება მოხდეს მხოლოდ ნუკლეინის მჟავადან ნუკლეინის მჟავაზე, ან ნუკლეინის მჟავადან ცილაზე. ასეთი კონცეფცია გამორიცხავს გენეტიკური ინფორმაციის გადაცემას ცილიდან ნუკლეინის მჟავაზე.

თუმცა, რაც დრო გადის, სულ უფრო მატულობს მოსაზრებები იმის სასარგებლოდ, რომ შესაძლებელია მოხდეს ინფორმაციის გადაცემა ცილიდან ნუკლეინის მჟავაზეც. თუ ეს კონცეფცია შეიძენს მყარ მეცნიერულ საფუძვლებს, მაშინ დღის წესრიგში მართლაც დადგება გარკვეულ ფარგლებში გარემოს შესაბამისად ორგანიზმის გენეტიკური თავისებურებების გარდაქმნა-გამოვლინების შესაძლებლობის ახლებურად განხილვის აუცილებლობის საკითხი.

ჯერ ერთი, უკვე არსებობს მყარი მოსაზრებები, რომ გენში ჩაწერილი ინფორმაცია სპლაისინგური პროცესების დროს წარმოქმნის ფრაქციებს, რომლებსაც შეუძლიათ ცილის განსხვავებული მოლეკულების ტრანსლირება. დაფიქსირებულია ამ პროცესებში გარემოს გავლენის როლი. საერთაშორისო კონსორციუმის („ადამიანის გენომი“) მიერ უკვე დადგენილია, რომ ადამიანში ყოველ გენს საშუალოდ შეუძლია წარმოქმნას ცილის სამი ფრაქცია. ეტყობა ეს ცოცხალი სამყაროსათვის დამახასიათებელი საერთო თვისება უნდა იყოს.

მეორე მხრივ, დასაბუთებულია (პროკარიოტებში), რომ გენომების დონეზე გაცილებით უფრო რთული პროცესები ხდება, ვიდრე ეს წარმოდგენილი გვქონდა აქამდე. დადასტურებულია გენთაშორისი რეკომბინაცია (ბენზერი), როცა ალელური გენური საიტები განიცდიან რეკომბინაციებს და წარმოიქმნება რეკომბინანტი („ჰიბრიდული“) გენები. გამოთქმულია ვარაუდი გენთა ევოლუციაში ცალკეული გენის განცალკევების ან გენთა გაერთიანების შესაძლებლობის შესახებ. ამასთანავე, გენომურ ევოლუციაში შესაძლებლად მიიჩნევენ, როგორც გენთა შინაგანი გადაჯგუფების, ასევე გარედან შესული გენების მონაწილეობას.

უკრედული გენომის ევოლუციური ჩამოყალიბების ასახსნელად ცნობილია ორი ჰიპოთეზა. ერთი უშვებს

შესაძლებლობას, რომ უჯრედების გენომების მატება ევოლუციის პროცესში ხორციელდებოდა გარედან დამატებითი ე.წ. „კომბიო გენების“ შესვლის ხარჯზე. მეორე მოსაზრება თვლის, რომ გენომური ევოლუცია წარიმართა არსებული გენების დუბლიცირებისა და მათი შემდგომი დივერგენციის ხარჯზე. პირველი მოსაზრების შესაბამისი სათანადო მეცნიერული მტკიცებულებანი არ არსებობს, მაშინ როცა მეორე ვარაუდის სასარგებლოდ მეტყველებს მეტ-ნაკლებად განსხვავებული ციკლებისა და შესაბამისი გენების ნათესაურად დაკავშირებული ჯგუფების ფართო სპექტრის არსებობა მთელ ცოცხალ სამყაროში. მაგალითად, ხშირად ადამიანის ჰემოგლობინის გენის შესაძლო ევოლუციას ასახელებენ. მიიჩნევენ, რომ ჰემოგლობინის თავდაპირველი გენის დუბლიცირება დაახლოებით ერთი მილიარდი წლის წინათ უნდა მომხდარიყო, რამაც დასაბამი მისცა წყვილი გენის ჩამოყალიბებას. ერთი მათგანი ევოლუციის პროცესში ჩამოყალიბდა, როგორც მიოგლობინის სინთეზის მაკონტროლებელი გენი, ხოლო მეორემ შეიძინა ჰემოგლობინის მასინთეზირებელი კოდური თავისებურება. შემდგომისათვის (დაახლოებით 500 მილიონი წლის წინათ) ჰემოგლობინის გენმა კვლავ განიცადა დუბლიცირება და ჩამოყალიბდა α და β ჯაჭვების შესაბამისი გენები. შემდგომისათვის კვლავ დუბლიკაციას განიცდის β ჯაჭვის გენი და ივი საწყისს აძლევს მხოლოდ ემბრიონული პერიოდის ჰემოგლობინის სინთეზის გენეტიკურ რეგულაციას. განხორციელდა შემდგომი დუბლიკაციებიც და საწყისი გლობინური გენისაგან მსგავსი ტანდემური დუბლიკაციების გზით ჩამოყალიბდა ადამიანის თვის დღეისათვის დამახასიათებელი α და β გლობინების გენური კლასტერები.

ასევე დადგინდა, რომ ხდება ალელურ გენთაშორისი კომბლემენტირება (გენის პროდუქტის სინთეზში შეიძლება მონაწილეობა მიიღოს ალელური მუტანტური გენების ნორმალურმა საიტებმა) და გენებს შორის დაზიანებული ნაწილები ურთიერთგადაიფარება ნორმალური საიტებით. შედეგად, ორთავე ალელური გენის მუტირების მიუხედავად, ყალიბდება ნორმალური გენური პროდუქტი, ან კიდევ,

სხვადასხვა უბნებში მუტირებული პოლიპეპტიდური ძაფების განსაკუთრებული კომბინაციების გზით ყალიბდება ერთიანი, ნორმალური ფუნქციის მქონე ცილოვანი მოლეკულები. ამ პროცესებში ძალიან დიდია გენის პროდუქტებზე გარემო პირობების გავლენით გაშოწვეული ეფექტი.

შესაძლოა, ცოცხალ სამყაროში უფრო ფართო გავრცელება ახასიათებდეს იმუნოგენეტიკაში საკმაოდ პოპულარულ ჰიპოთეზას გენთა გადაჯგუფების გზით ერთიანი ფუნქციონირებადი გენის ჩამოყალიბების შესახებ. ამ ჰიპოთეზის თანახმად, ანტიგენურ დეტერმინანტებთან ლიმფოციტური რეცეპტორების შესაბამისობის (კომპლემენტარობის) რეგულაციაში სხვადასხვა გენური ბლოკიდან თუ კლასტერიდან გენთა გადაჯგუფების გზით რამდენიმე გენის გაერთიანების შედეგად შესაძლოა ჩამოყალიბდეს ერთიანი გენური ცისტრონი; ან კიდევ, არანაკლებ პოპულარული ჰიპოთეზის, ე.წ. „ალელური გამონაკლისის“ ფენომენს, როცა რამდენიმე ემბრიონული გენური კლასტერიდან ჩამოყალიბებული ცისტრონის ტრანსლირებისას წარმოქმნილი გენური პროდუქტი ანტიგენთან კომპლემენტარობის ხარისხის შესაბამისად უკუკავშირის (შესაბამის გენურ კომბინაციაზე ზემოქმედებით) წესით არეგულირებს გენური კლასტერების კომბინაციების სელექციურ სარგებლიანობას. თუ სელექციურობის მაჩვენებელი სასარგებლოა, მაშინ თვით გენური პროდუქტი ასტიმულირებს შესაბამისი გენური კომბინაციის ამპლიფიკაციას, ან პირიქით — ბლოკავს მის მოქმედებას და ასტიმულირებს ლიმფოციტების დიფერენცირების პროცესში ახალი გენური კომბინაციების (და შესაბამისად, ახალი ლიმფოციტური რეცეპტორების) ჩამოყალიბება-დიფერენცირებას.

როგორც ჩანს, გარემო პირობების მნიშვნელოვანი ცვლილებებისას, განსაკუთრებით კი ბიოლოგიური კრიზისის დროს, ძლიერ იზრდება პირობების გავლენა გენურ პროდუქტებზე (ცილებზე). ცნობილია, რომ ცილები შედარებით იოლად ექვემდებარებიან გარემოს ადექვატურ გავლენას, როგორც სტრუქტურული დონეების, ასევე სხვა ფიზიკო-ქიმიური და ბიოლოგიური თავისებურებების მიხედვით. მსგავსი მექანიზმებით შეცვლილი გენური პროდუქტები (ცილები) ზემოთ

განხილული და შესაძლოა სხვა მექანიზმებითაც, საგრძნობ გავლენას ახდენენ გენეტიკურ ინფორმაციაზე, იწვევენ მასში გენეტიკური ფუნქციონირების რეგულაციის, სხვადასხვა სახის გენური გადაჯგუფების შესაძლებლობის, გენოტიპური ბალანსის ან კიდევ გენეტიკური შეუთავსებლობის რეგულაციის დარღვევებს, რასაც საბოლოოდ შედეგად მოჰყვება გარემოს გავლენით ორგანიზმთა მემკვიდრული თავისებურებების რეგულაციაც. მაგრამ, რა თქმა უნდა, ეს ძირითადად ეხება მხოლოდ და მხოლოდ მემკვიდრული ინფორმაციის ფუნქციონირების რეგულაციას გარემო პირობებთან დამოკიდებულებაში. ამიტომაც ხაზგასმით უნდა გავაკეთოთ კონსტანტირება იმის შესახებ, რომ გარემოს გავლენით (რაც არ უნდა ძლიერი იყოს მისი მოქმედება) ცოცხალის გენეტიკურ აპარატში შეუტაციური თუ გენეტიკური სტრუქტურის რაიმე სხვა სახის გარემოს ადექვატური თვისობრივი ცვლილებების შესაძლებლობის დაშვება, უბრალოდ, საოცრებების აღიარება იქნება მეცნიერებაში და იგი აუხსნელი დარჩება ჭეშმარიტი მეცნიერული კანონზომიერებების მიხედვით.

ევოლუციის ზოგიერთი თანამედროვე ანტისელექციური მიმდინარეობა მიუთითებს ევოლუციური პროცესებისადმი სისტემური მიდგომის აუცილებლობაზე და გვთავაზობს ევოლუციის სისტემურ თეორიას.

მათი აზრით, ევოლუციური განვითარების იმპულსები ჩნდებიან ცოცხალი სამყაროს ორგანიზაციის ყველაზე მაღალ დონეზე და შემდეგ გადაეცემიან ზემოდან ქვემოთ (სისტემიდან თავის კომპონენტებზე). მსგავსი იმპულსები გაცილებით უფრო ძლიერია ევოლუციის ასეთი დაღმავალი მიმართულებისათვის, ვიდრე აღმავალისათვის (როგორადაც იგი წარმოდგენილი აქვთ ორთოსელექციურ ევოლუციურ მიმდინარეობებს). აქედან გამომდინარე, საერთოდ ევოლუციური გარდაქმნისა და კერძოდ ტაქსონების წარმოშობის ჭეშმარიტი მიზეზები უნდა ვეძიოთ ეკოლოგიურ დონეზე. თუ გრადუალისტები ევოლუციური განვითარების ძირითად კანონზომიერებებს უკავშირებენ სახეობრივი ორგანიზაციის ცვლილებებს და ახალი სახეობის წარმოშობას და თანაც მას თვლიან, როგორც ევოლუციის ცენტრალურ და მთავარ თვისობრივ მოვლენად, ევოლუციის

სისტემური თეორიის მიხედვით სახეობის, როგორც ეკოსისტემის კომპონენტებისა და ფუნქციური ერთეულის ბედი განისაზღვრება თვით ეკოსისტემის მდგომარეობით. ევოლუციისადმი ასეთი მიდგომა დაკავშირებულია დაღმავალი მიზეზობრიობის აღიარებასთან, ამიტომაც ევოლუციის ასეთ მოდელს „დაღმავალ ევოლუციას უწოდებენ“. ასეთი მოდელის შესაბამისად, ევოლუციური წყობა განხილული უნდა იქნეს არა მუტაციებითა და მათი ევოლუციური როლის შეფასებით, არამედ ბიოცენოზების ევოლუციური კანონზომიერებებით. ისინი თვლიან, რომ თავდაპირველად სიცოცხლე ჩამოყალიბდა რთული კომპლექსის — ბიოსფეროს სახით და შემდეგ მათგან გამოცალკევდა მისი შემადგენელი კომპონენტები ცალკეული ბიოცენოზის, სახეობებისა და უფრო დაბალი რანგის ქვედაჯგუფებების სახით.

ევოლუციის ეკოსისტემური ჰიპოთეზა მხოლოდ ახლა ყალიბდება და მისი ავტორების (ვ. კრასილოვი) მიხედვით, მისი ერთიანი სქემა ჯერ კიდევ არ არსებობს. მათი აზრით, ბიოსფეროს ცვალებადობისა და ევოლუციის ძირითადი მამოძრავებელი ძალა არის მისი დამოკიდებულება დედამიწის გეოლოგიურ გარსთან. გეოლოგიური კატასტროფებისა თუ კოსმოსური ძალების (რადიაცია, მაგნიტიზმი და სხვა) მოქმედების დროს, დედამიწის პირობების ცვლილების შესაბამისად მთელი ბიოსფეროც ექვემდებარებოდა სისტემურ ცვლილებებს, რომლის ჯაჭვები თანდათან ვრცელდებოდა ქვედა დონეებზეც — ბიოცენოზებზე, პოპულაციებზე, გენოფონდებზე. გეოლოგიური თუ კოსმოსური ხასიათის დედამიწისეული კატასტროფების დროს ძლიერი სტრესების გამო ირღვევა ცოცხალისათვის დამახასიათებელი გარეგანი ინფორმაციის შესვლისაგან დაცვის უნარი, რასაც მოჰყვება ორგანიზმებში გარეგანი გენეტიკური ინფორმაციის ინტენსიური შესვლა. ასეთი უცხო წარმოშობის გენები მონაწილეობენ ორგანიზმის გენომის სასურველი მიმართულებით რეორგანიზაციაში. როგორც ვხედავთ, ასეთი შეხედულებები ემთხვევა ზოგიერთ სხვა ანტისელექციურ ევოლუციურ მოსაზრებებს გარემოს ცვლილებების შესაბამისად გენეტიკური აპარატის რეორგანიზაციის საკითხების ახსნის თვალსაზრისით. ნაზაროვის

შეფასებით, კრასილოვს ეს პროცესები შემდეგნაირად წარმოუდგენია: გეოლოგიური კრიზისების დროს ეკოსისტემები „ან უნდა დაიღუპონ, ან უნდა ნახონ ცვლილების საშუალებანი. ამ ძიებაში ჩართულნი აღმოჩნდებიან არა ცალკეული სახეობები, არამედ — ერთდროულად სახეობათა დიდი რაოდენობა და შედეგად კრიზისიდან გამოსვლის შემდეგ მისი შემადგენლობა მთლიანად განახლდება. ფაქტიურად ეს იქნება „ახალი ეკოსისტემა“. კრასილოვი თვლის, რომ გეოლოგიურ კრიზისებს პერიოდული ხასიათი აქვთ და იგი შეესაბამება 180-30 მილიონ წელს. პირველი რიცხვი (180) შეესაბამება გალაქტიკურ წელიწადს — მზის სისტემის გალაქტიკის ირგვლივ მოძრაობის პერიოდს, მეორე (30) — მზის სისტემის ვერტიკალურ რყევებს გალაქტიკური დახრილობის მიმართ (მზის სისტემა გალაქტიკის ცენტრის ირგვლივ მოძრაობს სიჩქარით 220კმ/წმ და ერთ ბრუნს დაახლოებით 250 მილიონამდე წელს ანდომებს). ამით ევოლუციის ეკოსისტემური თეორიის მიმდევრები ცდილობენ ახსნან დედამიწის გეოლოგიურ ქანებში განამარხებული ორგანიზმების შესაბამისობა მაშინდელ პირობებთან და საერთოდ დედამიწის ევოლუციური განვითარების პერიოდული და ციკლური, გეოლოგიური და ბიოსფერული მოვლენების შეუღლებული ხასიათი.

საერთოდ, ბიოევოლუციური თეორიის მომავალი განვითარება წარმოუდგენელია ცოცხალ სამყაროზე ბიოლოგიურ და არაბიოლოგიურ ფაქტორთა ერთობლივი მოქმედების ანალიზის გარეშე. ვერც მარტო შინაგანი გენეტიკური თავისებურებების გათვალისწინება, თუნდაც ის ეყრდნობოდეს მოლეკულური გენეტიკის უახლეს მიღწევებს, ინფორმაციული თეორიისა და კიბერნეტიკის გამოყენებას, ვერ ახსნის ბიოევოლუციის უდიდეს საიდუმლოებებს. მართალია, ასეთი მიღწევები უახლოესი მომავლისთვის იქნება მძლავრი ბიძგი იმისათვის, რომ ბიოლოგ-ევოლუციონისტები უფრო ღრმად ჩასწვდნენ ბიოევოლუციური მოძღვრების საიდუმლოებებს, მაგრამ რაც არ უნდა დიდი იყოს მისი შედეგები, იგი ცალმხრივად ვერ გაგვარკვევს ბიოევოლუციური განვითარების მექანიზმებში. ასევე უპერსპექტივოა ბიოევოლუციის კანონზომიერებების დადგენის ცდა მარტო გარემო

ფაქტორების, დედამიწისეული თუ კოსმოსური ძალების მოქმედების გავლენით, მიუხედავად იმისა, რომ მათი როლი ბიოევოლუციაში შთამბეჭდავია. ასევე არამეცნიერული და მაცდუნებელია ბიოევოლუციის კანონზომიერებათა ახსნის ცდა რაღაც საოცრებებისა და არამატერიალური ძალების მოქმედებით.

ყოველივე ამის გათვალისწინებით, უნდა ვიყარაუდოთ, რომ პერსპექტივაში ცოცხალი სამყაროს ბიოევოლუციური განვითარების ბუნების, მექანიზმების, პირობების, კანონებისა და მიზეზების უფრო სიღრმისეული გარკვევისათვის საჭიროა ცოცხალი ორგანიზმების ინტენსიური და ყოველმხრივი შესწავლა ყველა შესაძლო ბიოლოგიური თუ არაბიოლოგიური მეთოდით და შედეგების საფუძველზე ორგანიზმისა და გარემოს ურთიერთობის მოლეკულური, უჯრედული, ორგანიზმული და ბიოცენოლოგიური დონეების ურთიერთგავლენის, ურთიერთრეგულაციის და ისტორიულ თუ სადღეისო თავისებურებათა საფუძვლიანი ანალიზი. ყოველივე ეს შექმნის პირობებს იმისათვის, რომ უფრო ღრმად ჩავწვდეთ ცოცხალი ბუნების ამ ერთ-ერთი ყველაზე დიდი საოცრების – ისტორიული განვითარების შედეგად ჩამოყალიბებული მრავალფეროვნების, გარემოსადმი სტრუქტურული და ფუნქციური ადაპტაციის და საერთოდ, ცოცხალ სამყაროში არსებული საყოველთაო მიზანშეწონილობისა და ოპტიმიზაციის მეცნიერულ კანონზომიერებებს.

ბოლოს, გვინდა აღვნიშნოთ, რომ ჩვენ საგანგებოდ შევეცადეთ არ გამოგვეხატა ჩვენი განსაკუთრებული დამოკიდებულება ევოლუციური განვითარების ლამარკისტული, დარვინისეული, ევოლუციური სინთეზური თეორიისა და თანამედროვე ანტისელექციური მიმდინარეობების მიმართ. დავკმაყოფილდით შესაძლებლობის ფარგლებში ამ თეორიების არსის გადმოცემით, მათი რამდენადმე საფუძვლიანად წარმოჩენით, ძირითად საკითხებში თვით ავტორთა გამონათქვამებისა და შეფასებების ციტირებით და ზოგჯერ, თანამედროვე ზოგადბიოლოგიურ აზროვნებასთან მიმართებაში მხოლოდ ცალკეული საკითხის შეფასებით. ვფიქრობთ, საკითხისადმი ასეთი მიდგომა უფრო მეტ თავისუფლებას

მიანიჭებს სტუდენტებსა და საერთოდ, დაინტერესებულ მკითხველს, თვითონ განსაზღვრონ — ირწმუნონ თუ არა ბიოევოლუციის არსებობა, ან რომელ შემოთავაზებულ კონცეფციას დაუჭირონ მხარი და რომლის მიმართ გამოხატონ საკუთარი სიმპათიები.

დასასრულს, გვინდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ ევოლუციონიზმის იდეა დღეისათვის სულ უფრო სიღრმისეულად მკვიდრდება სინამდვილის ყველა სფეროში და იგი ახალი ტიპის მეცნიერული მსოფლმხედველობის სტატუსს იძენს. ამის ნათელი მაგალითია XX საუკუნის ბოლოს ჩამოყალიბებული ე.წ. „გლობალური ევოლუციონიზმის“ კონცეფცია. იგი ცდილობს შექმნას მთელი სამყაროს უნივერსალური ევოლუციური განვითარების მოდელი, რომელიც ერთიანად წარმოაჩენს კოსმოგენეზს, გეოგენეზს, ბიოგენეზსა და ანთროპოგენეზს. ასეთი მსოფლმხედველობით სიცოცხლის წარმოშობა განიხილება, როგორც კოსმოსური, გეოლოგიური და ქიმიური ევოლუციის ხანგრძლივი მოქმედების შედეგი და სიცოცხლე და მათ შორის გონიერი სიცოცხლეც მიჩნეულია, როგორც მატერიის განვითარების კანონზომიერი შედეგი.

მთავარი დასკვნები

1. ცოცხალი სამყარო მატერიის ნაწილია, იგი მოლეკულური ევოლუციის გზით (ევოლუციური ქიმიის მიხედვით გეოგენეზის დროს მიმდინარეობდა ქიმიური ელემენტების გადარჩევა იმ თვისებების მიხედვით, რომელიც უპირატესობას აძლევდა მატერიის უფრო მაღალი — ბიოლოგიური ორგანიზაციის ჩამოყალიბებას) ჩამოყალიბებული მაღალორგანიზებული მატერიის არსებობის ფორმას წარმოადგენს. ცოცხალის მატერიალურობაზე მიუთითებს ცოცხალი და არაცოცხალი სამყაროს შემადგენლობის მსგავსება ქიმიური ელემენტების დონეზე, ენერგიისა და ნივთიერებათა უწყვეტი წრებრუნვა ცოცხალ და არაცოცხალ სამყაროს შორის.

ცოცხალი, როგორც ღია სისტემა, უკუკავშირის გზით ისწრაფვის ენტროპიის კონტროლირების საშუალებით მოახდინოს ორგანიზებულობისა და მოწესრიგებულობის დონის ამაღლება, თავის სტრუქტურულ და ფუნქციურ მდგრადობას ინარჩუნებს გარემოსთან გამუდმებული ურთიერთობის, გენეტიკური პროგრამის შესაბამისად ასიმილაციური და დისიმილაციური პროცესების რეგულაციის შედეგად. ცოცხალის, როგორც მატერიის ნაწილის, მთავარ თვისობრივ თავისებურებას წარმოადგენს მისი უნარი, მოახდინოს გენეტიკური ინფორმაციის დეტერმინირება და მის შესაბამისად გარემოსთან ურთიერთობაში უზრუნველყოს კვლავგანახლების, ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლის, გარემოსთან შეგუების, დიფერენცირებისა და გრადაციულ-პროგრესული განვითარების პროცესების რეგულაცია.

2. ცოცხალი, როგორც ღია სისტემა, გარემოსთან ურთიერთობაში ისტორიული ადაპტოგენეზის (ბიოევოლუციური განვითარება) პროცესს ექვემდებარება. ამიტომაც დედამიწის გეოლოგიური პირობების ცვალებადობის შესაბამისად ცოცხალი სისტემები შინაგანი გენეტიკური თავისებურებებისა და გარემო პირობების გავლენით განიცდიან ბიოევოლუციურ განვითარებას.

3. ბიოევოლუციური განვითარება ხასიათდება რიგი თვისობრივი თავისებურებებით. იგი ისტორიული

ადაპტოგენეზური პროცესია, ემყარება მემკვიდრეობითობის პრინციპს და განპირობებულია, ერთი მხრივ, მისი წინამორბედი ფილოგენეტიკური ჯგუფის ძირითადი ბიოგენეტიკური თავისებურებებით, ხოლო მეორე მხრივ, გარემო პირობების ცვლილებით. შესაბამისად, ყოველი ფილოგენეტიკური ჯგუფი გარკვეულად დეტერმინირებულია აღნიშნული თავისებურებებით და ამიტომაც ევოლუციის პროცესში შეუძლებელია ყველასაგან ყველაფრის წარმოშობა. ყოველივე ამის გამო ბიოევოლუციას, განუსაზღვრელი შესაძლებლობების მიუხედავად, არ შეიძლება ეწოდოს ქაოსური პროცესი.

ბიოევოლუციას ნაკლებად ახასიათებს ნახტომისებური განვითარება, იგი თვით ევოლუციური განვითარების ბუნებიდან გამომდინარე (ნიშან-თვისებათა ინტეგრალურად გარდაქმნის გამო) ვერ იქნება რევოლუციური ხასიათის, ნაკლებად სავარაუდოა ევოლუციური გარდაქმნის კატასტროფული ბუნება და იგი გვევლინება ძველ თვისობრიობაში ახალი (ადაპტურად სასარგებლო) ცვლილებების თავისებური ჩაშენება-ჰარმონიზაციის პროცესის სახით. ყოველივე ზემოთქმულის გამო ბიოევოლუციური პროცესი შეუქცევადია — ერთხელ წარმოშობილი სახეობის ევოლუციური განმეორება (ხელახალი წარმოშობა) შეუძლებელია.

4. ევოლუციური განვითარება იმდენად ნელი და დამკვირვებლისათვის შეუმჩნეველი პროცესია, რომ მისი რეალობის დასაბუთება ცოცხალი სამყაროს ნებისმიერი ორგანიზაციული დონისათვის მოითხოვს ცოცხალი სტრუქტურების მორფო-ფუნქციური თავისებურებების მონაცემთა შებირისპირებას პალეონტოლოგიურ, შედარებით მორფოლოგიურ-ანატომიურ, ემბრიოლოგიურ, ბიოგეოგრაფიულ, გენეტიკურ, მოლეკულურ და სხვა მეთოდთა გამოყენებით მიღებულ კვლევის შედეგებთან. ამ მხრივ სარწმუნოების დიდი ალბათობის მაჩვენებელია სელექციური პრაქტიკისა და მიკროევოლუციური პროცესების შესწავლის თანამედროვე კვლევის შედეგები.

5. რამდენადაც ბიოევოლუციის რეალობა ადამიანისათვის ძნელად დასანახი პროცესია, მისი კანონზომიერებების შესწავლა ხშირად ვერ ეფუძნება უშუალო დაკვირვებებისა და კვლევის

შედეგებს, ამდენად მისი მეცნიერული კანონზომიერებების შესწავლისათვის განსაკუთრებით დიდია ჰიპოთეზების, თეორიული განზოგადებების, მეცნიერული (ზოგჯერ სუბიექტური) მოსაზრებებისა და პროგნოზირების მნიშვნელობა. ამიტომაც იყო, რომ ბიოევოლუციურმა თეორიამ სხვადასხვა ეპოქაში, ცივილიზაციის დონის შესაბამისად, კანონზომიერი ევოლუცია განიცადა.

დაწყებული ანტიკური პერიოდიდან, მთელი შუა საუკუნეების განმავლობაში, საერთოდ ზოგადბიოლოგიური აზროვნება და კერძოდ, ბიოევოლუციური შეხედულებები, იცვლებოდნენ და სულ უფრო უახლოვდებოდნენ თანამედროვე მეცნიერულ წარმოდგენებს. ამ საქმეში ძირითადი ეტაპები მაინც იყო პირველი ევოლუციური თეორიის ავტორის — ჟ. ბ. ლამარკისა და ევოლუციის კლასიკური მეცნიერული თეორიის შემქმნელის — ჩ. დარვინის დამსახურება. უმნიშვნელოვანესია ევოლუციის თანამედროვე სინთეზური თეორიის მთავარი ავტორების — სიმპსონის, დობჟანსკის, მაიერის, შმალჰაუზენის, ჰექსლის და სხვათა დამსახურებაც.

ნ. ევოლუციის კლასიკური (დარვინისეული) თეორიის მიხედვით ბიოევოლუციური განვითარების ძირითადი ძალები არის თვით ცოცხალი სამყაროსათვის დამახასიათებელი ისეთი მთავარი (მხოლოდ მატერიალური) ფაქტორები, როგორიცაა: მემკვიდრეობა, ცვალებადობა, ინტენსიური გამრავლებისადმი სწრაფვა, ჭარბდასახლების პირობებში არსებობისათვის ბრძოლა და მის საფუძველზე ბუნებაში მოქმედი ძირითადი მარეგულირებელი ევოლუციური ფაქტორი — ბუნებრივი გადარჩევა.

ბუნებრივი გადარჩევა უზრუნველყოფს ცოცხალ ორგანიზმთა მაღალი მემკვიდრული ინდივიდუალობის (განუსაზღვრელი ცვალებადობა) პირობებში მათ დახარისხებას საარსებო გარემოსთან შესაბამისი, ადაპტურად სასარგებლო ცვლილებების მქონე ორგანიზმთა გადარჩენის, თაობებში მსგავსი ცვლილებების დაგროვებისა და საზიანო (არაადაპტური) ცვლილებების მქონე ორგანიზმთა ელიმინაციის (თაობათა დატოვების შეუძლებლობის გამო) გზით ასეთი ნიშნების განადგურების შედეგად უკეთშეგუებულთა გადარჩენას.

დარვინის მიხედვით, სასარგებლო ინდივიდუალური ცვლილებების დაგროვებისა და საზიანოთა ელიმინაციის პროცესს ეწოდება ბუნებრივი გადარჩევა ანუ უკეთშეგუებულთა გადარჩენა არსებობისათვის ბრძოლის პროცესში.

7. ბუნებრივი გადარჩევის თეორია მყარი მეცნიერული არგუმენტაციით ასაბუთებს ცოცხალი სამყაროს ბიოევოლუციური განვითარების შესაძლებლობას და საფუძვლიან მეცნიერულ ახსნას აძლევს ცოცხალ სამყაროში ადაპტოგენეზის, ბიომრავალფეროვნებისა და საარსებო გარემოსთან ცოცხალი ორგანიზმების სტრუქტურული და ფუნქციური თავისებურებების წონასწორი (მიზანშეწონილი) თანაფარდობის ისტორიულად ჩამოყალიბების კანონზომიერებებს. აღნიშნული თეორიით დარვინმა რევოლუცია მოახდინა ბიოლოგიურ აზროვნებაში, დააკანონა მყარი მატერიალიზმი ცოცხალი სამყაროსათვის დამახასიათებელი ძირითადი თვისობრივი თავისებურებების ევოლუციური განვითარების გზით ჩამოყალიბების შესაძლებლობის თვალსაზრისით.

8. დარვინის ევოლუციურ თეორიას, უდიდესი ბიოლოგიური (მეცნიერული) მნიშვნელობის გარდა, ჰქონდა წმინდა რევოლუციური ხასიათის გავლენა საერთო მსოფლმხედველობრივი თვალსაზრისითაც. იგი გაბედულად დაუბირისპირდა მთელი შუა საუკუნეების განმავლობაში მძლავრად ფეხმოკიდებულ კრეაციონისტულ და ტელეოლოგიურ შეხედულებებს ცოცხალი სამყაროს რაობისა და მისი წარმოშობა-ჩამოყალიბების საკითხებში ყოველგვარ რელიგიურ მოსაზრებას. ამიტომაც, სრულიად გასაგებია დარვინის შემდგომი პერიოდის ბიოლოგიაში და საერთოდ ცნობიერებაში დრამატული ბრძოლის ისტორია დარვინისტებსა და ანტიდარვინისტებს შორის, რაც დღესაც არ არის დამთავრებული.

9. დარვინის შემდგომ პერიოდში ევოლუციური თეორიის წინააღმდეგ ბრძოლა მწვავე სახით გამოვლინდა თვით ბიოლოგიურ მეცნიერებაშიც. ახალგაზრდა მეცნიერება — გენეტიკა, ემყარება რა ფუნდამენტური ხასიათის გამოკვლევებს მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებათა შესახებ, აღწევს უდიდეს შედეგებს და მას უჩნდება ბიოლოგიაში უბირველეს მეცნიერებად აღიარების პრეტენზია. მას ამ საქმეში

წინ ეღობება არანაკლებ პოპულარული ევოლუციური მოძღვრება. მათ შორის დაწყებულმა მწვავე ბრძოლამ სერიოზული კრიზისის წინაშე დააყენა საერთოდ ბიოლოგიური მეცნიერება. კრიზისს ამწვავებდა ორივე დარგის შეცდომები, როგორც მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის კანონზომიერებათა მეცნიერული ახსნის, ასევე ბიოლოგიური მიღწევების შეფასება-განზოგადების თვალსაზრისით.

მწვავე კრიზისი დაძლეული იქნა ახალი მეცნიერული აღმოჩენებისა და შედეგების მატერიალისტური პოზიციებიდან განზოგადების გზით. ამ საქმეში ლიდერების როლი იკისრეს XX საუკუნის ცნობილმა გენეტიკოსებმა და ევოლუციონისტებმა (სიმპსონი, მაიერი, დობჟანსკი, შმალჰაუზენი, ჰექსლი და სხვები). ევოლუციური თეორიის, გენეტიკის, ეკოლოგიისა და სხვა ბიოლოგიურ მეცნიერებათა სინთეზის საფუძველზე ჩამოყალიბდა ახალი — ევოლუციის სინთეზური თეორია (ესთ).

10. ევოლუციის სინთეზური თეორიის თანახმად, ევოლუციური პროცესი მიმდინარეობს მიკრო- (პოპულაციურ დონეზე, რასაც შედეგად ახლავს პოპულაციათა დივერგენცია და რაც მთავრდება ახალი სახეობის წარმოშობით) და მაკრო- (ეკოლოგიური, გენეტიკური და სხვა სახის ურთიერთობანი ვლინდება სხვადასხვა სახეობის პოპულაციებს შორის, რასაც შედეგად ახლავს სახეობათა დივერგენციისა და სხვადასხვა რანგის სისტემატიკური ჯგუფების ჩამოყალიბება) დონეზე.

11. მიკროევოლუციური თეორიის მიხედვით კონკრეტული ორგანიზმი არ შეიძლება იყოს მიკროევოლუციური გარდაქმნის ერთეული ანუ სტრუქტურა (ევოლუციური დროის განმავლობაში არსებობის შენარჩუნების შეუძლებლობის გამო). იგი დისკრეტული, კონკრეტულად არსებული, სივრცობრივად განსაზღვრულია და ფენოტიპური და გენოტიპური ინდივიდუალობის წყალობით ევოლუციის პროცესში ასრულებს მხოლოდ ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების ობიექტისა და თაობებში გენოტიპური თავისებურებების გადაცემის ფუნქციას. ამიტომაც კონკრეტულ ორგანიზმს არ გააჩნია ევოლუციური ბედი.

მიკროევოლუციის პროცესში ელემენტარული ევოლუციური გარდაქმნის სტრუქტურის, ერთეულისა და

პლაცდარმის ფუნქციას ასრულებს პოპულაცია (ევოლუციური დროის მანძილზე სივრცესა და დროში ელემენტარული დაჯგუფების სახით რეალურად არსებობის, თვითრეგულაციისა და თვითგანახლების უნარის, გენოტიპური და ფენოტიპური პოლიმორფულობის, რიცხობრივი სიმრავლის სახით არსებობის და თავისუფალი პანმიქსიის უნარის გამო, რაც ერთიანობაში უზრუნველყოფს ევოლუციური დროის განმავლობაში გარკვეულ გარემო პირობებში ფენოტიპის დონეზე გენეტიკური ინფორმაციის აპრობაციის და თაობებში მისი გადაცემა-დაგროვების პროცესს). ამან განაპირობა ევოლუციის ორგანიზმოცენტრული (დარვინისეული) თეორიის შეცვლა პოპულაციოცენტრული (თანამედროვე — ესთ) თეორიით.

12. ესთ-ის მიხედვით პოპულაცია ზემოთ დასახელებული თავისებურებების გამო მიკროევოლუციისათვის წარმოადგენს ელემენტარული ევოლუციური გარდაქმნის ერთეულს. მუტაციები კი — გადარჩევისათვის ელემენტარული ევოლუციური მასალის (ცვალებადობის განუსაზღვრელი ხასიათის, თვისობრივი ცვალებადობის ბუნების, ყველა სხვა სახის ცვალებადობის მუტაციურით განპირობებულობის, ბუნებაში სრულიად ახალი ცვალებადობის სახით გამოვლენის უნარის, თაობებში გამრავლებისა და დაგროვების და სხვა თავისებურებათა გამო) მიმწოდებელია. ელემენტარულ ევოლუციურ ფაქტორებს წარმოადგენს: ა) მუტაციური პროცესი (რაკი ის არის ყველა სახის ცვალებადობის პირველადი პირობა მთელ ცოცხალ სამყაროში, ხოლო ყველა სახის ცვალებადობას აქვს თავისი ევოლუციური ფუნქცია, ზოგადად ის იწვევს პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურის (შემადგენლობის) ცვალებადობას, რის გარეშეც შეუძლებელია გადარჩევისათვის მასალის მიწოდება); ბ) პოპულაციის რიცხობრივი ცვალებადობა (რაც პოპულაციის რიცხობრიობის გაზრდის ან შემცირების გზით სერიოზულ გავლენას ახდენს ახალი მუტაციების აღმოცენებისა და საერთოდ პოპულაციაში რეზერვის სახით არსებული მუტაციების ევოლუციურ არენაზე გამოსვლის შესაძლებლობის ცვალებადობის (გენური დრეიფები) თვალსაზრისით). იგი, როგორც ფაქტორი, მოქმედებს გადარჩევისათვის ელემენტარული ევოლუციური მასალის

მიწოდების შესაძლებლობის ცვალებადობაზე; გ) გენური ნაკადები (სახეობის შიგნით თავისუფალი პანმიქსიის წყალობით პოპულაციათა შორის გენთა მიგრირებით პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურის ცვალებადობის გზით მოქმედებს გადარჩევისათვის მასალის მიწოდების შესაძლებლობებზე); დ) იზოლაცია (უზრუნველყოფს პოპულაციური ჯგუფების სივცობრივ-ტერიტორიულ და ბიოლოგიურ განცალკევებას, რასაც შედეგად ახლავს დიფერენცირება-სპეციალიზაციის პროცესები და საერთოდ დივერგენციული განვითარების შესაძლებლობა).

13. ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორები, ვერც ცალ-ცალკე და ვერც ერთად, ვერ უზრუნველყოფს მიკროევოლუციური პროცესის განხორციელებას (ევოლუციურ გარდაქმნას). აღნიშნულ ფაქტორთა როლი მიკროევოლუციაში მაინც ელემენტარულია და მათი ერთობლივი მოქმედება დაიყვანება მხოლოდ და მხოლოდ ევოლუციის „აღმძვრელი მექანიზმების“ (ქმნიან საფუძველს ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებისათვის და ხელს უწყობენ შიგა სახეობრივი ჯგუფების ჩამოყალიბებას) როლამდე.

14. ბიოევოლუციური გარდაქმნის მთავარი მამოძრავებელი და მარეგულირებელი ფაქტორი არის ბუნებრივი გადარჩევა, რომლის ხელშემწყობ ჩამოთვლილ ფაქტორებთან ერთად ერთ-ერთ წინაპირობას წარმოადგენს არსებობისათვის ბრძოლა.

გადარჩევის თანამედროვე თეორია, ეყრდნობა რა პოპულაციებში გენთა განაწილება-დავროვების გენეტიკურ და მათემატიკურ კანონზომიერებებს, ცალკეული გენის, გენთა ბლოკების, გენოტიპებისა თუ საერთოდ, პოპულაციური გენოფონდის სელექციური უპირატესობის მაჩვენებლებს, თვლის, რომ გადარჩევის განხორციელებისათვის მთავარი მნიშვნელობა აქვს სელექციურობის ხარისხს, რის მიხედვითაც ხდება გენოტიპთა დახარისხება. გადარჩევის მთავარი შედეგი იმდენად შეგუება კი არ არის, რამდენადაც — თაობების დატოვება და საერთოდ, რეპროდუქციული პროცესების სრულყოფა. გადარჩევის შედეგები არ დაიყვანება მხოლოდ სელექციური უპირატესობის მქონე ორგანიზმთა ჯგუფის უბრალო

გადარჩენისა და საწინააღმდეგოთა ელიმინაციის პროცესამდე. გადარჩენულთა გადარჩენა ასევე უკავშირდება ბუნებრივი გადარჩევის ისეთ მნიშვნელოვან თანმხლებ პროცესებს, როგორიცაა: ალბათობის ხასიათი, დაგროვებითი მოქმედება, ინტეგრალური ბუნება, ადაპტური მიმართულება და სიცოცხლის პროგრესირებადი სრულყოფა.

15. ბუნებრივი გადარჩევის მთავარ შედეგს წარმოადგენს ადაპტოგენეზი, ახალ სახეობათა წარმოშობა და სიცოცხლის პროგრესული განვითარება. თითოეული მათგანის განხორციელებას არეგულირებს განხილული ევოლუციური კანონზომიერებანი.

ადაპტოგენეზის დროს საარსებო გარემოს ცვლილებების შესაბამისად ადაპტური ნორმის გარდაქმნის გზით ცოცხალი სტრუქტურულად, ფუნქციურად, ქცევითი თავისებურებებით, სასიცოცხლო რიტმის რეგულაციით ეგუება საარსებო გარემოს. მისი მთავარი შედეგია ორგანიზმსა და გარემოს შორის და თვით ორგანიზმის ყოველგვარი სასიცოცხლო შინაგანი თავისებურების მიხედვით შესაბამისი (წონასწორი, მიზანშეწონილი) დამოკიდებულების ჩამოყალიბება.

16. სახეობა თავისებური გენოფონდით ყალიბდება ისტორიულად (ევოლუციურად) — ფორმათა ერთობლიობის სახით, რომელიც გარკვეული არეალის ფარგლებში ხასიათდება შინაგანი და გარეგანი ფაქტორების გამოვლენის სპეციფიკურობით, შესაბამისი ადაპტაციებით, იზოლაციური ბარიერებით, სტრუქტურული (პოპულაციური) თავისებურებებით, პანმიქსიის უნარით და ამასთანავე, ინარჩუნებს ევოლუციური დროის განმავლობაში მდგრადობისა და ევოლუციური განვითარების უნარს. სახეობების დონეზე ყალიბდება ადაპტურად სასარგებლო გენთა რეკომბინაციურად მდგრადი ბალანსი. ეს უკანასკნელი რეგულირდება, ერთი მხრივ, სახეობის სტრუქტურულ ერთეულებს (პოპულაციებს) შორის თავისუფალი პანმიქსიით, ხოლო მეორე მხრივ, თვით სახეობის, როგორც ჩაკეტილი, რეპროდუქციულად იზოლირებული სისტემის თავისებურებებით.

სახეობა მდგრადი სისტემაა, იგი დინამიკურობის მიუხედავად ევოლუციური დროის განმავლობაში (როგორც

ზოგადის სპეციფიკის მსგავსი თვისებების ჯგუფის სახით გამოხატვით) ინარჩუნებს თავის თვისობრივ განსაზღვრულობას, ამიტომაც მიიჩნევა იგი სიცოცხლის მდგრადობის შენარჩუნების მთავარ ეტაპად და ბიომრავალფეროვნების ძირითად ერთეულად.

17. მიკროევოლუციისაგან განსხვავებით მაკროევოლუცია მიმდინარეობს სახეობათა შორის ახალი ტიპის ბიოლოგიურ (გენეტიკური, ეკოლოგიური და სასიცოცხლო ურთიერთდამოკიდებულებათა სხვა სახის) ურთიერთობათა დონეზე, ამიტომაც მაკროევოლუცია გარკვეული თვისობრივი თავისებურებებით ხასიათდება. აქ გაცილებით უფრო დიდია ევოლუციურ შესაძლებლობათა მასშტაბები. ამ დროს ხდება გვარების, ოჯახების, რიგებისა და კლასებისათვის დამახასიათებელი ორგანიზაციული ნიშნების ევოლუციური ჩამოყალიბება. ამიტომაც მსგავსი გარდაქმნები უფრო ზოგადევოლუციური მასშტაბისაა და მიმდინარეობს ხანგრძლივი გეოლოგიური პერიოდების განმავლობაში. თუ მიკროევოლუციის შესასწავლად ძირითადად გამოიყენება გენეტიკური, ეკოლოგიური და სისტემატიკური მეთოდები, მაკროევოლუციური თავისებურებების კვლევაში ფართო გამოყენება აქვს პალეონტოლოგიურ, შედარებით-მორფოლოგიურ და ბიოგეოგრაფიულ მეთოდებს. მიკროევოლუციური პროცესების განხორციელება შედარებით მოკლე დროის განმავლობაში მიმდინარეობს და შედარებით პროგნოზირებადია მისი მთავარი შედეგები, რასაც ვერ ვიტყვით მაკროევოლუციის შესახებ.

18. თანამედროვე ევოლუციურ შეხედულებათა შორის არსებობს საკმაოდ მყარი აზრი (სტენლი, დავითაშვილი, ალტუხოვი და სხვ.), რომ მიკროევოლუციას საერთოდ არ გააჩნია ევოლუციური როლი. იგი წარმოადგენს უბრალო პროცესს, რომელიც უზრუნველყოფს სახეთაშიდა ჯგუფების ადაპტირებას კონკრეტული საარსებო პირობების მიმართ და შედეგად აყალიბებს მხოლოდ ძირითად ადაპტურ ერთეულებს — პოპულაციებს. პოპულაციური პოლიმორფიზმი სრულიადაც არ უკავშირდება ახალ სახეობათა წარმოშობას. სახეობათა წარმოშობა მხოლოდ მაკროევოლუციური პროცესების შედეგია, იგი მაკროევოლუციური გარდაქმნის ძირითადი რგოლია და რომ

მაკროევოლუცია იწყება სახეობათა წარმოშობით, სწორედ ამით იწყება ნამდვილი ევოლუცია და იგი ეფუძნება გადარჩევის განხორციელებას სახეობათა დონეზე.

ზოგიერთის აზრით (გრანტი), ევოლუციური პროცესი ერთიანია, მიკრო- და მაკროევოლუცია არ არის გამიჯნული და მათ შორის შუალედურ ადგილს იჭერს სახეობათა წარმოშობა. მიკრო- და მაკროევოლუცია უშუალოდ გადადიან ერთმანეთში და ავსებენ კიდეც ერთმანეთს (სიმპსონი, მაიერი, დობჟანსკი, გრანტი და სხვები).

19. მაკროევოლუციური განვითარების გამოვლინებაა ფილეტური (ფილეტური ჯგუფების წარმოშობა მონო- ან პოლიფილურად საერთო საწყისისაგან აშკარა გრადაციული გადასვლებით — ე.წ. „ვერტიკალური ევოლუცია“), დივერგენციული (განსხვავებული ადაპტური ფილოგენეტური ჯგუფების წარმოშობა — ე.წ. „ჰორიზონტალური ევოლუცია“. დივერგენციის წინაპირობაა გენების ცვალებადობის შესაძლებლობა განუსაზღვრელი მიმართულებით და ორგანიზმთა შეგუების შესაძლებლობა ერთი და იგივე პირობებისადმი სხვადასხვა ნიშნის განსხვავებულად ან ზოგჯერ ერთი ნიშნის საპირისპირო მიმართულებით ცვალებადობის გზით), კონვერგენციული (განსხვავებულ ფილეტურ ჯგუფებში მსგავს გარემოსთან შეგუების პროცესში გარეგნული შეგუებითი ნიშნების ურთიერთდამსგავსების პროცესი) და პარალელური (როცა ფილეტური ჯგუფები განსხვავებულ გარემოსთან ადაპტაციის გამო შეგუებითი ნიშნებით შორდებიან ერთმანეთს, მაგრამ შემდეგ მსგავს გარემოში მოხვედრისას განიცდიან პარალელურ — მსგავს ადაპტურ ცვლილებებს) ევოლუცია.

20. ბიოევოლუციური განვითარება მიმდინარეობს პროგრესული დიფერენციაციის გზით, რაც გულისხმობს ცოცხალის ორგანიზაციული დონის საფეხურე ბრივი სრულყოფის შესაბამისად მათ ადაპტურ სპეციალიზაციასაც. როცა ორგანიზაციული დონის სრულყოფა განიხილება, როგორც საერთო პროგრესი, სვლა „მარტივიდან რთულისაკენ“, ხოლო ორგანიზაციული დონის დაქვეითება — როგორც საერთო რეგრესი, ორგანიზაციის გამარტივება, სტრუქტურული და ფუნქციური დონის დაქვეითება, ამავდროულად, ბიოლოგიურ

პროგრესში გულისხმობენ ფორმათა გადარჩენის პოტენციალის სიძლიერეს (რიცხობრიობის ზრდა; საარსებო გარემოს გაფართოება, სახეთაშიდა დიფერენციაციის ტემპების მატება), მაშინ, როცა ბიოლოგიური რეგრესი ხასიათდება ასეთი პოტენციალის შესუსტებით დასახელებულ თავისებურებათა საწინააღმდეგო მიმართულებით ცვალებადობის გზით.

21. ბიოევოლუციური პროგრესის ძირითადი გზები არის აროგენეზი (გრადაციული ევოლუცია, რაც ვლინდება ორგანიზაციული დონის ამაღლებაში, ფართო ხასიათის შეგუებათა გამომუშავებაში, საარსებო არეალის გაფართოებაში და იწვევს ორგანიზმის მთელი კორელაციური სისტემების ოპტიმიზაცია-სრულყოფას), ალოგენეზი (გრადაციული დონის ფარგლებში საარსებო გარემოსთან შეგუების გამოვლინებანი, რაც ზოგჯერ ვლინდება ადაპტური რადიაციის სახითაც), კატაგენეზი (ფილუმების გადასვლა უფრო მარტივ გარემოში და შესაბამისად, ადაპტაციის პროცესში ხდება ორგანიზაციული დონის დაქვეითება) და ჰიპერგენეზი (როცა ზომაში მატულობს მთელი ორგანიზმი ან ორგანიზმის ცალკეული ნაწილი). ბიოევოლუციური განვითარების კანონზომიერი გზაა ფორმათა ამოწყვეტა. იგი ბიოევოლუციის შემადგენელი ნაწილია და მას იწვევს იგივე ევოლუციური ფაქტორები, რაც საერთოდ ბიოევოლუციას.

22. ბიოევოლუციის სიჩქარისა და ტემპების შესწავლა ურთულეს პრობლემას წარმოადგენს, მაგრამ მაინც მოხერხდა დადგენილიყო, რომ მას განსაზღვრავს გარემო პირობების ცვალებადობის სიძლიერე, პოპულაციის სტრუქტურული თავისებურება, შესაბამისი ჯგუფის ადგილი კვებითი ჯაჭვების იერარქიაში, გენეტიკური ცვალებადობის რეზერვი და შესაძლებლობები და შესაბამისი ფილოგენეტური ჯგუფის ორგანიზმთა გენერაციის ხანგრძლივობა. თითოეული დასახელებული ფაქტორის როლი ბიოევოლუციურ გარდაქმნათა ტემპების რეგულაციაში სპეციფიკური და მეტ-ნაკლებად ვარირებადია სხვა ფაქტორებთან ურთიერთდამოკიდებულების შესაბამისად.

23. ბიოევოლუციის პროცესში ცოცხალი სისტემის გარდაქმნა შესაძლებელია მხოლოდ და მხოლოდ ორგანიზმის,

როგორც ერთიანი, კორელაციური, კოორდინაციული და ინტეგრალური სისტემის ადაპტური მიმართულებით ცვალებადობის პირობებში. ადაპტურია მხოლოდ ისეთი ცვლილება, რომლის დროსაც ორგანიზმის დონეზე შენარჩუნებულია კორელაციური სისტემის მთლიანობა, მისი კოორდინაციული ხასიათი. რაც უფრო მაღალია დიფერენციაცია ორგანიზმის დონეზე, შესაბამისად, ძლიერია ინტეგრაციაც. ამიტომაც არის, რომ ბიოევოლუციის პროცესში ჩვენ ყოველთვის ვხედავთ ორგანოთა და ფუნქციათა ურთიერთგავლენისა და ადაპტურად ერთიანად გარდაქმნის მთლიანობას. ამის მაგალითები უხვადაა ორგანოთა ანალოგიის, ჰომოლოგიისა და საერთოდ, ორგანოთა სტრუქტურული და ფუნქციური სისტემის ფილოგენეტური ცვლილების გამოვლინებათა სახით.

24. ცოცხალი სამყაროს ბიოევოლუციური გზა თავისებურად (შემოკლებულად საჩანასახო მსგავსების მიხედვით, ძირითადი ფილოგენეტური დონეების ფიქსირებით) ასახულია ორგანიზმთა ინდივიდუალური განვითარების თავისებურებებში. თვით ონტოგენეზური პროცესების კანონზომიერებანი ფილოგენეზური (საერთოდ, ბიოევოლუციური) განვითარების შედეგია. ამიტომაც დამკვიდრებულია აზრი, რომ ონტოგენეზი არის შემოკლებული (თავისებურად ასახული) ფილოგენეზი (ძირითადი ბიოგენეტიკური კანონი). ონტოგენეზის ევოლუცია წარმართა შემდეგი ძირითადი მიმართულებებით: ემბრიონული ადაპტაციები (ცენოგენეზები), ონტოგენეზის ავტონომიზაცია (გარემოს ფლუქტუაციური გავლენისაგან საჩანასახო განვითარების შედარებითი დამოუკიდებლობის ზრდა), ონტოგენეზური ციკლის შემცირება ნეოტენიის (ონტოგენეზის გარკვეული, განსაკუთრებით — ბოლო პერიოდების ამოვარდნა) გზით და ონტოგენეზური ცვლილებების (სხვადასხვა ეტაპზე) ფილოგენეტური დაფიქსირება (ფილემბრიოგენეზები).

25. სიცოცხლის წარმოშობიდან (დაახლოებით 3,5 მილიარდი წლის წინ) აბიოგენურად წარმოქმნილმა თავდაბირველმა მარტივმა ცოცხალმა სტრუქტურამ (პროტობიონტი) ბიოევოლუციის შედეგად დასაბამი მისცა მარტივ უჯრედულ სტრუქტურას (პროკარიოტი), რომლისგანაც ჩამოყალიბდა დედამიწაზე თანამედროვე ცოცხალი სამყაროს

ერთიანი სტრუქტურული, ფუნქციური, გამრავლებისა და განვითარების ძირითადი ერთეული — ეუკარიოტული უჯრედი. დისკრეტული, იზოლირებული, დროსა და სივრცეში განცალკევებული და ამასთანავე, ბიოგენეტიკურად მაღალი ინდივიდუალური თავისებურებების მქონე უჯრედი (უჯრედული ორგანიზმები) უკვე გამოდის ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების შედარებით სრულყოფილი ობიექტის როლში, რამაც შექმნა შესაძლებლობა ცოცხალი სამყაროს გამრავალუჯრედიანებისა და აქტიური დივერგენტული განვითარებისათვის. დასაბამი მიეცა მიკროორგანიზმთა, სოკოების, მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროს ჩამოყალიბებას. თვლიან, რომ დაახლოებით ერთი მილიარდი წლის წინ უმარტივესმა შოლტოსნებმა დასაბამი მისცეს მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროს ჩამოყალიბებას.

26. მცენარეთა სამყაროს ევოლუცია წარიმართა ჰაბლოფაზიდან დიპლოფაზაზე თანდათანობითი გადასვლის გაძლიერების, განაყოფიერების პროცესში წყლის პირობებისაგან თანდათანობითი განთავისუფლების, გარეგანი განაყოფიერებიდან შინაგანზე გადასვლის გაძლიერების, ჩანასახში სამარაგო ნივთიერებების დაგროვების ზრდის, ხმელეთის პირობებში მიმაგრებული ცხოვრების ნირზე გადასვლის გაძლიერების, სხეულის დანაწევრების, გამტარი სისტემის სრულყოფის, საყრდენი და დამცველობითი ქსოვილების დიფერენცირების, ყვავილის ჩამოყალიბებისა და დამტვერვის პროცესების სრულყოფის, ჩანასახის პარკის ჩამოყალიბებისა და ორმაგი განაყოფიერების უნარის გაჩენის, თესლებისა და ნაყოფების გავრცელების სამარჯვეების გაჩენა-სრულყოფის და სხვათა მიმართულებით. ყოველივე ამან განაპირობა მცენარეთა სამყაროს ზოგიერთი ევოლუციური თავისებურებაც (ავტოტროფული კვება, ნიადაგთან და ჰაერთან შემხები ზედაპირის გაზრდა, სხეულის ნაწილების ძლიერი დანაწევრება (ტოტები, ფოთლები, ფესვები, ყვავილი), მიმაგრებულ ცხოვრების ნირზე გადასვლა, რეგენერაციის ძლიერი უნარის განვითარება, ცალკეული ორგანოს შედარებით ძლიერი ავტონომიურობა, ვეგეტაციური გამრავლების განსაკუთრებული უნარის გამომუშავება, მოდიფიკაციური ცვალებადობის უნარის გაძლიერება და სხვა).

27. ცხოველთა სამყაროს ევოლუცია პროგრესულ

გამრავალუჯრედიანებასთან ერთად წარიმართა ორგანოთა და ქსოვილთა სტრუქტურულ და ფუნქციურ თავისებურებათა ღრმა სპეციალიზაციის მიმართულებით. პროგრესულ ევოლუციას დაქვემდებარებული ორგანიზმები დიფერენცირდებიან, ხოლო მათი ნაწილები — სპეციალიზდებიან (ედვარდსი). თავისუფალი (მოძრავი) ცხოვრების ნირის გაძლიერებასთან ერთად იზრდება აქტიურ მოძრაობა-მოქმედებათა უნარი, შესაბამისად ძლიერდება საჩანასახო პერიოდის დამოუკიდებლობა (ავტონომიზაცია) გარემო პირობებისადმი, თანდათან ყალიბდება საჩანასახო გარსები და ხანგრძლივდება კვერცხში თუ დედის ორგანიზმში ჩანასახის განვითარების პერიოდი. ძლიერდება მყარი საყრდენი სისტემის (ფეხსახსრიანებში — გარეგანი, ხოლო ხერხემლიანებში — შინაგანი) — ჩონჩხის ჩამოყალიბება. გარეგანი ჩონჩხი მიმართულია სხეულის ზომის შემცირების, ხოლო შინაგანი — ზომის მატებისაკენ. თანდათან ყალიბდება სხეულის ძლიერი კომპაქტურობა და ოპტიმალური არქიტექტონიკა, ყველაზე მთავარი ორგანოები სხეულის შიგნით იყრის თავს (განსხვავებით მცენარეებისაგან). ფილოგენეტური დონეების შესაბამისად, განსაკუთრებულად ძლიერად ექვემდებარება დიფერენცირება-სრულყოფის პროცესს გრძნობათა ორგანოები და ნერვული სისტემა. პროგრესულად ვითარდება ცენტრალური ნერვული სისტემა და ძლიერდება პირობითი და უპირობო რეფლექსური მოქმედებანი. სულ უფრო სრულყოფილი ხდება რეპროდუქციული პროცესები და თანდათან ბიოლოგიურად უფრო რეგულირებადი ხდება მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის შესაძლებლობები და მათი ევოლუციურად სასარგებლო ბალანსის ჩამოყალიბება. ყოველივე ეს განაპირობებს გარემოსადმი ადაპტირების მეტი შესაძლებლობისა და ბიომრავალფეროვნების განსაკუთრებული უნარის ჩამოყალიბებას (ცხოველთა 2-3 მილიონ სახეობას ითვლიან). ცხოველთა სამყაროს ევოლუციაში განსაკუთრებით თვალშია საცემია ფილოგენეტური დონეების შესაბამისად დიფერენციაცია-სპეციალიზაციის პროცესებთან შეუღლებული ინტეგრაცია-კოორდინაციის პროცესების გაძლიერების ტენდენცია, რამაც ცხოველური ორგანიზმი ჩამოაყალიბა უჯრედულ, ქსოვილურ და ორგანოთა სისტემების დონეზე მრავალმხრივ

დიფერენცირებულ და ამასთან, ერთიან მყარ რეგულირებად სისტემად.

28. ბიოევოლუციური განვითარების გვირგვინი არის ადამიანის წარმოშობა. ცხოველთა სამყაროსთან (განსაკუთრებით ძუძუმწოვრებთან, კერძოდ — პრიმატებთან) აგებულებისა და სასიცოცხლო თავისებურებების მიხედვით მსგავსება ევოლუციონისტებს საშუალებას აძლევს საკმაოდ მყარი მეცნიერული არგუმენტაციით ასაბუთონ ადამიანის ცხოველური (ბიოევოლუციური) წარმოშობა. ანთროპოგენეზის ძირითად ფაქტორებად მიჩნეულია ზოგადევოლუციური კანონზომიერებანი, ხოლო მთავარ ეტაპებად გამოყოფილია ადამიანის ცხოველური წინაპრის (შესაძლოა — დრიოპითეკის) ხიდან მიწაზე ჩამოსვლა, ორ ფეხზე სიარულზე გადასვლა, ბიპედიასთან და გამართულ სიარულზე გადასვლასთან დაკავშირებით სხეულის აგებულებისა და პროპორციების სათანადო ცვლილებები, ხელის განთავისუფლება მოძრაობის ფუნქციისაგან და თანდათანობით შრომის ორგანოდ გადაქცევა, ჯოგური ცხოვრებიდან თანდათანობით საზოგადოებრივზე გადასვლა, ურთიერთობათა სრულყოფის გზით მეტყველების უნარის გამომუშავება, ცეცხლის გამოყენება და შემწვარი თუ მოხარშული საკვებით კვება, შრომითი საქმიანობის უნარის ჩამოყალიბება, აბსტრაქტული აზროვნების უნარის გამომუშავება, კულტურული მემკვიდრეობის ჩამოყალიბება და ყოველივე ამაში ცენტრალური ნერვული სისტემის პროგრესული სტრუქტურული და ფუნქციური ცვლილებების დაგროვების გზით ბუნებრივთან ერთად სოციალურ-კულტურული გადარჩევის როლის გაძლიერება და სხვა.

მსგავსი გარდაქმნების შედეგად ადამიანი ჩამოყალიბდა, როგორც განსაკუთრებული — ბიოსოციალური არსება.

29. თვით ბიოევოლუციის ბუნებიდან და ძირითადი შედეგებიდან გამომდინარე (ცოცხალი ჩამოყალიბდა, როგორც ღია სისტემა და იგი გამუდმებულ ურთიერთობაშია საარსებო გარემოსთან; დიფერენციაციის პარალელურად ცოცხალ სამყაროში ევოლუციურად ძლიერდებოდა ინტეგრაციული პროცესები მოლეკულურ, უჯრედულ, ქსოვილურ, ორგანიზმულ და ორგანიზმთაშორის ურთიერთობის დონეზე, ამასთანავე,

ყველა დონეზე სპეციფიკურად ვლინდებოდა ბიოევოლუციის მოქმედების მექანიზმები და სხვა თავისებურებანი) ცოცხალი ორგანიზმების არსებობა შეუძლებელი ხდება აბიოტურ (არაცოცხალ) თუ ბიოტურ (სხვა ცოცხალ ორგანიზმებთან) გარემოსთან ადაპტური თანაცხოვრების გარეშე, რასაც ბუნებრივია, შედეგად მოჰყვა სიცოცხლის განსაკუთრებული ორგანიზაციული დონის — ე.წ. ბიოგეოცენოლოგიური სისტემის ევოლუციური ფორმირება. ბიოგეოცენოზი, როგორც სიცოცხლის ორგანიზაციული დონე, ხასიათდება მდგრადობისა და თვითრეგულაციის უნარით, მასში უწყვეტად ხდება ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა, იგი არის არაცოცხალი (აბიოტური, მინერალური) და ცოცხალი (ბიოტური) გარემოს აუცილებელი ერთიანობა, რომლის არაცოცხალი (ბიოტოპი) და ცოცხალი (მიკრო-, ფიტო- და ზოოცენოზები) კომპონენტები ქმნიან ერთიან ბიოგარემოს. მსგავს ეკოსისტემებში ცენოზური კომპონენტების სახეობებს შორის კავშირი ძირითადად ემყარება როგორც კვებით ჯაჭვებს, ასევე მასთან პირდაპირ თუ ირიბად დაკავშირებულ სხვადასხვა სახის სასიცოცხლო კავშირ-ურთიერთობებს. ეკოსისტემაში თანდათანობით ყალიბდება მის კომპონენტებს შორის სივრცობრივი და ფუნქციური კავშირ-ურთიერთობანი. მსგავსი კავშირები უმეტესად შინაგანად წინააღმდეგობრივიცაა, მაგრამ ამასთანავე — აუცილებელიც. ყოველივე ეს უზრუნველყოფს ბიოგეოცენოზების მდგრადობას, თვითრეგულაციას, ბიოკომპონენტებს შორის კოადაპტაციურ დამოკიდებულებას და საერთო, ევოლუციურად დარეგულირებულ, სასიცოცხლო და რიცხობრივ წონასწორ თანაფარდობას. ამიტომაც ბიოგეოცენოზს განიხილავენ არა მარტო, როგორც ბიოევოლუციური განვითარების შედეგს, არამედ — მასში შემავალი ბიოკომპონენტების ევოლუციური განვითარების არენასაც.

ეკოსისტემების ევოლუციური ერთიანობის შედეგად ჩამოყალიბდა დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობის ყველაზე დიდი — მაკროსისტემა ბიოსფეროს სახით.

30. ბიოევოლუციური პრობლემის სირთულე (დაკვირვებებითა და ცდებით უშუალოდ შემოწმების შეუძლებლობა, მსვლელობის ნელი და ხანგრძლივი ხასიათი

გეოლოგიური დროის მანძილზე, თითქმის წარმოუდგენლად მაღალორგანიზებული რეალური შედეგები — ერთი მხრივ, ორგანიზმშიდა სტრუქტურული და ფუნქციური მიზანშეწონილობა, მეორე მხრივ, საოცრად ჰარმონიული ადაპტური თანაფარდობა ორგანიზმსა და გარემოს შორის, თანაც ესოდენ ძლიერი სპეციალიზაციისა და ბიომრავალფეროვნების პირობებში), ქმნის ნაყოფიერ პირობებს ბიოევოლუციურ მოძღვრებაში სხვადასხვა და ზოგჯერ ურთიერთსაპირისპირო (ცალკეულ შემთხვევებში სპეკულაციური) მიმართულებების ჩამოყალიბებისათვის. ამან განაპირობა ბიოევოლუციურ მიმართულებათა ფართო სპექტრის ჩამოყალიბება, რომელთაგან ზოგს ისტორიული ფესვები აქვს, ზოგიც კი თანამედროვეა.

მსგავს ბიოევოლუციურ მიმდინარეობათა დიდი უმრავლესობა ანტისელექციური (ანტიდარვინისტული და ანტისინთეზური) ევოლუციური ხასიათისაა. ისინი ტრადიციულ ევოლუციურ თეორიებს უპირისპირდებიან ისეთი ძირითადი და საკვანძო საკითხების ანალიზში, როგორიცაა: თვით ბიოევოლუციური გარდაქმნის შინაარსის გაგება; მთავარი ევოლუციური ძალების აღიარების საკითხი, სახეობათა წარმოშობის მექანიზმების, გზებისა და თავისებურებების ახსნა, ბიოევოლუციური განდაქმნების პერიოდულობისა და ტემპების საკითხების ინტერპრეტაცია, ბიოევოლუციური განვითარების მიმართულების (აღმავალი თუ დაღმავალი) პრობლემის ანალიზი და სხვა.

ახალი ტიპის ევოლუციონისტები თვლიან, რომ ევოლუციური განვითარება ხდება აფეთქების წესით, რევოლუციური გზით, ნახტომისებურად (სალტაციები, მაკრომუტაციები). თანაც ევოლუციას არ ახასიათებს ადაპტური მიმართულება. ამ გზით წარმოქმნილი ფილუმები შინაგანი გენეტიკური ორგანიზებულობით შესაბამისნი არიან გარემოს კრიზისულ ფაქტორებთან (რაც შინაგან ფაქტორებთან ერთად იწვევს მსგავს აფეთქებებს). შესაძლებლად თვლიან ფილეტური ჯგუფების წარმოშობის განმეორებას და ბიოევოლუციის შექცევადობას.

თვლიან, რომ ბიოევოლუციური გარდაქმნის მთავარი განმაპირობებელი ძალა არის ცოცხალის შინაგანი გენეტიკური

სტრუქტურა, მასში მომხდარი სისტემური გადაჯგუფებები. აქ არ არსებობს შემთხვევითობა, უსისტემობა და შეუსაბამობა ზემოქმედი დედამიწისეული თუ კოსმოსური ფაქტორების მიმართ.

ზოგიერთი მიმართულების მიმდევართა აზრით, ევოლუცია ხდება არა აღმავალი გზით (სახეობები და შემდეგ უფრო მაღალი სისტემატიკური ჯგუფები), არამედ პირიქით — მაკროგენეზური აფეთქების გზით ჯერ წარმოიშობა მაღალი რანგის სისტემატიკური დაჯგუფებები და შემდეგ ხდება დაბალი რანგის სისტემატიკურ ჯგუფებად მათი დიფერენცირება. ზოგიც თვლის, რომ ონტოგენეზის მსგავსად ფილოგენეზიც დაპროგრამებულია ორგანიზმის „ბიოლოგიურ ორგანიზაციაში“, რომ „იგი მიზანშეწონილი და რეგულირებადი პროცესია“, „ყოველი ტაქსონი, სახეობიდან დაწყებული, ატარებს დაპროგრამებულ პოტენციას აყვავებისათვის და აქვს გაფურჩქვნისა და სიცოცხლის განსაზღვრული დრო.“

ანტისელექციური ევოლუციური თეორიები („წყვეტილობითი“ წონასწორობა, ფინალიზმი, ნოომოგენეზი, სალტაციონიზმი, ნეოკატასტროფიზმი, კოსმოსური ძალების გავლენის მომხრეები, ნეიტრალურობის თეორია, გენეტიკური ინფორმაციის ჰორიზონტალურად გადატანის მომხრეები, სიმეგენეზი და სხვა), ძირითადად უპირისპირდებიან სელექციურობის პრინციპის მოქმედებას პროგრესირებადი ადაპტოგენეზის საქმეში და შესაბამისად აკნინებენ ან მთლიანად უარყოფენ ბუნებრივი გადარჩევის როლს ბიოევოლუციაში.

მსგავსი შეხედულებები, მაკროგენეზური ევოლუციის მექანიზმების ასახსნელად საჭირო სპეციფიკური ფაქტორების ინტენსიური ძიების მიუხედავად, მაინც ვერ ახერხებენ ასეთი მუტანტების ცხოველმყოფელობისა და საერთოდ, ამ გზით ევოლუციური გარდაქმნის დროს ორგანიზმის მორფო-ფუნქციური აპარატის წონასწორი ადაპტური სისტემის ევოლუციურად ჩამოყალიბების კანონზომიერებათა ახსნას. მართლაც, ძნელი წარმოსადგენია, ცოცხალის მთელი სისტემის უეცარი ცვლილებით ისეთი კოორდინირებული გადაჯგუფება, რომ წარმოიქმნას ახალი დონის ორგანიზაცია, რომლის ადაპტური და საერთოდ რეგულაციური სისტემა

ინტეგრირებული იქნება, როგორც მაკროფილოგენეზური (სახეთაზედა გაერთიანების დონეზე ბიოლოგიური ორგანიზაციის სტაბილურობის შენარჩუნება), ასევე ონტოგენეზური განვითარების თვალსაზრისით. მით უმეტეს, რომ ბუნებაში სათანადო დამადასტურებელი მასალა არ არსებობს და მსგავსი პროცესების დაშვება ბუნებაში საოცრებების აღიარებისაკენ გვიბიძგებს.

31. ბიოევოლუციური მოძღვრების პრობლემატიკა პირდაპირ უკავშირდება მსოფლმხედველობრივ შეხედულებებს. აქ ყველაზე მთავარია მეთოდოლოგიური პოზიცია იმის შესახებ, რომ ბიოევოლუციური განვითარება რეგულირდება რაღაც არამატერიალური ძალების მიერ, თუ თვით ბუნებაში მოქმედი მატერიალური პროცესების (ევოლუციური ფაქტორების) ერთობლივი მოქმედების შედეგად.

ამ თვალსაზრისით, უამრავ პრობლემათა შორის, ბიოევოლუციური განვითარებისას მთავარია ცოცხალისათვის ისეთი აუცილებელი ზოგადი თვისებების, როგორიცაა: მემკვიდრეობისა და მემკვიდრეობითი ცვალებადობის თანაფარდობის რეგულაცია ბიოევოლუციური გარდაქმნის პროცესში.

ცნობილია, რომ მემკვიდრეობა უზრუნველყოფს ცოცხალი სისტემის სტრუქტურულ თუ ფუნქციურ მდგრადობას, ხოლო მემკვიდრეობითი ცვალებადობა (განსაკუთრებით მუტაციური) თავისი ბუნებით შემთხვევითი ხასიათისაა, არ არის გარემოს ადექვატური და, შესაბამისად, იწვევს ცოცხალი სისტემის მემკვიდრეობით განპირობებული ორგანიზებულობის ნგრევას (დეზორგანიზაციას). გამოდის, რომ მემკვიდრეობის გარეშე ცოცხალი სამყარო ვერ შეინარჩუნებს მდგრადობას, რის გარეშეც ბიოევოლუცია შეუძლებელია. ცვალებადობა ანგრევს მემკვიდრეობას, მაგრამ მის გარეშეც შეუძლებელია ცვალებად გარემოსთან ცოცხალის ადაპტაცია, ე.ი. ბიოევოლუცია. გამოდის, რომ ორივე თვისება დროში სიცოცხლის არსებობის აუცილებელი პირობაა.

ასეთ პირობებში თითქმის მართლაც ძნელად წარმოსადგენია, როგორ უნდა რეგულირდებოდეს მათი ისეთი ურთიერთთანაფარდობა, რომ განხორციელდეს ოპტიმიზაციისა

და მიზანშეწონილობის ჩამოყალიბება ცოცხალ სამყაროში, რაც ბიოევოლუციის მთავარ შედეგს წარმოადგენს. ჯერ ერთი, მემკვიდრეობითი ცვლილებები (განსაკუთრებით მუტაციები) გაივლიან რა ბუნებრივი გადარჩევის ფილტრში, განიცდიან დახარისხებას და ალბათობის პრინციპიდან გამომდინარე, ცვალებადობათა ფართო სპექტრში გამოჩნდებიან სასარგებლო (სელექციური) ცვლილებებიც. გადარჩევა სწორედ ასეთ ცვლილებებს აგროვებს და აძლევს თაობებში დაგროვება-შენარჩუნების საშუალებას. ამ გზით ყალიბდება ცოცხალი სისტემის ადაპტური ორგანიზებულობა, რასაც იცავს (ინარჩუნებს თაობებში) მემკვიდრეობა. მეორე მხრივ, მემკვიდრეობითი ცვალებადობა (მათ შორის — მუტაციურიც) არ ხდება გენოტიპისაგან უკონტროლოდ და იგი მთლიანად არ ეფუძნება შემთხვევითობის პრინციპს.

რაც უფრო ღრმად ვსწავლობთ მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის მეცნიერულ კანონზომიერებებს, მით უფრო ვრწმუნდებით, რომ მემკვიდრული მასალის (დნმ-ას) მოლეკულურ-სტრუქტურული თავისებურებანი, უჯრედში მისი ორგანიზაცია, ფუნქციონირება (ავტორეპლიკაცია თუ ტრანსკრიპცია-ტრანსლაცია), თვით გენეტიკური კოდის თვისობრივი თავისებურებანი, მემკვიდრული მასალის უჯრედულ თაობებში განაწილების მექანიზმები მიტოზური და მეიოზური გაყოფის დროს, დნმ-ას რეპარაციული უნარი, ორგანიზმის ანტიმუტაგენური მოქმედება და მოდიფიკაციური ცვალებადობის შესაძლებლობები, კომბინაციური და რეკომბინაციური ცვალებადობა და თვით მუტაციური ცვალებადობის უნარიც (გენოტიპური გაგლენა მუტაციების სპექტრსა და სიხშირეზე, ცალკეული გენების განსხვავებული მუტაციური უნარი და სხვა), საკმაოდ მყარი მექანიზმებით რეგულირდება ცოცხალ სამყაროში. ეს გვაძლევს საშუალებას ვთქვათ, რომ დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობის ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა მემკვიდრეობასა და ცვალებადობას შორის ბიოლოგიურად (ბიოევოლუციურად) სასარგებლო ბალანსის შენარჩუნება. როგორც უცვლელი მემკვიდრეობა, ასევე უკონტროლო ცვალებადობა მემკვიდრეობის გარეშე სიცოცხლის აუცილებელ განადგურებას გამოიწვევდა. ამიტომ ცოცხალ

სამყაროში ბიოევოლუციურად გამომუშავდა მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ევოლუციურად სასარგებლო ბალანსი და იგი ასევე ბიოევოლუციურად ჩამოყალიბებული მთელი რიგი ბიოგენეტიკური მექანიზმებით რეგულირდება.

ლიტერატურა:

1. დიასამიძე ა., დოლიძე ქ. გენეტიკა. ბათუმი. 1998.
2. დიასამიძე ა. მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ბალანსის ბიოლოგიური რეგულაცია და ევოლუციური მნიშვნელობა. ბათუმი. 1999.
3. დიასამიძე ა. ევოლუციური მოძღვრების საფუძვლები. ბათუმი. ბათუმის უნივერსიტეტი. 2000.
4. დიასამიძე ა., დოლიძე ქ. ზოგადი გენეტიკა. ბათუმი. 2003.
5. ელიავა ე., ნახუცრიშვილი ვ., ქაჯაია მ. ეკოლოგიის საფუძვლები. თბილისი. 1992.
6. მედნიკოვი ბ. დარვინიზმი XX საუკუნეში. მეცნიერება. თბილისი. 1984.
7. შათირიშვილი ა., ცაბაძერელი ს., ცარციძე მ. ზოგადი ბიოლოგია. თბილისი. 1998.
8. შათირიშვილი ა., ჯუჯულაშვილი ი. მიკროევოლუციის საფუძვლები. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა. თბილისი. 2005.
9. АЛТУХОВ Ю. П. Генетические процессы в популациях. Москва. ПКЦ «АКАДЕМКНИГА». 2003.
10. БЕРГ Л.С. Труды по теории эволюции. изд-во «НАУКА» Л. 1971.
11. БЕРМАН З.И. и др. История эволюционных учений в биологии. М. - Л. «НАУКА».1966.
12. БЕРМАН З.И., ЗАВАДСКИЙ К.М. и др. Современные проблемы эволюционной теории. М-Л. «НАУКА».1967.
13. ГЕОРГИЕВСКИЙ А.Б. Дарвинизм. М. Просвещение. 1985.
14. ГРАНТ В. Эволюционный процесс. «Мир». М. 1991.
15. ДАВИТАШВИЛИ Л.Ш. Современное состояние эволюционного учения на западе. «НАУКА». М. 1966.
16. ДАВИТАШВИЛИ Л.Ш. Изменчивость организмов в геологическом прошлом. Тбилиси. 1971.
17. ДАВИТАШВИЛИ Л.Ш. Эволюционное учение. «Мецниереба». 1977.
18. ДАРВИН Ч. Происхождение человека и половой отбор. Выражение эмоции у человека и животных. АНССР. 1953.
19. ДАРВИН Ч. Происхождение видов. Сбор. соч. М.-Л. Изд. АН. СССР. 1939. Т. 3.
20. ДАРВИН Ч. Происхождение видов путём естественного отбора. (Коментарии А.В. Яблокова, В.Е. Медникова) М. Просвещение. 1987.
21. ЗАВАДСКИЙ К.М. Развитие эволюционной теории после Дарвина. Л. «НАУКА». 1973.
22. ИОРДАНСКИЙ Н. Н. Эволюция жизни. Москва. АСАДЕМА. 2001.
23. КОНСТАНТИНОВ А.В. Основы эволюционной теории. 2-е изд. Минск. Высшая школа. 1979.
24. МАЙР Э. Систематика и происхождение видов. М. Изд-во иност. лит. 1947.

25. МАЙР Э. Зоологический вид и эволюция. М. Мир. 1968.
26. ОДУМ Ю. Основы экологии. Т. 1-2. М. 1986.
27. ПАРАМОНОВ А.А. Дарвинизм. М. Просвещение. 1978.
28. ПЕХОВ А. С. Биология с основами экологии. Санкт-Петербург. 2000.
29. РАБОТНОВ Т.А. Фитоценология. М. 1984.
30. СЕВЕРЦОВ А. С. Теория эволюции. ВАДОЕ. 2005.
31. СИМПСОН Д. Ж. Темпы и формы эволюции. М. 1948.
32. ТИМОФЕЕВ-РЕСОВСКИЙ А.А. и др. Краткий очерк теории эволюции. 2-е изд. «НАУКА». М. 1977.
33. ШМАЛЬГАУЗЭН И.И. Проблемы дарвинизма. М. 1969.
34. ЯБЛОКОВ А.В., ЮСУФОВ А.Г. Эволюционное учение. 2-е изд. М. Высшая школа. 1981.
35. Mayr F., Provine W. B. The evolutionary synthesis. Cambridge. 1981.
36. Crbic M. wasps and evolution of development. BioEssays. 2000.
37. The evolution of developmental pathways, edited by A. S. Wilkins, 2001, Sinauer Assoc. 584p.

შინაარსი

ავტორისაგან ---------- 3
რეცენზენტებისაგან ---------- 7

შესავალი

ბიოევოლუციის საგანი და ამოცანები

ბიოევოლუციური მოძღვრების საგანი ---------- 23
ევოლუციის ცნება, ბიოლოგიური ევოლუციის ძირითადი თავისებურებანი ---------- 26
ბიოევოლუციის შესწავლის ძირითადი ბრინციპები და მეთოდები ---------- 31
ბიოევოლუციის ადგილი ბიოლოგიურ მეცნიერებათა სისტემაში---------- 34
ბიოევოლუციური მოძღვრების მნიშვნელობა---------- 36
ბიოევოლუციური მოძღვრების ბრობლემები და ამოცანები---- ---------- 37

ევოლუციური შეხედულებების განვითარების ისტორია

დარვინამდელი პერიოდი ევოლუციურ შეხედულებათა განვითარებაში

ზოგადბიოლოგიური აზროვნება ანტიკურ პერიოდში ---------- 50
საბუნებისმეტყველო აზროვნება ძველ ინდოეთსა და ჩინეთში---------- 50
საბუნებისმეტყველო აზროვნება ძველ საბერძნეთსა და რომში---------- 52
მეტაფიზიკური პერიოდი ბიოლოგიის განვითარებაში----------61
სისტემატიკის მდგომარეობა და მისი შედეგები XVI-XVIII საუკუნეებში---------- 66

პრეფორმიზმი და მისი კავშირი კრეაციონიზმთან---------- 74
ტრანსფორმისტული იდეები ბიოლოგიის ისტორიაში ----------76
ტრანსფორმისტული იდეების განვითარება საფრანგეთში XVIII-XIX საუკუნეების მიჯნაზე ---------- 82
ჟან ბატისტ ლამარკის ევოლუციური თეორია-------- 91

ჩარლზ დარვინის ევოლუციური თეორია
ჩარლზ დარვინის ევოლუციური თეორიის ჩამოყალიბების წინაპირობები----------106
ჩ.დარვინის მოკლე ბიოგრაფიული ცნობები----------110
ჩ.დარვინის მოგზაურობა გემ „ბიგლით“----------111
ჩ. დარვინის დაკვირვების ძირითადი შედეგები-------- 112
ჩ.დარვინის ძირითადი მეცნიერული შრომები--------- 118
ჩ.დარვინის ხელოვნური გადარჩევის თეორია---- 123
დარვინი ცვალებადობისა და მემკვიდრეობის შესახებ------131
ხელოვნური გადარჩევა და მისი ფორმები---------- 138
ჩ.დარვინის ბუნებრივი გადარჩევის თეორია
დარვინი ცვალებადობის შესახებ ბუნებრივ პირობებში ---------- 144
ჩ. დარვინი არსებობისათვის ბრძოლის შესახებ---------- 148
ბუნებრივი გადარჩევა---------- 156
შედარება ხელოვნურ და ბუნებრივ გადარჩევას შორის---------- 162
ჩ.დარვინის ევოლუციური თეორიის საერთო შეფასება ----------164

დარვინის შემდგომი პერიოდი ევოლუციური ბიოლოგიის განვითარებაში ----------165

დარვინიზმის დაცვა და პროპაგანდა მოწინავე ბიოლოგების მიერ ---------- 167
დარვინიზმის გავლენა სხვა ბიოლოგიურ მეცნიერებებზე ---------- 175

ევოლუციური ბიოლოგიის ჩამოყალიბება----------176
ევოლუციური პალეონტოლოგია----------177
ევოლუციური ემბრიოლოგია ----------180
ევოლუციური მორფოლოგია----------184
ეკოლოგიური კვლევის საწყისები ევოლუციურ მოძღვრებაში----------186

ძირითადი დარვინისტული მიმართულებანი---------- 190
კლასიკური დარვინიზმი----------190
ლამარკო-დარვინიზმი----------191
ნეოდარვინიზმი----------192

მემკვიდრეობის, ცვალებადობისა და ბუნებრივი გადარჩევის, როგორც ევოლუციის ფაქტორების ექსპერიმენტული შესწავლის დასაწყისი----------194
ბუნებრივი გადარჩევის როლის ექსპერიმენტული შესწავლის დასაწყისი ---------- 199

ევოლუციური თეორიის კრიზისი

კრიზისის მიზეზები----------202
გენეტიკური ანტიდარვინიზმი----------205
ნეოლამარკიზმი----------208
სწრაფვა კრიზისის დაძლევისათვის----------210
სწრაფვა ევოლუციის სინთეზური თეორიის შექმნისათვის----------212
ევოლუციის სინთეზური თეორიის შექმნა----------215
ევოლუციის სინთეზური თეორიის ზოგადი დახასიათება ----------223

ბიოევოლუციური მოძღვრების თანამედროვე პრობლემები---------- 227

მიკროევოლუცია----------228

პოპულაცია, როგორც ელემენტარული ევოლუციური სტრუქტურა---------- 229
ელემენტარული ევოლუციური პროცესი---------- 235

ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორები----------236
მუტაციური პროცესი, როგორც ელემენტარული ევოლუციის ფაქტორი---------- 238
მუტაციური ცვალებადობა და მისი ევოლუციური როლი ---------- 240
გენური მუტაციების როლი პოპულაციის გენოფონდის ცვალებადობაში----------241
სხვა სახის მუტაციების ევოლუციური როლი -------- 246
კორელაციური ცვალებადობის როლი ევოლუციაში- 252
არამემკვიდრული ცვალებადობის როლი ევოლუციაში----------253
მუტაციები, როგორც ელემენტარული ევოლუციური მასალა----------260
პოპულაციის რიცხობრივი ცვალებადობა, როგორც ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორი----------262
გენური ნაკადები, როგორც ევოლუციური ფაქტორი--266
იზოლაცია, როგორც ელემენტარული ევოლუციური ფაქტორი----------268

ბუნებრივი გადარჩევა, როგორც ევოლუციის მთავარი მამოძრავებელი ფაქტორი
არსებობისათვის ბრძოლა, როგორც გადარჩევის წინაპირობა----------273
ბუნებრივი გადარჩევის თანამედროვე თეორია --------279
ბუნებრივი გადარჩევის ფორმები----------287
სქესობრივი გადარჩევა----------305
პოპულაციური პოლიმორფიზმი, როგორც გადარჩევის წინაპირობა და მისი მოქმედების შედეგი----------315

მიკროევოლუცია, როგორც პოპულაციაში მოქმედი ევოლუციური გარდაქმნების ერთიანობა----------322

მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ბალანსის ბიოლოგიური რეგულაცია ცოცხალ სამყაროში

მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის როლის ზოგადი შეფასება---------- 324

მემკვიდრეობის სტაბილიზაციის ძირითადი საშუალებები ცოცხალ სამყაროში

დნმ-ას მოლეკულის სტრუქტურული თავისებურებები, როგორც მემკვიდრეობის სტაბილიზაციის საშუალება----------328

უჯრედში მემკვიდრული მასალის ორგანიზაცია, როგორც მემკვიდრეობის სტაბილიზაციის საშუალება

მემკვიდრული მასალის სტაბილიზაციის განმაპირობებელი ფაქტორები მოლეკულურ დონეზე--331
მემკვიდრული მასალის სტაბილიზაციის განმაპირობებელი ფაქტორები უჯრედულ დონეზე -- 333
მემკვიდრული აპარატის მდგრადობის ორგანიზაციული თავისებურებანი ორგანიზმის დონეზე ----------335
მემკვიდრული მასალის ფუნქციონირების თავისებურებანი, როგორც მემკვიდრეობის სტაბილიზაციის საშუალება ----------338
დნმ-ას რეპლიკაციის განმსაზღვრელი რეგულაციური ფაქტორები, როგორც მემკვიდრული მასალის სტაბილიზაციის საშუალება ----------339
მემკვიდრული მასალის განაწილების კანონზომიერებანი უჯრედის დაყოფის პროცესში, როგორც მემკვიდრეობის მდგრადობის შენარჩუნების პირობა----------343
დნმ-აში ჩაწერილი მემკვიდრეობითი ინფორმაციის რეალიზაციის პროცესი, როგორც მემკვიდრეობითი სტაბილიზაციის საშუალება----------344

დნმ-ას რეპარაციული მექანიზმები, როგორც მემკვიდრეობითი სტაბილიზაციის საშუალება---------348
ორგანიზმების ანტიმუტაგენური მოქმედება, როგორც მემკვიდრეობითი სტაბილიზაციის საშუალება---------352
არამემკვიდრეობითი ცვალებადობა, როგორც მემკვიდრეობის სტაბილურობის საშუალება---------- 353

მემკვიდრეობითი ცვალებადობა, მისი ბიოლოგიური რეგულაცია (კონტროლი) და ევოლუციური როლი-- 354
კომბინაციური და რეკომბინაციური მემკვიდრეობითი ცვლილებები, მათი ბიოლოგიური რეგულაცია და ევოლუციური შესაძლებლობები----------355
მუტაციური ცვალებადობა, მისი გენეტიკური კონტროლი და ევოლუციური როლი---------- 365
მემკვიდრეობითი ცვალებადობის ბიოლოგიური რეგულაცია ცოცხალ სამყაროში----------370

ადაპტოგენეზი, როგორც ევოლუციის შედეგი---------- 383

სახეობისა და სახეობათა წარმოშობის პრობლემა ბიოლოგიაში---------- 395
წარმოდგენების ევოლუცია სახეობის შესახებ, სახეობის გაგების პრობლემა---------- 395
სახეობის კრიტერიუმები----------406
სახეობის ტიპოლოგიის პრობლემა---------- 409
სახეობის სტრუქტურა----------412

სახეობათა წარმოშობა ---------- 417
დივერგენცია, როგორც სახეობათა წარმოშობის საფუძველი ---------- 418
სახეობათა ალოპატრული წარმოშობა----------421

სახეობათა სიმბატრული წარმოშობა----------426
მაკროევოლუციის კანონზომიერებანი---------- 433
ფილოგენეტური განვითარების ძირითადი გზები------439
ფილეტური ევოლუცია (ანაგენეზი)----------439
დივერგენცია (კლადოგენეზი) ----------443
კონვერგენცია----------446
პარალელიზმი ----------449

ბიოევოლუციის ძირითადი მიმართულებანი და გზები
წარმოდგენები ევოლუციური პროგრესისა და რეგრესის შესახებ ---------- 452
ბიოევოლუციური პროგრესის ძირითადი გზები-------458
ფორმათა ამოწყვეტა---------- 464

ბიოევოლუციის სიჩქარე და ტემპები---------- 469
ბიოევოლუციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები------471

ორგანოთა და ფუნქციათა ფილოგენეტური ცვალებადობის კანონზომიერებანი---------- 479
ონტოგენეზისა და ფილოგენეზის თანაფარდობა------485
ონტოგენეზის ევოლუცია----------488

სიცოცხლე და მისი წარმოშობა დედამიწაზე
წარმოდგენების განვითარება სიცოცხლის არსის შესახებ----------500
შეხედულებათა განვითარება სიცოცხლის წარმოშობის შესახებ----------507
თანამედროვე თეორიები სიცოცხლის წარმოშობის შესახებ----------511
უჯრედული სტრუქტურის ჩამოყალიბება----------528

სიცოცხლის არსებობის საკითხი სხვა პლანეტებზე -- 534

სიცოცხლის განვითარება დედამიწაზე----------537
მრავალუჯრედიანთა წარმოშობა----------539
მცენარეთა სამყაროს ფილოგენეტური განვითარების ძირითადი ეტაპები და ზოგიერთი ევოლუციური თავისებურება ----------543
ცხოველთა სამყაროს ფილოგენეტური განვითარების ძირითადი ეტაპები და ზოგიერთი ევოლუციური თავისებურება ---------- 551

ადამიანის წარმოშობა---------- 566

ადამიანის სისტემატიკური ადგილი ცხოველთა სამყაროში---------- 569
ცხოველთა სამყაროსთან ადამიანის ნათესაობის დამამტკიცებელი საბუთები----------572
ადამიანის მსგავსება ადამიანის მსგავს მაიმუნებთან- 576
განსხვავება ადამიანსა და ადამიანის მსგავს მაიმუნებს შორის---------- 580
ადამიანის პალეონტოლოგიური მატიანე----------585
ანთროპოგენეზის ძირითადი კანონზომიერებანი--------595
ადამიანის წარმოშობის ადგილისა და რასობრივი განსხვავების შესახებ----------613

ეკოსისტემის ევოლუცია და ბიოსფერო

სიცოცხლის ორგანიზაციული დონეები და ევოლუციური პროცესი----------620
ეკოსისტემის ჩამოყალიბება, როგორც ევოლუციის შედეგი----------625
ეკოსისტემა, როგორც ევოლუციური გარდაქმნის არენა ----------630

ბიოსფერო, როგორც სიცოცხლის ორგანიზაციული დონე----------641

ზოგიერთი ანტისელექციური (ანტიდარვინისტული და ანტისინთეზური) ევოლუციური მიმდინარეობა ----------646

„წყვეტილობითი წონასწორობის“ თეორია ----------656

ფინალიზმი ---------- ----------663

სალტაციონიზმი---------- ----------670

ნოომოგენეზი ---------- ----------681

ნეიტრალობა და ზოგიერთი სხვა მიმდინარეობა ----- 690

მთავარი დასკვნები ----------710

ლიტერატურა----------731

შინაარსი----------733

ბიოევოლუცია

ანზორ დიასამიძე – ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი

Биоэволюция

Диасамидзе Анзор – Доктор биологических наук, профессор

Bioevolution

Diasamidze Anzor – PHD, Proffecor

ტექნიკური რედაქტორი და კომპიუტერული უზრუნველყოფა
მარინა ნაგერვაძე– ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასისტენტ-პროფესორი

ხელმოწერილია დასაბეჭდად : 24.03.2008
ქაღალდის ზომა: 60X84 1/16
ტირაჟი 200

დაიბეჭდა უნივერსიტეტის სტამბაში
ბათუმი, მელიქიშვილის 2